



**2024**

# CAJAS DE CAMBIOS

MANUALES Y AUTOMÁTICAS

## **AUTORES:**

ANTHONY ALEJANDRO PAREDES PINEDA  
PATRICIO XAVIER AGUIRRE FLORES  
CHRISTIAN GIOVANNY CASTRO HERRERA  
ISAAC WILMER CUÑAS PICHÓ

# CAJAS DE CAMBIOS MANUALES Y AUTOMÁTICAS

## Autores

Anthony Alejandro Paredes Pineda  
Instituto Superior Tecnológico “Mayor Pedro Traversari”  
Carrera de Mecánica Automotriz  
anthony.paredes@istpet.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0006-4146-7346>

Patricio Xavier Aguirre Flores  
Instituto Superior Tecnológico “Mayor Pedro Traversari”  
Carrera de Mecánica Automotriz  
patricio.aguirre@istpet.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0007-0309-665X>

Christian Giovanni Castro Herrera  
Instituto Superior Tecnológico “Mayor Pedro Traversari”  
Carrera de Mecánica Automotriz  
christian.castro@istpet.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-9062-9579>

Isaac Wilmer Cuñas Picho  
Instituto Superior Tecnológico “Mayor Pedro Traversari”  
Carrera de Mecánica Automotriz  
wilmer.cunas@istpet.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0004-5056-5672>

# CAJAS DE CAMBIOS MANUALES Y AUTOMÁTICAS

## MANUAL AND AUTOMATIC TRANSMISSIONS

Primera edición, Septiembre 9 del 2024

**ISBN: 978-9942-48-370-6 (e-book)**

Editado por:  
Eduardo Fernández.  
Telf. 0984292254  
Ambato-Ecuador



Este texto ha sido sometido a un proceso de evaluación por pares externos con base a la normativa editorial.

Diseño y diagramación.

Diseño, montaje y producción editorial

ISBN: 978-9942-48-370-6



Hecho en Ecuador  
Made in Ecuador

## **PRÓLOGO**

En el vertiginoso mundo de la industria automotriz, la evolución tecnológica ha transformado profundamente la forma en que interactuamos con nuestros vehículos. Entre los avances más significativos se encuentra la transición de las cajas de cambios manuales a las automáticas, una innovación que ha redefinido la experiencia de conducción y ha elevado los estándares de comodidad y eficiencia en la industria.

El libro, titulado "Cajas de Cambios Automáticas y manuales", está diseñado para proporcionar un análisis exhaustivo y detallado de uno de los componentes más complejos y vitales en los vehículos modernos.

A través de sus seis capítulos, exploraremos los principios fundamentales, las tecnologías más avanzadas, y las técnicas de diagnóstico y reparación que son esenciales para comprender y dominar el funcionamiento de las cajas de cambios manuales y automáticas.

El primer capítulo se centra en la historia y evolución de las cajas de cambio manual y automática, abordando cómo han llegado a ser una opción predominante en el mercado global y destacando los hitos más importantes en su desarrollo.

En el segundo capítulo, profundizaremos en la estructura y funcionamiento básico del embrague explicando cómo interactúan para

lograr una transmisión suave y eficiente de la potencia del motor a las ruedas.

El tercer capítulo explora las cajas de cambio manuales mientras que en el cuarto se lo hace con las automáticas. Se describe su estructura y funcionamiento básico que han llevado las cajas de cambios automáticas a niveles de precisión y rendimiento sin precedentes.

En el quinto y sexto capítulo, se realiza a la comparación entre los dos tipos de cajas de cambios tendencias y futuras innovaciones, especulando sobre el rumbo que tomará la industria en los próximos años y cómo las nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial y la electrificación, seguirán transformando las cajas de cambios automáticas.

Este libro pretende convertirse en un recurso indispensable para estudiantes, técnicos, e ingenieros que desean profundizar su conocimiento en la mecánica automotriz, específicamente en el área de las cajas de cambios automáticas. Está diseñado no solo para educar, sino también para inspirar a la próxima generación de expertos en automoción, quienes enfrentarán los desafíos de un sector en constante cambio.

## ÍNDICE

<b>Capítulo I: Historia de la caja de cambios.....</b>	<b>1</b>
1.1 Otros personajes que implantaron mejoras .....	3
1.2 Avances desarrolladores .....	6
1.3 Materiales de fabricación de una caja de velocidades.....	8
1.3.1 Metales.....	9
1.3.2 Polímeros.....	10
1.3.3 Cerámicas .....	10
1.3.4 Materiales Compuestos.....	11
1.3.5 Materiales Eléctricos. ....	12
1.3.6 Propiedades de los materiales.....	13
1.3.7 Propiedades Eléctricas.....	14
1.3.8 Propiedades Mecánicas.....	14
1.3.9 Propiedades Térmicas.....	15
1.3.10 Propiedades Ópticas. ....	16
1.3.11 Propiedades Acústicas. ....	16
1.3.12 Propiedades Magnéticas.....	17
1.3.13 Propiedades Químicas .....	17
1.4 Especificación de la caja de cambios.....	17
1.4.1 Acero.....	19
1.5 Tratamientos térmicos aplicados en fabricación de piezas.....	20
1.5.1 Temple. ....	21
1.5.2 Recocido.....	25
1.5.3 Normalizado. ....	31
<b>Capítulo II: Embrague.....</b>	<b>34</b>
2.1 Principios del embrague .....	34
2.2 Clasificación según el número de discos.....	36
2.3 Clasificación según su tipo de mando .....	36
2.4 Embrague de resorte de membrana .....	37

2.5 Embrague de resorte de una sola membrana con desembrague por presión.....	38
2.6 Embrague de resorte de membrana con desembrague por tracción.....	40
2.7 Funcionamiento de un embrague .....	41
2.8 Disco de embrague .....	43
2.9 Plato de presión.....	48
<b>Capítulo III: Caja de cambios manuales .....</b>	<b>54</b>
3.1 Caja de velocidades.....	54
3.2 Relación De Transmisión Y Velocidades.....	57
3.2.1 Segunda Formula de relación de transmisión.....	60
3.3 Partes internas de una caja de cambios manuales .....	61
3.3.1 Eje de entrada. ....	61
3.3.2 Eje secundario.....	62
3.3.3 Eje de salida.....	63
3.3.4 Sincronizador de dientes de cono .....	65
3.3.5 Buje de fijación.....	66
3.3.6 Casquillo.....	67
3.3.7 Aro sincronizador.....	68
3.4 Funcionamiento en conjunto de una caja de cambios manual .	70
3.5 Funcionamiento del sistema de retro en una caja de cambios..	71
3.6 Caja de cambios manual.....	73
3.7 Tipo de cajas de transmisión manual.....	76
3.7.1 Caja de trasmisión de malla deslizante.....	76
3.7.2 Caja de velocidades de malla constante. ....	77
3.7.3 Caja de velocidades sincronizada.....	78
<b>Capítulo IV: Caja de cambios automáticas .....</b>	<b>81</b>
4.1 Funcionamiento de las cajas automáticas.....	81
4.2 Principios de funcionamiento de una caja de velocidades .....	84

4.2.1	Funcionamiento del convertidor par.....	85
4.2.2	Engranajes planetarios.....	91
4.2.3	Embragues y bandas.....	95
4.3	Tipos de transmisión automática.....	97
4.3.1	Transmisión continuamente variable (CVT).....	98
4.3.2	Transmisión de convertidor de par.....	100
4.3.3	Transmisión de doble embrague y robotizadas.....	101
4.3.4	Transmisión manual inteligente (Imt).....	105
<b>Capítulo V: Comparaciones entre caja de cambios manual y automática.....</b>		<b>109</b>
5.1	Caja de velocidades manual vs automática rendimiento.....	109
5.2	Diferencia de precios entre caja de velocidades automáticas y manuales.....	110
5.3	Mantenimientos preventivos para cuidar la caja de velocidades.....	111
5.3.1	Vigilar la temperatura del motor.....	112
5.3.2	Vigilar el líquido de transmisión.....	113
5.3.3	Calienta el vehículo antes de conducir.....	115
5.3.4	Realizar lavados regulares.....	115
5.3.5	Cambiar las velocidades con cuidado.....	115
5.3.6	Sustituir el filtro de la transmisión.....	117
<b>Capítulo VI: Funcionamiento de cada uno de los cambios.....</b>		<b>118</b>
6.1	Posición Neutral.....	119
6.2	Primera Marcha.....	120
6.3	Segunda Marcha.....	121
6.4	Tercera Marcha.....	122
6.5	Cuarta Marcha.....	123
6.6	Quinta Marcha.....	124

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	2
Figura 2.....	5
Figura 3.....	6
Figura 4.....	6
Figura 5.....	8
Figura 6.....	9
Figura 7.....	10
Figura 8.....	11
Figura 9.....	12
Figura 10.....	13
Figura 11.....	18
Figura 12.....	21
Figura 13.....	22
Figura 14.....	24
Figura 15.....	27
Figura 16.....	29
Figura 17.....	31
Figura 18.....	33
Figura 19.....	35
Figura 20.....	36
Figura 21.....	37
Figura 22.....	38
Figura 23.....	39
Figura 24.....	41
Figura 25.....	42

Figura 26.....	43
Figura 27.....	44
Figura 28.....	46
Figura 29.....	47
Figura 30.....	48
Figura 31.....	49
Figura 32.....	50
Figura 33.....	51
Figura 34.....	53
Figura 35.....	54
Figura 36.....	55
Figura 37.....	57
Figura 38.....	59
Figura 39.....	59
Figura 40.....	60
Figura 41.....	62
Figura 42.....	63
Figura 43.....	64
Figura 44.....	65
Figura 45.....	66
Figura 46.....	67
Figura 47.....	68
Figura 48.....	70
Figura 49.....	71
Figura 50.....	72
Figura 51.....	73

Figura 52.....	74
Figura 53.....	75
Figura 54.....	77
Figura 55.....	78
Figura 56.....	80
Figura 57.....	82
Figura 58.....	84
Figura 59.....	86
Figura 60.....	88
Figura 61.....	90
Figura 62.....	91
Figura 63.....	92
Figura 64.....	94
Figura 65.....	95
Figura 66.....	97
Figura 67.....	99
Figura 68.....	101
Figura 69.....	102
Figura 70.....	103
Figura 71.....	104
Figura 72.....	105
Figura 73.....	106
Figura 74.....	108
Figura 75.....	111
Figura 76.....	113
Figura 77.....	114

Figura 78.....	116
Figura 79.....	117
Figura 80.....	120
Figura 81.....	121
Figura 82.....	122
Figura 83.....	123

## Capítulo I: Historia de la caja de cambios

Para todos aquellos que han tenido la oportunidad de poder manejar un vehículo habrán experimentado esa sensación tan placentera cuando el motor esta al tope de sus revoluciones y tenemos que realizar un cambio de marcha, lo que generalmente podemos traducir como el aumento de velocidad al vehículo y a su vez más emoción y mayor adrenalina. Pero el aumento de velocidad en el vehículo es posible gracias a la caja de velocidades o también conocida como caja de cambios, siendo esta el elemento mecánico de vital importancia que hace más simple el aumento de velocidades en un vehículo. Pero te has preguntado alguna vez ¿Cómo llego a existir la caja de cambios? o también ¿Quién invento la caja de cambios? (*Conoce la historia de la caja de cambios*, s. f.).

Se cuenta que Leonardo Da Vinci fabricó lo que puede ser la primera caja de cambios del mundo, la realizó de una manera muy apasionada por el avance tecnológico de su época. Leonardo Da Vinci creó una caja de dos partes, una cilíndrica y una cónica, que podían convertirse en una caja de velocidades mediante engranajes. Este invento fue muy ingenioso en la época del famoso personaje. Aunque fue un experimento muy primitivo hoy en día, este sistema precursor plasmo la idea y los conceptos de las cajas de cambios que conocemos hoy en día (*De la primera caja de cambios de Leonardo da Vinci hasta hoy, ¿cómo ha evolucionado el modo de conducción? - Innovación Volvo - Xataka*, s. f.)

En el año de 1889, un personaje muy conocido por sus múltiples contribuciones a lo que es la industria automotriz, Fred Lanchester, comenzó una investigación en base a lo que lo automovilístico “engranajes epiciclos”, luego de haber estudiado el tema y entenderlo en su esplendor lo puso en práctica en un vehículo, hay que tener en cuenta que Fred puso en práctica este sistema ya que encontró múltiples ventajas con respecto al tipo de cambios convencional, Fred Lanchester concluyo que la transmisión del par motor podría realizar su ciclo de movimiento durante lo que es el cambio de piñón ya que los dientes quedaban distribuidos sobre varios piños y no solamente sobre un par (*Conoce la historia de la caja de cambios, s. f.*).

### **Figura N 1**

Uno de los primeros vehículos



**Nota.** En la imagen se observa uno de los primeros vehículos en ser usados. Fuente. (*Conoce la historia de la caja de cambios, s. f.*).

Después de un largo tiempo la idea de Fred Lanchester fue analizada y a su vez aprobada por otro personaje importante de la industria automotriz, como lo es Henry Ford. La prestigiosa empresa automotriz

americana implemento la idea de la caja de cambios de Fred en uno de sus más famosos carros el modelo T, el cual se implementó con dos marchas o cambios de velocidades y también con su marcha en reversa.

El resultado de dicha implementación de la caja de velocidades fue todo un éxito, ya que más de 15 millones de unidades fueron vendidas con el mecanismo de la caja de cambios instaladas en sus unidades, sin embargo, por aquella época apareció un nuevo hombre que se interesó por la idea del mecanismo de la caja de cambios, mismo que lo analizó e investigó a fondo y finalmente logró adecuarlo a los vehículos. Este personaje fue el señor Walter G. Wilsson.

### **1.1 Otros personajes que implantaron mejoras**

Se menciona que el señor Wilson fue el que desarrolló una caja de cambios epicíclica con una palanca preselector, que funcionaba con un movimiento manual en la palanca y que variaba sus marchas al oprimirse un pedal.

En el año de 1919, Walter ingresó a la empresa Beardmore en donde pudo fabricar todo el mecanismo epiciclo compuesto, que se basaba en el uso de más de un sistema de engranajes y también el acoplamiento de varios sistemas adyacentes. Después de esto Wilson fabricó un caja de velocidades de tres tiempos o de tres marchas hacia adelante y la marcha de retro hacia atrás, pero fue en el año de 1928 cuando Walter tomó la decisión de sacar o mostrar su trabajo al mundo, donde presentó

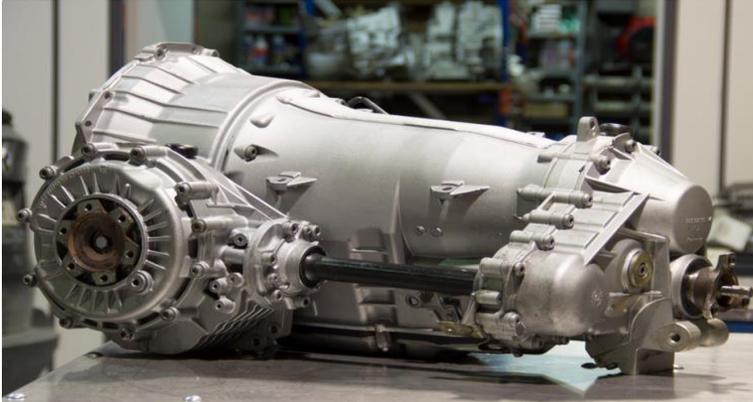
un mecanismo manual que consistía en una palanca de cambios ubicada debajo del volante donde el conductor podría generar un aumento de marchas al vehículo siempre y cuando el tercer pedal fuese presionado, que en ese tiempo no era más que el embrague o el croché.

Este descubrimiento y proyecto de la caja de cambios también fue adoptada por el modelo Armstrong Siddeley, pero hubo un detalle, que al desarrollarse desde cero a los vehículos provocaba elevadas temperaturas y de igual manera un desgaste muy rápido de las cintas sobre los engranajes anulares. Se presentaron algunas alternativas o soluciones para dicho inconveniente, entre las cuales se encontraba el cambiar todo el sistema mecánico por un hidráulico, el señor Hermann Föttinger quien laboraba en la empresa Vulcan, desarrollo en el año de 1905 una caja de velocidades o caja de cambios que implementaban anillos huecos de una sección semicircular, donde el fluido circula en modo de sacacorchos el cual produce un movimiento espiral.

Sin embargo, la implementación de embragues hidráulicos solo se les implemento el nivel industrial especialmente en lo que es maquinarias pesadas las cuales tenían problemas en el arranque.

## Figura N 2

*Caja de cambios con embrague.*



**Nota.** Primeras cajas con embrague. Fuente. *(Conoce la historia de la caja de cambios, s. f.)*.

Para comienzos del año de 1926 el señor Harol Sinclair comenzó a trabajar para poder lograr adaptar estas cajas en los sistemas mecánicos de un autobús, con la única idea en la mente de que el viaje sea mucho más cómodo y a su vez placentero tanto para el que conducía el autobús como para los pasajeros de dicha unidad. La prestigiosa empresa Daimler, que en esa época se encargaba de la fabricación y construcción tanto de los autobuses como la de los vehículos, se interesó por el trabajo de Sinclair y comenzó a mezclar ideas como las de Walter Wilson y también el mecanismo hidráulico de Fottinger, la unión de estas ideas dio como resultado la creación de vehículos Daimler Double Six, fue presentado un carro con las características de una caja de cambios que contaba con un preselector y con un embrague hidráulico que permitía transmitir la tracción a las ruedas.

La empresa que fabricó y lanzó este vehículo llamó a la combinación de sus elementos de transmisión el “Volante de Fluido”.

**Figura N 3**  
*Daimler Double Six.*



**Nota.** En la siguiente imagen podemos ver el primer vehículo con un Volante de Fluido. Fuente. (*Conoce la historia de la caja de cambios, s. f.*)

## 1.2 Avances desarrolladores

Con el paso de los tiempos y avances tecnológicos, se encontró o se desarrollaron nuevos descubrimientos y nació el famoso reactor, Allan Coates fue el que propuso por el año de 1924 la implementación de un reactor que tenía la finalidad de funcionar como un multiplicador o convertidor de par el cual cuenta con un acoplamiento hidráulico.

En 1927, Herman Forttinger creó una caja de cambios muy sofisticada que superó a otros diseños que se presentaron en ese momento. Este diseño se incluyó en varios modelos de la época. Después de un año, al final de la década de los años 30, General Motors avanzó al

implementar una idea de cambio rápido de velocidades en el modelo Oldsmobile en 1938, posteriormente, se agregó a los modelos de Buick y Cadillac durante algunos años.

**Figura N 4**

*Caja de velocidades actualizada.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar los avances tecnológicos que tiene una caja de velocidades actual, con respecto a sus antiguas predecesoras, en esta caja ya se encuentran distribuidas la entrada de los ejes a la caja para repartir la transmisión a las ruedas. Fuente. (*De la primera caja de cambios de Leonardo da Vinci hasta hoy, ¿cómo ha evolucionado el modo de conducción?* - Innovación Volvo - Xataka, s. f.)

En la actualidad, las cajas de velocidades han tenido un progreso tecnológico considerable, ya que dejaron de ser solo cajas mecánicas para pasar a un mundo dominado por la tecnología automotriz, tanto con los avances tecnológicos de electrónica han conseguido grandes desarrollos, ya que hoy en día contamos con cajas de velocidades automáticas secuenciales, las cuales permiten el desarrollo interno de varios cambios fácilmente y sin tanto esfuerzo y a una gran velocidad.

En la actualidad tanto camiones como buses y automóviles cuentan con este mecanismo que hace la vida del conductor más sencilla a la hora de manejar. Seguirán pasando los años y continuarán haciendo desarrollos tecnológicos en base al funcionamiento de la caja de velocidades, algunos desarrollos empezarán por el camino de los vehículos sincrónicos y por otra parte se seguirá desarrollando y mejorando el funcionamiento de las cajas de velocidades automáticas. *(De la primera caja de cambios de Leonardo da Vinci hasta hoy, ¿cómo ha evolucionado el modo de conducción? - Innovación Volvo - Xataka, s. f.)*

**Figura N 5**

*Mando de una caja automática.*



**Nota.** En la siguiente imagen observamos los avances tecnológicos con respecto a la caja de velocidades con un mando de marchas automático. Fuente. *(De la primera caja de cambios de Leonardo da Vinci hasta hoy, ¿cómo ha evolucionado el modo de conducción? - Innovación Volvo - Xataka, s. f.)*

### **1.3 Materiales de fabricación de una caja de velocidades**

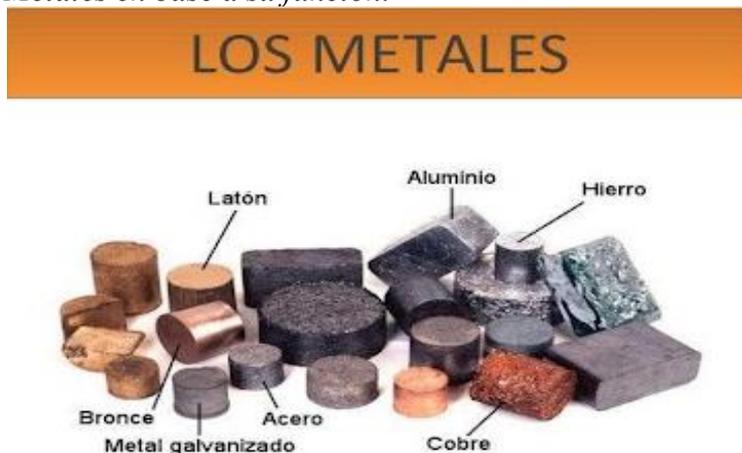
Los materiales de algún elemento o alguna cosa se clasifican o se distribuyen tomando en cuenta sus principales propiedades, estas

pueden ser propiedades mecánicas, eléctricas o físicas, dependiendo de sus propiedades se clasifican en materiales metálicos, cerámicos y polímeros, sin embargo existen más materiales como los materiales eléctricos y los compuestos, los cuales cuentan con características especiales, y son necesarios para aplicaciones específicas en base a sus características y su funcionamiento.

### 1.3.1 Metales.

Los metales son sustancias inorgánicas que están compuestas por uno o varios elementos metálicos, pueden también tener elementos no metálicos como el silicio, el carbono, el azufre, el fósforo, etc. (*ESPEL-mat-0113-P.pdf*, s. f.)

**Figura N 6**  
*Metales en base a su función.*



**Nota.** En la siguiente imagen podemos observar algunos de los metales que existen en el universo. Fuente. (*ESPEL-mat-0113-P.pdf*, s. f.).

### 1.3.2 Polímeros

Los polímeros tienen la característica de ser materiales orgánicos y su estructura está formada por largas cadenas de redes de moléculas de carbono. Su resistencia y ductilidad depende gracias a su estructura interna, tiene como característica que son malos conductores de electricidad por lo tanto son utilizados como aislantes eléctricos. (*ESPEL-mat-0113-P.pdf*, s. f.).

**Figura N 7**  
Polímero.



**Nota.** En la siguiente imagen se puede apreciar algunos polímeros.  
Fuente. (*El mercado de polímeros en México está teniendo altibajos*, s. f.)

### 1.3.3 Cerámicas

Los materiales cerámicos son materiales inorgánicos que están formados en su estructura por elementos metálicos y no metálicos, estos se encuentran unidos químicamente en su estructura, y tiene propiedades o características de alta dureza y resistencia a las altas

temperaturas, pero son muy frágiles al entrar en contacto a presión.(ESPEL-mat-0113-P.pdf, s. f.).

**Figura N 8**  
Cerámicas.



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar la utilización y elementos fabricados por la cerámica. Fuente. (Bueno, 2018).

### 1.3.4 Materiales Compuestos

Los materiales compuestos están formados o constituidos por la unión de dos o más materiales, estos están hechos por una matriz de un relleno que sirve como refuerzo de las partículas, las cuales se unen o se juntan para adquirir características mejores a las de cada material individualmente. Existen variedad de compuestos como las fibras de vidrio, las fibras de carbono, y el Kevlar, pero en la actualidad se están usando la implementación de fibras y resinas vegetales, las cuales son cien por ciento reciclables y son denominados materiales biocompuestos. (ESPEL-mat-0113-P.pdf, s. f.).

**Figura N 9**  
Materiales compuestos.



**Nota.** En la siguiente imagen podemos observar algunas fibras como la son la de vidrio y la de carbono. Fuente. (ArQuimi, s. f.).

### **1.3.5 Materiales Eléctricos.**

La importancia de los materiales eléctricos es relevadora en base al avance tecnológico, la principal característica de los materiales eléctricos es que varían su comportamiento mediante el paso de la electricidad en su sistema dependiendo el paso de corriente que actúe sobre él, funciona a distintas características, por medio de estos materiales se ha logrado miniaturizar grandes cantidades de los circuitos eléctricos a través de los funcionamientos de chips y sensores eléctricos, tiene principalmente como componente el silicio y el germanio.



- Propiedades Térmicas
- Propiedades Ópticas
- Propiedades Acústicas
- Propiedades Magnéticas
- Propiedades Químicas

### **1.3.7 Propiedades Eléctricas.**

Las propiedades eléctricas tienen como función determinar el comportamiento del material cuando una corriente eléctrica pasa a través del componente eléctrico. Esta propiedad se la determina como conductividad eléctrica y caracteriza a los materiales en tres tipos:

- **Conductores:** Es aquel que permite el paso de la corriente a través de su circuito o a través de ellos.
- **Aislantes:** Es aquel que impide o no permite que la corriente fluya con facilidad a través de ellos.
- **Semiconductores:** Son aquellos que se comportan como aislantes en ciertas condiciones y como conductores en condiciones específicas

### **1.3.8 Propiedades Mecánicas.**

Las propiedades mecánicas son las encargadas de describir el comportamiento de los materiales ante lo que se denomina esfuerzos extremos, misma que se conoce como la resistencia mecánica que se divide en:

- **Elasticidad:** Es la capacidad que tiene un material para poder recuperar su forma original, cuando el esfuerzo que actúa sobre el elemento deja de actuar sobre él.
- **Plasticidad:** Es la propiedad que tienen los materiales para adquirir deformaciones permanentes
- **Maleabilidad:** Consiste en la facilidad de los materiales a ser extendidos en laminas o en planchas
- **Dureza:** Es la resistencia de un material a ser penetrado o rayado.
- **Ductilidad:** Consiste en la propiedad de un material para formar o ser constituido como cables o hilos.
- **Tenacidad:** Es la propiedad del material que tiene como resistencia a romperse cuando se golpea con algún elemento.
- **Fragilidad:** Es la facilidad que tiene un material a quebrarse o romperse cuando se golpea con algún objeto.

### 1.3.9 Propiedades Térmicas.

Las propiedades térmicas se caracterizan por tener como función principal determinar el comportamiento que tienen los materiales al ponerles en exposición a lo que es el calor.

- **Conductividad Térmica:** Consiste en la propiedad que tiene un material de transmitir el calor con otro material.
- **Fusibilidad:** La fusibilidad es la propiedad que tiene el material para poder pasar del estado sólido al estado líquido.

- **Soldabilidad:** Consiste en la facilidad que tiene un material para poder tener la capacidad de soldarse consigo mismo o con otro material.
- **Dilatación:** Es la propiedad que tiene la variación de las dimensiones de un material cuando este experimenta un cambio de temperatura, así como la función que puede cumplir dicho material al cambio de temperatura y las propiedades que puede adquirir mediante este proceso.

### 1.3.10 Propiedades Ópticas.

Las propiedades ópticas tratan sobre el comportamiento que tiene los materiales al entrar en contacto o tienen la incidencia de la luz sobre ellos.

- **Materiales Opacos:** Son materiales que tiene la cualidad o la característica de impedir el paso de luz sobre ellos.
- **Materiales Transparentes:** Son materiales lo cuales tiene como función permitir el paso de los haces de luz y como su nombre mismo lo dice son transparentes óseas que podemos ver a través de ellos.
- **Materiales Translucidos:** Es un elemento que permite el paso de la luz, pero a diferencia de los materiales transparentes en estos no permiten ver en su interior.

### 1.3.11 Propiedades Acústicas.

Se encarga de determinar y de detectar los materiales que entran en contacto con el sonido o están en función a los sonidos.

- **Conductividad Acústica:** Se refiere a la cualidad que tiene el objeto para poder transmitir el sonido de un lugar a otro.

### **1.3.12 Propiedades Magnéticas.**

Las propiedades magnéticas son las encargadas de indicar el comportamiento que tienen algunos metales en presencia de campos magnéticos.

- **Magnetismo:** Es la capacidad de atraer o repeler a otros materiales magnéticos, esto siempre y cuando va depender de la atracción magnética de cada material de cómo está constituido, ya que estas pueden ser más intensas que otras.

### **1.3.13 Propiedades Químicas**

- **Oxidación:** La oxidación consiste en la facilidad con la que un material se oxida en otras palabras esto quiere decir reacciona con el oxígeno al ambiente y por ende el material se corroe.

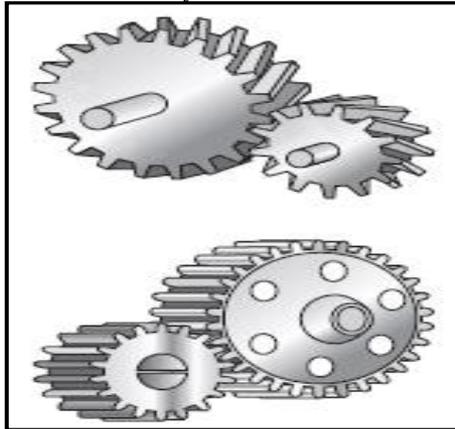
## **1.4 Especificación de la caja de cambios.**

Una caja de velocidades en un elemento mecánico que cumple la función de transmisión entre los elementos del motor hacia las ruedas del vehículo, y permite gestionar la velocidad de rotación o la velocidad con la que se va a mover el vehículo por medio de estos dos elementos ya mencionados. Con la finalidad de que la caja de cambios realice la labor de cambiar el número de revoluciones que genera el motor y estas revoluciones transmitir a las ruedas del vehículo y pueda moverse dependiendo la marcha o el rodamiento de los engranajes internos de la caja de velocidades.

La caja de cambios consiste en la implementación de una serie de ruedas dentadas de acero la cual se denomina como engranes de la caja de velocidades están fabricadas de la combinación de acero con carbono brindándole una propiedad extremadamente dura permitiendo que de esta manera pueda soportar presiones o fuerzas a elevadas resistencias, a los engranes se les somete a un sistema térmico de enfriamiento, el cual consiste en aumentar rápidamente la temperatura del metal de fabricación seguida de un enfriamiento rápido dándonos como resultado una máxima dureza y una elevada resistencia de desgaste del elemento mecánico, este procesos o procedimiento se le conoce como un proceso térmico de temple. *(De la primera caja de cambios de Leonardo da Vinci hasta hoy, ¿cómo ha evolucionado el modo de conducción? - Innovación Volvo - Xataka, s. f.).*

**Figura N 11**

*Engranes de una caja de cambios.*



**Nota.** En la siguiente imagen apreciamos los engranes de una caja de cambios y como es su acoplamiento internamente. Fuente. («Caja de cambios manual», s. f.).

La única rueda dentada con los dientes de engranes rectos es la rueda o en el engrane inversa, aunque ya en la actualidad están implementando con dientes o dentados en forma de espiras para los engranajes.

La carcasa, o coraza de la caja de velocidades, está hecha de hierro fundido gris, una aleación.

Para la fabricación de la caja de velocidades se utilizan distintos metales o aleaciones de metales lo cuales nos permitan adquirir sus propiedades en base al funcionamiento que va a tener dicho elemento mecánico, a continuación, se especifican los distintos aceros o metales que se utilizan en la fabricación de una caja de cambios, donde peritaran una durabilidad larga por la fabricación del material.

#### **1.4.1 Acero**

El acero consiste en la unión de las moléculas de hierro y de carbono, aunque tiene la característica de poder alearse o unirse con otros metales y de igual manera con los metaloides, tanto la cantidad de carbono y la de los distintos aleantes, otorgarán al acero distintas características o diferentes propiedades estas van a depender del uso del elemento de fabricación, también dependerá de los distintos tratamientos térmicos que se aplique a las aleaciones variarán sus propiedades moleculares. Estas variaciones en las propiedades mecánicas dependen de los cambios en la estructura molecular del acero después de las aplicaciones mencionadas anteriormente. El acero tiene características moleculares que pueden cambiar o mejorar dependiendo del tratamiento térmico que se le aplique al material. Esto depende de la aplicación y las propiedades que necesitamos implementar en el

material. Dependiendo de su composición, el acero se puede dividir en dos clases fundamentales para la fabricación de cajas:

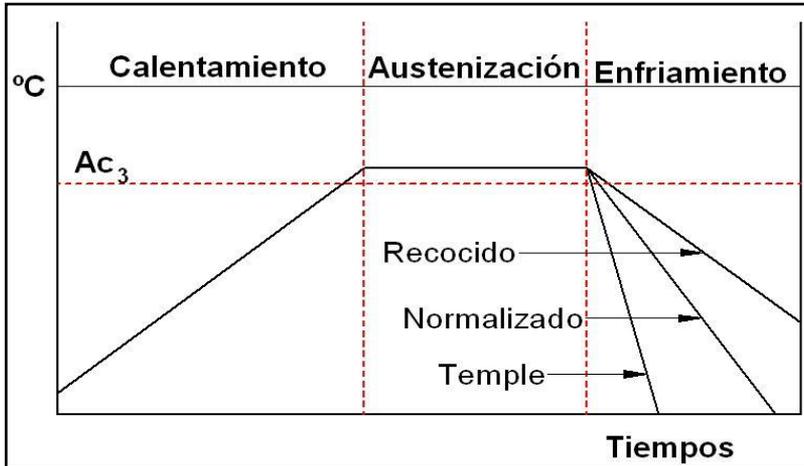
- **Aceros al carbono:** Se denominan aceros al carbono aquellos que están formados o constituidos por aleaciones de hierro y carbono, hay que tener en cuenta que no presentan o no superan ciertas cantidades de otros elementos principalmente pueden contar con uniones de manganeso y silicio.
- **Aceros aleados:** Se caracterizan por contar con aleaciones de carbono e impurezas, también cuenta con elementos de aleación voluntarias como son el cromo, el níquel, el molibdeno, el vanadio, el wolframio, etc.

### **1.5 Tratamientos térmicos aplicados en fabricación de piezas**

En conceptos generales un tratamiento térmico consiste en la unión o combinación de diferentes temperaturas aplicadas a un metal que se encuentra en estado sólido, obteniendo características o propiedades según el tratamiento térmico que se aplique al material.

Principalmente se busca modificar la estructura interna de los metales o del acero para que este adquiriera resistencia al desgaste y una mayor durabilidad en el proceso de funcionamiento. Gracias a la aplicación de tratamiento térmicos podemos obtener o adquirir piezas que son capaces de resistir fuerzas de impactos elevadas y resistencia al desgaste por el funcionamiento de sus elementos.

**Figura N 12**  
*Tratamientos térmicos.*



**Nota.** En la imagen podemos observar los distintos tratamientos térmicos aplicados para una materia. Fuente. («Caja de cambios manual», s. f.).

### 1.5.1 Temple.

El temple consiste en la modificación del material acero a través de la aplicación de calor al material a temperaturas elevadas o a temperatura de fundición del material, aproximadamente es desde los 750 °C y 1300 °C, permitiendo cambiar el estado del material y darle forma y diseño para posteriormente enfriarlo de manera constante, siendo esta menor a la temperatura de inicio.

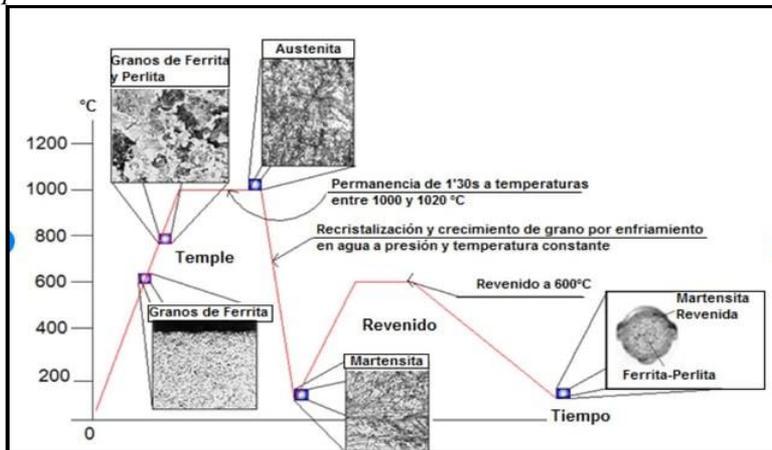
Con la aplicación de tratamiento térmico del temple se puede llegar a adquirir las siguientes características o propiedades en el elemento fabricado.

- Alta dureza
- Baja resistencia al desgaste

- Mejor ductilidad
- Resistencia a la tracción

**Figura N 13**

*Aplicación de calor a los materiales.*



**Nota.** En la siguiente imagen se puede apreciar un diagrama de Temperatura y Tiempo para la aplicación de temple de los materiales. Fuente. (Bravo Farfán & Sánchez Sánchez, 2011).

### 1.5.1.1 Etapas de la aplicación del tratamiento térmico Temple

La aplicación de temple en materiales se puede dividir en dos fases diferentes. La primera es el tratamiento del material, que permite que el material adquiera múltiples resistencias a través de este tratamiento.

- **Calentamiento**

El calentamiento es el primero paso de aplicación del material, donde consiste en elevar la temperatura del acero hasta la formación de austenita, es decir, internamente reacomodación de las moléculas o de los átomos del material principalmente del

hierro y del carbono que lo conforman, en este proceso se le da forma al material para que adquiera algún diseño y posteriormente aplicar la otra etapa que es el enfriamiento del material, permitiendo así que el material adquiera múltiples resistencias. Se recomienda que exista un aumento de temperatura moderado o poco a poco la cual permita evitar esfuerzos muy elevados.

Algunos factores importantes que intervienen en el proceso de temple son los siguientes:

- Espesor de la pieza. En función del tamaño, variará la duración del calentamiento.
  - Tipo de acero, ya que cada uno tiene una composición química diferente.
  - Grosor del grano. Influye en la velocidad crítica.
  - Medio de enfriamiento. Aquel que proporcione una velocidad mayor a la crítica.
  - Tensiones internas.
- **Enfriamiento**

Después que se haya llegado a la fase de estabilidad del material, el siguiente paso consiste en enfriar el acero o el material, este proceso se lleva a cabo a través de un medio de enfriamiento los cuales pueden ser los siguientes:

- Salmuera (solución acuosa al 10 % de cloruro de sodio)
- Agua
- Sales fundidas
- Aceite

- Aire

Las propiedades del material dependerán de la composición de moléculas del material y del medio de enfriamiento elegido. Por lo tanto, antes de la aplicación del Temple, se realizan investigaciones basadas en pruebas y análisis de los componentes que se encontrarán en condiciones particulares.

### **1.5.1.2 Aplicaciones de temples en materiales**

Los tratamientos térmicos en base al temple consisten para que los materiales adquieran la propiedad de resistir cargas de torsión o fuerzas de impacto, de igual manera para que adquieran propiedad al desgaste en unión de piezas, por lo cual se los puede utilizar en la fabricación de los siguientes elementos o piezas:

- Engranajes
- Ejes
- Levas
- Husillos
- Junta universal
- Grúas de construcción

En resumen, el templado es un proceso muy útil cuando se requiere o se requiere la máxima dureza de un material o metal. Durante el proceso de templado, obtendremos o adquiriremos características como mayor

durabilidad y piezas capaces de resistir el desgaste entre uniones de piezas y resistir el esfuerzo aplicado al elemento fabricado.

### **Figura N 14**

*Aplicación de temple.*



**Nota.** En la siguiente figura podemos observar cómo es la aplicación de calor para la fabricación de algún material o de algún elemento el cual va a ser sometido por un tratamiento térmico denominado temple. Fuente.

### **1.5.2 Recocido.**

El recocido es un tratamiento térmico cuya finalidad es la reducción de la dureza, lo que se puede denominar la recuperación de la estructura interna de las moléculas o también se define como la eliminación de tensiones internas posteriores a la temperatura de fundición.

El recocido trata de calentar el material hasta una determinada temperatura para posteriormente dejar que el material se enfríe de una manera lenta, principalmente con la función de apagando el horno

donde se encuentra calentando el material y dejando el material en su interior para que así la temperatura del material disminuya lentamente. El proceso de recocido termina cuando el material vuelve a su temperatura ambiente o normal, se realiza mediante la unión de trabajos en frío y así varios recocidos se pueden llegar obtener grandes deformaciones en la estructura molecular del metal dependiendo el uso y las aplicaciones que se necesite dicho elemento.

El objetivo del tratamiento térmico del recocido es liberar las tensiones internas del material para su uso, lo que le da al material varias propiedades como la plasticidad, la ductilidad y la tenacidad. Los procesos de ablandamiento de las piezas también se utilizan para maquinar las piezas o elementos fabricados y lograr ciertas especificaciones mecánicas. El recocido reduce el tamaño del grano del material, lo que permite crear una microestructura específica regulando la velocidad con la que se enfría.

El proceso térmico del recocido consiste en la división de tres etapas: donde primero y como principal hay que calentar el material hasta la temperatura del recocido, posteriormente se mantiene la temperatura predeterminada durante un tiempo determinado, por último, se deja enfriar el material lentamente para que así mediante el proceso de enfriamiento adquiera las distintas propiedades que se busca dependiendo el elemento o la pieza que se está trabajando. (*Tratamientos Térmicos - Servicios de Fundición de Precisión de Metales | Radver, s. f.*).

## Figura N 15

*Tratamiento térmico recocido.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos apreciar cómo es un proceso térmico del recocido en un horno. Fuente. (*Tratamientos Térmicos - Servicios de Fundición de Precisión de Metales | Radver, s. f.*)

### 1.5.2.1 Tipos de recocido

El recocido es un tratamiento térmico cuya finalidad del tratamiento es la reducción de la dureza, lo que se puede denominar la recuperación de la estructura interna de las moléculas o también se define como la eliminación de tensiones internas posteriores a la temperatura de fundición.

- **Recocido de eliminación de tensiones**

Las tensiones del material o del metal pueden ser eliminadas aplicando un proceso térmico del recocido el cual se calienta el material a una temperatura de 550 y 650 °C y a su vez manteniendo su temperatura en un tiempo estimado de 30 a 120 minutos, para así posteriormente dejar que el material se enfie lentamente en el horno.

- **Recocido de ablandamiento**

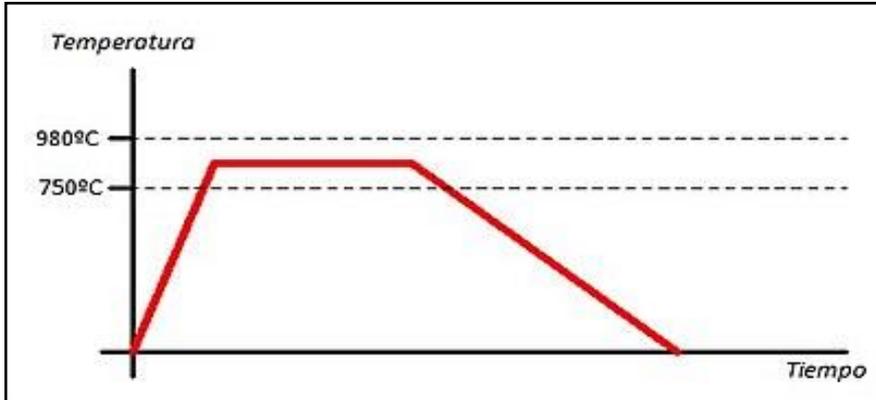
Los metales de alto carbono (sobre 0,9%) son difíciles de maquinar mediante arranque de viruta (torneado, fresado, etc.) o mediante cualquier transformación en frío. Para ablandar el material puede hacerse un recocido. Se calienta la pieza entre 650 y 750°C tras lo cual se mantiene la temperatura durante 3-4 horas antes de disminuir lentamente su temperatura. Se puede mantener una subida y bajada alternativa de la temperatura en torno a los 723°C. (*Tratamientos Térmicos - Servicios de Fundición de Precisión de Metales | Radver, s. f.*)

- **Recocido normal**

Mediante este recocido se procede a ablandar el material y afinar el grano de la estructura donde se compensa sus irregularidades de las piezas que fueron producidas por deformaciones en el proceso de la fundición, este proceso consiste en que caliente el material a un determinada temperatura de 750 y 980 °C, también hay que tener en cuenta el carbono presente en el material que se está aplicando el proceso, donde se mantiene la temperatura para finalmente dejarlo enfriar lentamente. (*Tratamientos Térmicos - Servicios de Fundición de Precisión de Metales | Radver, s. f.*)

## Figura N 16

Curva del recocido.



**Nota.** En la siguiente imagen se aprecia la curva que se realiza en base a tiempo y temperatura del recocido a una determinada temperatura. Fuente. (*Tratamientos Térmicos - Servicios de Fundición de Precisión de Metales | Radver, s. f.*).

### 1.5.2.2 Beneficios

Depende de las propiedades deseadas que el fabricante quiere que obtenga el material, los beneficios varían e incluyen:

- Mecanizado más fácil
- Estabilidad dimensional
- Mejoras de las propiedades mecánicas y eléctricas

### 1.5.2.3 Aplicaciones y materiales

Principalmente los productos que se encuentran semiacabados, como lo pueden ser piezas forjadas, láminas y alambres en lo que consiste en frío, las aplicaciones del recocido pueden ser aplicadas en todos los

materiales que necesiten adquirir propiedades mediante este proceso térmico.

#### **1.5.2.4 Detalles del proceso**

El recocido es un término genérico y puede clasificarse en función de la temperatura. Se lleva a cabo por varios motivos:

- Para suavizar el metal y facilitar el mecanizado.
- Para aliviar las tensiones internas inducidas por algún proceso anterior (a menudo para permitir el procesamiento adicional sin la producción de fracturas).
- Para corregir una estructura de grano grueso.
- Para aportar elementos de aleación en una solución.

Se puede realizar en vacío o en una atmósfera reductora, cuando se requiera un acabado brillante, al aire cuando las piezas deban mecanizarse posteriormente, o en una atmósfera endotérmica/neutra en que no se producirá descarburación, pero el acabado no será brillante.

*(Recocido - Recocido/Normalizado - Tratamiento térmico - Bodycote Plc, s. f.).*

## **Figura N 17**

*Piezas hechas por medio de recocido.*



**Nota.** En la siguiente imagen podemos ver los resultados en materiales después de haber aplicado el recocido en el material. Fuente. (*Recocido - Recocido/Normalizado - Tratamiento térmico - Bodycote Plc, s. f.*).

### **1.5.3 Normalizado.**

La normalización tiene como objetivo proporcionar una estructura uniforme y de grano fino al acero. El proceso se utiliza para obtener una microestructura predecible y una garantía de las propiedades mecánicas del acero. (*Normalización - Recocido/Normalizado - Bodycote Plc, s. f.*).

#### **1.5.3.1 Beneficios**

Tras el forjado, la laminación en caliente o la fundición, la microestructura de un acero es a menudo poco homogénea y formada

por granos de gran tamaño y componentes estructurales indeseables, como bainita y carburos. Dicha microestructura tiene un impacto negativo en las propiedades mecánicas del acero, así como en la maquinabilidad. La normalización permite que el acero obtenga una estructura homogénea de grano más fino con propiedades predecibles y maquinabilidad. (*Normalización - Recocido/Normalizado - Bodycote Plc*, s. f.).

### **1.5.3.2 Aplicaciones y materiales**

La normalización se utiliza principalmente en aceros al carbono y aceros de baja aleación, para normalizar la estructura tras el forjado, la laminación en caliente o la fundición. La dureza obtenida tras la normalización depende del análisis dimensional del acero y la velocidad de enfriamiento utilizada (aproximadamente, 100-250 HB). (*Normalización - Recocido/Normalizado - Bodycote Plc*, s. f.).

### **1.5.3.3 Detalles del proceso**

Durante la normalización el material se calienta a una temperatura aproximadamente equivalente a la temperatura de endurecimiento (800-920 °C). A esta temperatura se forman nuevos granos austeníticos. Los granos austeníticos son mucho más pequeños que los granos ferríticos anteriores. Tras el calentamiento y un tiempo de inmersión breve, los componentes se enfrían libremente en el aire (gas). Durante el enfriamiento se forman nuevos granos ferríticos, con un tamaño de grano refinado. En algunos casos, tanto el calentamiento como el

enfriamiento tienen lugar bajo un gas protector, para evitar la oxidación y descarbonación. (*Normalización - Recocido/Normalizado - Bodycote Plc*, s. f.).

**Figura N 18**  
*Proceso de normalizado.*



**Nota.** En la siguiente imagen se puede apreciar en lo que consiste un proceso de normalizado en un material para modificar su estructura. Fuente. («Normalizado», s. f.).

## Capítulo II: Embrague

### 2.1 Principios del embrague

El embrague es un componente mecánico que puede interrumpir y transferir la energía mecánica que causa el movimiento de la transmisión de un vehículo. El embrague permite al conductor controlar la transmisión del par motor, que se transmite del motor hacia las ruedas. Esto permite que el vehículo se mueva tanto hacia delante como hacia atrás.

El movimiento de giro y acople del embrague es sumamente importante para así poner en movimiento el vehículo, es imprescindible acoplar un mecanismo el cual sea capaz de transmitir o conectar de manera ligera sin generar ningún daño por rozamiento o fracción entre el motor y la caja de velocidades la cual previamente va a salir a las ruedas del vehículo permitiendo el desarrollo y el movimiento del vehículo, de igual manera la función cambiar de marchas para el desarrollo de velocidades implica realizar la función de desconectar el motor con el propio cambio de velocidad por un corto periodo de tiempo, y el único elemento mecánico que permite es el embrague. (Bravo Farfán & Sánchez Sánchez, 2011).

El embrague de un vehículo funciona mediante la fricción entre dos superficies, el disco de embrague y el volante motor. Cuando se pisa el pedal del embrague, se interrumpe la transmisión de potencia del motor a la caja de cambios, permitiendo cambiar de marcha sin detener el

motor. Este sistema de acoplamiento y desacoplamiento es fundamental para controlar la transmisión de potencia en un automóvil.

**Figura N 19**  
*El embrague.*

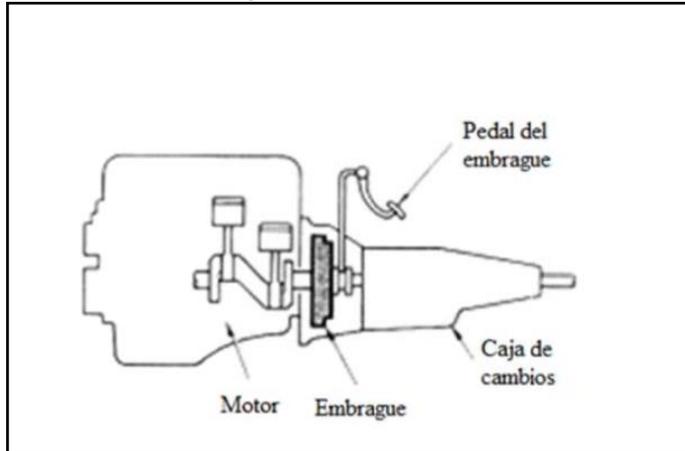


**Nota.** En la siguiente ilustración podemos apreciar la figura y como es un embrague y sus partes principales. Fuente. (Bravo Farfán & Sánchez Sánchez, 2011).

El embrague se encuentra principalmente ubicado entre el volante de inercia, por un lado, y por el otro lado se encuentra unido a la caja de velocidades, la cual va a transmitir la fuerza o el par motor que genere el motor hacia las ruedas para así poder permitir el movimiento de este mismo. (Bravo Farfán & Sánchez Sánchez, 2011).

## Figura N 20

Ubicación del embrague.



**Nota.** En la siguiente imagen podemos ver donde se encuentra ubicado el embrague. Fuente. (Bravo Farfán & Sánchez Sánchez, 2011).

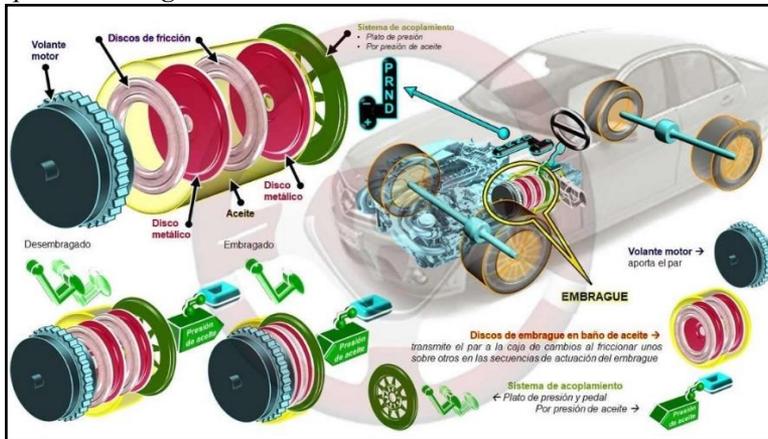
### 2.2 Clasificación según el número de discos

- Hidráulico, no cuentan con discos, se utilizan principalmente en vehículos industriales.
- Mono disco.
- Bidisco seco con mando único.
- Bidisco con mando separado (doble).
- Multidisco húmedo o seco.

### 2.3 Clasificación según su tipo de mando

- Mando mecánico
- Mando hidráulico.
- Mando eléctrico asistido electrónicamente.
- Centrifugo.

**Figura N 21**  
*Tipo de embrague.*



**Nota.** En la siguiente ilustración observamos un conjunto de sistema de embrague y sus distintas partes acopladas unas con otras. Fuente.

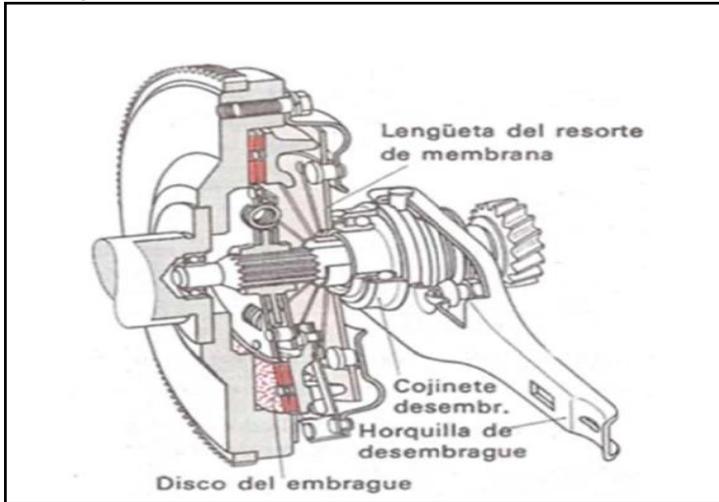
## 2.4 Embrague de resorte de membrana

Este tipo de resorte de membrana se caracteriza por tener un solo resorte de membrana que actúa como la palanca de desembrague y el resorte de presión del embrague. Tiene una forma de plato o de disco y tiene o no ranuras radiales. Este embrague de resorte de membrana puede hacer que su efecto de acoplamiento o movimiento de acoplamiento sea más fácil que otros tipos de embragues.

De igual manera existen embragues de resorte de membrana que cuentan con funcionamiento de desembrague por presión y de igual manera desembrague por tracción en su funcionamiento. (Bravo Farfán & Sánchez Sánchez, 2011).

**Figura N 22**

*Embrague con resorte de membrana.*



**Nota.** En la siguiente imagen podemos observar cómo son las partes de un embrague con un resorte de una sola membrana. Fuente. (Bravo Farfán & Sánchez Sánchez, 2011).

## **2.5 Embrague de resorte de una sola membrana con desembrague por presión**

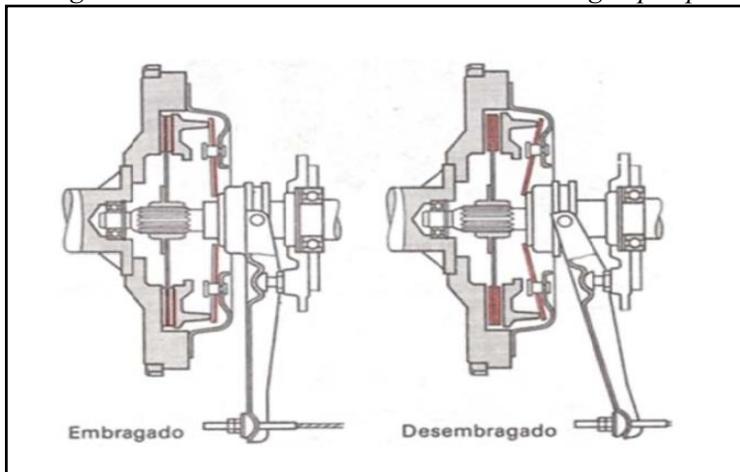
El funcionamiento por resorte de membrana, visto en forma de sección, crea una palanca de dos brazos cerca del borde exterior, que está sujeto por dos anillos. Cuando el resorte de la membrana del embrague está en estado de embrague o de desembrague, el cojinete de desembrague comienza a apretarse contra el borde interior de las lengüetas del resorte de la membrana, lo que hace que las lengüetas basculen sobre el anillo. (Bravo Farfán & Sánchez Sánchez, 2011).

La placa de presión del embrague se mantiene junto a la tapa del embrague gracias a los resortes de una laminilla ubicados radialmente.

Estos resortes transmiten la mitad del tiempo de giro del motor hacia la placa de presión del embrague y funcionan como resortes de retroceso al desembragar. De igual manera hay que tener en cuenta que los resortes que cuentan el disco de embrague cumplen con la función principal de reducir las vibraciones al momento de acoplar el elemento embrague contra el volante de inercia. («Caja de cambios manual», s. f.).

**Figura N 23**

*Embrague con resorte de membrana con desembrague por presión.*



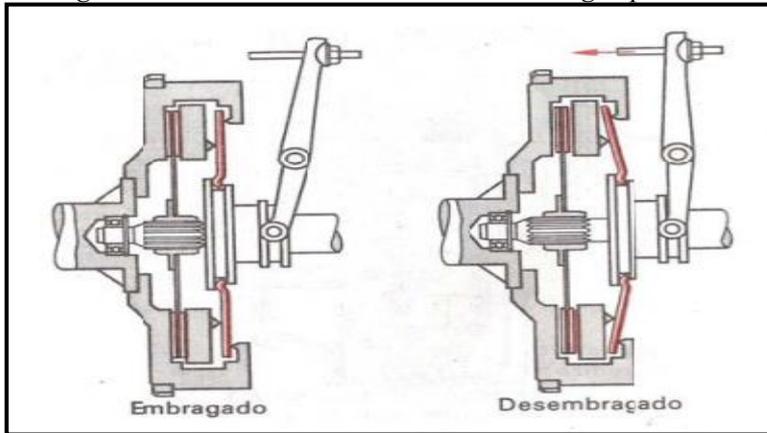
**Nota.** En la siguiente imagen podemos observar cómo es el funcionamiento de un embrague con resorte con una membrana de desembrague por presión. Fuente. (Bravo Farfán & Sánchez Sánchez, 2011).

## **2.6 Embrague de resorte de membrana con desembrague por tracción.**

En este caso, en este tipo de desembrague, el resorte de membrana forma una palanca de un solo brazo, el cual le permite que su borde exterior ayude como un apoyo en la tapa del embrague.

Cuando el mecanismo está embragado, el componente mecánico del resorte de membrana comienza a apretar la placa del embrague, que se encuentra o se pega al disco de embrague, a una distancia aproximada de  $\frac{1}{3}$  de su brazo de palanca, medida desde el borde exterior del resorte. Al desembragar, el cojinete de desembrague comienza a tirar las lengüetas del resorte de membrana. De esta manera, el mecanismo del resorte se inclina hacia su borde exterior y libera la placa de presión del embrague. Como resultado de esta acción, la transmisión de fuerzas se interrumpe. Este tipo de embrague tiene una menor altura y, por lo tanto, es más sencillo de construir que el resorte de membrana por desembrague a presión. (Bravo Farfán & Sánchez Sánchez, 2011).

**Figura N 24**  
*Embrague de membrana con resorte de desembrague por tracción.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar el mecanismo de un embrague de membrana por tracción y cuáles son sus respectivos elementos mecánicos que lo conforman para su funcionamiento. Fuente. (Bravo Farfán & Sánchez Sánchez, 2011).

## 2.7 Funcionamiento de un embrague

La función de un embrague es completamente imprescindible para el funcionamiento de cualquier vehículo, es un elemento mecánico que permite el cambio de marchas o de velocidades, se puede decir que es un elemento mecánico encargado de transmitir la potencia del motor a la propia caja de cambios permitiendo así de forma manual que este mecanismo se pueda separar o unir al giro del motor del coche a la transmisión, liberando así el movimiento hacia las ruedas motrices del vehículo impidiendo el movimiento del vehículo por fuerza del motor. Gracias a este proceso, el conductor puede tener la libertad de aumentar o disminuir la velocidad y potencia del vehículo en determinados momentos dependiendo como el chofer crea necesario estas

transacciones, mediante el piso del pedal de embrague se puede realizar la función de cambio de marcha o viceversa.

Es importante tener en cuenta que existen varios tipos de embragues, incluidos los embragues mecánicos y los embragues hidráulicos. El embrague hidráulico es el más usado y utiliza aceite para unir las partes principales del sistema. El embrague mecánico transmite el movimiento del embrague a través de un cable, pero hay que tener en cuenta que hay otro tipo de embrague que actualmente no se usa mucho. (*¿Qué es el embrague y cómo funciona?*, 2018).

**Figura N 25**

*Accionamiento por medio de pedales.*



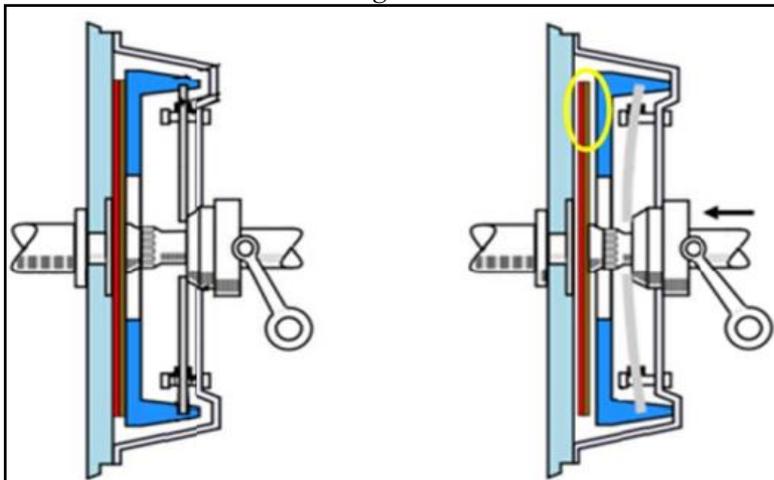
**Nota.** En la siguiente imagen podemos observar cómo es el accionamiento del embrague por medio de los pedales que cuenta el conductor. Fuente. (*¿Qué es el embrague y cómo funciona?*, 2018).

En posición acoplado o en términos simples embragando se transmite el par motor suministrado por el motor mediante la caja de cambios que van dirigidas hacia las ruedas del vehículo, permitiendo así el movimiento del vehículo y el aumento de velocidad del mismo.

En posición de desacoplado o en términos simples desembragado se interrumpe el proceso de transmisión en el automóvil, por lo tanto, detiene el giro de las ruedas, pero pueden ser movidas libremente sin la necesidad de la fuerza del motor y por ende el motor puede seguir en funcionamiento normal sin tener necesidad de transmitir su potencia hacia las ruedas para el aumento o disminución de velocidad del vehículo. (*¿Qué es el embrague y cómo funciona?*, 2018).

### Figura N 26

*Funcionamiento interno de un embrague.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar el funcionamiento de un embrague en el proceso de acople y desacople con la caja de velocidades. Fuente. (*¿Qué es el embrague y cómo funciona?*, 2018).

## 2.8 Disco de embrague

Se trata de un elemento mecánico de forma circular o redonda el cual se encuentra ubicado entre el volante de inercia por el lado del motor y la placa de presión o en términos mecánicos el diafragma por el otro lado el cual se va a acoplar a la caja de velocidades.

El material de fricción es fijado al exterior de la circunferencia y de igual manera en ambos lados del embrague y una muesca es provista en el centro para así poder fijar al eje de la transmisión, esta muesca es de suma importancia ya que si no se centra de manera correcta con el volante de inercia no se va a poder acoplar a la caja de velocidades y por consecuencia no se va a poder realizar el acople con la transmisión y no habrá aumento o disminución de velocidades. Además, cuenta con unos resortes que se encargan de absorber y suavizar el impacto cuando la potencia es transmitida hacia la caja de velocidades. (*¿Qué es el embrague y cómo funciona?*, 2018).

**Figura N 27**  
*Embrague.*



**Nota.** En la siguiente imagen podemos observar el diseño de un embrague de fricción y sus características principales. Fuente. Autor.

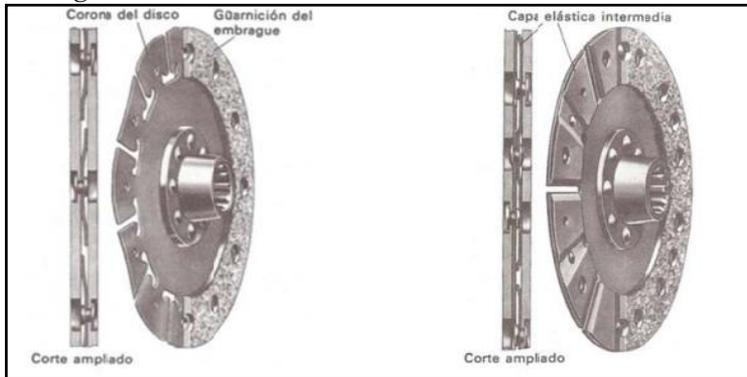
Hay que tener en cuenta que existen una variedad de discos de embrague, esto va a depender para el funcionamiento que se necesite el

embrague y las principales características de fabricación que va a tener el embrague.

- **Discos de embragues rígidos:** La característica principal de estos embragues es que la guarnición de este elemento va remachada o en términos básicos se encuentra pegada al disco de fricción, hay que tener en cuenta que este embrague no se aplica de manera elástica.
- **Disco de embrague elástico:** Tiene la característica principal de tener un acoplamiento suave, la mayoría de los embragues tienen actualmente discos elásticos, en estos discos de embrague el elemento mecánico la corona de disco va dividida en segmentos mediante hendiduras. La característica de estos segmentos es que se encuentran abombados en la parte exterior de la parte del disco y estos son los encargados de soportar la guarnición.
- Otros discos elásticos de embrague llevan entre el disco que es netamente plano y el recubrimiento del embrague con la guarnición con unas capas elásticas intercaladas. (*¿Qué es el embrague y cómo funciona?*, 2018).

## Figura N 28

### Embrague elástico.



**Nota.** En la siguiente imagen podemos apreciar un embrague con recubrimiento elástico para su mejor acople al volante de inercia.  
Fuente. (*¿Qué es el embrague y cómo funciona?*, 2018).

La elasticidad axial es muy importante en los embragues de fricción, tiene que estar dimensionada de tal forma que puesta en marcha este tome o se acople de manera suave a sus demás componentes, y en el estado de embrague quede adaptado al disco la cual debería encontrarse de una manera plana.

El disco de embrague cuenta con amortiguadores de oscilación giratoria se encargan de generar una elasticidad torsional y en si una amortiguación por fricción, donde el cubo de disco del embrague va unido a la parte de disco provista de la garnición mediante resortes helicoidales. Por lo tanto, la elasticidad torsional permite un giro limitado entre sus componentes, que son el cubo y la parte del disco que se une a la garnición.

El dispositivo para la fricción en la parte del cubo amortigua en esos giros las oscilaciones entre la parte del cubo y la parte de disco el cual conlleva a la guarnición. Es importante tener en cuenta la fuerza necesaria para la fricción y esta se obtiene a través de los resorte que cuenta el embrague, por lo general son fabricados con resortes de platillo por sus características que ahorran espacios y absorben bien las vibraciones al momento de acoplarse al volante de inercia, mediante la combinación de los elementos la elasticidad y la amortiguación por fricción amortiguan las oscilaciones del volante de inercia las cuales son oscilaciones que provienen directamente del funcionamiento del motor evitando así que estas lleguen al mecanismo de propulsión. (*¿Qué es el embrague y cómo funciona?*, 2018).

**Figura N 29**

*Embrague y sus componentes de fricción.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar un embrague de fricción con sus respectivos componentes como lo son los resortes. Fuente. Autor.

## 2.9 Plato de presión

El plato de fricción o disco de presión sirve de acoplamiento para el embrague y unirse al volante de inercia, este mecanismo va ubicado entre el disco de fricción y la carcasa de la caja de velocidades. Se puede denominar que entre el plato de presión y la carcasa de la caja de velocidades se encuentran montados los elementos de presión, los cuales son considerados como muelles helicoidales o en si un diafragma como más comúnmente se le conoce al plato de presión. Se le puede denominar “masa de embrague” al plato de presión, este diafragma este compuesto por un plato o disco de acero el cual tiene una forma muy particular de una corona circular, por un lado, se le une la carcasa del mecanismo del embrague la cual se une a través de los denominados muelles o comúnmente conocidos como el diafragma del embrague y por el otro lado se encuentra unido a la carcasa del disco de embrague.

**Figura N 30**  
*Diafragma.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar un diafragma del sistema de embrague, podemos analizar sus distintas características y apreciar a simple vista de que materiales podría este fabricado dicho diafragma. Fuente. Autor.

La función de la cubierta de embrague es empujar la palanca de presión contra el disco de embrague. Este movimiento transmite la potencia y permite desenganchar el embrague. El embrague tiene resortes que absorben las vibraciones del motor para que el sistema de embrague se acople sin problemas. Este movimiento de acoplamiento también transmite la potencia del motor a la caja de velocidades. (*Sistema de embrague de fricción, parte 1, 2008*).

**Figura N 31**

*Diafragma y sus componentes.*



**Nota.** En la siguiente imagen podemos observar la parte exterior del diafragma, como es su estructura de fabricación y los componentes que conforman dicho plato de presión del embrague. Fuente. Autor.

### Figura N 32

*Plato de presión de vehículo livianos.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar el plato de presión de un vehículo. Fuente. Autor

El resorte del diafragma es un resorte de placas el cual tiene como función empujar al disco de embrague y apegarlo contra el volante de inercia del motor, este resorte se hace referencia a comparaciones con un resorte en espiral, el resorte de dicha cuestión tiene las siguientes características:

- Se encarga de aligerar la fuerza requerida para presionar al pedal del embrague
- Se encarga de empujar la placa de presión del diafragma a una presión uniformemente.
- Su fuerza no disminuye durante el uso a altas velocidades del motor.
- El número de piezas en la unidad de embrague puede ser menor. (*¿Qué es el embrague y cómo funciona?*, 2018).
-

**Figura N 33**  
*Resortes del diafragma.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos apreciar los resortes que cuenta en diafragma o el plato de presión, los cuales se van a encarar de presión al embrague para su acoplamiento al volante de inercia. Fuente. Autor.

El cojinete de desenganche del embrague se mueve constantemente hacia atrás y adelante por la horquilla de desenganche del embrague, también conocida como ruliman del embrague. La horquilla recibe el pedal del embrague para transmitir este movimiento al mecanismo de presión para realizar la función de acople del sistema de embrague con el volante de inercia del motor. Posteriormente, el resorte interior se encarga de operar dicho movimiento.

El cojinete de desembrague se puede denominar también como un casquillo deslizante el cual realiza su función de acople y desacople al embrague, este mecanismo es apropiado para embragues de ajuste con juego como a su vez embragues sin juego. El ajuste que debe tener para un embrague sin juego es que el anillo interior del rodamiento de

desembrague apoya constantemente a la palanca de movimiento para el desembrague del mecanismo o a su vez en las lengüetas del resorte de membrana del embrague, cuando el motor se encuentra en funcionamiento o en marcha gira con el también en el sumo caso de que el embrague se encuentre acoplado a él. (*¿Qué es el embrague y cómo funciona?*, 2018).

Este mecanismo es de suma importancia y podemos ubicarlo dentro la coraza de la caja de velocidades, dicho elemento mecánico va ser el encargado principal de generar el movimiento para que el sistema de embrague pueda acoplarse como a su vez desacoplarse del motor, permitiendo esto el aumento y disminución de revoluciones o velocidades en el vehículo, para que así posteriormente dicho acoplamiento pueda ser transmitido hacia las ruedas del vehículo y por ende este pueda generar movimiento al mismo permitiéndose trasladarse de un lugar a otro, esto también va a depender de la experticia del conductor para el aumento disminución de velocidad del vehículo, ya que el conductor es pieza clave para generar el cambio de marcha y por ende el aumento de velocidades.

**Figura N 34**

*Cojinete de desembrague.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar una caja de velocidades y dentro de ella podemos apreciar el ruliman del embrague el cual va a encargarse de generar el movimiento hacia adelante y atrás, acompañando de la horquilla que transmite la presión del pedal del embrague hacia el ruliman. Fuente. Autor.

## Capítulo III: Caja de cambios manuales

### 3.1 Caja de velocidades

La caja de velocidades se denomina como un conjunto mecánico el cual está intercalado entre el sistema de embrague del vehículo, y el diferencial de transmisión de potencia el cual genera movimiento al vehículo. Esto quiere decir que es el encargado principalmente de transmitir el par motor o la fuerza generada por el motor hacia las ruedas del vehículo permitiendo así el movimiento de este, con el objetivo de que el vehículo sea capaz de poder subir o descender pendientes, parar o a su vez intervenir en el movimiento de las ruedas, dependiendo a la adaptación de las velocidades según las distintas condiciones de marchas que se encuentra en dicha caja de velocidades.

#### Figura N 35

*Caja de cambios manual.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar cómo es la forma de una caja de cambios manual, así como está compuesta internamente para el funcionamiento y desarrollo de velocidad de la misma. Nota. (*Funcionamiento de la caja de cambios manual | Blog Autolab, s. f.*). La característica principal de la caja de velocidades o caja de cambios manuales es que el conductor de dicho vehículo es el encargado principal

de seleccionar la velocidad de desarrollo del vehículo, esto va a depender de las necesidades del vehículo el aumento y disminución de las marchas en la caja de cambios, este cambio de marchas se lo realiza monuelamente a través de una palanca la cual se encuentra en la parte izquierda inferior del conducto la cual a través de los distintos mecanismos dentro de la caja tanto interno y externo de la caja permiten el aumento o disminución de la velocidad del vehículo.

**Figura N 36**

*Coraza de una caja de cambios manuales.*



Nota. En la siguiente ilustración podemos apreciar la parte exterior de una caja de cambios manuales, denominada coraza. Fuente. Autor.

La caja de velocidades se puede determinar o denominar como el elemento mecánico encargado de permitir al conductor seleccionar la velocidad apropiada, según las necesidades que crea correspondiente el

conductor del vehículo, esto va a depender de la experticia del conductor al momento de manejar y las habilidades al momento de cambiar entre distintas marchas, a su vez es capaz de invertir el giro de salida del motor permitiendo así obtener la marcha en reversa, esto quiere decir que le vehículo va ir hacia atrás.

La caja de cambios permite aprovechar al máximo la potencia que es generada por el motor a través del funcionamiento del ciclo OTTO, a su vez actúa en ciertas ocasiones como un reductor de las revoluciones del motor dependiendo el estado y en el tipo de marcha que se encuentre aplicada en la caja de velocidades.

Si un vehículo no equipase caja de cambios, y las revoluciones del motor se transmitiesen directamente a las ruedas, para desplazarse, el par motor, debería superar el par resistente de las ruedas. Con el empleo de la caja de cambios se consigue adaptar la velocidad del vehículo al número de revoluciones del motor más adecuadas para el funcionamiento. (*T-ESPE-058200.pdf*, s. f.)

### **Figura N 37**

*Mecanismos de la caja de velocidades.*



**Nota.** En la siguiente imagen podemos observar los componentes que tiene externamente la caja de velocidades de un vehículo. Fuente. Autor

### **3.2 Relación De Transmisión Y Velocidades**

La multiplicación y a su vez la desmultiplicación del aumento y disminución de velocidades en el vehículo, se lo consigue mediante el acople de los trenes de engranajes en el vehículo los cuales se encuentran internamente en la caja de velocidades los cuales se acoplan y se unen entre sí.

La relación de transmisión de estos engranajes va a depender de un aspecto muy importante el cual corresponde al número de dientes de la rueda conductora y a su vez el número de dientes que cuenta la rueda conducida, esto podemos expresar mediante el siguiente cálculo matemático.

$$Rt = \frac{Z2}{Z1}$$

Donde:

Rt = Relación de transmisión.

Z1 = Dientes de la rueda conductora.

Z2 = Dientes de la rueda conducida.

Naturalmente cada marcha de la caja de velocidades tiene su propia relación de transmisión, esto va a aplicar en el aumento o la disminución de la velocidad del vehículo, dependiendo el número de dientes de cada engrane correspondiente, esto quiere decir que va a depender de la intervención del número de dientes dentados que obtenga o que contenga cada marcha.

Los engranajes naturalmente van a tener que girar, por ende, se encuentran instalados o en este caso ubicados encima de un eje el cual va a permitir el movimiento giratorio de los engranajes, en la caja de velocidades contamos con tres distintos ejes los cuales va a funcionar de distintas maneras para el acople de las distintas marchas del vehículo.

**Figura N 38**

*Acople de engranajes internos de la caja.*

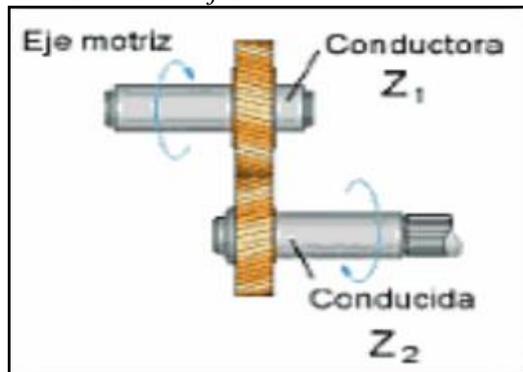


**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar cómo es el acople de las distintas marchas de un vehículo, así como es el diseño de los engranajes de la caja de velocidades. Fuente. (*T-ESPE-058200.pdf*, s. f.).

Cada marcha de la caja de cambios tiene una relación de transmisión y esta depende de las ruedas dentadas que intervengan en esa marcha y el número de dientes de cada uno. (*T-ESPE-058200.pdf*, s. f.).

**Figura N 39**

*Funcionamiento de los distintos ejes*



**Nota.** Podemos observar cómo es la relación de transmisión en una caja de velocidades. Fuente. (*T-ESPE-058200.pdf*, s. f.).

### 3.2.1 Segunda Formula de relación de transmisión

Las transmisiones manuales funcionan con el principio básico de relación de transmisión, la cual va a permitir la transmisión de la potencia par motor hacia las ruedas, permitiendo así el aumento o a su vez la disminución de la velocidad del vehículo.

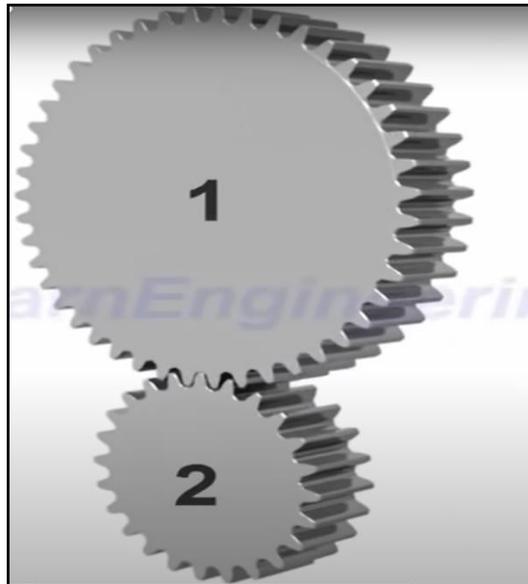
$$\frac{N1}{N2} = \frac{T1}{t2}$$

T = Numero de dientes.

N = Velocidad.

**Figura N 40**

*Mecanismo Básico de relación de transmisión.*



**Nota.** En la siguiente figura podemos observar un mecanismo básico interno de relación de transmisión entre engranes, para el aumento o disminución de velocidad para el vehículo. Fuente. (Colombo & Hurd Immigration, 2017).

### **3.3 Partes internas de una caja de cambios manuales**

La caja de cambios es el conjunto mecánico más importante de la cadena cinemática del vehículo, se encuentra ubicada principalmente en la parte trasera del embrague la cual es la encargada de recibir el par del motor, en las cajas de velocidades o de cambios manuales el conductor selecciona las velocidades de forma manual, a través de la maniobra de pisada de embrague, permitiendo así el desacople de la transmisión de par del motor.

#### **3.3.1 Eje de entrada.**

El eje de entrada se encuentra principalmente conectado al motor, a través del embrague, también se le denomina eje primario, este eje literalmente es el encargado de transmitir la potencia del motor hacia la transmisión. Para transmitir el movimiento del eje primario (el eje que gira con el motor cuando soltamos el pedal del embrague), al eje secundario, en las cajas de cambios longitudinales se encuentra ubicado otro eje intermedio donde se van a encontrar o donde van a ir ubicados los distintos piñones y así a su vez la relación de transmisión de cambios de marchas, enfrentados con los que están acoplados al eje primario. (*Eje primario - ¿Qué es Eje primario?*, 2022).

El correcto funcionamiento del eje de entrada o el eje primario es esencial para la transmisión de par motor hacia las llantas las cuales van a permitir así el movimiento del vehículo, hay que tener en cuenta que toda la fuerza que genera el motor a través de las revoluciones es

absorbida por el eje primario para así poder realizar el desarrollo y la transmisión de relación entre las marchas, a través de los engranajes que se encuentran ubicado en cada uno de los distintos ejes y a su vez van a permitir el desarrollo del vehículo, en otra palabras van a permitir el aumento o disminución de velocidades del vehículo.

**Figura N 41**  
*Eje primario.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar el eje principal o el eje de entrada de una caja de cambios manual de un vehículo Chevrolet Optra. Fuente. Autor.

### **3.3.2 Eje secundario.**

Se denomina así al eje encargado de realizar la función de acople de los engranajes permitiendo así la función de transmitir la potencia o el par motor al eje de salida, en este eje se van a encontrar los engranes de transmisión de marchas, los cuales van a cumplir a función de relación

de transmisión a través de la fórmula relacionada entre dientes y velocidades de giro de cada engranaje. A través de este eje va a pasar el flujo de poder de la caja de velocidades, esto quiere decir que este eje es el encargado principal del acople de las marchas de la caja permitiendo y transmitiendo así la salida del torque del motor hacia el sistema de transmisión, con la finalidad de que exista movimiento en el vehículo, esto se va a ver afectado por el tipo de marcha que se encuentre dicha fuerza de funcionamiento del motor.

**Figura N 42**

*Eje secundario de una caja de cambios.*



**Nota.** En la siguiente figura podemos observar el eje secundario de una caja de cambios o de velocidades de un vehículo Chevrolet Optra. Fuente. Autor.

### **3.3.3 Eje de salida.**

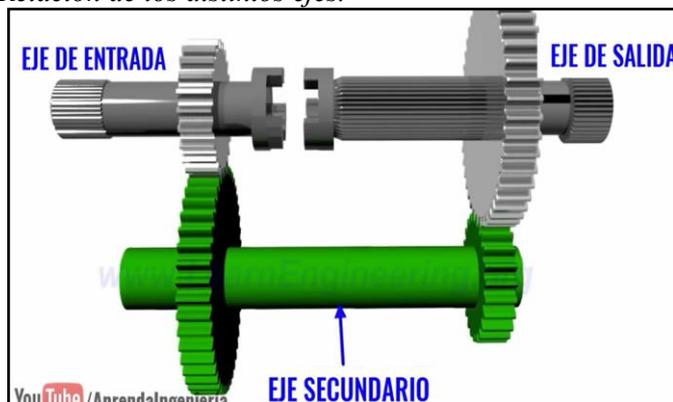
El eje de salida es el encargado de enviar la potencia generada por el motor o el par motor hacia las ruedas, esto va a ser transmitido a través de un mecanismo muy importante denominado árbol de transmisión y a su vez el elemento denominado corona del diferencial en el caso de

los modelos que cuentan con transmisión delantera y mecánica transversal. En el caso de los vehículos que cuentan con una transmisión total o 4X4 la potencia que ejerce el eje secundario es repartida mediante un elemento de suma importancia denominado como diferencial central entre ejes o también es transferida dicha potencia por medio de caja transfer.

Este eje es el encargado principal de la salida de velocidad o de la fuerza ejercida por el motor el cual ha llevado un importante proceso de relación de transmisión entre engranajes, los cuales a través del acople de las marchas ejercida por el conductor va a generar mayor potencia o mayor torque dependiendo la experticia del conductor y como se vaya desarrollando la velocidad del vehículo en carretera o en pista.

**Figura N 43**

*Relación de los distintos ejes.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos apreciar como es el acople de los tres distintos ejes de funcionamiento de transmisión de fuerza del motor, así como es un acople básico del mismo para su correcto funcionamiento. Fuente. (Colombo & Hurd Immigration, 2017).

### 3.3.4 Sincronizador de dientes de cono

Este elemento mecánico es denominado así por el hecho de que cuenta o es fabricado con dientes de cono los cuales van ir sujetos al engranaje respectivo de la marcha permitiendo un acople seguro hacia el eje de rotación y a su vez permitiendo un acople correcto y seguro al momento de acoplarlos para el funcionamiento de marchas, cuenta en su interior con un cono de fricción el cual es el encargado principalmente de sujetar este elemento y el engranaje al eje, permitiendo un movimiento de rotación con el eje y el engranaje, podría decirse que es el elemento de acople y de seguridad para el correcto funcionamiento del engranaje.

**Figura N 44**

*Sincronizador de diente de cono partes y estructura.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podremos apreciar y analizar cómo es la estructura de un sincronizador de dientes de cono, así como las partes que cuenta el mismo y como es el acople de este hacia el engrane de marcha. Fuente. (Colombo & Hurd Immigration, 2017).

### 3.3.5 Buje de fijación.

Este elemento es denominado así porque permite el acople apropiado de las marchas con los demás elementos mecánicos, en términos mecánicos podría decirse que este elemento es el estado neutro de la palanca de cambios, ya que va a permitir que todo el mecanismo de acople de marchas gire en su propio eje a velocidades del movimiento del eje, sin necesidad de que el vehículo se encuentre en alguna marcha en específico para su funcionamiento, dependiendo el mecanismo de marchas donde se encuentre ubicado dicho buje de fijación va a permitir el acople correspondiente entre marchas específicas, y a su vez va a permitir el acople de las demás marchas sin un integración o interacción entre todos los engranajes de las distintas marchas, es un elemento de suma importancia ya que va a permitir que el vehículo pueda encontrarse en estado neutro permitiendo el giro del motor sin la intervención y el acople de una marcha en específico.

**Figura N 45**  
*Buje de fijación.*

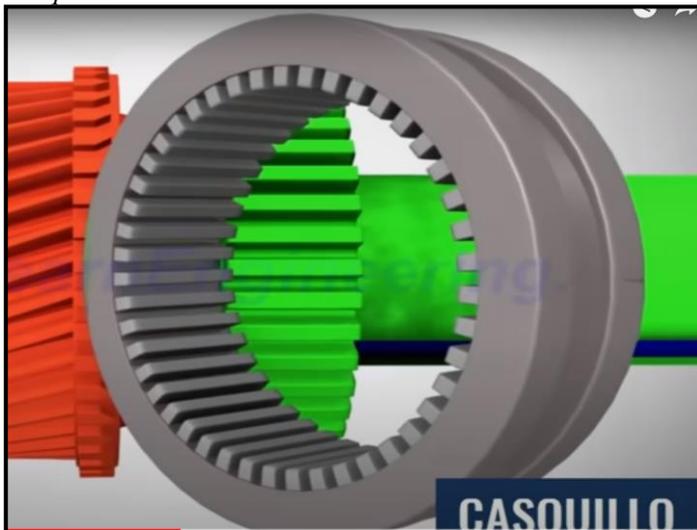


**Nota.** En la siguiente figura podemos apreciar una estructura simple sobre como es el buje de fijación al eje. Fuente. (Colombo & Hurd Immigration, 2017).

### 3.3.6 Casquillo.

Este elemento mecánico va a ser el encargado principal de cumplir la función de acople de marchas o en términos simples el cambio de marchas entre engranajes, va a permitir el acople del engranaje con el buje de fijación, a su vez va a cumplir la importante función de acople de distintas velocidades con ayuda de otro elemento mecánico, en pocas palabras el casquillo va a generar un movimiento de acople entre mecanismos permitiendo así el acople a una marcha en especial y generando el movimiento correspondiente para el funcionamiento de velocidades del vehículo, obviamente dependiendo en que marcha se encuentre ubicado dicho elemento mecánico.

**Figura N 46**  
*Casquillo.*



**Nota.** En la siguiente imagen vamos a poder observar cómo es la estructura básica de un casquillo el cual se va a encargar de permitir el acople entre distintas marchas del vehículo. Fuente. (Colombo & Hurd Immigration, 2017).

### 3.3.7 Aro sincronizador.

Ayuda a igualar las velocidades de giro entre los distintos elementos de acople de marchas, permitiendo así que tanto como el engranaje de velocidades como el buje de fijación puedan acoplarse de manera correcta por medio del casquillo, el aro sincronizador como su nombre mismo lo indica va a encargarse de igualar las velocidades de giro entre los distintos elementos para que así todo el conjunto de cambio de marchas pueda acoplarse y cumplir su función de transmitir la fuerza que es generada por el motor hacia las ruedas. Hay que tener en cuenta la lubricación de la caja de velocidades para cumplir esta función de acople de elementos, ya que sin esta podría existir un desgaste pronunciado entre elementos mecánicos.

**Figura N 47**

*Aro sincronizador.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar la estructura básica y rápida de cómo es un aro sincronizador de una caja de cambios, así como sus partes. Fuente. (Colombo & Hurd Immigration, 2017).

**¿Qué es una caja de cambios sincronizada?**

Se hace referencia a una caja de velocidades sincronizada cuando existe un mecanismo mecánico el cual realiza la función de sincronizar por sí mismo la velocidad de entrada y de salida al momento de hacer un cambio de marcha en la caja de cambios, es decir evita que las marchas rasquen o se degasten al momento de ser cambiadas.

### **¿Qué es un sincronizador?**

Son discos los cuales cumplen la función de igualar la velocidad de giro que produce el vehículo con la finalidad que el cambio de marchas en la caja de velocidades sea de manera más fácil o sencilla, estos se encuentran ubicados a los extremos de cada engrane de marcha por lo que se encargan de adaptar las revoluciones por minuto a la velocidad que se encuentra movilizándose el vehículo.

### **¿Cómo funciona las cajas de cambios sincronizadas?**

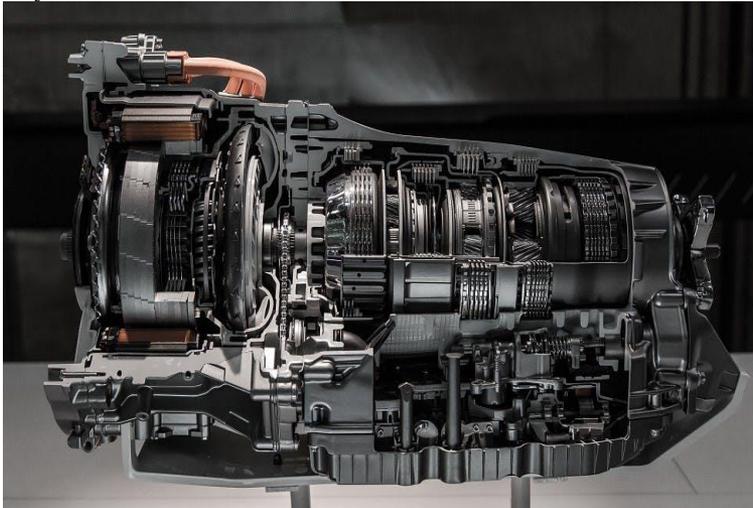
Este tipo de cajas de velocidades que cuentan con aros sincronizadores tiene en totalidad tres sincronizadores distintos los cuales se encuentran distribuidos de la siguiente manera: uno para 1ª y 2ª velocidad, uno para 3ª y 4ª velocidad y uno para 5ª y 6ª velocidad. La marcha atrás no tiene sincronizador.

Cuando la persona que se encuentra a cargo de la conducción del vehículo maniobra la palanca a la relación adecuada de marchas de velocidad del vehículo, el aro sincronizador comienza a aproximarse a una de las ruedas dentadas o a uno de los engranes de marcha, acoplándose a una superficie de la rueda dentada o del engranaje, este

rozamiento comienza a igualar la velocidad de giro de la rueda con el sincronizador y por último el aro sincronizador puede acoplarse de manera adecuada a la rueda dentada de la marcha en específico.

**Figura N 48**

*Caja de velocidades internamente.*



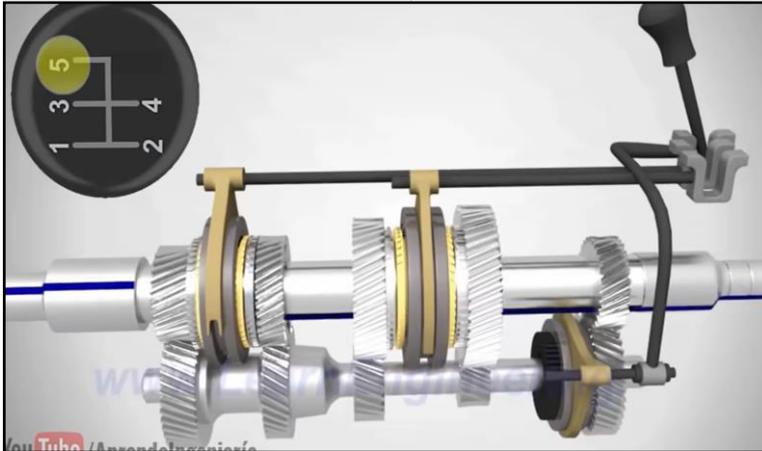
### **3.4 Funcionamiento en conjunto de una caja de cambios manual**

El conjunto de todos estos mecanismo conllevan a la transmisión de fuerza que es producida por el motor hacia las ruedas, y así permitiendo el movimiento del vehículo, es de suma importancia tener en cuenta de que como es un mecanismo de constante fricción tiene que encontrarse siempre lubricado o sus partes tiene que encontrarse lubricadas para que así pueda existir un rozamiento de piezas adecuado y funcional tal que si no existiera una lubricación adecuada podría existir un desgaste de piezas rápido y podría dañar todos los mecanismo de la cajas de velocidades impidiendo así una correcta transmisión y movimiento del

vehículo, hay que tener en cuenta que todos los mecanismos ya antes mencionados es la última generación de transmisión de marchas o de velocidades hacia las ruedas, por lo que es más simple el acople entre marchas o entre velocidades. («Caja de cambios manual», s. f.).

**Figura N 49**

*Funcionamiento interno de una caja de cambios.*



**Nota.** En la figura podemos apreciar como es el funcionamiento interno de una caja de velocidades, así como el funcionamiento de cada uno de los elementos ya antes mencionados y especificado, el mecanismo de acople de marchas se lleva a cabo por medio de una palanca de cambios permitiendo el cambio de marchas y así el aumento o disminución de velocidades del mismo. Fuente. (Colombo & Hurd Immigration, 2017).

### **3.5 Funcionamiento del sistema de retro en una caja de cambios.**

Una vez entendido los conceptos básicos de funcionamiento de acoples de engranes en las distintas marchas, y cuáles son los elementos que actúan para que la transmisión pueda ser posible en un vehículo, podemos entender como es el funcionamiento de la marcha en reversa en un vehículo ya sea de transmisión delantera o trasera. (Colombo &

Hurd Immigration, 2017). La marcha en reversa usa un arreglo de tres engranajes como podemos observar en la siguiente imagen.

**Figura N 50**

*Arreglo de engranajes para la marcha en reversa.*



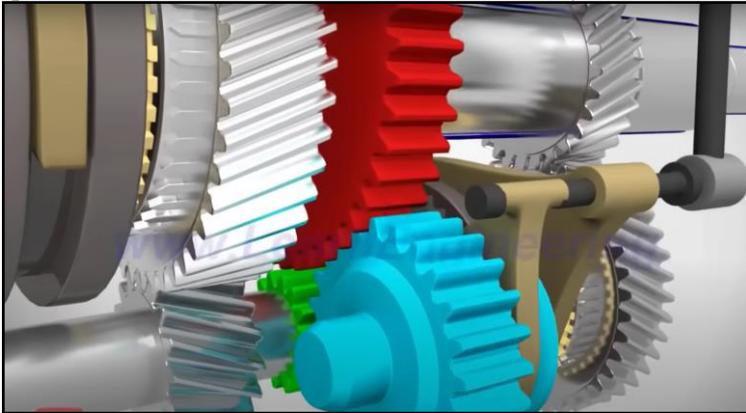
**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar una representación sobre los tipos de engranajes que cuenta un vehículo para poder hacer que funcione la marcha en reversa. Fuente. (Colombo & Hurd Immigration, 2017).

De los tres engranajes que se muestran en la imagen anterior, uno es un engranaje ocioso; en pocas palabras, no funcionará a menos que se active o se ponga en la palanca de cambios la marcha en reversa que activará el engranaje junto con los demás, permitiéndole funcionar. Cuando el engranaje ocioso se empuja y se conecta con los otros dos engranajes, el eje de salida comenzará a girar en la posición contraria, dando así el funcionamiento y el principio de la marcha en reversa en un vehículo. Pero hay que tener en cuenta una característica muy importante de las marchas en reversa y es que este mecanismo o este

apartado de engranes no cuenta con la ayuda de un mecanismo de aro sincronizador, esto significa que la rotación de la caja de cambios tiene que detenerse por completo para poder aplicar y hacer uso de la marcha en reversa. (Colombo & Hurd Immigration, 2017).

**Figura N 51**

*Representación de la marcha en reversa de una caja de velocidades.*



**Nota.** En la ilustración podemos observar cómo es el funcionamiento de la marcha en reversa en una caja de velocidades, la cuales se ven representadas por los engranes de colores donde nos indican como es el funcionamiento de acople de estas para que pueda ser posible dicha marcha, así como cuales son los elementos o las partes que actúan en dicha marcha para hacer posible que exista la marcha en reversa en los vehículos. Fuente. (Colombo & Hurd Immigration, 2017).

### **3.6 Caja de cambios manual.**

A este tipo de cajas también se las conoce como cajas estándar, es una caja de velocidades la cual permite al conductor elegir entre diferentes marchas para presionar el aumento o disminución de velocidad del vehículo, tiene una característica muy importante de que en las relaciones de engranajes más bajas estas proporcionar un par extra, aunque en este perdido ofrezcan menos velocidad, mientras que las

relaciones de transmisiones más altas proporcionan menor par o fuerza del motor, pero estas mejoran o aumentan la velocidad del vehículo. El concepto básico de término denominado relación de transmisión en una caja se lo conoce regularmente como “Velocidades”, por lo que una transmisión manual de seis velocidades se puede denominar que tiene relaciones de transmisión o herramientas que impulsan al vehículo hacia adelante. (Bravo Farfán & Sánchez Sánchez, 2011).

**Figura N 52**

*Caja de velocidades internamente.*



Nota. En la siguiente figura podemos observar una caja de velocidades manuales, como son sus partes internamente y como están conformados todos los sistemas que permiten la transmisión al vehículo. Fuente. Autor.

En la forma más simple, el funcionamiento correcto de la caja de velocidades influye en la utilización o en la composición de tres ejes de engrane constante los cuales se van a encontrar enlazados unos con otros y estos engranes van a contar con distintos tamaños permitiendo

la relación de transmisión del par o la fuerza del motor. Tiene un eje principal denominado eje de entrada el cual se encuentra conectado al motor, por medio del mecanismo ya denominado embrague, el segundo eje se denomina contra eje o eje secundario y este se encuentra constantemente engranado al eje principal o al eje de entrada este va a contar dependiendo el diseño con un número específico de engranes en su funcionamiento, y por último el tercer eje o también conocido como eje de salida el cual también se va a encontrar conectado al contra eje, este eje va a encargarse de transmitir toda la fuerza generada a por el motor hacia las ruedas. (*Caja de velocidades*, 2022).

**Figura N 53**

*Ejes de la caja de velocidades.*



**Nota.** En la siguiente imagen podemos observar los componentes internos de una caja de velocidades, así como los ejes de funcionamiento los cuales permiten el paso de la fuerza generada por el motor hacia las ruedas. Fuente. (*Caja de velocidades*, 2022).

### **3.7 Tipo de cajas de transmisión manual**

Hay 3 tipos de cajas de transmisión estándar utilizadas desde la introducción de la transmisión que son:

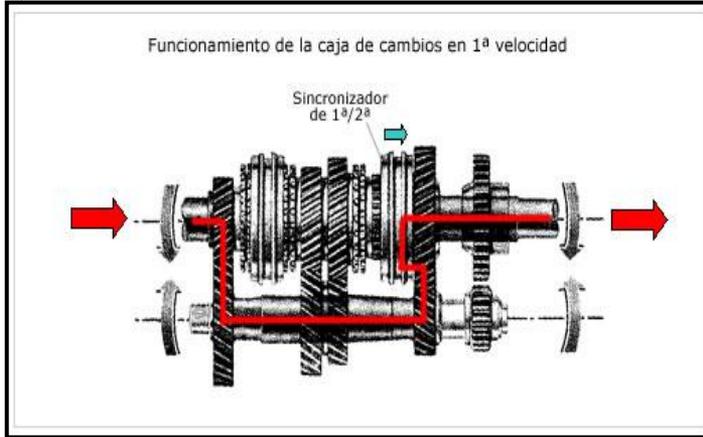
#### **3.7.1 Caja de transmisión de malla deslizante.**

La caja de velocidades conocida como de malla deslizante, el tipo de cambios más antiguo que puede existir, en este tipo de caja de velocidades el cambio de marcha se produce por el movimiento mecánico de deslizamiento de engranajes sobre el eje principal, esta función la hace para poder acoplarse de manera fácil y sencilla con los engranes que se encuentran en el eje intermedio cuyo engranaje se encuentra en engrane constante con el engranaje que va directamente al eje del embrague, con la finalidad de trasladar el movimiento de rotación para la conversión o en otras palabras el aumento o disminución de velocidades esto según lo requiera tanto el vehículo como la transmisión.

Esta caja de velocidades necesita contar con una técnica especial para que cambio de velocidades que normalmente se le puede conocer como el doble desembrague, pero a cambio de esto el engranaje es muy ruidoso y duro por lo que se dio lugar al desarrollo de un nuevo sistema de caja de cambios más sencillo y fácil de maniobrar, por lo general este tipo de cajas venían con un máximo de tres velocidades manuales. (*Caja de velocidades*, 2022).

### Figura N 54

*Caja de cambios con tres velocidades.*



**Nota.** En la siguiente imagen podemos observar el funcionamiento de una caja de cambios que cuenta con tres velocidades. (Jerónimo, 2013).

### 3.7.2 Caja de velocidades de malla constante.

La caja de velocidades de malla constante se puede definir como la evolución o la mejora de la caja de velocidades de malla deslizante, la característica de estas cajas es que todos los engranes que se encuentran en el eje principal, en el eje intermedio y en el eje que va conectado al embrague se encuentran engranados constantemente entre sí, y el cambio de marchas adecuado dependiendo si el vehículo necesita aumento o disminución de marchas se lo realiza mediante los dispositivos de engranaje especiales, conocidos así como embragues de garra los cuales pueden deslizarse sobre el eje principal el cual permite seleccionar la marcha adecuada según las necesidades del vehículo.

Este tipo de cajas elimina el problema que tenía su antecesor del doble embrague y hace que la transmisión sea menos ruidosa ya que los engranajes rectos que se encuentran en la malla deslizante son reemplazados con engranes helicoidales o también conocidos como engranes cónicos, pero tenía un problema y era que el cambio de marchas aún no era suave y por consiguiente tenía mucho desgaste en el embrague por su utilización, lo que condujo a que estos tipos de cajas sufran en cantidades por un gran mantenimiento, este tipo de cajas venía con una configuración de marchas de cuatro a cinco velocidades y este contaba con una marcha en reversa..

**Figura N 55**

*Caja de velocidades de malla constante.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar una representación de una caja de velocidades de malla constante. Fuente. («Caja de cambios manual», s. f.).

### **3.7.3 Caja de velocidades sincronizada.**

Este tipo de cajas es el último tipo de caja de velocidades utilizado en las últimas décadas, ya que este tipo de cajas supera todas sus antecesoras y también mejora las capacidades de salida de la fuerza del

motor hacia las ruedas, en este tipo de cajas los embragues de garras de la caja de velocidades de la malla constante son reemplazados por los elementos de sincronización que primero llevan al eje principal y el eje intermedio a la misma velocidad permitiendo un acople más adecuado para dicho sistema esto se los hace a cabo por medio de la fricción de ambos elementos mecánicos, posterior a esto es lo que se produce el engranaje de la velocidad adecuado, hoy en día este sistema viene con una configuración de transmisión manual de cinco velocidades y cuenta con una marcha en reversa.

Su funcionamiento se debe principalmente a los engranes que cuenta este tipo de cajas en su interior actualmente es una de las cajas más utilizadas, por su fácil funcionamiento ya que por medio de sus mecanismos permiten un acople entre marchas más suave sin necesidad de que existe un choque brusco entre elementos mecánicos, ya que cuenta con un sincronizador el cual principalmente está a cargo de realizar esta función, permitiendo así un desarrollo de velocidades más tranquilo y con mejores beneficios.

**Figura N 56**

*Caja de velocidades sincronizada.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar la sincronización de una caja de cambios actual la cual es de engrane constante.  
Fuente. Autor.

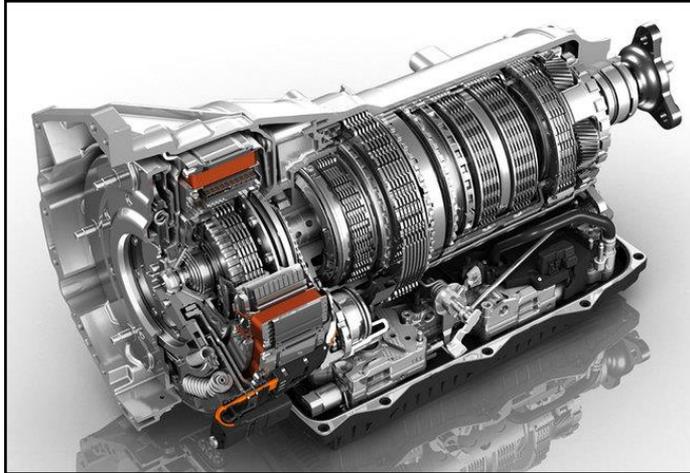
## **Capítulo IV: Caja de cambios automáticas**

### **4.1 Funcionamiento de las cajas automáticas**

La caja de cambios automática o también conocida como caja de cambios por medio de transmisión automática, es actualmente uno de los mejores inventos en lo que consiste comodidad de conducción y mejora en desarrollo de funcionamiento en cambio de velocidades de un vehículo, a diferencia de las cajas de velocidades con transmisión manual, en donde el conductor o el chofer tiene que realizar la maniobra de cambios de velocidades mediante los distintos componentes mecánicos como lo es la activación del embrague entre otro, fue sustituido por la caja de cambios o de velocidades automática la cual nos da una innovación y es que las velocidades del vehículo en sí van cambiando de marchas automáticamente por medio del ajuste de la relación de transmisión en función de la velocidad en la que se encuentra en movimiento dicho vehículo. (KROFtools, 2023).

**Figura N 57**

*Caja de velocidades automática.*



**Nota.** Se representa en la siguiente imagen una caja de velocidades automática, así como es su estructura internamente y como está configurado, así también cuales son los componentes que conforman dicha caja. Fuente. (KROFtools, 2023).

Un vehículo que cuenta con caja de velocidades automática cuenta con un sistema de transmisión el cual se va a encargar del cambio de marchas automáticamente dependiendo la relación de transmisión entre velocidades que se encuentre circulando dicho vehículo, en otras palabras sin que exista la intervención manual del conductor, el funcionamiento principal de una caja de cambios automática es por medio del uso de engranajes, los cuales aplican el convertidor de par y la electrónica para así poder determinar la mejor relación de marcha o velocidad de acople, aquí también se va a tomar en cuenta aspectos muy importantes como lo es la carga o esfuerzo generado por el motor y otras variables de peso hacia el vehículo. Aunque existen bastantes tipos de cajas automáticas la más común utilizada en vehículos y aplicada en la

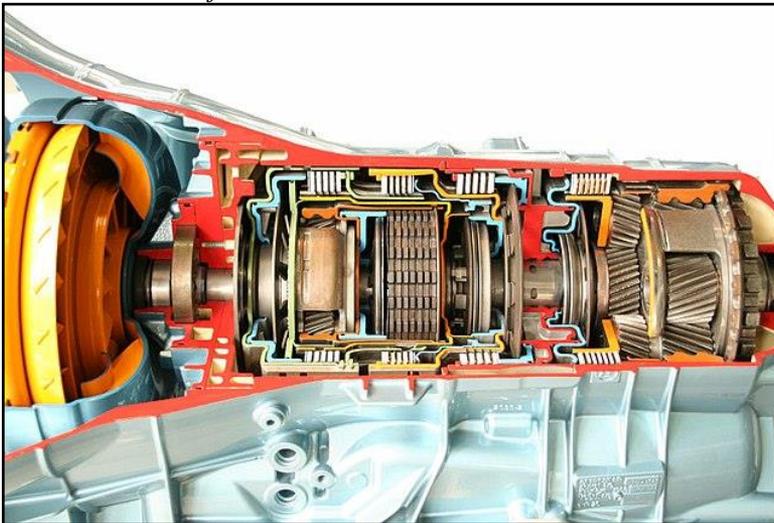
construcción de los mismos se basa en el modelo el cual es un convertidor de par motor, el cual es el encargado principal de promover la fuerza distribuida al árbol de transmisión del vehículo.

En una caja de cambios automática, el funcionamiento del embrague es muy distinto al embrague de las cajas de velocidades manuales, la cual es la activación del mismo por medio del pedal del embrague, en las cajas de velocidades automáticas el embrague trabaja por medio de un sistema hidráulico, el cual consta con dos platos de forma esférica, estos van a contar con un aceite especial en su interior el cual se va a encontrar principalmente conectado al motor. Al momento que el vehículo va tomando velocidad el motor por producto de su movimiento y esfuerzo genera el movimiento en los discos del embrague, al mismo tiempo que comiza a centrifugar el aceite, este proceso es el encargado del funcionamiento de la caja de cambios automática y el cual principalmente permite el cambio de marchas en un vehículo automático. (KROFtools, 2023).

Una transmisión automática se lo denomina así también como un sistema de transmisión de múltiples velocidades el cual es utilizado en vehículos de motor el cual no es necesario que intervenga algún conductor o alguna persona para que exista su correcto funcionamiento ya que la caja de cambios lo hace en condiciones normales automáticamente, a este tipo de transmisión también se la conoce como convertidor de par automático y es por mucho la tecnología actual más utilizada en la mayoría de vehículos por su comodidad a la hora de

conducir y su eficiencia en desarrollo y cambio de marchas, este tipo de cajas utiliza en si un acoplamiento de fluidos hidráulicos o así como un convertidor de par motor el cual tiene que encargarse de del proceso de conversión entre engranes en lugar de usar un embrague de pedal que acople la caja de velocidades con el motor. (*Caja de velocidades*, 2022).

**Figura N 58**  
*Interior de una caja de cambios automática.*



**Nota.** En la siguiente imagen podemos observar el interior de una caja de cambios automática, así como se encuentra estructurada y distribuida interiormente para su correcto funcionamiento. Fuente. (*Caja de velocidades*, 2022).

#### **4.2 Principios de funcionamiento de una caja de velocidades**

Es de suma importancia conocer y saber cuáles son los componentes de trabajo o que trabajan en conjunto para que exista un correcto funcionamiento interno en la caja de velocidades y así también pueda existir una experiencia de conducción eficiente, la cual sea un funcionamiento cómodo a su vez los cuales son:

- Convertidor Par.
- Engranajes Planetarios.
- Embragues y bandas.
- Centralita.

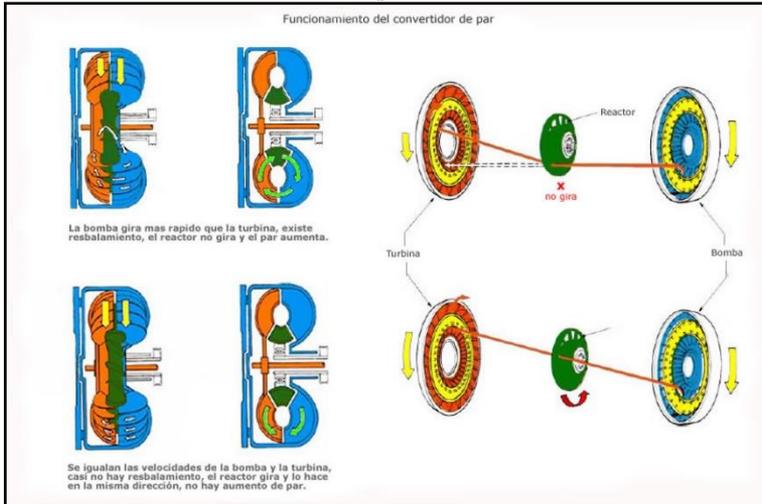
#### **4.2.1 Funcionamiento del convertidor par.**

Para que el motor pueda transmitir su fuerza hacia los neumáticos tiene que pasar por un elemento denominado caja de velocidades, para permitir el acople y desacople de la caja de velocidades con el motor es necesario depender de un elemento denominado embrague el cual es utilizado en la caja de cambios manuales, pero dentro de las cajas de cambios automáticas entra en juego otro componente el cual es denominado convertidor par motor y el mecanismo que cumple la función o el trabajo del embrague en las cajas automáticas de denomina convertidor hidráulico de par, el cual va a cumplir la función de conexión entre la caja de cambios y el motor de dicho vehículo.

El convertidor en simples palabras y términos simples se le podría determinar como un embrague hidráulico perfeccionado el cual permite graduar la combinación par-velocidad según las necesidades que vaya presentando el vehículo al momento del desarrollo de este en pista o en carretera, se lo puede definir como una combinación de embrague y el cambio de velocidades, se lo denomina así ya que cumple la misión del funcionamiento de un embrague que consiste en acoplar y desacoplar la caja de velocidades con el motor y cambio de velocidades porque

este sistema es capaz de multiplicar el par generado por el motor. (Convertidor de par, 2024).

**Figura N 59**  
*Funcionamiento del convertidor par.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos apreciar como es el funcionamiento del convertidor para en una caja de velocidades automática, así como es el trabajo que lo realiza y un diseño estructural del mismo. Tomado de la página web ([www.mecanicavirtual.org](http://www.mecanicavirtual.org)).

Un convertidor par hidráulico se encuentra formado y constituido por los siguientes elementos los cuales van a ayudar en su correcto funcionamiento y que este pueda permitir el cambio de velocidades en la caja d manera normal.

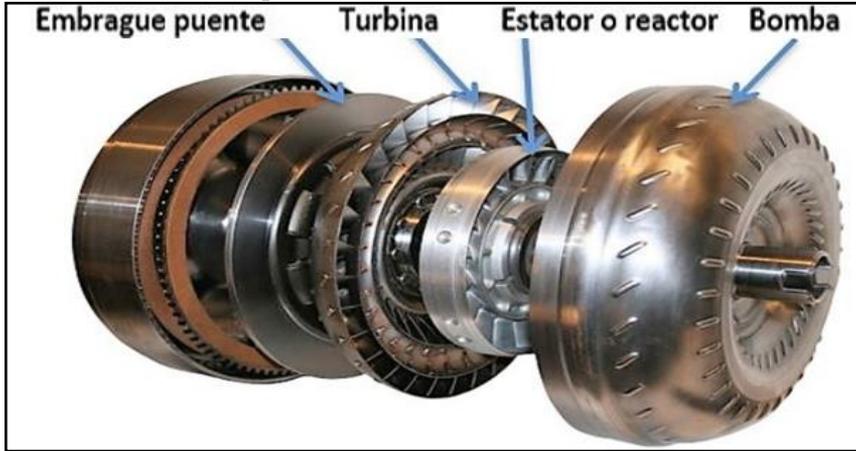
- **Turbina:** Esta se encuentra engranada en el eje de entrada de la caja de velocidades automática o también conocida como el eje de la turbina, este mecanismo se va a encarga de recibir el aceite enviado o impulsado por la bomba por medio de sus alabes la cual le van a permitir de manera obligatoria que gire y produzca movimiento.

- **Reactor o Estator:** Este elemento se encuentra ubicado entre la bomba de aceite y la turbina la cual se encuentra en el eje de entrada, este estator cuenta con un mecanismo de rueda el cual le permite girar libremente cuando la velocidad de giro de la bomba y la turbinan llegan a velocidades iguales o se aproximan, pero hay que tener en cuenta que el giro de ambos nunca llega a ser iguales o a igualarse, solo pueden llegar a aproximarse.
- **Embrague anulador del convertidor del par:** Este elemento cumple un papel muy fundamental ya que elimina el patinaje que produce el convertidor par de una forma regulada permitiendo el desarrollo y cambio de marchas tranquilo, de tal manera que este embrague anulador puede entrar en accionar en cualquier tipo de marcha que se encuentre patinado el convertidor par, esto obviamente a partir de una determinada temperatura de funcionamiento la cual es aproximadamente los 40 °C, este mecanismo consiste de un embrague de fricción el cual se encuentra unido al arrastre de fuerzas, el cual permite el movimiento al convertidor desde su carcasa, existen tres posiciones del embrague en funcionamientos para su accionar los cuales son: embrague abierto, embrague en ciclo de regulación y embrague cerrado.

Al momento de realizar el cierre del embrague se comienza a transmitir el par motor sobre la rueda de la turbina, el aceite que utiliza convertidor hidráulico de par se refrigera mediante de unos circuitos incorporados en la caja de cambios automática. (*Convertidor de par*, 2024).

**Figura N 60**

*Partes del convertidor par.*



**Nota.** En la siguiente imagen se puede representar las distintas partes de un convertidor par, las cuales ya fueron explicados con anterioridad, así como el diseño de un convertidor par y el diseño de sus múltiples partes. Fuente. (Admin, 2019).

#### **4.2.1.1 Fase normal de funcionamiento.**

En el primer funcionamiento del convertidor del par, la corriente de aceite la cual es generada por la bomba se envía a las palas de la turbina, permitiendo que exista energía por causa de esto por ende exista movimiento y rotación del elemento, desde la turbina el aceite comienza a devolverse hacia la bomba, mediante este proceso el aceite choca contra el reactor la cual se va a encontrar situada entre ambos elementos, el cual va a cumplir la función de canalizar el aceite hacia la bomba permitiendo que este proceso sea constante. (*Convertidor de par*, 2024).

#### **4.2.1.2 Fase de multiplicador de par.**

En este apartado cuando la bomba gira más rápido que la turbina, el elemento que actúa en primer lugar es el convertidor par el cual va a cumplir una función muy similar al embrague la cual va a desacoplar la transmisión con el motor, y a medida que comienza a aumentar las revoluciones del motor y por ende de la bomba, el convertidor comienza a realizar su trabajo el cual es multiplicar el par motor, de igual manera el aceite es impulsado por los alabes de la bomba el cual choca contra los alabes de la turbina el cual va a permitir que este tenga un desplazamiento. (*Convertidor de par*, 2024).

Gracias al diseño helicoidal de los alabes y a la canalización del retorno del aceite por medio del reactor, se evitan los choques inútiles del aceite contra las paredes de la turbina y se consigue así que el aceite retorne nuevamente con fuerza hasta la bomba, lo que supone un par adicional que se suma al que el motor le aplica a la bomba, para lograr de esta manera aumentar el par motor. A medida que las velocidades entre la turbina y la bomba comienzan a igualarse, el efecto comienza a disminuir y por ende el convertidor pasa a tomar la función o el trabajo de un embrague hidráulico la cual va a tener una relación de transmisión de 1:1. (*Convertidor de par*, 2024).

#### **4.2.1.3 Fase como transmisor de par.**

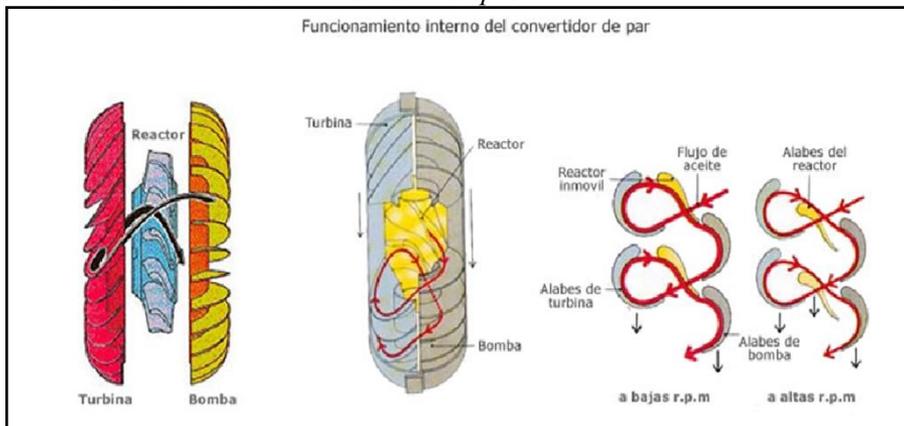
Cuando la bomba empieza a girar más rápido o a gran velocidad, la turbina es impulsada con una mayor fuerza por el aceite y prácticamente

se podría decir que gira a una misma velocidad que el de la bomba, en este funcionamiento el convertidor par toma el trabajo de actuar como un embrague hidráulico y por ende transmite el par con una relación aproximadamente de 1:1.

La alimentación del aceite del convertidor se lo lleva a cabo mediante el proceso de un círculo hidráulico el cual lleva una serie de válvulas y así también como un sistema de refrigeración que vendría siendo un radiador, por último, la presión que es hidráulica en este caso se lo controla mediante electroválvulas, por medio de la unidad de control de cambio de marchas en la caja de velocidades. (*Convertidor de par*, 2024).

### Figura N 61

*Funcionamiento interno del convertidor par.*



**Nota.** En la siguiente imagen podemos apreciar como es el funcionamiento del convertidor par internamente, producto del funcionamiento de la turbina con el alabes y el paso de aceite del mismo. Fuente. (*Convertidor de par*, 2024).

## Figura N 62

*Alabes de la turbina de la caja de velocidades.*



**Nota.** Se representa los alabes de la turbina del convertidor par. Fuente. (Limited, s. f.).

### 4.2.2 Engranajes planetarios

Los engranajes planetarios cuenta con tres componentes principales los cuales son los siguientes: un sol el cual se lo asocia o se representa con un engranaje central, planetas los cuales se los asocian con unos engranes más pequeños los cuales van orbitando alrededor del sol y por ultimo una corona la cual se le denomina como un engrane que se encuentra en el exterior, este elementos se encarga principalmente del cambio de velocidades entre las distintas piezas que hay en su funcionamiento, por ende es posible que exista una variación entre la relación de transmisión.

### Figura N 63

#### *Engranajes planetarios.*



**Nota.** En la siguiente ilustración se puede apreciar el diseño de un engranaje planetario el cual es un mecanismo que funciona en la caja de velocidades automáticas, así como se puede apreciar el diseño con sus múltiples partes con la finalidad de interpretar el funcionamiento de este elemento en la caja de velocidades. Fuente. (AUTOMOTRIZ, 2020).

El sistema de engranaje planetario de la transmisión automática cuenta con un total de dos entradas así como una salida, la extracción de la salida de la fuerza generada por el movimiento de este elemento mecánico la realiza el portador planetario el cual es el encargado principal de recibir la potencia del sistema y se conecta principalmente a los engranajes del solar y anillos del planetario, el engranaje del anillo permanece estático, mientras que por otro lado el solar y el anillo comienzan con su rotación, los cuales van a girar o a rotar en igualdades de movimiento con la finalidad de poder proporcionar la potencia y la velocidad con la cual va a ser impulsada el vehículo, en otras palabras

se encarga principalmente de transmitir el aumento o disminución de velocidades del vehículo.

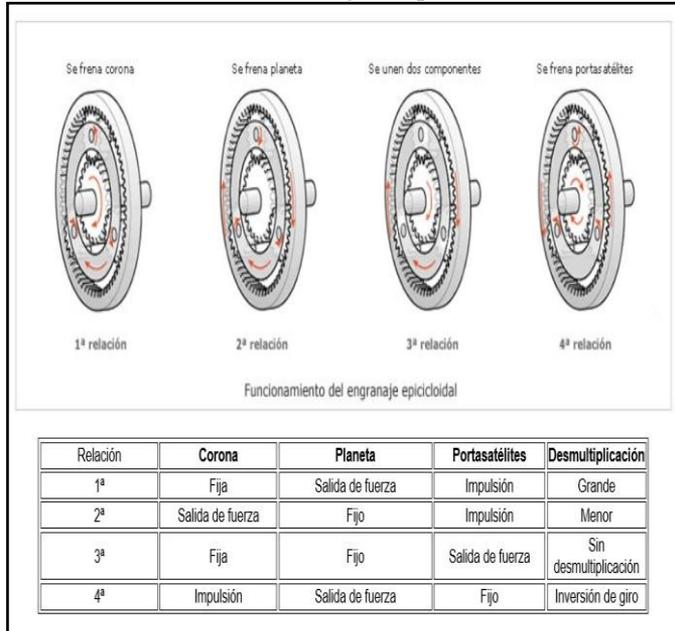
Los engranajes de este elemento giran a la misma velocidad y este mecanismo se mueve como si fuera una sola unidad, el cual va a ir incrementando la velocidad del vehículo de forma progresiva dependiendo el par o la fuerza generada por el motor, por otro lado, cuando el engranaje comienza a girar en posición contraria se podría decir que se dio lugar a la marcha en reversa. (Veinte07, 600).

La función de los engranes del planetario produce el movimiento necesario al eje de salida de la caja de velocidades automática con la finalidad de ir incrementando periódicamente la velocidad del vehículo, en este funcionamiento actúan embragues en cada conjunto del solar-planetario, a los cuales se les da el nombre o se les conoce como conjunto de discos ensambladores los cuales se encuentran distribuidos en forma de sándwich de varias capas los cuales aplican la presión del fluido hidráulico para poder transmitir el movimiento de los engranajes entre lo que corresponde los discos o embragues y el eje de salida.

La presión aplicada del fluido hidráulico es el encargado de generar las velocidades necesarias del vehículo, las cuales va a ir actuando por medio de un módulo de control o en este caso sería la computadora del vehículo, el cual va a entrar en conjunto con lo que corresponde los sensores de aceleración del vehículo, para que exista una relación acorde a los cambios de velocidades del mismo. (Veinte07, 600).

**Figura N 64**

*Posiciones de relación del engrane planetario.*



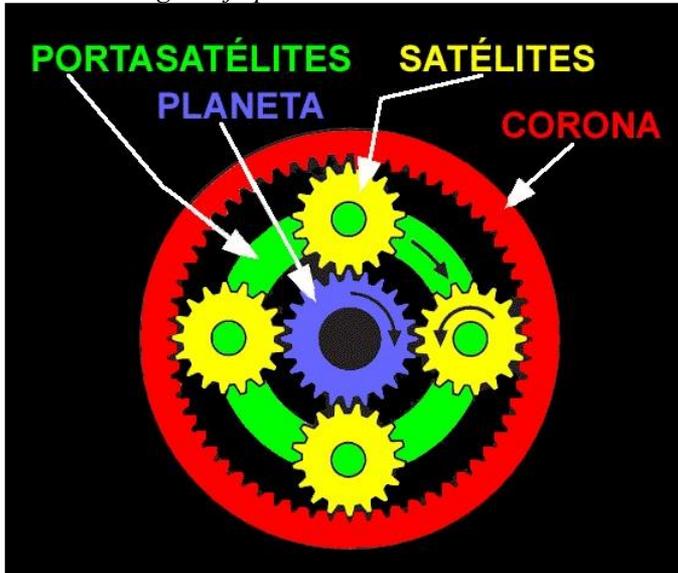
**Nota.** En la siguiente imagen podemos observar el funcionamiento que tiene los engranes planetarios en la caja de velocidades, donde se aprecian las relaciones y el funcionamiento que va a existir en cada relación. Fuente. (*Qué es el engranaje epicicloidial | Blog SEAS, 2015*).

El uso de engranes planetarios en la caja de velocidades automática permite brindar una solidez y fiabilidad del sistema, el cual va a permitir una minimización en el riesgo de desalineación de los engranajes, ya que la transmisión de la velocidad va a ser uniforme, esta va a tener por su funcionamiento un bajo nivel o un bajo porcentaje de vibraciones la cual va a brindar al mecanismo una conducción suave y sin jalones.

Al ser un sistema estable este mecanismo mejora en gran parte la precisión y fiabilidad del movimiento, a su vez como un porcentaje de ruido bajo gracias en gran parte a que la superficie de contacto es mayor, además hay que tener en cuenta que la rodadura es mayor y los saltos

prácticamente nunca se representan. Esto se lo debemos en gran parte a du diseño y construcción de los engranes de tipo planetario, este ha sido un elemento o componente clave para para el desarrollo de la transmisión automática. (Veinte07, 600).

**Figura N 65**  
*Partes de engranaje planetario.*



**Nota.** En la siguiente ilustración se puede apreciar principalmente el diseño de un engranaje planetario, así como las partes de este elemento donde nos explican dónde va a ir ubicada cada parte y el funcionamiento de este. Fuente. (Veinte07, 600).

#### **4.2.3 Embragues y bandas.**

En el apartado interno de la transmisión existen embragues multidisco, así como bandas las cuales pueden aplicar o que se pueden soltar automáticamente.

En las transmisiones automáticas existe un mecanismo denominado caja de cambios doble embrague, la cual se trata de una caja de cambios

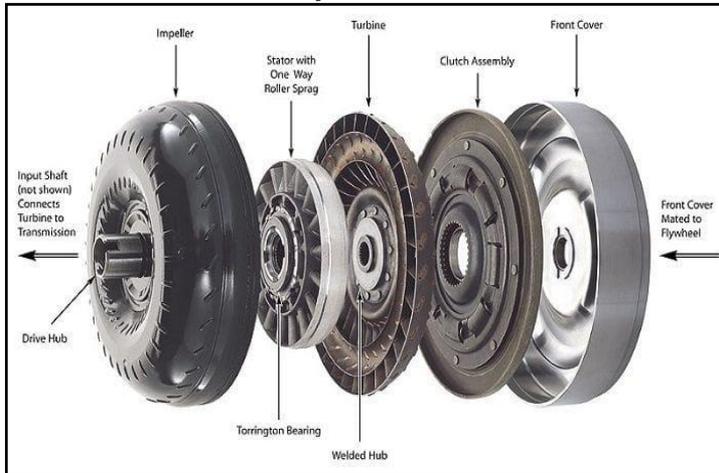
automáticamente la cual cuenta en su interior con un doble embrague donde su funcionamiento es el siguiente donde el primer embrague actúa sobre las marchas pares de la caja de velocidades y el otro embrague va a actuar sobre las marchas impares de la caja de velocidades, en simples palabras nos quiere decir que van a existir dos marchas que se van a encontrar engranadas entre, pero solo una de estas se va a encontrar desembragadas, por ende al momento que realiza la función de cambio de marcha actúan los dos embragues donde dependiendo la marcha que vaya a pasar uno de los embragues va a comenzar a acoplarse y el otro va a comenzar a desacoplarse del funcionamiento con el motor.

Mediante este proceso simultaneo de acople y desacople se evita que puedan existir interrupciones en la transmisión de la fuerza generada por el motor y por ende el cambio de marchas es muy más rápido que las caja de velocidades tradicionales o las que son mediante activación o cambio de marchas manual, en otras palabras se denomina de un sistema de transmisión muy similar al de un cambio automático la diferencia entre ambos mecanismo reside principalmente en el que el doble embrague no existe una pérdida de potencia del convertidor par al momento de querer transmitir la fuerza que es generada por el motor. Pero principalmente se puede denominar que una caja de velocidades automática no cuenta con el accionar de un embrague de acople o desacople, ya que los vehículos de estos tipos solo cuentan con pedales de acelerados y de frenado, ya que un vehículo automático por así decirlo no utiliza embrague si no principalmente utiliza un convertidor

par, el cual como ya se mencionó se va a encargar del aumento o disminución de las marchas en dicho vehículo. (RACE, 2024).

**Figura N 66**

*Funcionamiento de una caja de cambios automática.*



**Nota.** En la siguiente imagen podemos apreciar la distribución de elementos que funcionan como embrague en una caja de velocidades automáticas, así como las características y diseños de cada una de estas partes. Fuente. (Edporsan, 2017).

### 4.3 Tipos de transmisión automática

La funcionabilidad de las transmisiones automática es transmitir la fuerza generada por el motor hacia las ruedas del vehículo, con la característica que en este tipo de cajas el cambio de marchas o aumento de velocidades lo va a realizar automáticamente la caja en si o los mecanismos internos que hay en la caja automática, las cuales se clasifican en las siguientes.

### 4.3.1 Transmisión continuamente variable (CVT)

Se le denomina así por su característica de tener una relación de transmisión infinita, esta podría decirse que es la mayor ventaja que cuenta este tipo de transmisiones sobre las demás, la transmisión continuamente variable se basa en su funcionamiento de implementar correas, así como polea para poder obtener el resultado de una relación de transmisión infinita, este tipo de relación de transmisión tiene otra ventaja lo que corresponde a la eficiencia del combustible ya que se le denomina a esta que es la mejor de su clase ya que el motor siempre va a estar funcionando en RPM, por ende esta va a ser eficiente por su característica de relación de transmisión infinita la cual se va modificando siempre y cuando se crea necesario el aumento o disminución de marchas.

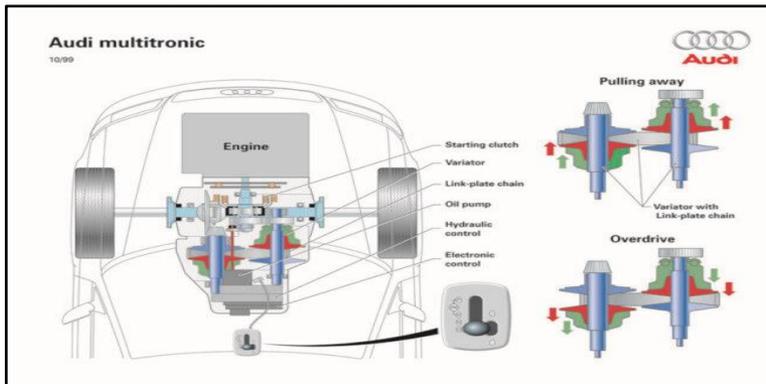
Como su nombre mismo lo indica y lo especifica la relación de velocidades que va a tener este tipo de cajas va hacer continua, este tipo de transmisiones es muy común observar en la fabricación de los ciclomotores o en las motocicletas, ya que esta transmisión permite mantenerse a potencia máxima sin que exista o se pueda producir un salto brusco entre las velocidades. (*Tipos de cajas de cambios automáticas*, 2022).

Antiguamente este tipo de transmisiones era muy común encontrar en automóviles que contaban con una cilindrada baja, aunque con la evolución de las tecnologías y equipos se a conseguido que este tipo de transmisiones pueda soportar mayor capacidad de cilindrada o en otras

palabras puedas soportar mayor par, haciendo que la fabricación de sus cadenas o de sus correas sea mucho más resistentes, esto con la finalidad de poder rendir de mejor manera y que estas soporten el esfuerzo de giro y de tracción de las marchas más elevadas.

Este tipo de transmisión fue fabricado y creado por la empresa Luk y gracias al trabajo y las modificaciones que han implementado han logrado convertir a este tipo de cambio en uno de los más sofisticados y eficientes del mercado. Muchas de las cajas de cambio de Audi emplean este sistema en sus vehículos, debido a su reducido peso que disminuye el consumo de combustible. El Multitronic, al igual que el cambio Tiptronic, tiene un selector de marcha manual de hasta 6 etapas y permite tanto el manejo automático como el secuencial. (*Tipos de cajas de cambios automáticas*, 2022).

**Figura N 67**  
*Transmisión CVT o continua variable.*



**Nota.** Se representa en la siguiente ilustración el funcionamiento y las características de funcionamiento de una transmisión CVT, así como es el aumento o disminución de marchas en esta, y los elementos mecánicos que lo conforman para hacer posible el funcionamiento de este tipo de transmisiones. Fuente. (*Tipos de cajas de cambios automáticas*, 2022).

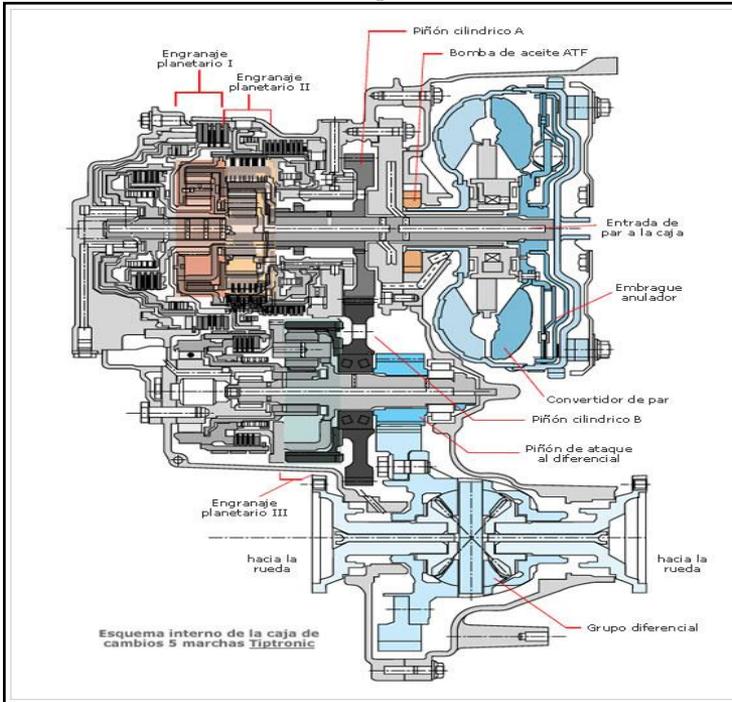
### 4.3.2 Transmisión de convertidor de par

Este tipo de transmisión se puede denominar que es una d las más tradicionales que existen y estas han sido utilizadas desde los principios de fabricación de caja de velocidades automática, el funcionamiento principal de este tipo de cambios o de transmisiones, el disco de embrague que normalmente cuentan las cajas manuales o transmisiones manuales ha sido sustituida por un elemento mecánico denominado convertidor par, permitiendo que los cambios de marcha en este tipo de transmisiones sean mucho más suaves sin afectar mucho al mecanismo que lo conforman.

Las transmisiones automáticas que se utilizan en la actualidad de convertidor par ofrecen una eficiencia casi similar al funcionamiento de transmisiones que cuenta con doble embrague, siendo así muchos de los factores que interviene para la implementación de este tipo de transmisores a vehículos en la actualidad, sobre todo en vehículos que pueden desarrollar una mayor cilindrada ya que estos por ser vehículos rápidos van a necesitar un desarrollo de cambios rápidos y suaves sin que la transmisión genere muchos esfuerzos o pueda llegar a sufrir fracturas internas. (*Tipos de cajas de cambios automáticas, 2022*).

**Figura N 68**

*Transmisión de convertidor de par.*



**Nota.** Se representa en la siguiente ilustración el funcionamiento de una caja de velocidades automática que tiene como principio el funcionamiento de convertidor de par. (*Tipos de cajas de cambios automáticas*, 2022).

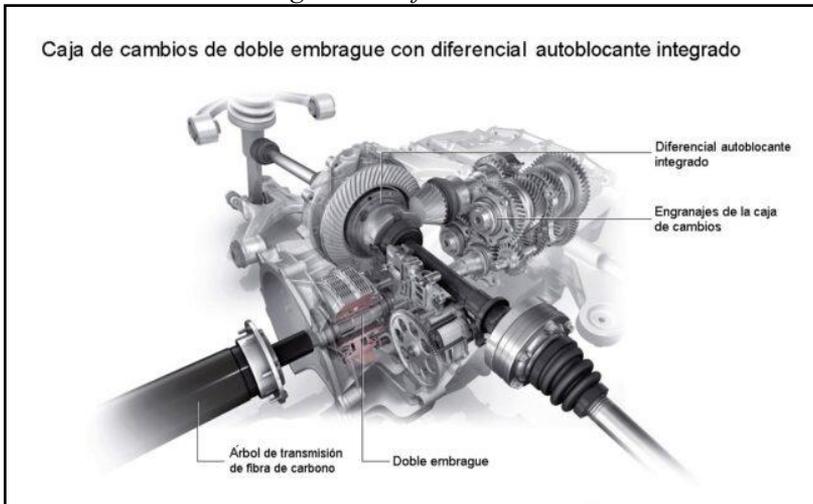
### 4.3.3 Transmisión de doble embrague y robotizadas

Este tipo de cajas robotizadas viene derivadas de las transmisiones manuales convencionales, aunque con la diferencia de que estas transmisiones no cuentan o carecen del pedal del embrague, este funcionamiento se logra mediante la implementación de actuadores electrónicos o a su vez actuadores de función hidráulica los cuales son controlado por una centralita, los cuales realizan una función especial y es que hacen de eliminar la función o la necesidad donde el conductor tiene que accionar el embrague así también como la palanca de

cambios, este tipo de transmisión por su actualidad se ha denominado que son más eficientes que las transmisiones de convertidor par, aunque su desventaja es que tienden a dar tirones al realizar el cambio de marchas. (*Tipos de cajas de cambios automáticas, 2022*).

**Figura N 69**

*Transmisión de doble embrague con diferencial.*

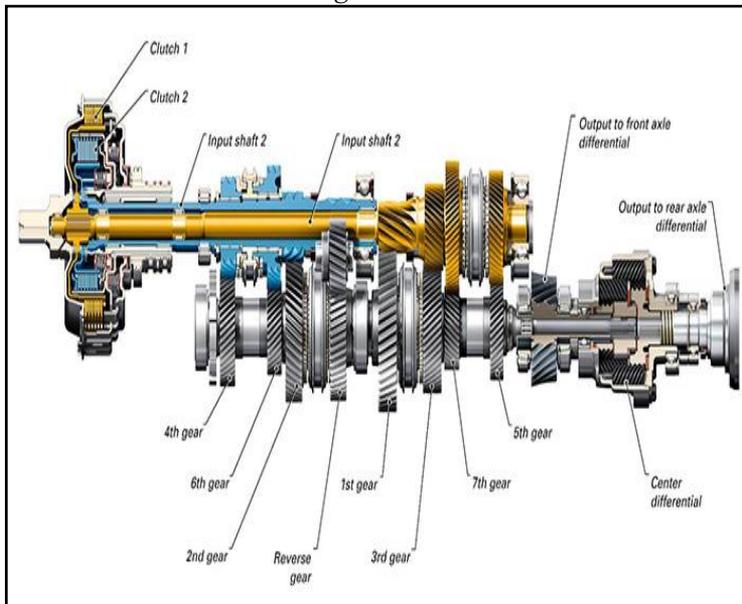


**Nota.** Se representa en la siguiente figura el accionar y el funcionamiento interno que tiene una transmisión de doble embrague robotizada, así como se explica las partes que lo conforman para su funcionamiento. Fuente. (*Tipos de cajas de cambios automáticas, 2022*).

Las transmisiones de doble embrague robotizado son también conocidas como transmisiones DSG, las cuales tiene una característica en particular y es que están conformadas por un montaje transversal, este tipo de transmisiones no contiene o no es tan conformadas por un convertidor par, pero se destaca que en este tipo de sistemas los cambios se producen de manera continua las cuales no se interrumpen en ningún momento y tampoco va a verse afectado el flujo de potencia del

vehículo al cambio de marcha. (*Tipos de cajas de cambios automáticas, 2022*).

**Figura N 70**  
*Transmisión de doble embrague robotizada.*



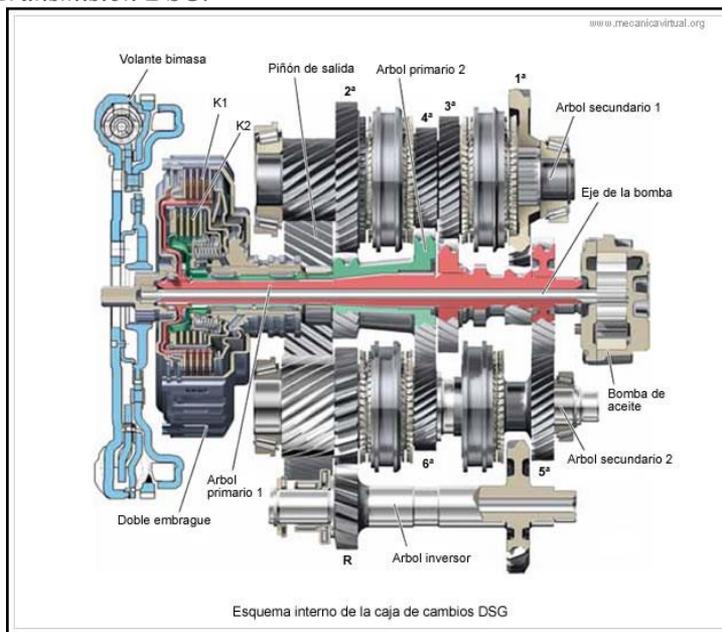
**Nota.** En la siguiente figura se represente una transmisión de doble embrague robotizada, donde se nos representa su funcionalidad, así como los elementos y la estructura hecha que van a representar a dicha transmisión. Fuente. (*Tipos de cajas de cambios automáticas, 2022*).

Pero por otro lado se le denomina a la transmisión automática de doble embrague podría ser uno de los sistemas de transmisión más complicados por los elementos que lo conforman así como su funcionalidad, pero principalmente sus ventajas es que da a cambio de marcha de alto ritmo el mismo rendimiento que podríamos tener en una transmisión guía, estas transmisiones son muy comerciales en el mercado Indio las cuales cuentan con diferentes nombres dependiendo

la compañía de fabricación como lo pueden ser: Dual Clutch Transmission es el nombre básico por el que se conoce. Volkswagen lo llama DSG, Porsche PDK.

En términos simples se les puede denominar a este tipo de transmisiones como dos transmisiones manuales las cuales son controladas automáticamente por sus componentes internos. (*Caja de velocidades*, 2022).

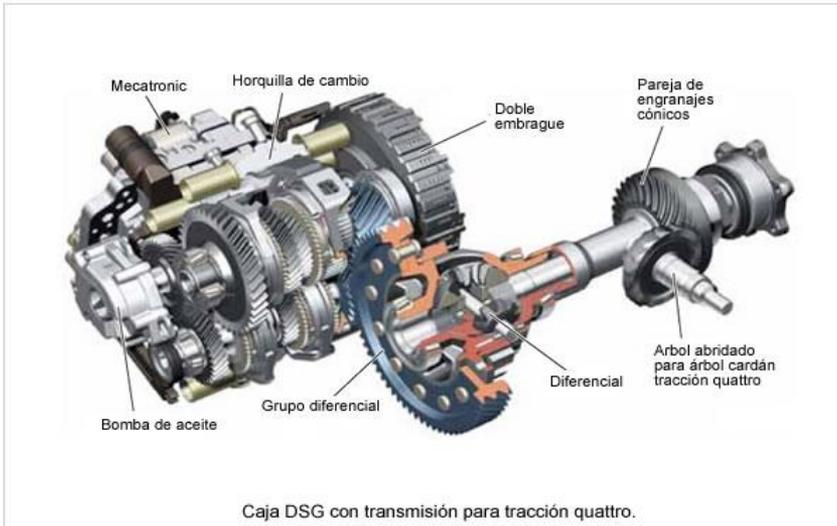
**Figura N 71**  
*Transmisión DSG.*



**Nota.** Se representa en la siguiente imagen una caja de transmisión de doble embrague o transmisión DSG, Fuente. (KROFtools, 2023).

## Figura N 72

### Transmisión para una tracción Quattro.



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar una y transmisión Quattro, así como cuales son los componentes que conforman dicha transmisión, la especificación de cada una de estas, así como una representación de cómo es el funcionamiento de este tipo de cajas o transmisiones. (*Tipos de cajas de cambios automáticas*, 2022).

#### 4.3.4 Transmisión manual inteligente (Imt)

Este tipo de transmisiones es otra de las variantes que se tiene en las transmisiones automáticas, el principio de funcionamiento de este tipo de transmisiones utiliza el funcionamiento de las transmisiones manuales como punto de partida o como base, pero lo realiza mediante un funcionamiento automático. En el caso de un sistema de transmisión manual inteligente se puede manipular la caja de velocidades o las marchas como si fuera una transmisión manual con la diferencia que se puede manipular las marchas con la diferencia de al mismo tiempo de esta acción el vehículo o el sistema inteligente controla el funcionamiento del embrague, ya que se vio varios problemas en el

funcionamiento que las transmisiones AMT ya que estas tenían la dificultad de marchas aleatorias, por otro lado este tipo de transmisiones manuales inteligentes detecta este fallo y le brinda un control total al conductor sobre el cambio de marchas en el vehículo. Según criterios y cometarios para los amantes de transmisiones manuales que les gusta vivir su día a día realizando cambios de marchas y teniendo el control de sus vehículos este tipo de transmisiones complace con su funcionamiento similar al de las transmisiones netamente manuales. (*Transmisión Manual Inteligente (iMT)*, s. f.).

### Figura N 73

*Transmisión Manual Inteligente.*



**Nota.** Se representa en la siguiente ilustración el funcionamiento de una caja o una transmisión manual inteligente, así como es la activación de este tipo de transmisión el automotor aplicado a los vehículos HYUNDAI. Fuente. (*Transmisión Manual Inteligente (iMT)*, s. f.).

Con la ayuda de la integración de un sensor de intención de palanca de cambios el iMT de Hyundai sabe cuándo el conductor tiene la intención de realizar el cambio de marchas en el vehículo, esto se da ya que el sensor obtiene una lectura del TGS el cual realiza la función del accionamiento del embrague y se prepara o espera el cambio de marchas, este mecanismo o este funcionamiento en dicha transmisión permite el conductor realizar el cambio de marchas sin la necesidad de estar preocupado por el embrague o el accionamiento de este, ya que dicha transmisión se encarga del accionamiento de este automáticamente. (*Caja de velocidades*, 2022).

### **Ventajas**

- La relación de transmisión en este tipo de cajas es constante por ende la estabilidad en rendimiento es alta,
- Existe un rango amplio de la variación de la relación de transmisión, el esta adecuado para el aumento o disminución de velocidades.
- El rango de la velocidad periférica del engranaje es elevado.
- La eficiencia del trabajo es excelente sobre todo en vehículos con un par de engranajes cilíndricos con alta presión.
- Es muy fácil de mantener.

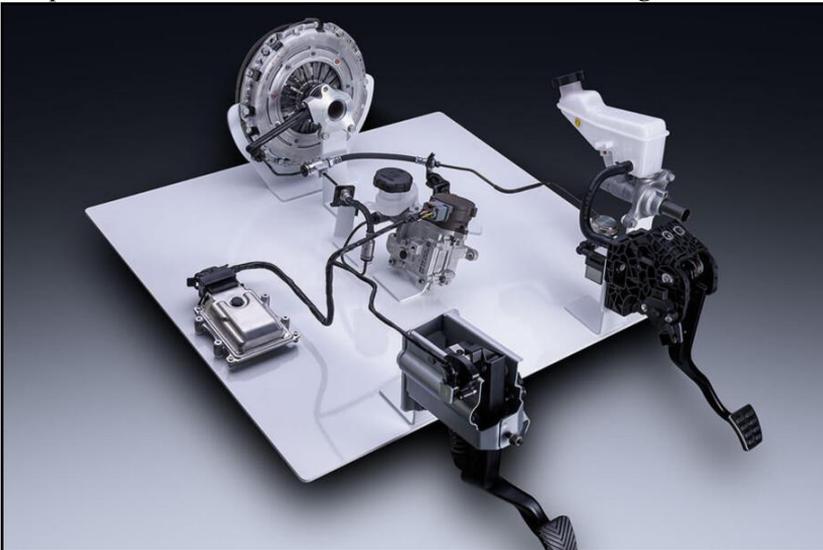
### **Desventajas**

- Este sistema genera carga dinámica por lo que va a generar ruidos impacto y vibraciones en su funcionamiento.
- No contiene una protección a la sobrecarga de trabajo.

- Cuando se requiere que la precisión del corte de engranajes sea alta o con una forma de diente especial, se necesitan máquinas herramienta de alta precisión, cortadores especiales e instrumentos de medición para garantizar que el proceso de fabricación sea complejo y el costo sea alto. (*Caja de velocidades*, 2022).

**Figura N 74**

*Componentes del sistema de transmisión manual inteligente.*



**Nota.** Se representa en la siguiente ilustración los componentes que van a actuar en el sistema de transmisión manual inteligente y nos da un breve vistazo sobre cómo podría ser su funcionamiento y la activación de sus componentes. Fuente.(Autocosmos, 2020).

## **Capítulo V: Comparaciones entre caja de cambios manual y automática**

### **5.1 Caja de velocidades manual vs automática rendimiento**

En funcionabilidad se prefería mayoritariamente las cajas de velocidades automáticas, pero con los avances tecnológicos que se han ido desarrollando y la tecnología moderna, es mucho más complicado determinar cuál de las dos cajas de velocidades es la mejor y la más recomendable utilizar en los vehículos, pero para poder determinar sobre cuál es la mejor tenemos que tomar y tener en cuenta muchos aspectos importantes los cuales nos van a servir para determinar la viabilidad en uso de las cajas.

En lo que corresponde al confort de conducción utilizando estos tipos de cajas de velocidades una caja de velocidades automáticas puede ofrecer un mayor nivel de confort para el conductor a comparación de una caja de velocidades manual, sobre todo es por su mecanismo y su funcionamiento ya que la caja de velocidades automáticas no es necesario de que cuente una presión continua sobre el pedal del embrague para poder realizar el cambio de marchas. Conducir principalmente un vehículo con transmisión automática significa encontrarse en la carretera manejando el vehículo sin tener la necesidad de realizar un cambio de marchas manualmente lo cual en comentarios

de algunas personas esto quita la tensión en las piernas, pero esto va a depender de los gustos en funcionamiento de las personas ya que existen personas que prefieren y les gusta más las cajas de velocidades manuales lo cual les permite disfrutar de una experiencia de conducción más completa y personal donde ellos sean los protagonistas al momento del desarrollo de velocidad del vehículo, a lo que los aficionados a los autos tradicionales no van a renunciar. (*Caja de velocidades*, 2022).

## **5.2 Diferencia de precios entre caja de velocidades automáticas y manuales**

El precio es otro factor importante a tener en cuenta sobre el gusto y utilidades en utilizar cualquier tipo de transmisión, así como los mantenimientos a realizar a los distintos tipos de transmisión de igual manera influye mucho el tiempo del mantenimiento y la adquisición de repuestos en el caso de encontrarse averiado. Por lo general los vehículos que tiene transmisiones automáticas suelen tener un precio en el mercado más elevado que las transmisiones manuales, por ende, también llevan un mayor coste de mantenimiento a este tipo de transmisiones ya sea por sus componentes individuales o en grupo o ya sea la composición de dicho mecanismo que actúa en la transmisión automática también se ve influenciado por el tiempo que lleva adquirir los repuestos.

**Figura N 75**

*Transmisión manual vs automática.*



**Nota.** En la siguiente ilustración se hace una representación sobre un versus entre transmisiones automáticas como transmisiones manuales. Fuente. (Edporsan, 2017).

### **5.3 Mantenimientos preventivos para cuidar la caja de velocidades**

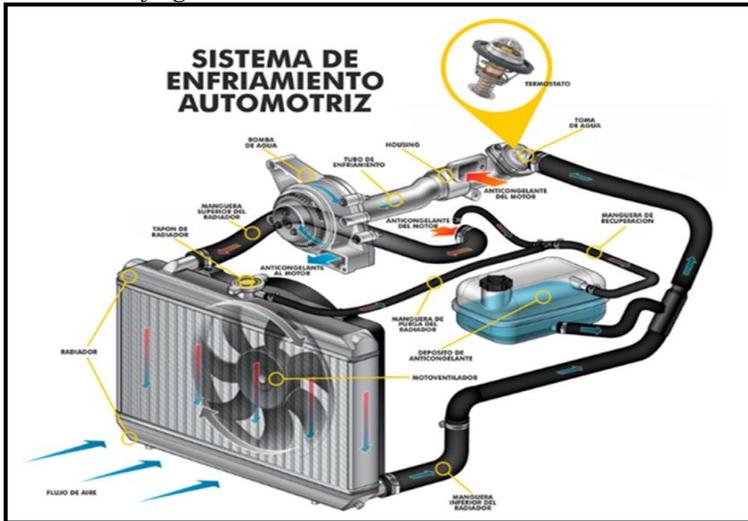
Existen bastantes formas de verificar y ayudar a llevar un control de funcionamiento de la caja de velocidades, los cuales permiten cuidar el estado de la caja de cambios e impedir que esta tenga un deterioro rápido así como que las piezas o los mecanismos se dañen prematuramente, principalmente los mantenimientos o la revisión debería realizarlo un mecánico profesional experto en este tipo de sistemas, pero existen algunas revisiones o chequeos que se le puede hacer a la caja de velocidades con la finalidad de cuidar la caja de velocidades.

### **5.3.1 Vigilar la temperatura del motor.**

Es de conocimiento general y que todas las personas que tiene un vehículo tienen que saber o conocer y es que la temperatura excesiva en el vehículo no es buena para la longevidad, independiente del clima que se encuentre circulando el vehículo, esto va a depender del correcto funcionamiento que esté llevando a cabo el sistema de refrigeración lo que va a impedir que el vehículo en si supere su temperatura máxima.

Si el sistema de refrigeración se encuentra trabajando más de lo normal es necesario realizarlo un cheque en general para verificar si este se encuentra en buen estado y se encuentra trabajando en excelentes condiciones, ya que cuando el motor se caliente más de lo normal o supera la temperatura de 90 °C puede provocar un desgaste adicional en la caja de velocidades, esto podría provocar que los costos de reparación del sistema de velocidades sean más elevados ya que podría dañarse más elementos internos en la caja de velocidades e impedir que esta realizado un correcto funcionamiento dañando cada vez más y más piezas internamente. (*Caja de velocidades, 2022*).

**Figura N 76**  
*Sistema de refrigeración.*



**Nota.** Se representa en la siguiente ilustración todo el conjunto de un sistema de refrigeración de un vehículo, así como los componentes que actúan en dicho sistema y como es el funcionamiento en conjuntos del sistema. Fuente. (*Sistema de Refrigeración del vehículo - GF Motors - Repuestos Automotrices, s. f.*).

### **5.3.2 Vigilar el líquido de transmisión.**

Esto va a depender del tipo del vehículo al cual queremos vigilar como está el aceite de la transmisión ya que en algunos vehículos es muy sencillo ya que toca realizar los siguientes pasos: colocar el motor en estado de ralentí, sacar la varilla, limpiar dicha varilla, volver a introducir en su lugar, esperar un momento para poder determinar el estado o el nivel en el que se encuentra el aceite del vehículo.

Si se observa que el nivel de aceite se encuentra en niveles bajos es posible que exista algún tipo de consumo, además podemos verificar el funcionamiento del aceite mediante su color ya que este tiene que ser

un color rojo brillante y transparente, ya que si por casualidad este se encuentra de un color oscuro, podría indicarnos que el ciclo de vida del aceite ha llegado a su fin y se tendría que reemplazar, así como es recomendable llevarlo donde un experto para que realice dicha inspección y pueda realizar el mantenimiento a la transmisión. (Caja de velocidades, 2022).

### Figura N 77

Verificación del estado del líquido de transmisión.



**Nota.** Se representa en la siguiente ilustración una representación de cómo se realiza el chequeo del líquido de transmisión, así como en la imagen hace una representación sobre los estados y los niveles que se debería tener en cuenta para el análisis y el chequeo de dicho sistema. Fuente. (Cómo cambiar el líquido de la transmisión: 10 Pasos, s. f.).

### **5.3.3 Calienta el vehículo antes de conducir.**

Es de suma importancia calentar el vehículo antes de poner en marcha, ya que no es recomendable que el dueño se suba al carro arrancar el motor poner el vehículo en marcha y correr, en lugar de eso lo recomendable es dejar que el motor se caliente durante un corto periodo de tiempo antes de empezar a conducir, con la finalidad de que el motor pueda estabilizarse en bajas revoluciones y pueda tener un funcionamiento adecuado y comience a acoplarse todos sus componentes para su funcionamiento.

### **5.3.4 Realizar lavados regulares.**

Según los consejos de los profesionales indican que es recomendable realizar un lavado de la caja de cambios una vez al año, para limpiar todas las impurezas que se pudieron a ver almacena por fuera de la caja de transmisión, Sin embargo, la vida útil del del líquido de transmisión va a depender de la temperatura de funcionamiento de tu auto y del kilometraje que tendría el vehículo en circulación durante un determinado periodo de tiempo. (*Caja de velocidades*, 2022).

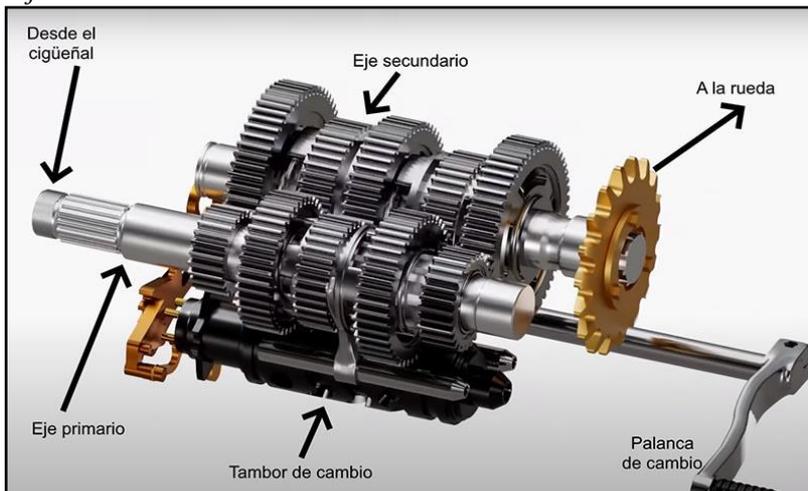
### **5.3.5 Cambiar las velocidades con cuidado.**

Sin duda la caja de velocidades es uno de los componentes más delicados que pueden existir en un vehículo, ya que realizar las cambias bruscas o de manera imprudente o en el momento que no son de realizar los cambios de marchas podría dañar la caja de velocidades como por

ejemplo los sincronizados del sistema, o los engranes de cada marcha podrían despostillarse, o en el peor de los casos podría dañarse el eje de transmisión.

Como por ejemplo si se mete la velocidad de reversa por error mientras se encuentra el vehículo en movimiento o mientras se intenta aparcar el vehículo antes de para o detener el vehículo podría ocasionar un desgaste prematuro en las piezas que lo conforman, con el tiempo esto podría ocasionar un daño mecánico el cual podría afectar en gran escala el funcionamiento de la caja de transmisión y afectar en gran medida toda la caja de transmisión. (*Caja de velocidades*, 2022).

**Figura N 78**  
*Caja de velocidades internamente.*



**Nota.** Se representa en la siguiente ilustración todo el mecanismo interno de una caja de velocidades manuales, así como las partes que conforman todo el mecanismo dándonos así una explicación como sería el funcionamiento interno de dichos mecanismos. Fuente. (*Cómo funciona la caja de cambios de una moto - ChopperOn Magazine*, s. f.).

### 5.3.6 Sustituir el filtro de la transmisión.

Algunos vehículos que cuentan con una transmisión automática viene o cuentan en su funcionamiento con un filtro de transmisión el cual cumple la función de recoger el exceso de líquido de la transmisión así como regula la presión del mismo, aunque este tipo de filtros no cuentan todos los vehículos solo se los coloca o tiene algunos casos, los vehículos que cuentan con este tipo de filtros necesitan o deben realizar mantenimientos de cambio de este tipo de filtros regularmente, con la finalidad de que este no dañe el funcionamiento y el mecanismo del sistema de transmisión automático. (*Caja de velocidades, 2022*).

**Figura N 79**

*Filtro de transmisión de caja de velocidades automático.*



**Nota.** Se representa en la siguiente ilustración el filtro que cuenta la caja de transmisión automática, donde se indica su diseño y su estructura, así como nos da una idea donde va dicho filtro y todos los componentes que lo conforman para su correcto funcionamiento. (*Filtros de Transmisión | Sicar, 2019*).

## Capítulo VI: Funcionamiento de cada uno de los cambios

La transmisión manual se le define como al grupo de engranajes el cual está encargado de transmitir la rotación y torque generado por el cigüeñal el cual transmite su funcionamiento o la movilidad de estos a las ruedas de impulsión, mientras que el propósito que va a cumplir la transmisión es transmitida apropiadamente la potencia del motor de acuerdo a la manera y las funciones de conducción de dicho vehículo, debido a las características y propiedades que ofrecen los motores de combustión interna que se encuentran ubicados en los vehículos, continuación se mencionan las características importantes que debería contar un sistema de transmisión para que ofrezca un rendimiento adecuado al vehículo. (*PDF - Manual Caja de Cambios Manual y Automática | PDF | Transmisión (Mecánica) | Transmisión automática, s. f.*).

- Proporcione una gran fuerza durante el procedimiento de cambio de marcha y ofrezca mayor torque en la subida de colinas.
- Impulsión de las ruedas a gran velocidad duran la aplicación de velocidades altas.
- Impulsión de las ruedas en sentido inverso o hacia atrás al momento de aplicar la marcha en reversa en el vehículo.
- Debe ofrecer un funcionamiento fácil, rápido, preciso y ligero.

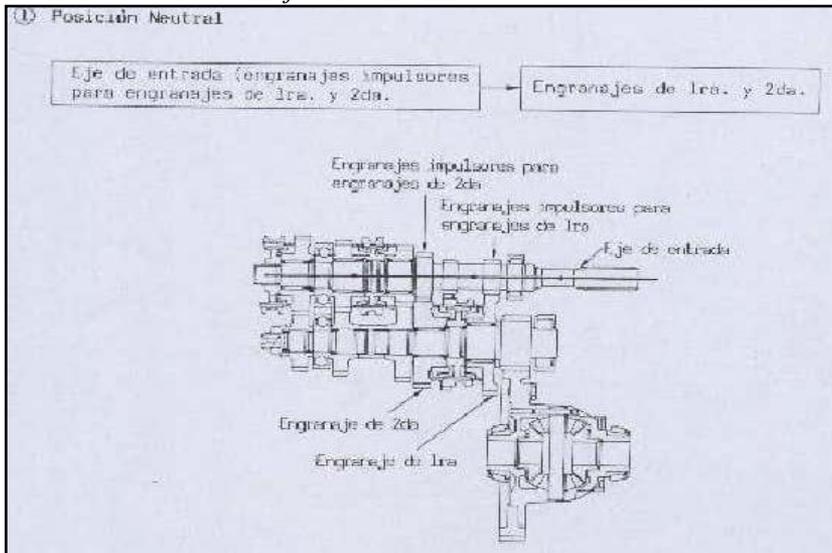
- Debe proporcionar la transmisión de una manera suave, pero mediante esto tiene que ofrecer una buena precisión y ser un mecanismo silencioso.
- Debe ser una estructura ligera que cuente con propiedades de diseño de compacto que esté libre de averías y fácilmente manipulable.
- Tiene que tener propiedades resistentes y contar con una gran durabilidad en su estructura de diseño. (*PDF - Manual Caja de Cambios Manual y Automática | PDF | Transmisión (Mecánica) | Transmisión automática, s. f.*)

### **6.1 Posición Neutral**

Se le denomina a este estado neutral ya que no se encuentra en ninguna marcha puesta en el sistema de transmisión, ya que el disco de embrague hace girar el eje de entrada del sistema de transmisión de la caja de velocidades, pero por otro lado no se encuentra girando ya que internamente en la caja de velocidades no se encuentra conectada a ninguna marcha.

## Figura N 80

Estado neutral de la caja de velocidades.



**Nota.** Se representa en la siguiente ilustración como es el mecanismo interno de una caja de velocidades, así como es la posición neutra en función de la caja de velocidades y los mecanismos que la conforman. Nota. (PDF - Manual Caja de Cambios Manual y Automática | PDF | Transmisión (Mecánica) | Transmisión automática, s. f.).

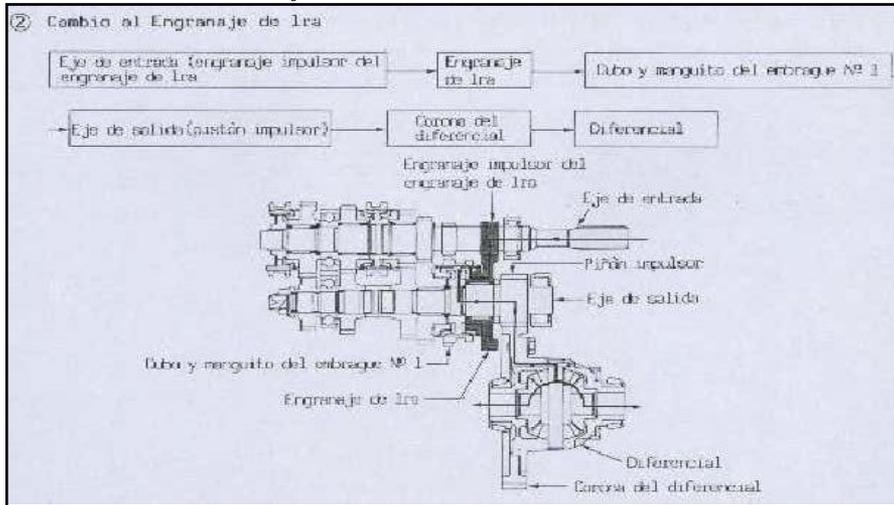
## 6.2 Primera Marcha

En este paso se acopla el mecanismo que acciona la primera marcha del vehículo, lo cual va a generar transmitir la fuerza generada por el engranaje de primera marcha hacia el engranaje de salida, lo que significa que el engranaje de salida va a encontrarse unido rígidamente al mecanismo de la primera marcha de la caja de velocidades, en otras palabras se puede expresar a esto como que el engranaje matriz de la primera marcha se va a encontrar ligado con el eje de entrada lo cual produce el giro del engranaje conducido lo que proporciona en conjunto

todo esto es el movimiento del eje de salida de la caja de cambios hacia las ruedas del vehículo.

### Figura N 81

*Primera Marcha en la caja de velocidades.*



**Nota.** En la siguiente ilustración podemos observar cómo es el funcionamiento del mecanismo de una caja de velocidades en primera marcha. Fuente. (PDF - Manual Caja de Cambios Manual y Automática | PDF | Transmisión (Mecánica) | Transmisión automática, s. f.).

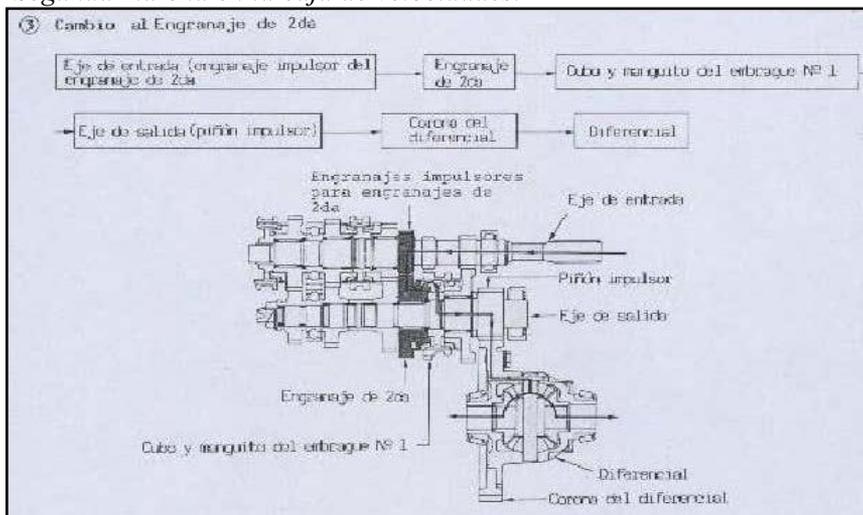
### 6.3 Segunda Marcha

Para este tipo de marchas es necesario realizar un acople del manguito de la primera marcha al engranaje conducido de la segunda marcha, lo cual va a significar que el eje de salida se va a encontrar fijado rígidamente al engranaje conducido de la segunda velocidad de la caja de velocidades, donde el engranaje motriz de la segunda marcha o de la segunda velocidad gira en conjunto con el eje de entrada del mecanismo de la caja de velocidades lo cual va a permitir realizar el trabajo de giro al engranaje conducido de la segunda marcha lo cual va a permitir el

giro hacia el eje de salida el cual se va a encargar de transmitir la potencia hacia las ruedas del vehículo. (PDF - Manual Caja de Cambios Manual y Automática | PDF | Transmisión (Mecánica) | Transmisión automática, s. f.).

### Figura N 82

Segunda marcha en la caja de velocidades.



**Nota.** Se representa el mecanismo de funcionamiento de la segunda velocidad en una caja de cambios. Fuente. (PDF - Manual Caja de Cambios Manual y Automática | PDF | Transmisión (Mecánica) | Transmisión automática, s. f.).

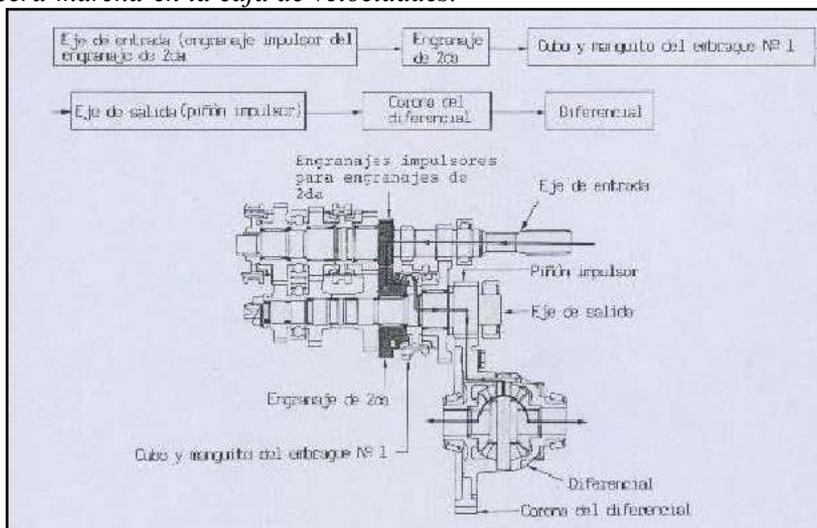
### 6.4 Tercera Marcha

Para permitir que la caja de velocidades aumente la potencia al vehículo es necesario cambiar las marchas del vehículo a muchas de velocidad, para realizar esta función se hace un cambio de maguito o de casquillos hacia el de marchas de velocidad como es de tercera y cuarta. Para colocar en la tercera velocidad es necesario que el eje de entrada se encuentre fijado rígidamente al engranaje motriz de la tercera velocidad, donde el engranaje conducido de la tercera velocidad se

encuentra unido directamente al eje de salida de la caja de velocidades lo cual va a permitir que el vehículo realice un aumento de velocidad y rinda a revoluciones más elevadas. (PDF - Manual Caja de Cambios Manual y Automática | PDF | Transmisión (Mecánica) | Transmisión automática, s. f.).

### Figura N 83

Tercera marcha en la caja de velocidades.



**Nota.** Se representa en la siguiente ilustración al mecanismo interno en la caja de velocidades el cual permite el correcto funcionamiento del mismo y el paso al funcionamiento de la tercera velocidad del vehículo. Fuente. (PDF - Manual Caja de Cambios Manual y Automática | PDF | Transmisión (Mecánica) | Transmisión automática, s. f.).

## 6.5 Cuarta Marcha

En el segundo maguito donde se encuentra las marchas de aumento de velocidad que son la tercera velocidad y la cuarta velocidad, se realiza el movimiento de cambio de marcha de tercera a cuarta, lo que significa

que el eje de entrada del mecanismo de la caja de velocidades se va a encontrar unido rígidamente al engranaje motriz de la cuarta velocidad, donde el engranaje de la cuarta marcha se encuentra fijado o unido al eje de salida lo cual va a permitir el aumento la transmisión de la potencia producida por el motor hacia las ruedas del vehículo con la finalidad de que este tenga un aumento de velocidad pronunciado al momento de ir en las carreteras. (*PDF - Manual Caja de Cambios Manual y Automática | PDF | Transmisión (Mecánica) | Transmisión automática, s. f.*).

## **6.6 Quinta Marcha**

Para poder permitir el funcionamiento de la quinta velocidad en la caja de velocidades es necesario utilizar el maguito o el casquillo de la quinta marcha en este caso vendría siendo el manguito número tres, lo que va a significar que el eje de entrada quede unido rígidamente al engranaje motriz de la quinta velocidad del mecanismo, donde el engranaje conducido se la quinta marcha se encuentra unido o fijado al engranaje de salida lo que va a permitir que este gire y permita la salida hacia las ruedas del vehículo, con la finalidad de que esto permita un aumento de velocidad del vehículo, ya que se podría determinar a la quinta velocidad del vehículo como la marcha de transmisión de relación más grande el cual permite un aumento considerable de velocidad del vehículo. (*PDF - Manual Caja de Cambios Manual y Automática | PDF | Transmisión (Mecánica) | Transmisión automática, s. f.*).

## Bibliografía

Admin. (2019, septiembre 7). *Convertidor de Par (Torque), Función—Partes y Principio de trabajo*. cam2. <https://www.cam2.com.pe/single-post/2019/09/06/convertidor-de-par-torque-función-partes-y-principio-de-trabajo>

ArQuimi. (s. f.). *Comprar fibra de vidrio online*. ArQuimi. Recuperado 19 de junio de 2023, de <https://www.arquimi.com/c421552-fibra-de-vidrio-y-fibra-de-carbono.html>

Autocosmos. (2020, junio 24). *KIA desarrolla una nueva transmisión manual para sus sistemas de propulsión Mild-Hybrid*. Autocosmos. <https://noticias.autocosmos.com.mx/2020/06/24/kia-desarrolla-una-nueva-transmision-manual-para-sus-sistemas-de-propulsion-mild-hybrid>

Automotriz, I. Y. M. (2020, marzo 17). ¿Qué son los engranajes planetarios y cómo funcionan? *INGENIERÍA Y MECÁNICA AUTOMOTRIZ*.

<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-son-los-engranajes-planetarios-y-como-funcionan/>

Bravo Farfán, B. G., & Sánchez Sánchez, R. A. (2011). *Diseño, construcción y automatización del cambio de marchas de una caja de velocidades mecánica de un vehículo marca Chevrolet y montaje en un banco* *didáctico* [bachelorThesis].

<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1548>

Bueno, P. M. (2018, mayo 27). *CERÁMICOS | Blog del curso de Química 2 Prof. P. Morales B.* <http://blog.pucp.edu.pe/blog/qm2-202-131/2018/05/27/ceramicos/>

Caja de cambios manual: Constitución, tipos y materiales de construcción ★ ★ ★. (s. f.). *Caja de cambios manual*. Recuperado 30 de mayo de 2023, de <https://inevid.blogspot.com/2020/06/Caja-de-cambios-manual-constitucion-tipos-materiales-de-construccion.html>

*Caja de velocidades: Conoce su funcionamiento detallado.* (2022, abril 25). Kavak. <https://www.kavak.com/mx/blog/caja-de-velocidades-conoce-su-funcionamiento-detallado>

Colombo & Hurd Immigration (Director). (2017, julio 12). *Transmisión manual, ¿cómo funciona?* <https://www.youtube.com/watch?v=bDM2Y0SrUUM>

*Cómo cambiar el líquido de la transmisión: 10 Pasos.* (s. f.). Recuperado 14 de abril de 2024, de <https://es.wikihow.com/cambiar-el-l%C3%ADquido-de-la-transmisi%C3%B3n>

*Cómo funciona la caja de cambios de una moto—ChopperOn Magazine.* (s. f.). Recuperado 14 de abril de 2024, de <https://chopperon.com/como-funciona-la-caja-de-cambios-de-una-moto/>

*Conoce la historia de la caja de cambios.* (s. f.). Motor y Racing. Recuperado 22 de mayo de 2023, de <https://www.motoryracing.com/coches/noticias/conoce-la-historia-de-la-caja-de-cambios/>

*Convertidor de par: Cómo funciona y que partes lo componen - Autofácil.* (2024, enero 1).

<https://www.autofacil.es/tecnica/convertidor-de-par-como-funciona/179135.html>

*De la primera caja de cambios de Leonardo da Vinci hasta hoy, ¿cómo ha evolucionado el modo de conducción? - Innovación Volvo—Xataka.*

(s. f.). Recuperado 23 de mayo de 2023, de

<https://innovacionvolvo.xataka.com/primera-caja-cambios-leonardo-da-vinci-hoy-como-ha-evolucionado-modo-conduccion/>

Edporsan. (2017, febrero 14). La Caja de Velocidades (Parte 2): Tipos de Transmisión. *AutosyAutopartes.*

<https://www.autosyautopartes.com/caja-velocidades-tipos-transmision/>

*Eje primario - ¿Qué es Eje primario? | Diccionario Autocasión.* (2022,

marzo 15). Autocasión. [https://www.autocasion.com/diccionario/eje-](https://www.autocasion.com/diccionario/eje-primario)

[primario](https://www.autocasion.com/diccionario/eje-primario)

*El mercado de polímeros en México está teniendo altibajos.* (s. f.).

Plastico. Recuperado 19 de junio de 2023, de

<https://www.plastico.com/es/noticias/el-mercado-de-polimeros-en-mexico-esta-teniendo-altibajos>

*ESPEL-mat-0113-P.pdf.* (s. f.). Recuperado 19 de abril de 2023, de

<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/24896/2/ESPEL-mat-0113-P.pdf>

*Estudio del Mercado Argentino de Materiales Eléctricos.* (s. f.).

CLAVES Información Competitiva. Recuperado 19 de junio de 2023,

de <https://www.monitorclaves.com.ar/reporte/13193-estudio-del-mercado-de-materiales-electricos>

*Filtros de Transmisión | Sicar.* (2019, junio 13).

<https://www.sicar.cl/filtros-de-transmision/>

*Funcionamiento de la caja de cambios manual* | *Blog Autolab*. (s. f.). Recuperado 9 de diciembre de 2023, de <https://autolab.com.co/blog/basicos/funcionamiento-de-la-caja-de-cambios-manual/>

Jerónimo. (2013, junio 2). EL AUTOMÓVIL AL DESNUDO: SISTEMA DE TRANSMISIÓN EN VEHÍCULOS AUTOMÓVILES (PARTE VI). *EL AUTOMÓVIL AL DESNUDO*. <https://jeroitim.blogspot.com/2013/06/sistema-de-transmision-en-vehiculos.html>

KROFtools. (2023, octubre 16). Caja de Cambios Automática: Cómo funciona. *Kroftools Blog*. <https://blog.kroftools.com/es/caja-de-cambios-automatica-como-funciona/>

Limited, A. (s. f.). *Alabes de turbinas de vapor fotografías e imágenes de alta resolución—Página 3*. Alamy. Recuperado 12 de marzo de 2024, de <https://www.alamy.es/imagenes/alabes-de-turbinas-de-vapor.html?page=3>

*Normalización—Recocido/Normalizado—Bodycote Plc*. (s. f.). Home. Recuperado 12 de julio de 2023, de <https://www.bodycote.com/es/servicios/tratamiento-termico/annealing-normalising/normalizacion/>

Normalizado. (s. f.). *Durez Aplicada*. Recuperado 19 de julio de 2023, de <https://www.durezaplicada.com.mx/normalizado/>

*PDF - Manual Caja de Cambios Manual y Automática | PDF | Transmisión (Mecánica) | Transmisión automática*. (s. f.). Scribd. Recuperado 15 de abril de 2024, de

<https://es.scribd.com/document/498582657/PDF-Manual-Caja-de-Cambios-Manual-y-Automatca>

*¿Qué es el embrague y cómo funciona?* | *Catalana Occidente*. (2018, enero 3). Blog de Seguros Catalana Occidente. <https://www.seguroscatalanaoccidente.com/blog/que-es-embrague-como-funciona/>

*Qué es el engranaje epicicloidial* | *Blog SEAS*. (2015, marzo 4). [https://www.seas.es/blog/disenio\\_mecanico/el-engranaje-epicicloidial-y-aplicaciones/](https://www.seas.es/blog/disenio_mecanico/el-engranaje-epicicloidial-y-aplicaciones/)

RACE. (2024, marzo 18). *¿Cómo funciona el embrague de un coche?* | RACE. <https://www.race.es/como-funciona-embrague>

*Recocido—Recocido/Normalizado—Tratamiento térmico—Bodycote Plc.* (s. f.). Recuperado 12 de julio de 2023, de <https://www.bodycote.com/es/servicios/tratamiento-termico/annealing-normalising/recocido/>

*Sistema de embrague de fricción, parte 1.* (2008, julio 17). 8000vueltas.com. <https://8000vueltas.com/2008/07/17/sistema-de-embrague-de-friccion-parte-1>

*Sistema de Refrigeración del vehículo—GF Motors—Repuestos Automotrices.* (s. f.). Recuperado 14 de abril de 2024, de <https://www.repuestosautomotrices.com/sistema-de-refrigeracion-del-vehiculo/>

*T-ESPE-058200.pdf.* (s. f.). Recuperado 28 de septiembre de 2023, de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/36945/1/T-ESPE-058200.pdf>

*Tipos de cajas de cambios automáticas.* (2022, abril 5). <https://www.rodes.com/mecanica/tipos-cajas-de-cambio-automaticas/>

*Transmisión Manual Inteligente (iMT): Todo lo que debes saber.* (s. f.). Recuperado 9 de abril de 2024, de <https://www.hyundai.com/es/es/zonaeco/transmision-manual-inteligente>

*Tratamientos Térmicos—Servicios de Fundición de Precisión de Metales | Radver.* (s. f.). Recuperado 12 de julio de 2023, de <https://www.radver.com/procesos/tratamientos-termicos.html>

Veinte07, R. (600, 00:00). *¿Qué son los engranajes planetarios en la transmisión automática?* Veinte 07. <https://www.veinte07.com/blogs/informacion-general/que-son-los-engranajes-planetarios-en-la-transmision-automatica>



# ISTPET

INSTITUTO TRAVERSARI

CYSSA



SERVICIOS EDITORIALES

---