



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Ciencias e Ingeniería**

**Estudio comparativo de los sistemas de transmisión posterior: General  
Motors, Volkswagen y Datsun**

**Iván Rodrigo Paredes Veloz**

**Gonzalo Tayupanta, MSc., Director de Tesis**

Tesis de grado presentada como requisito  
para la obtención del título de Licenciado en Electromecánica Automotriz

Quito, mayo de 2015

**Universidad San Francisco de Quito**

**Colegio de Ciencias e Ingeniería**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Estudio comparativo de los sistemas de transmisión posterior: General Motors, Volkswagen y Datsun**

**Iván Rodrigo Paredes Veloz**

Gonzalo Tayupanta, MSc. ....

Director de Tesis

Eddy Villalobos, MSc. ....

Miembro del Comité de Tesis

José Martínez, MSc. ....

Miembro del Comité de Tesis

Ximena Córdova, Ph.D. ....

Decana Escuela de Ingeniería

Colegio de Ciencias e Ingeniería

Quito, mayo de 2015

## © Derechos de autor

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

-----

Nombre: Iván Rodrigo Paredes Veloz

C. I.: 1721222857

Fecha: Quito, mayo de 2015

## **DEDICATORIA**

A mis padres, hermana y familiares, quienes depositaron siempre su confianza en mi y supieron conducirme por el mejor camino para la correcta consecución de mis metas y objetivos.

A Dios, por haberme permitido ser parte de este mundo y poder demostrar mis habilidades, conocimientos y aptitudes frente a los demás.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento a mis padres, primeramente por permitirme poder cursar mis estudios en tan prestigiosa Universidad; en la cual he podido cultivar mis conocimientos, así como reforzar mi formación personal. También, quiero agradecer a mi hermana y amigos, quienes fueron mi apoyo y soporte durante toda mi carrera universitaria y a quienes les debo muchos aciertos. Quiero agradecer a Dios por permitirme seguir con vida y poder permitirme culminar tan bella etapa de la vida como es la universitaria.

## RESUMEN

Mediante el presente trabajo de investigación, presentaré al lector el desarrollo de un estudio comparativo sobre 3 diferentes tipos de transmisiones posteriores (General Motors: San Remo; Volkswagen: Combi y Datsun: 1200) En un inicio, explicaré aspectos generales acerca de las transmisiones en los vehículos, a fin de comprender de mejor manera el tema. Posterior a esto, me centraré en el estudio de las transmisiones posteriores, aquí, hablaré sobre su historia, surgimiento, características principales, clasificación; entre otros parámetros de importancia.

A continuación, desarrollaré la idea central de la tesis, “comparación de las transmisiones escogidas”; aquí, realizaré una explicación detallada de aspectos básicos de las 3 transmisiones como son: sus características técnicas - mecánicas, elementos constitutivos, mecanismo empleados, diseño y materiales empleados para su construcción, ventajas, desventajas y conclusiones.

Finalmente, estructuraré un cuadro comparativo de las 3 diferentes transmisiones estudiadas, con el propósito de establecer una postura sobre cual de las 3 transmisiones es la mejor de acuerdo a las características técnicas y diseño.

## ABSTRACT

Through this research, present the reader the development of a comparative study on different types of subsequent transmissions. (General Motors: San Remo; Volkswagen: Combi and Datusn: 1200) Initially, we will explain general aspects about the transmissions in vehicles, in order to get a better understand about the topic. Following this, we will focus on the study of the subsequent transmissions; here we will talk about its history, emergence, main characteristics, classification, and other important parameters.

Then, we will begin the development of the central idea of the thesis, "Comparison of selected transmissions "; here, a detailed explanation will be made of basic aspects of the 3 transmissions: history, appearance, technical - mechanical features, operating, principle constituents with their specific function, structural design, materials used for construction, maintenance, advantages, disadvantages and conclusions.

Finally, will be made a comparative table involving the three different transmissions in order to obtain at the end of this research, a specific position on which of the 3 different transmissions is the best according to the study conducted.

## Tabla de Contenidos

### Contenido

RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	8
Introducción.....	17
1. CAPÍTULO I: NECESIDAD DE UNA TRANSMISIÓN E HISTORIA.....	19
1.1 Necesidad de una transmisión mecánica en el vehículo .....	19
1.2 Historia de las transmisiones .....	20
2. CAPÍTULO II: CLASIFICACIÓN DE LAS TRANSMISIONES.....	23
2.1 Transmisiones manuales.....	23
2.1.1 Elementos constitutivos .....	24
2.1.2 Funcionamiento.....	25
2.1.3 Características principales .....	26
2.1.4 Ventajas.....	27
2.1.5 Desventajas.....	27
2.1.6 Subtipo de transmisiones manuales .....	27
2.1.6.1 Transmisiones posteriores.....	27
2.1.6.1.1 Antecedentes históricos .....	27
2.1.6.1.2 Definición .....	28
2.1.6.1.3 Funcionamiento.....	29
2.1.6.1.4 Características .....	30
2.1.6.1.5 Disposición motor - transmisión .....	31
2.1.6.1.6 Ventajas.....	35
2.1.6.1.7 Desventajas.....	36
2.1.6.1.8 Clasificación.....	36
2.1.6.1.8.1 Transmisión Datsun .....	37
2.1.6.1.8.2 Transmisión General Motors .....	38
2.1.6.1.8.3 Transmisión Volkswagen.....	39
2.2 Transmisiones automáticas .....	40
2.2.1 Elementos constitutivos .....	40
2.2.2 Funcionamiento.....	43
2.2.3 Características principales .....	44
2.2.4 Ventajas.....	45

2.2.5 Desventajas.....	45
2.3 Conclusiones.....	46
3. CAPÍTULO III: TRANSMISIONES MECÁNICAS.....	47
3.1 Tipos de propulsión.....	47
3.1.1 Motor delantero y tracción: .....	47
3.1.2 Motor delantero y propulsión: .....	47
3.1.3 Motor trasero y propulsión: .....	48
3.1.4 Propulsión doble: .....	48
3.1.5 Transmisión total:.....	49
3.2 Definición.....	49
3.3 Principio de funcionamiento.....	50
3.4 Constitución de las transmisiones.....	55
3.4.1 Embrague: .....	55
3.4.2 Carcasa: .....	57
3.4.3 Árbol primario y secundario: .....	57
3.4.4 Árbol intermedio:.....	59
3.4.5 Eje de reversa: .....	59
3.4.6 Engranajes: .....	60
3.4.7 Mecanismo de sincronización:.....	60
3.4.8 Tipo de mecanismos de sincronización.....	62
3.4.8.1 Dispositivo de sincronización con cono y con esfera de sincronización .....	62
3.4.8.2 Dispositivo de sincronización con cono y cerrojo de sincronización .....	64
3.4.8.3 Dispositivo de sincronización con anillo de sincronización elástico. ....	65
3.4.9 Mecanismo de cambio de velocidad sin dispositivos de sincronización.....	66
3.4.9.1 Mecanismo de cambio de velocidad con ruedas corredizas .....	66
3.4.9.2 Mecanismo de cambio de velocidad con ruedas oblicuas y manguitos de conexión .....	67
3.4.9.3 Mecanismo de cambio de velocidad con chaveta móvil .....	68
3.4.10 Horquillas selectoras de marcha: .....	69
3.4.11 Varilla selectora: .....	69
3.4.12 Cojinetes axiales: .....	70
3.4.13 Palanca de cambios: .....	70
3.4.14 Sensores y actuadores.....	71
3.4.15 Diferencial: .....	72
3.5 Funcionamiento .....	73
3.5.1 Primera velocidad:.....	74

3.5.2 Segunda velocidad:.....	75
3.5.3 Tercera velocidad: .....	77
3.5.4 Cuarta velocidad:.....	79
3.5.5 Marcha atrás: .....	80
3.6 Sistema de lubricación de las transmisiones .....	84
3.6.1 Aceites y lubricantes para transmisiones .....	84
3.6.1.1 Lubricantes para transmisiones manuales.....	85
3.7 Recomendaciones de mantenimiento.....	86
3.8 Averías de las transmisiones .....	86
3.9 Relación de transmisión de la caja de cambios.....	89
3.9.1 Ejemplo del cálculo de la relación de transmisión de un vehículo .....	90
4. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS COMPARATIVO TRANSMISIONES POSTERIORES .....	94
4.1 Transmisión posterior Datsun .....	94
4.1.1 Características .....	94
4.1.2 Datos técnicos elementos constitutivos .....	104
4.1.3 Relación de transmisión.....	115
Fuente: Matemática aplicada para la técnica del automóvil .....	117
4.1.4 Cálculo de revoluciones y torque del árbol principal.....	119
4.1.5 Ventajas.....	123
4.1.6 Desventajas.....	123
4.2 Transmisión posterior General Motors.....	124
4.2.1 Características .....	124
4.2.2 Datos técnicos elementos constitutivos .....	133
4.2.3 Relación de transmisión.....	144
Fuente: Matemática aplicada para la técnica del automóvil .....	146
4.2.4 Cálculo de revoluciones y torque del árbol principal.....	149
4.2.5 Ventajas.....	153
4.2.6 Desventajas.....	153
4.3 Transmisión posterior Volkswagen.....	154
4.3.1 Características .....	154
4.3.2 Datos técnicos elementos constitutivos.....	163
4.3.3 Relación de transmisión.....	176
Fuente: Matemática aplicada para la técnica del automóvil .....	178
4.3.4 Cálculo de revoluciones y torque del árbol principal incluyendo intervención diferencial.....	181
4.3.5 Ventajas.....	185

4.3.6 Desventajas.....	185
4.4 Cuadros comparativos.....	186
4.5 Análisis de resultados.....	192
4.5.1 Análisis generales.....	192
4.5.2 Análisis específico.....	200
4.5.3 Análisis piñonería.....	202
CONCLUSIONES.....	218
RECOMENDACIONES.....	221
GLOSARIO.....	222
MATERIAL DE REFERENCIA.....	226
NETGRAFÍA:.....	226
BIBLIOGRAFÍA:.....	228

## Lista de Tablas

Tabla 1.- Listado de aceites para transmisiones manuales .....	85
Tabla 2.- Rangos de relaciones de transmisión de vehículos promedio .....	90
Tabla 3.- Número de dientes piñonería Peugeot 405 Mi16 .....	91
Tabla 4.- Relación de transmisión Peugeot 405 Mi16 .....	93
Tabla 5.- Número dientes piñonería y relación de transmisión Datsun .....	116
Tabla 6: Resultados de relación transmisión final Datsun .....	119
Tabla 7.- Relación de transmisión final Datsun .....	120
Tabla 8.- Número dientes piñonería y relación de transmisión General Motors .....	146
Tabla 9: Resultado de relación de transmisión final General Motors .....	149
Tabla 10.- Relación de transmisión final General Motors .....	150
Tabla 11.- Número dientes piñonería y relación de transmisión Volkswagen .....	178
Tabla 13: Resultado relación de transmisión final Volkswagen .....	181
Tabla 14.- Relación de transmisión final Volkswagen .....	182
Tabla 15.- Cuadro comparativo transmisiones información general 1 .....	186
Tabla 16.- Cuadro comparativo transmisiones información general 2 .....	187
Tabla 17.- Cuadro comparativo transmisiones número de dientes piñonería .....	188
Tabla 18.- Cuadro comparativo transmisiones relación de transmisión marchas .....	189
Tabla 19.- Cuadro comparativo transmisiones diámetro piñonería .....	190
Tabla 20.- Cuadro comparativo transmisiones elementos constitutivos .....	191

## Lista de Imágenes

Imagen 1.- La transmisión en el vehículo .....	20
Imagen 2.- Tipos de transmisiones .....	23
Imagen 3.- Transmisión manual.....	24
Imagen 4.- Piñonería transmisión mecánica .....	24
Imagen 5.- Accionamiento 1era marcha.....	25
Imagen 6.- Piñonería transmisión manual.....	26
Imagen 7.- Transmisión posterior.....	28
Imagen 8.- Sobreviraje.....	29
Imagen 9.- Funcionamiento transmisión posterior.....	30
Imagen 10.- Vehículo con motor delantero longitudinal .....	32
Imagen 11.- Vehículo con motor central delantero.....	34
Imagen 12.- Vehículo con motor trasero.....	35
Imagen 13.- Vehículo Datsun 1200 .....	37
Imagen 14.- Vehículo General Motors San Remo .....	38
Imagen 15.- Vehículo Volkswagen Combi .....	39
Imagen 16.- Transmisión automática en corte.....	40
Imagen 17.- Tren epicicloidales transmisión automática.....	41
Imagen 18.- Módulo transmisión automática .....	42
Imagen 19.- Funcionamiento del engrane epicicloidales transmisión automática.....	44
Imagen 20.- Palanca selectora de marchas transmisión automática .....	45
Imagen 21.- Motor delantero y tracción.....	47
Imagen 22.- Motor delantero y propulsión.....	47
Imagen 23.- Motor trasero y propulsión.....	48
Imagen 24.- Propulsión doble.....	48
Imagen 25.- Transmisión total.....	49
Imagen 26.- Engrane de piñón pequeño con piñón grande .....	51
Imagen 27.- Engrane de piñón grande con piñón pequeño .....	52
Imagen 28.- Engrane de piñones del mismo tamaño.....	52
Imagen 29.- Par y rpm obtenido con engranes de diferentes número de dientes. ....	53
Imagen 30.- Sentido de giro cambia .....	54
Imagen 31.- Sentido de giro se mantiene .....	54
Imagen 32.- Configuración del embrague mecánico.....	55
Imagen 33.- Configuración embrague hidráulico.....	56
Imagen 34.- Carcasa transmisión mecánica .....	57
Imagen 35.- Estructura del árbol primario.....	58
Imagen 36.- Estructura del árbol secundario.....	59
Imagen 37.- Eje de reversa .....	59
Imagen 38.- Elementos constitutivos del mecanismo de sincronización .....	62
Imagen 39.- Dispositivo de sincronización con bolas de sincronismo .....	63
Imagen 40.- Dispositivo de sincronización marchando en vacío .....	64
Imagen 41.- Despiece parcial de un sincronizador .....	65
Imagen 42.- Dispositivo de sincronización con anillos de sincronización elásticos.....	66
Imagen 43.- Accionamiento de marchas por medio de ruedas corredizas.....	67
Imagen 44.- Caja de cambios de chaveta móvil.....	68
Imagen 45.- Horquillas selectoras de marcha.....	69

Imagen 46.- Varillaje de selección de marchas.....	69
Imagen 47.- Ubicación de cojinetes axiales en transmisión mecánica. ....	70
Imagen 48.- Accionamiento de marchas desde la palanca de cambios .....	71
Imagen 49.- Estructura interna del diferencial .....	72
Imagen 50.- Funcionamiento de la caja de cambios en 1era velocidad.....	75
Imagen 51.- Funcionamiento de la caja de cambios en 2da velocidad.....	77
Imagen 52.- Funcionamiento de la caja de cambios en 3era velocidad.....	78
Imagen 53.- Funcionamiento de la caja de cambios en 4ta velocidad.....	80
Imagen 54.- Funcionamiento de la caja de cambios en marcha atrás .....	82
Imagen 55.- Palanca de cambios de 6 velocidades .....	83
Imagen 56.- Peugeot 405 Mi16.....	90
Imagen 57.- Transmisiones mecánicas posteriores.....	94
Imagen 58.- Datsun 1200 .....	94
Imagen 59.- Transmisión posterior Datsun 1200 .....	96
Imagen 60.- Herramientas utilizadas para desarmado transmisión Datsun.....	97
Imagen 61.- Pulverizado transmisión Datsun.....	97
Imagen 62.- Piñonería transmisión Datsun.....	98
Imagen 63.- Seguros antitraba .....	99
Imagen 64.- Piñonería reversa.....	99
Imagen 65.- Despiece transmisión Datsun .....	100
Imagen 66.- Varillaje transmisión Datsun .....	102
Imagen 67.- Piñonería de marcha.....	102
Imagen 68.- Ejes de marcha .....	103
Imagen 69.- Mecanismo sincronización Datsun.....	103
Imagen 71: San Remo .....	124
Imagen 72.- Transmisión posterior San Remo .....	125
Imagen 73.- Desarmado transmisión San Remo.....	126
Imagen 74.- Desarmado piñonería reversa transmisión San Remo .....	127
Imagen 75.- Piñonería transmisión posterior San Remo.....	128
Imagen 76: Transmisión posterior San Remo totalmente desarmada .....	129
Imagen 77: Piñón de 4ta marcha transmisión San Remo.....	131
Imagen 78.- Dispositivo sincronización transmisión San Remo .....	131
Imagen 79.- Ejes de piñonería transmisión San Remo .....	132
Imagen 80.- Carcasas transmisión San Remo.....	132
Imagen 82.- Volkswagen combi .....	154
Imagen 83.- Transmisión posterior Volkswagen.....	155
Imagen 84.- Mecanismo diferencial transmisión Volkswagen .....	157
Imagen 85.- Piñonería transmisión posterior Volkswagen.....	158
Imagen 86.- Piñonería eje de entrada transmisión Volkswagen .....	159
Imagen 87.- Transmisión posterior Volkswagen totalmente desarmada .....	159
Imagen 88.- Mecanismos diferencial: cono y corona transmisión posterior Volkswagen.....	161
Imagen 89.- Mecanismo diferencial desarmado transmisión posterior Volkswagen.....	161
Imagen 90.- Carcasas transmisión posterior Volkswagen .....	162
Imagen 91.- Piñonería reversa transmisión posterior Volkswagen.....	162
Imagen 92.- Piñonería y mecanismos de sincronización transmisión posterior Volkswagen.....	163

## Lista de Ilustraciones

Ilustración 1.- Diagrama comparativo origen.....	192
Ilustración 2.- Diagrama comparativo año fabricación .....	193
Ilustración 3.- Diagrama comparativo peso total en kg.....	194
Ilustración 4.- Diagrama comparativo dimensiones (largo/ancho) .....	195
Ilustración 5.- Diagrama comparativo precio en dólares. ....	196
Ilustración 6.- Diagrama comparativo número elementos constitutivos .....	197
Ilustración 7.- Tiempo empleado en armado/desarmado transmisión Volkswagen.....	199
Ilustración 8.- Tiempo empleado en armado/desarmado transmisión General Motors.....	199
Ilustración 9.- Tiempo empleado en armado/desarmado transmisión Datsun.....	199
Ilustración 10.- Diagrama comparativo tamaño piñonería 1era marcha .....	202
Ilustración 11.- Diagrama comparativo tamaño piñonería 2da marcha .....	203
Ilustración 12.- Diagrama comparativo tamaño piñonería 3era marcha .....	204
Ilustración 13.- Diagrama comparativo tamaño piñonería 4ta marcha .....	205
Ilustración 14.- Diagrama comparativo tamaño piñonería reversa .....	206
Ilustración 15.- Diagrama comparativo número dientes piñones 1era marcha .....	207
Ilustración 16.- Diagrama comparativo número de dientes piñonería 2da marcha .....	208
Ilustración 17.- Diagrama comparativo número de dientes piñonería 3era marcha.....	209
Ilustración 18.- Diagrama comparativo número de dientes piñonería 4ta marcha.....	210
Ilustración 19.- Diagrama comparativo número de dientes piñonería reversa.....	211
Ilustración 20.- Diagrama comparativo relación de transmisión 1era marcha.....	212
Ilustración 21.- Diagrama comparativo relación de transmisión 2da marcha.....	213
Ilustración 22.- Diagrama comparativo relación de transmisión 3era marcha.....	214
Ilustración 23.- Diagrama comparativo relación de transmisión 4ta marcha.....	215
Ilustración 24.- Diagrama comparativo relación de transmisión reversa .....	216

## **Introducción**

Sin lugar a dudas, gracias al increíble avance tecnológico y a largos años de investigación por parte de ingenieros, científicos e investigadores, se ha podido tener hoy en día grandes desarrollos e invenciones bastante útiles para la sociedad. Estos avances, no sólo han beneficiado a la industria de telecomunicaciones o a la industria aeroespacial, entre otras; sino también, ha influido de gran manera en una de las más grandes industrias del mundo, la automotriz.

Existen sin número de sistemas y mecanismos, que han sido innovados y mejorados, con el propósito de obtener el mejor provecho de ellos, y que sean cada vez más útiles y brinden nuevas alternativas a los distintos fabricantes, más sin embargo, han tenido que transcurrir muchísimos años para que se den estos inventos y creaciones realmente sorprendentes y revolucionarias; un ejemplo de estas invenciones, claramente conocido por la mayoría de personas, son las transmisiones del vehículo, mecanismo fundamental e imprescindible en el automóvil desde su surgimiento.

Como es de conocimiento de todos, las transmisiones cumplen un papel fundamental en el vehículo y desde su desarrollo e invención, estas han brindado grandes ventajas a las marcas automotrices, que les permite seguir innovando y solucionando los requerimientos de los compradores en general. Las transmisiones son mecanismos básicos para la propulsión del vehículo y como se verá en el presente trabajo juegan un papel fundamental en todos estos.

La fabricación de nuevos tipos de transmisiones, ha marcado un hito en la industria automotriz, años de estudios han permitido el desarrollo de transmisiones más eficientes y de mejor construcción, un claro ejemplo, son las transmisiones posteriores. Es por ello que centraré este estudio, específicamente en las “transmisiones posteriores”. Considero muy importante, el desarrollo de este tipo de estudio comparativo de los sistemas de transmisiones posteriores de los vehículos, ya que en su desarrollo se tiene invertido mucha ingeniería y muchos años de estudio, y con ello mucha innovación y nuevos desarrollos técnicos.

# 1. CAPÍTULO I: NECESIDAD DE UNA TRANSMISIÓN E HISTORIA

## 1.1 Necesidad de una transmisión mecánica en el vehículo

La necesidad de desarrollar una transmisión en el vehículo surge por diversas razones, principalmente por 3:

Una de las razones por las cuales se desarrolló las transmisiones, se debe a la necesidad de poner en marcha al vehículo, cuando se encuentre en estado de reposo. “Para que un automóvil inicie su movimiento, se requiere que el motor proporcione una potencia que pueda empujar su peso; esto se logra con un incremento en el torque que entrega el motor a las ruedas, y por consiguiente una disminución en la velocidad angular.” (Huatay, 2011). La segunda razón, se relaciona con la necesidad de aumentar la velocidad de movimiento del automóvil una vez puesto en movimiento; esto se logra, gracias a que la transmisión desmultiplica la velocidad y aumenta al torque. Finalmente, una de las principales razones por las cuales se desarrollaron las transmisiones es sin duda, para brindar al conductor la posibilidad de dar reversa (invertir el sentido de desplazamiento del vehículo) cuando sea necesario.

Es importante saber que las transmisiones no influyen de ninguna manera sobre la potencia del motor, mas bien donde estas sí influyen, es sobre el par motor<sup>1</sup> a generarse.

---

<sup>1</sup> Al par motor o torque se lo conoce como el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia.



**Imagen 1.-** La transmisión en el vehículo

**Fuente:** <http://www.imagui.com/a/fondos-de-pantalla-3d-de-autos-con-movimiento-cKdAoyxEg>

## 1.2 Historia de las transmisiones

La invención y desarrollo de uno de los mecanismo de mayor importancia en el automóvil, la transmisión, se dio en el año de 1894 y se la atribuye a dos grandes del mundo automotriz: Louis - Rene Panhar, británico de nacimiento y a Emile Levassor, francés de nacionalidad. Ambos ingenieros de profesión y considerados pioneros de la industria del automóvil, fueron quienes se encargaron de realizar la invención de hasta ahora, uno de los mecanismos más importantes que se incorporan en el vehículo.

Todo comenzó en 1867, cuando estos dos renombrados personajes se conocieron en una reconocida firma francesa encargada de la comercialización y venta de maquinaria para trabajos en madera, “Perin et Pauwels”. Fue ese mismo año cuando, Rene Panhard, se convirtió en empleado de la firma y conoció a Emile Levassor. Con el paso de los años, debido a la maquinaria que se manejaba en esta firma, se fue ampliando la gama de productos producidos y conjuntamente con el vasto conocimiento técnico con que contaban estos dos, se comenzaron a desarrollar inventos totalmente revolucionarios a diferencia de los que antiguamente realizaban. Aproximadamente en el siglo XIX, se comenzaron a fabricar motores a gasolina.

A raíz de los grandes éxitos que habían tenido estos dos ingenieros, tomaron la difícil decisión de comenzar a fabricar sus propios autos, a los cuales podrían equipar los motores de su autoría. “Además de ser uno de los primeros fabricantes de automóviles del Mundo, P&L alcanzó un lugar preferente en la historia del automóvil cuando en 1891 Levassor ideó el “systeme Panhard”. Este sistema consistía básicamente en colocar el motor en frente del chasis y mediante un sistema de cadena transmitir la tracción al árbol de las ruedas posteriores” ( Autopasión, 2014). Pero eso no era todo, en el año 1894, se incluyó al “systeme Panhard” una transmisión (caja de cambios) de 3 velocidades igualmente desarrollada por estos dos ingenieros.

Este desarrollo, fue un éxito; pero sin duda, lo que más llamaba la atención era la caja de cambios. Fue tal el impacto que generó este invento (nuevo modelo de transmisión), que Daimler Benz, pidió que lo incluyeran en sus vehículos. Con el paso de los años, y gracias a innumerables estudios, se desarrolló cada vez más el sistema de transmisión mecánica que habían ideado Panhard y Levassor, llegando así a perfeccionar el modelo principal y llegar al desarrollo de la transmisión manual básica.

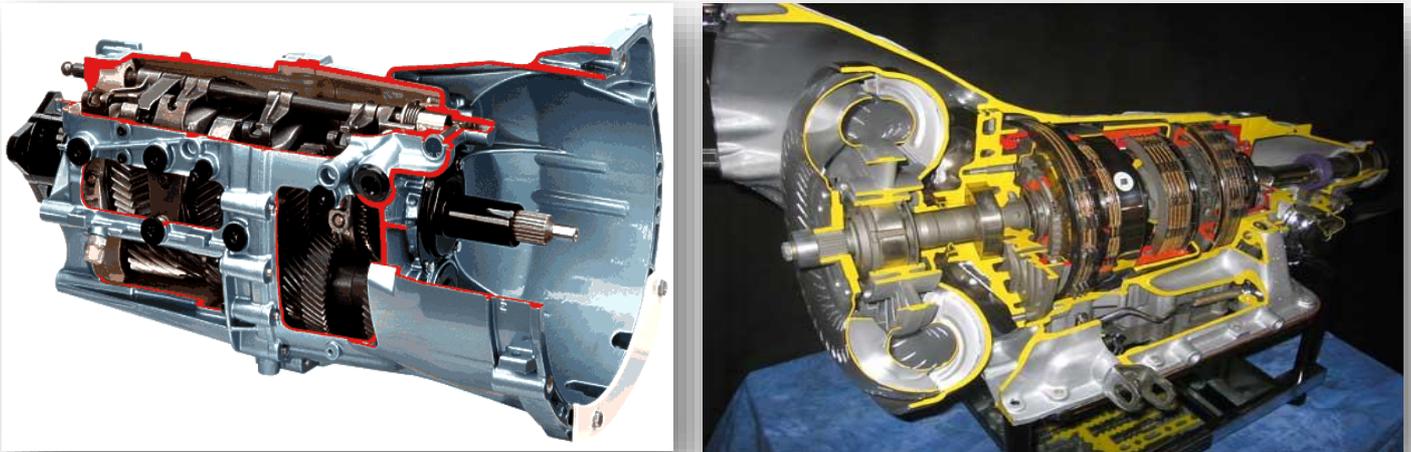
La transmisión manual básica diseñada en 1894 era de sólo 3 velocidades, esta sirvió de punto de partida para el desarrollo de la mayoría de transmisiones manuales contemporáneas. Su diseño incorporaba una cadena en su transmisión. Gracias a años de trabajo, en 1898, se sustituyó el eje impulsor de la cadena de transmisión y se incluyó un eje diferencial en la ruedas traseras para conseguir un mejor performance.

Por el año 1980, se desarrollaron transmisiones manuales de 5 cinco velocidades, empleadas únicamente en vehículos de alta gama. Se comenzó también a emplear transmisiones de 6 velocidades en vehículos con motores diesel.

A principios del siglo XX, los vehículos especialmente en EEUU, incluyeron una transmisión manual sincronizada, en autos como el Cadillac; las ventajas que se obtenían con estas era un cambio suave y más fácil. Gracias a los pasos agigantados que se iban dando en el campo automotriz, nuevos tipos de transmisiones mecánicas se comenzaron a desarrollar empleando nuevos materiales y elementos. Ya en el año 1904, una novedosa y muy ambiciosa idea surgió en mente de ingenieros automotrices de la época, y esta era, desarrollar una transmisión automática. A partir de este año, estudios de ingeniería se comenzaron a realizar con el propósito de alcanzar esta gran meta.

En 1938, General Motors presentó la primera transmisión automática bajo el nombre de Hydra-Matic, la cual causó asombro y gran sorpresa el momento de su lanzamiento. De ahí en adelante, se han venido realizando modificaciones a estas transmisiones con el fin de obtener mejor desempeño de las mismas.

## 2. CAPÍTULO II: CLASIFICACIÓN DE LAS TRANSMISIONES



**Imagen 2 .- Tipos de transmisiones**

**Fuente:** <http://alberto-sanchez-mario.blogspot.com>

Desde la antigüedad, se han desarrollado diversos tipos de transmisiones, entre las más importantes tenemos: las transmisiones manuales, automáticas y semi automáticas; cada una de estas, con características diferentes. A continuación, describiré cada una de ellas, y explicaré acerca de sus características técnicas más relevante, su funcionamiento, ventajas y desventajas.

### 2.1 Transmisiones manuales

Las transmisiones manuales, son un tipo de transmisiones mecánicas. Actualmente, estas son las más utilizadas en la mayoría de vehículos de turismo y vehículos de serie; debido a su bajo coste y su sencillez. En este tipo de transmisiones el cambio se lo efectúa de manera manual por medio de una palanca de cambios dispuesta en el interior del habitáculo del vehículo; y es el conductor, quien se encarga de realizar los cambios uno por uno.



**Imagen 3.- Transmisión manual**

**Fuente:**<http://www.autocity.com/volkswagen/reportajes/cual-es-tu-transmision-ideal-cambio-manual-frente-automatico/>

### 2.1.1 Elementos constitutivos

Las transmisiones manuales, se componen de casi los mismos componentes y elementos de una transmisión mecánica sencilla. Esta, se compone básicamente de: 3 o 2 árboles (árbol de entrada, de salida e intermedio). Además, cuenta con un conjunto de piñones de acero al carbono correspondientes a cada marcha (unos fijos y otros móviles o locos), posee de igual forma, mecanismos de sincronización, horquillas, varillas selectoras de marcha y mecanismo de cambio, palanca de cambios; entre otros elementos.

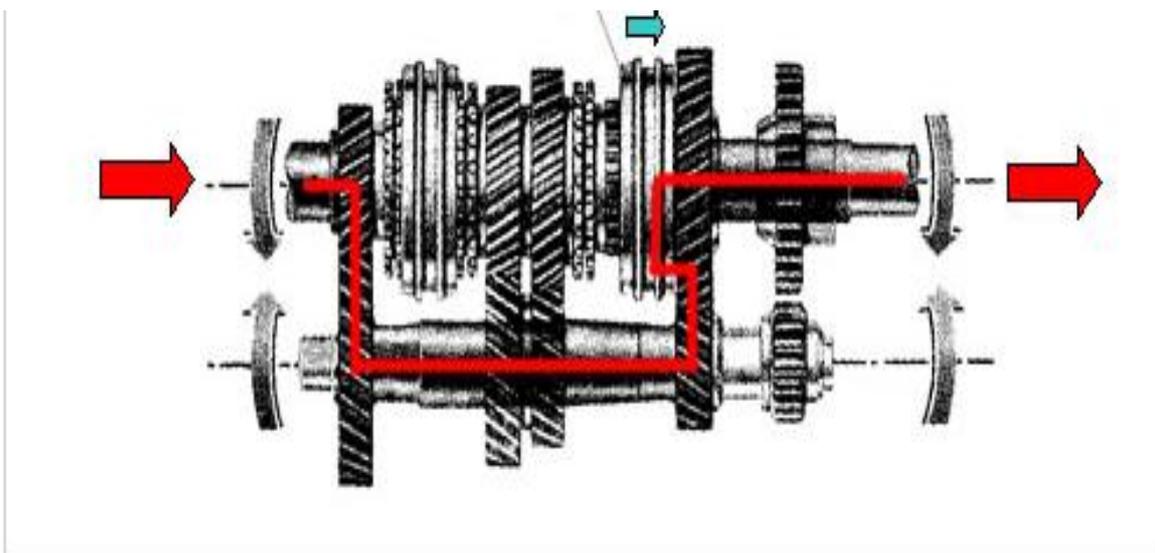


**Imagen 4.- Piñonería transmisión mecánica**

**Fuente:** <http://www.todomercado.com/Transmision/Cajas-de-cambio-manual>

### 2.1.2 Funcionamiento

Básicamente, el funcionamiento de una transmisión manual, es el mismo que el de una transmisión mecánica. Se basa en el principio de desmultiplicación de velocidad y aumento de torque por medio de engranes de distintos diámetros y número de dientes. En su funcionamiento se incluyen dispositivos de sincronización para un correcto accionamiento de marcha. Los engranes utilizados poseen un dentado helicoidal y están permanentemente engranados unos con otros. El accionamiento de las marchas se lo realiza por medio de una palanca de cambios, la cual a través de un varillaje acciona una horquilla selectora de marcha determinada, encargada de desplazar el mecanismo sincronizador, engranando la marcha deseada.



**Imagen 5.- Accionamiento 1era marcha**

**Fuente:** <http://www.taringa.net/posts/autos-motos/16165511/Cajas-de-cambio-1era-parte.html>

### 2.1.3 Características principales

- En este tipo de transmisiones es imprescindible el contar con un mecanismo de embrague que transmita el movimiento del motor hacia la caja de cambios.
- La mayoría de sus elementos constitutivos son partes mecánicas que están en permanente contacto y fricción.
- Los cambios se los realiza bajo el criterio del conductor, quien, decide cuando y cual marcha accionar según sus requerimientos.
- Este tipo de transmisiones, sin duda, son las más utilizadas a nivel mundial y en la mayoría de autos.



**Imagen 6.- Piñonería transmisión manual**

**Fuente:** <http://www.dam-sport.net/es/caja-de-cambios-bidalot-factory-derbi.html>

#### **2.1.4 Ventajas**

- Son fáciles de reparar y dar mantenimiento.
- Brindan la posibilidad de que el conductor sea quien realice los cambios a su criterio.
- Poseen mecanismos antitraba para evitar que se conecten dos marchas a la vez.

#### **2.1.5 Desventajas**

- Debido a su desgaste producen ruidos.
- Para personas que no saben conducir se convierten en enemigas.
- Permiten realizar cambios incoherentes (de 5ta marcha a 2da), causando así problemas graves o posibles accidentes.

#### **2.1.6 Subtipo de transmisiones manuales**

##### **2.1.6.1 Transmisiones posteriores**

###### **2.1.6.1.1 Antecedentes históricos**

Entre los subtipos de clasificación de las transmisiones mecánicas, se encuentran las “transmisiones posteriores”. Las transmisiones posteriores, fueron uno de los primeros tipos de transmisiones mecánicas diseñadas en la antigüedad para su utilización en los automóviles de dos o más ruedas. Este tipo de transmisiones, se caracterizaban por su gran sencillez, además de esto, al ser las ruedas traseras las que impulsaban el vehículo, tranquilamente las delanteras se convertían en las que daban la dirección (directrices). “Durante décadas se empleó en la mayoría de los automóviles y camiones. En los primeros solo permanece en vehículos de altas prestaciones y potencia (vehículos de competición Fórmula 1. En los segundos, es la configuración básica debido a su tonelaje. Este tipo de transmisión es usado en prácticamente la totalidad de las motocicletas” (González, 1981).



**Imagen 7.- Transmisión posterior**

**Fuente:** <https://www.google.com.ec/search?q=transmision+manual+desarmada&biw=>

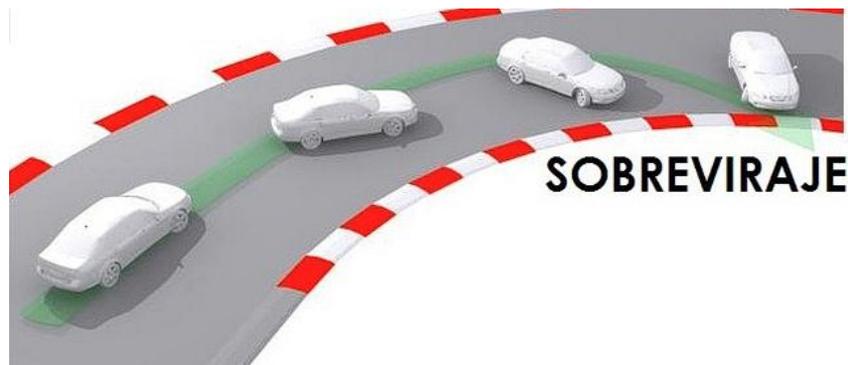
#### **2.1.6.1.2 Definición**

Las transmisiones posteriores, como su nombre mismo lo indica, son un mecanismo de transmisión en el cual, las ruedas encargadas de la tracción/propulsión del vehículo son las posteriores; mientras, que las ruedas encargadas de dar dirección son las delanteras. Las ruedas posteriores se convierten en ruedas motrices y las ruedas delanteras únicamente se encargan de dar dirección (son directrices). En este tipo de transmisiones el movimiento generado por el motor, se transmite mediante el embrague a la caja y de esta a través del diferencial mediante los semiejes a las ruedas posteriores, las cuales son las que impulsan al vehículo para comenzar su marcha.

Este tipo de transmisiones, prácticamente se emplean en vehículos de alta gama y de competición (vehículos de carrera, fórmula 1, y muchas veces de rally y pista). Este tipo de transmisiones:

“debido a que el motor y la caja de cambios ya están en la parte posterior y en ella están las ruedas motrices, el eje de salida de la caja de cambios se conecta al sistema diferencial, instalado en su misma carcasa, cambiando el movimiento longitudinal en transversal. De tal manera, que los semiejes que conectan el movimiento hacia las ruedas motrices reciben este movimiento del sistema diferencial” (Sena, 2012)

Este tipo de transmisiones han sido bastante criticadas, debido a que generan el efecto que se conoce como: “sobreviraje”, en cual, debido a la excesiva tracción posterior, el vehículo tiende a dar trompos provocados por un desequilibrio trasero en el vehículo y también por una excesiva transferencia de peso en la parte posterior.



**Imagen 8.- Sobreviraje**

**Fuente:** <http://www.neumaticospaddock.com/blog/que-es-el-subviraje-y-sobreviraje/>

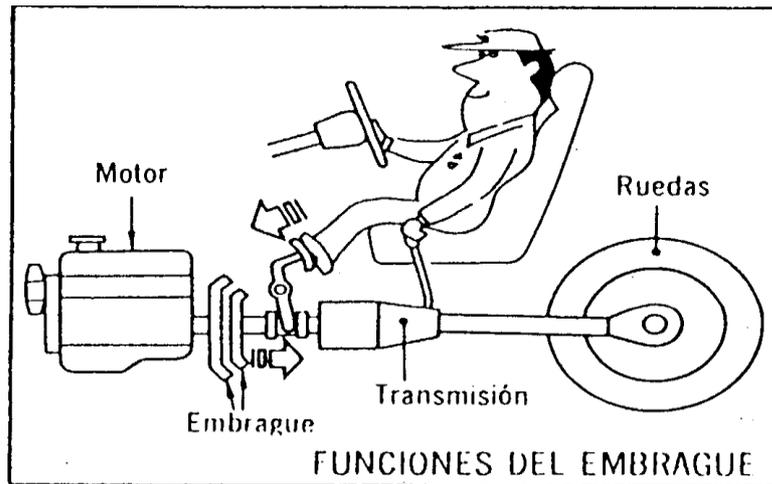
### **2.1.6.1.3 Funcionamiento**

Básicamente, su funcionamiento es totalmente igual al de una transmisión mecánica común, la desmultiplicación de torque y aumento de velocidad se lo realiza a través de una serie de engranes dispuestos en un orden establecido. De igual forma, podemos encontrar transmisiones posteriores automáticas, que trabajan exactamente igual que una transmisión automática básica, a base de trenes epicicloidales.

Su funcionamiento se detalla a continuación: el movimiento giratorio generado por el motor, se transmite gracias al embrague a la caja de cambios que se encarga de desmultiplicar el torque y aumentar la velocidad o viceversa.

Posterior a esto, la transmisión a través del eje cardán transmite el movimiento hacia el diferencial y este mediante semiejes accionan las ruedas posteriores, todo esto en caso de

que se trate de una transmisión posterior con disposición delantera o delantera central. En el caso de tener, una transmisión trasera o trasera central, el movimiento de la transmisión pasa directamente al diferencial el cual al estar conectado a los semiejes, acciona directamente las ruedas posteriores impulsando el vehículo.



**Imagen 9.- Funcionamiento transmisión posterior**

**Fuente:** <http://html.rincondelvago.com/sistemas-de-transmision-de-fuerzas-y-trenes-de-rodaje.html>

#### **2.1.6.1.4 Características**

- Los vehículos que poseen transmisiones posteriores, tienden a ser menos proclives a tener un subviraje.
- Las transmisiones posteriores brindan mayor estabilidad, ya que existe una mejor distribución del peso.
- Se las emplea en vehículos de competencia y vehículos deportivos.

### 2.1.6.1.5 Disposición motor - transmisión

En este tipo de transmisiones, se puede encontrar distintos tipos de disposición del motor- transmisión, como los que se detallan a continuación:

**2.1.6.1.5.1 Motor delantero (longitudinal) – tracción trasera:** en este tipo de disposición, como su nombre mismo lo indica, el motor se encuentra ubicado en la parte delantera del vehículo, generalmente en sentido longitudinal conjuntamente con la caja de cambios. Algunos ejemplos de los vehículos que utilizan este tipo de disposición son:

- **BMW:** Serie 1, Serie 2, Serie 3, Serie 4, Serie 5, Serie 6, Serie 7, Z4, X1, X3, X5.
- **Chrysler:** Dodge Charger, Chrysler 300C/Dodge Magnum, Dodge Challenger
- **Ford:** Falcon, Mustang, Crown Victoria, Sierra, Scorpio, Thunderbird, Ranger
- **GM:** Cadillac CTS, Chevrolet Corvette, Holden, Pontiac G8, Pontiac Solstice.
- **Infiniti:** G - Primera y segunda generación
- **Jaguar:** XF, XJ, XK, S-Type, Jaguar XKR
- **Kia:** Quoris
- **Lada:** serie 21 (2101-2102-2103-2104-2105-2106-2107)
- **Lexus:** IS, GS, SC
- **Maserati:** Coupé/Spyder
- **Mazda:** MX-5
- **Mercedes-Benz:** Clase C, Clase CL, Clase CLC, Clase CLK, Clase CLS, Clase E, Clase S, Clase SL, Clase SLK

- **Peugeot:** Peugeot 403, Peugeot 404, Peugeot 504, Peugeot 505
- **Porsche** 924, 928, 944, 968
- **SEAT:** 124, 131, 132, 1430
- **SsangYong:** SsangYong Musso - Con tracción total conectable y versiones con 4x4 permanente.
- **Suzuki:** Grand Vitara
- **Volvo:** Volvo Serie 300 Con transmisión/transeje en el eje trasero

**Fuente:** [http://es.wikipedia.org/wiki/Tracci%C3%B3n\\_trasera](http://es.wikipedia.org/wiki/Tracci%C3%B3n_trasera)



**Imagen 10.- Vehículo con motor delantero longitudinal**

**Fuente:** <http://korncars.com/2015/01/27/bmw-m3-e92-the-best-all-around-sports-car-in-world/>

**2.1.6.1.5.2 Motor central delantero – tracción trasera:** en esta disposición, el motor se encuentra ubicado en la parte delantera detrás del eje delantero conjuntamente con la caja de cambios. Algunos de los ejemplos de los vehículos que incorporan esta disposición son:

- **Aston Martin:** Vantage V8 (2005 en adelante), Vanquish
- **Alfa Romeo:** Alfa Romeo 8C Competizione
- **BMW:** Z4 (N46)
- **Chevrolet:** Corvette - Cuarta generación en adelante
- **Dodge:** Viper
- **Ferrari:** 612 Scaglietti
- **Honda:** S2000
- **Maserati:** Quattroporte
- **Mazda:** RX-8, MX-5 (NC - tercera generación en adelante)
- **Mercedes-Benz:** SLR McLaren, SLS AMG
- **Morgan Motor Company:** Morgan Roadster
- **Nissan:** GT-R
- **Suzuki:** Carry, Grand Vitara GL y GLS

**Fuente:** [http://es.wikipedia.org/wiki/Tracci%C3%B3n\\_trasera](http://es.wikipedia.org/wiki/Tracci%C3%B3n_trasera)



**Imagen 11.- Vehículo con motor central delantero**

**Fuente:** <http://www.taringa.net/posts/autos-motos/13923255/Mercedes-Benz-SLR-McLaren->

**2.1.6.1.5.3 Motor trasero - tracción trasera:** la disposición del motor es en la parte trasera del vehículo, con ello ganamos mayor poder de tracción sobre las ruedas posteriores que generalmente siempre estarán asentadas al piso debido al gran peso que soportan. Los modelos de vehículos que incorporan esta disposición son:

- **Ferrari:** F430
- **Lamborghini:** Gallardo
- **McLaren:** F1
- **Porsche:** 914, Boxter
- **Fiat:** X1/9
- **Honda:** NSX
- **Pontiac:** Fiero
- **Toyota:** MR2
- **Lotus:** Evora

**Fuente:** [http://es.wikipedia.org/wiki/Tracci%C3%B3n\\_trasera](http://es.wikipedia.org/wiki/Tracci%C3%B3n_trasera)



**Imagen 12.- Vehículo con motor trasero**

**Fuente:** <http://www.autoblog.com/photos/ferrari-f430-super-veloce-racing/>

**2.1.6.1.5.4 Motor trasero central – tracción trasera:** en esta disposición el motor conjuntamente con la transmisión se encuentran ubicados detrás del eje posterior. Este tipo de disposición, es generalmente utilizada en vehículos deportivos y de competencia.

#### **2.1.6.1.6 Ventajas**

Sin duda, una de las ventajas más representativas de las transmisiones posteriores es que estas, brindan mayor tracción al momento de acelerar, ya que existe una mejor transferencia de peso que permite mayor adherencia de los neumáticos posteriores en aceleración.

De igual forma, existe un mejor reparto del peso total (motor y caja de cambios). Los tracción trasera, permiten una mejor aceleración, maniobrabilidad y frenado.

#### **2.1.6.1.7 Desventajas**

Este tipo de transmisiones, tienen un costo de fabricación más alto que el de una transmisión delantera. Otra de las desventajas que presentan este tipo de transmisiones, es que existe un menor espacio en el habitáculo (interior del vehículo), la parte más afectada viene a ser la disminución del volumen de la cajuela. Generalmente por ello, se incorpora este tipo de transmisiones en vehículos deportivos que tienen capacidad máximo para 2 personas en su interior.

Finalmente, una de las desventajas más polémicas y criticadas desde la antigüedad por muchos especialistas e ingenieros, es que este tipo de vehículos al poseer como ruedas motrices las posteriores (tracción trasera), tienden a ser más proclives de experimentar el fenómeno que se conoce como sobreviraje<sup>2</sup>, generado por una falta de adherencia en las ruedas posteriores debido a la fuerza centrífuga que se ejerce sobre el vehículo y por circular a una velocidad excesiva.

#### **2.1.6.1.8 Clasificación**

Existen diversos tipos de transmisiones traseras hoy en día, sin embargo, he tomado como centro de estudio 3 tipos de transmisiones posteriores, las cuales se detallan a continuación:

---

<sup>2</sup> Fenómeno que describe cuando un vehículo al circular por una curva a altas velocidades, tiende a salirse de la misma y derrapar (darse trompos) por pérdida de adherencia en sus ruedas posteriores.

### 2.1.6.1.8.1 Transmisión Datsun



**Imagen 13.- Vehículo Datsun 1200**

**Fuente:** <https://www.google.com.ec/search?q=datsun+1200&biw=1164&bih>

- **Marca:** Datsun
- **Modelo:** 1200
- **Cilindrada:** 1200cc
- **Clase:** Camioneta
- **Año:** 1980
- **País de origen:** Japón
- **Tipo transmisión:** Tracción posterior

### 2.1.6.1.8.2 Transmisión General Motors



**Imagen 14.- Vehículo General Motors San Remo**

**Fuente:** <https://www.google.com.ec/search?q=san+remo&biw=1164&bih=595&source=lnms&tbm>

- **Marca:** General Motors
- **Modelo:** San remo
- **Cilindrada:** 1600cc
- **Clase:** Automóvil
- **Año:** 1994
- **País de origen:** Brasil
- **Tipo transmisión:** Tracción posterior

### 2.1.6.1.8.3 Transmisión Volkswagen



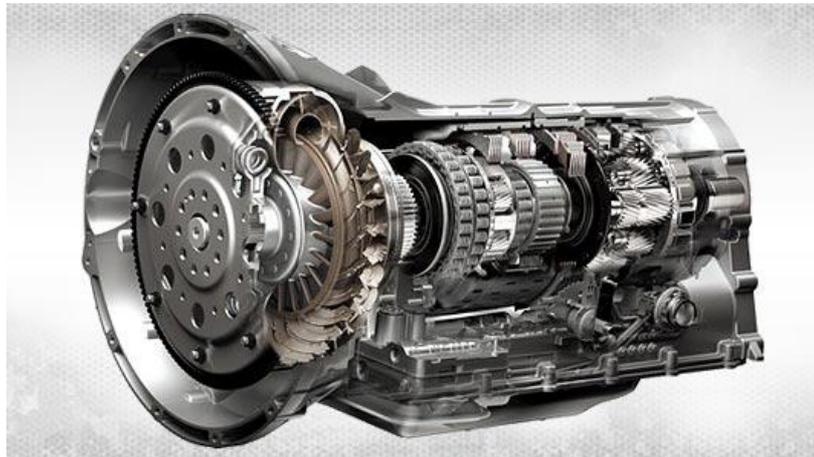
**Imagen 15.- Vehículo Volkswagen Combi**

**Fuente:**<https://www.google.com.ec/search?q=san+remo&biw=1164&bih=595&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ei>

- **Marca:** Volkswagen
- **Modelo:** Combi
- **Cilindrada:** 1600cc
- **Clase:** Camioneta
- **Año:** 1975
- **País de origen:** Brasil
- **Tipo transmisión:** tracción posterior
- **Subtipo:** Trans eje con diferencial

## 2.2 Transmisiones automáticas

Las transmisiones automáticas, son aquellas en que no es necesaria la intervención del conductor para realizar el cambio. Estas transmisiones realizan los cambios de manera automática según corresponda. Estas fueron desarrolladas años después de la invención de las transmisiones manuales mecánicas, su objetivo principal es brindar confort y comodidad al conductor, además de facilitar el manejo del automóvil.



**Imagen 16.- Transmisión automática en corte**

**Fuente:** <http://www.cajasdecambiosautomaticasbaron.cl/las-transmisiones-automaticas>

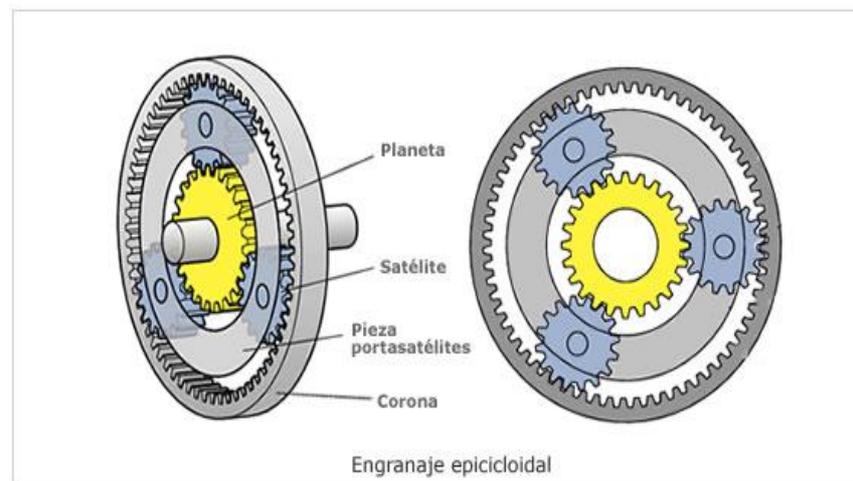
### 2.2.1 Elementos constitutivos

Las transmisiones automáticas, a diferencia de las transmisiones manuales, se componen de elementos totalmente distintos y su funcionamiento es relativamente diferente. A continuación, detallaré los principales elementos constitutivos de una transmisión automática:

- **Convertidor de par:** es un elemento mecánico compuesto en su interior por 3 elementos: una bomba, estator y turbina. Este elemento, funciona a base de presión hidráulica de aceite en su interior; viene a reemplazar al embrague utilizado en las transmisiones manuales.

De igual manera, este se encarga de la conexión del motor y la caja de cambios; sin embargo, la conexión que realiza este, no es una unión mecánica entre estos dos elementos, sino, que en este caso se aprovecha la fuerza centrífuga generada por el fluido y esto es lo que produce esta conexión.

**-Tren epicycloidal:** es un conjunto de engranes dispuestos de determinada manera, que la conexión de los mismos genera un aumento o disminución de par y crean una relación de transmisión final, la cual es enviada al diferencial y posteriormente transmitida a las ruedas del vehículo. Estos acoplan o desacoplan el movimiento del motor y transmisión por medio de frenos y embragues de discos los cuales son accionados por presión hidráulica de aceite. Los trenes epicycloidales están constituidos por los siguientes componentes: un engrane planetario, el cual es el eje central del sistema, a continuación, encontramos engranados a este los satélites (de menor radio) soportados por un porta satélites que los acarrea y finalmente, todos estos engranados a una corona.



**Imagen 17.- Tren epicycloidales transmisión automática**

**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios3.htm>

- **Cuerpo de válvulas:** considerado como el cerebro de la caja de cambios, es un cuerpo metálico que se constituye de una serie de cavidades y conductos muy pequeños en los cuales están dispuestas un conjunto de válvulas que se conectan entre sí por presión hidráulica de aceite. Todas estas válvulas son gobernadas por dispositivos electromagnéticos (solenoides) que están situados de igual forma en el cuerpo de válvulas. Básicamente, el cuerpo de válvulas por medio de las válvulas controladas por solenoides envían en el momento preciso presión de aceite a los embragues y frenos para que se acoplen las marchas.
- **Bomba hidráulica:** este elemento es el encargado de generar suficiente presión hidráulica de fluido (aceite) para accionar embragues y frenos, de igual forma, envía presión hidráulica según sea necesario al convertidor de par.
- **TCM:** es un módulo electrónico encargado de controlar una serie de sensores y actuadores relacionados con la transmisión automática.



**Imagen 18.- Módulo transmisión automática**

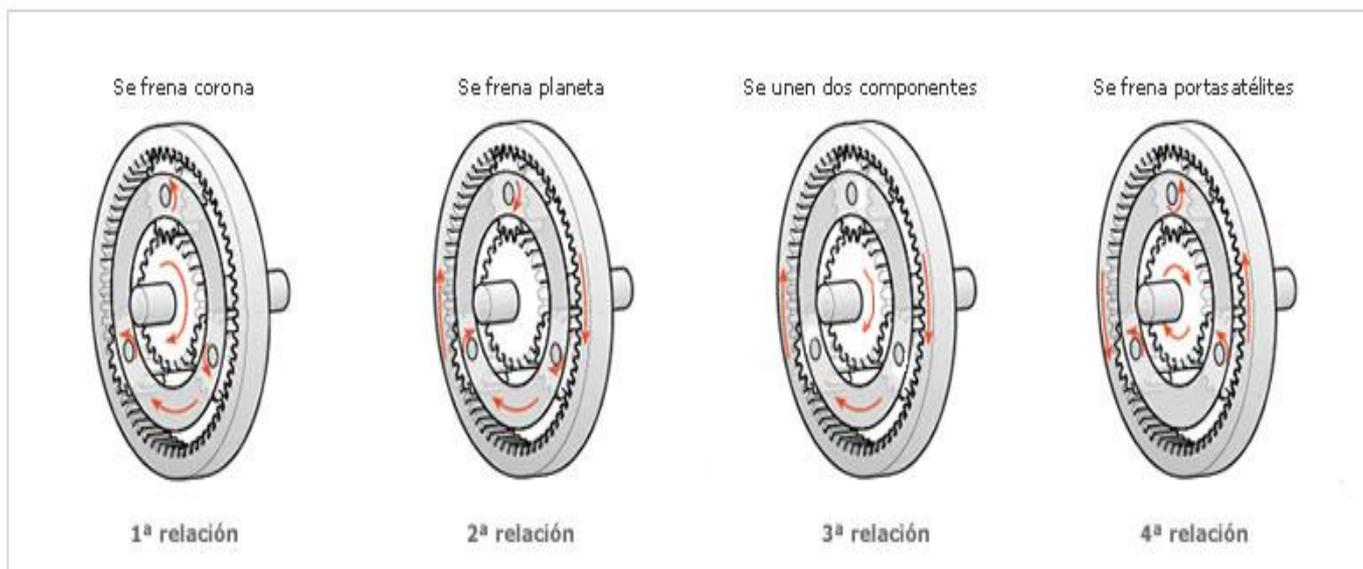
**Fuente:** <http://denso-europe.com/products/electronics/>

### 2.2.2 Funcionamiento

Claramente, el funcionamiento de una transmisión automática es totalmente distinto al de una transmisión manual común, por sin número de detalles y características. En este tipo de transmisión, como ya fue mencionado, los cambios ya no vienen a ser controlados y seleccionados por el conductor sino que, los cambios de marcha se los realizan en función de ciertos parámetros determinados, como son: velocidad del motor y posición del acelerador.

El funcionamiento de una transmisión automática vendría a ser el siguiente: el conductor al pisar el acelerador con determinada fuerza, transmite un impulso mediante sensores hacia la TCM (computadora de la transmisión automática), y esta a través de impulsos eléctricos, acciona un conjunto de solenoides que a su vez hacen trabajar unas válvulas de determinada manera, generándose presión hidráulica en el sistema (cuerpo de válvulas y convertidor de par) y permitiendo acoplar las distintas marchas mediante un conjunto de embragues y discos de freno. Esta presión hidráulica es generada por una bomba. Como antes fue mencionado, aquí el acople del movimiento del motor – transmisión se lo realiza por medio del convertidor de par, ya no por un embrague mecánico.

Finalmente, los trenes epicicloidales, son los encargados de generar las distintas relaciones de transmisión según las diversas combinaciones de acoples que existan entre los elementos que los componen (planetario, satelites, portasatelites y corona)



**Imagen 19.- Funcionamiento del engrane epicicloidales transmisión automática**

**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios3.htm>

### 2.2.3 Características principales

- Para el accionamiento de este tipo de transmisiones no es necesario la intervención del embrague como lo era en las transmisiones manuales. El embrague es reemplazado por un convertidor de par.
- Su constitución es completamente distinta a la de las transmisiones manuales, aquí contamos con sin número de elementos adicionales que permiten el funcionamiento de la misma.
- En un inicio estas solamente se las empleaba en vehículos de categoría SUV'S; sin embargo, actualmente se las incorporan en vehículos comunes de turismo.
- Mediante una serie de combinaciones diferentes entre los distintos elementos de los trenes epicicloidales se obtiene las diferentes relaciones de transmisión.
- En este tipo de transmisión se elimina la palanca de cambios y se incorpora una palanca selectora de marcha.



**Imagen 20.- Palanca selectora de marchas transmisión automática**

**Fuente:** <http://www.taringa.net/posts/autos-motos/15885655/>

#### **2.2.4 Ventajas**

- Las transmisiones automáticas brindan mayor confort y comodidad al manejar, ya que se elimina el pedal del embrague y el conductor cuenta con menor responsabilidad en el manejo de los cambios.
- Los cambios se realizan de acuerdo a parámetros establecidos (cambios más precisos) y no existe el riesgo de conectar mal una marcha.
- Al eliminarse el embrague, el dueño del automóvil, ya no tiene la necesidad de reemplazar este repuesto por desgaste.

#### **2.2.5 Desventajas**

- Una de las desventajas más significativas de una transmisión automática es cuando un auto con este tipo de transmisión queda varado/dañado en un lugar (calle, carretera, autopista). De ninguna manera se lo debe remolcar por medio de otro auto, en este tipo de casos, el auto debe ser llevado únicamente en plataforma.
- El mantenimiento de este tipo de transmisiones resulta más costoso que el de una transmisión manual mecánica.
- Existe una pérdida de potencia de alrededor del 5% debido al convertidor de par.

En la actualidad, gracias al desarrollo tecnológico, ha surgido una subcategoría de estos dos tipos de transmisiones, “las transmisiones semi automáticas”. Transmisiones que combinan una transmisión manual y una automática, permitiendo tener ambas en una sola. Estas posibilitan realizar los cambios de manera manual mediante el accionamiento de paletas dispuestas en el volante, o mandos en la palanca de cambios; y de igual forma nos permiten tener la posibilidad de contar con cambios automáticos sin necesidad del accionamiento de los mismos por parte del conductor.

Este tipo de transmisiones implementan para su funcionamiento otro tipo de elementos constitutivos y una serie de sensores que brindan esta magnífica alternativa.

### **2.3 Conclusiones**

Como se ha podido ver a lo largo de este capítulo, durante el transcurso de los años se han desarrollado diversos tipos de transmisiones, entre las cuales encontramos las transmisiones manuales (transmisiones posteriores), automáticas y semi automáticas; las cuales, brindan distintas ventajas y van direccionadas dependiendo el gusto y preferencia de los compradores y conductores. Claramente, se observa que a pesar de sus diferencias en funcionamiento, elementos constitutivos y más; cumplen la misma función para la cual fueron diseñadas y desarrolladas.



### 3.1.3 Motor trasero y propulsión:

En esta, el motor se encuentra dispuesto en la parte posterior del vehículo, por tal razón las ruedas motrices son las traseras y no existe la necesidad de implementar un árbol de transmisión. No es muy usado este tipo de transmisión por motivos de una no muy buena refrigeración del motor.



**Imagen 23.- Motor trasero y propulsión**

**Fuente:** <http://www.forocoches.com/foro/showthread.php?t=1324057&page=3>

### 3.1.4 Propulsión doble:

En este sistema a diferencia de los antes descritos, se incorporan dos puentes traseros y motrices, con el propósito de que se reparta de manera más uniforme y adecuada el esfuerzo generado por cada grupo cónico. Se la utiliza generalmente en vehículos de carga, por ejemplo camiones.

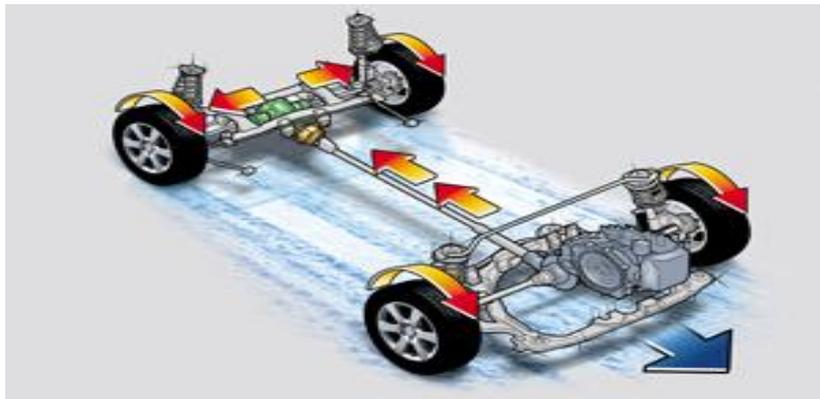


**Imagen 24.- Propulsión doble**

**Fuente:** <http://www.videodecamiones.com/2010/11/tatra-camiones-robustos-mas-no-poder.html>

### 3.1.5 Transmisión total:

Usada en vehículos todo terreno y de carga. Esta consiste en que los dos ejes del vehículo son motrices. Cada uno de los ejes posee un diferencial por separado. Aquí se tiene la libertad de escoger, entre tracción total o únicamente en las ruedas traseras.



**Imagen 25.- Transmisión total**

**Fuente:** <http://motorgiga.com/periodistamotor/transmisiones/4x4-historia-traccion-total/gmx-niv135-con36982.htm>

### 3.2 Definición

Las transmisiones mecánicas son mecanismos compuestos por una serie de piñones rectos o helicoidales en su interior, dispuestos de tal manera que permiten la desmultiplicación de las revoluciones del motor y el aumento o disminución del par, que posteriormente será entregado a las ruedas para la generación de movimiento del vehículo. Como ya fue expuesto, la invención de las transmisiones se da con el propósito de cumplir con tres requerimientos básicos, permitir la salida del estado de reposo, aumento de la velocidad y posibilitar dar marcha atrás.

Las transmisiones son mecanismos muy útiles que a más de las funciones antes descritas, “permiten mantener el giro del motor a la potencia y par mas conveniente a cualquier velocidad a que desplazemos el automóvil”(Cuadrado, 2012).

### **3.3 Principio de funcionamiento**

Las transmisiones mecánicas poseen un principio de funcionamiento bastante sencillo, estas se rigen por la ley de la palanca al igual que otros mecanismo. Esta ley nos dice, que es posible mover o desplazar un peso grande con una fuerza pequeña mediante un brazo largo. Este principio físico básico se aplica en las transmisiones, ya que en estas consideramos los engranajes o ruedas dentadas “palancas consecutivas”. Esto se da de la siguiente manera, “Si el movimiento entra por un piñón (engranaje menor) y sale por la rueda (engranaje mayor) se consigue aumentar el par pero se reduce la velocidad de giro. Si el par entrara por la rueda grande ocurriría lo contrario. Precisamente lo que hacen las cajas de cambio, es engranar dos piñones de distinto número de dientes para lograr una relación adecuada a la potencia del motor, su peso, sus neumáticos y velocidad máxima deseada” (Gonzales, 2012).

La desmultiplicación mediante el uso de engranajes se da en casi todo el ciclo de funcionamiento de una transmisión. Mediante el uso de ruedas dentadas dispuestas en un orden específico y con un número determinado de dientes respectivamente uno con relación a otro, se logra obtener un resultante en el eje de salida que determinará la velocidad de giro de las ruedas. Los diferentes engranajes<sup>3</sup> dispuestos en el interior de la carcasa de la transmisión, permiten distintos grados de par en las ruedas, todo esto según convenga al conductor.

---

<sup>3</sup> Se denomina engranaje al mecanismo utilizado para transmitir potencia de un componente a otro dentro de una máquina.

Generalmente, los dientes de cada uno de los engranajes de la transmisión son resistentes, helicoidales y sus bordes con forma redonda, consiguiendo así que no sean muy ruidosos.

### 3.3.1 Principio de engranajes.

Debemos saber que al acoplar dos o más engranajes entre sí, se obtienen cambios de dirección, fuerza y velocidad. A continuación, se detallan los principios básicos de los engranajes:

#### -Fuerza y velocidad obtenida:

- Al transmitirse movimiento de un engranaje pequeño (menor diámetro) a un engranaje grande (mayor diámetro) como resultado se tiene un incremento de torque y disminución de velocidad.



**Imagen 26.- Engrane de piñón pequeño con piñón grande**

**Fuente:**<http://tecnologiapirineos.blogspot.com/2012/02/sistemas-de-transmision-mediante.html>

- Al transmitirse movimiento de un engranaje grande (mayor diámetro) a un engranaje pequeño (menor diámetro) como resultado se tiene una disminución de torque y aumento de velocidad.



**Imagen 27.- Engrane de piñón grande con piñón pequeño**

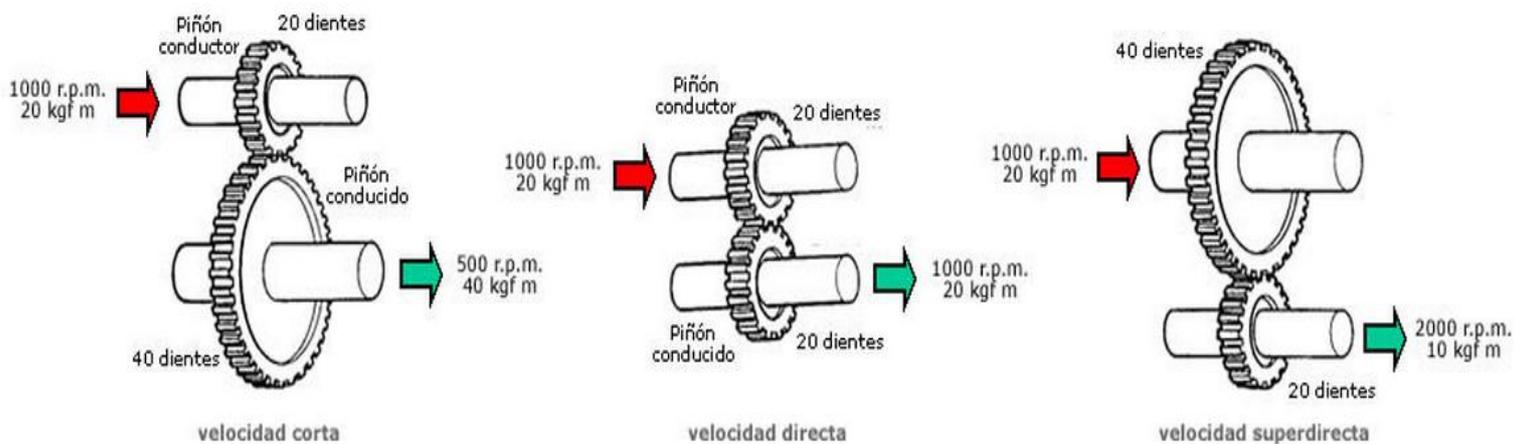
**Fuente:**<http://tecnologiapirineos.blogspot.com/2012/02/sistemas-de-transmision-mediante.html>

- Al transmitirse movimiento de un engranaje de un tamaño determinado (diámetro: 22mm) a un engranaje del mismo diámetro que el anterior (diámetro: 22 mm) como resultado se tiene la misma velocidad y torque que al inicio.



**Imagen 28.- Engrane de piñones del mismo tamaño**

**Fuente:**<http://www.monografias.com/trabajos30/engranajes/engranajes.shtml>



**Imagen 29.- Par y rpm obtenido con engranes de diferentes número de dientes.**

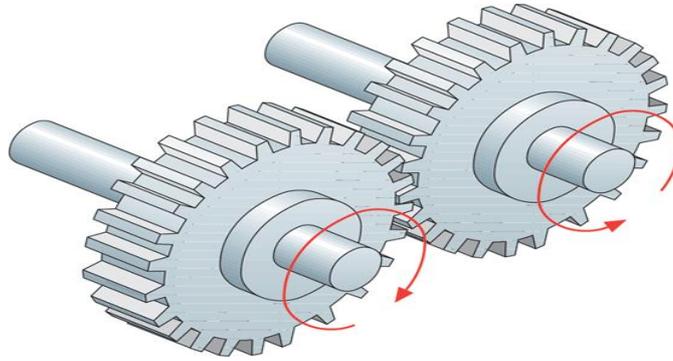
**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios.htm>

Como se puede observar en el gráfico presentado, existe un comportamiento especial, cuando interactúan dos engranes de diferentes diámetros y número de dientes. Son 3 los fenómenos que se presentan:

- 1.- Cuando el piñón motriz poseen un menor número de dientes que el piñón conductor, el resultado de giro que se obtiene es un aumento de torque con respecto al que tuvimos en un inicio, y se experimenta una disminución de la velocidad con relación a la que existía al principio.
- 2.- Cuando el piñón conductor y el piñón conducido poseen las mismas características (mismo tamaño y número de dientes), el resultado del giro final no varía con respecto al que se tuvo al inicio del giro.
- 3.- Cuando el piñón motriz posee un número mayor de dientes que el piñón conductor, el resultado del giro que se obtiene se traduce en un aumento de velocidad, pero disminución del torque. Totalmente lo contrario a lo que se indica en el fenómeno 1.

### Sentido de Giro Resultante

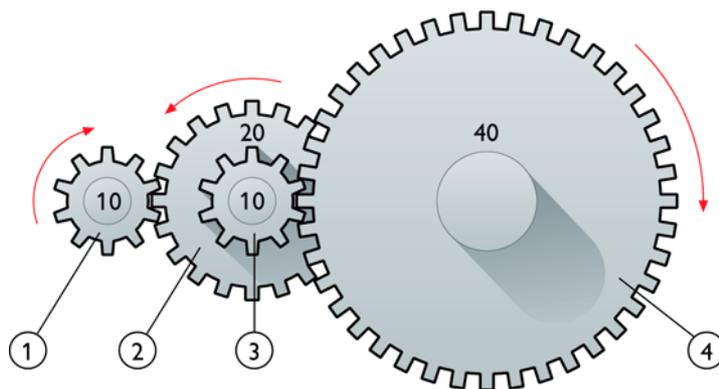
- Cuando tenemos un número par de engranajes y se los hace girar uno a continuación de otro, el sentido de giro resultante es opuesto al que se tenía en un inicio.



**Imagen 30.- Sentido de giro cambia**

**Fuente:** <http://tecnologiasek.wikispaces.com/Mecanismos+LEGO2>

- Cuando tenemos un número impar de engranajes y se los hace girar uno a continuación de otro, el sentido de giro resultante siempre será el mismo al que se teníamos en un inicio.



**Imagen 31.- Sentido de giro se mantiene**

**Fuente:** <http://3hmecanismosdetransmisionpl.webnode.es/engranajes-compuestos-/>

### 3.4 Constitución de las transmisiones

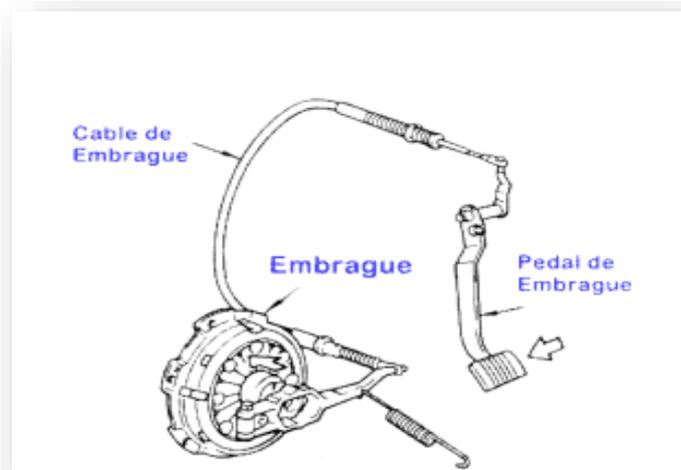
Existen una serie de elementos que componen la transmisiones mecánicas, a continuación se detallará cada uno de ellos y se explicará su función determinada en las transmisiones del automóvil.

#### 3.4.1 Embrague:

Este es un mecanismo que se encuentra ubicado entre el motor (volante de inercia) y transmisión (caja de cambios). Este tiene la función de acoplar o desacoplar estos dos elementos. “El embrague transmite la potencia del motor a la transmisión manual mediante su acoplamiento o desacoplamiento.

También, hace la salida más suave, hace posible detener el vehículo sin parar el motor y facilita las operaciones del mismo” (Acosta, 2010). Entre los tipos de embragues más relevantes, se encuentran:

**-Embrague Mecánico:** en este tipo de embrague el accionamiento del pedal es transmitido por medio de un cable.

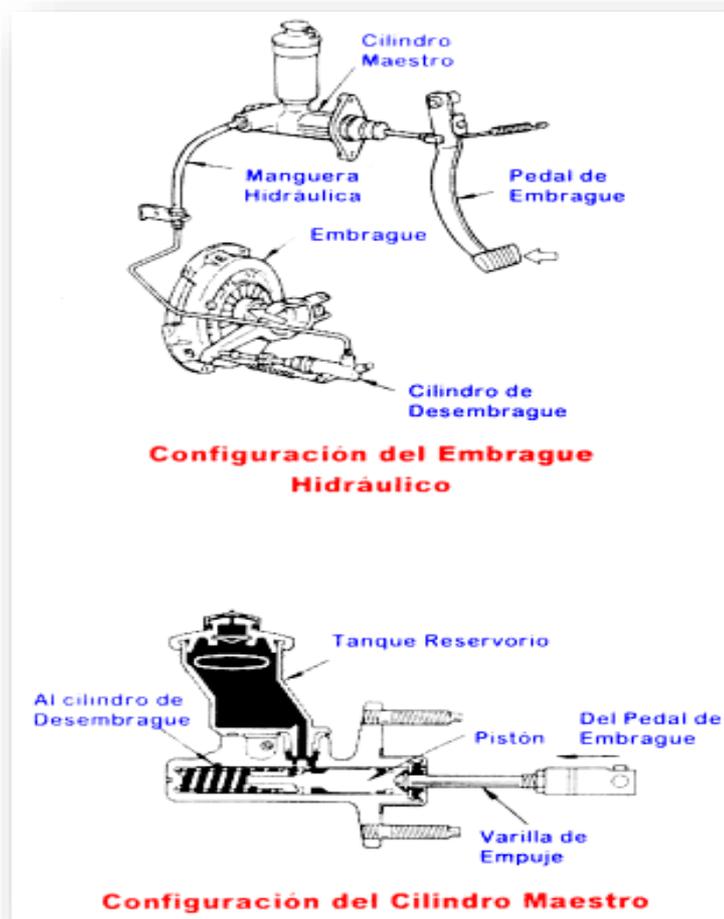


**Imagen 32.- Configuración del embrague mecánico**

**Fuente:** <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-básicos-28.html>

**-Embrague Hidráulico:** en este tipo de embrague el accionamiento del pedal es transmitido por medio de presión hidráulica. Básicamente, la presión hidráulica es generada por una varilla de empuje en un elemento llamado cilindro maestro.

Es necesario conocer, que cuando accionamos el pedal del embrague lo que estamos realizando es interrumpiendo la conexión entre el motor y la transmisión; mientras que cuando realizamos lo contrario, estamos acoplando estos dos.

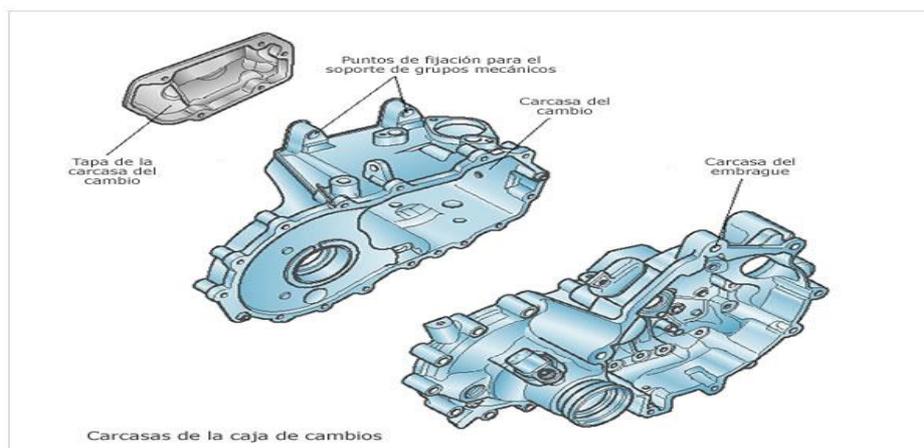


**Imagen 33.- Configuración embrague hidráulico**

**Fuente:** <http://www.automotriz.net/tecnica/conocimientos-basicos-28.html>

### 3.4.2 Carcasa:

La carcasa básicamente es en donde se aloja la caja de velocidades, esta es una estructura (cuerpo) que sirve de protección de la transmisión; generalmente estas están fabricadas de aleaciones de magnesio, con el fin de hacerlas ligeras. Las carcasas se suelen dividir en dos o tres secciones o partes, una en la cual se aloja el embrague, la intermedia donde se ancla la piñonería y la otra en donde se resguarda la caja de cambios.



**Imagen 34.- Carcasa transmisión mecánica**

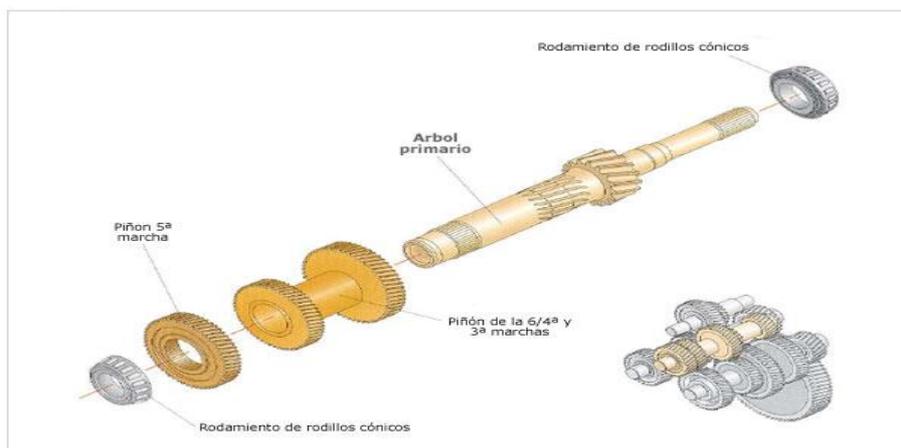
**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios4.htm>

### 3.4.3 Árbol primario y secundario:

-El árbol primario, es el más corto de los ejes. Como su nombre lo indica, en este eje se da la entrada del movimiento giratorio del motor a través del embrague. El eje primario gira en el mismo sentido y con la misma velocidad que el motor.

Está alojado a la carcasa del embrague mediante un cojinete de rodillos cilíndricos móviles y por su otro extremo está conectado a otro eje (secundario) por medio de cojinetes de agujas.

En este eje encontramos a lo largo del mismo solamente un piñón fijo solidario al eje (piñón de arrastre). Este piñón se encarga de transmitir el movimiento generado por el motor a otro eje (eje intermedio).

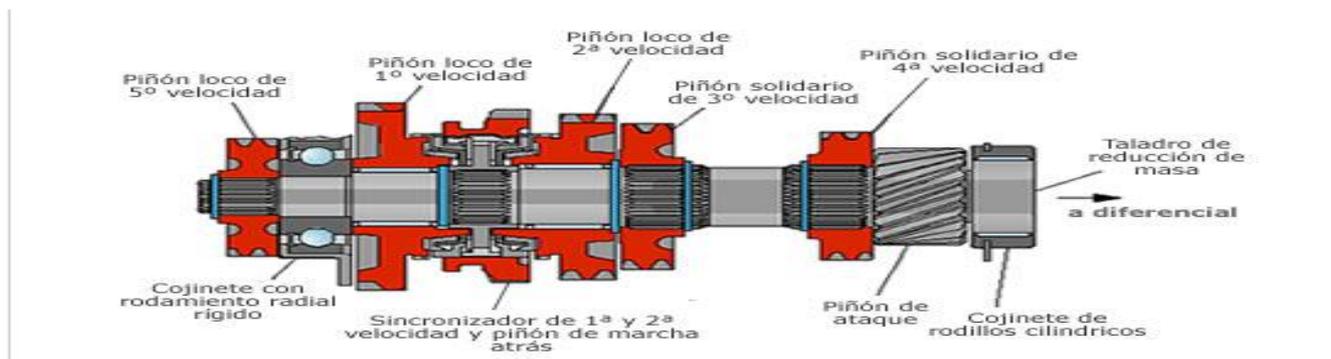


**Imagen 35.- Estructura del árbol primario**

**Fuente:** [http://mantenimientocbtis160.blogspot.com/2011\\_12\\_01\\_archive.html](http://mantenimientocbtis160.blogspot.com/2011_12_01_archive.html)

-El árbol secundario, esta unido al árbol primario por medio de cojinetes de agujas. En este eje, encontramos los piñones conducidos correspondientes a cada una de las marchas existentes en el vehículo: 1era, 2da, 3ra, 4ta y 5ta y reversa; soportados por cojinetes de agujas, estos son piñones móviles que giran locos sobre el eje. Van acompañados de sus respectivos dispositivos de sincronización a cada lado.

En el caso de existir una 6ta marcha de igual manera el piñón correspondiente a la misma, se encuentra ubicado en el eje secundario.



**Imagen 36.- Estructura del árbol secundario**

**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios4.html>

### 3.4.4 Árbol intermedio:

Este árbol, se encuentra alojado a la carcasa del embrague por medio de rodamientos de bolas. Este eje recibe el movimiento giratorio producido por el motor a través del piñón de arrastre del eje primario. En su estructura incorpora los piñones conductores, los cuales se encuentran fijos y mecanizados al mismo.

### 3.4.5 Eje de reversa:

Ubicado entre los árboles primarios y secundarios. Su función principal es la de invertir el sentido de giro del árbol secundario con el objetivo de poder generar un movimiento inverso al del motor y poder dar marcha atrás y circular de reversa.



**Imagen 37.- Eje de reversa**

**Fuente:** <http://www.taringa.net/posts/autos-motos/13073466/Desarme-una-zf.html>

### 3.4.6 Engranajes:

Generalmente, los piñones que se utilizan en los distintos tipos de transmisiones mecánicas, suelen ser fabricados de acero al carbono. Estos piñones son sometidos a tratamientos térmicos de temple y cementación con el propósito de que adquieran dureza y sean más resistentes al desgaste. Poseen un dentado helicoidal tallado en máquinas especiales, “el cual presenta la ventaja de que la transmisión de par se realiza a través de dos dientes simultáneamente en lugar de uno como ocurre con el dentado recto tradicional, siendo además la longitud de engrane y la capacidad de carga mayor” (González, 2012).

Un caso especial se da en el tipo de piñón empleado para marcha atrás, este a diferencia de los demás, posee un dentado recto, “ya que a pesar de soportar mejor la carga, su utilización es menor y además tienen un coste más reducido” (González, 2012).

### 3.4.7 Mecanismo de sincronización:

Los mecanismos de sincronización son un conjunto de elementos como su nombre mismo lo indica, que permiten sincronizar e igualar la velocidad periférica de dos o más elementos en movimiento, en este caso, de los ejes con la velocidad interna de los piñones y así conseguir un excelente engrane de marcha. Estos se encuentran tanto en el árbol primario como en el secundario. Entre los elementos de sincronización más importantes en una transmisión podemos encontrar:

- **Anillos de sincronización:** son unos anillos de bronce especial con dientes en su base que se encuentran ubicados a cada lado de todos los engranes de marcha.

“Estos se desplazan por sobre el tren móvil para enganchar silenciosamente las velocidades. Mediante unos bronces de forma cónica igualan las velocidades de los trenes para evitar que los dientes se estrellen y se rompan, y se pueda hacer el cambio suave y silenciosamente” (Nullvalue, 1997)

- **Cono de sincronización:** es la parte externa del piñón de marcha por medio del cual se desplaza el anillo sincronizador y permite igualar la velocidad de rotación de los engranes que se propone acoplar. Su superficie tiene forma curva.

- **Manguito de cambio o corona:** es un mecanismo con estriado interno. Se encarga de acoplar las marchas una vez ya sincronizadas. Permite acoplar una sola marcha a la vez. Tiene un movimiento axial sobre el eje principal hacia adelante para acoplar una determinada marcha y hacia atrás para acoplar otra diferente marcha.

-**Cuerpo de sincronización:** el cuerpo de sincronización es un elemento que posee un “estriado interiormente para engranar al eje principal, y un dentado exteriormente para engranar y permitir el desplazamiento axial de la corona encargada de trabar las marchas” (Inostroza, 2007).

-**Piezas de bloqueo y resortes de sincronización:** estos elementos los encontramos dentro del cuerpo de sincronización, tiene forma redonda y son delgados y livianos. Son generalmente 4.

Básicamente estos son accionados por unos resortes de sincronización con bolas de sincronización haciendo que estos elementos bloqueen la marcha y se evite que esta salte.



**Imagen 38.- Elementos constitutivos del mecanismo de sincronización**

**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios1.htm>

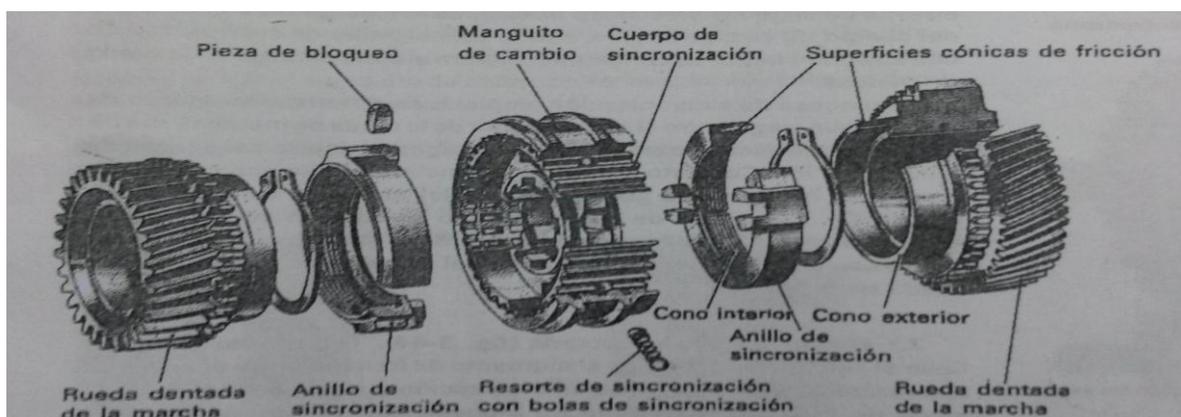
### **3.4.8 Tipo de mecanismos de sincronización**

#### **3.4.8.1 Dispositivo de sincronización con cono y con esfera de sincronización**

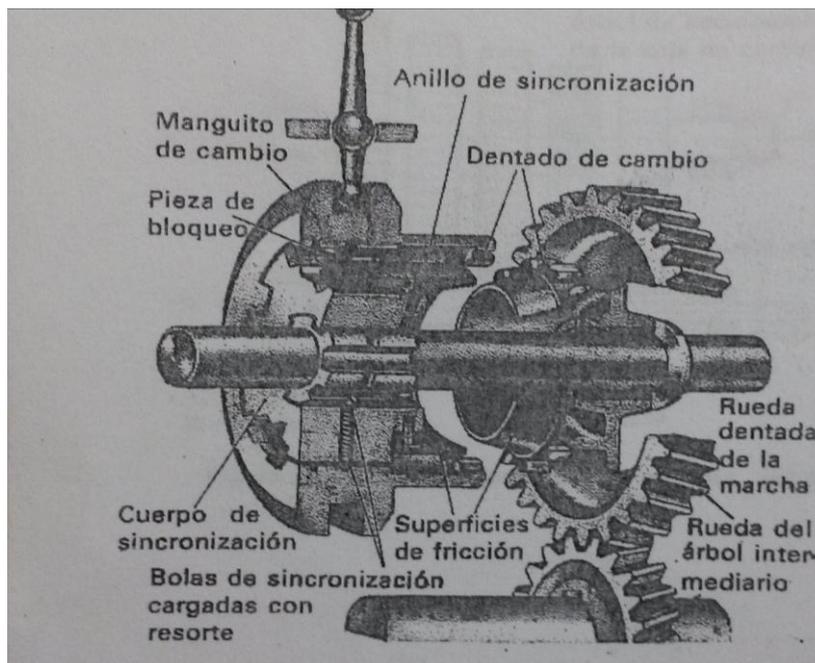
Este tipo de mecanismo de sincronización de cambio de velocidad, permite mediante un conjunto de elementos: manguito de cambio, anillos de sincronización, cuerpo de sincronización, resorte de sincronización, pieza de bloqueo; la igualación de las velocidades de giro de los piñones de marcha antes de efectuar el engrane de los mismos. Su principio de funcionamiento se basa en el aprovechamiento de la fricción entre dos o más elementos.

“Las esferas de sincronismo, cargadas mediante resortes, transmiten la fuerza de empuje que, al conectar una marcha, actúa en el maguito de conexión y de este en el cuerpo de sincronismo que de este modo oprime el anillo de sincronización sobre el cono exterior de la rueda de marcha correspondiente” (Gerschler, 1985)

La sincronización se da en 3 etapas: en vacío, en acción y marcha conectada. La primera etapa “en vacío”, ocurre cuando el mecanismo de sincronización está estático, y no interviene en la ninguna conexión de marcha. La segunda etapa “en acción”, se da cuando al ser escogida una determinada marcha, la horquilla selectora de marcha empuja al mecanismo de sincronización hacia el piñón que se desea engranar, con el propósito de igualar las velocidades antes de conectar la marcha. Es aquí, en donde el cono interno del anillo sincronizador entra en contacto con el cono externo del engrane de marcha necesitado e iguala las velocidades de giro por medio de fricción. Finalmente, la etapa “marcha conectada”, como su nombre mismo lo indica, se da cuando a través de un dispositivo llamado manguito de cambio, se enclava el piñón de marcha requerido al eje primario una vez ya sincronizadas las velocidades y así de esta manera se transmite el movimiento correspondiente.



**Imagen 39.- Dispositivo de sincronización con bolas de sincronismo**



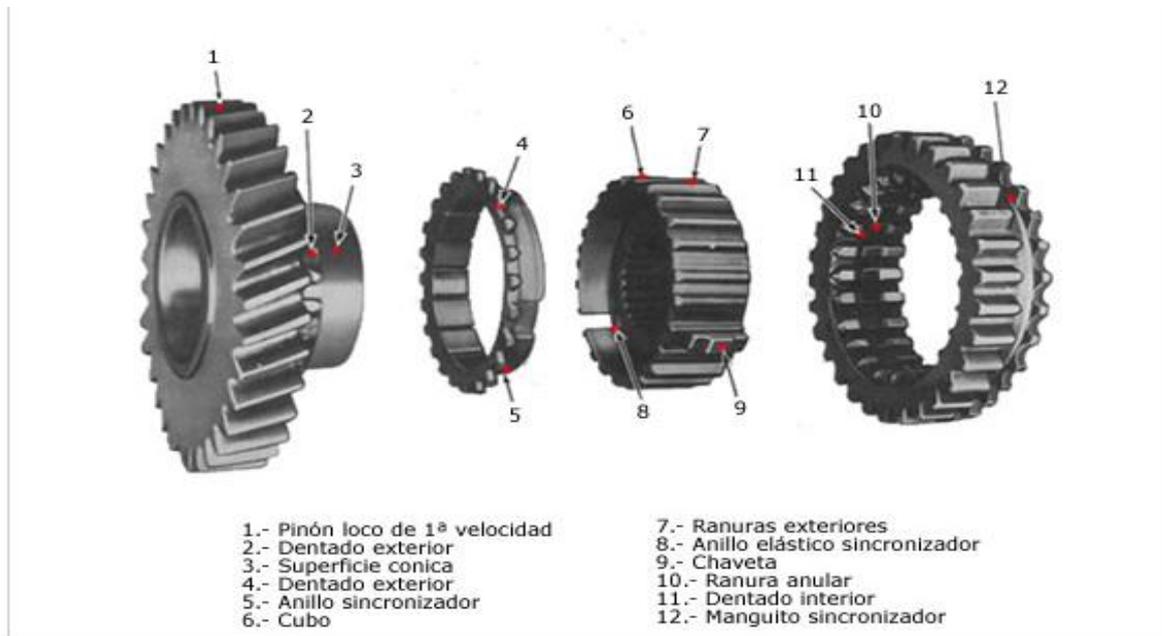
**Imagen 40.- Dispositivo de sincronización marchando en vacío**

**Fuente:** Gerschler

### **3.4.8.2 Dispositivo de sincronización con cono y cerrojo de sincronización**

En este tipo de mecanismo de sincronización, se emplean a más de anillos de sincronización, unos cerrojos dispuestos en el cuerpo de sincronización. Estos cerrojos, al conectarse una marcha determinada, son comprimidos contra el anillo de sincronización por medio del maguito de cambio. Al ser presionados contra el anillo, este ejerce cierta fuerza de fricción contra el cono exterior del engrane de marcha haciendo que se obtenga una igualación de velocidades giratorias entre estos dos y así se pueda engranar correctamente y sin mucho ruido la marcha.

Una vez que se ha emparejado las velocidades de ambos elementos, la fuerza cesa sobre los cerrojos.



**Imagen 41.- Despiece parcial de un sincronizador**

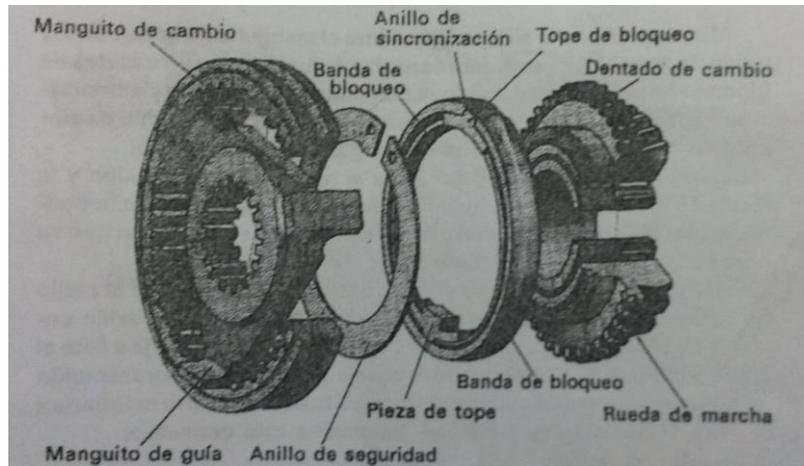
**Fuente:** <http://www.javb.xyz/posts/autos-motos/15443881/La-caja-de-velocidades.html>

### 3.4.8.3 Dispositivo de sincronización con anillo de sincronización elástico.

El dispositivo de sincronización con anillo de sincronización elástico basa su funcionamiento en el empleo de un anillo elástico constituido por una banda de bloqueo situado en el anillo de sincronización.

Su funcionamiento es el siguiente: la sincronización del movimiento giratorio del engrane de marcha se da por medio de este anillo elástico, que al momento de accionarse una marcha determinada, es arrastrado por medio del manguito de cambio hacia la superficie cónica externa del engrane de marcha, este manguito al realizar un giro de rotación, genera que una pieza de tope dispuesta en este anillo, produzca un efecto de tensión en el anillo,

este comprimiéndose contra el cono externo del piñón de marcha, causando la igualación de velocidades y el correcto engrane de marcha.



**Imagen 42.- Dispositivo de sincronización con anillos de sincronización elásticos**

**Fuente:** Gerschler

### **3.4.9 Mecanismo de cambio de velocidad sin dispositivos de sincronización**

#### **3.4.9.1 Mecanismo de cambio de velocidad con ruedas corredizas**

El mecanismo de cambio de velocidad con ruedas corredizas era uno de los mecanismos más empleados en la antigüedad, debido a su sencillez. El funcionamiento de este mecanismo era el siguiente: De igual forma que una transmisión mecánica común, contaba con un piñón de arrastre o piñón motriz situado en el árbol de entrada, encargado de arrastrar mediante el engrane con otro piñón el eje intermedio. “Al conectar las velocidades las ruedas corredizas se desplazan sobre el árbol principal y se hacen engranar sobre la rueda que convenga del árbol intermedio” (Gerschler, 1980). Este engrane permitía obtener las distintas relaciones de transmisiones deseadas. Este mecanismo lleva este nombre, debido a que su funcionamiento se basa prácticamente en “ruedas corredizas” que al engranar con otras generan relaciones de marcha.



### 3.4.9.3 Mecanismo de cambio de velocidad con chaveta móvil

De igual forma, en este mecanismo todos los piñones se encuentran constantemente engranados. Lo que lo diferencia del mecanismo de cambio anterior, es que ahora el accionamiento y conexión de cada una de las marchas se efectúa por medio de unas bolas y chavetas móviles que se desplazan en sentido axial. El funcionamiento es el siguiente: los piñones del árbol de accionamiento se encuentran fijos, mientras que los del árbol impulsado se encuentran girando locos. Al ser el árbol impulsado hueco, y con orificios en la superficie en la que se apoyan los pares de engranes respectivos, al momento de accionar una marcha, este mecanismo de chaveta móvil presiona hacia al exterior de estos orificios estas bolas de accionamiento haciendo que se conecte la marcha correspondiente.

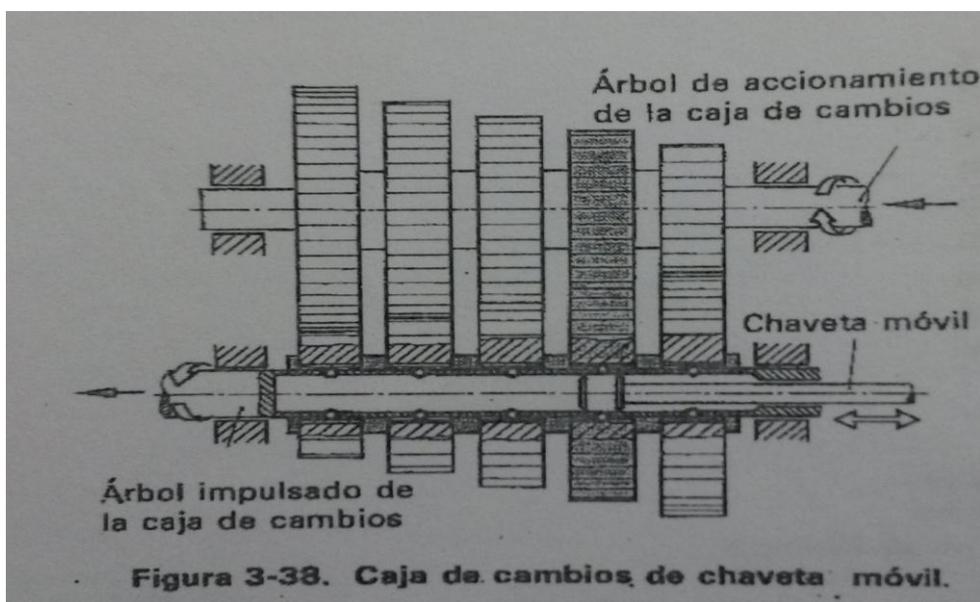


Imagen 44.- Caja de cambios de chaveta móvil

Fuente: Gerschler

### 3.4.10 Horquillas selectoras de marcha:

Las horquillas selectoras de marchas es un mecanismo accionado por la palanca de cambios, que se encarga de controlar el conjunto sincronizador para acoplar las marchas que se deseen. Las horquillas, determinan la pareja de piñones que se engranan del primario y secundario.

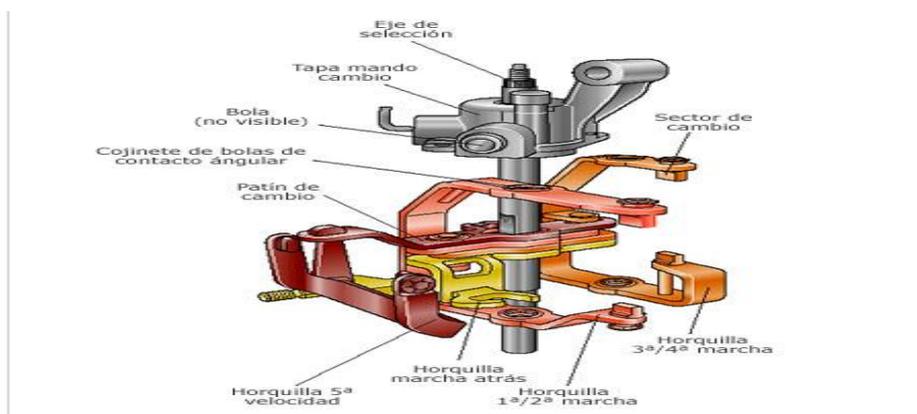


**Imagen 45.- Horquillas selectoras de marcha**

**Fuente:** <http://news.motoscoot.es/funcionamiento-de-la-caja-de-cambios/>

### 3.4.11 Varilla selectora:

Es un elemento, “sobre el cual se instalan las horquillas que van a desplazar los sincronizadores. Las varillas se mueven gracias a la acción de la mano del conductor sobre la barra de cambios” (Nullvalue, 1997).

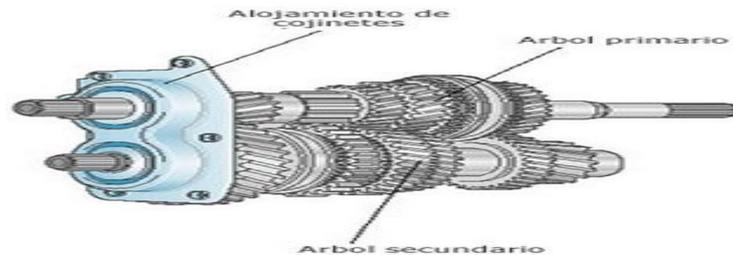


**Imagen 46.- Varillaje de selección de marchas**

**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios4.htm>

### 3.4.12 Cojinetes axiales:

sobre estos se apoyan y deslizan los árboles fijo y móvil, de igual manera los piñones del tren móvil, estos cojinetes se encuentran instalados en la carcasa de la caja de cambios.



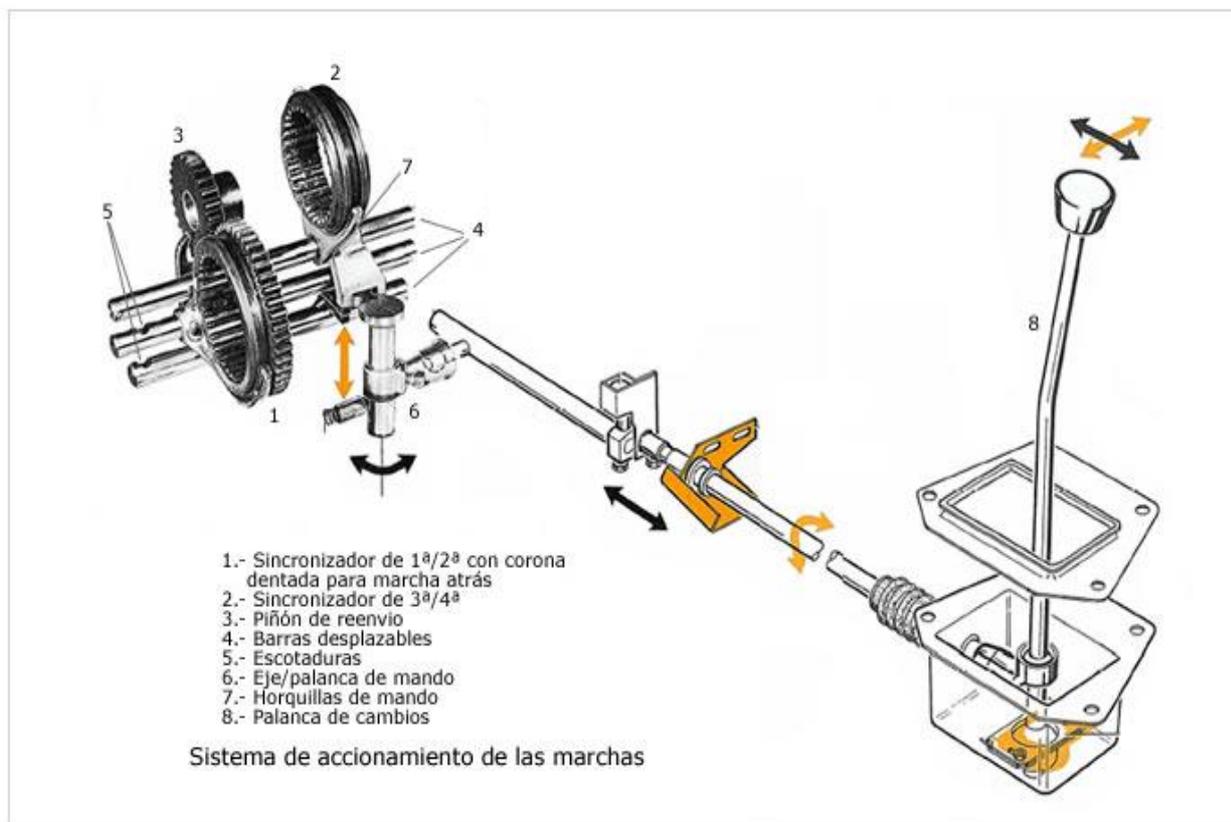
**Imagen 47.- Ubicación de cojinetes axiales en transmisión mecánica.**

**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios4.htm>

### 3.4.13 Palanca de cambios:

La palanca de cambios, es un mecanismo por el cual el conductor del vehículo tiene el control sobre las marchas del mismo. Mediante esta el conductor efectúa los distintos cambios de marcha.

“La palanca de cambios transmite un movimiento en cruz de izquierda a derecha y hacia adelante o hacia atrás indistintamente, que es interpretado por el eje/palanca transformando dicho movimiento en uno de giro en semicírculo y otro movimiento en forma vertical de arriba a abajo o al revés. El Eje/palanca con su movimiento acciona una de las barras desplazables que tienen acopladas de forma solidaria las horquillas que a su vez mueven los sincronizadores y el piñón de reenvío . Las barras desplazables están dotadas cada una de ellas de unas escotaduras, en las que puede alojarse una bola presionada por un muelle. Estas escotaduras sirven para fijar las barras en una posición concreta para impedir el desplazamiento de la mismas, como consecuencia de las vibraciones o sacudidas que se producen con la marcha del vehículo” (Fernandez, 2010)



**Imagen 48.- Accionamiento de marchas desde la palanca de cambios**

Fuente: <http://slideplayer.es/slide/1108300/>

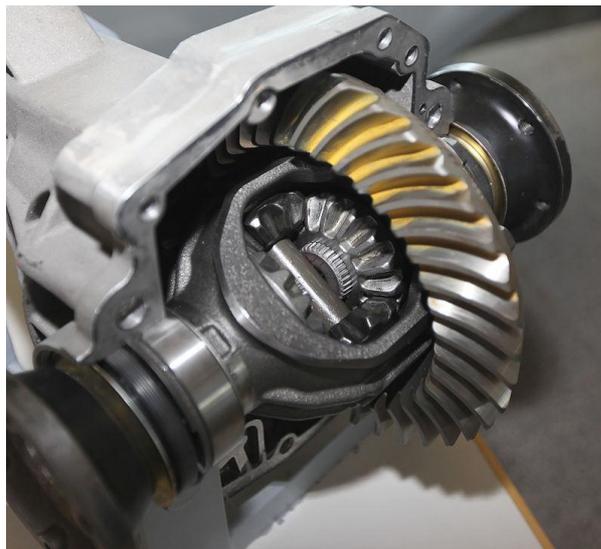
#### 3.4.14 Sensores y actuadores

- **Conmutador para luces de reversa:** situado en la parte lateral de la carcasa de cambio. Su funcionamiento es el siguiente: cuando el conductor acciona la palanca de cambios en sentido de reversa, el piñón es accionado por las horquillas y paralelamente se cierran dos contactos de un conmutador, este enviando un impulso eléctrico hacia la computadora del vehículo encendiendo la luz de retro en los faros posteriores.

### 3.4.15 Diferencial:

Este se encuentra muchas de las veces separado de la caja de cambios y otras veces unido a esta. Este cuando se encuentra unido a la caja de cambios, se apoya en 2 cojinetes de rodillos cónicos unidos a la carcasa de la transmisión y embrague. Este mecanismo se encarga de variar la velocidad de giro de las ruedas, según sea necesario.

Como se conoce, al entrar a una curva, la rueda interna a la curva recorre una menor distancia que la rueda exterior, es por ello de la necesidad del diferencial para variar la velocidad de ambas ruedas y hacer que la rueda interna a la curva tenga una menor velocidad que la externa a la misma.



**Imagen 49.- Estructura interna del diferencial**

**Fuente:** [http://es.wikipedia.org/wiki/Mecanismo\\_diferencial](http://es.wikipedia.org/wiki/Mecanismo_diferencial)

### 3.5 Funcionamiento

Como fue explicado anteriormente, las transmisiones mecánicas básicamente están constituidas por 3 o 2 ejes (primario, intermedio y secundario) y un conjunto de engranes (locos y otros solidarios a los mismos) pertenecientes a cada una de las marchas.

El funcionamiento de la transmisión se da de la siguiente manera: el movimiento lineal del motor generado por las innumerables explosiones que se dan en el interior de los cilindros, es transformado en movimiento giratorio por medio del cigueñal.

A continuación, el cigueñal por medio del volante de inercia transmite este movimiento circular giratorio al mecanismo embrague cuando este está acoplado y se interrumpe el paso cuando está desacoplado. Al estar acoplado el embrague, el movimiento giratorio entra a la transmisión por medio del eje primario o de entrada, este eje por medio del engrane de arrastre, el cual se encuentra siempre engranado a un piñón del eje intermedio transmite este movimiento haciendo que todos los piñones del eje intermedio giren solidarios y arrastren a sus piñones pares del eje secundario los cuales giran locos al no haber un accionamiento de marcha.

El conductor al accionar una marcha determinada, lo que hace es lo siguiente: por medio de la palanca de cambios, cuya función fue explicada anteriormente, genera dos desplazamiento en el eje/palanca uno giratorio y otro lineal, lo cuales accionan las barras desplazables, las mismas que al estar acopladas a las horquillas, mueven los sincronizadores y con ello engranan y se accionan los diferentes cambios.

A continuación, detallaré el accionamiento de cada uno de los cambios que se pueden realizar en el vehículo.

### 3.5.1 Primera velocidad:

- **Definición:**

Como es de conocimiento general, la primera velocidad en un vehículo nos brinda dos características específicas, esta nos entrega alto torque y baja velocidad.

Esta marcha se la utiliza básicamente para poner en movimiento el vehículo, y así vencer la resistencia al avance generada en una primera instancia.

- **Características piñonería:** los piñones de primera marcha cuentan con las siguientes especificaciones técnicas:

**-Piñón conductor:** de radio menor que el piñón conducido, posee un menor número de dientes.

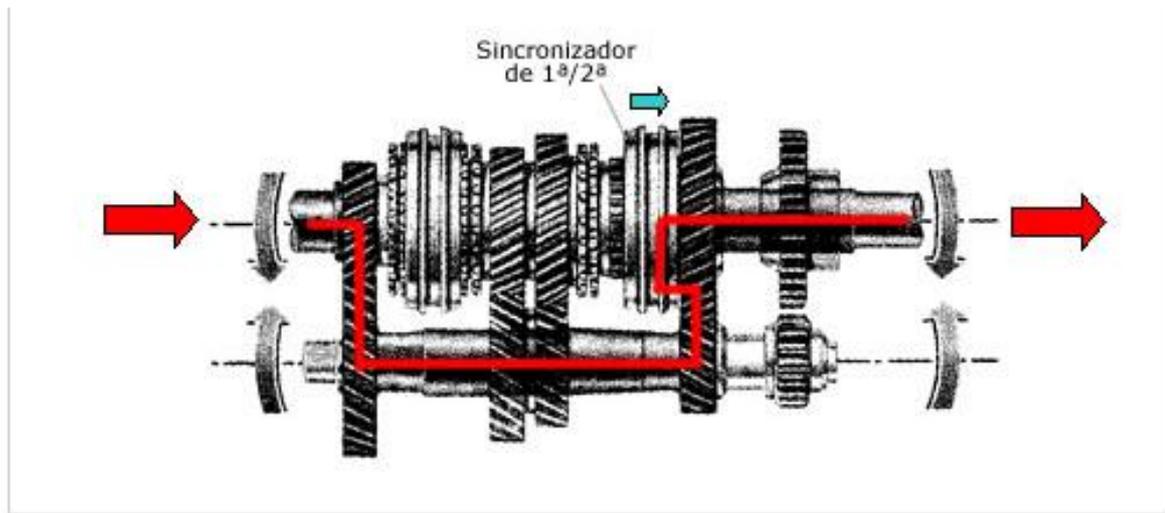
**-Piñón conducido:** ubicado en el árbol secundario, tiene un radio mayor que el piñón conducido, posee mayor número de dientes en su periferia.

La diferencia de diámetros del piñón conductor y conducido es muy notable. Como resultado se obtiene un aumento de par considerable.

- **Accionamiento:**

Para el accionamiento de la primera velocidad se da el siguiente proceso: el conductor acciona la palanca de cambio y la ubica en la ranura de “primera velocidad” paralelamente aplastando el pedal de embrague del vehículo (desacoplando el embrague e interrumpiendo el paso de movimiento del motor – transmisión). Inmediatamente, el movimiento de la palanca de cambios se transmite a la horquilla selectora de marcha correspondiente que acciona el sincronizador de 1ra y 2da marcha.

El sincronizador cumple su función antes descrita y se desplaza hacia la derecha, generando el enclavamiento del piñón loco de primera del eje secundario, que hace que este sea solidario al eje y giren conjuntamente. Finalmente, con la marcha ya conectada, se transmite este movimiento al diferencial.



**Imagen 50.- Funcionamiento de la caja de cambios en 1era velocidad**

**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios1.htm>

### 3.5.2 Segunda velocidad:

#### ○ Definición:

La segunda velocidad en un vehículo, se asemeja bastante a la primera velocidad. Sin embargo, la segunda velocidad, no nos brinda el mismo par que la primera velocidad, aquí se experimenta una disminución del par, pero existe un incremento de la velocidad. Este cambio tiene su aplicación al momento de transitar por calles y avenidas medianamente congestionadas.

- **Características piñonería:** los piñones de segunda marcha cuentan con las siguientes especificaciones técnicas:

**-Piñón conductor:** posee un radio mayor que el conductor de primera, existe un aumento en el número de dientes.

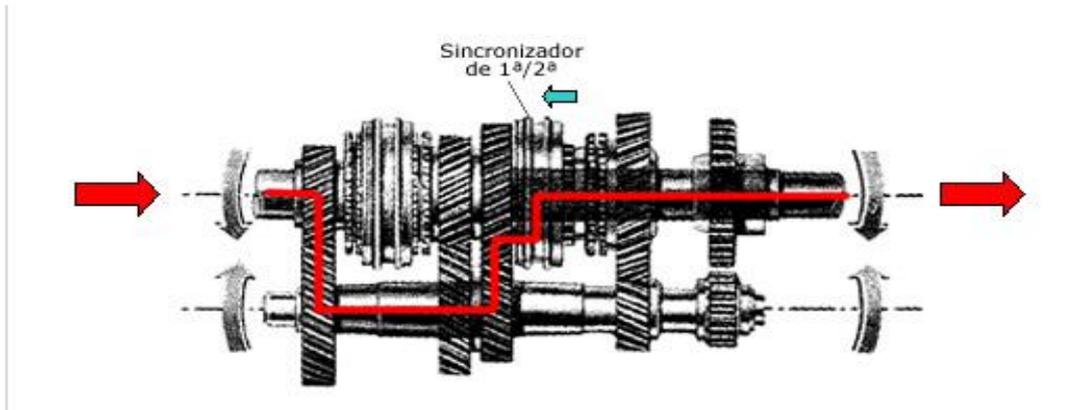
**-Piñón conducido:** ubicado en el árbol secundario, aquí se registra una disminución del radio del mismo. En comparación al piñón de primera, disminuye su tamaño; de igual forma se reducen el número de dientes.

La diferencia de diámetros no es muy notable como en el primer caso. Como resultado se obtiene una disminución del par a diferencia del primer caso. Existe un aumento en la velocidad final.

- **Accionamiento**

Para el accionamiento de la segunda velocidad se da el siguiente proceso: el conductor acciona la palanca de cambios y la ubica en la ranura de “segunda velocidad” paralelamente aplastando el pedal de embrague del vehículo (desacoplando el embrague e interrumpiendo el paso de movimiento del motor – transmisión). Inmediatamente, el movimiento de la palanca de cambios se transmite a la horquilla selectora de marcha correspondiente que acciona de igual forma el sincronizador de 1ra y 2da marcha. El sincronizador cumple su función de emparejamiento de velocidades y se desplaza hacia la izquierda, generando el enclavamiento del piñón loco de segunda del eje secundario, que hace que este sea solidario al eje y giren conjuntamente.

Finalmente, con la marcha ya conectada, se transmite este movimiento al diferencial.



**Imagen 51.- Funcionamiento de la caja de cambios en 2da velocidad**

Fuente: <http://www.aficionadosalamecnica.net/caja-cambios1.htm>

### 3.5.3 Tercera velocidad:

#### ○ **Definición:**

La tercera velocidad en un vehículo, ya nos brinda más alternativas que la primera y la segunda. En este cambio, ya experimentamos un aumento importante de la velocidad del vehículo, pero el par generado es cada vez menor conforme se vaya aumentando de marcha. La tercera velocidad tiene su aplicación al momento de transitar por calles y avenidas no tan congestionadas, ya que se experimenta una mayor velocidad.

- **Características piñonería:** los piñones de tercera marcha cuentan con las siguientes especificaciones técnicas:

**-Piñón conductor:** posee un radio mayor que el conductor de segunda marcha, existe un aumento correspondiente en el número de dientes.

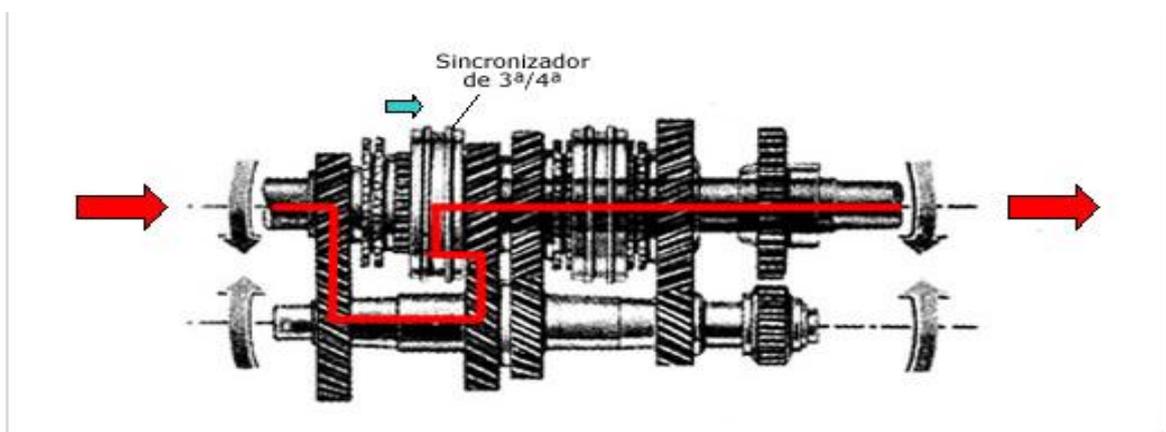
**-Piñón conducido:** ubicado en el árbol secundario, aquí se registra una disminución del radio del mismo. En comparación al piñón de segunda disminuye su diámetro; de igual forma se reducen el número de dientes.

La diferencia de diámetros entre el piñón conductor y piñón conducido es mínima. Como resultado se obtiene una disminución del par, y se da un aumento bastante significativo de velocidad final.

#### ○ **Accionamiento**

Para el accionamiento de la tercera velocidad se da el siguiente proceso: el conductor acciona la palanca de cambios y la ubica en la ranura de “tercera velocidad” paralelamente aplastando el pedal de embrague del vehículo (desacoplando el embrague e interrumpiendo el paso de movimiento del motor – transmisión).

Inmediatamente, el movimiento de la palanca de cambios se transmite a la horquilla selectora de marcha correspondiente que acciona de igual forma el sincronizador de 3ra y 4ta marcha. El sincronizador cumple su función de emparejamiento de velocidades y se desplaza hacia la derecha, generando el enclavamiento del piñón loco de tercera del eje secundario, que hace que este sea solidario al eje y giren conjuntamente como un sólo cuerpo. Finalmente, con la marcha ya conectada, se transmite este movimiento al diferencial.



**Imagen 52.- Funcionamiento de la caja de cambios en 3era velocidad**

**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios1.htm>

### 3.5.4 Cuarta velocidad:

- **Definición:**

La cuarta velocidad en un vehículo, definitivamente nos brinda ventajas totalmente distintas a las que nos da la 1era y 2da marcha. Esta marcha nos permite experimentar gran velocidad y bajo torque. La cuarta velocidad tiene su aplicación al momento de transitar por autopistas y carreteras no muy congestionadas.

- **Características piñonería:**

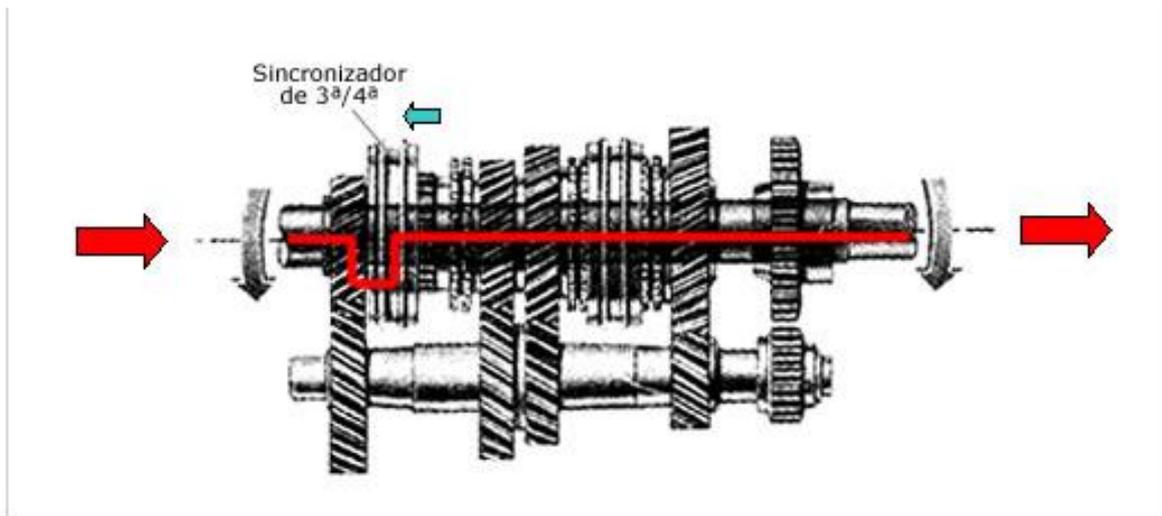
-Los piñones de cuarta marcha a diferencia de los demás cuentan con una características muy particular. Al ser considerada como “marcha directa”, en esta no influye el árbol intermedio, todos los piñones giran locos.

Como resultado se obtiene un aumento de la velocidad del vehículo bastante importante.

- **Accionamiento**

Para el accionamiento de la cuarta velocidad se da el siguiente proceso: el conductor acciona la palanca de cambio y la ubica en la ranura de “cuarta velocidad” paralelamente aplastando el pedal de embrague del vehículo (desacoplando el embrague e interrumpiendo el paso de movimiento del motor – transmisión). Inmediatamente, el movimiento de la palanca de cambios se transmite a la horquilla selectora de marcha correspondiente que acciona de igual forma el sincronizador de 3ra y 4ta marcha. El sincronizador cumple su función de emparejamiento de velocidades y se desplaza hacia la izquierda, generando el enclavamiento del piñón de arrastre del eje primario, que hace que este sea solidario al eje y giren conjuntamente como un solo cuerpo.

Finalmente, con la marcha ya conectada, se transmite este movimiento al diferencial. En esta marcha, se da el enclavamiento del piñón de arrastre y el movimiento se transmite sin influencia del árbol intermedio, el flujo de movimiento es totalmente horizontal, por tal razón se considera la cuarta marcha como directa.



**Imagen 53.- Funcionamiento de la caja de cambios en 4ta velocidad**

**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios1.htm>

### 3.5.5 Marcha atrás:

#### ○ Definición:

La marcha atrás o reversa, a diferencia de las demás marchas antes expuestas, nos da la posibilidad, de como su nombre mismo lo indica, de dirigir el vehículo en sentido opuesto al avance (retroceso).”Todo automóvil que tenga un peso superior a 400kg debe poder ir marcha atrás. Conectando la marcha atrás se invierte el sentido de rotación de las ruedas motrices.” (Gerschler, 1980).

- **Características piñonería:** el piñón de reversa cuentan con las siguientes especificaciones técnicas:

**-Piñón conductor:** Este piñón posee un mayor número de dientes que el conducido, posee un dentado recto, por tal razón suele ser ruidoso.

**-Piñón de reenvío:** es el encargado de invertir el giro del tren secundario con respecto al primario. Posee un dentado igualmente recto.

**-Piñón conducido:** posee un dentado recto, y menor número de dientes que el conductor.

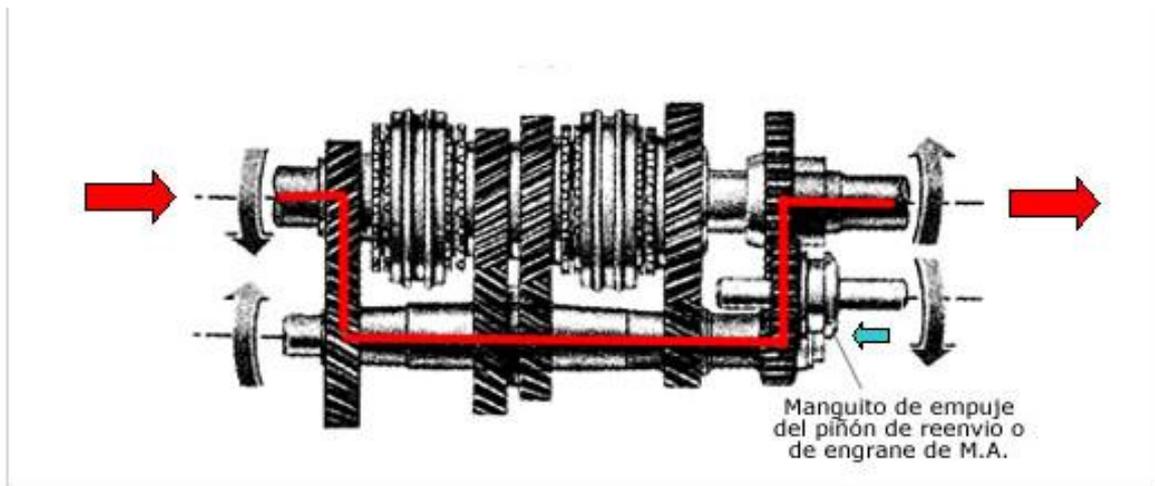
- **Accionamiento**

El accionamiento de marcha atrás, es totalmente distinto a las demás marchas, en este caso, el conductor acciona la palanca de cambio y la ubica en la ranura de “marcha atrás” paralelamente aplastando el pedal de embrague del vehículo (desacoplando el embrague e interrumpiendo el paso de movimiento del motor – transmisión). Inmediatamente, el movimiento de la palanca de cambios se transmite a la horquilla selectora de marcha correspondiente que acciona de igual forma el sincronizador.

El sincronizador correspondiente de marcha atrás, acciona al piñón de reenvío desplazándolo hacia generalmente el lado izquierdo, engranando directamente con otros dos piñones, siendo uno el piñón de reversa del árbol de salida y el otro el piñón correspondiente de reversa del árbol intermedio (estos 3 piñones poseen dentado recto).

Mediante el engrane de estos 3 piñones se logra la inversión del giro en la transmisión produciendo de igual forma este movimiento inverso en el diferencial.

El resultado que se obtiene finalmente es de la misma magnitud del que se registra en “primera marcha”: alto torque, poca velocidad.



**Imagen 54.- Funcionamiento de la caja de cambios en marcha atrás**

**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios1.htm>

### 3.5.6 Quinta y sexta velocidad:

#### ○ **Definición:**

La quinta y sexta velocidad en un vehículo, se han implementado con el propósito de aumentar la multiplicación de velocidad en una transmisión.

La aplicación de estas marchas se da al circular generalmente y únicamente por autopista y carreteras de trazos rectos, en los cuales se puedan registrar velocidades mayores a los 100km/h.

- **Características piñonería:** los piñones de quinta y sexta marcha, cuentan con características similares, el piñón conductor de ambas marchas posee un diámetro mayor que el conducido que es de menor diámetro, consiguiendo así la relación de transmisión requerida. La relación del número de dientes, claramente se ve afectada por el diámetro de cada uno de los piñones (el número de dientes es directamente proporcional al diámetro del piñón).

Como resultado se obtiene un aumento de la velocidad; mientras, que se registra un torque bajo.

#### ○ **Accionamiento**

Para el accionamiento de estas dos marchas se asignan nuevos pares de piñones correspondientes, de igual forma dispositivos de sincronización. La disposición y accionamiento de los piñones suele verse alterada cuando tenemos mayor número de marchas. En caso de registrar una 5ta marcha, el piñón de 1era y reversa pasan a ser accionados por el mismo sincronizador, el de 2da y 3ra por otro y finalmente el de 4ta y 5ta por el último.

En caso de la inclusión de una 6ta marcha se vuelven a reasignar los dispositivos de sincronización.



**Imagen 55.- Palanca de cambios de 6 velocidades**

**Fuente:** <http://www.recambios.guarnieri.es/listado-productos.php?idfamilia=20&ord=3>

### **3.6 Sistema de lubricación de las transmisiones**

En las transmisiones, el mecanismo encargado de la lubricación, es una bomba de aceite del tipo rotor, motada la mayoría de veces al eje primario, aunque también se la puede encontrar en el eje secundario.

Esta bomba es accionado por el árbol, el cual esta permanentemente girando con el motor. El aceite utilizado para este fin (aceite con especificaciones determinadas) es aspirado por un colador en el carter. Inmediatamente, el aceite se conduce a través de un canal central a la bomba, la misma que genera alta presión, reconduciendo este aceite por otros conductos o canales más pequeños a los rodamientos de las marchas móviles para que se forme una capa muy fina sobre estos y exista una buena lubricación de todos los elementos en fricción.

#### **3.6.1 Aceites y lubricantes para transmisiones**

Como es de conocimiento general, los aceites y lubricantes son sustancias químicas compuestas por una serie de elementos diversos (elementos y compuestos químicos) que mediante su fusión, adquieren determinadas características y propiedades. Estos se los utiliza generalmente para la lubricación de elementos que se encuentran en constante fricción y de cierta forma también se los utiliza como medio de refrigeración. Sin duda, en el campo automotriz, los aceites y lubricantes juegan un papel muy importante en el correcto funcionamiento de ciertos elementos que componen el automóvil. La elección errónea de un aceite o lubricante, podría conllevar a una serie de problemas muy graves. Es por ello que antes de todo, se que consultar a un profesional o especialista en el tema.

Gracias a diversos estudios realizados, se han podido desarrollar una serie de aceites y lubricantes de mejor calidad, con propiedades mejoradas y características diferentes. Este tipo de lubricantes, han sido resultado de estudios bastante amplios de laboratorio, permitiendo así, obtener una mejor lubricación de los elementos en fricción.

### 3.6.1.1 Lubricantes para transmisiones manuales

Debido a su diseño y materiales de construcción, existen determinados aceites y lubricantes para las distintas cajas de cambios que existen hoy en día. A continuación, se detalla un listado de los aceite específicos para determinadas marcas:

Listado de Aceites	Marcas
<b>Aceite de Motor SAE 15W-40 o SAE 20W-50</b>	Izusu y Chevrolet
<b>Aceite Sintético SAE 5W-30 o SAE 5W-40</b>	Honda y Camionetas Chevrolet
<b>Aceite de Transmisión GL-3</b>	Empleado en transmisiones que no pueden tolerar azufre/fósforo. Autos de gama alta.
<b>Aceite de Transmisión GL-4( Viscosidad SAE 75W-90 o menos)</b>	Utilizado en transmisiones sincronizadas. Se emplea en: Daihatsu, Nissan, Hyundai, Mitsubishi, Suzuki, Volkswagen, Kia
<b>Aceite de Transmisión GL-4 Sintético</b>	Utilizado para máxima protección. Aceite liviano.
<b>Aceite de Transmisión GL-5</b>	No recomendado para transmisiones sincronizadas.
<b>Aceite con clasificación TO-4</b>	Desarrollado por Caterpillar.

**Tabla 1.- Listado de aceites para transmisiones manuales**

### 3.7 Recomendaciones de mantenimiento

Es muy importante, nunca olvidar el realizar el mantenimiento respectivo al mecanismo de transmisión de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Generalmente en transmisiones manuales lo correcto, es realizar el cambio de aceite de la caja de cambios y diferenciales cada 25 000 km. De esta manera, evitaríamos problemas de funcionamiento de la misma y averías. En transmisiones automáticas, es recomendable realizar los cambios de aceite a los 100 000 km. Existen algunos tipos de transmisiones automáticas, las cuales no requieren de mantenimiento ni cambios de aceite, debido a la composición del aceite colocado desde su fabricación.

### 3.8 Averías de las transmisiones

Entre las averías más comunes de las transmisiones podemos encontrar:

#### -Transmisiones manuales:

1. El cambio de marcha produce un sonido extraño.
  - a. **Posibles causas:**
    - i. Mecanismo de embrague defectuoso (cable de embrague desajustado).
    - ii. Circuito hidráulico con aire.
    - iii. Sincronizadores desgastados.
  - b. **Posibles soluciones:**
    - i. Reajuste y tensión de cable de embrague.
    - ii. Purgado del circuito hidráulico de accionamiento.
    - iii. Reemplazo de mecanismos de sincronizado desgastados o afectados.

2. Marchas entran con dificultad (marchas duras).

a. **Posibles causas:**

- i. Varillas selectoras de marcha (varillaje de accionamiento) desgastado o desalineado.
- ii. Mecanismo de cambio de marcha (horquillas, varillas, etc) reseco.
- iii. Daños en piñones y elementos internos de la transmisión.
- iv. Nivel bajo de aceite.
- v. No se realizó cambio de aceite de transmisión en km respectivo.
- vi. Aceite incorrecto para transmisión.
- vii. Mecanismo embrague desgastado.

b. **Posibles soluciones:**

- i. Reemplazo o pulida de varillas selectoras de marcha.
- ii. Lubricación de elementos resacos.
- iii. Revisión y reemplazo de elementos internos afectados.
- iv. Compensación del nivel de aceite de la transmisión.
- v. Cambio de aceite de transmisión.
- vi. Colocación de aceite adecuado según normas de fabricante.
- vii. Cambio kit de embrague.

**-Eje de transmisión:****1. Ruido extraño****a. Posibles causas:**

- i. Crucetas desgastadas, defectuosas, no lubricadas.
- ii. Eje propulsor desalineado o golpeado.
- iii. Rodamientos de sujeción desgastados.

**b. Posibles soluciones:**

- i. Reemplazo crucetas o lubricación de las mismas.
- ii. Alineación eje propulsor.
- iii. Reemplazo rodamientos de sujeción.

**-Diferencial:****1. Ruido extraño (sireneo)****a. Posibles causas:**

- i. Desgaste mecanismo diferencial (conjunto piñón - corona).
- ii. Ruidos al circular en curvas.

**b. Posibles soluciones:**

- i. Reajuste mecanismo diferencial, rodamiento conjunto diferencial desgastado.
- ii. Daños en planetarios y satélites. Juego entre estos dos elementos.

### 3.9 Relación de transmisión de la caja de cambios

Como fue explicado, en una transmisión mecánica, se experimenta un fenómeno de desmultiplicación de velocidad a fin de conseguir un aumento de par. Este fenómeno, se da por la interacción de dos o más piñones de diferentes radios y número de dientes, engranados entre sí. La relación de transmisión, es considerada una relación que depende indudablemente del número de dientes que posea tanto el piñón conducido como el piñón conductor de determinada marcha. Esta se encuentra definida por la siguiente formula:

$$\text{Rel. De transm.} = \frac{\text{Número de dientes del piñón conducido}}{\text{Número de dientes del piñón conductor}}$$

La lectura de la relación de transmisión obtenida mediante la aplicación de esta formula es: por cada “X” número de vueltas que se generan en el árbol de entrada, se obtiene un “X” número de vueltas en el árbol de salida como efecto de las desmultiplicación.

La mayoría de vehículos que encontramos hoy en día circulando por las calles, cuentan con relaciones de transmisión que se aproximan a los siguientes rangos:

<b>Rangos de relaciones de transmisión de vehículos promedio</b>	
<b>Marcha</b>	<b>Relación de transmisión</b>
<b>Primera</b>	3 a 3,6:1
<b>Segunda</b>	1,9 a 2,1:1
<b>Tercera</b>	1,2 a 1,4:1
<b>Cuarta</b>	0,9 a 1,05:1
<b>Quinta</b>	0,75 a 0,85:1
<b>Reversa</b>	3,2 a 3,8:1

**Tabla 2.- Rangos de relaciones de transmisión de vehículos promedio**

**Fuente:** Domingo F Sarmiento.

**Nota:** Los diseñadores al momento de fabricar los piñones de primera se enfocan en tener una desmultiplicación capaz de brindar un resultado final en la obtención de un par motor en el vehículo lo suficiente alto que pueda este sortear una pendiente del 25%.

### 3.9.1 Ejemplo del cálculo de la relación de transmisión de un vehículo

#### Datos del vehículo:

- Peugeot 405 Mi16

**Cilindrada (cc):** 1998

**Potencia (CV/rpm):** 155/5600

**Par máximo (mkgf):** 19,3/3500



**Imagen 56.- Peugeot 405 Mi16**

# de Dientes de Cada Piñón de Marcha		
Marcha	Piñón Conducido	Piñón Conductor
1ª Velocidad	38	13
2ª Velocidad	43	23
3ª Velocidad	32	25
4ª Velocidad	31	32
5ª Velocidad	28	37
R: marcha atrás	40	12

**Tabla 3.- Número de dientes piñonería Peugeot 405 Mi16**

**Fuente:** <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios.htm>

**Formula a utilizarse:**

Relación de Transmisión = Piñón Conducido / Piñón Conductor

**Cálculo de las distintas relaciones de transmisión de la caja de cambios**

- **Relación de transmisión 1era marcha:**

$$RT = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$RT = 38 / 13$$

$$RT = 2,92$$

- **Relación de transmisión 2da marcha:**

$$RT = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$RT = 43 / 23$$

$$RT = 1,86$$

- **Relación de transmisión 3era marcha:**

$$\mathbf{RT} = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$\mathbf{RT} = 32 / 25$$

$$\mathbf{RT} = 1,28$$

- **Relación de transmisión 4ta marcha:**

$$\mathbf{RT} = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$\mathbf{RT} = 31 / 32$$

$$\mathbf{RT} = 1,23$$

- **Relación de transmisión 5ta marcha:**

$$\mathbf{RT} = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$\mathbf{RT} = 28 / 37$$

$$\mathbf{RT} = 0,96$$

- **Relación de transmisión retro:**

$$\mathbf{RT} = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$\mathbf{RT} = 40 / 12$$

$$\mathbf{RT} = 3,33$$

## Resultados

<b>RELACION DE TRANSMISIÓN CAJA NORMAL</b>			
<b>Marcha</b>	<b>Piñón Conducido</b>	<b>Piñón Conductor</b>	<b>Relación</b>
<b>1ª Velocidad</b>	38	13	2,92:1
<b>2ª Velocidad</b>	43	23	1,86:1
<b>3ª Velocidad</b>	32	25	1,28:1
<b>4ª Velocidad</b>	31	32	1,23:1
<b>5ª Velocidad</b>	28	37	0,96:1
<b>R: marcha atrás</b>	40	12	3,33:1

**Tabla 4.- Relación de transmisión Peugeot 405 Mi16**

Es importante conocer, que no solamente en un vehículo obtenemos una reducción en la caja de cambios; sino que también, se la obtiene en el mecanismo diferencial (antes descrito). Generalmente, el fabricante es quién nos indica esta relación. Esta puede ser expresada en fracción o en forma decimal.

## 4. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS COMPARATIVO TRANSMISIONES POSTERIORES



**Imagen 57.- Transmisiones mecánicas posteriores**

**Fuente:** Iván Paredes

### 4.1 Transmisión posterior Datsun

#### 4.1.1 Características

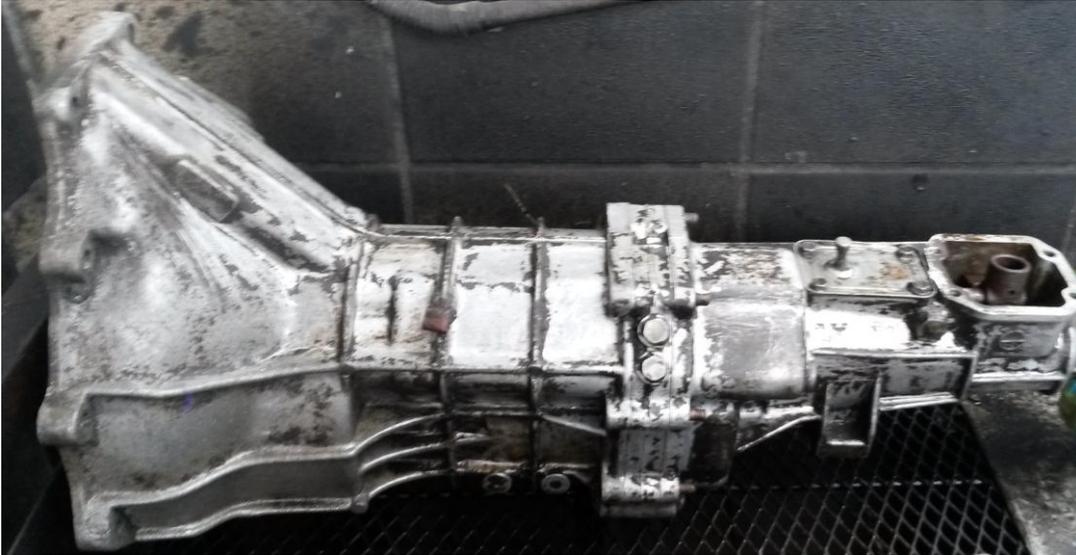
### DATSUN



**Imagen 58.- Datsun 1200**

**Fuente:** <https://www.google.com.ec/search?q=san+remo&biw=1164&bih=595&source=lnms&tbm>

- **Marca:** Datsun
- **Modelo:** 1200
- **Cilindrada:** 1200cc
- **Clase:** Camioneta
- **Año:** 1980
- **País de origen:** Japón
- **Tipo transmisión:** Tracción posterior
- **Subtipo:** Tracción posterior normal
- **Disposición motor - transmisión:** Delantera longitudinal
- **Peso total:** 22,27 kg
- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 70 cm
  - **Ancho:** 28 cm
- **Material predominante:**
  - **Externo:** Aluminio
  - **Interno:** Acero
- **Número aproximado de elementos constitutivos:** 60 elementos (ejes, piñonería, seguros, rodamientos, dispositivos de sincronización, seguros, carcasas, pernos, resortes, bolas, etc )



**Imagen 59.- Transmisión posterior Datsun 1200**

**Fuente:** Iván Paredes

- **Observaciones:**

**Tiempo desarmado:** 3horas, 20 min, 37 segundos

**Tiempo armado:** 4horas, 6 min, 56 segundos

**Herramientas utilizadas:**

- Llaves: #10 - #12 - #14
- Rachas: #10 - #12 - #14
- Pinzas para abrir
- Martillo de goma
- Desarmadores planos
- Media vuelta: aumento mediano y largo
- Prensa



**Imagen 60.- Herramientas utilizadas para desarmado transmisión Datsun**

**Fuente:** Iván Paredes

- **Procedimiento de desarmado**

Previo el desarmado de la transmisiones, procedí a pulverizar las 3 cajas de cambios con gasolina. Esto lo hice durante 7 minutos.



**Imagen 61.- Pulverizado transmisión Datsun**

**Fuente:** Iván Paredes

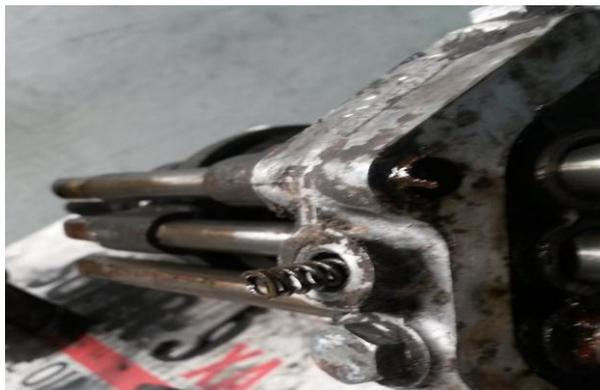
- a) **Procedimiento para extracción de carcasa posterior que conecta al cardán:**
- a. Sacar perno de sujeción de palanca de cambios con llave 12.
  - b. Desajustar 8 pernos de carcasa con llave 13.
  - c. Con la utilización de un martillo de goma y un destornillador plano se golpea ligeramente la carcasa y se despega la misma de la carcasa intermedia.
- b) **Procedimiento para extracción de carcasa delantera que conecta al motor:**
- a. Sacar tapa de rodamientos donde se apoya el rodamiento del embrague con racha 12, empleando la media vuelta y un aumento largo.
  - b. Retirar seguro de rodamiento con pizas de abrir.
  - c. Con la utilización de un martillo de goma y un destornillador plano, se golpea ligeramente la carcasa desprendiéndose esta de la carcasa intermedia en donde está anclada la piñonería.
- c) **Procedimiento desarmado piñonería:**



**Imagen 62.- Piñonería transmisión Datsun**

**Fuente:** Iván Paredes

- a. Sacar seguros de selectores de marcha (resortes y bolas).



**Imagen 63.- Seguros antitraba**

**Fuente:** Iván Paredes

- b. Retirar seguro de piñón de velocímetro para extraer el mismo del eje.  
 c. Sacar tuerca de seguridad de piñonería del eje. Poner contra marcha para trabar el mecanismo y poder retirar esta tuerca de seguridad fácilmente.  
 d. Desmontar piñonería de retro (3 piñones).



**Imagen 64.- Piñonería reversa**

**Fuente:** Iván Paredes

- e. Desajustar los pernos que sujetan las varillas selectoras y hoquillas y retirar estos componentes.  
 f. Extraer la tapa de rodamientos y seguros con pinzas de abrir.  
 g. Sacar el seguro del rodamiento del eje secundario.

- h. Golpear suavemente a la par ambos ejes (secundario e intermedio) para retirar los mismos de la carcasa.
- i. Retirar la piñonería de 1era y 2da marcha con dispositivos de sincronización.
- j. Desmotar el eje primario.
- k. Extraer con las pinzas de abrir un seguro que sujeta el piñón de 3era y su dispositivo de sincronización respectivamente.

**d) Desarmado de dispositivos de sincronización:**

- a. Retirar los anillos de sincronización.
- b. Sacar el seguro que sostiene fijos a los cerrojos y retirar los mismos.
- c. Separar todos los elementos del mecanismo de sincronización.

Transmisión completamente desarmado Datsun



**Imagen 65.- Despiece transmisión Datsun**

**Fuente:** Iván Paredes

### ▪ Procedimiento de armado

El armado de estas transmisiones, representa un proceso inverso al detallado anteriormente, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Es necesario lubricar con aceite todos los elementos antes de proceder al armado.
- b) Al momento de colocar los dispositivos de sincronización debemos considerar los canales de lubricación que poseen, orientándolos hacia abajo.
- c) Al introducir los ejes en la carcasa intermedia que los soporta, tomar en cuenta de que deben estar estos alineados de manera de que entren sin problema.
- d) No olvidar colocar los seguros de traba de marcha correctamente.
- e) Es imprescindible colocar todos los seguros extraídos a fin de que ninguna pieza o elemento quedé floja.
- f) Ubicar de manera correcta (sentido) las horquillas selectoras de marcha.
- g) Ajustar todos los pernos con el torque recomendado por el fabricante.

- **Fotografías:**

Aquí, se observan las varillas selectoras de marcha con sus respectivas horquillas, las cuales accionan los diferentes mecanismos de sincronización para engranar las diferentes marchas.



**Imagen 66.- Varillaje transmisión Datsun**

**Fuente:** Iván Paredes

En la fotografía, podemos apreciar los piñones de marcha, que son fabricados de aleaciones de acero. De izquierda a derecha encontramos: piñón de 1era, 2da y 3era marcha.



**Imagen 67.- Piñonería de marcha**

**Fuente:** Iván Paredes

En la fotografía, podemos apreciar los 2 ejes o árboles que constituyen la transmisión. En la parte superior observamos el eje secundario y en la parte inferior el eje intermedio.



**Imagen 68.- Ejes de marcha**

**Fuente:** Iván Paredes

Finalmente, en esta fotografía, observamos el despiece del mecanismo de sincronización utilizado en este tipo de transmisión.



**Imagen 69.- Mecanismo sincronización Datsun**

**Fuente:** Iván Paredes

#### 4.1.2 Datos técnicos elementos constitutivos

##### ➔ CARCASA MOTOR:

- **Forma:** Rectangular irregular.
- **Material:** diversas aleaciones, cuyo material predominante es aluminio.
- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 31,5 cm
  - **Ancho:** 28,3 cm
  - **Grosor:** 1cm
- **Peso:** 5,45 kg
- **Número de tornillos/pernos de sujeción entre carcasas:** 8 pernos

##### ➔ CARCASA CARDÁN:

- **Forma:** Triángulo equilátero.
- **Material:** diversas aleaciones, cuyo material predominante es aluminio.
- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 35,3 cm
  - **Ancho:** 15 cm
  - **Grosor:** 1cm
- **Peso:** 3,18 kg
- **Número de tornillos/pernos de sujeción entre carcasas:** 8 pernos.

⇒ **ÁRBOL PRIMARIO - SECUNDARIO:**

- **Forma:** eje maciso cilíndrico.
- **Material:** acero cuyas aleaciones y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 53,5 cm
  - **Diámetro:** 3,4 cm
- **Peso:** 2,27 kg

⇒ **ÁRBOL INTERMEDIO:**

- **Forma:** eje maciso cilíndrico
- **Material:** acero cuyas aleaciones y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 24 cm
  - **Diámetro:** 3,2 cm
- **Peso:** 2,72 kg

**Nota:** Todas las dimensiones antes descritas se encuentran especificadas en **centímetros**.

⇒ **ENGRANAJES DE MARCHA:**

- **ENGRANE DE PRIMERA CONDUcido**
  - **Tipo de dentado:** Helicoidal.
  - **# de Dientes:** 29 dientes.
  - **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.

- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 92,80 mm
  - **Diámetro interior:** 30,70 mm
  - **Espesor del diente:** 4mm
  - **Ancho del espacio:** 3mm
  - **Ancho de cara:** 13,10 mm
- **Peso:** 0,90 kg

○ **ENGRANE DE PRIMERA CONDUCTOR**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 14 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 49,10 mm
  - **Diámetro interior:** N/A
  - **Espesor del diente:** 4mm
  - **Ancho del espacio:** 3mm
  - **Ancho de cara:** 13,10 mm
- **Peso:** N/A

○ **ENGRANE DE SEGUNDA CONDUcido**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 26 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 76,40 mm
  - **Diámetro interior:** 38,20 mm
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 13,10 mm
- **Peso:** 0,68 kg

○ **ENGRANE DE SEGUNDA CONDUCTOR**

**Tipo de dentado:** Helicoidal

- **# de Dientes:** 21 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 63,40 mm
  - **Diámetro interior:** N/A
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 13,10 mm
- **Peso:** N/A

○ **ENGRANE DE TERCERA CONDUcido**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 20 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 63,10 mm
  - **Diámetro interior:** 37,90 mm
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 13,10 mm
- **Peso:** 0,45 kg

○ **ENGRANE DE TERCERA CONDUCTOR**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 24 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 77,10 mm
  - **Diámetro interior:** N/A
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 13,10 mm
- **Peso:** N/A

○ **ENGRANE DE CUARTA CONDUCCION**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 18 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 54,80 mm
  - **Diámetro interior:** 23,10 mm
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 13,10 mm
- **Peso:** 1,13 kg

○ **ENGRANE DE CUARTA CONDUCTOR**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 29 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 85,10 mm
  - **Diámetro interior:** N/A
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 13,10 mm
- **Peso:** N/A

○ **ENGRANE DE REVERSA CONDUCIDO**

- **Tipo de dentado:** Recto
- **# de Dientes:** 29 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 84,80 mm
  - **Diámetro interior:** 30 mm
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 12,40 mm
- **Peso:** 0,45 kg

○ **ENGRANE DE REVERSA CONDUCTOR**

- **Tipo de dentado:** Recto
- **# de Dientes:** 14 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 45,40 mm
  - **Diámetro interior:** 19,40 mm
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 12,80 mm
- **Peso:** 0,22 kg

○ **ENGRANE DE REVERSA SELECTOR**

- **Tipo de dentado:** Recto
- **# de Dientes:** 19 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 58,90 mm
  - **Diámetro interior:** 16 mm
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 11,90 mm
- **Peso:** 0,34 kg

⇒ **MECANISMO DE SINCRONIZACIÓN:**

- **Tipo de mecanismo:** Con cerrojos.
- **Elementos constitutivos:**
  - 2 Anillos de sincronización.
  - 1 Manguito de cambio.
  - 1 Cubo de embrague.
  - 3 Cerrojos.

- **Material:**
  - **Anillos de sincronización:** bronce
  - **Manguito de cambio:** acero
  - **Cubo de embrague:** acero
  - **Cerrojos:** acero
- **Dimensiones:**
  - **Anillos de sincronización:**
    - **Diámetro exterior:** 70 mm
    - **Diámetro interior:** 54, 50 mm
  - **Manguito de cambio:**
    - **Diámetro exterior:** 72 mm
    - **Diámetro interior:** 31,90 mm
  - **Cubo de embrague:**
    - **Diámetro exterior:** 88 mm
    - **Diámetro interior:** 69,10 mm
  - **Cerrojos:**
    - **Largo:** 16 mm
    - **Ancho:** 6 mm
- **Peso:**
  - **Anillos de sincronización:** 0,11 kg
  - **Manguito de cambio:** 0,45 kg
  - **Cubo de embrague:** 0,56 kg
  - **Cerrojos:** 0,10 kg

**⇒ HORQUILLAS SELECTORAS DE MARCHA:**

- **Material:** Aluminio o hierro fundido.
- **Dimensiones:**
  - **Espesor:** 9 mm
- **# de Horquillas:** 3 horquillas.
- **Peso:** 0,22 kg

**⇒ VARILLA SELECTORA:**

- **Material:** Acero cuyas aleaciones y tratamiento térmico se desconoce.
- **# de Varillas:** 3 varillas

**⇒ COJINETES:**

- **Material:** Acero cuyas aleaciones y tratamiento térmico se desconoce.
- **Tipo de Cojinete:** de bolas recirculantes.
- **Peso:** 0,68 kg

**⇒ SENSORES Y ACTUADORES:**

- **Tipo de sensores:** Encendido luz de retro.
- **Ubicación:** carcasa que conecta al cardán.

**Nota:** Todas las dimensiones antes descritas se encuentran especificadas en **milímetros**.

**Observaciones:**

- Esta transmisión de origen japonés, contaba con 5 marchas incluido retro. Contaba con 11 piñones de marcha, 1 piñón de señal de velocímetro, 3 ejes de marcha (primario, secundario e intermedio). Incluía 2 mecanismos de sincronización para cada par de marchas (1 mecanismo para 1era y 2da marcha – 1 mecanismo para 3era y 4ta). Estos mecanismos empleaban cerrojos (3 en cada mecanismo de sincronización). Poseía 3 horquillas y 3 varillas selectoras de marcha respectivas (1 que acciona 1era y 2da – 1 que acciona 3era y 4ta – 1 que acciona retro) y 4 anillos de sincronización. Contaba con 4 rodamientos de bolas (1 a cada lado de los 2 ejes), 5 seguros (distintos tamaños) para asegurar elementos. 8 pernos de sujeción de las carcasas. 1 tuerca de seguridad de piñonería (en eje secundario), 1 platina de sujeción de rodamiento posterior y finalmente, 3 carcasas que conforman la transmisión. Como dispositivos antitraba empleaba resortes y bolas.
- Las medición de los elementos constitutivos de la transmisión, fue realizada por medio de la utilización de un calibrador pie de rey (vigesimal), un flexómetro y una balanza digital (para pesos). Para medidas de carcasas y ejes, se utilizó una unidad de medición (centímetros). Para medidas de diámetros interiores, ancho de espacio de engranes, utilicé una unidad de medición diferente (milímetros). Para medición de pesos se utilizó una unidad de medida (kilogramos).
- El conteo del número de dientes de cada piñón, lo realicé con la ayuda de una tinta correctora, con la cual marqué un diente fijo y procedí a contar los demás hasta el ya marcado, de manera de evitar confusiones.
- No fue posible, realizar la medición de diámetros interiores de los engranes conductores, ni pesos de los mismos, ya que estos forman un sólo cuerpo con el eje intermedio.

- Desmontados todos los elementos de la transmisión, procedí a pulverizar con gasolina, y posteriormente a secar con un guaipe seco.
- Al momento de iniciar el armado de los componentes de la transmisión, procedí a lubricar todo elemento constitutivo de la misma.
- Tanto en el desarmado como en el armado traté de ser lo más ordenado posible, de tal manera de que no se me dificulte este trabajo.
- Durante el desarmado de la transmisión pude identificar cada uno de los elementos estudiados anteriormente.

#### **4.1.3 Relación de transmisión**

##### **Cálculo relación de transmisión de engranajes de marcha**

- **Relación de transmisión 1era marcha:**

$$\mathbf{RT= Piñón conducido / Piñón conductor}$$

$$\mathbf{RT= 29 / 14}$$

$$\mathbf{RT = 2,07 : 1}$$

- **Relación de transmisión 2da marcha:**

$$\mathbf{RT= Piñón conducido / Piñón conductor}$$

$$\mathbf{RT= 26 / 21}$$

$$\mathbf{RT = 1,23 : 1}$$

- **Relación de transmisión 3era marcha:**

$$RT = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$RT = 20 / 24$$

$$RT = 0,83 : 1$$

- **Relación de transmisión 4ta marcha:**

$$RT = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$RT = 18 / 29$$

$$RT = 0,62 : 1$$

- **Relación de transmisión retro:**

$$RT = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$RT = 29 / 14$$

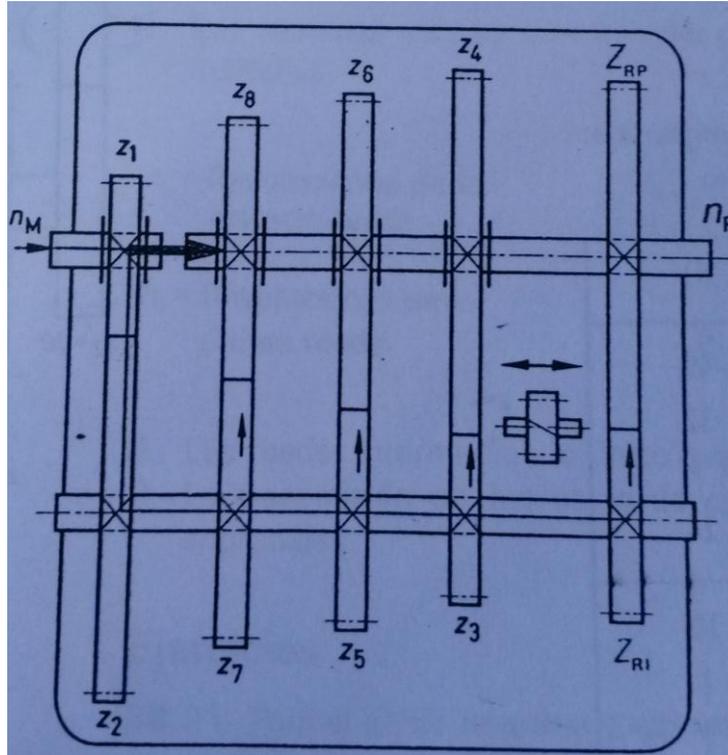
$$RT = 2,07 : 1$$

### Resultados:

RELACIÓN DE TRANSMISIÓN CAJA NORMAL			
Marcha	Piñón Conducido	Piñón Conductor	Relación de Engranajes de Marcha
1ª Velocidad	29	14	2,07:1
2ª Velocidad	26	21	1,23:1
3ª Velocidad	20	24	0,83:1
4ª Velocidad	18	29	0,62:1
R: marcha atrás	29	14	2,07:1

Tabla 5.- Número dientes piñonería y relación de transmisión Datsun

○ Cálculo relación de transmisión final



**Imagen 70: Disposición engranajes transmisión Datsun**

**Fuente:** Matemática aplicada para la técnica del automóvil

En donde, son :

$$Z1=18$$

$$Z2=29$$

$$Z3=14$$

$$Z4=29$$

$$Z5=21$$

$$Z6=26$$

$$Z7=24$$

$$Z_8=20$$

$$Z_{ri}=14$$

$$Z_{rp}=29$$

- **Relación de transmisión 1era marcha:**

$$RT = Z_2 \times Z_4 / Z_1 \times Z_3$$

$$RT = 29 \times 29 / 18 \times 14$$

$$RT = 3,33:1$$

- **Relación de transmisión 2da marcha:**

$$RT = Z_2 \times Z_6 / Z_1 \times Z_5$$

$$RT = 29 \times 26 / 18 \times 21$$

$$RT = 1,99:1$$

- **Relación de transmisión 3era marcha:**

$$RT = Z_2 \times Z_8 / Z_1 \times Z_7$$

$$RT = 29 \times 20 / 18 \times 24$$

$$RT = 1,34$$

- **Relación de transmisión 4ta marcha:**

$$RT = 1 / 1$$

$$RT = 1:1$$

- **Relación de transmisión reversa marcha:**

$$RT = Z_2 \times Z_{rp} / Z_1 \times Z_{ri}$$

$$RT = 29 \times 29 / 18 \times 14$$

$$RT = 3,33:1$$

### Resultados:

Marcha	Relación Transmisión Final
1ª Velocidad	3,33:1
2ª Velocidad	1,99:1
3ª Velocidad	1,34:1
4ª Velocidad	1:1
R: marcha atrás	3,33:1

Tabla 6: Resultados de relación transmisión final Datsun

#### 4.1.4 Cálculo de revoluciones y torque del árbol principal.

- Formulas requeridas:

-Revoluciones del árbol principal = revoluciones del motor ÷ relación de transmisión.

-Torque del árbol principal = par motor de entrada × relación de transmisión.

- Datos:

- Revoluciones del motor = 2500 rpm

- Par de motor de entrada = 150 Nm

- Relación transmisión marchas =

RELACIÓN DE TRANSMISIÓN DATSUN	
Marcha	Relación
1ª Velocidad	3,33:1
2ª Velocidad	1,99:1
3ª Velocidad	1,34:1
4ª Velocidad	1:1
R: marcha atrás	3,33:1

Tabla 7.- Relación de transmisión final Datsun

▪ **Desarrollo**

- 1era Marcha:

**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / relación de transmisión

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm} / 3,33$$

$$\underline{\text{Revoluciones del árbol principal} = 750,7 \text{ rpm}}$$

**Torque del árbol principal** = par motor de entrada  $\times$  relación de transmisión.

$$\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm} \times 3,33.$$

$$\underline{\text{Torque del árbol principal} = 499,5 \text{ Nm}}$$

- **2da Marcha:**

**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / relación de transmisión

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm} / 1,99$$

$$\underline{\text{Revoluciones del árbol principal} = 1256,2 \text{ rpm}}$$

**Torque del árbol principal** = par motor de entrada  $\times$  relación de transmisión.

$$\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm} \times 1,99$$

$$\underline{\text{Torque del árbol principal} = 298,5 \text{ Nm}}$$

- **3era Marcha:**

**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / relación de transmisión

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm} / 1,34$$

$$\underline{\text{Revoluciones del árbol principal} = 1865,6 \text{ rpm}}$$

**Torque del árbol principal** = par motor de entrada  $\times$  relación de transmisión.

$$\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm} \times 1,34.$$

$$\underline{\text{Torque del árbol principal} = 201 \text{ Nm}}$$

- **4ta Marcha:**

**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / relación de transmisión

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm} / 1$$

$$\underline{\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm}}$$

**Torque del árbol principal** = par motor de entrada  $\times$  relación de transmisión.

$$\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm} \times 1.$$

$$\underline{\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm}}$$

- **Reversa:**

**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / relación de transmisión

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm} / 3,33$$

$$\underline{\text{Revoluciones del árbol principal} = 750,7 \text{ rpm}}$$

**Torque del árbol principal** = par motor de entrada  $\times$  relación de transmisión.

$$\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm} \times 3,33$$

$$\underline{\text{Torque del árbol principal} = 499,5 \text{ Nm}}$$

#### 4.1.5 Ventajas

- Es una transmisión que genera un par no muy alto como podemos ver en los resultados obtenidos, pero sí permite obtener mayor velocidad al arranque.
- Transmisión fácil de reparar, ya que permite con el despliegue de las 2 carcasas laterales observar ya todo el conjunto (piñonería interna).
- Utiliza un mecanismo de contratuerca que sujeta todo el eje secundario en la carcasa, esto da mayor seguridad de sujeción de la misma.
- Tanto primera como reversa cuentan con la misma relación de transmisión, lo que se traduce en que entregan la misma desmultiplicación.
- Es una transmisión medianamente liviana, lo que evita que el vehículo se vuelva pesado.

#### 4.1.6 Desventajas

- Como en toda transmisión mecánica existe un riesgo de desgaste de los elementos de fricción.
- Al ser una transmisión que permite mayor velocidad que torque, no es muy recomendable utilizarla en caminos muy irregulares que demanden alto torque.
- Debido a que no posee mecanismo de sincronización en reversa, esta al accionarse es un poco ruidosa.

## 4.2 Transmisión posterior General Motors

### 4.2.1 Características

#### GENERAL MOTORS

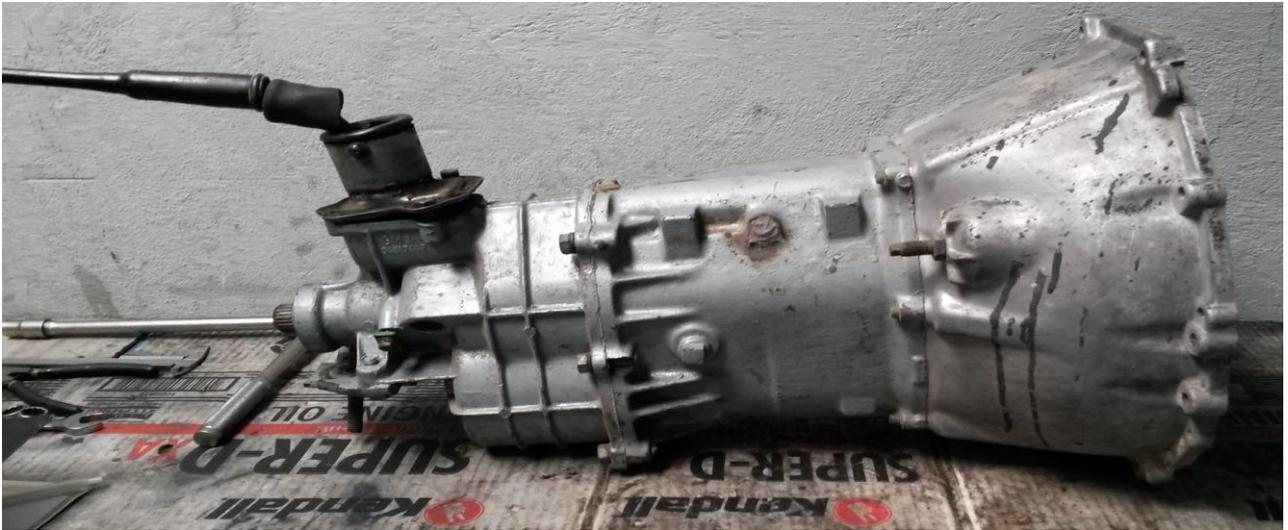


**Imagen 71: San Remo**

**Fuente:**<https://www.google.com.ec/search?q=san+remo&biw=1164&bih=595&source>

- **Marca:** General Motors
- **Modelo:** San remo
- **Cilindrada:** 1600cc
- **Clase:** Automóvil
- **Año:** 1994
- **País de origen:** Brasil
- **Tipo transmisión:** Tracción posterior
- **Subtipo:** Normal
- **Disposición motor - transmisión:** Delantera longitudinal
- **Peso total:** 34,28 kg
- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 60,5 cm
  - **Ancho:** 33 cm

- **Material predominante:**
  - **Exterior:** Hierro
  - **Interior:** Acero
- **Número aproximado de elementos constitutivos:** 53 elementos (ejes, piñonería, seguros, rodamientos, dispositivos de sincronización, seguros, carcasas, pernos, resortes, bolas, etc)



**Imagen 72.- Transmisión posterior San Remo**

**Fuente:** Iván Paredes

- **Observaciones:**

**Tiempo desarmado:** 3 horas, 30 min, 20 segundos

**Tiempo armado:** 3 horas, 50 min, 48 segundos

**Herramientas utilizadas:**

- Llaves: #13 - #14 - #15
- Rachas: #13 - #14 - #15

- Pinzas para abrir
  - Martillo de goma
  - Desarmador plano
  - Media vuelta: aumento mediano y largo
  - Prensa
- **Procedimiento de desarmado**
    - a) **Procedimiento para extracción de carcasa posterior que conecta al cardán:**



**Imagen 73.- Desarmado transmisión San Remo**

**Fuente:** Iván Paredes

- a. Retirar 3 pernos para sacar soporte de palanca de cambios.
- b. Desajustar y sacar 6 pernos exteriores ubicados en la carcasa que conecta al cardán para retirar esta carcasa de la caja.
- c. Extraer 4 pernos con racha #12 para sacar el asiento del rodamiento.  
Golpear suavemente con un martillo de goma para aflojarla.

**b) Procedimiento para extracción de carcasa delantera que conecta al motor:**

- a. Retirar 6 pernos internos de la carcasa que conecta al motor para separarla de la carcasa intermedia con la ayuda de la racha #15 y aumento medio. Golpear con un martillo de goma para que se desprenda rápidamente.

**c) Procedimiento para extracción de piñonería:**

- a. Retirar 3 seguros con las pinzas de abrir con el objetivo de extraer la piñonería de retro.



**Imagen 74.- Desarmado piñonería reversa transmisión San Remo**

**Fuente:** Iván Paredes

- b. Extraer 3 tapas de seguros de la carcasa intermedia en donde se alojan los seguros de bolas y resortes.
- c. Sacar los seguros de bolas y resortes para proceder a retirar las varillas y horquillas selectoras de marcha.

- d. Con la ayuda de una pinza de abrir y un martillo se procedió a retirar los dos ejes de la transmisión. Al poseer una especie de seguros que sujetan los dos ejes en la carcasa intermedia, con las pinzas abrir los seguros y golpear simultáneamente el eje secundario para que se desprenda el rodamiento del seguro, lo mismo con el eje intermedio. Una vez desprendidos estos seguros, golpear suavemente los dos ejes para retirarlos de la carcasa intermedia.



**Imagen 75.- Piñonería transmisión posterior San Remo**

**Fuente:** Iván Paredes

- e. Retirar los rodamientos con la ayuda de una prensa.
- f. Extraer los seguros restante y retirar cada uno de los piñones correspondientes a todas las marchas.

**d) Desarmado de dispositivos de sincronización**

- a. Retirar los anillos de sincronización.
- b. Sacar el seguro que sostiene fijos a los cerrojos y retirar los mismos
- c. Separar el conjunto completamente: cubo de embrague y manguito de cambio.

Transmisión completamente desarmada San Remo



**Imagen 76: Transmisión posterior San Remo totalmente desarmada**

**Fuente: Iván Paredes**

### ▪ Procedimiento de armado

El armado de igual forma, representa un proceso inverso al detallado anteriormente, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- h) Es necesario lubricar con aceite todos los elementos antes de proceder al armado.
- i) Al momento de colocar los dispositivos de sincronización se debe considerar los canales de lubricación que poseen, orientándolos hacia abajo.
- j) Al introducir los ejes en la carcasa intermedia que los soporta, tomar en cuenta de que deben estar estos alineados de manera de que entren sin problema.
- k) Los rodamientos deben estar colocados perfectamente para evitar inconvenientes a futuro.
- l) No olvidar colocar los seguros de traba de marcha correctamente.
- m) Es imprescindible colocar todos los seguros extraídos a fin de que ninguna pieza o elemento quedé floja.
- n) Ubicar de manera correcta (sentido) las horquillas selectoras de marcha.
- o) Ajustar todos los pernos con el torque recomendado por el fabricante.

- **Fotografías:**

En la fotografía podemos apreciar el piñón correspondiente a la 4 marcha.



**Imagen 77: Piñón de 4ta marcha transmisión San Remo**

**Fuente:** Iván Paredes

Aquí se puede observar el mecanismo de sincronización empleado en esta transmisión, para el accionamiento de 1era y 2da marcha.



**Imagen 78.- Dispositivo sincronización transmisión San Remo**

**Fuente:** Iván Paredes

En la fotografía antes expuesta, se puede observar los dos árboles o ejes que componen este tipo de transmisión. En la parte superior izquierda, observamos el eje intermedio; y en la parte inferior derecha, se observa el eje secundario.



**Imagen 79.- Ejes de piñonería transmisión San Remo**

**Fuente:** Iván Paredes

En la fotografía podemos apreciar las 3 carcasas que componen este tipo de transmisión. De izquierda a derecha encontramos: carcasa que conecta al cardán, carcasa intermedia y finalmente, la carcasa que conecta al motor.



**Imagen 80.- Carcasas transmisión San Remo**

**Fuente:** Iván Paredes

#### 4.2.2 Datos técnicos elementos constitutivos

##### ➔ CARCASA MOTOR:

- **Forma:** Irregular trapezoidal
- **Material:** acero cuyas aleaciones y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 17 cm
  - **Ancho:** 36, 5 cm
  - **Grosor:** 0,7 cm
- **Peso:** 2,72 kg
- **Número de tornillos/pernos de sujeción entre carcasas:** 3 pernos

##### ➔ CARCASA CARDÁN:

- **Forma:** Trapezoidal irregular.
- **Material:** Hierro
- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 25 cm
  - **Ancho:** 22 cm
  - **Grosor:** 0,7 cm
- **Peso:** 2,27 kg
- **Número de tornillos/pernos de sujeción entre carcasas:** 6 pernos

##### ➔ CARCASA INTERMEDIA:

- **Forma:** Rectangular irregular
- **Material:** Hierro

- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 21 cm
  - **Ancho:** 20,8 cm
  - **Grosor:** 0,7 cm
- **Peso:** 9,0 kg
- **Número de tornillos/pernos de sujeción entre carcasas:** 6 pernos.

⇒ **ÁRBOL PRIMARIO - SECUNDARIO:**

- **Forma:** eje maciso cilíndrico
- **Material:** acero cuyas aleaciones y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 47 cm
  - **Diámetro:** 4,6 cm
- **Peso:** 2,72 kg

⇒ **ÁRBOL INTERMEDIO:**

- **Forma:** eje maciso cilíndrico
- **Material:** acero maquinable cuyas aleaciones y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 24,4 cm
  - **Diámetro:** 3,2 cm
- **Peso:** 4,09 kg

**Nota:** Todas las dimensiones antes descritas se encuentran especificadas en **centímetros**.

➔ **ENGRANAJES DE MARCHA:**

○ **ENGRANE DE PRIMERA CONDUCTIDO**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 29 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 95,40 mm
  - **Diámetro interior:** 34,10 mm
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 16,20 mm
- **Peso:** 1,36 kg

○ **ENGRANE DE PRIMERA CONDUCTOR**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 16 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 57,10 mm
  - **Diámetro interior:** N/A
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 20,10 mm
- **Peso:** N/A

○ **ENGRANE DE SEGUNDA CONDUcido**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 24 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 77,70 mm
  - **Diámetro interior:** 38,40 mm
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 20,10 mm
- **Peso:** 0,90 kg

○ **ENGRANE DE SEGUNDA CONDUCTOR**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 23 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 72,70 mm
  - **Diámetro interior:** N/A
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 20,10 mm
- **Peso:** N/A

○ **ENGRANE DE TERCERA CONDUCIDO**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 18 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 62,20 mm
  - **Diámetro interior:** 39,10 mm
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 20,10 mm
- **Peso:** 0,90 kg

○ **ENGRANE DE TERCERA CONDUCTOR**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 27 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 88,40 mm
  - **Diámetro interior:** N/A
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 20,10 mm
- **Peso:** N/A

○ **ENGRANE DE CUARTA CONDUCIDO**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 15 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 52,30 mm
  - **Diámetro interior:** 28,10 mm
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 20,10 mm
- **Peso:** 1,36 kg

○ **ENGRANE DE CUARTA CONDUCTOR**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 31 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 97,40 mm
  - **Diámetro interior:** N/A
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 20,10 mm
- **Peso:** N/A

○ **ENGRANE DE REVERSA CONDUCIDO**

- **Tipo de dentado:** Recto
- **# de Dientes:** 24 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 86,50 mm
  - **Diámetro interior:** 29,70 mm
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 2 mm
  - **Ancho de cara:** 14,80 mm
- **Peso:** 1,13 kg

○ **ENGRANE DE REVERSA CONDUCTOR**

- **Tipo de dentado:** Recto
- **# de Dientes:** 13 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 48,40 mm
  - **Diámetro interior:** 24,10 mm
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 2 mm
  - **Ancho de cara:** 28,50 mm
- **Peso:** 0,22 kg

○ **ENGRANE DE REVERSA SELECTOR**

- **Tipo de dentado:** Recto
- **# de Dientes:** 17 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 60,60 mm
  - **Diámetro interior:** 20,70 mm
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 2 mm
  - **Ancho de cara:** 32,50 mm
- **Peso:** 0,45 kg

⇒ **MECANISMO DE SINCRONIZACIÓN:**

- **Tipo de mecanismo:** Con cerrojos.
- **Elementos constitutivos:**
  - 2 Anillos de sincronización
  - 1 Manguito de cambio
  - 1 Cubo de embrague
  - 3 Cerrojos

- **Material:**
  - **Anillos de sincronización:** bronce
  - **Manguito de cambio:** acero
  - **Cubo de embrague:** acero
  - **Cerrojos:** acero
  
- **Dimensiones:**
  - **Anillos de sincronización:**
    - **Diámetro exterior:** 62,50 mm
    - **Diámetro interior:** 51,40 mm
  - **Manguito de cambio:**
    - **Diámetro exterior:** 66,30 mm
    - **Diámetro interior:** 35,20 mm
  - **Cubo de embrague:**
    - **Diámetro exterior:** 91,30 mm
    - **Diámetro interior:** 66,50 mm
  - **Cerrojos:**
    - **Largo:** 12 mm
    - **Ancho:** 5 mm
  
- **Peso:**
  - **Anillos de sincronización:** 0,12 kg
  - **Manguito de cambio:** 0,42 kg
  - **Cubo de embrague:** 0,51 kg
  - **Cerrojos:** 0,7 kg

**⇒ HORQUILLAS SELECTORAS DE MARCHA:**

- **Material:** Aluminio o hierro fundido.
- **Dimensiones:**
  - **Espesor:** 21 mm
- **# de Horquillas:** 3 horquillas
- **Peso:** 0,27 kg

**⇒ VARILLA SELECTORA:**

- **Material:** Acero cuyas aleaciones y tratamiento térmico se desconoce.
- **# de Varillas:** 2 varillas.

**⇒ COJINETES:**

- **Material:** Acero cuyas aleaciones y tratamiento térmico se desconoce.
- **Tipo de Cojinete:** de bolas recirculantes.
- **Peso:** 0,56 kg

**⇒ SENSORES Y ACTUADORES:**

- **Tipo de Sensores:** Encendido luz de retro.
- **Ubicación:** carcasa que da a cardán.

**Nota:** Todas las dimensiones antes descritas se encuentran especificadas en **milímetros**.

**Observaciones:**

- Esta transmisión, contaba con 5 marchas incluido retro. Contaba con 11 piñones de marcha, 1 piñón de señal de velocímetro, 3 ejes de marcha (primario, secundario e intermedio). Incluía 2 mecanismos de sincronización para cada par de marchas (1 mecanismo para 1era y 2da marcha – 1 mecanismo para 3era y 4ta). Estos mecanismos empleaban cerrojos (3 en cada mecanismo de sincronización). Poseía 3 horquillas y 2 varillas selectoras de marcha respectivas y 4 anillos de sincronización. Contaba con 3 rodamientos de bolas, 8 seguros (distintos tamaños) para asegurar elementos. 12 pernos de sujeción de las carcasas. 3 carcasas que conforman la transmisión. Como dispositivos antitraba de marchas se empleaban resortes y bolas (dos dispositivos). Como seguros de ejes en carcasa, se emplea seguros, no contratuerca.
- Las mediciones de los elementos constitutivos de la transmisión, fue realizada por medio de la utilización de un calibrador pie de rey (vigesimal), un flexómetro y una balanza digital (para pesos). Para medidas de carcasas y ejes, se utilizó una unidad de medición (centímetros). Para medidas de diámetros interiores, ancho de espacio de engranes, se utilizó una unidad de medición diferente (milímetros). Para medición de pesos se utilizó una unidad de medida (kilogramos).
- El conteo del número de dientes de cada piñón, lo realicé con la ayuda de una tinta correctora, con la cual marqué un diente fijo y procedí a contar los demás hasta el ya marcado, de manera de evitar confusiones.
- No fue posible, realizar la medición de diámetros interiores de los engranes conductores, ni pesos de los mismos, ya que estos forman un solo cuerpo con el eje intermedio.

- Desmontados todos los elementos de la transmisión, procedí a pulverizar con gasolina, y posteriormente a secar con un guaípe.
- Al el momento de iniciar el armado de los componentes de la transmisión, procedí a lubricar todo elemento constitutivo de la misma.
- Tanto en el desarmado como en el armado traté de ser lo más ordenado posible, de tal manera de que no se me dificulte este trabajo.
- Durante el desarmado de la transmisión pude indentificar cada uno de los elementos estudiados anteriormente.

#### 4.2.3 Relación de transmisión

- **Cálculo relación de transmisión de engranajes de marcha**

- **Relación de transmisión 1era marcha:**

$$RT = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$RT = 29 / 16$$

$$RT = 1,81 : 1$$

- **Relación de transmisión 2da marcha:**

$$RT = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$RT = 24 / 23$$

$$RT = 1,04 : 1$$

- **Relación de transmisión 3era marcha:**

$$\mathbf{RT} = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$\mathbf{RT} = 18 / 27$$

$$\mathbf{RT} = 0,66 : 1$$

- **Relación de transmisión 4ta marcha:**

$$\mathbf{RT} = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$\mathbf{RT} = 15 / 31$$

$$\mathbf{RT} = 0,48 : 1$$

- **Relación de transmisión retro:**

$$\mathbf{RT} = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$\mathbf{RT} = 24 / 13$$

$$\mathbf{RT} = 1,84 : 1$$

## Resultados

RELACIÓN DE TRANSMISIÓN CAJA NORMAL			
Marcha	Piñón Conducido	Piñón Conductor	Relación de engranajes de marcha
1ª Velocidad	29	16	1,81 :1
2ª Velocidad	24	23	1,04 :1
3ª Velocidad	18	27	0,66 :1
4ª Velocidad	15	31	0,48 :1
R: marcha atrás	24	13	1,84 :1

Tabla 8.- Número dientes piñonería y relación de transmisión General Motors

- Cálculo relación de transmisión final

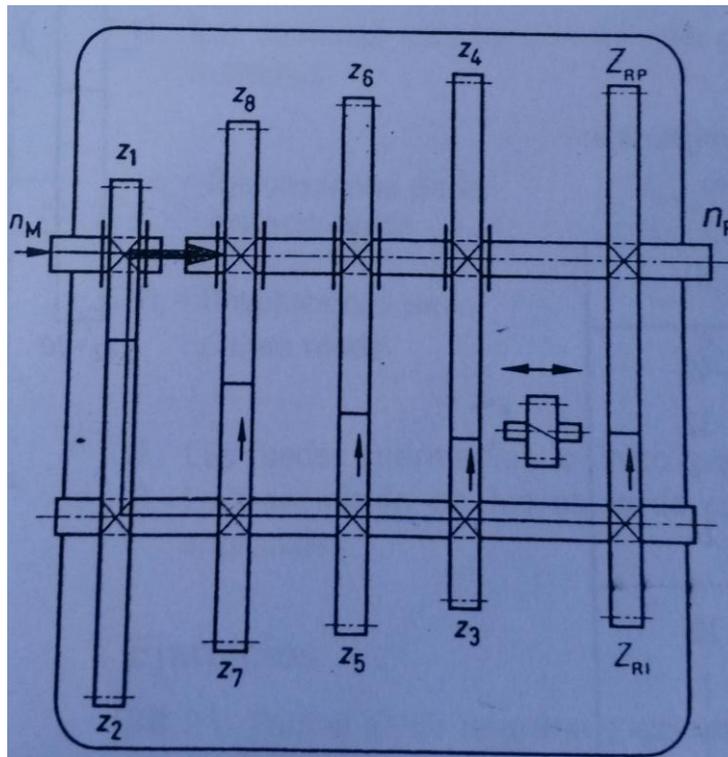


Imagen 81: Disposición engranajes transmisión General Motors

Fuente: Matemática aplicada para la técnica del automóvil

En donde, son :

$$Z1=15$$

$$Z2=31$$

$$Z3=16$$

$$Z4=29$$

$$Z5=23$$

$$Z6=24$$

$$Z7=27$$

$$Z8=18$$

$$Zri=13$$

$$Zrp=24$$

- **Relación de transmisión 1era marcha:**

$$RT = Z2 \times Z4 / Z1 \times Z3$$

$$RT = 31 \times 29 / 15 \times 16$$

$$RT = 3,74:1$$

- **Relación de transmisión 2da marcha:**

$$RT = Z2 \times Z6 / Z1 \times Z5$$

$$RT = 31 \times 24 / 15 \times 23$$

$$RT = 2,11:1$$

- **Relación de transmisión 3era marcha:**

$$RT = Z2 \times Z8 / Z1 \times Z7$$

$$RT = 31 \times 18 / 15 \times 27$$

$$RT = 1,37:1$$

- **Relación de transmisión 4ta marcha:**

$$RT = 1 / 1$$

$$RT = 1:1$$

- **Relación de transmisión reversa marcha:**

$$RT = Z2 \times Z_{rp} / Z1 \times Z_{ri}$$

$$RT = 31 \times 24 / 15 \times 13$$

$$RT = 3,81:1$$

**Resultados:**

Marcha	Relación Transmisión Final
<b>1ª Velocidad</b>	3,74:1
<b>2ª Velocidad</b>	2,11:1
<b>3ª Velocidad</b>	1,37:1
<b>4ª Velocidad</b>	1:1
<b>R: marcha atrás</b>	3,81:1

**Tabla 9: Resultado de relación de transmisión final General Motors**

#### 4.2.4 Cálculo de revoluciones y torque del árbol principal.

- **Formulas requeridas:**

-**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / relación de transmisión.

-**Torque del árbol principal** = par motor de entrada × relación de transmisión.

- **Datos:**

- **Revoluciones del motor** = 2500 rpm

- **Par de motor de entrada** = 150 Nm

- Relación transmisión marchas =

<b>RELACIÓN DE TRANSMISIÓN GENERAL MOTORS</b>	
<b>Marcha</b>	<b>Relación</b>
1ª Velocidad	3,74 :1
2ª Velocidad	2,11 :1
3ª Velocidad	1,37 :1
4ª Velocidad	1:1
R: marcha atrás	3,81 :1

**Tabla 10.- Relación de transmisión final General Motors**

▪ **Desarrollo**

- **1era Marcha:**

**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / relación de transmisión

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm} / 3,74$$

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = \underline{\underline{668,4 \text{ rpm}}}$$

**Torque del árbol principal** = par motor de entrada  $\times$  relación de transmisión.

$$\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm} \times 3,74.$$

$$\text{Torque del árbol principal} = \underline{\underline{561 \text{ Nm}}}$$

- **2da Marcha:**

**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / relación de transmisión

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm} / 2,11$$

$$\underline{\text{Revoluciones del árbol principal} = 1184,83 \text{ rpm}}$$

**Torque del árbol principal** = par motor de entrada  $\times$  relación de transmisión.

$$\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm} \times 2,11$$

$$\underline{\text{Torque del árbol principal} = 316,5 \text{ Nm}}$$

- **3era Marcha:**

**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / relación de transmisión

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm} / 1,37$$

$$\underline{\text{Revoluciones del árbol principal} = 1824,8 \text{ rpm}}$$

**Torque del árbol principal** = par motor de entrada  $\times$  relación de transmisión.

$$\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm} \times 1,37$$

$$\underline{\text{Torque del árbol principal} = 205,5 \text{ Nm}}$$

- **4ta Marcha:**

**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / relación de transmisión

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm} / 1$$

$$\underline{\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm}}$$

**Torque del árbol principal** = par motor de entrada  $\times$  relación de transmisión.

$$\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm} \times 1$$

$$\underline{\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm}}$$

- **Reversa:**

**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / relación de transmisión

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm} / 3,81$$

$$\underline{\text{Revoluciones del árbol principal} = 656,16 \text{ rpm}}$$

**Torque del árbol principal** = par motor de entrada  $\times$  relación de transmisión.

$$\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm} \times 3,81$$

$$\underline{\text{Torque del árbol principal} = 571,5 \text{ Nm}}$$

#### 4.2.5 Ventajas

- Es una transmisión que brinda alta velocidad y bajo torque.
- Se elimina peso contando solamente con 2 varillas selectoras de marcha.
- Cuenta con menos elementos que la anterior transmisión analizada.
- El desarmado y armado de esta transmisión no es muy complejo ni toma mucho tiempo.

#### 4.2.6 Desventajas

- Al poseer carcasas de hierro se convierte en una transmisión pesada.
- Al no llevar mecanismo de sincronización en el retro, esta marcha al engranar produce ruido.
- Como en toda transmisión mecánica, existe un riesgo de desgaste de los elementos de fricción.

## 4.3 Transmisión posterior Volkswagen

### 4.3.1 Características

#### VOLKSWAGEN



**Imagen 82.- Volkswagen combi**

**Fuente:** <https://www.google.com.ec/search?q=san+remo&biw=1164&bih=595&source>

- **Marca:** Volkswagen
- **Modelo:** Combi
- **Cilindrada:** 1600cc
- **Clase:** Camioneta
- **Año:** 1975
- **País de origen:** Brasil
- **Tipo transmisión:** tracción posterior
- **Subtipo:** Trans eje con diferencial
- **Disposición motor - transmisión:** Posterior longitudinal
- **Peso total:** 30,90 kg

- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 69,5 cm
  - **Ancho:** 20 cm
- **Material predominante:**
  - **Exterior:** Aluminio
  - **Interior:** Acero
- **Número aproximado de elementos constitutivos:** 72 elementos (ejes, piñonería, seguros, rodamientos, dispositivos de sincronización, seguros, carcasas, pernos, resortes, bolas, diferencial etc )



**Imagen 83.- Transmisión posterior Volkswagen**

**Fuente:** Iván Paredes

- **Observaciones:**

**Tiempo desarmado:** 3horas, 22 min, 19 segundos

**Tiempo armado:** 3horas,38 min, 10 segundos

**Herramientas utilizadas:**

- Llaves: #10 - #12 - #13 - #18
- Rachas: #10 - #12 - #13 - #18
- Pinzas para abrir.
- Martillo de goma.
- Desarmador plano.
- Media Vuelta: aumento mediano y largo.
- Prensa.

**• Procedimiento de desarmado****a) Procedimiento para extracción de carcasa delantera:**

- a. Aflojar 6 pernos de unión entre la carcasa delantera y la carcasa intermedia.
- b. Utilizar un martillo de goma y un desarmador para retirar la misma que se encuentra adherida.

**b) Procedimiento para extracción de carcasas (tapas diferencial):**

- a. Para retirar las carcasas protectoras del mecanismo diferencial, primero, extraer 2 tapas plásticas en ambos lados, esto con un destornillador plano y un martillo.
- b. Extraer con las pinzas de abrir el seguro que sujeta las bases de los semiejes (ambos lados).
- c. Finalmente, aflojar 8 pernos de cada carcasa con la racha #13 y extraerlas.
- d. Retirar con la ayuda de golpes laterales las bases de los semiejes.

- e. Extraer la corona y conjunto planetarios de la carcasa. Con la ayuda de una entenalla, aflojar 8 pernos con la racha # 18 y retiramos la corona del conjunto de satélites y planetarios. Retirar 2 pasadores exteriores y golpear suavemente para abrir el mecanismo diferencial, extrayendo los satélites y planetario.



**Imagen 84.- Mecanismo diferencial transmisión Volkswagen**

**Fuente:** Iván Paredes

- c) **Procedimiento para extracción de carcasa que conecta al motor :**
  - a. Desajustar una serie de pernos (10 pernos) que sujetan esta carcasa a la intermedia.
  - b. Golpear suavemente con un martillo esta carcasa para que se vaya desprendiendo de la otra.

**d) Procedimiento desarmado piñonería:**



**Imagen 85.- Piñonería transmisión posterior Volkswagen**

**Fuente:** Iván Paredes

- a.** Retirar los seguros de las varillas y horquillas selectoras de marcha (resortes y bolas).
- b.** Extraer con las pinzas de abrir el seguro que sujeta la piñonería de reversa.
- c.** Nuevamente con las pinzas de abrir retirar 2 seguros y con un martillo de goma ir golpenado suavemente los dos ejes para que vayan saliendo.
- d.** Para retirar la piñonería completa es necesario desenroscar el eje secundario del eje motriz y retirar un rodamiento. Retirado esto, salen los 2 ejes.

- e. Proceder a desarmar la piñonería del eje secundario, extrayendo los seguros que esta contenga.



**Imagen 86.- Piñonería eje de entrada transmisión Volkswagen**

**Fuente:** Iván Paredes

**e) Desarmado de dispositivos de sincronización:**

- a. Retirar los anillos de sincronización.
- b. Sacar el seguro que sostiene fijos a los cerrojos y retirar los mismos.
- c. Separar el conjunto completamente: cubo de embrague y manguito de cambio.

Transmisión completamente desarmada Volkswagen



**Imagen 87.- Transmisión posterior Volkswagen totalmente desarmada**

**Fuente:** Iván Paredes

### ▪ Procedimiento de armado

El armado de estas transmisiones, representa un proceso inverso al detallado anteriormente, tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) Es necesario lubricar con aceite todos los elementos antes de proceder al armado.
- b) Al momento de colocar los dispositivos de sincronización se debe considerar los canales de lubricación que poseen, orientándolos hacia abajo.
- c) Es imprescindible colocar todos los seguros extraídos a fin de que ninguna pieza o elemento quede floja.
- d) Ubicar de manera correcta (sentido) las horquillas selectoras de marcha.
- e) Centrar los ejes en la carcasa intermedia.
- f) Al momento de enroscar el eje secundario con el motriz(primario) tratar de que quede bien centrado.
- g) Colocar la piñonería de retro en la orientación correcta.
- h) Ajustar adecuadamente todos los pernos retirados.
- i) Colocar la corona muy suavemente, ya que se pueden romper los dientes si golpean muy duro con el cono.

- **Fotografías:**

En estas fotografías, se pueden observar los dos elementos más importantes del mecanismo diferencial: en la parte izquierda el cono con su regulación y en la parte derecha la corona.



**Imagen 88.- Mecanismos diferencial: cono y corona transmisión posterior Volkswagen**

**Fuente:** Iván Paredes

Aquí se aprecian todos los componentes del mecanismo diferencial, desde sus carcasas, cono, corona, conjunto que contiene: satélites y planetarios y tapas semiejes.



**Imagen 89.- Mecanismo diferencial desarmado transmisión posterior Volkswagen**

**Fuente:** Iván Paredes

En esta fotografía se muestran las carcasas que componen este tipo de transmisión posterior.



**Imagen 90.- Carcasas transmisión posterior Volkswagen**

**Fuente:** Iván Paredes

En la presente imagen, podemos observar la piñonería referente a retro.



**Imagen 91.- Piñonería reversa transmisión posterior Volkswagen**

**Fuente:** Iván Paredes

En esta fotografía se muestra: la piñonería de marcha, los mecanismos de sincronización y el varillaje con sus horquillas selectoras de marcha.



**Imagen 92.- Piñonería y mecanismos de sincronización transmisión posterior Volkswagen**

**Fuente:** Iván Paredes

#### 4.3.2 Datos técnicos elementos constitutivos

##### ➤ CARCASA MOTOR:

- **Forma:** Rectangular irregular
- **Material:** : Material de diversas aleaciones, cuyo material predominante es aluminio.
- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 42, 5 cm
  - **Ancho:** 28 cm
  - **Grosor:** 0,7 cm
- **Peso:** 7,18 kg
- **Número de tornillos/pernos de sujeción entre carcasas:** 10 pernos

➔ **CARCASA INTERMEDIA:**

- **Forma:** Trapezoidal
- **Material:** Material de diversas aleaciones, cuyo material predominante es aluminio.
- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 7 cm
  - **Ancho:** 15 cm
  - **Grosor:** 0,7 cm
- **Peso:** 2,72 kg
- **Número de tornillos/pernos de sujeción entre carcasas:** 6 pernos

➔ **CARCASA DELANTERA:**

- **Forma:** Triangular
- **Material:** Material de diversas aleaciones, cuyo material predominante es aluminio.
- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 18,5 cm
  - **Ancho:** 20 cm
  - **Grosor:** 0,7 cm
- **Peso:** 2,27 kg
- **Número de tornillos/pernos de sujeción entre carcasas:** 6 pernos

⇒ **ÁRBOL PRIMARIO - SECUNDARIO:**

- **Forma:** eje maciso cilíndrico
- **Material:** acero cuyas aleaciones y tratamiento térmico se desconoce
- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 25 cm
  - **Diámetro:** 4,7 cm
- **Peso:** 2,63 kg

⇒ **ÁRBOL INTERMEDIO:**

- **Forma:** eje maciso cilíndrico
- **Material:** acero cuyas aleaciones y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Largo:** 22,5 cm
  - **Diámetro:** 3,2 cm
- **Peso:** 2,69 kg

**Nota:** Todas las dimensiones antes descritas se encuentran especificadas en **centímetros**.

⇒ **DIFERENCIAL:**

- **Material:** acero cuyas aleaciones y tratamiento térmico se desconoce
- **Elementos Constitutivos:**
  - **CORONA:**
    - **#Dientes:** 35 dientes
    - **Tipo de dientes:** helicoidal
    - **Materiales:** Acero maquinable.

- **Diámetro exterior:** 181, 20 mm
  - **Espesor del diente:** 4 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 52, 35 mm
- **CONO:**
    - **#Dientes:** 8 dientes
    - **Tipo de dientes:** helicoidal
    - **Materiales:** acero maquinable
    - **Diámetro exterior:** 49 mm
    - **Espesor del diente:** 4 mm
    - **Ancho del espacio:** 3 mm
    - **Ancho de cara:** 57,10 mm
- **SATÉLITES:**
    - **#Dientes:** 11 dientes
    - **Materiales:** acero maquinable.
- **PLANETARIOS**
    - **#Dientes:** 17 dientes
    - **Materiales:** acero maquinable.

➔ **ENGRANAJES DE MARCHA:**

○ **ENGRANE DE PRIMERA CONDUCTIDO**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 63 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 75 mm
  - **Diámetro interior:** 33 mm
  - **Espesor del diente:** 2 mm
  - **Ancho del espacio:** 1 mm
  - **Ancho de cara:** 16 mm
- **Peso:** 0,47 kg

○ **ENGRANE DE PRIMERA CONDUCTOR**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 50 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 55 mm
  - **Diámetro interior:** N/A
  - **Espesor del diente:** 2 mm
  - **Ancho del espacio:** 1 mm
  - **Ancho de cara:** 14 mm
- **Peso:** N/A

○ **ENGRANE DE SEGUNDA CONDUcido**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 60 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 66 mm
  - **Diámetro interior:** 30 mm
  - **Espesor del diente:** 2 mm
  - **Ancho del espacio:** 1 mm
  - **Ancho de cara:** 14 mm
- **Peso:** 0,45 kg

○ **ENGRANE DE SEGUNDA CONDUCTOR**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 54 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 55 mm
  - **Diámetro interior:** N/A
  - **Espesor del diente:** 2 mm
  - **Ancho del espacio:** 1 mm
  - **Ancho de cara:** 14 mm
- **Peso:** N/A

○ **ENGRANE DE TERCERA CONDUCIDO**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 24 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 92 mm
  - **Diámetro interior:** 51 mm
  - **Espesor del diente:** 5 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 16 mm
- **Peso:** 0,90 kg

○ **ENGRANE DE TERCERA CONDUCTOR**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 29 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 48 mm
  - **Diámetro interior:** N/A
  - **Espesor del diente:** 5mm
  - **Ancho del espacio:** 3mm
  - **Ancho de cara:** 16 mm
- **Peso:** N/A

○ **ENGRANE DE CUARTA CONDUCCION**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 21 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 106 mm
  - **Diámetro interior:** 52 mm
  - **Espesor del diente:** 5mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 14 mm
- **Peso:** 1,36 kg

○ **ENGRANE DE CUARTA CONDUCTOR**

- **Tipo de dentado:** Helicoidal
- **# de Dientes:** 32 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 33 mm
  - **Diámetro interior:** N/A
  - **Espesor del diente:** 5 mm
  - **Ancho del espacio:** 3 mm
  - **Ancho de cara:** 14 mm
- **Peso:** N/A

○ **ENGRANE DE REVERSA CONDUCCION**

- **Tipo de dentado:** Recto
- **# de Dientes:** 20 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 53 mm
  - **Diámetro interior:** 19 mm
  - **Espesor del diente:** 3 mm
  - **Ancho del espacio:** 2 mm
  - **Ancho de cara:** 13 mm
- **Peso:** 0,45 kg

○ **ENGRANE DE REVERSA CONDUCTOR**

- **Tipo de dentado:** Recto
- **# de Dientes:** 17 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 46 mm
  - **Diámetro interior:** 22 mm
  - **Espesor del diente:** 3 mm
  - **Ancho del espacio:** 2 mm
  - **Ancho de cara:** 24 mm
- **Peso:** 0,22 kg

○ **ENGRANE DE REVERSA SELECTOR**

- **Tipo de dentado:** Recto
- **# de Dientes:** 14 dientes
- **Material:** Acero maquinable cuya aleación y tratamiento térmico se desconoce.
- **Dimensiones:**
  - **Diámetro exterior:** 39 mm
  - **Diámetro interior:** 17 mm
  - **Espesor del diente:** 3 mm
  - **Ancho del espacio:** 2 mm
  - **Ancho de cara:** 12 mm
- **Peso:** 0,34 kg

⇒ **MECANISMO DE SINCRONIZACIÓN:**

- **Tipo de mecanismo:** Con cerrojos.
- **Elementos constitutivos:**
  - 2 Anillos de sincronización.
  - 1 Manguito de cambio.
  - 1 Cubo de embrague.
  - 3 Cerrojos.

- **Material:**
  - **Anillos de sincronización:** bronce
  - **Manguito de Cambio:** acero
  - **Cubo de embrague:** acero
  - **Cerrojos:** acero
  
- **Dimensiones:**
  - **Anillos de sincronización:**
    - **Diámetro exterior:** 69 mm
    - **Diámetro interior:** 62 mm
  - **Manguito de cambio:**
    - **Diámetro exterior:** 66,30 mm
    - **Diámetro interior:** 35,20 mm
  - **Cubo de embrague:**
    - **Diámetro exterior:** 91, 30 mm
    - **Diámetro interior:** 66,50 mm
  - **Cerrojos:**
    - **Largo:** 15 mm
    - **Ancho:** 6 mm
  
- **Peso:**
  - **Anillos de sincronización:** 0,14 kg
  - **Manguito de cambio:** 0,52 kg
  - **Cubo de embrague:** 0,62 kg
  - **Cerrojos:** 0,9 kg

**⇒ HORQUILLAS SELECTORAS DE MARCHA:**

- **Material:** Aluminio o hierro fundido.
- **Dimensiones:**
  - **Espesor:** 17 mm
- **# de Horquillas:** 3 horquillas.
- **Peso:** 0,22 kg

**⇒ VARILLA SELECTORA:**

- **Material:** Aleación de acero.
- **# de Varillas:** 3 varillas.
- **Peso:** 1, 09 kg

**⇒ COJINETES:**

- **Material:** Acero cuyas aleaciones y tratamiento térmico se desconoce.
- **Tipo de Cojinete:** de bolas recirculantes.
- **Peso:** 0,90 kg

**⇒ SENSORES Y ACTUADORES:**

- **Tipo de Sensores:** Encendido luz de retro.
- **Ubicación:** Carcasa delantera.

**Nota:** Todas las dimensiones antes descritas se encuentran especificadas en **milímetros**.

**Observaciones:**

- Esta transmisión, contaba con 5 marchas incluido retro. Contaba con 11 piñones de marcha, 1 piñón de señal de velocímetro, 3 ejes de marcha (primario, secundario e intermedio). Incluía 2 mecanismos de sincronización para cada par de marchas (1 mecanismo para 1era y 2da marcha – 1 mecanismo para 3era y 4ta). Estos mecanismos empleaban cerrojos (3 en cada mecanismo de sincronización). Poseía 3 horquillas y 3 varillas selectoras de marcha respectivas (1 que acciona 1era y 2da – 1 que acciona 3era y 4ta – 1 que acciona retro) y 4 anillos de sincronización. Cuenta con aproximadamente 36 pernos de sujeción de las carcasas y elementos internos. Incorpora en su estructura el mecanismo diferencial y 5 carcasas que lo recubren totalmente. Como dispositivos antitraba se empleaban resortes y bolas.
- Es una transmisión transeje que incorpora en su estructura el diferencial, lo que la hace especial.
- Las mediciones de los elementos constitutivos de la transmisión, las realicé por medio de la utilización de un calibrador pie de rey (vigesimal), un flexómetro y una balanza digital (para pesos). Para medidas de carcasas y ejes, utilicé una unidad de medición (centímetros). Para medidas de diámetros interiores, ancho de espacio de engranes, utilicé una unidad de medición diferente (milímetros). Para medición de pesos se utilizó una unidad de medida (kilogramos).
- El conteo del número de dientes de cada piñón, la realicé con la ayuda de una tinta correctora, con la cual marqué un diente fijo y procedí a contar los demás hasta el ya marcado, de manera de evitar confusiones.
- No fue posible, realizar la medición de diámetros interiores de los engranes conductores, ni pesos de los mismos, ya que estos forman un sólo cuerpo con el eje intermedio.

- Desmontados todos los elementos de la transmisión, procedí a pulverizar con gasolina, y posteriormente a secar con un guaípe.
- Al el momento de iniciar el armado de los componentes de la transmisión, procedí a lubricar todo elemento constitutivo de la misma.
- Tanto en el desarmado como en el armado traté de ser lo más ordenado posible, de tal manera de que no se me dificulte este trabajo.
- Durante el desarmado de la transmisión pude indentificar cada uno de los elementos estudiados anteriormente.
- Los piñones de 1era y 2da marcha cuentan con un dentado especial, este es más pequeños y los dientes son más seguidos.
- Al igual que las otras transmisiones observadas la carcasa intermedia es la que soporta la piñonería.

#### 4.3.3 Relación de transmisión

##### Cálculo relación de transmisión de engranajes de marcha

- **Relación de transmisión 1era marcha:**

$$\mathbf{RT} = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$\mathbf{RT} = 63 / 50$$

$$\mathbf{RT} = 1,26 : 1$$

- **Relación de transmisión 2da marcha:**

$$RT = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$RT = 60 / 54$$

$$RT = 1,11 : 1$$

- **Relación de transmisión 3era marcha:**

$$RT = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$RT = 24 / 29$$

$$RT = 0,82 : 1$$

- **Relación de transmisión 4ta marcha:**

$$RT = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$RT = 21 / 32$$

$$RT = 0,65 : 1$$

- **Relación de transmisión retro:**

$$RT = \text{Piñón conducido} / \text{Piñón conductor}$$

$$RT = 20 / 17$$

$$RT = 1,17 : 1$$

## Resultados

RELACIÓN DE TRANSMISIÓN CAJA NORMAL			
Marcha	Piñón Conducido	Piñón Conductor	Relación de engrajes de marcha
1ª Velocidad	63	50	1,26 :1
2ª Velocidad	60	54	1,11:1
3ª Velocidad	24	29	0,82 :1
4ª Velocidad	21	32	0,65 :1
R: marcha atrás	20	17	1,17 :1

Tabla 11.- Número dientes piñonería y relación de transmisión Volkswagen

- Cálculo relación de transmisión final

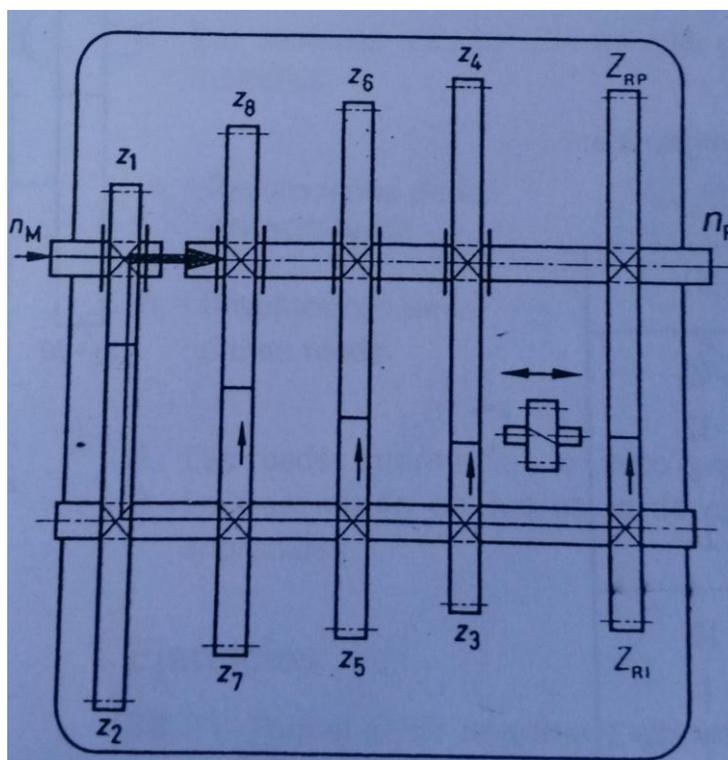


Tabla 12: Disposición engrajes transmisión Volkswagen

Fuente: Matemática aplicada para la técnica del automóvil

En donde, son :

$$Z1=21$$

$$Z2=32$$

$$Z3=50$$

$$Z4=63$$

$$Z5=54$$

$$Z6=60$$

$$Z7=29$$

$$Z8=24$$

$$Zri=17$$

$$Zrp=20$$

- **Relación de transmisión 1era marcha:**

$$RT = Z2 \times Z4 / Z1 \times Z3$$

$$RT = 32 \times 63 / 21 \times 50$$

$$RT = 3,12:1$$

- **Relación de transmisión 2da marcha:**

$$RT = Z_2 \times Z_6 / Z_1 \times Z_5$$

$$RT = 32 \times 60 / 21 \times 54$$

$$RT = 1,69:1$$

- **Relación de transmisión 3era marcha:**

$$RT = Z_2 \times Z_8 / Z_1 \times Z_7$$

$$RT = 32 \times 24 / 21 \times 29$$

$$RT = 1,26:1$$

- **Relación de transmisión 4ta marcha:**

$$RT = 1 / 1$$

$$RT = 1:1$$

- **Relación de transmisión reversa marcha:**

$$RT = Z_2 \times Z_{rp} / Z_1 \times Z_{ri}$$

$$RT = 32 \times 20 / 21 \times 17$$

$$RT = 2,98:1$$

**Resultados:**

Marcha	Relación Transmisión Final
<b>1ª Velocidad</b>	3,12:1
<b>2ª Velocidad</b>	1,69:1
<b>3ª Velocidad</b>	1,26:1
<b>4ª Velocidad</b>	1:1
<b>R: marcha atrás</b>	2,98:1

**Tabla 13: Resultado relación de transmisión final Volkswagen**

#### 4.3.4 Cálculo de revoluciones y torque del árbol principal incluyendo intervención diferencial.

- **Formulas requeridas:**

-**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / (relación de transmisión caja × relación cono – corona).

-**Torque del árbol principal** = par motor de entrada × (relación de transmisión caja × relación cono – corona).

- **Datos:**

- **Revoluciones del motor** = 2500 rpm

- **Par de motor de entrada** = 150 Nm

- **Relación cono y corona:** #dientes Corona / # dientes Cono = 35 dientes / 8 dientes = 4,37

- Relación transmisión marchas =

<b>RELACIÓN DE TRANSMISIÓN VOLKSWAGEN</b>	
<b>Marcha</b>	<b>Relación</b>
1ª Velocidad	3,12 :1
2ª Velocidad	1,69 :1
3ª Velocidad	1,26 :1
4ª Velocidad	1:1
R: marcha atrás	2,98:1

**Tabla 14.- Relación de transmisión final Volkswagen**

▪ **Desarrollo**

○ **1era Marcha:**

**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / (relación de transmisión caja × relación cono y corona).

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm} / (3,12 \times 4,38)$$

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = \underline{\underline{182,94 \text{ rpm}}}$$

**Torque del árbol principal** = par motor de entrada / (relación de transmisión caja × relación cono y corona).

$$\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm} \times (3,12 \times 4,38)$$

$$\text{Torque del árbol principal} = \underline{\underline{2049,8 \text{ Nm}}}$$

○ **2da Marcha:**

**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / (relación de transmisión caja × relación cono y corona).

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm} / (1,69 \times 4,38)$$

$$\underline{\underline{\text{Revoluciones del árbol principal} = 337,7 \text{ rpm}}}$$

**Torque del árbol principal** = par motor de entrada / (relación de transmisión caja × relación cono y corona).

$$\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm} \times (1,69 \times 4,38).$$

$$\underline{\underline{\text{Torque del árbol principal} = 1110,3 \text{ Nm}}}$$

○ **3era Marcha:**

**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / (relación de transmisión caja × relación cono y corona).

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm} / (1,26 \times 4,38).$$

$$\underline{\underline{\text{Revoluciones del árbol principal} = 452,9 \text{ rpm}}}$$

**Torque del árbol principal** = par motor de entrada / (relación de transmisión caja × relación cono y corona).

$$\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm} \times (1,26 \times 4,38).$$

$$\underline{\underline{\text{Torque del árbol principal} = 827,8 \text{ Nm}}}$$

○ **4ta Marcha:**

**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / (relación de transmisión caja × relación cono y corona).

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm} / (1 \times 4,38).$$

$$\underline{\text{Revoluciones del árbol principal} = 556,8 \text{ rpm}}$$

**Torque del árbol principal** = par motor de entrada / (relación de transmisión caja × relación cono y corona).

$$\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm} \times (1 \times 4,38).$$

$$\underline{\text{Torque del árbol principal} = 657 \text{ Nm}}$$

○ **Reversa:**

**Revoluciones del árbol principal** = revoluciones del motor / (relación de transmisión caja × relación cono y corona).

$$\text{Revoluciones del árbol principal} = 2500 \text{ rpm} / (2,98 \times 4,38).$$

$$\underline{\text{Revoluciones del árbol principal} = 191,5 \text{ rpm}}$$

**Torque del árbol principal** = par motor de entrada / (relación de transmisión caja × relación cono y corona).

$$\text{Torque del árbol principal} = 150 \text{ Nm} \times (2,98 \times 4,38).$$

$$\underline{\text{Torque del árbol principal} = 1934 \text{ Nm}}$$

#### **4.3.5 Ventajas**

- Incluye en su estructura el mecanismo diferencial.
- Esta transmisión brinda gran velocidad, y un torque bajo.
- Al encontrarse situada en la parte trasera del vehículo permite una mejor tracción del mismo.

#### **4.3.6 Desventajas**

- Es una transmisión muy pesada ya que incluye el diferencial en sus estructura.
- Al encontrarse localizada en la parte posterior del vehículo podría el vehículo tender a experimentar sobreviraje.

## 4.4 Cuadros comparativos

<b>CUADRO COMPARATIVO TRANSMISIONES POSTERIORES</b>						
<b>Parámetros a Comparar:</b>	<b>Volkswagen</b>		<b>Datsun</b>		<b>General Motors</b>	
<u>Pais de Origen:</u>	Brasil		Japón		Brasil	
<u>Año de Fabricación:</u>	1975		1980		1994	
<u>Cilindrada:</u>	1600cc		1200cc		1600cc	
<u>Vehículo Utilizado:</u>	Volkswagen: Combi		Datsun: Datsun 1200		General Motors: San remo	
<u>Peso (kg):</u>	30,90 kg		22,27 kg		34,28 kg	
<u>Dimensiones (Largo/Ancho)</u>	69,5 cm	20 cm	70 cm	28 cm	60,5 cm	33 cm

Tabla 15.- Cuadro comparativo transmisiones información general 1

<b>CUADRO COMPARATIVO TRANSMISIONES POSTERIORES</b>						
<b>Parámetros a Comparar:</b>	<b>Volkswagen</b>		<b>Datsun</b>		<b>General Motors</b>	
<u>Material Predominante de fabricación (Exterior/Interior):</u>	Aluminio	Acero	Aluminio	Acero	Hierro	Acero
<u>Tipo de Transmisión:</u>	Transmisión posterior Transeje		Transmisión posterior		Transmisión posterior	
<u>Precio en el mercado:</u>	\$400		\$320		\$300	
<u># de marchas o cambios:</u>	4 Marchas y Reversa		4 Marchas y Reversa		4 Marchas y Reversa	
<u>Forma Constructiva (Diseño):</u>	Trapezoidal irregular		Trapezoidal irregular		Trapezoidal irregular	
<u>Disposición en el Vehículo:</u>	Posterior longitudinal		Delantera longitudinal		Delantera longitudinal	
<u>Número de elementos constitutivos aprox.</u>	72 elementos		60 elementos		53 elementos	
<u>Incluye Diferencial (SI / NO)</u>	SI		NO		NO	

**Tabla 16.- Cuadro comparativo transmisiones información general 2**

<b>CUADRO COMPARATIVO TRANSMISIONES POSTERIORES</b>				
<b>Parámetros a Comparar:</b>		<b>Volkswagen</b>	<b>Datsun</b>	<b>General Motors</b>
<u>Dentado de Engranés/Piñones:</u>		Dentado Helicoidal	Dentado Helicoidal	Dentado Helicoidal
<u># Dientes Piñonería</u>	<b>Conducido:</b>	63 dientes	29 dientes	29 dientes
<u>1era Marcha</u>	<b>Conductor:</b>	50 dientes	14 dientes	16 dientes
<u># Dientes Piñonería</u>	<b>Conducido:</b>	60 dientes	26 dientes	24 dientes
<u>2da Marcha</u>	<b>Conductor:</b>	54 dientes	21 dientes	23 dientes
<u># Dientes Piñonería</u>	<b>Conducido:</b>	24 dientes	20 dientes	18 dientes
<u>3era Marcha</u>	<b>Conductor:</b>	29 dientes	24 dientes	27 dientes
<u># Dientes Piñonería</u>	<b>Conducido:</b>	21 dientes	18 dientes	15 dientes
<u>4ta Marcha</u>	<b>Conductor:</b>	32 dientes	29 dientes	31 dientes
<u>Dentado de Engranés/Piñones:</u>		Dentado recto	Dentado recto	Dentado recto
<u># Dientes Piñonería</u>	<b>Conducido:</b>	20 dientes	29 dientes	24 dientes
<u>Reversa</u>	<b>Conductor:</b>	17 dientes	14 dientes	13 dientes

**Tabla 17.- Cuadro comparativo transmisiones número de dientes piñonería**

<b>CUADRO COMPARATIVO TRANSMISIONES POSTERIORES</b>				
<b>Parámetros a Comparar:</b>	<b>Volkswagen</b>	<b>Datsun</b>	<b>General Motors</b>	
<u>Tipo de Dispositivo de Sincronización:</u>	Con cerrojos	Con cerrojos	Con cerrojos	
<u># de Ejes o árboles de accionamiento</u>	3 árboles	3 árboles	3 árboles	
<u>Relación de Transmisión Todas las Marchas</u>	1era	3,12 :1	3,33:1	3,74:1
	2da	1,69:1	1,99:1	2,11 :1
	3era	1,26 :1	1,34:1	1,37 :1
	4ta	1:1	1:1	1:1
	Reversa	2,98 :1	3,33:1	3,81:1

**Tabla 18.- Cuadro comparativo transmisiones relación de transmisión marchas**

<b>CUADRO COMPARATIVO TRANSMISIONES POSTERIORES</b>				
<b>Parámetros a Comparar:</b>		<b>Volkswagen</b>	<b>Datsun</b>	<b>General Motors</b>
# <u>Diámetro Exter. Piñonería</u>  <u>1era Marcha</u>	<b>Conducido:</b>	75 mm	92,80 mm	95,40 mm
	<b>Conductor:</b>	55 mm	49,10 mm	57,10 mm
# <u>Diámetro Extern. Piñonería</u>  <u>2da Marcha</u>	<b>Conducido:</b>	66 mm	76,40 mm	77,70 mm
	<b>Conductor:</b>	55 mm	63,40 mm	72,70 mm
# <u>Diámetro Extern. Piñonería</u>  <u>3era Marcha</u>	<b>Conducido:</b>	92 mm	63,10 mm	62,20 mm
	<b>Conductor:</b>	48 mm	77,10 mm	88,40 mm
# <u>Diámetro Extern. Piñonería</u>  <u>4ta Marcha</u>	<b>Conducido:</b>	106 mm	54,80 mm	52,30 mm
	<b>Conductor:</b>	33 mm	85,10 mm	97,40 mm
# <u>Diámetro Extern. Piñonería</u>  <u>Reversa</u>	<b>Conducido:</b>	46 mm	84,80 mm	86,50 mm
	<b>Conductor:</b>	53 mm	45,40 mm	48,40 mm

**Tabla 19.- Cuadro comparativo transmisiones diámetro piñonería**

<b>CUADRO COMPARATIVO TRANSMISIONES POSTERIORES</b>			
<b>Parámetros a Comparar:</b>	<b>Volkswagen</b>	<b>Datsun</b>	<b>General Motors</b>
<u># de Carcasas</u>	3 carcasas	3 carcasas	3 carcasas
<u># de Engranos de Marcha</u>	11 piñones	11 piñones	11 piñones
<u># de Horquillas Selectora de Marcha:</u>	3 horquillas	3 horquillas	3 horquillas
<u># de Varillas Selectoras de Marchas:</u>	3 varillas	3 varillas	2 varillas
<u># de Dispositivos de Sincronización</u>	2 dispositivos	2 dispositivos	2 dispositivos
<u>Tipo de Cojinetes:</u>	De bolas recirculantes	De bolas recirculantes	De bolas recirculantes
<u>Tipo de Dispositivo antitraba de marchas</u>	Bolas y resortes	Bolas y resortes	Bolas y resortes
<u>Tiempo Desarmado:</u>	3 horas, 22 min, 19 segundos	3 horas, 20 min, 37 segundos	3 horas, 30 min, 20 segundos
<u>Tiempo Armado:</u>	3 horas, 38 min, 10 segundos	4 horas, 6 min, 56 segundos	3 horas, 50 min, 48 segundos

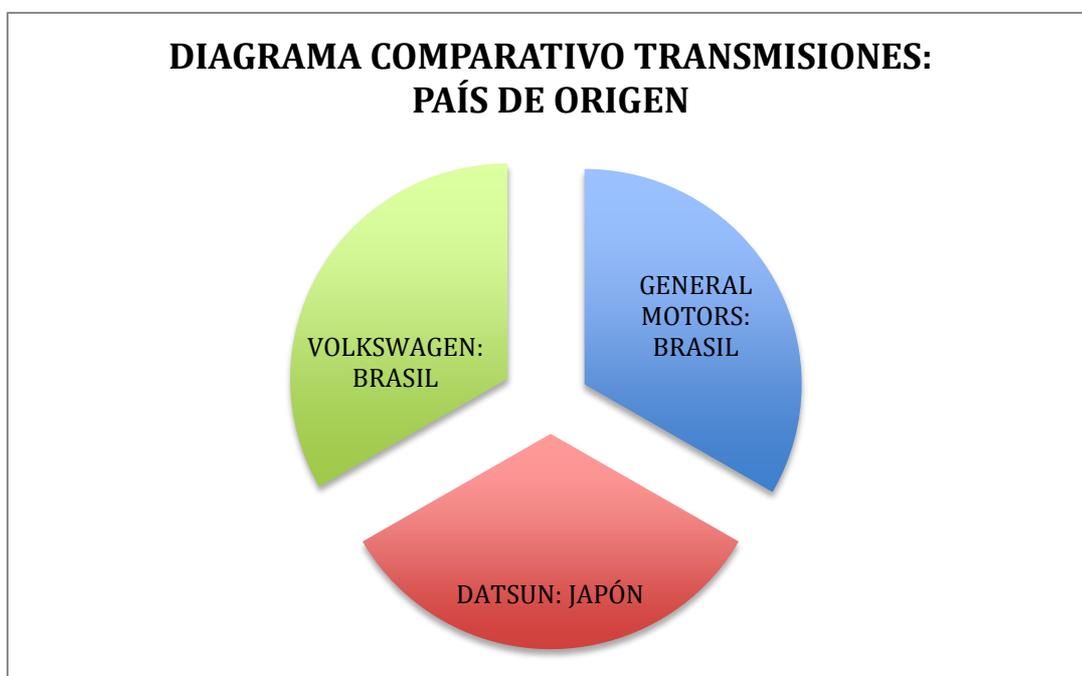
**Tabla 20.- Cuadro comparativo transmisiones elementos constitutivos**

## 4.5 Análisis de resultados

### 4.5.1 Análisis generales

De acuerdo al estudio profundo realizado de cada una de las transmisiones antes mencionadas (Volkswagen, General Motors y Datsun), puedo concluir los siguientes resultados:

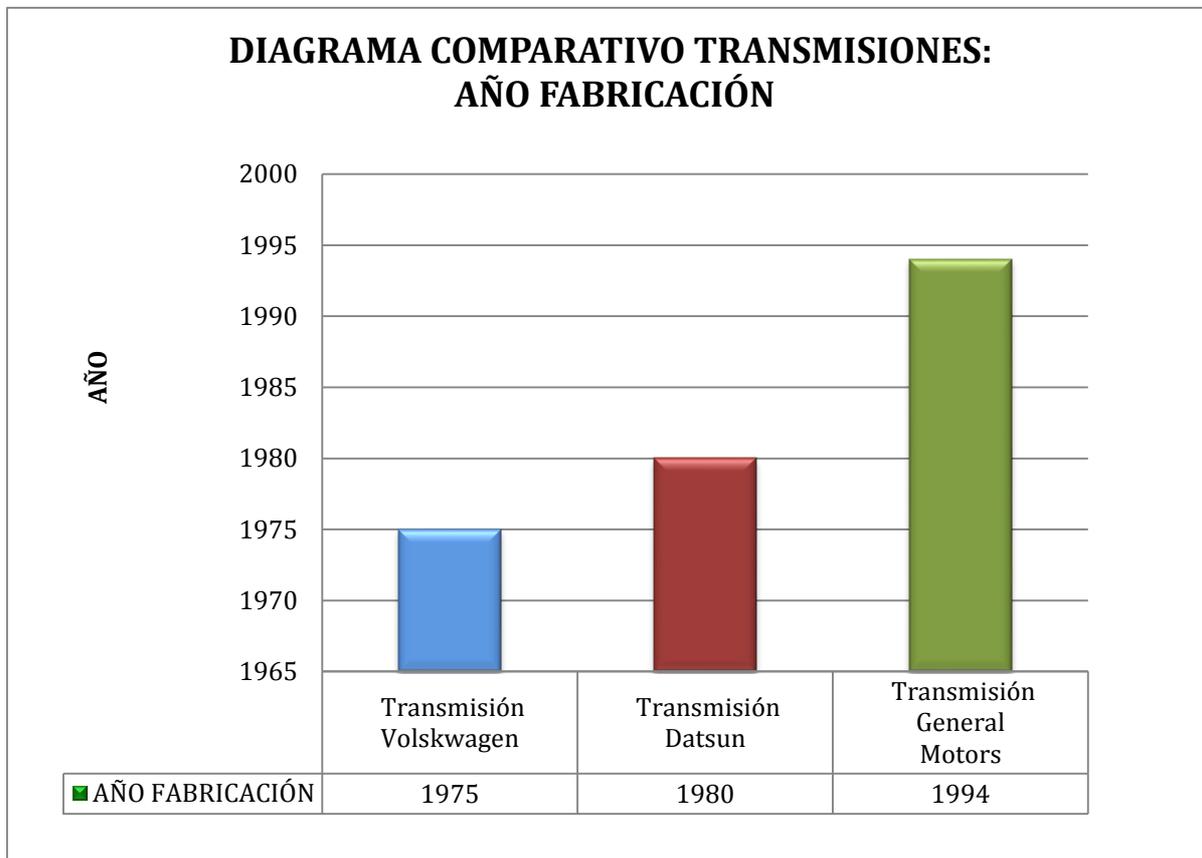
- Cada una de las transmisiones posteriores estudiadas, poseen un país de origen específico:



**Ilustración 1.- Diagrama comparativo origen**

**Análisis:** como podemos observar en el gráfico, 2 de las transmisiones posteriores fueron desarrolladas en Brasil (Volkswagen y General Motors) y la tercera en Japón (Datsun).

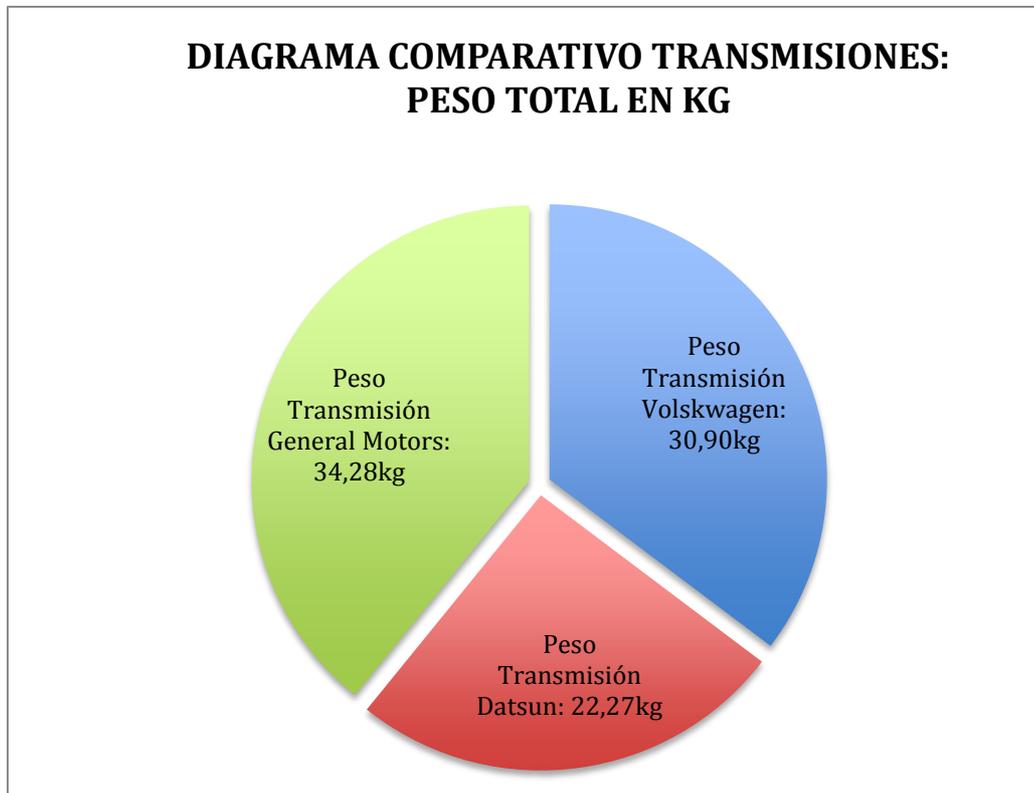
- Estas 3 transmisiones, fueron desarrolladas en diferentes años:



**Ilustración 2.- Diagrama comparativo año fabricación**

**Análisis:** Como se puede observar en el gráfico estadístico, la transmisión posterior General Motors, fue la fabricada más recientemente (año 1994). Mientras, que la transmisión, desarrollada por Volkswagen, es la más antigua (año 1975).

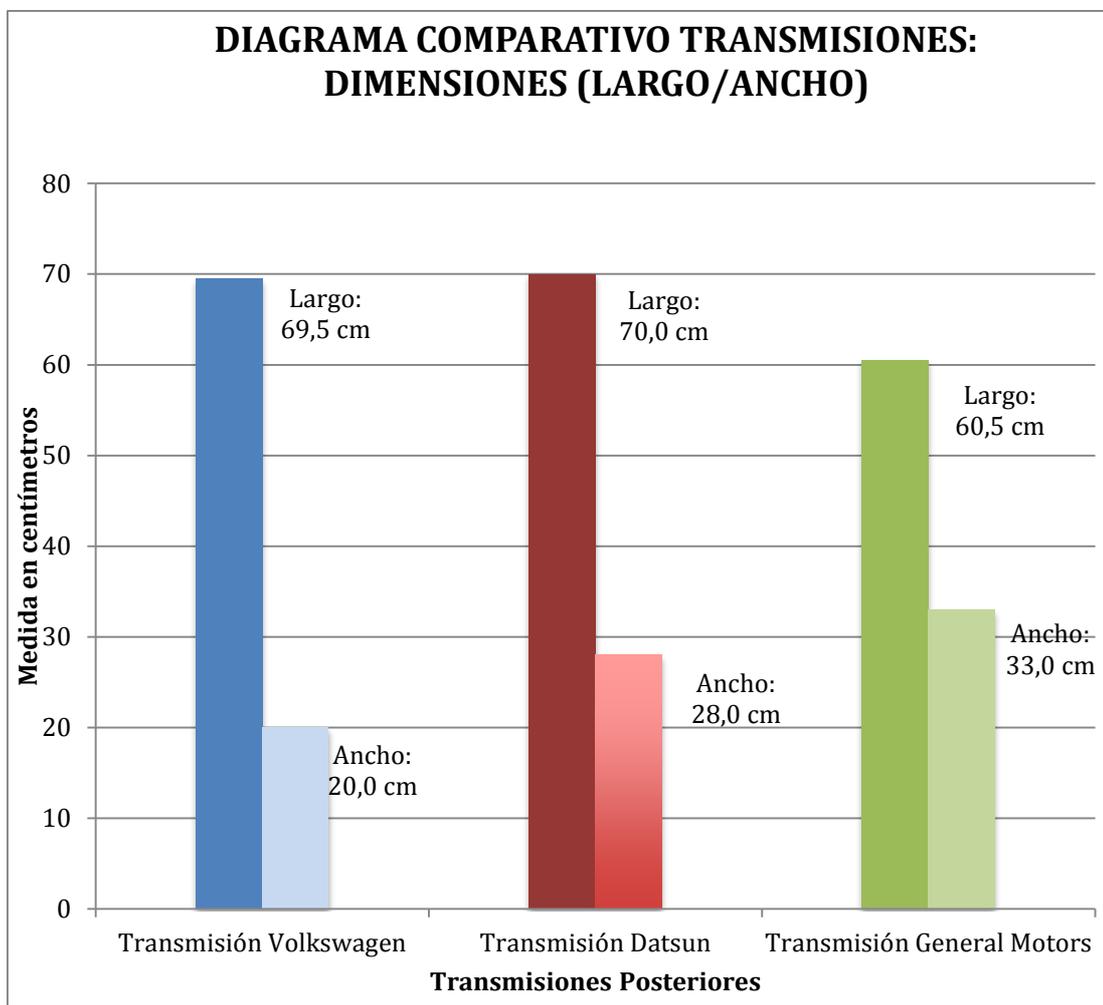
- Los 3 tipos de transmisiones posteriores estudiadas, por sus características de fabricación, tienen un peso diferente.



**Ilustración 3.- Diagrama comparativo peso total en kg**

**Análisis:** Como se puede apreciar en el gráfico estadístico, la transmisión General Motors, es la transmisión posterior más pesada de las 3 estudiadas, llegando a un peso total de 34,28 kg. Esto se debe, a que el material predominante con el cual fueron fabricadas sus carcasas es hierro. A esta le sigue, la Volkswagen con un peso de 30,90 kg; su alto peso se debe, a que esta implementa en su estructura el mecanismo diferencial que contribuye con un peso adicional. Finalmente, la transmisión Datsun, es la transmisión más liviana de las estudiadas, con un peso de 22,27 kg.

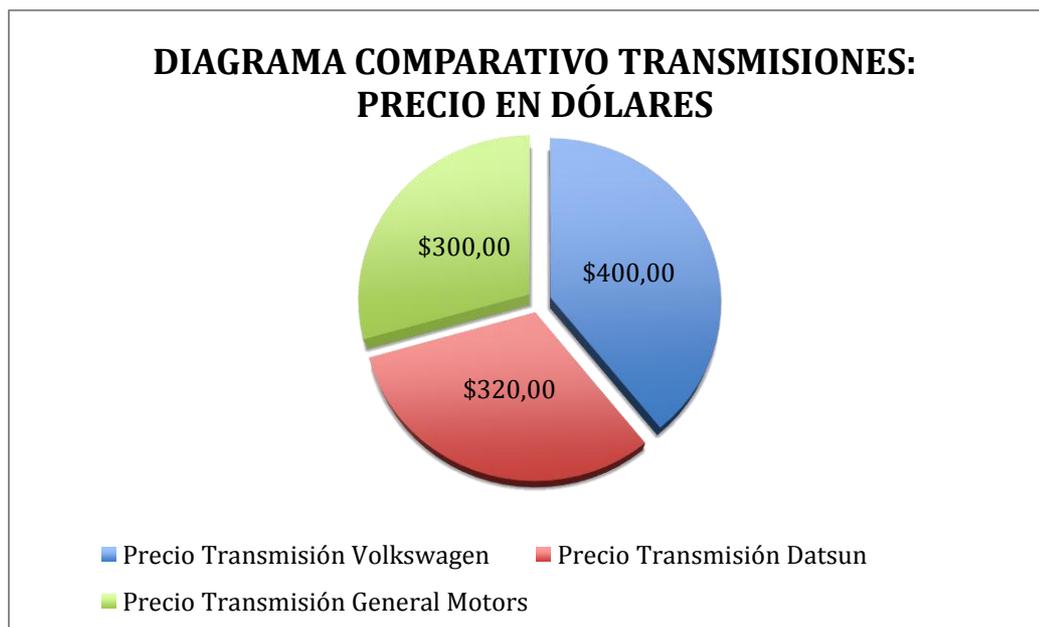
- Estos 3 tipos de transmisiones posteriores, por su diseño, presentan diferentes dimensiones (largo/ancho).



**Ilustración 4.- Diagrama comparativo dimensiones (largo/ancho)**

**Análisis:** Como se puede observar en el gráfico “**Dimensiones Transmisiones (Largo/Ancho)**”, la transmisión Datsun, es la transmisión posterior de mayor longitud (70 cm de largo); mientras, que la transmisión General Motors, es la que posee menor longitud (60,5 cm de largo). Por otro lado, la transmisión posterior de mayor longitud de ancho, es la transmisión General Motors (33 cm de ancho); mientras que, la transmisión Volkswagen, es la que posee menor longitud de ancho (20 cm de ancho).

- Los materiales de fabricación de estas 3 transmisiones son semejantes. Internamente en estas 3, encontramos como material predominante aleaciones de acero. Externamente, encontramos una leve diferencia: el material predominante exterior de la transmisión General Motors, es hierro; mientras que, en las dos restantes (Volkswagen y Datsun), el material predominante es aluminio.
- La transmisión Volkswagen, perteneciente a la furgoneta Combi, es la única transmisión que incluye diferencial en su estructura (transmisión posterior transeje); las otras dos transmisiones, no lo incluyen en su misma estructura, lo tienen aparte.
- Cada una de las transmisiones posteriores estudiadas, tienen un valor monetario diferente.

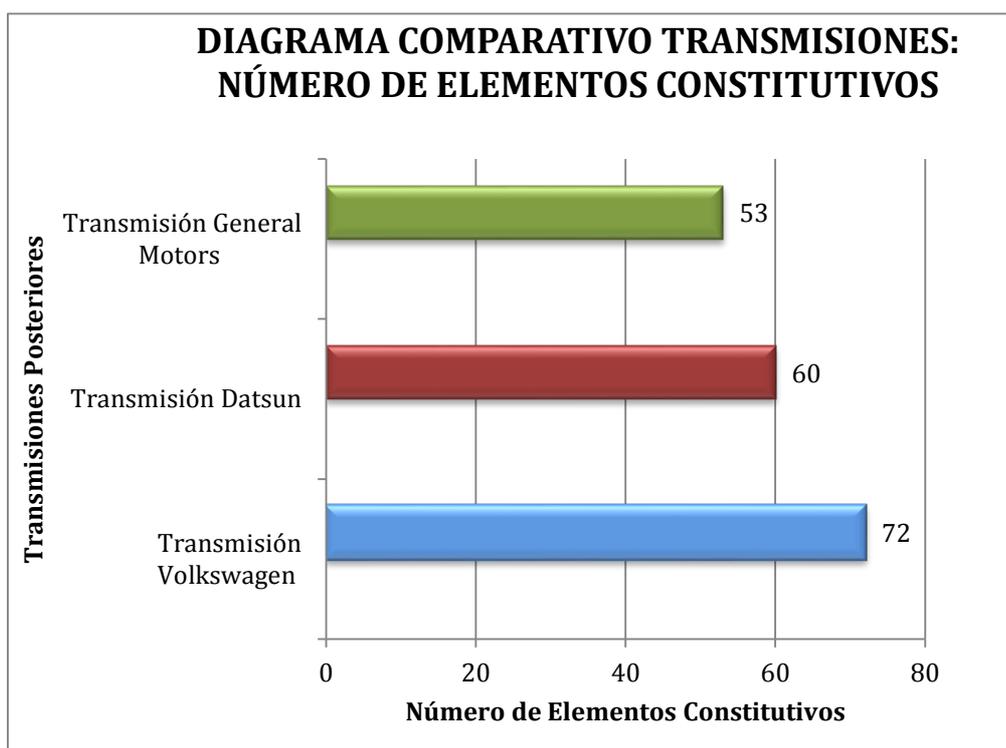


**Ilustración 5.- Diagrama comparativo precio en dólares.**

**Análisis:** Como podemos observar en el gráfico “Precio Transmisiones en Dólares”, la transmisión Volkswagen, es la transmisión posterior más costosa de las 3 estudiadas (Valor de venta en el mercado: \$400).

Le sigue a esta, la transmisión posterior Datsun (Valor de venta en el mercado: \$320) y finalmente, la transmisión General Motors (Valor de venta en el mercado: \$300)

- Los 3 tipos de transmisiones estudiadas, cuentan con 4 marchas y reversa.
- El diseño estructural de las 3 transmisiones estudiadas es casi similar (forma trapezoidal).
- La disposición de estos 3 tipos de transmisiones varia: la Transmisión Volkswagen tiene una disposición posterior longitudinal; mientras que las dos restantes, tienen ambas una disposición delantera longitudinal.
- Cada una de las transmisiones estudiadas, tienen un número determinado de elementos constitutivos.

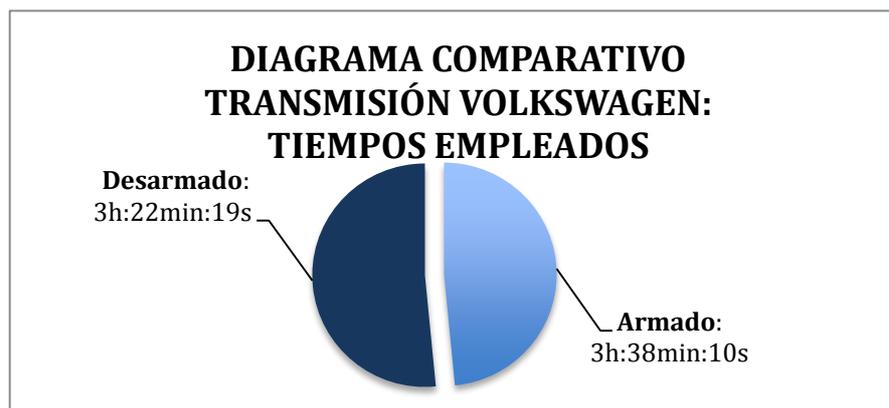


**Ilustración 6.- Diagrama comparativo número elementos constitutivos**

**Análisis:** Como se aprecia en el gráfico estadístico referente al número aproximado de elementos constitutivos de las transmisiones estudiadas; la transmisión Volkswagen, es la

que cuenta con mayor número de piezas y elementos constitutivos que las 2 restantes; esta cuenta, con aproximadamente 72 elementos; la sigue, la Datsun con 60 elementos y finalmente, la General Motors con 53 elementos.

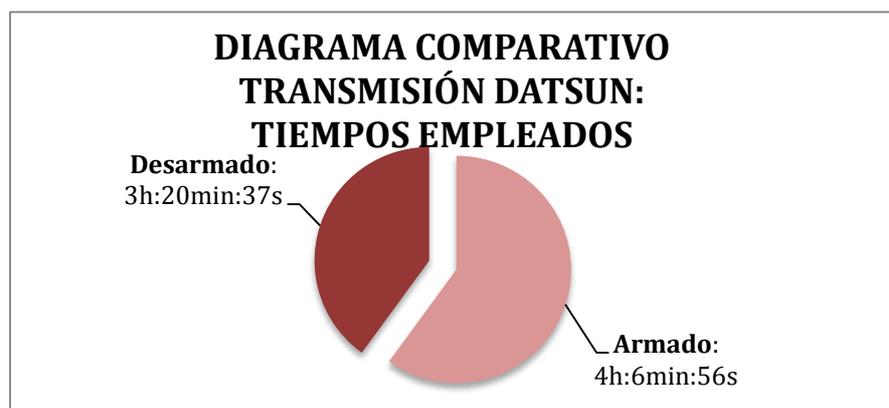
- Los 3 tipos de transmisiones estudiadas se componen de 3 carcasas (dos laterales y una intermedia), siendo la intermedia la que sostiene o sirve de anclaje de la piñonería.
- Estas 3 transmisiones posteriores cuentan con 11 piñones de marcha: 8 que corresponden a los pares de 1era, 2da, 3era y 4ta y los 3 restantes a la piñonería de reversa que esta compuesta por 3 piñones: de reenvío, el conductor y conducido.
- Los mecanismos de sincronización empleados en estas 3 transmisiones posteriores son los mismos, basaban su funcionamiento en la utilización de cerrojos. Los mecanismos de sincronización, en las 3 transmisiones estaban compuestos por: 2 anillos de sincronización, un cubo de embrague, 3 cerrojos y un manguito de cambio.
- La transmisión General Motors, contaba con tan sólo 2 varillas selectoras de marcha, mientras que las dos restantes, contaba cada una con 3 varillas. Esta diferencia se debía a que en la transmisión General Motors, se empleaba 1 sola varilla selectora de marcha para accionar 3 marchas(1era, 2da y reversa); mientras que la segunda varilla accionaba las 2 marchas restantes(3era y 4ta).
- El tiempo empleado para desarmado y armado de estas 3 transmisiones, fue diferente en cada una.



**Ilustración 7.-** Tiempo empleado en armado/desarmado transmisión Volkswagen



**Ilustración 8.-** Tiempo empleado en armado/desarmado transmisión General Motors



**Ilustración 9.-** Tiempo empleado en armado/desarmado transmisión Datsun

**Análisis:** Con relación al tiempo de desarmado de las cajas de cambio, la transmisión posterior, que tomó más tiempo en ser desarmada fue la General Motors con: 3horas, 30min, 20 segundos; y en la que menos tiempo se empleó en

su desarmado fue la perteneciente a la camioneta Datsun con un tiempo de: 3 horas, 20 min, 37 segundos. Con respecto al tiempo de armado, la transmisión que necesitó más tiempo para su armado fue la Datsun con un tiempo de: 4 horas, 6min, 56 segundos. La transmisión en la cual se invirtió el menor tiempo posible para su armado fue la: Volkswagen con un tiempo de armado de 3horas, 38 min, 10 segundos

#### **4.5.2 Análisis específico**

##### **Transmisión Volkswagen**

- Transmisión desarrollada y ensamblada en Brasil.
- Toda su piñonería se encuentra anclada en la carcasa intermedia por medio de rodamientos y seguros, que sujetan a esta.
- El cono, parte constitutiva del mecanismo diferencial, forma un sólo cuerpo con el árbol secundario.
- El eje motriz se conecta con el eje secundario por medio de un roscado interno.
- La piñonería de 1era y 2da marcha con sus respectivos pares de marcha, tienen un dentado más pequeño y seguido.
- Es necesario primero extraer el mecanismo diferencial para proceder a retirar la piñonería.

### **Transmisión Datsun**

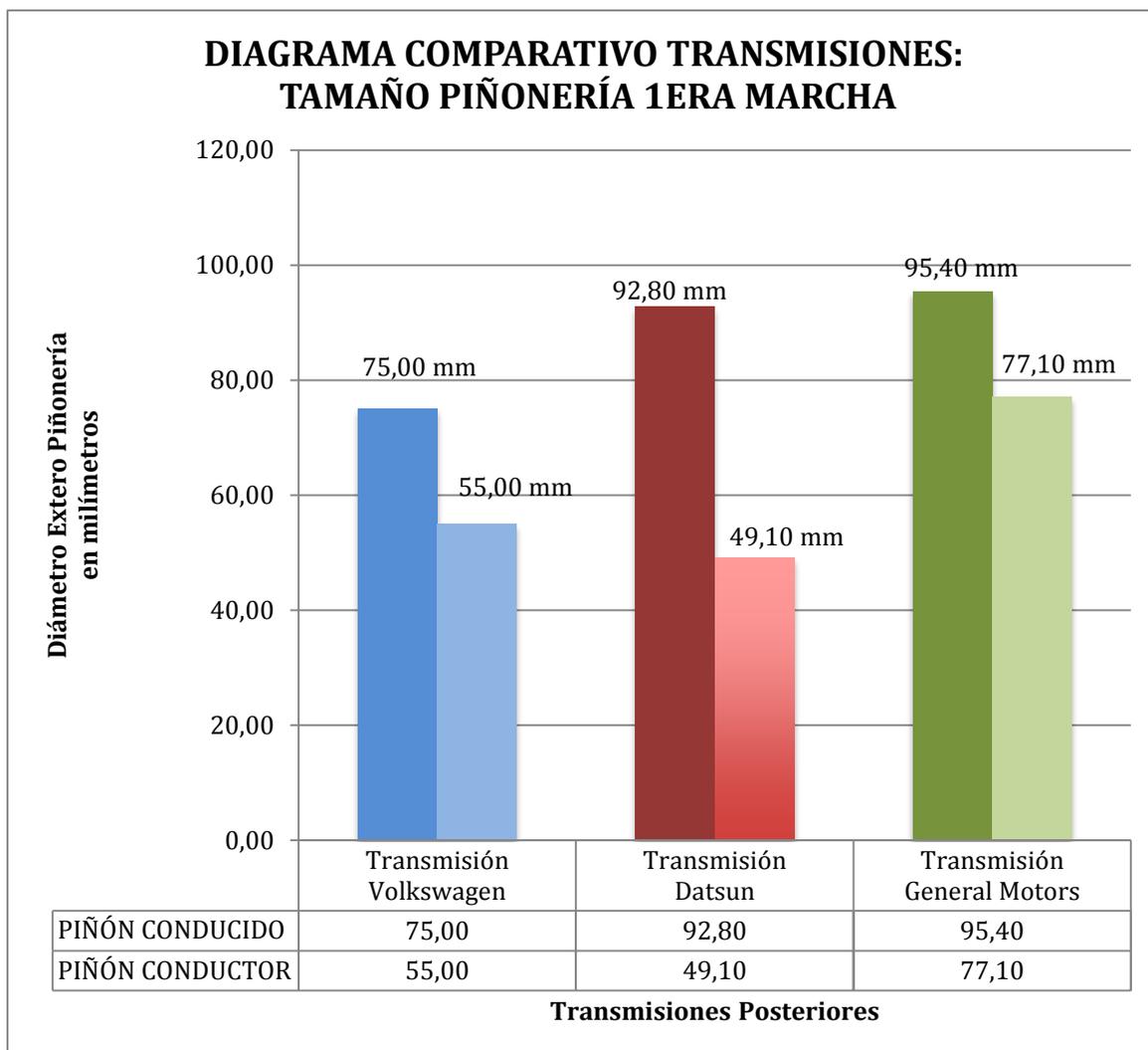
- Transmisión desarrollada y ensamblada en Japón.
- La piñonería de esta transmisión se encuentra anclada en la carcasa intermedia soportada por rodamientos de bolas.
- Por medio de una contratuerca se asegura toda la piñonería a la carcasa intermedia.
- Las horquillas selectoras de marcha en esta transmisión poseen un tamaño menor que las empleadas en las demás transmisiones.
- Como mecanismos antitraba de marchas emplea resortes y bolas.

### **Transmisión General Motors**

- Transmisión desarrollada y ensamblada en Brasil.
- La transmisión General Motors cuenta como medio de sujeción de su piñonería una serie de seguros, que sirven como seguros de piñonería que sujetan la misma.
- Su anclaje en la carcasa intermedia se la hace por medio de seguros internos de la carcasa, estos seguros están dispuestos de tal forma que se enclavan en los rodamientos de los ejes.
- Tiene como las otras 2 transmisiones restantes, un piñón de señal de velocímetro, el cual nos indica la velocidad real a la cual circula el vehículo.

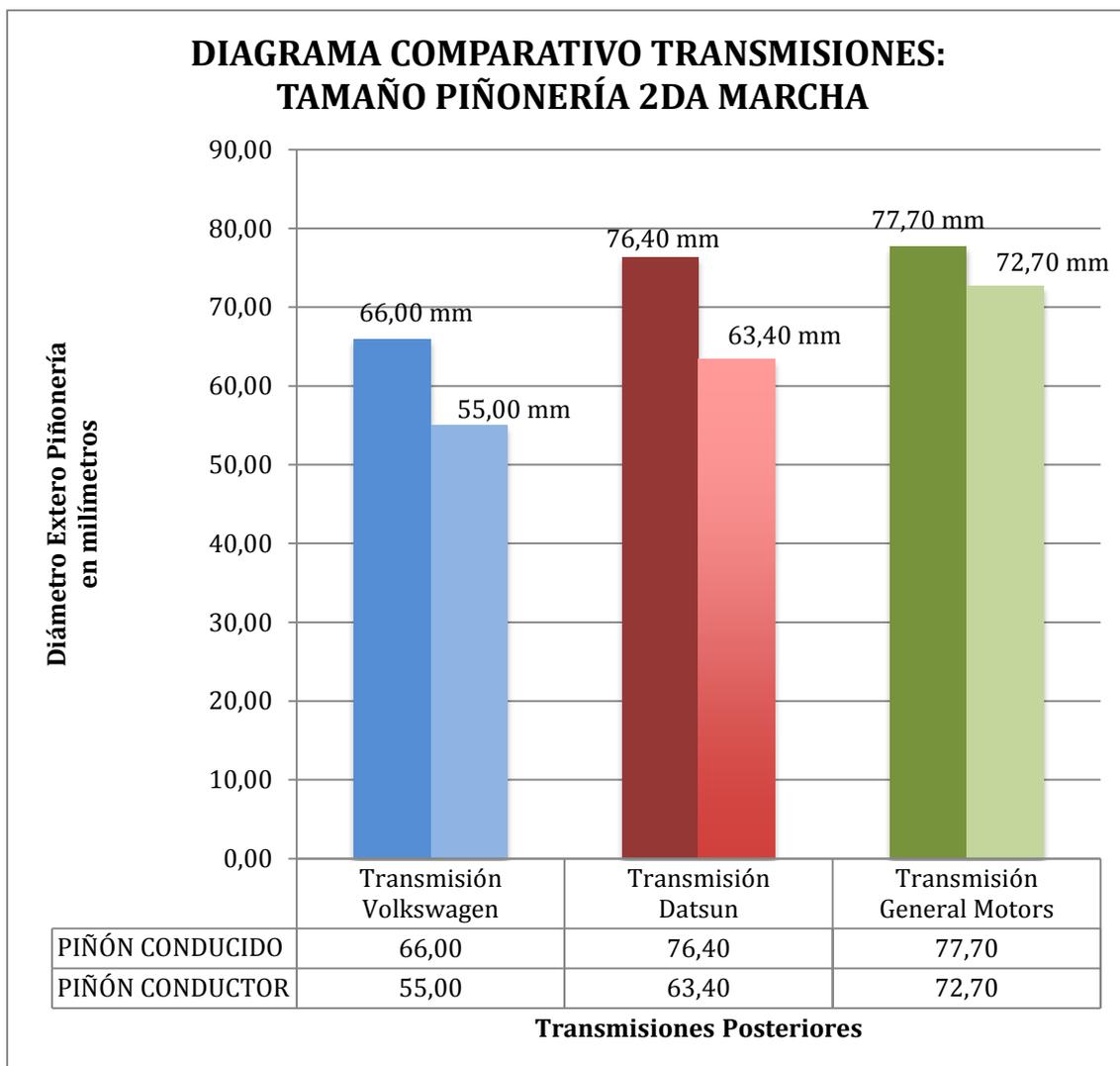
### 4.5.3 Análisis piñonería

- La piñonería que forma parte de estas 3 transmisiones, presenta las siguientes características:
  - **Tamaño piñones (conductor y conducido)**



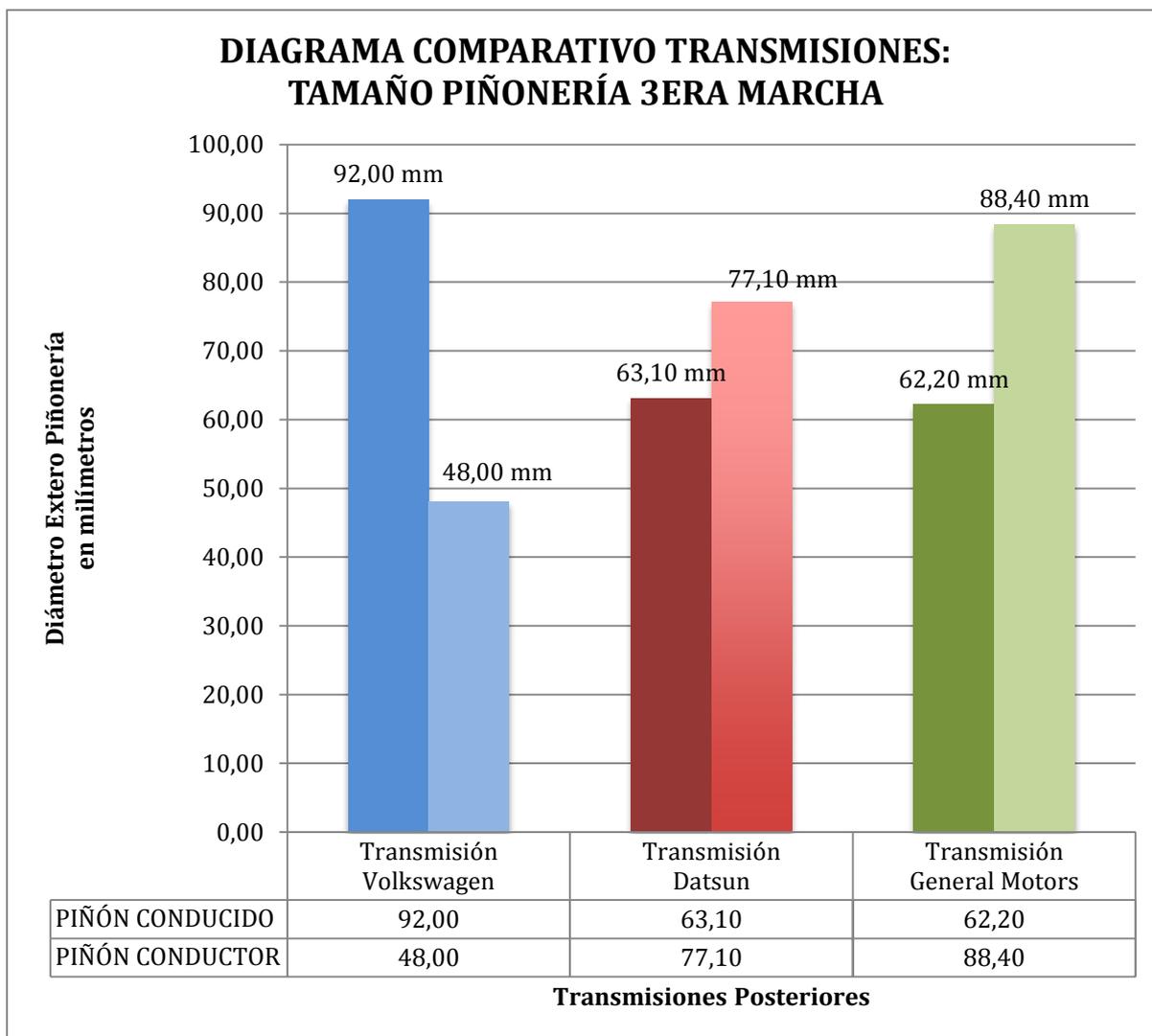
**Ilustración 10.- Diagrama comparativo tamaño piñonería 1era marcha**

**Análisis:** Como podemos observar en el presente gráfico, la transmisión General Motors, posee piñones de mayor diámetro (piñones más grandes) para accionamiento de 1era marcha en comparación a las 2 restantes transmisiones estudiadas.



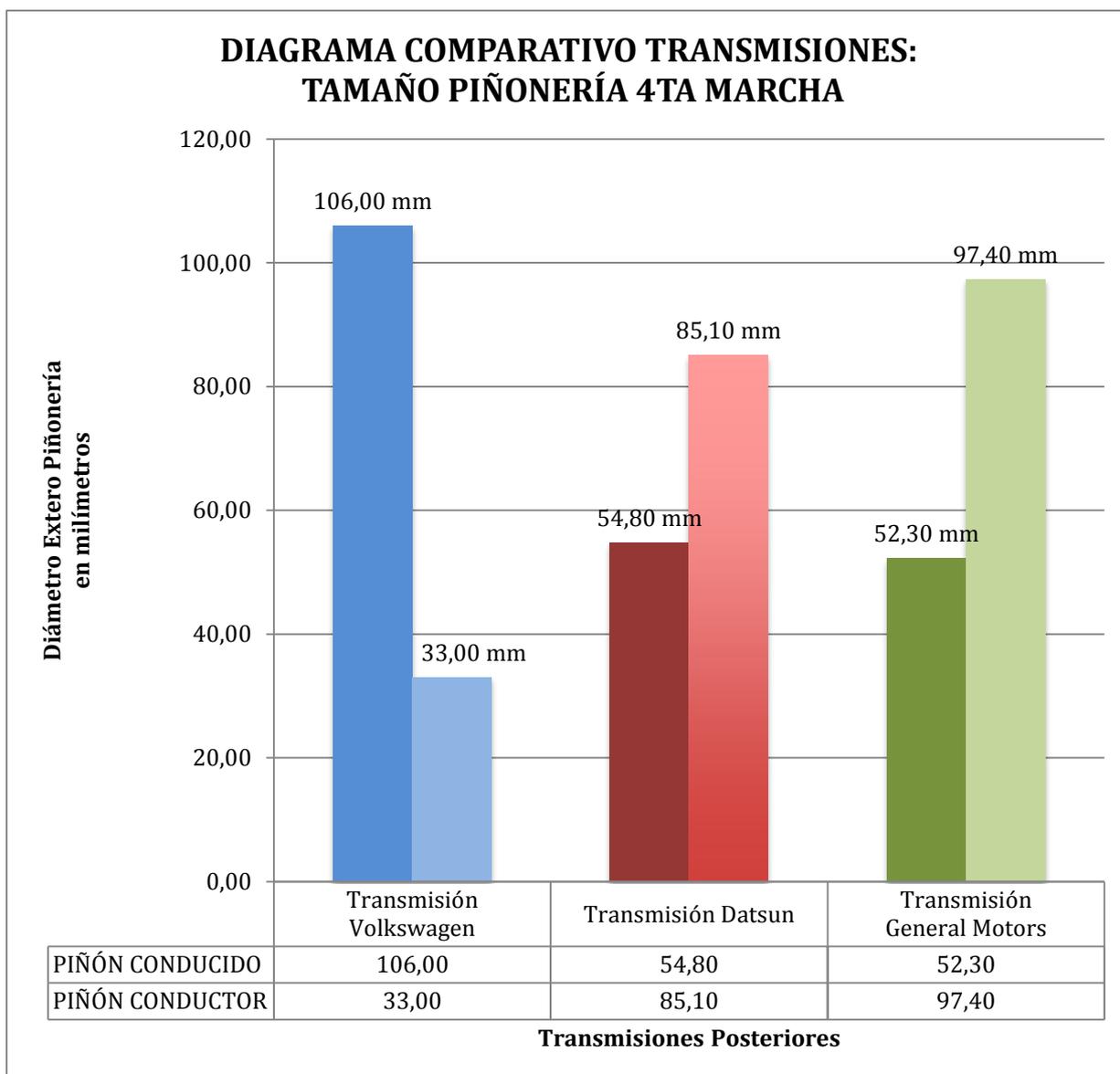
**Ilustración 11.- Diagrama comparativo tamaño piñonería 2da marcha**

**Análisis:** Como podemos observar en el presente gráfico, nuevamente, la transmisión General Motors, se destaca por incluir piñones de mayor diámetro para el accionamiento de 2da marcha en comparación de las 2 restantes transmisiones estudiadas.



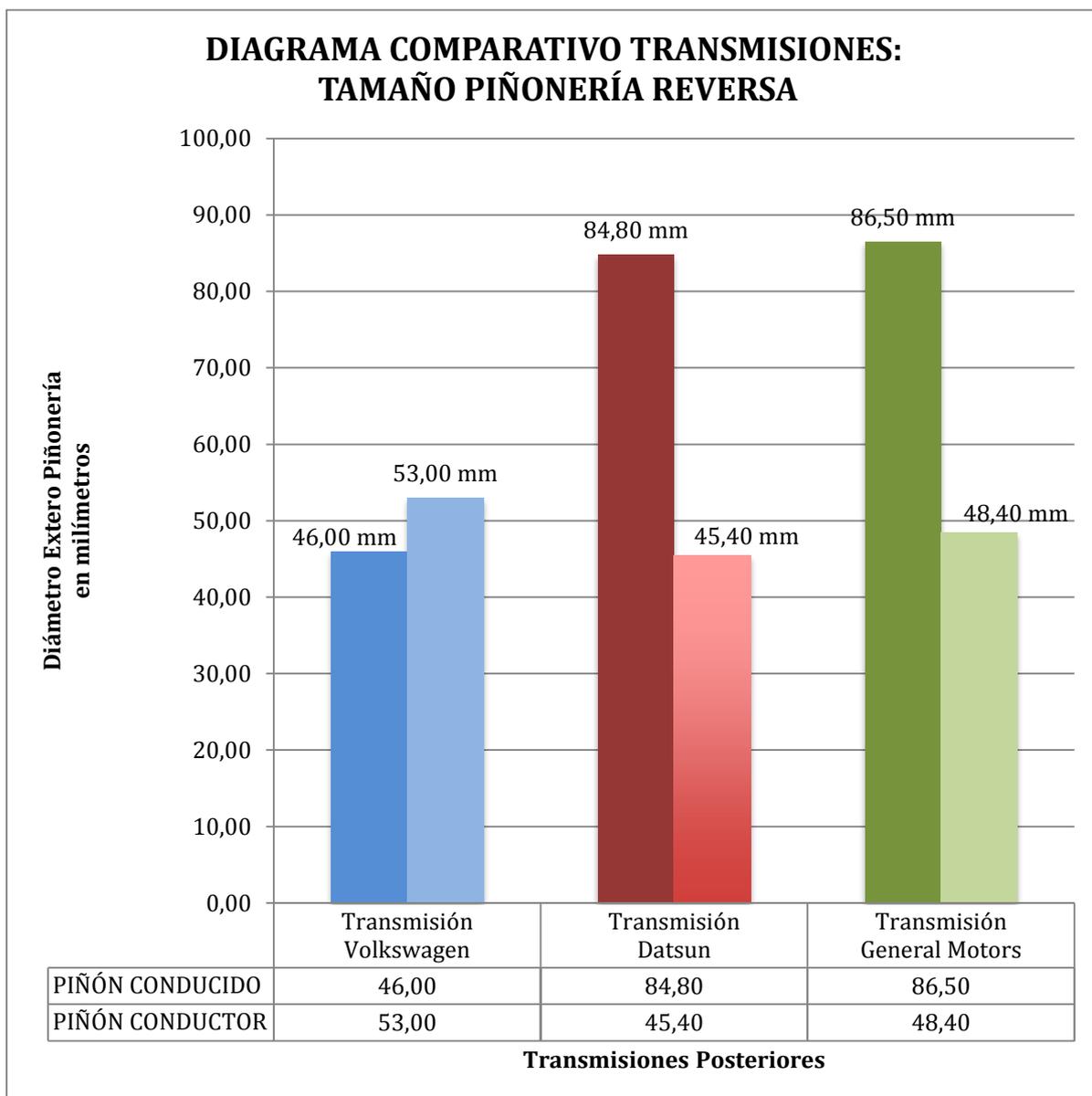
**Ilustración 12.- Diagrama comparativo tamaño piñonería 3era marcha**

**Análisis:** Como podemos observar en el presente gráfico, la transmisión Volkswagen, se destaca por incorporar en su piñonería de 3era marcha, un piñón conducido de tamaño considerable, de mayor tamaño (diámetro externo) que las dos transmisiones restantes estudiadas (92 mm). Mientras que, la transmisión General Motors, se destaca por incorporar, un piñón conductor más grande en comparación a las 2 transmisiones restantes (88,40 mm).



**Ilustración 13.- Diagrama comparativo tamaño piñonería 4ta marcha**

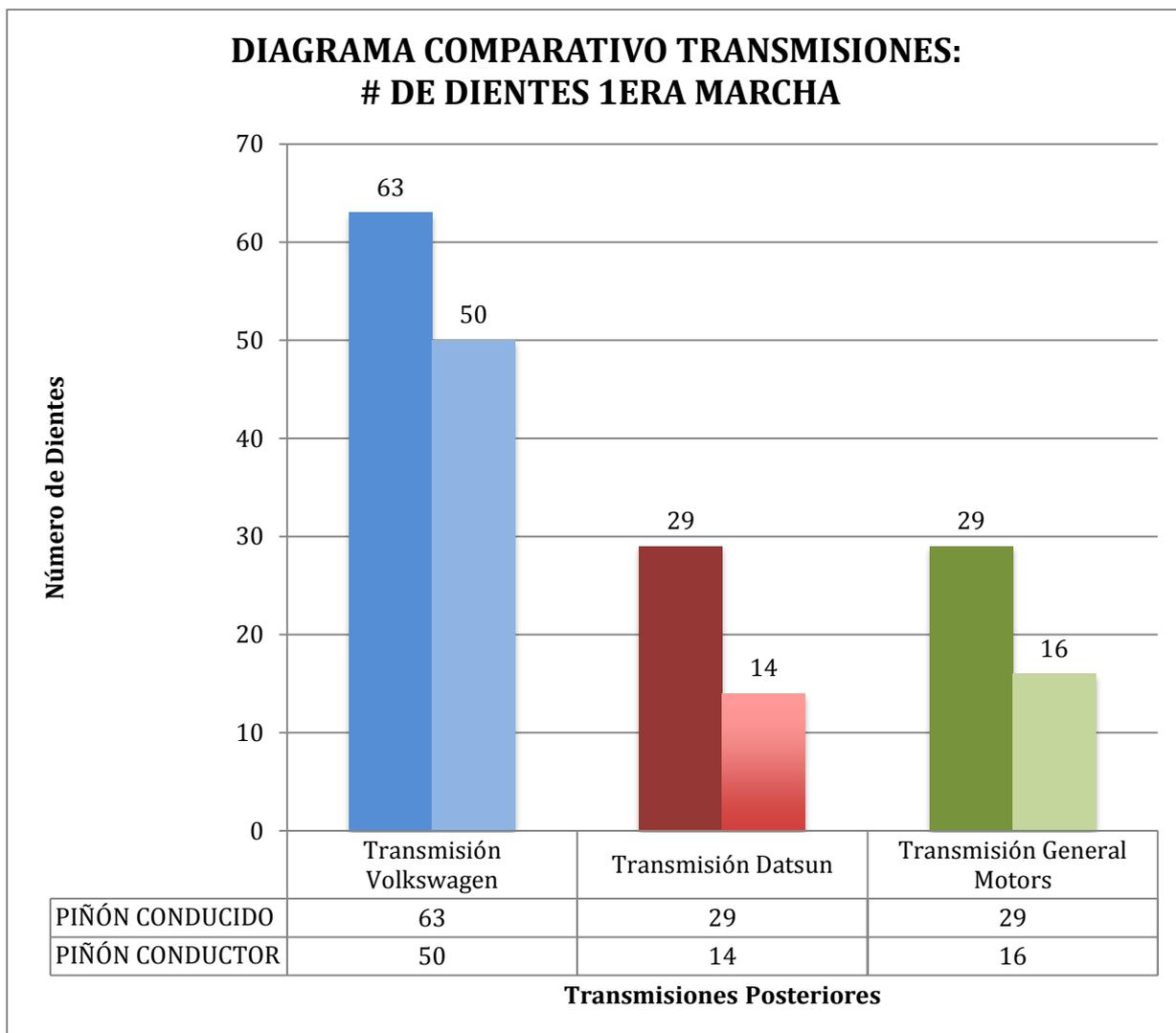
**Análisis:** Como podemos observar en el presente gráfico, la transmisión Volkswagen, incorpora como piñón conducido correspondiente a 4ta marcha, un piñón de tamaño mayor que en las dos restantes transmisiones (106 mm). Mientras que, la transmisión General Motors, se caracteriza por tener como piñón conductor de 4ta marcha, un piñón de mayor diámetro que las otras dos (97,40 mm).



**Ilustración 14.- Diagrama comparativo tamaño piñonería reversa**

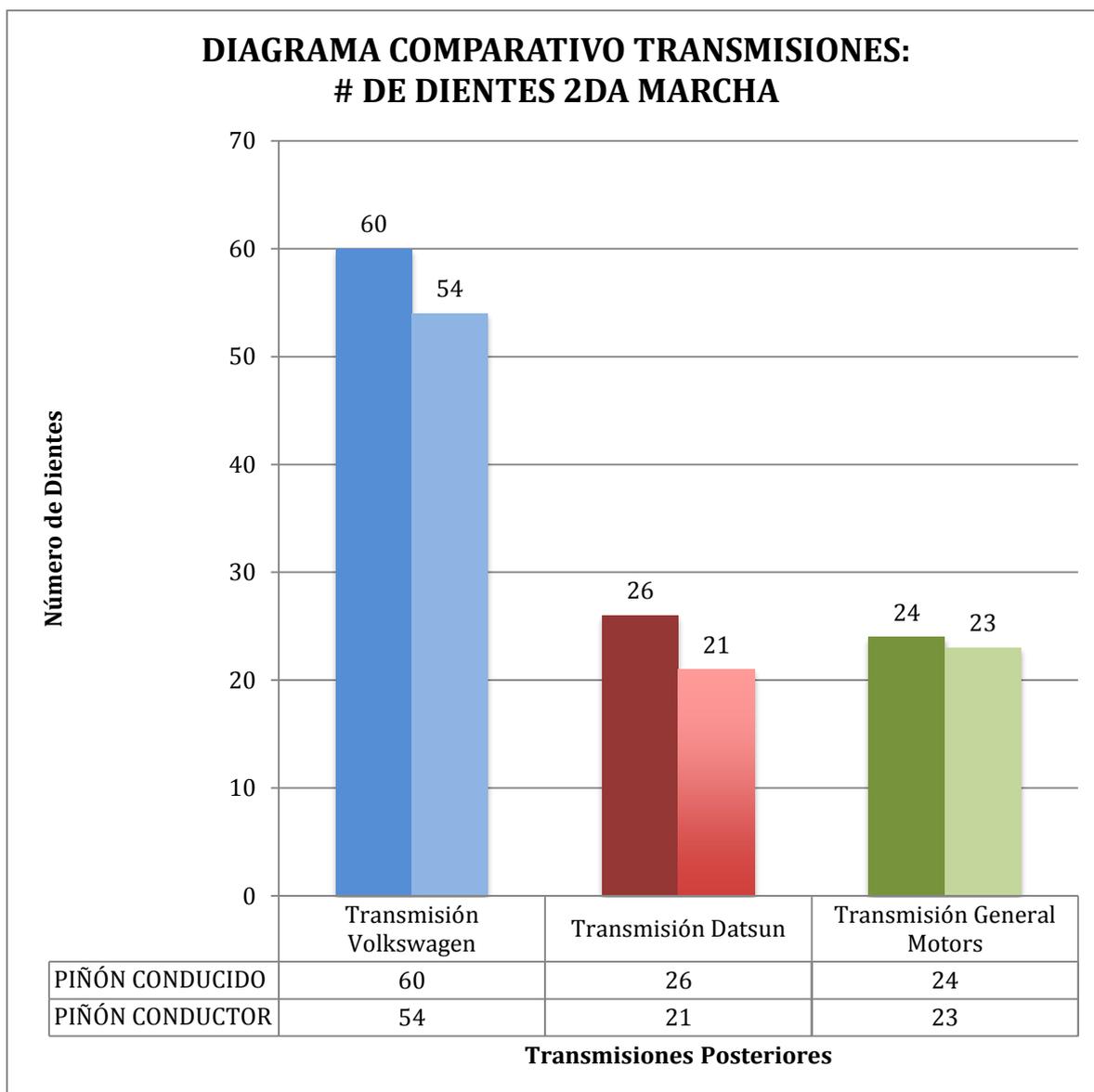
**Análisis:** Como podemos observar en el presente gráfico, existe un similitud en el tamaño (diámetro externo) de la piñonería correspondiente a reversa en las transmisiones Datsun y General Motors, poseen diámetros externos muy semejantes. La transmisión Volkswagen posee características totalmente diferentes a las antes mencionadas.

- **Número de dientes de piñonería (conductor y conducido)**



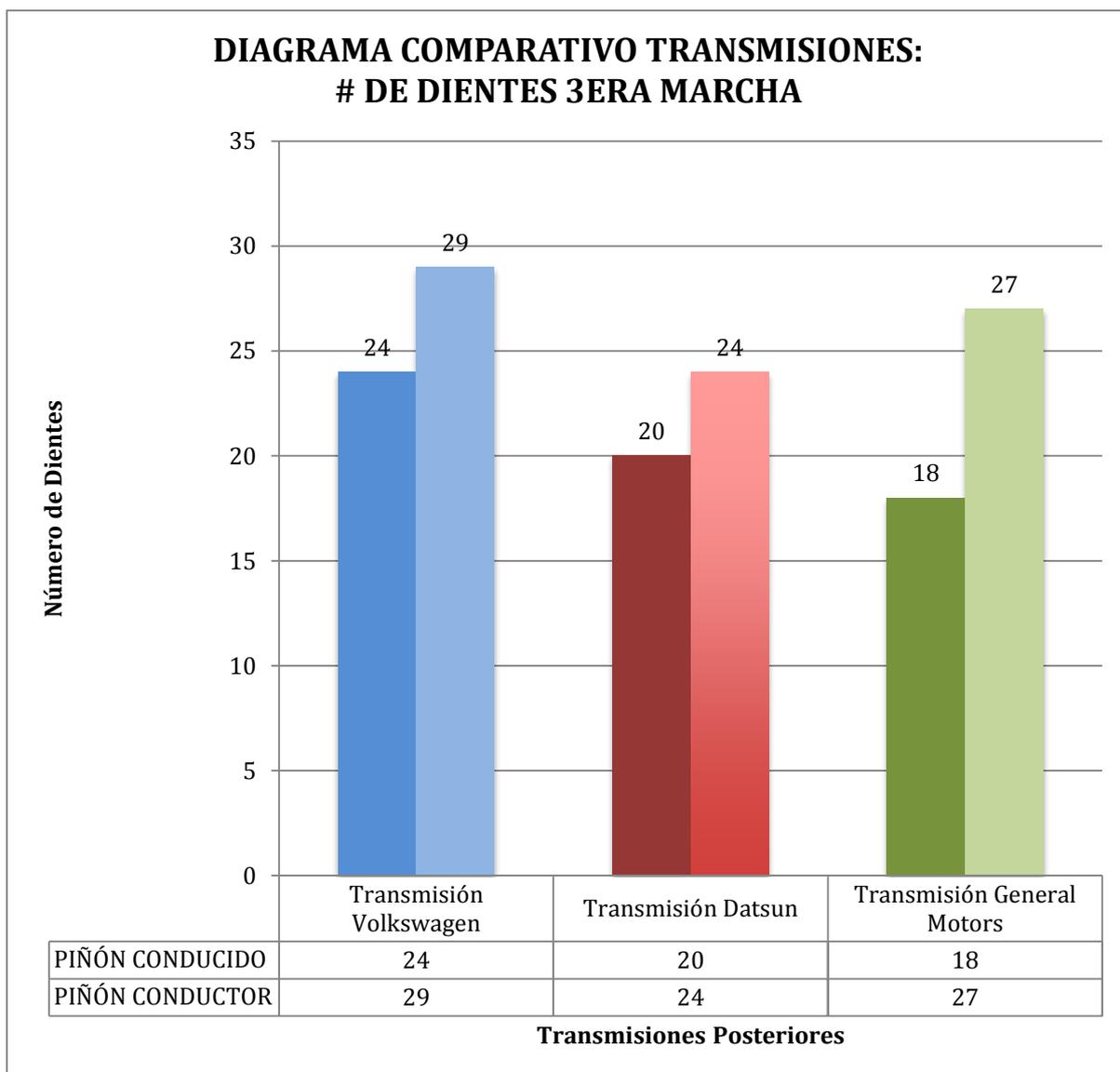
**Ilustración 15.- Diagrama comparativo número dientes piñones 1era marcha**

**Análisis:** Como podemos observar en el presente gráfico, la transmisión posterior Volkswagen, es la transmisión que posee mayor número de dientes en su piñonería correspondiente a 1era marcha, en comparación a las 2 transmisiones restantes estudiadas.



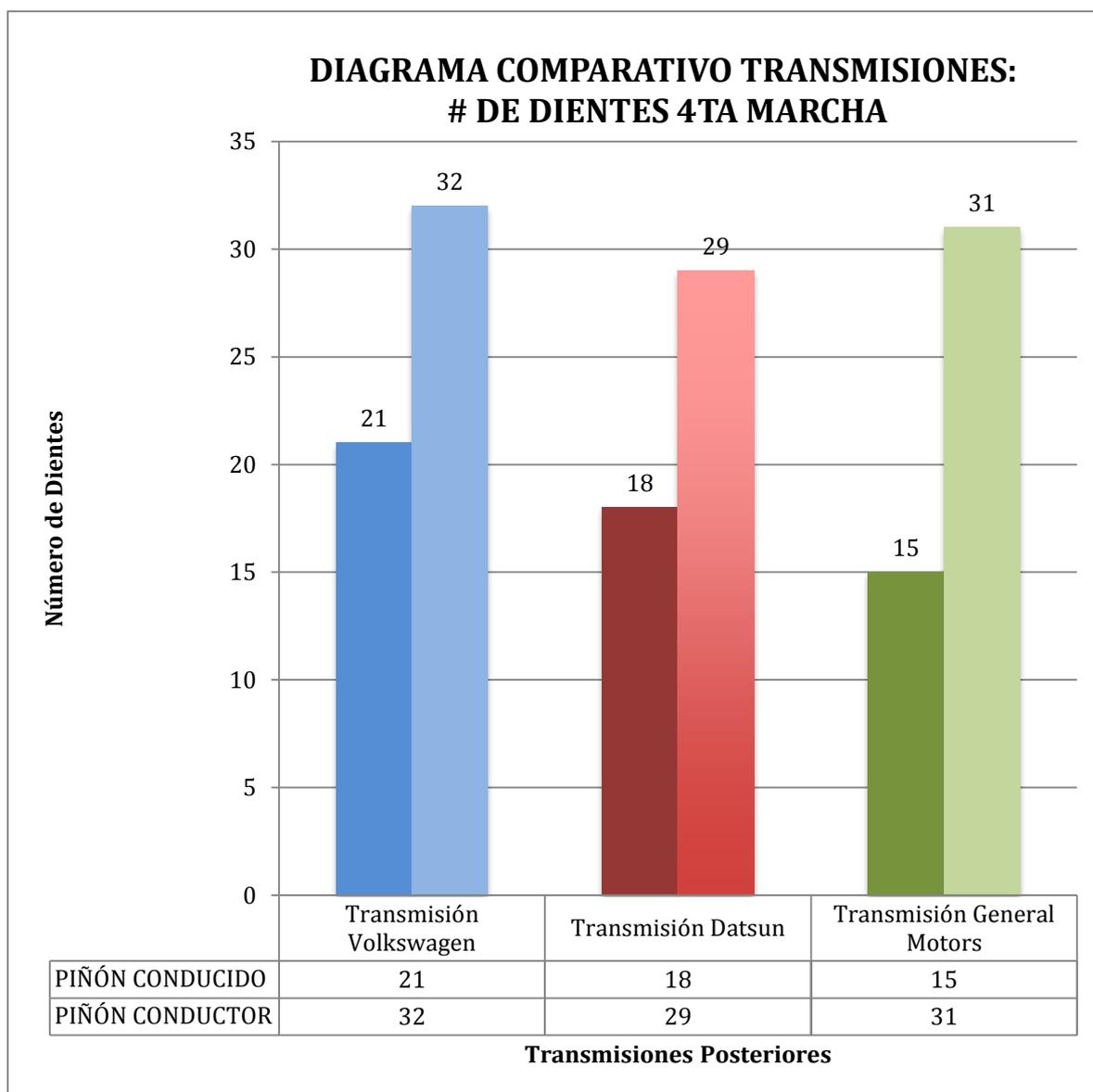
**Ilustración 16.- Diagrama comparativo número de dientes piñonería 2da marcha**

**Análisis:** Como podemos observar en el presente gráfico, la transmisión posterior Volkswagen, es nuevamente, la transmisión que posee mayor número de dientes en su piñonería, correspondiente a 2da marcha, en comparación a las 2 transmisiones restantes estudiadas.



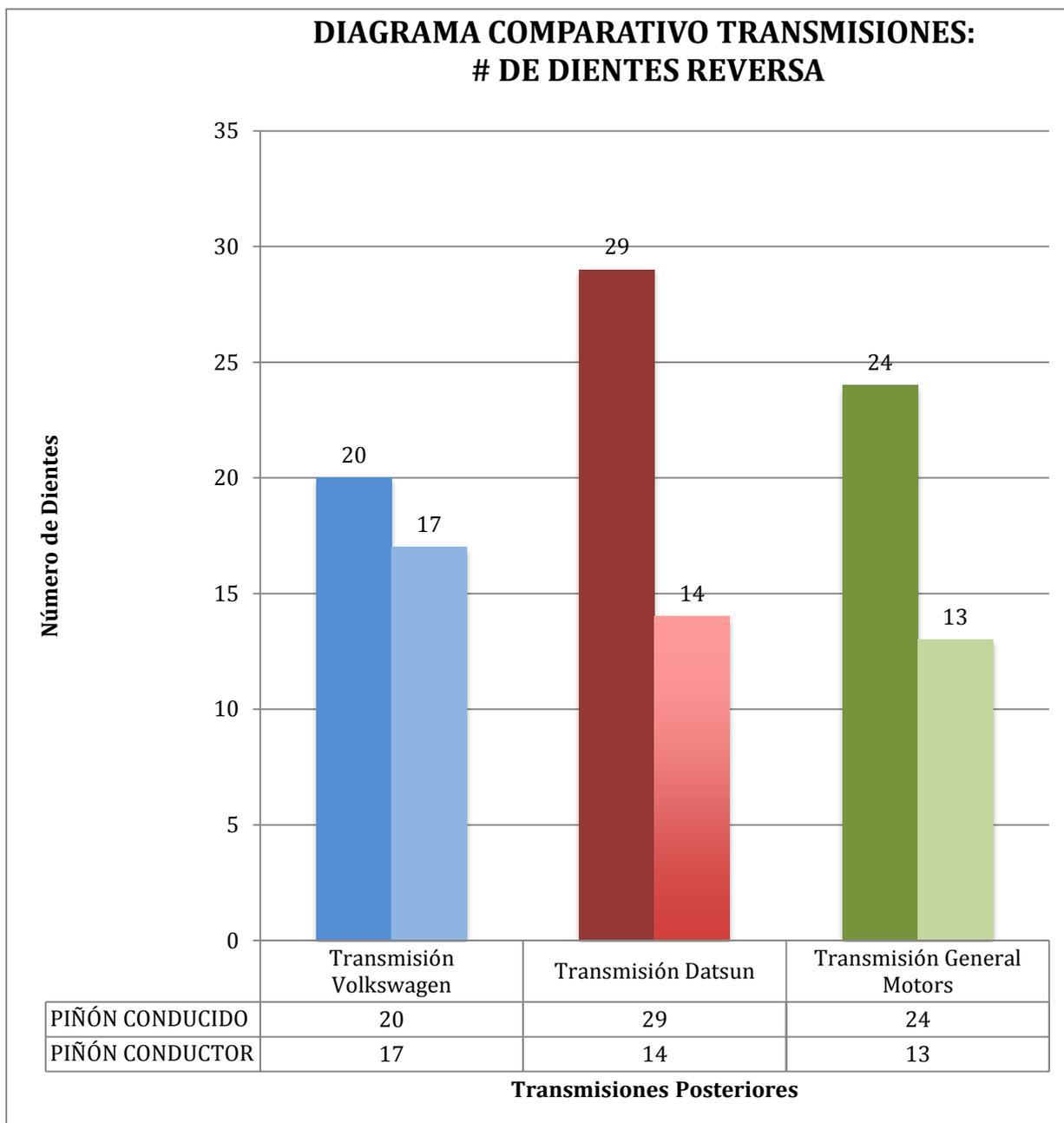
**Ilustración 17.- Diagrama comparativo número de dientes piñonería 3era marcha**

**Análisis:** Como podemos observar en el presente gráfico, las 3 transmisiones posteriores estudiadas, presentan casi un número similar de dientes en su piñonería correspondiente a la 3era marcha.



**Ilustración 18.- Diagrama comparativo número de dientes piñonería 4ta marcha**

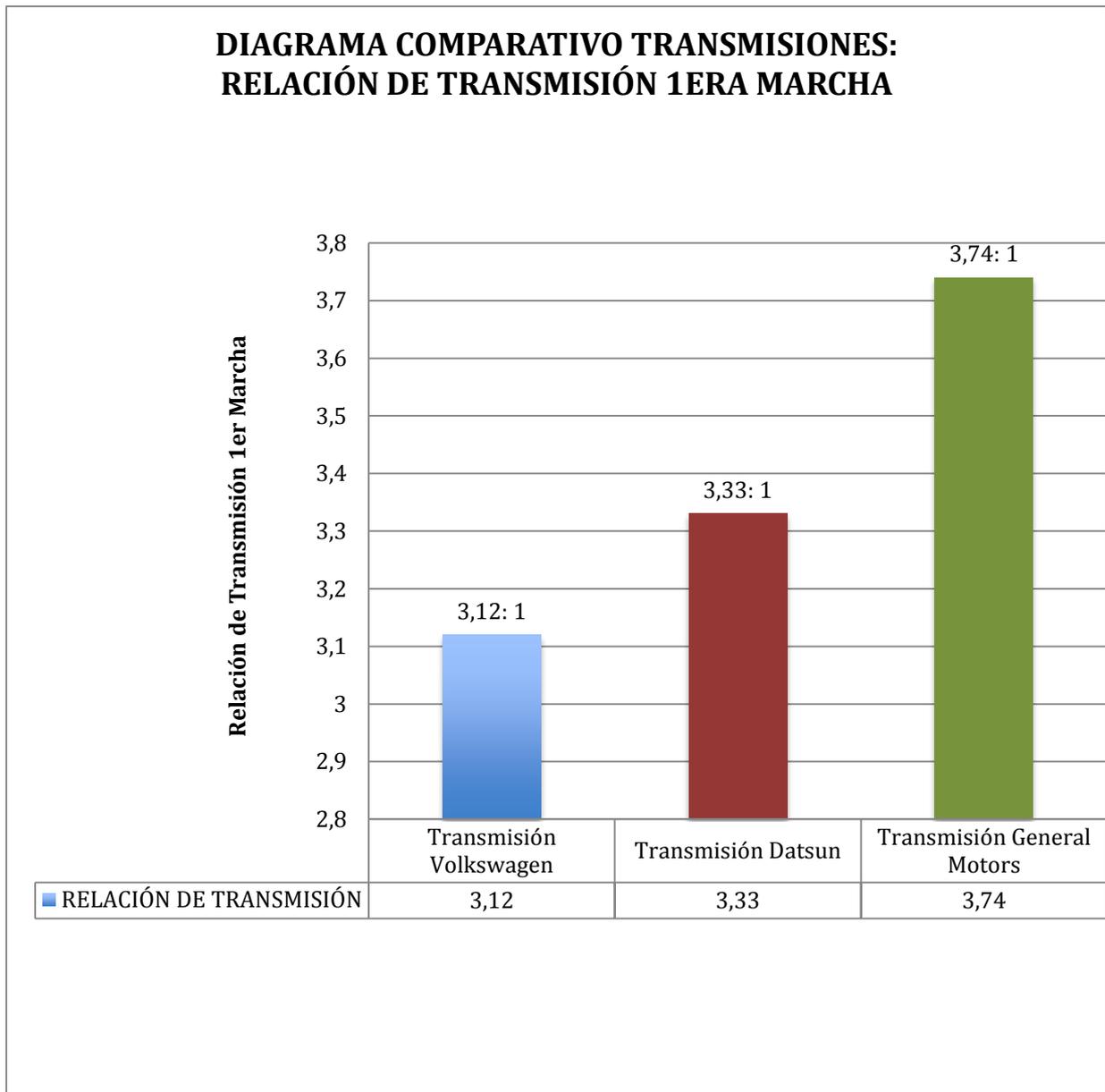
**Análisis:** Como podemos observar en el presente gráfico, nuevamente se presenta una similitud en el número de dientes de las 3 transmisiones estudiantes correspondiente a la 4ta marcha.



**Ilustración 19.- Diagrama comparativo número de dientes piñonería reversa**

**Análisis:** Como podemos observar en el presente gráfico estadístico, la transmisión posterior Datsun, es la transmisión que posee un mayor número de dientes en su piñón conductor de reversa (29 dientes), en comparación al número de dientes del piñón conductor que poseen las 2 transmisiones restantes.

#### 4.5.4 Análisis relaciones de transmisión



**Ilustración 20.- Diagrama comparativo relación de transmisión 1era marcha**

#### Análisis:

**-Relación transmisión 1era marcha:** vemos que la transmisión General Motors (RT: 3,74: 1) nos brinda mayor fuerza que las demás. Le sigue a esta la Datsun (RT: 3,33:1) y finalmente la Volkswagen (RT: 3,12:1)

### DIAGRAMA COMPARATIVO TRANSMISIONES: RELACIÓN DE TRANSMISIÓN 2DA MARCHA

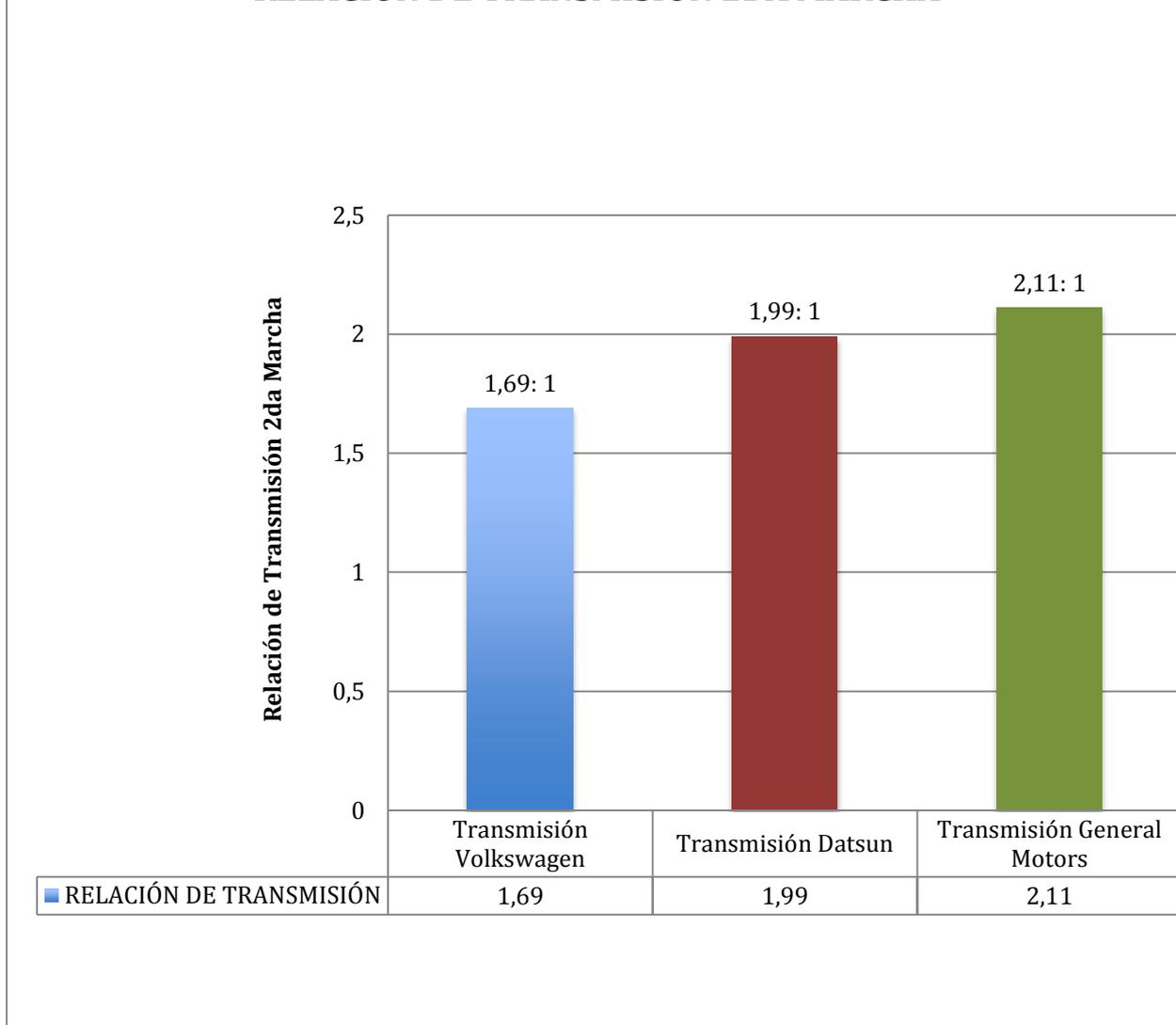
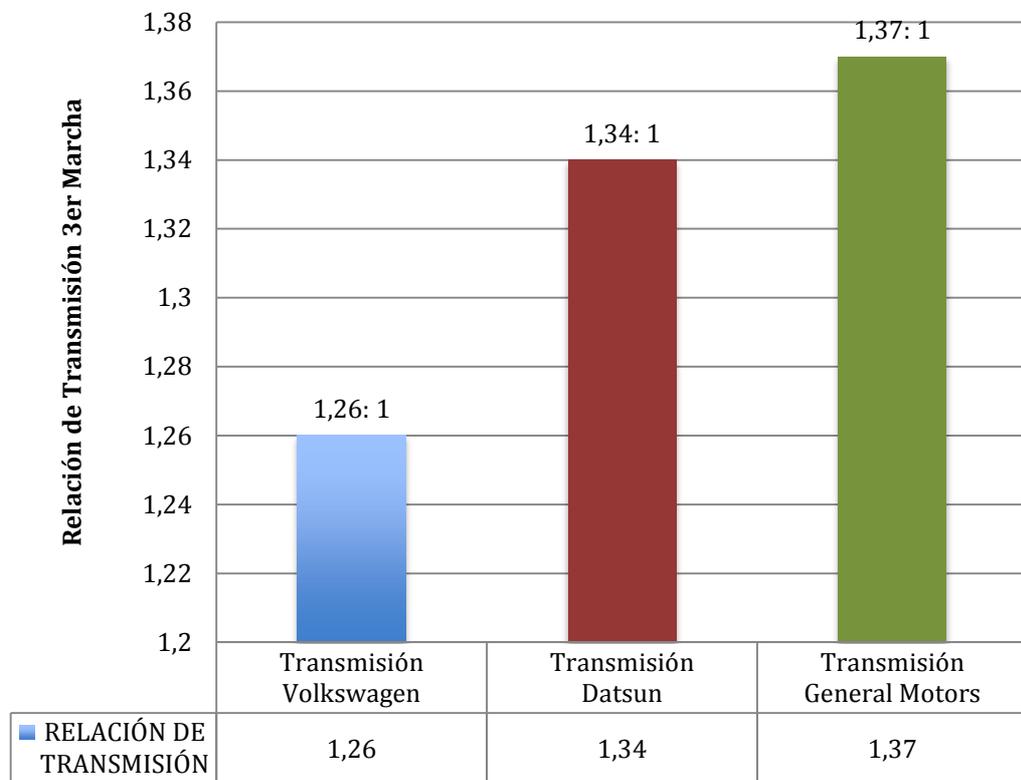


Ilustración 21.- Diagrama comparativo relación de transmisión 2da marcha

#### Análisis:

- **Relación transmisión 2da marcha:** vemos que la transmisión General Motors (RT: 2,11:1) nuevamente supera a las 2 restantes transmisiones. Le sigue a esta la transmisión Datsun (RT: 1,99:1) y finalmente la Volkswagen (RT: 1,69:1).

### DIAGRAMA COMPARATIVO TRANSMISIONES: RELACIÓN DE TRANSMISIÓN 3ERA MARCHA

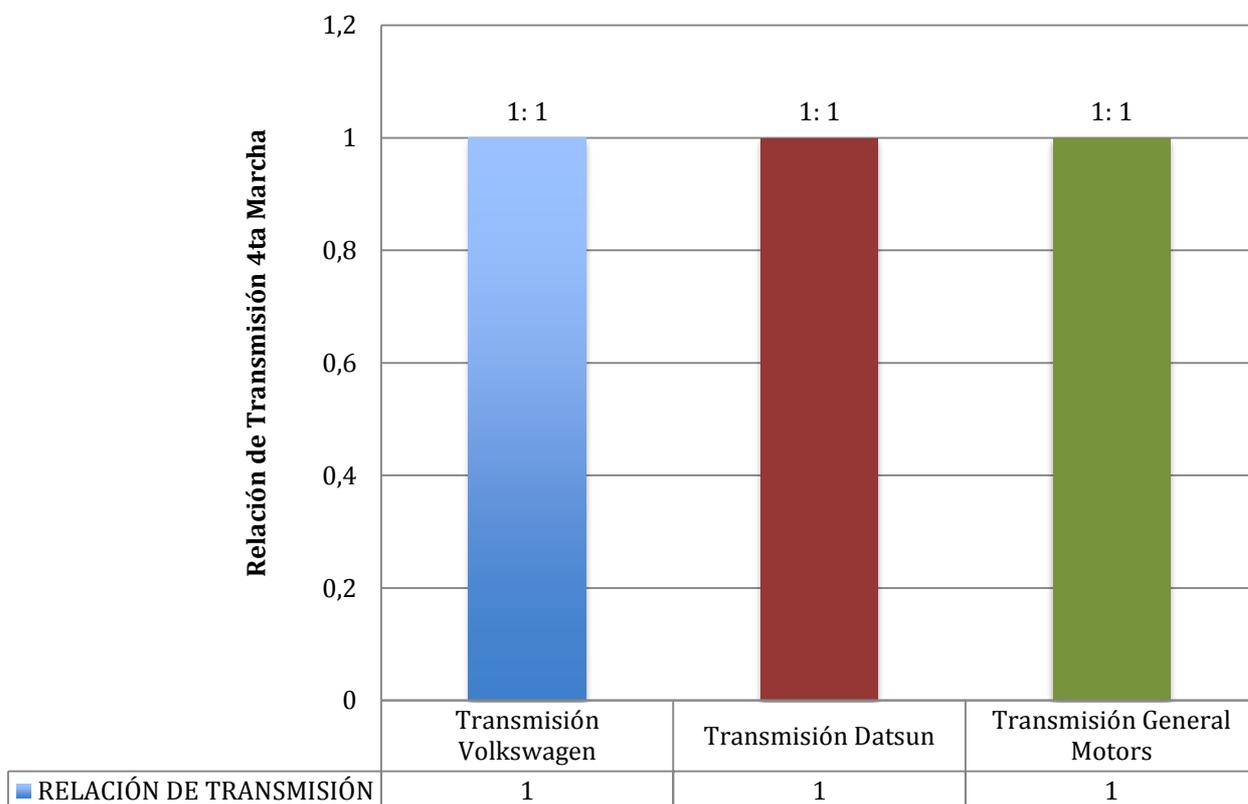


**Ilustración 22.- Diagrama comparativo relación de transmisión 3era marcha**

#### **Análisis:**

- **Relación transmisión 3era marcha:** vemos que la transmisión General Motors (RT: 1,37:1) supera a las 2 restantes transmisiones, brindando mayor velocidad que 2da marcha. Le sigue muy cerca a esta la transmisión Datsun (RT: 1,34:1) y finalmente la Volkswagen (RT: 1,26:1 )

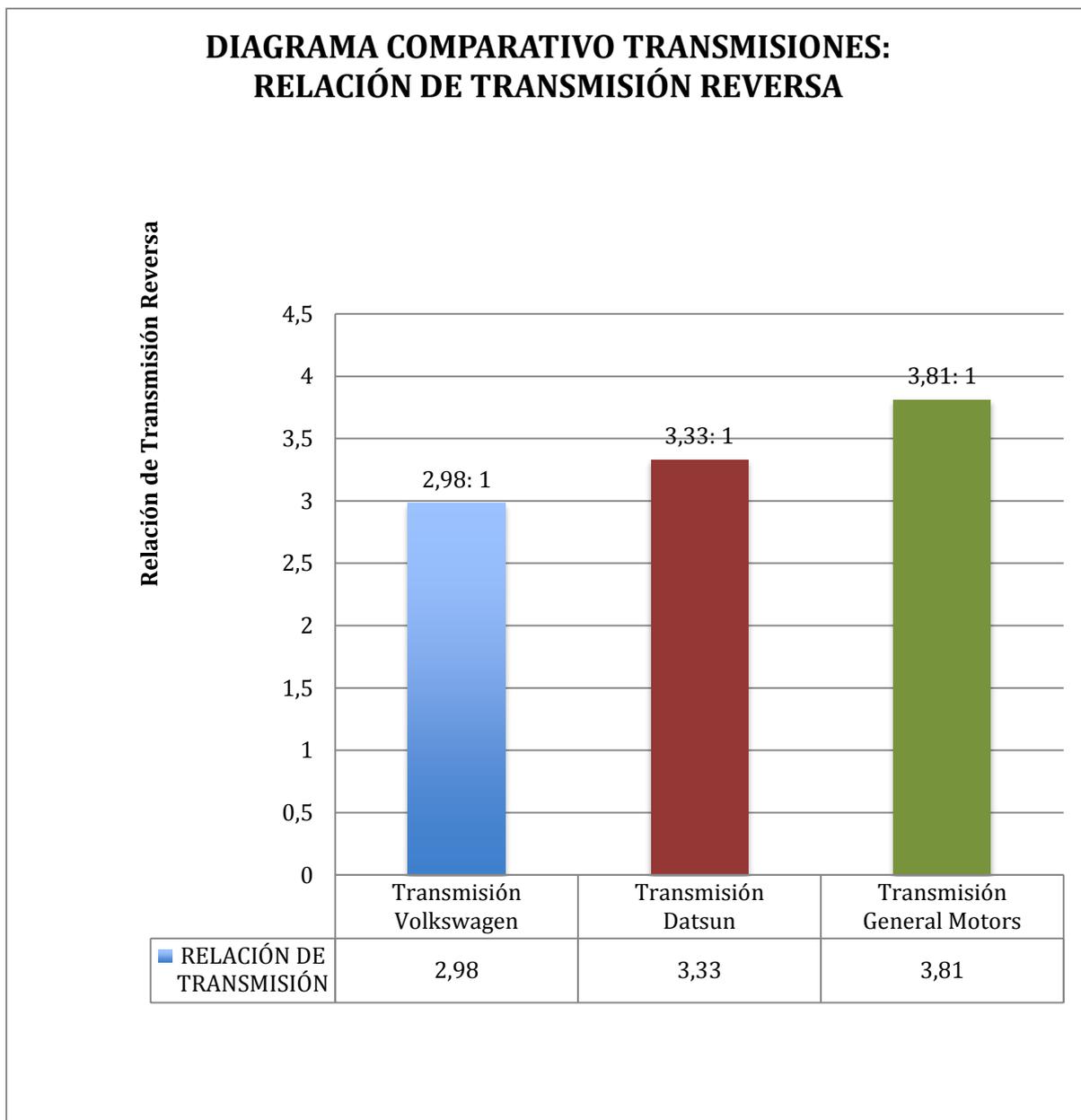
### DIAGRAMA COMPARATIVO TRANSMISIONES: RELACIÓN DE TRANSMISIÓN 4TA MARCHA



**Ilustración 23.- Diagrama comparativo relación de transmisión 4ta marcha**

#### **Análisis:**

- **Relación transmisión 4ta marcha:** se puede apreciar en el siguiente diagrama que las 3 transmisiones estudiadas cuentan con la misma relación de transmisión correspondiente a 4ta marcha.



**Ilustración 24.- Diagrama comparativo relación de transmisión reversa**

**Análisis:**

- **Relación transmisión reversa:** vemos que la relación de transmisión General Motors (RT: 3,81:1) perteneciente a reversa, es mayor que la relación de transmisión de las 2 transmisiones restantes. Le sigue a esta, la transmisión Datsun (RT: 3,33:1) y finalmente la Volkswagen (RT: 2,98:1).

Analizando los resultados obtenidos de las distintas relaciones de transmisiones de las 3 cajas de cambio podemos concluir lo siguiente:

- La transmisión posterior Datsun tiene una particularidad: la relación de transmisión tanto de 1era marcha (RT: 3,33: 1) como de reversa (RT: 3,33:1) es la misma; esto quiere decir, que tanto en 1era marcha como reversa tenemos el mismo efecto de desmultiplicación.
- En la transmisión posterior General Motors, encontramos que la relación de transmisión de reversa (RT: 3,81:1) es mayor que la que tenemos en 1era marcha (RT: 3,74:1); esto quiere decir, que la reversa brinda más torque que la 1era marcha.
- En la transmisión posterior Volkswagen, ocurre lo opuesto a lo que se experimenta en la General Motors. La relación de transmisión de 1era marcha (RT: 3,12:1) es mayor a la de reversa (RT: 2,98:1). Esto quiere decir, que la 1era marcha brinda mayor toque que reversa.

## CONCLUSIONES

Como se ha podido ver a lo largo del presente trabajo, sin lugar a dudas, el desarrollo de los mecanismos de cambio (cajas de cambio/transmisiones) han sido un invento revolucionario de gran ayuda en el campo automotriz permitiendo aprovechar de mejor manera la energía cinética generada por el motor. Conforme han pasado los años, se puede observar como ha ido evolucionando estos mecanismos y como se ha desarrollado nuevos tipos de transmisiones a la par de los requerimientos de los fabricantes automotrices. Las transmisiones, como fue explicado en este trabajo escrito, cumplen una función relativamente importante, considerando a este mecanismo como uno de los principales que intervienen en el funcionamiento del automóvil. Claramente sin la implementación de este mecanismo en el vehículo, muy difícil hubiera sido que se de el funcionamiento del mismo como en la actualidad.

El diseño de nuevos tipos de transmisiones ha permitido satisfacer sin número de necesidades del conductor, como son una de ellas, el no tener que intervenir en el cambio de marcha por motivos de comodidad en el caso las transmisiones automáticas, de igual forma, el brindar la posibilidad a los conductores que escojan en un mismo vehículo el realizar el cambio de forma automática o manual según sus requerimientos. En fin, el desarrollo y diseño de los distintos tipos de transmisiones se han sido influenciadas por los requerimientos cada día más exigentes de los consumidores (conductores).

Las transmisiones posteriores, un subtipo de transmisiones mecánicas, han posibilitado corregir ciertos desbalances y defectos que existían en las transmisiones normales, como es una mejor distribución del peso en el vehículo, mayor adherencia y la obtención de una mejor transferencia de peso en el vehículo debido a la redistribución del motor y caja de cambios, permitiendo con esto, la obtención de una mayor capacidad de frenado y curvado.

Al igual que las transmisiones mecánicas, las transmisiones posteriores, cuentan con el mismo principio de funcionamiento que estas, y mediante ciertas mejoras que se han generado se ha podido brindar al conductor mayores atributos sobre el vehículo.

Analizando los distintos tipos de transmisiones escogidas, puedo llegar a la conclusión de que todas estas fueron diseñadas a base de un modelo y fueron los distintos ingenieros y diseñadores de diferentes marcas los que modificaron cada uno de los elementos que la componen con el fin de direccionarlas a un objetivo que poseían y así abarcar el mercado con sus nuevos desarrollos e inventos.

Es muy difícil, el destacar una transmisión frente a otra, ya que como se ha visto en el presente trabajo, para llegar a lo que tenemos en la actualidad, se han tenido que dar un proceso que ha durado cientos de años. Cada una de las transmisiones, ha tenido en si años de estudios, investigaciones y pruebas para finalmente ser construídas. Sin embargo, destacaría a la transmisión posterior “Volkswagen” frente a las demás, por diversas razones:

- A pesar de ser la transmisión más antigua, diseñada en el año 1975, cuenta con características técnicas y constructivas mejores que las que fueron desarrolladas años después.

- Se ubica en 2do lugar con relación al peso, aún cuando en su estructura incorpora el mecanismo diferencial.
- Es única que incluye diferencial en su estructura.
- Por tener una disposición “posterior longitudinal” en el vehículo, se da un accionamiento más directo a las ruedas motrices que son las posteriores y existe una mejor distribución del peso en el vehículo.
- Analizando la “relación de transmisión”, puedo deducir, que el diseño de su piñonería está fabricado para evitar la caída de revoluciones entre cambio y cambio.
- Esta transmisión se ubica en 2do lugar respecto al tiempo de desarmado y se ubica en 1er lugar respecto al tiempo de armado. Se destaca por ser la transmisión posterior más rápida de armar.

## RECOMENDACIONES

El orden y la concentración, son sin duda atributos y características con que pocos seres humanos contamos, es por ello, que recomiendo a toda persona cuya función sea la de “desarmar, arreglar y nuevamente armar mecanismos/elementos”; como en este caso, una transmisión, sean lo más ordenados posibles con todas las piezas por más mínimas y pequeñas que sean, ya que esto ayudará bastante al momento de volverlas a armar. De igual forma, la concentración es básica, ya que no será muy difícil el volver a armar un elemento o mecanismo que lo desarmamos, si lo desarmamos utilizando nuestros “5 sentidos”.

Otro de los puntos que me gustaría destacar, es el que tiene que ver con el mantenimiento de tan importante mecanismo como lo es la transmisión. El mantenimiento que debemos darle a este tipo de mecanismos es especial y debe ser encaminado de acuerdo a las especificaciones del fabricante a tiempo. Nunca olvidemos consultar bien que tipo de aceite debemos utilizar y cada cuanto tiempo debemos realizar el cambio del mismo; ya que realizar el reemplazo del mismo en un tiempo no correcto, podría influir de manera negativa en el funcionamiento.

Existen hoy en día transmisiones que han sido diseñadas de tal forma que, no debemos realizarles un cambio de aceite, por contar este con componentes químicos únicos, por lo tanto debemos siempre informarnos antes de realizar alguna acción.

Acerca del estudio investigativo realizado, recomiendo a los futuros investigadores, el no sólo basarse en fuentes web (internet), sino también, realizar una exhaustiva investigación en libros y enciclopedias, ya que allí se puede encontrar información muy valiosa también para nuestros trabajos.

## GLOSARIO

- **Actuador:** es un elemento encargado de efectuar todas las decisiones que sean tomadas por la computadora del vehículo de acuerdo a la comparación de datos que se da en la misma.

-**Aleaciones de magnesio:** combinación de varios tipos de elementos químicos: aluminio, zinc, manganeso, etc con el magnesio con el propósito de mejorar sus propiedades y así hacerlo más resistente a la corrosión, al desgaste, hacerlo más dúctil, entre otras propiedades que hacen de este un mejor compuesto químico.

-**Cojinetes o rodamientos:** elemento mecánico que se emplea para disminuir la fricción que se genera entre un eje y piezas sobrepuestas entre sí.

-**Desmultiplicación de velocidad:** efecto que se produce al engranar dos o más piñones con diferentes características (diferente diámetro y número de dientes) y tener un movimiento resultante a partir de esto.

-**Diferencial:** mecanismo que permite que las ruedas giren a distintas velocidades al circular por una curva. Rueda interior a la curva gira más lento que la exterior.

-**Embrague:** mecanismo que se encarga de permitir o no el paso del movimiento del motor hacia la caja de cambios.

- **Fricción:** fenómeno que se produce al poner en contacto dos elementos en movimiento.

-**Horquillas selectoras de marcha:** elemento que se encarga de la selección de marcha a través del dispositivo de sincronización.

-**Mecanismos de sincronización:** mecanismo encargado de la sincronización e igualación de las velocidades de los piñones respectivos para el acople de la marcha.

**-Movimiento axial:** movimiento de desplazamiento que se realiza en dirección “hacia delante o hacia atrás”

**-Palanca de cambios:** mecanismo mediante el cual el conductor del vehículo ejecuta los cambios.

**-Piñones de marcha:** fabricados de hierro fundido en su gran mayoría, tienen dentado recto o helicoidal. Son los encargados de crear la desmultiplicación de velocidad y aumento de par según su combinación y número de dientes.

**-Piñones rectos:** ruedas dentadas cuya característica principal es el poseer dientes rectos.

**-Piñones helicoidales:** tipo de rueda dentada que se caracteriza por poseer sus dientes en forma helicoidal.

**-Piñón loco:** piñón o engrane que por su disposición gira sobre un eje de forma libre, de ahí su nombre “piñón loco”.

**-Presión hidráulica:** presión que ejerce un líquido sobre otro objeto/ líquido con el cual está en contacto.

**-Relación de transmisión:** relación que existe entre el número de dientes del piñón conducido sobre el número de dientes del piñón conductor. Esta relación ayuda a determinar cuán larga o corta es cada una de las marchas con relación a las otras.

**-Reposo:** estado en el cual el vehículo u otro objeto se encuentra fijo/estático en un lugar, no posee movimiento.

**-Sensor:** elemento mecánico-eléctrico mediante el cual se informa a la computadora del vehículo acerca del correcto u erróneo funcionamiento de determinado mecanismo o elemento.

**-Sobreviraje:** fenómeno que se experimenta al momento de tomar una curva a altas velocidades y curvar; aquí el tren posterior tiende a apartarnos de la curva y derrapar, consiguientemente por este efecto el vehículo da trompos.

**-Subviraje:** fenómeno que se experimenta al momento de tomar una curva a altas velocidades; al girar el volante, el vehículo tiende a desviarse de la trayectoria deseada, tiende a ir recto.

**-Tracción delantera:** disposición en la cual, las ruedas delanteras del vehículo son las que porporcionan la propulsión del mismo.

**-Tracción posterior:** disposición en la cual las ruedas posteriores del vehículo son las que porporcionan la propulsión del mismo.

**-Tracción total:** disposición en la cual las ruedas delanteras y traseras del vehículo, según su necesidad porporcionan la propulsión del mismo.

**-Transmisión mecánica:** mecanismo desarrollado con el propósito de hacer más aprovechable la energía generada por el motor y así generar mayor velocidad y torque en el vehículo de acuerdo a las condiciones requeridas.

**-Transmision manual:** tipo de transmision mecánica en la cual el conductor es quien elige cuándo y qué marcha engranar de acuerdo a su forma de conducción.

**-Transmisión automática:** tipo de transmisión mecánica – electrónica diseñada con el propósito de facilitar la conducción del vehículo, el conductor ya no es quien realiza el cambio de marcha, sino este se lo realiza de manera automática de acuerdo a parámetros de funcionamiento ya establecidos.

**-Torque:** fuerza generada por la desmultiplicación de la caja de cambios.

**-Chaveta:** pieza metálica con forma rectangular o cuadrada que se coloca entre dos elementos. Sirve de traba para que estos no giren por separado ni uno gire con relación al otro.

**-Vehículos de alta gama:** categoría de vehículo que por su tecnología y características técnicas desarrolladas poseen un mayor costo en comparación a otros. Vehículos de élite.

**-Velocidad:** es la rapidez con la cual un vehículo recorre una distancia determinada.

## MATERIAL DE REFERENCIA

### NETGRAFÍA:

Aficionados a la Mecánica. (2014). *Cajas de cambio*. Retrieved 6 de 1 de 2015 from

Aficionados a la Mecánica: <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios1.htm>

Aficionados a la Mecánica. (2014). *Caja de cambios manual actualizada*. Retrieved 6 de 1 de 2015 from Aficionados a la Mecánica:

<http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios4.htm>

Aficionados a la Mecánica. (23 de 4 de 2014). *Cajas de cambio automáticas*. Retrieved 6 de 1 de 2015 from Aficionados a la Mecánica:

<http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios3.htm>

AutoScout24. (19 de 5 de 2010). *Tracción trasera*. Retrieved 6 de 1 de 2015 from

Autoscout: <http://ww2.autoscout24.es/glosario/traccion-trasera--propulsion-del-eje-trasero/193320/>

Electromecánica fácil. (24 de 7 de 2012). *Cajas de cambio. Tipos y funcionamiento*.

Retrieved 6 de 1 de 2015 from Professional Automotive:

<http://professionalautomotive.wordpress.com/2012/07/24/cajas-de-cambio-tipos-y-funcionamiento/>

Pasión, A. (19 de 10 de 2000). *Panhard-Levassor (1891-1910) - Panhard (1910-1967)*.

Retrieved 6 de 1 de 2015 from Auto Pasión:

<http://www.autopasion18.com/HISTORIA-PANHARD-LEVASSOR.htm>

SRL, W. I. (9 de 2 de 2010). *Transmisiones Manuales*. Retrieved 6 de 1 de 2015 from

Widman: <http://www.widman.biz/Productos/manuales.html>

Taringa. (23 de 11 de 2008). *Cajas de Cambio*. Retrieved 6 de 1 de 2015 from Taringa.net:

<http://www.taringa.net/posts/autos-motos/1147118/Cajas-de-cambio.html>

Talleres y Repuestos . (18 de 2 de 2013). *Transmisión de Doble Embrague o*

*Semiautomática*. Retrieved 6 de 1 de 2015 from Talleres y Repuestos.com:

<http://talleresyrepuestos.com/documentaci%C3%B3n->

[t%C3%A9cnica/transmision/56-transmisi%C3%B3n-de-doble-embrague-o-](http://talleresyrepuestos.com/documentaci%C3%B3n-)

[semiautom%C3%A1tica.html](http://talleresyrepuestos.com/documentaci%C3%B3n-)

**BIBLIOGRAFÍA:**

- Alarcon, J. (2003). *Manual de la técnica del automóvil*. Departamento Ingeniería Mecánica. Buenos Aires: Bosch.
- Espejo, M. L. (2010). *Análisis de la Caja de Cambios: cálculo de engranajes*. Cordova: Buenaventura.
- Garzón, G. (2012). *Funcionamiento de la caja de cambios*. Área Automotriz. Quito: Santillana.
- Gonzales, R. (2011). *Análisis cinemático, diseño y construcción de una transmisión didáctica de engranes de 3 velocidades*. Tesis Profesional, Universidad Alas Peruanas, Departamento Ingeniería Mecánica, Cajamarca.
- González, j. (2012). *Principios mecánicos del tren motriz de una caja de velocidades tipo estándar*. Universidad veracruzana, facultad ingeniería. Mendoza: adventure works press.
- Inostroza, D. (2007). *Caja de cambios mecánica y sus componentes mas críticos*. Documento Informativo, Empresa Corrmadera, Departamento Mecanica Automotriz, Temuco.
- Menéndez, A. y. (2003). *Funcionamiento de las cajas de cambio*. Departamento de Mecánica. Barcelona: Vitale Máquinas.
- Nullvalue. (9 de 8 de 1997). Partes de la caja de velocidades. *El Tiempo*, p. 1.
- Sarmiento, D. *Cajas de velocidades*. Departamento Automotores. Salamanca: Sarmiento.