UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Tesis de Grado para la Obtención del Título de

Ingeniero en Mecánica Automotriz

Estudio y Análisis de la Deformación y Desgaste de los Componentes Mecánicos Internos de la Caja de Cambios Automática F4A51 del Vehículo Hyundai Santa Fe 2003 4x4 a Gasolina.

María Cristina Aguirre Sotomayor

Luis Andrés Proaño Yépez

Director

Ing. Raymond Suarez M.Sc.

Quito, Enero, 2014

Certificado

Nosotros, **María Cristina Aguirre** y **Luis Andrés Proaño Yépez,** declaramos que somos los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal nuestra. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de nuestra exclusiva responsabilidad.

---	---
Firma del Graduado	Firma del Graduado
Ma. Cristina Aguirre Sotomayor	Luis Andrés Proaño Yépez
171679271-6	171946774-6

Yo, **M.ScIng. Raymond Suárez**, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, la Srta. **María Cristina Aguirre Sotomayor** y el Sr. **Luis Andrés Proaño Yépez**, son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal de los mencionados.

Firma del Director Técnico del Trabajo de la tesis

Ing. Raymond Suárez. Msc.

Estudio y Análisis de la Deformación y Desgaste de los Componentes Mecánicos Internos de la Caja de Cambios Automática F4A51 del Vehículo Hyundai Santa Fe 2003 4x4 a Gasolina.

La transmisión automática fue creada con la finalidad de brindar confort y eficiencia en la conducción de los vehículos, el objeto de la misma es el realizar los cambios en la relación de transmisión del vehículo de manera automática sin la intervención de un embrague mecánico. A pesar de la poca acogida que tuvo en sus inicios la transmisión automática poco a poco fue tomando fuerza gracias a la exhaustiva investigación de sus creadores quienes nunca perdieron la credibilidad acerca de la eficiencia funcional de la misma. La transmisión automática es controlada por un sistema hidráulico (bomba de aceite, cuerpo valvular) que trabaja mediante presión de aceite y por un sistema electrónico el cual es monitoreado por sensores, solenoides y el TCM.

La presente tesis se enfoca básicamente en los procesos de reparación y en el análisis de las principales fallas que se presentan en la transmisión automática del vehículo Hyundai Santa Fe 2003 4x4 a gasolina, aquí se analizan varios puntos como es el despiece, montaje, tolerancias y análisis de los materiales de los componentes de esta transmisión, con el fin de brindar una guía y soporte al usuario en el momento de requerir la reparación de la transmisión de cambios automática F4A51 escogida para nuestra investigación.

Para el diagnóstico de fallas en la transmisión F4A51 es necesario precisar de herramientas que nos ayuden a descifrar los códigos emitidos por la TCM, el significado de los códigos de fallas podemos encontrarlos claramente detallados en nuestra investigación los cuales nos ayudan a analizar rápidamente si se trata de una falla eléctrica, hidráulica o mecánica, con el fin de tomar medidas apropiadas y proceder a la reparación de nuestra transmisión con un criterio real y específico.

Debemos tomar en cuenta que las principales fallas de la transmisión automática se deben a una mala lubricación (fricción directa entre los componentes internos), refrigeración deficiente (recalentamiento de los componentes provocando la pérdida de resistencia del material de los mismos), mal uso de la palanca selectora de cambios y sobrecargas. La investigación realizada puede servir como fuente práctica para la reparación de otras transmisiones automáticas ya que generalmente las fallas presentes en estas se deben a causas muy similares.

En la tesis presente encontramos a detalle a cada uno de los elementos de la transmisión F4A51 con el fin de conocer la función tan importante que estos desempeñan en el correcto funcionamiento de la misma.

La vida funcional de una transmisión automática depende gran parte del tipo de lubricante que utilicemos, además del mantenimiento periódico que debemos realizar en la misma. El aceite de la transmisión presenta varias propiedades que le ayudan internamente en el cuidado de todos los elementos por

ello es importante conocer qué tipo de aceite es el apropiado para cada transmisión tal como se indica desde fábrica.

Study and Analysis of the Deformation and Wear of the Mechanical Components of Internal Gearbox Automatic F4A51 of the Vehicle Hyundai Santa Fe 2003 4x4 Gasoline.

The automatic transmission was created in order to provide comfort and efficiency in driving vehicles, the object of it is to make changes in the gear ratio of the vehicle automatically without the intervention of a mechanical clutch. Despite the poor reception given in their early automatic transmission was gradually gaining strength thanks to the thorough investigation of their creators who never lost their credibility on the functional efficiency of the same. The automatic transmission is controlled by a hydraulic system (oil pump, valve body) which works by oil pressure and an electronic system which is monitored by sensors, solenoids and TCM.

This thesis focuses primarily on the repair processes and the analysis of the main faults that occur in the automatic transmission of the vehicle Hyundai Santa Fe 2003 4x4 gasoline, several points are discussed here as cutting, assembly tolerances and analysis of the materials of the components of this transmission, in order to provide guidance and support to the user at the time of requiring repair transmission automatic transmission F4A51 chosen for our investigation.

To troubleshoot the F4A51 transmission it is necessary tool to help us decipher the codes issued by the TCM, the meaning of fault codes can find clearly detailed in our research which help us analyze the case quickly an electric, hydraulic or mechanical failure, in order to take appropriate measures and make our repair transmission with a real and specific opinion.

We must take into account that the main failures of the automatic transmission due to poor lubrication (direct friction between internal components), poor cooling (overheating of the components of the material causing the loss of strength), misuse of the selector lever changes and overloads. The investigation can serve as a practical source for the repair of automatic transmissions and other generally present in these failures are due to similar causes. In this thesis we find detail each of the elements of the F4A51 transmission in order to know the important role they play in the proper functioning.

The functional life of an automatic transmission depends largely on the type of lubricant that we use, in addition to the regular maintenance we perform on it. The transmission oil has several properties that help you internally in the care of all the elements so it is important to know what type of oil is appropriate for each transmission as set at the factory.

Agradecimiento

Agradezco a mis profesores quienes durante mi carrera universitaria fueron los pilares para mi desarrollo como profesional y como persona.

Un agradecimiento especial para el Ing. Flavio Arroyo que siempre me enseñó que hay muchos retos en la vida que se deben superar a pesar de lo difícil que estos se presenten, con el fin de alcanzar nuestros sueños y estar orgullosos de llegar a ellos.

Agradezco a mi respetable profesor y amigo el Ing. José Andrés Castillo quién siempre me supo apoyar para seguir adelante.

Agradezco enormemente a Dios quien en todo momento me supo dar la fuerza, el coraje y la valentía necesaria para seguir mi camino, con el fin de alcanzar mis metas y superar mis retos personales.

María Cristina Aguirre Sotomayor

Agradecimiento

Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los que formamos el grupo de trabajo. Por esto agradezco a nuestro director de tesis, Msc Ing. Raymond Suárez y mi compañera Cristina Aguirre, quienes a lo largo de este tiempo han puesto a prueba sus capacidades y conocimientos. A mis padres quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades, a mi esposa e hijo que estuvieron incondicionalmente.

Luis Andrés Proaño Yépez

Dedicatoria

Le dedico mi tesis a mi amada madre quien siempre se ha caracterizado por ser una mujer luchadora y admirable que con su magnífico ejemplo de superación me ha enseñado que la vida hay que saberla valorar y que siempre tenemos que encaminarnos hacia la felicidad ya que es nuestro único motor para ser mejores cada día de nuestras gratas vidas.

Dedico mi tesis también a mis abuelos maternos quienes estoy segura que desde el cielo se sienten orgullosos ante este nuevo logro de mi vida, y por quienes gracias a sus bendiciones he logrado cumplir una etapa más de mi vida.

María Cristina Aguirre Sotomayor

Dedicatoria

La concepción de este proyecto está dedicada a mi esposa e hijo los cuales son pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. También dedico este proyecto a mis padres por que representan gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio. A ellos este proyecto, que sin ellos, no hubiese podido ser.

Luis Andrés Proaño Yépez

Tabla De Contenido

Capítulo 1……. 1

1.1 Introducción……. 1

Capítulo 2……. 8

Descripción de partes y datos generales de la caja de cambios automática……. 8

2.1 Partes fijas…….. 10

2.1.1 Caja de válvulas……. 10

2.1.2 Filtro interno de aceite……. 11

2.1.3 Cárter……. 12

2.1.4 Sensor de velocidad…… 12

2.1.5 Cableado interno……. 13

2.1.6 Solenoides y válvulas……. 14

2.2 Partes móviles…….. 15

2.2.1 Engranes planetarios…….. 15

2.2.2 Bomba de aceite…… 17

2.2.3 Palanca de parqueo……. 17

2.2.4 Gobernador……. 18

2.3 Despiece general…… 19

2.4 Elementos de accionamiento……. 23

2.5 Convertidor de par…… 26

2.5.1 Funcionamiento……. 26

2.5.2 Partes que componen el convertido de par……. 32

2.5.3 Beneficios……. 35

2.5.4 Mantenimiento…… 35

2.5.5 Averías frecuentes del convertidor de par…… 36

2.5.6 Diagnostico de falla…… 36

2.6 Circuitos hidráulicos……. 38

2.6.1 Circuito parqueo y neutro…….. 38

2.6.2 Circuito primera…….. 39

2.6.3 Circuito segunda……. 40

2.6.4 Circuito tercera…… 41

2.6.5 Circuito cuarta…….. 42

2.6.6 Circuito reversa…….. 43

2.7 Diagramas de circuitos eléctricos…… 44

Capítulo 3…….. 49

Manual de reparación: desmontaje montaje y normas…….. 50

3.1 Desmontaje…… 51

3.1.1 Ensamblajes partes externas…….. 50

3.1.2 Desmontaje de componentes internos…… 54

3.2 Montaje…… 88

3.2.1 Componentes internos…… 88

3.3 Pruebas de funcionamiento…….. 151

3.3.1 Comprobación del aceite de la trasmisión automática…… 152

3.3.2 Comprobación del nivel de aceite…….. 153

3.4 Diagnóstico y averías…….. 157

3.4.1 Diagnóstico de partes afectadas…… 157

3.4.2 Equipos de diagnóstico…….. 159

3.4.3 Averías…….. 161

Capítulo 4……. 164

Daños eléctricos, hidráulicos y mecánicos de la caja de cambios……. 164

4.1 Diagnóstico de daños mecánicos en el funcionamiento……. 164

4.2 Fallas mecánicas……. 174

4.2.1 Prueba convertidor de par……. 174

4.2.2 Resultados prueba convertidor de par……. 175

4.3 Fallas eléctricas……. 176

4.3.1 Chequeo sensor de temperatura de aceite……. 176

4.3.2 Chequeo relé de control de la A/T……. 176

4.3.3 Válvula solenoide de control……. 178

4.4 Proceso de inspección para diagnóstico de códigos de falla……. 180

4.4.1 Código P1704, P1703, P1702 TPS (sensor de posición de la mariposa)……. 180

4.4.2 Código P0713, P0712 TFS (sensor de temperatura del fluido)……. 181

4.4.3 Código P0725 CKP (sensor de posición del cigüeñal)……. 181

4.4.4 Código P0715 ISS (sensor de velocidad de entrada)……. 182

4.4.5 Código P0720 OSS (sensor de velocidad de salida)……. 182

4.4.6 Código P0703 Lámpara del sistema de freno……. 183

4.4.7 Código P0750 Sistema de la válvula solenoide de baja y reversa……. 184

4.4.8 Código P0755 Sistema de la válvula de marcha baja……. 184

4.4.9 Código P0760 Sistema de la válvula de segunda……. 184

4.4.10 Código P0765 Sistema de la válvula de sobre marcha……. 185

4.4.11 Código P0743 Sistema de la válvula solenoide del embrague convertidor de par……. 185

4.4.12 Código P0740……. 185

4.4.13 Código P0731 Primera relación de transmisión no cumple con las especificaciones……. 186

4.4.14 Código P0732 Segunda relación de transmisión no cumple con las especificaciones…….. 187

4.4.15 Código P0733 Tercera relación de transmisión no cumple con las especificaciones…….. 187

4.4.16 Código P0734 Cuarta relación de transmisión no cumple con las especificaciones…… 188

4.4.17 Código P0736 Relación de transmisión de reversa no cumple con las especificaciones…. 189

4.4.18 Código P1749 Comunicación en serie…… 190

4.4.19 Código P1723 Sistema de relé de control de la A/T…… 190

4.4.20 Código P0707 Interruptor del transeje…… 191

4.4.21 Código P0708…… 191

4.4.22 Código P1630 CAN-BUS OFF…… 191

4.4.23 Código P1631 CAN-TIME OUT ECM…… 192

4.4.24 Código P1764 TCM CAN, controlador CAN…… 192

4.5 Fallas hidráulicas…… 192

4.5.1 Prueba de presión hidráulica…… 192

Capítulo 5…… 194

Estudio y análisis del desgaste de los componentes mecánicos de la caja de cambios F4A51…..… 194

5.1 Propiedades del asbesto…… 194

5.2 Estudio metalográfico de los metales…… 196

5.3 Propiedades del acero…… 197

5.3.1 Influencia del tratamiento térmico en las propiedades del acero…… 199

5.4 Propiedades del aluminio…… 203

5.4.1 Tratamiento térmico de las aleaciones de aluminio…… 204

5.5 Aceite para transmisión automática…… 207

5.5.1 Prueba de viscosidad…… 208

5.5.2 TBN en el aceite hidráulico…… 211

6. Conclusiones…….. 212

6.1 Recomendaciones…….. 213

7. Anexos…….. 214

7.1Bibliografía…… 226

Índice De Figuras

Figura 2.1 Caja de válvulas…….. 11

Figura 2.2 Filtro de aceite…… 12

Figura 2.3 Cárter…….. 12

Figura 2.4 Sensor velocidad…….. 13

Figura 2.5 Cableado solenoides…….. 13

Figura 2.6 Solenoide…….. 14

Figura 2.7 Válvula de aceite…….. 14

Figura 2.8 Conjunto engranajes…….. 16

Figura 2.9 Conjunto planetario…… 16

Figura 2.10 Bomba de aceite…… 17

Figura 2.11 Palanca de parqueo……. 17

Figura 2.12 Funcionamiento palanca de parqueo…… 18

Figura 2.13 Gobernador…… 18

Figura 2.14 Despiece caja de cambios vista 1…… 20

Figura 2.15 Despiece caja de cambios vista 2……. 21

Figura 2.16 Despiece caja de cambios vista 3……. 22

Figura 2.17 Palanca de cambios…….. 25

Figura 2.18 Selector de marchas……. 25

Figura 2.19 Regulación selector de marchas…….…… 26

Figura 2.20 Funcionamiento convertidor de par…… 28

Figura 2.21 Turbinas convertidor de par…… 29

Figura 2.22 Turbinas convertidor de par…….. 29

Figura 2.23 Flujo de aceite en el convertidor……. 30

Figura 2.24 Flujo de aceite giratorio…….. 31

Figura 2.25 Partes del convertidor…… 33

Figura 2.26 Convertidor…… 33

Figura 2.27 Circuito hidráulico de parqueo…… 38

Figura 2.28 Circuito hidráulico de primera…… 39

Figura 2.29 Circuito hidráulico de segunda…… 40

Figura 2.30 Circuito hidráulico de tercera…….. 41

Figura 2.31 Circuito hidráulico de cuarta……. 42

Figura 2.32 Circuito hidráulico de reversa…… 43

Figura 2.33 Circuito eléctrico 1…….. 44

Figura 2.34 Circuito eléctrico 2…….. 45

Figura 2.35 Circuito eléctrico 3……. 46

Figura 2.36 Circuito eléctrico 4……. 47

Figura 2.37 Circuito eléctrico 5…… 48

Figura 2.38 Conectores computador…… 49

Figura 3.1 Desmontaje convertidor……. 51

Figura 3.2 Desmontaje sensores y filtro…… 52

Figura 3.3 desmontaje palanca de selección de marchas manual…….. 53

Figura 3.4 Verificación juego axial…… 54

Figura 3.5 Desmontaje cárter…… 55

Figura 3.6 Colores cableado solenoides…… 56

Figura 3.7 Desmontaje sensor temperatura…… 57

Figura 3.8 Desmontaje del cuerpo de válvulas…… 58

Figura 3.9 Esferas metálicas cuerpo de válvulas…… 59

Figura 3.10 Desmontaje filtro de aceite…… 60

Figura 3.11 Desmontaje muelles…… 61

Figura 3.12 Desmontaje sellos de acumuladores de presión…… 62

Figura 3.13 Desmontaje del seguro de cableado…… 62

Figura 3.14 Desmontaje eje selector de neutro…… 63

Figura 3.15 Desmontaje de orines de carcasa…… 64

Figura 3.16 Desmontaje filtro interno de aceite…… 65

Figura 3.17 Desmontaje bomba de aceite…… 66

Figura 3.18 Desmontaje conjunto embrague…… 67

Figura 3.19 Desmontaje cubo embragues…… 68

Figura 3.20 Vista lateral caja de cambios…… 69

Figura 3.21 Desmontaje pernos carcasa caja de cambios…… 70

Figura 3.22 Desmontaje rodelas carcasa caja de cambios…… 71

Figura 3.23 Desmontaje cojinete y cubo de embragues…… 72

Figura 3.24 Desmontaje de engranajes…… 73

Figura 3.25 Desmontaje conjuntos embragues…… 74

Figura 3.26 Desmontaje conjunto planetario…… 75

Figura 3.27 Desmontaje conjunto embragues…… 76

Figura 3.28 Herramienta especial…….. 77

Figura 3.29 Desmontaje pistón y retenedor de embragues…… 78

Figura 3.30 Desmontaje ejes de soporte de rodillo de parqueo…… 79

Figura 3.31 Ejes de soporte de rodillo de parqueo…… 80

Figura 3.32 Desmontaje de eje pasador de la palanca de parqueo…… 81

Figura 3.33 Llave Allen 24mm…….. 82

Figura 3.34 Desmontaje pernos del conjunto piñón de transferencia…… 83

Figura 3.35 Despiece conjunto piñón de marcha…… 84

Figura 3.36 Desmontaje retenedor de base de piñón de marcha…….. 84

Figura 3.37 Desmontaje de pernos sujetadores de piñón de transferencia…….. 85

Figura 3.38 Torque con el que se debe ajustar la tuerca del conjunto del piñón de marcha…….. 86

Figura 3.39 Despiece piñón de marcha…….. 86

Figura 3.40 Despiece de anillos de carcasa y retenedor…….. 87

Figura 3.41 Desmontaje de retenedores de la base del eje principal…….. 88

Figura 3.42 Colocación de retenedores en el eje central de juegos de embragues…… 89

Figura 3.43 Eje central de juego de embragues…….. 89

Figura 3.44 Colocación de retenedores de aceite del tambor de juego de embragues…… 90

Figura 3.45 Retenedores de base de tambor de resortes…… 91

Figura 3.46 Retenedor de tapa de anillos de resortes…… 92

Figura 3.47 Despiece tambor de resortes…….. 93

Figura 3.48 Despiece juego de discos y platos de embrague…….. 94

Figura 3.49 Colocación de discos de embrague y platos…….. 95

Figura 3.50 Herramienta especial MB991629……. 95

Figura 3.51 Apriete el conjunto de embragues……. 96

Figura 3.52 Despiece conjunto de embragues……. 97

Figura 3.53 Ajuste de conjuntos de embragues de reserva…… 98

Figura 3.54 Despiece tren de engranajes 1…… 99

Figura 3.55 Despiece tren engranajes 2…… 100

Figura 3.56 Apriete de conjunto de anillos……. 101

Figura 3.57 Eje motriz…… 102

Figura 3.58 Colocación de retenedores en eje motriz……. 103

Figura 3.59 Cono - corona y satélite - planetarios……. 104

Figura 3.60 Herramienta especial para colocar rodamientos……. 105

Figura 3.61 Colocación de rodamientos cono y corona…… 106

Figura 3.62 Medición juego de satélites y planetarios……. 107

Figura 3.63 Apriete de pernos corona…… 107

Figura 3.64 Piñones internos de bomba de aceite…… 108

Figura 3.65 Despiece bomba de aceite……. 109

Figura 3.66 Ensamblaje de bomba de aceite con herramienta especial…… 110

Figura 3.67 Forma de ajustar los pernos de bomba de aceite……. 111

Figura 3.68 Cuerpo de válvulas…… 112

Figura 3.69 Despiece cuerpo de válvulas…… 113

Figura 3.70 Posición esferas metálicas del cuerpo de válvulas 1…… 114

Figura 3.71 Posición esferas metálicas del cuerpo de válvulas 1…… 114

Figura 3.72 Solenoides del cuerpo de válvulas…… 115

Figura 3.73 Ensamble del cuerpo de válvulas…… 116

Figura 3.74 Ubicación esferas metálicas del cuerpo de válvulas…….. 117

Figura 3.75 Colocación de piñón de trasferencia…… 118

Figura 3.76 Llave Allen 24mm…….…… 119

Figura 3.77 Colocación de pernos de piñón de transferencia…….….. 120

Figura 3.78 Apriete de pernos de piñón de transferencia…….….. 121

Figura 3.79 Palanca de parqueo con pasador y muelle…….…… 121

Figura 3.80 Colocación de palanca de parqueo…… 122

Figura 3.81 Colocación soporte de palanca de parqueo…….. 123

Figura 3.82 Retenedor del eje motriz…… 124

Figura 3.83 Despiece retenedores base eje central…….…… 125

Figura 3.84 Despiece conjunto de embragues de reversa……. 126

Figura 3.85 Colocación conjunto de embrague…… 127

Figura 3.86 Ubicación conjunto planetario……. 128

Figura 3.87 Asegurar el conjunto planetario…….…… 128

Figura 3.88 Cubo conjunto de embragues……. 129

Figura 3.89 Colocación conjunto de embragues de reversa…… 130

Figura 3.90 Ubicación retenedor de Eje fijo central…….…… 131

Figura 3.91 Comprobación de la altura del retenedor del eje fijo central……. 131

Figura 3.92 Colocación orines en carcasa de la caja……. 132

Figura 3.93 Colocación de sellante en el borde de la carcasa…… 132

Figura 3.94 Colocación tapa posterior de carcasa de la caja……. 133

Figura 3.95 Apriete pernos de tapa posterior de carcasa de la caja…….. 134

Figura 3.96 Colocación conjunto piñón de transferencia……. 134

Figura 3.97 Colocación de retenedores en la carcasa de La caja…… 136

Figura 3.98 Colocación de conjunto diferencial y filtro interno…… 136

Figura 3.99 Colocación de bomba de agua…… 137

Figura 3.100 Colocación De Sellante En Tapa De Carcasa De Caja…… 138

Figura 3.101 Colocación orines de carcasa de caja y pernos…… 139

Figura 3.102 Despiece eje selector manual de parqueo…… 140

Figura 3.103 Colocación de conjunto de accionamiento manual de parqueo…… 141

Figura 3.104 Colocación juego de cables con su seguro…… 142

Figura 3.105 Colocación retenedores de acumuladores de presión…… 142

Figura 3.106 Colocación acumuladores de presión…… 143

Figura 3.107 Colocación filtro de aceite interno…… 144

Figura 3.108 Colocación cuerpo de válvulas…… 145

Figura 3.109 Pernos para ensamblaje…… 145

Figura 3.110 Colocación sensor de temperatura…… 146

Figura 3.111 Colocación juego de cables en los solenoides…… 147

Figura 3.112 Colocación sellante en tapa de cárter…… 148

Figura 3.113 Colocación de cárter…… 148

Figura 3.114 Colocación sensores exteriores…… 149

Figura 3.115 Colocación sensor velocidad…… 150

Figura 3.116 Colocación convertidor de par…… 150

Figura 3.117 Guía de pernos…… 151

Figura 3.118 Vista inferior caja de cambios…… 152

Figura 3.119 Pedal freno…… 152

Figura 3.120 Indicador de marcha de tablero…… 153

Figura 3.121 Medidor de aceite…… 154

Figura 3.122 Tacómetro…….. 155

Figura 3.123 Instalación manómetro para prueba de presión…….. 155

Figura 3.124 Medición manómetro velocidad mínima…… 156

Figura 3.125 Medición manómetro velocidad de detención…….. 156

Figura 3.126 Mando de marchas…… 157

Figura 3.127 Escáner…….. 160

Figura 3.128 Manómetro…….. 160

Figura 3.129 Multímetro…… 161

Figura 4.1 Medición de resistencia del sensor de temperatura del fluido…… 176

Figura 4.2 Medición de continuidad relé de control de A/T…… 178

Figura 4.3 Válvulas solenoides cuerpo de válvulas AT…….. 178

Figura 4.4 Medición Resistencia válvula Solenoide…… 179

Figura 4.5 Conector válvula solenoides…….. 180

Figura 5.1 Fibras de asbesto discos de embrague nuevos…….. 195

Figura 5.2 Fibras de asbesto discos de embrague cristalizados…… 195

Figura 5.3 Metalografía piñón de transferencia expuesto a alta temperatura (recalentado)…….. 197

Figura 5.4 Metalografía piñón de transferencia en condiciones normales…… 198

Figura 5.5 Código de designación según AISI…… 199

Figura 5.6 Microestructura del acero en el proceso de templado, (a) 1240˚C calentamiento incompleto, (b) 1280˚C calentamiento normal, (c) 1340˚C recalentamiento…….. 200

Figura 5.7 Inclusiones cementíticas pequeñas…… 201

Figura 5.8 Partículas de cementita dispersas…… 202

Figura 5.9 Engrosamiento de partículas de ferrita…….. 202

Figura 5.10 Microestructura de la carcasa de la caja de cambios F4A51 en

Condiciones normales…… 206

Figura 5.11 Microestructura de la carcasa de la caja de cambios F4A51 en

estado recalentado…… 207

Figura 5.12 Banco de pruebas Kinematic Viscosity Bath…… 208

Figura 5.13 Aceite mineral…….. 209

Figura 5.14 Viscosímetro para aceite 1…….. 210

Figura 5.15 Viscosímetro para aceite 2…….. 210

Figura 5.16 Viscosímetro para aceite …….. 210

Índice De Tablas

Tabla 2.1 Partes de La caja de
cambios…… 19

Tabla 4.1 Diagnóstico para verificación de síntomas de
fallas…….. 166

Tabla 4.2 Pruebas de diagnóstico en
carretera……. 171

Tabla 4.3 Valores
estándar…….. 176

Tabla 4.4 Continuidad relé control de
A/T…… 175

Tabla 4.5 Terminales válvulas solenoides A/T…… 179

Tabla 4.6 Presión hidráulica estándar…… 193

Tabla 5.1 Propiedades del asbesto…… 194

Capítulo 1

1.1 Introducción

La deformación y desgaste que sufren los elementos mecánicos internos de una caja automática se pueden presentar por varios factores que intervienen dentro del funcionamiento de este mecanismo automático.

La investigación a realizarse explica las principales fallas que la caja F4A51 puede presentar y cuáles son las causas que intervienen para su deterioro y mal funcionamiento, con el fin de obtener resultados reales y significativos al momento de la reparación de la caja de cambios F4A51.

El desgaste se conoce como el daño superficial que sufren los materiales después de ciertas circunstancias de trabajo a los que son sometidos o cuando un material llega a su fatigación.

En la industria automotriz se puede encontrar escasa información con respecto a la existencia de manuales de reparación de cajas automáticas en donde nos indiquen las posibles fallas que se pueden presentar dentro y fuera de este mecanismo eléctrico, hidráulico y mecánico, además de un análisis de las propiedades y características físicas de materiales de los componentes mecánicos, por ello nuestra investigación se basa en el estudio práctico para el diagnóstico y reparación de la caja de cambios automática F4A51 del vehículo Hyundai Santa Fe modelo 2003. El manual a realizarse también puede ser una guía de gran apoyo para reparaciones de cajas similares a la caja de cambios automática escogida para el desarrollo y estudio de nuestra tesis.

Proporcionar a la industria automotriz un manual de reparación y estudio de las principales fallas en la caja automática F4A51 del vehículo Hyundai Santa Fe 2003 4x4 a gasolina con análisis de materiales de los componentes mecánicos:

a) Encontrar cuales son las principales fallas que pueden presentarse en la caja automática.

b) Disminuir tiempos y costos de reparación de la caja automática.

c) Facilitar el diagnóstico de funcionamiento de la caja automática.

d) Investigar las propiedades y características físicas de materiales de los componentes mecánicos de la caja de cambios automática.

Los mecanismos eléctricos, mecánicos e hidráulicos interrelacionados entre sí de una de una caja automática pueden presentar varias fallas de funcionamiento ya sean fallas provocadas por un mal uso o a la vez porque sus componentes han cumplido con su ciclo máximo de trabajo para el cual fueron diseñados, por ello es necesario comprender y diferenciar estas causas para poder lograr un diagnóstico acertado y así poder corregir cualquier tipo de síntoma o daño que la caja presente.

En la investigación planteada procederemos a efectuar entrevistas a personal de talleres especializados en reparaciones de cajas automáticas donde se hayan realizado pruebas de funcionamiento mecánico, eléctrico e hidráulico de cajas automáticas con el objeto de determinar las principales averías que se presentan en estas, además se realizara el despiece integro de

la caja para así poder verificar y analizar detalladamente cada elemento mecánico para comprobar su estado y composición física.

En el parque automotor podemos encontrar escasos manuales en donde se indique la detección de las principales fallas y reparación técnica de una caja automática, por ello nosotros proponemos este tema con el fin de implementar un manual donde se indiquen los pasos a seguir desde el diagnóstico de la falla hasta la reparación total de la caja automática con el estudio de las propiedades y características físicas de materiales de los componentes mecánicos.

La transmisión automática permite que un vehículo pueda intercambiar las relaciones de transmisión de una caja de cambios sin ser necesario el uso de un embrague de accionamiento mecánico.

Su historia se desarrolla a partir de los años de 1894, cuando la transmisión automática moderna fue implantada por los franceses Emile Levassor y Louis-René Panhard. Años más tarde la idea de la creación de una transmisión automática fiable se optimizó gracias a las mejoras de los hermanos Sturtevant originarios de Boston, Massachusetts, los cuales desarrollaron la transmisión automática de dos velocidades., sin embargo debido a las escasas innovaciones tecnológicas de esa época, la creación de esa caja de cambios era vulnerable a sufrir daños y fallas, debido a la tensión de las relaciones de cambio de marcha.

Walter G.Wilson fue uno de los inventores de cajas automáticas más destacados, ya que fue quien desarrollo una transmisión epicíclica la cual dio origen a la primera caja de cambios con palanca pre selectora, la misma que

tenía que ser impulsada manualmente oprimiendo un pedal. Este gran inventor con el desarrollo de las transmisiones epicíclicas logro mejorar hasta la creación de un sistema de engranajes utilizado en el modelo Wilson-Pilcher en 1904.

"En 1928, Wilson muestra al mundo su trabajo, presentan do su mecanismo preselector, que consistía en una palanca ubicada bajo el timón mediante en la cual el conductor podía seleccionar la marcha siguiente, pero que no engranaba sino hasta que se presionaba un pedal que era parecido al sistema de embragues que hoy en día se utiliza" de:
(www.taringa.net/posts/autos-motos/12666241/Cajas-Automaticas-historia-i-bondades.html).

Parte de la gran historia de la transmisión automática es el Ford modelo T, "cuyo engranaje planetario operaba con el pie, tomo parte en la impulsión de más de 15 millones unidades que salieron de la línea de montaje entre 1908 y 1927" de:
(http://transmisionautomaticacbtis160.blogspot.com)

En el desarrollo de la trasmisión automática se vieron involucradas varias empresas como fue Chrysler con la impulsión hidráulica y General Motors con el sistema de control hidráulico y su convertidor de par el cual fue nombrado como uno de los mejores.

"Reo fabricante de automóviles desarrolló el auto-palanca de cambios en 1934, que básicamente utiliza dos transmisiones: se utiliza a velocidades normales y la segunda, baja la velocidad cuando se requiere para frenar el

coche. El Reo de 1934 vino equipado con una transmisión automática opcional” de:
http://www.tornohydramatic.com/apps/blog/historia-de-la-caja-autom%C3%A1tica)

Oldsmobile de General Motors distribuyó una versión confiable conocida como la hydra-matic en el año de 1940, la cual consistía en la combinación de un acoplamiento hidráulico con tres juegos de engranajes planetarios controlados hidráulicamente, gracias a esta innovación tomaron gran fuerza produciendo un año después 220 transmisiones automáticas diarias.

“Las transmisiones automáticas se usaron en algunos vehículos militares durante los años de la guerra, y su continuo desarrollo condujo al convertidor de Par, un ingenioso acoplamiento de impulsión, hidráulico, que casi no transmitía par a bajas velocidades del vehículo, pero a velocidad de crucero era un acoplamiento hidráulico muy eficiente” de:
(http://transmisionautomaticacbtis160.blogspot.com)

En los años de 1950 la mayoría de fabricantes de autos ya contaban con ejemplares equipados con transmisiones automáticas para la venta.

“Han habido otros desarrollos, como el cambio de velocidades controlado por computadora, que apareció en los primeros años de la década de 1980, pero el cambio automático mismo, desde el punto de vista del conductor, ha cambiado poco desde 1948” de:
(http://transmisionautomaticacbtis160.blogspot.com)

Gracias a las ideas y creaciones de transmisiones automáticas de años pasados, en la actualidad se han ido desarrollando varias transmisiones complejas como BMW, que fabricó la primera caja automática de seis velocidades, Mercedes Benz que diseño una caja automática de siete velocidades conocida como 7G-Tronic y Toyota con su caja automática de ocho velocidades en su modelo Lexus LS 460.

Las cajas de cambios automáticas emplean trenes epicicloidales para obtener la transformación del par y obtener las distintas velocidades requeridas por el conductor. El cambio de las velocidades de la caja automática se consigue mediante la liberación o frenado de un elemento del tren epicicloidal de un conjunto de embragues.

El convertidor de par actúa como un embrague entre el motor y la caja de cambios automática.

El trabajo para la selección de velocidades se lo realiza electrónicamente a través de captadores y un módulo electrónico que procesa y comanda el circuito hidráulico de los embragues y frenos internos de la caja.

La caja de cambios automática funciona con tres parámetros elementales que son:

El circuito electrónico que contiene captadores que indican varios parámetros de la caja de cambios como temperatura del cambio de marcha, revoluciones por minuto, posición del acelerador, etc., también tiene un módulo electrónico el cual recibe las señales de los captadores y de otros módulos gracias a la red CAN BUS de datos, están señales son procesadas y activa las

electroválvulas de los circuitos hidráulicos las cuales producen el movimiento y trabajo de los frenos y embragues.

El circuito hidráulico que funciona mediante algunos elementos como cilindros actuadores, bomba de presión, electroválvulas (cuerpo valvular), válvulas limitadoras de presión, etc. Este circuito cumple dos funciones principales la primera es lubricar los elementos móviles de la caja de cambios y enviar el caudal necesario de aceite hacia el convertidor de par, la segunda función que realiza es operar sobre los embragues y frenos de los trenes epicicloidales.

Los elementos Mecánicos que son los encargados de enviar y transformar el par motor.

Capítulo 2

Descripción de partes y datos generales de la caja de cambios automática

El sistema de cambio automático es el conjunto de partes, que tienen la misión de transmitir energía en el motor a las ruedas, adaptándola a las condiciones de marcha que se desee. La transmisión automática se encarga por sí misma de cambiar las marchas a medida que el vehículo se moviliza, dejando libre al conductor la necesidad de realizar cambios repetidamente.

El sistema de cambio automático, depende de la selección de las velocidades, según de las condiciones de la conducción en función a estas variables:

- Las revoluciones del motor
- La velocidad del vehículo
- El recorrido del acelerador
- La depresión del múltiple de admisión.

Estas cuatro variables son convertidas en presiones de aceite, que inciden, sobre una central hidráulica de mando, denominada caja de válvulas, que vienen a ser el controlador del automatismo. La caja de válvulas elabora estas presiones, y envía las órdenes necesarias a los diversos dispositivos actuadores, como por ejemplo: embragues, servos, frenos, acumuladores de la caja de cambios, cuyo trabajo dará lugar a las diferentes relaciones de transmisión.

Es decir que un vehículo de transmisión automática se basa en el uso de un fluido, en este caso la presión de acetite, el cual ayuda a realizar cambios en las velocidades. El motor genera o proporciona la fuerza para mover el vehículo el cual está conectado al tren motriz, este transmite la fuerza del motor a las llantas conocidas como ruedas de impulsión.

La transmisión automática o hidráulica es cuando la palanca de cambios se encuentra en ciertas posiciones, la velocidad se hace variar por presiones hidráulicas es decir de una manera automática. La función hidráulica se aplica cuando un aparato es generado por medio de un fluido existen dos tipos de presión: estática y dinámica.

"Presión Estática: es toda presión ejercida por un fluido, la cual no se genera por velocidad del fluido o movimiento. Cuando un fluido se encuentra en reposo, se dice que la presión dinámica es nula, mientras que la presión estática es igual a la presión total. Este tipo de presión actúa por igual en todas las direcciones de la superficie que contenga el fluido, siempre en un ángulo recto." de: (http://www.quiminet.com/articulos/conozca-mas-sobre-la-presion-estatica-2863573.htm).

"Presión Dinámica: es Cuando los fluidos se mueven en un conducto, la inercia del movimiento produce un incremento adicional de la presión estática al chocar sobre un área perpendicular al movimiento, así por ejemplo, cuando usted tiene una sombrilla abierta interceptando el viento, tendrá que sostener la fuerza de empuje producida por el choque del aire con la sombrilla. Esta fuerza se produce por la acción de la presión conocida como dinámica. La presión dinámica depende de la velocidad y la densidad del fluido" de:

(htmltp://www.quiminet.com/articulos/conozca-mas-sobre-la-presion-estatica-863573.htm).

En la transmisión hidráulica o automática de vehículo se encuentra la sección del Carter de la transmisión donde se encuentra el líquido en estado estático y desde el momento en el que la trasmisión comienza a funcionar se convierte la presión estática en presión dinámica. Tomando el principio de Pascal en el que dice:

- Que todos los líquidos no se comprimen, pero si los gases.
- Los líquidos adquieren la forma el recipiente en donde se alojan
- La presión que reciben los líquidos la aplican por igual en todas direcciones.

De esta manera tomando la contribución de Pascal en la mecánica de fluidos para la trasmisión automática.

2.1 Partes Fijas

2.1.1 Caja de válvulas

El cuerpo de válvulas o llamada caja de válvulas se conforma de conductos y válvulas. Estas válvulas están ubicadas en forma en que al deslizarse permiten el paso de aceite al abrir o cerrar conductos por los cuales circulan aceite a presión.

Las últimas versiones de transmisiones automáticas tiene solenoides los que responden a un comando computarizado; para esto obtienen información de componentes llamados sensores; de esta manera el automóvil con la ayuda

de este tipo de sistema, puede optimizar el consumo del combustible, realizando los cambios al momento exacto.

Figura 2.1 Caja de válvulas.

Fuente: http://www. psygaterins.blogspot.com/2010/10/principales-componentes-de-la.html

2.1.2 Filtro interno de aceite

El filtro se encarga de proteger a la caja de transmisión contra las partículas extrañas ubicadas en el aceite, estas partículas desgastantes pueden ser carbonillas metálicas, las cuales disminuyen la vida útil de la caja de transmisión, las cuales disminuyen la potencia.

Figura 2.2 Filtro de aceite.

Fuente: http://www.ms-motor-service.com.br

2.1.3 Cárter

Recipiente donde se almacena el aceite hidráulico de la transmisión, de donde es succionado por la bomba de aceite.

Figura 2.3 Cárter.

Fuente: http://www.mrrecambios.com/recambios/carter-de-aceite-caja-automatica-

2.1.4 Sensor de velocidad

Es un generador de pulso que envía una señal hacia el tablero de instrumentos donde se puede observar la velocidad a la que se está viajando en el vehículo.

Figura 2.4 Sensor de velocidad.

Fuente: Cristina Aguirre y Luis Proaño.

2.1.5 Cableado interno

Es un conjunto de cables diseñados para el paso de corriente el mismo que conecta al módulo de control de transmisión.

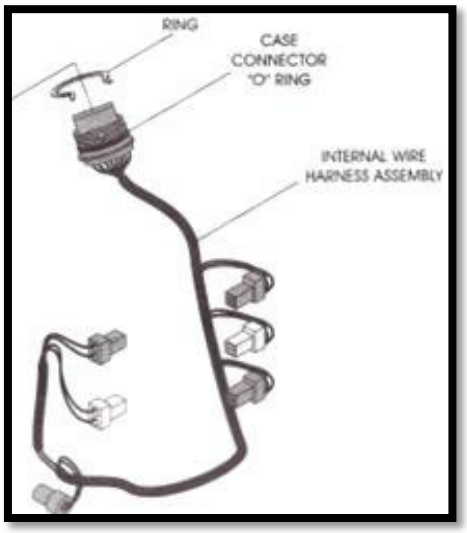


Figura 2.5 Cableado solenoides.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

2.1.6 Solenoides y válvulas

Llamados también electroválvulas, los cuales permiten están diseñados para permitir o bloquear el paso de aceite hidráulico cuando el módulo de control envía una señal para realizar cambio de marcha.

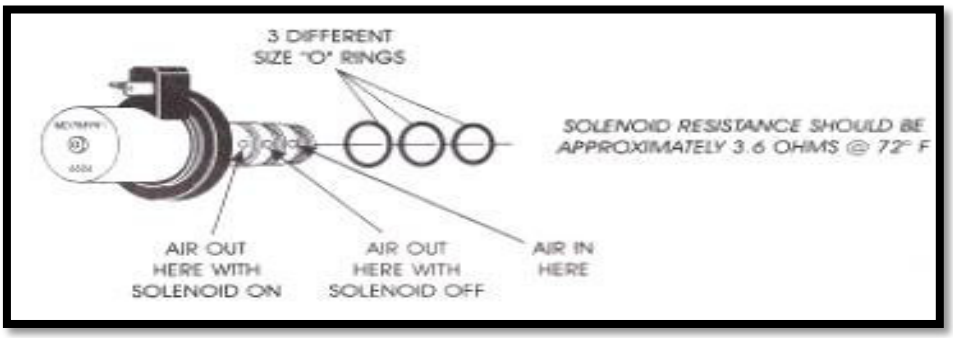


Figura 2.6 Solenoide.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

Existen tres tipos de válvulas reguladoras las de presión, control de flujo tipo carrete y las de retención que son de tipo balón.

Figura 2.7 Válvula de aceite.

Fuente: http://www.youtube.com/watch?v=HSBY0DixgFQ

2.2 Partes Móviles

2.2.1 Engranes planetarios

Este conjunto es accionado por medio del aceite hidráulico el cual acciona los frenos y embragues que controlan de sistemas de mando, es un sistema de engranajes que consistente en uno o más engranajes externos que giran sobre un engranaje central. Los engranajes se montan sobre un brazo móvil y que a su vez puede rotar en relación al engranaje central. Estos pueden incorporar también el uso de un engranaje anular externo, que engrana con los planetas.

"En el interior (centro), el planeta gira en torno de un eje central. Los satélites engranan en el dentado del piñón central. Además los satélites pueden girar tanto en torno de su propio eje como también en un circuito alrededor del piñón central. Los satélites se alojan con sus ejes en el porta satélites.

El porta satélites inicia el movimiento rotatorio de los satélites alrededor del piñón central; con ello, lógicamente, también en torno del eje central.

La corona engrana con su dentado interior en los satélites y encierra todo el tren epicicloidal. El eje central es también centro de giro para la corona" de: (http://www.transpart.com/7.html).

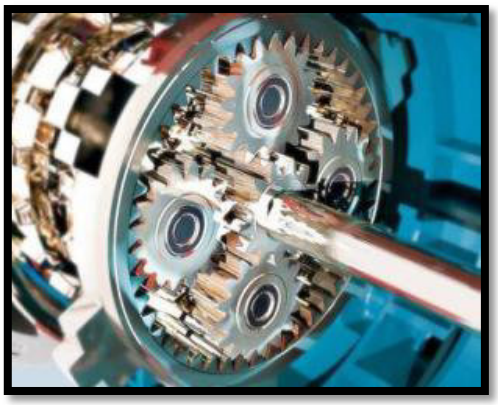


Figura 2.8 Conjunto engranajes.

Fuente:http://autofan.mx/wp-ontent/uploads/2012/02/planetengetriebe1.jpg&img

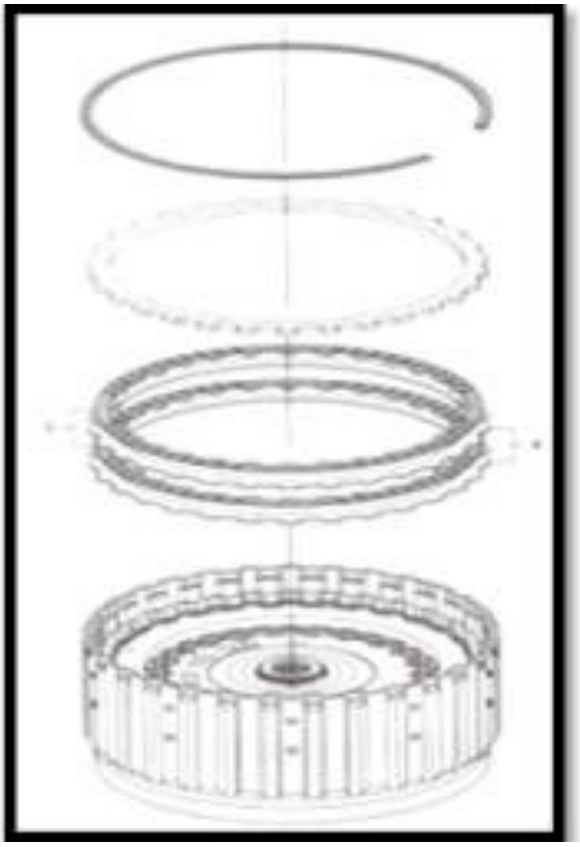


Figura 2.9 Conjunto planetario.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

2.2.2 Bomba de aceite

Parte importante de la transmisión automática, es la bomba de aceite, esta genera un caudal de aceite que recorre a través de la transmisión lubricando los engranes y a todos los componentes. Está ubicada en el convertidor de par.Es muy importante cuidar el estado de la bomba de aceite para evitar desgastes que provoquen fugas de presión.

Figra 2.10 Bomba de aceite.

Fuente:http://miguel-transmiciones-miguel.blogspot.com/2011/12/transmision-a

2.2.3 Palanca de Parqueo

Es un seguro que se activa o se desactiva al poner la palanca de cambios en la posición de parqueo.

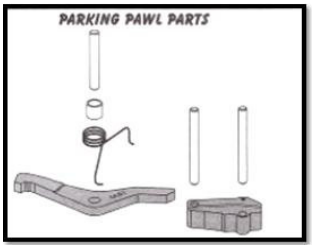


Figura 2.11 Palanca de parqueo.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

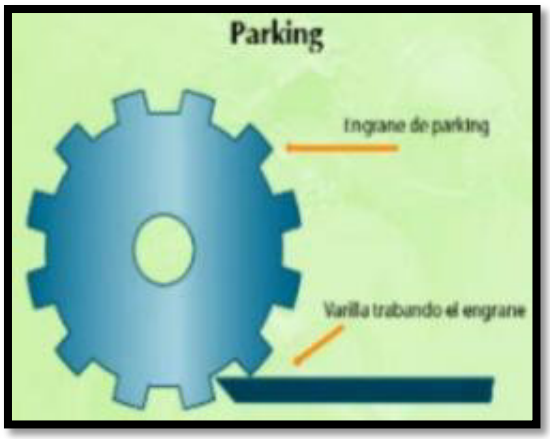


Figura 2.12 Funcionamiento palanca de parqueo.

Fuente: http://www.youtube.com/watch?v=HSBY0DixgFQ

2.2.4 Gobernador

Este elemento recibe presión hidráulica del cuerpo de válvulas y de la bomba de aceite, dependiendo de la velocidad mueve las válvulas del cuerpo de válvulas para realizar los cambios de velocidad automáticamente. Las partes del gobernador son flechas o eje, un cuerpo de aluminio, contra pesos, válvulas y resortes.

Figura 2.13 Gobernador.

Fuente: Cristina Aguirre y Luis Proaño.

2.3 Despiece general

1	Cárter de mecanismos
2	Bomba de aceite
3	Pistón de F2
4	Copela de F2
5	Buje de alimentación
6	Tope de agujas
7	Discos de F2
8	Soporte de F1
9	Circlip
10	Embrague E1-E2
11	Tren de marcha adelante
12	Pistón de F1
13	Discos de F1
14	Campana de E2
15	Arandela de plástico (espesor 1,5)
16	Tren de marcha atrás
17	Rueda libre
18	Tope de agujas
19	Arandela de plástico (espesor a determinar)
20	Circlip
21	Rueda de parking
22	Cápsula
23	Distribuidor hidráulico
24	Dedo de parking
25	Eje de dedo de parking
26	Muelle de dedo de parking
27	Varilla de parking
28	Horquilla
29	Sector
30	Eje de entrada
31	Junta de tamiz
32	Tamiz
33	Bola de sector
34	Muelle de sector
35	Junta de cárter inferior
36	Tope de agujas
37	Arandela de plástico (espesor 1,5)
38	Arbol de bomba
39	Arbol de turbina
40	Cala de reglaje del juego axial
41	Arandela

Tabla 2.1 Partes de la caja de cambios.

Disco	F2		F1	
	MB	MJ	MB	MJ
Ondulado	1	1	1	1
Acero	4	5	3	4
Guarnecido	3	4	3	4

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

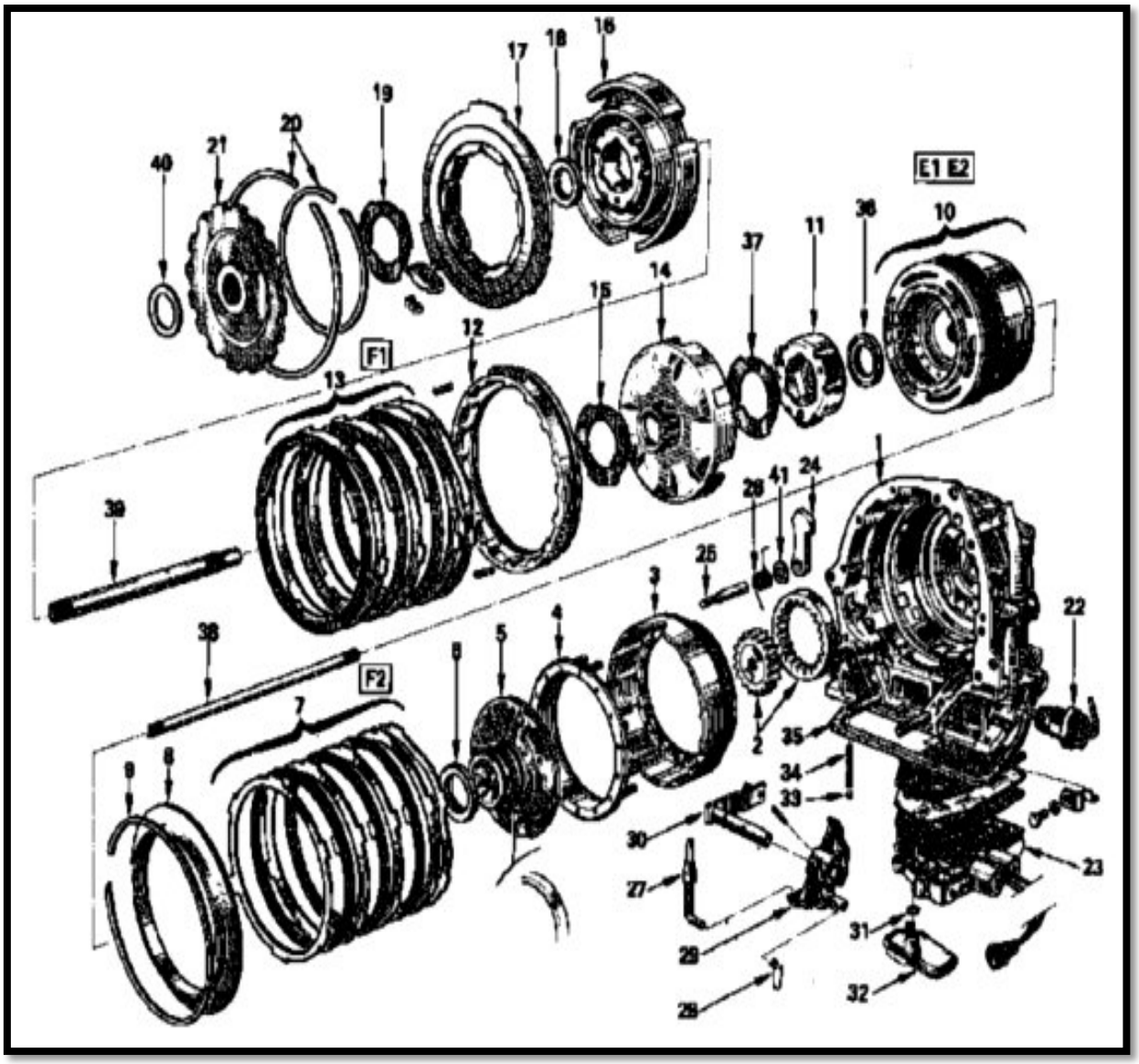


Figura 2.14 Despiece caja de cambios vista 1.

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

1	Cala de reglaje del juego axial
2	Separador
3	Tornillo de la placa de cierre
4	Placa de cierre
5	Circlip
6	Arandela cónica
7	Rodamiento de bolas
8	Arandela gruesa
9	Piñón primario
10	Anillo de retención
11	Rueda de taquímetro
12	Piñón de taquímetro
13	Eje de taquímetro
14	Junta de taquímetro
15	Junquillo de retención
16	Tuerca del piñón de ataque
17	Rodamiento cónico
18	Separador
19	Piñón secundario
20	Piñón de ataque
21	Junta tórica
22	Junta labiada

19	Piñón secundario
20	Piñón de ataque
21	Junta tórica
22	Junta labiada

23	Deflector
24	Zuncho
25	Rodamiento cónico
26	Cajetín
27	Planetarios
28	Eje grande
29	Ejes pequeños
30	Satélites
31	Nuez
32	Corona
33	Tornillos de corona
34	Junta del convertidor
35	Convertidor
38	Cala de reglaje de la pretensión del diferencial
39	Arbol de salida
40	Placa de inspección
41	Junta de placa
42	Separador (según versión)
43	Rodamientos de agujas

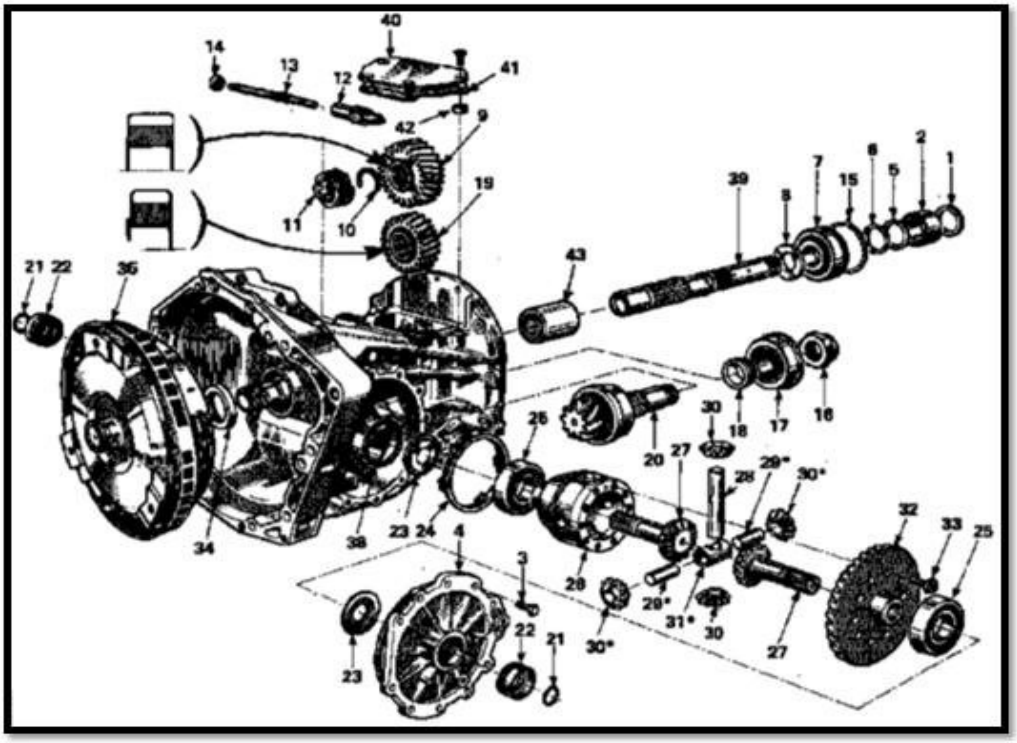


Figura 2.15 Despiece caja de cambios vista 2.

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

1	Circlip
2	Rodamiento de bolas
3	Piñón de descenso en árbol secundario
4	Rodamiento de rodillos
5	Arbol secundario
6	Cárter del convertidor y del diferencial
7	Circlip
8	Rodamiento de bolas
9	Junquillo de retención
10	Junquillo de retención
11	Piñón de descenso en árbol de salida
12	Circlip
13	Arbol de salida
14	Cárter separador
15	Cajetín del diferencial
16	Planetario de cola
17	Arandelas de satélites
18	Satélites
19	Eje de satélites
20	Planetario trípode

21	Arandela
22	Anillo de retención
23	Corona de taquímetro
24	Arandela muelle
25	Circlip
26	Rodamiento de bolas
27	Circlip
28	Junta labiada
29	Junta tórica
30	Convertidor
31	Junta del convertidor
32	Cala de reglaje del juego axial
33	Rodamiento del diferencial
34	Rodamiento de agujas
35	Piñón de taquímetro
36	Eje del taquímetro
37	Señal del taquímetro (versión electrónica)
38	Separador (versión electrónica)
39	Muelle (versión electrónica)
40	Arandela de reglaje

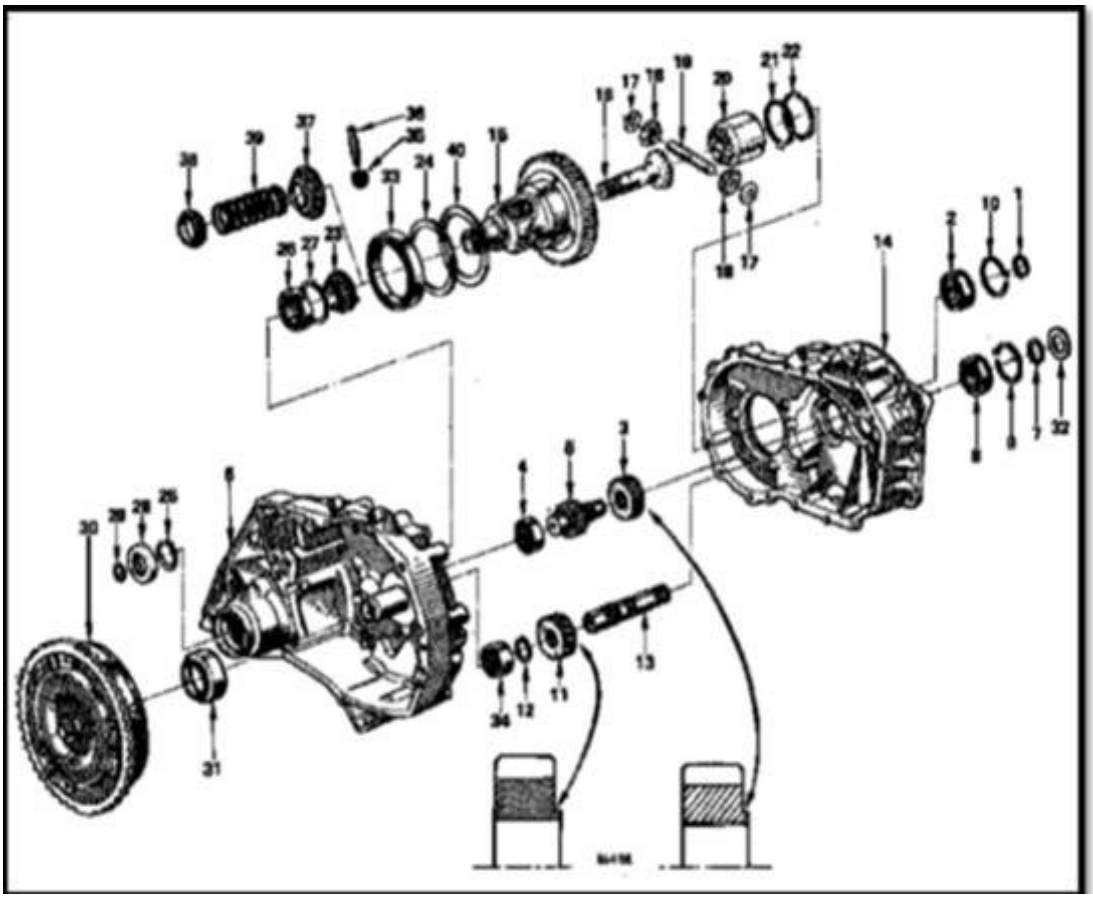


Figura 2.16 Despiece caja de cambios vista 3.

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

2.4 Elementos de accionamiento

En el caso de la transmisión F4A51 la palanca de cambios está ubicada en la consola central, y en otros modelos se la puede ubicar en la parte posterior del volante.

"Las mayoría de las transmisiones automáticas permiten seleccionar mecánicamente entre un conjunto de rangos de marchas, que como mínimo comprenden, normalmente en el siguiente orden:

1) "P" (Parking) de estacionamiento en la que no hay transmisión de fuerza, y además bloquea el eje de salida de la transmisión mecánicamente.

2) "R" (Reverse) Para marcha atrás.

3) "N" (Neutral) En la cual no hay transmisión de fuerza, equivale al punto muerto de un cambio manual.

4) "D" (Drive) Para marcha hacia adelante, en la cual entran todas las desmultiplicaciones, desde la primera hasta la cuarta, quinta o más según el fabricante."(http://alanracing360.blogspot.com). Además tiene una posición en la que se puede cambiar las marchas manualmente con la posición de más y menos para subir o bajar las marchas, sin necesidad de tener embrague.

Figura 2.17 Palanca de cambios.

Fuente: Cristina Aguirre y Luis Proaño.

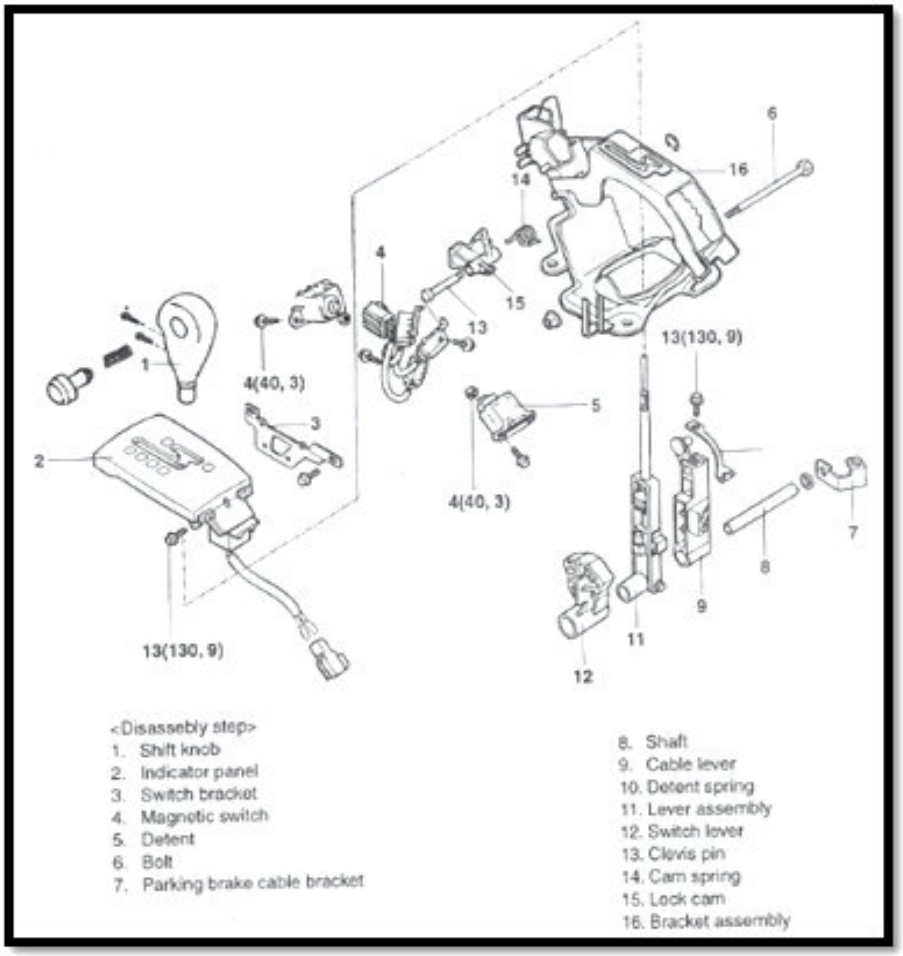


Figura 2.18 Selector de marchas.

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

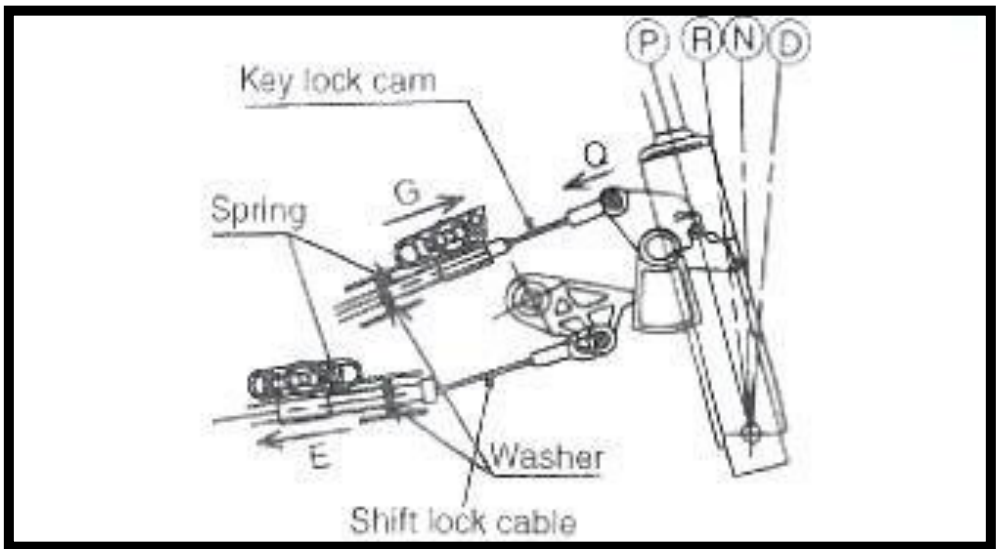


Figura 2.19 Regulación selector de marchas.

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

2.5 Convertidor de Par

Esta componente realiza la conexión entre la caja de cambios y el motor. Es un sistema mecanizado que realiza la función de embrague, suministrando la fuerza generada por el motor hacia la caja automática por medio de un sistema de turbinas accionadas por aceite hidráulico, el cual pasa de un lado hacia el otro lado del convertidor transmitiendo fuerza.

2.5.1 Funcionamiento

Al girar el motor, el aceite que se encuentra en el interior del convertidor es impulsado por una bomba hacia la turbina incidiendo paralelamente en los alabes. El aceite es empujado por la propia rotación de la bomba. La energía cinética del aceite actúa sobre la turbina haciéndola girar.

Cuando el motor funciona a ralentí, la energía cinética que produce el aceite es pequeña y la fuerza transmitida es insuficiente para vencer la resistencia del par, se produce un resbalamiento total entre la bomba y la turbina con lo que la turbina permanece inmóvil. A medida que aumentan las revoluciones del motor la fuerza del aceite va aumentando y incide con más fuerza sobre la turbina hasta que vence el par resistente y empieza a girar la turbina, mientras se verifica un resbalamiento de aceite entre la bomba y turbina lo que supone un acoplamiento progresivo del embrague.

Al girar la bomba accionada directamente por el movimiento del cigüeñal, el aceite se impulsa desde la rueda de bomba hasta la rueda turbina. Al salida de ésta el aceite ingresa a los alabes del reactor estos tienen una curvatura opuesta a los de las ruedas de bomba y turbina. La corriente de aceite empuja al reactor en un giro en sentido contrario a la bomba y la turbina. El reactor no puede realizar ese giro ya que está detenido por la rueda libre, el aceite se frena y el empuje se transmite a través del aceite sobre la bomba. Así mientras exista diferencia de velocidad de giro entre la bomba y la turbina el momento de giro (par) será mayor en la turbina que en la bomba. El par obtenido por la turbina será la suma del transmitido por la bomba a través del aceite y del par adicional que se produce por reacción desde el reactor sobre la bomba y que a su vez este es transmitido de nuevo sobre la turbina. Cuanto mayor sea la diferencia de giro entre turbina y bomba mayor será la diferencia de par entre la entrada y la salida del convertidor, llegando a ser a la salida hasta tres veces superior.

Conforme va disminuyendo la diferencia de velocidad también va disminuyendo la desviación de la corriente de aceite y por lo tanto el empuje

adicional sobre la turbina con lo que la relación de par entre salida y entrada va disminuyendo progresivamente.

Cuando las velocidades de giro de turbina e impulsor se igualan, el reactor gira incluso en su mismo sentido sin producirse ningún empuje adicional de forma que la transmisión de par no se ve aumentada comportándose el convertidor como un embrague hidráulico convencional. A esta situación se le llama punto de embrague.

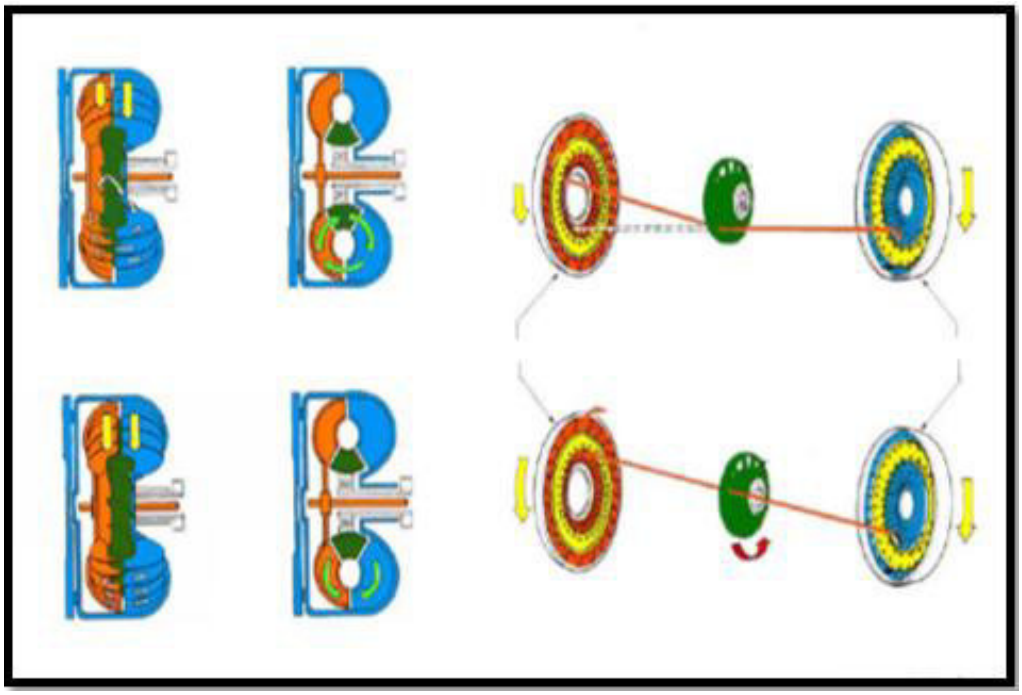


Figura 2.20 Funcionamiento convertidor de par.

Fuente: http://www.transpart.com/7.html

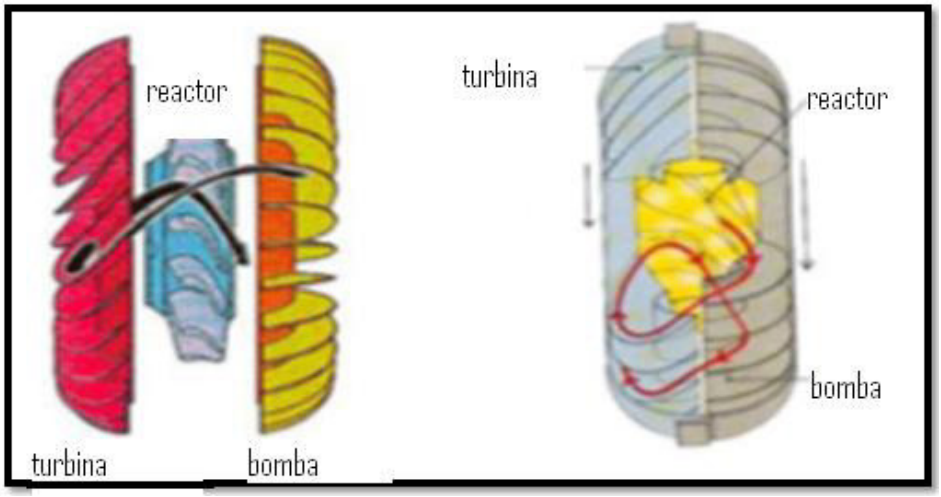


Figura 2.21Turbinas conertidor de par.

Fuente: http://www.transpart.com/7.html

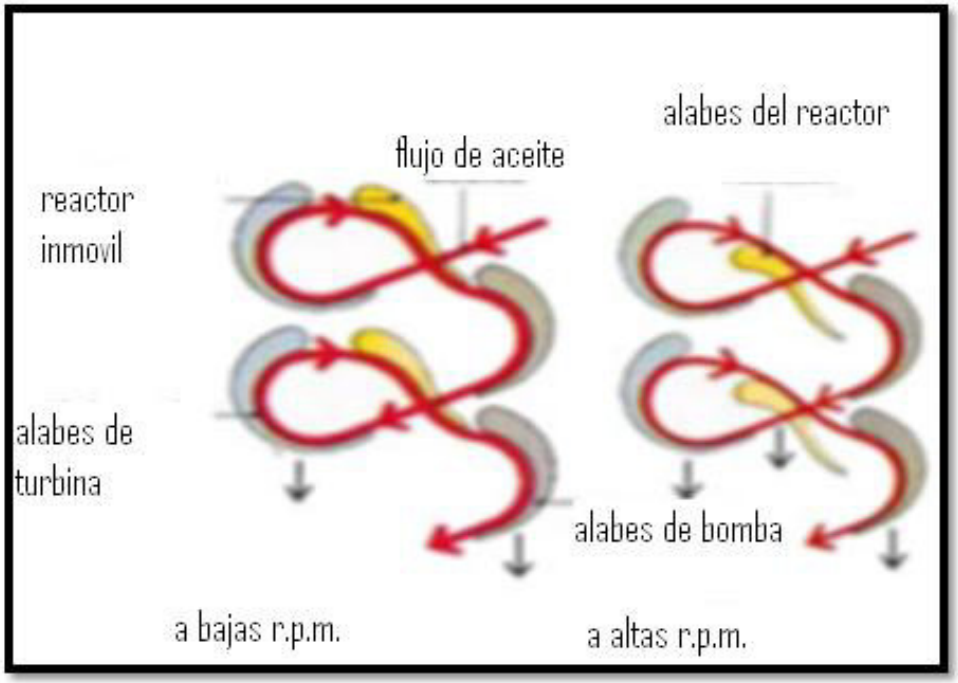


Figura 2.22 Turbinas convertidor de par.

Fuente: http://www.transpart.com/7.html

2.5.1.1 Flujo de aceite del acoplamiento hidráulico

La figura representa el acoplamiento hidráulico. El rodete de bomba se muestra en rojo. El eje de la bomba se conecta al volante del motor. La turbina se muestra en azul. El eje de salida de la turbina se conecta a la unidad impulsada. La caja se muestra en gris. El rodete y la turbina giran juntos en la caja y no se conectan directamente en ningún momento. La caja está llena de aceite. Cuando el motor se pone en funcionamiento, el rodete gira. Al girar el rodete, lanza el aceite desde el centro hasta el borde externo. La forma del rodete y la fuerza centrífuga envían el aceite hacia afuera y a través de la turbina. El aceite golpea los álabes de la turbina. La turbina absorbe la energía del aceite en movimiento e inicia su propio movimiento. A medida que el aceite golpea la turbina, el aceite resbala y fluye dentro, hacia el centro, para volver al rodete.

Figura 2.23 Flujo de aceite en el convertidor.

Fuente: http://www.youtube.com/watch?v=HSBY0DixgFQ

Cuando el aceite deja la turbina, fluye en dirección opuesta al flujo de aceite del rodete y tiende a oponerse al rodete. Este hecho, que se explicará posteriormente, es una diferencia importante entre el acoplamiento hidráulico y

el convertidor de par. Las flechas amarillas gruesas indican el aumento de velocidad y energía del aceite cuando se mueve a través del rodete. Las flechas pequeñas indican el aceite que baja lentamente y pierde su energía en la turbina.

2.5.1.2 Flujo de aceite giratorio

La figura muestra los dos tipos básicos de flujo de aceite de un acoplamiento hidráulico: flujo giratorio (flechas rojas) y flujo de vórtice (flechas amarillas). El flujo giratorio ocurre cuando el aceite viaja con el rodete y la turbina en el sentido de rotación. Esto sucede cuando el rodete y la turbina están viajando casi a la misma velocidad, por ejemplo, cuando el equipo está en vacío o cuando se desplaza sin carga o con muy poca carga. El aceite se lanza hacia afuera debido a la fuerza centrífuga del rodete y de la turbina (flechas amarillas). El aceite simplemente fluye girando todo el tiempo en el rodete y en la turbina (flechas rojas).

Figura 2.24 Flujo de aceite giratorio.

Fuente: http://www.youtube.com/watch?v=HSBY0DixgFQ

Con el flujo de aceite giratorio hay un mínimo deslizamiento o diferencia entre la velocidad de rotación del rodete y la turbina. El par de la salida de la turbina es cero.

2.5.2 Partes que componen el convertido de par

El convertidor de par es un componente formado por una carcasa redonda en el interior de la cual se encuentran dos turbinas, una está conectada al motor y la otra con la caja de velocidades. Actúa tanto como multiplicador de par como acoplamiento hidráulico. Va atornillado al volante del motor, normalmente conocido como disco flexible, y gira al mismo régimen que el motor. Dentro de la estructura del convertidor, hay tres elementos básicos con paletas: el impulsor o bomba, la turbina y el estator. El impulsor forma parte del cárter de convertidor y da la energía o el impulso hidráulico al líquido que acciona el elemento de salida (la turbina). El estator, montado sobre un embrague de rodillos unidireccional (rueda libre), está sujeto a un eje de reacción (estacionario) durante la fase de multiplicación de par y marcha desembragado durante la fase de acoplamiento.

En la figura inferior se muestra un esquema de los componentes del convertidor hidráulico. Además de la bomba y de la turbina característica de un embrague hidráulico, el convertidor de par dispone de un elemento intermedio denominado reactor. La rueda de la bomba está accionada directamente por el motor mientras que la turbina acciona el eje primario de la caja de velocidades. El reactor tiene un funcionamiento de rueda libre y está apoyado en un árbol hueco unido a la carcasa de la caja de cambios.

Tanto la bomba como la turbina y el reactor tienen alabes curvados que se encargan de conducir el aceite de forma adecuada.

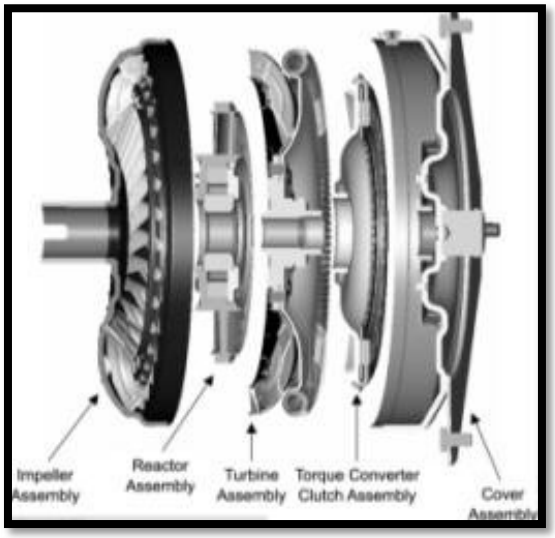


Figura 2.25 Partes del convertidor.

Fuente: htp://www.firstgencamaro.com/torqueconverterpics/cutawaytorque.jpg

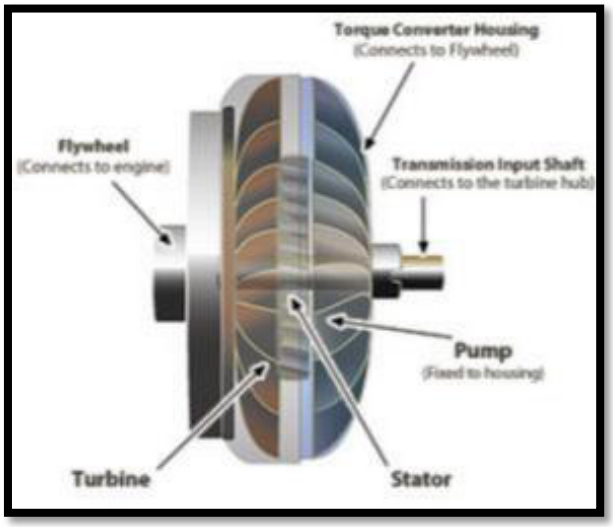


Figura 2.26 Convertidor.

Fuente: http://www.firstgencamaro.com/spanish/torqueconverter.html

2.5.2.1 Impulsor o bomba

Este elemento tiene aspas que se encargan de impulsar el aceite hacia la turbina. Se considera el elemento conductor, ya que es el que recibe el movimiento del motor, al que está unido, e impulsa el aceite contra él. Está fijado al volante del motor y la turbina está fijada al eje de entrada de la transmisión. Cuando se arranca el motor, el impulsor empieza a girar y empuja el aceite desde su centro hacia el borde exterior.

2.5.2.2 Turbina

El elemento conducido se llama turbina, va acoplada a la caja de cambios. La parte de la bomba del convertidor de par dirige aceite presurizado hacia la turbina para que gire.

La turbina está conectada a una flecha, para transferirle potencia a la transmisión. Tiene que recibir el aceite enviado por el impulsor. Esta gira en conjunto con el eje de salida ya que estos están unidos en un mismo eje.

2.5.2.3 Estator

El estator mejora las condiciones de funcionamiento en la circulación del aceite. Redirige el aceite ocupado por la turbina y lo envía al impulsor, cambiando el flujo de aceite, esto permite aumentar el impulso del aceite.

Dentro del estator se encuentra un cojinete de un solo sentido, lo que permite que este solo gire en un determinado sentido.

Está montado sobre un mecanismo de rueda libre que le permite desplazarse libremente cuando los elementos del convertidor giran a una velocidad aproximadamente igual.

2.5.2.4 Eje de salida

Está conectado por un estriado a la turbina y envía el par al eje de entrada de la transmisión. El eje de salida está conectado a la transmisión mediante una horquilla y un eje de mando o directamente al engranaje de entrada de la transmisión, recibe la fuerza desde la turbina y la entrega al eje de entrada de la transmisión.

2.5.3 Beneficios

- Absorbe la carga de choque.
- Evita que la caja se cale por sobrecarga del motor.
- Se utilizan menos cambios de velocidad.
- Se elimina la necesidad de embrague.
- La carga de trabajo va tomándose de forma gradual.

2.5.4 Mantenimiento

Para evitar daños prematuros al convertidor, se tiene que tomar en cuenta lo siguiente:

1. Mantener el convertidor con aceite
2. Mantener una temperatura de trabajo del aceite

El aceite al chocar con las aspas y al rozar por las paredes de éstas produce gran temperatura, deteriorando las propiedades del aceite.

2.5.5 Averías frecuentes del convertidor de par

Desgaste de los anillos de cierre de la presión del aceite hidráulico. Este al quedarse sin presión no puede arrastrar una turbina a la otra y el vehículo pierde la tracción.

El vehículo se queda bloqueado con algún obstáculo, y al quedarse una turbina parada y la otra acelerada se empieza a calentar la temperatura y se rompe la película de aceite de los componentes del convertidor, esto provoca que las turbinas se peguen entre ellas y el convertidor se vuelva frágil. Esta avería puede llegar a romper la transmisión automática.

2.5.6 Diagnóstico de falla

2.5.6.1 Pruebas de calado del convertidor

Esta prueba de calado se realiza cuando se quiere verificar si hay un problema en el convertidor de par.

El calado del convertidor de par ocurre cuando la velocidad del eje de salida es cero. La prueba de calado del convertidor se realiza cuando el motor funciona a máxima aceleración. Esta prueba nos indica el rendimiento del motor y del tren de mando con base en la velocidad del motor. Una velocidad más baja o más alta que lo normal es un indicador de que hay problemas del motor o del tren de mando. Una velocidad de calado del convertidor baja es generalmente indicación de un problema de funcionamiento del motor. Una

velocidad de calado del convertidor alta es generalmente indicación de un problema del tren de mando.

2.5.6.2 Prueba de la válvula de alivio del convertidor de par

La válvula de alivio de entrada de un convertidor de par controla la presión máxima del convertidor. Su propósito es evitar daños en los componentes del convertidor cuando el motor se pone en funcionamiento con el aceite frío.

La válvula de alivio de salida mantiene la presión en el convertidor de par. La presión se debe mantener en el convertidor de par, para asegurar la operación correcta del convertidor. Si hubiese presión baja podría indicar una fuga en el convertidor, un flujo inadecuado de la bomba o un funcionamiento incorrecto de la válvula de alivio. Una presión alta podría indicar un funcionamiento incorrecto de la válvula de alivio o un bloqueo del sistema.

2.6 Circuitos hidráulicos

2.6.1 Circuito Parqueo y neutro.

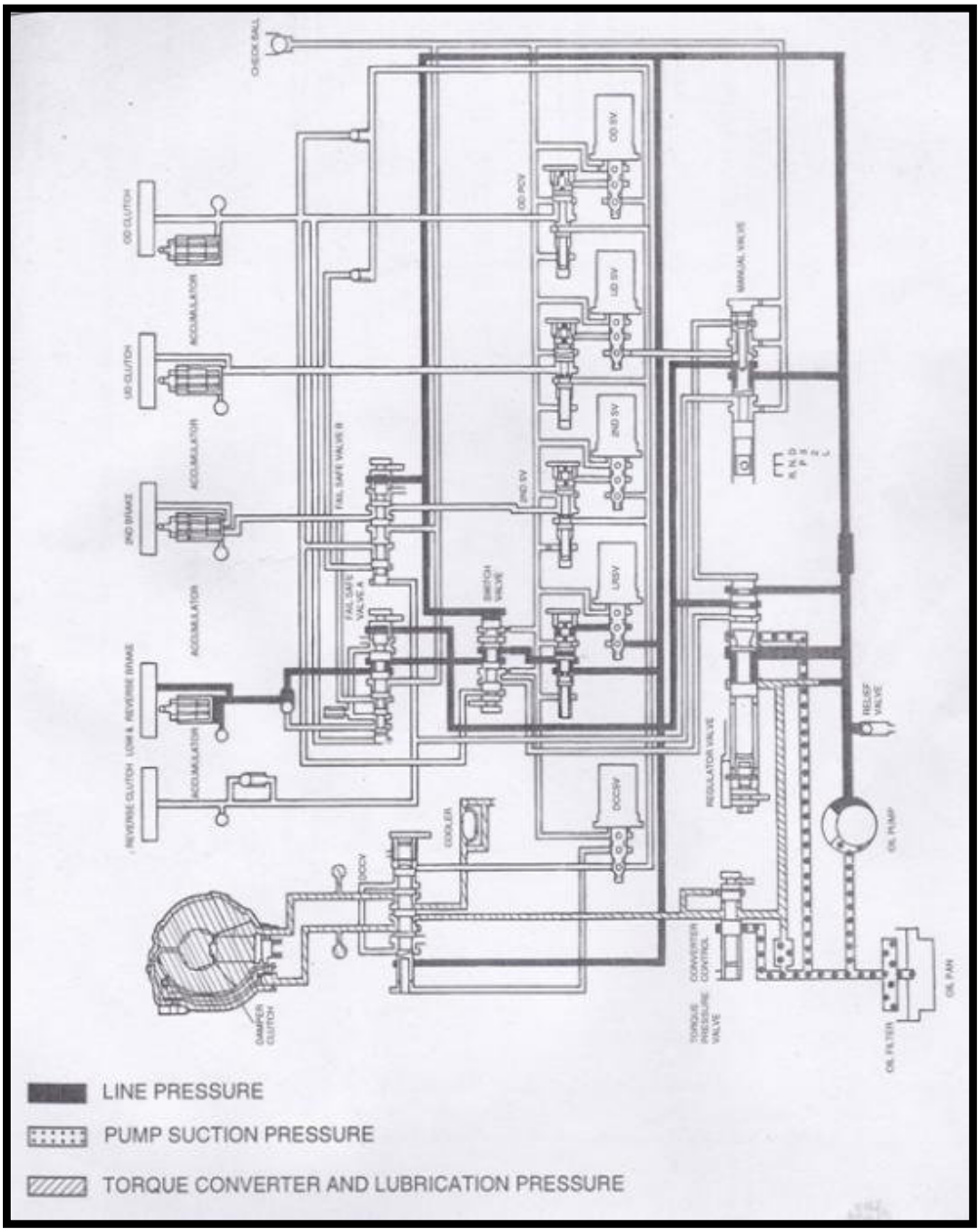


Figura 2.27 Circuito hidráulico de parqueo.

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

2.6.2 Circuito Primera

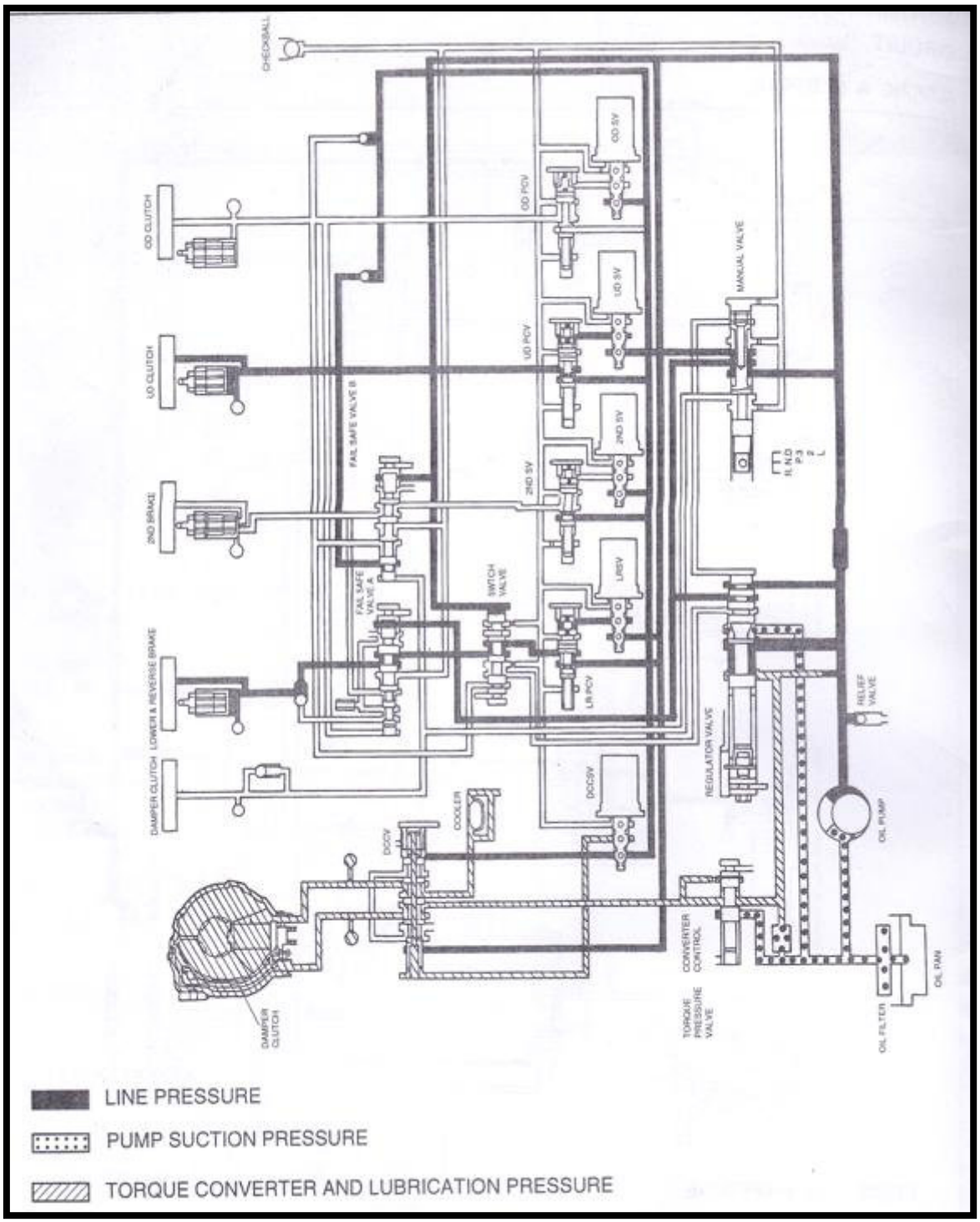


Figura 2.28 Circuito hidráulico de primera.

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

2.6.3 Circuito Segunda

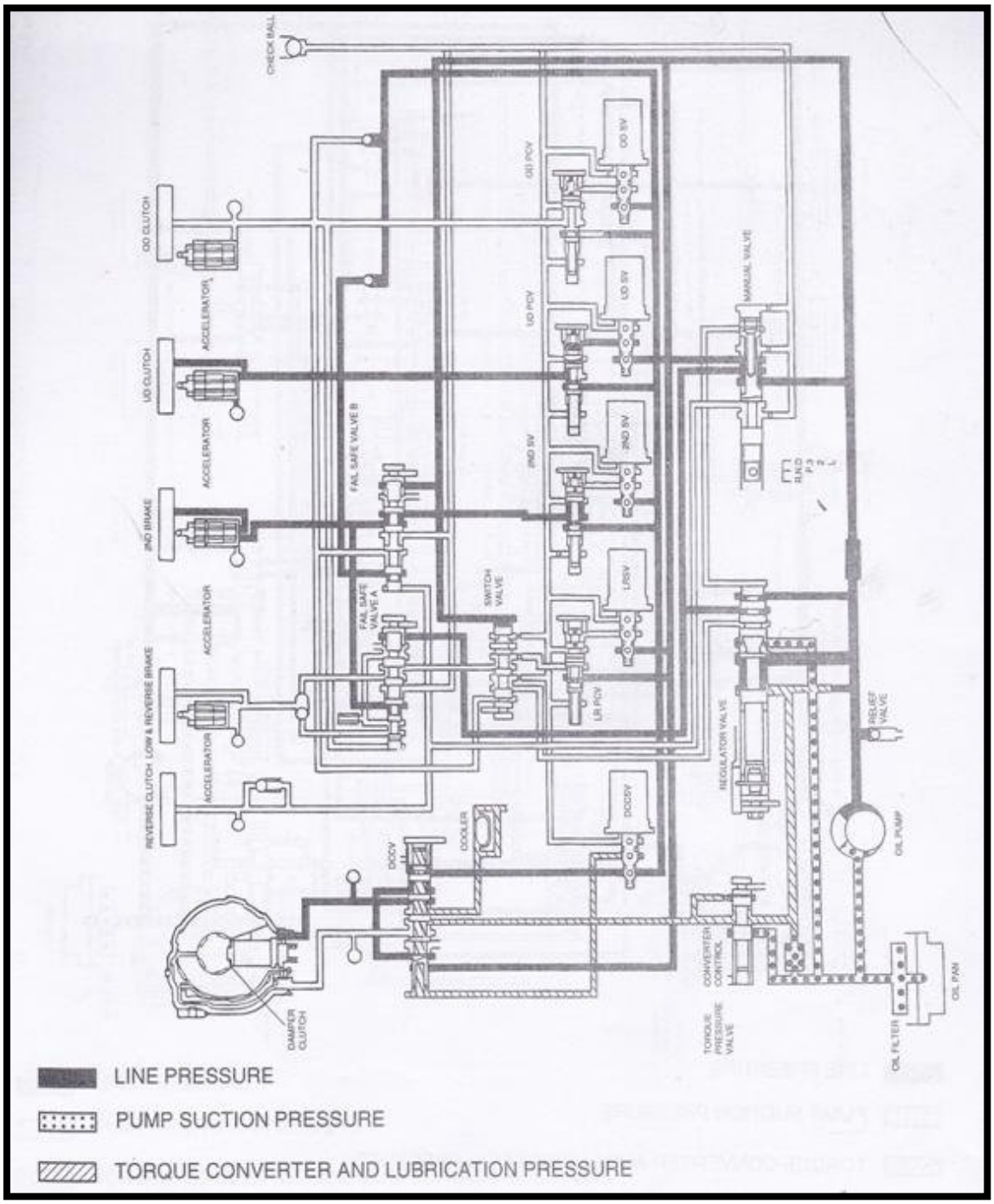


Figura 2.29 Circuito hidráulico de segunda.

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

2.6.4 Circuito Tercera

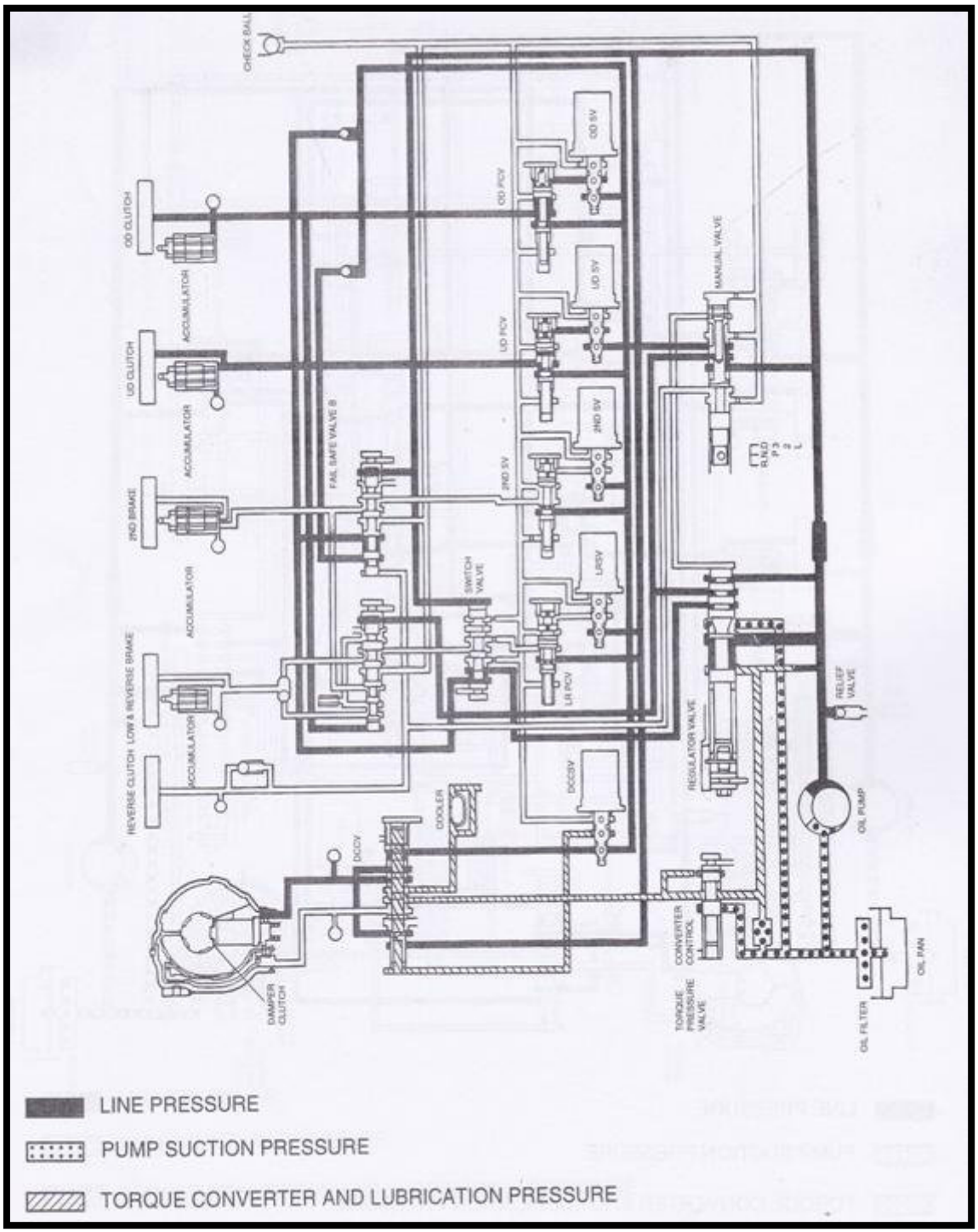


Figura 2.30 Circuito hidráulico de tercera.

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

2.6.5 Circuito Cuarta

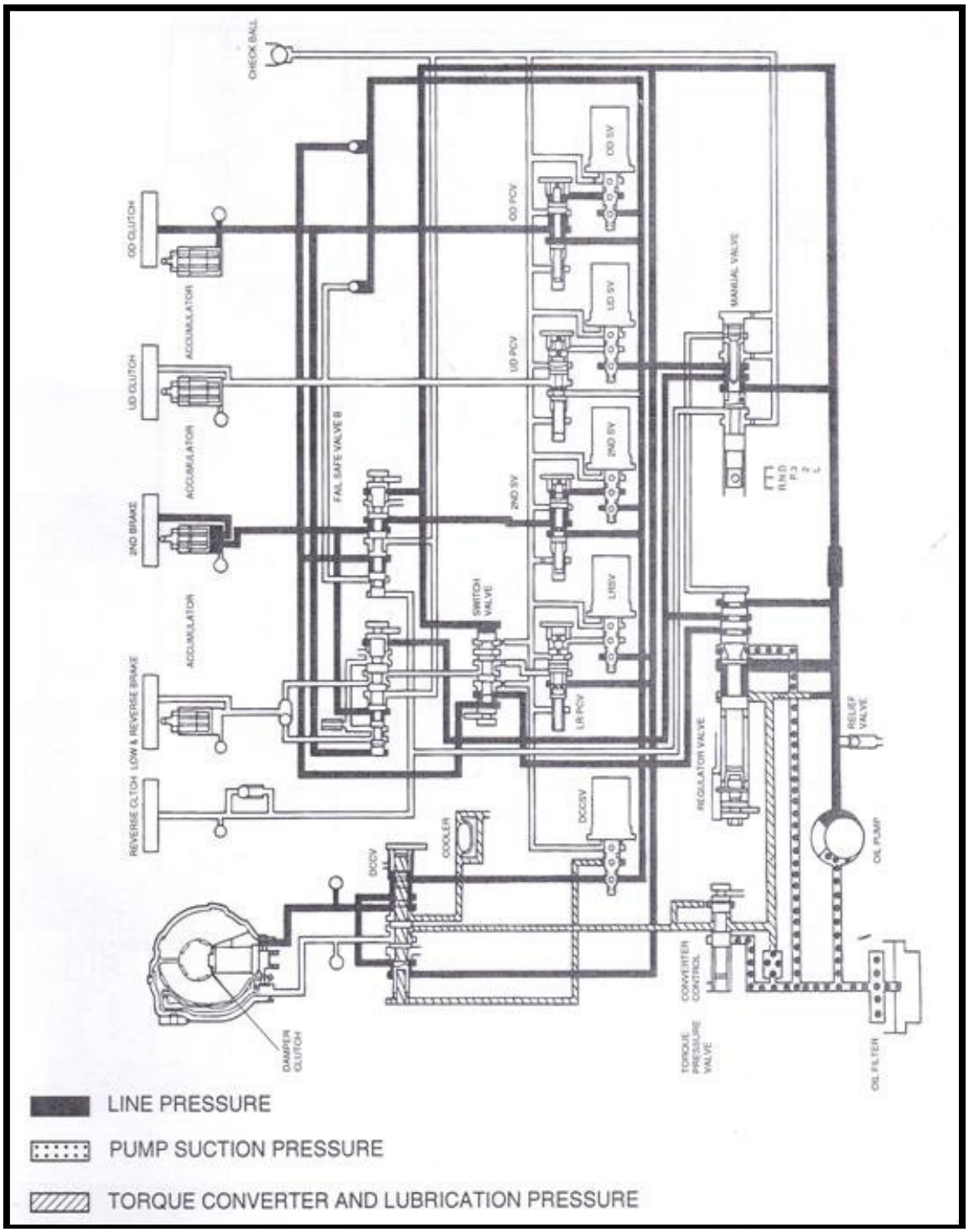


Figura 2.31 Circuito hidráulico de cuarta.

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

2.6.6 Circuito Reversa

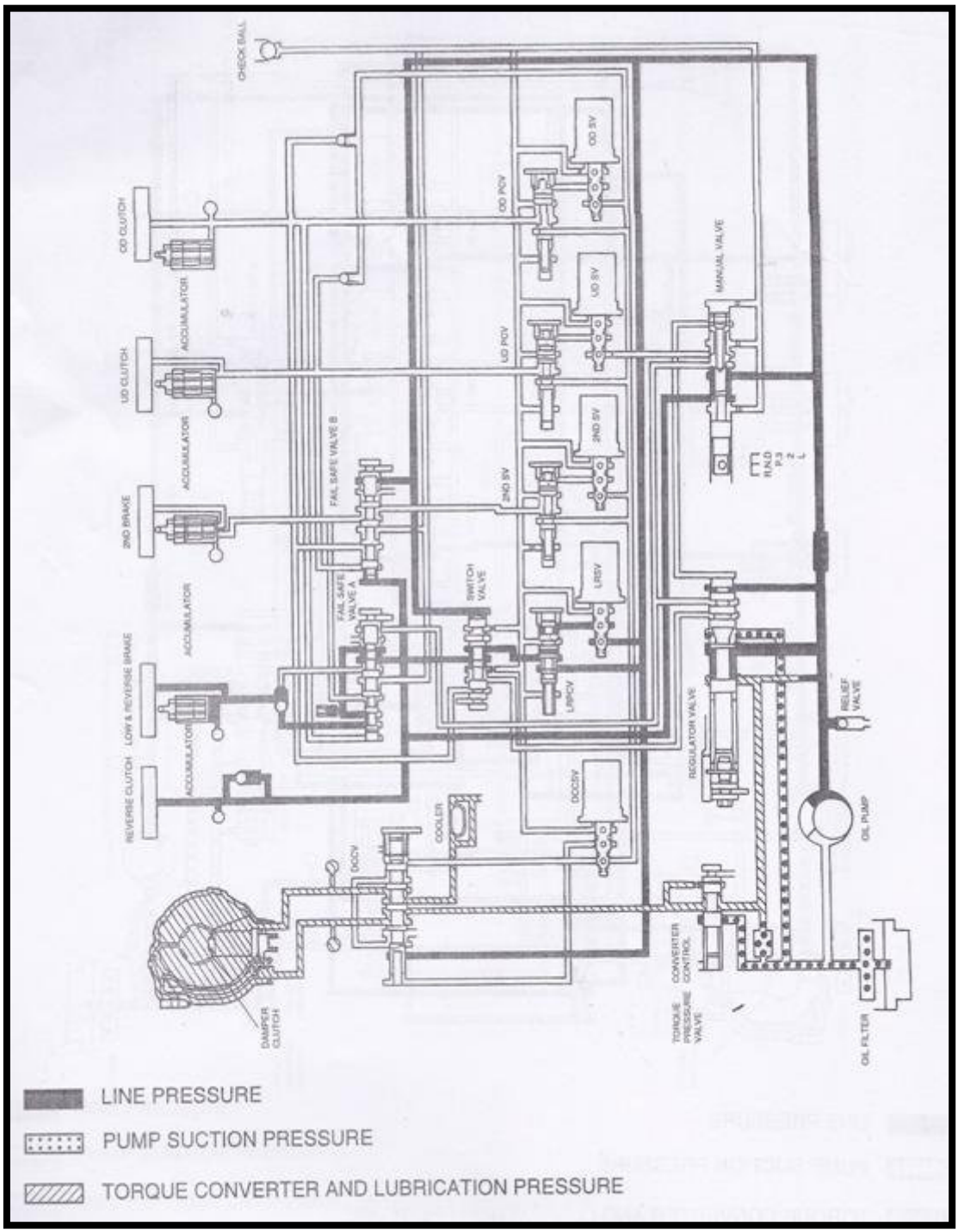


Figura 2.32 Circuito hidráulico de reversa.

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

2.7 Diagramas de Circuitos Eléctricos

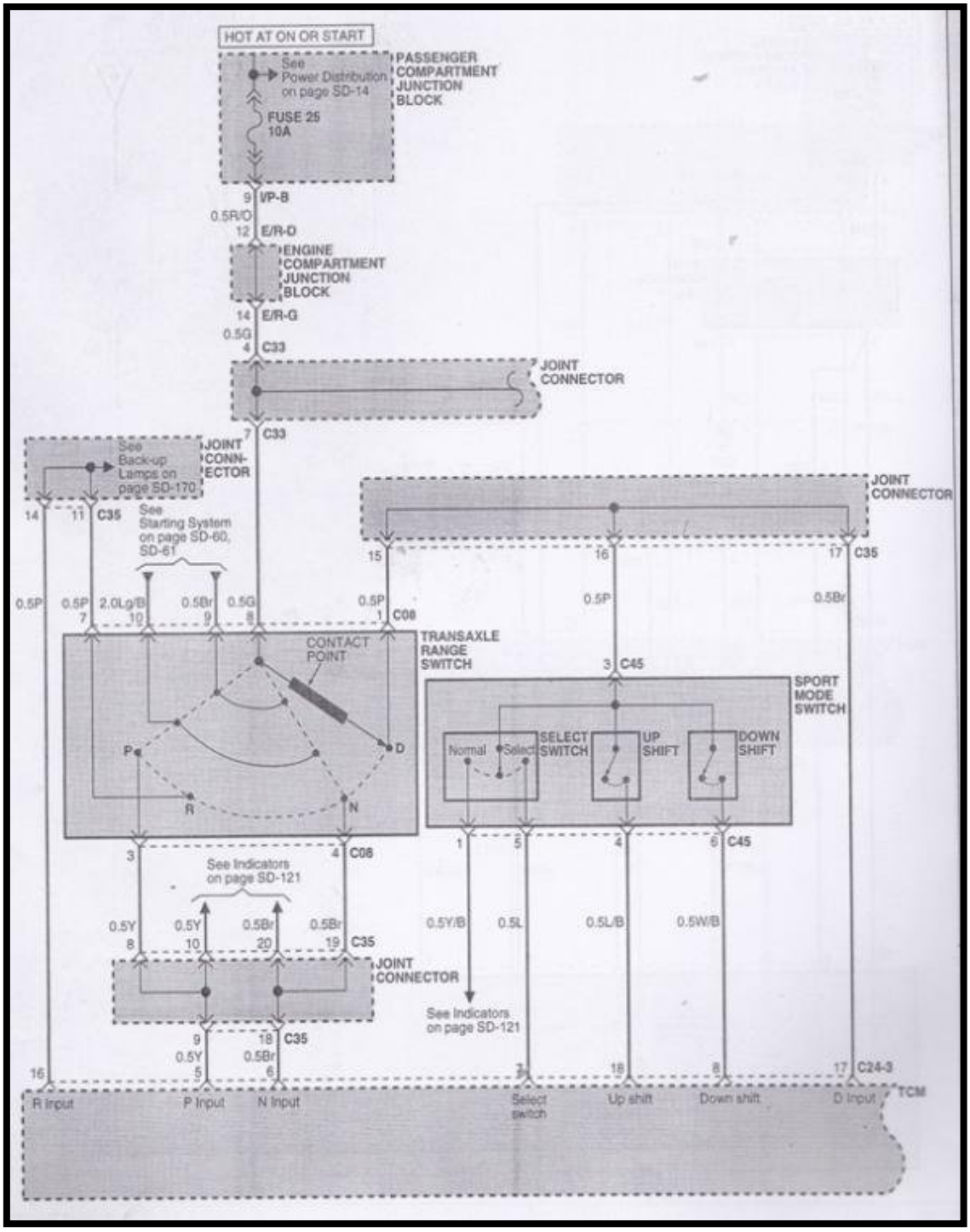


Figura 2.33 Circuito eléctrico 1

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

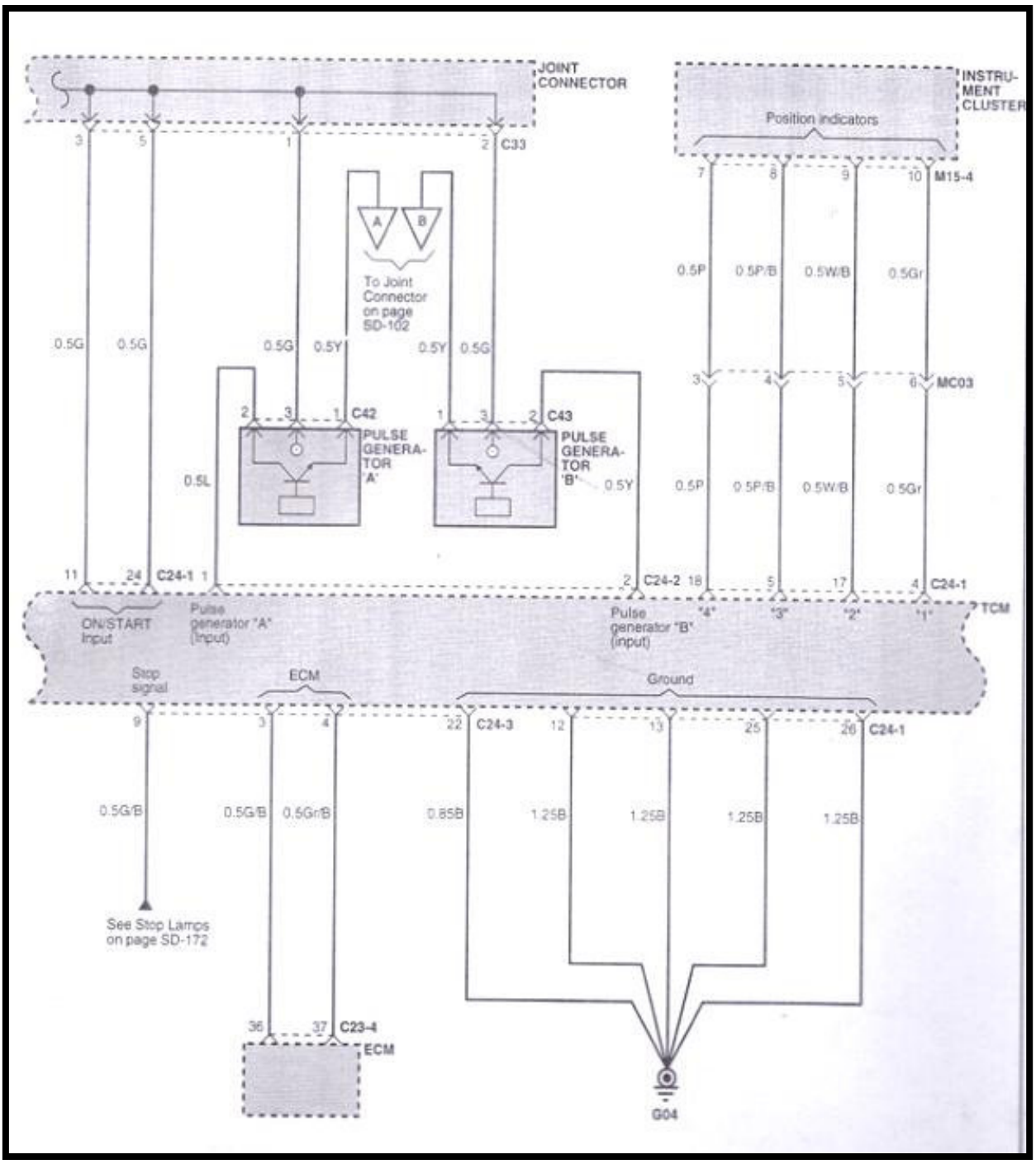


Figura 2.34 Circuito eléctrico 2.

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

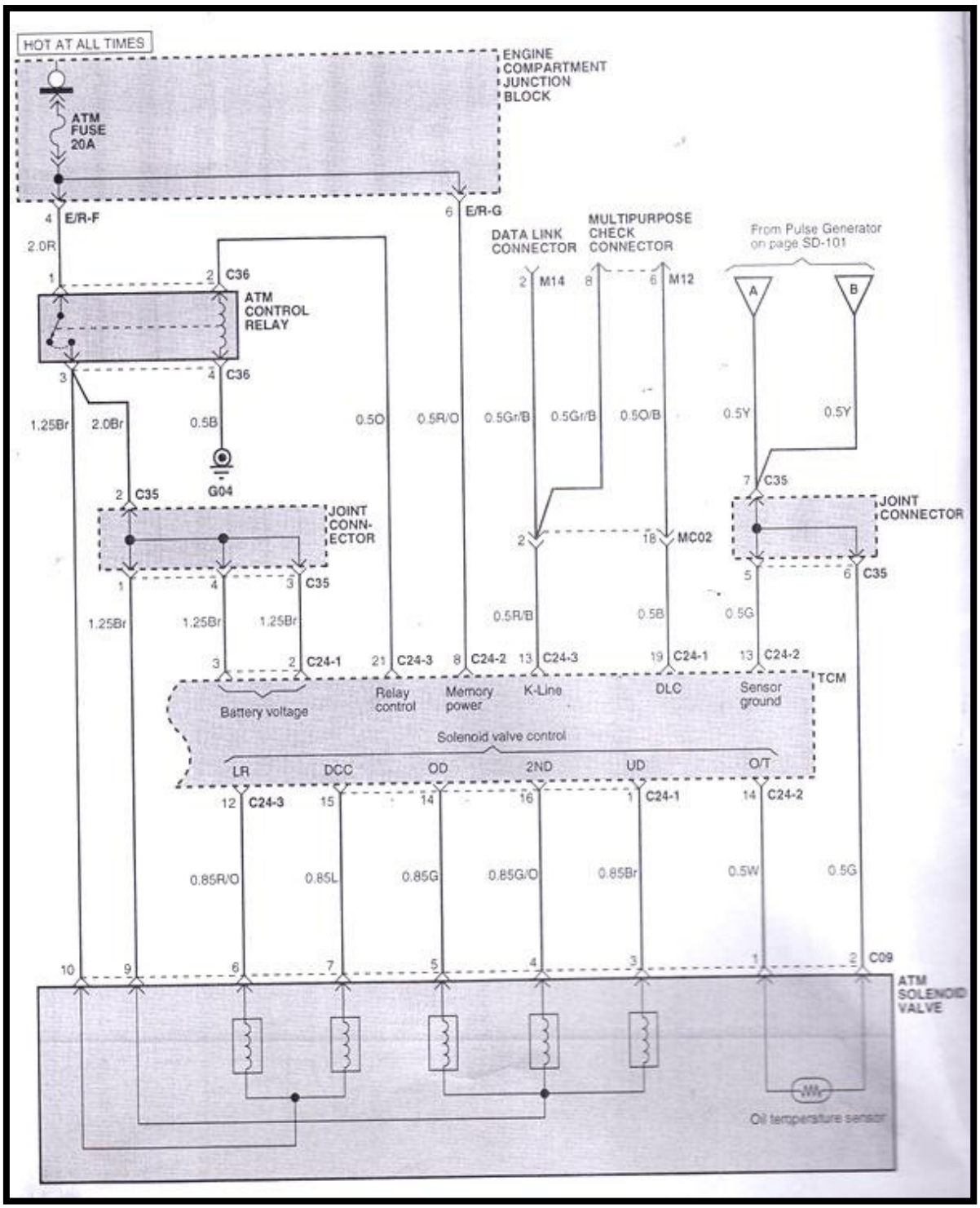


Figura 2.35 Circuito eléctrico 3.

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

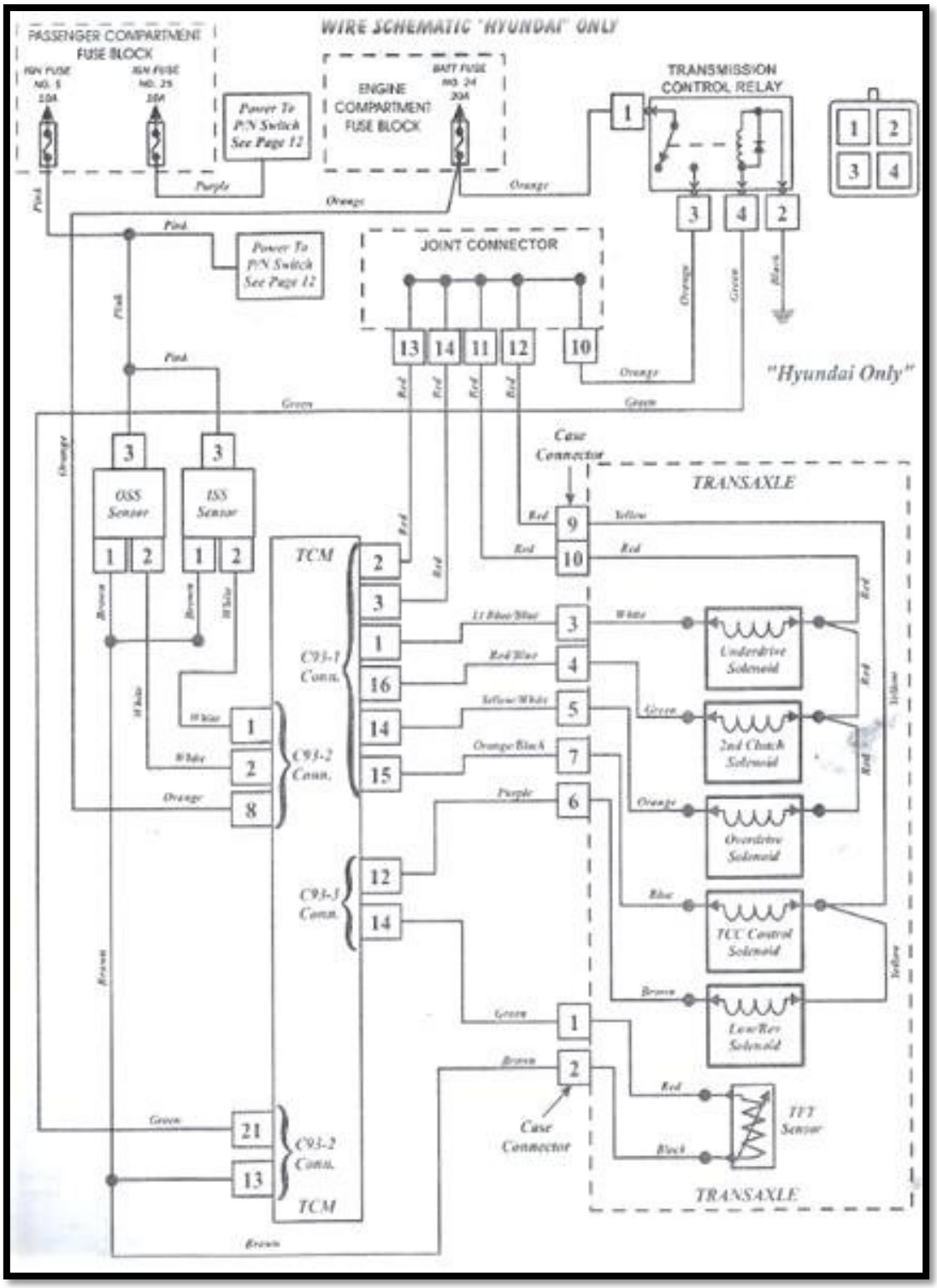
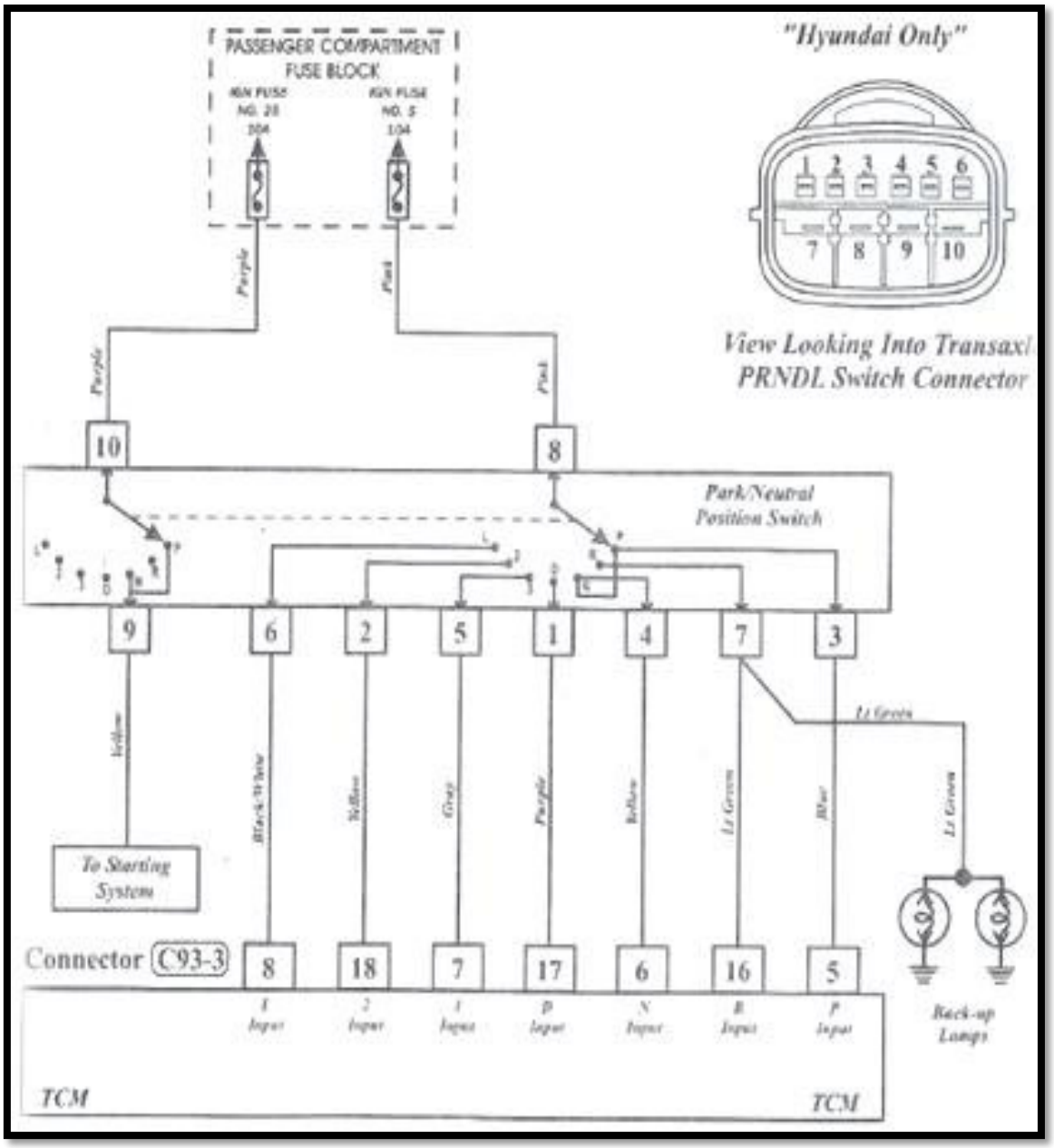


Figura 2.36 Circuito eléctrico 4.

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.



Circuito 2.37 Circuito eléctrico 5.

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

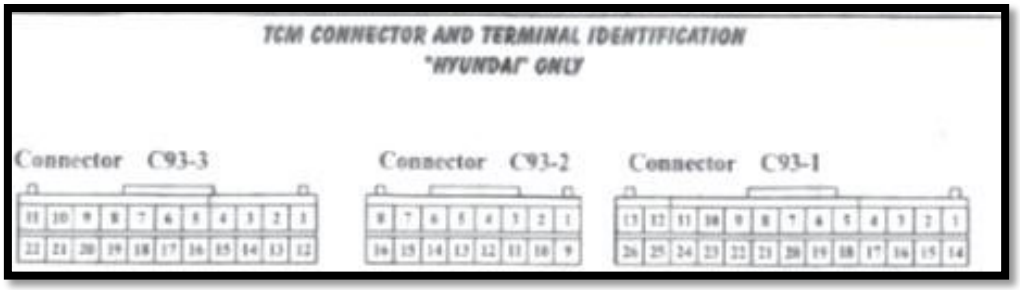


Figura 2.38 Conectores computador.

Fuente: Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea.

Capítulo 3

Manual de reparación: desmontaje montaje y normas

Este manual contiene las precauciones que se debe tomar en cuenta cuidadosamente con el fin de reducir el riesgo de lesiones a las personas que están realizando el trabajo. Este manual también contiene notas que deben seguirse atentamente con el fin de evitar la mala manipulación de las partes que pueden afectar el correcto funcionamiento, por utilizar equipo o herramientas inadecuadas.

▪ Se desconecta la batería para garantizar la seguridad del vehículo y el operario.

▪ Se verifica que la caja esté a temperatura ambiente para evitar quemaduras durante el proceso de desmontaje.

▪ Se vacía el cárter de la caja el fluido de la transmisión utilizando una batea recolectora.

▪ Se desmontan los ejes motrices de transmisión – cardan o semiejes – desconectando los puntos de sujeción con la herramienta apropiada.

▪ Se desconecta el varillaje de la palanca de cambios desconectando sus puntos sujeción con la herramienta apropiada.

3.1 Desmontaje

3.1.1 Desmontaje de componentes externos

El eje donde va ubicado el convertidor debe ser limpiado con el convertidor afuera para eliminar cualquier suciedad o grasa antes de comenzar el desmontaje.

Este eje se puede desmontar muy fácilmente en una mesa de trabajo donde sea factible manipular la caja de cambios para poder girarla, el éxito del trabajo es tener un buen ambiente, tiene que estar limpio y necesitamos tener a la mano varios recipientes para ir colocando las diferentes partes para no confundirnos al momento de armar.

- Retire el convertidor de par del eje como se observa en la siguiente figura

Precaución: Retire el convertidor tomando en cuenta que este es pesado para no dañar sus manos ni el convertidor.

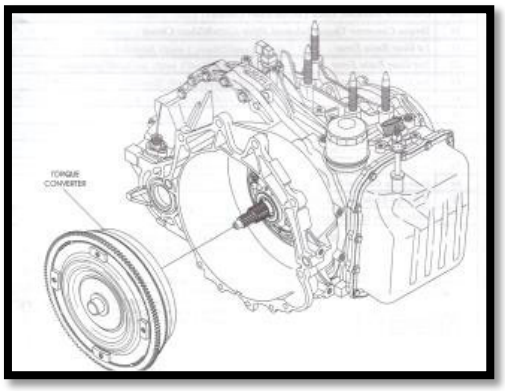


Figura 3.1 Desmontaje convertidor.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire la varilla del medidor de aceite.
- Con la ayuda de una llave de filtros remueva y deseche el filtro de aceite anotando la numeración para poder adquirir uno nuevo.

Precaución: el filtro de aceite exterior no viene en todas las cajas de cambios.

- Retire el sensor de velocidad de entrada (input shaft sensor), este viene sujeto con solo perno y una arandela de cobre que nos sirve como empaque para que no fugue aceite. Como se observa en la figura 3.2
- Retire el sensor de velocidad de salida (output shaft sensor), este viene sujeto con solo perno y una arandela de cobre que nos sirve como empaque para que no fugue aceite.
- Los dos sensores están ubicados en la parte superior de la caja de cambios

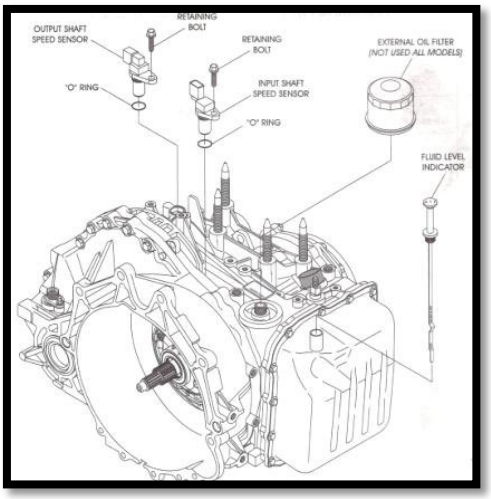


Figura 3.2 Desmontaje sensores y filtro.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire el sensor del velocímetro o generador de pulso, en este modelo de caja de cambios también se puede encontrar otro tipo de velocímetro como es el de cable, los dos en su parte interna son iguales pero funcionan diferente, o también se puede encontrar solamente con un tapón el cual evita que salga el aceite por el orificio ya que en este caso el velocímetro funciona junto con el ABS ubicado en las ruedas delanteras.
- Remueva la tuerca de control manual, con esta se puede colocar manualmente la caja de cambios en posición neutral si tuviéramos algún inconveniente con la palanca de seleccionar las marchas. Como se observa en la siguiente figura:

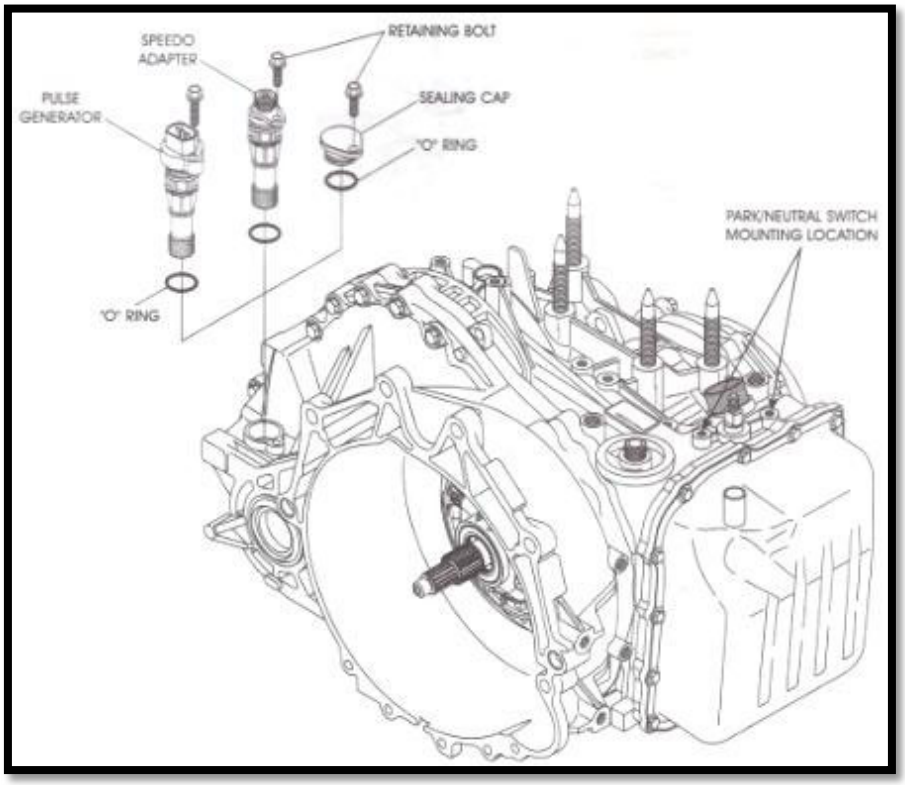


Figura 3.3 Desmontaje palanca de selección de marchas manual.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Para verificar el juego axial del eje se utiliza el reloj palpador colocándolo como se ve observa en la figura 3.4

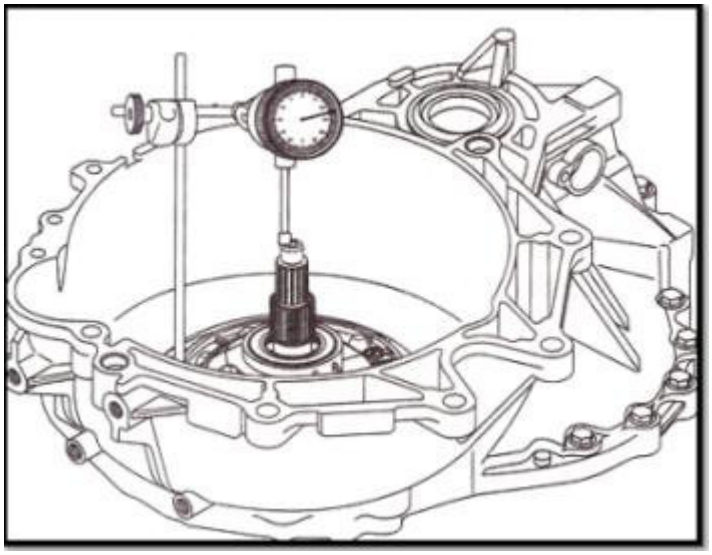


Figura 3.4 Verificación juego axial.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

3.1.2 Desmontaje de Componentes internos

- Para comenzar a desmontar los componentes internos primero se tiene que retirar la tapa o cárter de la caja de cambios, esta se encuentra al costado derecho viéndole de frente a la caja desde donde va alojado el convertidor de par. Como se observa en la figura 3.5.
- Es necesario tomar encuentra que va a salir aceite al retirar el cárter para tomar las debidas precauciones para manchar lo menos posible nuestro lugar de trabajo.

- El cárter tiene 15 pernos, hay que retirarlos todos para que salga la tapa, normalmente la tapa se encuentra pegada por el sellante, podemos ayudarnos con un destornillador plano delgado para introducir entre el cárter y la base para poder despegarla pero con cuidado de no causar daños, esto podría provocar fugas si se llega a dañar la base rayándola o doblando el cárter.

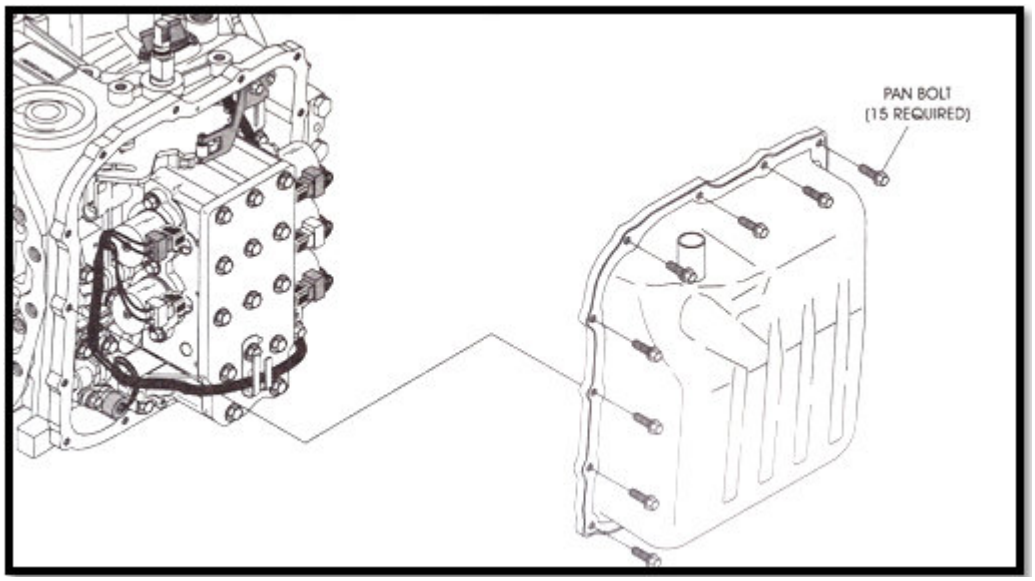


Figura 3.5 Desmontaje cárter.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Desconecte los conectores de los solenoides de uno en uno tomando en cuenta la posición. Como se observa en la figura 3.6.
- Tanto como los solenoides como los conectores tienen colores diferentes para tener ayuda a no confundirnos.

Ejemplo: comienza desde la derecha parte superior viendo el cuerpo de válvulas de frente.

Conector	Solenoide
Negro	Blanco
Blanco	Verde
Negro	Azul
Negro	Naranja
Blanco	Café

FIGURA N°6

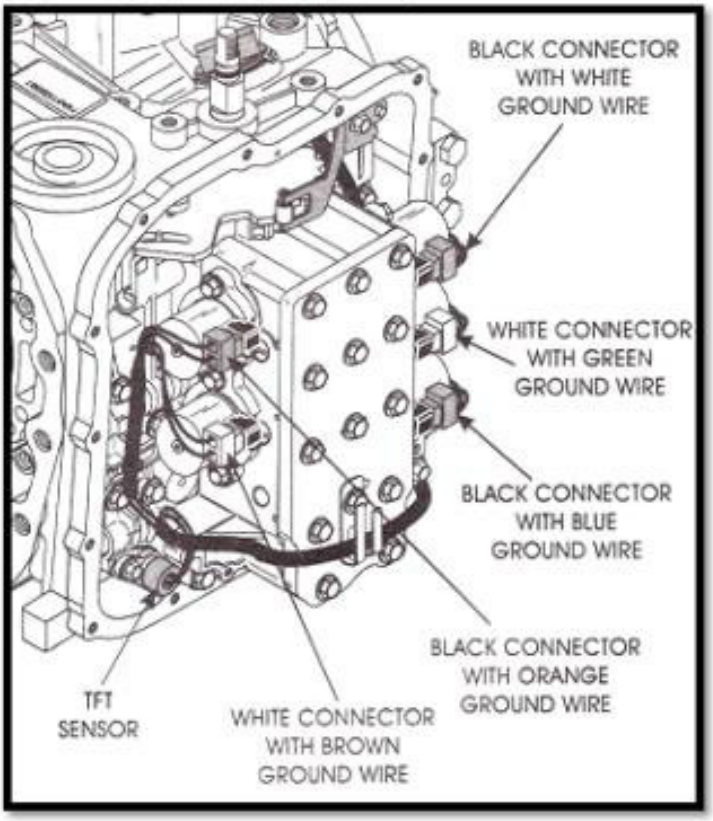


Figura 3.6 Colores cableado solenoides.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire el muelle de retención (detent spring), esta sujetado con un solo perno. Como se observa en la figura 3.7.
- Retire el sensor de temperatura, desmontando el perno y sin olvidarnos de la rodela de cobre.

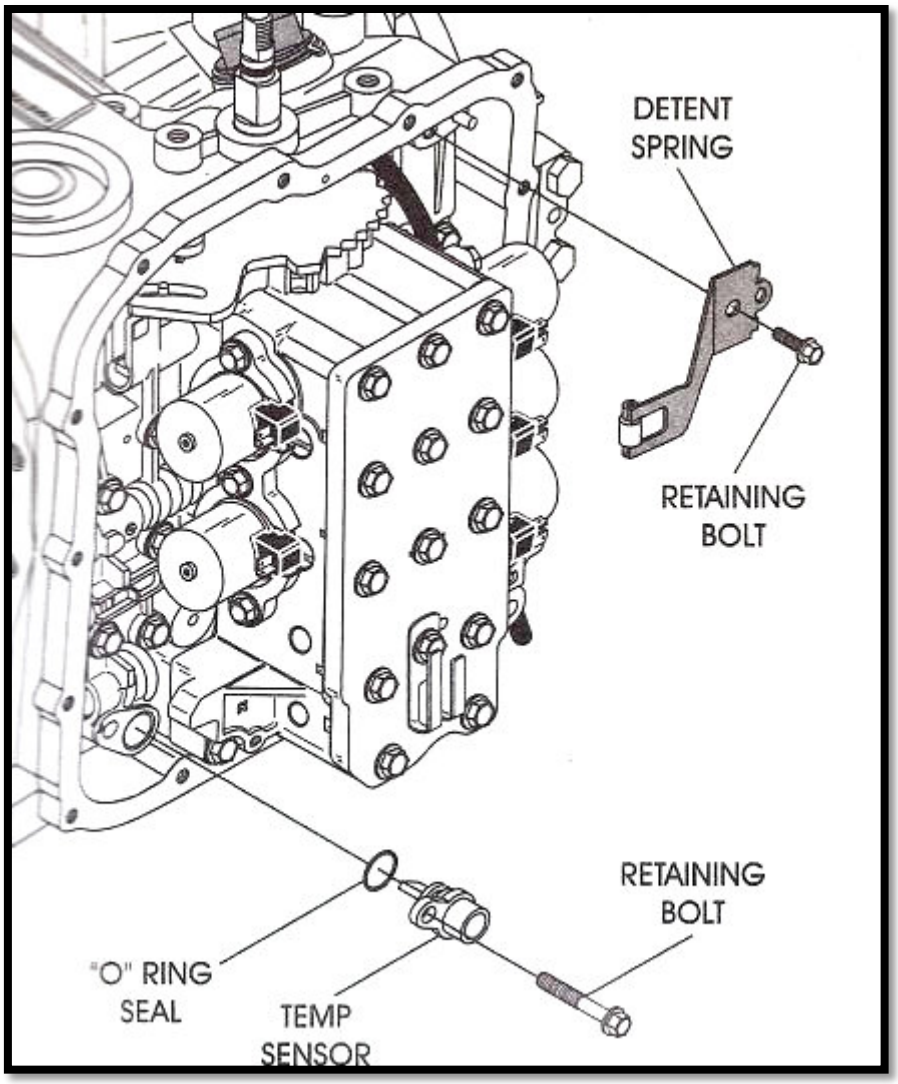


Figura 3.7 Desmontaje sensor temperatra.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

Precaución: Remueva todos los pernos del cuerpo de válvulas, excepto los que tienen la letra ¨E¨ en la cabeza.

- Los pernos que tienen la letra ¨E¨ son los que sujetan al cuerpo de válvulas para que no se abra. Como se observa en la figura 3.8.

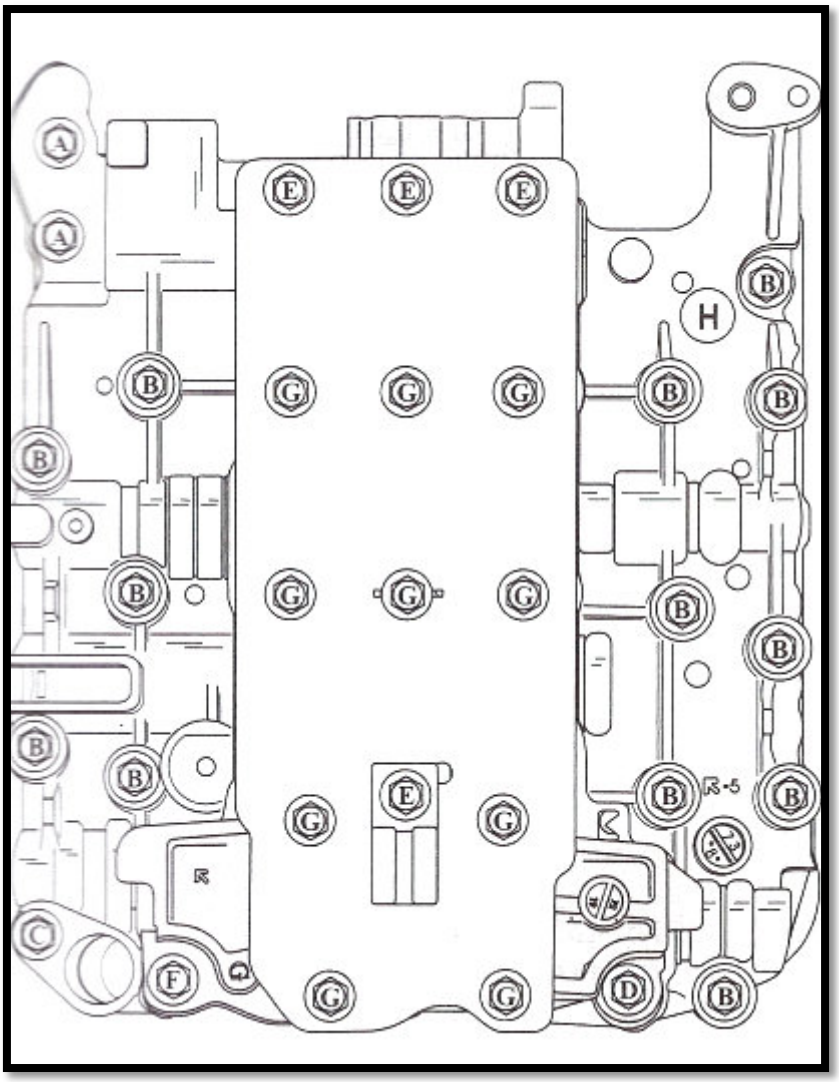


Figura 3.8 Desmontaje del cuerpo de válvulas.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

Cuando se hayan retirado todos los pernos el cuerpo de válvulas sale por completo, Como se observa en la figura 3.9, hay que tener cuidado ya que existen 2 esferas metálicas que se encuentran dentro del cuerpo de válvulas, las cuales tiene un diámetro de (.375¨), sin estas el cuerpo de válvulas deja de funcionar.

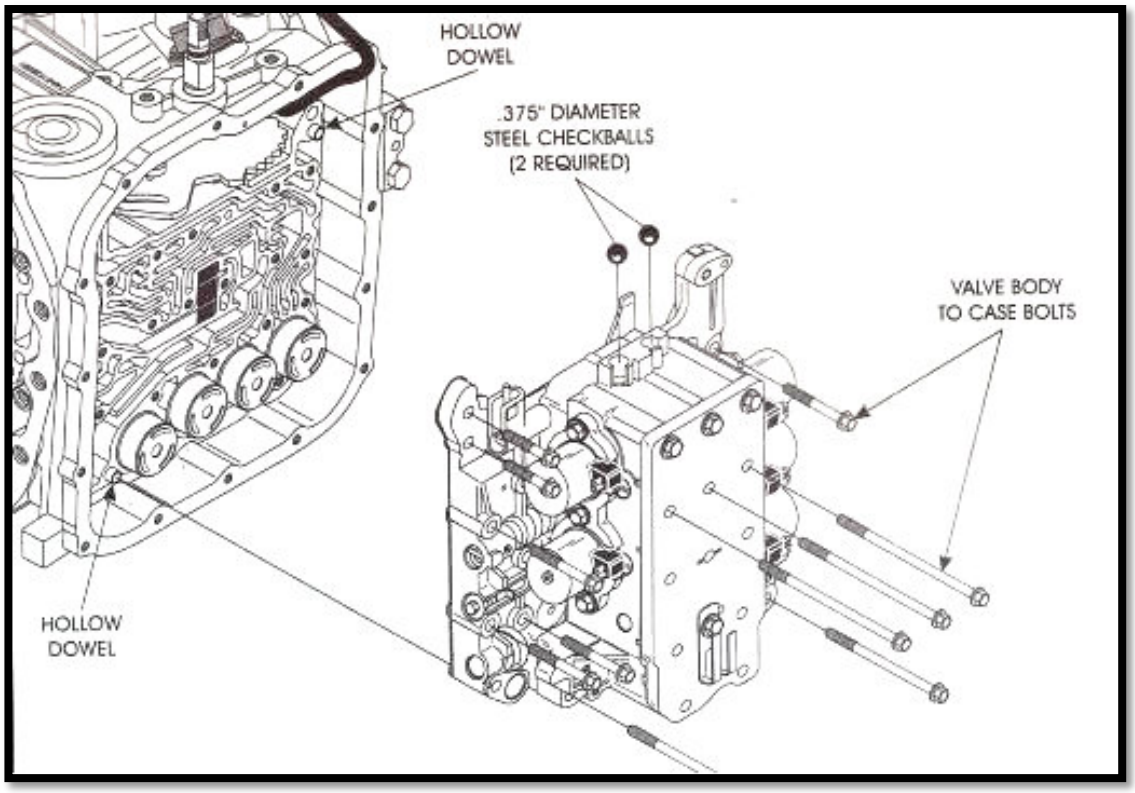
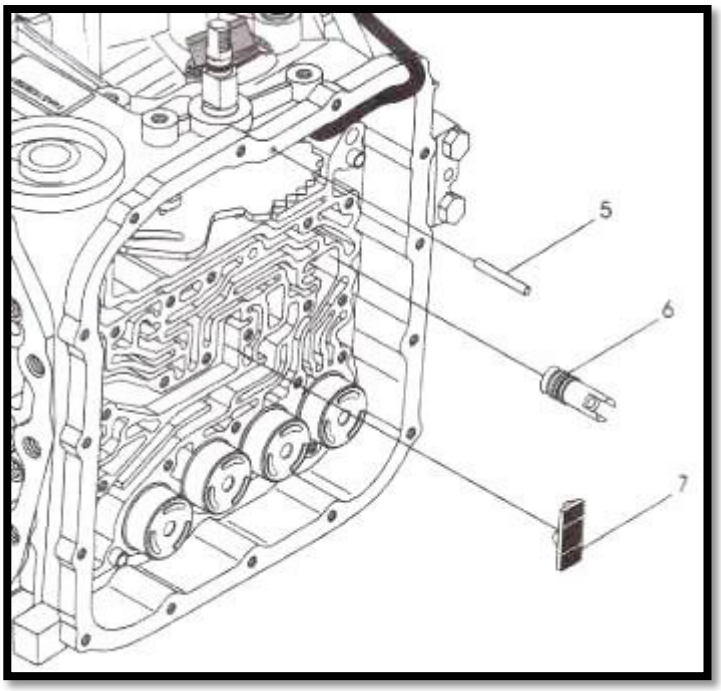


Figura 3.9 Esferas metálicas cuerpo de válvlas.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire el eje o pasador que se encuentra en la carcasa en la parte superior al cuerpo de válvulas (5).
- Retire y deseche el sello de la caja del 2do embrague (6).
- Quite el filtro de aceite de la pista (7). Como se observa en la figura 3.10.



5 MANUAL SHAFT RETAINING PIN.
6 2ND CLUTCH CASE SEAL ASSEMBLY.
7 CASE OIL SCREEN.

Figura 3.10 Desmontaje filtro de aceite.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire los resortes o muelles con cada pistón, como se observa en la figura 3.11, se tiene que tener en cuenta la posición para poder volver a armarlos en el mismo lugar y sentido cada uno sin intercambiarlos.
- Es preferible marcarlos para no equivocarse.
- Pistón y muelles del acumulador, primer embrague y reversa (1).
- Pistón y muelles del acumulador, reductor de velocidad (2).
- Pistón y muelles del acumulador, segundo embrague (3).
- Pistón y muelles del acumulador, incrementador de velocidad (4).

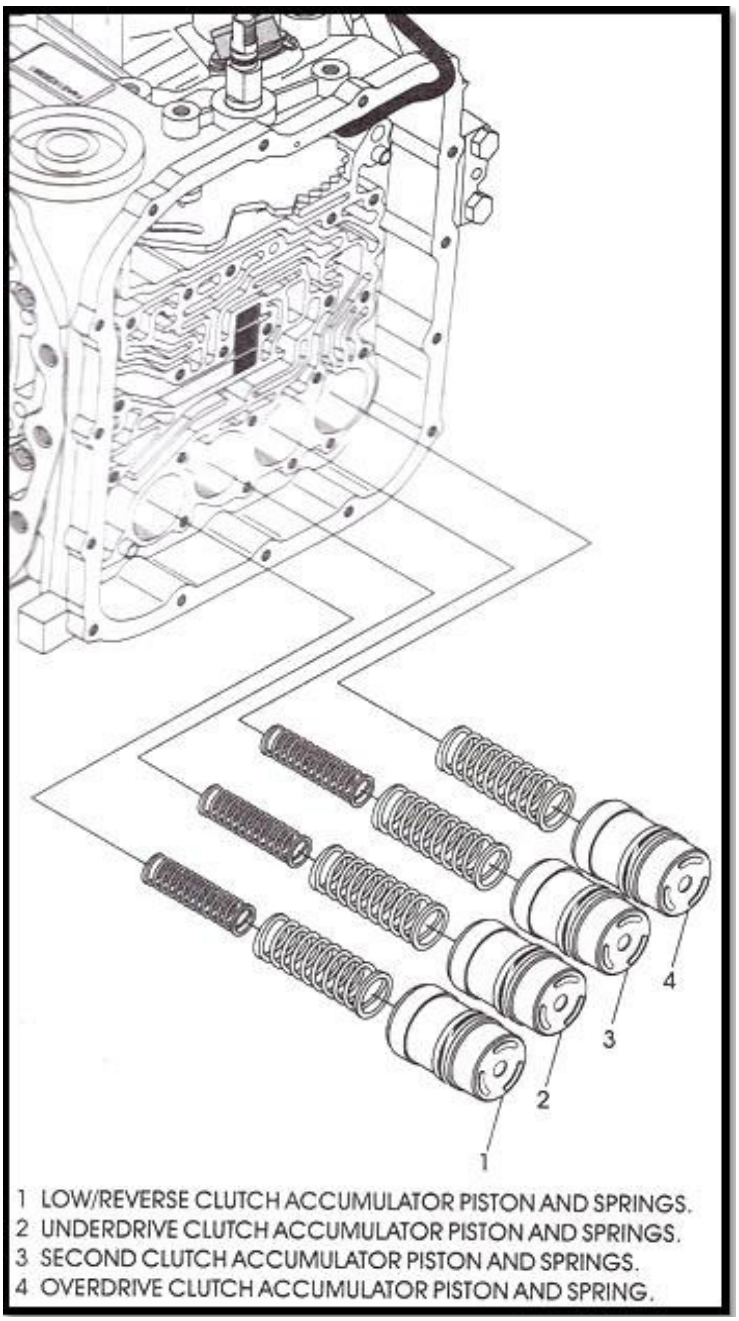


Figura 3.11 Desmontaje muelles.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire y deseche los sellos de los acumuladores de presión (accumulator piston seal), estos tienen que ser reemplazados por nuevos.

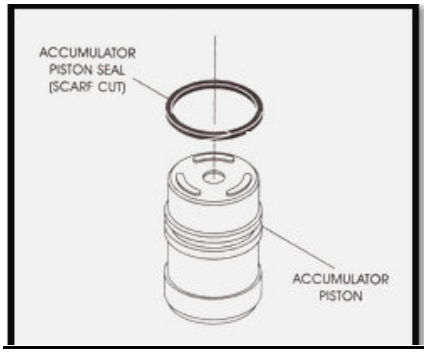


Figura 3.12 Desmontaje sellos de acumladores de presión.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire el seguro del conector principal del cableado del cuerpo de válvulas utilizando una pinza para poder sacar el cableado.

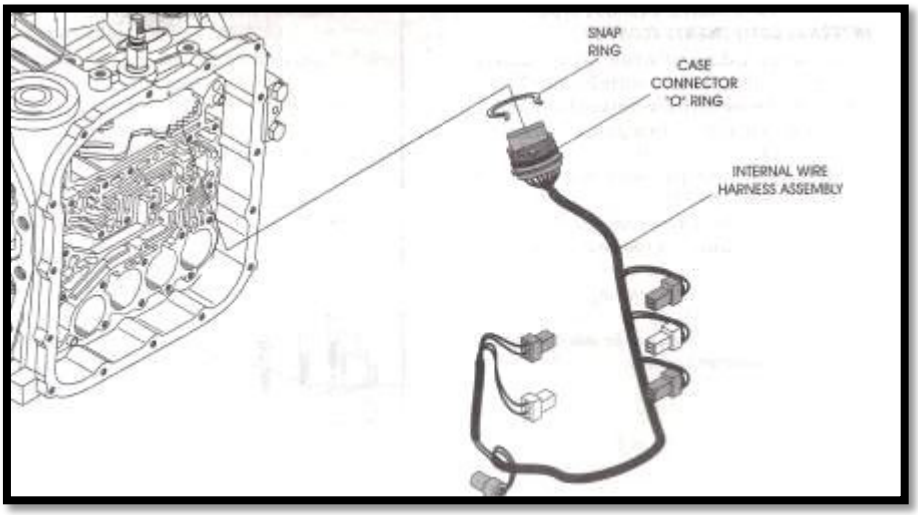


Figura 3.13 Desmontaje del seguro de cableado.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire el eje del selector manual para la posición neutro, retirando antes la tuerca que se encuentra en la parte externa de la carcasa, junto con el eje, al momento en el que se retira el pasador, sale la palanca de parqueo que se encuentra adherida al eje selector. Como se observa en la figura 3.14.

Precaución: Tenemos que recordar retirar los orines del eje selector de neutro para desecharlos y reemplazarlos.

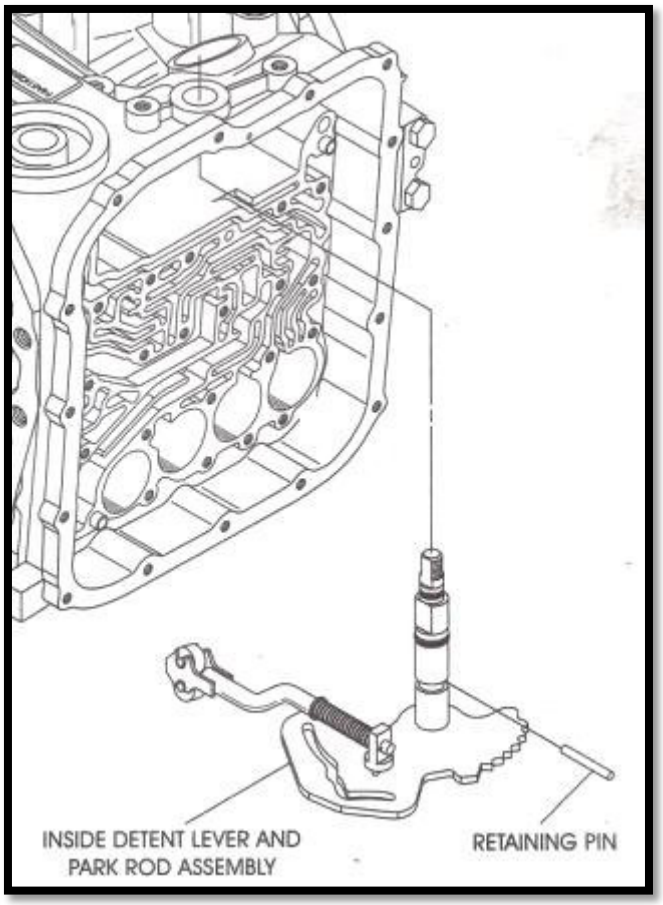


Figura 3.14 Desmontaje eje selector de neutro.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Giramos la caja de cambios en tal forma que la carcasa (29) donde va el convertidor quede en posición hacia arriba.

- Retiramos los 18 pernos de la carcasa (29).
- Retiramos y desechamos los orines de la carcasa (27). Como se observa en la figura 3.15.

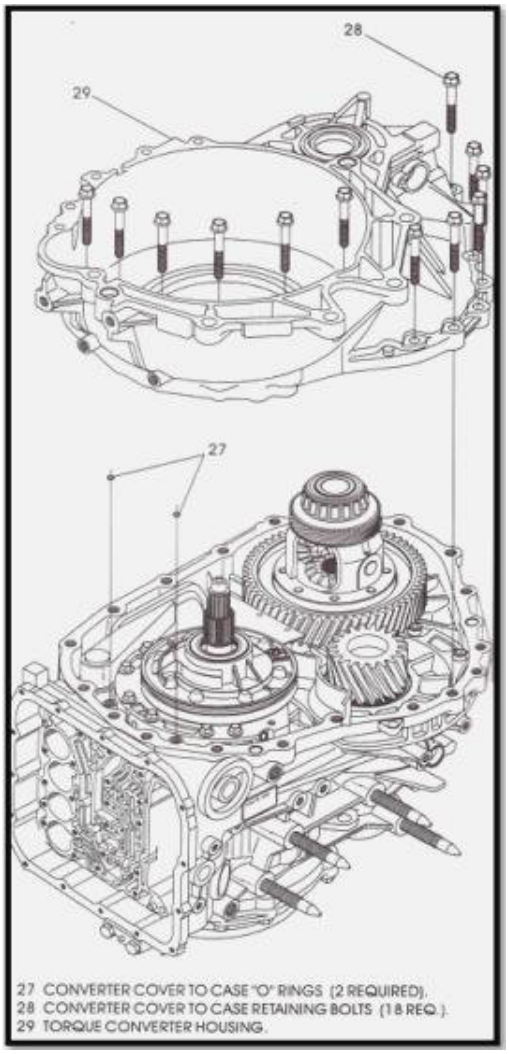


Figura 3.15 Desmontaje de orines de carcasa.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire y deseche el filtro de aceite interno y su orín para cambiarlo por nuevos.
- Retire el conjunto diferencial.

Precaución: utilice guantes para retirar el conjunto diferencial, hay riesgo de sufrir golpes o raspones.

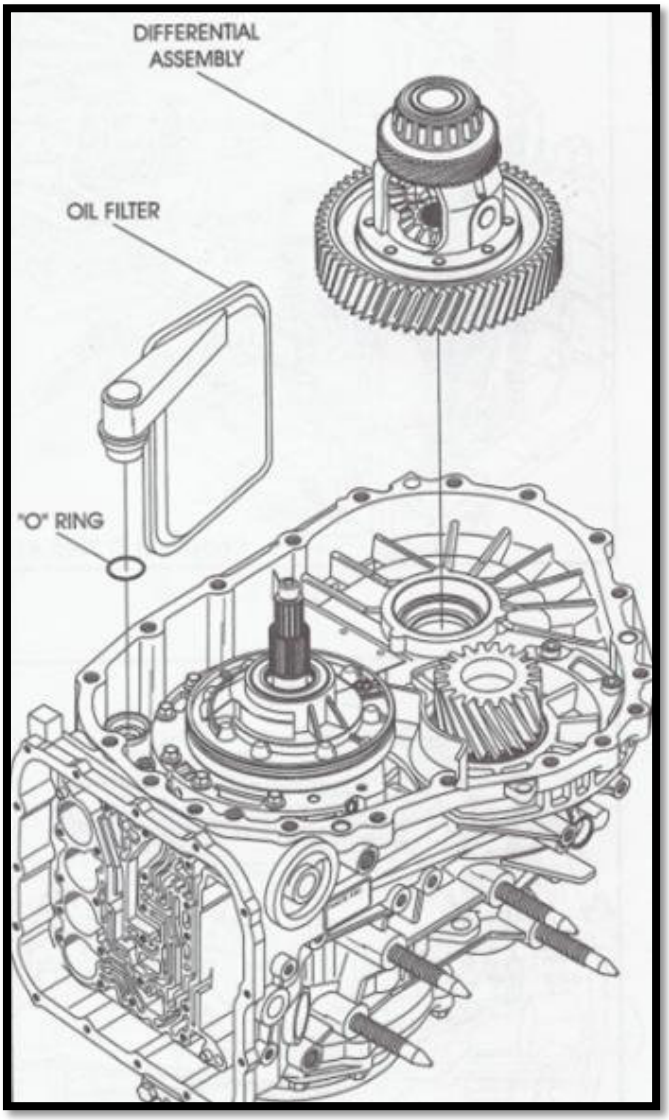


Figura 3.16 Desmontaje filtro interno de aceite.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire los 6 pernos de la parte superior de la bomba de aceite.
- En la parte inferior de la bomba existe un empaque el cual debe ser retirado y cambiado (OIL PUMP TO CASE GASKET).

Precaución: al retirar la bomba de aceite el empaque puede quedar pegado a la bomba de aceite tenemos que despegarlo para poder colocar el nuevo.

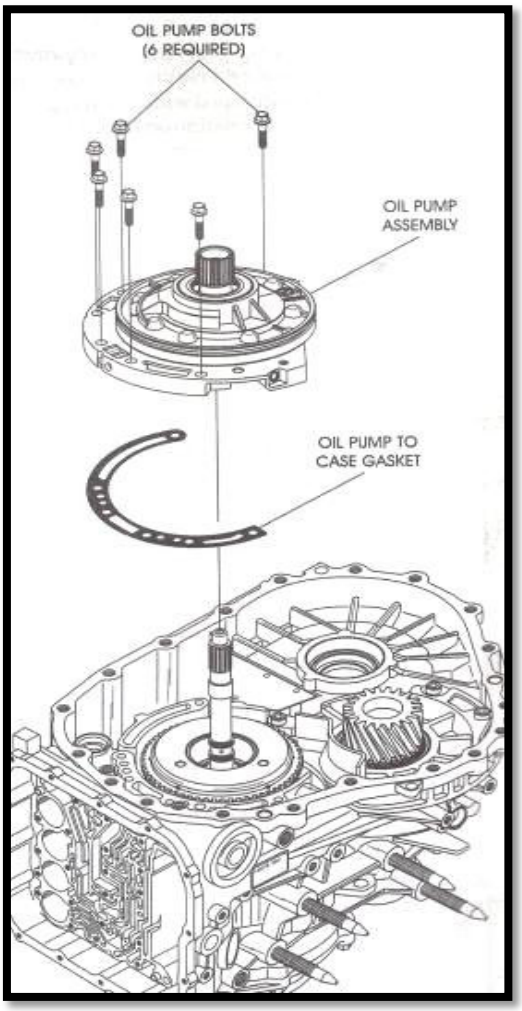


Figura 3.17 Desmontaje bomba de aceite.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire la arandela (1) de presión que se encuentra sobre la carcasa del conjunto de embragues.
- Retire la el conjunto de embrague haciendo fuerza el eje hacia arriba.

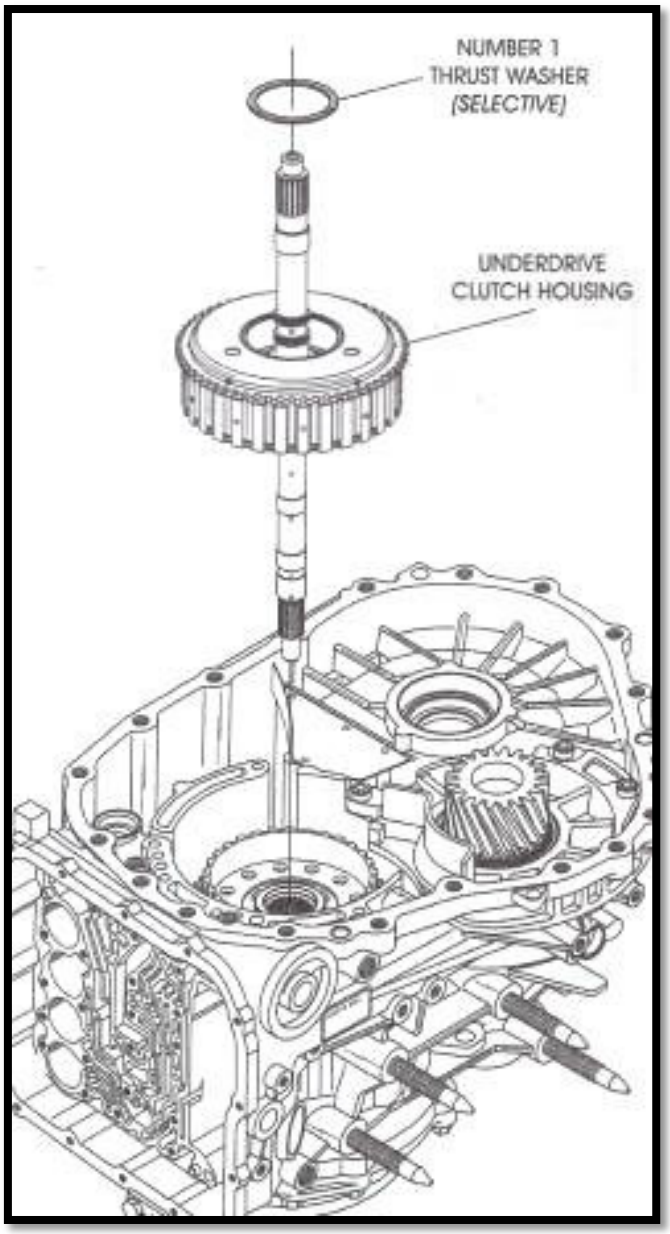


Figura 3.18 Desmontaje conjunto embrague.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire la arandela (2) que se encuentra sobre el cubo donde va el conjunto de embragues.
- Retire el cubo de embragues.

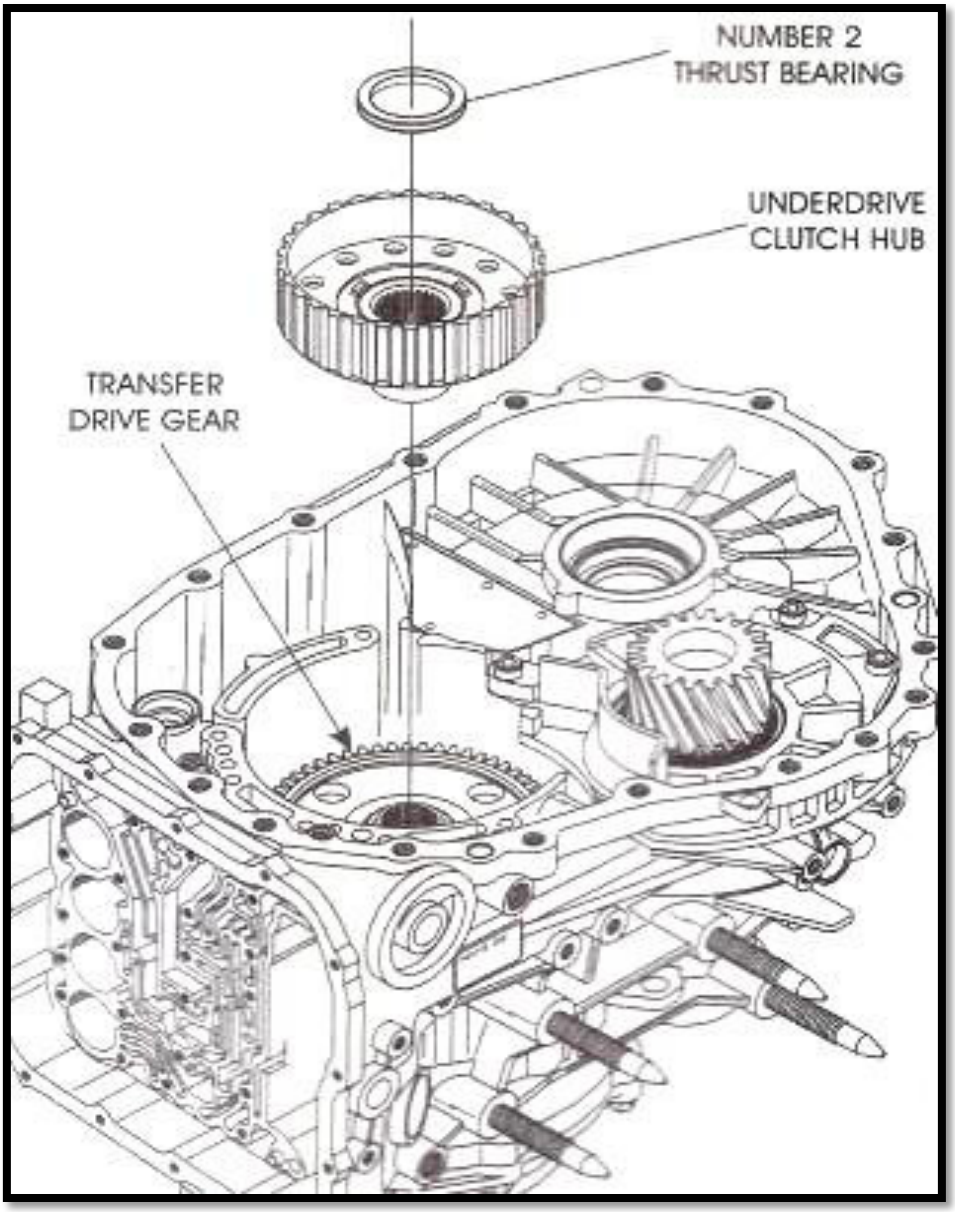


Figura 3.19 Desmontaje cubo de embragues.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Gire la caja de cambios de tal forma que podamos retirar la tapa posterior de la carcasa como se observa en la siguiente figura:

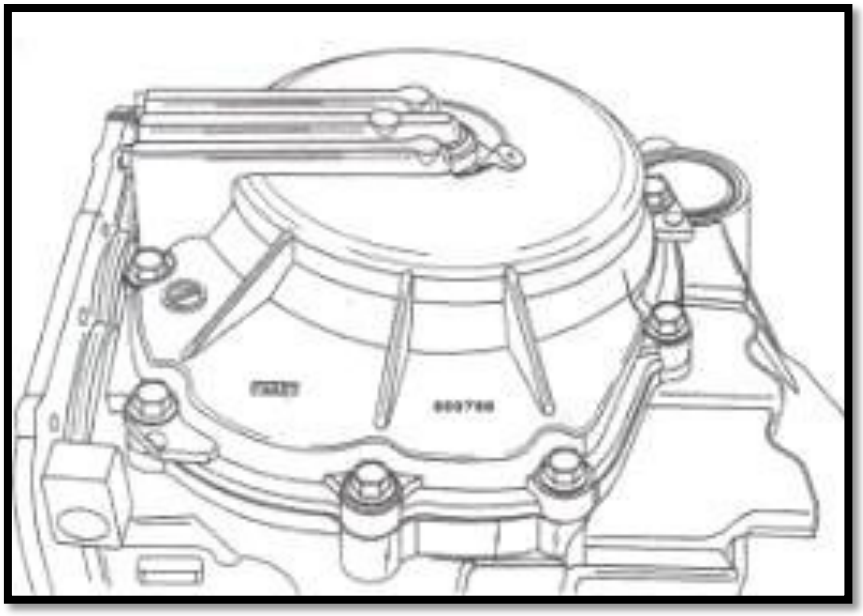


Figura 3.20 Vista lateral caja de cambios.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire los 10 pernos de la tapa posterior de la carcasa.
- Retire y deseche los 3 orines del interior de la carcasa.

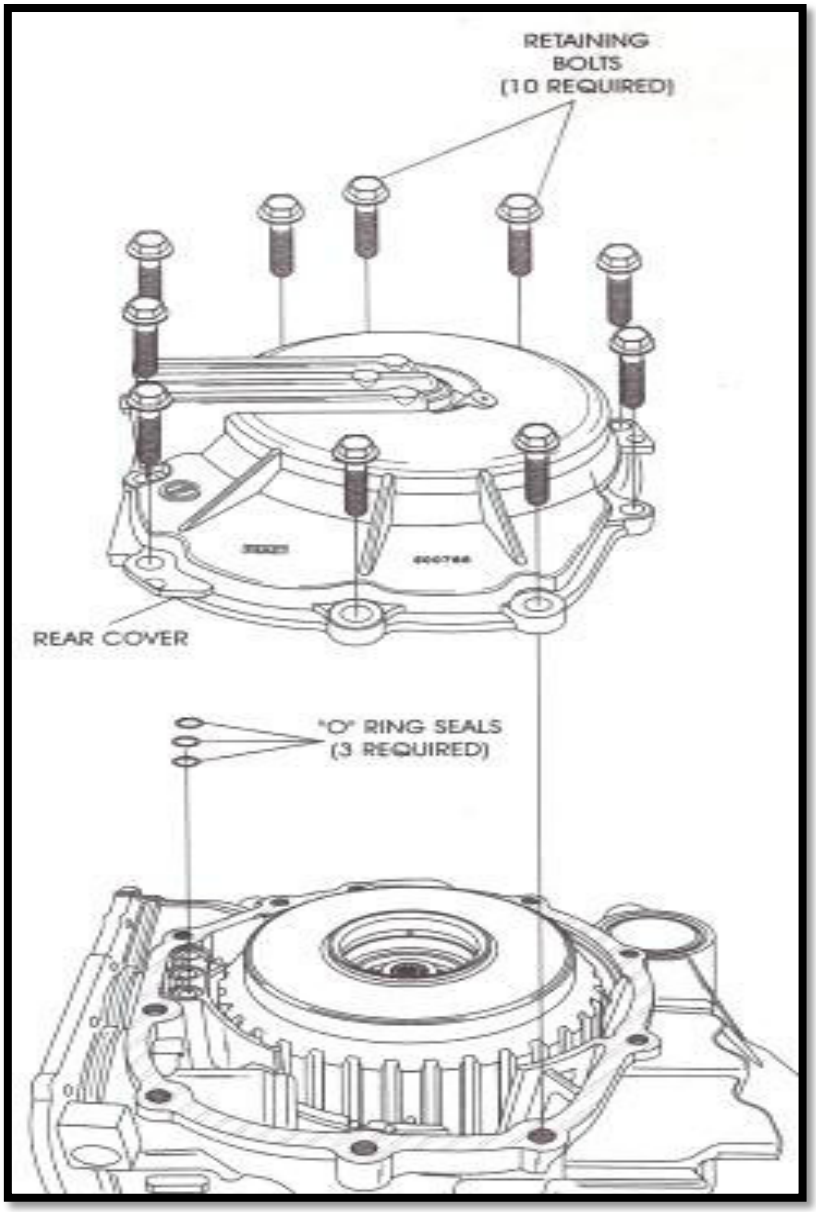


Figura 3.21 Desmontaje pernos carcasa caja de cambios.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire las rodelas (22-21) que están sobre la carcasa del embrague de reversa.
- Retire la carcasa (20) del conjunto de embragues de reversa.

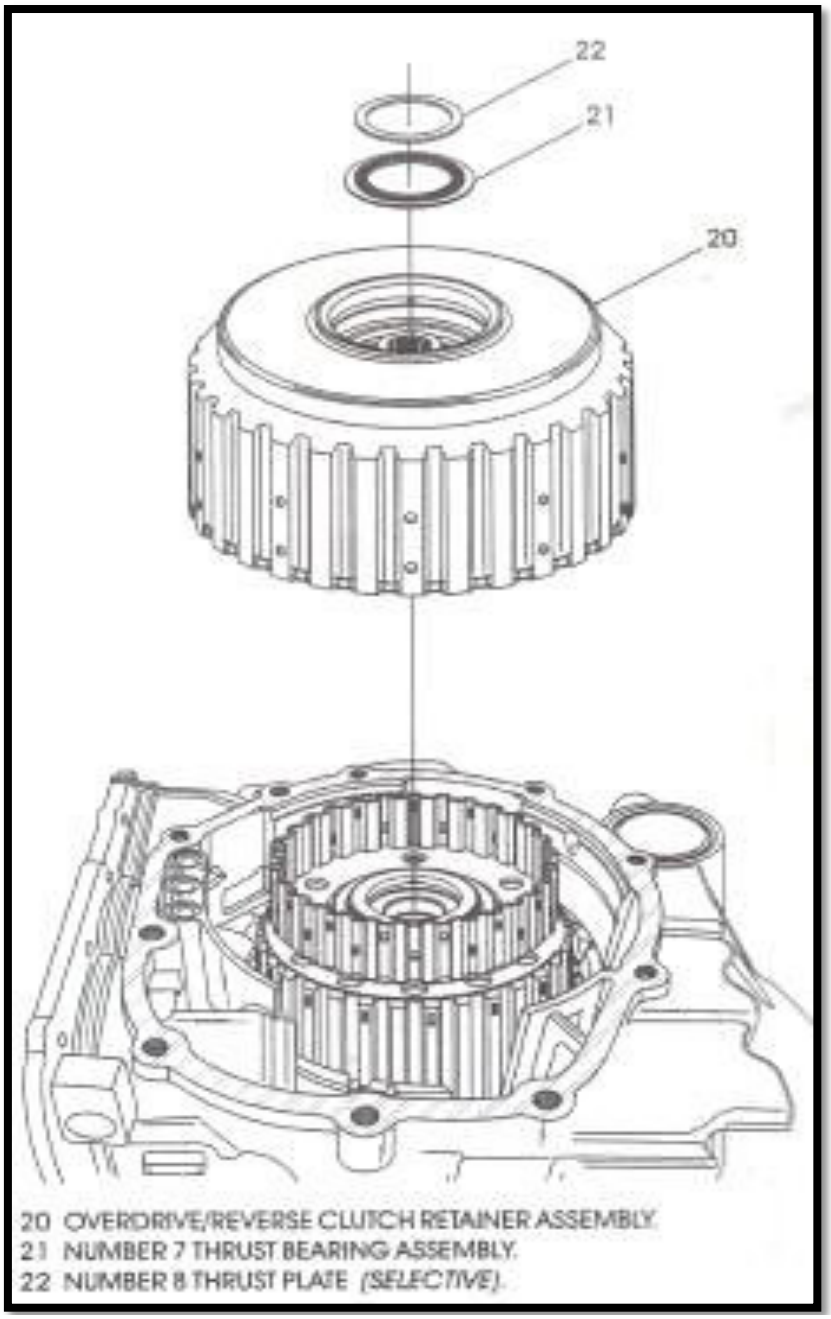


Figura 3.22 Desmontaje rodelas caja de cambios.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

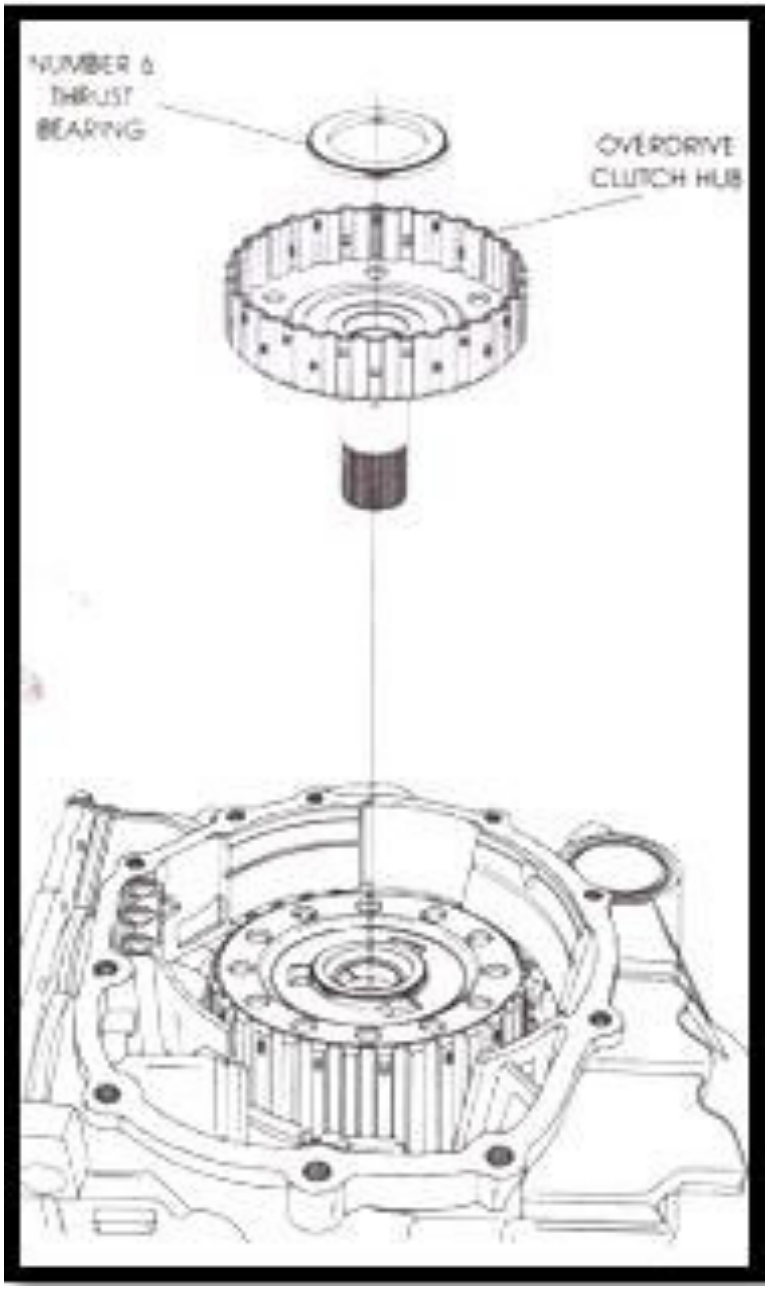


Figura 3.23 Desmontaje cojinete y cubo de embragues.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire el cojinete y el cubo del embrague del over/drive o marcha directa.
- Retire el cojinete y el engranaje central del embrague.

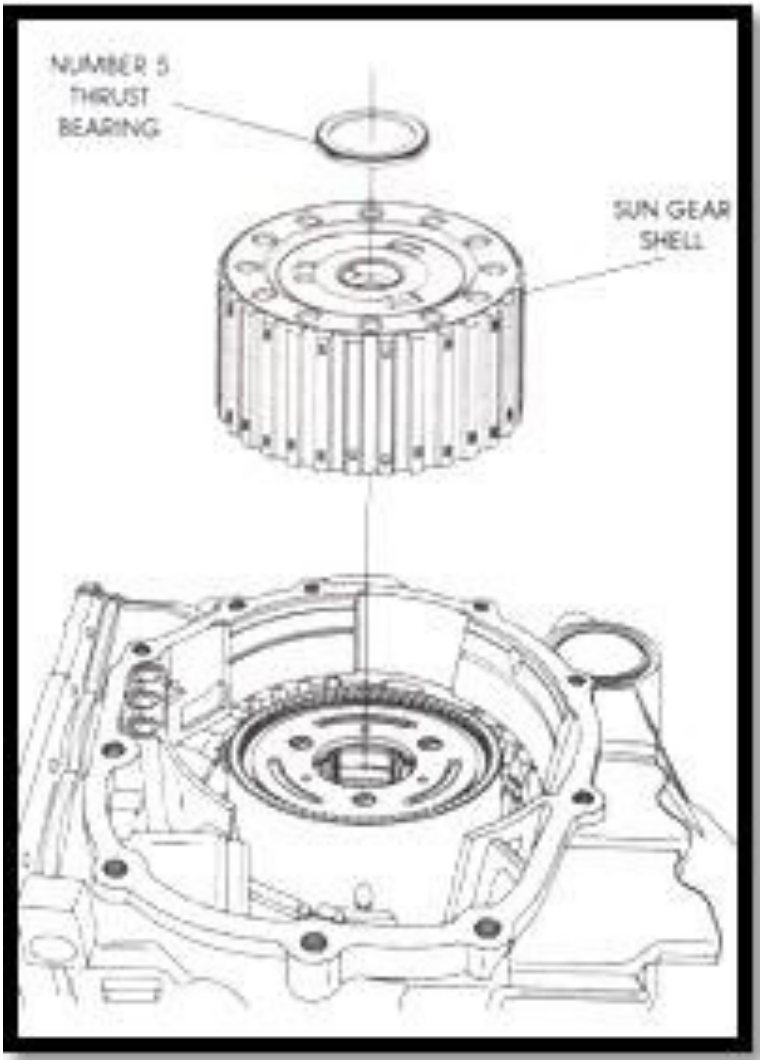


Figura 3.24 Desmontaje de engranajes.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire el anillo elástico (50), el retenedor (51) y el pistón (55) de aceite de retención de segunda marcha.
- Retire los discos de embrague (59), los platos de embrague (56), y los platos planos de embrague (57) de segunda marcha.

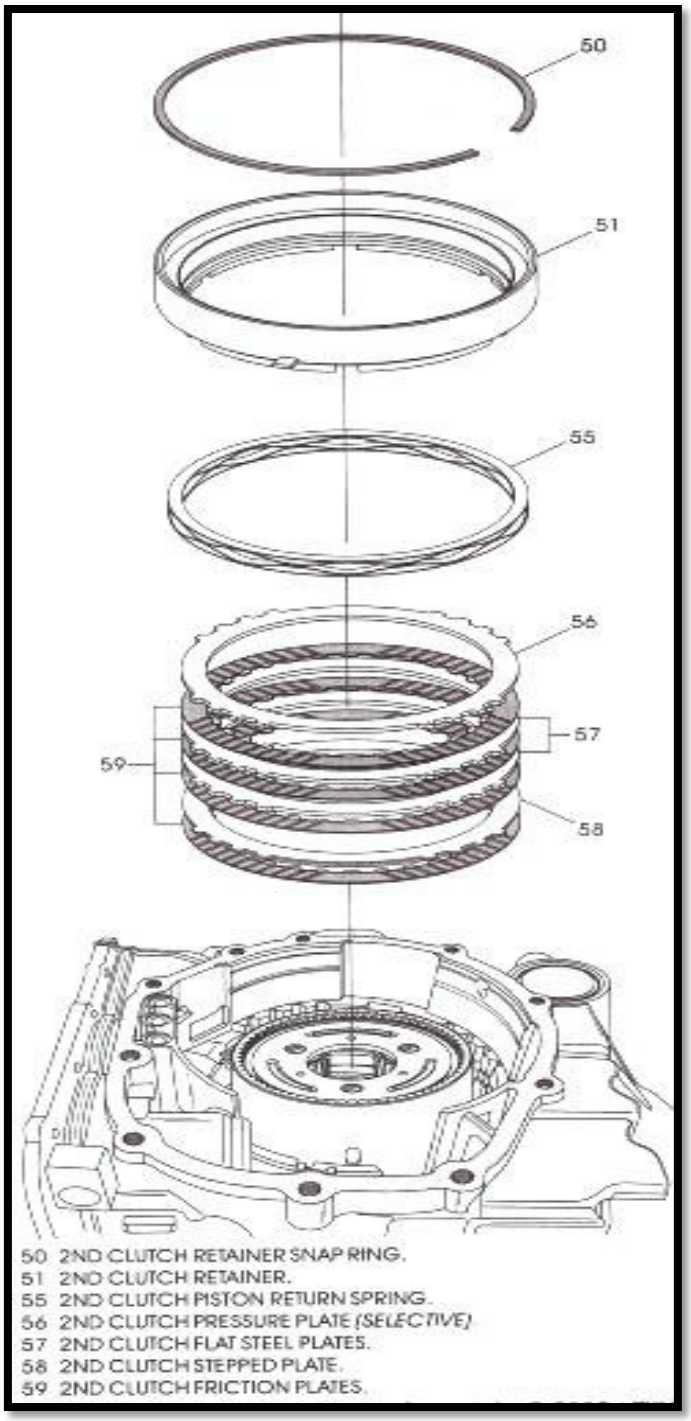


Figura 3.25 Desmontaje conjunto de embragues.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire el conjunto planetario completo.

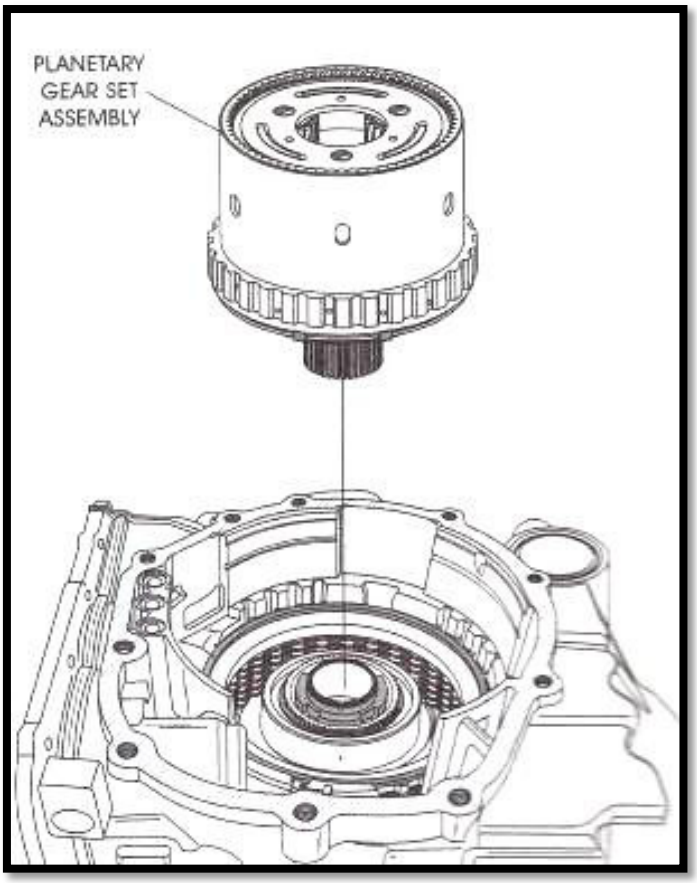


Figura 3.26 Desmontaje conjunto planetario.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire el anillo elástico (60), el separador de presión (61), el anillo elástico (62) de primera marcha y de reversa.
- Retire el conjunto de discos de embrague (63), y los platos de embregue (66) de primera marcha y de reversa.
- Retire el separador de presión (64), y el último plato (65).

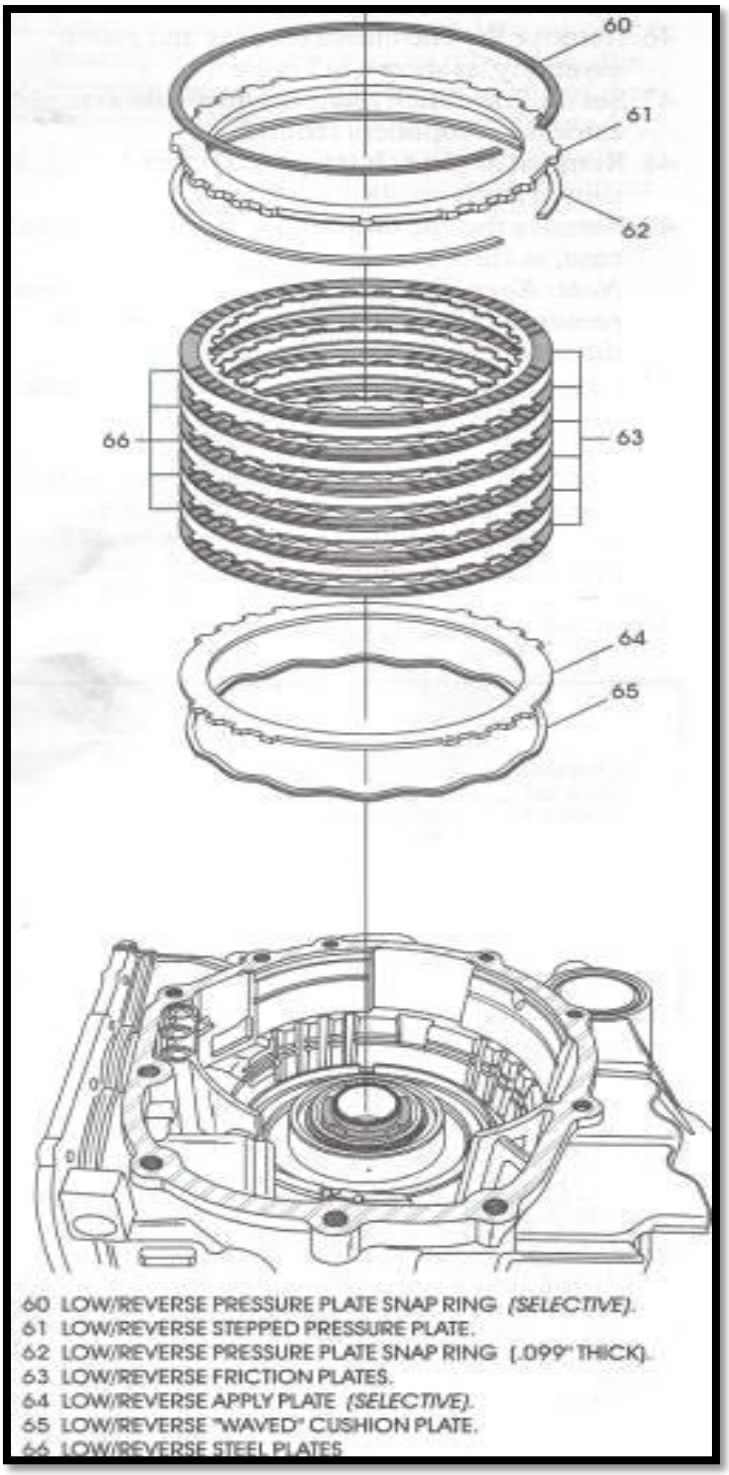


Figura 3.27 Desmontaje conjunto de embragues.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire el anillo elástico (67).

- Usando una herramienta especial (MD998924), retire el pistón (68), retenedor (69), retenedor de retorno (70), anillo espiral (71) y pistón (72).

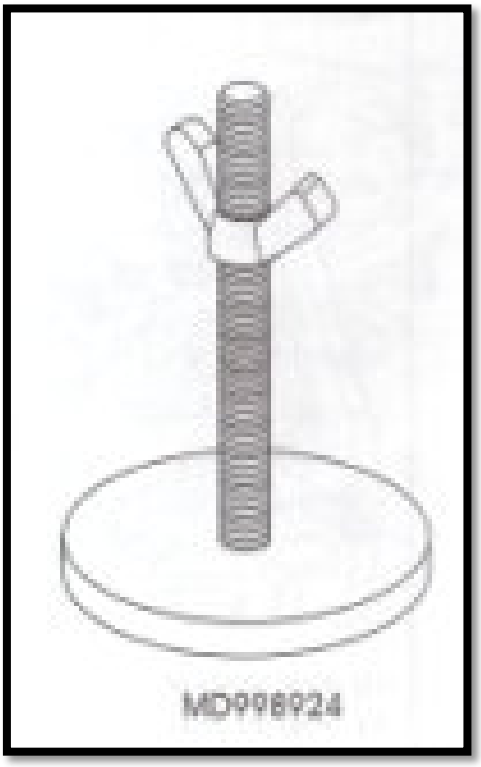


Figura 3.28 Herramienta especial.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

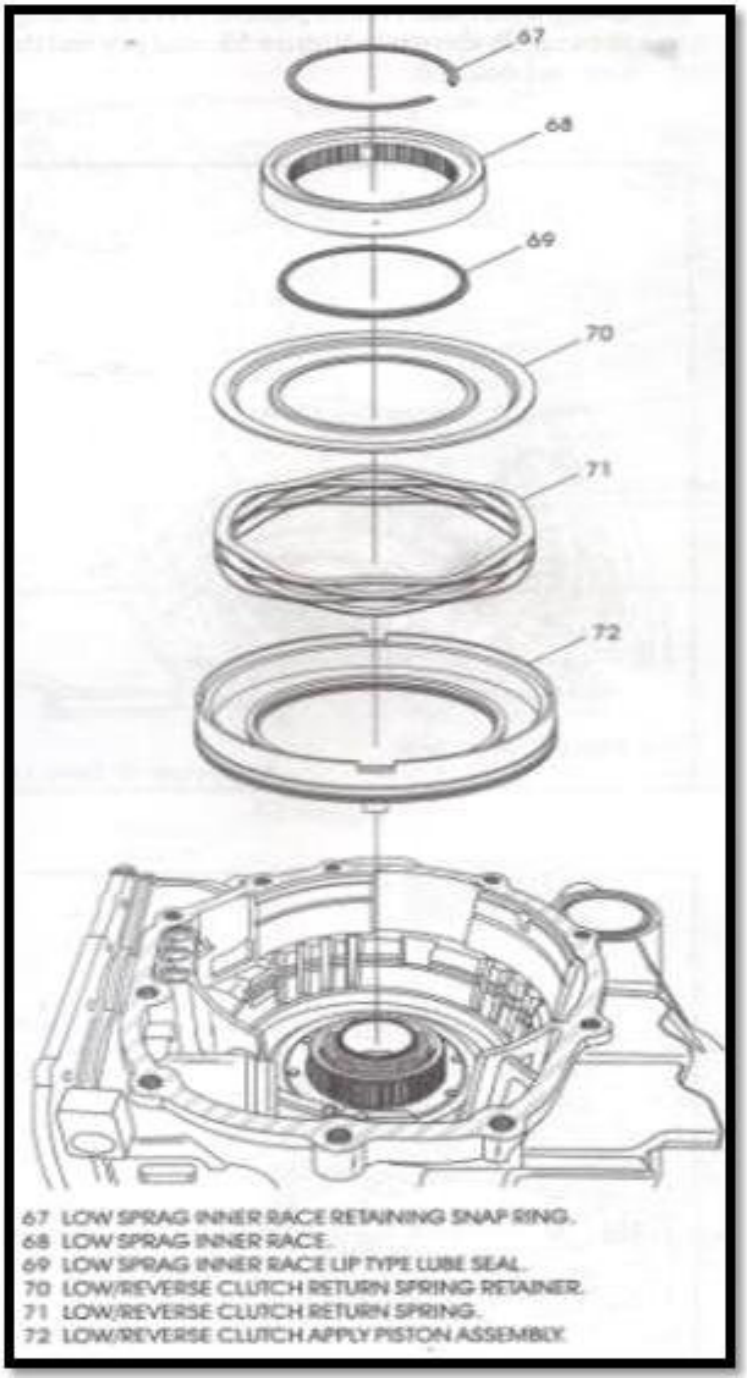


Figura 3.29 Desmontaje pistón y retenedor de embrages.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Giramos la caja nuevamente de tal forma que el lado donde va el convertidor que hacia arriba.

- Retire los dos ejes donde va alojado el soporte del rodillo de parqueo.

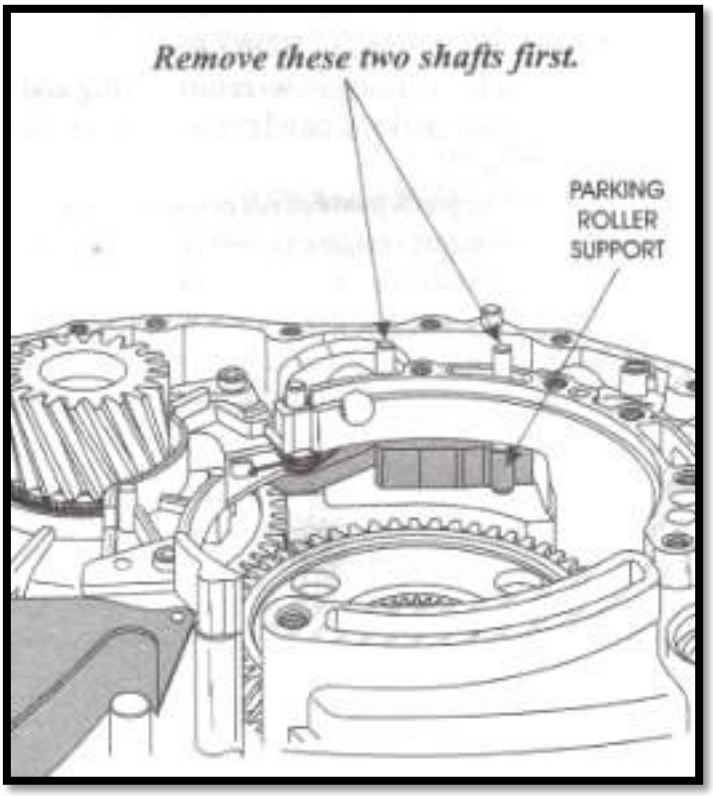


Figura 3.30 Desmontaje ejes de sporte de rodillo de parqueo.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

Precaución: los dos ejes son de un material suave hay que tener cuidado de no doblarlos.

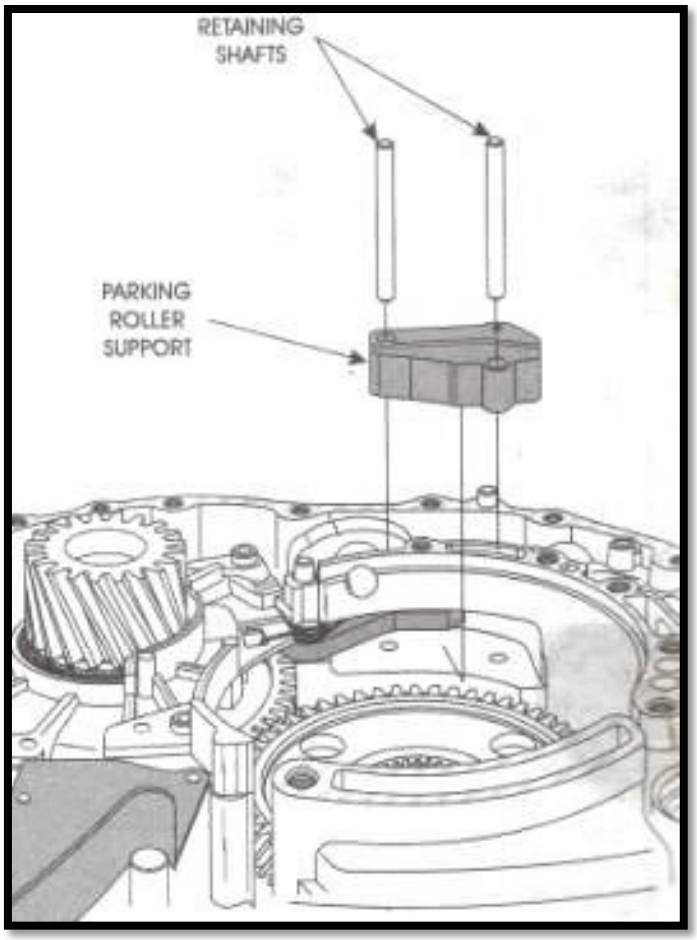


Figura 3.31 Ejes de soporte de rodillo de parqueo.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retiramos el eje (1) que mantiene a la palanca de parqueo (2) en su posición.
- Retiramos el cilindro (4) y el muelle (3) de la palanca de parqueo.

Precaución: hay que tener cuidado que no se vaya a deformar el muelle al sacarlo.

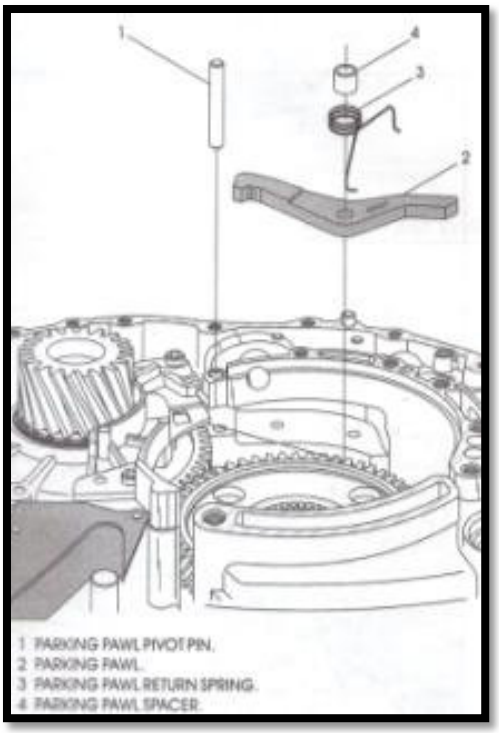


Figura 3.32 Desmontaje de eje pasador de la palanca de parqueo.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Utilizando una llave Allen de 24 mm aflojamos el eje donde va el piñón del conjunto del transfer.

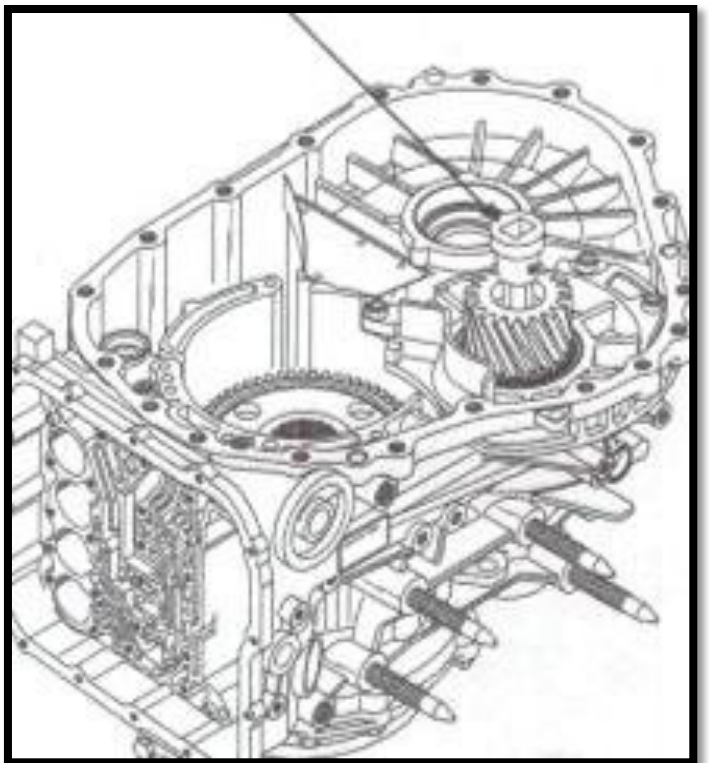


Figura 3.33 Llave Allen 24mm.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retiramos los 4 pernos que sujetan al conjunto del piñón de transferencia.

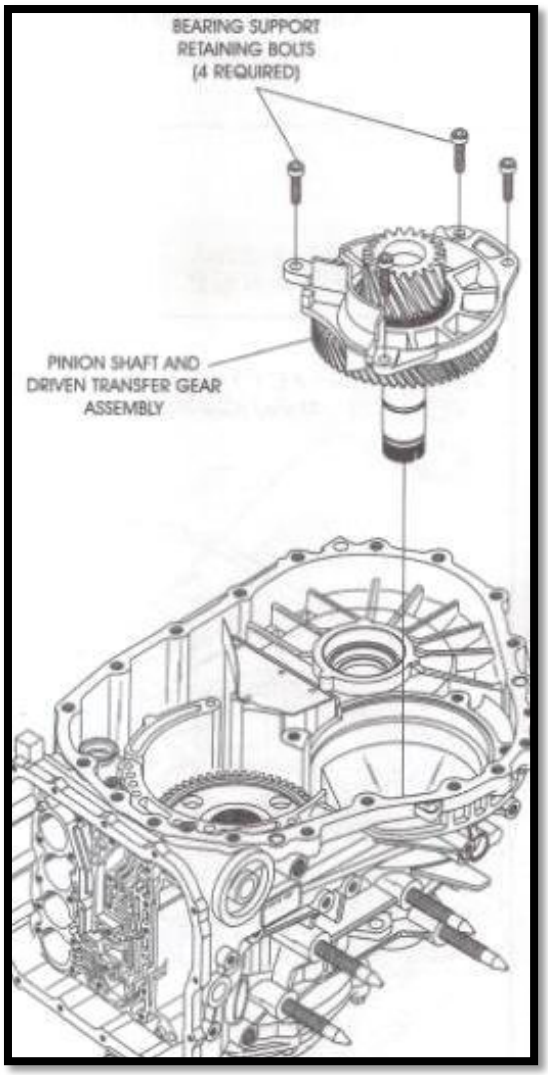


Figura 3.34 Desmontaje pernos del conjunto piñón de transferencia.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Separe el conjunto del piñón de marcha.
- Reemplace el rodamiento.

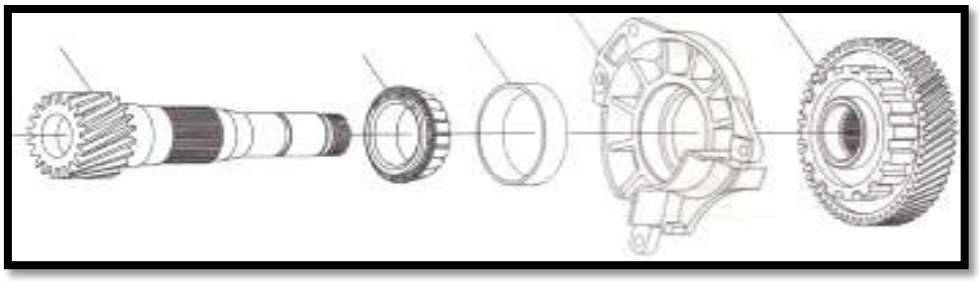


Figura 3.35 Despiece conjnto piñón de marcha.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire y deseche el retenedor (3) de la base (4).

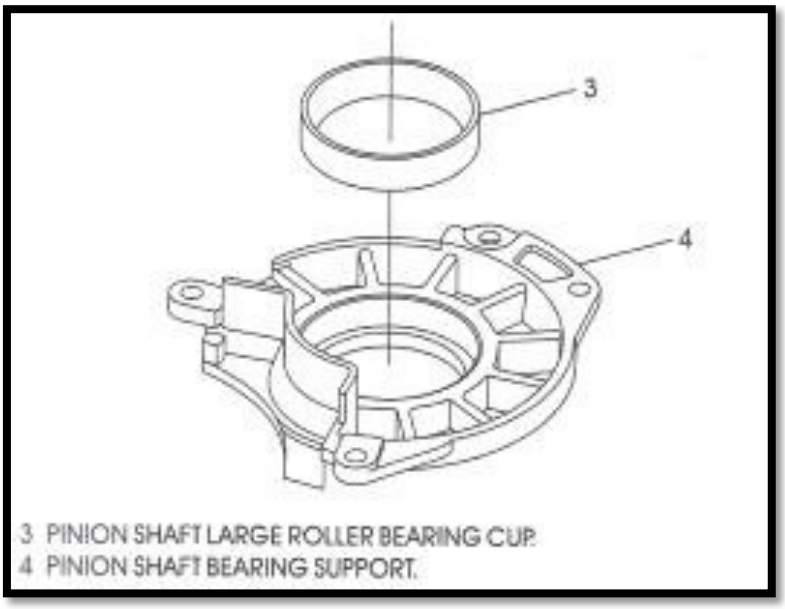


Figura 3.36 Desmontaje retenedor de base de piñón de marcha.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire los 4 pernos del piñón de marcha para poder sacarlo.

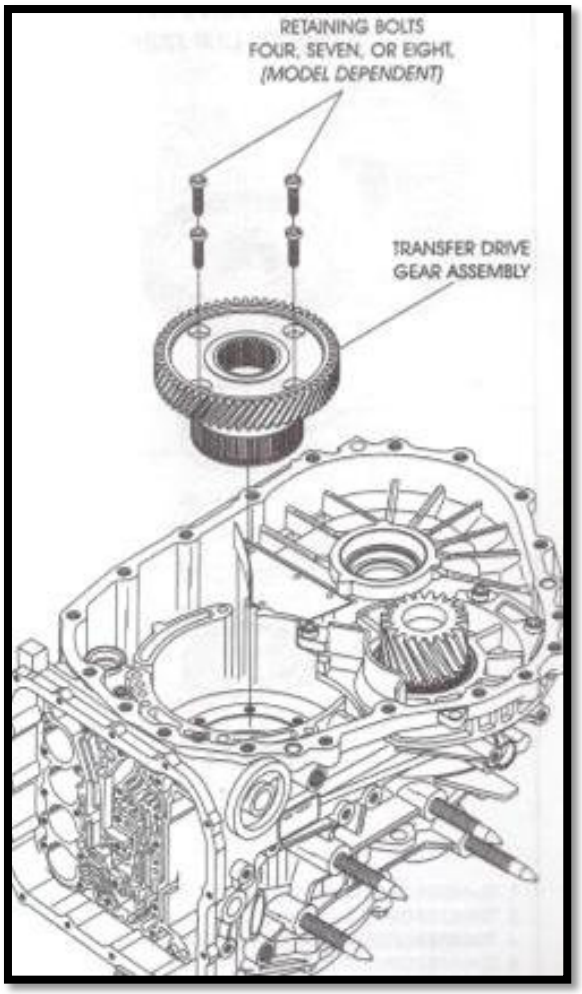


Figura 3.37 Desmontaje de pernos sujetadores de piñón de transferencia.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

En este modelo de cajas automáticas podemos encontrar que en el piñón de marcha se tiene dos versiones en las cuales se pueden encontrar 2 tipos diferentes de rodamientos, los cuales se tiene que desarmar el conjunto del piñón para poder reemplazarlos.

Precaución: en la figura nos indica la fuerza que debemos aplicar para el ajuste de la tuerca (191NM).

Figura 3.38 Torque con el que se debe ajustar la tuerca del conjunto del piñón de marcha.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

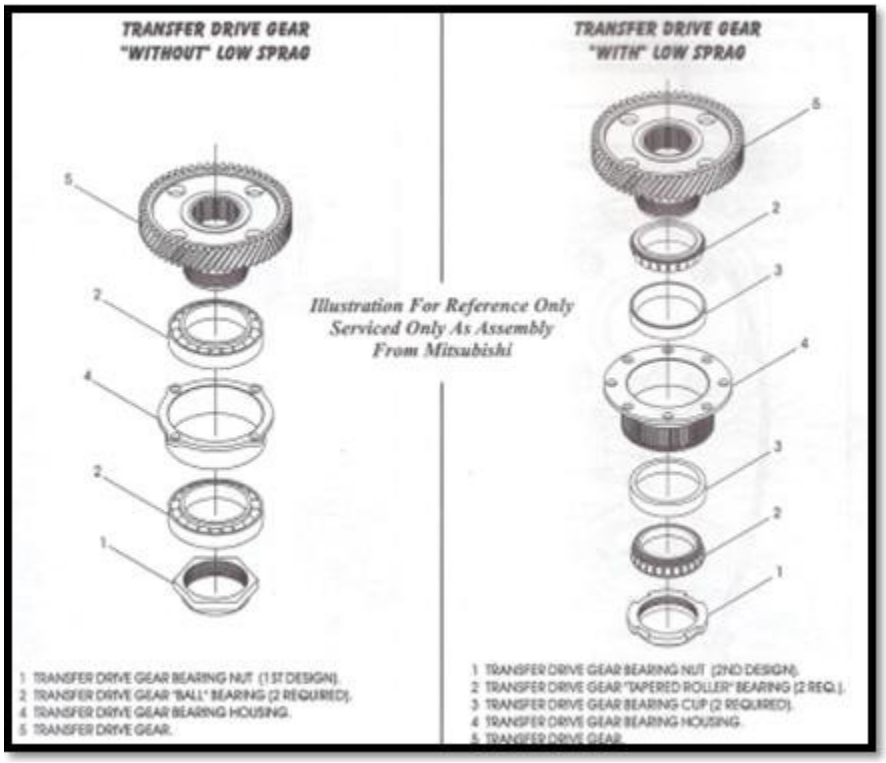


Figura 3.39 Despiece piñón de marcha.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Retire de la carcasa de la caja de cambios el seguro (7), el anillo (8) y el retenedor (9).

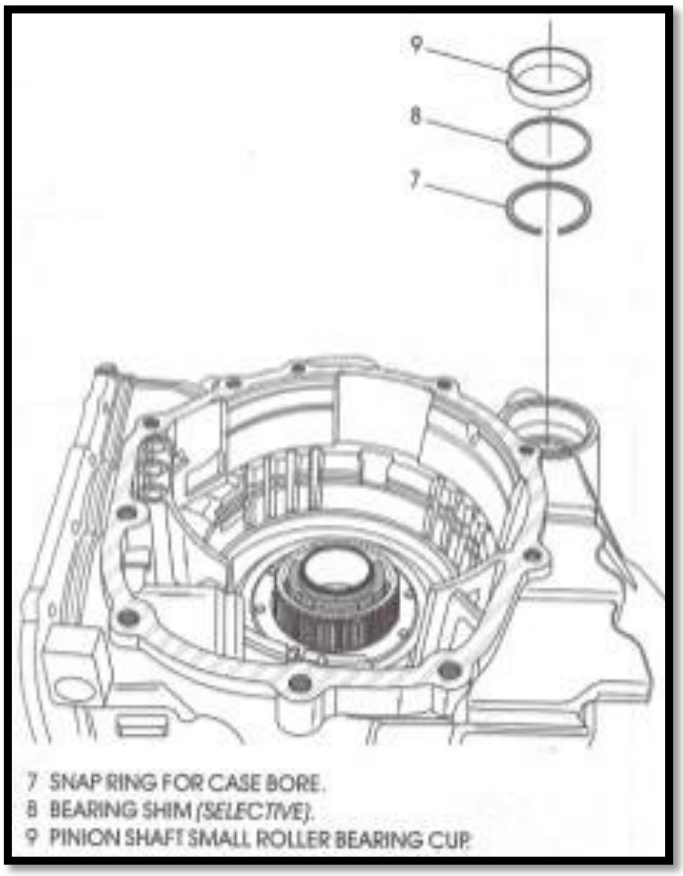


Figura 3.40 Despiece de anillos de carcasa y retenedor.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- El último paso es retirar y desechar los retenedores de la base del eje principal.
- Los retenedores tienen un diámetro de (.004¨-.005¨).

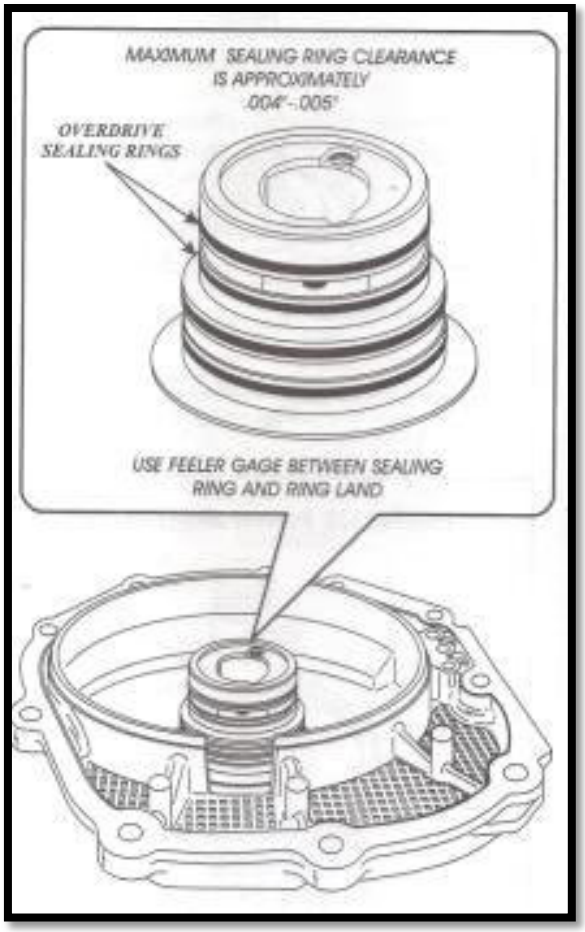


Figura 3.41 Desmontaje de retenedores de la base del eje principal.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

3.2 Montaje

3.2.1 Componentes Internos

Tenemos que colocar los nuevos retenedores de aceite tomando en cuenta que deben estar bien colocados sin estar sobrepuestos en la puntas.

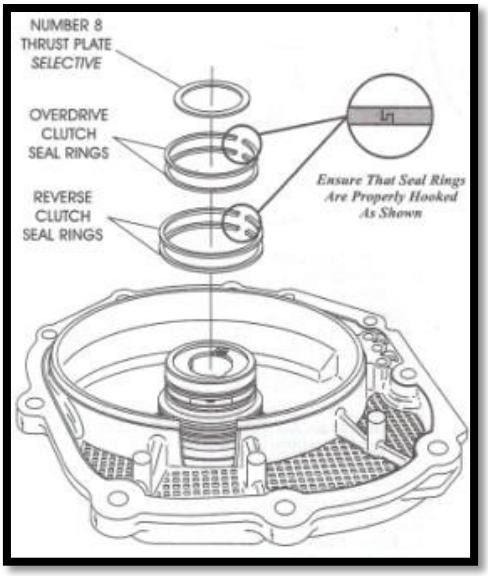


Figura 3.42 Colocación de retenedores en el eje central de juegos de embragues.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

Precaución: para realizar un buen trabajo es recomendable que a los retenedores nuevos se los tenga sumergidos en aceite hidráulico una hora antes de colocarlos.

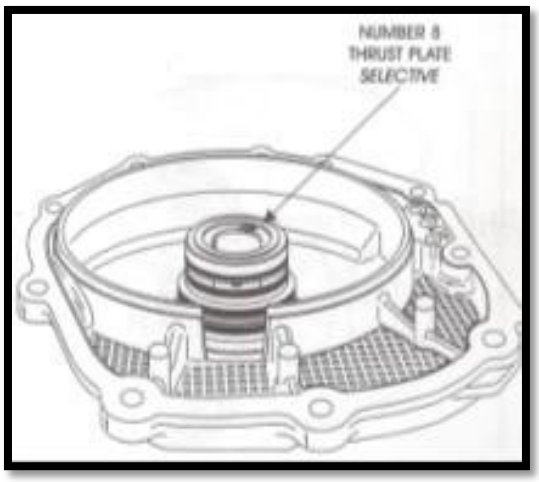


Figura 3.43 Eje central de juego de embragues.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocar los nuevos anillos retenedores de aceite (18-19) en el tambor de discos y platos de embrague (20).

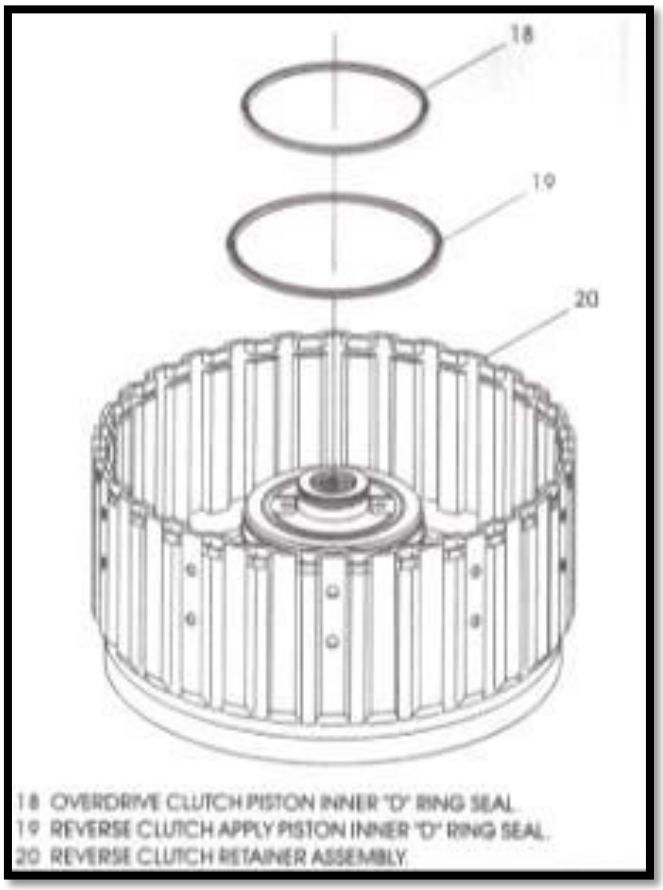


Figura 3.44 Colocación de retenedores de aceite del tambor de juego de embragues.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

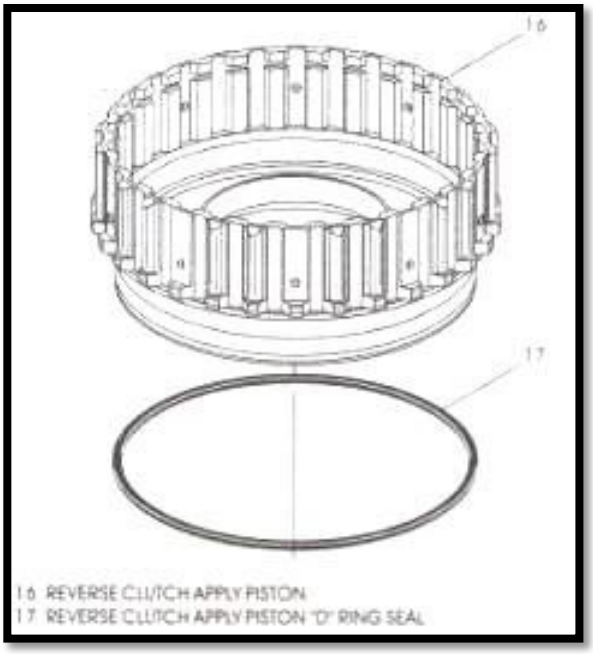


Figura 3.45 Retenedores de base de tambor de resortes.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Coloque el nuevo anillo retenedor (12) de aceite de la tapa del anillo de resortes (11).

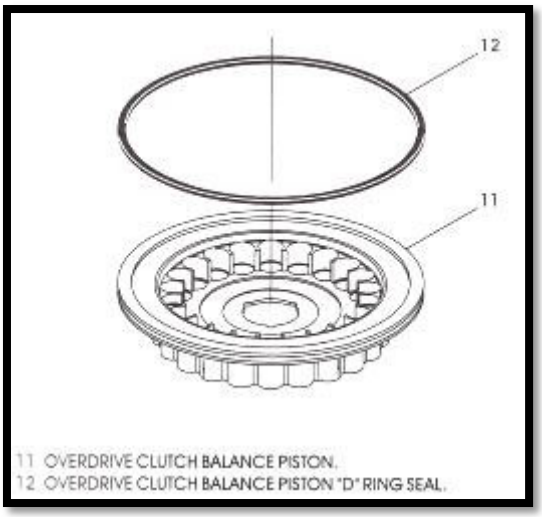


Figura 3.46 Retenedor de tapa de anillos de resorte.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Arme el tambor con los nuevos embragues, tomando en cuenta la posición de los orificios en la base (20) y en el pistón o sello metálico (16).
- Coloque la base (14) del anillo de resortes (13), y la tapa (11) de los resortes utilizando el seguro de anillo (10).

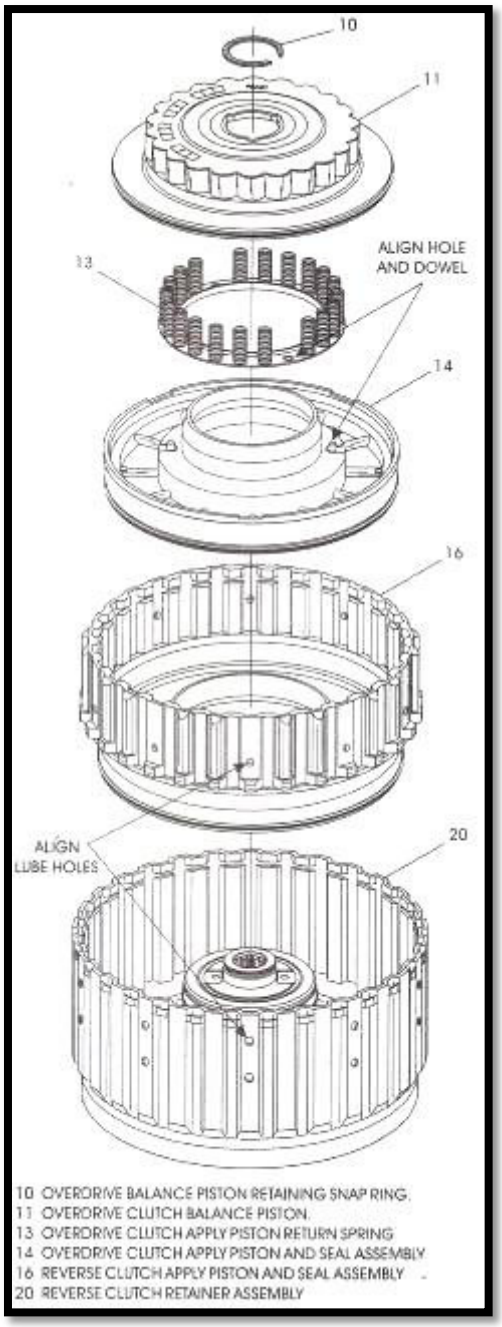


Figura 3.47 Despiece tambor de resortes.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Coloque los nuevos discos de embrague de marcha directa (adelante) (7), junto con los platos metálicos (8).

- Tenemos que colocar los soportes de los discos y platos (9-6), uno al comienzo y otro al final del conjunto.
- Asegurar el conjunto colocando el seguro de anillo o vincha (5).

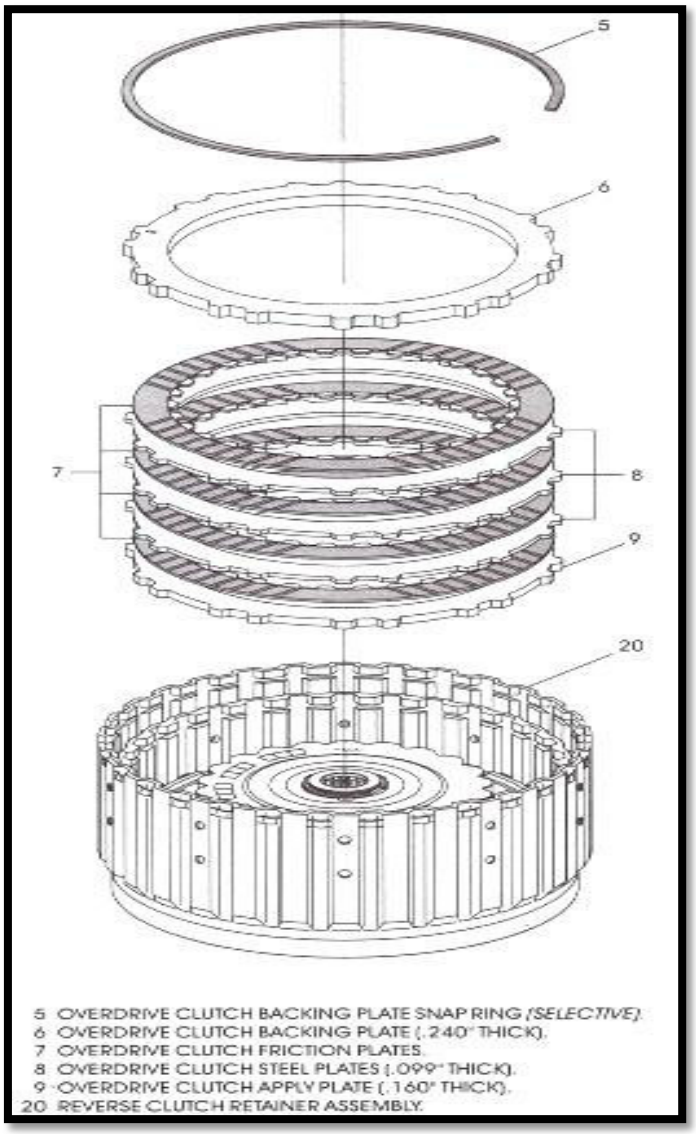


Figura 3.48 Despiece juego de discos y platos de embrague.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

Precaución: Los anillos o platos de embrague deben ser colocados de tal forma que no tapen los orificios de lubricación, los anillos están diseñados con dos dientes seguidos y un espacio en todo el rededor repitiendo de la misma

manera, estos espacios tienen que ser colocados en la base donde se encuentran los orificios de lubricación.

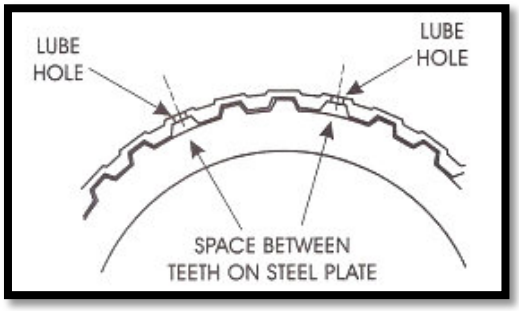


Figura 3.49 Colocación de discos de embrague y platos.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Para asegurar el tambor junto con sus anillos de embragues se necesita una herramienta especial (MD998924), (MB991629) para la caja de cambios F4A51.

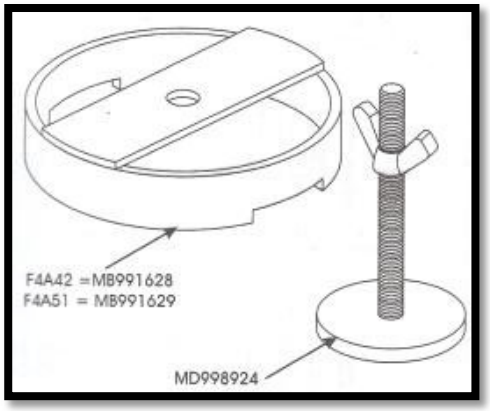


Figura 3.50 Herramienta especial MB991629.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Cuando está colocada la herramienta antes de apretar hay que tomar en cuenta que solo hay que ajustar el equivalente en altura de apriete de (1.6-1.8mm) para no dañar los discos o platos de embrague.

Figura 3.51 Apriete del conjunto de embragues.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Ahora tenemos que armar el tambor de reversa, los discos (3), y platos (4) junto con el ultimo anillo dentado (2) y el seguro de anillo (1), en la base del conjunto (20) a continuación de los que colocamos en el paso anterior.

Precaución: los discos de embrague se deben tener sumergidos en aceite hidráulico para asegurarnos tener una buena lubricación en el primer momento de funcionamiento de la caja de cambios.

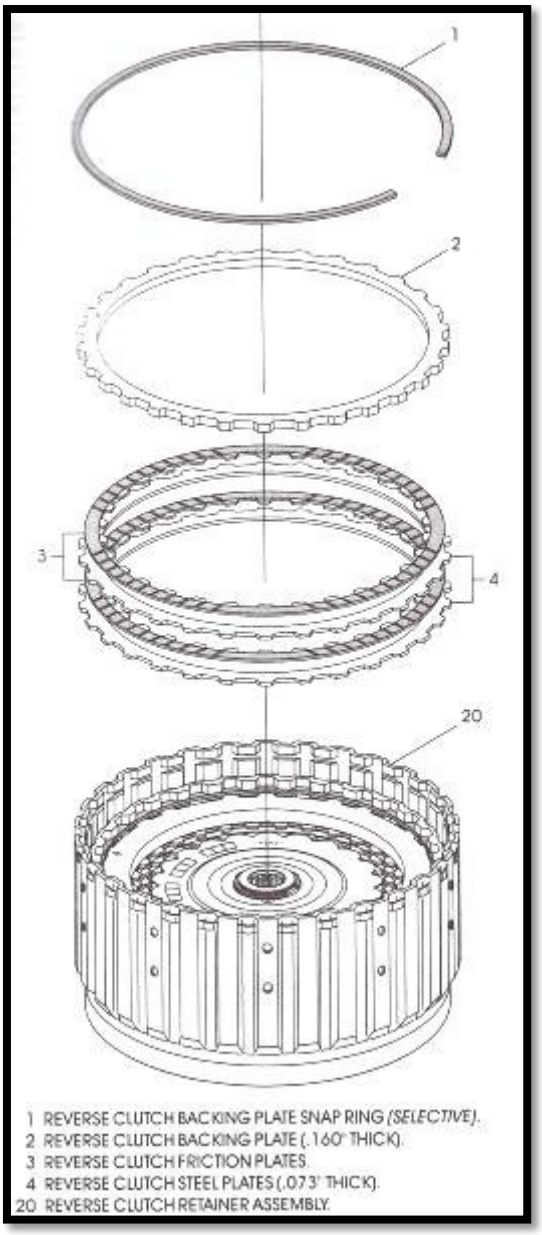


Figura 3.52 Despiece conjunto de embragues.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Después tenemos que volver a realizar el ajuste de los anillos utilizando la herramienta especial (MB998924), tenemos que tener un apriete de (1.5-1.7mm).

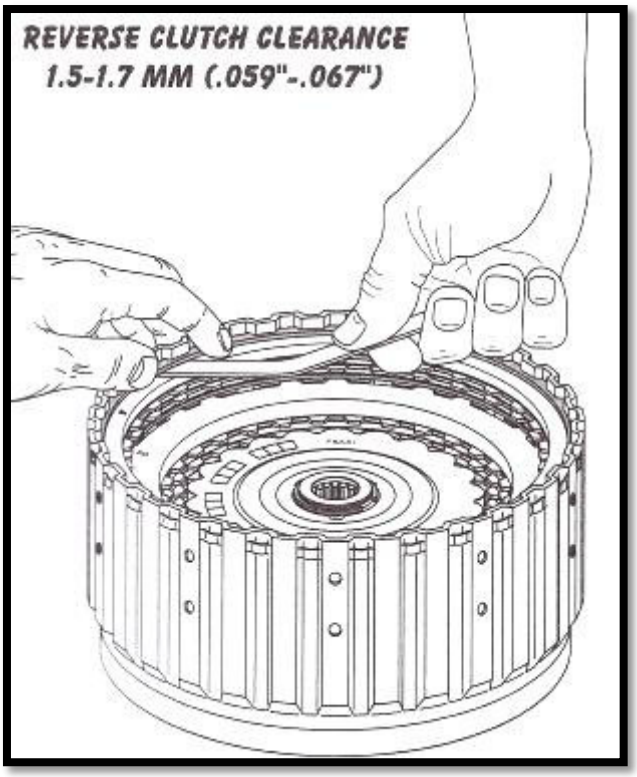


Figura 3.53 Ajuste de conjunto de embragues de reversa.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Ensamblamos el tren de engranajes con sus nuevos retenedores (1-2-4-6), colocando el cubo de embrague (5) sobre el tambor de reversa (7), luego el alojamiento del embrague de reversa y marcha directa (3).
- Colocamos sobre el tambor del conjunto de engranajes (14) el conjunto planetario exterior (13), después el retenedor (12) con el piñón central del planetario (11), sobre este se coloca el retenedor (10) con el conjunto planetario interior (9) y aseguramos con el seguro de anillo (8).

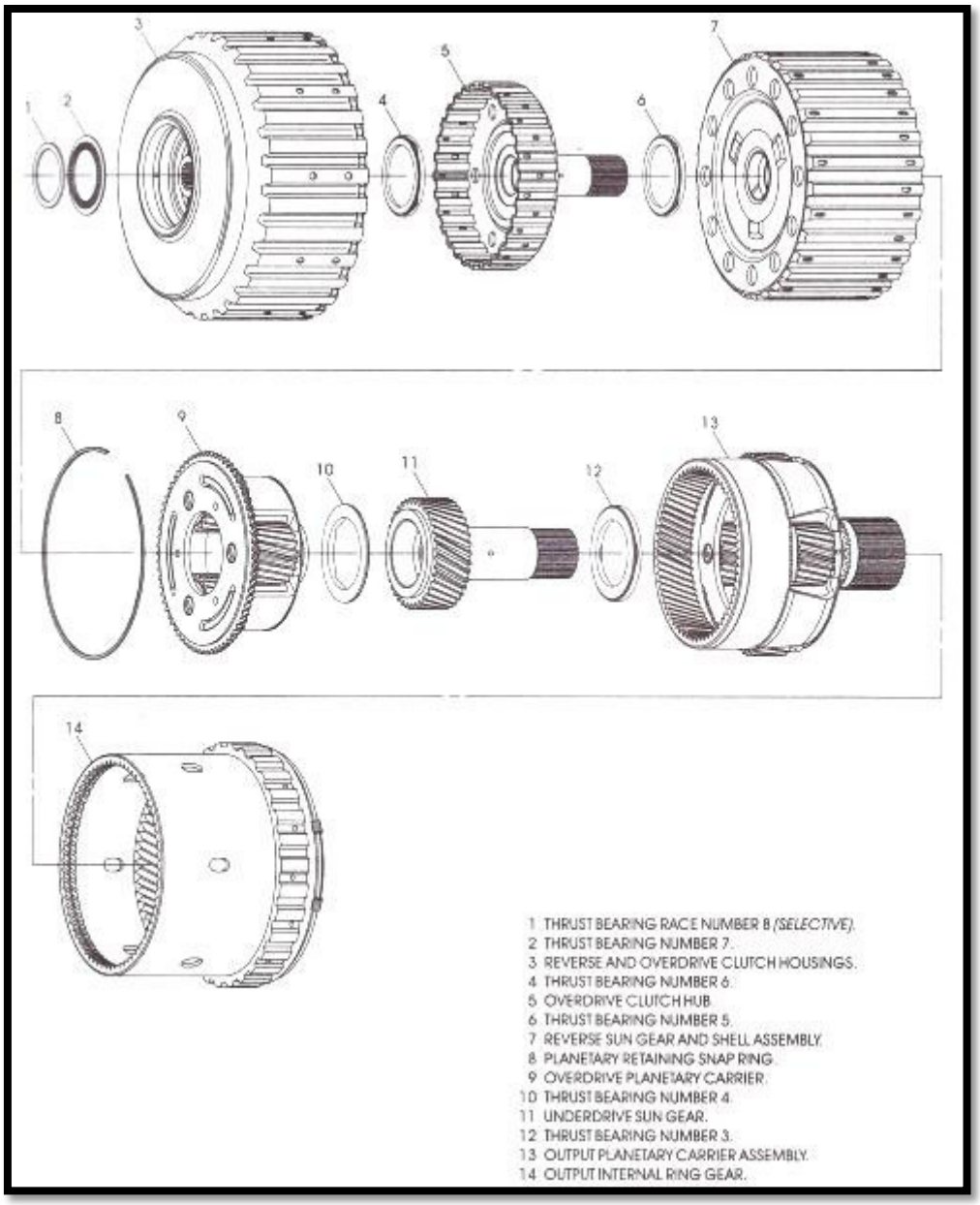


Figura 3.54 Despiece tren de engranajes 1.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- En el tambor (4) de la turbina coloque los discos (14) de embrague con los platos (13), el seguro (16), disco de apriete (15) y el retenedor (17).
- Bajo los anillos se tiene que colocar el retenedor de la turbina (5), el orín interno (6), el orin externo (7), pistón de apriete (8), el anillo con muelles (9),

el anillo balanceador (10), el pistón balanceador (11), y el seguro de anillo (12).

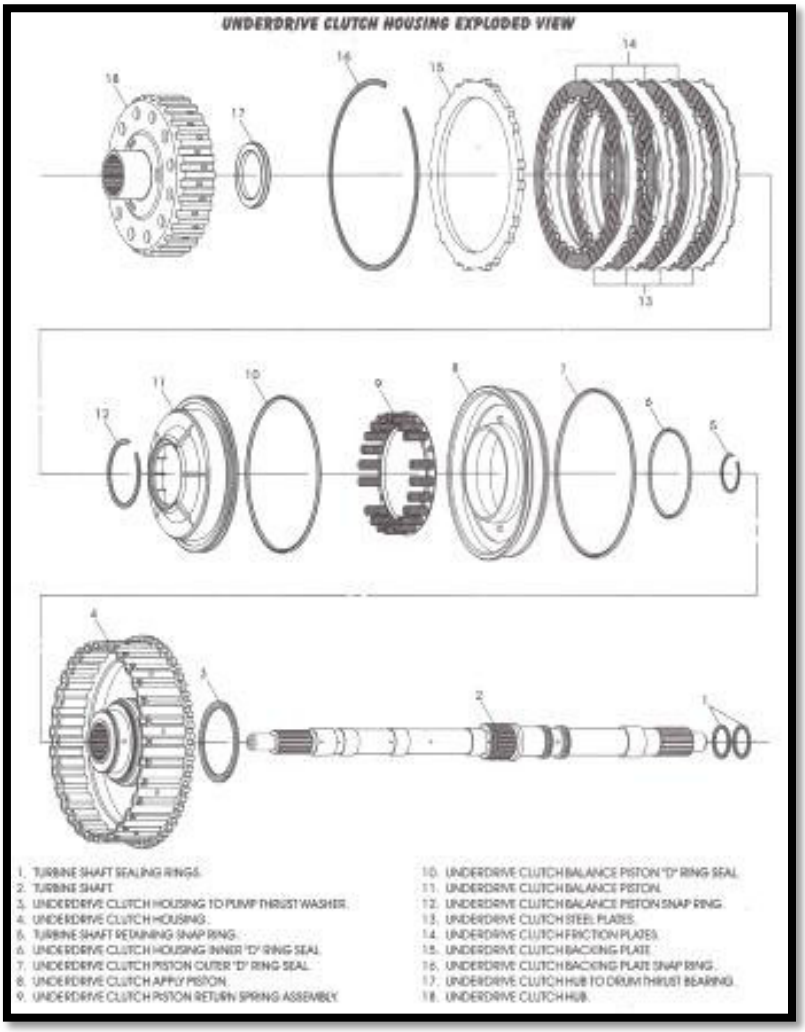


Figura 3.55 Despiece tren de engranajes 2.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Utilizando la herramienta especial (MD998924) realizar el ajuste de los anillos.

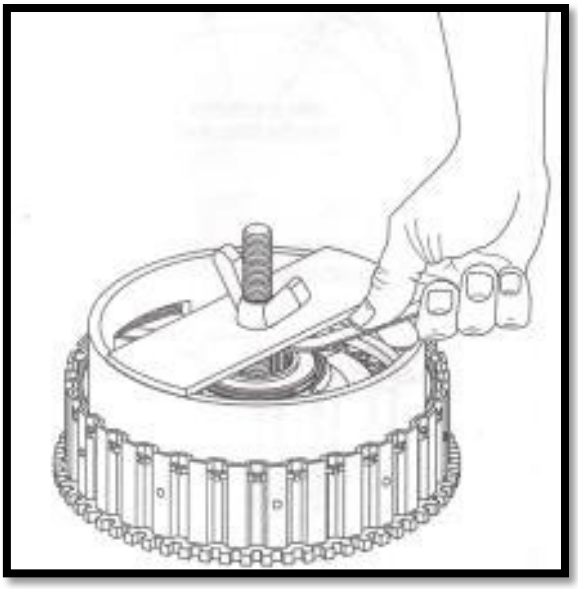


Figura 3.56 Apriete de conjunto de anillos.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocar el eje motriz (2) en posición vertical para poder colocar la turbina de embragues (4), coloque el seguro de anillo como indica en la siguiente figura:

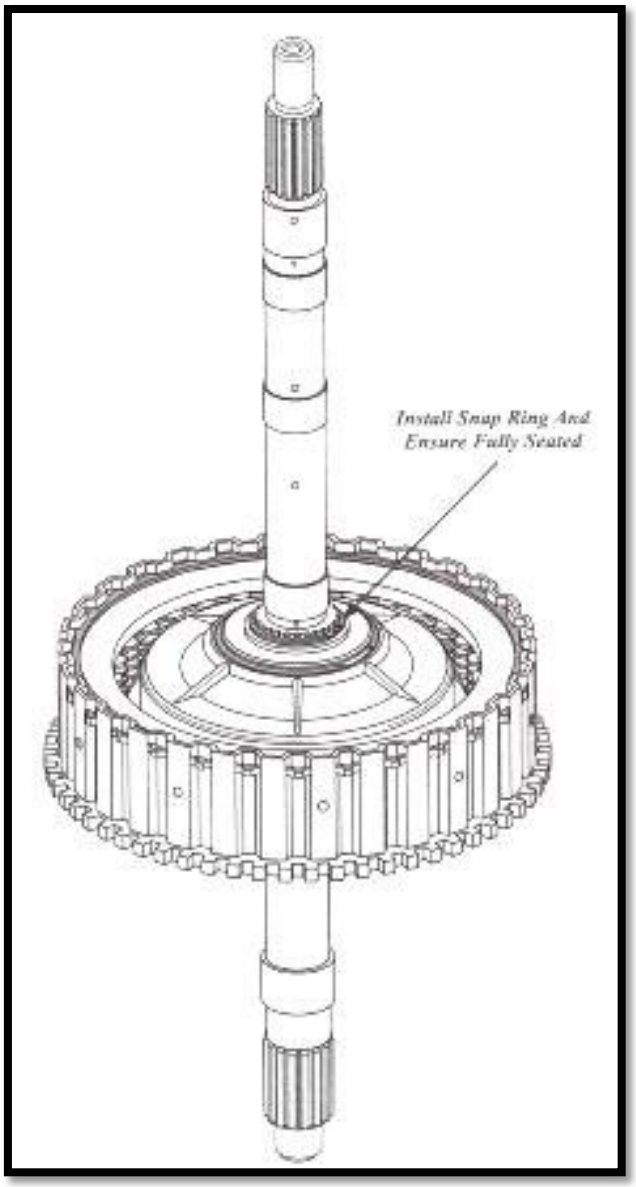


Figura 3.57 Eje motriz.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Girar el eje dando la vuelta 180°, para poder colocar los anillos retenedores (1-3).

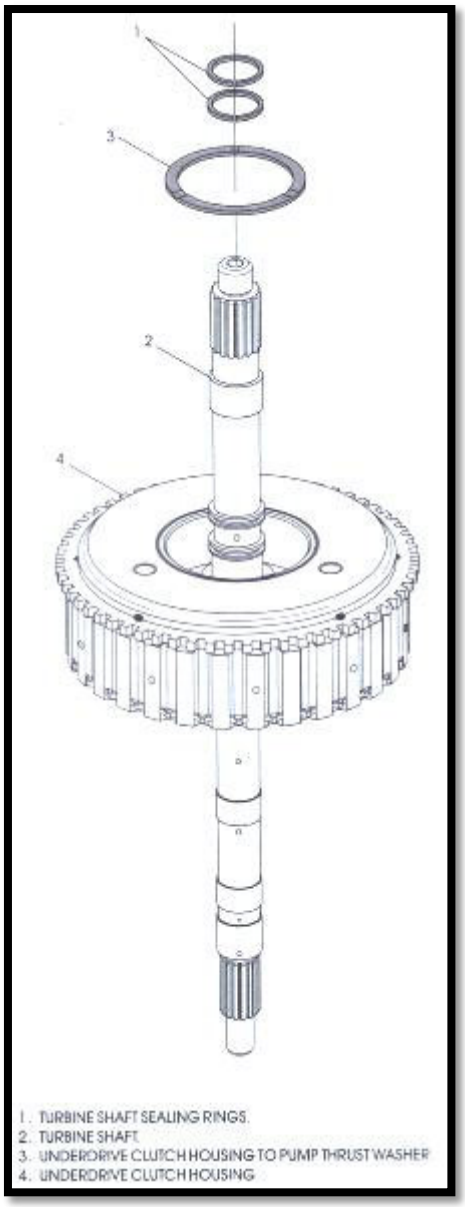


Figura 3.58 Colocación de retenedores en eje motriz.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Coloque todas las partes del conjunto diferencial sobre la mesa de trabajo para poder armarlo.
- Primero colocamos los satélite (10) y planetarios (9) con sus asientos o rodelas (11-8) respectivamente, verificando que no tengan picaduras en

sus dientes, si es así tenemos que reemplazarlos para evitar posibles ruidos, los colocamos en la base (6) asegurándolos con el pasador (5).

- Aseguramos la base de los satélites y planetarios con los 8 pernos (3) sobre el piñón motriz o corona (4), en la parte baja se coloca el rodamiento (2) y su pista (1).
- En la parte superior colocamos el otro rodamiento (2) con su pista (1), y el anillo metálico (12).

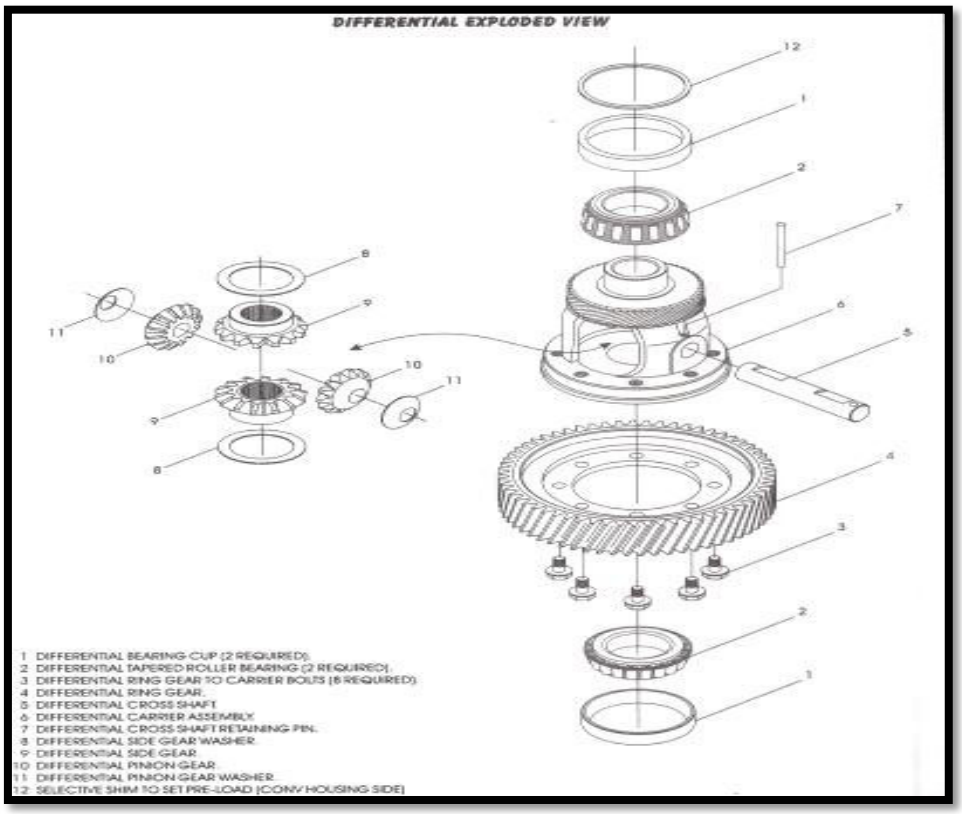


Figura 3.59 Cono - corona y satélite - planetarios.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Para poder remover los rodamientos anteriores nos podemos ayudar con la siguiente herramienta:

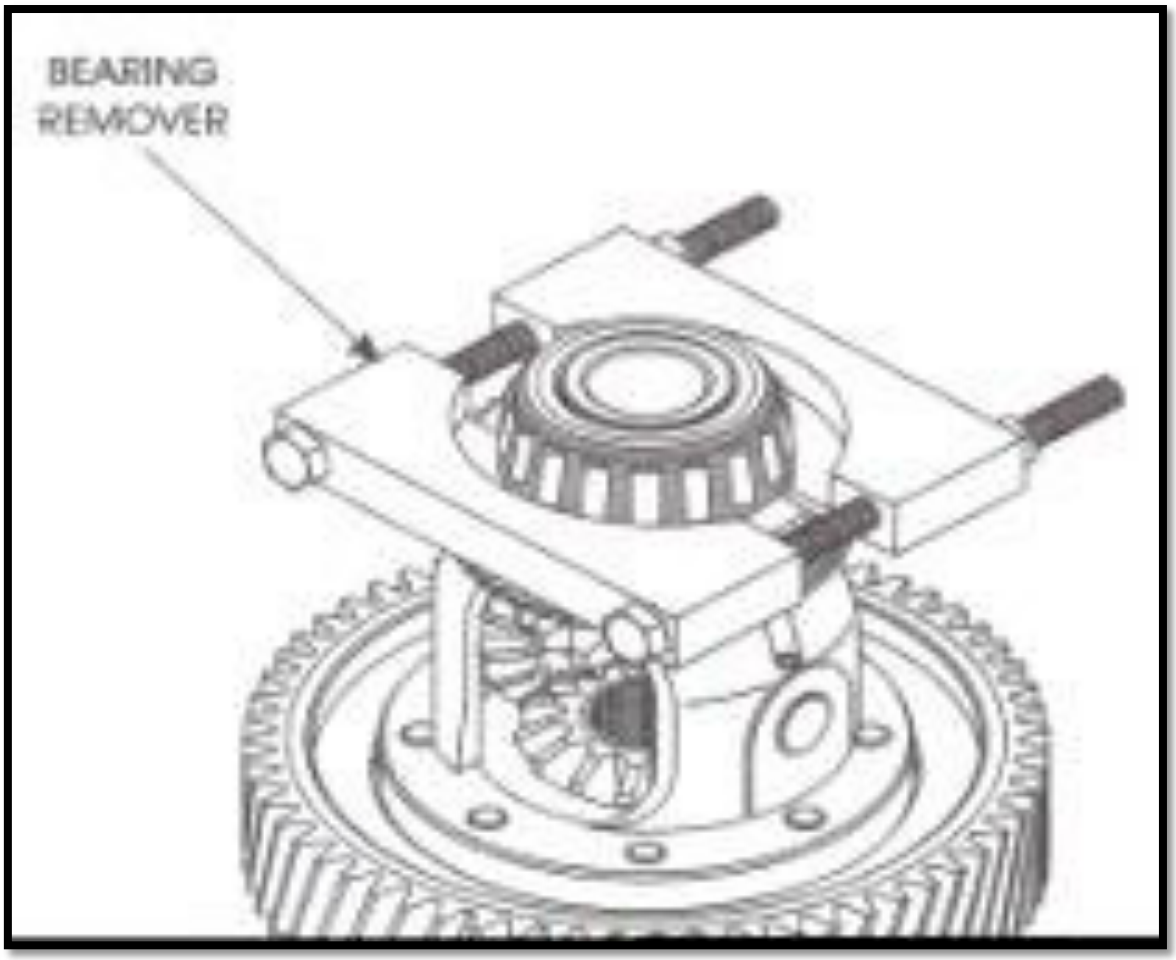


Figura 3.60 Herramienta especial para colocar rodamientos.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

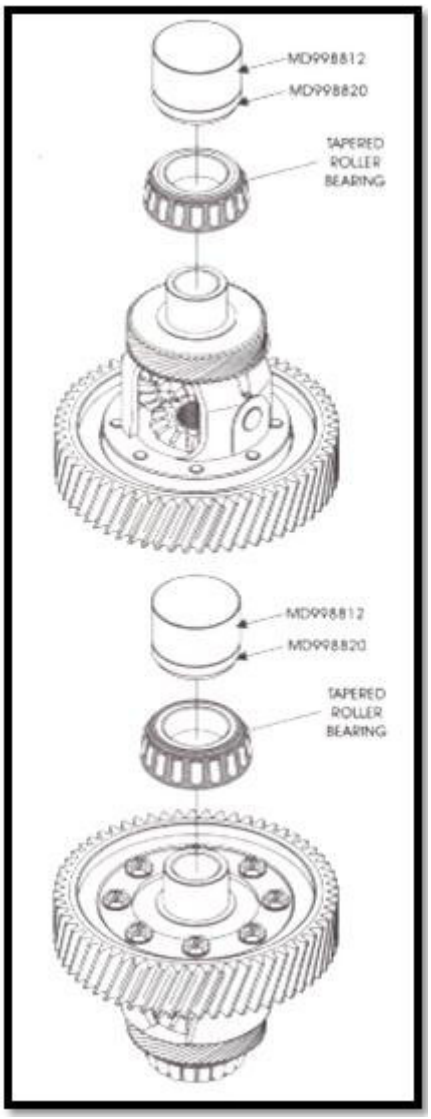


Figura 3.61 Colocación de rodamiento cono y corona.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Y para colocar los nuevos necesitamos la herramienta (MD998812).
- Utilizando un reloj palpador tenemos que asegurarnos que el juego de los satélites y planetarios tengan lo indicado (.025-.150mm).

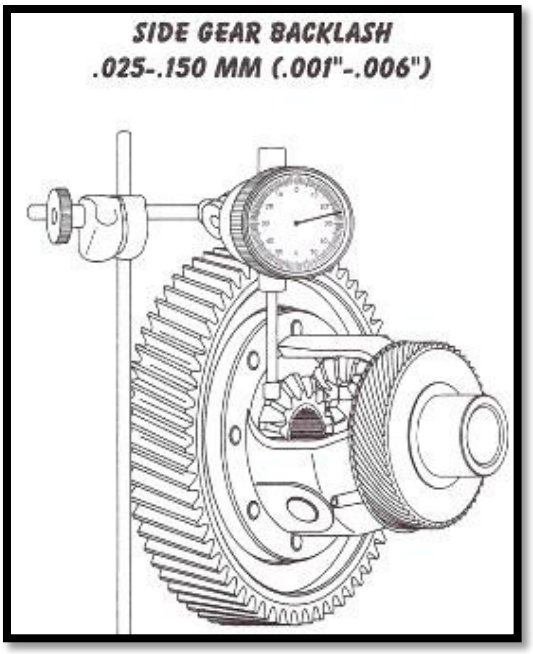


Figura 3.62 Medición juego de satélites y planetarios.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Luego tenemos que apretar los pernos de corona según lo que nos indica el fabricante (135NW).

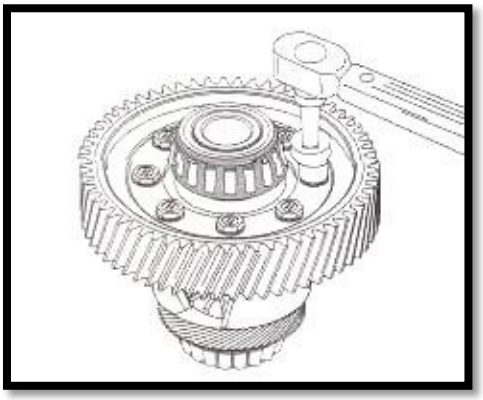


Figura 3.63 Apriete de pernos corona.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Luego tomamos todas las partes de la bomba de aceite para su ensamblaje.

- Colocamos el retenedor de aceite (1) en la tapa (11) de la bomba de aceite y el orín (2) en el borde.
- Giramos la bomba y colocamos en el centro el bocín (3) por donde pasa el eje.
- Colocamos el piñón exterior (5) y el interior (6) para asentar todo el conjunto sobre la tapa de la bomba (7).

Precaución: al colocar los piñones (5-6) sobre el cuerpo de la bomba (4) se deben fijar en la marca que llevan los dos piñones para colocarlos en la posición correcta, las marcas deben coincidir al colocarlos.

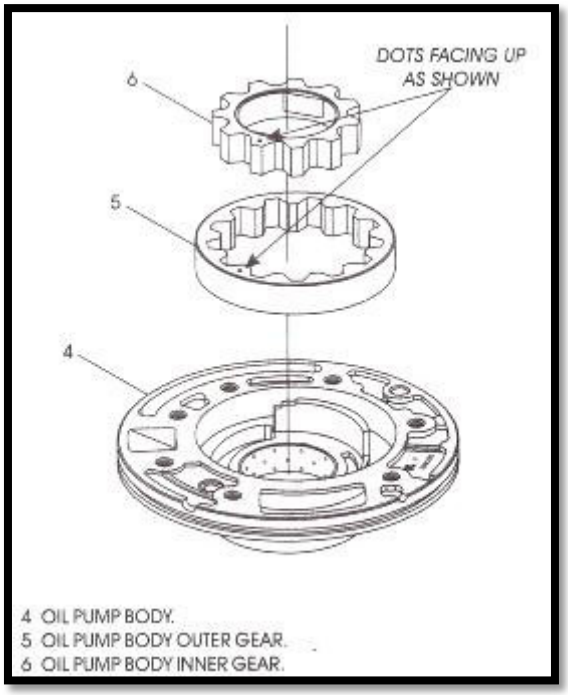


Figura 3.64 Piñones internos de bomba de aceite.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Aseguramos la bomba con los 7 pernos (8), los anillos (9) y el empaque de la bomba (10).

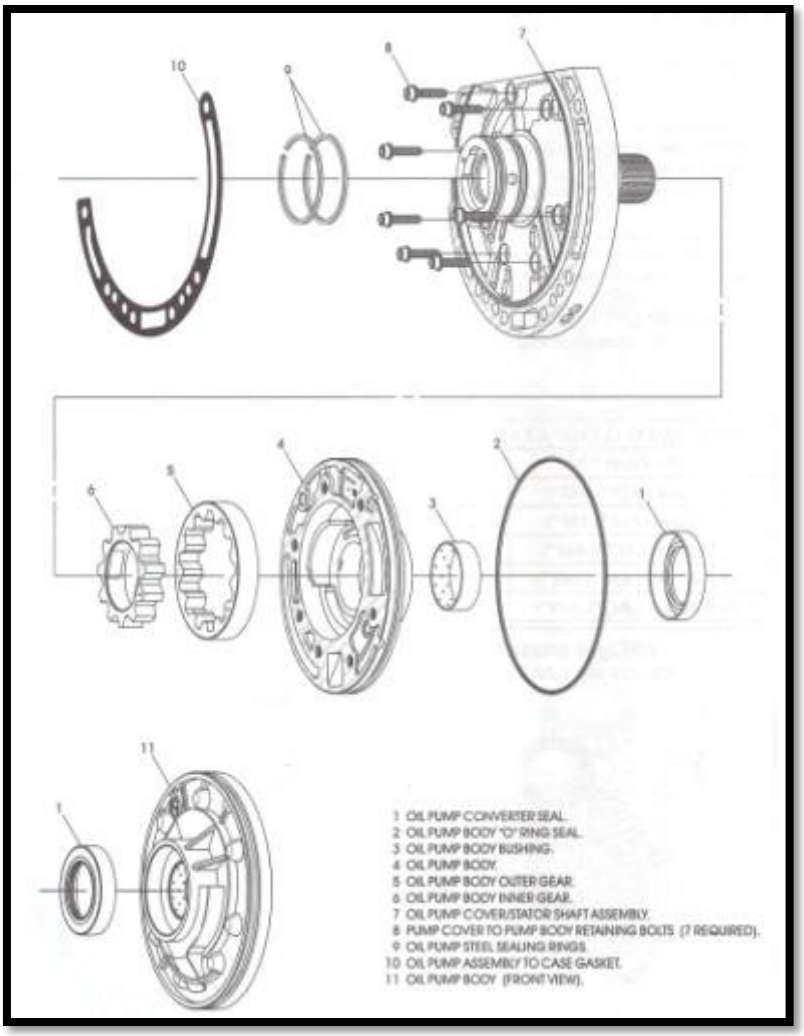


Figura 3.65 Despiece bomba de aceite.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Para alinear las dos carcasas de la bomba (7-4) se utiliza la siguiente herramienta (aliñadora de bombas).

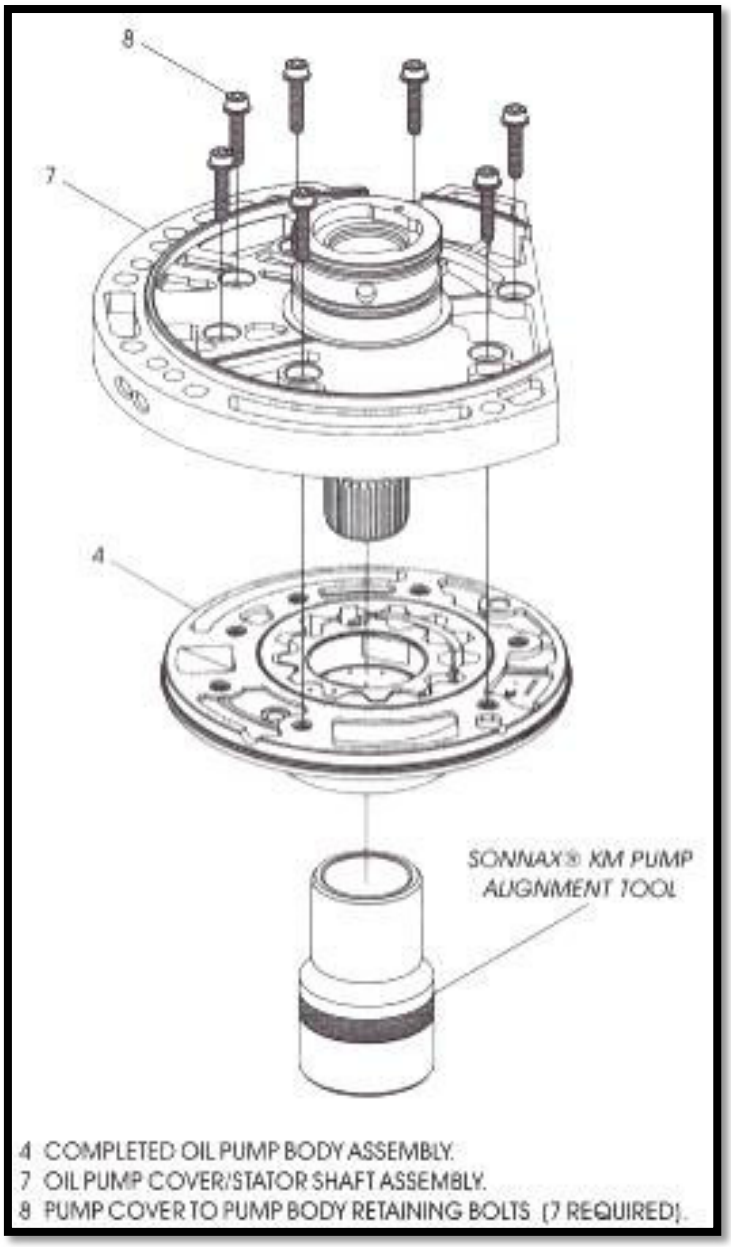


Figura 3.66 Ensamblaje de bomba de aceite con herramienta especial.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

Luego tenemos que torquear los pernos de la bomba según lo que nos indica el fabricante (85lb).

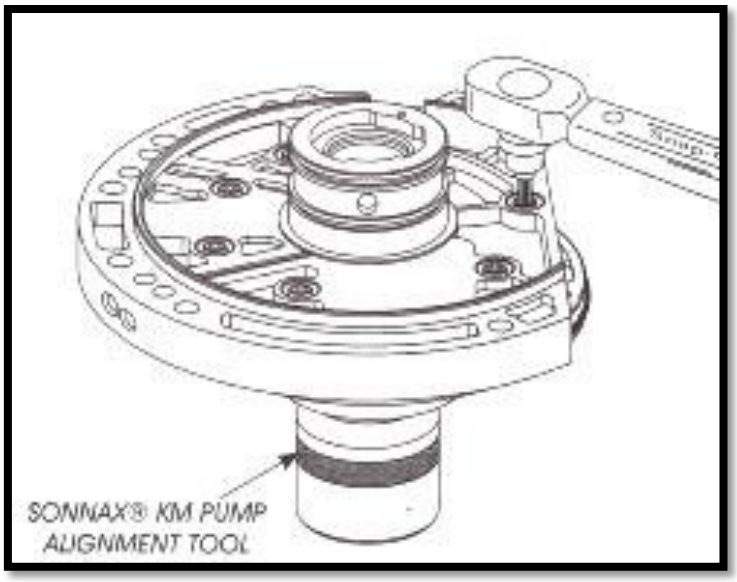


Figura 3.67 Forma de ajustar los pernos de bomba de aceite.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocamos el cuerpo de válvulas en un recipiente en el cual se pueda limpiar la suciedad y eliminar impurezas con líquido limpiador y con abundante aire por los conductos.
- Colocamos en el cuerpo de válvulas, todas las válvulas con sus muelles y seguros.

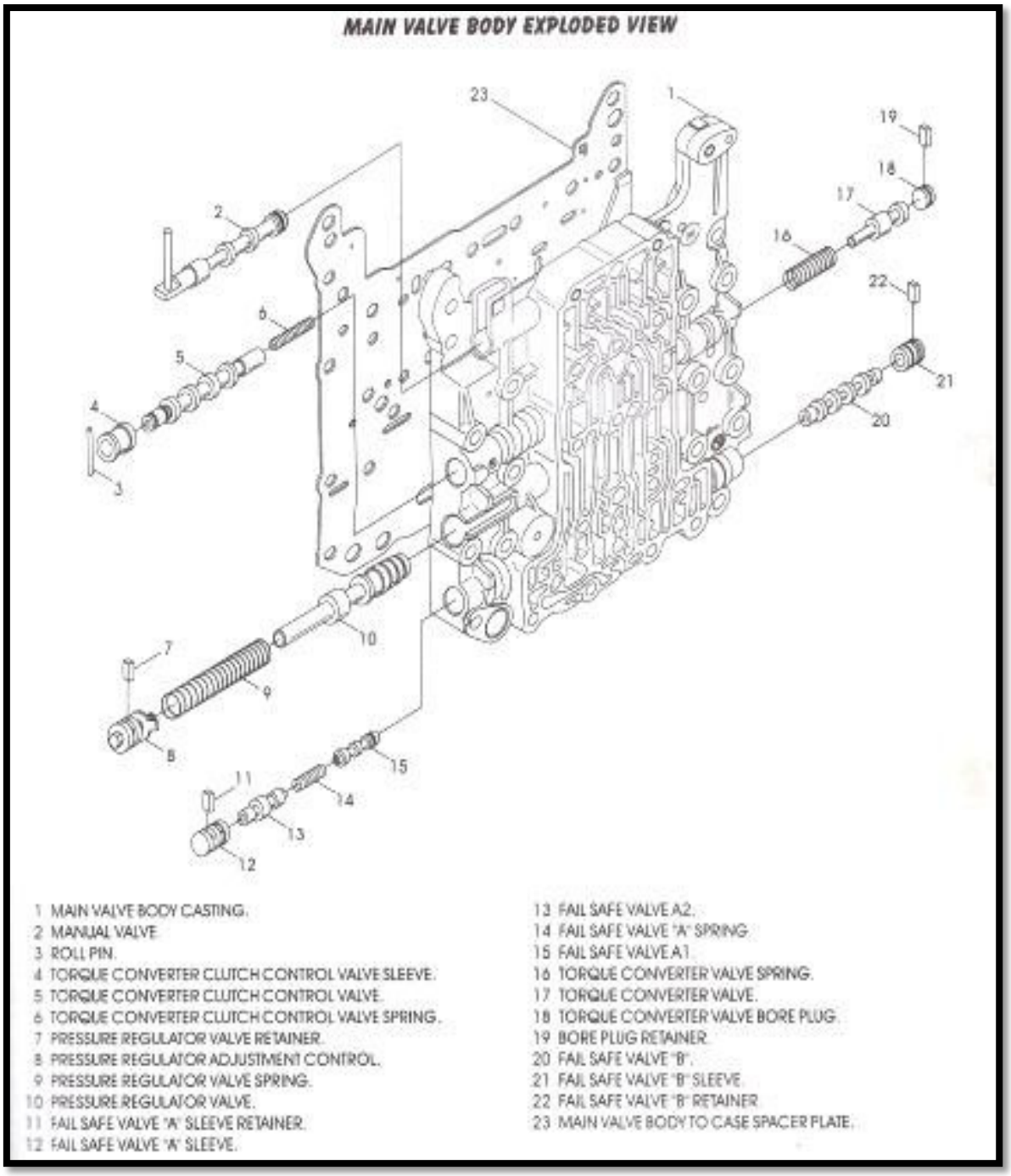


Figura 3.68 Cuerpo de válvulas.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

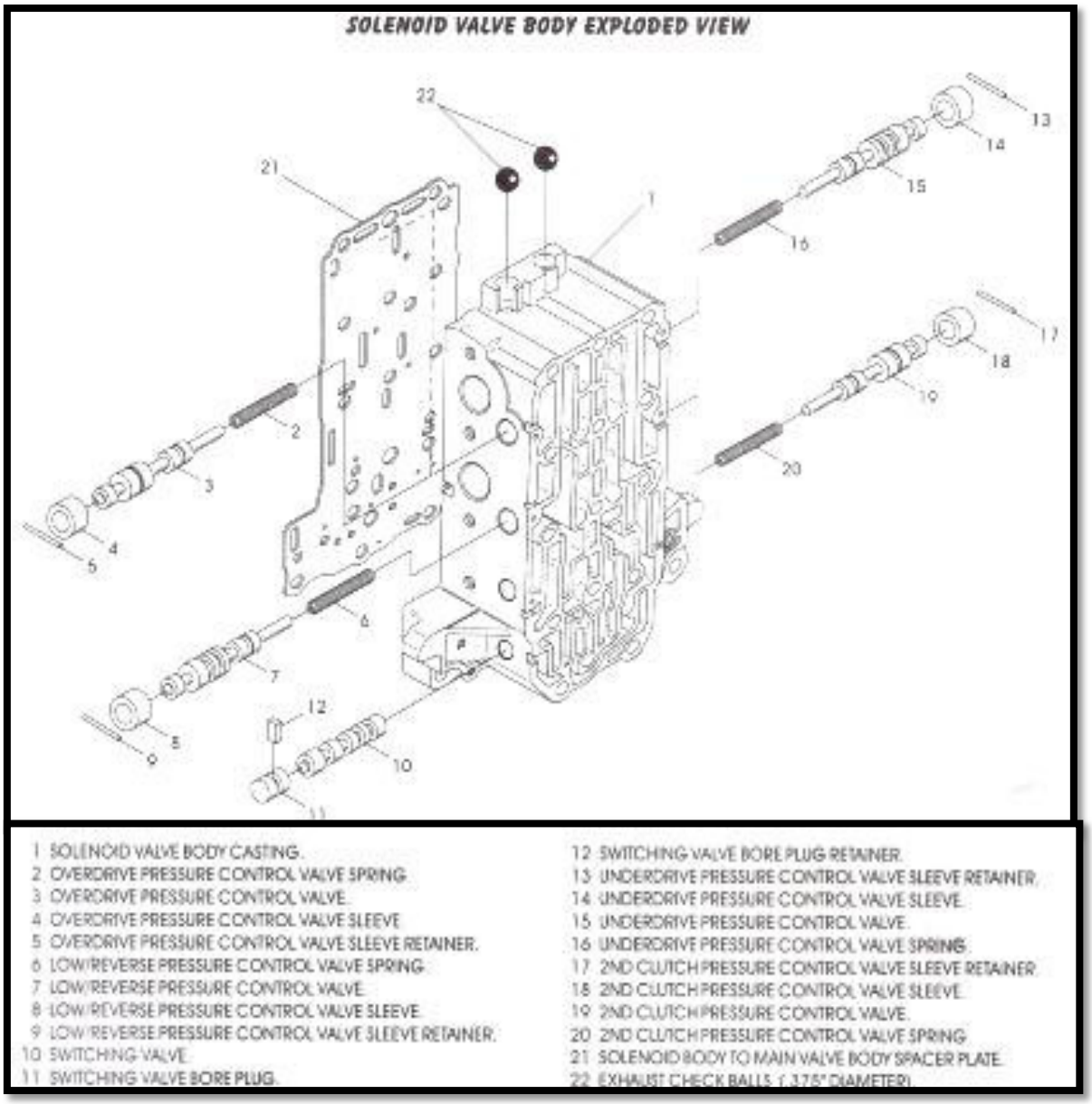


Figura 3.69 Despiece cuerpo de válvulas.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

Precaución: no tenemos que olvidarnos de colocar las esferas metálicas con sus muelles en la posición que nos indican las figuras. Y el retenedor con su muelle.

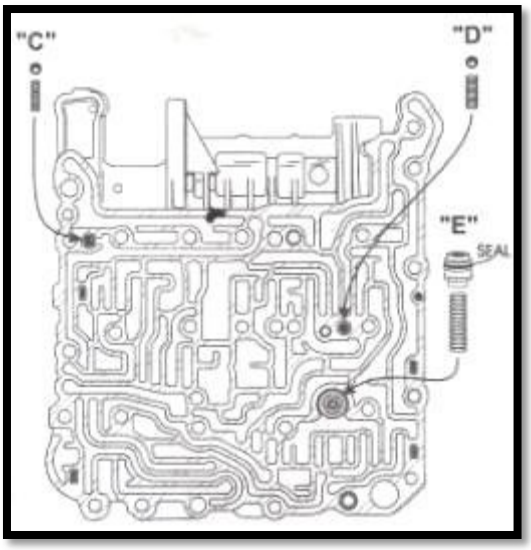


Figura 3.70 Posición esferas metálicas del cuerpo de válvlas 1.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

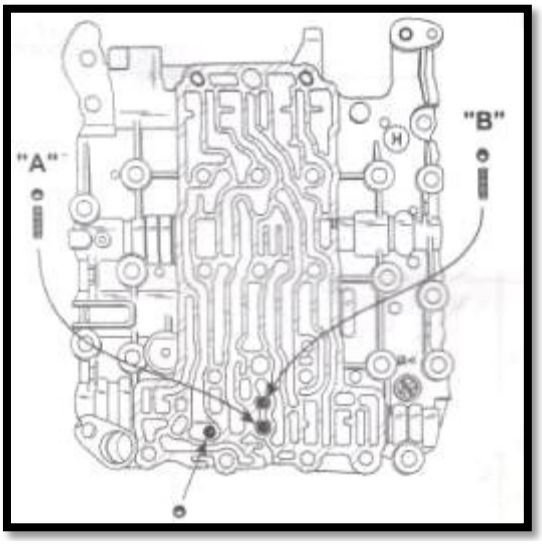


Figura 3.71 Posición esferas metálicas del cuerpo de válvulas 1.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocamos los solenoides de 3.6 ohms, en el cuerpo de válvulas.
- Solenoides para aumentar la marcha (1), solenoides para disminuir la marcha (3), solenoides para reversa (2), solenoide del módulo de control

(5), solenoide del segundo embrague (4), cuerpo de válvulas superior (7) y su tapa (6).

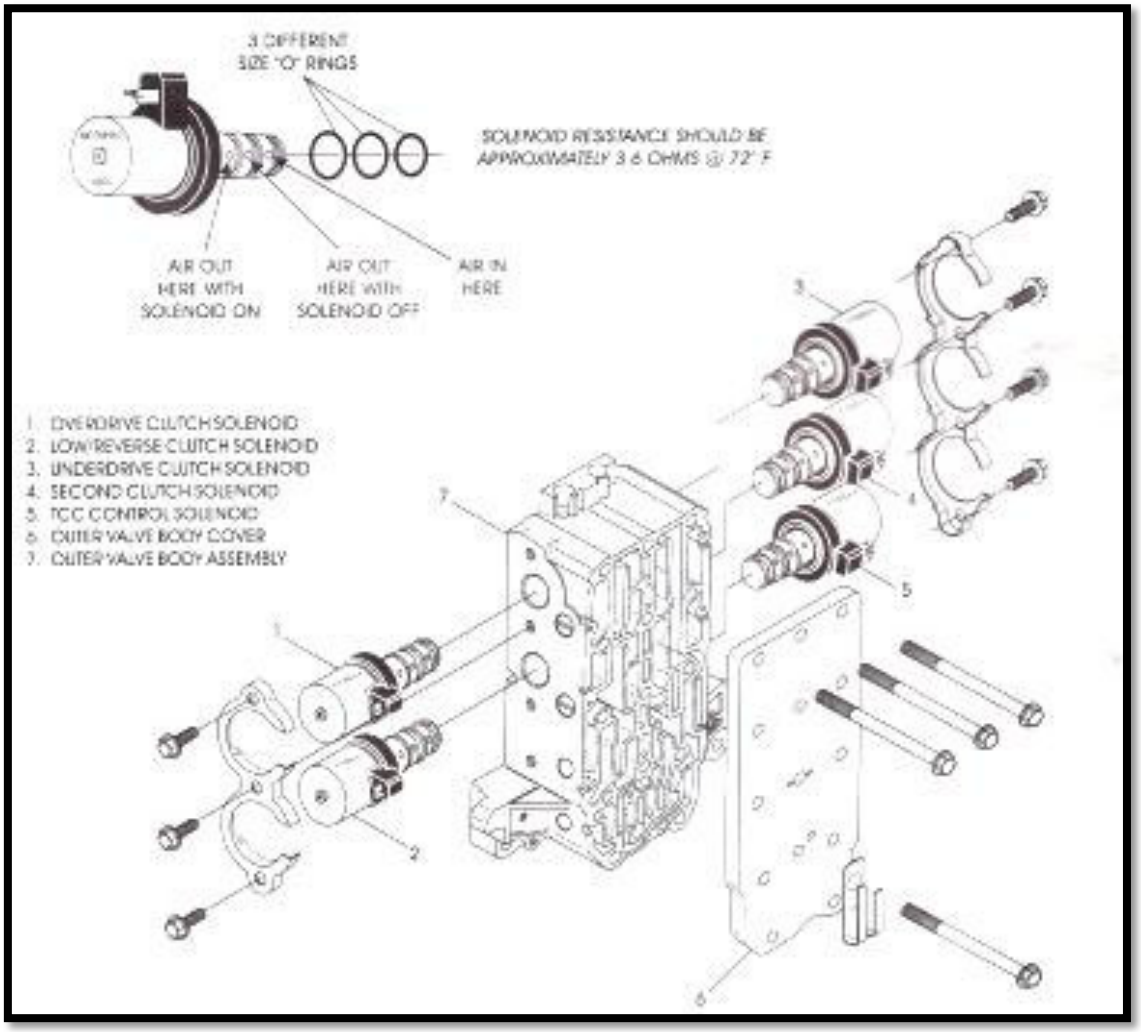


Figura 3.72 Solenoides del cuerpo de válvulas.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Unimos las dos partes del cuerpo de válvulas y colocamos los pernos que tienen la letra ¨E¨ en la cabeza.
- Colocamos las dos esferas metálicas en él un costado del cuerpo de válvulas (diámetro de las esferas .375¨).

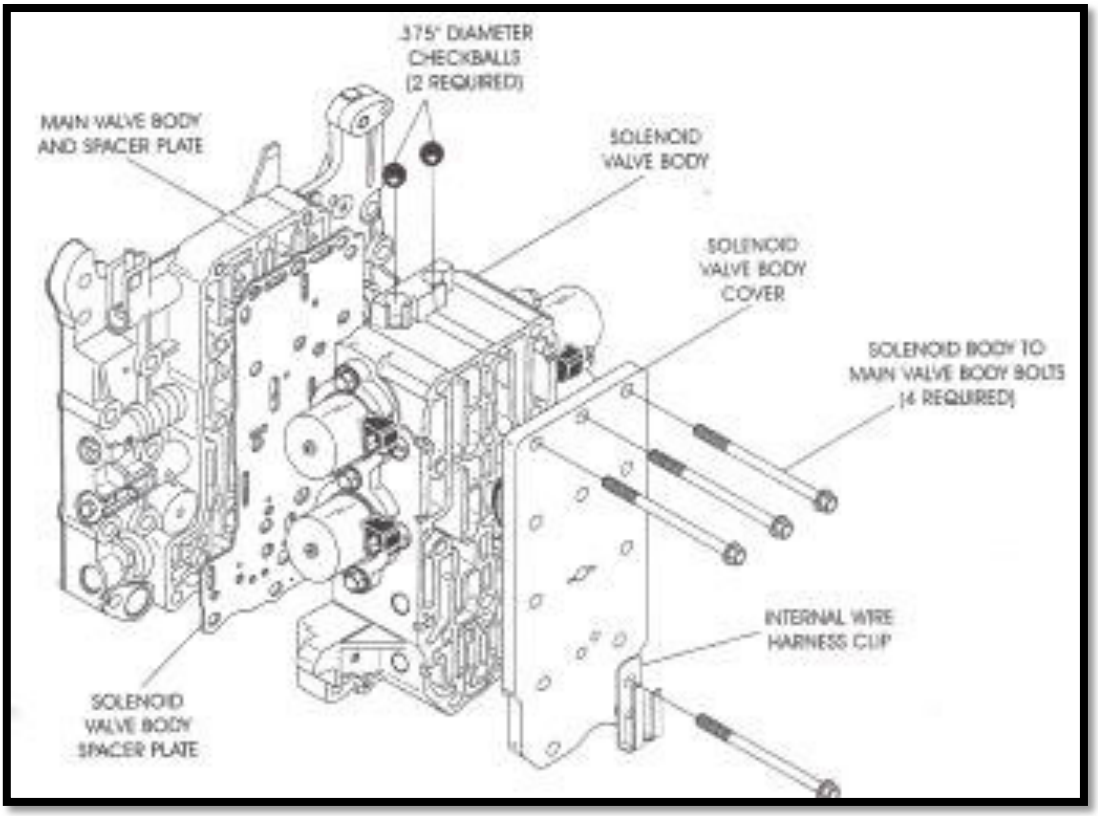


Figura 3.73 Emsamble del cuerpo de válvulas.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

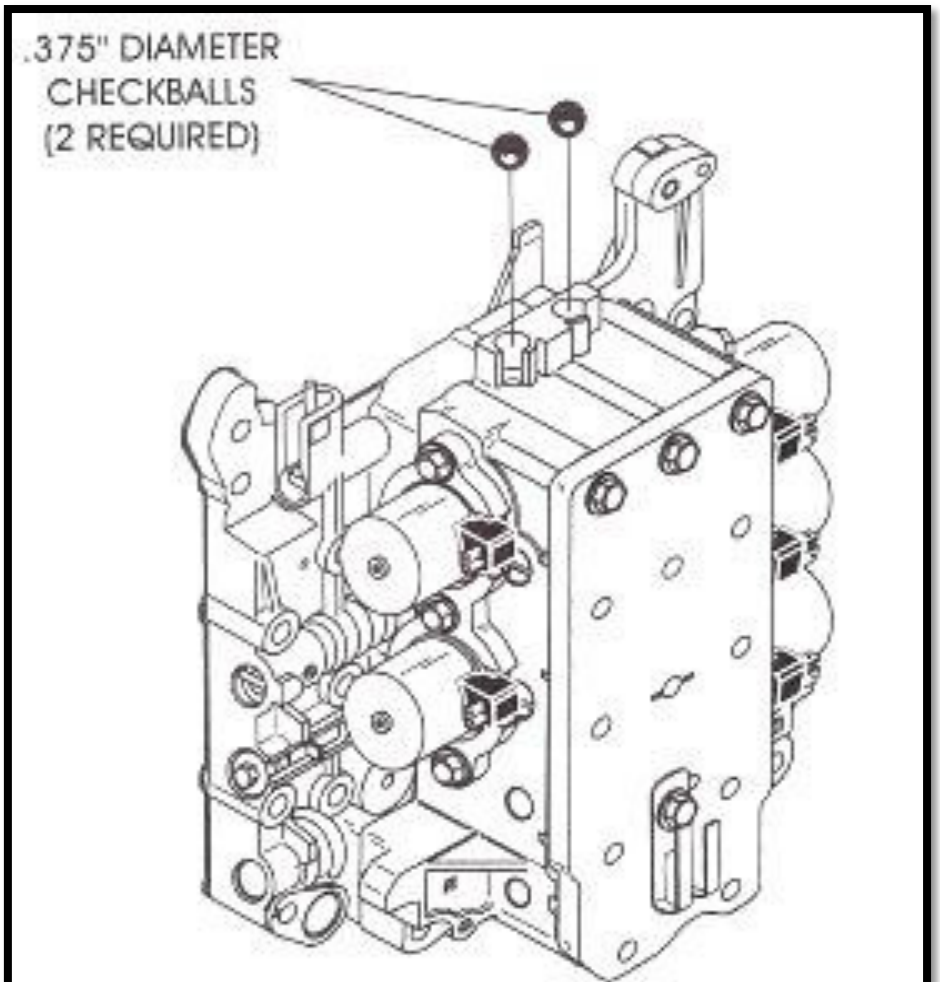


Figura 3.74 Ubicación esferas metálicas del cuerpo de válvulas.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocamos la carcasa de la caja de cambios de costado para poder colocar el piñón de transferencia con el soporte asegurándolo con los 4 pernos.

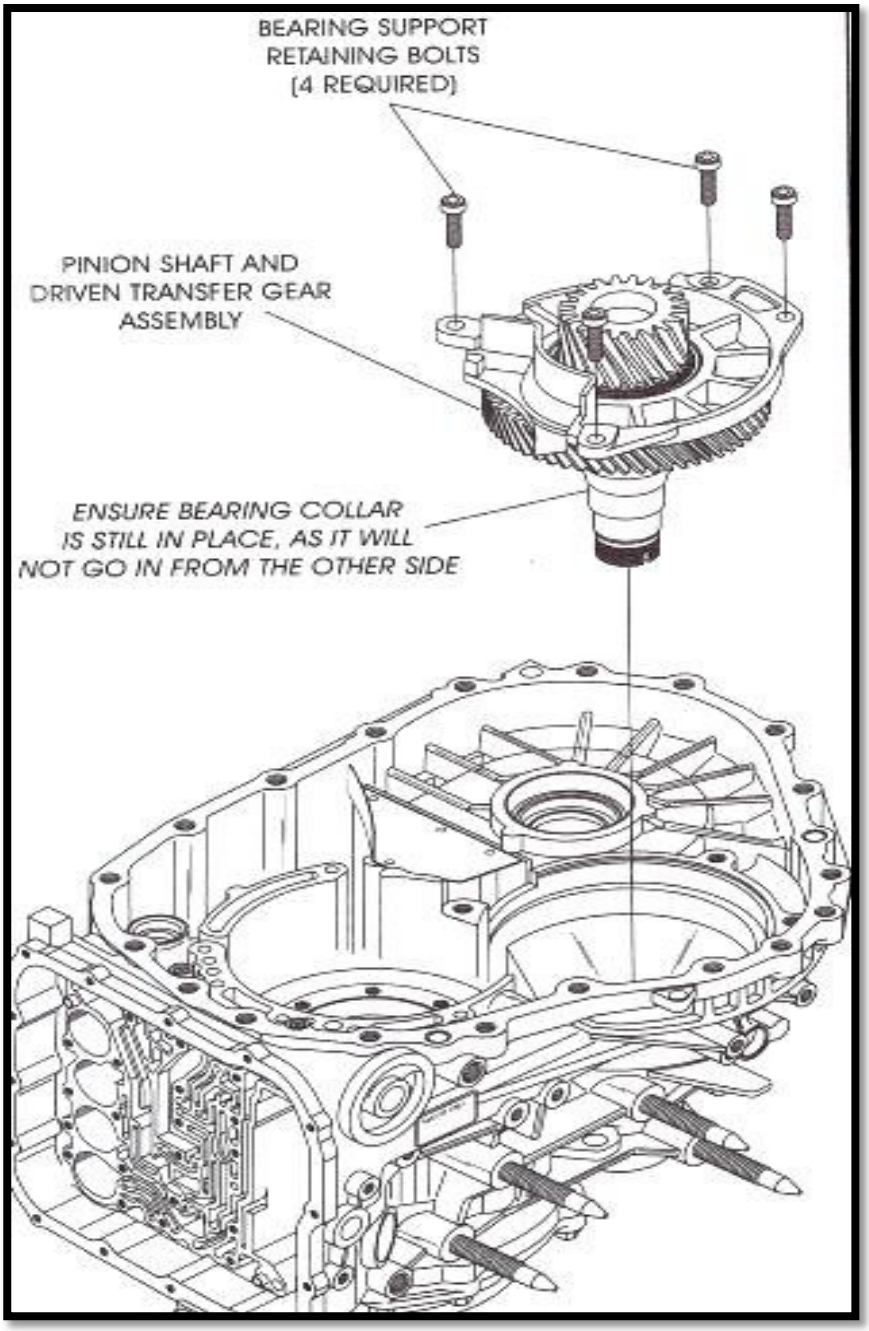
- 

Figura 3.75 Colocación del piñón de transferencia.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Asegure con la llave Allen (24mm).

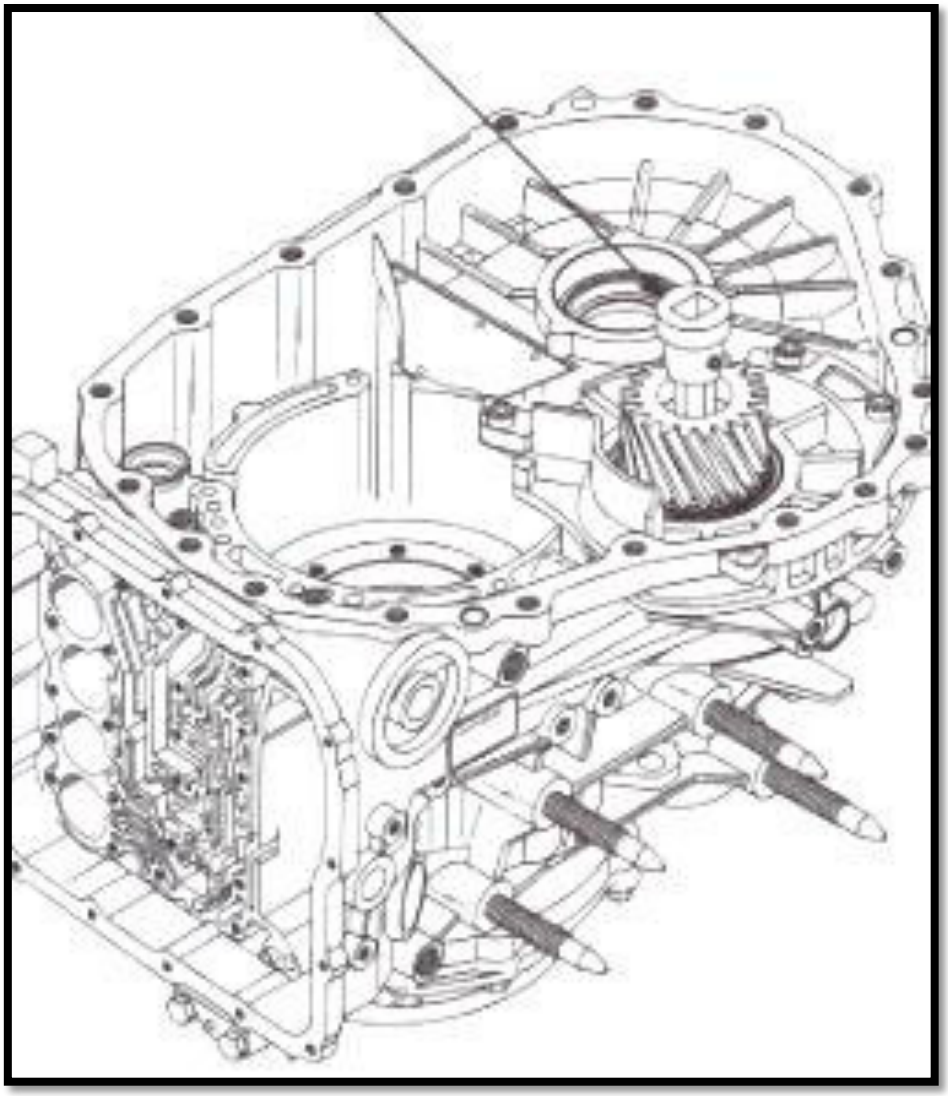


Figura 3.76 Llave Allen 24 mm.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

Coloque el piñón de transferencia y asegure con los 4 pernos con un torque de (25 lb).

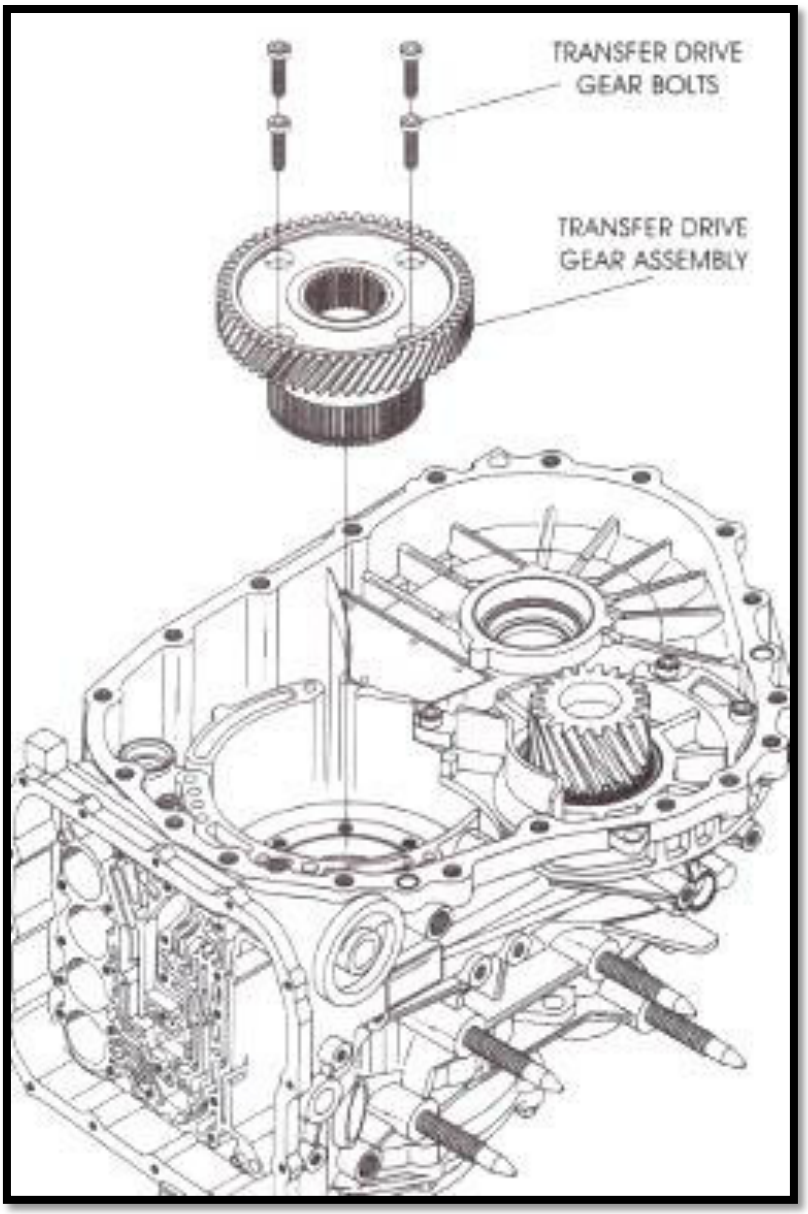


Figura 3.77 Colocación de pernos del piñón de tranferencia.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

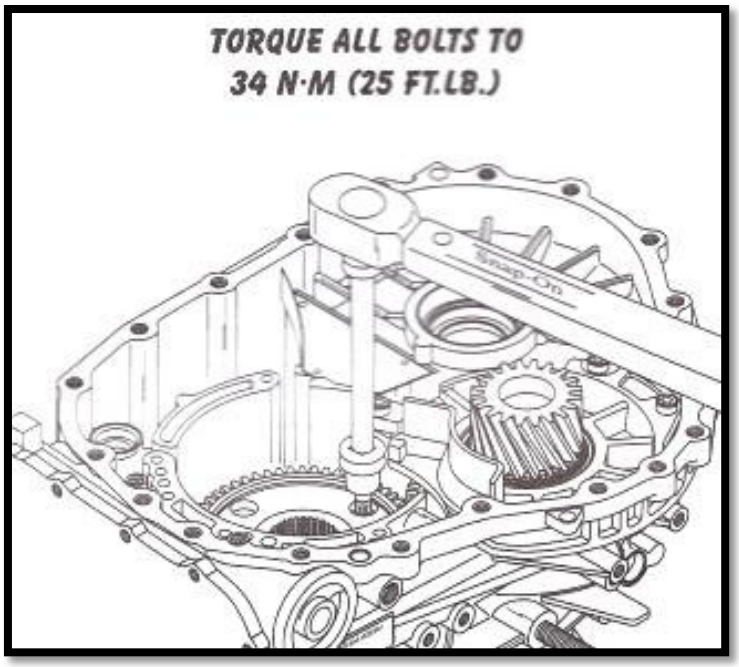


Figura 3.78 Apriete de pernos del piñón de transferencia.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Coloque el pasador con la palanca de parqueo y el muelle en la parte interna de la carcasa de la caja de cambios.

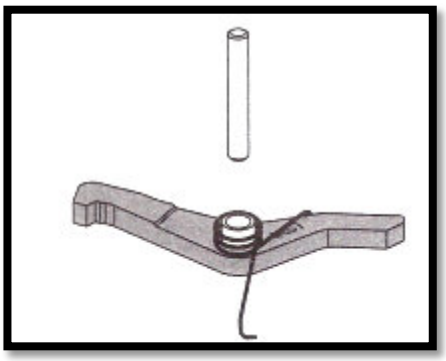


Figura 3.79 Palanca de parqueo con pasador y muelle.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

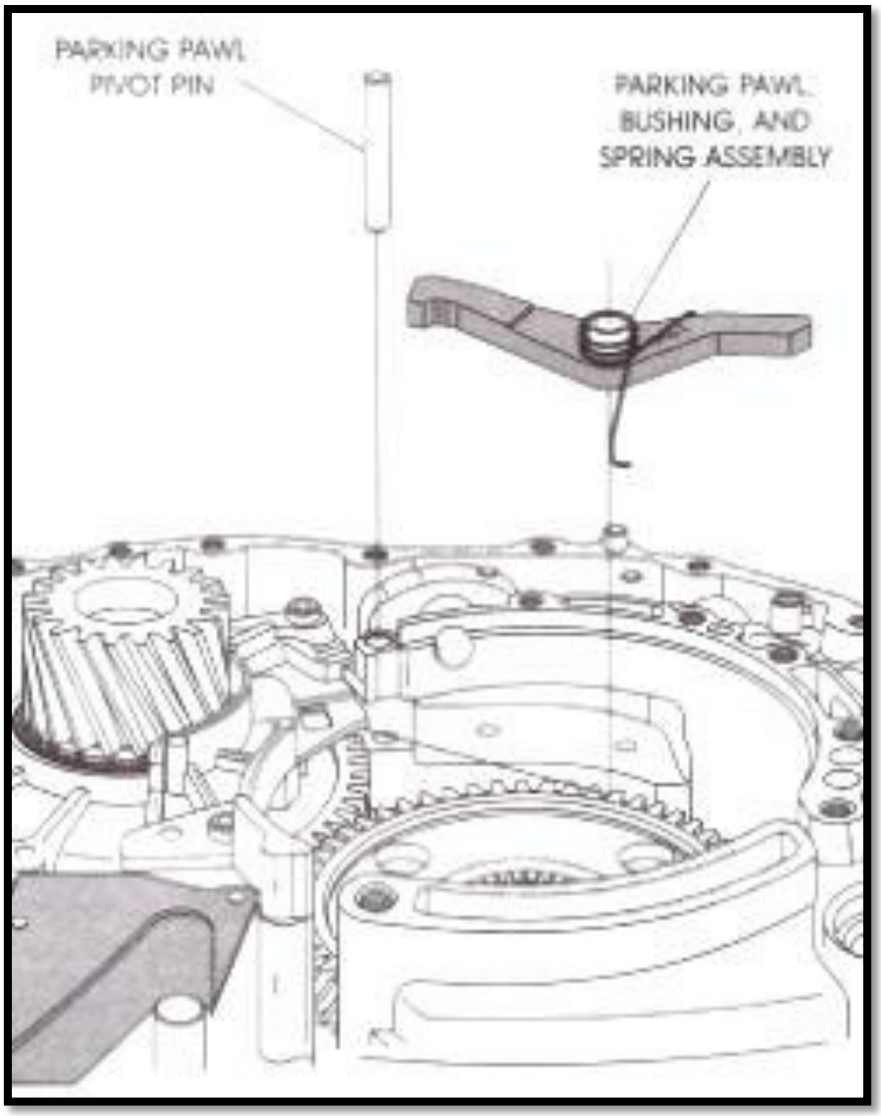


Figura 3.80 Colocación de la palanca de parqueo.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Coloque el soporte de la palanca de parqueo con sus dos pasadores.

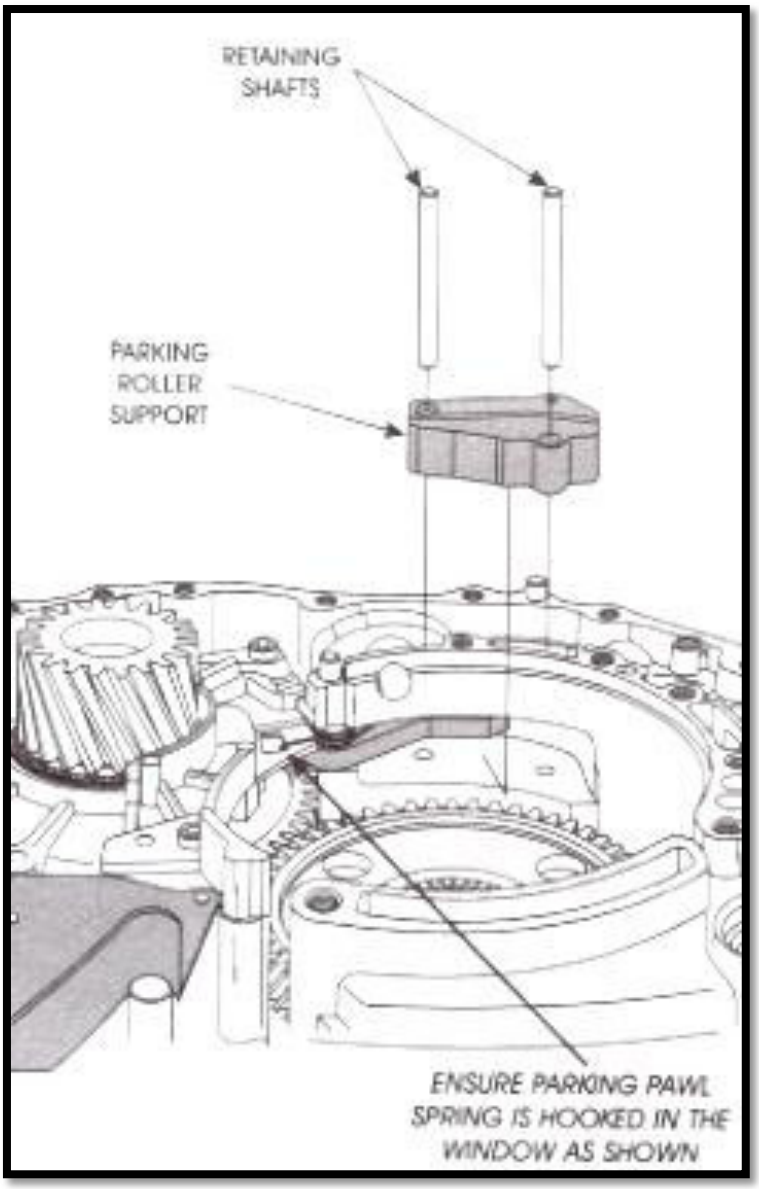


Figura 3.81 Colocación soporte de palanca de parqueo.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Coloque el retenedor dentado en el centro por donde pasa el eje motriz tomando en cuenta la posición.

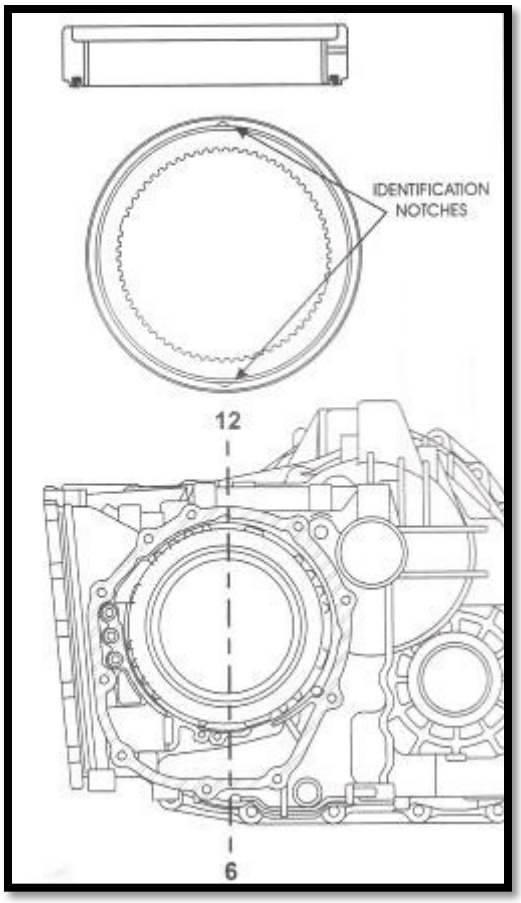


Figura 3.82 Retenedor del eje motriz.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Coloque el pistón del embrague de reversa (72), el anillo espiral (71), el retenedor metálico (70), el retenedor interno (69), el anillo dentado (68), y el seguro (67).

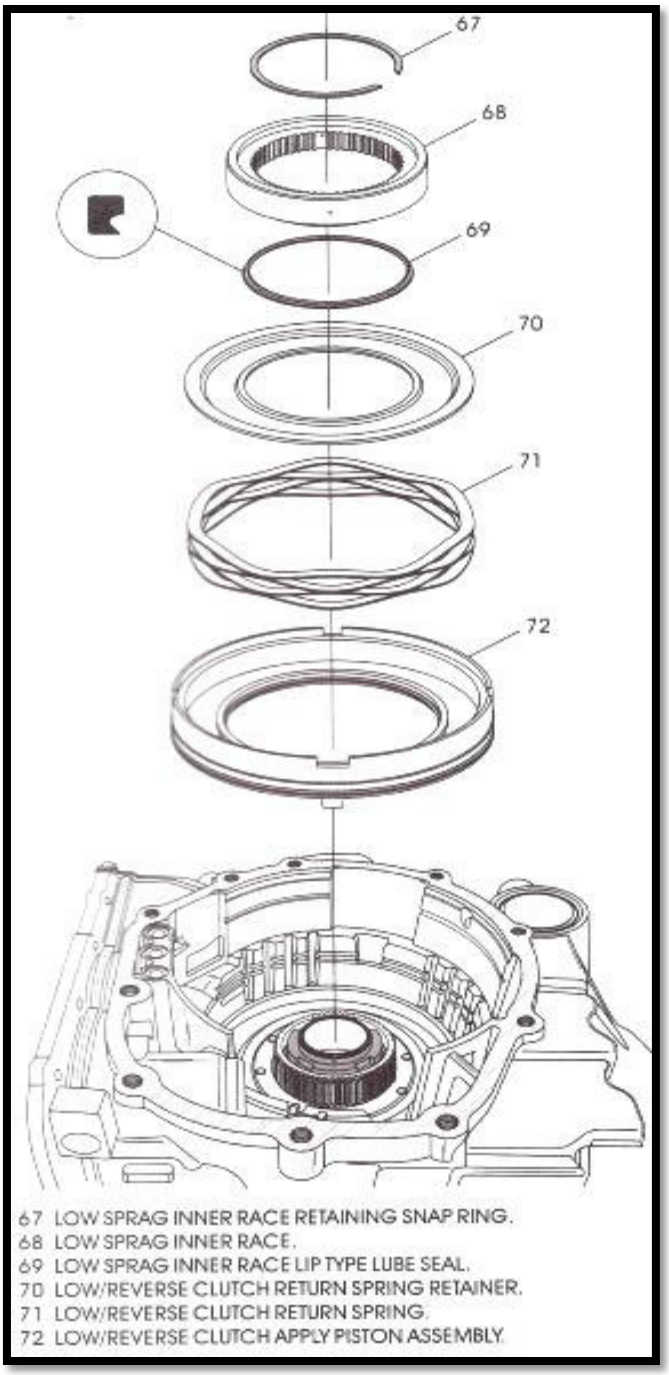


Figura 3.83 Despiece retenedores base eje central.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Coloque el anillo irregular de reversa (65), el anillo de presión de reversa (64), los platos de embregue de reversa (66), los discos de embrague de

reversa (63), el seguro de anillo (62), el anillo de presión (61), y el seguro de anillo (60).

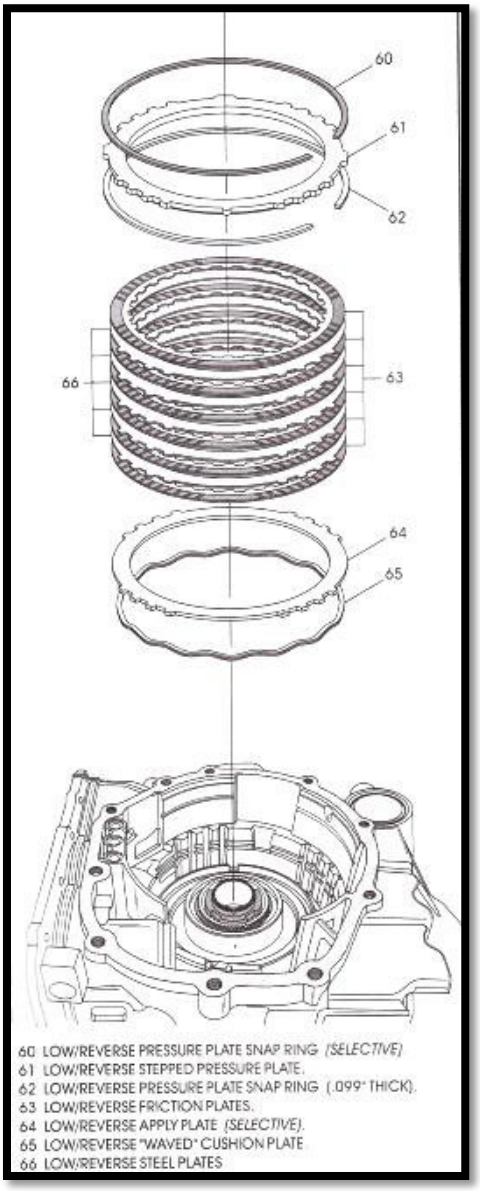


Figura 3.84 Despiece conjunto de embrague de reversa.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Coloque el conjunto del segundo embrague.

- Coloque los discos de embrague (59), los platos de embrague (57), el anillo selector (56), el anillo ondulado (55), el pistón (51), y el seguro de anillo (50).

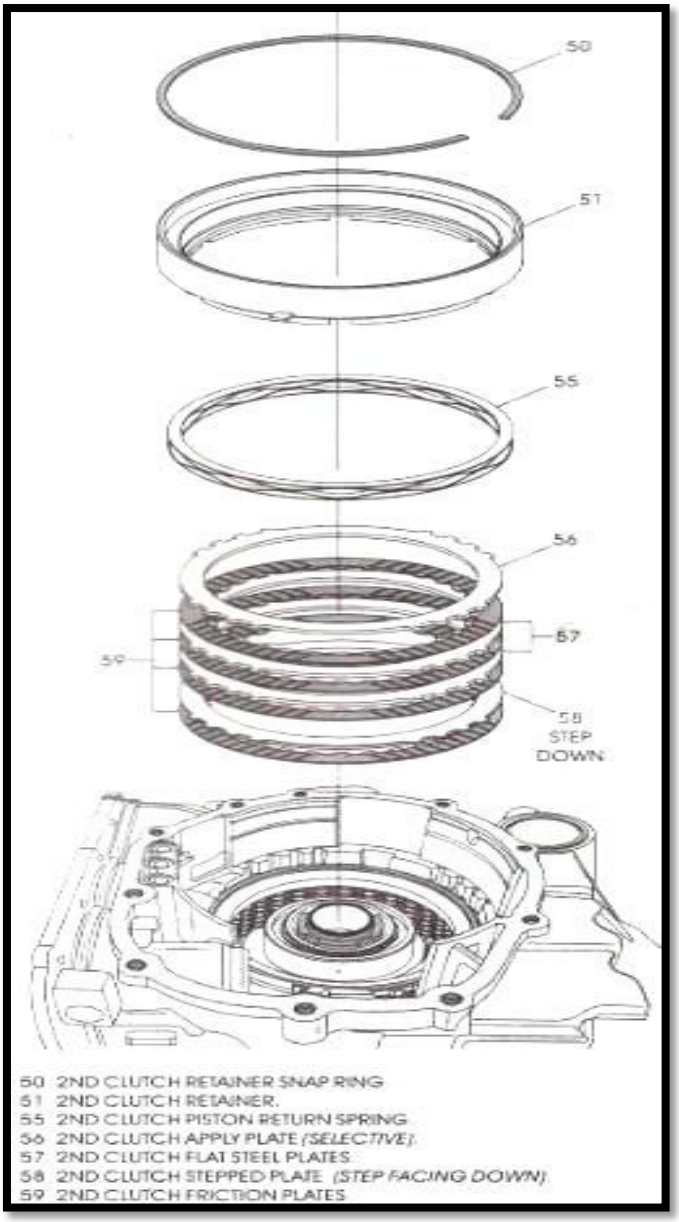


Figura 3.85 Colocación conjuto de embragues.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocar el conjunto planetario.

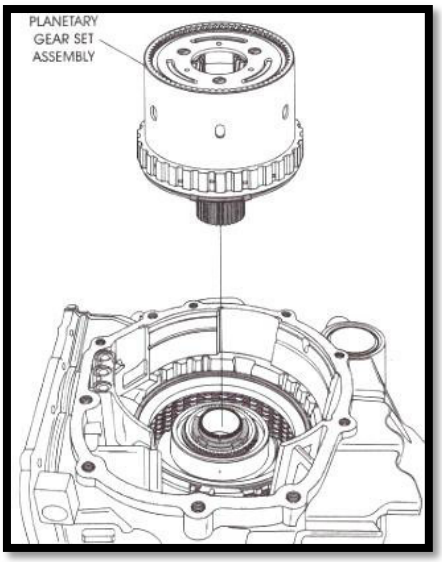


Figura 3.86 Ubicación conjunto planetario.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

Precaución: para asegurar el conjunto planetario se tiene que girar el conjunto hacia la izquierda.

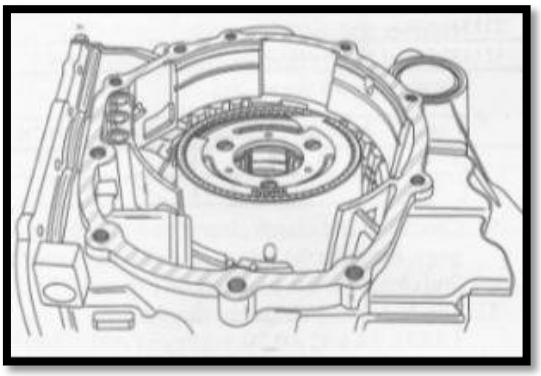


Figura 3.87 Asegurar el conjunto planetario.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocamos el cubo sobre el centro del conjunto de embragues.

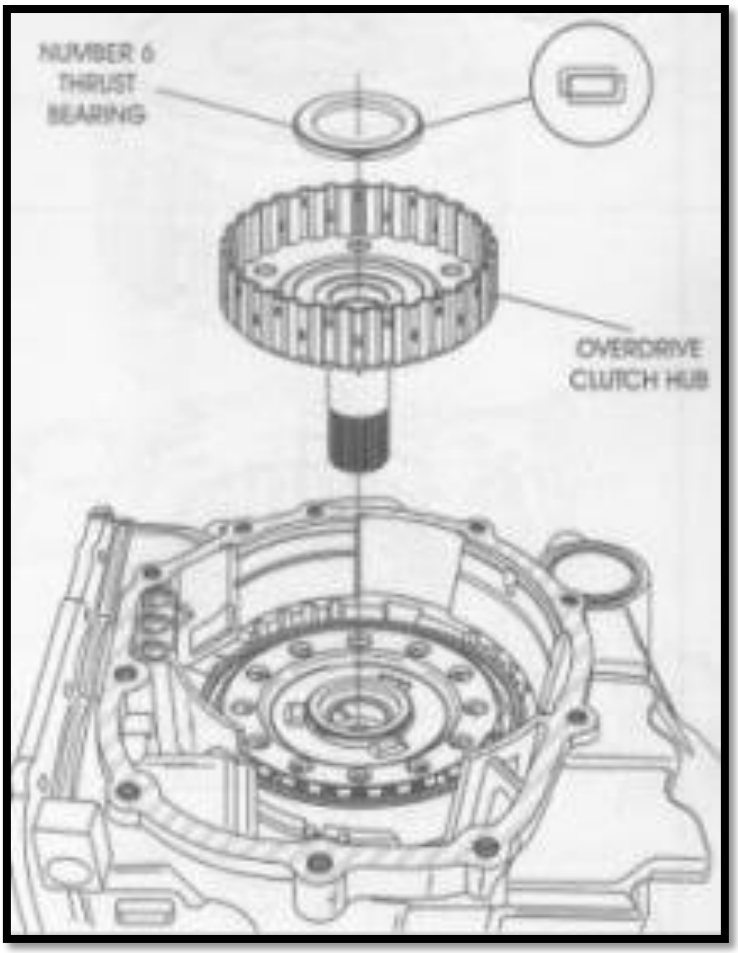


Figura 3.88 Cubo conjunto de embragues.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocar el conjunto de embragues de reversa y de marcha directa (20), el anillo plástico (21), y el retenedor (22).

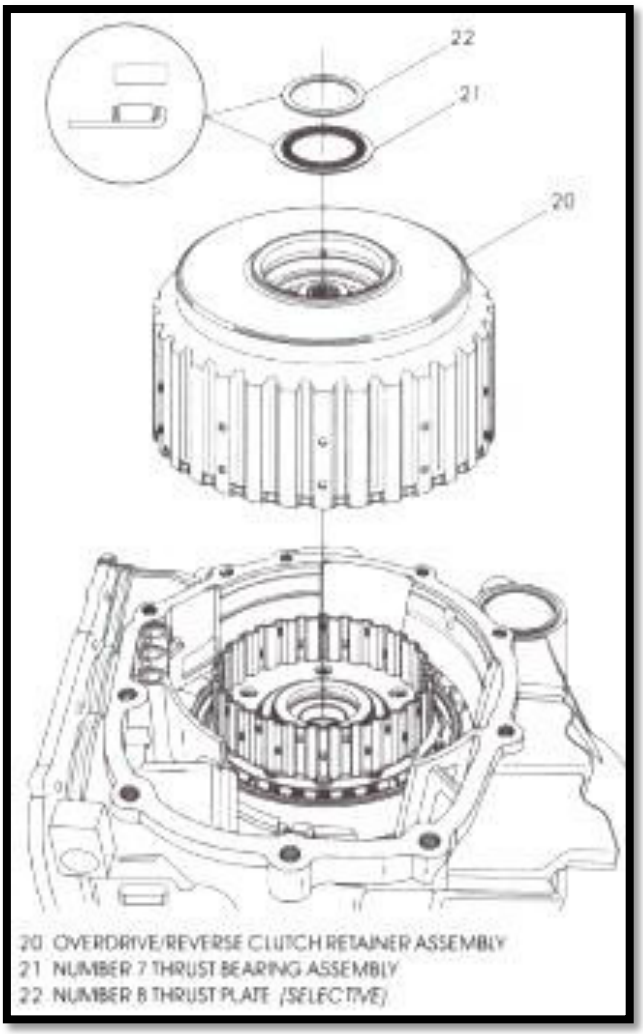


Figura 3.89 Colocación conjunto de embragues de reversa.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Coloque la herramienta para verificar que la altura del conjunto de embragues sea la misma a los dos lados.
- Coloque el retenedor en el centro del eje de la carcasa superior.

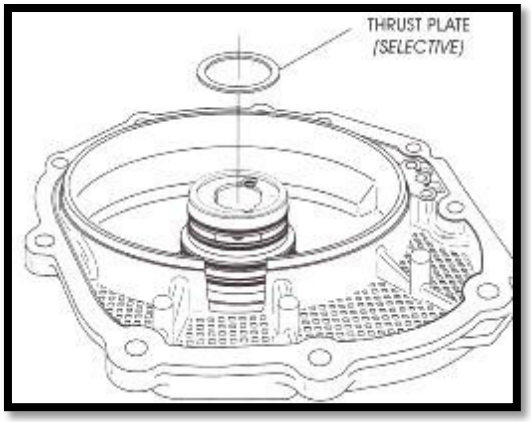


Figura 3.90 Ubicación retenedor de eje fijo central.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Verifique la altura del retenedor que sea la misma a los dos lados para poder colocar la tapa en la caja de cambios.

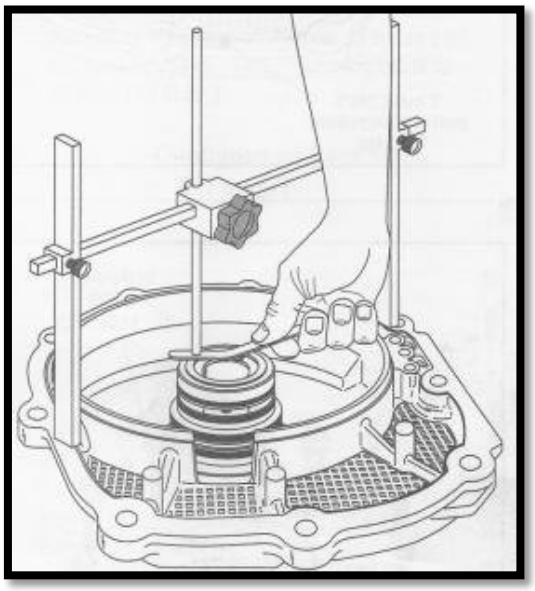


Figura 3.91 Comprobación de la altura del retendor del eje fijo central.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Coloque antes de cerrar los 3 orines en el costado interno de la carcasa de la caja de cambios.

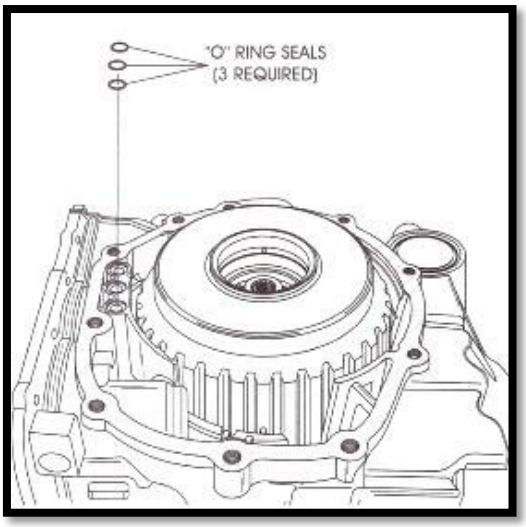


Figura 3.92 Colocación orines en carcasa de la caja.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Coloque sellante en la tapa posterior de la carcasa de la caja en todo el borde interno al menos 15 minutos antes de colocar la tapa.

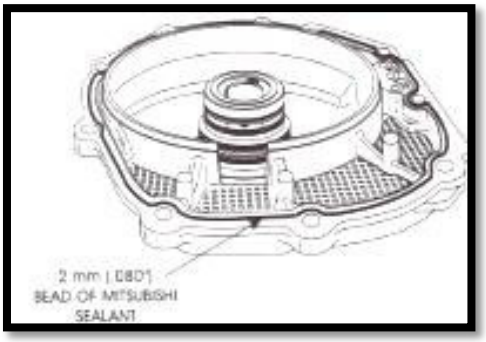


Figura 3.93 Colocación de satelite en el borde de la carcasa.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Coloque la tapa posterior de la carcasa con sus 10 pernos.

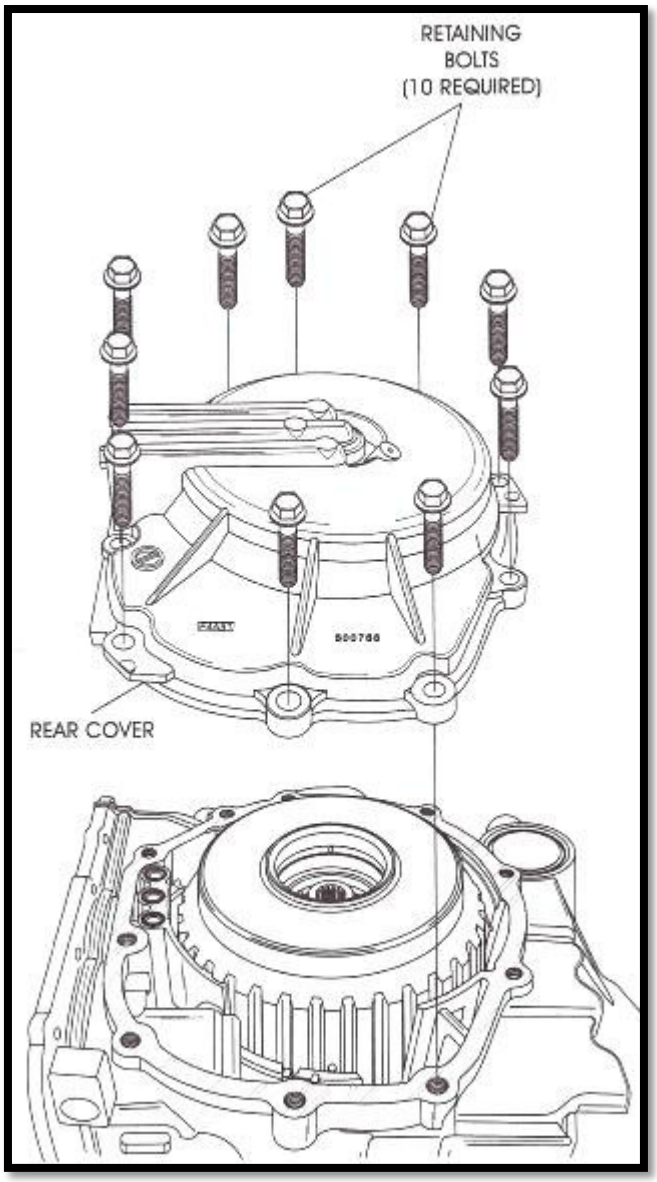


Figura 3.94 Colocación tapa posterior de carcasa de la caja.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

Precaución: torquear los pernos con un ajuste de (17 Lb).

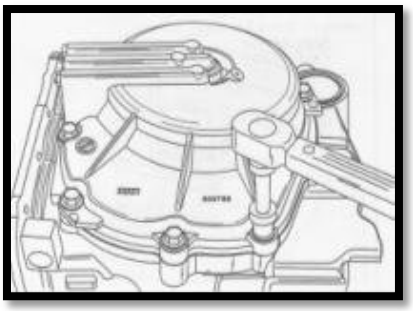


Figura 3.95 Apriete de tapa posterior de la carcasa de la caja.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Coloque el cubo junto con el conjunto del piñón de transferencia, y el anillo retenedor.

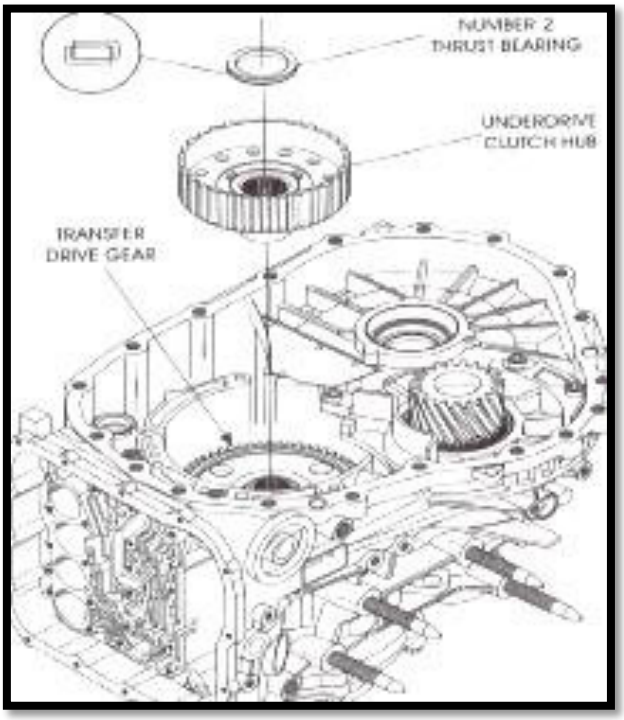


Figura 3.96 Colocación conjunto piñon de transferencia.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Coloque en la carcasa superior el anillo espaciador con el retenedor.

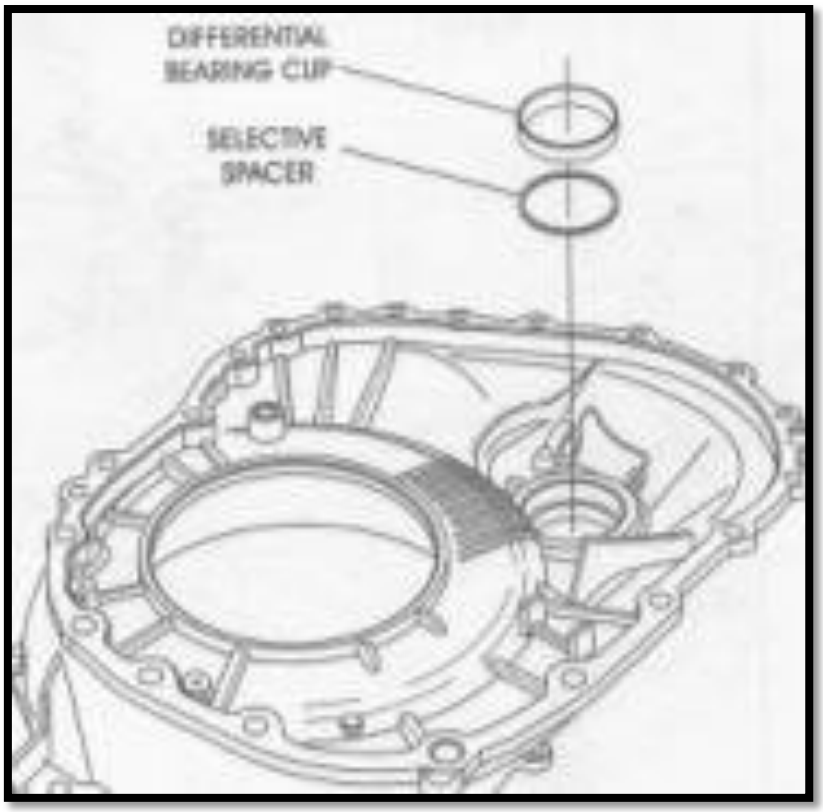


Figura 3.97 Colocación de retenedores en la carcasa de la caja.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Coloque el conjunto diferencial, y el filtro interior de aceite.

Precaución: no se olviden de colocar el orín antes del filtro de aceite.

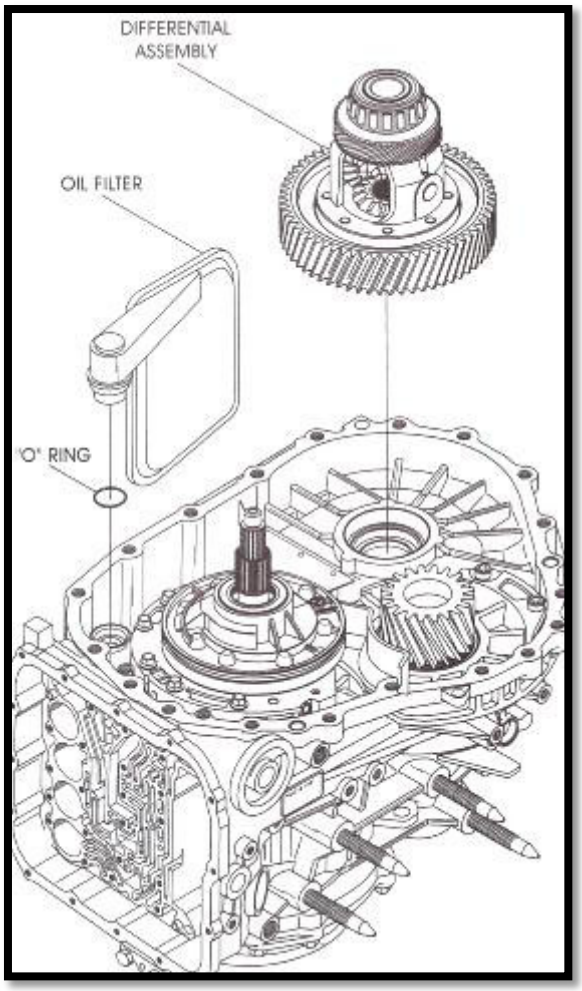


Figura 3.98 Colocación del conjunto diferencial y filtro interno.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocamos la bomba de aceite junto con su empaque.

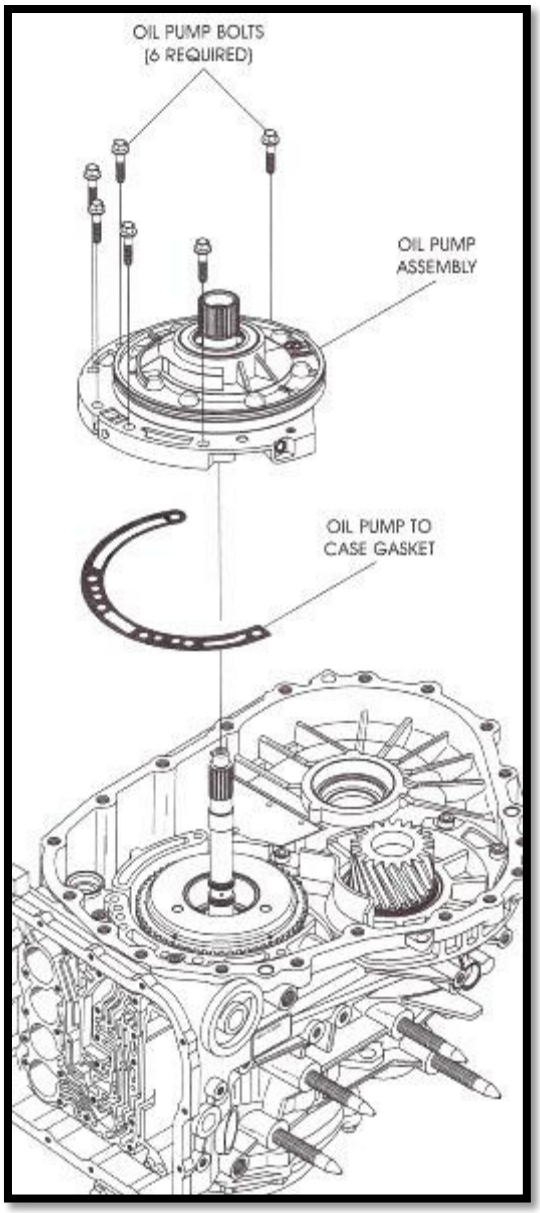


Figura 3.99 Colocación de bomba de agua.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocamos la carcasa media con sus pernos.

Precaución: no olvidarnos de colocar el sellante en el borde interno de la carcasa 15 minutos antes y el alto del sellante no tiene que ser mayor a 2 mm.

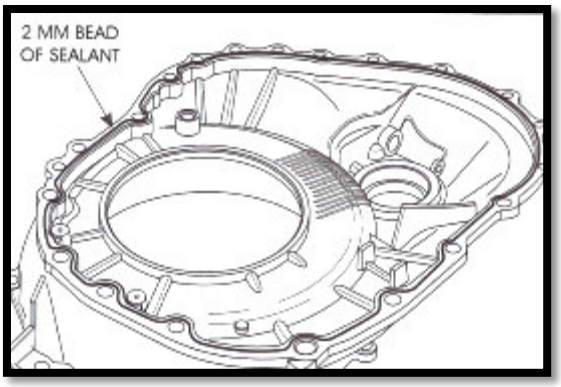


Figura 3.100 Colocación de sellante en tapa de carcasa de caja.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocar los orines (27) en el borde inteno de la carcasa antes de colocar la carcasa central.

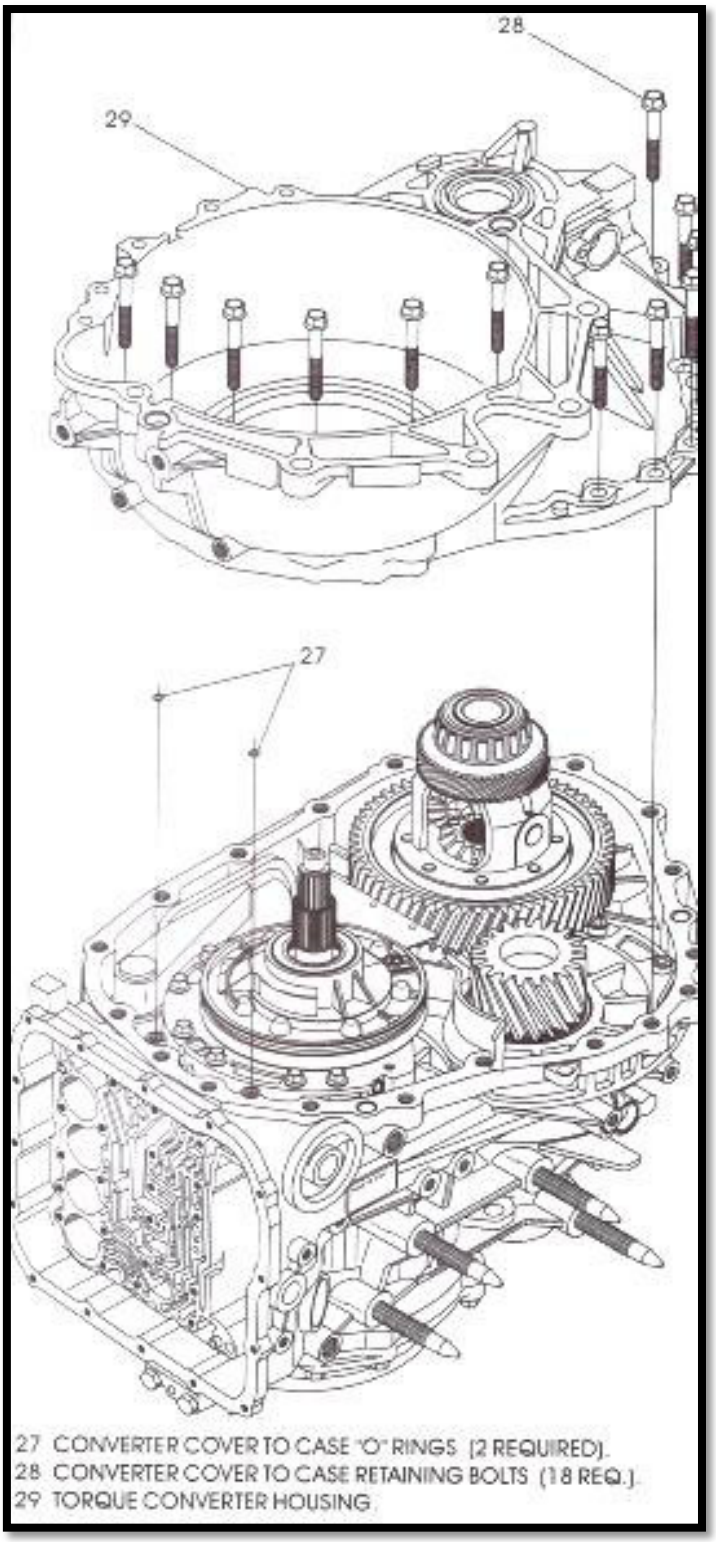


Figura 3.101 Colocación orines de carcasa de caja de pernos.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocar los nuevos orines (2-3) en el eje del selector de neutro manual (1) y la palanca de accionamiento (4).

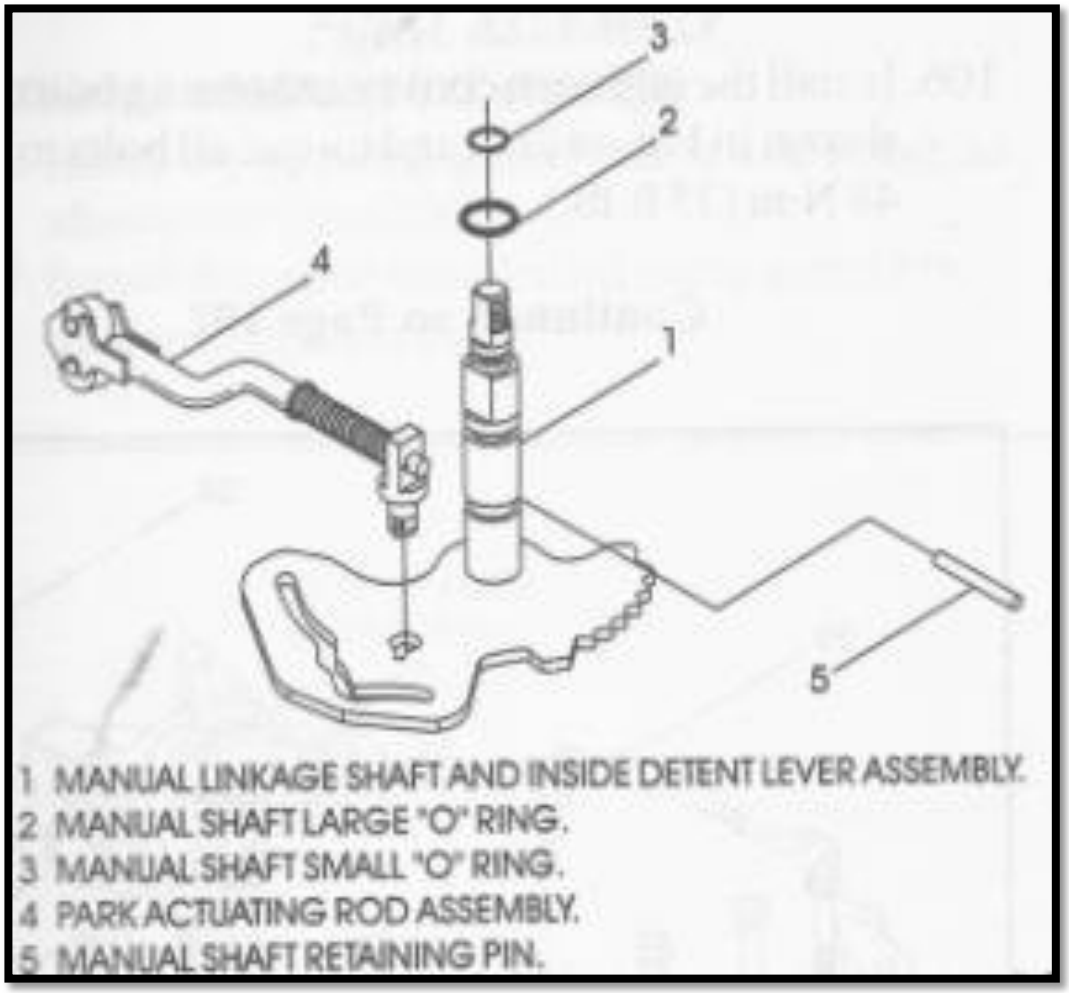


Figura 3.102 Despiece eje selector manual de parqueo.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocar el conjunto de accionamiento manual de neutro en la carcasa asegurándolo con el eje pasador (5).

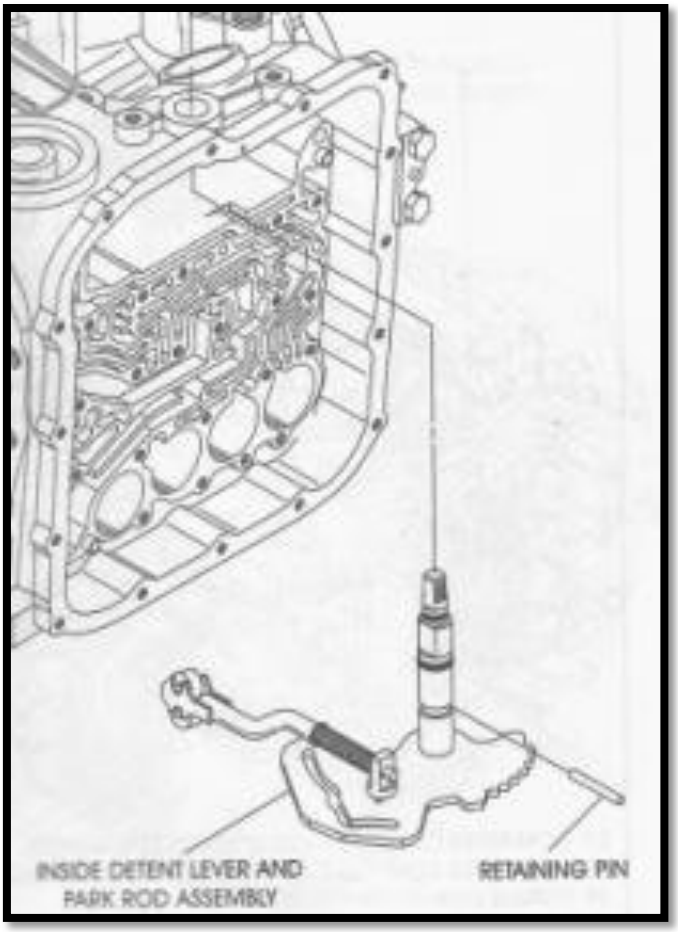


Figura 3.103 Colocación de conjunto de accionamiento manual de parqueo.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocar el juego de cables de solenoides en la carcasa con su seguro.

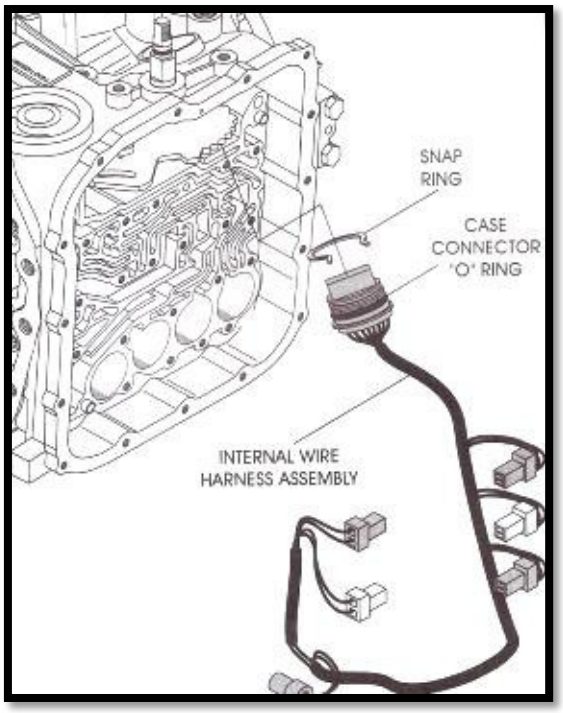


Figura 3.104 Colocación juego de cables con su seguro.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocar los nuevos retenedores en los acumuladores de presión.

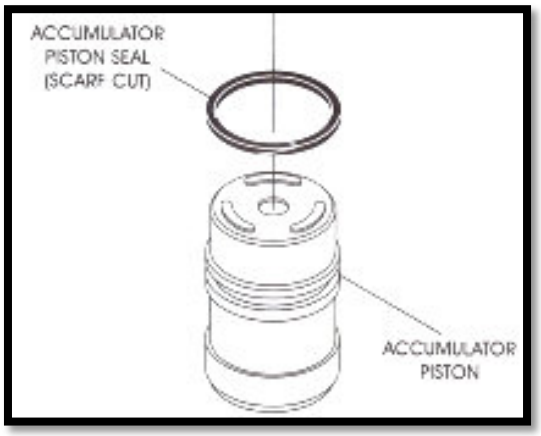


Figura 3.105 Colocación retenedores de acumulacion de presión.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocar los acumuladores de presión junto con sus muelles en los alojamientos de la carcasa.

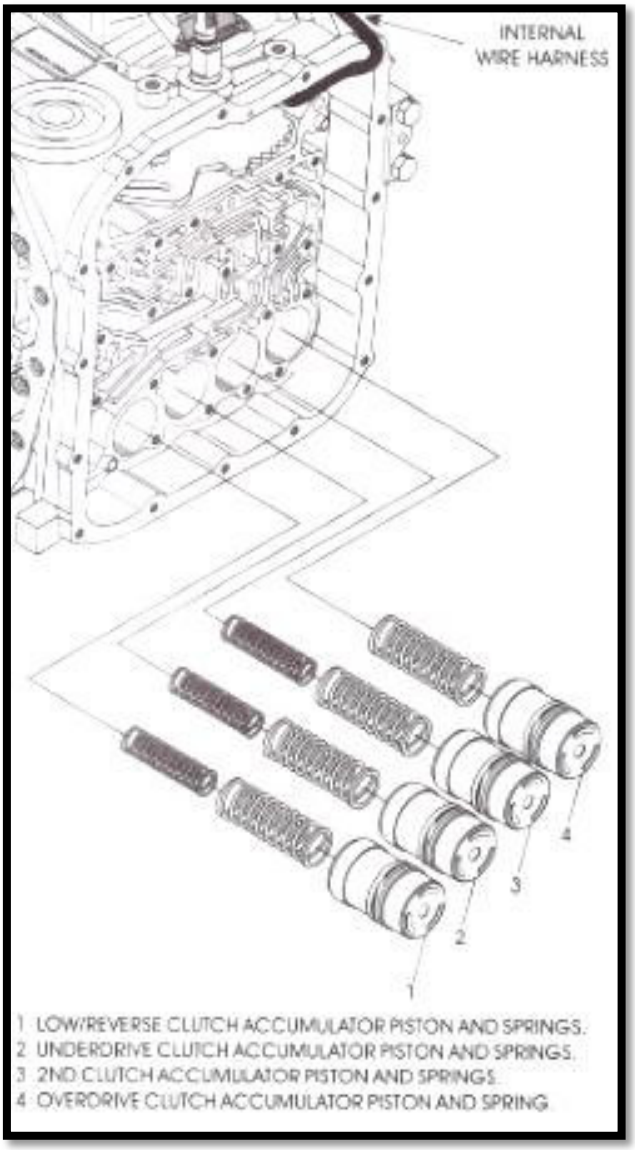


Figura 3.106 Colocación acumuladores de presión.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocar el filtro interno de aceite (7) en el cuerpo de válvulas y el sello (6).

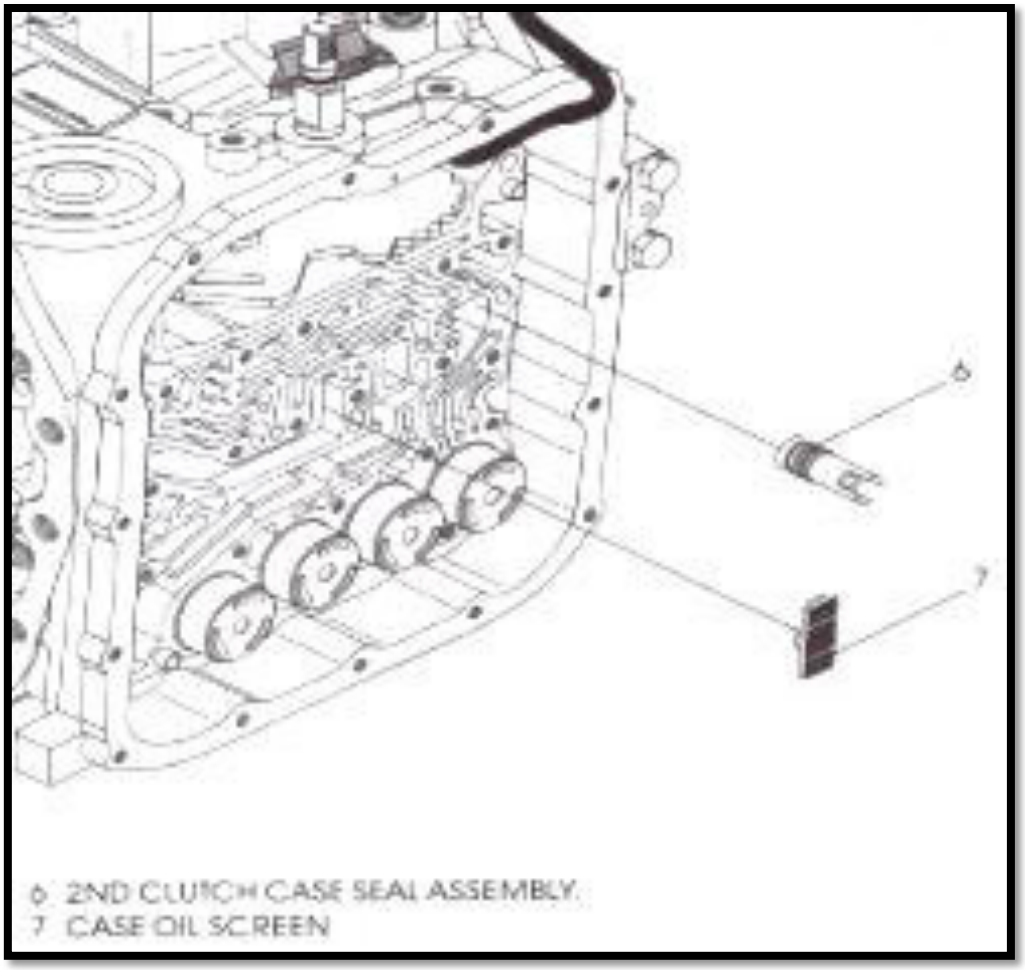


Figura 3.107 Colocación filtro de aceite interno.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocar el cuerpo de válvulas superior en el inferior tomando en cuenta las guías que tenemos en la carcasa y asegurar con los pernos.

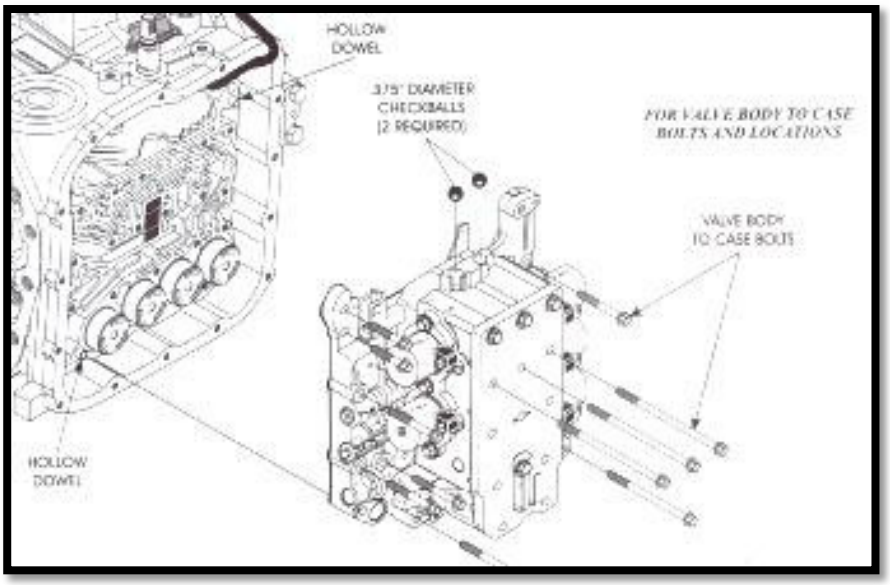


Figura 3.108 Colocación cuerpo de válvulas.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

Precaución: para no confundirnos en la ubicación de los pernos verificar en la siguiente figura:

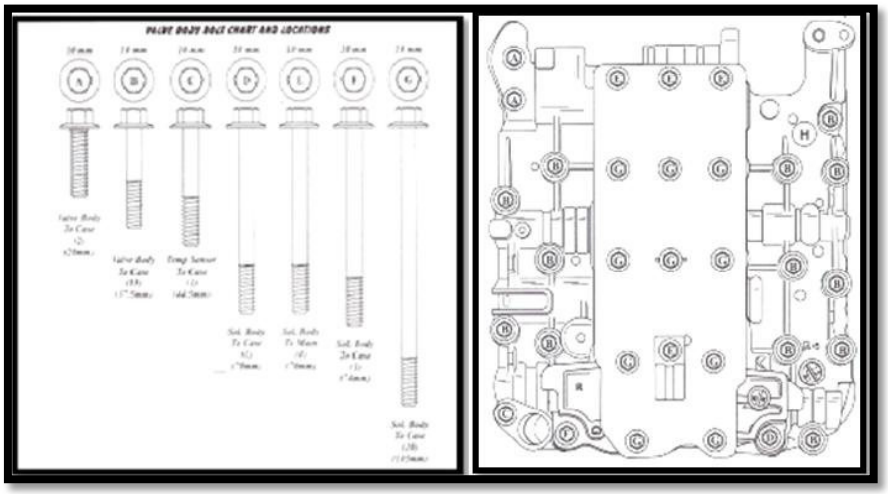


Figura 3.109 Pernos para ensamblaje.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocar el sensor de temperatura y el seguro del conjunto manual de neutro.

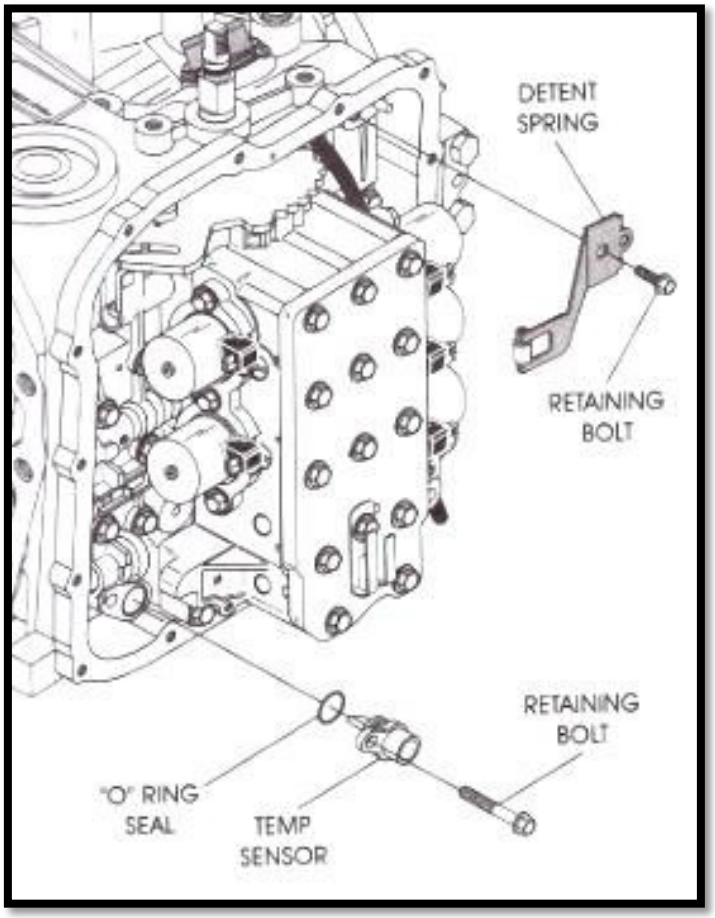


Figura 3.110 Colocación sensor de temperatura.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocar el juego de cables según los correspondientes en cada solenoide.

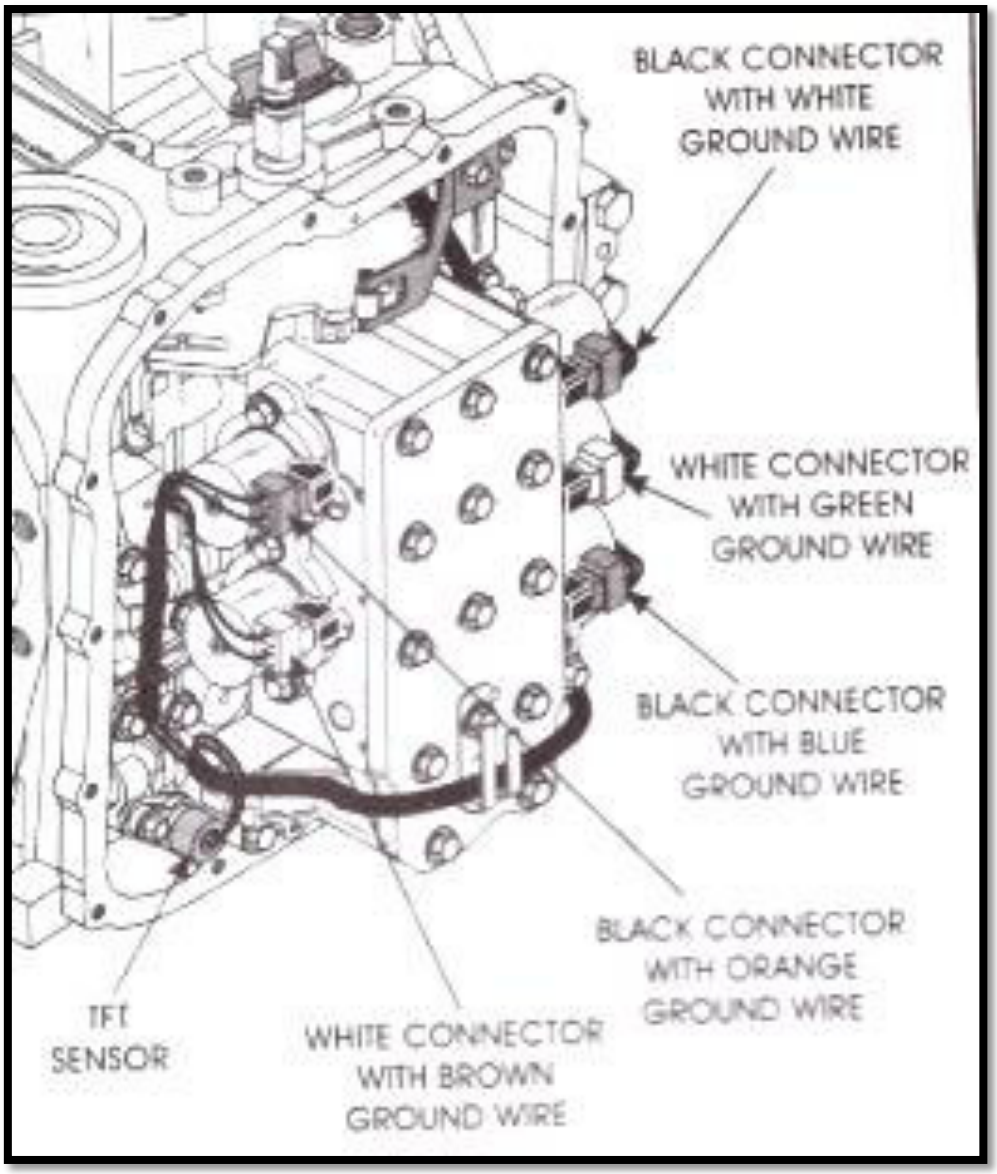


Figura 3.111 Colocación juego de cables en los selenoides.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocar sellante el cárter de 2 mm de grosor y deje durante 15 minutos antes de colocar en la carcasa.

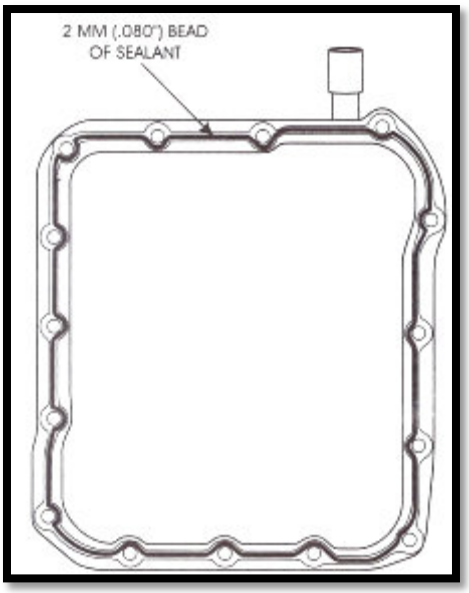


Figura 3.112 Colocación sellante en tapa de cárter.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocar el cárter con los 15 pernos.

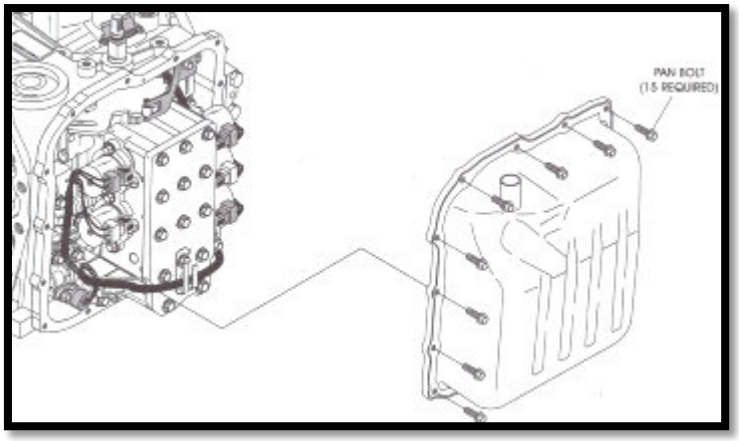


Figura 3.113 Colocación sellante en tapa de cárter.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

3.1.1 Ensamblaje partes externas

- Colocamos los sensores con sus orines, estos llevan solo un perno cada sensor.
- Colocamos el nuevo filtro externo de aceite y la varilla para medir el aceite de la caja de cambios.

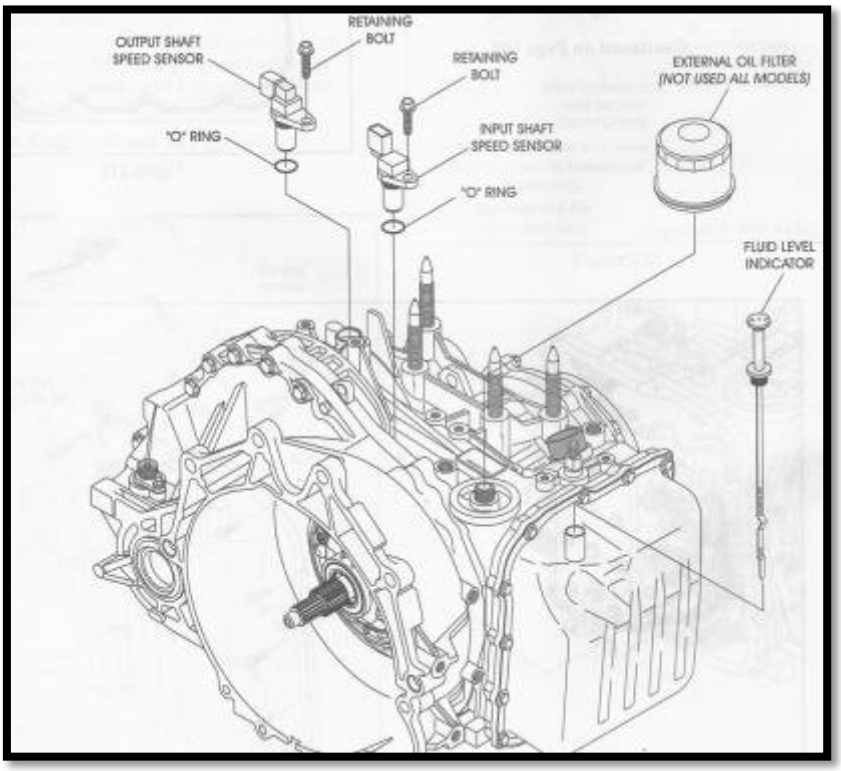


Figura 3.114 Colocación sensores exteriores.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Colocamos la tapa del sensor de velocidad con el orín.

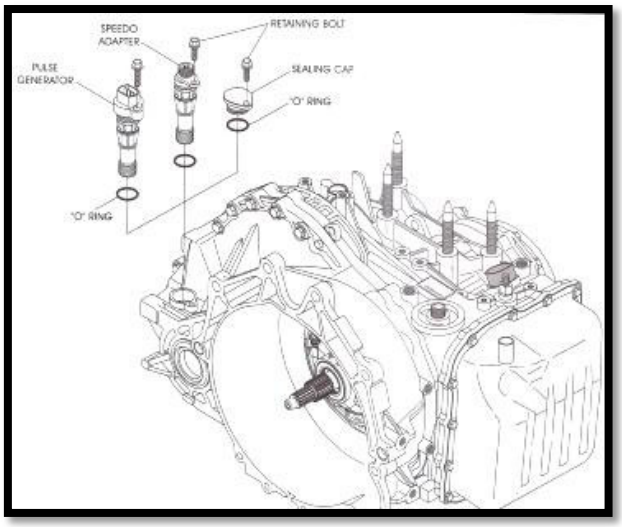


Figura 3.115 Colocación sensor velocidad.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Como último paso colocamos el convertidor de par.

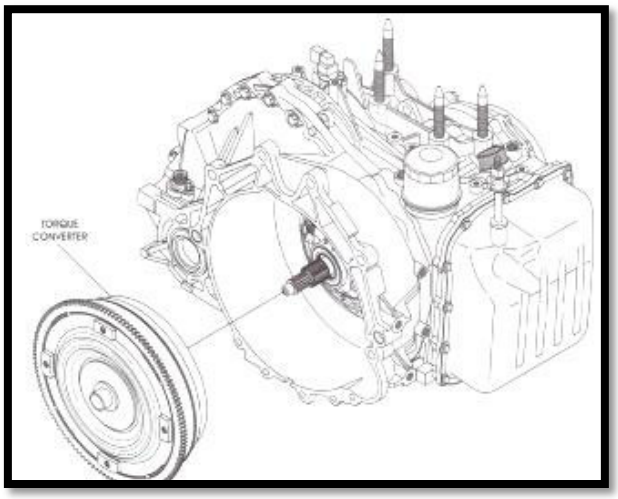


Figura 3.116 Colocación convertidor de par.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Como una guía tenemos un cuadro de los diferentes pernos que tenemos en la caja de cambios menos los del cuerpo de válvulas que vimos anteriormente.

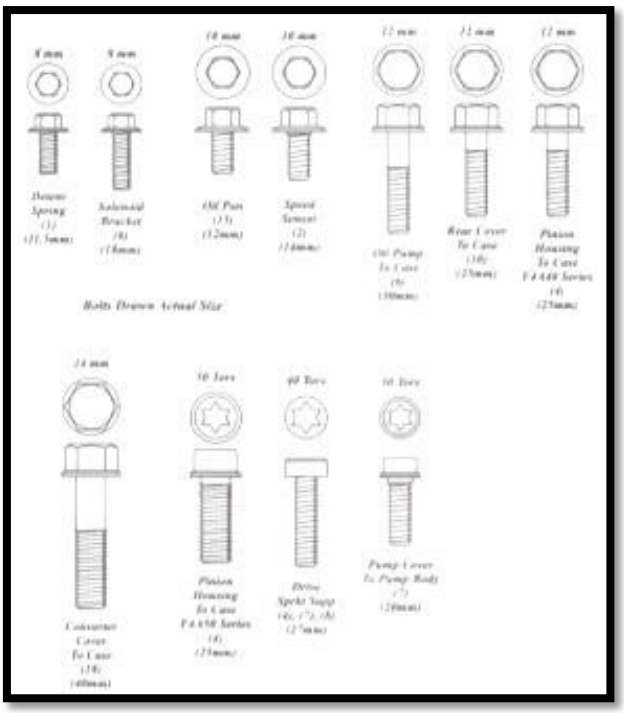


Figura 3.117 Guía de pernos.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

3.3 Pruebas de Funcionamiento

Una vez reparada la transmisión se procede a realizar las pruebas de verificación del buen funcionamiento del sistema de cambios que consisten en:

La revisión correcta de los componentes puede ayudar a prevenir el remplazo de partes en buen estado.

Comprender la condición en la que se presenta la falla, permitirá realizar un diagnóstico rápido y exacto, en general cada usuario percibe el mismo

problema diferentemente. Por lo tanto es importante conocer los síntomas y condiciones en los que se presenta la queja.

3.3.1 Comprobación del aceite de la trasmisión automática

Revisión de fugas de aceite, se debe verificar si existe manchas o rastros de aceite en la trasmisión, de ser así se debe realizar una limpieza de donde se presume la fuga así como en la superficie del acoplamiento del alojamiento del convertidor y de la caja de transmisión, realizado esto se debe encender el motor, aplicando el pedal de freno, se debe poner la palanca en velocidad drive y se debe esperar 5 minutos, pagar el motor y se debe verificar nuevamente si hay fugas recientes.

Figura 3.118 Vista inferior caja de cambios.

Fuente: Cristina Aguirre y Luis Proaño.

Figura 3.119 Pedal freno.

Fuente: Cristina Aguirre y Luis Proaño.

Figura 3.120 Indicador de marcha de tablero.

Fuente: Cristina Aguirre y Luis Proaño.

3.3.2 Comprobación del nivel de aceite

Antes de conducir el vehículo el nivel de aceite debe ser verificado a temperaturas de **70°C a 90°C** utilizando el rango de frío de la bayoneta en el caso de que cuente con esa leyenda, en seguida estacione el vehículo en una estación nivelada y coloque el freno de estacionamiento encienda el motor y ponga la palanca selectora en cada posición de marcha. Se debe dejar en la palanca en la posición “P” de parqueo, con el vehículo encendido compruebe nuevamente el nivel de aceite, remueva la bayoneta y compruebe la cantidad de aceite que indica, si este se encuentra entra bajo nivel mínimo agregue aceite, recorra el vehículo por 5 minutos y vuelva a medir el nivel de aceite, verifique que el aceite no tenga olor a quemado ni que contenga partículas metálicas.

La cantidad de aceite que debe llevar con el nivel completo es de ¾ de aceite hidráulico.

Figura 3.121 Medidor de aceite.

Fuente: Cristina Aguirre y Luis Proaño.

3.3.2.1 Prueba de detención

Recorra el vehículo hasta que el motor obtenga una temperatura normal del trabajo, estacione el vehículo, ponga el freno y acelere con la palanca en posición D “drive” de modo que se abra la mariposa del cuerpo de aceleración máximo por cinco segundos, registre a que revoluciones se detiene el tacómetro, realice la misma prueba en todas las marchas para verificar que le tacómetro nos de la misma medida en cada una, suelte el pedal del acelerador y coloque la palanca en la posición neutro para que se enfrié el aceite durante un minuto.

Las revoluciones deben marcar, 2000 r.p.m. para indicar que está bien el sistema, y debe ser igual en todas las marchas.

Figura 3.122 Tacómetro.

Fuente: Cristina Aguirre y Luis Proaño.

3.3.2.2 Prueba de presión de línea

Coloque el manómetro en la caja de cambios, para comprobar la presión de aceite, mantenga presionado el pedal de freno. Encienda el motor.

Figura 3.123 Instalación manómetro para prueba de presión.

Fuente: Cristina Aguirre y Luis Proaño.

Ponga la palanca en marcha y verifique la presión en el manómetro en velocidad mínima y a velocidad de detención.

Para indicar que está bien nos tiene que dar una lectura de 5 psi en velocidad mínima.

Figura 3.124 Medición manómetro velocidad mínima.

Fuente: Cristina Aguirre y Luis Proaño.

- Para indicar que está bien tiene que dar una lectura de 20 psi en velocidad de detención.

Figura 3.125 Medición manómetro velocidad de detención.

Fuente: Cristina Aguirre y Luis Proaño.

3.3.2.3 Prueba de carretera.

Determinar si la transmisión realiza los cambios en forma adecuada o si se presenta una acción de patinaje, jaloneo o vibración cambios bruscos o retardados. Ejecute pruebas de recorrido para determinar la frecuencia de los cambios así como accionar el botón sobre marcha para verificar el funcionamiento de la válvula.

Figura 3.126 Mando de marchas.

Fuente: Cristina Aguirre y Luis Proaño.

- Verificar que no existan ruidos extraños en la transmisión.

3.4 Diagnóstico y Averías.

3.4.1 Diagnóstico de partes afectadas

Al momento de desarmar se debe tener en cuenta las piezas que se encuentran en mal estado para realizar un listado de los componentes que se tiene que remplazar.

Se debe tener en cuenta que los componentes no tengan desgastes como ralladuras, trizaduras, perforaciones o deformaciones. Se detalla a continuación las fallas más comunes:

- En toda reparación se deben remplazar todos los empaques orines y retenedores, debido a la temperatura de trabajo y esfuerzo pierden sus propiedades perdiendo su forma original.
  (http://miguel-transmiciones-miguel.blogspot.com/2011/12/transmision-automatica.html)

- Verificar los conjuntos de embragues realizando el desmontaje interno de los discos para verificar que no estén quemados o rayados, Se debe limpiar todos los componentes del tambor de embrague utilizando el solvente apropiado.
- Se reemplazan los sellos o retenes del pistón del tambor contemplando las especificaciones técnicas del componente.
- En caso de roturas o quemaduras, Se reemplaza el conjunto de embragues contemplando las especificaciones técnicas.
- En caso de roturas o desgaste excesivo, se reemplaza el / los engranajes.
- Los dientes de los piñones no pueden tener fisuras o pérdidas de material en los asientos de los dientes.
- Realizar una limpieza del eje motriz para asegurarnos que el estriado este completo.
- Verificar la integridad de la bomba de aceite controlando la existencia de ralladuras o desgaste excesivo de sus componentes.
- Verificar la integridad del cuerpo de la caja de válvulas y sus componentes controlando visualmente la existencia de deformaciones o ralladuras en los componentes.
- Verificar la integridad de la caja de gobernación controlando visualmente la existencia de ralladuras y desgastes excesivos
- Verificar el buen estado de la carcasa detectando fisuras o deformaciones.

3.4.2 Equipos de diagnóstico

3.4.2.1 Escáner

La ventaja de los vehículos que tienen un sistema OBDII es la facilidad en la forma en la que se puede leer los códigos en la computadora a bordo.

Con la utilización de un escáner se verifica los códigos de falla introduciendo el conector en el puerto OBDII ubicado en el compartimiento del motor.

Los códigos deben ser interpretados según e manual del vehículo ya que cada fabricante programa su computadora con sus propios códigos.

No desconectar la batería antes de diagnosticar los códigos debido a que si se desconecta los códigos se cancelaran y se borraran de la memoria RAM.

La computadora puede grabar hasta ocho códigos de falla y si aparecen nuevos códigos antes de reparar los anteriores la computadora grava los nuevos códigos borrando los códigos anteriores.

Figura 3.127 Escáner.

Fuente:http://miguel-transmiciones-miguel.blogspot.com/2011/12/transmision-auto

3.4.2.2 Manómetro

Para realizar la presión en la caja automática de alta y baja se le realiza pruebas de presión de fluido en diferentes posiciones de la palanca y a determinadas revoluciones del motor para verificar el funcionamiento de los componentes internos.

Figura 3.128 Manómetro.

Fuente: http://miguel-transmiciones-miguel.blogspot.com/2011/12/transmision-automatica.html

3.4.2.3 Multímetro

Para verificar que exista continuidad en los actuadores o solenoides se utiliza un multímetro con esto detectamos circuitos abiertos, además verificamos el funcionamiento y estado de los sensores.

Igura 3.129 Multimetro.

Fuente: http://miguel-transmiciones-miguel.blogspot.com/2011/12/transmision-automatica.html

3.4.3 Averías

Síntomas de un cambio automático que necesitan atención.

La avería más común y evidente de que tiene un problema la caja de cambios automática es muy notoria para el conductor. La caja de cambios empieza a cambiar demasiado pronto o demasiado tarde las marchas, parecería que el motor pierde potencia, y el conductor necesita presionar mucho más el acelerador para iniciar la marcha o realizar el cambio a una marcha más baja para ganar fuerza y velocidad, por falla de los conjuntos de embragues.

En otras ocasiones la caja de cambios puede también bloquearse en una sola marcha, haciendo que el vehículo no pueda seguir recorriendo, ya que se

bloquea en una marcha alta y es imposible que salga por sí solo (tercera marcha), debido a fallas presentes en el sistema eléctrico.

Otra posibilidad es que la caja de cambios comience a realizar sus cambios bruscamente, por falla del cuerpo de válvulas.

Lo primero que hay que revisar es el nivel del fluido ATF (algunos cambios con la varilla del nivel, y otros por rebose).

El nivel bajo disminuirá las prestaciones del cambio de marcha y un nivel extremadamente bajo provocará la paralización del vehículo y por mucho que se presione el acelerador con la posición de la palanca de cambios en marcha el vehículo no se moverá.

Una de las causas de avería en una caja de cambios automática es el envejecimiento del fluido ATF, influyendo no solamente en la viscosidad del aceite, sino también por la absorción de humedad, favoreciendo la corrosión de los elementos de la caja de cambios automática, acabando en la mayoría de averías graves.

Al haber fricciones dentro de la caja de cambios automática, existe un desgaste de los embragues**.** La materia de desgaste "*ferricha*" contamina el *aceite* perdiendo con el tiempo sus propiedades. Hacer el mantenimiento de cambio de aceite y filtro es una inversión muy pequeña que nos garantizará la prolongación de la vida útil de nuestra caja de cambios automática.

Un mal funcionamiento en el sensor de temperatura podría causar graves daños, el rango de temperatura para el ATF está entre los -30ºC hasta un

máximo de 180ºC, las altas temperaturas podrían dañar componentes internos de la caja.

Capítulo 4

Daños eléctricos, hidráulicos y mecánicos de la caja de cambios

4.1 Diagnóstico de daños mecánicos en el funcionamiento

1. Conecte el escáner al conector de diagnóstico de la A/T.
2. Lea el diagnóstico de códigos de falla. Siga el procedimiento acorde a la descripción de los problemas diagnosticados en los códigos de falla.

Un máximo de ocho códigos de falla pueden ser almacenados en la memoria RAM que está incorporada dentro del módulo de control. El mismo diagnóstico de un código de falla no puede ser almacenado más de una vez.

Si el número de códigos de fallas almacenados exceden de ocho, los mismos pueden ser eliminados secuencialmente comenzando por los más antiguos.

No desconecte la batería hasta que todos los códigos de fallas hayan sido detectados, ya que los mismos códigos de falla almacenados pueden ser cancelados al momento que la batería es desconectada.

3. Si el sistema de prueba de verificación de códigos de falla es activado y el transeje es bloqueado en tercera marcha, este diagnóstico es almacenado, tres de estos diagnósticos de códigos de falla pueden ser almacenados.
4. Con el transeje bloqueado en tercera marcha y la llave de encendido en posición de apagado, el diagnóstico de códigos de falla será almacenado en la memoria RAM.

5. Memorización.

- Hasta ocho ítems de diagnóstico y tres códigos de falla pueden ser memorizados.
- Si se excede la capacidad de la memoria, los ítems de diagnóstico y los códigos de falla son sobrescritos comenzando desde el más antiguo.
- Ningún código de falla puede ser memorizado más de una vez.

6. Eliminación de códigos de diagnóstico.

- Eliminación automática.- todos los códigos de diagnóstico son eliminados de la memoria al momento que el ATF (Automatic Temperature Fluid) alcanza los 50°C, después es almacenado el código de falla más reciente.
- Eliminación forzada.

Los códigos de diagnóstico memorizados se pueden borrar bajo las siguientes condiciones:

- El switch de encendido en posición de encendido.
- No hay pulso del sensor de ángulo del cigüeñal.
- No hay pulso del sensor de velocidad del eje de salida.
- No hay pulso del sensor de velocidad del vehículo.
- El diagnóstico de prueba de códigos de falla no es operacional.

Tabla 4.1 Diagnóstico para verificación de síntomas de fallas.

Síntomas de fallas		**Causas probables**
Comunicación con el escáner no es posible, si la comunicación con el escáner no es posible, probablemente la línea de diagnóstico del ECM o TCM no están funcionando.		Mal funcionamiento de la línea de diagnóstico, conector, TCM o ECM.
Conducción imposible	**Encendido imposible,** si el encendido es imposible cuando la palanca selectora se encuentra en P o N, en algunos casos se debe a fallas en el switch de encendido, sistema del motor, convertidor de par o bomba de aceite.	Mal funcionamiento del sistema del motor, convertidor de par, bomba de aceite o switch de encendido.
	No tiene movimiento hacia adelante, si el vehículo no camina hacia adelante y realizamos el cambio de la palanca selectora de la posición N a D mientras que el motor está en ralentí, probablemente la causa se deba a que la línea de presión es deficiente o existen un mal funcionamiento del embrague de marcha baja o del cuerpo valvular.	Línea de presión deficiente, mal funcionamiento de la válvula solenoide de marcha baja, embrague de marcha baja, cuerpo valvular, convertidor de par, no hay transmisión de fluido, embrague final.
	No tiene reversa, si el vehículo no camina hacia atrás y realizamos el cambio de la palanca selectora de la posición N a D mientras que el motor está en ralentí, probablemente la causa se deba a la presión deficiente en el embrague de reversa, freno de baja y reversa, o existe un mal funcionamiento del embrague de reversa, freno de baja y reversa o cuerpo valvular.	Presión deficiente del embrague de reversa, presión deficiente de freno de baja y reversa, mal funcionamiento de la válvula solenoide del freno de baja y reversa, embrague de reversa, freno de baja y reversa, cuerpo valvular.
	No se mueve, si el vehículo no tiene movimiento hacia adelante y hacia atrás y realizamos el cambio de la palanca selectora hacia cualquier posición mientras que el motor está en ralentí, probablemente la causa se deba a que la línea de presión es deficiente o existe un mal funcionamiento del tren de potencia, bomba de aceite o cuerpo valvular.	Línea de presión deficiente, mal funcionamiento del tren de potencia, bomba de aceite, cuerpo valvular.

Mal funcionamiento al iniciar	**Calado del motor al realizar cambios,** si el motor es calado cuando se realiza el cambio de la palanca selectora de N a D o R mientras que el motor está en ralentí, probablemente la causa se deba al malfuncionamiento del sistema del motor, válvula solenoide del embrague amortiguador, cuerpo valvular o convertidor de par.	Mal funcionamiento del sistema motor, válvula solenoide de control del embrague amortiguador, cuerpo valvular, convertidor de par, embrague amortiguador.
	Golpeteo al realizar el cambio de N a D y demora de tiempo en hacer el cambio, si se presenta un tirón fuerte o hay una demora de un lapso de dos segundos al realizar el cambio de la palanca selectora de N a D mientras el motor está en ralentí, probablemente la causa se deba a la presión deficiente del embrague de marcha baja, malfuncionamiento del embrague de marcha baja, cuerpo valvular, posición del switch de ralentí.	Presión deficiente del embrague de marcha baja, presión deficiente del freno de baja y reversa, malfuncionamiento de la válvula solenoide de marcha baja, cuerpo valvular, posición del switch de ralentí
	Golpeteo al realizar el cambio de N a R y demora en el tiempo de cambio, si se presenta un tirón fuerte o hay una demora de un lapso de dos segundos al realizar el cambio de la palanca selectora de N a R mientras el motor está en ralentí, probablemente la causa se deba a la presión deficiente del embrague de reversa o presión deficiente del freno de baja y reversa, malfuncionamiento del embrague de reversa, freno de baja y reversa, cuerpo valvular, posición del switch de ralentí.	Presión deficiente del embrague de reversa, presión deficiente de freno de baja y reversa, mal funcionamiento de la válvula solenoide de baja y reversa, embrague de reversa, freno de baja y reversa, cuerpo valvular, posición del switch de ralentí.

	Golpeteo al realizar el cambio de N a D, N a R y demora en el tiempo de cambio, si se presenta un tirón fuerte o hay una demora de un lapso de dos segundos al realizar el cambio de la palanca selectora de N a D y de N a R mientras el motor está en ralentí, probablemente la causa se deba a que la línea de presión es deficiente o al mal funcionamiento de la bomba de aceite o cuerpo valvular.	Línea de presión deficiente, mal funcionamiento de la bomba de aceite, cuerpo valvular.
Mal funcionamiento al realizar el cambio	**Golpeteo al realizar el cambio e incremento de las rpm,** si el tirón fuerte ocurre al momento de realizar una conducción de ascendente a descendente y la velocidad de la transmisión es mayor a la velocidad del motor, probablemente la causa se deba a la línea de presión deficiente o al mal funcionamiento de la válvula solenoide, bomba de aceite, cuerpo valvular, freno o embrague.	Línea de presión deficiente, mal funcionamiento de cada válvula solenoide, bomba de aceite, cuerpo valvular, cada freno, cada embrague.
Puntos de cambio desplazados	**Todos los puntos,** si todos los puntos de cambio son desplazados mientras se conduce, probablemente la causa se deba al malfuncionamiento del sensor de velocidad del eje de salida, TPS o válvula solenoide.	Mal funcionamiento del sensor de velocidad del eje de salida, TPS, cada válvula solenoide, línea de presión deficiente, cuerpo valvular, TCM.
	Algunos puntos, si algunos de los puntos de cambio son desplazados mientras se conduce, probablemente la causa se deba al malfuncionamiento del cuerpo valvular, o está relacionado con el control adaptivo y no se trata de una anomalía.	Mal funcionamiento del cuerpo valvular.
No realiza el cambio	**No hay códigos de diagnóstico,** si el cambio no acurre mientras se conduce y no se emiten los códigos de diagnóstico, probablemente se deba al mal funcionamiento del transeje o TCM.	Mal funcionamiento del transeje, TCM.

Mal funcionamiento durante la conducción	**Baja aceleración,** si la aceleración es baja incluso al descender el cambio de la marcha, probablemente la causa se deba al malfuncionamiento del sistema del motor, transeje a prueba de fallas, freno, embrague.	Mal funcionamiento del sistema del motor, freno, embrague.
	Vibración, si la vibración ocurre mientras se conduce a una velocidad constante o cuando se acelera y desacelera en un rango mayor, probablemente la causa se deba a la presión deficiente del embrague amortiguador o al mal funcionamiento del sistema del motor, válvula solenoide de control del embrague amortiguador, convertidor de par o cuerpo valvular.	Presión deficiente del embrague amortiguador, mal funcionamiento del sistema del motor, válvula solenoide de control del embrague amortiguador, convertidor de par, cuerpo valvular
	Sistema interruptor del transeje, probablemente la causa se deba al malfuncionamiento del circuito del interruptor inhibidor, circuito del interruptor de encendido, TCM.	Mal funcionamiento del interruptor del transeje, interruptor de encendido, conector, TCM.
	Sistema interruptor de posición de ralentí, probablemente la causa se deba a que el circuito interruptor de la posición de ralentí se encuentra defectuoso o TCM.	Mal funcionamiento del interruptor triple de presión, conector, TCM.
	Sistema interruptor triple de presión, probablemente la causa se deba a que el circuito interruptor triple de presión se encuentra defectuoso o TCM.	Mal funcionamiento del interruptor triple de presión, conector, sistema A/C, TCM.
	Sistema sensor de velocidad del vehículo, probablemente la causa se deba a que el circuito del sensor de velocidad se encuentra defectuoso o TCM.	Mal funcionamiento del sensor de velocidad, conector, TCM

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

Tabla 4.2 Pruebas de diagnóstico en carretera.

No.	Condición	Operación	Valores Obtenidos	Comprobación
1	Interruptor de encendido OFF.	Interruptor de encendido (1) ON.	Voltaje de batería (mV).	Relé controlador.
2	Interruptor de encendido : ON motor detenido, deslice la palanca selectora a (P).	Posición de la palanca selectora (1) P, (2) R, (3) N, (4) D.	(1) P, (2) R, (3) N, (4) D.	Interruptor de rango del transeje.
		Pedal acelerador 1. Liberar. 2. Pulsar a la mitad. 3. Pulsar completamente.	1. 400 - 1000 mV. 2. Se eleva gradualmente desde (1). 3. 4500 - 5000 mV.	TPS (throttle position sensor).
		Pedal de freno Liberar. Pulsar.		Interruptor de freno
3	Interruptor de encendido ST (starting test), motor detenido.	Comenzar la prueba con la palanca selectora en posición P o N.	La partida debe ser posible.	Comprobar si el vehículo inicia o no.

4	Recalentamiento.	Conducir por quince minutos o más hasta que la temperatura del fluido llegue a 70-90°C.	La temperatura del fluido se eleva gradualmente de 70-90°C.	Sensor de temperatura del fluido.
5	Con el motor en ralentí deslice la palanca selectora a la posición N.	Interruptor 1. ON. 2. OFF.	1. ON. 2. OFF.	Interruptor de presión triple.
		Pedal acelerador 1. Liberar. 2. Pulsar a la mitad.	1. ON. 2. OFF.	Posición de ralentí.
			1. 600 - 900 rpm. 2. Se eleva gradualmente desde (1).	
			1. Cambios en datos.	Comunicación con la ECU del motor.
		Posición de la palanca selectora 1. N - D. 2. N - R.	No deben existir perturbaciones de desplazamiento, retraso en el tiempo dentro de dos segundos.	Mal funcionamiento de encendido
				Mal funcionamiento de encendido
6	Palanca selectora en posición D (llevar a cabo esta prueba en un camino plano y recto).	Palanca selectora y velocidad del vehículo 1. Ralentí en primera velocidad (vehículo detenido). 2. Conducir a una velocidad constante de 20 km / h en primera velocidad.	(2) 1era, (4) 3ra, (3) 2da, (5) 4ta.	Condiciones de cambio.
			(2) 0%, (4) 100%, (3) 100%, (5) 100%.	Válvula solenoide de baja y reversa.
			(2) 0%, (4) 0%, (3) 0%.	Válvula solenoide de baja marcha.
			(1) 100%, (2) 0%; (3) 100%.	Válvula solenoide de segunda.
			(2) 100%, (3) 100%, (4) 0%.	Válvula solenoide de sobre marcha.

		3. Conducir a una velocidad constante de 30 km / h en segunda velocidad. 4. Conducir a 50 km / h en tercera marcha con el acelerando rápidamente. 5. Conducir a una velocidad constante de 50 km / h en cuarta marcha.	(1) 0 km / h. (4) 50 km / h.	Sensor de velocidad
			(4) 1800 - 2100 rpm.	Sensor de velocidad de entrada.
			(4) 1800 - 2100 rpm.	Sensor de velocidad de salida.
7	Palanca selectora en posición D (llevar a cabo esta prueba en un camino plano y recto).	1. Acelere en cuarta marcha, salida del TPS de 1,5 V (ángulo de apertura 30%). 2. Desacelere suavemente a un punto muerto. 3. Acelere en cuarta marcha, salida del TPS de 2,5 V (ángulo de apertura 50%). 4. Mientras se conduce a 40 km / h en cuarta marcha, baje a tercera marcha. 5. Mientras se conduce a 30 km / h en tercera marcha, baje a segunda marcha. 6. Mientras se conduce a 20 km / h en segunda marcha, baje a primera marcha.	Del punto (1), (2), y (3) la lectura debe ser la misma que el par del eje de salida especificado, y no deben producirse choques anormales. Del punto (4), (5), y (6), al bajar la marcha la operación de cambio debe ser inmediata.	Mal funcionamiento al realizar el cambio de marcha.
				Puntos de cambio desplazados.
				No existe desplazamiento.
				No existe desplazamiento de primera a segunda o de segunda a primera.
				No existe desplazamiento de segunda a tercera o de tercera a segunda.
				No existe desplazamiento de tercera a cuarta o de cuarta a tercera.

8	Palanca selectora en posición N (llevar a cabo esta prueba en un camino plano y recto).	Mueva la palanca selectora a la posición R a una velocidad constante de 10 km / h.	La relación de datos entre la entrada y salida del sensor de velocidad debe ser la misma que la relación de engranajes durante la marcha atrás.	No existe desplazamiento.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

4.2 Fallas Mecánicas

4.2.1 Prueba convertidor de par

Esta prueba mide la velocidad máxima del motor cuando la palanca selectora está en posición D o R, para poner a prueba el convertidor de par, el motor de arranque, el desempeño del embrague unidireccional, la influencia del rendimiento de los embragues y los discos de frenos en la transmisión automática.

- Verifique la posición de las ruedas del vehículo que se encuentren en línea recta.
- Coloque el freno de estacionamiento y presione el pedal de freno a fondo.
- Encienda el motor.
- Cambie la palanca selectora a la posición D (Drive), pise el acelerador a fondo rápidamente una sola vez, tome lectura de la velocidad máxima del motor en ese momento que realizo la prueba.

Controle el nivel del fluido de la transmisión, la temperatura de la transmisión y la temperatura del motor.

- Nivel del fluido A/T: nivel máximo en el medidor de nivel de aceite.
- Temperatura del Fluido A/T: 80 – 100°C.
- Temperatura del motor: 80 – 100°C.

4.2.2 Resultados prueba convertidor de par

1. Pérdida de velocidad en ambos rangos D y R demasiado alta.

- Línea de presión baja.
- Freno de baja y reversa corridos.

2. Pérdida de velocidad es demasiado alta solamente en el rango D (Drive).

- Embrague de marcha baja corrido.

3. Pérdida de velocidad es demasiado alta solamente en el rango R (Reverse).

- Embregue de reversa corrido.

4. Pérdida de velocidad en ambos rangos D y R demasiado baja.

- Mal funcionamiento del convertidor de par.
- Potencia de motor insuficiente.

4.3 Fallas Eléctricas

4.3.1 Chequeo sensor de temperatura de aceite

- Remueva el sensor de temperatura de aceite.
- Mida la resistencia entre el terminal (1) y (2) del conector del sensor de temperatura de aceite.

Tabla 4.3 Valores estándar.

Temperatura de Aceite (°C)	Resistencia
0	16.7 - 20.5
100	0.57 - 0.69

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

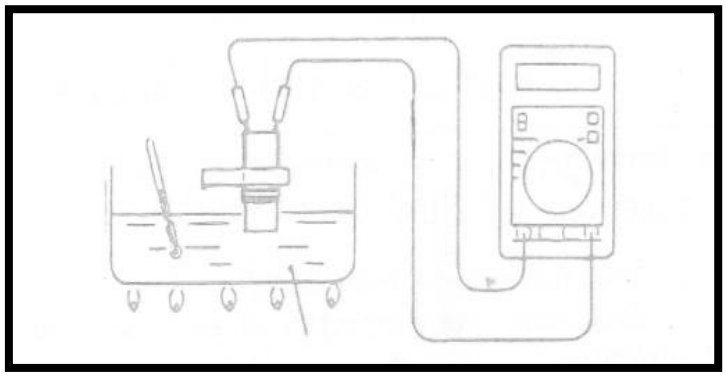


Figura 4.1 Medición de resistencia del sensor de temperatura del fluido.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

4.3.2 Chequeo relé de control de la A/T

- Remueva el relé de control de la A/T.
- Utilice cables de puente para conectar el terminal (2) del relé de control de la A/T al terminal positivo de la batería y el terminal (4) del relé de control de la A/T al terminal negativo de la batería.
- Verifique la continuidad entre el terminal (1) y el terminal (3) del relé de control de la A/T cuando los cables de puente estén conectados, y luego desconéctelos de la batería.

- Si encuentra un problema de fallida continuidad o mal funcionamiento del relé, reemplace el relé de control de la A/T.

Tabla 4.4 Continuidad relé control de A/T.

Cable puente	Continuidad entre el terminal N° 1
Conectado	Continuidad
Desconectado	No continuidad

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

Fuente: Elaborado por los autores.

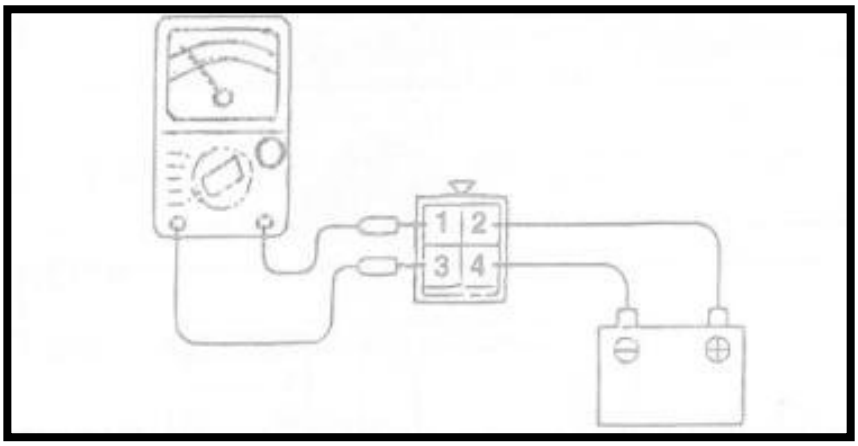


Figura 4.2 Medición de continuidad relé de control de A/T.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

4.3.3 Válvula solenoide de control

- Remueva la cubierta del cuerpo valvular.

- Desconecte los conectores de la válvula solenoide.

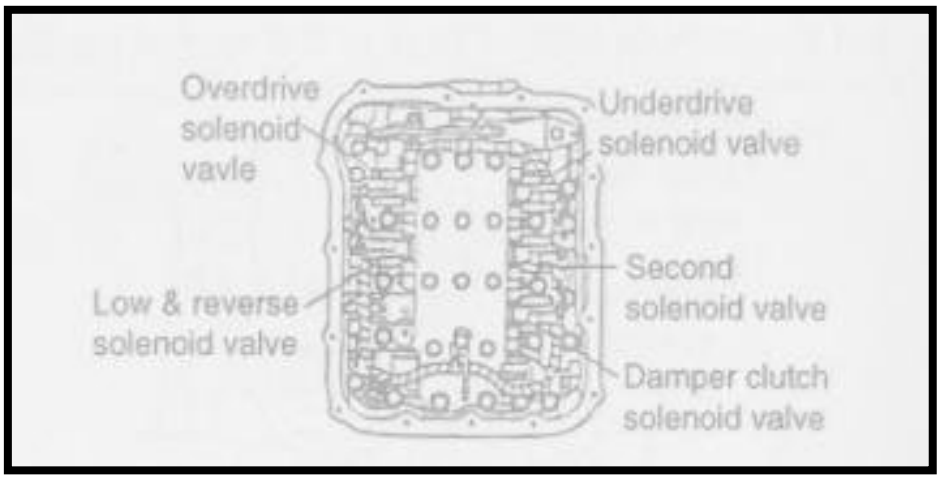


Figura 4.3 Válvulas solenoides cuerpo de válvulas A/T.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

- Mida la resistencia entre el terminal (1) y (2) de la válvula solenoide.

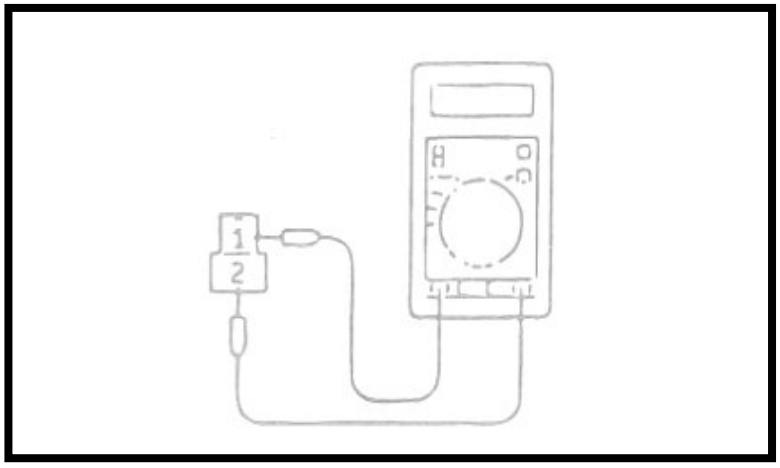


Figura 4.4 Medición resistencia válvula solenoide.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51

- Si la resistencia está fuera de los valores estándar, reemplace la válvula solenoide.

Tabla 4.5 Terminales válvula solenoide A/T.

No. Terminal	Nombre
7 y 10	Válvula solenoide del embrague amortiguador (damper clutch)
10 y 6	Válvula solenoide de baja y reversa (L y R)
9 y 4	Válvula solenoide de segunda (second)
9 y 3	Válvula solenoide de marcha baja (underdrive)
9 y 5	Válvula solenoide de sobremarcha (overdrive)

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

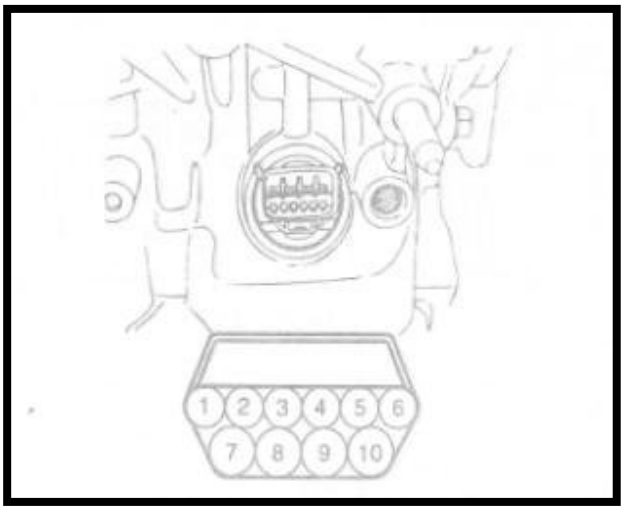


Figura 4.5 Conector válvula solenoides.

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51

4.4 Proceso de inspección para diagnóstico de códigos de falla

4.4.1 Código P1704, P1703, P1702 TPS (sensor de posición de la mariposa)

Si el voltaje de salida del TPS es de 4,8 V o mayor cuando el motor está en ralentí, la salida es detectada como demasiada alta y el código de diagnóstico P1704 es emitido. Si el voltaje de salida del TPS es de 0,2 V o en ciertos momentos más bajo cuando el motor está en ralentí, la salida es detectada como demasiado baja y el código de diagnóstico P1703 es emitido. Si el voltaje de salida del TPS es de 0,2 V o menor a este, o es de 1,2 V o mayor a este cuando el motor está en ralentí, el ajuste del TPS es detectado como incorrecto y el código de diagnóstico P1702 es emitido.

- P1704 (cortocircuito).
- P1703 (circuito abierto).
- P1702 (mal ajuste del sensor TPS).

Causas probables

- Mal funcionamiento del TPS.
- Mal funcionamiento del conector.
- Mal funcionamiento del TCM.

4.4.2 Código P0713, P0712 TFS (sensor de temperatura del fluido)

Si el voltaje de salida del sensor de temperatura del fluido es de 4,57 V o este incrementa después de diez minutos de manejo (si la temperatura del fluido no

aumenta) se detecta que existe un circuito abierto en el sensor de temperatura del fluido y el código de diagnóstico P0713 es emitido.

- P0713, P0712 (circuito abierto).

Causas probables

- Mal funcionamiento del sensor de temperatura de aceite.
- Mal funcionamiento del conector.
- Mal funcionamiento del TCM.

4.4.3 Código P0725 CKP b(sensor de posición del cigüeñal)

Si no se recibe ningún impulso de salida desde el sensor de posición del cigüeñal durante cinco segundos o más mientras se conduce a 25 km / h o más, se detecta que existe un circuito abierto en el sensor de posición del cigüeñal y el código de diagnóstico P0725 es emitido.

- P0725 (circuito abierto).

Causas probables

- Mal funcionamiento del sensor de posición del cigüeñal.
- Mal funcionamiento del conector.
- Mal funcionamiento del TCM.

4.4.4 Código P0715 ISS (sensor de velocidad de entrada)

Si no se recibe ningún impulso de salida desde el sensor de velocidad de entrada durante un segundo o más mientras se conduce en tercera o cuarta marcha a una velocidad de 30 km / h o más, se detecta que existe un circuito abierto o un cortocircuito y el código de diagnóstico P0715 es emitido. Si el código de diagnóstico P0715 es emitido por cuatro veces la transmisión es bloqueada en tercera o segunda marcha (Drive) como medida de autoprotección.

- P0715 (cortocircuito, circuito abierto).

  Causas probables

- Mal funcionamiento del sensor de velocidad de entrada.
- Mal funcionamiento del retenedor del embrague de marcha baja.
- Mal funcionamiento del conector.
- Mal funcionamiento del TCM.

4.4.5 Código P0720 OSS (sensor de velocidad de salida)

Si la salida del sensor de velocidad de salida es continuamente 50% más baja que la velocidad del vehículo durante un segundo o más mientras se conduce en tercera o cuarta marcha a una velocidad de 30 km / h o más, se detecta que existe un circuito abierto o un cortocircuito en el OSS y el código de diagnóstico P0720 es emitido. Si el código de diagnóstico P0720 es emitido por cuatro veces la transmisión es bloqueada en tercera o segunda marcha (Drive) como medida de autoprotección, y el indicador de N parpadea a una frecuencia de 1

Hz. Mal funcionamiento del sensor de velocidad de entrada, retenedor del embrague de marcha baja, conector, TCM.

- P0720 (cortocircuito, circuito abierto).

  Causas probables

- Mal funcionamiento regulador mariposa totalmente abierto.
- Mal funcionamiento del conector.
- Mal funcionamiento del TCM.
- Mal funcionamiento la válvula solenoide.

4.4.6 Código P0703 lámpara del sistema de freno

Si la lámpara de freno se enciende por cinco minutos o más mientras se conduce, se detecta que existe un corto circuito en el interruptor de la lámpara de freno y el código de diagnóstico P0703 es emitido.

- P0703 (cortocircuito, circuito abierto).

  Causas probables

- Mal funcionamiento del interruptor de la lámpara de freno.
- Mal funcionamiento del conector.
- Mal funcionamiento del TCM.

4.4.7 Código P0750 sistema de la válvula solenoide de baja y reversa

- P0750 (cortocircuito, circuito abierto).

  Causas probables

- Mal funcionamiento de la válvula solenoide.
- Mal funcionamiento del conector.
- Mal funcionamiento del TCM.

4.4.8 Código P0755 sistema de la válvula de marcha baja

- P0755 (cortocircuito, circuito abierto).

  Causas probables

- Mal funcionamiento de la válvula solenoide.
- Mal funcionamiento del conector.
- Mal funcionamiento del TCM.

4.4.9 Código P0760 sistema de la válvula de segunda

- P0760 (cortocircuito, circuito abierto).

  Causas probables

- Mal funcionamiento de la válvula solenoide.
- Mal funcionamiento del conector.

4.4.10 Código P0765 sistema de la válvula de sobre marcha

Si el valor de la resistencia de la válvula solenoide es demasiado alto o demasiado bajo, se detecta que existe un corto circuito o un circuito abierto en la válvula solenoide y el código P0765 es emitido, la transmisión es bloqueada en tercera marcha como medida de autoprotección.

- P0765 (cortocircuito, circuito abierto).

Causas probables

- Mal funcionamiento de la válvula solenoide.
- Mal funcionamiento del conector.
- Mal funcionamiento del TCM.

4.4.11 Código P0743 sistema de la válvula solenoide del embrague convertidor de par

- P0743 (cortocircuito, circuito abierto).

Causas probables

- Mal funcionamiento de la válvula solenoide.
- Mal funcionamiento del conector.
- Mal funcionamiento del TCM.

4.4.12 Código P0740

Si el valor de la resistencia de la válvula solenoide es demasiado alto o demasiado bajo, se detecta que existe un corto circuito o un circuito abierto en la válvula solenoide y el código P0740 es emitido, la transmisión es bloqueada en tercera marcha como medida de autoprotección.

- P0740 (sistema defectuoso).

Causas probables

- Mal funcionamiento de la válvula solenoide.
- Mal funcionamiento del conector.
- Mal funcionamiento del TCM.

4.4.13 Código P0731 primera relación de transmisión no cumple con las especificaciones

Si la salida del sensor de velocidad del eje de salida multiplicada por la relación de transmisión de primera marcha no es la misma que la salida del sensor de velocidad del eje de entrada después de cambiar a primera marcha, el código de diagnóstico P0731 es emitido. Si el código de diagnóstico P0731 se emite cuatro veces, la transmisión es bloqueada en tercera marcha como medida de autoprotección.

Causas probables

- Mal funcionamiento del sensor de velocidad del eje de entrada.
- Mal funcionamiento del sensor de velocidad del eje de salida.
- Mal funcionamiento del embrague de baja marcha.
- Mal funcionamiento del engranaje de accionamiento de transferencia o engranaje accionado.
- Mal funcionamiento del sistema de freno de baja y reversa.
- Mal funcionamiento del sistema de embrague de baja marcha.
- Generación de ruido.

4.4.14 Código P0732 segunda relación de transmisión no cumple con las especificaciones

Si la salida del sensor de velocidad del eje de salida multiplicada por la relación de transmisión de segunda marcha no es la misma que la salida del sensor de velocidad del eje de entrada después de cambiar a segunda marcha, el código de diagnóstico P0732 es emitido. Si el código de diagnóstico P0732 se emite

cuatro veces, la transmisión es bloqueada en tercera marcha como medida de autoprotección.

Causas probables

- Mal funcionamiento del sensor de velocidad del eje de entrada.
- Mal funcionamiento del sensor de velocidad del eje de salida.
- Mal funcionamiento del embrague de baja marcha.
- Mal funcionamiento del engranaje de accionamiento de transferencia o engranaje accionado.
- Mal funcionamiento del sistema de embrague de baja marcha.
- Mal funcionamiento del sistema de embrague de sobre marcha.
- Generación de ruido.

4.4.15 Código P0733 tercera relación de transmisión no cumple con las especificaciones

Si la salida del sensor de velocidad del eje de salida multiplicada por la relación de transmisión de tercera marcha no es la misma que la salida del sensor de velocidad del eje de entrada después de cambiar a tercera marcha, el código de diagnóstico P0733 es emitido. Si el código de diagnóstico P0733 se emite cuatro veces, la transmisión es bloqueada en tercera marcha como medida de autoprotección.

Causas probables

- Mal funcionamiento del sensor de velocidad del eje de entrada.
- Mal funcionamiento del sensor de velocidad del eje de salida.

- Mal funcionamiento del embrague de baja marcha.
- Mal funcionamiento del engranaje de accionamiento de transferencia o engranaje accionado.
- Mal funcionamiento del sistema de freno de segunda.
- Mal funcionamiento del embrague de sobre marcha.
- Generación de ruido.

4.4.16 Código P0734 cuarta relación de transmisión no cumple con las especificaciones

Si la salida del sensor de velocidad del eje de salida multiplicada por la relación de transmisión de cuarta marcha no es la misma que la salida del sensor de velocidad del eje de entrada después de cambiar a cuarta marcha, el código de diagnóstico P0734 es emitido. Si el código de diagnóstico P0734 se emite cuatro veces, la transmisión es bloqueada en tercera marcha como medida de autoprotección.

Causas probables

- Mal funcionamiento del sensor de velocidad del eje de entrada.
- Mal funcionamiento del sensor de velocidad del eje de salida.
- Mal funcionamiento del embrague de baja marcha.
- Mal funcionamiento del engranaje de accionamiento de transferencia o engranaje accionado.
- Mal funcionamiento del sistema de freno de baja y reversa.
- Mal funcionamiento del sistema de embrague de reversa.
- Generación de ruido.

4.4.17 Código P0736 relación de transmisión de reversa no cumple con las especificaciones

Si la salida del sensor de velocidad del eje de salida multiplicada por la relación de transmisión de reversa no es la misma que la salida del sensor de velocidad del eje de entrada después de cambiar a reversa, el código de diagnóstico P0736 es emitido. Si el código de diagnóstico P0734 se emite cuatro veces, la transmisión es bloqueada en tercera marcha como medida de autoprotección.

Causas probables

- Mal funcionamiento del sensor de velocidad del eje de entrada.
- Mal funcionamiento del sensor de velocidad del eje de salida.
- Mal funcionamiento del embrague de baja marcha.
- Mal funcionamiento del engranaje de accionamiento de transferencia o engranaje accionado.
- Mal funcionamiento del sistema de freno de baja y reversa.
- Mal funcionamiento del sistema de freno de reversa.
- Mal funcionamiento del sistema de embrague de reversa.
- Generación de ruido.

4.4.18 Código P1749 comunicación en serie

Si la comunicación normal no es posible durante un período continuo de un segundo o más cuando el interruptor de encendido está en posición ON, el voltaje de la batería es de 10 V o más y la velocidad del motor es de 450 rpm o más, el código de diagnóstico P1749 es emitido. El código de diagnóstico P1749 se produce también cuando los datos que están siendo recibidos son

irregulares durante un período continuo de cuatro segundos en las mismas condiciones.

Causas probables

- Mal funcionamiento del conector.
- Mal funcionamiento de la ECU del motor.
- Mal funcionamiento del TCM.

4.4.19 Código P1723 sistema de relé de control de la A/T

Si el voltaje del relé de control de la A/T es inferior a 7 V después que el interruptor de encendido se ha colocado en posición ON, se detecta que existe un circuito abierto o un corto circuito en el negativo del relé de control de la A/T y el código de diagnóstico P1723 es emitido, después la transmisión es bloqueada en tercera marcha como medida de autoprotección.

- P1723 (cortocircuito en negativo, circuito abierto).

Causas probables

- Mal funcionamiento del relé de control de la A/T.
- Mal funcionamiento del conector.
- Mal funcionamiento del TCM.

4.4.20 Código P0707 interruptor del transeje

- P0707 (circuito abierto).

Causas probables

- No hay ninguna señal continua durante treinta segundos.

4.4.21 Código P0708

- P0708 (cortocircuito).

Causas probables

- Más de dos tipos de señales son continuas durante treinta segundos.

4.4.22 Código P1630 CAN-BUS OFF

- Hay tres velocidades que fallan.
- Voltaje de batería mayor a 10 V, tensión continua durante 0,5 segundos
- Motor no se detiene.
- Información recibida BUS OFF del controlador CAN.

Causas probables

- Falla del TCM
- TCM circuito abierto y cortocircuito.

4.4.23 Código P1631 CAN-TIME OUT ECM

- Hay tres velocidades que fallan.
- Voltaje de batería mayor a 10 V, tensión continua durante 0,5 segundos
- Motor no se detiene.
- No hay señal de salida durante 1,5 segundos.

Causas probables

- Falla de la ECU.
- ECU circuito abierto y cortocircuito.

4.4.24 Código P1764 TCM CAN, controlador CAN

- Hay tres velocidades que fallan.
- Voltaje de batería mayor a 10 V, tensión continua durante 0,5 segundos
- Motor no se detiene.
- Error de comunicación de salida continúa durante un segundo.

Causas probables

- Mal funcionamiento del circuito controlador del CAN.

4.5 Fallas Hidráulicas

4.5.1 Prueba de presión hidráulica

1. Temperatura del fluido de la transmisión automática 80 – 100°C.
2. Eleve el vehículo con la ayuda de una gata o elevador para liberar las ruedas y que estas puedan girar libremente.
3. Conecte un manómetro de presión de aceite en cada puerto de descarga de presión.
4. Mida la presión hidráulica de cada puerto tomando en cuenta los rangos establecidos, verifique si las medidas obtenidas se encuentran dentro de los estándares de fábrica.

Si los valores se encuentran fuera de los rangos estandarizados, corrija el problema tomando como referencia la tabla de diagnóstico de presión hidráulica.

Tabla 4.6 Presión hidráulica estándar.

Condición de Medición			Presión hidráulica estándar						
Posición palanca selectora	Cambio de posición	Velocidad del motor (rpm)	Presión de embrague de baja marcha (UD)	Presión de embrague de reversa (REV)	Presión de embrague de sobremarcha (OD)	Presión de freno de baja y reversa (LR)	Presión de Segundo Freno (2ND)	Embrague amortiguador de aplicación de presión (DA)	Embrague amortiguador liberación de presión (DR)
P	-	2500	-	-	-	190	-	-	180
R	Reverse	2500	-	1270-1770	-	1270-1770	-	-	480-540
N	Neutral	-	-	-	-	190	-	-	130
D	1ra	2500	500-750	-	-	800-950	-	-	460-520
	2da	2500	550-600	-	-	-	1010-1050	-	450-490
	3ra	2500	350	-	600-700	-	-	Mayor a 750	450-650
	4ta	2500	-	-	600-700	-	650-700	Mayor a 750	450-650

Fuente: Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51.

Capítulo 5

Estudio y análisis del desgaste de los componentes mecánicos de la transmisión automática F4A51.

5.1 Propiedades del Asbesto

En el conjunto de embragues de la caja F4A51 se encuentran alojados los discos de embrague que están compuestos de asbesto también conocido como amianto.

Los minerales de asbesto contienen fibras largas y resistentes que pueden separarse, son suficientemente flexibles como para ser entrelazadas y también resistentes a altas temperaturas.

Gracias a las características especiales que conforman el asbesto, este es utilizado principalmente en el área automotriz donde se elaboran productos que soportan fricción como embragues de automóviles, frenos, etc.

Precaución: La manipulación constate de este material sin las debidas medidas de seguridad pueden provocar enfermedades cancerígenas.

Tabla 5.1 Propiedades del asbesto.

Propiedades del Asbesto	
Tipo de asbesto	Amosita
Color	Pardo amarillento
Área superficial (m2/gr)	1 a 2
Resistencia a la tracción (kg/cm2)	1000 a 600
Resistencia al calor	480˚C
Diámetro de la fibra	1 a 2 mm
Longitud de la fibra	70 mm

Fuente: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1137-66272005000200002&script

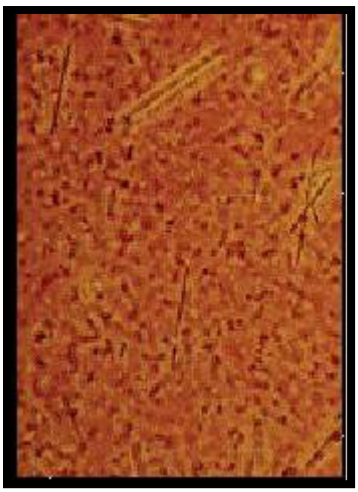


Figura 5.1 Fibras de asbesto discos de embrague nuevos.

Fuente: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1137-66272005000200002&script

Al momento de realizar la prueba microscópica de la estructura del asbesto podemos evidenciar que las fibras se encuentran enteras sin cortes con un diámetro de 2 mm y de tonalidad marrón.

Figura 5.2 Fibras de asbesto discos de embrague cristalizados.

Fuente: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1137-66272005000200002&script

Con la prueba microscópica realizada se determinó que las fibras del asbesto se encontraban fisuradas y de tonalidad gris, con lo cual se determina

un daño en la composición del material, además el dinámetro de las mismas se redujo a 0,6 mm, con longitudes variadas de 3,5 mm a 4,8 mm.

5.2 Estudio metalográfico de los metales

Para la selección de un material debemos considerar los siguientes factores tales como:

- Resistencia.
- Tenacidad a la fractura.
- Apariencia.
- Rigidez.
- Maquinabilidad.
- Estabilidad.
- Ductibilidad.
- Manejabilidad.
- Costo.
- Peso.
- Soldabilidad.
- Disponibilidad.

La resistencia a la tensión, la resistencia a la cedencia y la resistencia térmica se determinan realizando pruebas metalográficas.

La metalografía es la disciplina mediante la cual se estudia microscópicamente las características estructurales de un metal o de una aleación, con el fin de determinar micro estructuras, inclusiones, tratamientos

termoquímicos a los que hayan sido sometidos., para verificar si dicho material cumple con las características para las cuales fue diseñado.

5.3 Propiedades del acero

El acero es una estructura de carácter cristalino de moléculas de hierro intercaladas entre sí con moléculas de carbono, se lo denomina como cementita.

La dureza y maleabilidad del acero depende no solo del contenido del carbono, si no de la unión de las moléculas de hierro y carbono. Las tensiones internas en la estructura cristalina del material incrementan o disminuyen dependiendo de la temperatura a la que se sometan y a la velocidad con la que se enfríe el acero.

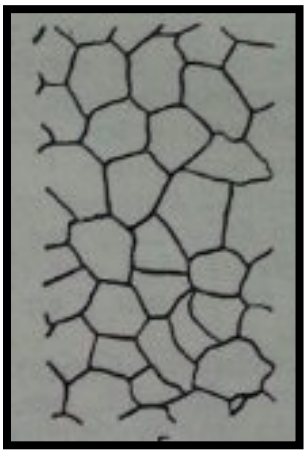


Figura 5.3 Metalografía piñón de transferencia expuesto a alta temperatura. (recalentamiento).

Fuente: Metalografía, tomo 2, editorial MIR-MOSCÚ, AP. GULIAEV, traducido del ruso por el ingeniero Antonio Molina García, impreso en el URSS, 1978.

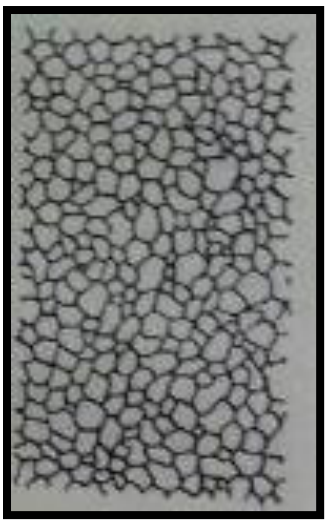


Figura 5.4 Metalografía piñón de transferencia en condiciones normales.

Fuente: Metalografía, tomo 2, editorial MIR-MOSCÚ, AP. GULIAEV, traducido del ruso por el ingeniero Antonio Molina García, impreso en el URSS, 1978.

Al momento de realizar la metalografía al piñón de transferencia de la transmisión F4A51 se pudo evidenciar la presencia de inclusiones de aluminio, además de segregaciones y pérdida de sus átomos de carbono a causa de la elevación de la temperatura, obteniendo una muestra del 0,2% de contenido de C, los valores estándares de contenido de C del piñón de transferencia deben mantenerse entre 0,6 y 1,5% con el fin de conservar sus propiedades físicas de trabajo, evitando la fatigación o deformación del mismo.

Para aceros al carbón y aceros aleados según el AISI (American Iron and Steel Institute) se utiliza un código de designación de cuatro dígitos para definir cada aleación.

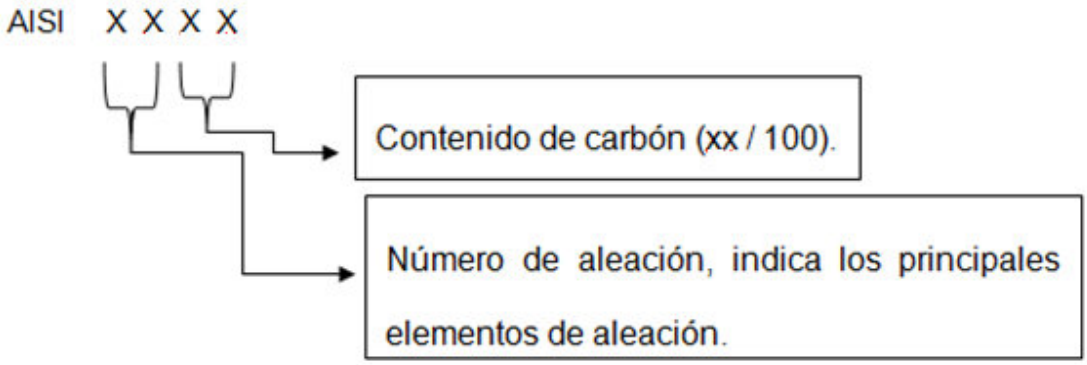


Figura 5.5 Código de designación según AISI.

Fuente: Elaborado por los autores.

- AISI 8230: utilizado para engranajes de alta resistencia.

Número principal de aleación 8 (níquel), segundo número 2 (cromo), tercero y cuarto número 30 (0,30% de C).

5.3.1 Influencia del tratamiento térmico en las propiedades del acero

Como resultado de la realización del tratamiento térmico se modifican notablemente las propiedades del acero. Las propiedades con más importancia son las mecánicas.

El acero en estado recocido, revenido o normalizado (trev > 400˚ C) está constituido de ferrita laminada y de inclusiones de carburos (cementita). La ferrita tiene poca resistencia y una gran plasticidad, la cementita por sus valores nulos de alargamiento y estrechamiento tiene gran dureza **(HB 800)**.

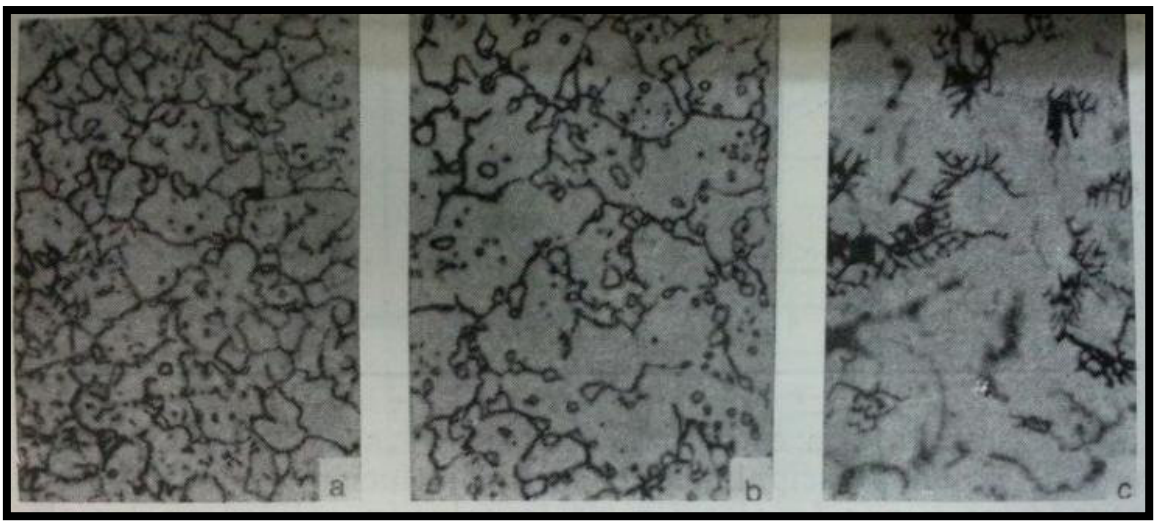


Figura 5.6 Microestructura del acero en el proceso de templado, (a) 1240° C calentamiento incompleto, (b) 1280° C calentamiento normal, (c) 1340° C recalentamiento.

Fuente: Metalografía, tomo 1, editorial MIR-MOSCÚ, AP. GULIAEV, traducido del ruso por el ingeniero Antonio Molina García, impreso en el URSS, 1978.

El hecho que las aleaciones de contenido de carbono superior al 0,01% tengan un valor más elevado de resistencia y menor plasticidad se debe a la acción endurecedora de las inclusiones de los carburos. Solo la ferrita puede someterse a la deformación plástica siendo cualquiera el tipo de carga, la acción endurecedora de las inclusiones de los carbonos podemos verificar de la siguiente manera:

“Cuando la cantidad de inclusiones cementíticas es pequeña, como se observa en la figura 5.7, la deformación plástica se desarrolla relativamente sin dificultad y las propiedades del material se caracterizan por una dureza no elevada” de:

Metalografía, tomo 1, editorial MIR-MOSCÚ, AP. GULIAEV, traducido del ruso por el ingeniero Antonio Molina García, impreso en el URSS, 1978.

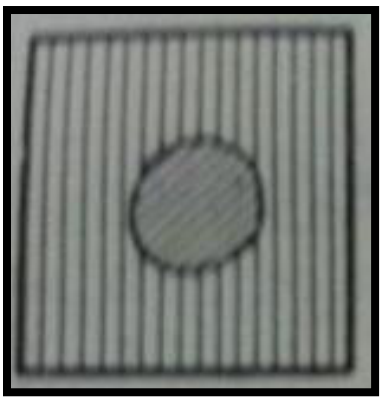


Figura 5.7 Inclusiones cementíticas pequeñas.

Fuente: Metalografía, tomo 2, editorial MIR-MOSCÚ, AP. GULIAEV, traducido del ruso por el ingeniero Antonio Molina García, impreso en el URSS, 1978.

“Si estas partículas son más numerosas, por ejemplo, si durante el tratamiento térmico se dispersan las partículas de cementita, como se observa en la figura 5.8, alrededor de estas partículas se produce una deformación de la red cristalina, lo que dificulta el movimiento de las dislocaciones y el acero se endurece. Y al contrario, como resultado del engrosamiento de las partículas, como se observa en la figura 5.9, se liberar ciertos espacios de ferrita para el movimiento de las dislocaciones y aumenta la aptitud del acero para la deformación plástica” de:

Metalografía, tomo 1, editorial MIR-MOSCÚ, AP. GULIAEV, traducido del ruso por el ingeniero Antonio Molina García, impreso en el URSS, 1978.

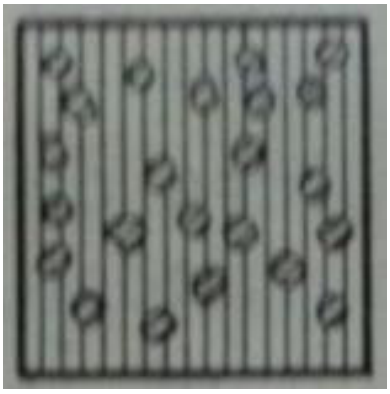


Figura 5.8 Partículas de cementita dispersas.

Fuente: Metalografía, tomo 2, editorial MIR-MOSCÚ, AP. GULIAEV, traducido del ruso por el ingeniero Antonio Molina García, impreso en el URSS, 1978.

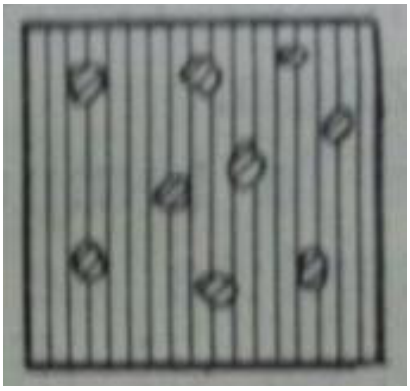


Figura 5.9 Engrosamiento de partículas de ferrita.

Fuente: Metalografía, tomo 2, editorial MIR-MOSCÚ, AP. GULIAEV, traducido del ruso por el ingeniero Antonio Molina García, impreso en el URSS, 1978.

La resistencia de la mezcla ferrita-cementita está compuesta por la dureza natural de su base más el incremento de dureza debido a los volúmenes del metal que tiene la red deformada.

La cantidad de partículas de carburo de igual tamaño depende del contenido de carbono que contenga el acero, para el acero al carbono es

directamente proporcional. “En el acero al carbono con el 0,35% de C, la cementita constituye aproximadamente el 5% (en masa o en volumen); en el acero con el 0,7% de C hay un 10% de cementita. Por esto, al ir aumentando el contenido de carbono en el acero, se eleva el valor de su resistencia y desciende el de su plasticidad” de:

Metalografía, tomo 1, editorial MIR-MOSCÚ, AP. GULIAEV, traducido del ruso por el ingeniero Antonio Molina García, impreso en el URSS, 1978.

5.4 Propiedades del aluminio

Por sus propiedades químicas, físicas y metalúrgicas, el aluminio se ha convertido en uno de los metales de mayor uso en el área automotriz. Las aleaciones de aluminio son livianas, fuertes y maleables para muchos procesos de metalistería, son fáciles de fundir o maquinar y permiten diversa variedad de acabados. El aluminio genera de forma natural una capa de óxido haciéndolo resistente a la corrosión.

Las propiedades más características del aluminio son su poca densidad (У = 2,7) y su baja temperatura de fusión (600˚ C). Comparado con el hierro, que tiene У = 7,8 y Tf = 1535˚ C, el aluminio y sus aleaciones se utilizan en los caso en que la poca densidad y la gran resistencia tengan mucha influencia, ya que es casi tres veces menos pesado que otros metales.

Debido a que la temperatura de fusión del aluminio es más baja que la del hierro, la tecnología de maquinaria del mismo y sus aleaciones difieren mucho de la del acero.

Algunas de las características del aluminio también son su alta plasticidad, su poca resistencia mecánica, su conductibilidad térmica y erétrica son grandes, además su calor latente de fusión es muy elevado.

5.4.1 Tratamiento térmico de las aleaciones de aluminio

El tratamiento térmico para fortalecer las aleaciones del aluminio se basa en la variación de la solubilidad de los compuestos en la solución de aluminio básica.

"La velocidad de enfriamiento necesaria para el temple del aluminio está determinada por a velocidad de precipitación de la fases excedentes de la solución sólida subenfriada y sobresaturada" de:
Metalografía, tomo 1, editorial MIR-MOSCÚ, AP. GULIAEV, traducido del ruso por el ingeniero Antonio Molina García, impreso en el URSS, 1978.

Después del temple desde la temperatura óptima de 500˚ C, la cantidad principal de los compuestos aleados se disuelve en el aluminio mientras que los compuestos de hierro no se disuelven, por tal razón en estado de temple la estructura consta de una solución sólida de aluminio y una de inclusiones insolubles de compuestos de hierro.

Cuando el calentamiento es superior a temperaturas de 500 - 520˚ C, los granos se empiezan a fundir por sus límites y al enfriarse las zonas de fase líquida se transforman en eutécticas.

Después del temple y envejecimiento (tratamiento final del aluminio) las propiedades mecánicas dependen mucho de la temperatura de temple. Como resultado de elevación de la temperatura de temple se produce la solución de los compuestos intermetálicos, finalizado el proceso de temple se obtiene una

solución sólida más sobresaturada y después del envejecimiento una resistencia más alta. El calentamiento superior a una temperatura determinada provoca el recalentamiento provocando crecimiento del grano, oxidación y fusión de los límites del mismo, lo que ocasiona una pérdida desastrosa de la resistencia y plasticidad, por tal razón en el tratamiento térmico del aluminio se debe respetar y cumplir el régimen de temperatura de temple. Durante el tratamiento térmico del aluminio la oscilación de las temperaturas de temple no deben exceder de ± 3 - 4˚ C.

El tratamiento térmico de estas aleaciones consiste en el temple en agua, desde 500˚ C aproximadamente, seguido del envejecimiento natural, es decir, las piezas fabricadas con estas aleaciones solo pueden considerarse terminadas alrededor de cinco o seis días de haber sido templadas.

Debido a que la resistencia a la corrosión del aluminio es demasiado baja, se han analizado y buscado distintos procedimiento para protegerlo de la corrosión, el procedimiento más empleado es el de chapeado con aluminio puro.

El aluminio chapado es muy resistente a la corrosión como el aluminio puro dependiendo de las condiciones térmicas a las que se encuentre expuesto, la capa de chapeo o recubrimiento debe tener un espesor igual al 4 – 8% del espesor total.

La utilización de aleaciones coladas para piezas que soportan cargas solo es conveniente en el caso que la forma complicada de la pieza de fundición reporte mayores beneficios, en comparación con la pieza de forja o cuando con la forja no se logre obtener la forma dada de la pieza, en los demás

casos es preferible y recomendable emplear las aleaciones forjadas las cuales son más resistentes desde el punto de vista mecánico.

Con las pruebas metalográficas realizadas en la carcasa de la transmisión automática F4A51 se observó cómo se transformó y disminuyó la microestructura de la aleación del aluminio por la elevación de la temperatura a causa del recalentamiento por falta de lubricación, generando daños internos de los componentes de la caja que afectaron a la estructura de la carcasa con lo cual los granos se fundieron por sus límites y al enfriarse los mismos, las zonas de fase líquida se transformaron en una fase eutéctica (solidificación completa del líquido).

Figura 5.10 Microestructura de la carcasa de la caja F4A51 en condiciones normales.

Fuente: Metalografía, tomo 2, editorial MIR-MOSCÚ, AP. GULIAEV, traducido del ruso por el ingeniero Antonio Molina García, impreso en el URSS, 1978.

Figura 5.11 Microestructura de la carcasa de la caja F4A51 en estado recalentado.

Fuente: Metalografía, tomo 1, editorial MIR-MOSCÚ, AP. GULIAEV, traducido del ruso por el ingeniero Antonio Molina García, impreso en el URSS. 1978.

5.5 Aceite para transmisión automática

Los fluidos para cajas automáticas son lubricantes con grandes características ya que demandan de un estricto equilibrio entre los aceites base y aditivos con el fin de cumplir los requisitos de operación y trabajo de las transmisiones automáticas.

Las funciones del aceite para trasmisiones automáticas son las siguientes:

- Evita la formación de espuma para que no haya compresibilidad del fluido ocasionando pérdida de potencia.
- Circula rápidamente en bajas temperaturas.
- Lubrica todos los componentes siendo compatible con los materiales no metálicos.

- Ayuda al enfriamiento de la transmisión disipando gran cantidad de calor de las zonas de mayor temperatura y carga.
- Se desplaza en todos los elementos el momento correcto.
- Opera eficientemente en un amplio rango de temperaturas que oscilan entre los -40° C a 200° C.
- Posee una buena resistencia a la oxidación para evitar su degradación.

5.5.1 Prueba de viscosidad

Figura 5.12 Banco de pruebas Kinematic Viscosity Bath.

Fuente: Elaborado por los autores.

Para verificar el estado del aceite de nuestra transmisión F4A51 se puede realizar el análisis del aceite mediante la prueba de viscosidad cinemática la cual consiste en tomar por lo menos dos muestras de aceite que se deben colocar dentro de un viscosímetro, las muestras son colocadas en una máquina

llamada Kinematic Viscosity Bath la cual contiene en su interior aceite mineral para mantener las muestras a una temperatura estrictamente controlada.

Figura 5.13 Aceite mineral.

Fuente: Elaborado por los autores.

Una de las muestras es calentada a una temperatura de 40° C, mientras que la otra se calienta a 100° C, con el fin de obtener el índice de viscosidad V = C*t.

Figura 5.14 Viscosímetro para aceite 1.

Fuente: Elaborado por los autores.

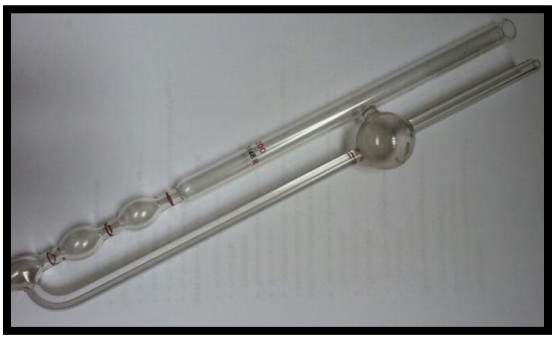


Figura 5.15 Viscosímetro de aceite 2.

Fuente: Elaborado por los autores.

Figura 5.16 Viscosímetro de aceite 3.

Fuente: Elaborado por los autores.

5.5.2 TBN en el aceite hidráulico

TBN (Total Basic Number), es la capacidad que tiene el aceite para minimizar o neutralizar la corrosión del azufre (ácido sulfúrico).

El TBN en el aceite hidráulico no varía ya que este número se altera si existe una combustión de por medio como en el aceite del motor.

6 Conclusiones

A lo largo de la investigación realizada llegamos a la conclusión que, un manual de reparación resulta indispensable para la determinación de problemas en el funcionamiento, ya que nos facilita la estandarización de procesos a seguir.

La elaboración del manual planteado en nuestra investigación tiene la finalidad de ser una guía práctica al momento de realizar la reparación de la caja de cambios automática F4A51.

Con la estructura del manual podemos obtener toda la información necesaria para diagnosticar fallas de funcionamiento, que, siguiendo los pasos indicados nos ayudan a determinar posibles daños de componentes internos sin necesidad de desmontar la misma.

Gracias a las pruebas metalográficas realizadas determinamos los daños internos en los componentes mecánicos ocasionados por la mala lubricación y recalentamiento de la caja F4A51.

Para poder cumplir con el objetivo de realizar un manual de reparación el cual esté disponible para todo público tuvimos que pedir apoyo técnico de personas involucradas con concesionarios, los cuales son los únicos que tienen la información completa de cómo se debe reparar y la forma adecuada de comprobar las fallas.

6.1 Recomendaciones

Es importante utilizar la herramienta adecuada para no averiar los elementos en el desmontaje y montaje de la caja automática, además al finalizar el trabajo debemos realizar pruebas de funcionamiento con la ayuda de equipos de diagnóstico para comprobar que la reparación se haya culminado correctamente tal como indica el manual.

Es de gran importancia realizar el mantenimiento periódico de la caja como es el cambio de aceite y filtros de la misma lo cual influye en la vida útil y es el principal motivo por el cual las cajas de cambios sufren averías.

En el montaje de la caja debemos comprobar que las fuerzas de ajuste y las calibraciones, sean las indicadas para evitar la presencia de fugas de líquido hidráulico y presión del sistema.

Al momento de desmontar la caja de cambios se debe tener cuidado con pequeñas partes de la caja que lleva internamente como las esferas metálicas las cuales sin ellas dejaría de funcionar correctamente, y al montaje se debe colocar en el lugar correcto ya que por pequeñas variaciones en la posición puede causar serios daños.

7 Anexos

MATERIAL	DAÑOS	PARTE	GRÁFICO
Acero aleaciones de aluminio, cobre, (elementos eléctricos internos). Daños: Mala comunicación entre los sensores, solenoides y TCM, al momento que fallan los sensores de entrada o salida envían una señal errónea a los solenoides provocando que estos se quemen. Por falta de lubricación presentan daños mecánicos ya que los émbolos se remuerden y no trabajan correctamente.	Mecánicos ya que los émbolos se remuerden y no trabajan correctamente.	Solenoide en corto.	
Corcho.	Recalentamiento de la caja de cambios por sobre esfuerzos, mala lubricación y refrigeración del sistema.	Empaque de corcho para cárter.	

Aleaciones de aluminio.	Desprendimiento de material de los elementos internos de la caja de cambios, golpes al conducir en terrenos irregulares.	Carcasa superior caja de cambios F4A51.	
Metal, caucho.	Falta de lubricación de los componentes de la caja de cambios, exceso de temperatura de trabajo.	Retenedor de metal con caucho.	

Metal, hierro, acero, asbesto, metal-caucho.	Mala lubricación lo cual genera fricción excesiva de los componentes internos de la caja de cambios (discos, platos, piñones, anillos metálicos); daños provocados por falta o exceso de presión hidráulica (retenedores), taponamiento de canales por contaminación de impurezas o residuos de material desprendido (bomba de aceite).	Conjunto de partes para reemplazar, (discos, platos, bomba, retenedores, anillos metálicos, piñones).	

Metal, Acero templado, aleaciones con bronce.	Falta de lubricación y presencia de fricción excesiva, lo cual genera un aumento significativo de la temperatura de trabajo por lo cual el material de los discos se fatiga perdiendo sus propiedades físicas y funcionales.	Discos metálicos de embrague quemado.	
Aleaciones de aluminio.	Falta de lubricación, estator falla y no controla la presión de trabajo óptima del mismo.	Convertidor de par.	

Acero templado, aleaciones con bronce, asbesto.	Presentan desgaste a causa de una mala lubricación perdiendo su adherencia, recalentamiento de los componentes por temperaturas ascendentes, mala refrigeración del aceite.	Filtro interno de aceite.	
Plástico y aluminio.	Desprendimiento de material (limallas) generando obstrucción en la circulación del aceite de la bomba, aumento de la presión hidráulica y temperatura de trabajo, falta de mantenimiento periódico.	Separador de anillos de embrague (dientes desgastados).	
Metal, aleaciones.	Falta de lubricación y refrigeración al momento de iniciar una temperatura ascendente de trabajo.		

Hierro, aleaciones.	Falta de lubricación, fricción y desgaste excesivo provocando fisuras y deformación del componente.	Piñón de transferencia (desprendimiento de material en los asientos de los dientes).	
Acero, aleaciones de aluminio, níquel.	Lubricación deficiente, desgaste por inexistencia de la película de aceite que actúa como pared amortiguadora la cual evita el contacto directo entre los elementos que trabajan relacionados entre sí. Daño en el eje de salida.	Cubo.	

Acero, aleaciones de aluminio.	Desgaste en el engranaje interior y exterior de mando, retenedor, cuerpo cilíndrico de la bomba. También pueden presentarse daños en las esferas exteriores de retención del paso de aceite. Fugas de aceite.	Bomba de aceite	
Acero, aleaciones de aluminio.	Escasa presión de aceite lo cual genera desgaste en el diámetro del eje por falta de lubricación y alta temperatura de trabajo.	Desgaste del eje de la bomba.	
Fibra, metal, asbesto, aleaciones de bronce.	Mala lubricación del conjunto de embragues lo cual genera excesiva fricción causando que estos se quemen. El disco quemado toma una tonalidad de color marrón,		

	mientras que el disco nuevo tiene un color más amarillo.	Discos de embrague.	
Metal y asbesto.	Finalización de la vida útil del componente, fatigación por sobre fuerzo en el funcionamiento como cargas excesivas en la conducción.		

		Correas metálicas (sujetan los conjuntos de embragues).	
Acero.	Muelles deteriorados por falta de lubricación, por ser una válvula reguladora de presión y fuerza centrífuga del eje de salida conectada al cuerpo valvular es afectada al recibir una carga hidráulica mayor a su tolerancia de presión.	Gobernador (muelles deteriorados)	
Fundiciones de hierro.	Desgaste en dietes y estriado a causa de la falta de lubricación y refrigeración del aceite.		

		Conjunto planetario (dientes desgastados).	
Metal.	Demasiada fricción del conjunto de embragues, desgaste normal por vida útil de los elementos.	Soportes metálicos de conjunto de embragues.	
Aleación de aluminio, acero, fundición.	Desgaste en los muelles de las válvulas de control de mando, obstrucción en los ductos del cuerpo valvular a causa de contaminación y presencia de partículas ajenas en el aceite, fallas en sensores y solenoides.	Cuerpo de válvulas.	

Acero, aleaciones de aluminio, níquel.	Inexistencia de lubricación asertiva para el funcionamiento óptimo de dicho conjunto, presencia de partículas contaminantes dentro del tambor, desprendidas de los elementos que lo contienen a causa de un contacto directo entre los mismos.	Conjunto de embragues	
Acero al carbono, acero inoxidable.	Lubricación deficiente, lo cual provoca un exceso de aplicación de fuerzas en el funcionamiento .	Conjunto de anillo de resortes.	
Acero, aleaciones de aluminio.	Presencia de daños y desgaste en elementos internos que la componen. Golpes externos, sobre esfuerzos.	Cuerpo de caja de cambios F4A51.	

Poliuretano.	Deformación en su estructura a causa de temperaturas elevadas que sobrepasan su resistencia, causando posibles fugas en el cuerpo valvular.	Empaque cuerpo de válvulas.	
Aditivos antiespumantes, anticorrosivos, anti detergentes, refrigerantes, reducción de fricción directa entre componentes, anti disolventes.	Alta temperatura de trabajo con lo cual pierde sus propiedades aditivas, provocando un bajo índice de viscosidad y fluidez.	Aceite hidráulico con impurezas	

6.1 Bibliografía

Automatic Transmission Service Group-ATSG-F4A51, 2005, Miami

Manual Hyundai, Santa Fe, 2003, Corea

http://alanracing360.blogspot.com/

http://autofan.mx/wp-content/uploads/2012/02/planetengetriebe1.jpg&imgrefurl.html

http://miguel-transmiciones-miguel.blogspot.com/2011/12/transmision-automatica.html

http://miguel-transmiciones-miguel.blogspot.com/2011/12/transmision-automatica.html

http://transmisionautomaticacbtis160.blogspot.com/

http://www.firstgencamaro.com/spanish/torqueconverter.html

http://www.firstgencamaro.com/torqueconverterpics/cutawaytorque.jpg

http://www.mrrecambios.com/recambios/carter-de-aceite-caja-automatica-MEYLE-3003250000

http://www.psygaterins.blogspot.com/2010/10/principales-componentes-de-la.html

http://www.quiminet.com/articulos/conozca-mas-sobre-la-presion-estatica-2863573.htm

http://www.sabelotodo.org/fluidos/presion.htmltp://www.quiminet.com/articulos/conozca-mas-sobre-la-presion-estatica-2863573.htm

http://www.tornohydramatic.com/apps/blog/historia-de-la-caja-autom%C3%A1tica

http://www.transpart.com/7.html

http://www.transpart.com/7.html

http://www.youtube.com/watch?v=HSBY0DixgFQ

www.ms-motor-service.com.br

http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1137-66272005000200002&script

Metalografía, tomo 1, editorial MIR-MOSCÚ, AP. GULIAEV, traducido del ruso por el ingeniero Antonio Molina García, impreso en el URSS, 1978.

Metalografía, tomo 2, editorial MIR-MOSCÚ, AP. GULIAEV, traducido del ruso por el ingeniero Antonio Molina García, impreso en el URSS, 1978.