



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Reparación de la caja de cambios del vehículo Renault Sandero modelo 2011
mediante la aplicación de procesos adecuados para obtener un desempeño óptimo**

Morocho Sepa, David Cristofer

Departamento de Ciencias y Energía

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica automotriz

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del Título de Tecnólogo Superior en
Mecánica Automotriz

Ing. Amaya Sandoval, Stefania Matilde

10 de febrero de 2023

Latacunga

Reporte de verificación de contenido



CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Tesis presentación

7%
Similitudes

4% Texto entre comillas
2% similitudes entre comillas
1% Idioma no reconocido

Nombre del documento: Tesis presentación.docx

ID del

documento: a6f1297f5bf02651b62d7e92c6b46eb16c59b729

Tamaño del documento original: 8,38 Mo

Depositante: ANGEL XAVIER ARIAS PEREZ

Fecha de depósito: 13/2/2023

Tipo de carga: interface

fecha de fin de análisis: 13/2/2023

Número de palabras: 11.699

Número de caracteres: 73.530

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	dspace.esPOCH.edu.ec Diseño y construcción de un banco didáctico de una caja de ... http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3361/3/65100115.pdf.txt 24 fuentes similares	3%		Palabras idénticas : 3% (383 palabras)
2	library.co Diseño y construcción de un banco didáctico de una caja de cambios m... https://library.co/document/tp/5pv5y-diseño-construcción-didáctico-utilizada-vehículos-laboratorio-... 17 fuentes similares	3%		Palabras idénticas : 3% (363 palabras)
3	www.dspace.espol.edu.ec REPARACION TOTAL DE LA CAJA DE CAMBIOS MECANICA... http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/23456789/29595/1/TESES_LISTA_PARA_IMPRIMIR_Y_EMPAS... 14 fuentes similares	2%		Palabras idénticas : 2% (263 palabras)
4	cajadevelocidadesmanual.blogspot.com CAJA DE VELOCIDADES MANUAL : CAJAS D... https://cajadevelocidadesmanual.blogspot.com/2014/03/cajas-de-cambios-tipo-y-funcionamiento.html 13 fuentes similares	2%		Palabras idénticas : 2% (247 palabras)
5	repositorio.uth.edu.ec Diseñar, implementar y analizar un prototipo de vehículo hi... http://repositorio.uth.edu.ec/bitstream/123456789/2601/3/05_FICYT_1853_TESIS.pdf.txt 1 fuente similar	1%		Palabras idénticas : 1% (158 palabras)

Ing. Amaya Sandoval, Stefania Matilde

C.C: 050296187-3

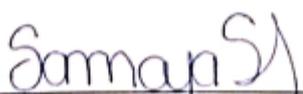


Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: "Reparación de la caja de cambios del vehículo Renault Sandero modelo 2011 mediante la aplicación de procesos adecuados para obtener un desempeño óptimo" fue realizada por el señor Morocho Sepa David Cristofer, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, 10 de febrero del 2023


Ing. Amaya Sandoval, Stefania Matilde

C.C.: 050296187-3



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Responsabilidad de Autoría

Yo, **Morocho Sepa David Cristofer** con cedula de ciudadanía N°0604381285, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Reparación de la caja de cambios del vehículo Renault Sandero modelo 2011 mediante la aplicación de procesos adecuados para obtener un desempeño óptimo** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga 10 de febrero del 2023

Morocho Sepa, David Cristofer

C.C.: 0604381285



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz

Autorización de Publicación

Yo, Morocho Sepa David Cristofer con cedula de ciudadanía N°0604381285, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **Reparación de la caja de cambios del vehículo Renault Sandero modelo 2011 mediante la aplicación de procesos adecuados para obtener un desempeño óptimo** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 10 de febrero del 2023

Morocho Sepa, David Cristofer

C.C.: 0604381285

Dedicatoria

En primer lugar, este proyecto se lo dedico a Dios por las bendiciones que me ha brindado durante el proceso de este proceso, ha sido de gran ayuda para mi puesto que siempre me dio un aliento para seguir adelante y no desvanecerme.

En segundo lugar, dar gracias a mis padres Luis Morocho y Cenaida Sepa, quienes guiaron mi camino y depositaron toda su confianza en mí, gracias a sus consejos y apoyo desde los inicios de mi carrera Universitaria estoy logrando culminar una etapa académica más en mi vida.

A mis 2 hermanos Lenin Alexander y Jennifer Morocho, que estuvieron a mi lado brindándome un consejo y brindándome palabras de aliento para seguir superándome y ser un mejor ser humano.

A mis familiares y amigos que estuvieron apoyándome emocionalmente, agradecerles por las palabras brindadas hacia mi persona.

Morocho Sepa David Cristofer

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios por brindarme la oportunidad de estudiar en esta prestigiosa Universidad, por mantenerme con salud, bienestar y brindarme fuerzas para no decaer en el transcurso del camino, así dando por terminado este proyecto y culminar una etapa más en mi vida personal.

Agradezco a mis padres por sus sabios consejos, apoyo incondicional y confianza que me brindaron en el transcurso de mi carrera Universitaria, a mis hermanos por sus palabras de aliento y fortaleza, a mis familiares, compañeros y amigos por brindarme un apoyo moral y creer en mí.

A mi tutora Ing. Stefanía Amaya por la paciencia, confianza y apoyo que nos brindó, además de las enseñanzas que nos compartió para que este proyecto se desarrolle de la mejor manera posible.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y a los ingenieros por compartir sus conocimientos con los estudiantes y formar profesionales para el futuro.

Morocho Sepa David Cristofer

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Índice de contenidos	8
Índice de figuras	12
Índice de tablas	15
Resumen	16
Abstract	17
Capítulo I: Introducción	18
Antecedentes	18
Planteamiento del problema	19
Justificación	19
Objetivos	20
<i>General</i>	20
<i>Específicos</i>	20
Alcance	20
Capítulo II: Marco Teórico	21
Caja de cambios	21

	9
Funcionamiento	21
Tipos de caja de cambios	22
Caja de cambios automática	23
<i>Tipos de cajas de cambios automáticas</i>	23
<i>Estructura de una caja de cambios automática lineal</i>	25
Cajas de cambios Robotizadas	27
Caja de cambios secuencial	28
Caja de cambios manumática	28
Caja de cambios CVT	29
Caja de cambios de doble embrague o semiautomática	30
<i>Transmisiones automáticas</i>	31
Caja de cambios manual	32
<i>Necesidad de la caja de cambios</i>	33
<i>Principio de funcionamiento de una caja de cambios mecánica</i>	34
<i>Cambio mecánico</i>	39
<i>Disposición comúnmente usadas</i>	40
Descripción de la caja de cambios manual	42
Conjunto de engranajes	42
<i>Conceptos de diseño</i>	44
Determinación de las relaciones de cambio	45
Relación de transmisión	46
Mando de selección	48
<i>Sistema interno del control de cambios</i>	49

	10
Rodamientos	52
Conjunto sincronizador	53
Diferencial	54
<i>Funcionamiento</i>	56
Cable de embrague	58
Bomba de embrague	59
Embrague	59
Tipos de embrague	60
<i>Embrague mecánico</i>	60
<i>Embrague de fricción</i>	60
Árbol de transmisión	61
Juntas	62
<i>Junta universal cardan</i>	62
<i>Junta universal elástica</i>	63
Lubricante	64
Mantenimiento	64
<i>Objetivo del mantenimiento</i>	65
<i>Tipos de mantenimiento</i>	65
Capítulo III: Desarrollo del tema	67
Rehabilitación de la caja de cambios	67
Diagnostico visual en general antes de desmontar una caja de cambios	67
<i>Caja de cambios</i>	68
<i>Retenedor de la palanca de control de cambios</i>	70

	11
<i>Coraza de la caja de cambios</i>	72
<i>Eje primario y secundario de los piñones de la caja de cambios</i>	73
<i>Rodamientos</i>	74
<i>Ejes de transmisión</i>	76
<i>Guardapolvo de la transmisión lado derecho de la caja de velocidades</i>	80
Capítulo IV: Pruebas de funcionamiento	82
Prueba de ruta	82
<i>Pruebas en la caja de cambios</i>	83
<i>Pruebas en los ejes de transmisión</i>	83
<i>Pruebas en los guardapolvos</i>	83
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones	84
Conclusiones	84
Recomendaciones	85
Bibliografía	86
Anexos	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Caja de cambios automática</i>	23
Figura 2 <i>Transmisión automática de control hidráulica</i>	24
Figura 3 <i>Transmisión controlada electrónicamente</i>	25
Figura 4 <i>Composición de una caja de cambios automática lineal</i>	26
Figura 5 <i>Caja de cambios Robotizada</i>	27
Figura 6 <i>Caja de cambios secuencial</i>	28
Figura 7 <i>Caja de cambios manumática</i>	29
Figura 8 <i>Caja de cambios CVT</i>	30
Figura 9 <i>Caja de cambios de doble embrague</i>	31
Figura 10 <i>Transeje automático</i>	32
Figura 11 <i>Transmisión automática lineal</i>	32
Figura 12 <i>Caja de cambios manual</i>	33
Figura 13 <i>Movimiento del sincronizador en primera marcha</i>	35
Figura 14 <i>Movimiento del sincronizador al seleccionar la segunda marcha</i>	36
Figura 15 <i>Movimiento del sincronizador al seleccionar la tercera marcha</i>	37
Figura 16 <i>Movimiento del sincronizador al seleccionar la cuarta marcha</i>	38
Figura 17 <i>Movimiento del sincronizador al seleccionar la marcha de reversa</i>	39
Figura 18 <i>Caja de simplificada</i>	40
Figura 19 <i>Caja de cambios de dos ejes simples</i>	41
Figura 20 <i>Caja de cambios con eje intermediario</i>	42
Figura 21 <i>Conjunto completo de engranajes de la caja de cambios manual</i>	43
Figura 22 <i>Eje primario</i>	43

	13
Figura 23 <i>Eje secundario</i>	44
Figura 24 <i>Determinación de la relaciones de cambio según las rpm</i>	45
Figura 25 <i>Trenes de engranajes</i>	47
Figura 26 <i>Tapa de control de cambios</i>	48
Figura 27 <i>Control de cambios</i>	49
Figura 28 <i>Sistema de cambios</i>	50
Figura 29 <i>Varillaje, horquillas y bloqueadores</i>	50
Figura 30 <i>Varillaje y horquillas</i>	51
Figura 31 <i>Rodamiento de los ejes</i>	52
Figura 32 <i>Conjunto de sincronización de la marcha</i>	53
Figura 33 <i>Piezas del conjunto de engranajes de marcha</i>	54
Figura 34 <i>Diferencial</i>	56
Figura 35 <i>Marcha en línea recta</i>	57
Figura 36 <i>Marcha en curva</i>	58
Figura 37 <i>Cable de embrague</i>	58
Figura 38 <i>Bomba de embrague</i>	59
Figura 39 <i>Embrague mecánico</i>	60
Figura 40 <i>Embrague de fricción</i>	61
Figura 41 <i>Árbol de transmisión extensible</i>	62
Figura 42 <i>Junta universal cardan</i>	63
Figura 43 <i>Junta elástica</i>	63
Figura 44 <i>Aceite o lubricante para caja de cambios</i>	64
Figura 45 <i>Caja de cambios de Renault</i>	67

	14
Figura 46 <i>Extracción de la caja de cambios</i>	69
Figura 47 <i>Extracción de la palanca de control de cambios</i>	71
Figura 48 <i>Extracción de la coraza</i>	72
Figura 49 <i>Ejes de la caja de cambios</i>	74
Figura 50 <i>Rodamientos inferiores</i>	75
Figura 51 <i>Rodamientos superiores</i>	75
Figura 52 <i>Extracción del eje izquierdo</i>	77
Figura 53 <i>Extracción del eje derecho</i>	79
Figura 54 <i>Extracción del guardapolvo</i>	80
Figura 55 <i>Ruta donde se realizó las pruebas, Ciudad de Latacunga</i>	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Relación de marchas de la caja de cambios mecánica</i>	46
Tabla 2 <i>Tipos de rodamientos</i>	52
Tabla 3 <i>Pares de apriete de los soportes y elementos auxiliares de la caja de cambios</i>	70
Tabla 4 <i>Pares de apriete de la transmisión delantera lado izquierdo</i>	78
Tabla 5 <i>Pares de apriete de la transmisión delantera lado derecho</i>	79

Resumen

Debido a la tasa elevada de accidentes de tránsito que ocurren en el país, los daños ocasionados en los sistemas del automóvil son elevados, en el presente proyecto se pretende rehabilitar la caja de cambios del vehículo Renault Sandero 2011, partiendo de una inspección visual en el cual se verificó que la carcasa de cambios tuvo fisuras por lo cual hubo pérdidas de fluido, en la parte interna los ejes primario y secundario sufrieron un atascamiento debido a la selección abrupta de cambios que demandaron las horquillas, así como fisuras en los dientes de los engranajes y los rodamientos superiores e inferiores se encontraban desgastados debido al movimiento anormal de los ejes. Para esta problemática es fundamental tener en cuenta un plan de mantenimiento para las diferentes partes que consiste el sistema de caja de cambios, es necesario contar con un manual de reparación y utilizar herramientas especiales las cuales ayudan a proteger el estado físico de los componentes al momento de ensamblar. Una vez finalizada la reparación se realizarán pruebas de ruta por las diferentes calles de primer, segundo y tercer grado esto con el fin de garantizar el funcionamiento idóneo del sistema conjuntamente con sus componentes y sistemas auxiliares que contiene.

Palabras clave: caja de cambios, plan de mantenimiento, engranajes, manual de reparación, inspecciones automotrices, desgaste de componentes.

Abstract

Due to the high rate of traffic accidents that occur in the country, the damages caused in the automobile systems are high, in this project we intend to rehabilitate the gearbox of the Renault Sandero 2011 vehicle, starting from a visual inspection in which it was verified that the gearbox housing had cracks due to which there were fluid losses, In the internal part, the primary and secondary shafts suffered a jamming due to the abrupt selection of changes demanded by the forks, as well as cracks in the teeth of the gears and the upper and lower bearings were worn due to the abnormal movement of the shafts. For this problem it is essential to take into account a maintenance plan for the different parts that make up the gearbox system, it is necessary to have a repair manual and use special tools which help to protect the physical condition of the components at the time of assembly. Once the repair is completed, route tests will be carried out on the different first, second and third grade roads in order to guarantee the proper operation of the system together with its components and auxiliary systems.

Keywords: the gearbox, maintenance plan, gears, repair manual, automotive inspection, component wear.

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

En la actualidad alrededor del país, el vehículo Renault Sandero ha tenido diferentes avances en cuanto a estética y desempeño motriz, por lo cual la empresa ha ido modificando los vehículos a tal punto de tener un impacto fuerte en los consumidores, teniendo así éxito en el mercado global y siendo cada vez más competitivo con las diferentes marcas automotrices.

Muchas veces en los talleres de mecánica automotriz, se realizan un sinnúmero de tareas para la reparación del sistema de transmisión de automotores, desconociendo algunas veces, los riesgos a los cuales se encuentran expuestos, incluso su magnitud, para ello se requiere de realizar una evaluación, utilizando el método fine.

En la actualidad existen algunas normativas, que ayudan a gestionar los riesgos laborales que se pueden presentar en el trabajo diario proveyendo de diversas herramientas para la identificación, evaluación, control de riesgos; y la elaboración de medidas correctivas o preventivas, en caso de presentarse una desviación y la búsqueda de la mejora continua. (Javier, 2017)

Según (Rodríguez, 2015) afirma que “al implementar un plan de mantenimiento los usuarios y mecánicos contarán con una herramienta que les permita la eficacia en los trabajos que realizan para la detección y reparación de averías”.

Por lo descrito anteriormente es necesario tener una capacitación idónea sobre las transmisiones debido a su gran avance tecnológico desde sus inicios hasta la actualidad, es por ese motivo estar al tanto del progreso y la evolución de la industria automotriz.

Planteamiento del problema

La Universidad de las Fuerzas Armadas Espe tiene como objetivo formar profesionales con conocimientos amplios para el rendimiento correcto del estudiante el cual se ve reflejado en trabajos tanto prácticos como teóricos.

En la actualidad se ve incrementado la tasa de accidentes de tránsito por lo cual los ciudadanos no poseen un factor económico, para el cambio de los componentes en general y se redirigen a la reparación de los sistemas afectados. Como es el caso en el existir fallas del sistema de transmisión.

Por lo cual se realiza diagnósticos técnicos del sistema para verificar la operatividad del conjunto. Al momento de realizarlo se va descartando posibles daños y elementos que pueden ser reemplazados para dejar en perfectas condiciones de trabajo.

La caja de cambios del vehículo Renault Sandero 2011 necesita cubrir requisitos esenciales, como aumentar el par motor y transferirlo hacia las ruedas, a su vez mantiene la velocidad del motor en todas las condiciones de carga.

De igual manera se necesita analizar y verificar los materiales con los que se va a trabajar en la reparación de la caja de cambios. Al utilizar materiales con menos resistencia a la temperatura, rigidez, y peso, disminuye la durabilidad de los componentes.

Justificación

La reparación de la caja de cambios tiene como aspecto positivo cubrir las necesidades que demanda el conductor, es decir, la obtención de confort al momento de operar el automotor en las diferentes condiciones de terreno.

Con el presente proyecto se pretende corregir las fallas que tiene la caja de cambios manual del vehículo Renault Sandero 2011 en el cual se realizara de manera objetiva pruebas de rendimiento para garantizar la eficacia de la misma.

La importancia de este proyecto tiene como misión impartir conocimientos como el manejo de herramientas y técnicas de reparación, así como los materiales con los que están fabricados cada uno de los elementos internos a reemplazar.

Con la elaboración de este proyecto se busca ayudar a reforzar habilidades de ingenio e investigación en los estudiantes al momento de reparar una transmisión manual.

Objetivos

General

Reparar la caja de cambios del vehículo Renault Sandero modelo 2011 mediante la aplicación de procesos adecuados para obtener un desempeño óptimo.

Específicos

- Diagnosticar las averías existentes en la caja de cambios y hallar las posibles soluciones para su reparación.
- Establecer los procesos y procedimientos para la correcta reparación de la caja de cambios.
- Realizar pruebas de funcionamiento en la selección de marchas y desempeño óptimo conjuntamente con los sistemas auxiliares.

Alcance

Con el desarrollo del proyecto se realizará la reparación total de la caja de cambios manual del vehículo Renault Sandero 2011, permitiendo que el sistema de transmisión trabaje de forma idónea y cumpliendo su función que es transmitir la potencia del motor hacia las ruedas motrices, además de ello se implementará los demás sistemas como frenos, motor de combustión, suspensión y dirección. Al finalizar el vehículo deberá funcionar de forma correcta conjuntamente con los demás sistemas que posee.

Capítulo II

Marco Teórico

Caja de cambios

Una caja de cambios es un mecanismo que permite aumentar o disminuir la potencia del motor a las ruedas para que coincida con la velocidad del vehículo. Un motor de combustión interna tiene muy poca potencia en la fase de arranque, por lo que es necesario aumentar la potencia a las ruedas reduciendo su velocidad, y esta reducción puede revertirse para que el coche alcance velocidades más altas. Para ello se intercala entre el motor y las ruedas del vehículo un juego de engranajes (marchas) con varias marchas progresivas.

Funcionamiento

El eje intermedio gira contra él a través de los cojinetes de agujas y transfiere el par reducido al grupo de conos diferenciales; La transmisión y reducción del par se realiza entre los dos ejes a través del eje intermedio.

El eje principal, del que forma parte el accionamiento, engrana con los engranajes del eje intermedio en los que están grabados los engranajes y, por lo tanto, los engranajes se integran en el eje intermedio con estos piñones, engranan los piñones montados locos sobre el árbol secundario con interposición de cojinetes de agujas, de manera que giran libremente sobre el eje arrastrados por los respectivos pares del tren intermediario.

Estos deslizadores tienen una superficie de contacto cónica y se denominan SINCROZADORES porque funcionan de forma incremental y silenciosa al sincronizar la velocidad de rotación de los ejes primario y secundario.

Cuando se selecciona una marcha, se realiza un movimiento axial del sincronizador hasta engranar el engranaje correspondiente, girando el engranaje trasero con el eje secundario.

Dos conos de fricción se conectan suavemente según la velocidad de rotación. La siguiente operación en la que el engranaje se une con el eje transfiere el movimiento del eje primario al eje secundario de acuerdo con la relación de transmisión seleccionada. Al accionar la palanca de cambios, se moverá la varilla correspondiente a la marcha seleccionada.

Hay horquillas de emparejamiento que consisten en diferentes sincronizadores que se emparejan con la rueda dentada de su elección.

Para evitar que el engranaje salte y se bloquee en la posición seleccionada, existe un mecanismo para sujetar la horquilla o el eje de la horquilla según se mueva. Se proporciona una guía o palanca selectora para indicar las posibles posiciones del joystick de cambio de marchas. Esta placa lo obliga a realizar una trayectoria específica durante cada maniobra.

Estas pistas están dispuestas de tal manera que se pueden poner en marcha sin desembragar una marcha y pasar por la posición neutral.

Tipos de caja de cambios

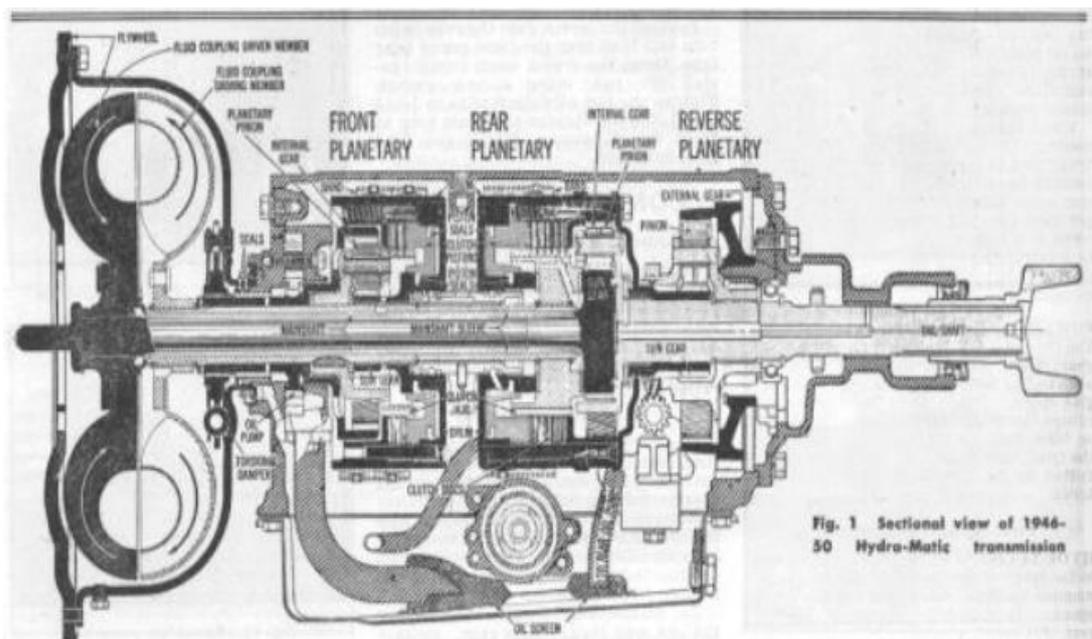
En la industria automotriz existe una amplia variedad de cajas de cambios debido al constante avance tecnológico, con el fin de mejorar la eficiencia del vehículo a momento de estar en marcha por lo cual se han fabricado diferentes tipos de cajas de cambios conforme al tipo de trabajo a realizar con el automotor y el estado de las carreteras en las cuales serán utilizados, a continuación, se muestran las diferentes cajas existentes hasta la actualidad.

Caja de cambios automática

Una transmisión automática o "cambio automático" es una caja de cambios de automóviles u otro tipo de vehículos que puede encargarse por sí misma de cambiar la relación de cambio automáticamente a medida que el vehículo se mueve, liberando así al conductor de la tarea de cambiar de marcha manualmente. Tradicionalmente las desmultiplicaciones no se obtienen con engranajes paralelos, como en los cambios manuales, sino con engranajes epicicloides. Mediante unos dispositivos de mando hidráulico adecuado se inmoviliza selectivamente uno o más de los componentes para obtener la relación deseada. (Alvarez, 2013)

Figura 1

Caja de cambios automática



Nota. Ejemplo de la primera transmisión automática desarrollada por José Braz Araripe y Fernando Lehly. Tomado de (Garcia, 2017)

Tipos de cajas de cambios automáticas

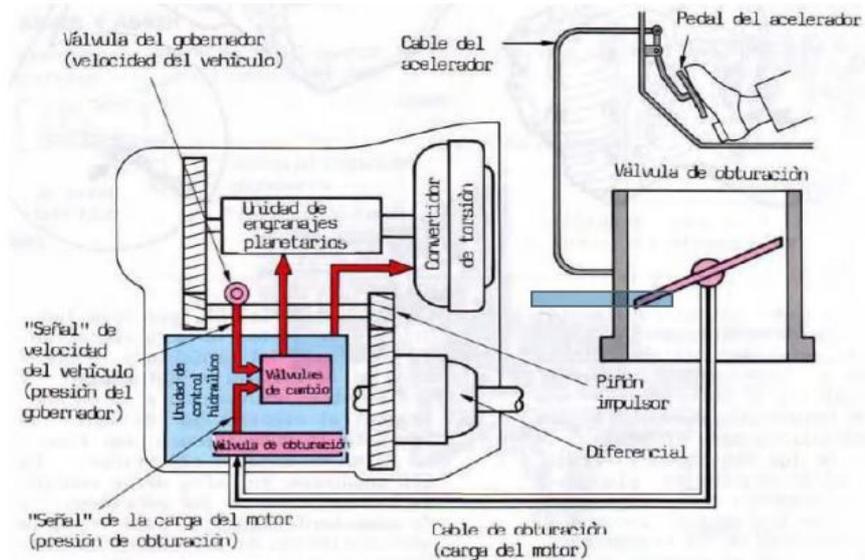
Las cajas de cambios automáticas se clasifican en:

Hidráulicas. Su accionamiento es completamente mecánico

Electrohidráulicas. Su accionamiento se controla de forma electrónica.

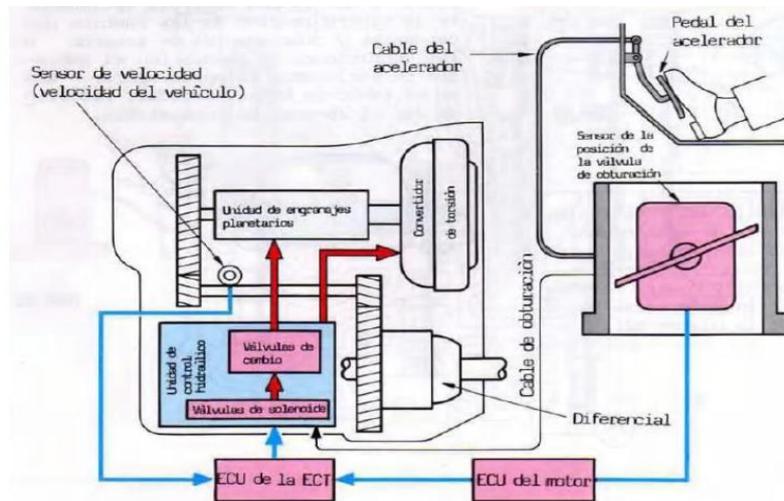
Figura 2

Transmisión automática de control hidráulica



Nota. Ejemplo de una transmisión de control hidráulica con sus respectivas partes. Tomado de (Torrez, 2019)

Según (Torrez, 2019), “el cambio automático aporta al vehículo mayor seguridad activa, puesto que en las frenadas de emergencia se produce la reducción de marchas de forma automática, lo que ayuda considerablemente en caso de no poderse realizar la reducción adecuada por un fallo humano”.

Figura 3**Transmisión controlada electrónicamente**

Nota. Ejemplo de una transmisión controlada electrónicamente con sus respectivas partes.

Tomado de (Torrez, 2019)

Estructura de una caja de cambios automática lineal

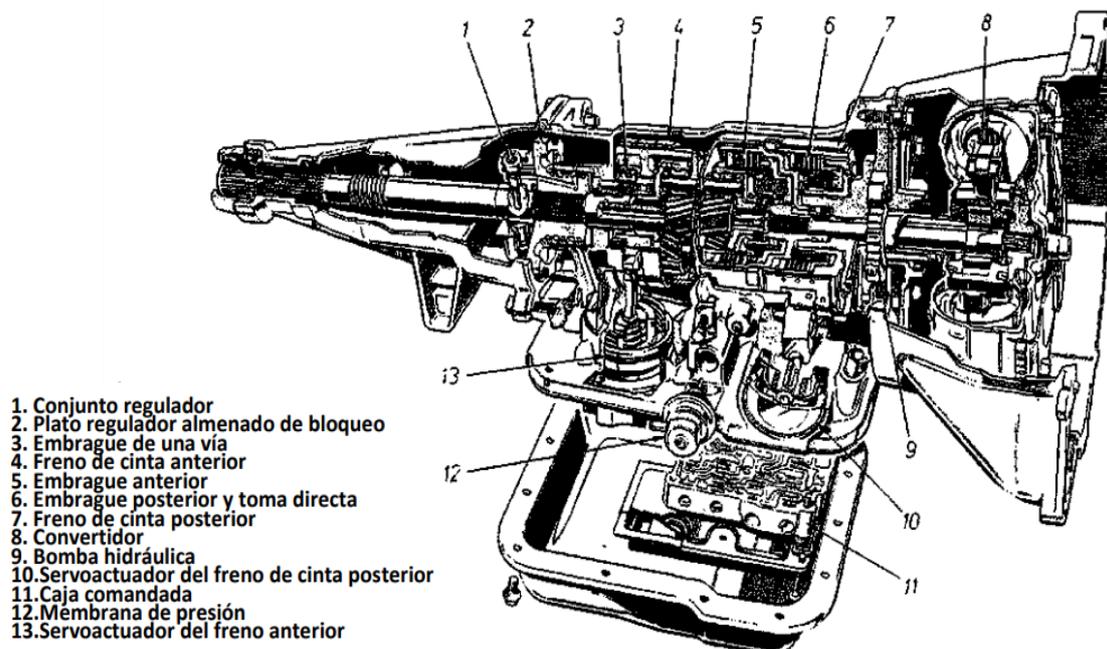
En la mayoría de sistemas de cajas de cambios automáticos están compuestos de los siguientes elementos:

- Un convertidor hidráulico de par motor actúa de una forma análoga, aumentando el par de transmisión en el primario de la caja de cambios, al aprovechar la energía cinética que se pierde en la turbina por resbalamiento del aceite en la puesta en funcionamiento o en los cambios de velocidad, recogiendo este aceite y haciéndolo incidir nuevamente sobre la bomba, con lo cual aumentará en ésta el par de impulsión.
- Trenes epicicloidales que determinan las distintas relaciones del cambio. Dependiendo del número de trenes epicicloidales que el sistema contenga y de su disposición, la caja de cambios poseerá un mayor o menor número de relaciones de transmisión.

- Un conjunto de embragues y frenos, encargados de bloquear las distintas partes de los trenes epicicloidales para generar las diferentes relaciones de transmisión.
- Un conjunto de electroválvulas encargadas de comandar la acción de los elementos de frenado de los trenes epicicloidales.
- Un sistema de mando que selecciona automáticamente la combinación de los trenes epicicloidales. Estos sistemas de mando pueden ser hidráulicos, electrónicos o una combinación de los dos, o lo que es lo mismo, electrohidráulicos. (Torrez, 2019)

Figura 4

Composición de una caja de cambios automática lineal



Nota. Ejemplo de la estructura interna de la caja de cambios automática lineal. Tomado de (Torrez, 2019)

Cajas de cambios Robotizadas

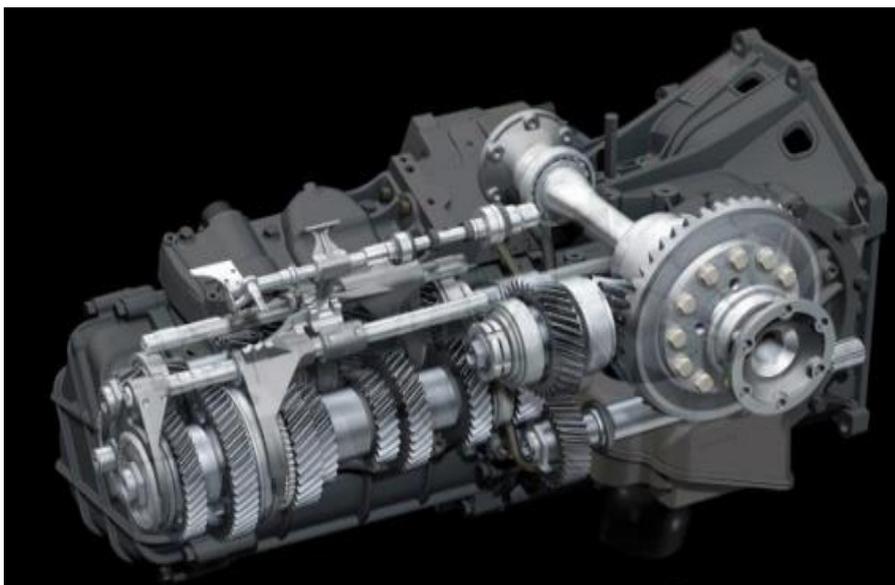
Básicamente, la diferencia que existe entre las cajas de cambio robotizadas y las manuales reside en el sistema de accionamiento de embrague y el de cambio de marchas son automáticas a través de servomotores; por tanto, carece de pedal del embrague y la palanca de cambios no inserta directamente las velocidades, sino que informa al sistema electrónico sobre la posición elegida por el conductor.

Internamente son similares a las manuales exceptuando algunos componentes propios del sistema. Tanto el embrague como la caja de cambios son comandadas por una unidad de control que decide cuando se inserta una velocidad u otra en función de las intenciones del conductor, que son reconocidas mediante una serie de sensores que miden la velocidad del vehículo, revoluciones del motor, posición del pedal del acelerador, velocidad de accionamiento del pedal entre otros. (Flores, 2016)

A pesar de ser una caja de cambios robotizada también permite operar en modo manual.

Figura 5

Caja de cambios Robotizada



Nota. Ejemplo de una caja de cambios robotizada. Tomado de (Flores, 2016)

Caja de cambios secuencial

Aquí podemos incluir transmisiones manuales robotizadas, de uno o dos embragues, CVT y epicicloidales. La contradicción está en que suman controles manuales secuenciales, ya sea con levas en el volante o por palanca tipo joystick, que permite al conductor elegir que marcha anhela que engrane la caja. (Flores, 2016)

Figura 6

Caja de cambios secuencial



Nota. Ejemplo de una caja de cambios secuencial. Tomado de (Flores, 2016)

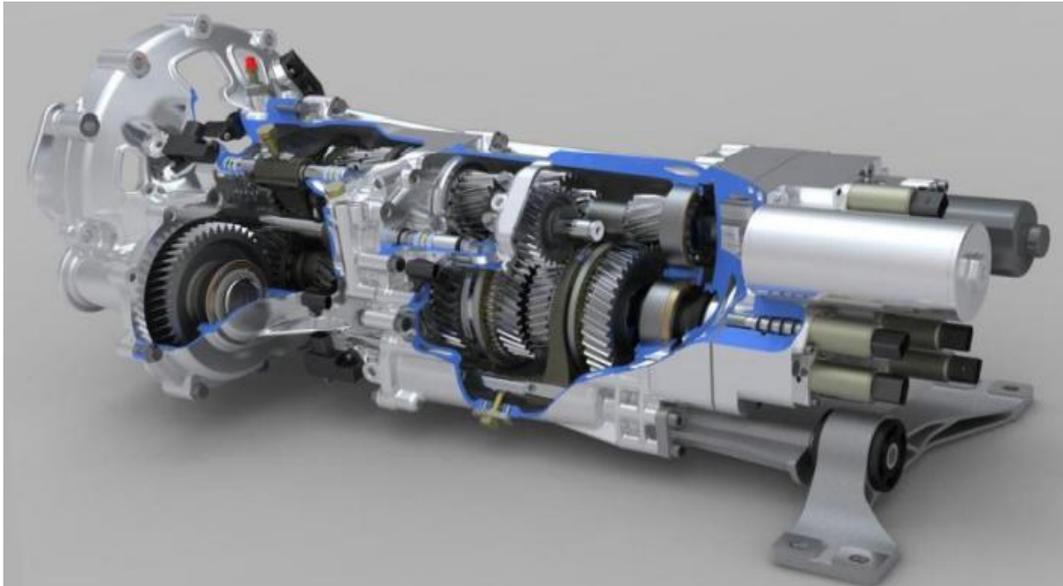
Caja de cambios manumática

Bajo este nombre concentramos el tipo de cajas cuyo principio de trabajo es como el de las manuales, pero que pueden transitar cambios automáticamente. Esto se consigue mediante actuadores hidráulicos o eléctricos inspeccionados por una central electrónica que liberan al conductor del compromiso de mover la palanca y el embrague. Estas cajas son más eficaces que las epicicloidales, pero soportan empujones en el paso de cambios. El inconveniente de los empujones es resuelto en las cajas de doble embrague como la DSG

de Volkswagen que utilizan dos ejes, uno dentro del otro, cada uno conectado a su pertinente embrague. Así se consigue un paso de cambios es tan veloz que se torna casi imperceptible, aumentando también la eficiencia. (Flores, 2016)

Figura 7

Caja de cambios manumática

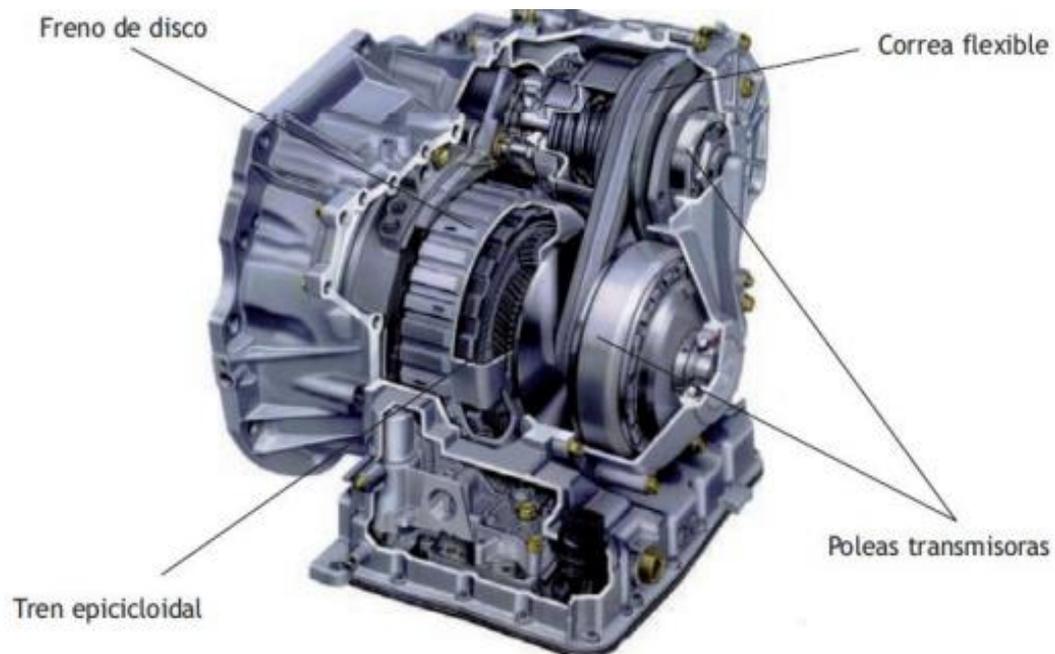


Nota. Ejemplo de una caja de cambios manumática. Tomado de (Flores, 2016)

Caja de cambios CVT

El funcionamiento de esta caja viene dado por el régimen de giro del motor Otto con la forma progresiva y gradual.

La variación de la relación de transmisión en un cambio CVT depende de la distancia a la que se encuentren las caras cónicas de cada polea, lo que propicia los distintos diámetros de trabajo. Por ejemplo, si las caras de la polea conductora están muy separadas, su diámetro de trabajo será pequeño y propiciará una relación de transmisión más corta que si dichas caras se encuentran muy juntas, lo que crearía un diámetro de trabajo mayor, con el consiguiente cambio en la relación de transmisión. (Torrez, 2019)

Figura 8**Caja de cambios CVT**

Nota. Ejemplo de una caja de cambios CVT y sus respectivas partes. Tomado de (Torrez, 2019)

Caja de cambios de doble embrague o semiautomática

También conocida como transmisión manual automatizada, la caja de doble embrague se ve más utilizada en vehículos de competencia, aunque también ya se puede ver en algunos vehículos de calle, permite que se realicen los cambios sin necesidad de utilizar el clutch con la ayuda de dos embragues y dos conjuntos de selectores uno que se utiliza para las marchas pares y otro para las impares.

Figura 9

Caja de cambios de doble embrague

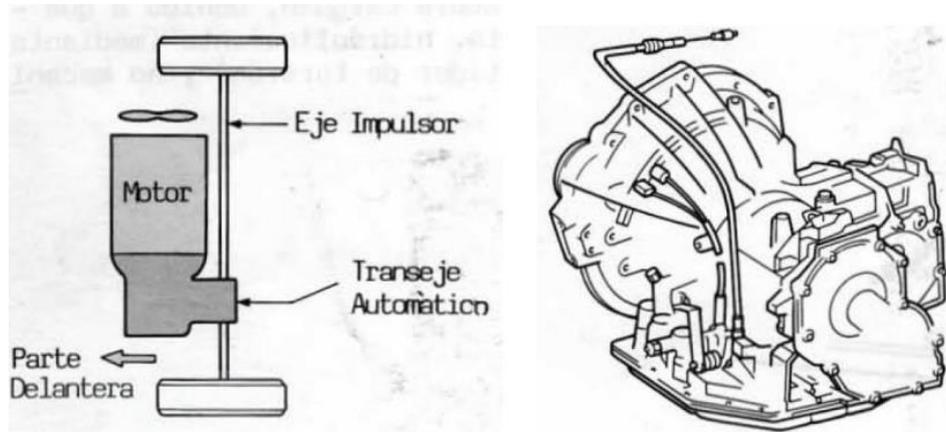


Nota. Caja de cambios de doble embrague. Tomado de (Manuel & Javier, 2023)

Transmisiones automáticas

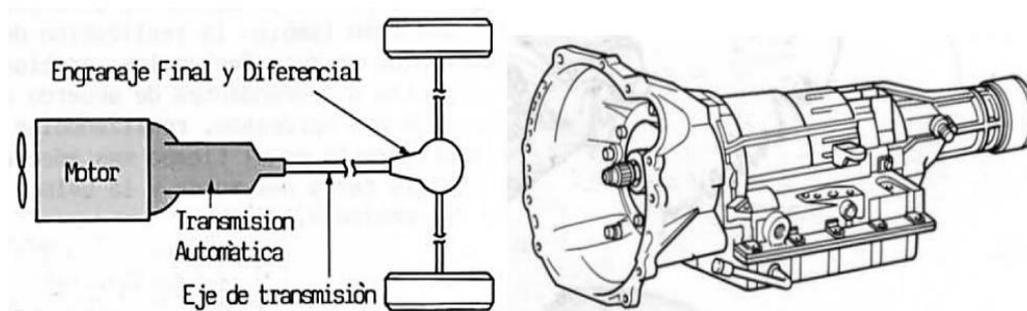
Las transmisiones automáticas pueden dividirse básicamente en dos tipos: las que son usadas en vehículos FF (Motor delantero tracción en las ruedas delanteras) y los usados en los vehículos FR (Motor delantero tracción en las ruedas traseras). Las transmisiones usadas en vehículos FF son de diseños más compacto que las transmisiones usadas en vehículos FR porque están montadas en el compartimiento del motor. (Torrez, 2019)

Según (Torrez, 2019) “las transmisiones para vehículos FR tienen una unidad de impulsión final (Diferencial) montado externamente, pero las transmisiones para vehículos FF tiene una unidad de impulsión final interna. El tipo de transmisión automática usadas en vehículos FF son llamadas transejes”.

Figura 10*Transeje automático*

Nota. Ejemplo de un transeje de transmisión y su respectiva ubicación en el vehículo.

Tomado de (Torrez, 2019)

Figura 11*Transmisión automática lineal*

Nota. Ejemplo de transmisión automática lineal y su respectiva ubicación en el vehículo.

Tomado de (Torrez, 2019)

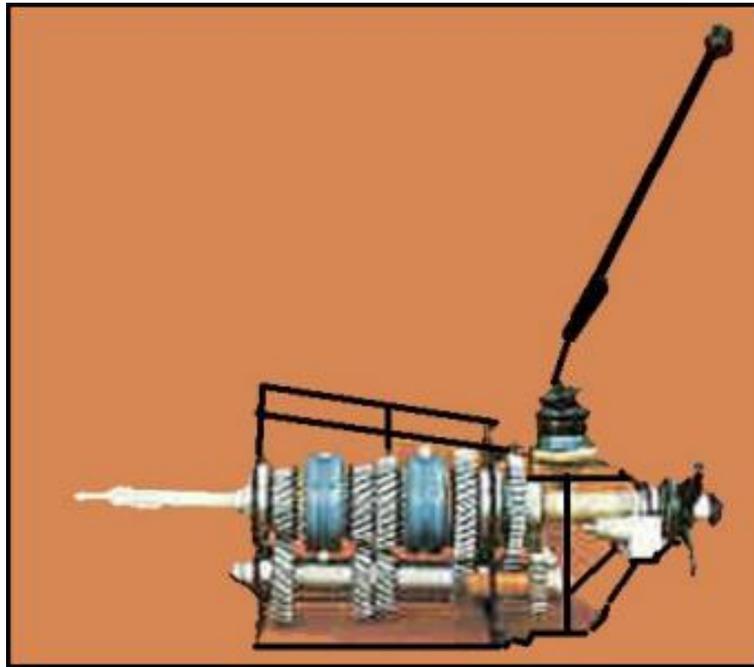
Caja de cambios manual

Una caja de cambios es un mecanismo en forma de transmisión entre el motor y las ruedas (más precisamente, entre la caja de cambios y el embrague) cuya función es hacer coincidir el par motor con la resistencia del motor. Puede cambiar la relación entre la velocidad del motor y la relación de las ruedas motrices del vehículo, e incluso invertir la

dirección de rotación si es necesario. Por lo tanto, funciona como un convertidor de velocidad y un convertidor de par mecánico.

Figura 12

Caja de cambios manual



Nota. Ejemplo de una caja de cambios rustica. Tomado de (Pedro Caiza, 2007)

Necesidad de la caja de cambios

Las fuerzas que impiden el movimiento del vehículo son: resistencia a la rodadura. Fuerza que impide que el vehículo mantenga una velocidad constante. Resistencia a la inercia durante la aceleración, resistencia a pendientes, resistencia al aire. Estos arrastres dan como resultado una maniobra de dirección, o par resistivo, que debe superarse mientras se conduce. Si el par aplicado a la transmisión es igual al cambio en el par de arrastre, la velocidad del vehículo permanece constante. Si el par motor es mayor que la resistencia, el automóvil acelerará. Si es bajo, tiende a detenerse.

El par producido por el motor es menor que el par requerido por las ruedas para superar la resistencia a la rodadura (par perturbador), pero la velocidad de rotación del

motor es mayor que la velocidad de rotación de las ruedas, por lo que la velocidad de transmisión reduce el par a expensas de reducir la velocidad de rotación al equilibrar la capacidad del motor y las demandas de las ruedas. La amplitud es tan amplia que se confía en una reducción parcial fija del diferencial, completándose la reducción total necesaria en cada caso con varias reducciones en la caja de cambios, de las cuales se seleccionará la reducción más adecuada.

El motor puede operar de manera eficiente entre los límites de rpm que proporcionan un par aceptable. El par de arrastre, por otro lado, es variable y aumenta con la velocidad del vehículo y al subir colinas. El papel de la transmisión es hacer coincidir el par motor con el par de resistencia. Esto permite que el motor funcione dentro de los límites de par permitidos independientemente de la velocidad del vehículo. (Pedro Caiza, 2007)

Principio de funcionamiento de una caja de cambios mecánica

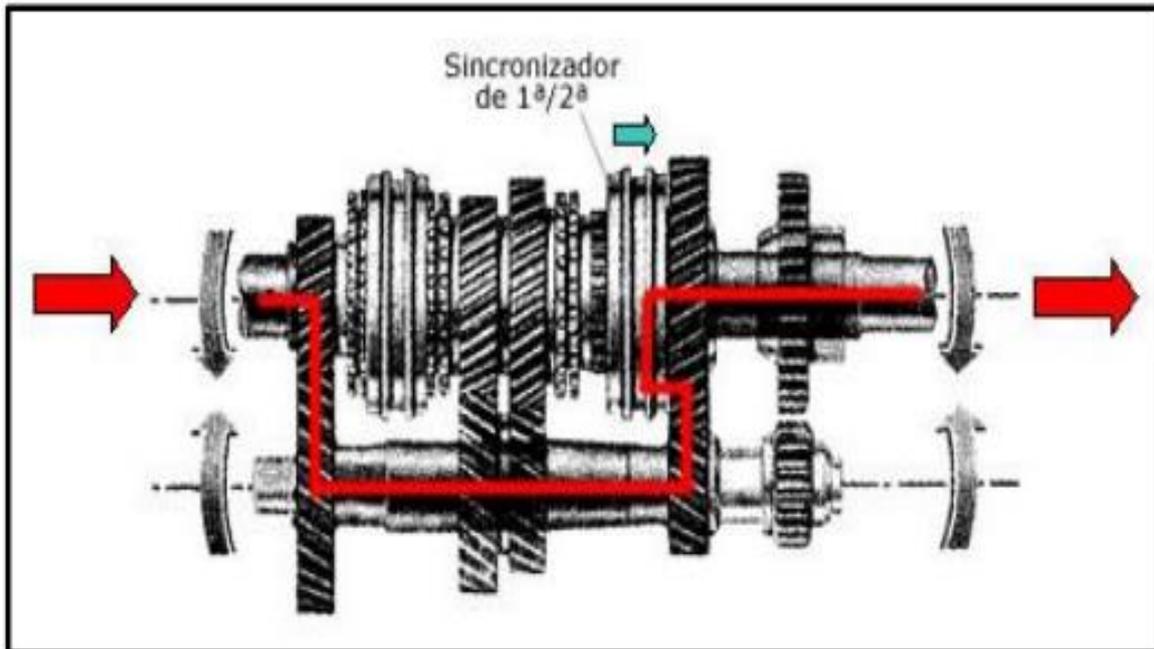
El funcionamiento de la caja de cambios se ve enfocada en el movimiento de engranajes cuya labor es multiplicar y desmultiplicar el par motor obtenido del motor de combustión interna, para ello cuenta con engranes de diferentes diámetros y número de dientes para lograr la relación de transmisión deseada.

Dentro de la caja de cambios, la transmisión de movimiento no puede ser lineal de un engranaje a otro, debido a que se usan ejes con engranajes para realizar movimientos circulares a grandes velocidades. Estos ejes son paralelos entre sí y engranan con los dientes del engranaje.

Primera velocidad. El desplazamiento del sincronizador de 1ª/2ª (N) hacia la derecha, produce el enclavamiento del correspondiente piñón loco (I) del eje secundario, que se hace solidario de este eje. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la figura inferior, obteniéndose la oportuna reducción. En esta velocidad se obtiene la máxima reducción de giro, y por ello la mínima velocidad y el máximo par. (Enrique & Silverio, 2014)

Figura 13

Movimiento del sincronizador en primera marcha

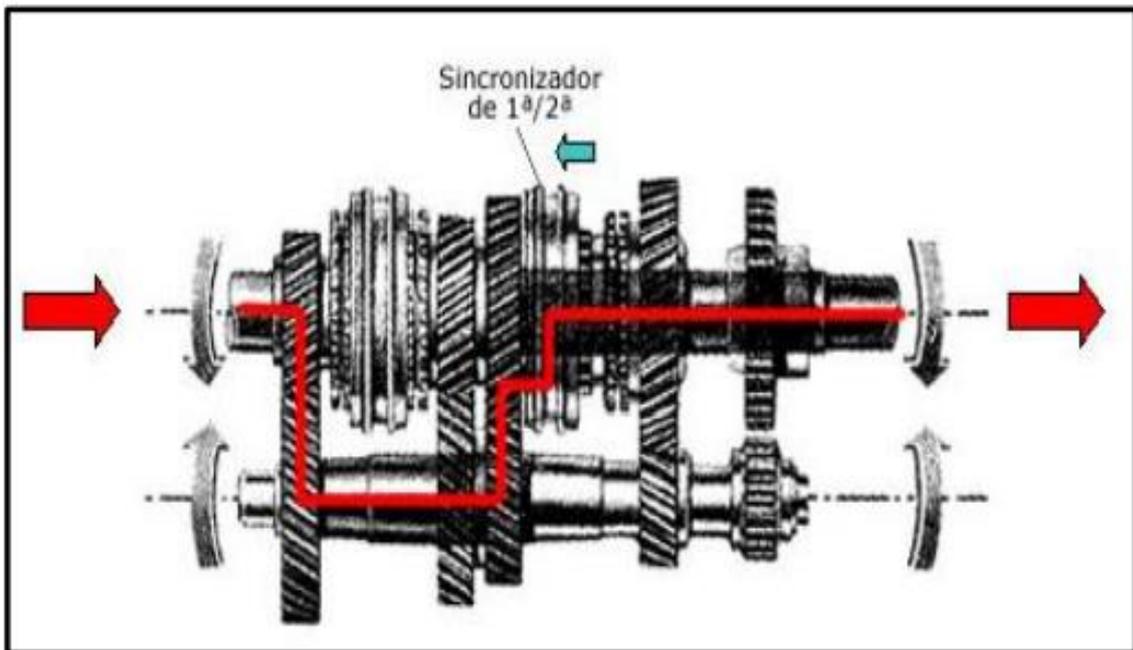


Nota. Ejemplo de movimiento de los engranajes y transferencia de energía al seleccionar la primera marcha. Tomado de (Enrique & Silverio, 2014)

Segunda velocidad. Según (Enrique & Silverio, 2014) nos indica que: “El desplazamiento del sincronizador de 1ª/2ª (N) hacia la izquierda, produce el enclavamiento del correspondiente piñón loco (J) del eje secundario, que se hace solidario de este eje. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la figura inferior, obteniéndose la oportuna reducción.” (Enrique & Silverio, 2014)

Figura 14

Movimiento del sincronizador al seleccionar la segunda marcha

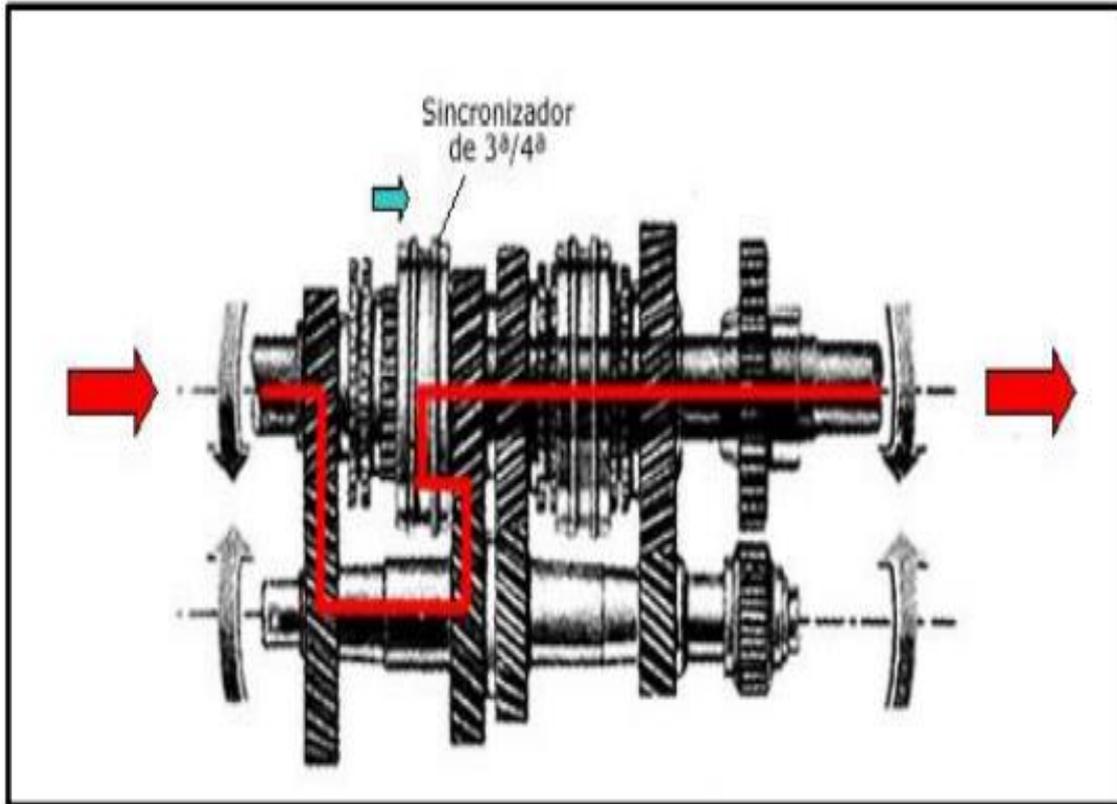


Nota. Ejemplo de movimiento de los engranajes y transferencia de energía al seleccionar la segunda marcha. Tomado de (Enrique & Silverio, 2014)

Tercera velocidad. Según (Enrique & Silverio, 2014) nos indica que: “El desplazamiento del sincronizador de 3ª/4ª (O) hacia la derecha, produce el enclavamiento del correspondiente piñón loco (H) del eje secundario, que se hace solidario de este eje. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la figura inferior, obteniéndose la oportuna reducción.”

Figura 15

Movimiento del sincronizador al seleccionar la tercera marcha

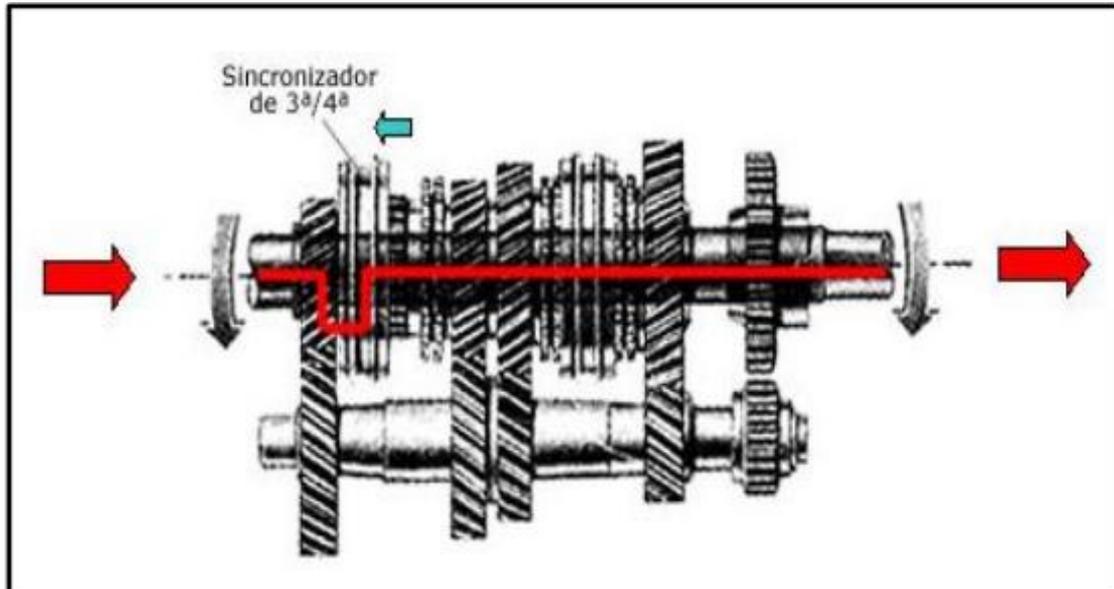


Nota. Ejemplo de movimiento de los engranajes y transferencia de energía al seleccionar la tercera marcha. Tomado de (Enrique & Silverio, 2014)

Cuarta velocidad. Según (Enrique & Silverio, 2014) nos indica que “El desplazamiento del sincronizador de 3ª/4ª (O) hacia la izquierda, produce el enclavamiento del correspondiente piñón de arrastre o toma constante (B) del eje primario, que se hace solidario con el eje secundario, sin intervención del eje intermediario en este caso. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la figura inferior, obteniéndose una conexión directa sin reducción de velocidad.”

Figura 16

Movimiento del sincronizador al seleccionar la cuarta marcha



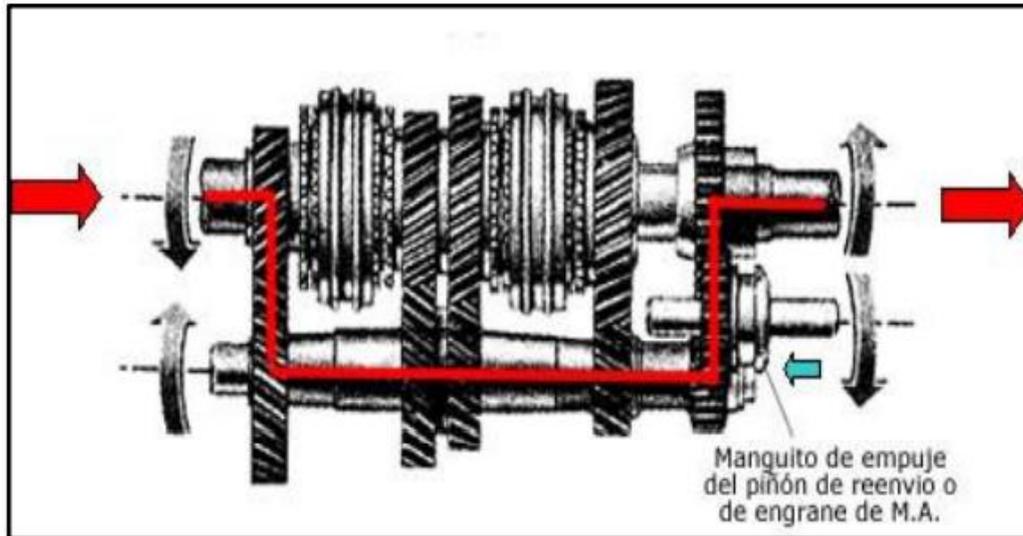
Nota. Ejemplo de movimiento de los engranajes y transferencia de energía al seleccionar la cuarta marcha. Tomado de (Enrique & Silverio, 2014)

Quinta velocidad. El desplazamiento del sincronizador de 5ª/Reversa (O) hacia la derecha, produce el enclavamiento del piñón el cual como ultima velocidad proporciona la potencia máxima en el automotor.

Marcha atrás. Cuando se selecciona esta velocidad, el engranaje de descenso (T) es empujado por el manguito. A medida que el engranaje de la caja de cambios se mueve, engrana con otros dos engranajes que tienen dientes rectos en lugar de estar inclinados como otros engranajes de la caja de cambios. El engranaje impulsor solo actúa como inversión de la rotación, por lo que la reducción de la rotación depende de las ruedas dentadas colocadas en los ejes intermedio y secundario. Tenga en cuenta que el engranaje en el eje secundario que pertenece a este engranaje es integral con el eje, a diferencia de lo que sucede con el resto del mismo eje "loco". (Enrique & Silverio, 2014)

Figura 17

Movimiento del sincronizador al seleccionar la marcha de reversa



Nota. Ejemplo de movimiento de los engranajes y transferencia de energía al seleccionar la marcha en reversa. Tomado de (Enrique & Silverio, 2014)

Cambio mecánico

Actualmente, las cajas de cambios de transmisión no automática que se utilizan en los turismos son engranajes cónicos y síncronos.

Entre los diferentes tipos de transmisiones existentes, se pueden distinguir las disposiciones habituales y el eje transmisión, tales como:

- Motor longitudinal delantero y tracción delantera.
- Motor longitudinal delantero y tracción trasera.
- Motor transversal delantero y tracción delantera.
- Motor trasero y tracción trasera.
- Motor delantero y tracción a los dos ejes. (Pedro Caiza, 2007)

Cada una de las configuraciones del sistema de tracción utilizadas, utilizando cajas de cambio, no difieren fundamentalmente en su funcionamiento, pero difieren en si integran el diferencial y los reductores finales.

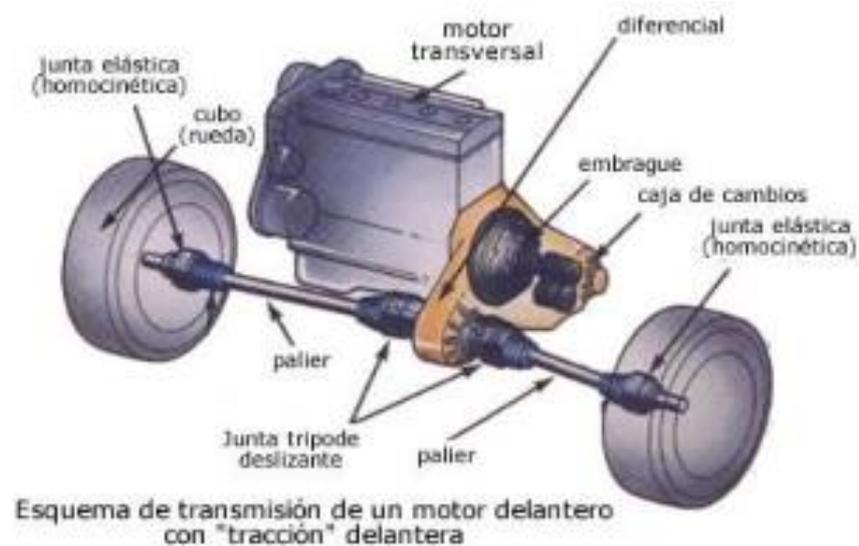
Uno de los factores diferenciadores puede ser el tipo o sistema de sincronización para equilibrar el giro de los diferentes ejes en la selección de marchas, y el sistema de bloqueo de las marchas seleccionadas o la propia selección de marchas.

Disposición comúnmente usadas

Caja de cambios simplificada. Este tipo de cajas se caracterizan por tener el conjunto diferencial en el mismo sitio, se puede ver que se utilizan en una gran cantidad de vehículos especialmente en los de tracción delantera siendo de esta manera que el motor y el conjunto de tracción están en un mismo sitio. (Manuel & Javier, 2023)

Figura 18

Caja de simplificada

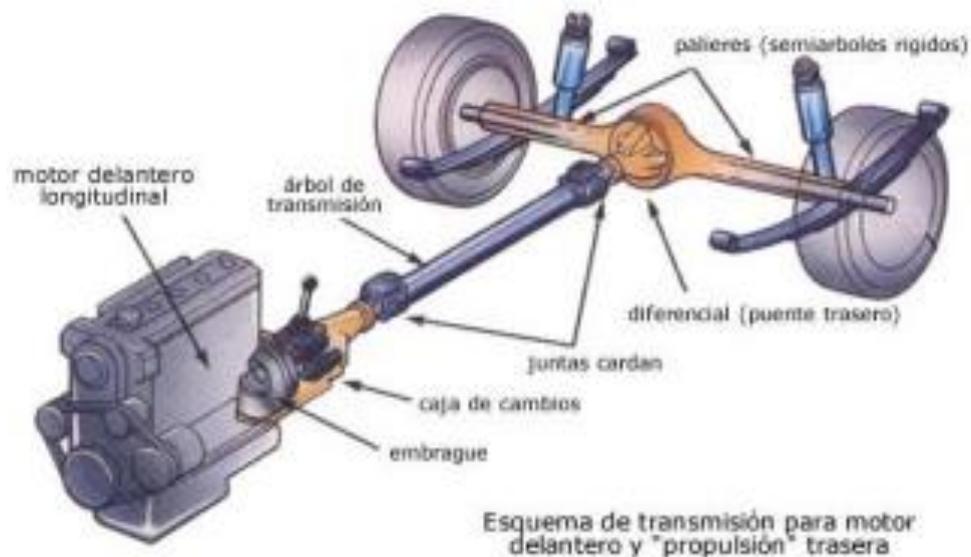


Nota. Ejemplo de una caja de cambios de transmisión delantera. Tomado de (Manuel & Javier, 2023)

Caja de cambios de dos ejes simples. Según (Manuel & Javier, 2023) afirma que “se encuentra diseñada para vehículos de tracción trasera y a simple vista se puede observar que el motor y el eje de tracción no se encuentra en un mismo lugar y también la caja no integra el sistema diferencial”.

Figura 19

Caja de cambios de dos ejes simples

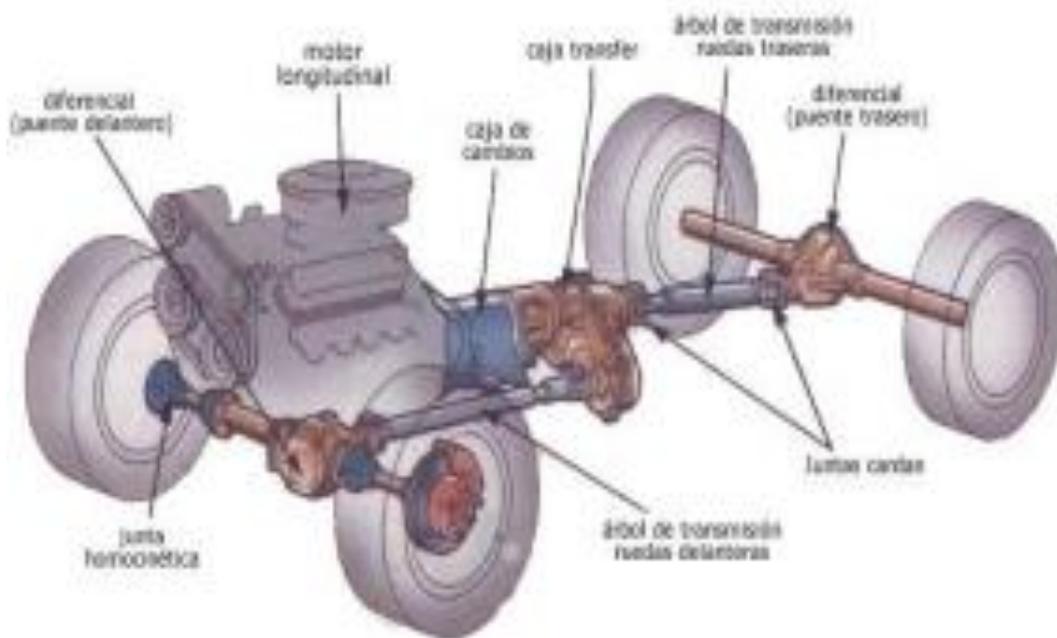


Nota. Posicionamiento de una caja de cambios utilizada para vehículos de transmisión trasera. Tomado de (Manuel & Javier, 2023)

Caja de cambios con eje intermediario. Este tipo de cajas de cambios se compone de tres ejes o árboles: el primario, el secundario y, colocado entre ellos, otro llamado eje intermediario. Estas cajas suelen utilizarse en composiciones de seis velocidades, que en la actualidad se montan con el objetivo de reducir el consumo de combustible y, con ello, las emisiones contaminantes, debido a que reducen el régimen del motor al disminuir el número de revoluciones. (Manuel & Javier, 2023)

Figura 20

Caja de cambios con eje intermediario



Nota. Ejemplo de caja de cambios usada para vehículos de en las 4 ruedas. Tomado de (Manuel & Javier, 2023)

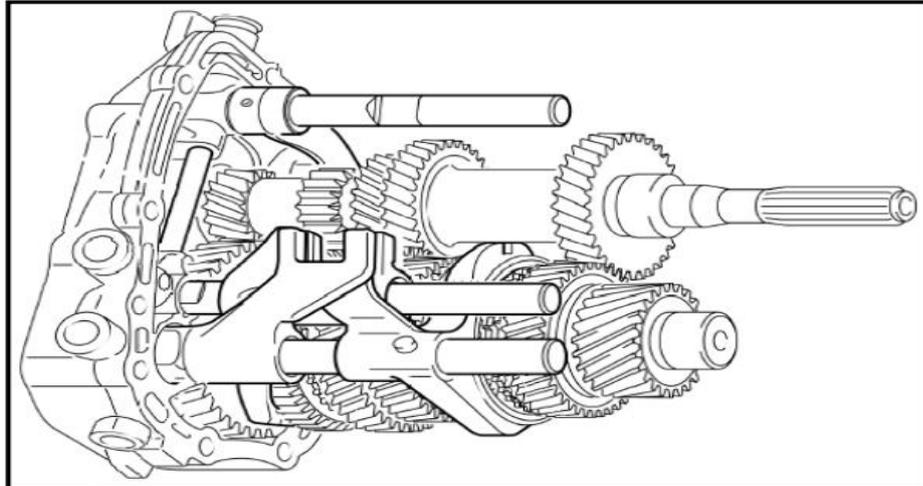
Descripción de la caja de cambios manual

Conjunto de engranajes

La caja de cambios consta de cinco pares de engranajes rectos helicoidales exteriores, uno para cada relación de transmisión. También hay una marcha atrás con un par de engranajes rectos y un engranaje auxiliar para cambiar las rpm. Se entregan continuamente y están equipados con sincronizadores. (Pedro Caiza, 2007)

Figura 21

Conjunto completo de engranajes de la caja de cambios manual



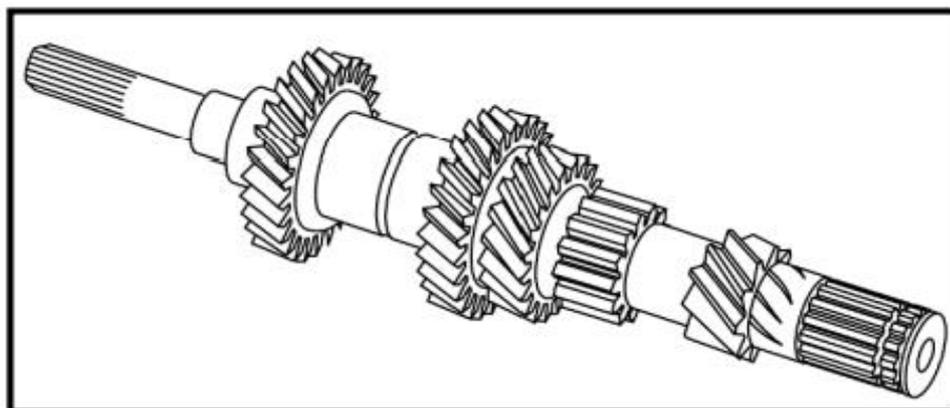
Nota. Demostración interna del conjunto de engranajes de la caja de cambios. Tomado de (Pedro Caiza, 2007)

Dispone de 2 dos ejes:

Eje primario o impulsor: es allí donde llega la fuerza proporcionada por el motor de combustión interna. En él se sitúan los piñones.

Figura 22

Eje primario

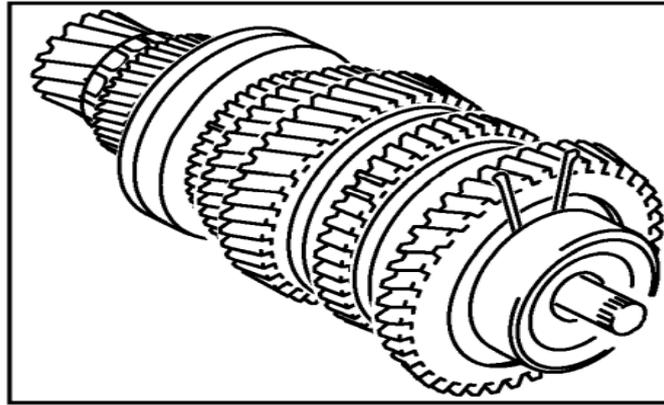


Nota. Demostración gráfica del eje primario de la caja de cambios mecánica. Tomado de (Pedro Caiza, 2007)

Eje secundario: en este se encuentran los engranajes para las marchas y cada uno de los sincronizadores, es decir, la salida del cambio realizado.

Figura 23

Eje secundario



Nota. Demostración gráfica del eje secundario de la caja de cambios mecánica. Tomado de (Pedro Caiza, 2007)

Conceptos de diseño

Engranajes. Los engranajes se estudian porque la mayoría de las máquinas implican la transmisión de movimiento giratorio de un eje a otro. Los engranajes son uno de los mejores medios disponibles para transmitir este movimiento sin sacrificar mucha potencia. (Enrique & Silverio, 2014)

Engranajes rectos. Tiene dientes paralelos al eje de rotación y se utiliza para transferir movimiento de un eje paralelo a otro. De todos los tipos, los engranajes rectos son los más simples. Como tal, se utiliza para crear las relaciones cinemáticas básicas de la geometría del diente. (Enrique & Silverio, 2014)

Engranajes helicoidales. Tienen un eje inclinado con respecto al eje de rotación y se utilizan para las mismas aplicaciones que los engranajes rectos. Cuando se usa de esta manera, se produce menos ruido debido al acoplamiento gradual de los dientes durante el acoplamiento. (Enrique & Silverio, 2014)

Engranajes cónicos e hipoides. Las superficies cónicas están dentadas y se utilizan principalmente para transmitir movimiento entre ejes que se cruzan. Los engranajes hipoides son muy similares a los engranajes helicoidales, excepto que los ejes están desplazados y no cruzados. (Enrique & Silverio, 2014)

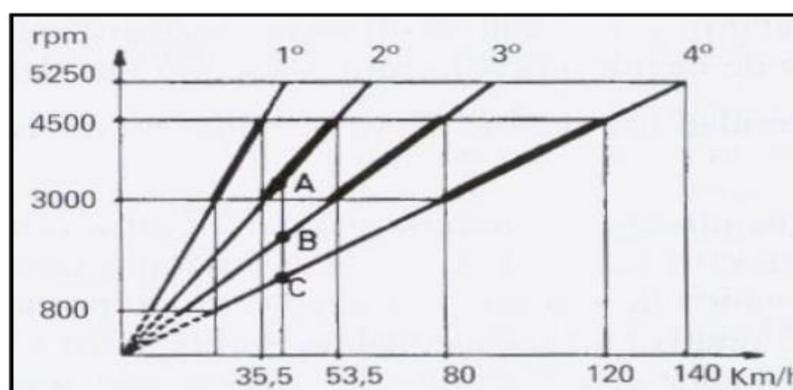
Determinación de las relaciones de cambio

Según (Pedro Caiza, 2007) afirma que: "Una caja de cambios es un convertidor de velocidad y par que actúa como reductor de velocidad o multiplicador de par. La caja de cambios es un elemento fundamental, ya que el motor térmico es inelástico y no puede utilizarse con un rendimiento aceptable a bajas revoluciones." (Pedro Caiza, 2007)

Trazar la relación de la caja de cambios de un automóvil en un gráfico muestra la velocidad del vehículo en el eje x y la velocidad del motor en el eje y. Entonces obtenemos una serie de líneas que representan diferentes velocidades. Dado que la relación de cada velocidad es diferente, se puede ver que las mismas rpm dan diferentes velocidades dependiendo de la relación de transmisión. (Pedro Caiza, 2007)

Figura 24

Determinación de las relaciones de cambio según las rpm



Nota. Ilustración gráfica de las relaciones de cambio conforme a las rpm y la distancia de recorrido. Tomado de (Pedro Caiza, 2007)

Tenga en cuenta que la relación más corta de la caja de cambios primero debe ser una relación de reducción que duplique el par del motor lo suficiente como para que el

automóvil supere una pendiente del 25%. Del mismo modo, es posible arrancar con una pendiente del 15 % con una aceleración de 0,5 m/s².

En la tabla 1 se muestran las diferentes relaciones, esta rotación de los engranajes se la realiza mediante la los dos piñones que entran en cada marcha de velocidad, y la relación del diferencial entre el piñón de ataque con la corona.

Tabla 1

Relación de marchas de la caja de cambios mecánica

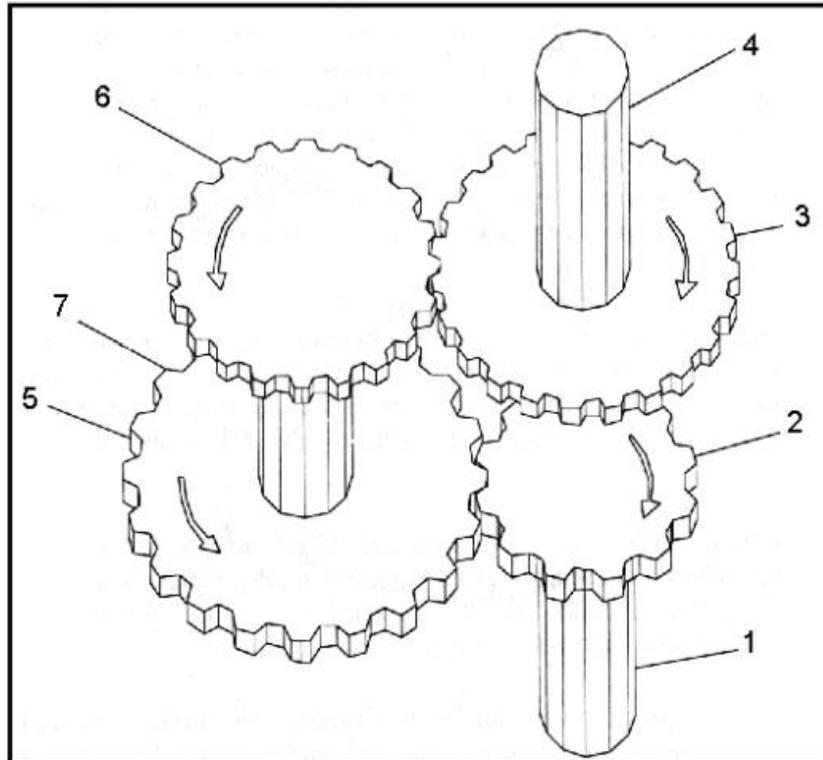
1ra	3,73
2da	2,05
3ra	1,32
4ta	1,03
5ta	0,82
Marcha atrás	3,55
Diferencial	4,36

Nota. Tabla de relación de marchas de la caja de cambios. Tomado de (Manual de Renault Sandero 2015, 2016)

Relación de transmisión

Una transmisión consiste básicamente en una combinación de varios juegos de engranajes con diferentes valores de reducción para que el movimiento se transfiera desde el eje de entrada (1) al eje de salida (4) como se muestra en el diagrama a continuación.

(Pedro Caiza, 2007)

Figura 25*Trenes de engranajes*

Nota. Relación de transmisión de los trenes de engranaje de la caja de cambios. Tomado de (Pedro Caiza, 2007)

El eje desde el cual se origina el movimiento del motor (1) se denomina eje impulsor o eje primario, y el eje a través del cual se transmite el movimiento del reductor (4) al diferencial se denomina eje motriz o eje secundario. Un eje con ruedas de entrenamiento adheridas para reducir el número de revoluciones se denomina eje intermedio. (Pedro Caiza, 2007)

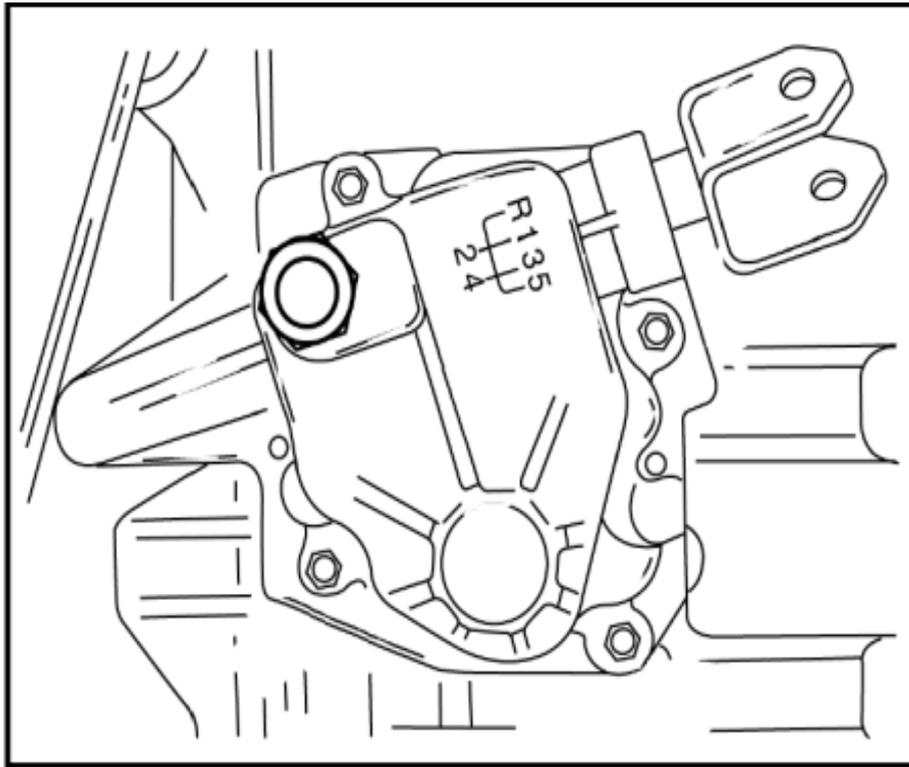
Por lo tanto, el uso de una caja de cambios mantiene la potencia producida por el motor dentro de los límites operativos óptimos en diferentes condiciones de funcionamiento, aumentando así el par de salida a expensas de reducir la velocidad de la rueda. La relación de reducción es la siguiente. La relación de transmisión aplicada a la caja de cambios para aumentar el par requerido por la rueda se denomina relación de transmisión, que es una función del diámetro del engranaje y la cantidad de dientes del engranaje.

Mando de selección

En el interior de la tapa de control de marchas existen varias partes móviles que transmiten diferentes movimientos para cambiar cada marcha.

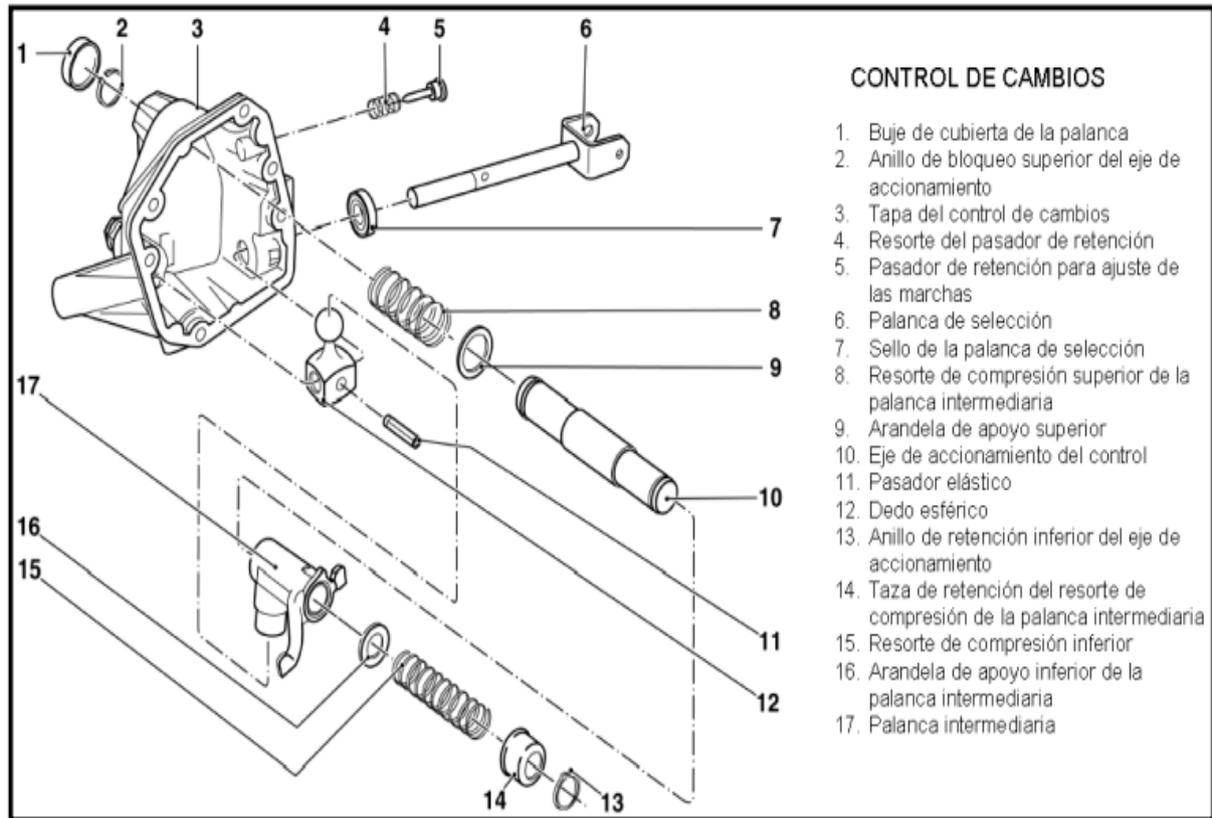
Figura 26

Tapa de control de cambios



Nota. Tapa selectora de cambios. Tomado de (Pedro Caiza, 2007)

El control de cambios lo proporciona la palanca selectora (6), que transmite movimiento al dedo esférico (12) para mover la palanca intermedia (17). El selector (6) tiene dos movimientos, el primero para girar a la izquierda o derecha, y el segundo para girar axialmente, es decir, empujar o jalar para seleccionar la velocidad.

Figura 27**Control de cambios**

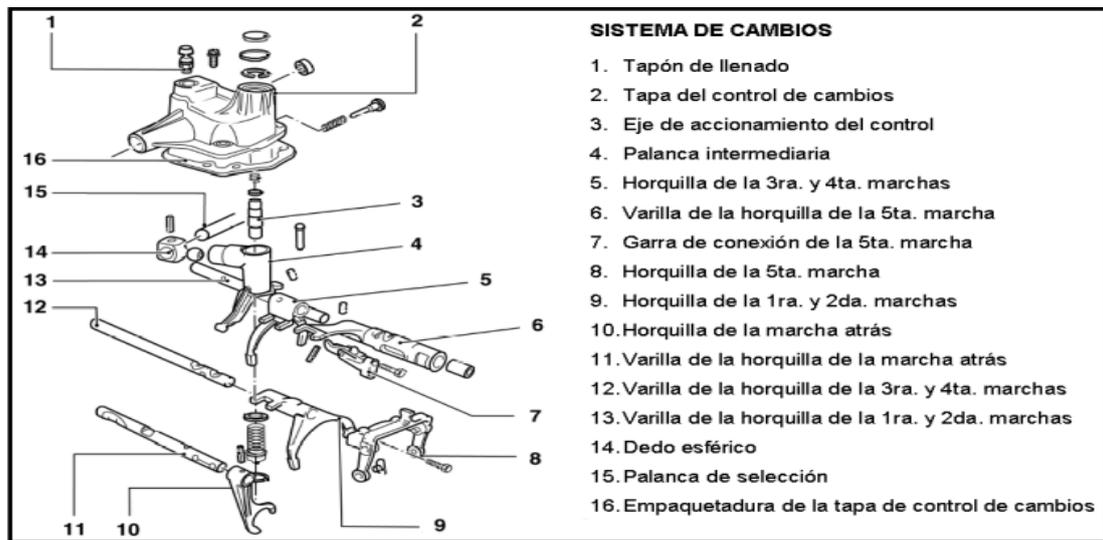
Nota. Ejemplo del control de cambios. Tomado de (Pedro Caiza, 2007)

Sistema interno del control de cambios

La transmisión de movimiento viene dada al momento de desplazar la palanca intermedia 17, como se puede visualizar en la (**figura 27**), el cual dirige el desplazamiento a las diferentes horquillas, que al momento de ser movidas éstas transmitirán el movimiento al conjunto sincronizador para que la marcha engrane con facilidad.

Figura 28

Sistema de cambios

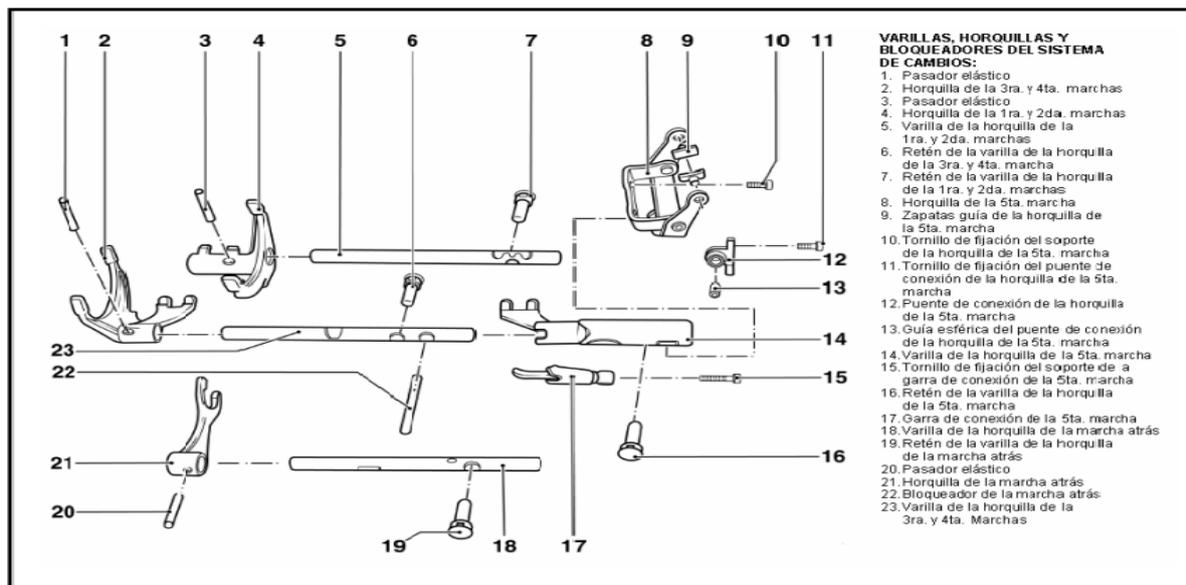


Nota. Ilustración del sistema de cambios. Tomado de (Pedro Caiza, 2007)

Varillaje, horquillas y bloqueadores del sistema de cambios:

Figura 29

Varillaje, horquillas y bloqueadores



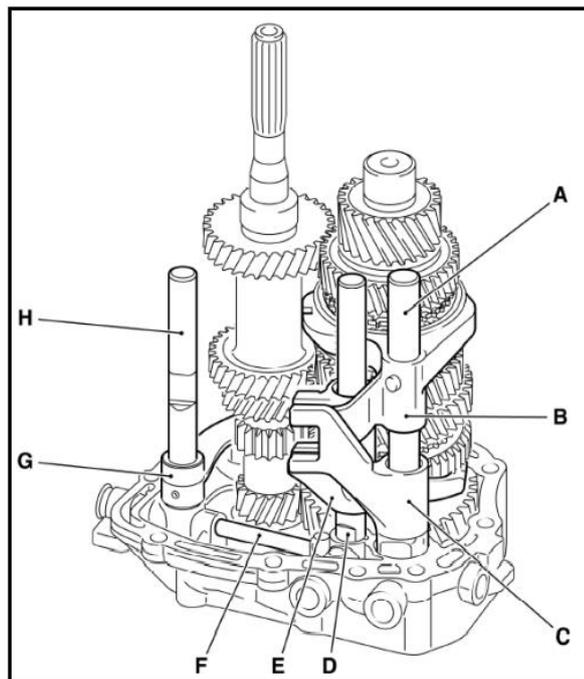
Nota. Ilustración de las varillas, horquillas y bloqueadores del sistema de cambios. Tomado de (Pedro Caiza, 2007)

Varillaje y horquillas:

- A. Varilla de mando del engranaje de 3ra. / 4ta.
- B. Horquilla de cambio del engranaje de la 3ra. / 4ta.
- C. Horquilla de cambios del engranaje de la 5ta.
- D. Varilla de mando del engranaje de la 1era. / 2da.
- E. Horquilla de cambios del engranaje de la 1era. / 2da.
- F. Pasador de retención (bloqueador de la marcha en reversa).
- G. Horquilla de cambios del engranaje de la marcha atrás.
- H. Varilla de mando del engranaje de la marcha atrás. (Pedro Caiza, 2007)

Figura 30

Varillaje y horquillas



Nota. Ilustración sobre las varillas y horquillas del sistema de cambios. Tomado de (Pedro Caiza, 2007)

Rodamientos

Según (Enrique & Silverio, 2014) afirma que: “El eje está montado sobre cojinetes que le permiten girar sobre la carcasa. Los rodamientos reducen la fricción y el desgaste, facilitan el rodamiento y prolongan el mantenimiento de los componentes de la transmisión.”

Figura 31

Rodamiento de los ejes



Nota. Rodamiento de diferentes ejes. Tomado de (Ramírez, 2014)

Tabla 2

Tipos de rodamientos

Tipo	Ventajas	Inconvenientes
Rodamientos de bolas de una o dos hileras	Altas velocidades de giro.	Soportan cargas axiales muy pequeñas.
Rodamientos de rodillos cilíndricos	Soportan cargas medias radiales.	No permiten cargas axiales.
Rodamientos de rodillos cónicos	Se pueden montar con poca diferencia de diámetros entre ejes	Soportan grandes cargas radiales. No permiten cargas axiales.
Rodamientos de rodillos cónicos	Soportan grandes cargas axiales y radiales	Necesitan un reglaje de precarga en el montaje.

Nota. Tabla de ventajas y desventajas de los tipos de rodamientos existentes. Tomado de (Enrique & Silverio, 2014)

Conjunto sincronizador

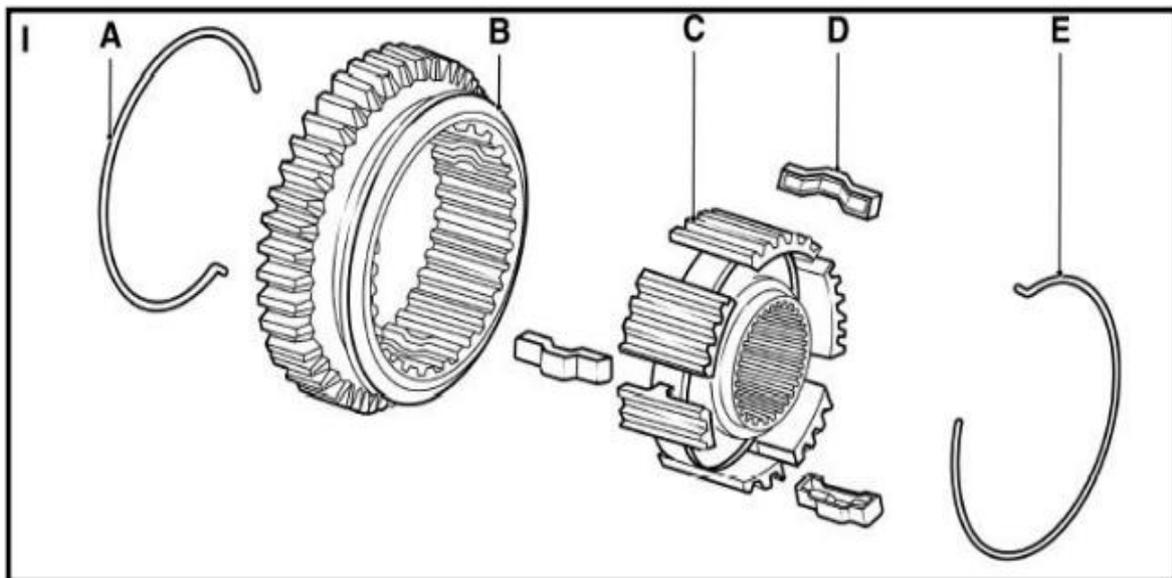
Los sincronizadores presentan una superficie cónica para el respectivo acoplamiento realizando una operación progresiva y silenciosa, obteniendo así una sincronización de velocidades entre el eje primario y el eje secundario.

Al momento de seleccionar una marcha, se realiza el movimiento de desplazamiento axial del sincronizador para que este se acople con el piñón correspondiente, para que éste último gire con el eje secundario.

- A. Resorte de retención (anterior) del conjunto de sincronización.
- B. Manguito de encastre.
- C. Cuerpo de sincronización.
- D. Anillos de retención
- E. E. Resorte de retención (posterior). (Pedro Caiza, 2007)

Figura 32

Conjunto de sincronización de la marcha



Nota. Partes del conjunto de sincronización de la marcha. Tomado de (Pedro Caiza, 2007)

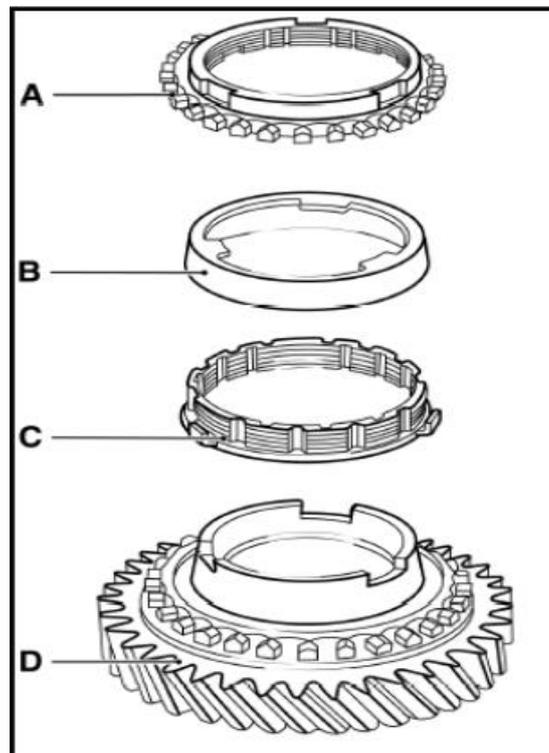
Piezas del conjunto de engranajes de marcha

Marchas con 3 conos:

- A. Anillo de sincronización anterior
- B. Anillo separador (cono de acero)
- C. Anillo de sincronización posterior
- D. Engranaje

Figura 33

Piezas del conjunto de engranajes de marcha

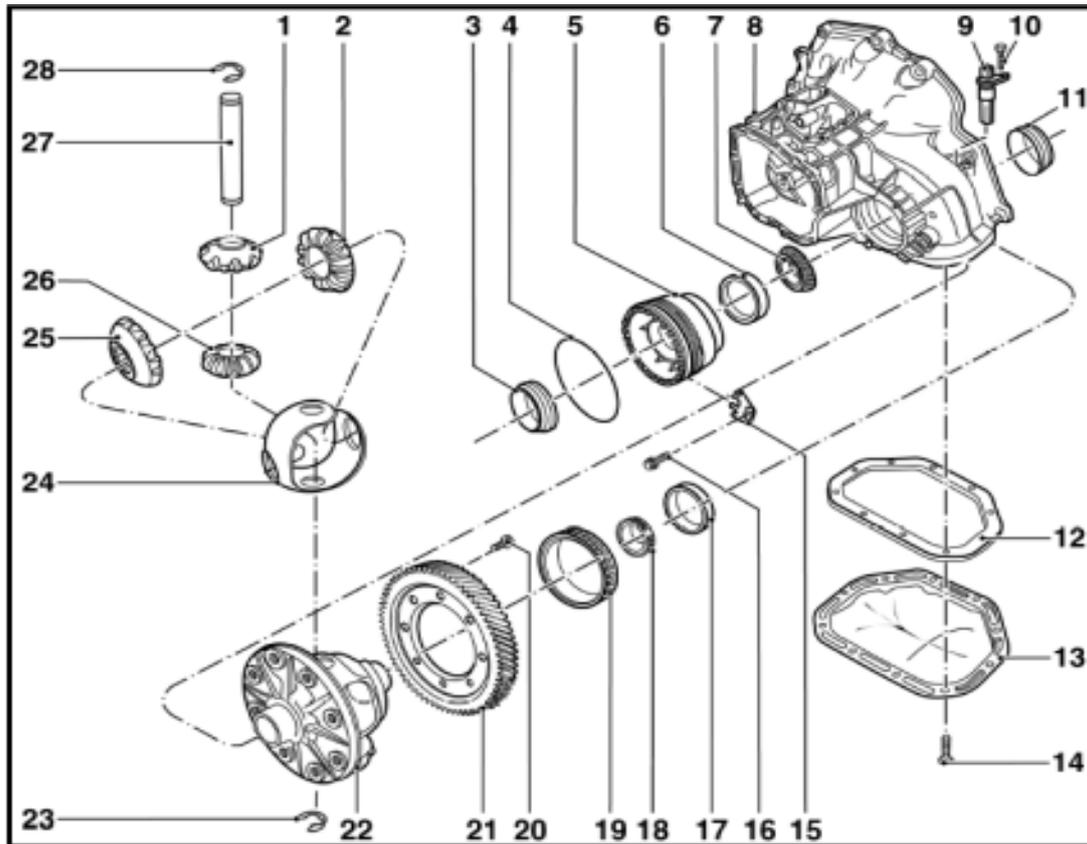


Nota. Partes del conjunto de engranajes de marcha. Tomada de (Pedro Caiza, 2007)

Diferencial

Según (Rodríguez, 2015) afirma que: “El propósito del diferencial es mantener constante la velocidad de rotación total de las ruedas motrices, permitiéndoles girar a diferentes velocidades bajo ciertas circunstancias. Un mecanismo que ajusta el número de rotaciones de las ruedas motrices en la dirección de desplazamiento.”

1. Engranaje satélite
2. Engranaje planetario
3. Sello lateral de la transmisión (lado izquierdo)
4. Anillo de sello del manguito de ajuste de los cojinetes
5. Manguito de ajuste de los cojinetes
6. Pista exterior del cojinete de la caja del diferencial
7. Cojinete de la caja del diferencial
8. Caja de la transmisión
9. Sensor del velocímetro
10. Tornillo de fijación del velocímetro
11. Sello lateral de la transmisión (lado derecho)
12. Empaquetadura de la tapa del diferencial
13. Tapa del diferencial
14. Tornillo de fijación de la tapa
15. Bloqueo del manguito de ajuste
16. Tornillo de fijación del bloqueo del manguito de ajuste
17. Pista exterior del cojinete de la caja del diferencial
18. Cojinete de la caja del diferencial
19. Anillo impulsor del sensor de velocidad
20. Tornillo de fijación de la corona
21. Corona
22. Caja del diferencial
23. Bloqueo del eje de los engranajes satélites
24. Capa de poliamida
25. Engranaje planetario
26. Engranaje satélite
27. Eje de los engranajes satélites
28. Bloqueo del eje de los engranajes satélites. (Pedro Caiza, 2007)

Figura 34*Diferencial*

Nota. Ilustración gráfica de un diferencial y sus partes. Tomado de (Pedro Caiza, 2007)

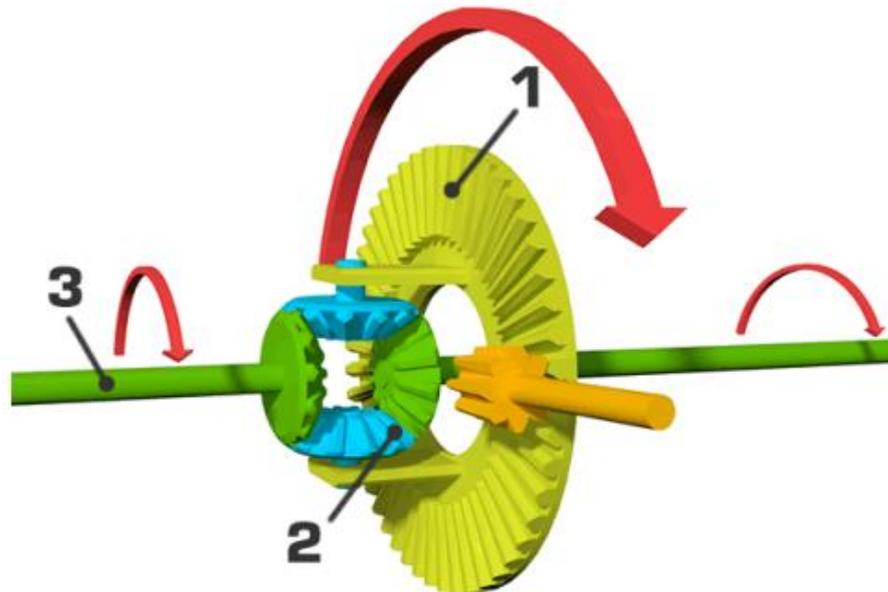
Funcionamiento

Marcha en línea recta

En línea recta, el engranaje es accionado por el eje impulsor y transmite su movimiento a la caja del diferencial unida a él. A medida que gira la caja, estos elementos son impulsados por los ejes de los cojinetes planetarios, que actúan como cuñas para los engranajes planetarios, que giran en la misma dirección y a la misma velocidad que giran según la ley de la corona. alineación. En esta situación el satélite no gira alrededor de su eje. (Rodríguez, 2015)

Figura 35*Marcha en línea recta*

Marcha en línea recta

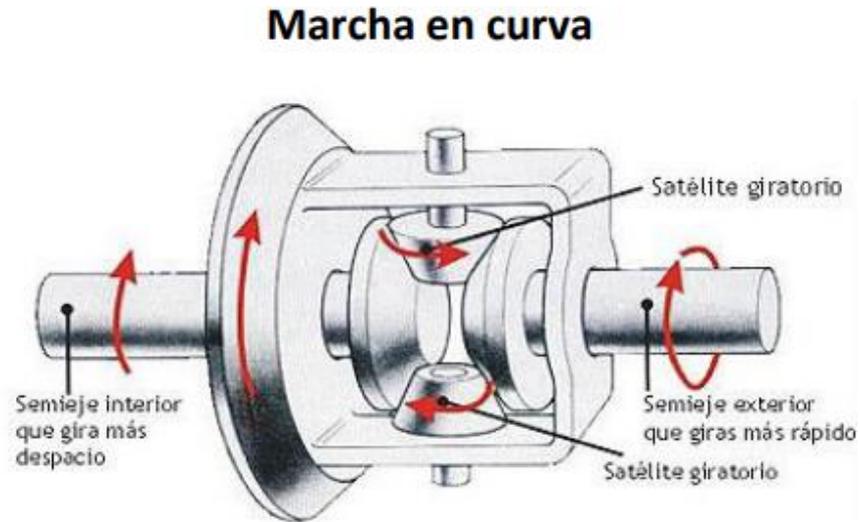


Nota. Ejemplo del movimiento del diferencial cuando el vehículo se mueve en línea recta.

Tomado de (Rodríguez, 2015)

Marcha en curva

Al girar, las ruedas exteriores deben girar más rápido que las ruedas interiores. Esto se debe a la larga distancia recorrida. Las ruedas interiores tienen más resistencia a la dirección. Esto sucede como si solo se estuviera frenando esa rueda debido a la gran distancia recorrida. A medida que su rotación se ralentiza, también lo hace el correspondiente engranaje solar, y el satélite tiende a rodar sobre él, duplicando la rotación del otro engranaje. De esta forma, la rotación perdida de una rueda es compensada por la otra, y la acción compensadora de los satélites ajusta automáticamente la rotación de cada rueda. (Rodríguez, 2015)

Figura 36*Marcha en curva*

Nota. Movimiento de un planetario más que el otro. Tomado de (Rodríguez, 2015)

Cable de embrague

Un cable de embrague conecta el pedal del embrague al propio embrague. El acoplamiento debe estar activo en todos los interruptores y al inicio. Debido a la tensión constante, el cable debe ser muy resistente y duradero.

Figura 37*Cable de embrague*

Nota. Cables de embrague de varios diseños. Tomado de (SACHS, 2020)

Bomba de embrague

Bomba de embrague sirve para accionar la horquilla y luego está acopla o desacopla el disco de embrague, esta se encuentra conectada con el pedal del embrague, el cual al presionar envía líquido por las cañerías hasta llegar a la bomba secundaria y posteriormente accionar el collarín.

Figura 38

Bomba de embrague



Nota. Bomba hidráulica del embregue. Tomado de (Manuel & Javier, 2023)

Embrague

Es el mecanismo encargado de acoplar y desacoplar la salida del par motor del motor de combustión interna hacia las ruedas. Para realizar esta función, une el giro del motor con la caja de cambios, permitiendo así que las ruedas motrices realicen el movimiento cuando esté seleccionado una marcha.

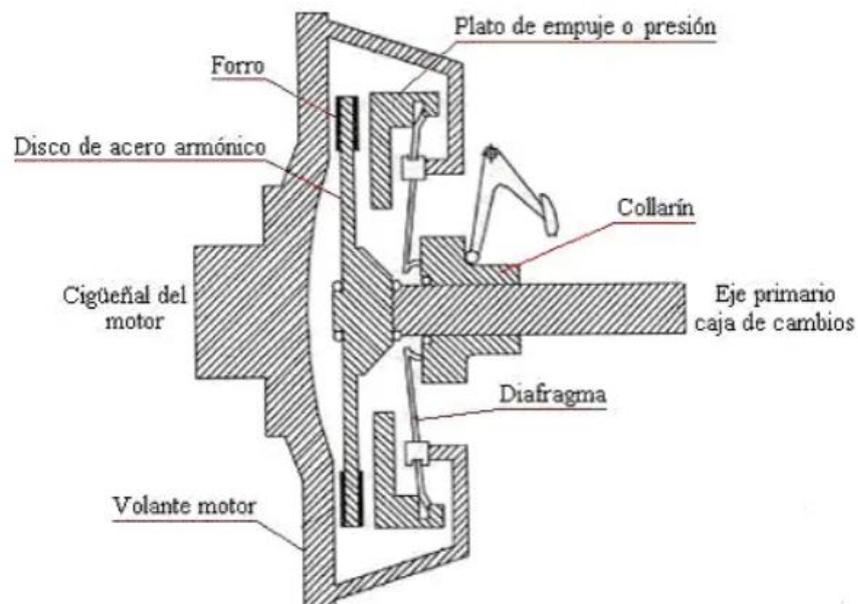
Tipos de embrague

Embrague mecánico

Cuando el disco de embrague se encuentra presionado por el volante de inercia del motor y por el plato de presión. Para desacoplar la transmisión y poder cambiar de marcha entra en acción el cojinete de desembrague, el cual ejerce la fuerza necesaria sobre el diafragma. Esto produce el desplazamiento del plato de presión liberando el disco de embrague, momento en el que se cambia de engranaje en la caja de cambios. (Monferrer, 2018)

Figura 39

Embrague mecánico



Nota. Constitución de un embrague mecánico. Tomado de (Monferrer, 2018)

Embrague de fricción

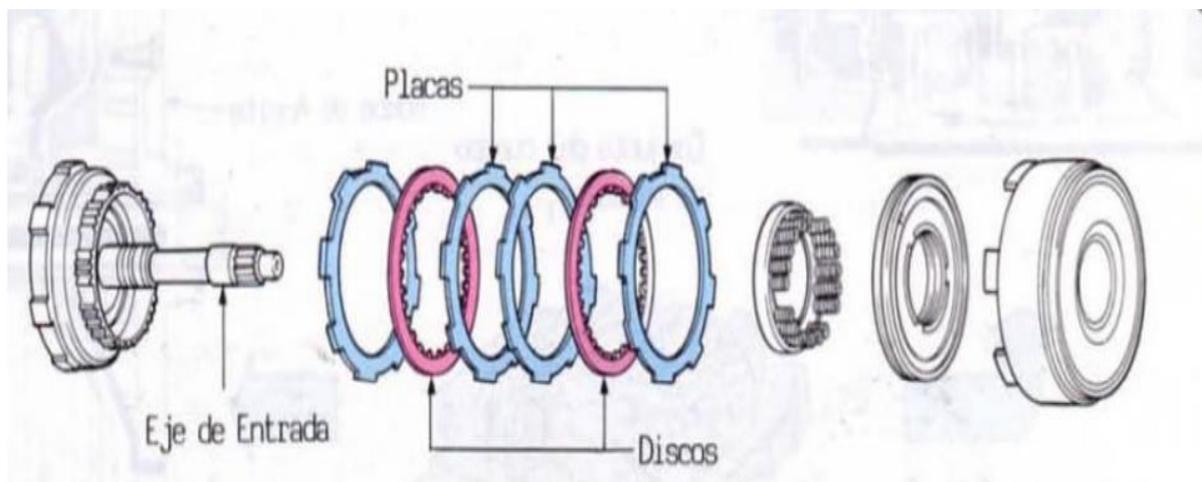
Los embragues de fricción que frenan los distintos elementos de los trenes epicicloidales son muy semejantes a los frenos de disco. Están formados por una serie de

placas, la mitad de las cuales está fijada en un anillo exterior, llamado tambor metálico de embrague, solidario con el planetario, y la otra mitad lo está en el porta satélites.

Cuando, gracias al envío de presión hidráulica, se aprisionan entre sí los dos conjuntos de placas de los que dispone el embrague, se frenan el planetario y el porta satélites, lo que bloquea al tren epicycloidal proporcionando una transmisión directa.

Figura 40

Embrague de fricción



Nota. Constitución interna del embrague de fricción. Tomado de (Torrez, 2019)

Árbol de transmisión

Este es el elemento encargado de transmitir la transmisión de la caja de cambios al grupo de conos diferenciales y se puede extender en longitudes variables para permitir el movimiento axial y variar la distancia entre la caja de cambios y la transmisión. Grupos de conos, para vibraciones de suspensión. La alineación del soporte es elástica para absorber el movimiento hacia adelante. (Rodríguez, 2015)

Figura 41*Árbol de transmisión extensible*

Nota. Árbol de transmisión extensible para tracción trasera. Tomado de (Rodríguez, 2015)

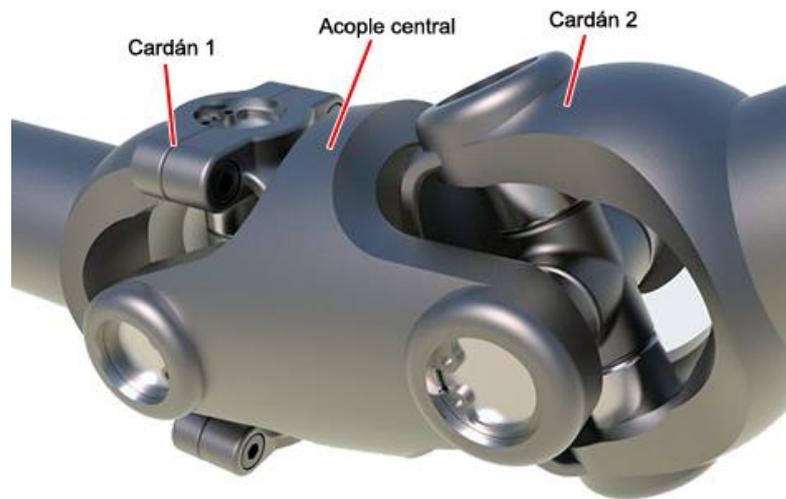
Juntas

Su misión es dar flexibilidad a las uniones del árbol de las deformaciones oscilantes de la parte trasera del puente de la suspensión. Las comúnmente empleadas son:

Junta universal cardan

Según (Rodríguez, 2015) afirma que “su elemento básico es la cruceta, a cuyos brazos se unen mediante cojinetes y circlips a los extremos de las horquillas que forman parte de los ejes a unir”.

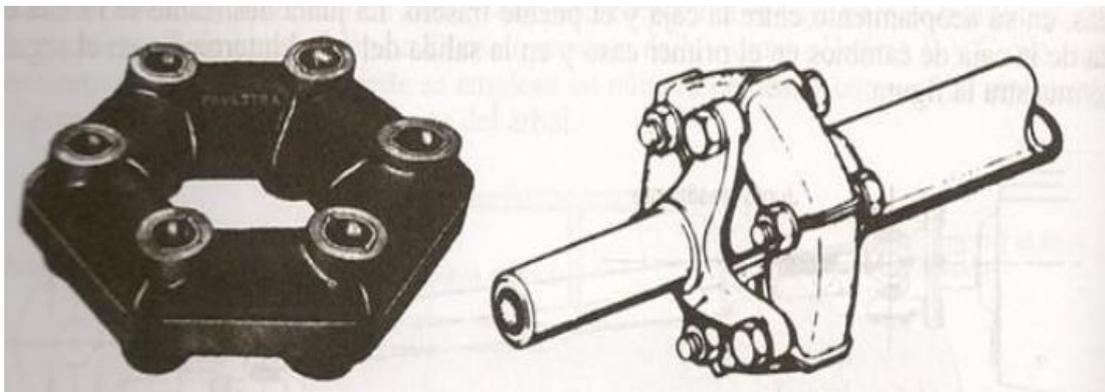
Estos tipos de elementos se los puede diferenciar de la triceta debido a su composición numérica y a la forma de los rodamientos que tiene en cada una de sus puntas.

Figura 42*Junta universal cardan*

Nota. Partes de la junta universal cardan. Tomado de (Bruzos & Bruzos, 2008)

Junta universal elástica

Consiste en una serie de arandelas o discos de tela de goma, de manera que son elásticas y se fijan al eje mediante una horquilla especial. También se pueden hacer con anillos de goma. Esto permite alguna desviación. Además, su deformabilidad permite la eliminación de elementos deslizantes. (Rodríguez, 2015)

Figura 43*Junta elástica*

Nota. Ilustración de la junta elástica del árbol de transmisión. Tomado de (Barajas, 2016)

Lubricante

En todo componente se necesita realizar un buen cuidado para que estos duren y funcionen correctamente, la caja de cambios posee componentes que se encuentran en fricción constantemente y esto obliga que se coloque un líquido para que esa fricción no haga que las piezas se desgasten rápidamente es ahí donde entran los lubricantes que recomienda el fabricante. Para la caja manual del Renault Sander, el fabricante recomienda un aceite multigrado SAE 75W-80 esto debido al cambio a veces brusco de temperaturas. (Manuel & Javier, 2023)

Figura 44

Aceite o lubricante para caja de cambios



Nota. Lubricante para cajas de cambios. Tomado de (Manuel & Javier, 2023)

Mantenimiento

Los trabajos en el departamento de mantenimiento u operaciones, también llamado departamento de operaciones, están estrechamente relacionados con la prevención de accidentes y lesiones de los trabajadores porque son los responsables de mantener los vehículos de la empresa, los lugares de trabajo, las herramientas y la maquinaria, y ayudar a la empresa a realizar su trabajo. Mejor. Un ambiente de trabajo para garantizar la eficiencia y seguridad en el trabajo de los trabajadores y evitar riesgos en el área de trabajo.

La finalidad de un mantenimiento es reparar fallos de manera rápida, eficaz y con rentabilidad económica ajustable, de tal manera que la inversión realizada para la reparación se vea reflejada en la producción del mismo.

Objetivo del mantenimiento

El presentación de un diseño de implementación de un sistema organizacional e informatización, es sin duda el principio ligado a un servicio con objetivos determinados.

Cualquier tipo de modificación al sistema debe desarrollarse con demasiada precaución para evitar malos entendidos e incluso su ejecución.

Para el mantenimiento de cajas de cambios la información debe estar encaminada y detallada a los siguientes puntos:

- Diminución de costos en el mantenimiento correctivo
- Maximizar la vida útil del conjunto a reparar
- Desempeño al máximo al momento de volver a operar el producto.

Tipos de mantenimiento

- Mantenimiento predictivo.** Su misión es predecir la falla antes de que ésta se produzca. En otras palabras, se anticipa a la falla antes de que el elemento diagnosticado o el conjunto en si deje de funcionar. Para lograr esto se ayudan de herramientas y en la actualizad ya existen aparatos de diagnóstico los cuales facilitan una mejor inspección guiándose además del manual del vehículo.
- Mantenimiento preventivo.** Nace de la necesidad de minimizar de forma parcial al mantenimiento correctivo y todo lo que lleva asociado. El objetivo es reducir las reparaciones mediante inspecciones periódicas y el remplazo de averiados.

- c) **Mantenimiento correctivo.** Es el encargado de reparar cuando se ha producido el fallo total y detención de la maquina o vehículo. En este tipo de mantenimiento es donde se prevé un listado de repuestos, mano de obra, etc.

Capítulo III

Desarrollo del tema

Rehabilitación de la caja de cambios

Para la arreglo de la caja de cambios del vehículo Renault Sandero 2011 se efectuó la inspección visual para determinar todos los daños existentes en la transmisión, una limpieza para verificar si el elemento está totalmente afectado, la reparación si el elemento aún tiene la capacidad de ser restaurado y de ser el caso el reemplazo.

Figura 45

Caja de cambios de Renault



Nota. Fotografía tomada de la caja de cambios a reparar

Diagnostico visual en general antes de desmontar una caja de cambios

- Realizar un chequeo de todos los fluidos del automóvil
- Chequear los soportes del motor y caja de cambios
- Conexiones eléctricas de la caja de cambios
- Inspeccionar el estado del velocímetro y el sensor de retro

- Revisar articulaciones homocinéticas
- Revisar el estado del roscado del tapón de vacío y llenado

Caja de cambios

La caja de cambios según la inspección presentó atascamiento en los ejes, (primario y secundario), debido a la colisión el conjunto se encontraba sin aceite dado que contenía fisuras en la coraza y la tapa de control de cambios dado que, al momento de seleccionar una marcha no realizaba ningún movimiento.

Proceso de extracción de la caja de cambios

Primeramente, desconectar la batería comenzando por el borne negativo:

1. Extraer la brida de la batería
2. La batería
3. Extraer el soporte bajo la batería
4. Retirar la tapa de la caja de fusibles
5. Extraer el tubo de aire
6. Desgrapar el cable de embrague
7. Desconectar el captador de velocidad motor
8. Extraer las fijaciones del cableado eléctrico
9. Apartar el fuelle de mando de la caja de cambios
10. Retirar la tuerca de la varilla de mando de la caja de cambios
11. Desconectar el conector de marcha atrás
12. Retirar el tubo de escape extrayendo las tuercas de sujeción
13. Extraer las tuercas de sujeción de la parte frontal de la cuna
14. Extraer la bieleta de recuperación de par
15. Extraer la tuerca de soporte de la caja de cambios
16. Extraer los tornillos de fijación del soporte de la caja de cambios

17. Colocar el gato hidráulico bajo la caja de cambios
18. Extraer los tornillos de inferiores del contorno de la caja de cambios
19. Colocar un gato hidráulico bajo el motor de combustión
20. Extraer la caja de cambios. (Renault, 2004)

Figura 46

Extracción de la caja de cambios



Nota. Caja de cambios fuera del motor.

Solución

Al tener la caja de cambios fuera del vehículo se realizó la extracción de las corazas, con la ayuda de un desarmador plano se procedió a destrabar la caja de cambios debido al atascamiento de las horquillas de selección de cambios.

Reposición

Para la reposición de todo el conjunto es necesario seguir los pasos de forma inversa a la cual se realizó la extracción.

Tabla 3

Pares de apriete de los soportes y elementos auxiliares de la caja de cambios

Pares de apriete	
Tornillos del contorno de la caja y motor de arranque	44 N.m
Tornillos de fijación de la cuna en la parte delantera	105 N.m
Tornillos de la bieleta de recuperación de par de la caja	105 N.m
Tornillos del soporte pendular sobre la caja	62 N.m
Tornillos del soporte de estribo	105 N.m

Nota. Pares de apriete de los soportes y elementos auxiliares de la caja de cambios.

Tomado de (Renault, 2004)

Retenedor de la palanca de control de cambios

De acuerdo a la inspección visual realizada a este elemento se determinó que el elemento se encontraba expandido y fisurado debido al fuerte movimiento de la colisión, causando fugas al momento de seleccionar las diferentes marchas.

Proceso de extracción de la palanca de control de cambios

1. Colocar en neutro la caja de cambios
2. Aflojar el perno de sujeción
3. Realizando movimientos hacia arriba para levantar el mango de control.
4. Con una uñeta o cincel levantar el tenedor

Figura 47

Extracción de la palanca de control de cambios



Nota. Proceso de extracción de la palanca selectora de cambios

Solución

Debido a que el elemento contenía fisuras, se procedió al reemplazo, realizando pruebas de estanqueidad en la coraza para verificar si no filtraba aceite por las paredes el retenedor.

Reposición

1. Colocar silicón gris alrededor del orificio
2. Colocar el retenedor de acuerdo a su posición
3. Ajustar el perno de sujeción

Coraza de la caja de cambios

En este punto se determinó solo el daño de la coraza superior debido al fuerte impacto recibido y retroceso de la cuna motor, cuenta con una fisura en la frontal el mismo que ocasionó la fuga de aceite.

Extracción de la coraza

1. Retirar la tapa de la quita marcha
2. Extraer las tuercas de sujeción de los piñones
3. Retirar el pasador elástico
4. Extraer la horquilla selectora
5. Extraer los piñones de retro y de quinta
6. Aflojar los tornillos de sujeción de la coraza intermedia
7. Retirar la coraza

Figura 48

Extracción de la coraza





Nota. Extracción de la coraza que cubre los ejes de los piñones.

Solución

Se procede a la adquisición de un nuevo componente debido a las fisuras encontradas en la misma para el correspondiente cambio.

Resolución

1. Colocar silicón gris alrededor de la coraza inferior
2. Centrar el varillaje y asentar la coraza superior
3. Ajustar los pernos de sujeción
4. Colocar los piñones de quita y retro
5. Centrar la horquilla selectora
6. Introducir el pasador elástico
7. Ajustar los tornillos de sujeción de los piñones

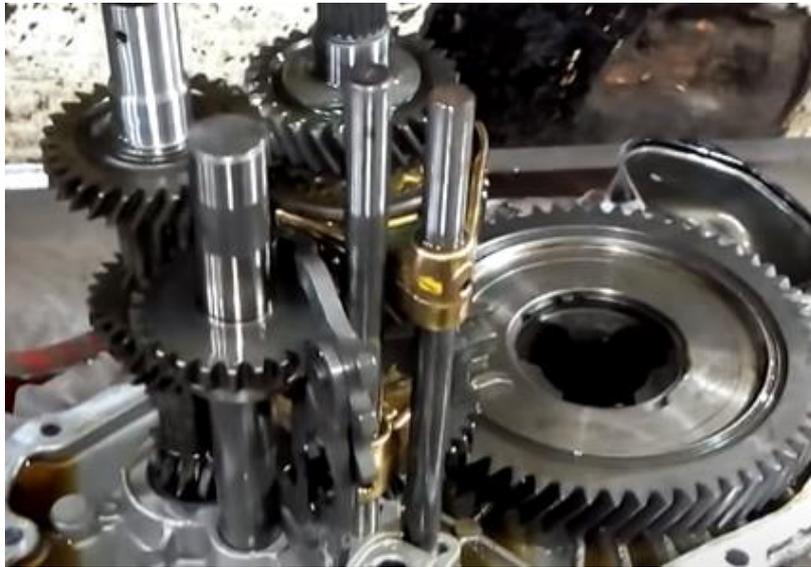
Eje primario y secundario de los piñones de la caja de cambios

Respecto a la inspección visual que se desarrolló en los conjuntos se determinó el excelente estado de los mismos, por lo cual, ambos conjunto no debían ser reparados y

reemplazados, es por eso que dichos conjuntos con sus respectivos engranajes no tendrán intervención alguna.

Figura 49

Ejes de la caja de cambios



Nota. Los dos ejes con sus piñones en buen estado

Rodamientos

Los rodamientos donde asientan los ejes sufrieron desperfectos debido al impacto de colisión del vehículo, dado que, al momento de desarmado de la caja se realizó una inspección visual y auditiva, por medio de esta inspección se comprobó el desperfecto de los elementos por desgaste prematuro.

Proceso de extracción de los rodamientos

1. Retirar la plaqueta que sujeta el varillaje de las horquillas selectoras
2. Extraer el eje primario y secundario conjuntamente con el varillaje y las horquillas selectoras
3. Extraer los rodamientos
4. Con un cincel fino levantar suavemente la pista del rodamiento

Figura 50

Rodamientos inferiores



Nota. Muestra gráfica de un rodamiento inferior.

Figura 51

Rodamientos superiores



Nota. Muestra gráfica de la extracción de un rodamiento.

Solución

Se reemplazo el conjunto completo debido a que el rodamiento tenía picaduras en los rodillos y debido a ese desperfecto se procedió a cambiar la pista o guía del rodamiento para que al momento de instalar el nuevo no tenga un desgaste prematuro.

Reposición

1. Asentar la pista o guía nueva con ayuda de una superficie plana.
2. Lubricar el elemento
3. Lubricar el rodamiento y verificar el correcto encaje
4. Colocar nuevamente el eje
5. Ajustar la plaqueta del varillaje

Ejes de transmisión

Los ejes de transmisión según la inspección, presentaron torceduras debido al impacto sufrido, dado que al momento de ser extraídos no presentaban un recorrido recto del elemento.

Proceso de extracción del eje izquierdo

1. Retirar la rueda delantera izquierda
2. Retirar el buje mediante el útil
3. Desconectar el captador de velocidad de la rueda
4. Extraer la tuerca y la rótula de dirección
5. Los tornillos de fijación del estribo y removerlo completamente
6. Quitar los tornillos de fijación del pie del amortiguador
7. Empujar la transmisión para separarla del porta manguetas y extraerla completamente. (Renault, 2004)

Figura 52*Extracción del eje izquierdo*

Nota. Muestra de la sujeción del eje izquierdo.

Solución

Verificar que los ejes de transmisión no tengan desgastes o deformidad con el fin que se posea un accionamiento sin dificultades.

La triceta se encuentre en buen estado con sus respectivos rodillos de forma que engrane con facilidad.

Reposición

1. Posicionar e introducir la transmisión en el planetario trípode
2. Introducir la mangueta en el buje
3. El eje de transmisión debe ingresar libremente hasta que sobresalga lo suficiente como para ubicar la tuerca del buje. (Renault, 2004)

Proceder en el orden inverso a la extracción

Tabla 4

Pares de apriete de la transmisión delantera lado izquierdo

Pares de apriete	
Tornillos de fijación del fuelle de transmisión	25 N.m
Tornillos del pie del amortiguador	105 N.m
Tornillos del soporte del estribo	105 N.m
Tuerca de rótula de dirección	37 N.m
Tuerca del buje	280 N.m
Tornillos de fijación de la rueda	105 N.m

Nota. Pares de apriete para el lado izquierdo de la transmisión. Tomado de (Renault, 2004)

Proceso de extracción del eje derecho

Extraer:

1. El protector bajo el motor
2. La rueda delantera derecha
3. La tuerca del buje
4. La tuerca de la rótula de dirección
5. La rótula mediante una herramienta especializada
6. Los dos tornillos del soporte del estribo y remover el elemento
7. Desconectar el captador de velocidad
8. Los tornillos de fijación del pie del amortiguador
9. Empujar el eje de transmisión para retirarlo del portamanguetas y extraer el elemento. (Renault, 2004)

Figura 53*Extracción del eje derecho*

Nota. Momento de la extracción del eje derecho.

Solución

Recambio de la triceta por el desgaste prematuro en los rodillos debido al impacto y verificación del eje si no tiene ninguna deformidad.

Reposición

1. Posicionar e introducir el eje de transmisión en el planetario
2. Introducir la mangueta en el buje
3. El eje de transmisión debe ingresar libremente hasta que sobresalga lo suficiente como para ubicar la tuerca del buje. (Renault, 2004)

Proceder en el orden inverso a la extracción

Tabla 5*Pares de apriete de la transmisión delantera lado derecho*

Pares de apriete	
Tornillos de fijación del pie del amortiguador	105 N.m
Tornillos del soporte del estribo	105 N.m

Pares de apriete	
Tuerca de rotula de dirección	37 N.m
Tuerca del buje	280 N.m
Tornillos de fijación de la rueda	105 N.m

Nota. Pares de apriete para el lado derecho de la transmisión. Tomado de (Renault, 2004)

Guardapolvo de la transmisión lado derecho de la caja de velocidades

Conforme a la inspección visual de los guardapolvos se verificó que el elemento se encontraba fisurado debido al impacto y al movimiento brusco del eje de transmisión al momento de detenerse el vehículo de manera inmediata.

Proceso de extracción del guardapolvo

1. Cortar las abrazaderas De los 2 lados
2. Retirar el máximo de grasa
3. Con una pinza extraer el circlips o bincha de protección
4. Extraer la triceta
5. Retirar el guardapolvo. (Renault, 2004)

Figura 54

Extracción del guardapolvo



Nota. Proceso para sacar el guardapolvo del eje de transmisión.

Solución

Debido al deterioro del componente por el impacto se procedió a reemplazarlo, asegurando que el nuevo elemento no tenga fisuras o sea de mala calidad.

Reposición

1. Lubricar ligeramente el árbol de transmisión para el fácil ingreso del guardapolvo
2. Posicionar el guardapolvo en el diámetro indicado en el árbol de transmisión
3. Colocar la triceta
4. Asegurar la triceta con el circlips o bincha de sujeción
5. Colocar grasa en la junta del diferencial
6. Insertar la triceta en la junta
7. Sellar el guardapolvo en los dos lados. (Renault, 2004)

Nota: Antes de sellar el guardapolvo es necesario liberar la presión de oxígeno que se encuentra dentro del guardapolvo, con el fin de evitar que al momento de que el vehículo se encuentre en marcha esta no explote.

Capítulo IV

Pruebas de funcionamiento

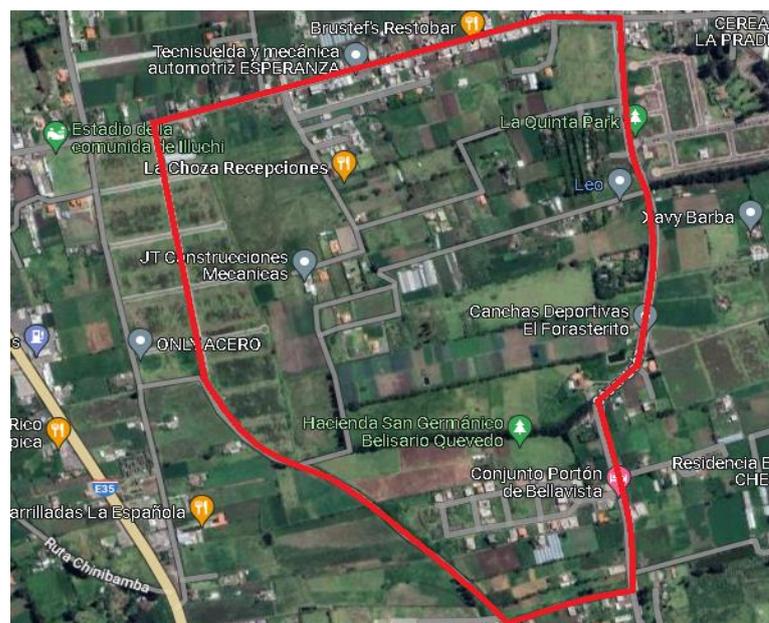
Prueba de ruta

Una vez finalizada la reparación de la caja de cambios del vehículo Renault Sandero 2011 e instalado los demás componentes auxiliares y sistemas de los cuales está constituido el vehículo se procedió a verificar el trabajo a realizar de los componentes de los cuales se pueden ver a simple vista y de los que no, realizarlo de manera auditiva con el fin de verificar cualquier anomalía antes de ser entregado.

En este capítulo se detallará el funcionamiento correcto de los elementos reemplazados que fueron descritos en el capítulo anterior, y para ello fue necesario realizar una prueba por las vías (calle César de León, Ent. Belisario Quevedo y demás calles auxiliares), contando con recorrido de 38 Km, en las cuales se determinó el desempeño de cada una de las piezas.

Figura 55

Ruta donde se realizó las pruebas, Ciudad de Latacunga



Nota. Ruta trazada para las pruebas correspondientes.

Pruebas en la caja de cambios

La correspondiente prueba se la llevó a cabo con el fin de verificar el excelente rendimiento de la transmisión manual al seleccionar las diferentes marchas que contiene la misma, para ello el trayecto se lo realizo en carreteras y calles con el fin de observar y escuchar el excelente comportamiento al momento de aumentar o disminuir la velocidad, una vez terminada la prueba se aprobó el excelente desarrollo producido del conjunto.

Pruebas en los ejes de transmisión

Esta prueba se la realizo llevando al vehículo a tomar velocidades considerables y realizar giros en espacios no tan reducidos manteniendo una curvatura de giro considerable, de esta manera se verificó el excelente comportamiento de los ejes al momento de giro en las dos direcciones.

Pruebas en los guardapolvos

Para esta inspección de funcionamiento se tomó en consideración carreteras y avenidas debido a que se necesitó comprobar la durabilidad del componente a grandes y extremas velocidades por el motivo del material con el cual está fabricado que es caucho, culminando el recorrido se verifico la resistencia incluso a la temperatura que demandó la grasa.

Con respecto a los demás componentes que no se mencionan por separado es porque funcionan en conjunto con la caja de cambios por lo cual se lo comprobó de manera dinámica en las ruta seleccionada.

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- Se logro culminar con la reparación y el montaje de la caja de cambios dentro del chasis para así verificar su excelente acoplamiento, el objetivo de la reparación y armado de la caja de cambios es aportar con conocimientos solidos sobre los mantenimientos que se deben realizar para rehabilitar un sistema de transmisión.
- Mediante las diferentes herramientas y métodos de inspección se logró determinar con exactitud las fallas que se produjeron en la transmisión, pero es necesario indagar más sobre nuevos posibles métodos debido a que no basta aplicar solo los métodos que se conocen por trascendencia.
- Con ayuda de herramientas especiales y planes de trabajo de logró establecer procesos y procedimientos en la reparación de la caja de cambios, obteniendo como resultado un sistema operable y sin riesgos de fricción de elementos de forma abrupta dentro de la misma.
- Al realizar las pruebas de ruta se verifico el rendimiento de la caja de cambios al aplicar las diferentes velocidades, descarte de sonidos anormales, comportamiento de la caja de cambios al aplicar el freno motor, desempeño al recorrer cuestas empinadas y caminos de tercer grado.

Recomendaciones

- Regirse al manual de reparación del vehículo a reparar, respetando el par de apriete
que lleva cada uno de los elemento internos y externos, esto permite que los elementos tengan durabilidad, flexibilidad y produzcan fisuras o rechinidos.
- Para la reparación del vehículo es necesario utilizar elemento de gran calidad, con el fin de evitar desgastes prematuros e incluso minimizar riesgos de accidentes viales, de esta manera se garantiza la vida del usuario.
- Durante la proceso de reparado es importante utilizar elementos de protección acorde a la etapa de reparación, debido al alto manejo de componentes nocivos que se ocupan para la limpieza de la caja de cambios.
- Cada vez que se finaliza una reparación es fundamental realizar pruebas de funcionamiento de los componentes, de esta manera se asegura que el producto entregado ya terminado pueda ser utilizado para las diferentes actividades expuestas.
- Cada que se repara un sistema de transmisión es necesario llevar un registro de mantenimiento, el tipo de aceite y viscosidad que se debe colocar con el transcurso de tiempo, para prolongar la vida útil del sistema.

Bibliografía

- Barajas, M. (4 de mayo de 2016). *Juntas elásticas*. Obtenido de SlidePlayer:
<https://slideplayer.es/slide/3275250/>
- Bruzos, T., & Bruzos, D. (18 de abril de 2008). *La unión universal o cardán*. Obtenido de Sabelotodo: <http://www.sabelotodo.org/automovil/cardan.html>
- Enrique, G. V., & Silverio, P. B. (2014). *Diseño y construcción de un banco didáctico de una caja de cambios manual de tres ejes*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Flores, A. J. (2016). *Construcción de un banco de pruebas de una caja de cambios automática secuencial del vehículo marca Hyundai*. Santo Domingo de los Tsáchilas: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- García, F. (12 de diciembre de 2017). *Breve historia de la primera transmisión automática*. Obtenido de doctor auto: <https://www.doctorauto.com.mx/2017/12/12/breve-historia-la-primera-transmision-automatica/>
- Javier, M. G. (2017). *Evaluación de riegos mecánicos por método fine en reparación de transmisión de vehículos automotores*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Manual de Renault Sandero 2015. (2016). *El Renault Sandero, 2*.
- Manuel, C. C., & Javier, C. L. (2023). *Implementación de una transmisión manual de 5 velocidades y reversa en el motor y carrocería de un vehículo Volkswagen Fox para la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de una Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE*. Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Monferrer, C. D. (18 de marzo de 2018). *Embrague mecánico*. Obtenido de MomentoGP: <https://www.momentogp.com/embrague-funcionamiento-estructura/>
- Pedro Caiza, O. A. (2007). *Diseño y construcción de un mecanismo para automatizar el sistema de selección de velocidades para el vehículo Corsa Evolution 1400 cc*. Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Ramírez, J. C. (27 de diciembre de 2014). *Como sustituir los rodamientos de la caja de cambios*. Obtenido de Autofácil: <https://www.autofacil.es/tecnica/sustituir-rodamientos-caja-cambios/71044.html>

Renault. (2004). *Generalidades del vehículo LOGAN Sandero*. Bahía: Renault s.a.s.

Rodríguez, W. A. (2015). *Reparación total de la caja de cambios mecánica de un automóvil Volkswagen Parati Station Wagon Año: 1999*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

SACHS. (1 de octubre de 2020). *Sistemas de accionamiento del embrague para automóviles*. Obtenido de After Marker: <https://aftermarket.zf.com/la/es/sachs/productos/productos-para-vehiculos-livianos/embragues--kits-de-embrague--xtend/sistemas-de-accionamiento-de-embrague/>

Torrez, V. P. (2019). *Demostración del funcionamiento de una caja de transmisión automática lineal*. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés.

Anexos