



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y  
MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ.**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ.**

**TEMA: “REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN,  
DEL JEEP CHEVROLET TROOPER AÑO 1985.”**

**AUTOR: NEJER FUENTES LUIS ROLANDO**

**DIRECTOR: ING. LUIS FERNANDO MOLINA MOLINA**

**LATACUNGA**

**2017**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

### **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente proyecto de titulación, “**REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN, DEL JEEP CHEVROLET TROOPER AÑO 1985**” realizado por el Sr. **CBOS. DE E. NEJER FUENTES LUIS ROLANDO**, cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto, me permito acreditarlo y autorizar al señor **CBOS DE E. NEJER FUENTES LUIS** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Agosto del 2017

---

ING. LUIS MOLINA

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **CBOS. DE E. NEJER FUENTES LUIS ROLANDO**, con cédula de ciudadanía **0401747340**, declaro que este proyecto de titulación, **“REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN, DEL JEEP CHEVROLET TROOPER AÑO 1985.”**, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas. Consecuentemente, declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, Agosto del 2017

---

CBOS. DE E. NEJER FUENTES LUIS ROLANDO

CI 0401747340



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

### **AUTORIZACIÓN**

Yo, **CBOS. DE E. NEJER FUENTES LUIS ROLANDO**, autorizo a la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la Institución el presente proyecto de titulación “**REHABILITACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN, DEL JEEP CHEVROLET TROOPER AÑO 1985**” cuyo contenido, ideas y criterios son de mí autoría y responsabilidad.

Latacunga, Agosto del 2017

---

CBOS DE E. NEJER FUENTES LUIS ROLANDO

CC. 0401747340

## DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres Luis y Rosa quienes son los pilares esenciales en mi vida, gracias a sus consejos, apoyo incondicional culminaré mis estudios con el presente proyecto de titulación previo a la obtención del título de tecnólogo en mecánica automotriz.

Néjer F. Luis R.

**CBOS. DE E.**

## AGRADECIMIENTO

Dios Todopoderoso mil gracias por tu presencia en todas las etapas de mi vida, y a su vez un infinito agradecimiento a la “UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS” de la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPEL, también de una forma particular al Ingeniero Luis Molina director de este trabajo de titulación, mis padres, familiares y amigos los cuales han colaborado de una u otra forma para culminar con éxito mis estudios.

Néjer Fuentes Luis Rolando

**CBOS. DE E.**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>PORTADA .....</b>	<b>i</b>
<b>CERTIFICACIÓN.....</b>	<b>ii</b>
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....</b>	<b>iii</b>
<b>AUTORIZACIÓN .....</b>	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xvi</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>TEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.4.1 Objetivo General .....	3
1.4.2 Objetivos Específicos.....	3
1.5 Alcance .....	4
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>5</b>
2.1 SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE UN VEHÍCULO .....	5
2.2 TIPOS DE TRANSMISIÓN .....	5
2.2.1 Transmisión manual.....	5
2.2.2 Transmisión automática .....	6

2.2.3 Transmisión total.....	6
2.3 TIPOS DE CAJA DE CAMBIO DE VELOCIDADES.....	7
2.3.1 Cajas de cambios manuales .....	7
2.3.2 Caja de velocidades de cambio automático.....	7
2.4 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN .....	7
2.4.1 Embrague .....	8
a)- Tipos de Embrague: .....	8
2.4.2 Componentes del embrague.....	10
a)- Disco de embrague .....	10
b)- Maza de embrague.....	11
c)- Volante .....	13
d)- Collarín .....	14
2.4.3 Caja de velocidades.....	14
a)- Engranajes .....	15
b)- Los trenes de engranaje.....	16
2.4.5 Otros elementos de la caja de cambios manual .....	16
b)- El árbol primario .....	17
b)- El árbol intermedio.....	17
c)- Árbol secundario.....	18
d)- Sistema de mando.....	18
2.4.6 Relación de transmisión.....	19
2.4.7 Sincronizadores .....	24

2.4.8	Árbol de transmisión .....	25
a)-	Arboles de transmisión con juntas universales cardán.....	27
2.4.9	Semi-árboles de transmisión o palieres .....	29
2.4.10	Diferencial .....	30
	<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>32</b>
	<b>HABILITACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN .....</b>	<b>32</b>
	<b>Introducción .....</b>	<b>32</b>
3.1	Posibles causas para que se deteriore una caja de cambios .....	32
3.2	Pruebas y diagnóstico previo al desmontaje.....	33
3.2.1	Prueba visual .....	33
3.2.2	Diagnóstico .....	33
3.2.3	Prueba y diagnóstico de Ruta .....	33
3.3	Desmontaje de la caja de cambios .....	33
3.3.1	Desmontaje del embrague .....	37
3.3.2	Desmontaje del diferencial y los ejes. ....	40
3.4	Limpieza de los elementos de la transmisión desmontados. ....	46
3.5	Montaje del kit de embrague.....	46
3.5.1	Montaje de transmisión - verificación y sustitución .....	49
3.5.2	Montaje del diferencial. ....	57
3.6	Montaje del cable de embrague.....	63
3.7	Llenado de caja y diferencial con aceite. ....	63
3.8	Determinación de la Relación de transmisión .....	64
	<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>67</b>
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>

4.1 Conclusiones .....	67
4.2 Recomendaciones .....	67
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>71</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Transmisión 4x4 .....	6
Figura 2 Embrague de Fricción .....	9
Figura 3 Embrague Hidráulico .....	9
Figura 4 Embrague electromagnético .....	10
Figura 5 Disco de Embrague .....	11
Figura 6 Maza de embrague .....	12
Figura 7 Volante de Inercia .....	13
Figura 8 Collarín .....	14
Figura 9 Caja de Velocidades Manual .....	15
Figura 10 Engranaje con piñón helicoidal y recto .....	15
Figura 11 Caja de cambios de dos ejes .....	16
Figura 12 Árbol primario e intermediario .....	17
Figura 13 Árbol primario e intermediario en una sola pieza .....	17
Figura 14 Árbol secundario .....	18
Figura 15 Conjunto de mando y seguridad .....	19
Figura 16 Caja de cambios en punto muerto .....	19
Figura 17 Caja de cambios en primera velocidad .....	20
Figura 18 Caja de cambios en segunda velocidad .....	21
Figura 19 Caja de cambios en tercera velocidad .....	22
Figura 20 Caja de cambios en cuarta velocidad .....	23
Figura 21 Caja de cambios en marcha atrás .....	24
Figura 22 Despiece parcial de un sincronizado .....	25
Figura 23 Árbol de Transmisión .....	26
Figura 24 Junta Cardán .....	27
Figura 25 Detalle de la transmisión .....	27
Figura 26 Despiece de una junta cardán .....	28
Figura 27 Despiece de un árbol de transmisión .....	28
Figura 28 Detalle del palier .....	29
Figura 29 Diferencial .....	30

Figura 30 Desconectar negativo de la batería .....	33
Figura 31 Retirar el motor de arranque.....	34
Figura 32 Desmontaje palanca de cambios.....	34
Figura 33 Elevar vehículo .....	35
Figura 34 Drenar Aceite de la caja.....	35
Figura 35 Retirar pernos de las juntas .....	35
Figura 36 Retirar pernos de la carcasa.....	36
Figura 37 Retirar pernos de la base.....	36
Figura 38 Caja Retirada.....	36
Figura 39 Aflojar pernos de la placa .....	37
Figura 40 Inspección del volante de inercia .....	38
Figura 41 Kit de embrague .....	38
Figura 42 Rulimán desgastado .....	39
Figura 43 Verificar estado del palto de presión.....	39
Figura 44 Despiece del diferencial.....	40
Figura 45 Elevar el vehículo .....	41
Figura 46 Retirar las tuercas de la llanta .....	41
Figura 47 Drenar el aceite del diferencial .....	41
Figura 48 Retirar tambor de freno.....	42
Figura 49 Retirar pernos en U.....	42
Figura 50 Retirar el diferencial.....	42
Figura 51 Retirar el palier .....	43
Figura 52 Palier.....	43
Figura 53 Retirar pernos diferencial.....	44
Figura 54 Separar diferencial.....	44
Figura 55 Corona.....	45
Figura 56 Piñón de ataque.....	45
Figura 57 Piezas lavadas.....	46
Figura 58 Volante de Inercia .....	46
Figura 59 Disco de embrague.....	47
Figura 60 Plato de presión .....	47
Figura 61 Apretando pernos del plato.....	48
Figura 62 Cambio de cojinete .....	48

Figura 63 Carcasa de la caja de cambios.....	49
Figura 64 Árbol secundario armado.....	49
Figura 65 Árbol intermedio armado.....	50
Figura 66 Chavetas de seguridad.....	50
Figura 67 Armado del eje intermedio.....	51
Figura 68 Piñón de reversa armado.....	51
Figura 69 Árbol secundario armado.....	52
Figura 70 Seguros árbol primario.....	52
Figura 71 Tuerca de seguridad.....	52
Figura 72 Sistema de varillaje.....	53
Figura 73 Colocación de los pernos.....	53
Figura 74 Insertar seguro entre los árboles.....	54
Figura 75 Base de la palanca de cambios.....	54
Figura 76 Velocímetro.....	54
Figura 77 Colocando Placa superior.....	55
Figura 78 Carcasa superior de la palanca.....	55
Figura 79 Montando la caja de cambios.....	56
Figura 80 Montando caja de cambios.....	56
Figura 81 Ajustando los pernos de la caja.....	57
Figura 82 Pista del cojinete.....	57
Figura 83 Montaje de la corona.....	58
Figura 84 Diferencial calibrado.....	58
Figura 85 Cambio de retenedor.....	59
Figura 86 Montaje de la brida.....	59
Figura 87 Montaje del diferencial.....	60
Figura 88 Diferencial en el vehículo.....	60
Figura 89 Pernos en U.....	61
Figura 90 Insertando palier.....	61
Figura 91 Pernos del cardán.....	62
Figura 92 Ajuste de las tuercas de las ruedas.....	62
Figura 93 Cable de embrague.....	63
Figura 94 Elementos de la caja de cambios.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principales fallas del sistema de transmisión.....	32
Tabla 2 Tipos y cantidades de aceite.....	63
Tabla 3 Número de dientes en las cinco diferentes marchas. ....	64

## **RESUMEN**

En el presente proyecto permite determinar el proceso a realizar para reparar el sistema de transmisión, el cual puede quedar fuera de servicio por dos motivos, ya sea porque ha sufrido daños o por el paso del tiempo.

El capítulo I hace referencia a los objetivos planteados para el estudio del sistema de transmisión y así poder mejorar el entendimiento, y funcionamiento teórico-práctico para los alumnos de la UGT.

El capítulo II abarca el marco teórico donde se describe cada uno de los componentes del sistema de transmisión los mismos que fueron recopilados de revistas, libros, manuales y sitios web para realizar el desmontaje y montaje.

El capítulo III trata los procedimientos de montaje y desmontaje del sistema de transmisión, así como también los cálculos de la relación de transmisión con esto se puede saber con exactitud en las cuatro marchas y en reversa.

El sistema de transmisión es muy importante en la mecánica automotriz, es el encargado de hacer llegar el giro del motor a las ruedas, esto nos permite movilizarnos de un lugar a otro seleccionando la marcha adecuada acorde a la condición geografía del terreno, a voluntad del conductor, y en reversa.

### **PALABRAS CLAVES:**

- ✓ **SISTEMA DE TRANSMISIÓN**
- ✓ **CAJAS MANUALES**
- ✓ **DIFERENCIAL**

## **ABSTRACT**

This project allows to determine the necessary process in order to repair the transmission system, which leaves out of service for two reasons, one of them because it has suffered damages and the other one will be caused as time goes by.

Chapter I, its about objectives setting for the transmission system study it that way improve the understanding, and theoretical-practical of the UGT students.

Chapter II, covers the theoretical framework that describes each of the components of the transmission system which were taken from magazines, books, manuals and websites for disassembly and assembly.

Chapter III, It is about the assembly and dismantling about the procedures of the transmission system, as well as the calculation of the transmission ratio. By analyzing this, it will be possible to know exactly the four gears and reverse.

The transmission system is very important in the automotive mechanics, it is in charge of getting the engine to the wheels turning, this allows us to move place to place by selecting the appropriate gear according to the geographic conditions of the field, the driver's will, and in reverse.

### **Key Words:**

- ✓ **Transmission system**
- ✓ **Manual Boxes**
- ✓ **Diferencial**

---

Lic. Sandra Hidalgo

**DOCENTE UGT**

# CAPÍTULO I

## TEMA

Rehabilitación del sistema de transmisión, del jeep Chevrolet Trooper año 1985.

### 1.1 ANTECEDENTES

#### CHEVROLET TROOPER, MULA DE TRABAJO

Los vehículos que fueron creados en la Segunda Guerra Mundial, para realizar varias funciones, comenzando para solo dar un paseo. Luego han sido utilizados para carga y también como un todo terreno, en la actualidad, se los utiliza para carreras. Por motivo que su construcción es rígida, suficiente para resistir la intemperie y grandes esfuerzos, además un buen mantenimiento permite un tiempo de servicio prolongado, para poder disfrutar todas las prestaciones de este poderoso vehículo, que con el paso del tiempo sigue aun recorriendo kilómetros en todas partes del mundo.

El Chevrolet Trooper, finalizó su ensamblaje en 1995, siendo uno de los de mayor éxito en ventas y el más recordado por sus prestaciones. Sin embargo, en el mercado nacional es muy apetecido dentro de los vehículos usados, para las personas que viven en el campo donde las carretas son de tierra y en donde este vehículo todo terreno muestra su capacidad de dominar dichas carreteras sin ningún problema.

Es por eso que se inicia con una breve introducción sobre las principales características a tener en cuenta antes de comprar un vehículo como este o por simple curiosidad debido a sus bajas tasas de mantenimiento, reparación y repuestos.

Poco mantenimiento en el motor (4,8 %) siendo una cifra baja en lo que se refiere a consumos excesivos de aceite, también se puede decir en las fugas en el empaque del cárter, la bomba de gasolina y los retenedores de la polea y del volante.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, las clases se las realizan en forma teórica con muy poca práctica en lo referente al sistema de transmisión.

Esto se debe al poco material didáctico que existe en la Institución específicamente el sistema de transmisión por tal motivo los estudiantes no pueden desmontar y montar los principales componentes de dicho sistema.

Los estudiantes de la Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías, al insertarse en el campo laboral, encuentran ciertas falencias al momento de manipular este sistema.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Este tema aportará al proceso enseñanza-aprendizaje de los estudiantes, ya que se conocerá cada componente del sistema de transmisión como son el conjunto del embrague, caja de cambios, árbol de transmisión y diferencial.

Este proyecto se realizó en vista a la importancia que tiene el conocimiento práctico del sistema de transmisión, es fundamental para el buen funcionamiento del vehículo, por tal motivo contribuirá de una mejor

manera la enseñanza y aprendizaje impartida por la Unidad de Gestión de Tecnologías.

La práctica es fundamental en el desarrollo profesional, por este motivo se ha sugerido el presente proyecto que tiene como fin la rehabilitación del sistema de transmisión de un jeep Chevrolet Trooper del año 1985, es necesario conocer los distintos componentes mecánicos de cada parte que compone el sistema de transmisión del vehículo, al realizar el desmontaje y montaje del sistema de transmisión se contribuirá a aumentar un mayor desarrollo profesional del estudiante.

El presente Proyecto Técnico, afinará los conocimientos recibidos en las aulas al permitir desmontar y montar el sistema de transmisión, como es el funcionamiento, manipulación, de los diferentes anteriormente mencionados por lo cual es viable la realización de este proyecto.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Rehabilitar el sistema de transmisión, del jeep Chevrolet año 1985, mediante la utilización de manuales y herramientas automotrices para afianzar los conocimientos obtenidos.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Identificar los posibles daños de la caja de cambios a través de una inspección y diagnóstico visual para su posterior reparación.

- Recopilar información del funcionamiento, proceso de montaje y desmontaje del sistema de transmisión, haciendo énfasis en el modelo Jeep Chevrolet 85, para tener una guía del proceso adecuado a seguir.
- Determinar la relación de transmisión de la caja de cambios mediante la utilización de cálculos matemáticos para su verificación.

### **1.5 Alcance**

El presente proyecto técnico tiene como finalidad el de poner a punto el sistema de transmisión para su correcto funcionamiento, lo cual permitirá cumplir otro ciclo de trabajo.

## CAPÍTULO II

### 2.1 SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE UN VEHÍCULO

El motor es el encargado de proporcionar la fuerza necesaria para el desplazamiento del vehículo. Para este fin, se dispone de un conjunto de órganos mecánicos cuya misión es transmitir el giro a las ruedas. A este conjunto se le denomina transmisión, que básicamente está formado por los siguientes elementos:

- Embrague
- Caja de cambios
- Ejes (árboles) de transmisión
- Grupo reductor
- Conjunto diferencial
- Palieres y bujes

### 2.2 TIPOS DE TRANSMISIÓN

#### 2.2.1 Transmisión manual

La caja de cambios es un elemento de transmisión, que se encuentra entre el motor y las ruedas, cuyas misiones son:

- Modificar el número de revoluciones del motor para realizar un aumento o disminución del par según las necesidades de la conducción o las prestaciones solicitadas por el conductor.
- Invertir el sentido de giro para hacer circular el vehículo marcha atrás.

Estos cambios de revoluciones y par, se realizan a través de un sistema de engranajes que permiten adaptar el movimiento del vehículo a las diversas condiciones de funcionamiento utilizando el menor consumo de combustible posible. (Ágreda Casado, Martín Navarro, & Gómez Morales, 2012, pág. 182)

## 2.2.2 Transmisión automática

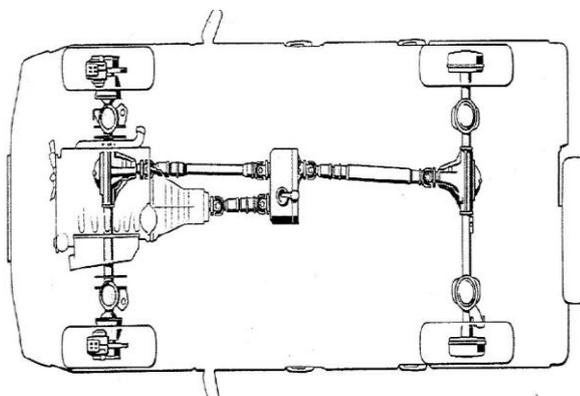
La caja de cambios manual automatizada (pilotada o robotizada) es una caja de cambios manual que no tiene pedal de embrague y no requiere la actuación del conductor para cambiar de una marcha a otra, algunas marcas las denominan cambios SMG, Sensodrive, Sequentonic, CMP... (Ágreda Casado, et al ., 2012).

Existen varios modelos, pero en función del procedimiento que utilice para mover los ejes selectores, se pueden clasificar en dos grupos:

- Los que utilizan un procedimiento electro-hidráulico, por ejemplo, el sistema Selespeed de Alfa Romeo, Dualogic de Fiat, Quickshift 5 de Renault, SMT de Toyota o el Sequentronic de Mercedes Benz.
- Los que utilizan un procedimiento eléctrico; utilizado principalmente por fabricantes japoneses, BMW con su sistema SMG2 y Easytronic de Opel. (Ágreda Casado, et al., 2012, pág. 230)

## 2.2.3 Transmisión total

En los vehículos con tracción a las cuatro ruedas (4x4), la transmisión del movimiento a las ruedas se complica ya que se necesitan más elementos, como otro árbol de transmisión que transmita el movimiento generalmente a las ruedas traseras, esto viene acompañado con el uso de otro diferencial. (Segura Ruiz, 1999, pág. 340)



**Figura 1 Transmisión 4x4**  
Fuente: (Segura Ruiz, 1999)

## 2.3 TIPOS DE CAJA DE CAMBIO DE VELOCIDADES

### 2.3.1 Cajas de cambios manuales

Son las utilizadas en la mayoría de los automóviles de serie, por su sencillez y economía, es accionado manualmente mediante una palanca de cambio. Podemos considerar tres partes fundamentales en su constitución:

- **Caja o cárter:** donde van montadas las combinaciones de ejes y engranajes. Lleva aceite altamente viscoso.
- **Tren de engranajes:** conjunto de ejes y piñones para la transmisión del movimiento.
- **Mando del cambio:** mecanismo que sirve para seleccionar la marcha adecuada.

### 2.3.2 Caja de velocidades de cambio automático

Es un sistema de transmisión que es capaz por sí mismo de seleccionar todas las marchas o relaciones sin la necesidad de intervención directa del conductor.

El cambio de una relación a otra se produce en función tanto de la velocidad del vehículo como el régimen de giro del motor, por lo que el conductor no necesita ni de pedal de embrague ni de palanca de cambios. El simple hecho de pisar el pedal del acelerador provoca el cambio de relación conforme el motor varía de régimen de giro. (Segura Ruiz, 1999, págs. 342-343)

## 2.4 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Para poder describir los principales elementos que constituyen la transmisión, es necesario considerar un vehículo con motor delantero y propulsión trasera, motivo por el cual para su montaje se emplea los

elementos principales del sistema de transmisión que a continuación se mencionan:

### **2.4.1 Embrague**

Constituye un requisito esencial, la necesidad de desconectar la transmisión del movimiento desde el motor a las ruedas o conectarlas suavemente cuando el vehículo deba arrancar desde reposo, y con este fin, se dispone el mecanismo del embrague formando parte del sistema de transmisión. (Alonso, 1999, pág. 11)

Dentro de la gran variedad de embragues existentes, caben destacar los siguientes:

#### **a)- Tipos de Embrague:**

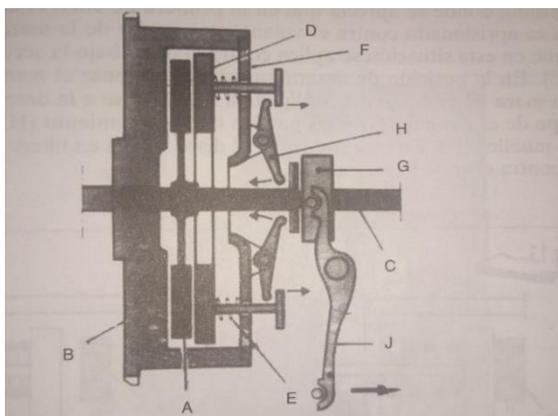
- **Embrague de fricción.**

Está constituido por un par motriz, que transmite el giro a la parte conducida, utilizando tal efecto la adherencia existente entre estos dos elementos, a los cuales está aplicada una determinada presión, que los acopla fuertemente el uno contra el otro. En la (figura 2) se ha representado esquemáticamente la disposición de un embrague de fricción, donde puede verse el volante motor (B) en el que se apoya (por mediación de un casquillo de bronce) el eje primario (C) de la caja de velocidades.

Sobre un estriado de este eje, se monta deslizante el disco de embrague (A), que recibe por sus dos caras laterales unos anillos de amianto impregnados de resina sintética y prensados en armazón de hilos de cobre, que son aplicados fuertemente sobre la cara del volante por el plato de presión (D) que, a su vez, es empujado por los muelles (E), repartidos por todo el plato de presión y que por su otro extremo se apoya con la carcasa de embrague (F), que se mantiene sujeta al volante motor por medio de tornillos, girando

con él y obligando a hacerlo a su vez al plato de presión (D) que por tanto gira solidario del volante motor.

El plato de presión (D) puede ser desplazado a la derecha por medio de las pastillas (H), que basculan sobre su eje de giro en la carcasa del embrague. Este conjunto se encierra en un cárter formado por el bloque motor y la caja de velocidades, para protegerlo del polvo. (Alonso, 1999, págs. 12-13)



**Figura 2 Embrague de Fricción**

Fuente: (Alonso, 1999)

- **Embrague hidráulico**

“Este tipo de embrague se utiliza en aquellos vehículos en los que esta pieza está alejada del pedal, con lo que resultaría difícil guiar los varillajes de un punto a otro” (Crouse, 1984)



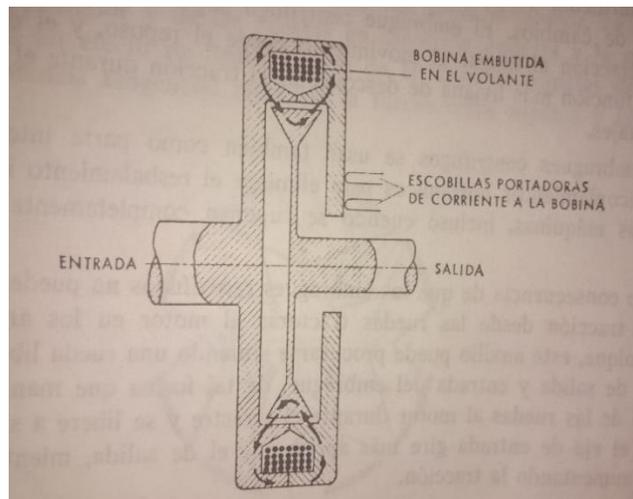
**Figura 3 Embrague Hidráulico**

Fuente: (Motoresymas, 2017)

- **Embrague electromagnético**

El embrague mostrado en la (fig. 4) depende para su acción del campo magnético creado cuando pasa una corriente a través de una bobina, que en este caso está embutida en la corona del volante y conectada a una fuente de electricidad mediante escobillas de carbón y un colector de anillos giratorios.

El embrague se engancha dirigiendo una corriente a través de la bobina: la corriente crea un campo magnético creciente, que atrae el miembro transmisor fijo al eje de salida forzándolo a girar con el volante. (Thomson, 1985, pág. 34)



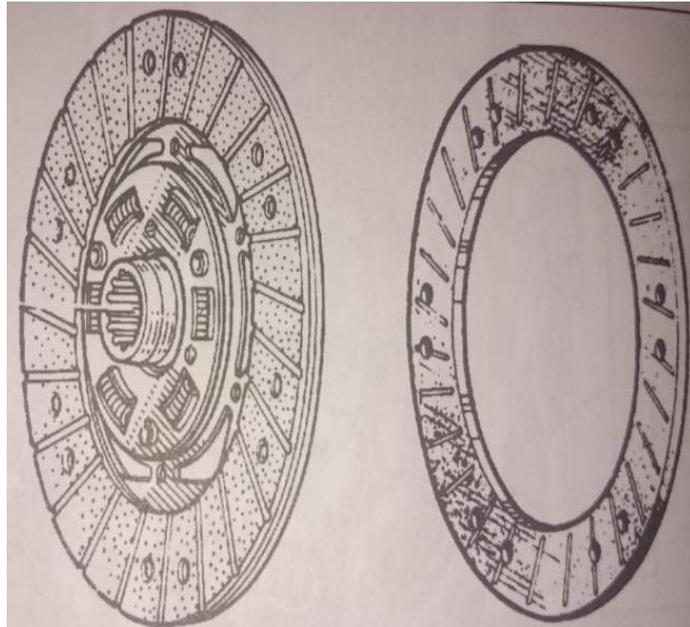
**Figura 4 Embrague electromagnético**  
Fuente: (Thomson, 1985)

## 2.4.2 Componentes del embrague

### a)- Disco de embrague

Como el disco de embrague debe transmitir a la caja de velocidades y a las ruedas todo el esfuerzo de rotación del motor, sin que se produzca resbalamientos, se comprende que sus forros deban ser de un material que se adhiera fácilmente a las paredes metálicas y sea muy resistente al desgaste por frotamiento y al calor.

El más empleado es el formado a base de amianto, como ya se dijo, llamado ferodo, se sujeta al disco por medio de remaches (fig. 5), cuyas cabezas quedan incrustadas en el mismo ferodo por medio de avellanados practicados en él, para evitar que rocen con el volante motor y con el plato de presión, a los que podrían dañar. (Alonso, 1999, pág. 16)



**Figura 5 Disco de Embrague**  
Fuente: (Alonso, 1999)

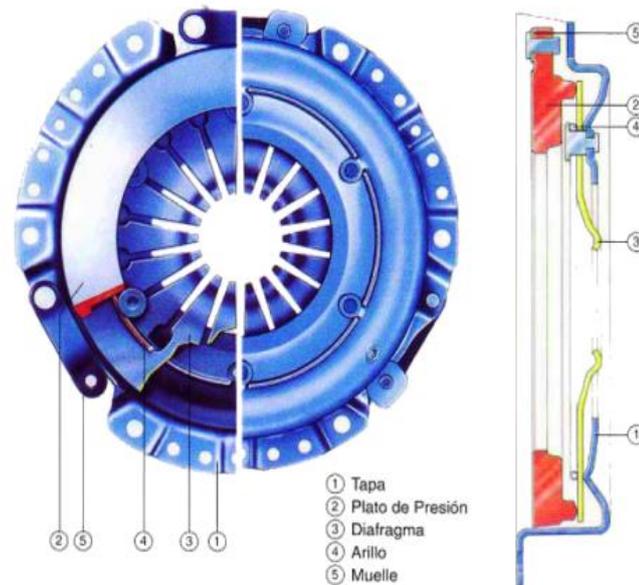
#### **b)- Maza de embrague**

Forma un sistema de fricción con el volante y el disco de embrague. Está atornillada al volante de inercia. Consta de una carcasa, un sistema de empuje (normalmente un diafragma) y un plato de presión. La carcasa sirve como soporte para el diafragma, que se apoya sobre la misma por medio de pernos y/o anillos. El diafragma aprieta el plato de presión contra los revestimientos del disco. (Ágreda Casado, et al ., 2012)

En la (figura 6) se puede observar las cinco partes principales de la maza de embrague, desde dos perspectivas las cuales son:

- Frontal
- Lateral

Esto nos ayuda a tener una mejor visualización de los componentes y como están estructuralmente conformados.



**Figura 6 Maza de embrague**

Fuente: (E-Auto, 2017)

El resorte de diafragma ha reemplazado casi por completo a los resortes helicoidales, ya que supuso un avance importante para mejorar el inconveniente de la descompensación del reparto de cargas que producían los muelles helicoidales.

El diafragma es un muelle cónico de compensación especial al que se le han aplicado unos cortes en forma tangencial o triangular, cuya elasticidad permite soportar las cargas y deformaciones en dirección axial, aplicadas en el centro de acción del collarín.

El plato de presión está unido a la carcasa del embrague a través de resortes de láminas tangenciales, remachados al plato en tres salientes. Estos resortes de láminas tangenciales cumplen tres funciones esenciales:

- Asistir en la carrera de retroceso del plato de presión al desembragar.
- Transmitir el par motor de la carcasa al plato de presión.

- Centrar el plato de presión.

(Ágreda Casado, et al., 2012, pág. 133)

### c)- Volante

Es el elemento transmisor del par motor al conjunto del embrague. El volante de inercia va atornillado al cigüeñal del motor y actúa como un acumulador de energía cinética, regularizando las oscilaciones torsionales del giro del motor producto del mecanismo biela-manivela; es decir, suaviza el flujo de energía entre una fuente de potencia y su carga (cuanto mayor es la masa de un volante de inercia, tanto más regular es la marcha del motor).

En el dimensionamiento del volante, además de la potencia a transmitir, también se tiene en cuenta el calor por fricción que se produce al embragar, de forma que no solo se pueda absorber sin problemas, sino que también se pueda evacuar de la mejor forma posible. (Ágreda Casado, et al.,2012, pág. 128)



**Figura 7 Volante de Inercia**  
Fuente: (Ecured, 2017)

#### d)- Collarín

Es un dispositivo que presiona el diafragma del embrague. Se denomina también como cojinete axial o cojinete de desembrague. Cuando el conductor pisa el pedal del embrague, se produce un desplazamiento del collarín que presiona el diafragma de maza.

Su estructura básica consiste en un conjunto formado por un rodamiento de bolas, un soporte y un casquillo, que se desplaza sobre el eje primario de la caja de cambios, y está unido a su vez a un actuador o a la palanca de accionamiento del embrague. Esta palanca u horquilla se acciona mediante diferentes sistemas: varillas, cable, bombín hidráulico, etc. (Ágreda Casado, et al ., 2012, pág. 134)



**Figura 8 Collarín**

Fuente: (Blog de Megataller, 2017)

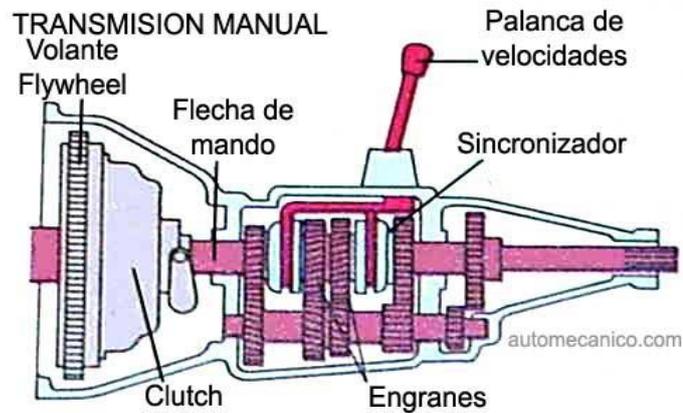
#### 2.4.3 Caja de velocidades

Es un elemento de transmisión, que se encuentra entre el motor y las ruedas, cuyas misiones son:

- Modificar el número de revoluciones del motor para realizar un aumento o disminución del par según las necesidades de la conducción o las prestaciones solicitadas por el conductor.

- Invertir el sentido de giro para hacer circular el vehículo marcha atrás.

(Ágreda Casado, et al., 2012, pág. 182)



**Figura 9 Caja de Velocidades Manual**

Fuente: (Automecanico, 2017)

### a)- Engranajes

Para una mejor distribución de las fuerzas intercambiadas entre los dientes de los engranajes y aumentar el número de dientes en contacto al mismo tiempo, las cajas de cambios utilizan en todas las marchas (excepto en la marcha atrás) engranajes cilíndricos con dientes helicoidales. Este diseño implica que, a igualdad de cargas, comparándolo con engranajes de dientes rectos, pueden utilizarse engranajes más pequeños, con menos peso y más silenciosos. (Ágreda Casado, et al., 2012)



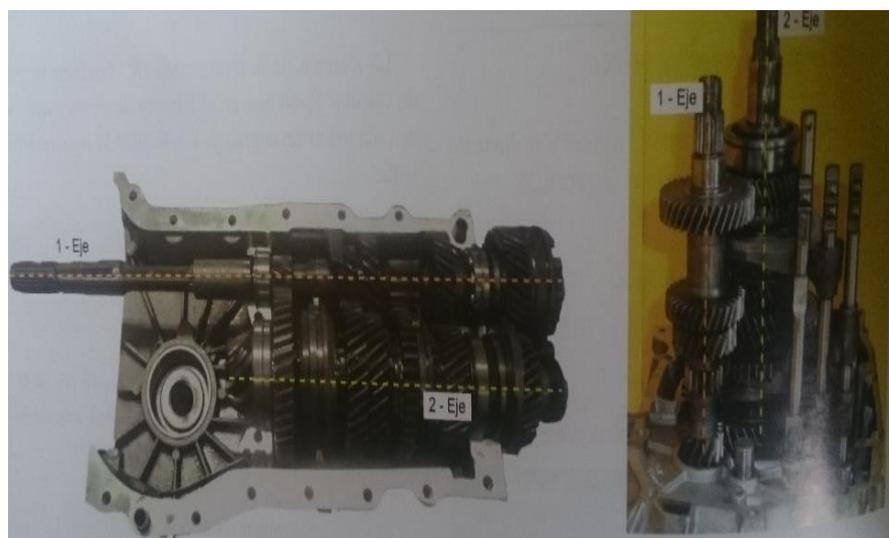
**Figura 10 Engranaje con piñón helicoidal y recto**

Fuente: (Ágreda Casado, et al., 2012)

## b)- Los trenes de engranaje

La caja de cambio manual está compuesta por dos o tres ejes (trenes de engranajes). Cada tren de engranajes lo componen un determinado número de engranajes o piñones que están engranados con piñones de otro eje.

A cada par de piñones engranado el fabricante le dotará una determinada relación de transmisión que corresponde con las diferentes marchas que tiene la caja de cambios.



**Figura 11 Caja de cambios de dos ejes.**

Fuente: (Ágreda Casado, et al., 2012)

### 2.4.5 Otros elementos de la caja de cambios manual

Las cajas de cambios manuales pueden ser de dos o tres ejes, aunque sus elementos son muy comunes. A continuación, se va a describir la caja de dos ejes que es la más utilizada, consta de las siguientes partes para su estudio y esto permite entender como está constituido internamente.

- Árbol primario.
- Árbol intermediario.
- Árbol de secundario.
- Sistema de mando.

(Ágreda Casado, et al., 2012)

### b)- El árbol primario

El árbol primario recibe movimiento del disco de embrague y se lo transmite al eje intermedio, en ocasiones ambos arboles forman una pieza, en otras suelen estar unidos por un pasador.

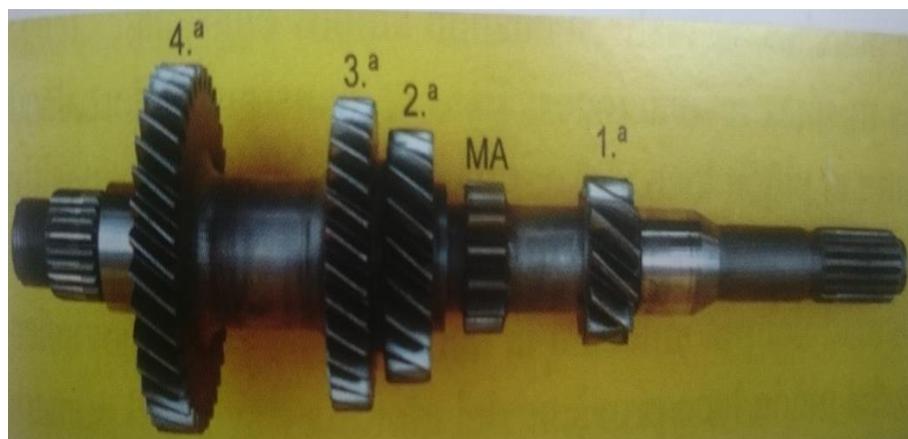


**Figura 12 Árbol primario e intermedio**

Fuente: (Ágreda Casado, et al ; 2012)

### b)- El árbol intermedio

“Está compuesto por piñones solidarios, es decir forman una única pieza. Dispone de tantos piñones como marchas tenga el cambio. Cada piñón engrana con un piñón loco del secundario.” (Ágreda Casado, et al., 2012)



**Figura 13 Árbol primario e intermedio en una sola pieza**

Fuente: (Ágreda Casado, et al ., 2012)

### c)- **Árbol secundario**

El árbol secundario es un eje que percibe el movimiento del árbol intermediario o del árbol primario (en el caso de la marcha directa) y lo transmite al árbol de transmisión o al diferencial, si se encuentra dentro de la caja de cambios.



**Figura 14** **Árbol secundario**

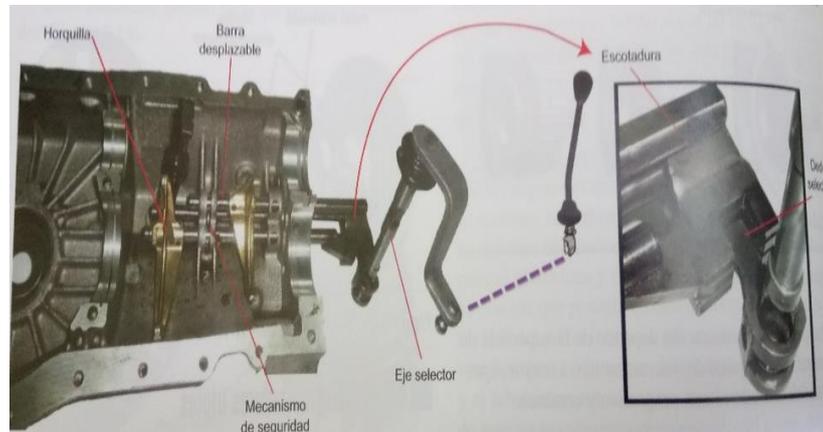
Fuente: (Ágreda Casado, et al., 2012)

### d)- **Sistema de mando**

Es el conjunto de elementos que transmite a la caja de cambio todas las decisiones de marchas seleccionadas por el conductor acorde a las necesidades del mismo, básicamente está compuesto por:

- Las horquillas
- Barras desplazables o cerrojos
- Dedo selector
- Palanca de cambios y varillaje
- Sistema de enclavamiento y seguridad

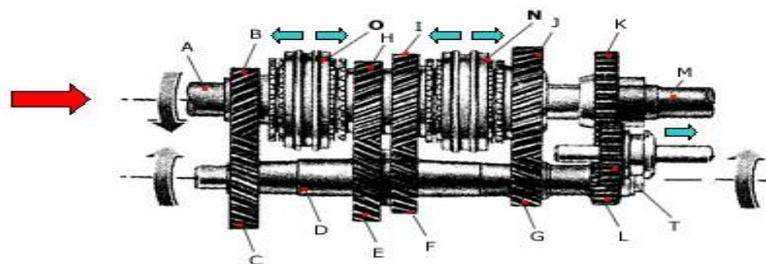
En la (figura 15) se puede observar los cinco componentes del sistema de mando más detallado desde la palanca de cambios hasta la horquilla. (Ágreda Casado, et al., 2012)



**Figura 15 Conjunto de mando y seguridad**  
Fuente: (Ágreda Casado, et al., 2012)

#### 2.4.6 Relación de transmisión

En la caja de cambios que se va a explicar, se obtiene cuatro velocidades hacia delante y una hacia atrás. Por esta causa, se dice que en una caja de cuatro velocidades. Existe además una posición en la que los sincronizadores permanecen en su posición de reposo, sin desplazamiento hacia ninguno de los lados, en cuyo caso, el giro del primario no es transmitido, diciéndose entonces que la caja está en “punto muerto”. (Alonso Pérez, 1998, pág. 244)



A.- Eje primario  
B.- Piñón de arrastre y de 4ª velocidad o directa  
C.- Piñón que mueve el árbol intermediario  
D.- Árbol intermediario  
E.- Piñón solidario de 3ª velocidad  
F.- Piñón solidario de 2ª velocidad  
G.- Piñón solidario de 1ª velocidad  
H.- Piñón loco de 3ª velocidad

I.- Piñón loco de 2ª velocidad  
J.- Piñón loco de 1ª velocidad  
K.- Piñón de M.A. (marcha atrás)  
L.- Piñón solidario de M.A.  
M.- Eje secundario o de salida  
N.- Sincronizador de 1ª y 2ª velocidad  
O.- Sincronizador de 3ª y 4ª velocidad  
T.- Piñón de reenvío o engrane de la M.A.

**Figura 16 Caja de cambios en punto muerto**  
Fuente: (Aficionados a la mecánica, 2017)

Para la relación En esta caja de cambios (figura 16) se produce una doble reducción cuando los piñones de "toma constante" (B y C) son de distintas dimensiones (nº de dientes). Por eso para calcular la reducción, tendremos utilizar la siguiente fórmula para saber el valor de reducción. Por ejemplo, en 1ª velocidad tendremos:

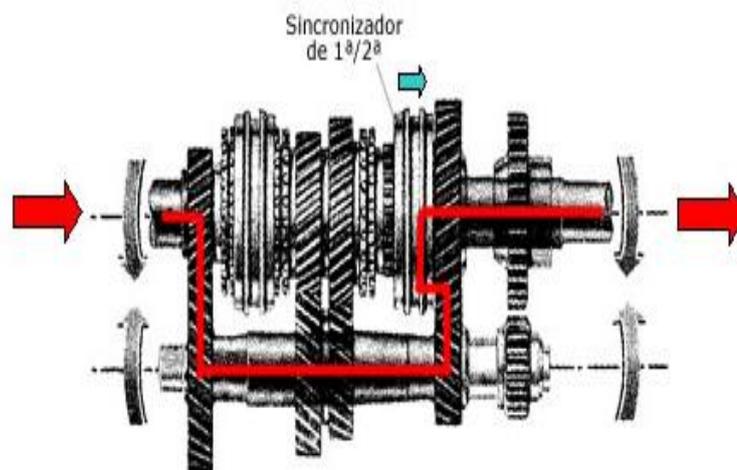
$$Rt(1 \text{ era Velocidad}) = \frac{C}{B} \times \frac{G}{J}$$

Rt = relación de transmisión

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

### 1ª Velocidad

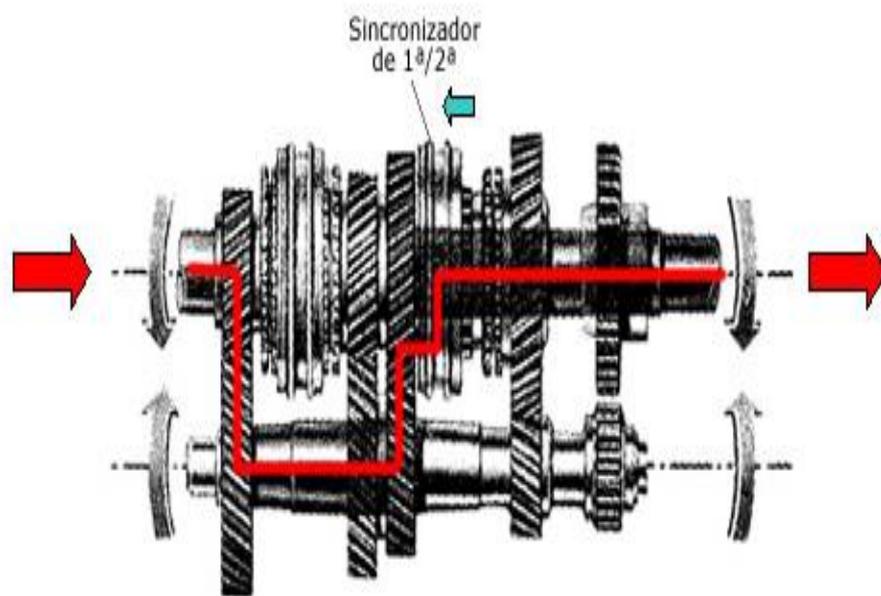
El desplazamiento hacia la derecha del sincronizador de 1ª-2ª (figura 17), se produce el enclavamiento del correspondiente piñón secundario, que se hace solidario de este eje. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra el esquema, obteniéndose la oportuna reducción. En esta velocidad se obtiene la máxima reducción de giro, dada la relación de los diámetros de los piñones conductores y conducidos. (Alonso Pérez, 1998, pág. 242)



**Figura 17 Caja de cambios en primera velocidad**  
Fuente: (Aficionados a la Mecánica, 2017)

## 2ª Velocidad

Para obtener esta velocidad, debe producirse el desplazamiento a la izquierda del sincronizador de 1ª-2ª (figura 17), logrando el cual, se consigue el enclavamiento del correspondiente piñón secundario, que se hace solidario del eje, por lo que el giro es transmitido a través de los piñones señalados en el esquema, obteniéndose una reducción distinta a la anterior. (Alonso Pérez, 1998, pág. 242)

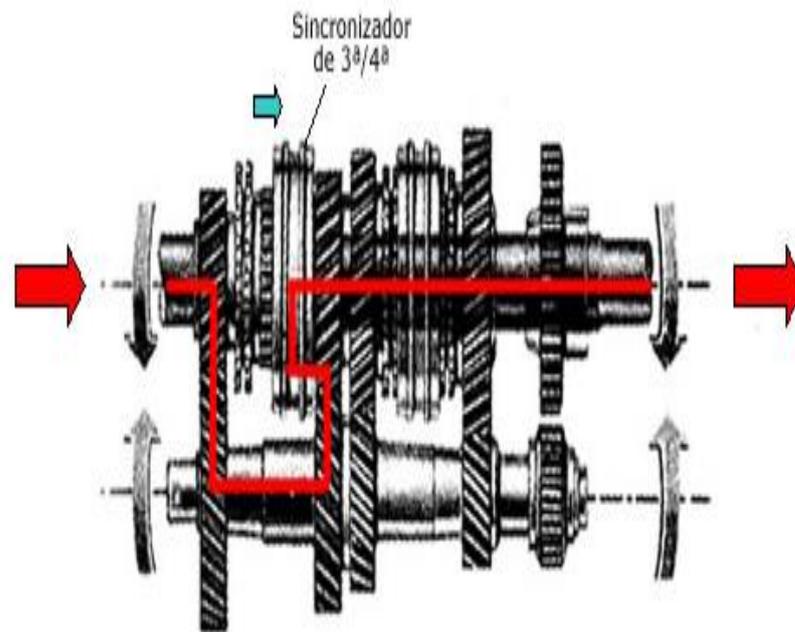


**Figura 18 Caja de cambios en segunda velocidad**  
Fuente: (Aficionados a la Mecánica, 2017)

## 3ª Velocidad

El desplazamiento a la derecha del sincronizador correspondiente de 3ª/4ª (figura 19) produce, al igual que en los casos anteriores, el enclavamiento del correspondiente piñón secundario, que se hace solidario de este eje. Dado que el tamaño de este piñón y su par del intermediario, es distinto a los anteriores, se obteniéndose una reducción diferente.

La reducción en esta velocidad se obtiene del giro menor que en el caso anterior, por esta razón aumenta la velocidad y disminuye el par. (Alonso Pérez, 1998, pág. 243)



**Figura 19 Caja de cambios en tercera velocidad**

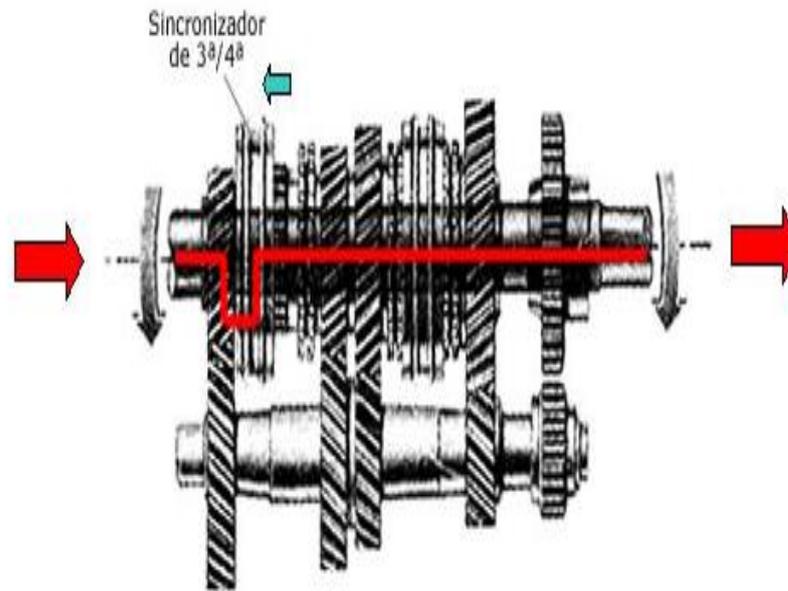
Fuente: (Aficionados a la Mecánica, 2017)

#### **4ª Velocidad**

Cuando el conductor lleva la palanca de cambios a la posición correspondiente a esta velocidad, se produce el desplazamiento del sincronizador correspondiente (figura 20) por lo cual, se hacen solidarios los eje primario y secundaria de 3ª/4ª transmitiéndose al giro directamente de uno a otra sin que exista reducción alguna, esto es lo que se llama roma directa y, en ella, el giro se transmite íntegramente del eje de entrada al de salida. (Alonso Pérez, 1998, pág. 243)

Por lo tanto, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la figura inferior, como una conexión directa es decir sin reducción de velocidad. En esta velocidad se obtiene una transmisión de giro uno a uno es decir sin reducción de la velocidad.

La velocidad que sale del motor es igual a la velocidad que sale de la caja de cambios al diferencial, es decir aumenta la velocidad y el par disminuye.



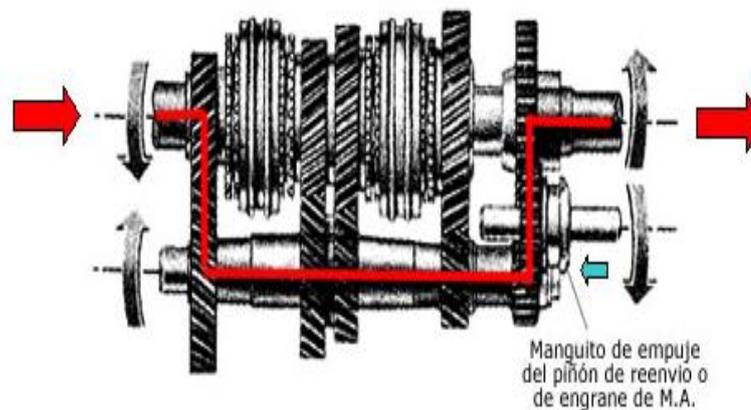
**Figura 20 Caja de cambios en cuarta velocidad**  
Fuente: (Aficionados a la Mecánica, 2017)

### **Marcha atrás**

Cuando el conductor lleva la palanca de cambios a la posición correspondiente a esta velocidad, se produce el desplazamiento de un piñón auxiliar, que entra a engranar con otros dos de dientes rectos, pertenecientes a los trenes intermedio y secundario respectivamente (figura 21). Con esto se consigue una nueva relación, e invertir el giro del tren secundario con respecto al primario. (Alonso Pérez, 1998, pág. 243)

Este piñón no modifica la relación existente entre los del intermedio y secundario, actuando únicamente como inversor de giro. Es de hacer notar que el piñón del secundario pertenece a esta velocidad es solidario del eje, al contrario de lo que ocurre con los restantes de este mismo eje

Al piñón inversor es más conocido como “piñón loco”, además la gran diferencia entre un piñón de marcha hacia delante y marcha atrás es la forma de los dientes en el primer caso son helicoidales mientras en los de reversa son rectos, esto nos permite mayor fuerza. (Alonso Pérez, 1998, pág. 244)



**Figura 21 Caja de cambios en marcha atrás**

Fuente: (Aficionados a la Mecánica, 2017)

### 2.4.7 Sincronizadores

Dada la constitución de una caja de cambios convencional. Como las tratadas hasta aquí, en las que la toma de velocidad se obtiene con el desplazamiento de la corona del sincronizador, cuyo dentado interno ha de engranar con el piñón loco del secundario correspondiente a la velocidad seleccionada, se comprende que es necesario igualar las velocidades del eje secundario (con el que gira solidario el sincronizador) y del piñón a enclavar, que es arrastrado por el tren intermediario, que gira a su vez movido por el motor desde el primario. (Alonso Pérez, 1998, pág. 244)

Con el vehículo en movimiento, al activar el conductor la palanca del cambio para seleccionar una nueva relación, se produce de inmediato el desenclavamiento del piñón correspondiente a la velocidad con que se iba circulando, quedando la caja en posición de punto muerto. Esta operación es sencilla de lograr, puesto que solamente se requiere el desplazamiento de la corona del sincronizador, con el que se produce el desengrane del piñón. (Alonso Pérez, 1998, pág. 244)

Sin embargo, para lograr un nuevo enclavamiento, resulta imprescindible igualar las velocidades de las piezas a engranar (piñón loco del secundario y eje), es decir, sincronizar su movimiento, pues de lo contrario, se producirían

golpes en el dentado, que pueden llegar a ocasionar roturas y ruidos en la manobra. (Alonso Pérez, 1998, pág. 244)

Como el eje secundario gira arrastrado por las ruedas en la posición de punto muerto de la caja, y el piñón loco es arrastrado desde el motor a través del primario y tren intermediario, para conseguir la sincronización se hace necesario el desembrague, mediante el cual, el eje primario queda en libertad sin ser arrastrado por el motor y su giro debido a la inercia puede ser sincronizado con el del eje secundario.

Por esta causa, las maniobras del cambio de velocidad deben ser realizadas desembragando el motor, para volver a embragar progresivamente una vez lograda la selección de la nueva relación deseada. La función de un dispositivo de sincronización es, pues, igualar la velocidad del piñón loco del secundario con la de este eje. (Alonso Pérez, 1998, pág. 244)



**Figura 22 Despiece parcial de un sincronizado**

Fuente: (Aficionados a la Mecánica, 2017)

#### 2.4.8 Árbol de transmisión

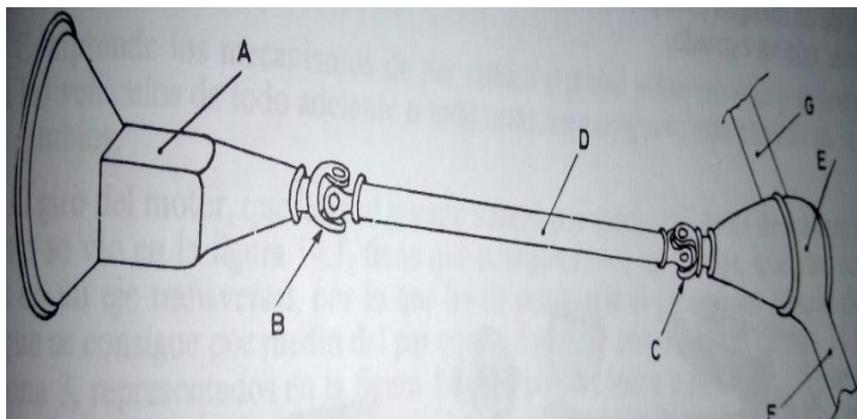
La transmisión del movimiento del movimiento de rotación desde la caja de cambios a las ruedas se realiza, según la disposición adoptada en el vehículo, de dos maneras distintas:

- En los vehículos con motor y tracción delanteros o los de motor y propulsión traseros, el secundario de la caja de cambios termina en un piñón cónico, que mueve una corona, que a su vez arrastra las ruedas por medio de palieres. Ambas piezas forman parte del puente trasero, que ella se verá.
- En los vehículos de motor delantero y propulsión trasera, el movimiento se transmite de la caja de cambios al puente trasero por mediación de un eje que recibe el nombre de árbol de transmisión, pues transmite el par motor a las ruedas.

En la (figura 23) se ha representado el conjunto de la caja de cambios A, árbol de transmisión D y puente trasero E. el movimiento pasa de la caja de cambios al árbol de transmisión y de aquí al puente trasero, donde es cambiado de sentido en  $90^\circ$  y reducido el tiempo en el par cónico de reducción emplazado en el puente trasero, para aplicarlo a las ruedas que lo toman de los palieres que pasan por el interior de F y G y harán desplazarse el vehículo.

(Alonso Pérez, 1998, pág. 262).

Debido a las irregularidades del terreno, el puente trasero sube y baja por tal motivo dispone de las juntas elásticas B y C para permitir este movimiento.



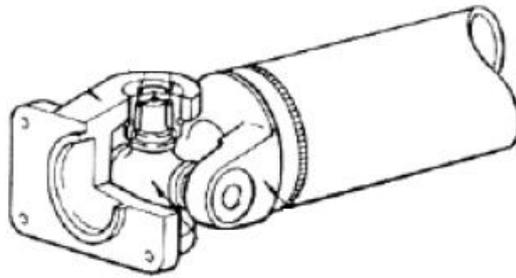
**Figura 23** Árbol de Transmisión

Fuente: (Alonso Pérez, 1998)

### a)- Árboles de transmisión con juntas universales cardán

Las juntas cardán son las más empleadas en la actualidad, ya que pueden transmitir un gran par motor y permite desplazamientos angulares de hasta  $15^\circ$  en las de construcción normal, llegando hasta los  $25^\circ$  en las de construcción especial. (Segura Ruiz, 1999)

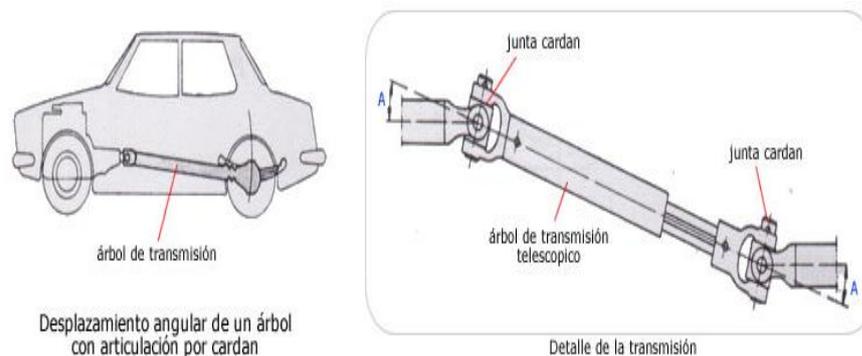
Tienen el inconveniente de que cuando los ejes giran desalineados quedan sometidos a variaciones de velocidad angular y, por tanto, a esfuerzos alternos que aumentan la fatiga de los materiales de los que están contruidos. (Segura Ruiz, 1999)



**Figura 24 Junta Cardán**

Fuente: (Segura Ruiz, 1999)

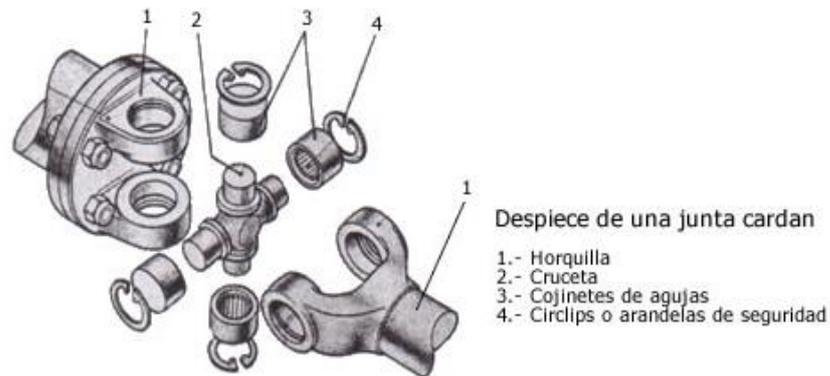
La oscilación de la velocidad es directamente proporcional al ángulo ( $A$ , de la figura 25) pero, normalmente, dicho ángulo en los vehículos tiende a ser pequeño y, por tal motivo, estas variaciones de velocidad tienden a ser despreciables.



**Figura 25 Detalle de la transmisión**

Fuente: (Aficionados a la mecánica, 2017)

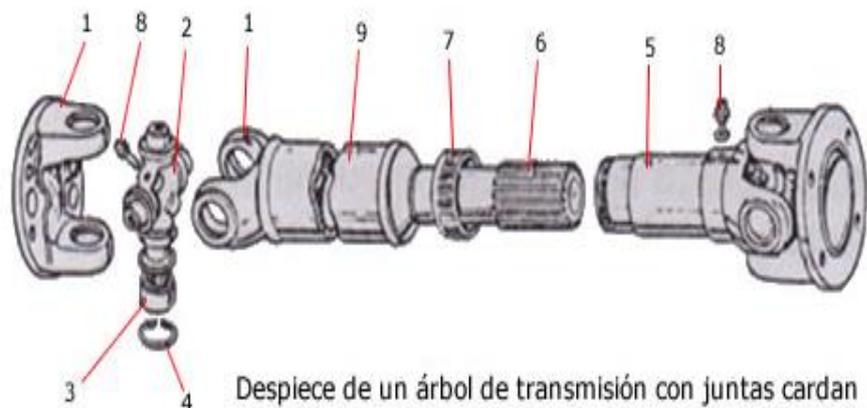
La junta cardán que se ha representado en la (figura 26) está formada por la horquilla (1) que se une a la caja de cambios o al puente trasero (según los casos) la cruceta (2), cuyos brazos se apoyan en los dos cojinetes de aguja, (3) encajados a presión en los alojamientos de las horquillas y sujetos a ellas mediante circlip o bridas de retención (4).



**Figura 26 Despiece de una junta cardán**

Fuente: (Aficionados a la mecánica, 2017)

Una de las horquillas va unida al tubo de la transmisión (9) y la otra lleva la brida de acoplamiento para su unión al grupo propulsor del puente. En el otro lado del tubo, la junta cardán va montada sobre una unión deslizante, formada por un manguito (5) estriado interiormente que forma parte de una de las horquillas, acoplándose al estriado (6) del tubo (9). El conjunto así formado constituye una unión oscilante y deslizante. (Aficionados a la mecánica, 2017)



**Figura 27 Despiece de un árbol de transmisión**

Fuente: (Aficionados a la mecánica, 2017)

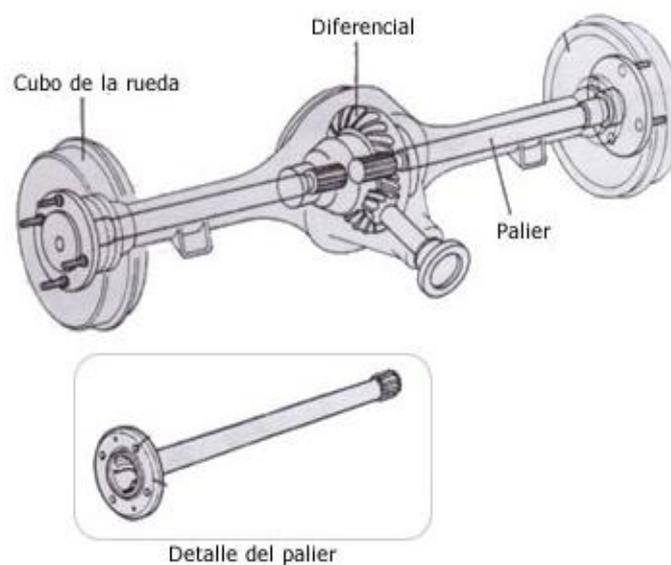
Estos árboles no sufren, generalmente, averías de ningún tipo, salvo rotura del propio árbol, en cuyo caso hay que cambiar el conjunto, ya que no admite reparación. El único desgaste que pueden sufrir está en los cojinetes de la cruceta, en cuyo caso se sustituyen éstos o se procede a cambiar la cruceta.

La protección del acoplamiento estriado la asegura el casquillo guardapolvo (7) y el engrase de las articulaciones de la junta cardan se efectúa con grasa consistente por los engrasadores (8).

#### 2.4.9 Semi-árboles de transmisión o palieres

Tienen la misión de transmitir el movimiento desde el diferencial a las ruedas. Están constituidos por un eje de acero forjado, uno de sus extremos se acopla al planetario del diferencial y, el otro extremo se acopla al cubo de la rueda.

En vehículos con motor delantero y propulsión trasera dotada de puente trasero flotante (sin suspensión independiente) se emplean para el montaje de estos semiárboles. (Segura Ruiz, 1999, pág. 351)



**Figura 28 Detalle del palier**

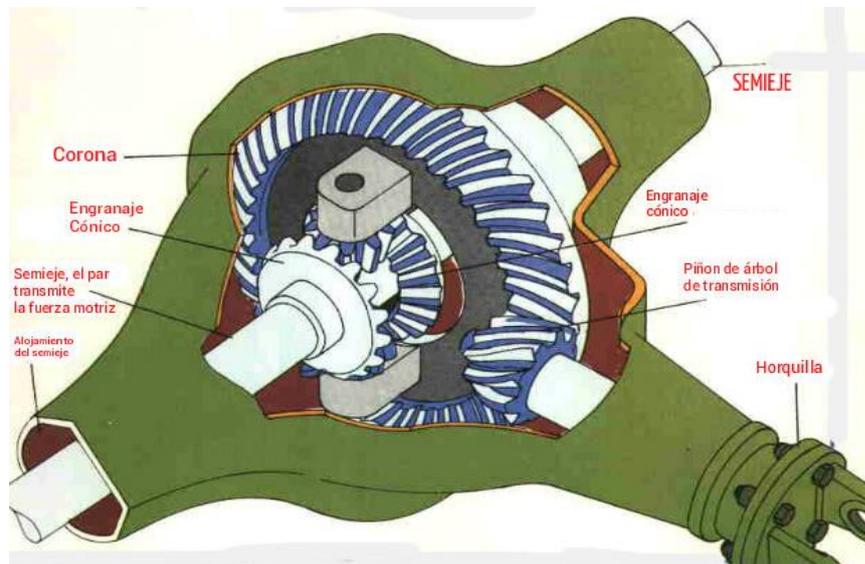
Fuente: (Aficionados a la mecánica, 2017)

### 2.4.10 Diferencial

Tiene por objetivo permitir que cuando el vehículo toma una curva sus ruedas propulsoras puedan describir sus respectivas trayectorias sin patinamiento sobre el suelo.

La necesidad de este dispositivo se explica por el hecho de que al tomar una curva el vehículo, las ruedas interiores a la misma recorren un espacio menor que las situadas en el lado exterior, puesto que las primeras describen una circunferencia de menor radio que las segundas. (Segura Ruiz, 1999, pág. 350)

El diferencial reparte el esfuerzo de giro de la transmisión entre los semiejes de cada rueda, actuando como un mecanismo de balanza; es decir, haciendo repercutir sobre una de las dos ruedas el par, o bien las vueltas o ángulos de giro que pierda la otra. (Segura Ruiz, 1999, pág. 350)



**Figura 29 Diferencial**

Fuente: (Fierros Clasicos, 2017)

Esta característica de funcionamiento supone la solución para el adecuado reparto del par motor entre ambas ruedas motrices cuando los vehículos describe una curva, pero a la vez se manifiesta como un serio

inconveniente cuando una de las dos ruedas pierde su adherencia con el suelo total o parcial.

En estas circunstancias cuando por ejemplo una de las dos ruedas del eje motriz rueda momentáneamente sobre una superficie deslizante (hielo, barro, etc.) o bien se levanta en el aire (a consecuencia de un bache o durante el trazado de una curva a alta velocidad), la característica de balanza del diferencial da lugar a que el par motor se concentre en la rueda cuya adherencia se ha reducido.

Esta rueda tiende a embalsarse, absorbiendo todo el par, mientras que la opuesta permanece inmóvil, lo que se traduce en pérdida de tracción del coche. (Segura Ruiz, 1999, pág. 350)

## CAPÍTULO III

### HABILITACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

#### Introducción

En el presente capítulo se desarrolla el montaje y desmontaje del sistema de transmisión del vehículo en estudio. Para lo cual se empieza con una inspección visual para identificar componentes, a su vez piezas defectuosas, fugas y nivel de aceite, desgaste de componentes mecánicos. Esto nos ayuda a visualizar los motivos por los cuales dejen de operar con normalidad.

#### 3.1 Posibles causas para que se deteriore una caja de cambios

**Tabla 1**  
**Principales fallas del sistema de transmisión**

<b>ORD.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	Pisar sin necesidad el pedal del embrague.
2	Mal uso del embrague al hacer cambios de marcha.
3	Sincronización inadecuada de las velocidades.
4	Apoyarse en la palanca de cambios.
5	Uso exagerado de la contramarcha.
6	Reducciones bruscas de velocidad por ejemplo de 5ta a 3000 rpm. Y bajar a 2da a 6500 rpm.
7	Arrancar un vehículo empujando.
8	Bajo nivel de aceite de transmisión en la caja y corona.

## 3.2 Pruebas y diagnóstico previo al desmontaje

### 3.2.1 Prueba visual

- Conexión cable del embrague.
- Revisar los pernos que sujetan la caja de cambios con el motor.
- Chequear el tapón de aceite.
- Verificar si hay juego en las crucetas.
- Verificar fugas y el nivel de todos los fluidos del vehículo.

### 3.2.2 Diagnóstico

- Deterioro de empaques provoca fugas de aceite del diferencial.
- El cable de embrague se encuentra roto (cambio)
- Pernos de sujeción en mal estado (corroídos y aislados)
- Fuga de aceite por el tapón en mal estado. (aislado)
- No existe juego en las crucetas.

### 3.2.3 Prueba y diagnóstico de Ruta

- No se las realizo debido a que el vehículo no se encontraba en
- condiciones para ser operado y realizar esta prueba.

## 3.3 Desmontaje de la caja de cambios

En este punto se debe ejecutar el siguiente procedimiento en general:

- Desconecte la batería del vehículo: utilice una llave #10 para retirar la tuerca de la abrazadera del borne negativo, como indica en la (fig. 30)



**Figura 30 Desconectar negativo de la batería**

- Localice y retire el motor de arranque, desconecte la alimentación y la masa, retire los dos pernos que sujetan al motor de arranque con la caja. Como se indica en la (fig. 31)



**Figura 31 Retirar el motor de arranque**

- En la (fig. 32) se puede observar el desmontaje la palanca desde el interior del vehículo: con una llave mixta #12 afloje los pernos de la base de la palanca y retire hacia arriba.



**Figura 32 Desmontaje palanca de cambios**

- Elevar el vehículo y asegurarlo, para esto es necesario que se ingrese un gato hidráulico y eleve el vehículo hasta que permite un espacio de trabajo. Ingrese y asegure los caballetes. Como se indica en la (fig. 33).



**Figura 33 Elevar vehículo**

- Drenar el aceite de la caja de cambios. Con una llave #23 se gira el tapón para extraer al aceite que contiene la caja. Como se observa en la (fig. 34).



**Figura 34 Drenar Aceite de la caja**

- Sacar los pernos de las juntas universales colocarlo en un lugar seguro, verificar si no están deformados o aislados la rosca y retirar el cardán utilice una llave mixta y retire los 8 pernos que sujetan al cardán. (fig. 35).



**Figura 35 Retirar pernos de las juntas**

- Retire los pernos que sujetan la carcasa del embrague de la transmisión al bloque del motor utilizando dos llaves. (fig. 36).



**Figura 36 Retirar pernos de la carcasa**

- Sacar los pernos de la base de la caja la base de la caja se encuentra anclada al chasis, localícela y retire los 4 pernos que la asegura. (fig. 37).



**Figura 37 Retirar pernos de la base**

- Bajar la caja en su totalidad. De necesitar asistencia por el peso de la caja, utilice un gato hidráulico y colóquelo debajo de la caja, libere la presión del gato y baje con precaución. (fig. 38)



**Figura 38 Caja Retirada**

### 3.3.1 Desmontaje del embrague

- El acceso a los componentes del embrague se logra normalmente eliminando la transmisión, dejando el motor en el vehículo. Si, por supuesto, el motor se retira para la revisión general, entonces siempre se debe tomar la oportunidad para comprobar el desgaste del embrague y reemplazar los componentes desgastados según sea necesario. Los siguientes procedimientos suponen que el motor permanecerá en su lugar.
- Girando cada perno solamente media vuelta a la vez, afloje lentamente la placa de presión a los pernos del volante.
- Trabaje en un patrón diagonal y afloje cada perno un poco a la vez hasta que se alivie toda la presión del resorte.
- Sujete la placa de presión con firmeza y completamente los pernos, seguidos por la placa de presión y el disco de embrague. (fig. 39)



**Figura 39 Aflojar pernos de la placa**

- Inspeccione el volante para ver si hay grietas, calor, ranuras u otros signos de defectos obvios. Si las imperfecciones son leves, un taller mecánico puede mecanizar la superficie plana y lisa, lo que es

altamente recomendable independientemente de la apariencia de la superficie. Como se observa en la (fig.40).

El volante de inercia se encuentra en condiciones operables.



**Figura 40 Inspección del volante de inercia**

- Extracción del plato de presión y disco de embrague y ruliman se procede a verificar el estado de los mismos encontrándose. Como se observa en la (fig.41 y 42).



**Figura 41 Kit de embrague**



**Figura 42 Rulimán desgastado**

- Disco sin labrado
- Plato rayado y en mal estado
- Rulimán oxidado y desgastado

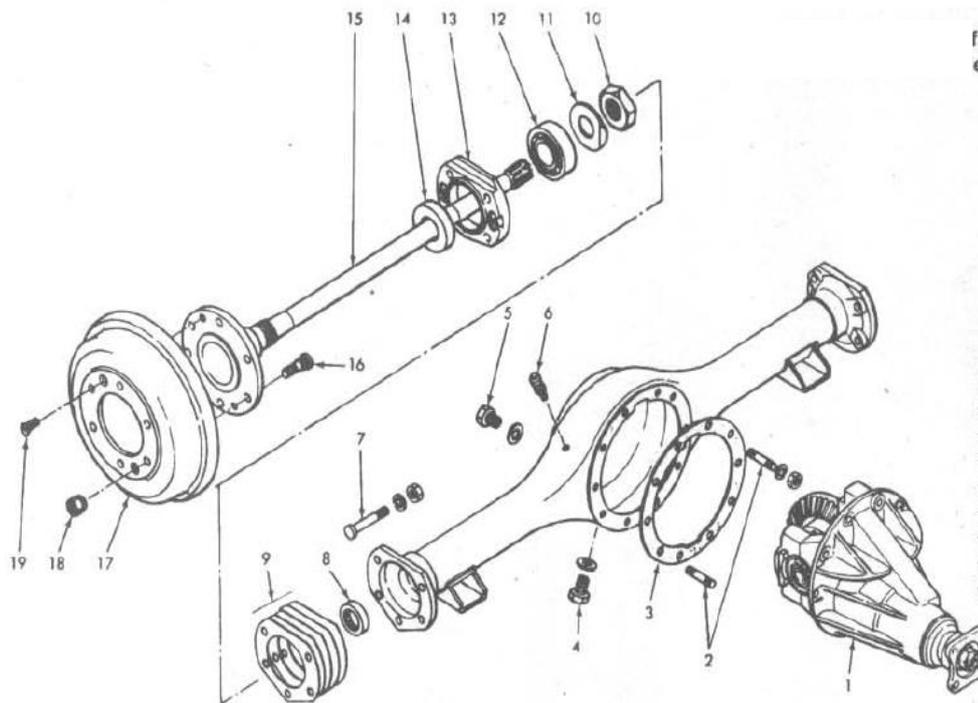
Comprobar las superficies mecanizadas del plato de presión. Si la superficie está fisurada o dañada de otro modo, reemplace la placa de presión. También compruebe si hay daños obvios, distorsión, agrietamiento, etc.

- El acristalamiento ligero se puede quitar con un paño de esmeril de grano medio. En este caso se reemplazó por uno nuevo. Como se observa en la (fig.43).



**Figura 43 Verificar estado del palto de presión**

### 3.3.2 Desmontaje del diferencial y los ejes.



**Figura 44 Despiece del diferencial**

Fuente: (Warren , Maddox, & Haynes , 1993)

- |                               |                                   |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1. Soporte diferencial y caja | 11. Arandela de seguridad         |
| 2. Pernos de montaje          | 12. Rodamiento                    |
| 3. Empaque                    | 13. Retenedor                     |
| 4. Tapón de drenaje           | 14. Sello de grasa                |
| 5. Tapón de llenado           | 15. Palier                        |
| 6. Respiradero                | 16. Perno                         |
| 7. Perno                      | 17. Tambor de freno               |
| 8. Sello de aceite            | 18. Tuerca                        |
| 9. Calzas                     | 19. Tornillo del tambor de frenos |
| 10. Tuerca de bloqueo         |                                   |

- Levante la parte trasera del vehículo y sosténgalo firmemente en los gatos. Bloquee las ruedas delanteras para evitar que el vehículo ruede. Como se observa en la (fig.45).



**Figura 45 Elevar el vehículo**

- Retire las ruedas traseras y suelte el freno de estacionamiento. Como se observa en la (fig.46).



**Figura 46 Retirar las tuercas de la llanta**

- Retirar el tapón de drenaje y drene el aceite del diferencial en un recipiente adecuado, tenga cuidado de desechar de una manera adecuada el aceite. Cuando el drenaje esté completo, apriete con los dedos el tapón de drenaje en su lugar. Como se observa en la (fig.47).



**Figura 47 Drenar el aceite del diferencial**

- En los modelos equipados con frenos de tambor, retire el tambor y desconecte la línea de freno del cilindro de la rueda. Como se observa en la (fig.48).



**Figura 48 Retirar tambor de freno**

- Aflojar las cuatro tuercas de los dos pernos en U (fig.49).



**Figura 49 Retirar pernos en U**

- Una vez que la carcasa diferencial está libre se procede a retirarlo para su posterior limpieza y extracción de los palieres (fig.50).



**Figura 50 Retirar el diferencial**

- Retirar las cuatro tuercas de retención del cojinete del palier (fig.51).



**Figura 51 Retirar el palier**

- El palier completo con el conjunto de cojinetes y las cuñas de ajuste (si está equipado) puede ahora ser extraído del eje trasero. Si se desgastan los viejos cojinetes, lleve el conjunto del árbol de transmisión a un taller de maquinaria automotriz, retire y sustituya los cojinetes (fig.52).



**Figura 52 Palier**

- Se procede a aflojar los pernos de la tapa del cuerpo y soporte del diferencial (fig.53).



**Figura 53 Retirar pernos diferencial**

- Con ayuda de un desarmador plano se empieza a separar la corona del piñón (fig.54).



**Figura 54 Separar diferencial**

- El conjunto de la corona, satélites, rodamientos y planetarios se encuentran en perfecto estado (fig.55).



**Figura 55 Corona**

- El piñón se encuentra en perfecto estado, pero el rodamiento y separador se procede a reemplazarlos por nuevos (fig.56).



**Figura 56 Piñón de ataque**

### 3.4 Limpieza de los elementos de la transmisión desmontados.

En una mesa se coloca un recipiente con abundante desengrasante y pieza por pieza se introduce en el mismo para quitar toda la suciedad, también se emplea cepillos de cerdas suaves para no dañar la superficie de las piezas mecánicas al igual que la carcasa de la caja y funda del diferencial. Ver anexo A,B. Cabe recalcar que se debe sopletear con aire las piezas lavadas para eliminar el exceso del desengrasante y posteriormente su secado (fig.57).



**Figura 57 Piezas lavadas**

### 3.5 Montaje del kit de embrague

Antes de la instalación, limpie cuidadosamente el volante y las superficies mecanizadas de la placa de presión con un trapo humedecido con alcohol de fricción. Es importante que no haya aceite ni grasa en estas superficies ni el papel del disco de embrague. Manipule estas piezas sólo con las manos limpias. Los pernos deben ser ajustados con un torque de (72 lbs-ft) (fig.40).



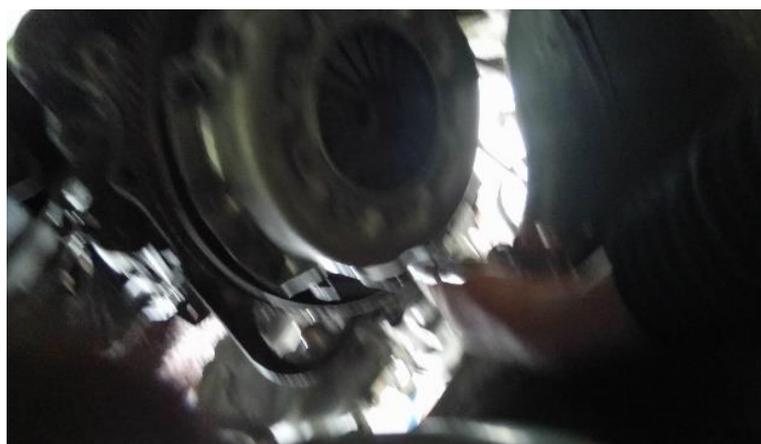
**Figura 58 Volante de Inercia**

Posicione el disco de embrague y la placa de presión con el embrague mantenido en su lugar con una herramienta de alineación. Asegúrese de que está instalado correctamente (la mayoría de los discos de embrague de repuesto estarán marcados con "lado del volante" o algo similar, si no está marcado, todo el embrague con los amortiguadores o bujes hacia la transmisión) (fig.59).



**Figura 59 Disco de embrague**

- Apriete los tornillos de la placa de presión a la rueda del motor sólo con los dedos, trabajando alrededor de la placa de presión (fig.60).



**Figura 60 Plato de presión**

- Mueva la herramienta hacia arriba, hacia abajo o de lado a lado, según sea necesario, para colocar la herramienta en el cojinete piloto. Apriete los pernos de la placa a la rueda volante poco a poco, trabajando en

un patrón cruzado para evitar distorsionar la cubierta. Después de que todos los tornillos estén ajustados, apriete al par especificado. Torque (12-14 lbs-ft) (fig.61).



**Figura 61 Apretando pernos del plato**

- Utilizando grasa de alta temperatura, lubricar la ranura interna del cojinete. También coloque la grasa en los dedos de la horquilla (fig.62).



**Figura 62 Cambio de cojinete**

### 3.5.1 Montaje de transmisión - verificación y sustitución

- Se coloca la carcasa de la caja de cambios en una mesa para proceder a colocar el eje primario y secundario e intermedio (fig.63).



**Figura 63 Carcasa de la caja de cambios**

Se armar el árbol secundario en cual se encuentran alojados los piñones de las cuatro velocidades y de reversa, se debe tener en cuenta antes de la armada, que todos los componentes estén limpios y secos (fig. 64)

Además, las manos deben estar limpias también se debe aceitar a cada piñón y sincronizados de igual manera el eje intermedio para evitar la fricción entre las piezas mecánicas y esto nos permite un correcto armado de los mismos. Cabe recalcar que todos los elementos de mencionado árbol se encuentran en perfecto estado de funcionamiento.



**Figura 64 Árbol secundario armado**

- A continuación, se arma el árbol intermedio teniendo en cuenta de insertar los rodamientos cilindros con grasa para evitar que se caigan. Este árbol se encuentra en perfecto estado (fig.65).



**Figura 65 Árbol intermedio armado**

- Se colocan las chavetas de seguridad en los extremos de la carcasa de la caja para evitar que se caigan se debe colocar un poco de grasa, esto no facilita para proceder a armar los árboles en el interior de la caja (fig.66).



**Figura 66 Chavetas de seguridad**

- Se coloca el árbol intermedio en el interior de la caja y a su vez se ingresa un eje por la parte trasera de la carcasa el cual traspasa todo el árbol con la ayuda de un martillo se da pequeños golpes hasta que haya ingresado todo (fig. 67).



**Figura 67 Armado del eje intermedio**

- Seguidamente se procede a ingresar el piñón loco o de reversa y de igual manera se atraviesa un eje desde la parte posterior hacia en frente (fig.68).



**Figura 68 Piñón de reversa armado**

A continuación, se arma el árbol secundario solo si el piñón de reversa permite ingresar con facilidad mencionado árbol, caso contrario ingrese primer el árbol secundario, luego el piñón de reversa (fig.69).



**Figura 69 Árbol secundario armado**

Se ingresa el árbol primario con su respectivo rodamiento para unir con el árbol secundario y se procede a colocar las arandelas de seguridad y respectivos seguros (fig.70).



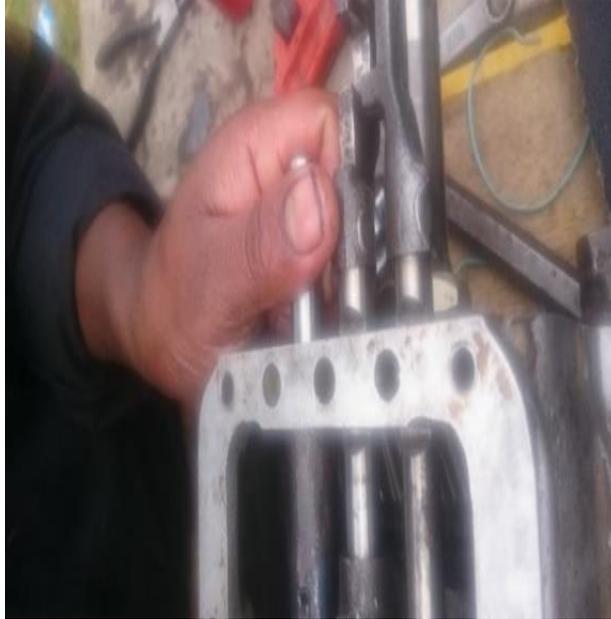
**Figura 70 Seguros árbol primario**

En la parte posterior se coloca la tapa del eje de salida con su respectiva tuerca de seguridad (fig.71).



**Figura 71 Tuerca de seguridad**

- Se procede armar el sistema de mando, es decir las palancas y los manguitos (fig.72).



**Figura 72 Sistema de varillaje**

- Se coloca silicona alrededor de la tapa del árbol primario y enseguida se procede a colocar en su lugar apretar sus pernos. Torque (27 lbs-ft) (fig.73).



**Figura 73 Colocación de los pernos**

- Se procede a colocar un seguro entre los árboles intermedio y el piñón de reversa (fig.74).



**Figura 74 Insertar seguro entre los árboles**

Se coloca silicón en toda la superficie de la base de la palanca de cambio y se procede a juntar contra la carcasa de la caja de cambios se inserta en medio del árbol intermedio. Se procede a colocar los pernos. Torque (27 lbs-ft).



**Figura 75 Base de la palanca de cambios**

Se inserta el velocímetro en su lugar con un poco de silicón y se aprieta el perno (fig.76).



**Figura 76 Velocímetro**

Se coloca la tapa superior de la carcasa de la caja cambios con su respectivo empaque. Se ajusta los pernos. Torque (9-17 lbs-ft) (fig.77).



**Figura 77 Colocando Placa superior**

Insertar la carcasa superior de la palanca de cambios con su respectivo empaque. Ajustar los pernos. La carcasa superior de la palanca de cambios se encontró rota por lo cual se procedió a soldar. Torque (12- 15 lbs-ft).



**Figura 78 Carcasa superior de la palanca**

- La transmisión no debe alejarse mucho del vehículo (fig.79).



**Figura 79 Montando la caja de cambios**

Es necesario la ayuda de un gato hidráulico para subir la caja de cambios inserta el rodamiento y la horquilla. Por seguridad se pide ayuda de otra persona para poder insertar correctamente, luego se procede finalmente a ajustar los pernos. Asegúrese de apretar firmemente las tuercas / pernos. Torque (28-30 lbs-ft) (fig. 80).



**Figura 80 Montando caja de cambios**

- Apretar los pernos de la base de la caja de cambios al chasis. Torque (25 ft-lbs). Como se observa en la (fig.81).



**Figura 81 Ajustando los pernos de la caja**

### **3.5.2 Montaje del diferencial.**

Se procede a colocar la pista del rodamiento del piñón de ataque en la carcasa del diferencial. El cojinete del diferencial se encontró en mal estado y se reemplaza por uno nuevo con la ayuda de una prensa hidráulica (fig.82).



**Figura 82 Pista del cojinete**

Se ingresan las pistas de los rodamientos en los extremos de la corona y se coloca en la carcasa del diferencial, luego se colocan los dos sombreretes de los cojinetes del diferencial en cada extremo de la corona. Se aprietan los pernos de los sombreretes. Torque 80 (ft-lbs). Como se indica en la (fig.40).



**Figura 83 Montaje de la corona**

A continuación, se procede a regular el juego del diferencial para esto es necesario colocar azul de Prusia en unos 5-6 dientes de la corona, luego se ingresa el piñón de ataque a la carcasa del diferencial, se coloca la brida ajustándola con su respectiva tuerca y se procede a hacer girar el piñón. De esta manera se va colocando lainas entre el espaciador y el rodamiento hasta que la impregnación en los dientes de la corona sea como se muestra en el (anexo C) y al momento de hacer girar con la mano la brida haya el juego correcto.

En la (figura 84) podemos observar que el diferencial esta calibrado y con una correcta y uniforme impregnación.



**Figura 84 Diferencial calibrado**

Se desmonta la brida con su tuerca, se limpia el azul de Prusia tanto del piñón de ataque como de los dientes de la corona se revisa que todo esté correctamente armado y se procede a cambiar el retenedor de aceite del conjunto diferencial ya que el anterior se encontraba en mal estado (fig. 85).



**Figura 85 Cambio de retenedor**

Se ingresa el piñón de ataque dentro de la carcasa del diferencial se coloca la brida y finalmente se ajusta su tuerca. Torque (54 lbs-ft).



**Figura 86 Montaje de la brida**

Se coloca el empaque en la funda del diferencial se coloca silicón gris tanto en el empaque como en la porta diferencial, se unen y se ajustan las tuercas. Torque (33 lbs-ft). Como se observa en la (fig.87).



**Figura 87 Montaje del diferencial**

Se procede a colocar el diferencial ya montado en la parte trasera del vehículo. Luego se coloca la base posterior del amortiguador se debe hacer coincidir la base con un pin que hay bajo de la parte central de las ballestas (fig.88).



**Figura 88 Diferencial en el vehículo**

Se insertan los pernos en U con sus respectivas tuercas se observa que cubran bien la superficie circular de la funda del diferencial y se ajustan sus respectivas tuercas. Torque (36-43 lb-ft). Como se observa en la (fig.89).



**Figura 89 Pernos en U**

Los palieres se colocan a continuación, se da un pequeño golpe hasta que se escuche que encaja en el diferencial, se procede a colocar y ajustar las tuercas. Torque (54 lbs-ft). Como se observa en la (fig.90).



**Figura 90 Insertando palier**

El cardán se colocan las juntas universales a la brida posterior y se acopla con el eje de salida el otro extremo del cardán. Cabe recalcar que el juego de las juntas universales se encuentra en perfecto estado. Torque (46 lbs-ft)



**Figura 91 Pernos del cardán**

- Los tambores de freno se colocan, asegurar el tornillo de los mismos y se aprietan las tuercas de las ruedas (fig.92).

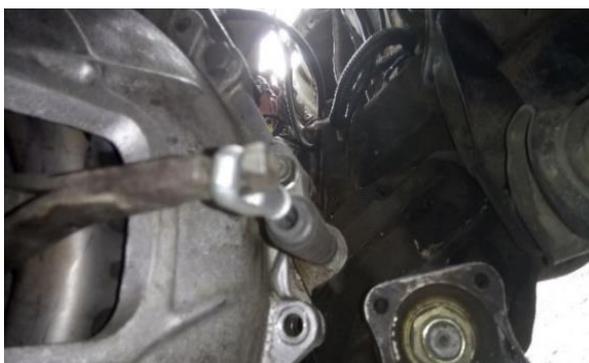


**Figura 92 Ajuste de las tuercas de las ruedas**

### 3.6 Montaje del cable de embrague

El cable se encuentra en pésimas condiciones por lo cual se reemplaza por uno nuevo. Se retira el cable antiguo y se limpia el gancho del pedal del embrague, luego se inserta el extremo del cable que va conectado en la horquilla por un orificio que se encuentra en la parte posterior del pedal y se lo conduce por debajo del cárter y se engancha en un orificio del motor cerca de la horquilla.

Finalmente se engancha el extremo final del cable a la horquilla. Para regular se lo puede hacer a la salida del cable de embrague al motor existe unas tuercas para este propósito (fig.93).



**Figura 93 Cable de embrague**

### 3.7 Llenado de caja y diferencial con aceite.

Con ayuda de una bomba manual se llena del aceite indicado tanto la caja de cambios como el diferencial acorde a la tabla 2.

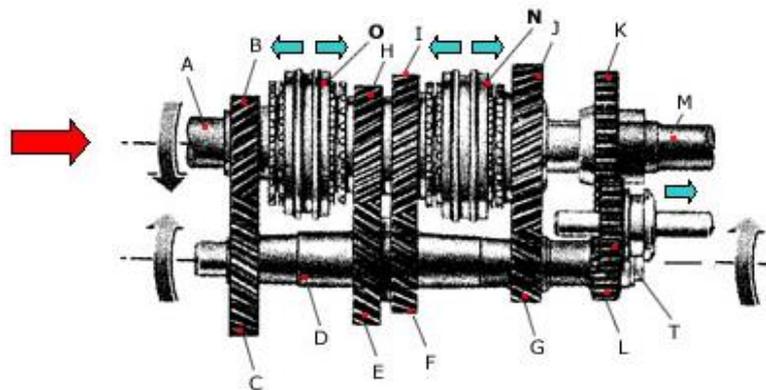
**Tabla 2**  
**Tipos y cantidades de aceite**

Ubicación	Tipo de aceite	Cantidad (L)
Caja de cambios	75W85	1.5
Diferencial	SAE 90	1.7

### 3.8 Determinación de la Relación de transmisión

**Tabla 3**  
Número de dientes en las cinco diferentes marchas.

Marcha	# Dientes piñón conducido	# Dientes piñón conductor
1 era	37	17
2 da	27	20
3 era	22	25
4 ta	18	29
M.A.	39	16



- A.- Eje primario  
 B.- Piñón de arrastre y de 4ª velocidad o directa  
 C.- Piñón que mueve el árbol intermediario  
 D.- Arbol intermediario  
 E.- Piñón solidario de 3ª velocidad  
 F.- Piñón solidario de 2ª velocidad  
 G.- Piñón solidario de 1ª velocidad  
 H.- Piñón loco de 3ª velocidad  
 I.- Piñón loco de 2ª velocidad  
 J.- Piñón loco de 1ª velocidad  
 K.- Piñón de M.A. (marcha atrás)  
 L.- Piñón solidario de M.A.  
 M.- Eje secundario o de salida  
 N.- Sincronizador de 1ª y 2ª velocidad  
 O.- Sincronizador de 3ª y 4ª velocidad  
 T.- Piñón de reenvío o engrane de la M.A.

**Figura 94 Elementos de la caja de cambios**

Fuente: (Aficionados a la mecánica, 2017)

#### Primera velocidad

37 dientes (Piñón conducido) J

17 dientes (Piñón conductor) G

$$Rt(1 \text{ era Velocidad}) = \frac{C}{B} \times \frac{J}{G}$$

$$Rt = \frac{C}{B} \times \frac{J}{G}$$

$$Rt = \frac{29}{18} \times \frac{37}{17}$$

$$Rt = 3,50:1$$

### Segunda velocidad

27 dientes (Árbol secundario) I

20 dientes (Árbol primario) F

$$Rt(2 \text{ da Velocidad}) = \frac{C}{B} \times \frac{I}{F}$$

$$Rt = \frac{C}{B} \times \frac{I}{F}$$

$$Rt = \frac{29}{18} \times \frac{27}{20}$$

$$Rt = 2,18:1$$

### Tercera velocidad

29 dientes (Árbol secundario) H

23 dientes (Árbol primario) E

$$Rt(3 \text{ ra Velocidad}) = \frac{C}{B} \times \frac{H}{E}$$

$$Rt = \frac{C}{B} \times \frac{H}{E}$$

$$Rt = \frac{29}{18} \times \frac{22}{25}$$

$$Rt = 1,41:1$$

### Cuarta velocidad

18 dientes (Árbol secundario) B

29 dientes (Árbol primario) C

$$Rt(4ta\ Velocidad) = \frac{C}{B} \times \frac{B}{C}$$

$$Rt = \frac{C}{B} \times \frac{B}{C}$$

$$Rt = \frac{29}{18} \times \frac{18}{29}$$

$$Rt = 1:1$$

### Reversa

39 dientes (Árbol secundario) K

16 dientes (Árbol primario) L

$$Rt = \frac{C}{B} \times \frac{K}{L}$$

$$Rt = \frac{29}{18} \times \frac{39}{16}$$

$$Rt = 3,92:1$$

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- A través de la inspección visual se pudo diagnosticar que la caja de cambios como en el diferencial habían fugas de aceite debido a empaques o retenedores en mal estado, así como también demasiado juego en la palanca de cambios lo cual no permitía un correcto cambio de marcha.
- Con la información recopilada del montaje y desmontaje del jeep Chevrolet año 1985 se pudo obtener el conocimiento teórico práctico para realizar la respectiva reparación del embrague, caja de cambios, cardán y diferencial. Los cuales no se tuvo mayor complicación y así culminar con la parte práctica sin mayores problemas.
- Al realizar el cálculo de las cuatro velocidades y reversa se logró conocer la relación de transmisión que tiene esta caja de cambios en cada uno de sus cambios.

#### 4.2 Recomendaciones

- Utilizar EPP porque al momento del desmontaje de la caja de su base cae bastante suciedad.

- Tomar muy en cuenta el orden de montaje de las piezas mecánicas en el siguiente orden: árbol primario, árbol secundario y finalmente el piñón loco de reversa para evitar complicaciones.
- Al momento de desmontar los piñones de cada marcha se debe agrupar por separado en cada una de las diferentes marchas para evitar pérdidas o confusiones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aficionados a la mecánica. (2017). *Aficionados a la mecánica*. Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/transmisiones.htm>
- Ágreda Casado, E., Martín Navarro, J., & Gómez Morales, T. (2012). *Sistemas de transmisión de fuerzas y trenes de rodaje*. Madrid: Ediciones Paraninfo.
- Alonso Pérez, J. M. (1998). *Mecánica del automóvil*. Madrid: Paraninfo.
- Alonso, J. M. (1999). En *Sistemas de transmisión y frenado* (pág. 16). Madrid: Paraninfo.
- Beiben. (2017). Obtenido de [http://www.beiben.cl/Manuales/Eje\\_trasero\\_hl\\_hd7/AR3530B047502B.pdf](http://www.beiben.cl/Manuales/Eje_trasero_hl_hd7/AR3530B047502B.pdf)
- Blog de Megataller. (2017). *Blog de Megataller*. Obtenido de <https://blog.megataller.com/index.php/2016/03/17/averias-el-embrague/>
- Crouse, W. H. (1984). En W. H. Crouse, *Transmision y caja de cambios del automovil* (pág. 28). México: Publicaciones marcombo.
- Ecured. (2017). *Ecured*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Volante\\_de\\_inercia](https://www.ecured.cu/Volante_de_inercia)
- FIERROS CLASICOS. (2017). *FIERROS CLASICOS*. Obtenido de <http://www.fierrosclasicos.com/el-diferencial/>
- Segura Ruiz, M. (1999). *Celadores- conductores del servicio andaluz de salud*. Madrid: Ediciones Meta.
- Thomson, W. (1985). En W. Thomson, *Sistemas de transmision en el automovil* (págs. 33-34). Madrid: Paraninfo .

Warren , L., Maddox, R., & Haynes , J. H. (1993). *Isuzu Pick-ups & Trooper Automotive Repair Manual*. California: Haynes North America Group.

# ANEXOS

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

ANEXO 1 Proceso de limpieza de las piezas mecánicas de la caja decambios con desengrasante.

ANEXO 2 Proceso de limpieza de la funda del diferencial con desengrasante.

ANEXO 3 Huellas marcadas con Azul de Prusia.

## **ANEXO A.**

**Proceso de limpieza de las piezas mecánicas de la caja de cambios con desengrasante.**



**Limpieza de sincronizados**



**Limpieza de la carcasa caja de cambios**



**Limpieza de eje primario y secundario**

## **ANEXO B.**

**Proceso de limpieza de la funda del diferencial con desengrasante.**



**Limpieza de la funda del diferencial**



**Limpieza de la corona**



**Limpeza de palieres**

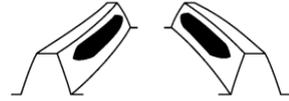
## ANEXO C.

### Huellas marcadas con Azul de Prusia

#### Huellas de contacto correctas

Verificación efectuada con carga (corona frenada)

- i** En la práctica, generalmente no se obtienen las huellas de contacto ideales. Sin embargo, es importante que las mismas no toquen en ningún lugar del borde exterior de la superficie del diente.



B35.30-0062-01

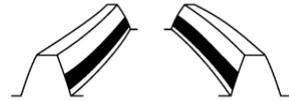
#### Huellas de contacto en la base del diente (incorrectas)

Causa:

Medida de montaje del piñón de ataque muy pequeña.

Solución:

Aumentar un poco la distancia de montaje ( medida básica ) del piñón de ataque y al mismo tiempo, disminuir un poco la distancia de montaje de la corona, o sea, hacer que los dientes de la corona penetren más profundamente en los dientes del piñón de ataque, para conservar el juego correcto entre los flancos de los dientes.



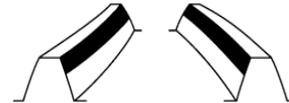
#### Huellas de contacto en la cabeza de los dientes

Causa:

Medida de montaje del piñón de ataque muy grande.

Solución:

Disminuir un poco la distancia de montaje (medida básica) del piñón de ataque y al mismo tiempo, aumentar un poco la distancia de montaje de la corona, o sea, hacer que los dientes de la corona no alcancen tan profundamente los dientes del piñón de ataque, para conservar el juego correcto entre los flancos de los dientes.



B35.30-0064-01

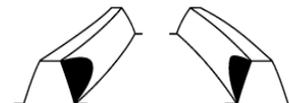
#### Huellas de contacto en los flancos más gruesos de los dientes

Causa:

Juego entre los dientes de la corona muy grande.

Solución:

Aproximar la corona un poco más del piñón de ataque, girando los anillos roscados y repetir la verificación del juego entre los dientes.



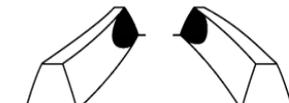
#### Huellas de contacto en los flancos más finos de los dientes

Causa:

Juego entre los dientes de la corona muy pequeño.

Solución:

Alejar un poco la corona del piñón de ataque, girando los anillos roscados y repetir la verificación del juego entre los dientes.



Fuente (Beiben, 2017)

## HOJA DE VIDA



### DATOS PERSONALES

**NOMBRE:** Luis Rolando  
**APELLIDOS:** Néjer Fuentes  
**NACIONALIDAD:** Ecuatoriana  
**FECHA DE NACIMIENTO:** 22 de Septiembre de 1988  
**CEDULA DE IDENTIDAD:** 0401747340  
**ESTADO CIVIL:** Soltero  
**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Bolívar/ Parroquia Los Andes  
**TELÉFONOS:** 0993357434  
**Mail:** [r\\_nejer@hotmail.com](mailto:r_nejer@hotmail.com)

### ESTUDIOS REALIZADOS

**PRIMARIOS:** Escuela Pedro Fermín Cevallos.

**SECUNDARIOS:** Colegio Unidad Educativa José Julián Andrade  
Bachiller en Ciencias Especialización Físico -  
Matemáticas.

**SUPERIORES:** Universidad De Las Fuerzas Armadas – Espe  
Unidad De Gestión Tecnologías  
Tecnólogo En Ciencias Militares  
Tecnólogo en Mecánica Automotriz

### OTROS ESTUDIOS:

Certificado De Suficiencia En El Idioma Ingles (ESPE)

## **EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRACTICAS PRE-PROFESIONALES**

Empresa: KIA MOTORS-Latacunga

Ciudad: Latacunga

Empresa: GAB MOTORS

Ciudad: Latacunga

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE  
RESPONSABILIZA EL AUTOR

---

NEJER FUENTES LUIS ROLANDO  
CBOS. DE E.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

---

ING. LUIS MOLINA

DIRECTOR DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA  
AUTOMOTRIZ

---

ING. PABLO ESPINEL

Latacunga, Agosto de 2017