



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
AUTOMOTRIZ**

**ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS TRANSMISIONES
AUTOMÁTICAS ELECTROHIDRÁULICAS Y DE VARIADOR
CONTINUO CVT**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ**

AUTOR: JOSÉ MARTÍN MUÑOZ SALCEDO

DIRECTOR: MGST. MAURICIO BARROS ING.

**CUENCA – ECUADOR
2010**

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mi abuelita Piedad quien durante el tiempo que compartí con ella, supo brindarme el sentimiento más tierno y afectivo, para seguir adelante con todas las ganas y superarme de la mejor manera, dándome el mejor de los ejemplos, haciendo así que mis aspiraciones lleguen a desarrollarse satisfactoriamente.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento al Mgst. Mauricio Barros Ing., reconocido catedrático universitario, quien con su vasto conocimiento sobre las transmisiones automáticas, supo guiarme adecuadamente en la realización de este trabajo, demostrando siempre gran disponibilidad en el trato con sus alumnos. Fue para mí un orgullo inmenso contar con la dirección de tan destacado ciudadano.

RESUMEN

Este estudio realiza una comparación técnica entre las transmisiones automáticas de tipo Electro Hidráulica (EHT) y las de tipo Variador Continuo (CVT). Los resultados del estudio resolverán los inconvenientes más comunes, relacionados con el mantenimiento, funcionamiento y rendimiento de estas transmisiones automáticas. Este trabajo de investigación no sólo va orientado a los profesionales de mecánica, además contribuye a evaluar los costos y la futura inserción de los sistemas de transmisiones automáticas CVT y EHT en nuestro medio.

ABSTRACT

This study makes a technical comparison between automatic transmissions of Electro Hydraulic type (EHT) and Continuously Variable Transmission type (CVT). The study results will solve the most common drawbacks related to maintenance, operation and performance of this automatic transmissions. This research work it is not only oriented to mechanical professionals; in addition contributes to evaluate costs and future insertion of CVT and EHT automatic transmission system in our medial.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	ix
Índice de anexos.....	xii

INTRODUCCIÓN.....	1
--------------------------	----------

CAPITULO I

TRANSMISION AUTOMATICA DE TIPO ELECTRO HIDRAULICA

1.1 Generalidades.....	2
1.2 Características de funcionamiento.....	4
1.2.1 Convertidor de par.....	4
1.2.2 Engranaje planetario.....	6
1.2.3 Frenos de discos.....	9
1.2.4 Rueda libre.....	11
1.2.5 Rueda de aparcamiento.....	11
1.2.6 Sistema de control hidráulico.....	12
1.2.7 Curva convencional de acoplamiento.....	22
1.2.8 Curvas características adaptivas.....	23
1.2.9 Gestión electrónica del cambio.....	26
1.3 Transmisiones automáticas de nueva generación.....	29
1.4 Conclusiones.....	36

CAPITULO II

TRANSMISION POR VARIADOR CONTINUO CVT

2.1 Generalidades.....	37
2.2 Tipos de CVT.....	41

2.3 Diferencias entre la transmisión CVT y una transmisión automática de tipo electro hidráulica.....	46
2.4 Multitronic.....	46
2.5 Ventajas de la CVT con respecto a la AT.....	70
2.6 Desventajas de la CVT con respecto a la AT.....	72
2.7 Conclusiones.....	74

CAPITULO III

POYECCIONES FUTURAS DE LA CVT EN LA CIUDAD

3.1 Generalidades.....	75
3.2 Mantenimiento de las Transmisiones CVT.....	79
3.3 Conclusiones.....	84

CAPITULO IV

ESTUDIO COMPARATIVO

4.1 Comparación de costos.....	85
4.1.1 Constitución y materiales usados en una transmisión Automática Electro hidráulica.....	85
4.1.2 Constitución y materiales usados en una transmisión CVT.....	89
4.2 Comparación de costos mantenimiento.....	95
4.3 Comparación de prestaciones.....	104
4.4 Síntesis comparativa.....	112
4.5 Conclusiones.....	119

CONCLUSIONES.....	121
--------------------------	------------

BIBLIOGRAFIA.....	123
--------------------------	------------

ANEXOS.....	125
--------------------	------------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.2.1: Relaciones de Transmisión Sistema Simpson.....	9
Tabla 4.2.1: Comparación Costos de Mantenimiento.....	99
Tabla 4.2.2: Imprevistos y Costos.....	101
Tabla 4.2.3: Repuestos y Costos de la Transmisión CVT.....	102
Tabla 4.3.1: Consumo Torque Potencia Tiptronic / cambio PDK.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.1: Transmisión Automática 30732RH.....	3
Figura 1.2.1: Despiece de un convertidor de par.....	5
Figura 1.2.2: Funcionamiento del convertidor de par.....	5
Figura 1.2.3: Convertidor de par despiece.....	6
Figura 1.2.4: Engranaje Epicicloidal.....	7
Figura 1.2.5: Engranaje Epicicloidal Despiece.....	7
Figura 1.2.6: Freno de disco.....	10
Figura 1.2.7: Freno de disco despiece.....	10
Figura 1.2.8: Rueda libre de rodillos.....	11
Figura 1.2.9: Cuerpo de Válvulas 1.....	14
Figura 1.2.10: Cuerpo de Válvulas 2.....	14
Figura 1.2.11: Flujo Hidráulico en Parking/ Neutro.....	16
Figura 1.2.12: Flujo Hidráulico en D Primera.....	17
Figura 1.2.13: Flujo Hidráulico en D Segunda.....	18
Figura 1.2.14: Flujo Hidráulico en D Tercera.....	19
Figura 1.2.15: Flujo Hidráulico en D Tercera (Convertidor de Par).....	20
Figura 1.2.16: Flujo Hidráulico Retro.....	21
Figura 1.2.17: Curva convencional de acoplamiento.....	22
Figura 1.2.18: Curva económica y sport.....	23
Figura 1.2.19: Estados de acoplamiento.....	25
Figura 1.2.20: Funcionamiento adaptado estados de acoplamiento.....	25
Figura 1.2.21: Ubicación de la unidad de control de cambio.....	26
Figura 1.2.22: Esquema de bloques de la gestión electrónica del cambio.....	27
Figura 1.2.23: Esquema eléctrico de la gestión electrónica del cambio.....	28
Figura 1.3.1: Trasmisión de doble embrague PDK.....	31
Figura 1.3.2: Operación doble embrague PDK.....	32
Figura 1.3.3: Mando PDK.....	32
Figura 1.3.4: Palanca PDK.....	33
Figura 1.3.5: Primera marcha engranada. Segundo engranaje preseleccionado.....	34
Figura 1.3.6: Segunda marcha seleccionada. Tercer engranaje preseleccionado.....	34

Figura 1.3.7: Embrague doble simplificado.....	35
Figura 2.1.1: Variador Continuo.....	37
Figura 2.1.2: Dirección de las poleas CVT.....	38
Figura 2.1.3: Sentido de giro Poleas CVT.....	39
Figura 2.1.4: Variador Continuo en un vehículo 1.....	40
Figura 2.1.5: Variador Continuo en un vehículo 2.....	40
Figura 2.2.1: CVT de Poleas con Diámetro Variable.....	41
Figura 2.2.2: CVT Toroidal Baja Velocidad.....	43
Figura 2.2.3: CVT Toroidal Alta Velocidad.....	44
Figura 2.2.4: CVT Lubricación.....	45
Figura 2.2.5: CVT Curva de Lubricación.....	45
Figura 2.4.1: Esquema del funcionamiento del cambio CVT Audi.....	47
Figura 2.4.2: Mando de selección de marchas.....	48
Figura 2.4.3: Esquema selección de marchas.....	48
Figura 2.4.4: Esquema general Multitronic.....	49
Figura 2.4.5: Esquema interno de la caja de cambios.....	50
Figura 2.4.6: Esquema interno de la caja de cambios.....	50
Figura 2.4.7: Embrague de discos múltiples CVT.....	51
Figura 2.4.8: Etapa reductora.....	53
Figura 2.4.9: Esquema interno del conjunto planetario.....	54
Figura 2.4.10: Esquema de la transmisión del par a travas de la caja.....	54
Figura 2.4.11: Sensor de par CVT.....	55
Figura 2.4.12: Funcionamiento del sensor de par en el variador continuo.....	56
Figura 2.4.13: Funcionamiento del sensor de par en el variador continuo.....	56
Figura 2.4.14: Posición de la cadena.....	57
Figura 2.4.15: Cadena CVT constitución.....	58
Figura 2.4.16: Sistema Hidráulico.....	60
Figura 2.4.17: Esquema Hidráulico Multitronic.....	61
Figura 2.4.18: Situación de la unidad electrónica de control.....	62
Figura 2.4.19: Esquema interno de la unidad de control hidráulica.....	63
Figura 2.4.20: Circuito de refrigeración de aceite.....	63
Figura 2.4.21: Unidad electrónica de control de cambio.....	64

Figura 2.4.22: Ubicación de sensores de la caja de cambios.....	65
Figura 2.4.23: Esquema eléctrico Multitronic.....	66
Figura 3.1.1: Transmisión CVT.....	76
Figura 3.1.2: Vehículos Nuevos Con Transmisión CVT en Cuenca.....	76
Figura 3.1.3: Costos Nissan Xtrail.....	77
Figura 3.1.4: Cadena de una transmisión CVT De un Nissan Sentra 2.0.....	78
Figura 3.2.1: Transmisión CVT Seccionada.....	81
Figura 4.1.1.1: Transmisión Automática Suzuki SQ- 416/420.....	86
Figura 4.1.1.2: Materiales Embrague de Discos Múltiples.....	86
Figura 4.1.1.3: Conjunto embrague transmisión automática.....	87
Figura 4.1.1.4: Conjunto embrague armado.....	88
Figura 4.1.1.5: Transmisión automática TH 400.....	88
Figura 4.1.2.1: Transmisión CVT manufacturada por Sapo.....	89
Figura 4.1.2.2: Tipos de cadenas CVT 1.....	91
Figura 4.1.2.3: Tipos de Cadena CVT 2.....	91
Figura 4.1.2.4: Tipos de correas CVT 3.....	92
Figura 4.1.2.5: Despiece Transmisión CVT Dodge Caliber.....	93
Figura 4.1.2.6: Comparación de Costos Nissan Xtrail.....	94
Figura 4. 1.2.7: Porcentaje de Costos Nissan Xtrail.....	95
Figura 4.2.1: Mantenimiento según Kilometraje.....	96
Figura 4.2.2: Lugares de Mantenimiento y Reparación.....	98
Figura 4.2.3: Nivel del aceite según la temperatura.....	99
Figura 4.2.4: Comparación de Costos de Mantenimiento.....	100
Figura 4.3.1: Cadena CVT Mini Cooper.....	106
Figura 4.3.2: Curva Par Vs. Potencia.....	107
Figura 4.3.3: Curva velocidad Vs. Régimen del motor Transmisión Automática Vs. CVT.....	108
Figura 4.3.4: Prestaciones del cambio.....	109
Figura 4.3.5: Escalonamientos en el cambio automático.....	110
Figura 4.3.6: Consumo en ciclo Mveg Audi A6.....	111
Figura 4.4.2.1: Transmisión Automática Mini Cooper.....	115
Figura 4.4.2.2 Transmisión CVT Mini Cooper.....	116

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Cadena CVT Nissan Xtrail.....	125
ANEXO 2: Características CVT.....	126
ANEXO 3: Hedetronik.....	127
ANEXO 4: Consumos de las transmisiones automáticas.....	128

Muñoz Salcedo, José Martín

Trabajo de Graduación

Mgst. Mauricio Barros Ing.

Julio, 2010

***ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LAS TRANSMISIONES AUTOMÁTICAS
ELECTROHIDRÁULICAS Y DE VARIADOR CONTINUO CVT***

INTRODUCCIÓN

En el siguiente estudio se pone de manifiesto, la comparación técnica y fundamentada entre las transmisiones automáticas electro hidráulicas y las de variador continuo CVT. Empezando con las características de funcionamiento, así como las partes y sistemas que componen a cada una, en una marca y modelo específico de vehículo. Por otra parte, este estudio comprende las proyecciones futuras de las transmisiones CVT, según las marcas más vendidas en nuestro medio, para con ello medir la aceptación actual y posterior de éstas, sobre las transmisiones automáticas electro hidráulicas. Con este proyecto se analiza las características más relevantes de ambas transmisiones, como son los puntos a favor y en contra en lo que respecta a: diseño, construcción, operatividad, mantenimiento, economía, prestaciones y costos. Se pretende así entonces, resolver las dudas e inconvenientes que pueden presentarse al momento de elegir una transmisión, tomando en cuenta todos los aspectos y características, que mas se ajusten a las necesidades y requerimientos de cada conductor así como a los centros servicio de mantenimiento y reparación automotriz.

CAPITULO I

TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA DE TIPO ELECTROHIDRÁULICA

1.1 GENERALIDADES

El cambio automático es un sistema de transmisión que es capaz por si mismo de seleccionar todas las marchas o relaciones sin la necesidad de la intervención directa del conductor. El cambio de una relación a otra se produce en función tanto de la velocidad del vehículo como del régimen de giro del motor, por lo que el conductor no necesita ni de pedal de embrague ni de palanca de cambios. El simple hecho de pisar el pedal del acelerador provoca el cambio de relación conforme el motor varía de régimen de giro. El resultado que aprecia el conductor es el de un cambio cómodo que no produce tirones y que le permite prestar toda su atención al tráfico. Por lo tanto el cambio automático no sólo proporciona más confort, sino que aporta al vehículo mayor seguridad activa.¹

Los elementos fundamentales que componen la mayoría de los cambios automáticos actuales son:

- Un convertidor hidráulico de par que varía y ajusta de forma automática su par de salida, al par que necesita la transmisión.
- Un tren epicicloidal o una combinación de ellos que establecen las distintas relaciones del cambio.
- Un mecanismo de mando que selecciona automáticamente las relaciones de los trenes epicicloidales. Este sistema de mando es la combinación hidráulico-electrónico.

Precisamente el control electrónico es la mayor innovación que disponen los cambios automáticos actuales dando al conductor la posibilidad de elegir entre varios

¹ COLADO RODRÍGUEZ, Nicolás, Cajas De Cambio Automáticas Y Variadores , versión 2, Estados Unidos, Slideshare, 2009

programas de conducción (económico, deportivo, invierno) mediante una palanca de selección, llegando actualmente a existir sistemas de control que pueden seleccionar automáticamente el programa de cambio de marchas más idóneo a cada situación de conducción.

Entre los datos que utilizan estos sistemas para sus cálculos se encuentran, la frecuencia con que el conductor pisa el freno, la pendiente de la carretera, el número de curvas de la misma, etc.

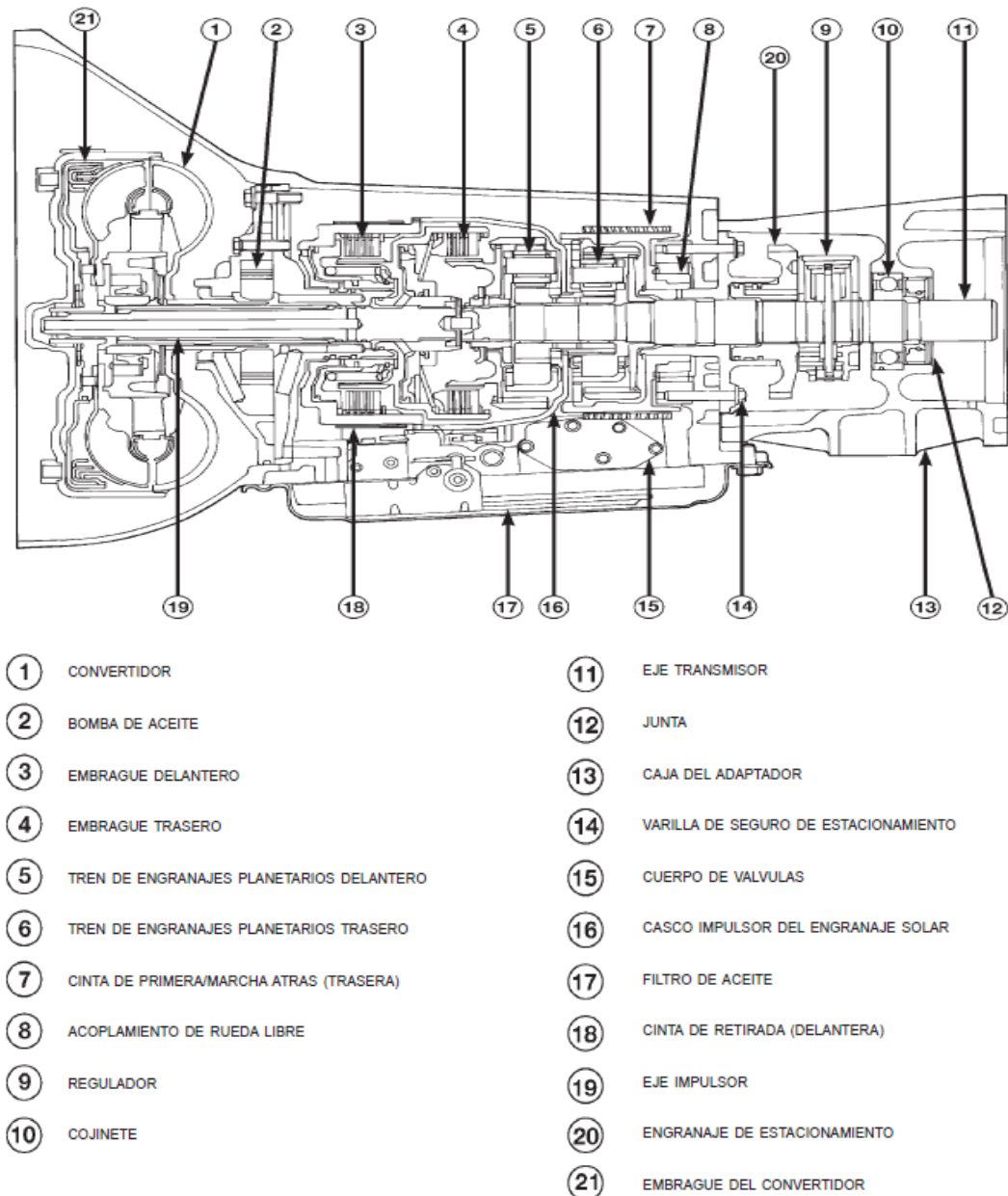


Fig. 1 Transmisión automática 30/32RH

Figura 1.1.1 Transmisión Automática 30732RH

Fuente: Manual Chrysler Jeep Wrangler, Estados Unidos, 2004

1.2 CARACTERÍSTICAS DE FUNCIONAMIENTO

Antes de estudiar el funcionamiento de la caja de cambios automática electro hidráulica, hay que explicar de forma individual, los elementos básicos que la forman, para tal caso tomaremos como ejemplo la transmisión automática 30/32RH de Chrysler, posee tres velocidades con un embrague de bloqueo en el convertidor de par. Este embrague se controla mediante el Módulo de control del mecanismo de transmisión (PCM). El embrague del convertidor de par se aplica hidráulicamente y retorna cuando el solenoide de control del convertidor (TCC) del cuerpo de válvulas ventea el líquido del circuito hidráulico. El embrague del convertidor de par se acopla en tercera velocidad cuando el vehículo marcha a velocidad de cruce sobre un plano nivelado, después de que el vehículo se ha calentado. El embrague del convertidor de par se desacopla cuando el vehículo comienza a marchar cuesta arriba o se aplica el acelerador. La función de este embrague aumenta la economía de combustible y reduce la temperatura del líquido de la transmisión. La transmisión 30/32RH se refrigera mediante un enfriador de líquido integrado interno del radiador.

1.2.1 Convertidor de par

El convertidor de par es un dispositivo hidráulico que acopla el cigüeñal del motor a la transmisión. El convertidor de par consiste en un casco externo con una turbina interna, un estator, un acoplamiento de rueda libre, un rotor de aletas y un embrague de conversor de aplicación electrónica. La multiplicación del par se crea cuando el estator dirige el flujo hidráulico de la turbina para hacer girar el rotor de aletas en el sentido en que gira el cigüeñal del motor. El rotor de aletas transfiere la fuerza a los trenes de engranajes planetarios de la transmisión. La transferencia de fuerza al rotor de aletas asiste en la multiplicación de par. A baja velocidad del vehículo, el acoplamiento de rueda libre hace girar al estator a la velocidad del motor (durante la multiplicación de par) y permite que el estator gire libremente a la alta velocidad del vehículo durante la desaceleración. Cuando se acopla, el embrague del convertidor permite velocidades reducidas del motor y una mayor economía de combustible.

El acoplamiento del embrague proporciona también temperaturas reducidas del líquido de la transmisión. El embrague del convertidor se acopla en tercera velocidad. La maza del convertidor de par impulsa a la bomba de aceite (líquido) de la transmisión.

El convertidor de par es una unidad sellada y soldada no reparable, cuyo servicio se efectúa como conjunto.

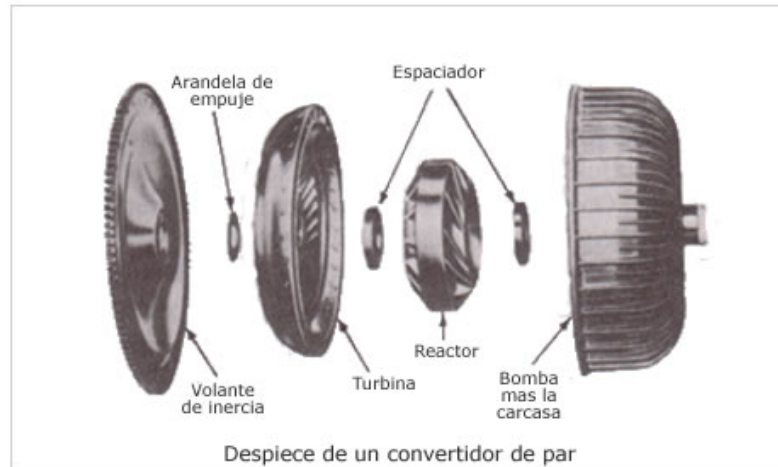


Figura 1.2.1 Despiece de un convertidor de par

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones Automáticas, México 2010, www.mecanicavirtual.org

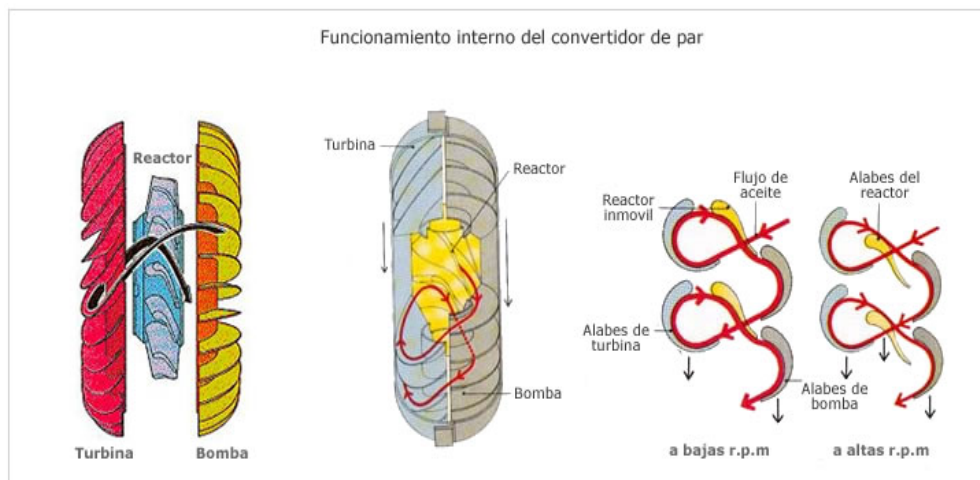


Figura 1.2.2 Funcionamiento del convertidor de par

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones Automáticas, México 2010, www.mecanicavirtual.org

A pesar de ser el convertidor hidráulico un transformador de par, no es posible su utilización de forma directa sobre un vehículo ya que en determinadas circunstancias de bajos regímenes de giro tendría un rendimiento muy bajo. Además no podría aumentar el par más del triple. Todo esto obliga a equipar a los vehículos, además de con un convertidor, con un mecanismo de engranajes planetarios que permitan un cambio casi progresivo de par.²



Figura 1.2.3 Convertidor de par despiece

Fuente: KELLEY BLUE BOOK, Autoweb, Transmisiones automáticas de nueva generación, Estados Unidos, 2010, www.autoweb.com.au

1.2.2 Engranaje planetario

Estos engranajes están accionados mediante sistemas de mando electrónicos que accionan frenos y embragues que controlan los movimientos de los distintos elementos de los engranajes. En el interior (centro), el planeta gira en torno de un eje central.

Los satélites engranan en el dentado del piñón central. Además los satélites pueden girar tanto en torno de su propio eje como también en un circuito alrededor del piñón central.

Los satélites se alojan con sus ejes en el portasatélites

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

La corona engrana con su dentado interior en los satélites y encierra todo el tren epicicloidal. El eje central es también centro de giro para la corona.

² MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones Automáticas, México 2010, www.mecanicavirtual.org

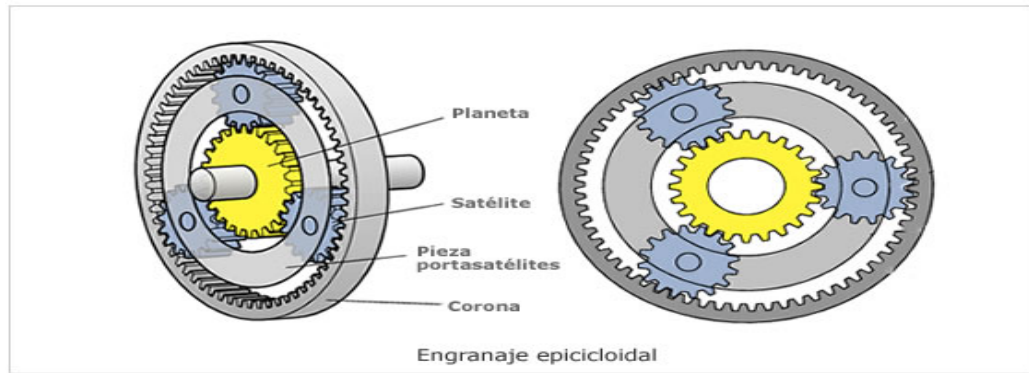


Figura 1.2.4 Engranaje Epicicloidial

Fuente: COLADO RODRÍGUEZ, Nicolás, Cajas De Cambio Automáticas Y Variadores , versión 2, Estados Unidos, Slideshare, 2009

Estos tres componentes (planeta, satélites y corona) del tren epicicloidial pueden moverse libremente sin transmitir movimiento alguno, pero si se bloquea uno de los componentes, los restantes pueden girar, transmitiéndose el movimiento con la relación de transmisión resultante según la relación existente entre sus piñones. Si se bloquean dos de los componentes, el conjunto queda bloqueado, moviéndose todo el sistema a la velocidad de rotación recibida por el motor.

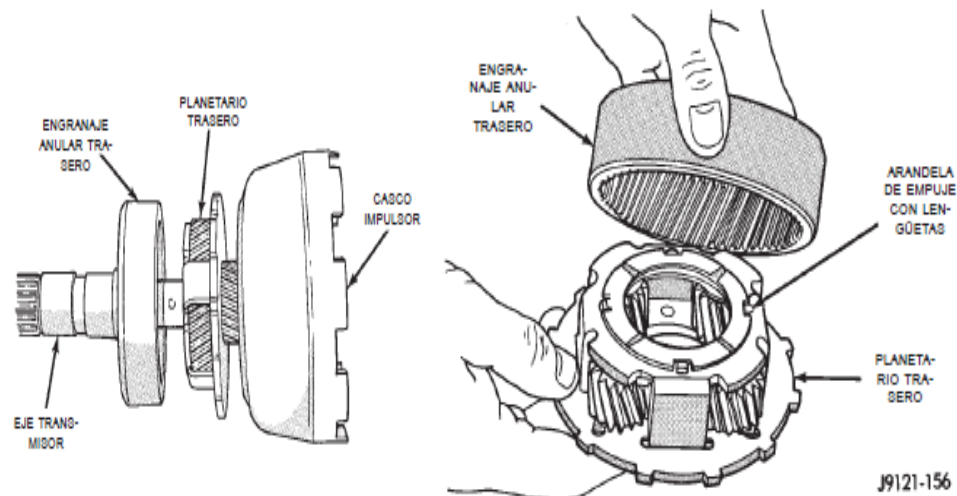


Figura 1.2.5 Engranaje Epicicloidial Despiece

Fuente: Manual Chrysler Jeep Wrangler, Estados Unidos, 2004

Las relaciones que se pueden obtener en un tren epicicloidial dependen de si ante una entrada o giro de uno de sus elementos existe otro que haga de reacción. En función de la elección del elemento que hace de entrada o que hace de reacción se obtienen

cuatro relaciones distintas que se pueden identificar con tres posibles marchas y una marcha invertida. El funcionamiento de un tren epicicloidal es el siguiente:

- 1ª relación: si el movimiento entra por el planetario y se frena la corona, los satélites se ven arrastrados por su engrane con el planetario rodando por el interior de la corona fija. Esto produce el movimiento del portasatélites. El resultado es una desmultiplicación del giro de forma que el portasatélites se mueve de forma mucho más lenta que el planetario o entrada.
- 2ª relación: si el movimiento entra por la corona y se frena el planetario, los satélites se ven arrastrados rodando sobre el planetario por el movimiento de la corona. El efecto es el movimiento del portasatélites con una desmultiplicación menor que en el caso anterior.
- 3ª relación: si el movimiento entra por el planetario y, la corona o el portasatélites se hace solidario en su movimiento al planetario mediante un embrague entonces todo el conjunto gira simultáneamente produciéndose una transmisión directa girando todo el conjunto a la misma velocidad que el motor.
- 4ª relación: si el movimiento entra por el planetario y se frena el portasatélites, se provoca el giro de los planetarios sobre su propio eje y a su vez estos producen el movimiento de la corona en sentido contrario, invirtiéndose el sentido de giro y produciéndose una desmultiplicación grande.

Relación	Corona	Planeta	Portasatélites	Desmultiplicación
1 ^a	Fija	Salida de fuerza	Impulsión	Grande
2 ^a	Salida de fuerza	Fijo	Impulsión	Menor
3 ^a	Fija	Fijo	Salida de fuerza	Sin desmultiplicación
4 ^a	Impulsión	Salida de fuerza	Fijo	Inversión de giro

Tabla 1.2.1

Relaciones de transmisión Sistema Simpson

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones Automáticas, México 2010,
www.mecanicavirtual.org

Invirtiendo la entrada y la salida en las relaciones de desmultiplicación se obtendrían relaciones de multiplicación.

Estas relaciones se podrían identificar con las típicas marchas de un cambio manual, sin embargo se necesitarían para ello distintos árboles motrices por lo que en Las cajas de cambio automáticas utilizan combinaciones de dos o tres trenes epicicloidales que proporcionan tres o cuatro relaciones hacia adelante y una hacia detrás.

1.2.3 Frenos de discos

Para retener uno de los elementos del tren epicicloidal, se utilizan también los "frenos de discos". Los frenos de discos se utilizan para retener un elemento del tren epicicloidal. Son similares a los embragues de discos y poseen asimismo discos interiores y exteriores.

Los discos interiores también están unidos con el elemento giratorio mediante salientes, mientras que los discos exteriores están fijos, apoyados en la carcasa de la

caja del cambio. En la activación, un émbolo hidráulico comprime el conjunto de discos. Al contrario del embrague de discos, el émbolo hidráulico se encuentra fijo. También en el freno de discos es de importancia el juego entre los discos para un funcionamiento perfecto del acoplamiento de marchas, por lo que se ajusta por separado.

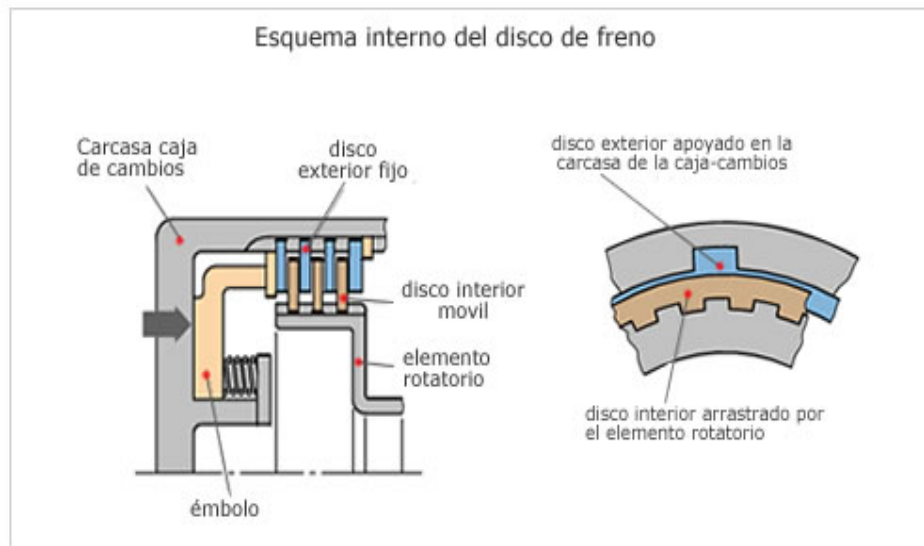


Figura 1.2.6 Freno de disco

- Fuente: Kelley Blue Book, Autoweb, Transmisiones automáticas de nueva generación, Estados Unidos, 2010, www.autoweb.com.au

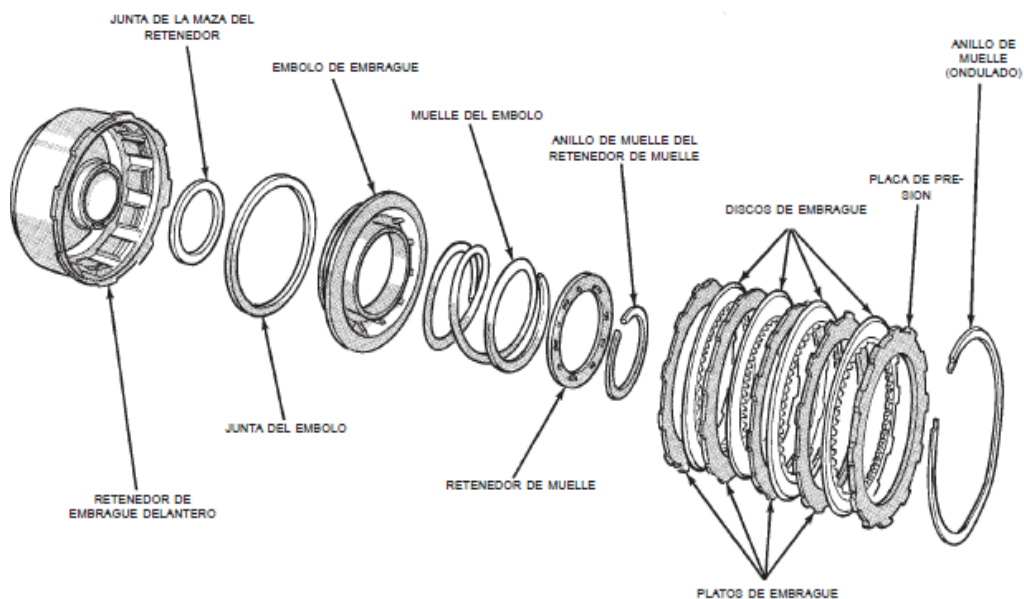


Figura 1.2.7 Freno de disco despiece

Fuente: Manual Chrysler Jeep Wrangler. Estados Unidos 2004

1.2.4 Rueda libre

En algunos modelos de cajas de cambio automática se utiliza una "rueda libre" para el bloqueo de uno de los componentes del tren epicycloidal. La rueda libre tiene la particularidad de bloquear el giro en uno de los sentidos y en el otro sentido permite girar libremente.

- **Rueda libre de rodillos**

En los intersticios entre el anillo interior y exterior se encuentran unos rodillos. En el sentido de bloqueo, éstos se colocan en los intersticios que van estrechándose. De este modo se unen los anillos interior y exterior.

Unos muelles oprimen los rodillos en el intersticio, a fin de conseguir un bloqueo seguro.

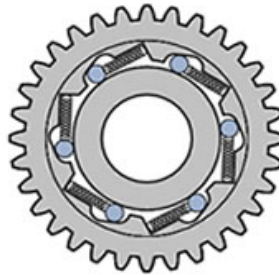


Figura 1.2.8 Rueda libre de rodillos

Fuente: COLADO RODRÍGUEZ, Nicolás, Cajas De Cambio Automáticas Y Variadores, versión 2, Estados Unidos, Slideshare, 2009

1.2.5 Rueda de aparcamiento

Es un mecanismo de enclavamiento de la transmisión automática, que se acciona cuando la palanca selectora de mando se lleva a la posición (P). La rueda de aparcamiento puede estar montada en el árbol de salida y dispone de una corona dentada, en cuyo dentado se enclava una pieza que evita que pueda girar y así se impide el giro y la transmisión de movimiento por parte de la caja de cambios.³

³ Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones Automáticas, México 2010, www.mecanicavirtual.org

1.2.6 Sistema de control hidráulico

El sistema de control hidráulico de la transmisión realiza cuatro funciones básicas.

- suministro de presión
- regulación de presión
- control de flujo y lubricación
- aplicación de embragues/cintas

Suministro de presión

La bomba de aceite genera la presión de líquido necesaria para la aplicación de los embragues y las cintas y la lubricación. La bomba es impulsada por el convertidor de par. El convertidor se impulsa mediante una placa de impulsión que está conectada al cigüeñal del motor.

Regulación de presión

La válvula reguladora de presión mantiene la presión de funcionamiento. La presión de la mariposa controla la magnitud de la presión de funcionamiento desarrollada, que depende del grado de apertura de la mariposa. Esta válvula reguladora se encuentra en el cuerpo de válvulas.

La mariposa del acelerador determina la presión de funcionamiento y la velocidad de los cambios. La presión del regulador aumenta proporcionalmente a la velocidad del vehículo. La mariposa del acelerador controla las velocidades de los cambios ascendentes y descendentes al regular la presión de acuerdo con la posición de la mariposa.

Control de flujo y lubricación

La válvula manual es accionada por la articulación de la palanca de cambios y proporciona la escala de operación que selecciona el conductor.

La válvula de conmutación controla la presión de funcionamiento aplicada al embrague del convertidor.

La válvula dirige, asimismo, el aceite a los circuitos de enfriamiento y lubricación. La válvula de conmutación regula la presión de aceite del convertidor de par al limitar la presión máxima del aceite a 896,3 kPa (130 psi).

La válvula de cambio 1-2 proporciona cambios 1-2 ó 2-1 y la válvula de cambio 2-3 cambios 2-3 ó 3-2.

La válvula de control de cambio 1-2 transmite la presión de cambio de 1-2 al pistón del acumulador a fin de controlar la capacidad de la cinta de retirada en los cambios ascendentes 1-2 y los descendentes 3-2.

El tapón de presión de la válvula de mariposa 2-3 proporciona cambios descendentes 3-2 al variar las aperturas de la mariposa y según la velocidad del vehículo.

La válvula de retirada produce cambios descendentes forzados dependientes de la velocidad del vehículo.

Estos cambios descendentes se producen cuando la mariposa se abre más allá de la posición del detenedor de cambio descendente, que está poco antes de la posición de mariposa del acelerador totalmente abierta.

La válvula limitadora determina la máxima velocidad a la que puede efectuarse una retirada 3-2 con aceleración parcial. Algunas transmisiones no tienen válvula limitadora y la velocidad máxima para una retirada 3-2 es en la posición del detenedor.

La válvula de vaivén tiene dos funciones. La primera es el desacoplamiento y el suave acoplamiento de la cinta delantera durante los cambios ascendentes 2-3 sin apretar el pedal. La segunda es la regulación de la aplicación del embrague y la cinta delanteros durante los cambios descendentes 3-2.

La válvula de doble seguridad restringe la alimentación del embrague del convertidor en caso de que disminuya la presión del embrague delantero. Permite el acoplamiento del embrague sólo en directa (tercera velocidad) y permite un rápido desembragado durante la retirada.

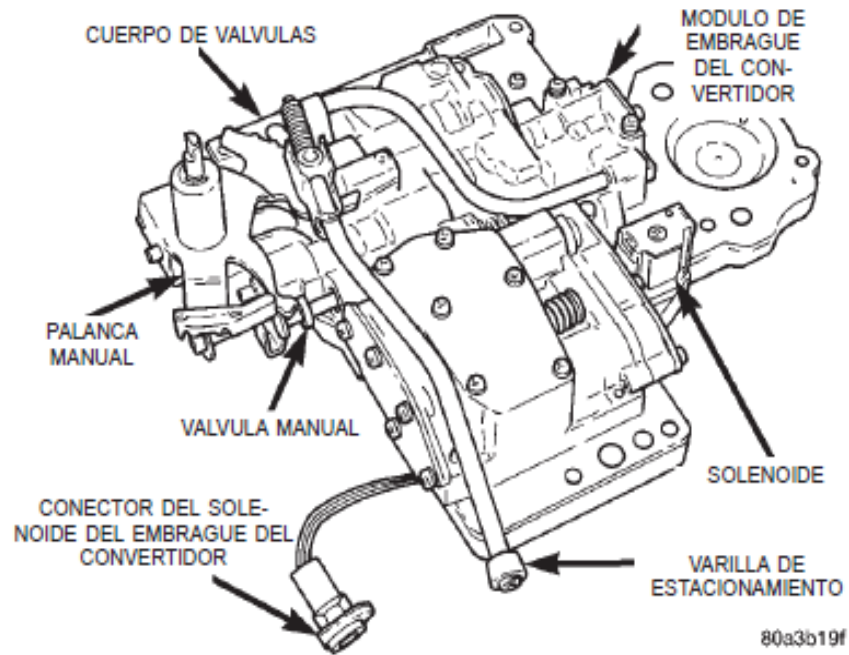


Figura 1.2.9

Cuerpo de Válvulas 1

Fuente: Manual Chrysler Jeep Wrangler, Estados Unidos, 2004

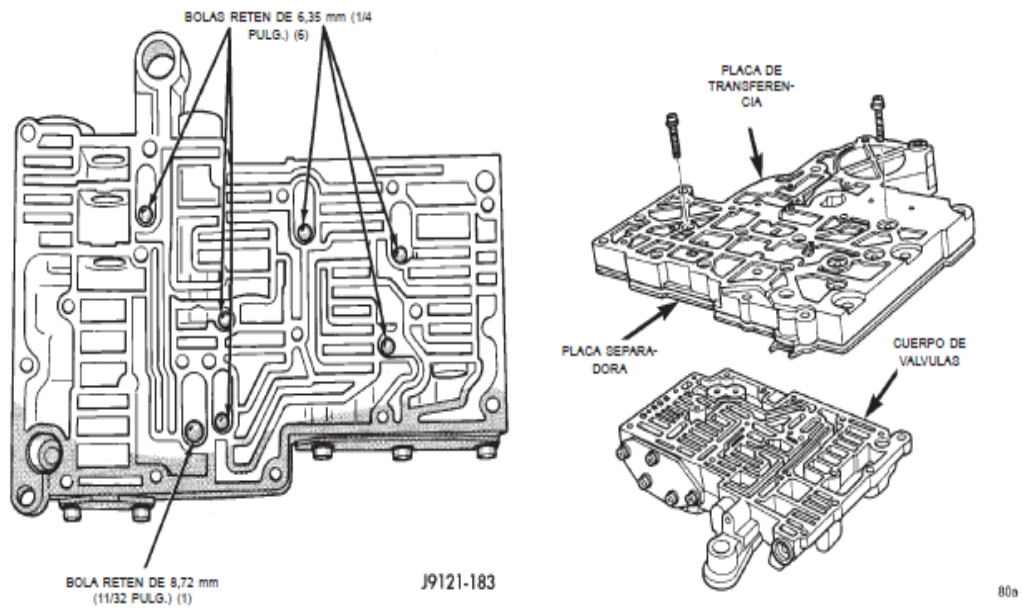


Figura 1.2.10 Cuerpo de Válvulas 2

Fuente: Manual Chrysler Jeep Wrangler, Estados Unidos 2004

Aplicación de cintas del embrague

Los émbolos de embrague delantero y trasero y los émbolos del servo se accionan con la presión de funcionamiento.

Cuando se retira esta presión, los émbolos retornan por tensión de muelles. En los cambios ascendentes 2-3, el émbolo de servo delantero retorna por tensión de muelle y de presión hidráulica. El acumulador controla la presión hidráulica en el lado de la aplicación del servo delantero durante los cambios ascendentes 1-2 y para todas las aperturas de la mariposa del acelerador.

Acoplamiento del embrague del convertidor

El acoplamiento del embrague en tercera velocidad se controla mediante entradas de los sensores al Módulo de control del mecanismo de transmisión. Las entradas que determinan el acoplamiento del embrague son las siguientes: temperatura del refrigerante, velocidad del motor, velocidad del vehículo y posición de la mariposa del acelerador. El embrague del convertidor de par se acopla por acción del solenoide de embrague del cuerpo de válvulas. El embrague se acoplará a aproximadamente 56 km/h (35 millas/hora) con poca aceleración, después del cambio a tercera velocidad.

Flujo Hidráulico en Parking/ Neutro

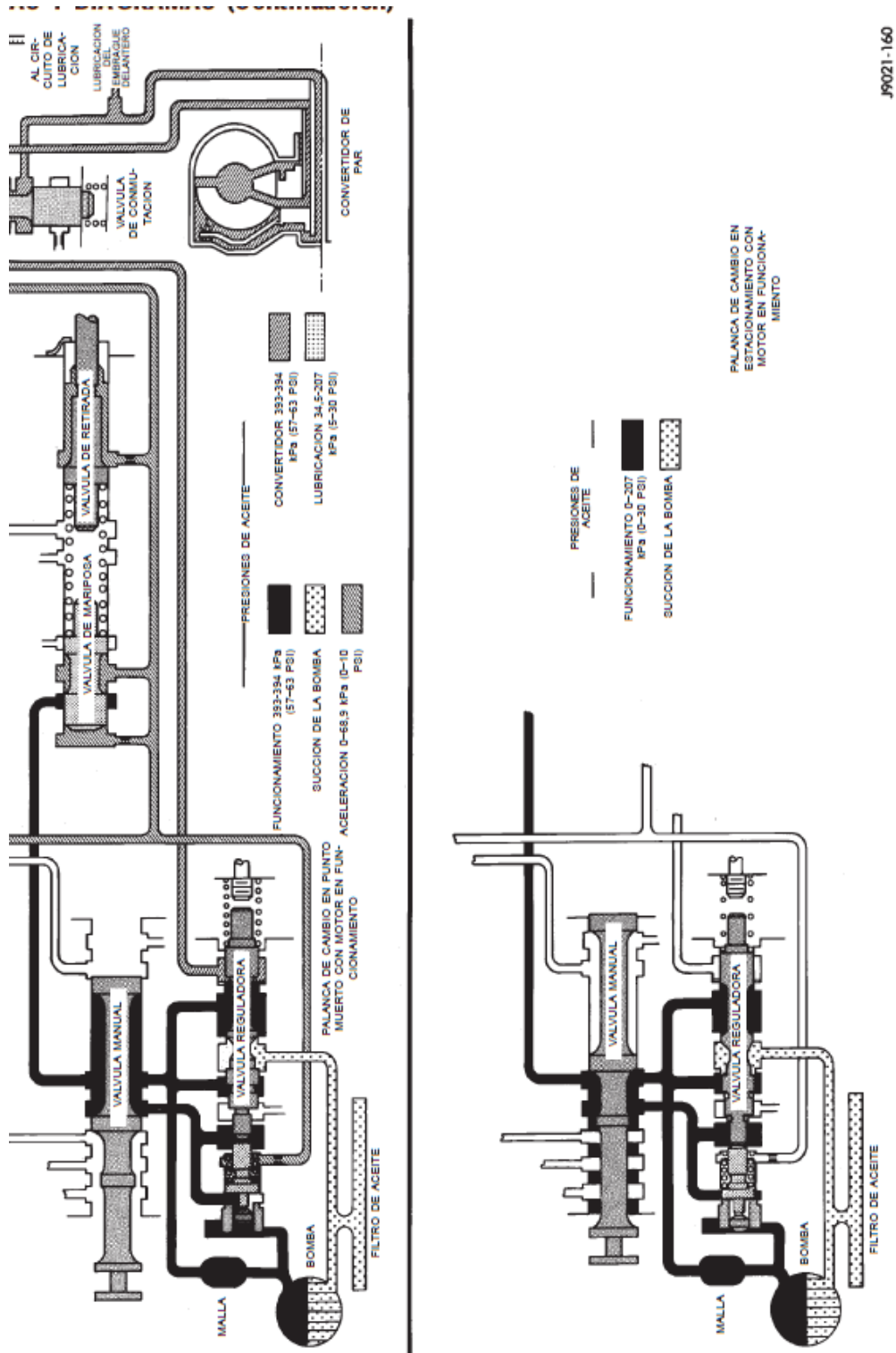
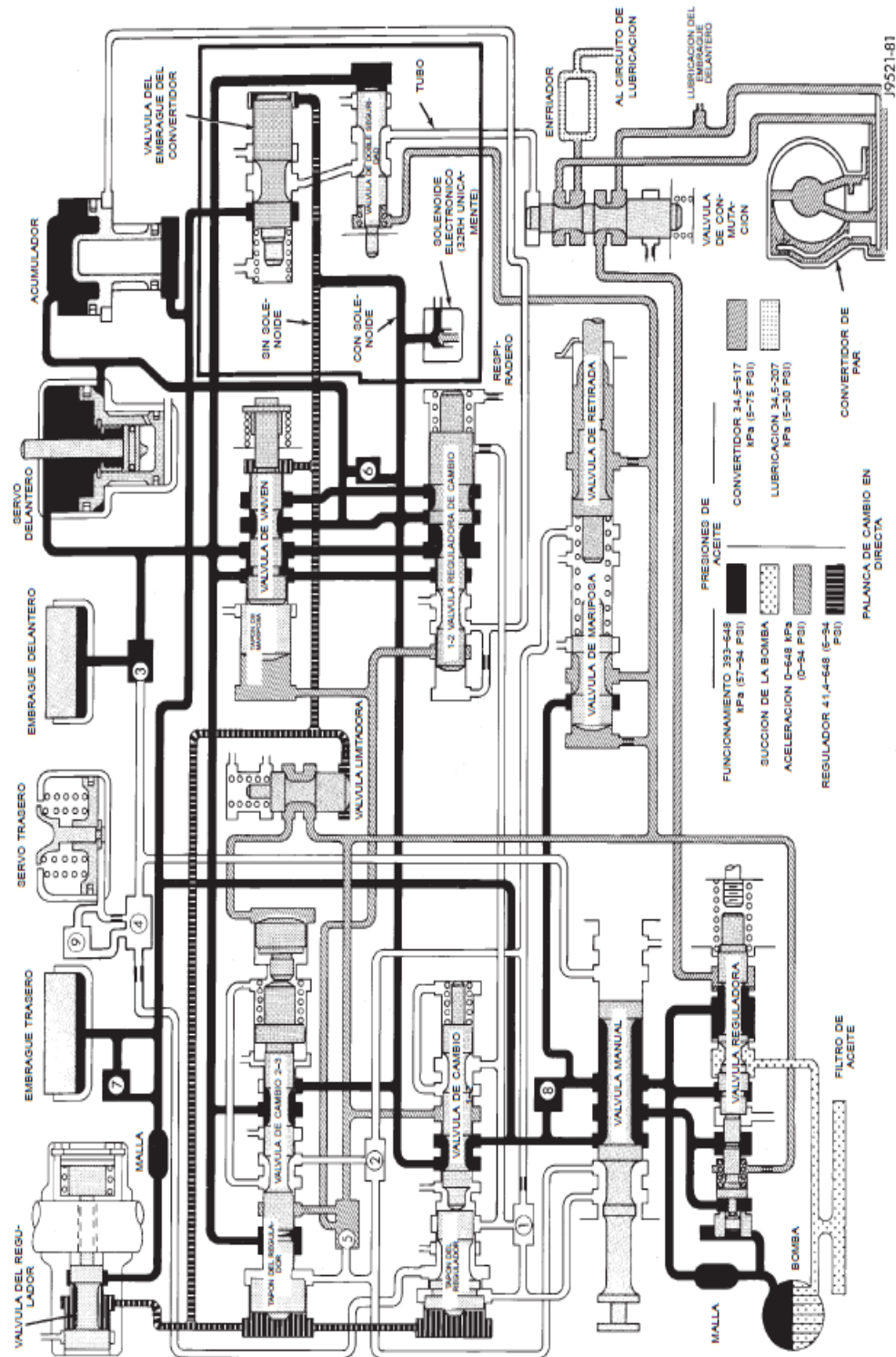


Figura 1.2.11

Fuente: Manual Chrysler Jeep Wrangler, Estados Unidos, 2004

Flujo Hidráulico en D tercera

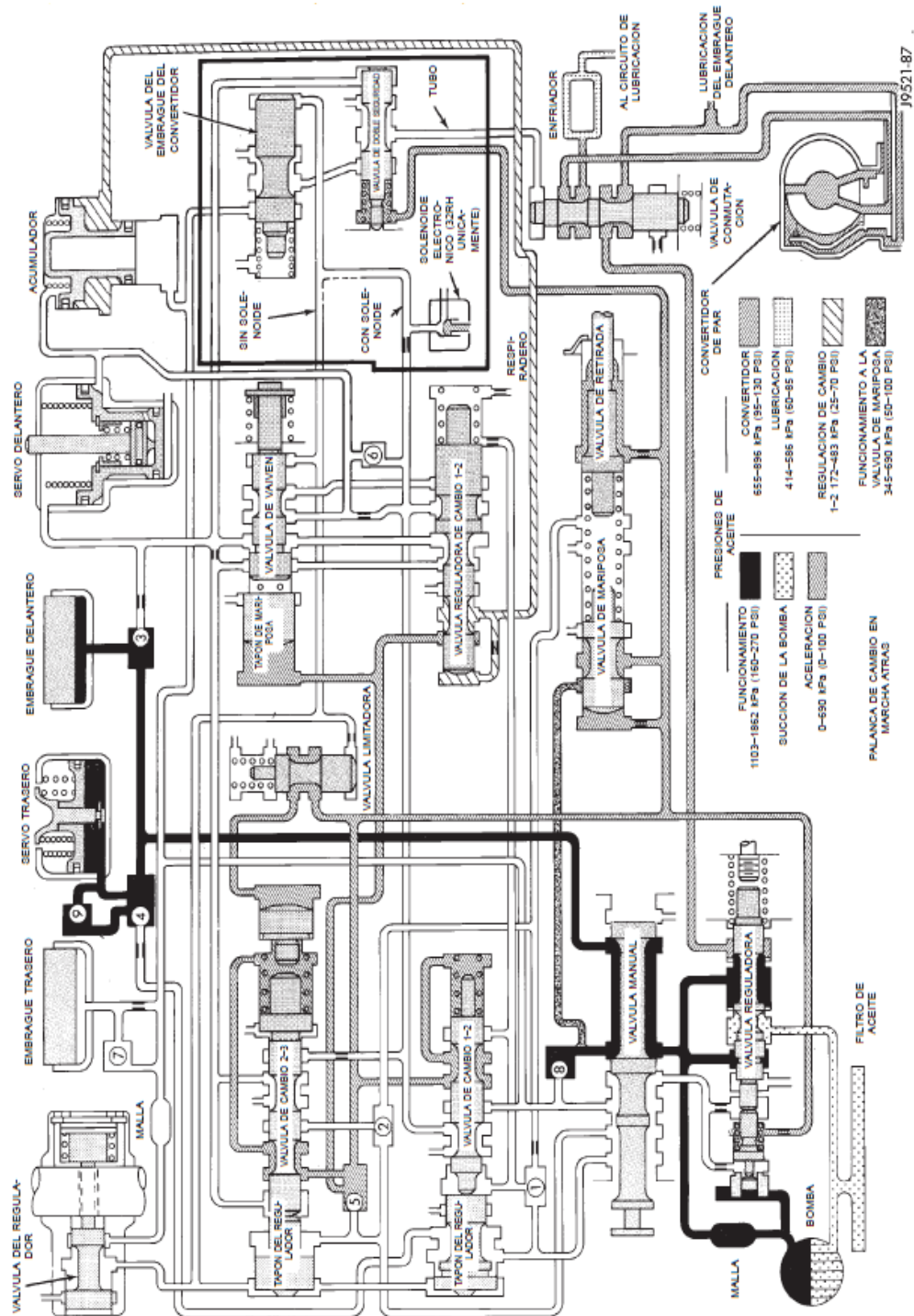


FLUJO HIDRAULICO EN D-TERCERA VELOCIDAD

Figura 1.2.14

Fuente: Manual Chrysler Jeep Wrangler, Estados Unidos, 2004

Flujo Hidráulico Retro



FLUJO HIDRAULICO EN MARCHA ATRAS

Figura 1.2.16

Fuente: Manual Chrysler Jeep Wrangler, Estados Unidos, 2004

1.2.7 Curva convencional de acoplamiento

El acoplamiento entre dos marchas lo efectúa el mando electrónico del cambio en base a una "curva de acoplamiento". Esta tiene en cuenta la velocidad de marcha y la posición del pedal acelerador.

Para acoplar una marcha superior es válida otra curva característica que para acoplar una marcha inferior.

En función de la velocidad de marcha y de la posición del pedal acelerador, para cambio de marcha hay memorizada en la "unidad de control de cambio" una curva característica de acoplamiento. Esta selección del punto de acoplamiento es relativamente rígida, pues las marchas se acoplan siempre en los mismos puntos según la posición del pedal acelerador y de la velocidad de marcha.

En el diagrama inferior sólo se representa el acoplamiento 3ª - 4ª marcha.

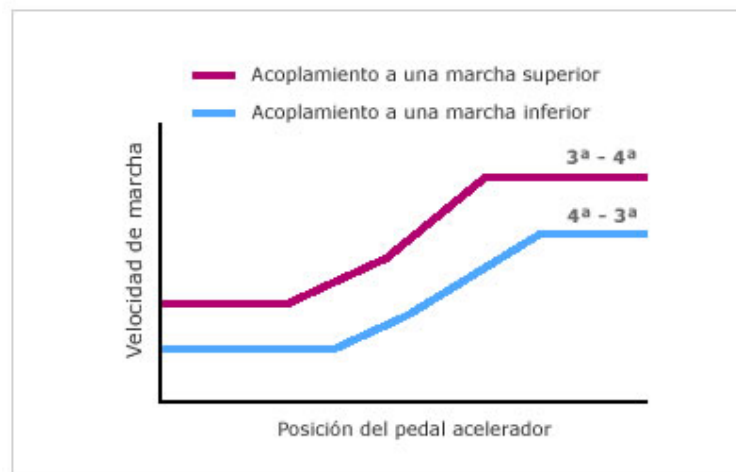


Figura 1.2.17 Curva convencional de acoplamiento

Fuente: Ford: manual de servicio 7500, transmisiones automáticas principios de funcionamiento/
Ford International Staff. Michigan. 2001. 32 p. Ilus.

Curva característica deportiva y curva característica económica

En los primeros tiempos del mando electrónico del cambio, sólo se programaban curvas características fijas de acoplamiento. En el posterior desarrollo del mando electrónico del cambio ya se podía elegir entre dos programas:

- uno deportivo y
- uno económico

La conmutación del programa la efectuaba el conductor mediante un conmutador aparte dispuesto en la palanca selectora. Un posterior perfeccionamiento automatizaba la conmutación. Esta tenía lugar teniendo en cuenta la velocidad de accionamiento en el pedal acelerador.

A pesar de la mejora seguía tratándose, como anteriormente, de una decisión absoluta: "ECO" o "SPORT" sin tener en cuenta mas factores.

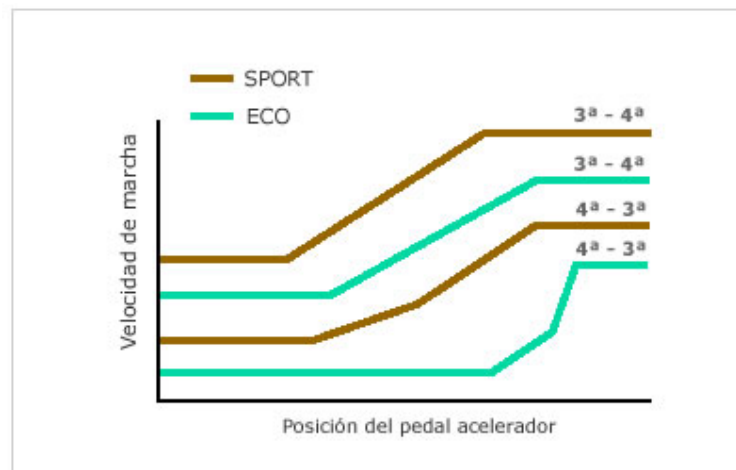


Figura 1.2.18 Curva económica y sport

Fuente: Ford: manual de servicio 7500, transmisiones automáticas principios de funcionamiento/
Ford International Staff. Michigan. 2001. 32 p. Ilus.

1.2.8 Curvas características adaptivas

Los modernos mandos electrónicos del cambio determinan un desplazamiento de la curva característica de cambio a partir de un gran número de informaciones que describen permanentemente la situación momentánea de funcionamiento y marcha. Esta curva característica de acoplamiento adaptada individualmente y no rígida se utiliza en la unidad de control para la decisión del acoplamiento de marchas.

El programa de acoplamiento en función de la resistencia al avance reconoce las resistencias al avance, tales como recorridos por pendientes cuesta arriba y cuesta abajo, servicio con remolque y viento contrario. En base a la velocidad de marcha, posición de la válvula de mariposa, número de revoluciones del motor y aceleración

del vehículo, la unidad de control calcula la resistencia al avance y fija según esos datos los puntos de acoplamiento. La determinación del punto de acoplamiento en función del conductor y marcha se efectúa según el principio de la "fuzzy logic" (lógica borrosa).

Mediante la velocidad de pedal acelerador (accionado rápida o lentamente), el conductor consigue un factor deportivo que se determina mediante la "fuzzy logic". Con ayuda del factor deportivo tiene lugar una determinación flexible del punto de acoplamiento entre una concepción del mismo orientada al consumo o a la potencia. De este modo, entre la curva característica de acoplamiento "ECO" y la "SPORT" son posibles muchos puntos de acoplamiento. Así se consigue una reacción mucho más sensible a los requerimientos de marcha individuales.

Fuzzy logic

Este concepto nos lo encontramos ya en muchos aparatos de uso cotidiano como las lavadoras, aspiradoras, videocámaras o máquinas de afeitar eléctricas. La palabra fuzzy proviene del idioma inglés y significa aproximadamente "borrosidad aplicada sistemáticamente". Mediante la "fuzzy logic" se eliminan los clásicos estados de acoplamiento fijos entre marcha y marcha.⁴

Funcionamiento clásico

Con el siguiente ejemplo se quiere mostrar el funcionamiento lógico de un ordenador donde la unidad básica de información es el 0 y 1, es decir encendido o apagado. Un ordenador se puede utilizar para distinguir entre muy caliente y frío. Para ello hay que comunicarle un valor límite fijo (en el ejemplo, 80°C). En base a los estados de acoplamiento, el ordenador puede decidir ahora entre muy caliente y frío. Sin embargo, esta distribución fija no le permite al ordenador ningún margen de tolerancia en la dosificación de cantidades.

⁴ MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones Automáticas, México 2010, www.mecanicavirtual.org

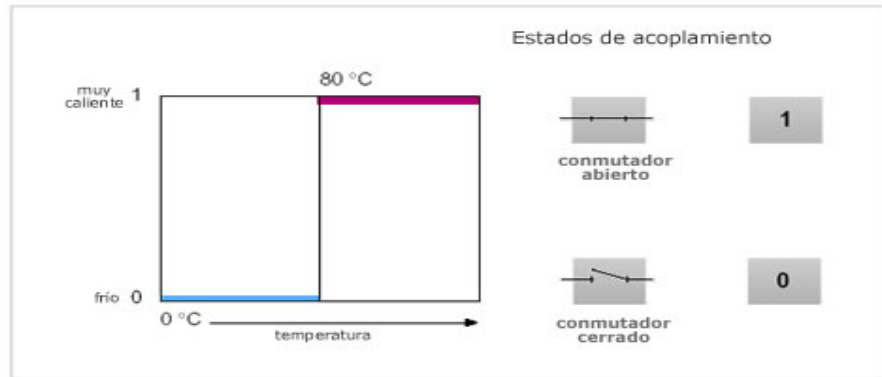


Figura 1.2.19 Estados de acoplamiento

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones Automáticas, México 2010, www.mecanicavirtual.org

Funcionamiento adaptado

Sin embargo, además de los enunciados valores absolutos "muy caliente" y "frío" se han de tomar a menudo decisiones que se encuentran entre estos enunciados. La "fuzzy logic" tiene en cuenta una flexibilidad que no trabaja con dos valores, sino con muchos valores intermedios entre el los límites. De este modo pueden resultar infinitos valores intermedios como "casi frío", "fresco", "tibio" o "demasiado caliente". El límite superior "muy caliente" y el límite inferior "frío", así como todos los valores intermedios están asignados a temperaturas exactas.⁵

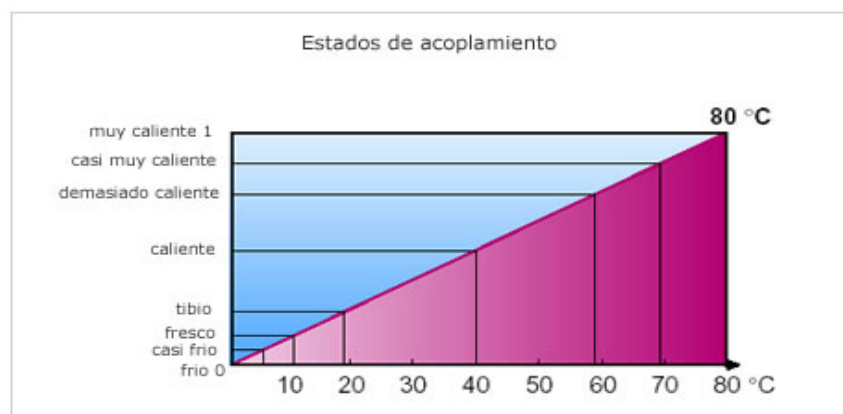


Figura 1.2.20 Funcionamiento adaptado estados de acoplamiento

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones Automáticas, México 2010, www.mecanicavirtual.org

⁵ MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones Automáticas, México 2010, www.mecanicavirtual.org

1.2.9 Gestión electrónica del cambio

La gestión electrónica del cambio esta compuesta por una unidad de control de cambio (PCM), sensores y seis electroválvulas. La gestión electrónica del cambio y el bloqueo del convertidor proporcionan una conducción suave y confortable.

El par motor es transmitido por la caja de cambios que es controlada por la centralita de cambio. Esta centralita recibe información de los sensores que le permiten determinar la selección de la marcha adecuada. La centralita selecciona la marcha actuando sobre unas electroválvulas de control A, B y C. La gestión electrónica nos permite además tener un modo de cambio "deportivo" secuencial.

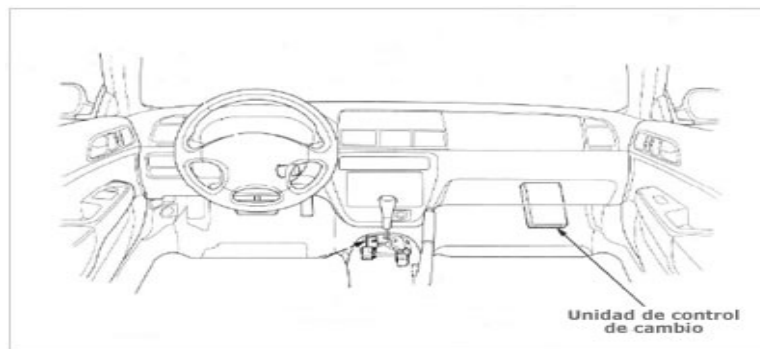


Figura 1.2.21 Ubicación de la unidad de control de cambio

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones Automáticas, México 2010,

www.mecanicavirtual.org

La PCM recibe información de los sensores:

- de velocidad del vehículo,
- de la posición del pedal acelerador,
- del contactor del pedal de freno y,
- de la posición de palanca selectora de cambio

El momento en que se cambia de una marcha a otra dependen de la velocidad del vehículo, pero también interviene sobre todo la posición del pedal acelerador. El pisar el acelerador a fondo se consigue un mayor rendimiento en cada velocidad, mientras que si se acelera parcialmente, el cambio de marchas se produce a un régimen bastante mas bajo. Existe un dispositivo automático que funciona al pisar

bruscamente a fondo el acelerador (Kick down), mediante el cual se obtiene el paso a una velocidad mas corta, siempre que las revoluciones del motor no suban en exceso y lo mismo ocurre cuando se pisa el freno y hay una fuerte deceleración.

La PCM de cambio esta conectada con la unidad electrónica de control del motor (TCM) para por ejemplo: variar el momento de encendido en las bujías del motor, cuando actúa la caja de cambios.⁶

Esquema de bloques de la gestión electrónica del cambio

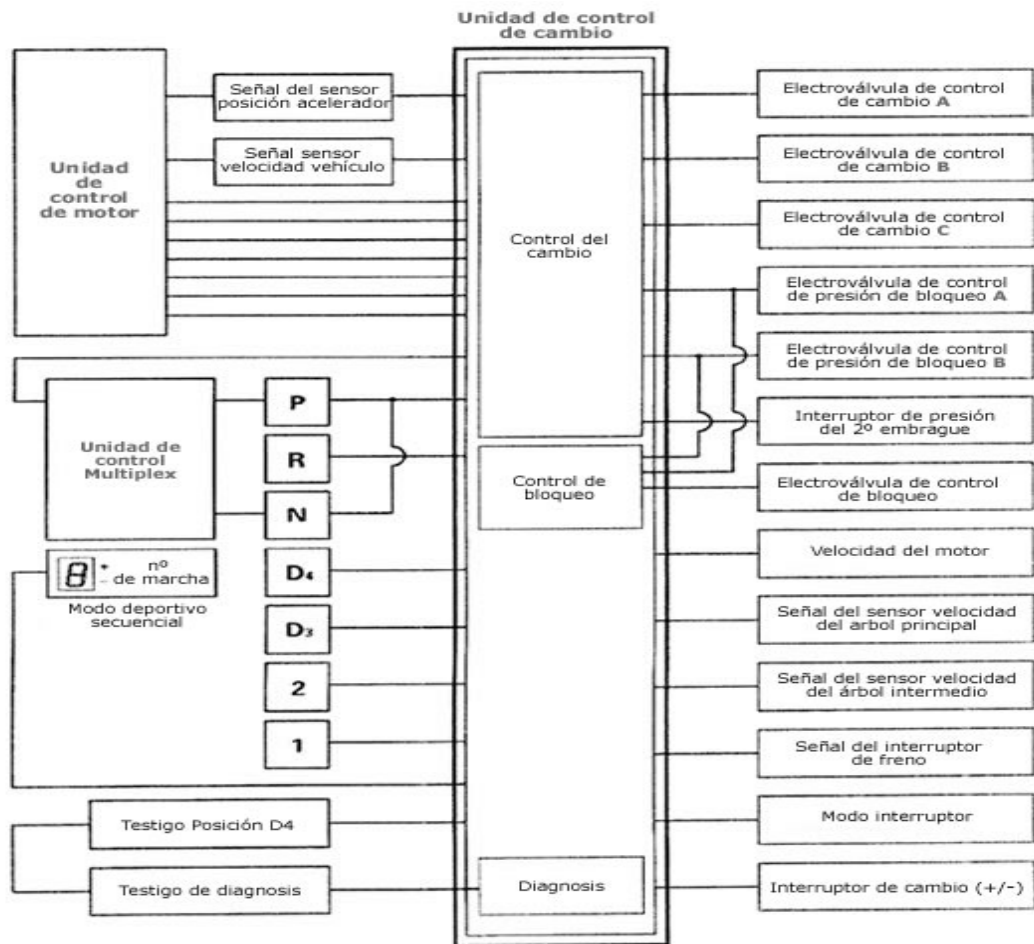


Figura 1.2.22

Fuente: Manual Chrysler Jeep Wrangler, Estados Unidos, 2004

⁶ MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones Automáticas, México 2010, www.mecanicavirtual.org

1.3 TRANSMISIONES AUTOMATICAS DE NUEVA GENERACIÓN

El desarrollo de motores con niveles de fuerza de tracción y par muy elevados tanto de motores diesel como de gasolina, representan un importante desafío para la ingeniería de transmisiones.

Las transmisiones han comenzado a reorientarse y agilizarse para alcanzar el mayor progreso en los diseños, siempre tomando en cuenta objetivos básicos como la reducción de costos, economía de combustible o efectividad.

La electrónica es un elemento que actualmente se utilizan como pilar fundamental para este mejoramiento de diseño, Las nuevas cajas de cambio deben cumplir las siguientes características:

- Cajas de cambio de seis marchas
 - Una acción de cambio precisa, que incluye un mínimo nivel de movimiento de la palanca y puntos precisos de engranaje.
 - Relaciones cuidadosamente definidas para las características del motor en el que se utilizan.
 - Una fabricación con estándares de precisión excepcionales, para que ofrezcan un funcionamiento absolutamente silencioso y una vida útil prolongada.
 - Mínimas pérdidas por fricción para suministrar la máxima eficacia.
 - Diseño compacto, a través de la utilización de materiales de alta resistencia y de dimensiones mínimas
- Peso reducido, a través de la utilización, por ejemplo, de carcasas de magnesio.
- Cambios adaptativos
 - Patrones de conducción

El desarrollo de potencias y cifras de par superiores a las habituales asegura que las transmisiones de última generación puedan ser adecuadas con mucha mayor precisión en función de las características mecánicas; esto representa unas respuestas más vigorosas al acelerador y, al mismo tiempo, una reducción en el consumo.⁷

Transmisión de doble embrague PDK

Porsche estrena la combinación de un deportivo de calle y el cambio de doble embrague PDK (*Porsche-Doppelkupplungsgetriebe*). De hecho, Porsche introdujo hace más de 20 años el cambio PDK en las competencias automovilísticas, por lo cual es considerada pionera en esta técnica.

El sistema de dos embragues dispone de siete velocidades, las cuales pueden ser engranadas mediante un accionamiento electro hidráulico sin interrupción de la tracción. Esta caja de cambios completamente nueva combina las bondades de un cambio manual con las virtudes de una transmisión automática. Las funciones del cambio de doble embrague se pueden controlar mediante los mandos en volante PDK, o mediante de la palanca ubicada en la consola central inferior.

Se trata de un nuevo sistema de transmisión automática de doble embrague (DSG) heredado de la competición, que permite cambios de velocidad mucho más rápidos, más suaves y con menor gasto energético. Es el resultado de unión de una caja de cambios automática secuencial y de una caja de cambios manual de seis velocidades.

Esta caja permite de manera totalmente automática que los cambios se den sin interrupción alguna de la potencia. En consecuencia, los cambios de marcha son extremadamente suaves y apenas perceptibles para los pasajeros, esto tiene ventajas apreciables en términos de prestaciones y ahorro de combustible.

El cambio se realiza de forma más rápida y directa de lo que es posible con cualquier tipo de caja, manual o automática. Adicionalmente se pueden cambiar las marchas manualmente a través de una función secuencial.

⁷ Audi, Sistema Multitronic, Alemania 2008 <http://www.audi.com>

Componentes

El sistema no utiliza un convertidor de par. En cambio cuenta con dos embragues que se encuentran unidos a dos ejes de entrada. Un eje engrana la 1ª, 3ª, 5ª marcha y la marcha atrás mientras que el otro eje se encarga de la 2ª, 4ª y 6ª marchas.

El eje externo es hueco y se encarga de las marchas pares y el eje interno conduce las marchas impares. Así el sistema de control puede preseleccionar el engranaje siguiente mientras que el motor está en la tracción. El cambio es realizado bajo carga simplemente desuniendo un embrague mientras que simultáneamente se embraga el otro. Todo esto se realiza por medio de controles electrónicos.

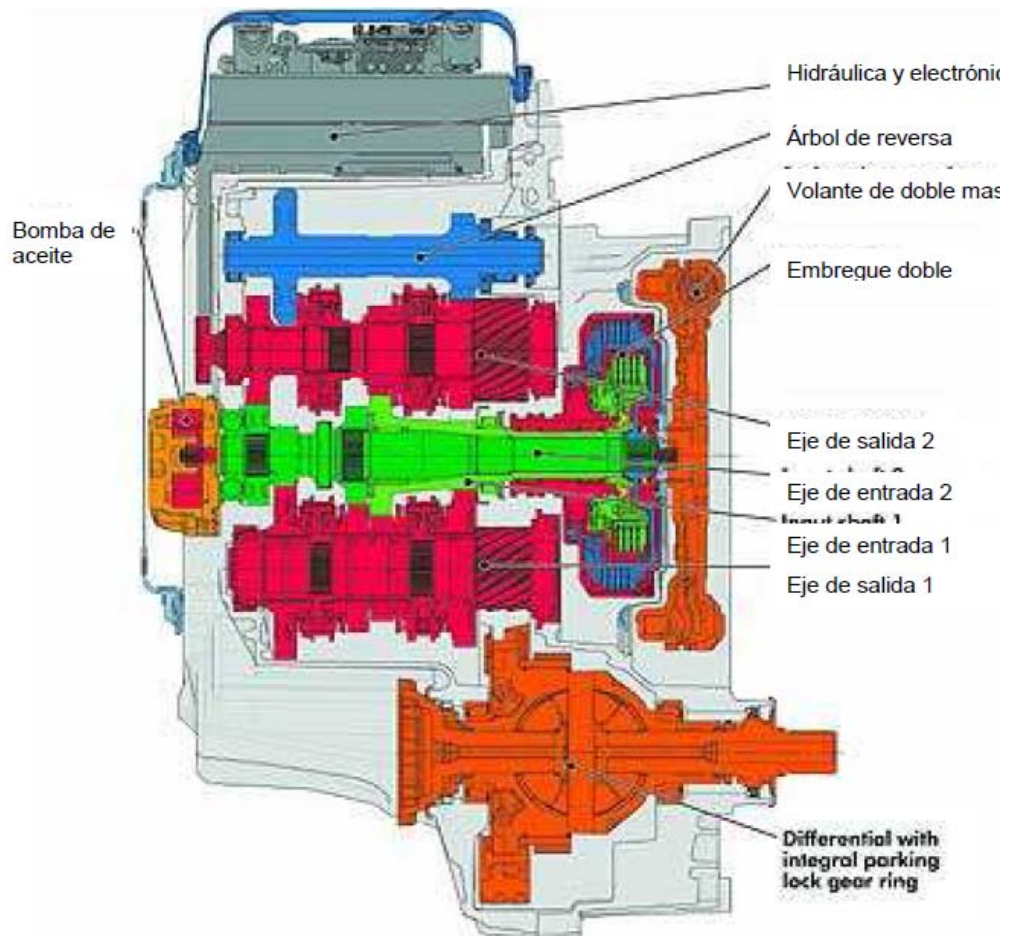


Figura 1.3.1 Trasmisión de doble embrague PDK

- Fuente: Magna International Inc, Transmisiones de doble embrague, Alemania 2009, <http://www.magnapowertrain.com/>

Operación

El conductor puede accionar el cambio manualmente o permitir que los cambios de marcha tengan lugar automáticamente. En el modo automático se puede escoger entre el ajuste de cambio estándar, extremadamente suave y bien equilibrado, y un modo de cambio con un carácter mucho más deportivo. Los cambios manuales se realizan mediante la palanca selectora o accionando las levas de cambio o los pulsadores situados en el volante.

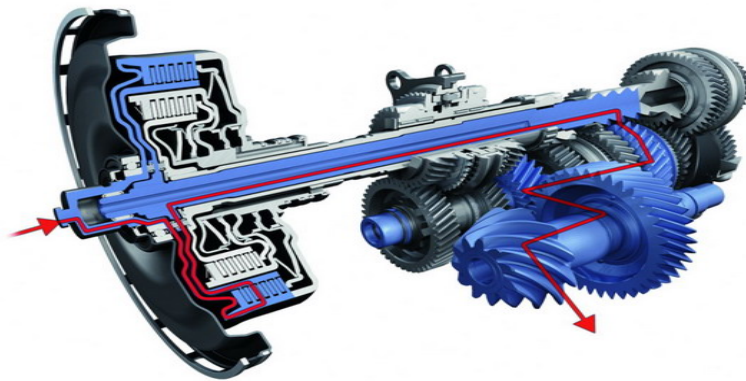


Figura 1.3.2 Operación doble embrague PDK

Fuente: Porsche, Operación de transmisión de doble embrague, Alemania 2006, www.porsche.com



Figura 1.3.3 Mando PDK

Fuente: Porsche, Operación de transmisión de doble embrague, Alemania 2006, www.porsche.com



Figura 1.3.4 Palanca PDK

Fuente: Porsche, Operación de transmisión de doble embrague, Alemania 2006, www.porsche.com

Al realizarse un cambio de marcha, la siguiente marcha ya está preseleccionada, pero aún no engranada. Bastan tan sólo de tres a cuatro centésimas de segundo para que un embrague engrane mientras el otro desembraga. Esto permite realizar los cambios de marcha sin que el conductor lo perciba siquiera, y sin interrupción alguna del flujo de potencia.

Dependiendo del estilo de conducción preferido, el control electrónico permite un ahorro de combustible de hasta el 10 por ciento en comparación con un cambio manual de 6 velocidades.

Un control hidráulico y electrónico inteligente permite que la marcha siguiente siempre esté colocada y lista para ser activada de forma inmediata. Los ejes, uno dentro del otro, se encuentran conectados a un embrague de discos doble.

En la primera marcha un embrague y un eje se conectan con el motor, la horquilla selectora tiene el engranaje de primera conectado con el engranaje del primer eje de entrada lo que produce que el vehículo se mueva. Al mismo tiempo en el segundo eje de entrada, el engranaje de segunda se encuentra conectado, en el punto en que la

caja necesita cambiar de marcha, simplemente acciona el segundo embrague en el mismo momento que desune el primer embrague y el eje secundario ahora se está conectado con el motor.

Mediante esta acción no se produce ningún retraso en la transmisión de fuerza al cambiar de marcha. Una vez que el segundo engranaje se conecta, el eje externo une el tercer engranaje en el primer eje de salida y así sucesivamente.⁸

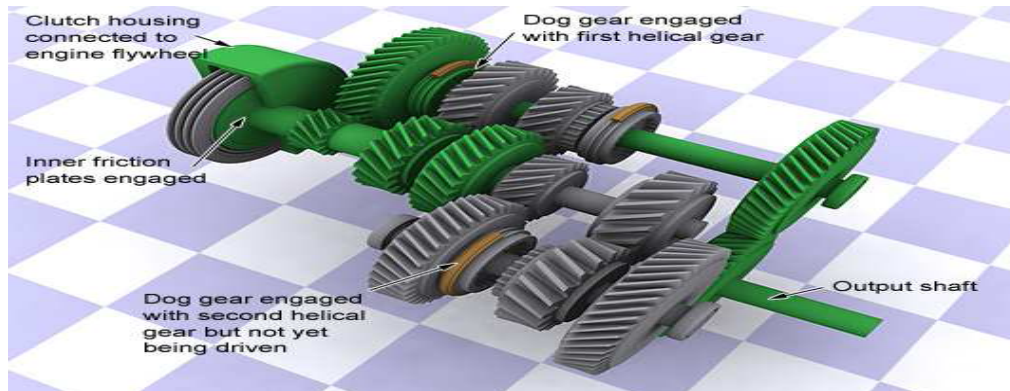


Figura 1.3.5 Primera marcha engranada. Segundo engranaje preseleccionado.

Fuente: Magna International Inc, Transmisiones de doble embrague, Alemania 2009, <http://www.magnapowertrain.com/>



Figura 1.3.6 Segunda marcha seleccionada. Tercer engranaje preseleccionado

Fuente: Magna International Inc, Transmisiones de doble embrague, Alemania 2009, <http://www.magnapowertrain.com/>

⁸ Universidad Politécnica Salesiana, Compendio de las cajas de cambios DSG (direct shift gearbox). Facultad de Ingenierías, Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz, Cuenca-Ecuador, 2007.

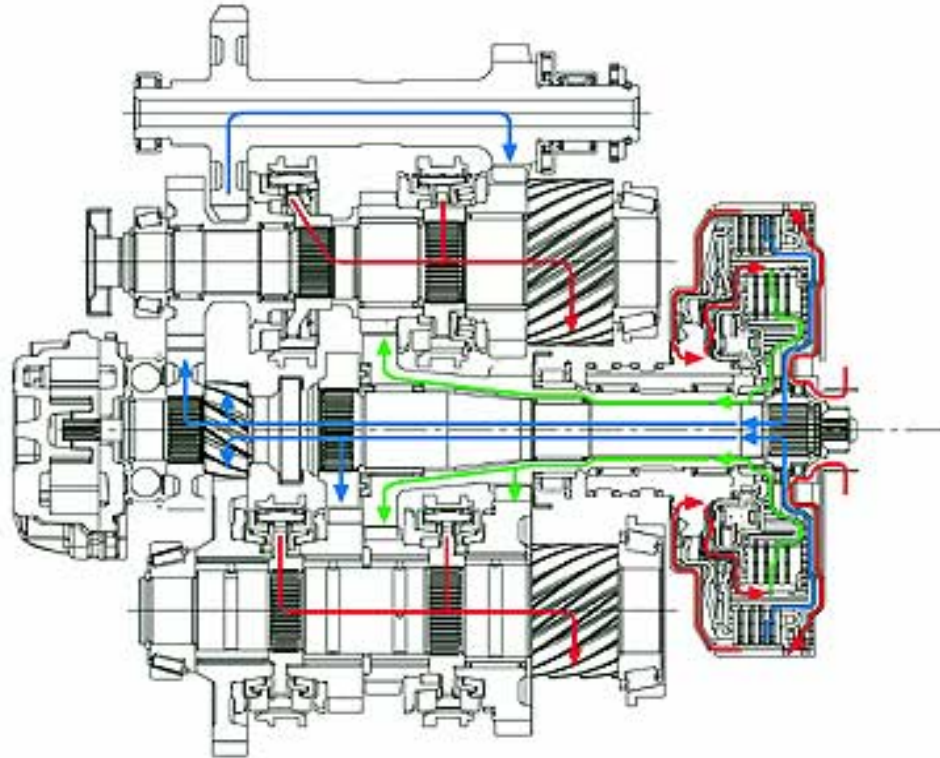


Figura 1.3.7 Embrague doble simplificado

Fuente: Magna International Inc, Transmisiones de doble embrague, Alemania 2009,

<http://www.magnapowertrain.com/>

1.4 CONCLUSIONES

Los avances tecnológicos sin duda alguna se ven enfocados a simplificar el manejo. La evolución de las transmisiones automáticas de tipo electro hidráulicas radica en la aplicación electrónica para el control de sus componentes, sistemas cada vez más sofisticados, permiten elegir entre diferentes programas de manejo, según las preferencias del conductor y las condiciones del clima y de la carretera.

Existen diversos criterios sobre el desempeño de las transmisiones automáticas, según la topografía y el trazado de la carretera. Sin embargo el desarrollo acelerado de estas transmisiones ofrecen múltiples opciones como es el caso de las Tiptronic, con palanca de cambios secuencial, o palanca en el volante como las transmisiones de doble embrague PDK, que sin tener un pedal para el embrague nos brindan la posibilidad un manejo con cambios manuales, pero con todos los beneficios de una transmisión automática.

Si bien es cierto, las transmisiones automáticas electro hidráulicas son un tanto complejas en sus características constructivas, debido a la cantidad de elementos friccionantes, circuitos hidráulicos, conexiones eléctricas y sensores. Por ello las reparaciones pueden resultar costosas, ya que al detectar una avería lo más recomendable sería adquirir el kit completo de reparación.

Hoy en día las transmisiones automáticas son mucho más solicitadas que hace algunos años, debido a que las prestaciones y la eficiencia que estas ofrecen son altas. Si se realiza el correcto mantenimiento, en condiciones de manejo adecuadas, la vida útil de este tipo de transmisiones es prolongada.

CAPITULO II

TRANSMISION POR "VARIADOR CONTINUO" CVT (CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSION)

2.1 GENERALIDADES

El variador continuo para la transmisión es muy utilizado en los ciclomotores. También se esta empezando a utilizar en los automóviles desde los años 60. En teoría, las cajas de cambio de variación continua son la transmisión ideal, ya que varían la relación de velocidades continuamente, por lo que podemos decir que es una transmisión automática con un número infinito de relaciones. Esta característica nos permite movernos en la curva de potencia máxima, algo imposible con las cajas automáticas o manuales, en las que se produce un escalonamiento o salto entre las diferentes velocidades.

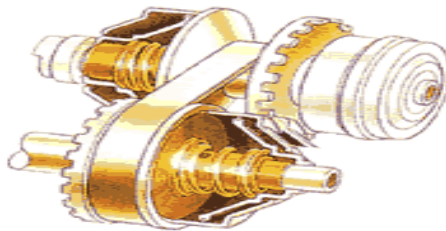
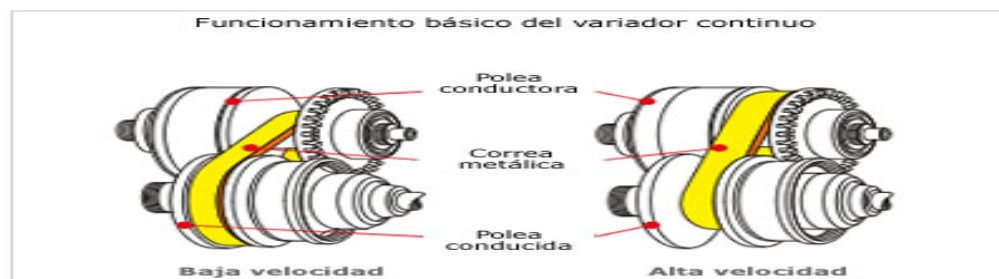


Figura 2.1.1 Variador Continuo

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010,
www.mecanicavirtual.org

Un variador continuo es un sistema de transmisión que cuenta con dos poleas cuyo diámetro interior efectivo es variable. La transmisión entre las dos poleas se realiza mediante una "correa" elaborada con eslabones metálicos de forma que al variar el diámetro de las poleas se va variando progresivamente la relación de desmultiplicación. Al ser la correa un elemento inextensible, la apertura de una de las poleas implica la reducción del diámetro de la otra, aun así, se consigue un número infinito de desarrollos consiguiendo una variación continua de la marcha. De ahí que a este sistema también se le denomine cambio automático de transmisión continua.

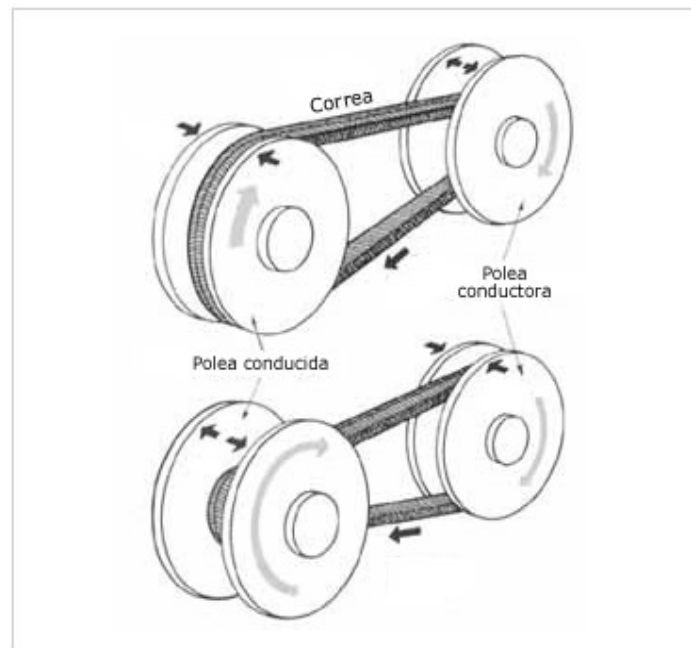


Figura 2.1.2 Dirección de las poleas CVT

Fuente: Kelley Blue Book, Autoweb, Transmisiones automáticas de nueva generación, Estados Unidos, 2010, www.autoweb.com.au

En la figura inferior se muestra la disposición de estas dos poleas. Si la cara desplazable de la polea conductora que transmite el par del motor se acerca a la otra cara, el diámetro efectivo de la polea se hace mayor. La correa al tener una longitud prácticamente constante gira en la polea conducida en diámetros efectivos menores como consecuencia de la apertura de la polea mediante el desplazamiento de una de sus caras por lo que la desmultiplicación será menor.

El cambio de anchura de poleas y por tanto de diámetro efectivo se realiza mediante un control hidráulico que distribuye la cantidad de aceite a presión adecuada en cada instante. El control hidráulico tiene en cuenta en todo momento parámetros como la posición del acelerador, condiciones de utilización, velocidad del vehículo, régimen del motor y relación de desmultiplicación. Este mismo aceite a presión sirve además para lubricar todo el conjunto y para mantener tensada la correa de arrastre aplicando la justa presión sobre la polea conducida.

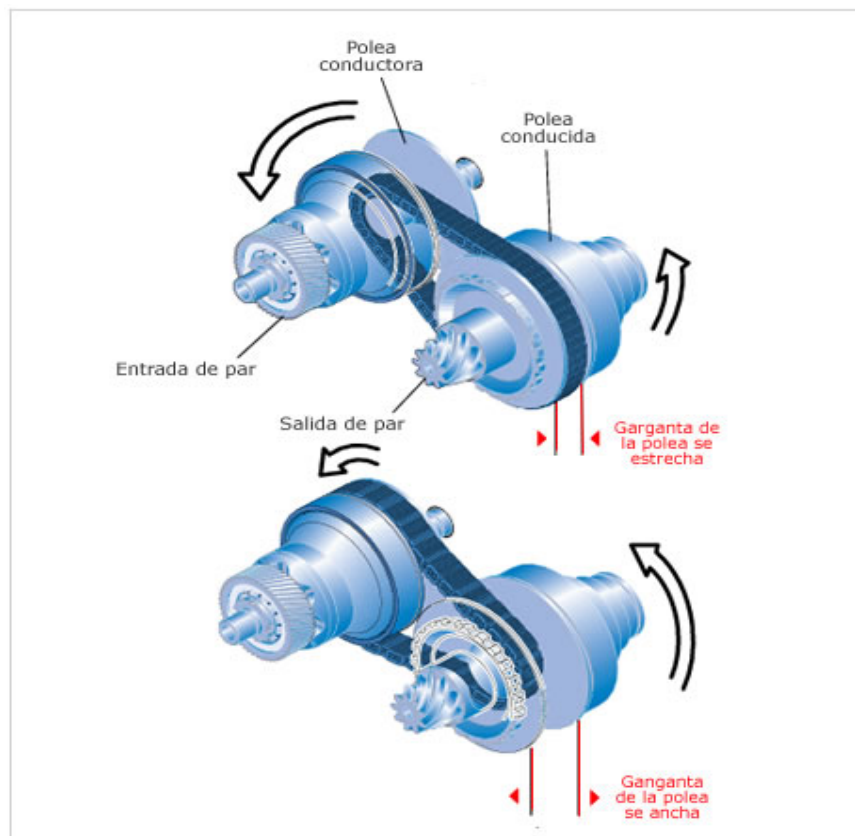


Figura 2.1.3 Sentido de giro Poleas CVT

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010, www.mecanicavirtual.org

Actualmente la correa, transmite los esfuerzos por compresión, empujando el eslabón que le precede, en lugar de por tracción, como trabaja una correa convencional. Por tanto la tensión de la correa es un dato importante en el funcionamiento correcto de este sistema de cambio continuo. La tensión depende tanto del par motor que hay que transmitir en cada momento como de la relación de transmisión.

Al principio este tipo de cambio se utilizaba en automóviles de baja cilindrada, ya que la cadena solo resistía los esfuerzos producidos por motores de bajo par. En la actualidad se han conseguido cadenas o correas más resistentes, que soportan mejor los valores de par de los automóviles de alta cilindrada.⁹

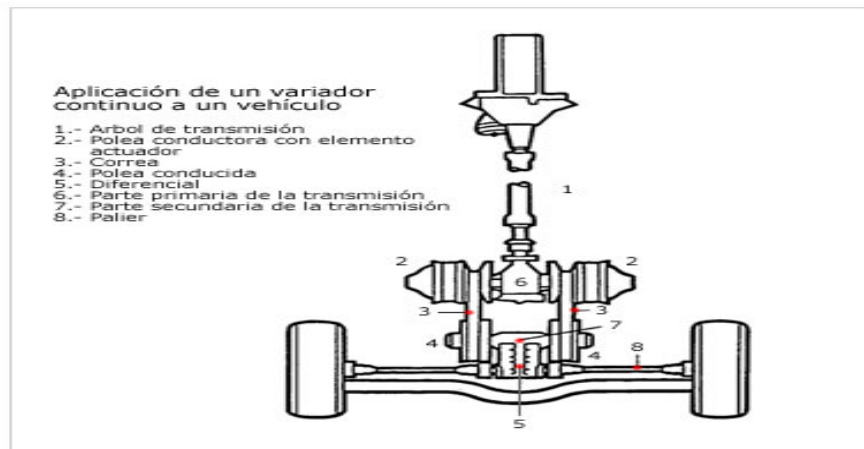


Figura 2.1.4 Variador Continuo en un vehículo 1

Fuente: Kelley Blue Book, Autoweb, Transmisiones automáticas de nueva generación , Estados Unidos, 2010, www.autoweb.com.au

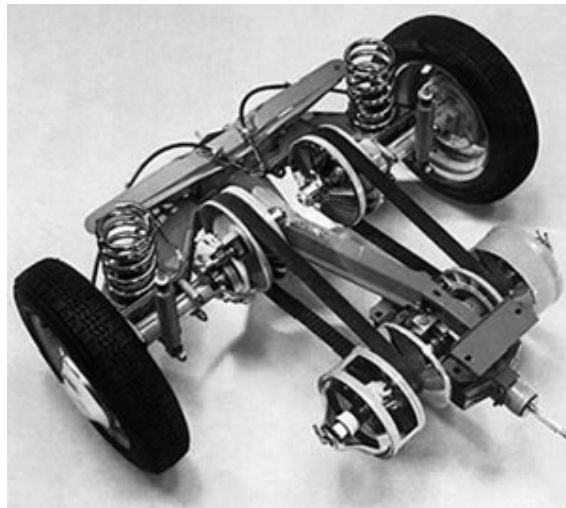


Figura 2.1.5 Variador Continuo en un vehículo 2

Fuente: Kelley Blue Book, Autoweb, Transmisiones automáticas de nueva generación , Estados Unidos, 2010, www.autoweb.com.au

⁹ Ceacedit, Transmisión CVT la gran desconocida, España 2008 <http://www.ceacedit.com>

2.2 TIPOS DE CVT

Los dos tipos más comunes son VDP (correas y poleas) y CVT-t (toroidal)

La CVT de Poleas con Diámetro Variable (VDP)

El tipo de CVT más común es el de Poleas con Diámetro Variable (VDP) y básicamente tiene cinco componentes:

1. Una correa metálica o cadena en forma de “V”
2. Una polea impulsor
3. Una polea de salida
4. Un aceite especial
5. Una computadora con sus sensores y programación

Estas transmisiones son utilizadas por Audi, Daihatsu, Dodge, Fiat, Ford, Honda, Jeep, Lexus, Mercedes, Mercury, Mitsubishi, Mini Cooper, Nissan, Opel, Peugeot, Renault, Rover, Saturn, Toyota, y otras marcas.



Figura 2.2.1 CVT de Poleas con Diámetro Variable

- Fuente: Widman International, Transmisiones CVT Lubricación y mantenimiento ,Bolivia, 2010 :www.widman.biz

Cada polea es fabricada de dos conos de 20°, uno contra el otro. La correa anda por el canal formado por los conos. Cuando los conos son más distantes de su par, la

correa anda en la parte más angosta, más al centro de la polea. Cuando son más cercas, la correa tiene que subir a la parte ancha de la polea. El movimiento de los conos que forman la polea puede ser controlado por presión hidráulica, fuerza centrífuga, fuerza electromagnética o resortes, pero lo más común es un cono fijo y el otro movido por presión hidráulica. La distancia entre discos o conos de las poleas está controlada por la computadora para que siempre tenga la misma circunferencia y por ende la correa puede ser fuerte sin variar su tamaño.

En la operación normal, durante una aceleración, la polea impulsor, conectado al motor (frecuentemente por un convertidor de torque para permitir las paradas sin embrague) está bien abierta, permitiendo la correa operar a alta velocidad y torque por el centro del eje, mientras la polea de salida está bien cerrada, dando un diámetro ancho para absorber el exceso de correa y girar más lenta, transmitiendo más fuerza al diferencial y las ruedas.

Cuando aceleramos, la polea impulsor es apretada para aumentar su diámetro y la polea de salida es abierta para reducir su diámetro. Este cambio de diámetros aumenta la velocidad de salida, aumentando la velocidad del auto.

Con este sistema de poleas el número de “cambios” es infinito. Cada milímetro de cambio en las poleas cambia la proporción de torque y velocidad aplicada a las ruedas. Esto elimina el problema que tenemos en transmisiones manuales o transmisiones automáticas tradicionales donde se fija la proporción (en 2 a 6 cambios) de torque y velocidad, variando la velocidad del motor por un rango amplio de revoluciones, muchos de los cuales no son eficientes. Una transmisión manual de 5 velocidades (cambios) tiene 5 puntos eficientes donde el torque y la velocidad del vehículo son óptimos. Lo demás del tiempo estamos gastando más combustible que lo ideal.

El auto con una transmisión CVT tiene una computadora programada para mantener las revoluciones del motor más constante, dentro del rango de eficiencia y potencia requerida, mientras varía las poleas y por ende el “*ratio*” de los “cambios” artificiales. Mientras esto es muy bueno para ahorrar combustible, el motor suena diferente y no se siente los impulsos de potencia.

El uso de las palancas “secuenciales” en la CVT muevan las poleas a puntos fijos. O sea, en la transmisión del Mitsubishi Outlander, como indica en la publicidad: “Cambio CVT con variador y 6 relaciones predeterminadas, modo deportivo y con levas de cambio en el volante.” Al apretar la leva, la computadora mueve las poleas al próximo de las 6 posiciones predeterminadas. Se siente los cambios porque son más bruscos. También esto permite el freno de caja, pero consume más combustible.¹⁰

La CVT “Toroidal” basada en rodillos (CVT-t)

El sistema CVT Toroidal es muy parecido en teoría al sistema de correas, pero utiliza rodillos que mueven libremente entre el disco de entrada y el disco de salida, ambos con sus radios bien calculados para producir la velocidad requerida en la salida.



Figura 2.2.2 CVT Toroidal Baja Velocidad

Fuente: Widman International, Transmisiones CVT Lubricación y mantenimiento ,Bolivia, 2010, www.widman.biz

¹⁰ Widman International, Transmisiones CVT Lubricación y mantenimiento ,Bolivia, 2010 :www.widman.biz



Figura 2.2.3 CVT Toroidal Alta Velocidad

Fuente: Widman International, Transmisiones CVT Lubricación y mantenimiento ,Bolivia, 2010
: www.widman.biz

En este sistema la posición de los rodillos es controlado por un sistema hidráulico, cambiando los puntos de contacto. Podemos ver en estos dibujos que cuando partimos en lo que sería “primera” los rodillos están movidos a una posición donde corren sobre la parte angosta del disco impulsor de entrada (flecha arriba en rojo), haciendo contacto en el disco de salida donde el arco es mucho mayor (flecha arriba también en rojo). Esto causa la transferencia de mucho torque y poca velocidad al eje de salida al diferencial y las ruedas para partir del semáforo.

Mientras aumenta la velocidad del auto, los rodillos son girados por la computadora y la bomba hidráulica hacia el disco impulsor, contactando con la parte ancha del disco impulsor y la parte angosta del disco de salida, multiplicando la velocidad.

El CVT toroidal tiene la ventaja de poder operar con mayor torque y dos unidades pueden ser colocadas en línea para duplicar el torque aplicado, pero requiere un aceite de tracción muy especial donde además de lubricar las piezas normales y enfriar la transmisión, tiene moléculas angulares que se enganchan entre si bajo presión para proveer tracción entre los discos y los rodillos. En este punto el aceite es comprimido a un grosor de un micrón (1μ) por 4000 bares de presión (58,000 PSI) y toma la consistencia y las características de vidrio. La temperatura de aceite excede

140°C. No se puede usar aceite de transmisiones automáticas o cualquier aceite normal en estas transmisiones.¹¹

Al aplicar presiones extremas, las moléculas angulares del aceite de tracción se enganchan en una estructura alineada para transmitir una fuerza alta sin permitir el resbalamiento.

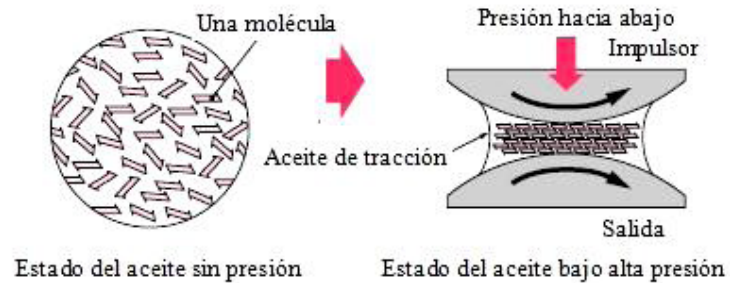


Figura 2.2.4 CVT Lubricación

Fuente: Widman International, Transmisiones CVT Lubricación y mantenimiento ,Bolivia, 2010
[:www.widman.biz](http://www.widman.biz)

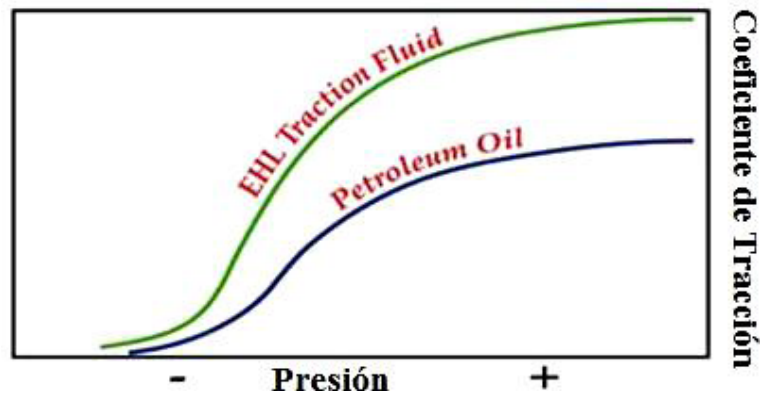


Figura 2.2.5 CVT Curva de Lubricación

Fuente: Widman International, Transmisiones CVT Lubricación y mantenimiento ,Bolivia, 2010
[:www.widman.biz](http://www.widman.biz)

¹¹ Widman International, Transmisiones CVT Lubricación y mantenimiento ,Bolivia, 2010
[:www.widman.biz](http://www.widman.biz)

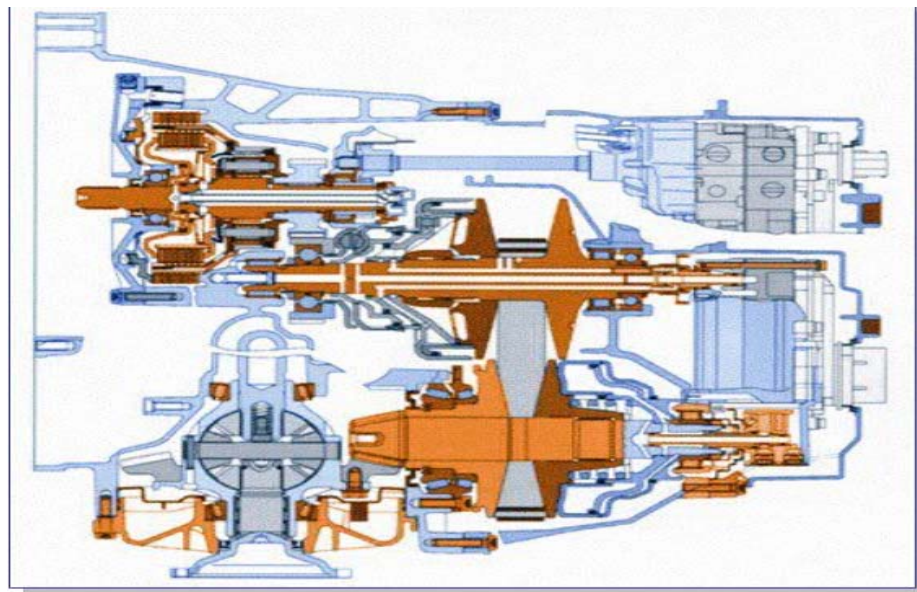
2.3 LA DIFERENCIA ENTRE UNA TRANSMISIÓN CVT Y UNA TRANSMISIÓN AUTOMÁTICA DE TIPO ELECTRO HIDRÁULICA.

1. La transmisión automática tradicional tiene entre 2 y 5 velocidades fijas determinadas por sus engranajes planetarios, enganchando y desenganchando juegos de estos con embragues sumergidos en aceite especial que los lubrica y frena. Esto permite al conductor colocar la palanca en “D” durante el 99% del manejo, olvidándose de preocuparse de cuidar las revoluciones del motor o el consumo de combustible. Todo es automático. Aunque tratan de minimizar el sentido de cambios para suavizar el manejo, la mayoría de la gente puede sentir los cambios. Estos cambios de torque/velocidad son calculados para puntos eficientes que reducen el consumo de combustible y proveen potencia de acuerdo a la fuerza aplicada al acelerador. Al apretar un poco más, se baja de 5to a 4ta (o 4ta a 3ta) para acelerar más fuerte.
2. Existen varios tipos de Transmisión Variación Continua (CVT) y los ingenieros continúan desarrollando o afinando los diseños cada año para mejorar su habilidad de transmitir alto torque, reducir el consumo de combustible y extender su vida útil.
3. La Transmisión de Variación Continua (CVT) no contiene engranajes. Contiene un sistema de correas o discos para pasar torque y velocidad al diferencial de acuerdo a la necesidad del momento, controlado por una computadora y sensores electrónicos.

2.4 MULTITRONIC

Audi con su novedosa transmisión ha logrado doblar la frontera de los 15 kgm de par, situándolo en los 30 kgm. La clave principal de esta superación está en el elemento de transmisión. El Multitronic no monta una correa metálica sino una cadena, cuya configuración rompe por completo con las correas utilizadas hasta el momento. La cadena funciona en tensión en un baño de aceite entre dos pares de ruedas cónicas de diámetro variable. El diseño y el peso reducido de este cambio

reducen el consumo de combustible. Al igual que en el cambio Tiptronic de 5 velocidades, está disponible el modo de selección de marcha manual, pudiéndose seleccionar hasta seis etapas de marcha simuladas. En el modo automático del multitronic que calcula la relación de transmisión óptima con ayuda de un programa de regulación dinámico (DRP) según la carga del motor, las preferencias del conductor y las condiciones de marcha. Una ventaja básica del variador en el sistema multitronic es la amplia relación entre la mayor y la menor desmultiplicación posible en la transmisión (1: 2,1 hasta 1:12,7) siendo, de este modo, superior a 6, lo cual representa casi un caso ideal para la transmisión que hasta ahora apenas sobrepasaba un valor de 5. Gracias a esta característica, por una parte, se puede acelerar de forma deportiva y dinámica, debido a la mayor desmultiplicación posible y, por otra parte, se puede aprovechar completamente la menor desmultiplicación para potenciar el ahorro del combustible.



Esquema del funcionamiento del cambio CVT de Audi

Figura 2.4.1

- Fuente: Audi, Sistema Multitronic, Alemania 2008 <http://www.audi.com>

Las características de este cambio permiten un doble manejo:

- Automático. Se ha desarrollado una gestión con cierta capacidad adaptativa. Reconoce la forma de conducir y el perfil de la carretera, escogiendo los desarrollos más adecuados en cada momento. Audi lo llama DRP (Programa Dinámico de Regulación).
- Secuencial. Mediante palanca tradicional o con mandos al volante. Para ello se fijan seis posiciones concretas de las poleas del variador.



Figura 2.4.2 Fuente: AUDI, Sistema Multitronic, Alemania 2008 <http://www.audi.com>

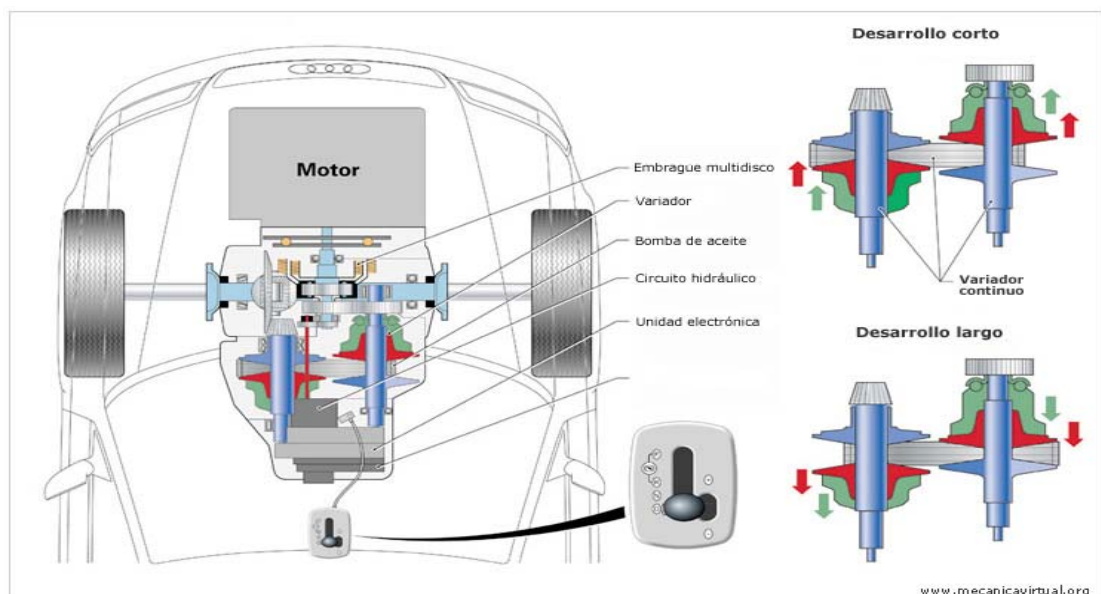


Figura 2.4.3 Esquema selección de marchas

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010, www.mecanicavirtual.org

El elemento de transmisión (cadena) es fuertemente presionada por las paredes de los conos. Las poleas aprietan a los eslabones con una presión de hasta 6,6 toneladas. Esta cadena es especialmente importante, ya que transmite la carga total de uno de los ejes de la transmisión al otro y, lo que es más, sin existir fuerzas de tracción. Tan sólo su fricción sobre las superficies cónicas de ambas poleas es capaz de transportar la carga. Audi se ha decidido por la cadena de láminas en lugar de por la correa articulada, habitual en las transmisiones continuas CVT. El deslizamiento resultante entre cadena y poleas es tan reducido que los pernos, durante la vida de la transmisión, tan sólo se desgastan como máximo de una a dos décimas de milímetro.

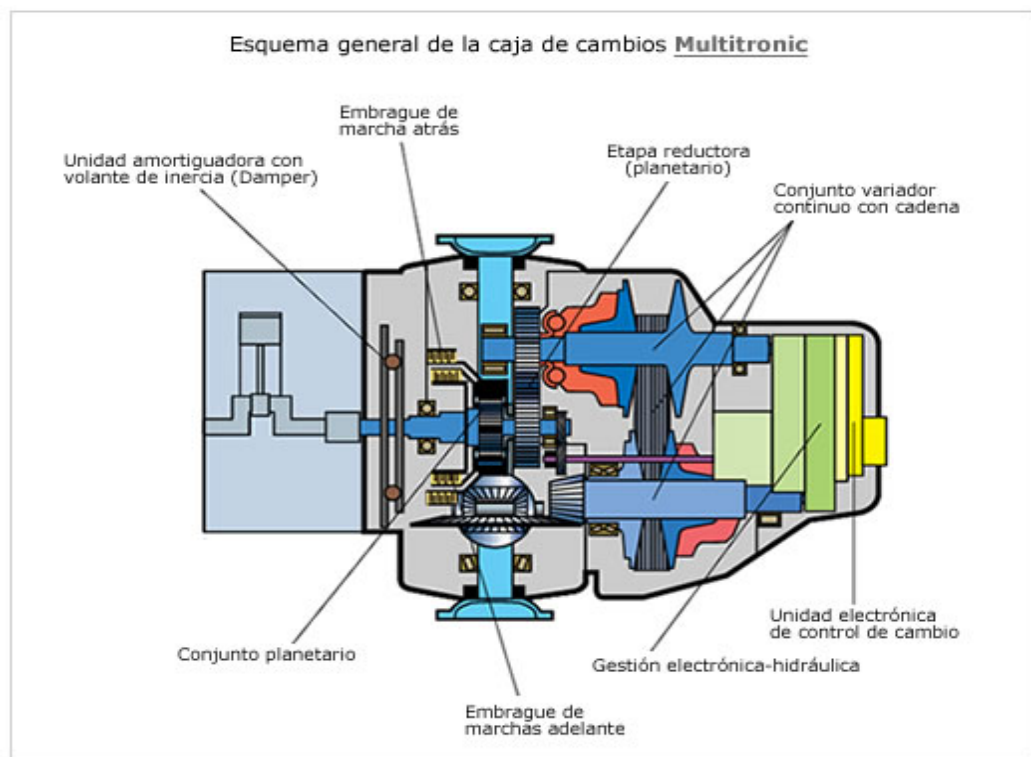


Figura 2.4.4 Esquema general Multitronic

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010,
www.mecanicavirtual.org

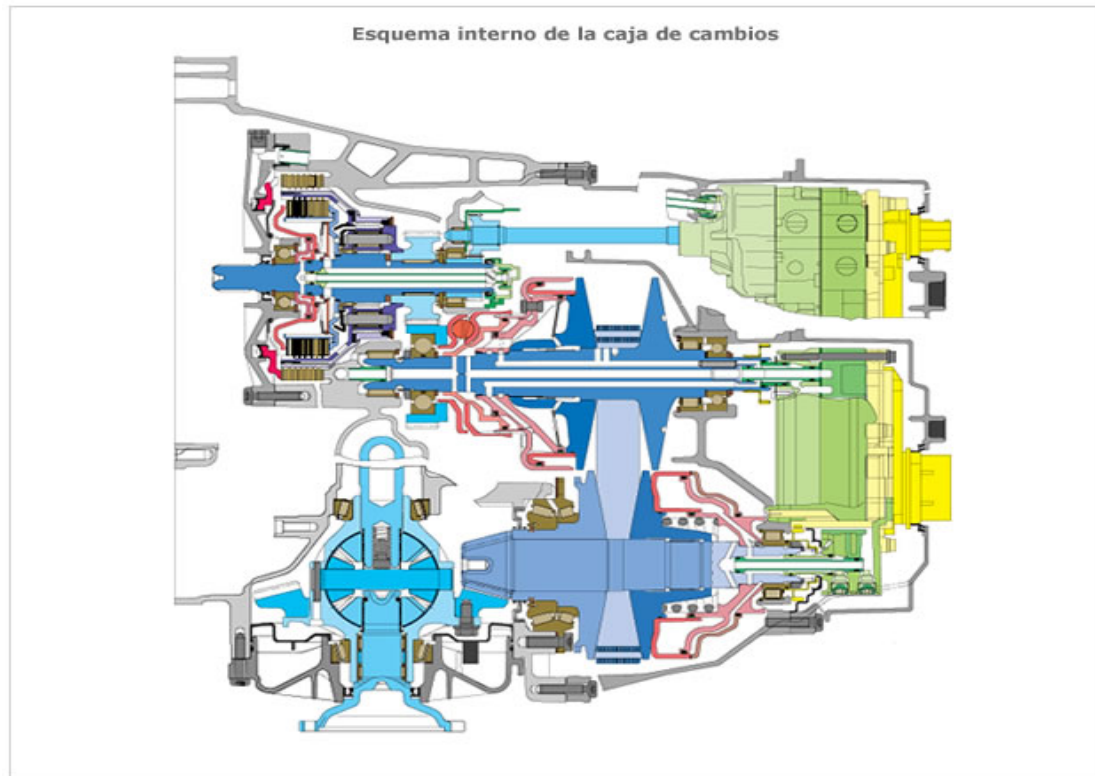


Figura 2.4.5 Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010, www.mecanicavirtual.org

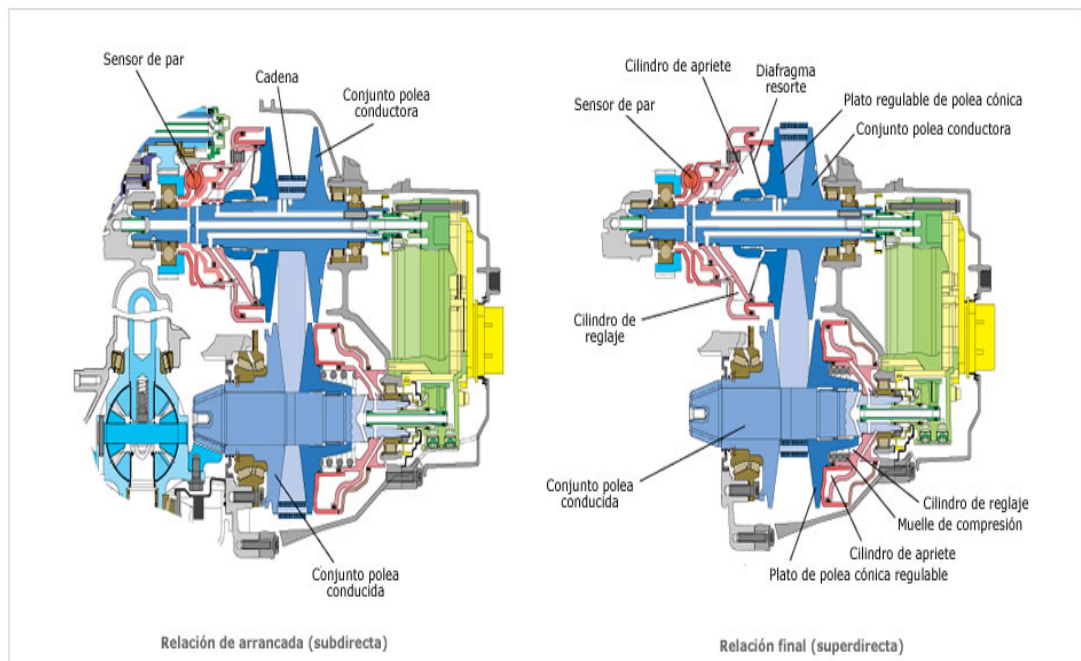


Figura 2.4.6 Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010, www.mecanicavirtual.org

En los cambios de variador de Nissan, Fiat y MG, al pisar el acelerador el motor elige un régimen de giro y lo mantiene mientras el coche gana velocidad. Esto, denominado “efecto goma”, Audi lo evita optando por que la subida de régimen se produzca de forma progresiva, para evitar un ruido excesivo.

El embrague de discos múltiples

Audi se ha decidido por el embrague de discos múltiples regulado electrónicamente y refrigerado por aceite en lugar del convertidor hidráulico de par utilizado en muchas otras transmisiones continuas CVT (de modo similar a como se utiliza con los cambios automáticos y, tanto en unos como en los otros, sufre pérdidas de potencia hasta que se bloquea el convertidor).

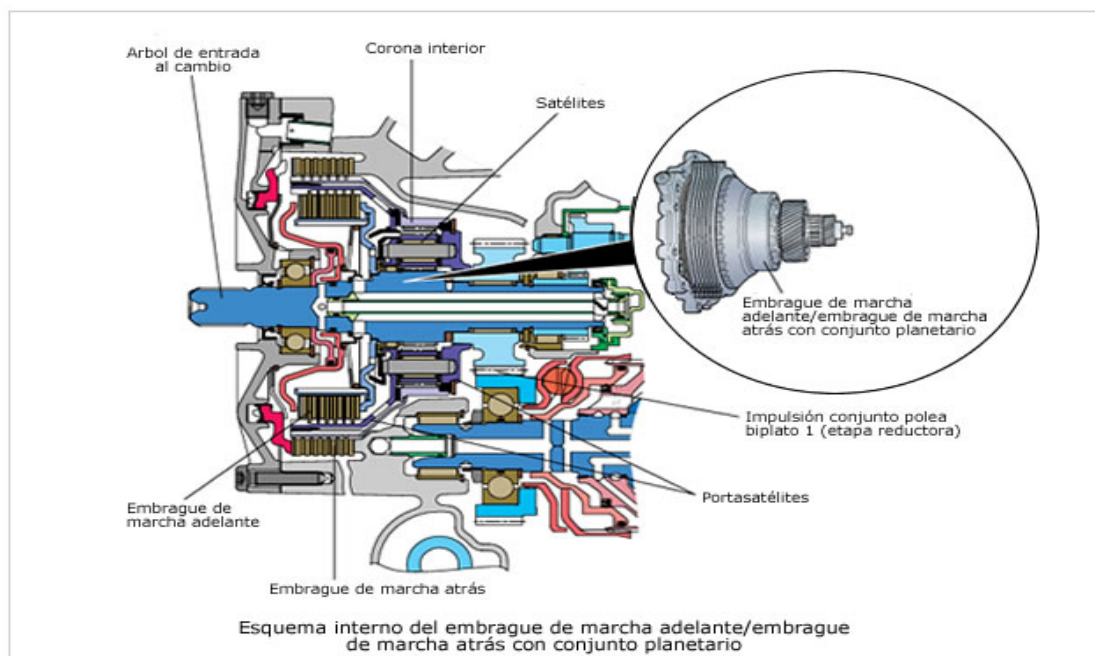


Figura 2.4.7 Embrague de discos múltiples CVT

A favor de este tipo de embrague encontramos, junto con el mejor grado de efectividad, la capacidad de posibilitar las características de arranque más diversas. Esto significa que el embrague de discos múltiples se puede gestionar de tal modo que en caso de arranques especialmente suaves sobre una calzada resbaladiza son posibles todos los procesos de arranque pensables y éstos son libremente seleccionables por la electrónica.

Este embrague reconoce, por ejemplo, dependiendo del movimiento del pedal del acelerador, si el conductor desea iniciar la marcha pensando en el consumo o en la deportividad y adapta el régimen del motor de una forma absolutamente suave o bien lo regula rápidamente en el margen del par de motor más alto. El embrague gestionado electrónicamente puede realizar incluso un programa de calentamiento para que el catalizador se caliente con el aumento del régimen dependiendo de la temperatura del motor en el momento de embragar.

Gracias a las posibilidades del tipo de embrague seleccionado es posible también, por ejemplo, escoger un tipo definido de comportamiento de la transmisión (función de deslizamiento), ya que éste tipo de comportamiento se valora positivamente en los cambios automáticos con convertidor de par hidráulico. Pero con la clara diferencia de que el comportamiento de transmisión en el caso del multitronic permanece siempre igual independientemente de las influencias exteriores y del estado de funcionamiento. Esto significa que la gestión electrónica equilibra el juego del embrague, la calidad del forro y el aceite así como las oscilaciones de temperatura.

Sin embargo, al pisar el pedal de freno, por ejemplo, al detenerse ante un semáforo se produce una disminución clara del par motor transmitido, hecho que descarga el motor y reduce el consumo. El conductor lo percibe como una ayuda importante a la hora de mantener frenado el vehículo.

Dado que el embrague de discos múltiples evita, por una parte, todas las pérdidas de potencia que se producen en los embragues hidráulicos de otras transmisiones, por otra parte, no puede servir como convertidor de par de arrancada. Pero este hecho lo equilibra el variador con su gran amplitud de la banda de relaciones que ofrece junto

con las infinitas variantes de desmultiplicación. Gracias a una mayor desmultiplicación se reduce el par mínimo del motor para la arrancada. Dado que se aprovecha el mismo y único variador también para la marcha atrás, un segundo paquete de discos retoma la función de dicha marcha y un juego de planetarios relacionado con éste invierte el sentido de giro.

El caudal de aceite es el responsable de la refrigeración para asegurar la capacidad de rendimiento del embrague con los dos paquetes de discos. Dado que el aceite de refrigeración llega exclusivamente al paquete de discos que esté funcionando para la marcha adelante o la marcha atrás, trabaja, por lo tanto, experimentando unas pérdidas de potencia extremadamente reducidas.¹²

Etapa reductora

Se encuentra situada entre el embrague de discos múltiples y la polea conductora del variador continuo de la caja de cambios. Esta formada por un conjunto planetario (ravigneaux) y tiene la misión de reducir el numero de revoluciones que entra en la caja de cambios y que acciona después acciona la polea conductora del variador.

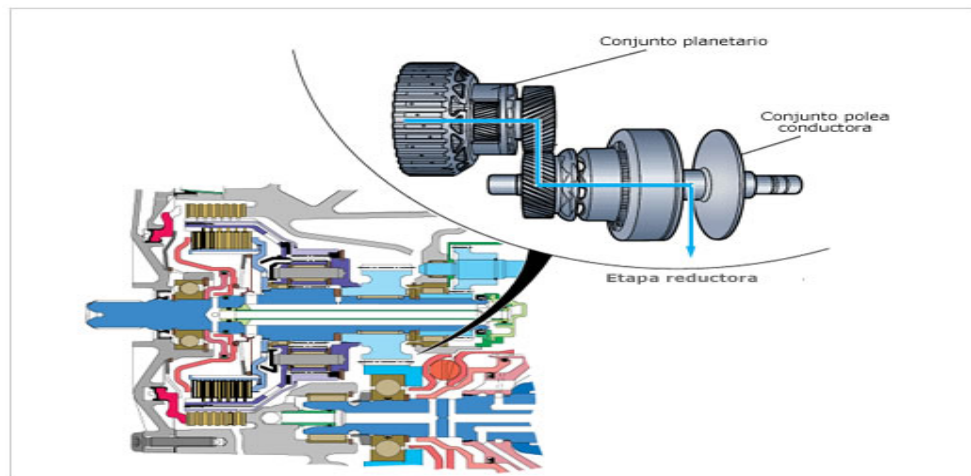


Figura 2.4.8 Etapa reductora

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010,
www.mecanicavirtual.org

¹² MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010,
www.mecanicavirtual.org

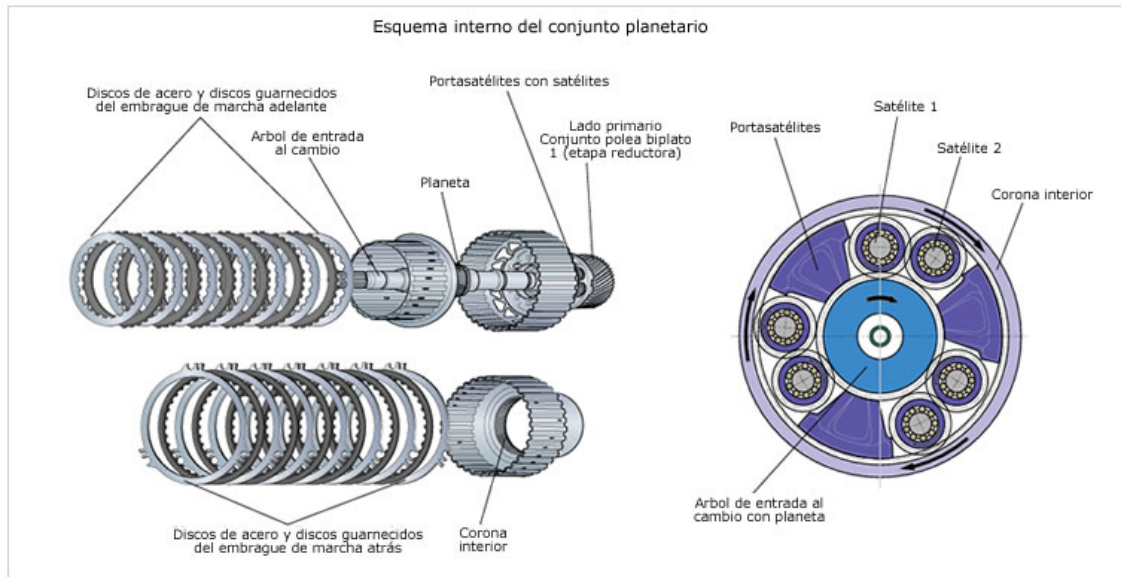


Figura 2.4.9 Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010, www.mecanicavirtual.org

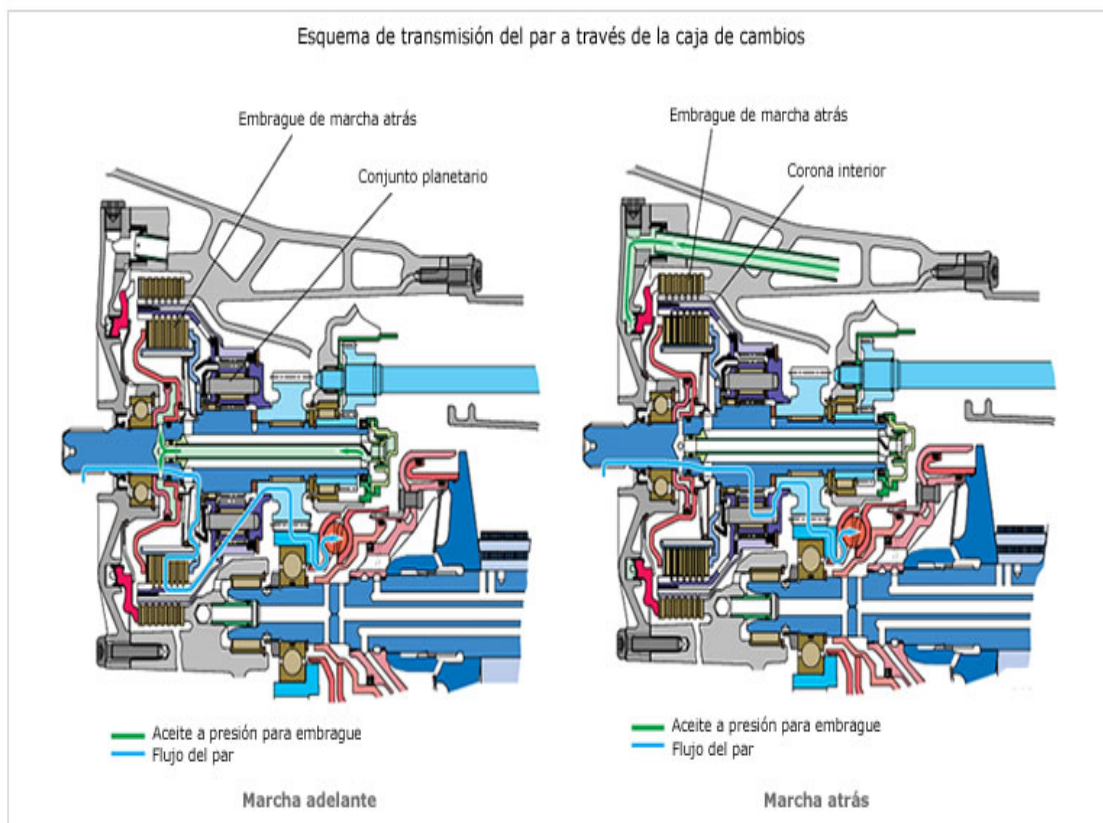


Figura 2.4.10 Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010, www.mecanicavirtual.org

Sensor de par

Este nuevo elemento es el responsable de que el variador trabaje de un modo prácticamente automático. Un sensor de par, que trabaja de modo similar a una válvula de limitación de presión, se torsiona de tal modo a través del momento variable de entrada que cierra o abre los taladros de alimentación de la hidráulica de mando.

Así, se genera automáticamente un equilibrio entre el par motor que se transmite y la fuerza de presión. Este hecho supone un requisito esencial para la reacción extraordinariamente rápida del variador sobre todas las modificaciones de tracción así como una prevención ante el aumento inmediato de la presión de empuje, por ejemplo, en caso de golpes en el tren motriz, convirtiéndose de este modo en un mecanismo de seguridad ante irregularidades de todo tipo.¹³

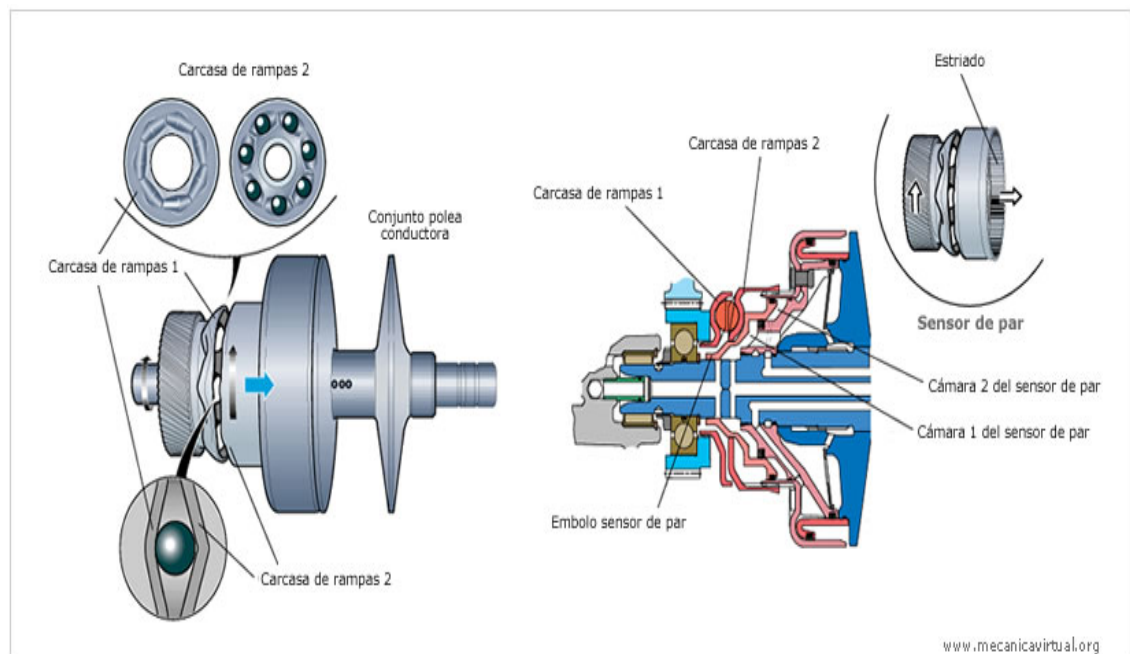


Figura 2.4.11 Sensor de par CVT

Fuente: MEGANEBOY, Dani, *Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT*, México 2010,
www.mecanicavirtual.org

¹³ MEGANEBOY, Dani, *Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT*, México 2010,
www.mecanicavirtual.org

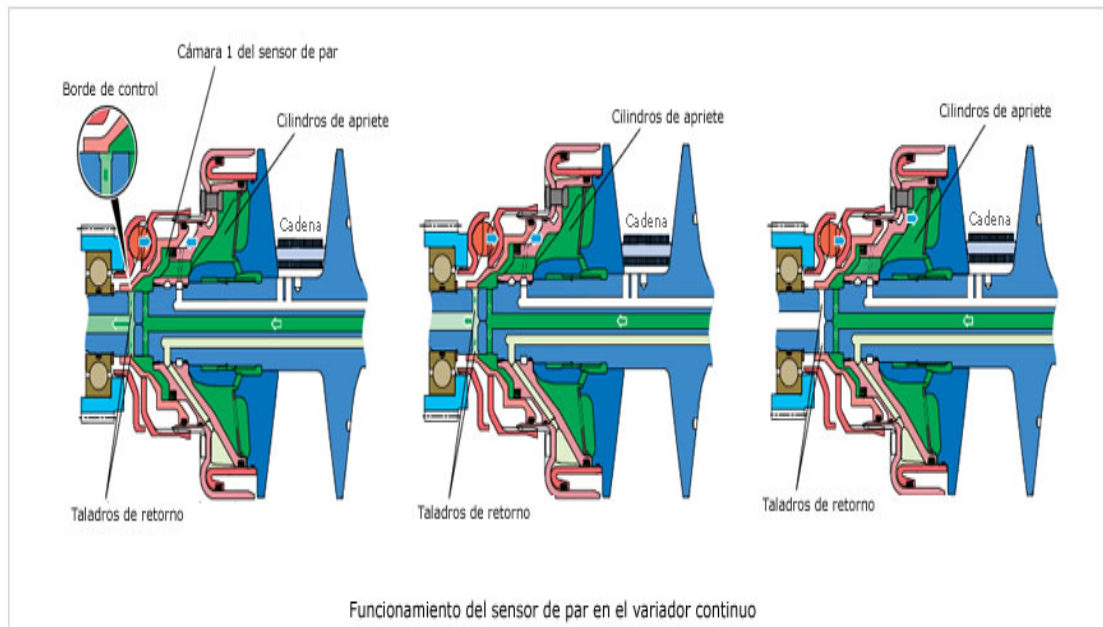


Figura 2.4.12 Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010, www.mecanicavirtual.org

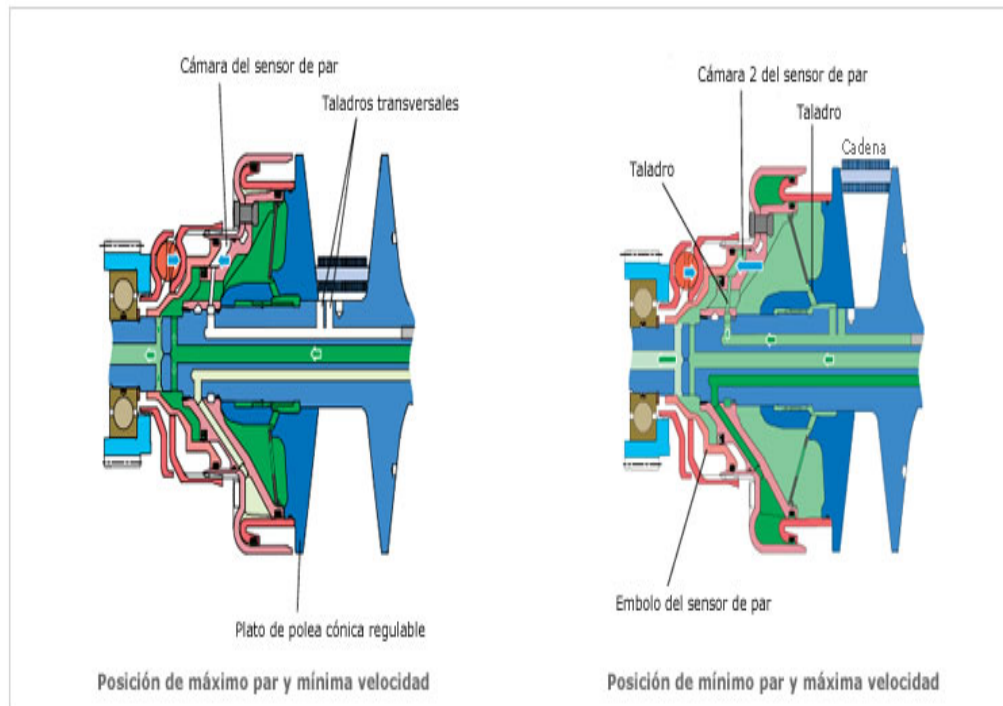


Figura 2.4.13 Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010, www.mecanicavirtual.org

La cadena

Esta correa es especialmente importante, ya que transmite la carga total de uno de los ejes de la transmisión al otro y, lo que es más, sin existir fuerzas de tracción. Tan sólo su fricción sobre las superficies cónicas de ambas poleas es capaz de transportar la carga. Audi se ha decidido por la cadena de láminas en lugar de por la correa articulada, habitual en las transmisiones continuas CVT. Dicha cadena está realizada en acero, y a pesar de ello es casi tan flexible como una correa trapezoidal. La cadena de láminas se ha efectuado de modo tan robusto que puede transmitir pares de motor más altos y fuerzas más elevadas que otras correas. Esta cadena se ha mostrado durante los muchos años de pruebas como extremadamente fiable y tiene garantizada una larga vida.

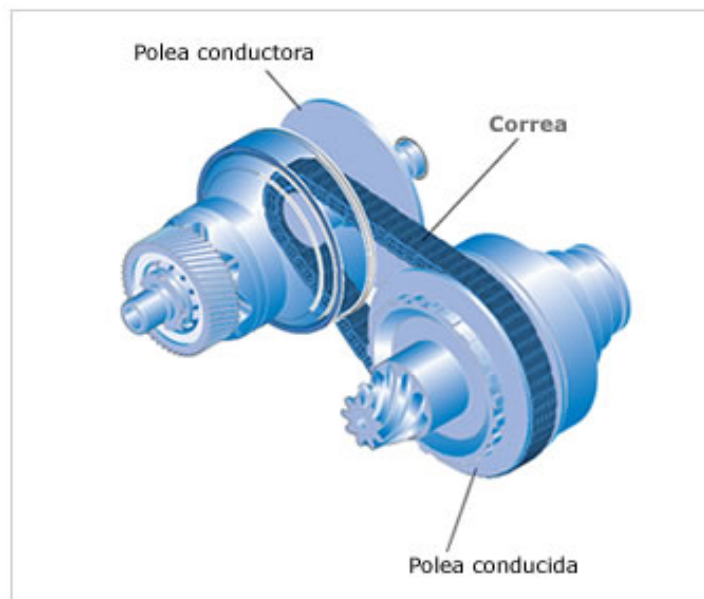


Figura 2.4.14 Posición de la cadena

Fuente: AUDI, Sistema Multitronic, Alemania 2008 <http://www.audi.com>

Montada de modo similar como otras cadenas, sólo con varias capas unas junto a otras y especialmente más robusta, está compuesta por segmentos unidos por pernos en sus puntos de articulación transversales. Los frontales de los pernos presionan contra las superficies cónicas de las poleas. La fuerza motriz de la cadena se

transmite a los puntos de apoyo resultantes sobre las poleas del variador. El deslizamiento resultante es tan reducido que los pernos, durante la vida de la transmisión, tan sólo se desgastan como máximo de una a dos décimas de milímetro.

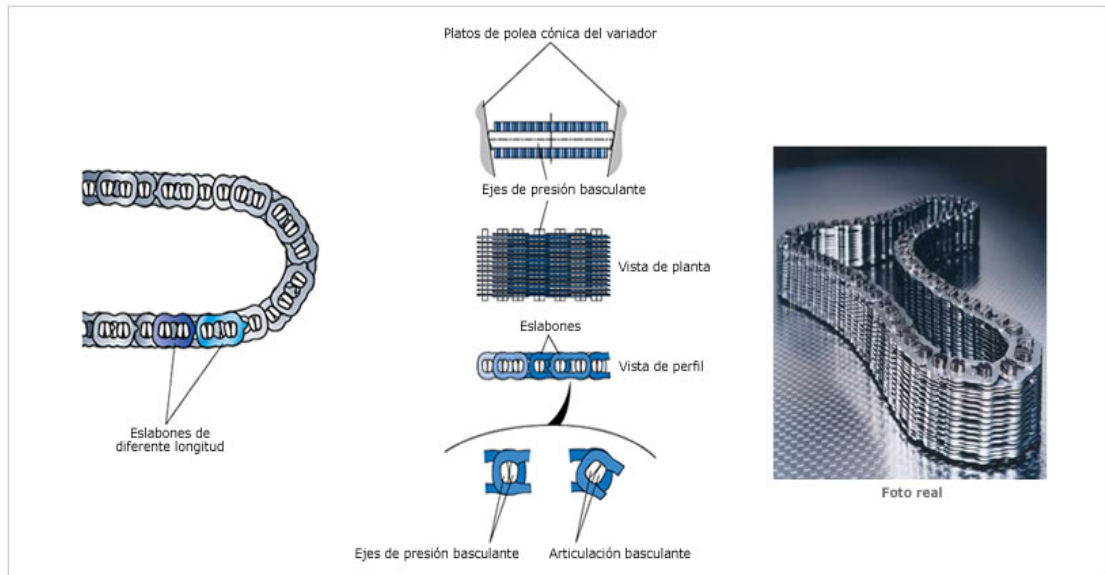


Figura 2.4.15 Cadena CVT constitución

Fuente: AUDI, Sistema Multitronic, Alemania 2008 <http://www.audi.com>

Esta cadena de láminas ofrece, además, la ventaja de que su recorrido puede ser inferior al de otras correas articuladas. Incluso al recorrer el más pequeño diámetro de enlace, posee la facultad de transmitir las fuerzas máximas y los pares de motor. En ese momento, solamente hay nueve pasadores en contacto con las superficies interiores de las poleas, pero la presión específica es tan grande que también en caso de una gran carga no resbalará. Un engranaje consigue la correspondiente reducción de régimen al comprobarse que el variador muestra su mejor grado de efectividad siendo accionado con un par de motor grande.

Sus características son:

- Peso: 1,8 kg.
- Longitud: 715 mm.
- Ancho: 37mm,
- Formada por 1025 eslabones planos (de los cuales tiran 28 en paralelo) en varias capas, unas junto a otras, y unidos por 75 pernos en sus puntos de articulación transversales.

- Los eslabones son de acero de diferentes durezas y tamaños.¹⁴

Sistema hidráulico

En los cambios de variador continuo "convencionales" existentes solo hay un sistema hidráulico. El Multitronic los tiene separados. Así, la variación del diámetro es más rápida y requiere menos energía.

El sistema hidráulico tiene dos funciones:

- Presionar suficientemente las poleas contra la cadena para evitar el resbalamiento.
- Variar el diámetro de las poleas.

El sistema hidráulico es un sistema complejo, que genera la presión de empuje que actúa sobre los discos cónicos que forman las poleas. Mientras que, por una parte, ésta presiona los discos cónicos de forma que se produce una transmisión de fuerza con el escaso resbalamiento deseado, por otra parte, debe ejercer una presión adicional para separar entre sí los discos cónicos, modificando de éste modo la relación entre los diámetros de las poleas y por lo tanto la desmultiplicación final del variador. Por esta causa, los ingenieros de Audi han distribuido desde un principio la hidráulica de su variador en dos áreas.

¹⁴ AUDI, Sistema Multitronic, Alemania 2008 <http://www.audi.com>

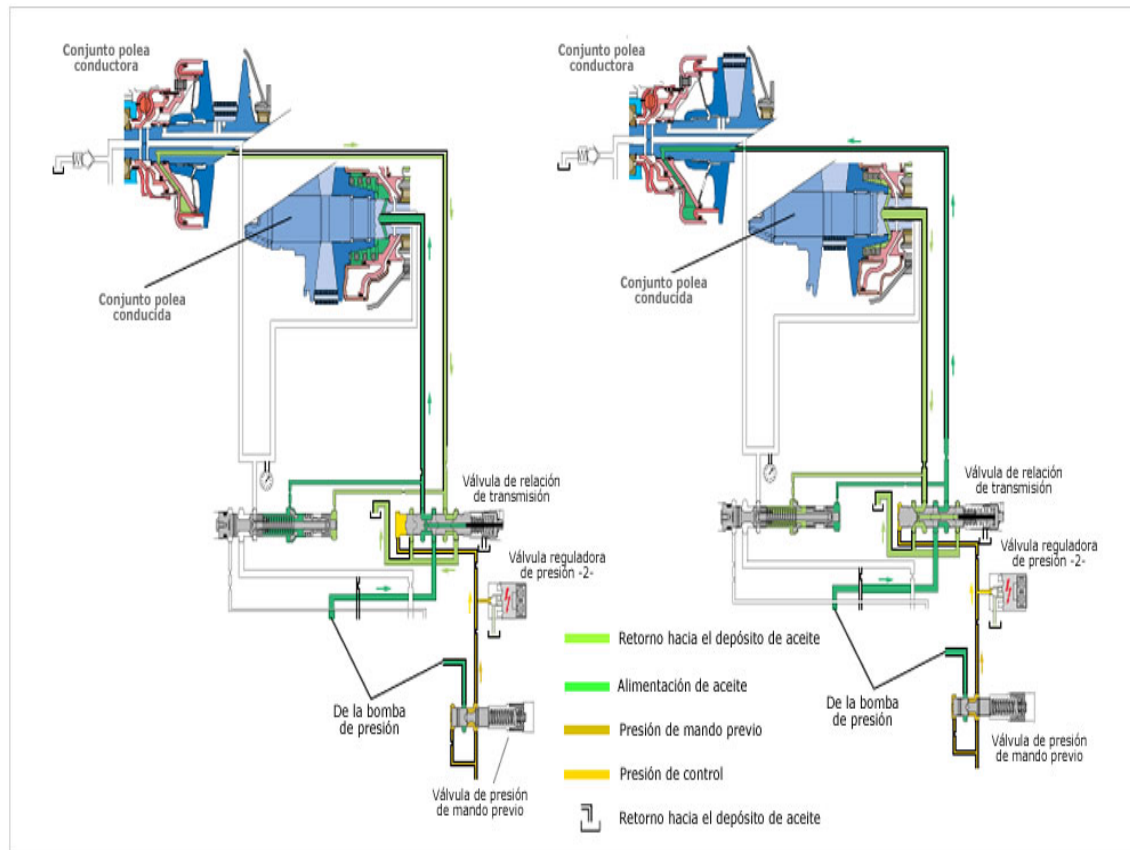


Figura 2.4.16 Sistema Hidráulico

Fuente: AUDI, Sistema Multitronic, Alemania 2008 <http://www.audi.com>

Como se desprende de la distribución de funciones, ésta trabaja sobre ambos pares de los discos cónicos del variador según el principio de doble émbolo. Mientras que el émbolo empujador con la mayor superficie operante impide que la cadena de láminas resbale, el émbolo empujador con la menor superficie ejerce fuerza adicional sobre el disco correspondiente cuando ha de ser modificada la desmultiplicación. Los sistemas hidráulicos de ambos pares de discos se pueden relacionar entre sí por medio de la bomba de aceite y las válvulas de regulación de modo que solamente se deben desplazar de una parte a otra, volúmenes reducidos de aceite y, únicamente se necesita aplicar la diferencia de presión correspondiente. Este es el motivo por el cual el variador Audi reacciona instantáneamente ante cualquier orden de gestión, lo que no sucede en las transmisiones CVT "convencionales".

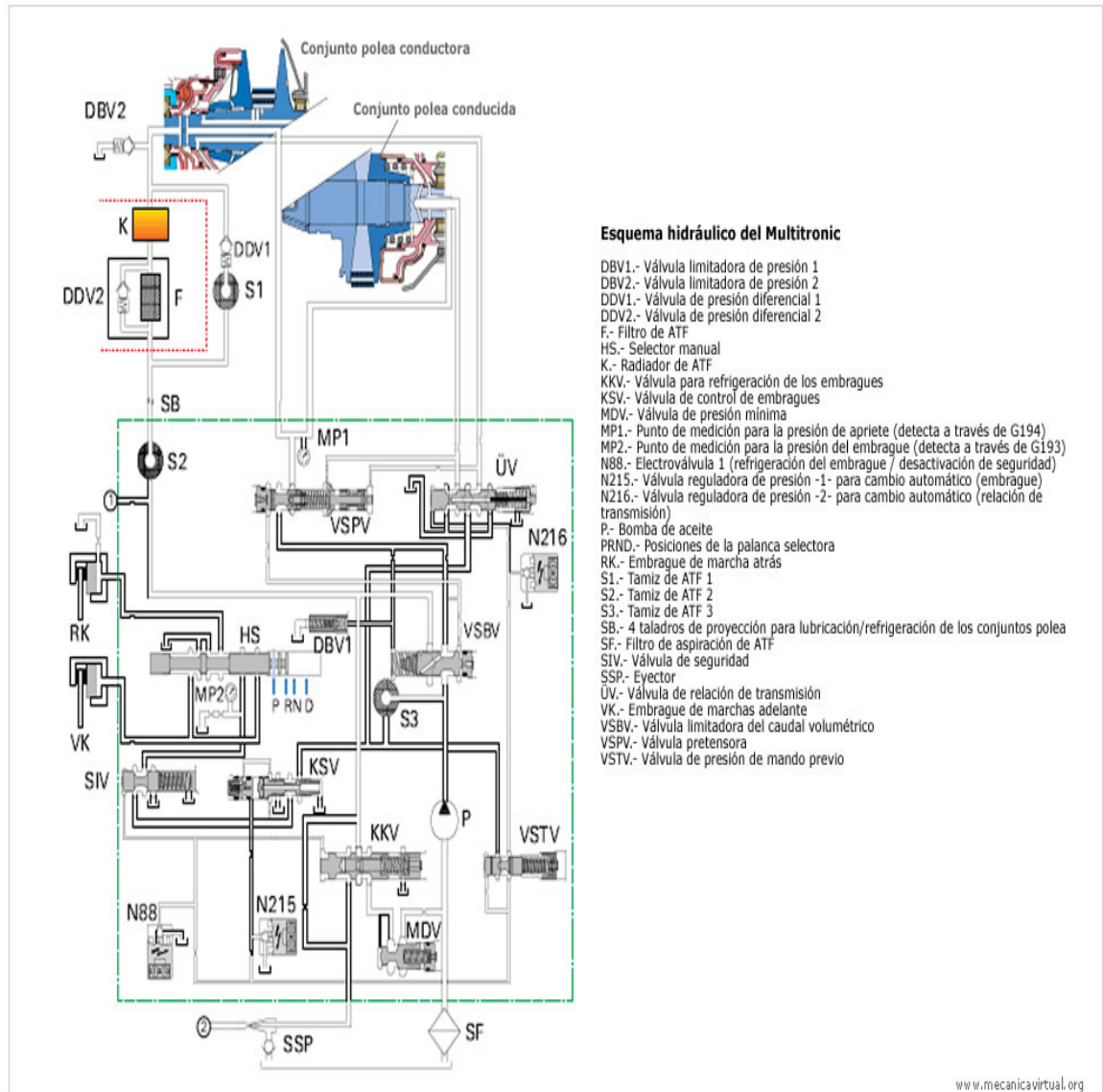


Figura 2.4.17 Esquema Hidráulico Multitronic

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010,

www.mecanicavirtual.org

El Multitronic no posee una única bomba hidráulica grande sino dos más pequeñas adaptadas al sistema: una bomba de engranaje interior produce la presión para el empuje de los discos cónicos así como la fuerza adicional para variar la transmisión y una segunda bomba eyectora proporciona a los discos del embrague la cantidad de aceite necesaria con solamente la presión suficiente para llegar al lugar de la refrigeración (el cambio cuenta con un circuito de refrigeración del aceite). Esta trabaja según el llamado principio "Venturi" y toma la cantidad necesaria de aceite por medio de un eyector conformado especialmente para cumplir dicha función, sin

consumir mucha energía para el aumento de presión. La bomba de engranajes es comparativamente pequeña ya que solamente debe desplazar de un lado para otro el pequeño volumen de aceite que se halla en las cámaras de presión. La presión a la que está sometido dicho aceite va desde 20 bares (funcionamiento normal) hasta 60 bares (máximo). En general, este sistema de bombas requiere una potencia que es aproximadamente la mitad de la necesitada tradicionalmente.¹⁵

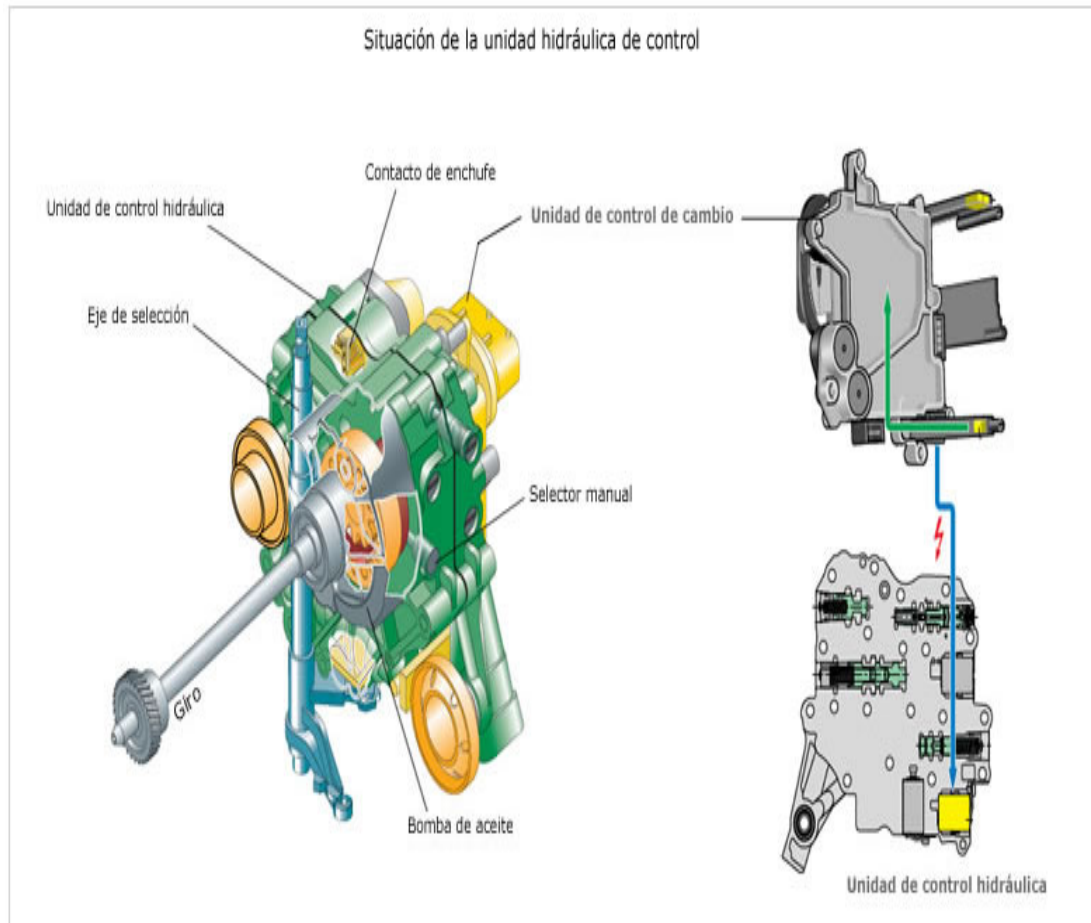


Figura 2.4.18 Situación de la unidad electrónica de control

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010,
www.mecanicavirtual.org

¹⁵ MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010,
www.mecanicavirtual.org

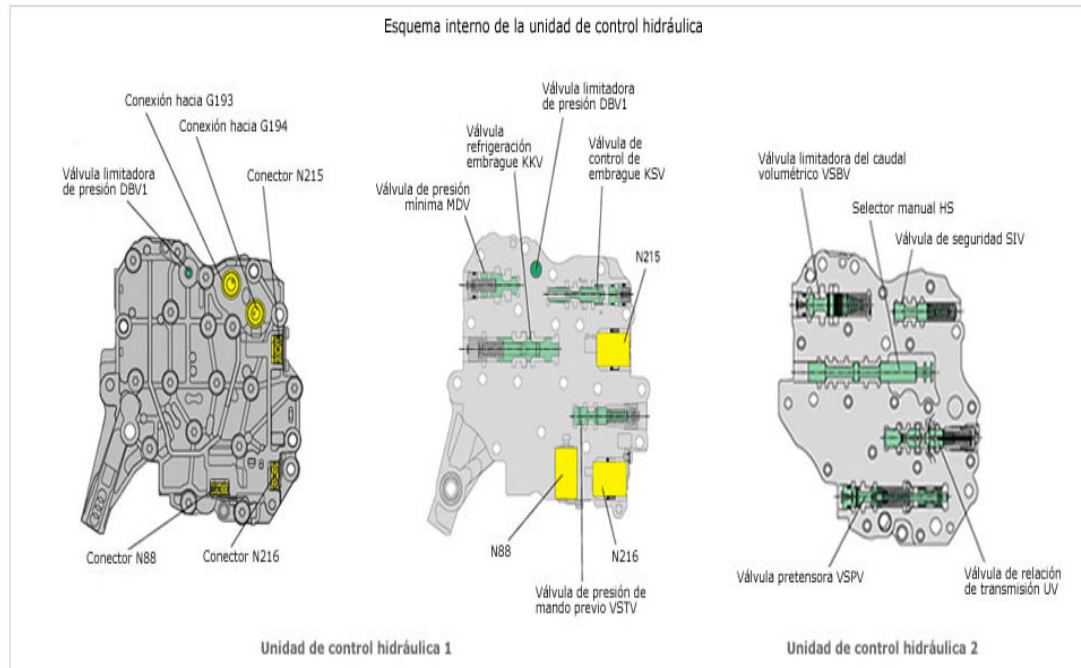


Figura 2.4.19 Esquema interno de la unidad de control hidráulica

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010,
www.mecanicavirtual.org

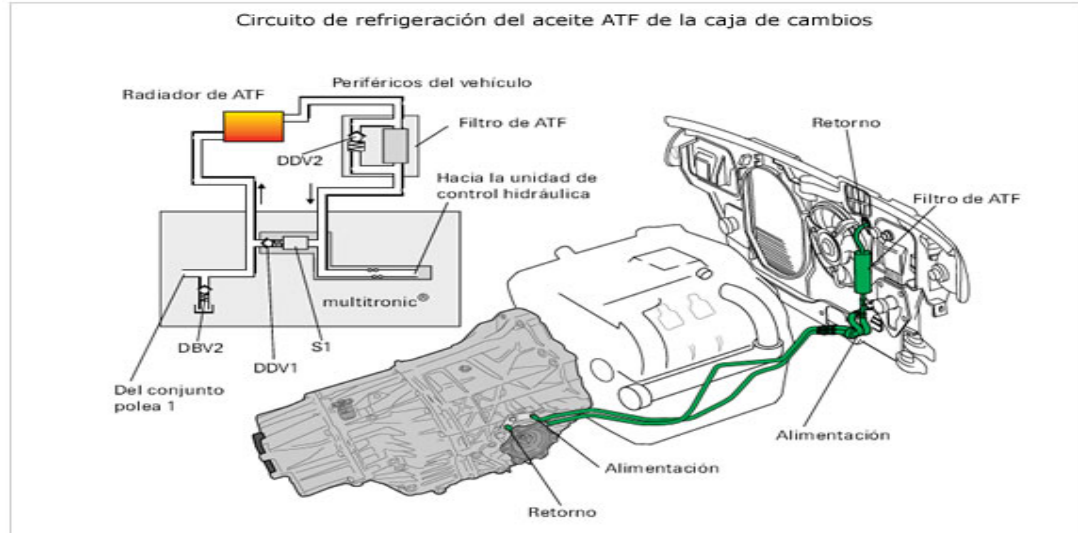


Figura 2.4.20 Circuito de refrigeración de aceite

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010,
www.mecanicavirtual.org

Unidad electrónica de control

La unidad electrónica del cambio, que se encuentra en la transmisión como un componente directamente junto a la hidráulica, es el responsable de accionar rápidamente un auténtico arsenal de válvulas hidráulicas. Los datos memorizados son la base para su accionamiento y están a disposición de los procesos, dependiendo de los parámetros interiores como temperatura de funcionamiento e influencias exteriores, como el movimiento del pedal del acelerador. El software memorizado aquí hace realidad una serie de procesos de regulación en parte completamente nuevos con la ayuda de los cuales se realizan funciones de transmisión complejas que hasta ahora no existían.¹⁶

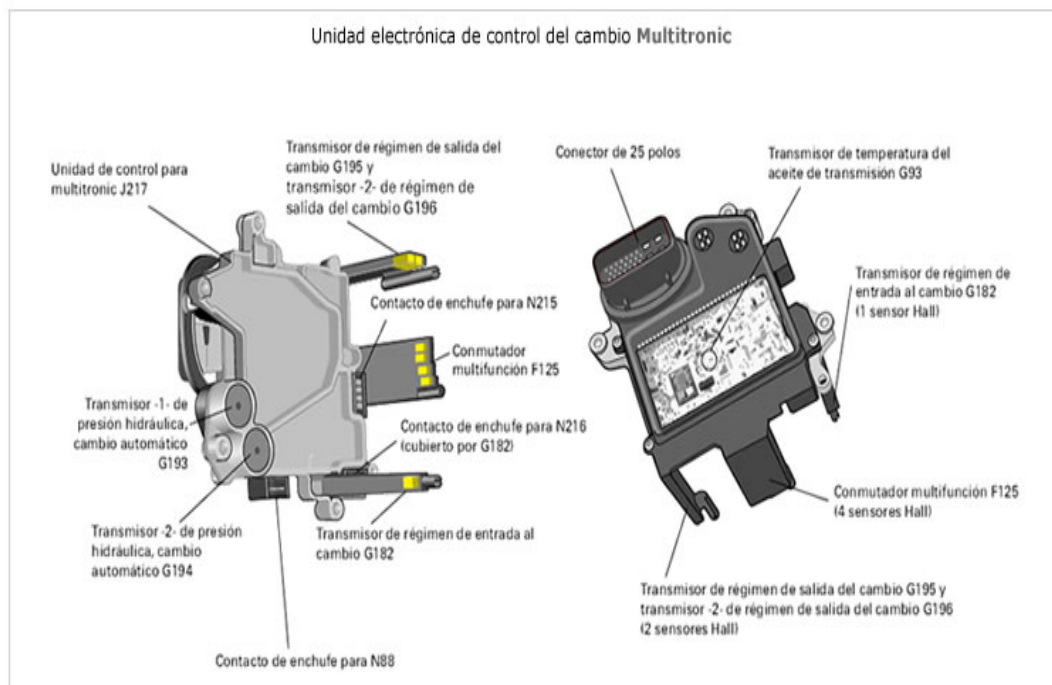


Figura 2.4.21 Unidad electrónica de control de cambio

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010,
www.mecanicavirtual.org

¹⁶ MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010,
www.mecanicavirtual.org

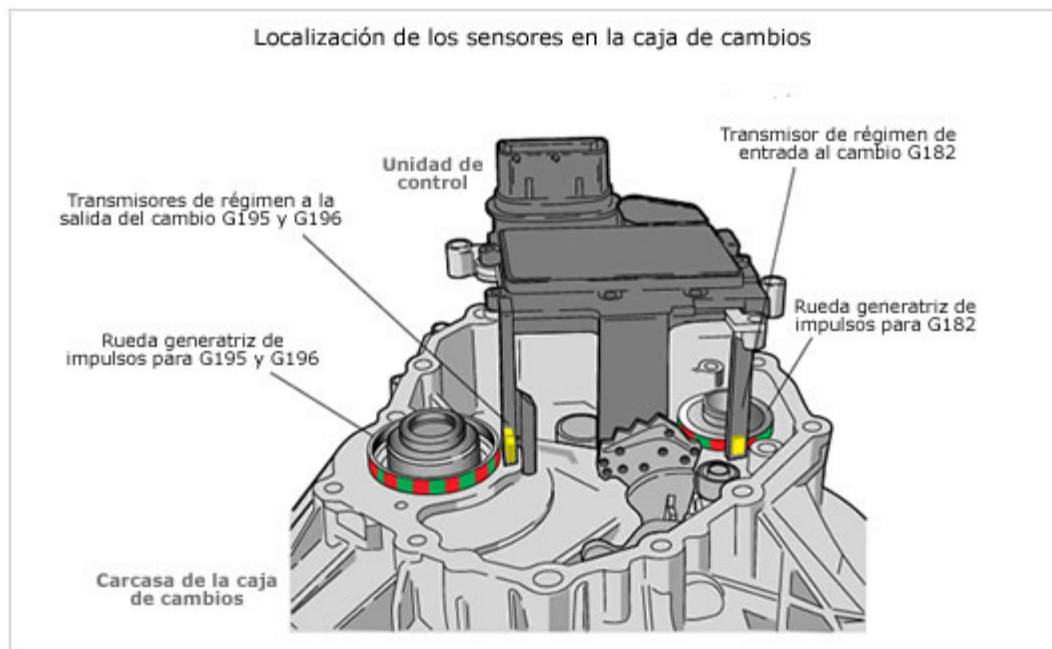
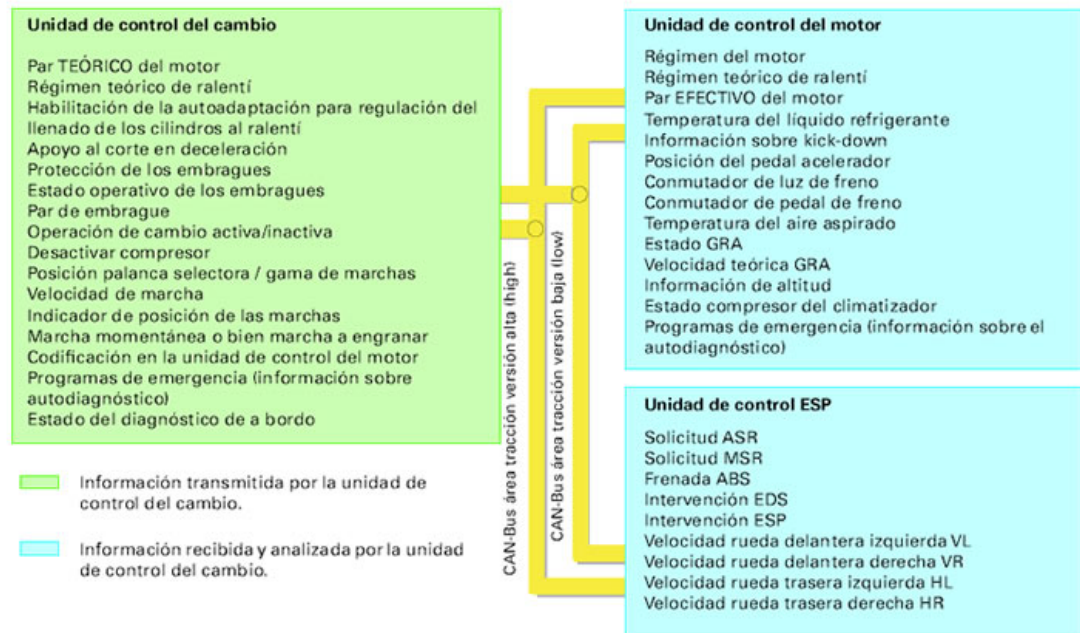


Figura 2.4.22 Ubicación de sensores de la caja de cambios

Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010,

www.mecanicavirtual.org

cambio de tal modo que resulta un comportamiento de régimen similar al de una transmisión automática convencional durante la conducción.

La adaptación progresiva de las revoluciones gestionada electrónicamente se desarrolla en tres fases:

1. Al pisar el pedal del acelerador, el variador cambia a un desarrollo menor (desarrollo corto). El motor gira espontáneamente a un régimen algo alto, lo que al contrario a la transmisión automática convencional se lleva a cabo sin sacudidas y de forma desapercibida. A continuación sigue
2. La adaptación progresiva de las revoluciones propiamente dicha, con la que el régimen del motor sigue subiendo de forma continua con una velocidad ascendente según una estrategia fija.
3. En la última fase, la electrónica de la relación de transmisión realiza correcciones con objeto de conseguir una prestación óptima de conducción o consumo según el deseo específico del conductor, que dicha electrónica ha estudiado y memorizado justo antes de iniciar dicho proceso, basándose en el comportamiento del conductor.

Si el conductor quita, a continuación, el pie del acelerador, la electrónica cambia en dirección a un mayor desarrollo (desarrollo largo), lo cual tiene lugar de nuevo de una forma completamente exenta de sacudidas. Gracias a esta adaptación progresiva de las revoluciones se experimenta la confortable conducción como algo dinámico e incluso muy deportivo. El hecho más importante reside en que el multitronic no realiza ninguna modificación de los desarrollos o de adaptación progresiva de las revoluciones que no sea ocasionada por el conductor a través de un movimiento del pedal del acelerador.¹⁷

El reconocimiento del conductor del "programa dinámico de regulación DRP"

En los últimos años se han impuesto programas autoadaptativos (como el tiptronic con DSP de Audi) con la exigente transmisión automática que memorizan el deseo del conductor por medio de los movimientos del pedal del acelerador y lo traducen en una orden de marcha actual. Exactamente esta técnica es la que aprovecha Audi

¹⁷ AUDI, Sistema Multitronic, Alemania 2008 <http://www.audi.com>

también con el multitronic, que puede cambiar desde una marcha mayor a menor y viceversa, mejor que una transmisión automática (sin sacudidas) cumpliendo las exigencias más diversas. Esta gestión se basa por lo tanto, en campos característicos completamente diferentes que representan una forma de conducción especialmente económica o deportiva. La electrónica selecciona continuamente el punto óptimo que se adapte a la situación de conducción.

De este modo, el tipo de funcionamiento Economy (económico), que tiende al menor consumo posible de combustible, está caracterizado por una gran zona de utilización con desarrollos largos. Esta zona de desarrollos largos comienza ya a los 60 km/h.

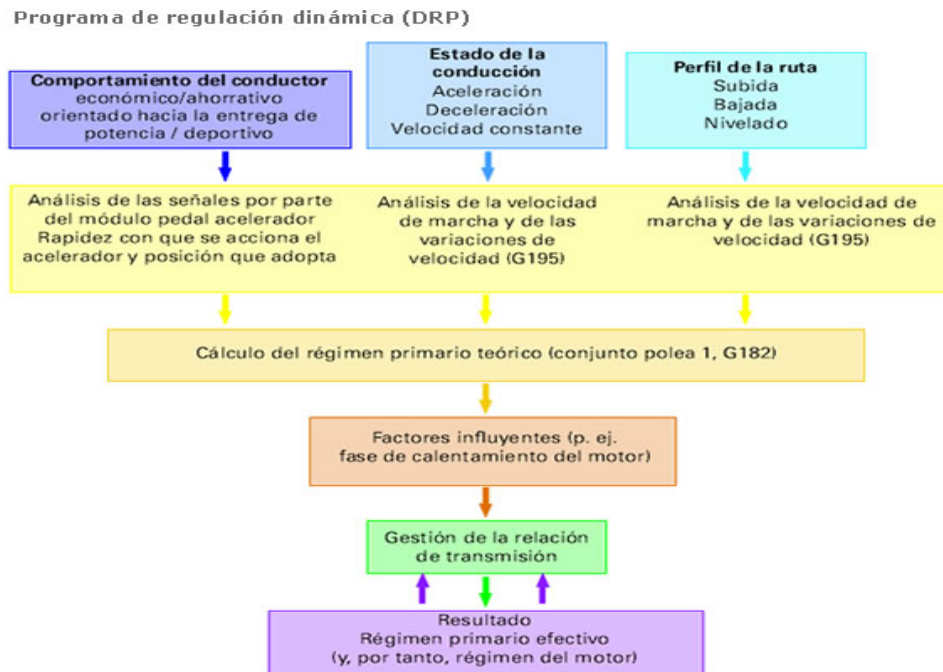
Cuando el conductor pisa el acelerador al máximo (kick-down), la gestión cambia enseguida al tipo de funcionamiento deportivo, amplía la desmultiplicación y consigue el régimen alto de revoluciones necesario para desarrollar la potencia máxima. Por ello, el tipo de funcionamiento deportivo orientado a desarrollar una gran potencia está caracterizado por una gran zona de utilización con desarrollos cortos.

En todas las situaciones de conducción restantes, la electrónica busca la desmultiplicación adecuada con motivo de los últimos datos del conductor memorizados así como de la orden de marcha actual y regresa, en cualquier caso, al tipo de funcionamiento del más favorable consumo cuando el conductor reduzca la presión del pie sobre el pedal del acelerador.

El reconocimiento del ENTORNO del "programa dinámico de regulación DRP". Así como el multitronic reconoce el estilo de conducción deseado por el conductor y lo toma como magnitud interior, este sistema tiene en cuenta factores externos con sus reacciones, como, por ejemplo, tramos en ascenso, tramos en descenso y utilización de remolque.

Si el conductor, por ejemplo, acelera, de forma continuada, por uno de los tres motivos mencionados anteriormente, más de lo que sería normal, en una carretera en línea recta, la electrónica reconoce una carga adicional a ser generada por ella y reacciona con una elevación del régimen del motor. Esta compensación de carga

automática es experimentada de una forma muy satisfactoria y confortable por el conductor durante el ascenso o con la conducción con remolque.



Fuente: MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010,
www.mecanicavirtual.org

Un efecto parecido es el que consigue el multitronic también en los descensos. Este registra dicho descenso basándose en el hecho de que frente a la conducción desarrollada en un tramo en línea recta, la potencia del motor exigida es menor y valora adicionalmente el accionamiento del freno como un deseo del conductor, apoyando la deceleración del vehículo.

El multitronic modifica, basándose en este hecho, la desmultiplicación hacia una velocidad menor con un mayor régimen (desarrollos cortos) y apoya el frenado con el par de inercia del motor. Esta desmultiplicación se mantiene mientras el conductor no frene ni acelere. Así, el vehículo rueda con un desarrollo constante al igual que sucede con una transmisión manual.

Todo esto funciona también especialmente cuando un remolque dificulta la subida de un tramo montañoso o acelera durante un descenso. La especial ventaja del multitronic consiste en el último caso en el hecho de que a diferencia de una

transmisión automática en situación límite entre dos relaciones de cambio, esta no pasa de una relación a otra de una forma repentina, y, por lo tanto, sin su correspondiente sacudida sino que cambia progresivamente y decelera de forma cómoda.¹⁸

El modo de funcionamiento manual de 6 velocidades

Otra característica destacable de este sistema reside en la electrónica con su capacidad de poder imitar las funciones de un cambio manual según el ejemplo representado por el tiptronic. Audi se decidió por las seis marchas hacia delante que pueden ser activadas por el conductor desde la palanca de selección por medio un breve toque sobre la palanca de selección hacia delante o hacia atrás o por medio de la pulsación de un interruptor especial situado en el volante (equipamiento adicional).

Estas seis marchas están memorizadas como programas de cambio fijos. Dependiendo de que marcha sea elegida por el conductor, el variador tiene asignada una desmultiplicación correspondiente en forma de valor teórico que éste mismo ajusta y mantiene. Sin embargo, también estos procesos de cambio influenciados manualmente tienen lugar prácticamente sin transición y exentos de sacudidas con toda la deportividad deseada y también percibida, gracias a una adaptación continua.¹⁹

2.5 VENTAJAS DE LA CVT CON RESPECTO A LA A/T

- Las ventajas de la CVT para los pasajeros es que no tiene movimientos bruscos. Por no tener engranajes y embragues, la aceleración es constante y directa. La ventaja para el dueño es que la velocidad del motor está controlada a su punto de

¹⁸ MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones CVT, México 2010, www.mecanicavirtual.org

¹⁹ AUDI, Sistema Multitronic, Alemania 2008 <http://www.audi.com>

eficiencia máxima para la aceleración que demanda al conductor. Esto minimiza el consumo de combustible y se mejora la emisión de gases de escape.

- El resbalamiento es menor y no hay tantas pérdidas por intercambio térmico ya que no dispone de convertidor de par. Tiene un embrague multidisco gobernado electrónicamente.
- Controla el resbalamiento de modo que si se está parado con el motor en marcha, el resbalamiento es mayor para que el motor no haga fuerza en vano. También es capaz de reconocer cómo arranca el conductor y, en función de eso, adecuar el resbalamiento. El embrague actúa entre 1000 y 3000 rpm.
- Suave y rápido en modo automático con un kick-down muy marcado (reduce hasta 3 marchas si es necesario).
- Amplia relación entre la mayor y la menor desmultiplicación que permite una mejor adaptación a las condiciones de conducción.
- Muy rápido en modo manual. Más rápido que ningún otro automático con posibilidad de manejo manual (sólo el Hypertronic de Primera se le aproxima). Suavidad exquisita tanto en aceleración como en reducción. Más rápida que la Tiptronic, pero con una sensación similar.
- Es en la práctica más funcional que la automática pues no pierde tiempo realizando cambios y genera un menor consumo de combustible, hasta un 8%.

El embrague multidisco regulado electrohidráulicamente presenta las siguientes ventajas en comparación con un convertidor de par:

- Peso bajo
- Dimensiones compactas
- Adaptación de las características de iniciación de la marcha a las condiciones de la conducción
- Adaptación del par de la marcha lenta de fuga a las condiciones de la conducción
- Función de protección contra sobrecarga o uso indebido.²⁰

²⁰ DOMINGUEZ, Javier, Todomotor, Transmisiones Automáticas, España 2006
<http://www.todomotor.net>.

Ventajas de la CVT en un motor Nissan

Las principales características de la nueva CVT son:

- La más alta relación de transmisión del mundo que se traduce en arranque y en aceleración más rápidos.
- La nueva estructura incrementa la relación de transmisión de 6.0:1 a 7.3:1, más del 20 por ciento mayor que otras CVTs, proporcionando una respuesta mejorada en el arranque y en la aceleración. El porcentaje 7.3:1 es mayor que el promedio de las transmisiones automáticas convencionales de siete velocidades que se utiliza en vehículos equipados con motores de alto desplazamiento, lo que lo convierte en uno de los porcentajes más grandes del mundo en la producción de vehículos.
- Compacta y de peso ligero
- Esta revolucionaria configuración de CVT combina un sistema operado por medio de una banda con una transmisión auxiliar de engranes, lo que reduce su longitud general en 10 por ciento y su peso 13 por ciento, en comparación contra las CVTs convencionales de su clase.
- Conducción más confortable
- La siguiente generación de CVT incluye el Control de Cambios Adaptativos (Adaptive Shift Control), que mejora el desempeño al seleccionar automáticamente el mejor porcentaje para el arranque, aceleración y para la conducción cuesta arriba o cuesta abajo.²¹

2.6 DESVENTAJAS DE LA CVT CON RESPECTO A LA A/T

Las desventajas de la CVT vienen del material de la correa que puede limitar la capacidad de torque sin estirarse o patinar, la calidad del lubricante requerido para la fricción, y el desgaste de la correa o sus poleas cuando no son bien lubricados. Además, ciertos diseños solo transmiten torque en una dirección, evitando el frenado por el motor o la generación de electricidad (aplicaciones en autos eléctricos o híbridos).

²¹ ED3, El Periódico del motor, Prestaciones CVT, España 2004
http://www.elperiodicodelmotor.es/articulo_motor.php?id=2667

Por la eficiencia y suavidad de la CVT, mucha gente cree que es más lenta que una transmisión manual o automática tradicional, cuando en realidad, la computadora transmite la fuerza con tanta eficiencia que la aceleración es más rápida. Para eliminar esta *percepción* de pobre aceleración, muchos fabricantes han adicionado controles que permitan al conductor hacer sus cambios manuales con palancas (tipo “*secuencial*”) y una programación de la computadora para emular cambios manuales.

- Sonido alto y desagradable que da la sensación de un embrague patinando.
- El funcionamiento en modo automático dista bastante de la eficacia mostrada por los cambios de Renault y PSA. Sobre todo, por la tendencia que tiene de buscar la marcha más larga a poco que se alivia la presión sobre el pedal del acelerador.
- Tiene función kick-down en modo manual.
- La electrónica se entromete cuando se llega a la zona roja.
- Al ser una tecnología, en teoría reciente, la CVT por el momento puede ser más cara, pues no hay por el momento suficiente personal capacitado para repararlas.
- Cabe señalar que acostumbrarse a las cajas CVT no es cosa fácil, ya que al no existir los tradicionales cambios, el tacómetro nunca desciende y puede surgir una sensación de exceso de carga para el motor, pero no es así, se trata simplemente de una utilización diferente.²²

²² ZF, Friedrichshafen AG, Transmisión CVT , Alemania, 2008
http://www.zf.com/content/de/import/zf_konzern/startseite/Startseite.html

2.7 CONCLUSIONES

Es evidente que la tecnología del variador continuo CVT en las transmisiones, no es del todo nueva, a lo largo de la historia se ha ido desarrollando cada vez más este tipo de transmisiones. En un inicio el sistema CVT presentaba muchos problemas, sobre todo de resbalamientos. Hoy en día gracias a la evolución de la electrónica en el campo automotriz, se cuenta con sistemas cada vez más fiables y seguros con nuevos componentes mucho más resistentes y livianos, incrementando la eficiencia y ahorrando combustible.

Muchos fabricantes han apostado por el desarrollo de diferentes tecnologías CVT, actualmente existen diversos tipos y variantes de estas transmisiones, algunos más complejos que otros, pero con el mismo principio de funcionamiento. Uno de los pioneros en la evolución de esta tecnología es Audi que con el multitronic, brinda una serie de ventajas, que se acoplan a las necesidades de los conductores más exigentes.

La simplificada constitución de las transmisiones CVT, trae una serie de ventajas y desventajas, según el criterio de ciertos conductores, las transmisiones CVT pueden llegar a aburrir, puesto que no se siente el paso de una relación de transmisión a otra, generando gran suavidad y confort. La cadena o banda es el corazón de la transmisión, por ello todos los avances actuales se ven enfocados a perfeccionar este componente, haciendo cada vez mas resistente, elástico y ligero.

CAPITULO III

PROYECCIÓN DE LAS TRANSMISIONES CVT EN LA CIUDAD

3.1 GENERALIDADES

A nivel mundial la japonesa Nissan, se había planteado como objetivo llegar al año 2010 con un volumen de venta de 1.000.000 de unidades con caja de cambios automática Xtronic CVT. Durante el año 2007 comercializó 1.088.000 unidades. Esto se incluye dentro del Programa Ambiental de mediano plazo denominado Nissan Green.

Las ventas de automóviles equipados con CVT se cuadruplicaron de 250.000 unidades en 2004 a 1 millón de unidades en 2007. Actualmente, CVT representa aproximadamente el 28.6% de las ventas globales, comparado con el 7% de 2004. La penetración de CVT varía a través de las regiones, con una tasa mayor en Norteamérica y Japón con un 47,4% y 43,8% respectivamente.²³

El presidente de Nissan-Renault en Mexico, Carlos Ghosn comentó en una entrevista que para Nissan será importante generalizar la transmisión CVT.

Con relación a los automóviles híbridos, el señor Carlos Ghosn dijo que Nissan apuntará a generalizar la transmisión continuamente variable o conocida como CVT, sin dejar de lado la tecnología híbrida, -"tenemos el objetivo de generalizar la transmisión CVT que en términos globales hace el mismo beneficio que los autos híbridos. Cinco autos con transmisión CVT que son más baratos que los híbridos, equivalen en beneficios atmosféricos a un híbrido por lo que si colocamos un millón de autos con esta tecnología, sería como si hubiéramos vendido 250 mil automóviles híbridos, por lo que nuestros esfuerzos estarán enfocados a eso sin dejar de observar los comportamientos del mercado."

"La cuestión de los híbridos será determinada por el precio y los costos".

²³Diario Hoy, Venta de transmisiones CVT, Quito Miércoles 8 de Mayo del 2008.



Figura 3.1.1 Transmisión CVT

Fuente: Widman International, Transmisiones CVT Lubricación y mantenimiento ,Bolivia, 2010
 :www.widman.biz

En nuestro medio realmente existen muy pocos vehículos equipados con esta tecnología de variación continua, a diferencia de Europa y Asia en donde se ha llegado a desarrollar versiones cada vez más perfeccionadas.

Realizando una investigación de campo, visitando los concesionarios más representativos de la ciudad, con el fin de averiguar acerca de los vehículos equipados con transmisiones CVT's. Los resultados fueron los siguientes:

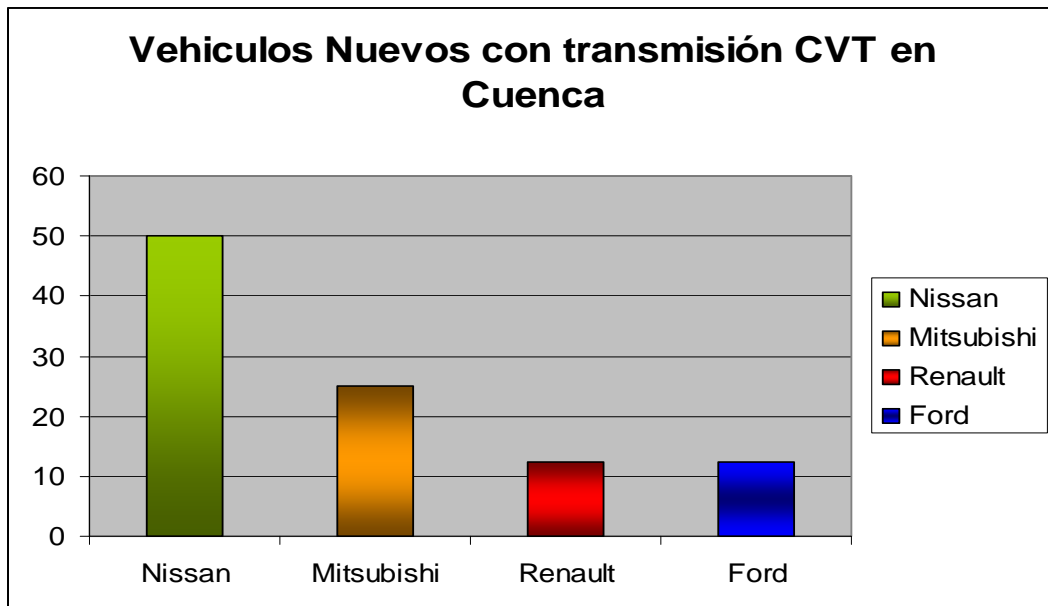


Figura 3.1.2

Fuente: El Autor

Como se puede apreciar en la tabla Nissan ocupa el primer lugar en desarrollo de tecnología CVT, actualmente existen 4 vehículos que se comercializan con esta transmisión, como el Nissan Xtrail Xtreme, el Nissan Sentra 2.0 y próximamente para el 2010 el Nissan Murano CVT, el Nissan Qazana y el NV 200.

El costo de estos vehículos es mucho mas elevado a los que solo traen transmisión automática electro hidráulica, este es de alrededor de \$8000. Si bien la diferencia es elevada, a la larga esto se ve emparejado debido al sencillo mantenimiento y costos de reparaciones que normalmente requiere una transmisión automática de tipo electro hidráulica

	<p>Nissan Sentra 2.0 Desde: \$28500 Hasta: \$29990</p>		<p>Nissan Tiida Desde: \$20990 Hasta: \$20990</p>
	<p>Nissan Xtrail Desde: \$29990 Hasta: \$31500</p>		<p>Nissan Xtrail Xtreme Desde: \$39990 Hasta: \$39990</p>

Costos Nissan Xtrail

Figura 3.1.3

- Fuente: NISSAN, Catálogos de información, Japón, Sapo, 2010.

Las prestaciones que ofrecen las CVT's son variadas, para desarrollar una conducción más cómoda y segura, disminuyendo así las emisiones contaminantes.

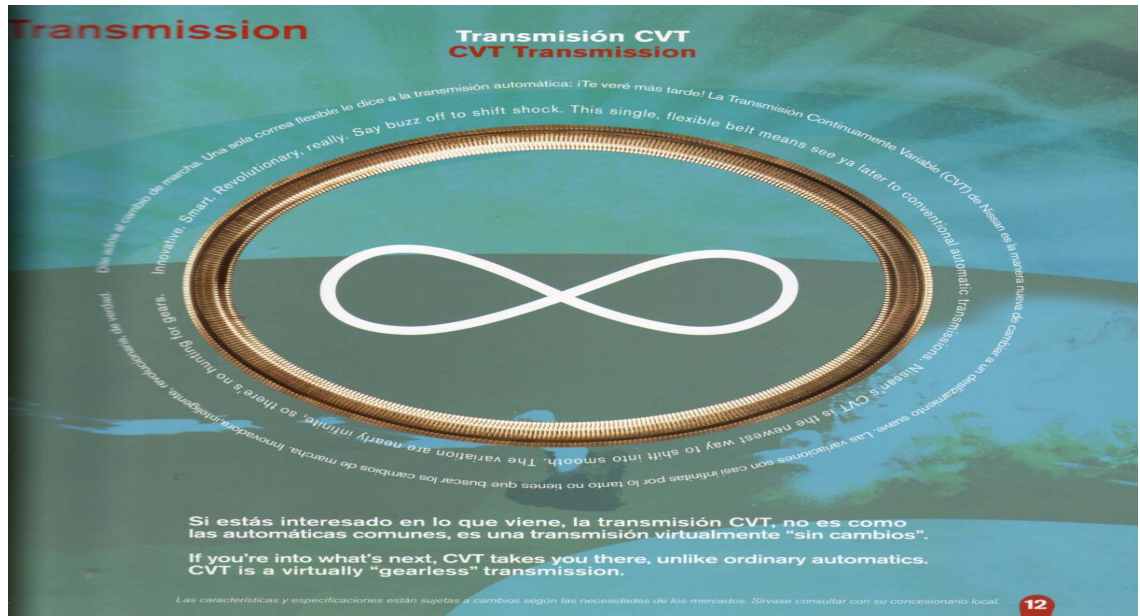


Figura 3.1.4

Cadena de una transmisión CVT De un Nissan Sentra 2.0, Catalogo Nissan

Fuente: NISSAN, Catálogos de información, Japón, Sapo, 2010.

Según técnicos e ingenieros de los concesionarios las CVT's tienen gran aceptación para conductores exigentes puesto que cada vez se venden mas vehículos de estos. Con el continuo avance tecnológico las versiones de las CVT's irán evolucionando cada vez mas, de esta manera se conseguirá un incremento y proliferación de estos vehículos en el parque automotor de la ciudad en un futuro cercano.



Ford Fusion Hybrid 2010

Fuente: Ford, transmisiones automáticas principios de funcionamiento, Ford International Staff, 2010.

Sabemos que la idiosincrasia de las personas en Cuenca es muy conservadora, pocas son las personas que apuestan a tecnologías más novedosas, ello también por la situación económica, no todas las personas pueden acceder a este tipo de vehículos, sin embargo la demanda puede abaratar costos en un futuro, todo depende del nivel de conocimiento que se tenga sobre este tipo de transmisiones, puesto que no solo realizan una conducción más confortable sino que también disminuyen el impacto ambiental.

3.2 MANTENIMIENTO DE LA TRANSMISION CVT

El punto más crítico en el mantenimiento de la transmisión CVT es el aceite. El aceite debería tener anti-corrosivos, aditivos anti-espumantes, detergentes, dispersantes, anti-desgastes, anti-oxidantes, surfactantes, mejoradores de fluidez, acondicionadores de retenes y empaquetaduras, colorante y mejoradores de índice de viscosidad.

La computadora de la transmisión actúa varias válvulas para posicionar las poleas, los discos, rodillos, etc. por el aceite.

- Si el aceite está oxidado o muy viscoso, no puede accionarlas.
- Si el aceite no tiene suficiente detergencia, las válvulas se atascarán y los sensores que mandan señales a la computadora no funciona correctamente.
- Este aceite tiene que resistir altas temperaturas en los puntos de presión y disiparlas en el enfriador de aceite.
- El aceite tiene que eliminar fricción en los cojinetes y rodamientos dentro de la transmisión, mientras haga tracción en los puntos de contacto entre la correa y sus poleas o entre los discos y los rodillos.
- Cuando el aceite pierde su color (la oxidación cambia el color de rojo a negro/marón), es hora de cambiarlo. En algunos autos el concesionario puede determinar el índice de carga para el auto y determinar un punto más exacto para hacer el cambio. En ciertas condiciones leves de operación, este periodo puede extenderse.

Si no se cambia este aceite a tiempo o se usa un aceite ATF común, puede causar:

- Mayor desgaste
- Daños permanentes a componentes interiores
- Alto costo de reparaciones
- Vibraciones por lo que agarra y resbala
- Pérdida de fuerza (por lo que la computadora no puede calcular bien)
- Exceso de consumo de combustible (por lo que la computadora no puede calcular bien)
- Reducción en potencia cuando quiere pasar otro auto o subir la montaña.

Actualmente en nuestro medio existen pocos talleres en donde existe la capacitación para la reparación y mantenimiento de CVT's, uno de ellos es el concesionario de Nissan (Automotores Y Anexos) en donde brindan servicios completos de mantenimiento y reparación de este tipo.

Las transmisiones CVT's tienen una garantía al igual que el vehículo de 120.000 Km o 5 años, según los comentarios del personal que labora en Automotores y anexos, el mantenimiento se limita prácticamente al cambio de aceite de la transmisión, cada 100.000 puntos, es decir mediante un escáner se detecta el estado de degradación mediante puntos, los cuales van aumentando a medida del recorrido del vehículo. Algunos fabricantes recomiendan no reemplazar el fluido de la transmisión, ya que al colocar cualquier otro aceite para transmisiones CVT, se corre el riesgo de malograr los elementos mecánicos que forman parte de la transmisión.



Transmisión CVT Seccionada

Figura 3.2.1 Fuente: ZF, Friedrichshafen AG, Transmisión CVT , Alemania, 2008
http://www.zf.com/content/de/import/zf_konzern/startseite/Startseite.html

En teoría, la transmisión variable continua es un diseño ideal que varía el cociente de la transmisión continuamente (por medio de la electrónica) de manera que se puede decir que es una transmisión automática con un número infinito de cocientes. Consecuentemente, el cociente más conveniente puede ser elegido (por el ordenador de a bordo) en cualquier momento para optimizar funcionamiento y el rendimiento energético ambos. Lo que se traduce también en una significativa reducción del consumo y por tanto de emisiones contaminantes.

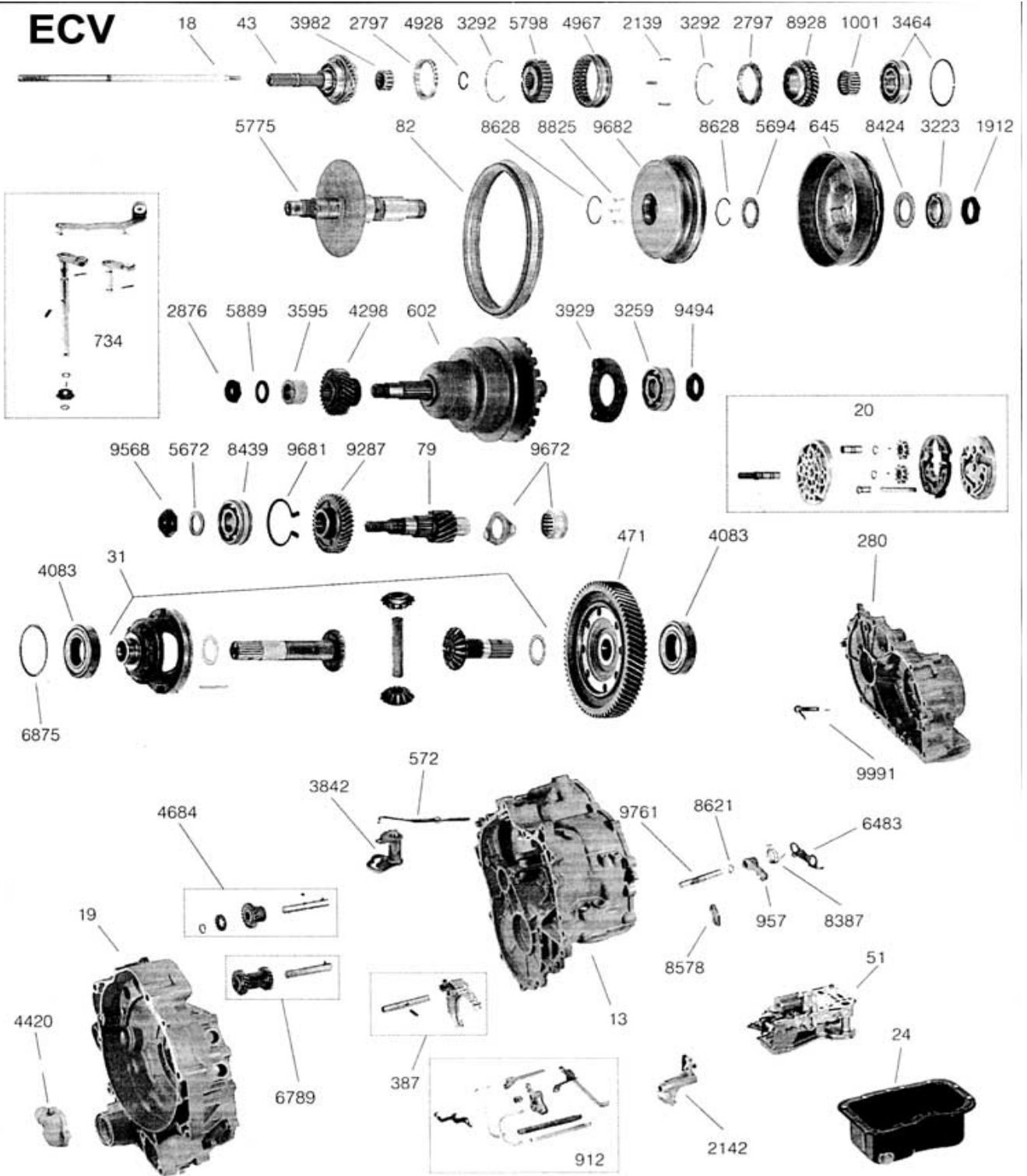
La teoría es ideal, pero la puesta en práctica es difícil. Pues la correa es el miembro altamente tensionado, debe ser muy fuerte y atesado muy bien en las poleas. La mayoría de los CVT's, utilizan una correa metálica desarrollada por Van Doorne Transmissie BV, una compañía holandesa. Esta correa consiste en centenares de placas del metal y de cintas transversales.

Apreciación luego de manejar por 1000km

La sensación de manejar un vehículo con esta transmisión es rara para quién está acostumbrado a las transmisiones tradicionales tanto manuales como automáticas. La primera diferencia apreciable es la falta de cambio de marcha, es decir, no se sienten los "tirones" que habitualmente propician las cajas convencionales, por lo cual se compara a un motor eléctrico. Más precisamente la sensación es la de una aceleración continua e indefinida por lo que un amante del confort se sentirá altamente conforme con este sistema. Sin embargo dado que aún tienen poca expansión en el mercado la gente suele confundir el concepto de la caja automática y desconfía de la misma argumentando falta de reacción, potencia y algunos otros detalles.

Para todos aquellos escépticos, al ser solicitada la potencia, ésta se encuentra presente en proporciones mucho mas adecuadas que cualquier otro tipo de caja debido al control electrónico.

Despiece de una transmisión CVT Dodge Caliber Chrysler



Fuente: DODGE, Manual Dodge Caliber, Mini cooper Wrangler, Estados Unidos, 2008,

<http://www.manualespdf.es>

3.3 CONCLUSIONES

La tecnología CVT, se ha ido perfeccionando a pasos agigantados, la mayoría de las marcas de vehículos líderes en el mercado, cuentan con transmisiones CVT. En nuestra ciudad existe una gran aceptación de estas transmisiones, a pesar de que se tiene una actitud conservadora en cuanto a la tecnología.

Por lo general se genera duda e incertidumbre sobre lo desconocido, las transmisiones CVT son relativamente recientes en nuestro mercado, por ello en la mayoría de los talleres de servicio particulares, no se conoce sobre el funcionamiento, y peor aún sobre el mantenimiento de estas transmisiones.

Nissan es la marca que lidera el mercado con la tecnología CVT, cada vez son más los vehículos que cuentan con este sistema en nuestra ciudad, muestra de ello son los Nissan: Centra 2.0, X-Trail Xtreme, y el Nissan Qashqai.

El mantenimiento de las transmisiones CVT es sumamente sencillo, la prolongada vida útil del aceite permite un ahorro significativo, puesto que las propiedades del fluido de esta transmisión son muy diferentes a las de una transmisión automática, lo que lo hace mucho más cara que una automática.

CAPITULO IV

ESTUDIO COMPARATIVO

4.1 COMPARACIÓN DE COSTOS

Como ya hemos visto, el desarrollo de la electrónica en el campo automotriz se aplica tanto como para las transmisiones automáticas, como las CVT. También los materiales han ido evolucionando en su constitución, aleaciones cada vez más ligeras y resistentes, reemplazan a las antiguas y robustas fundiciones de hierro, contribuyendo así con una mejor eficiencia del motor, ahorrando combustible.

4.1.1 Constitución y materiales usados en una transmisión Automática Electro hidráulica

a) Carcasa

Los fabricantes desarrollan continuamente métodos más rentables para desarrollar componentes de automóviles para reducir los costes de fabricación de los vehículos. Los componentes metálicos pueden ser conformados por estampación y estirado a partir de una pieza en bruto o bien conformados a partir de polvos metálicos dependiendo de la configuración de la pieza.

Las carcasas para embragues de transmisiones automáticas y cajas de transferencia tienen en general una configuración en forma de copa con un cubo axial. La pared exterior de la carcasa incluye una superficie interior que lleva una serie de ranuras longitudinales las cuales determinan el funcionamiento de la carcasa del embrague juntamente con las variaciones en la presión del fluido de transmisión. De forma típica, la carcasa para el embrague se conforma por estirado a partir de una pieza en bruto hasta la configuración deseada. Se realizan algunas operaciones de mecanizado para obtener la configuración deseada incluyendo el punzonado de los orificios en la pared exterior de la carcasa para crear así orificios de salida del aceite.

Los materiales mas usados en las carcasas son:

- Fundición gris con aleaciones
- Aluminio
- Fundición de aluminio
- Magnesio



Figura 4.1.1.1 Transmisión Automática Suzuki SQ- 416/420

Fuente: El Autor

b) Embrague de discos múltiples – Son aquellos constituidos por dos tipos de placas de embrague (discos de acero lisos y revestidos de un material de fricción, como papel, asbesto, grafito, metal sinterizado, elastomerito, etc.). Los dos tipos son ensamblados alternadamente formando un paquete de embragues. El diseño del paquete y su proyecto puede cambiar dependiendo de su aplicación específica.

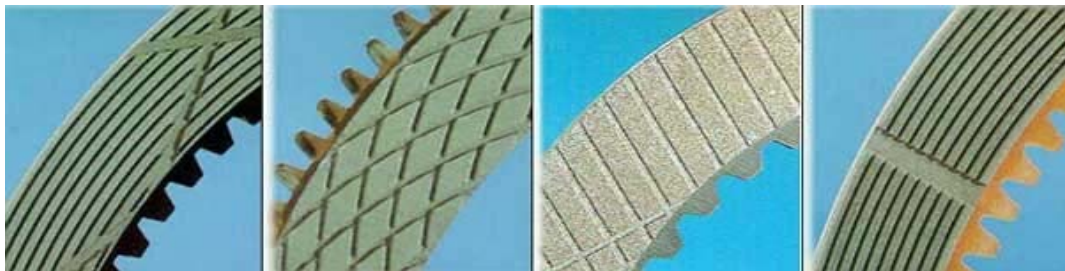


Figura 4.1.1.2

Fuente: Widman International, Transmisiones CVT Lubricación y mantenimiento ,Bolivia, 2010

:www.widman.biz

c) **Conjunto** – El conjunto está compuesto de varios componentes más los discos de fricción y acero. El paquete también incluye algunos o todos los siguientes elementos:

1.-) Placas de fricción – Generalmente posee un material de atrito pegado en toda su superficie y dientes en su diámetro interno. En algunos tipos, el disco se queda revestido solamente de un lado. El otro es de acero. Este disco es ligado al componente que se desea mover (el engranaje).

2.-) Placas de acero – Los discos de acero son planos y muy lisos para permitir un contacto uniforme entre ellos mismos y los discos revestidos. Estos son alternados dentro del paquete de embrague. Generalmente, los dientes de estos son externos, o sea, alrededor de su diámetro externo. Normalmente, son ligados al componente que transmite la fuerza a un engranaje o a la carcasa de la transmisión, cuando se desea frenar un engranaje.

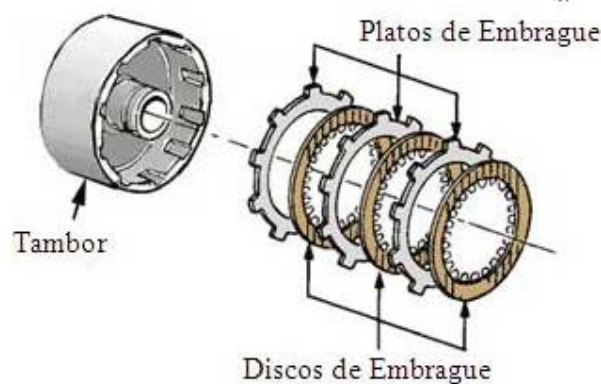


Figura 4.1.1.3 Conjunto embrague transmisión automática

Fuente: Widman International, Transmisiones CVT Lubricación y mantenimiento ,Bolivia, 2010

:www.widman.biz



Figura 4.1.1.4 Conjunto embrague armado

Fuente: El Autor

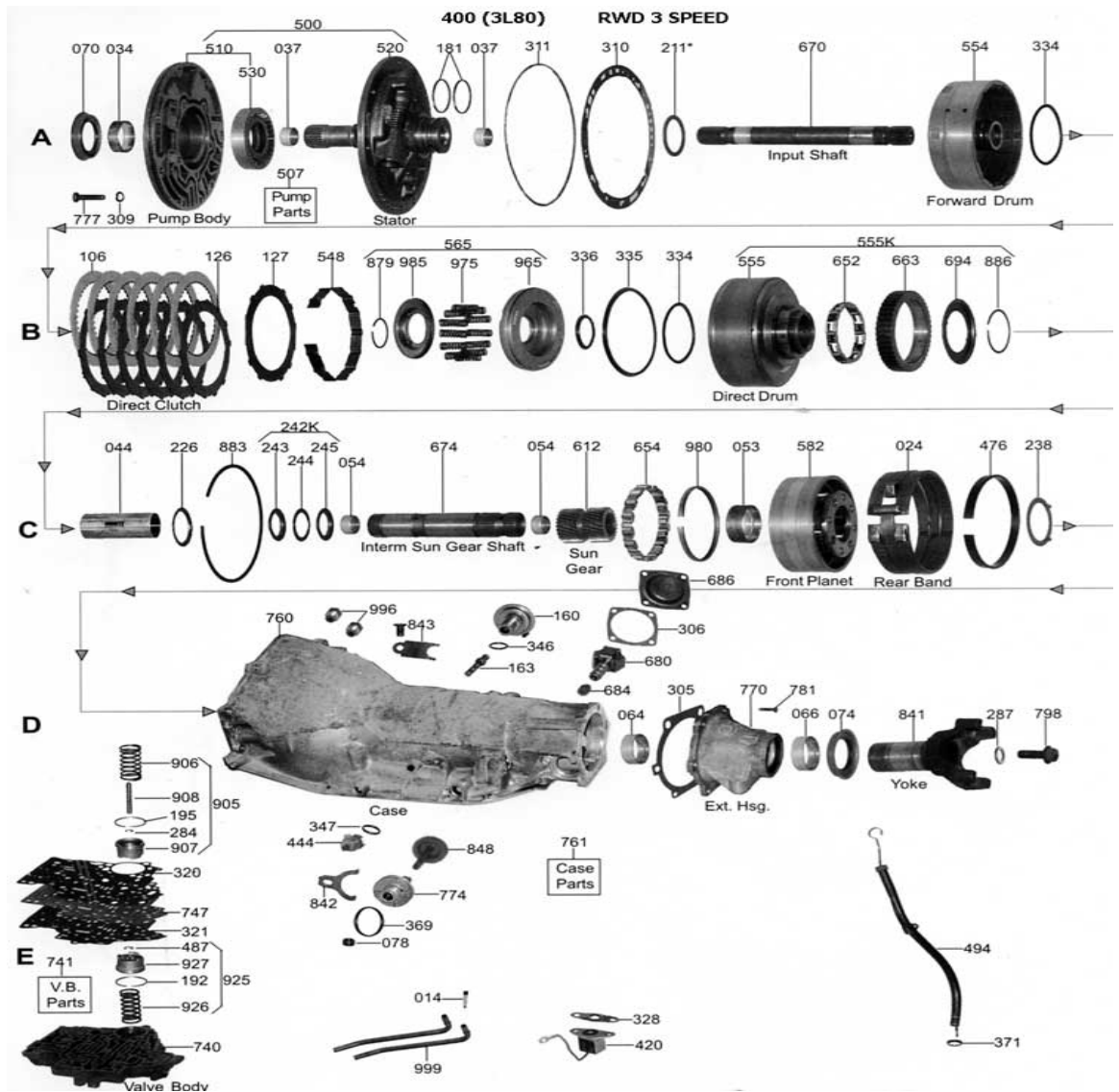


Figura 4.1.1.5 Transmisión automática TH 400

Fuente: J. Campbell, Gary, Transejes y Transmisiones Automáticas, Spanish 2ª Edition, México, Prentice-Hall Hispanoamericana S.A., 2000.

4.1.2 Constitución y materiales usados en una transmisión CVT

El multitronic no sería un desarrollo tan extraordinario si no unificara al mismo tiempo ventajas procedentes de varios campos así, éste consigue sobre todo un ahorro de peso que ayuda a mejorar, por su parte, el peso global del vehículo así como contribuye a alcanzar más altas prestaciones de conducción y un consumo inferior.

a) Carcasa

Tan sólo gracias a la elección del magnesio de gran ligereza para la carcasa de la caja de cambios, el peso de ésta es de 7 kilogramos inferior al de la caja de acabado en aluminio. A esta ligereza contribuye además, la hidráulica especialmente compacta. Ésta se monta en el cambio junto con el mando electrónico, lo que conduce a unas conexiones más cortas y una mayor fiabilidad.

La nueva transmisión está compuesta en más de un 98,5 % de materiales reciclables como son el acero, el magnesio, el aluminio, el plástico y el aceite. Con tan solo un 1,5% de materiales en circuito abierto, el multitronic alcanza también unos resultados ejemplares en cuando a compatibilidad medio ambiental.

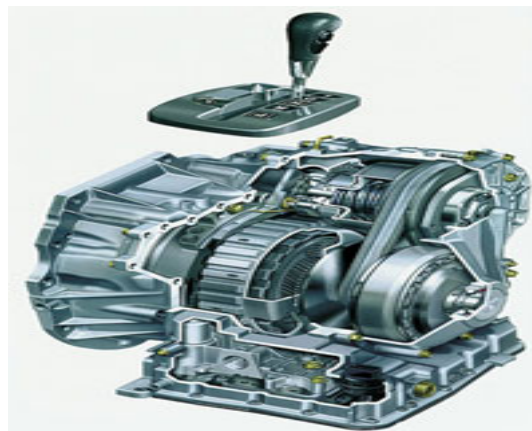


Figura 4..1.2.1 Transmisión CVT manufacturada por Sapo

Fuente: Ceacedit, Transmisión CVT la gran desconocida, España 2008 <http://www.ceacedit.com>

b) La cadena

Nuevos materiales fueron introducidos para mejorar las contrapartidas de las correas de goma, aquí es donde entran en juego las cadenas de metal flexibles, que ganan en eficiencia y durabilidad. Además este material permite entregar un mayor par motor acompañado de una operación más silenciosa.

Esta correa es especialmente importante, ya que transmite la carga total de uno de los ejes de la transmisión al otro y, lo que es más, sin existir fuerzas de tracción. Tan sólo su fricción sobre las superficies cónicas de ambas poleas es capaz de transportar la carga. Audi se ha decidido por la cadena de láminas en lugar de por la correa articulada, habitual en las transmisiones continuas CVT. Dicha cadena está realizada en acero, y a pesar de ello es casi tan flexible como una correa trapezoidal. La cadena de láminas se ha efectuado de modo tan robusto que puede transmitir pares de motor más altos y fuerzas más elevadas que otras correas. Esta cadena se ha mostrado durante los muchos años de pruebas como extremadamente fiable y tiene garantizada una larga vida.

Esta cadena de láminas ofrece, además, la ventaja de que su recorrido puede ser inferior al de otras correas articuladas. Incluso al recorrer el más pequeño diámetro de enlace, posee la facultad de transmitir las fuerzas máximas y los pares de motor. En ese momento, solamente hay nueve pasadores en contacto con las superficies interiores de las poleas, pero la presión específica es tan grande que también en caso de una gran carga no resbalará. Un engranaje consigue la correspondiente reducción de régimen al comprobarse que el variador muestra su mejor grado de efectividad siendo accionado con un par de motor grande.

Sus características son:

- Peso: 1,8 kg.
- Longitud: 715 mm.
- Ancho: 37mm,
- Formada por 1025 eslabones planos (de los cuales tiran 28 en paralelo) en varias capas, unas junto a otras, y unidos por 75 pernos en sus puntos de articulación transversales.
- Los eslabones son de acero de diferentes durezas y tamaños.

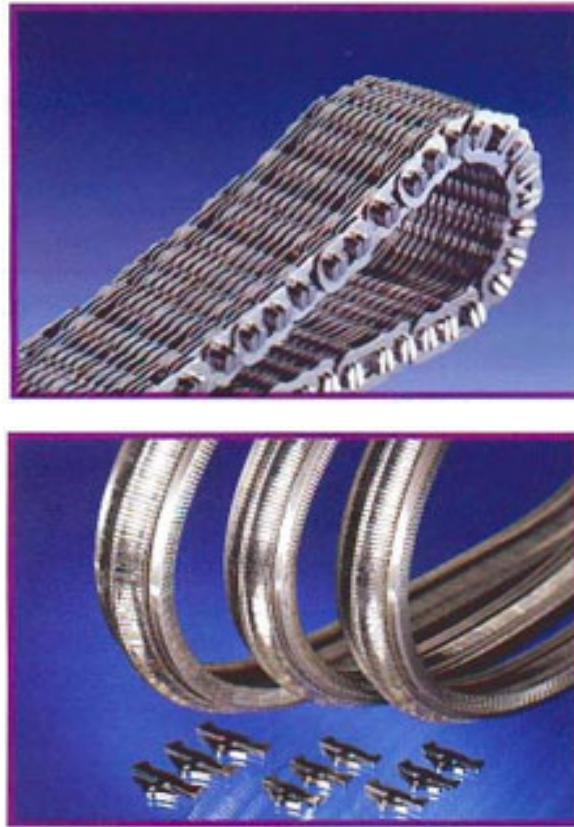


Figura 4.1.2.2 Tipos de cadenas CVT 1

Fuente: Ceacedit, Transmisión CVT la gran desconocida, España 2008 <http://www.ceacedit.com>

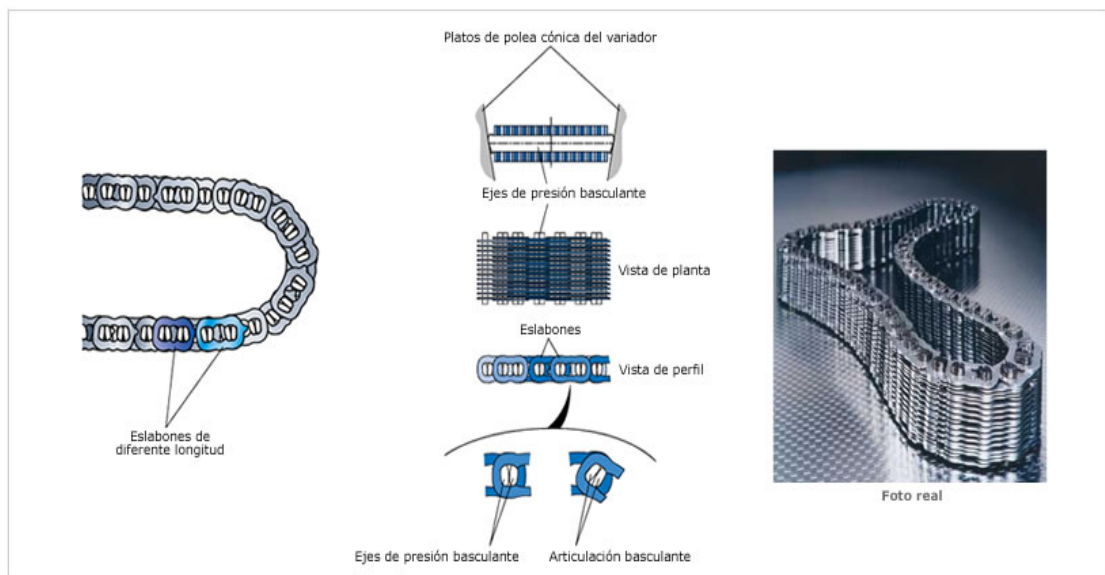


Figura 4.1.2.3 Tipos de Cadena CVT 2

Fuente: AUDI, Sistema Multitronic, Alemania 2008 <http://www.audi.com>

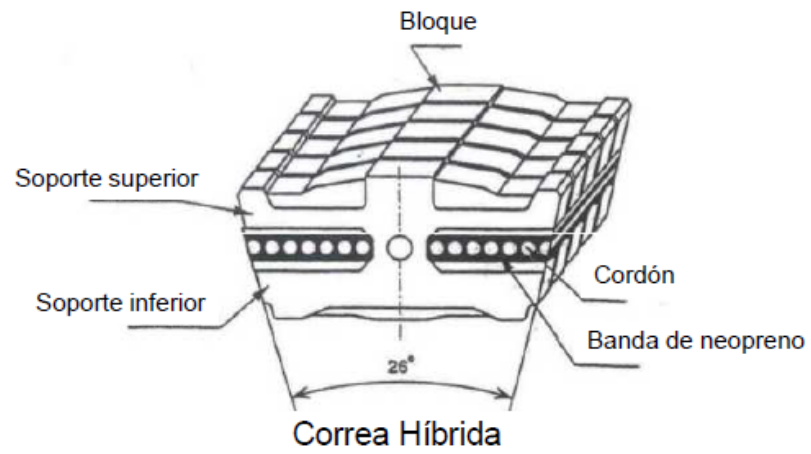
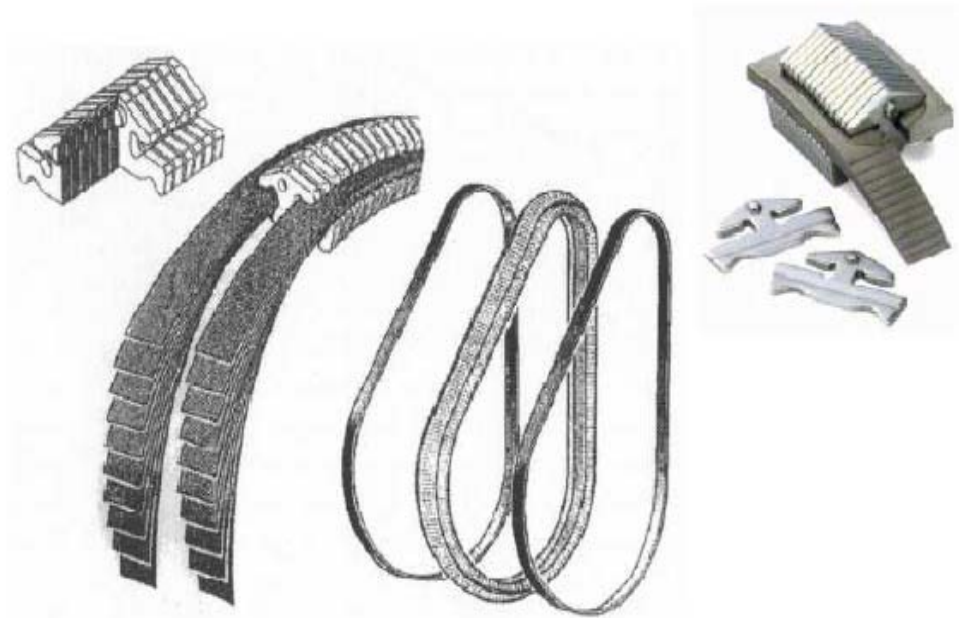


Figura 4.1.2.4 Tipos de correas CVT 3

Fuente: Ceacedit, Transmisión CVT la gran desconocida, España 2008 <http://www.ceacedit.com>

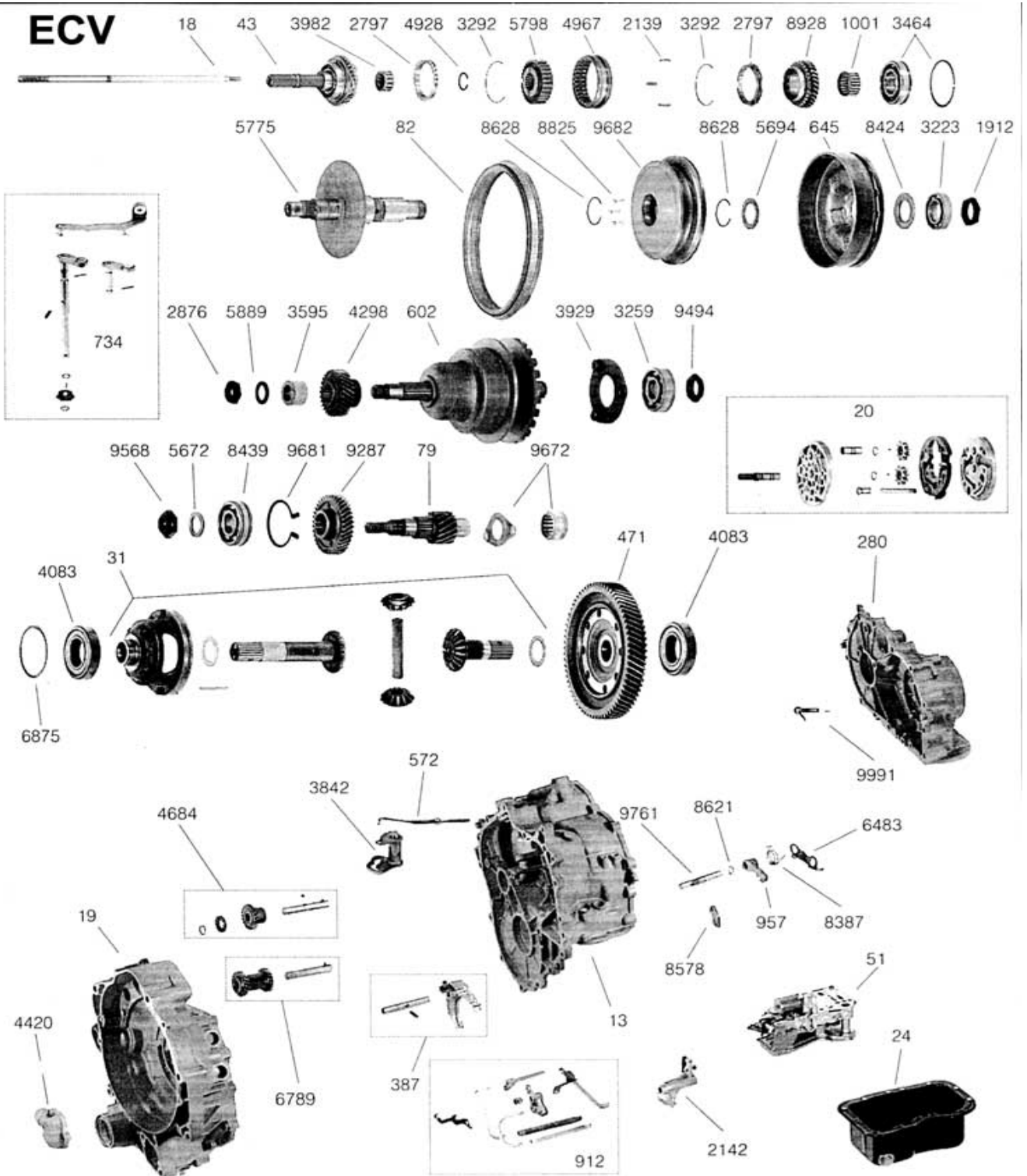


Figura 4.1.2.5 Despiece Transmisión CVT Dodge Caliber

Fuente: DODGE, Manual Dodge Caliber, Mini cooper Wrangler, Estados Unidos, 2008,

<http://www.manualespdf.es>

Como se puede apreciar la transmisión automática de tipo electro hidráulica, posee una estructura y componentes más complejos que los de una transmisión CVT, sin embargo la electrónica juega un papel indispensable en ambas transmisiones.

El uso de nuevas tecnologías en lo referente a materiales sin duda se ve reflejado en las transmisiones CVT, desde sus inicios, se ha ido perfeccionando cada vez mas la resistencia y fiabilidad de las correas y cadenas, siendo este elemento el componente principal de la CVT.

Como un ejemplo se tomara al vehiculo Nissan Xtrail, con transmisión automática electro hidráulica y con transmisión CVT .

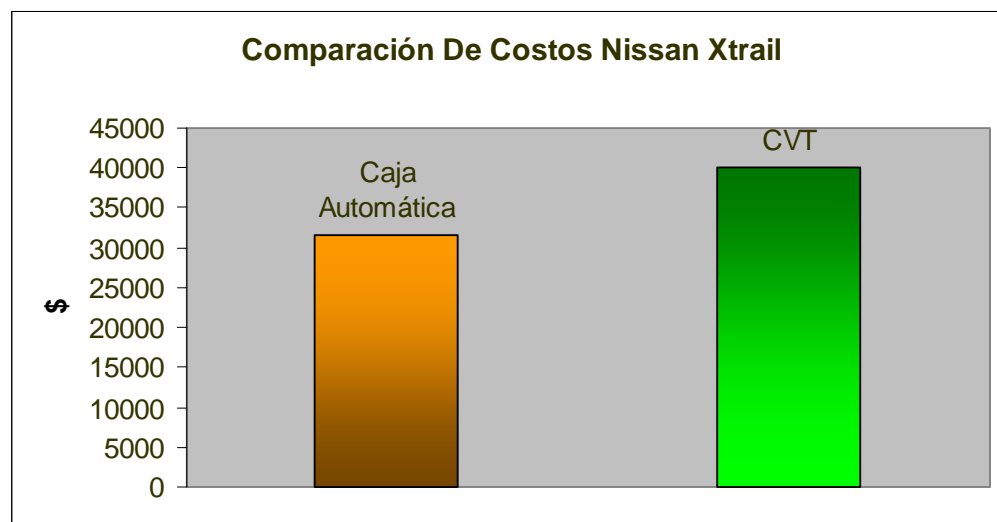


Figura 4.1.2.6

Fuente: NISSAN, Catálogos de información, Japón, Sapo, 2010.

El costo de la transmisión CVT es elevado en comparación a la transmisión automática, es de aproximadamente un 30% mayor, ya que por sus materiales altamente resistentes y livianos, hacen que sea compacta y ligera. Además de ser todavía desconocida la transmisión CVT, no satisface la demanda que provocaría que este valor disminuya. Es por ello que mientras más común se vuelva la transmisión CVT en nuestro medio, esta será más asequible.

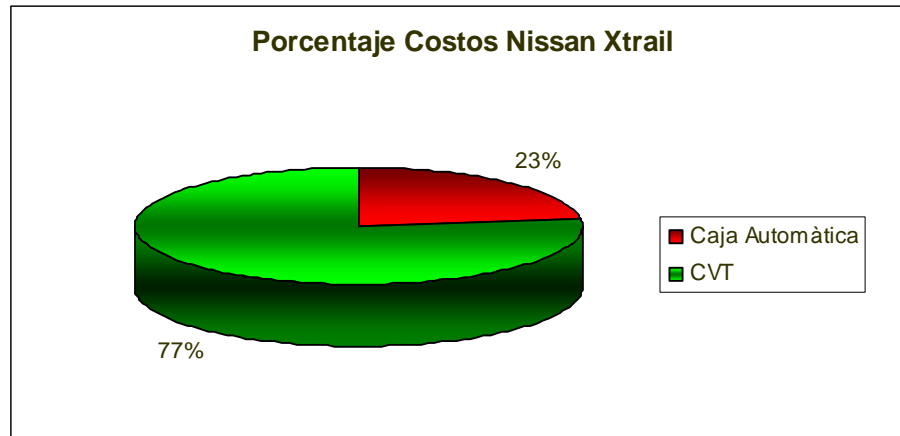


Figura 4. 1.2.7

Fuente: El Autor

4.2 COMPARACIÓN DE COSTOS DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento de las transmisiones automáticas de tipo electro hidráulicas, es simple, un mantenimiento programado cada 30.000 km en lo que respecta al cambio de aceite y filtro, sumado a buenos hábitos de conducción, aseguran una vida útil prolongada de la transmisión automática. Es de gran importancia tener en cuenta el hecho de que no solo se debe reemplazar el aceite de la transmisión, con el procedimiento que se sigue en una transmisión manual común. En una A/T se debe purgar el sistema, con el objeto de enviar el fluido a todos los circuitos hidráulicos, para que no exista sobrecalentamiento y la quema posterior de los discos de fricción de la transmisión. Para ello se debe colocar la palanca selectora en el rango P→R→N→D→L→R→N→R→P, esperar 30 segundos aproximadamente en cada posición de la palanca. Luego medir el nivel del líquido con el motor a temperatura de funcionamiento (82°C) y en la posición Neutro.

En el mercado existen diferentes tipos de aceites para transmisiones automáticas ATF, los más conocidos son:

- ATF Dexron® III/Mercon®: Casi en la mayoría. En ciertos vehículos de los últimos años hay que ver el manual de propietario para identificar el fluido correcto.
- ATF Dexron® VI: Vehículos de General Motors a partir de los modelos 2006.

- ATF Tipo F: Ciertas cajas antiguas de Ford.
- ATF+, ATF+2, ATF+3 o AFT+4: Solamente para vehículos Chrysler, Hyundai.
- ATF SP-III: Para los vehículos de Mitsubishi.
- ATF Mercon® V: La última especificación de Ford para transmisiones automáticas después del año 1998. No deber ser usado en transmisiones anteriores por su incompatibilidad con los retenes (se recomienda Mercon®).
- American ATF Universal Synthetic Transmission Fluid cumple con las especificaciones Mercon® V, SP-III, ATF+3, ATF+4, Dexron® III-H y muchas mas.

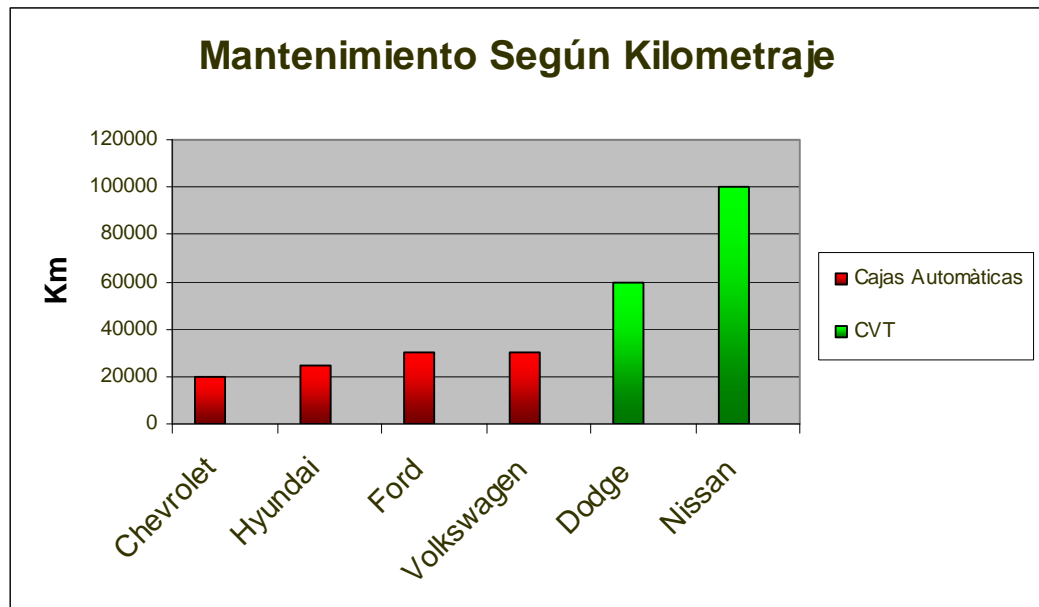


Figura 4.2.1

Fuente: El Autor

Antes de cambiar el aceite, debemos:

- Observar que el nivel sea el correcto a la temperatura de funcionamiento del motor.
- Verificar el estado del aceite, observando que este no se encuentre degradado, ni quemado, en una transmisión automática el color del aceite es rojo, por el contrario en una transmisión CVT el aceite es verde.

- Comprobar en el cárter de la transmisión si existen limallas o partículas que indiquen el desgaste y deterioro de la transmisión, esta comprobación es sumamente importante ya que de existir gran cantidad de limallas, se deberá proceder al desmontaje y reparación de la transmisión, o en su defecto al reemplazo de la misma.
- En nuestra ciudad los centros encargados de brindar un servicio técnico profesional y calificado para las transmisiones automáticas electro hidráulicas son los siguientes:
 - Autotec
 - Servicar
 - Servicio Hidráulico Ramírez
 - Intec
 - Talleres Salazar

En el caso de la transmisión CVT, algunos fabricantes manifiestan que están exentas de mantenimiento, es decir únicamente cuando la transmisión CVT presente alguna anomalía esta deberá ser reemplazada, es por ello que la marca Nissan duplico la garantía de estas transmisiones hasta 10 años, ya que la mayoría de clientes se sentían inconformes ya que resulta bastante caro reemplazar la transmisión CVT.

El mantenimiento que algunos fabricantes sugieren es exactamente el mismo que el que se realiza en una transmisión automática electro hidráulica común, pero la duración del aceite en la CVT es mucho mayor según el manual del fabricante de una Dodge Caliber CVT se debe reemplazar el aceite y el filtro cada 60.000 Km, pero muchos otros fabricantes sugieren no hacerlo.

En varios blogs consultados en Internet, existen diversos puntos de vista en cuanto al mantenimiento de la CVT, algunos manifiestan que en 7 años de uso solo cambiaron una sola vez el aceite, y que este resultó salir bastante limpio.

En nuestra ciudad mecánicos e ingenieros de Automotores y Anexos (Nissan), manifestaron que muy rara vez se cambia el aceite de la transmisión CVT, esto depende del número de puntos en el aceite, lo cual se puede determinar mediante un scanner, midiendo la degradación del aceite que está en función del recorrido y el desgaste del vehículo. También aclararon que nunca se ha hecho una reparación de una transmisión CVT ya que en nuestro medio todavía no se han presentado anomalías, fallas o defectos de estas transmisiones.

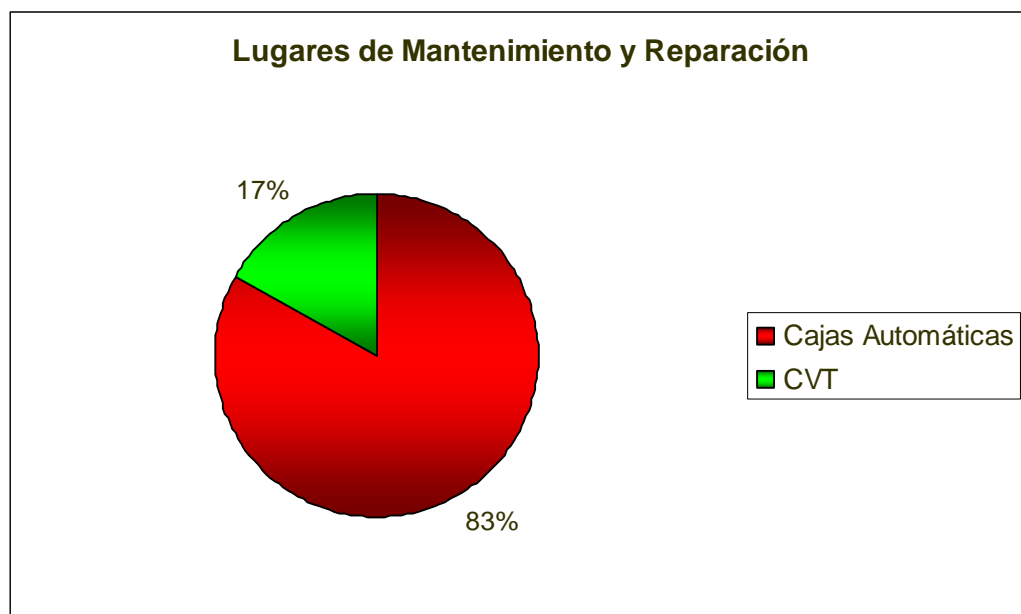


Figura 4.2.2

Fuente: El Autor

Para revisar el nivel de aceite en una transmisión CVT el motor debe estar encendido y a la temperatura de funcionamiento, a continuación se muestra los niveles que debe tener la varilla de medición del aceite, a las diferentes temperaturas:

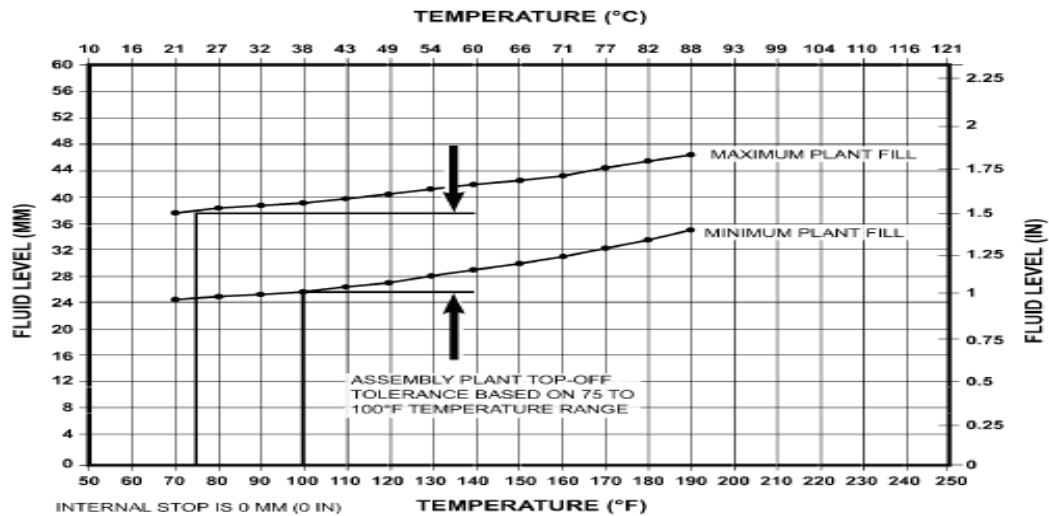


Figura 4.2.3 Nivel del aceite según la temperatura

Fuente: DODGE, Manual Dodge Caliber, Wrangler, Estados Unidos, 2008

En la siguiente tabla se muestran los costos de mantenimiento tanto de las transmisiones automáticas de tipo electro hidráulicas como de las CVT de las marcas de vehículos más utilizadas en nuestro medio:

Transmisión	Marca Vehículo	Tipo Aceite	Costo Aceite	Cantidad Aceite	Costo Filtro	Costo Total
Automática	Chevrolet	Dexron, VI ,III,	\$ 5 a \$7 (1/4 galón)	3 a 4 cuartos de galón (0 - 2.000 cc) 4 a 8 (>2.000 cc)	\$ 20 a \$30	\$80 a \$100
	Hyundai	ATF+4				
	Ford	Mercon®				
	Honda	Dexron® III-H, Penzoil, Castrol Valvoline				
CVT	Nissan	CVT Fluid NS 1	\$20 a \$30 (1/4 galón)	3 a 4 cuartos de galón	\$60 a \$80	\$ 200
	Toyota	Mopar Fluid CVT+4				
	Dodge					
	BMW					

Tabla 4.2.1 Comparación Costos de mantenimiento

Fuente: El Autor

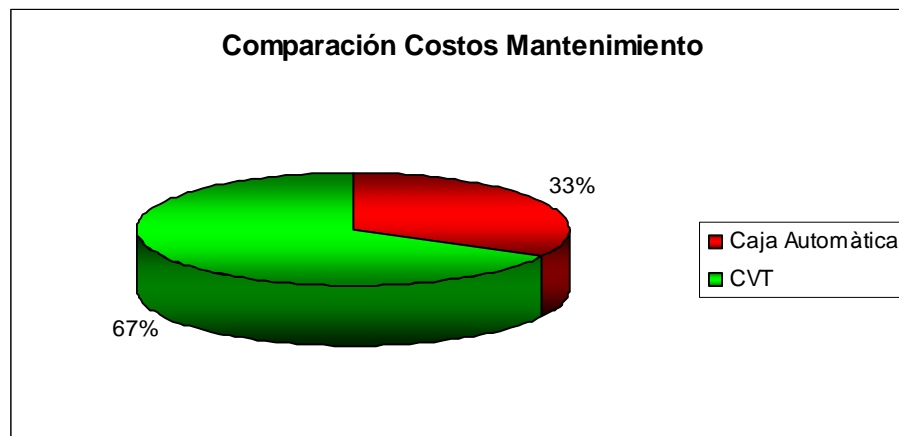


Figura 4.2.4

Fuente: El Autor

En el caso de la transmisión CVT el cambio de aceite resulta mucho más caro, puesto que este fluido necesita cumplir con ciertas propiedades como: tener anti-corrosivos, aditivos anti-espumantes, detergentes, dispersantes, anti-desgastes, anti-oxidantes, surfactantes, mejoradores de fluidez, acondicionadores de retenes y empaquetaduras, colorante y mejoradores del índice de viscosidad. Según el personal de taller que labora en automotores y anexos, el cuarto de galón de fluido para transmisiones CVT se encuentra entre los \$20 y \$30, sin contar con el filtro que esta entre los \$60 y \$80, por lo que solo un cambio de aceite puede costar no menos de \$ 200. Es por ello que los cambios de aceite se realizan pocas veces, ya sea cumpliendo el numero de puntos como ya lo habíamos mencionado anteriormente, o bien cada 100.000 Km, como recomiendan algunos fabricantes.

Si hablamos de reparaciones mayores, es decir cuando no se ha realizado un buen mantenimiento siguiendo los periodos de recambio de aceite, o simplemente se ha llevado un mal manejo de la transmisión automática, los daños pueden ser considerables, ocasionando golpes en cada cambio de marcha, o en ultimo de los casos quemando la transmisión, afectando así a componentes que son difíciles de reemplazar, lo que conllevaría a reemplazar en su totalidad a la transmisión.

Hoy en día existen múltiples posibilidades a tomar en cuenta cuando una transmisión automática se encuentra averiada. Una de ellas es localizar la avería realizando las

pruebas correspondientes, y adquirir el kit específico para reparar el daño. Realizar esto no es del todo técnico, puesto que desde el punto de vista óptimo, se debería realizar la reparación total de la transmisión, con el súper master kit. Este oscila en nuestro medio entre los \$ 350 y \$500 dependiendo del tipo de transmisión. Con ello se garantiza una completa reparación de la transmisión sin inconvenientes posteriores. Sin embargo lo mas recomendable al realizar esta reparación es sustituir el convertidor de par, que actualmente se lo puede conseguir como una pieza reconstruida (overhaul), abaratando así su precio considerablemente, variando este entre los \$250 y \$350.

Transmisión	Imprevistos	Observaciones	Costos
Automática	<ul style="list-style-type: none"> - Fallo del Convertidor de par - Avería de los paquetes de discos - Válvulas de cambio atascadas - Cuerpo de válvulas obstruido - Falta de lubricación - Cambio brusco de marchas - Fallo del control electrónico 	Existe una mayor probabilidad de imprevistos, al tener mayor numero de componentes, sin embrago las reparaciones pueden realizarse directamente en la zona afectada	\$250 a \$500
CVT	<ul style="list-style-type: none"> - Rotura de banda - Falta de lubricación - Fallo del control electrónico - Deformación de la banda 	Mayor fiabilidad de componentes	\$700 a \$1200

Tabla 4.2.2 Imprevistos y Costos

Fuente: El Autor

Otra de las opciones que pueden considerarse al momento de reparar una transmisión, es reemplazarla en su totalidad por una reconstruida, es decir si los daños van más allá de lo que el master kit pueda reparar, lo más aconsejable sería adquirir otra. Existen empresas especializadas en reconstrucciones de transmisiones automáticas de todo tipo, esto es importante de conocer puesto que el costo de una transmisión reconstruida puede llegar a ser hasta la mitad que de una original.

En el caso de las transmisiones CVT los fabricantes no aconsejan reparaciones, en automotores y anexos el personal comentaba que nunca han realizado reparaciones en estas transmisiones. Ya que resulta bastante caro y no se cuenta con el stock de repuestos, sin contar que el manual no sugiere ningún tipo de reparaciones. En Europa sin embargo este tipo de transmisiones son bastante comunes, por lo que existe una empresa llamada European transmisión, encarga del overhauling de transmisiones CVT, brindan un gran stock en repuestos originales y reconstruidos, así como transmisiones reconstruidas, listas para ser montadas, todas las piezas tienen un año de garantía. En comparación con las transmisiones automáticas electro hidráulicas, los repuestos de una CVT resultan bastante costosos, a continuación se muestran los repuestos y el precio en el mercado:







Figura	Descripción	Precio	Fuente
	Filtro de la transmisión CVT BMW Mini Cooper	\$ 79	www.europeantransmission.com
	Master Kit CVT para Mini Cooper	\$ 350	www.europeantransmission.com
	Juego de discos de fricción CVT	\$ 72	www.europeantransmission.com
	Solenoides de cambio CVT	\$ 350	www.europeantransmission.com
	Polea CVT Mini Cooper	\$ 425	www.europeantransmission.com
	Bomba de aceite	\$ 525	www.europeantransmission.com

Figura	Descripción	Precio	Fuente
	Carcasa CVT	\$ 870	www.europeantransmission.com
	Polea con embrague delantero	\$ 750	www.europeantransmission.com
	Cuerpo de válvulas CVT Mini Cooper	\$ 1.250	www.europeantransmission.com
	Correa de acero CVT Mini Cooper	\$ 685	www.europeantransmission.com
	Juego de Rodamientos CVT Mini Cooper	\$ 125	www.europeantransmission.com
	Válvula de presión	\$ 350	www.europeantransmission.com
	Motor paso a paso. Regula la presión de la polea para la tensión de la cadena	\$ 370	www.europeantransmission.com
	Transmisión CVT Reconstruida Mini Cooper	\$ 3.450	www.europeantransmission.com

Tabla 4.2.3 Repuestos y costos de la Transmisión CVT
Fuente: El Autor

Hoy en día existe una gran ventaja para adquirir todo tipo de repuestos, mediante compras por Internet, en European Transmissions, el costo de envío, a nuestro país, de cualquier repuesto para una transmisión CVT es de \$125 en un período de 4 a 5 semanas.

4.3 COMPARACION DE PRESTACIONES

Las transmisiones automáticas electro hidráulicas, sin duda alguna simplificaron el manejo, al no tener que realizar los cambios manualmente y sin la necesidad de un embrague. Ahora las transmisiones automáticas modernas nos ofrecen múltiples prestaciones, en cuanto a rendimiento, confort, consumo, etc.

Es un hecho aceptado que las transmisiones de tipo automático no tienen gran aceptación en nuestro mercado, aunque actualmente se venden muchos mas vehículos con cambio automático que hace unos pocos años. No ocurre así en algunos mercados europeos, y mucho menos en Estados Unidos. Representan más del 90%, país en el que es impensable comercializar un automóvil sin cambio automático. Tampoco en Japón, con el 80% de su mercado.

De todos modos, el auge que vive el cambio automático en países europeos como Suiza (21,5% del mercado) o Alemania (13%), ha animado a fabricantes e importadores a ofrecer transmisión automática en sus nuevas gamas de turismos e incluso en vehículos todo terreno.

Los cambios automáticos actuales están controlados por pequeñas computadoras y presentan pautas de funcionamiento inteligente. Además, estos vehículos se conducen con mayor facilidad y con una suavidad igual o superior a la de los manuales.

El gran desarrollo de la electrónica en las transmisiones ha llegado a los cambios de última generación, brindando así las siguientes prestaciones:

- Cambios más refinados
- Programas de conducción típicos: Hielo, económico, deportivo, etc.
- Cambios auto adaptativos que se acoplan al modo de conducir de cada persona.
- Programas de reconocimiento de cada conductor, mediante la llave de apertura y así según de quien sea, se adaptan los espejos, el asiento y el programa de conducción.

- La caja Tiptronic tiene la posibilidad de cambio manual en una caja automática.
- Los cambios están gestionados por un microprocesador que impide cualquier maniobra que pueda dañar el motor o poner en peligro la seguridad.
- En conducción deportiva el sistema Tiptronic cuando llega al régimen de potencia máxima pasa automáticamente a la relación superior, no admite retenciones bruscas, es decir el motor nunca supera las 5550 rpm en retención ni las 3500 rpm cuando el paso es de 2ª a 1ª.
- La tecnología en cuanto a transmisiones automáticas cada vez evoluciona mas, ahora se consiguen torques mayores, con consumos menores, aumentando la eficiencia del motor, claro es el ejemplo del Porsche 911 Carrera, cuyos valores se muestran en la siguiente tabla:

Porsche 911 Carrera: (valores entre paréntesis: con Tiptronic S / cambio PDK)

	Potencia	Par / torque	Consumo total homologado	
	kW/CV	Nm	Coupé l/100 km	Cabrio l/100km
Antes	239/325	370	11,0 (11,2)	11,2 (11,4) nach Euro 4
Ahora	254/345	390	10,3 (9,8)	10,4 (9,9) nach Euro 5*
	+ 6,2%	+ 5,4%	- 6,4% (- 12,5%)	- 7,1% (- 13,2%)

Porsche 911 Carrera S: (valores entre paréntesis: con Tiptronic S / cambio PDK)

	Potencia	Par motor	Consumo total homologado	
	kW/CV	Nm	Coupé l/100 km	Cabrio l/100km
Antes	261/355	400	11,5 (11,7)	11,6 (11,7) nach Euro 4
Ahora	283/385	420	10,6 (10,2)	10,8 (10,3) nach Euro 5*
	+ 8,5%	+ 5%	- 7,8% (- 12,8%)	- 6,9% (- 12%)

* Según mercados

Tabla 4.3.1 Consumo torque Potencia Tiptronic / cambio PDK

Fuente: Porsche, Operación de transmisión de doble embrague, Alemania 2006, www.porsche.com

La CVT es un tipo de transmisión controlada por ordenador que, virtualmente, proporciona un número ilimitado de marchas. Esto asegura que el motor siempre trabaje de la forma más eficiente posible, de lo que resulta una aceleración más suave, así como una disminución del consumo de carburante y una reducción de

emisiones. De hecho, tanto en las versiones de tracción en dos ruedas como en las de tracción a las cuatro ruedas, la opción CVT produce menos emisiones de CO₂ y un menor consumo en comparación con la transmisión automática común.

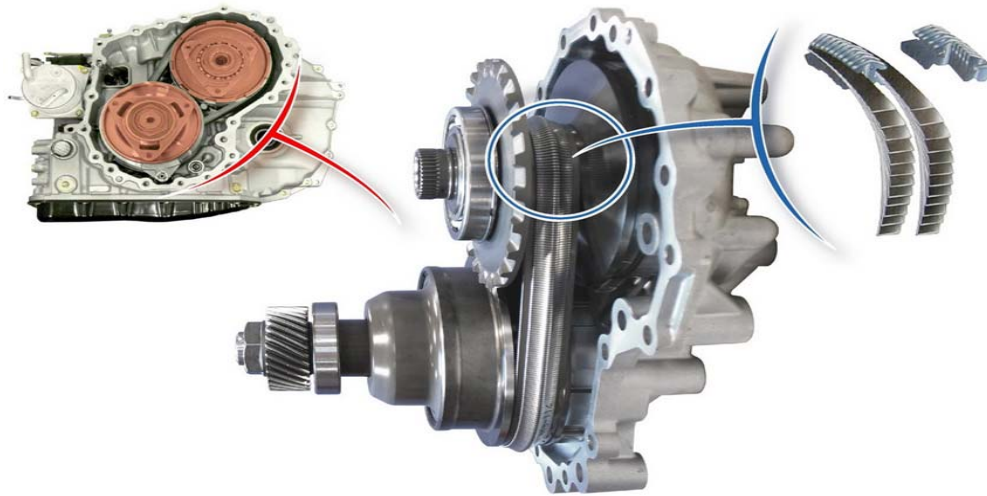


Figura 4.3.1 Cadena CVT Mini Cooper

Fuente: ED3, El Periódico del motor, Prestaciones CVT, España 2004

http://www.elperiodicodelmotor.es/articulo_motor.php?id=2667

Además el CVT es más cómodo. En un trayecto en subida durante un largo periodo de tiempo, un cambio de marchas automático convencional llevará consigo inevitables reducciones de marcha para asegurar la potencia necesaria en cada momento. Con la CVT, la revoluciones del motor son constantes ya que es la propia transmisión la que se ajusta para asegurar que la potencia se mantenga. La CVT también asegura que se pierda menos potencia, lo que es igual a una mejor eficiencia y aceleración.

En el caso de que se quiera realizar una conducción más deportiva, el sistema CVT tiene un control manual. Operado a través de la palanca central, se puede acceder manualmente a seis marchas con tan sólo mover la palanca hacia delante o hacia detrás.

A nivel dinámico es posible alcanzar un óptimo aprovechamiento energético del combustible y un alto grado de confort en tracción.

Una CVT automática selecciona la relación óptima entre el motor y las ruedas para toda condición de funcionamiento, tanto si se trata de situaciones en aceleración, desaceleración como en régimen de crucero.

Frente a las cajas convencionales automáticas, no se perciben los cambios de marchas. Durante la fase de aceleración máxima, la relación de transmisión se ajusta al punto de potencia punta del motor.

A velocidad constante, la relación se mantiene en el punto en el que el motor proporciona las rpm necesarias para suministrar la potencia requerida.

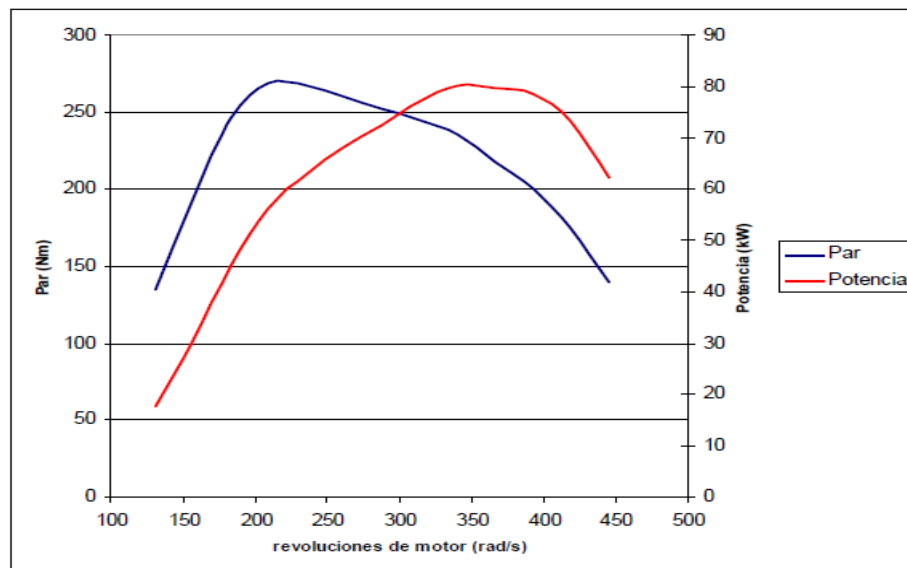


Figura 4.3.2 Curva Par Vs. Potencia

Fuente: Ford, transmisiones automáticas principios de funcionamiento, manual de servicio 7500, Michigan- Estados Unidos, Ford International Staff, 2001.

Si observamos el par suministrado por un motor de combustión se observa que tiene una forma continua y no escalonada, siendo por tanto ideal una transmisión careciente de escalones.

Los cambios escalonados (tanto manual como automático) están limitados por un número de relaciones con desmultiplicación fija, siendo siempre un consenso entre el dinamismo de la conducción, el consumo y el confort de marcha predeterminado durante la concepción del vehículo.

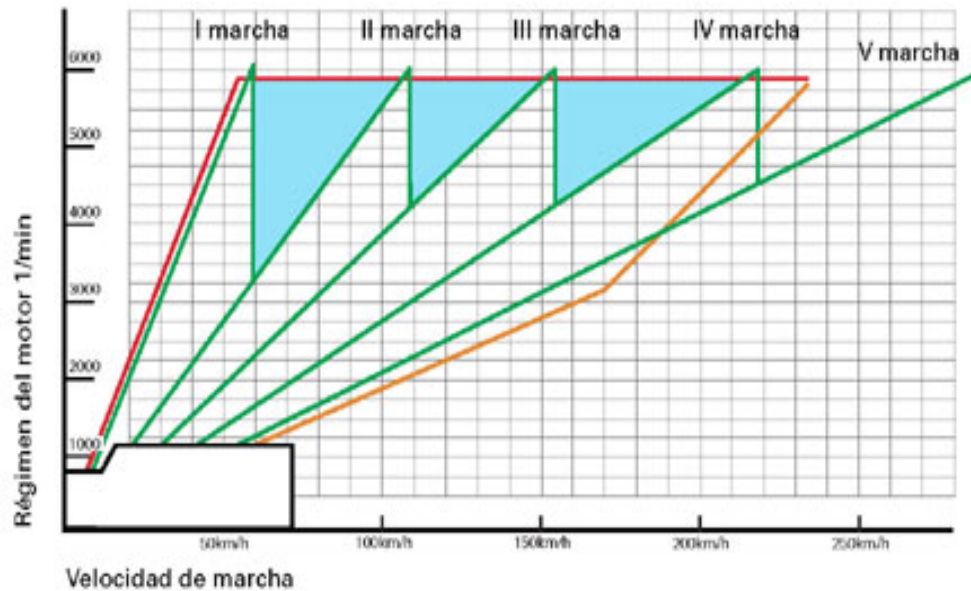


Figura 4.3.3 Curva velocidad Vs. Régimen del motor Transmisión Automática Vs. CVT

Fuente: ED3, El Periódico del motor, Prestaciones CVT, España 2004

http://www.elperiodicodelmotor.es/articulo_motor.php?id=2667

En las gráficas de tracción máxima podemos observar los diferentes saltos de marcha como influyen en la velocidad final y en pendiente máxima superable.

En línea discontinua se tiene la curva de máxima potencia que sólo se puede conseguir puntualmente en cada relación, sin embargo una CVT intenta desviarse lo menos posible de la curva óptima. Esta es la consecuencia directa de un aprovechamiento energético más ventajoso.

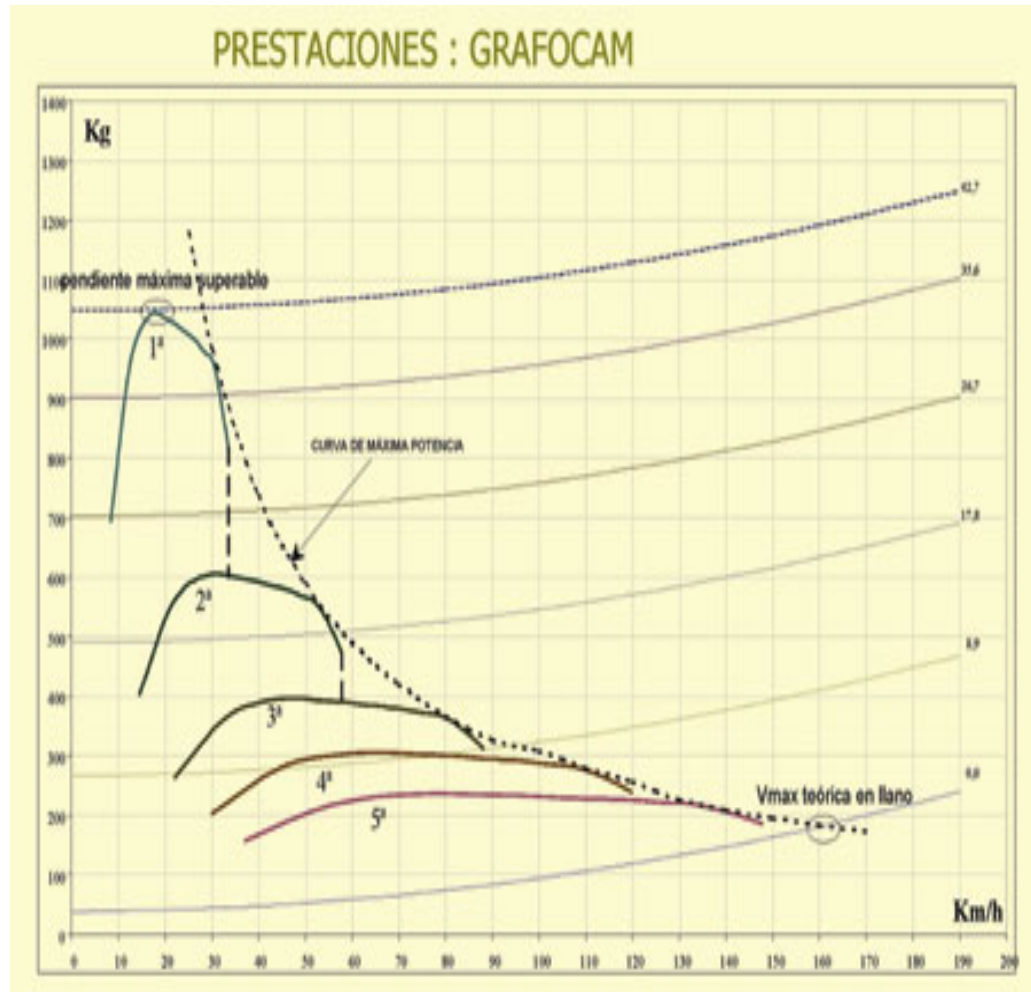


Figura 4.3.4 Prestaciones del cambio

Fuente: ED3, El Periódico del motor, Prestaciones CVT, España 2004

http://www.elperiodicodelmotor.es/articulo_motor.php?id=2667

Como ya se ha comentado la regulación de la relación de transmisión se realiza con una carencia absoluta de tirones y sin interrupción de la fuerza de tracción, manteniendo así la potencia del motor al máximo nivel y con un resultado óptimo en el poder de aceleración, tanto para conducciones orientadas hacia la entrega de potencia o hacia la economía de consumo.

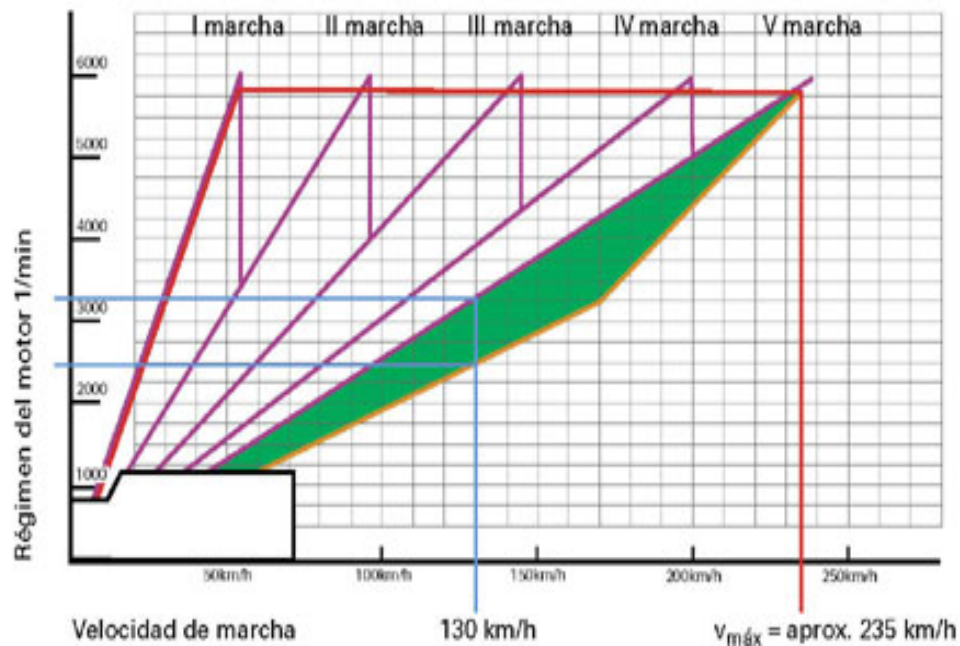


Figura 4.3.5 Escalonamientos en el cambio automático

Fuente: ED3, El Periódico del motor, Prestaciones CVT, España 2004

http://www.elperiodicodelmotor.es/articulo_motor.php?id=2667

El mando electro hidráulico permite dosificar con precisión los volúmenes de aceite necesarios para el mando y un control preciso y casi instantáneo de las poleas móviles del variador. También gracias a la gestión electrónica podemos disponer de posiciones prefijadas que simularán el comportamiento a una caja de cambios tradicional imponiendo una relación previamente programada, dotando al conductor de una elección normalmente por impulsión (tipo secuencial) que por ejemplo para bajadas de puertos de montaña pueda especificar la cantidad de freno motor que se desee.

Al observar la gráfica comparativa destaca la reducción de consumo (entorno a 1 L/100 Km) debida a la infinidad de relaciones posibles, existe una adaptación perfecta de la desmultiplicación a la velocidad del vehículo ya la demanda de potencia. Las CVT explotan al máximo el motor en la mayoría de los casos, girando constantemente al régimen en que consume menos.

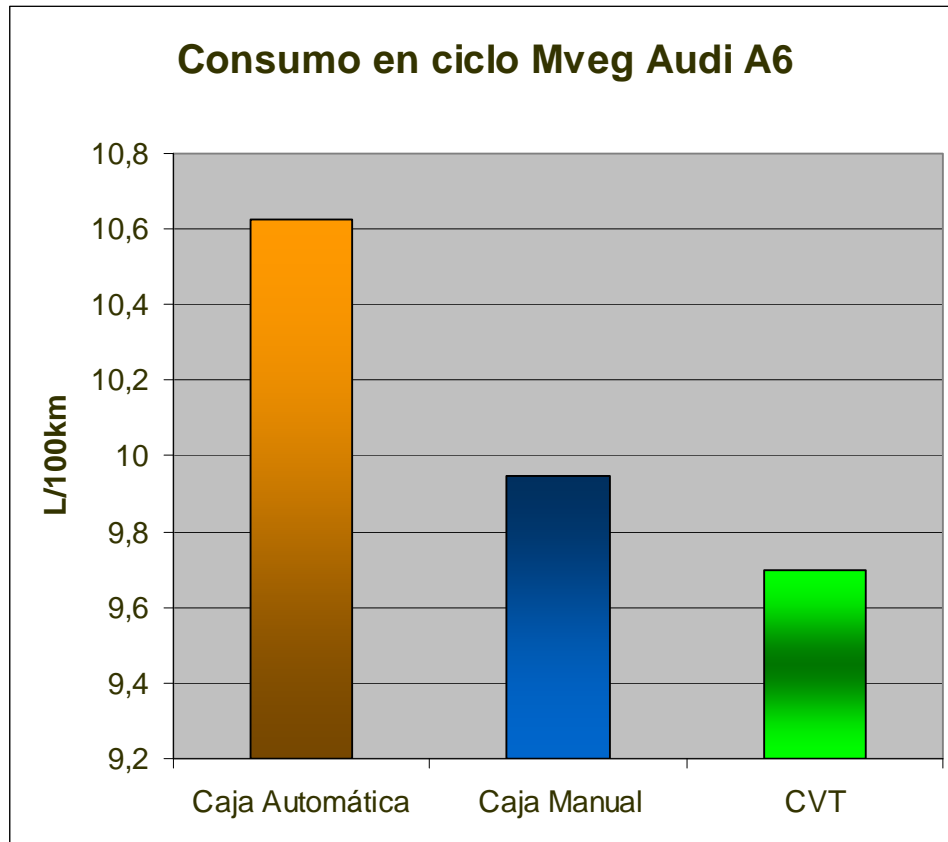


Figura 4.3.6

Fuente: ED3, El Periódico del motor, Prestaciones CVT, España 2004

http://www.elperiodicodelmotor.es/articulo_motor.php?id=2667

El nuevo Nissan Sentra, es un auto que viene con un motor 2.0 L de 4 cilindros y 16 válvulas a 140 CV, con caja automática con Xtronic CVT mejorado en cuanto a rendimiento con unos 7 L / 100 ktms. Con la caja CVT XTronic de Nissan, el rendimiento del nuevo Sentra es 40 km/gal en ciudad y 53 km/gal en autopista.

4.4 SINTESIS COMPARATIVA

Como hemos visto en este estudio se han tratado las características más relevantes en cuanto a diseño, funcionamiento, costos, mantenimiento y prestaciones tanto de las transmisiones automáticas como de las CVT, a continuación se presenta una síntesis de estas 2 transmisiones.

4.4.1 Comparación entre sistemas de nueva generación y la CVT

a) De trenes epicicloidales

Ventajas

- Comodidad
- Alto poder de tracción
- Economía de mantenimiento

Desventajas

- Peso elevado
- Bajo rendimiento mecánico

Denominaciones comerciales

Steptronic, 7G-tronic, Tiptronic, Proactiva, CAS

b) Pilotada

Ventajas

- Cambios muy rápidos
- Durabilidad mecánica
- Alto rendimiento mecánico

Desventajas

- Brusquedad en cambios rápidos

Denominaciones comerciales

Selespeed, Sensodrive, Dualogic, DFN, 2-tronic, Easytronic, i-Shift, R-tronic, SMG, Cambiocorsa, F1, E-Gear

c) Doble embrague DSG

Ventajas

- Cambios casi instantáneos

Desventajas

- Elevado peso y complejidad mecánica respecto de una caja pilotada convencional

Denominaciones comerciales

BorgWarner (DSG en Volkswagen, S-tronic en Audi), Fiat Powertrain Technologies (DDCT en Fiat, Lancia, Abarth y Alfa Romeo), PDK, DKG, Powershift, SST, Nissan GT-R

d) CVT

Ventajas

- Suavidad
- Confort
- Infinitas relaciones de transmisión en un rango muy amplio
- Menor consumo de combustible

Desventajas

- Par de transmisión limitado.
- Costo elevado
- Sensación diferente al conducir

Denominaciones comerciales

Hypertronic, Multitronic, Autotronic, Multidrive S, Toyota Prius, Speedgear,
XTronic Nissan

4.4.2 Comparación entre características constructivas

a) Transmisión Automática Electro hidráulica

Materiales

- Carcasa de:
- Fundición gris con aleaciones
- Aluminio
- Fundición de aluminio
- Magnesio

Elementos

- Bomba de aceite
- Embrague discos múltiples
- Tren Epicicloidal
- Conjunto tambor
- Discos de fricción
- Servos
- Platos de muelles
- Cuerpo de válvulas hidráulico
- Válvulas de control
- Control electrónico

Peso

- Aprox. 160 Lbs (Mini Cooper)

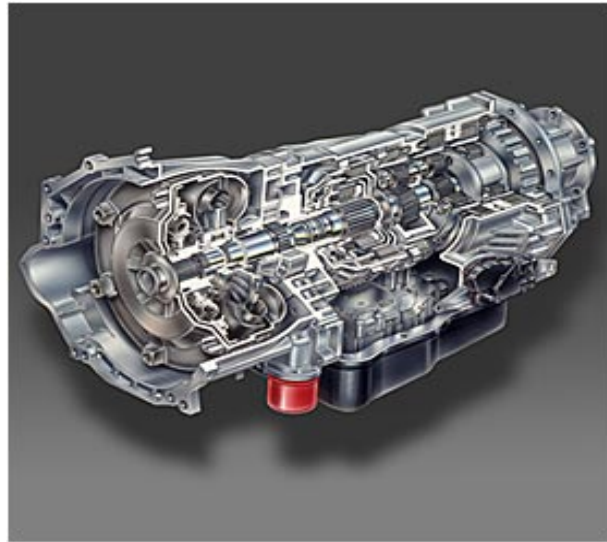


Figura 4.4.2.1 Transmisión Automática Mini Cooper

Fuente : ZF, Friedrichshafen AG, Transmisión CVT , Alemania, 2008

http://www.zf.com/content/de/import/zf_konzern/startseite/Startseite.html

b) Transmisión CVT

Materiales

- Plástico
- Aleaciones de aluminio
- Magnesio
- Acero

Elementos

- Bomba de aceite
- Poleas
- Cadena/banda
- Embrague
- Cuerpo de válvulas
- Control electrónico

Peso

- Aprox. 120Lbs (Mini Cooper)



Figura 4.4.2.2 Transmisión CVT Mini Cooper

Fuente : ZF, Friedrichshafen AG, Transmisión CVT , Alemania, 2008

http://www.zf.com/content/de/import/zf_konzern/startseite/Startseite.html

4.4.3 Comparación de costos

a) Transmisión Automática Electro hidráulica

Costo Reparación

- Entre \$350 y \$750 (master kit y supermaster kit)

Costo Overhaul

- Entre 40% y 50% más económica que una nueva.

b) Transmisión CVT

Costo Reparación

- No se recomiendan reparaciones .(Kit de empaques \$350)

Costo Overhaul

- Entre 40% y 50% más económica que una nueva.

4.4.4 Comparación de mantenimiento

a) Cambio de aceite y filtro Transmisión Automática Electro hidráulica

- Dependiendo del vehículo, la calidad del aceite y filtro aprox. \$ 100
- Se lo cambia cada 20.000 a 30.000 Km dependiendo del tipo de aceite.

b) Cambio de aceite y filtro Transmisión CVT

- Solo en talleres autorizados aprox. \$250
- Se lo cambia cada 100.000 puntos en el aceite. Algunos fabricantes no recomiendan cambiar este aceite.

4.4.5 Comparación de prestaciones

a) Transmisión Automática Electro hidráulica

- Se elimina el pedal del embrague.
- Comodidad de manejo.
- El sistema DSG ofrece una aceleración más rápida que cualquier vehículo.
- Selección voluntaria de cualquier programa de manejo.
- Con el Tiptronic, posibilidad de cambios secuenciales manuales.
- Adaptación y reconocimiento del conductor.
- El sistema DSG consume un 10% menos de combustible que una caja automática normal.
- Mayor seguridad activa
- Mejor Control del volante
- Mayor maniobrabilidad

b) Transmisión CVT

- Compacta.
- Mayor confort y suavidad.
- Peso ligero.
- Silenciosa.
- Simplificada forma y funcionamiento.
- Brinda un 90% de eficiencia.
- Infinitas relaciones de transmisión.
- Mejor adaptación de las condiciones de conducción.
- Posee un programa electrónico inteligente.
- Menor consumo de combustible de 8 a 10%.
- Posibilidad de manejo manual secuencial con mandos en el volante o palanca.
- Mantenimiento según algunos fabricantes es nulo.
- Garantía extendida hasta 10 años.
- No genera saltos en el cambio de marchas.
- Simplifica al máximo el manejo.
- Alta calidad y durabilidad de los componentes.
- Funcionamiento simple.

4.5 CONCLUSIONES

Como se ha podido ver, la evolución tecnológica en lo que respecta a: materiales, funcionamiento y operatividad, se ve tanto en las transmisiones automáticas electro hidráulicas, como en las CVT. Sistemas cada vez más avanzados permiten que el conductor elija entre múltiples programas y opciones de manejo, todo ello con el objeto de hacer de la conducción más suave y segura, simplificando el manejo.

En nuestra ciudad, si bien es cierto, las transmisiones automáticas no son las más utilizadas, peor aun las desconocidas CVT, sin embargo la tendencia muestra que van teniendo una mayor acogida, que hace algunos años atrás. Con ello nuevas técnicas de mantenimiento y nuevos procedimientos en cuanto a la aplicación de las nuevas tecnologías deben ser considerados, puesto que vivimos en un mundo de constantes cambios y avances tecnológicos.

En nuestro medio, no cabe duda que las transmisiones CVT son mucho más costosas que las automáticas de tipo electro hidráulicas, pero ello puede cambiar, si generalizan más este tipo de transmisiones, la cadena de comercialización puede abaratar costos con el fin de que sean más asequibles al público en general, pero ello va a requerir de tiempo, como en el caso de Europa en donde ya no se ve tan frecuente transmisiones automáticas, sino ahora las CVT.

Desde el punto de vista técnico las transmisiones CVT, en teoría tienen un rendimiento óptimo, a esto se suma su diseño más compacto y ligero, con materiales en su mayor parte reciclables, lo cual resulta beneficioso para el medio ambiente. Por otro lado su funcionamiento relativamente simple supondría técnicas de reparaciones más simples que en una transmisión automática electro hidráulica, sin embargo no es así, puesto que la tensión de la cadena o banda requiere una precisión controlada electrónicamente, por lo que al menos en nuestro medio, no es posible.

La constante evolución tanto en las transmisiones automáticas, como en las CVT, ofrece múltiples prestaciones y beneficios, según los requerimientos de los conductores, pero todo ello va a depender de cada criterio, es por ello que resulta difícil establecer que tipo de transmisión, en este estudio, es la mejor.

La duda de muchas personas al adquirir una transmisión CVT, es el tipo de mantenimiento y reparaciones que deben realizarse, la falta de conocimiento de este tipo de transmisiones en los talleres de la ciudad, complican esta incertidumbre, a ello se suma el elevado costo de mantenimiento que no es menor a \$250, sin embargo el mantenimiento de la CVT puede extenderse hasta prolongados recorridos, e incluso omitir el mantenimiento, según manuales de algunos fabricantes. Por otra parte esta el ahorro de combustible ya que al realizar los cambios de relación de una manera más eficiente, mantiene la potencia en un rango preferido, lo cual puede llegar a equiparar la inversión de la CVT a corto o mediano plazo.

CONCLUSIONES

Con la realización de este estudio comparativo entre las transmisiones automáticas electro hidráulicas y las de variador continuo CVT, se ha podido resaltar las características más sobresalientes en forma técnica y fundamentada, aclarando ciertos aspectos principales en cuanto a funcionamiento, constitución y operatividad, marcando claramente las diferencias entre estas dos transmisiones. Destacando que desde el punto de vista ecológico las transmisiones CVT utilizan en su mayor parte, materiales reciclables de alta calidad.

Tanto las transmisiones automáticas como las CVT, han ido evolucionando desde sus inicios, hoy en día el desarrollo automotriz se ve enfocado en la disminución de peso en sus componentes, así como una mayor eficiencia en el funcionamiento del motor, con un menor consumo de combustible.

Como se vio las transmisiones CVT ocupan cada vez más el mercado en nuestra ciudad, la mayoría de marcas de vehículos han optado por utilizar la CVT como la transmisión preferida, puesto que su mantenimiento se puede prolongar a varios años, y la economía en el ahorro de combustible se hace notoria. En nuestra ciudad Nissan es la marca líder en transmisiones CVT, que según técnicos del taller de automotores y anexos no han presentado ningún inconveniente en cuanto al desempeño de las mismas.

Cabe señalar en este estudio que las transmisiones automáticas electro hidráulicas sin duda son mucho más complejas que las CVT en cuanto a funcionamiento, por lo cual requiere de un alto grado de conocimiento y preparación para realizar cualquier trabajo de mantenimiento y reparación, no obstante en nuestro medio existe el personal calificado para desempeñar dicha tarea, por el contrario las transmisiones CVT al ser relativamente nuevas en nuestra ciudad, las técnicas de mantenimiento y reparación se ven limitadas. Por ello sería de vital importancia retomar este estudio en un período de tiempo en el cual se observe el desgaste y comportamiento de las CVT, para determinar si realmente resulta una alternativa viable a las transmisiones automáticas de nueva generación.

Desde el punto de vista del confort, las transmisiones CVT superan a las automáticas, ya que no existen escalamientos ni tirones, el momento de subir o bajar una marcha, no obstante la percepción en lo que respecta al manejo cambia notoriamente en una CVT, esto al principio puede generar desconcierto, ya que esta tecnología es muy diferente a la que estábamos acostumbrados.

Las transmisiones CVT al ser relativamente nuevas en nuestro medio, se ven un poco limitadas en lo que respecta a imprevistos, puesto que en caso de avería o daño de alguno de sus componentes, resulta difícil encontrar el repuesto, sin embargo mediante compras por Internet es posible adquirir repuestos no solo nuevos, sino reparados (overhaul), a un costo mucho más asequible.

Por otra parte se conoce que las transmisiones CVT, son mucho más caras que las automáticas electro hidráulicas, en cuanto a mantenimiento y reparaciones, sin embargo las CVT poseen una vida útil prolongada debido a que sus componentes no se encuentran en continua fricción como en el caso de una transmisión automática. Si bien se ha enfatizado todas las prestaciones que nos ofrecen ambas transmisiones, queda a voluntad de las personas, elegir la transmisión más conveniente, puesto que con el desarrollo acelerado de la tecnología en todos los campos de la ingeniería automotriz, sin duda la conducción se vuelve más placentera y confortable, simplificando las técnicas de mantenimiento y maximizando la eficiencia del motor, disminuyendo el consumo, siendo así, bienvenida sea toda nueva tecnología que contribuya con ello.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

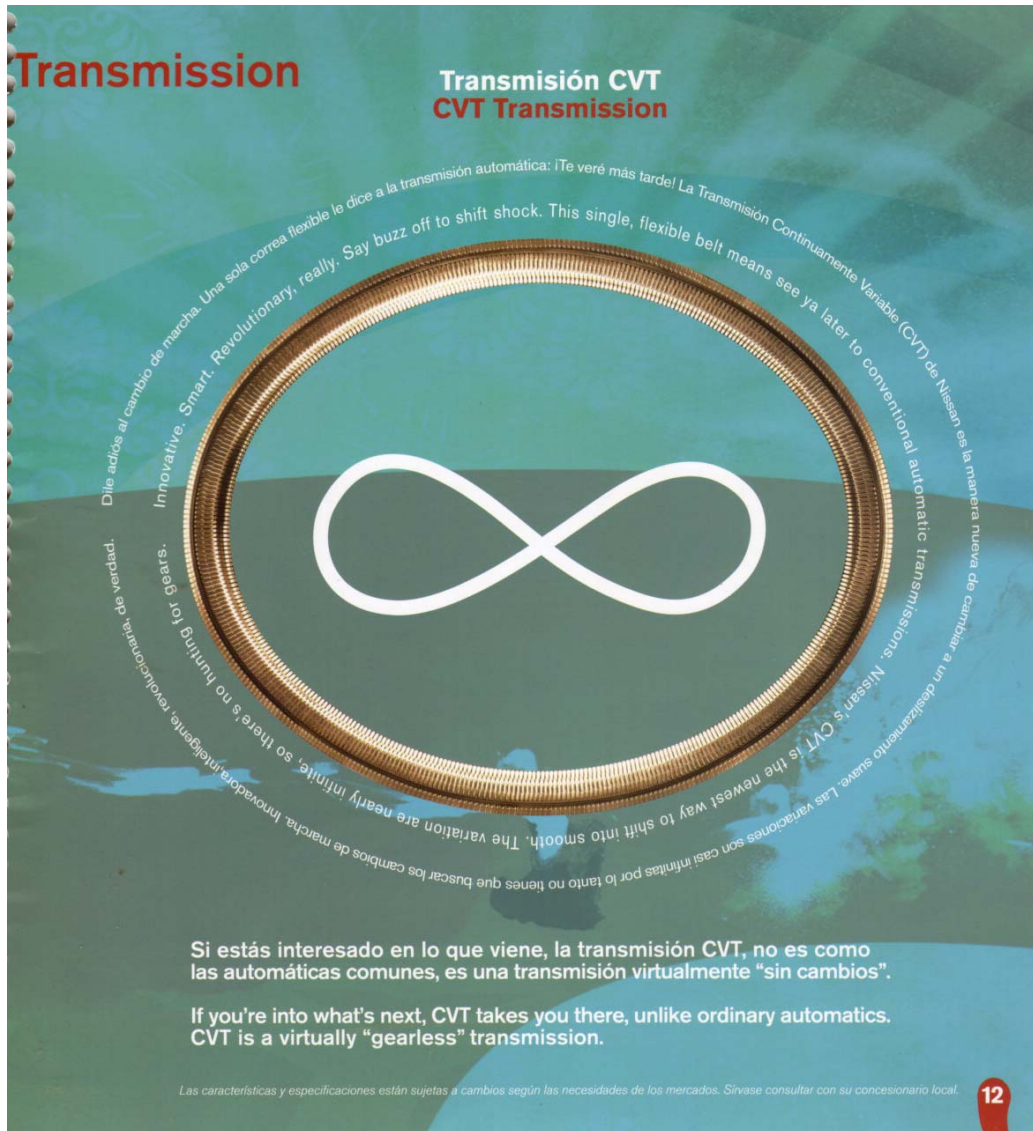
- ARIAS PAZ, Manuel, Manual del automóvil, Tercera Edición, Madrid-España, Editorial Dossat, 2005.
- CEAC, Manual del Automóvil, Tercera edición, España, Editorial Ceac, 2003
- COLADO RODRÍGUEZ, Nicolás, Cajas De Cambio Automáticas Y Variadores , versión 2, Estados Unidos, Slideshare, 2009
- DIARIO HOY, Venta de transmisiones CVT, Quito Miércoles 8 de Mayo del 2008.
- FORD, transmisiones automáticas principios de funcionamiento, manual de servicio 7500, Michigan- Estados Unidos, Ford International Staff, 2001.
- GIMÉNEZ ORTIZ, J.G., LASALA GARCÍA, F.J., Transportes, Segunda edición, España, Unicopia, 2000.
- GROOTE, J. P, Tecnología de los circuitos hidráulicos, 4a. edición, Barcelona - España, Editorial Ceac, 2003.
- J. CAMPBELL, Gary, Transejes y Transmisiones Automáticas, Spanish 2ª Edition, México, Prentice-Hall Hispanoamericana S.A, 2000.
- LINARES, P., MÁRQUEZ, L., MARTOS, G., MAYA, R. y MENÉNDEZ, M.A. Estrategias de conducción en tractores agrícolas de transmisión CVT tipo planetario sumador. Simposio Internacional de Ingeniería Rural Edición 2, Palencia- España, Unicopia, 2006
- MALLOL, Emilio, Transmisiones mecánicas modernas, 3ª Edición, Buenos Aires – Argentina, Librería Hachhette, 2002
- NISSAN, Catálogos de información, Japón, Sapo, 2010.
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Compendio de las cajas de cambios DSG (direct shift gearbox). Facultad de Ingenierías, Carrera de Ingeniería Mecánica Automotriz, Cuenca-Ecuador, 2007.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

- AUDI, Sistema Multitronic, Alemania 2008 <http://www.audi.com>
- BORGWARNER INC, Bw auto, sistema BMW Fórmula 1, Alemania 2006 <http://www.bwauto.com/>
- CEACEDIT, Transmisión CVT la gran desconocida, España 2008 <http://www.ceacedit.com>
- DODGE, Manual Dodge Caliber, Mini cooper Wrangler, Estados Unidos, 2008, <http://www.manualespdf.es>
- DOMINGUEZ, Javier, Todomotor, Transmisiones Automáticas, España 2006 <http://www.todomotor.net>.
- ED3, El Periódico del motor, Prestaciones CVT, España 2004 http://www.elperiodicodelmotor.es/articulo_motor.php?id=2667
- HACHETTE, Filipacchi ,Car and Driver, Tipos de transmisiones CVT, Estados Unidos, 2010 <http://www.caranddriver.com/carnews/6778/torotrack.html>
- HOWSTUFFWORKS INC, Transmisión de doble embrague, Brasil 2010, <http://auto.howstuffworks.com/dual-clutch-transmission.htm>
- KELLEY BLUE BOOK, Autoweb, Transmisiones automáticas de nueva generación , Estados Unidos, 2010, www.autoweb.com.au
- MAGNA INTERNATIONAL INC, Transmisiones de doble embrague, Alemania 2009, <http://www.magnapowertrain.com/>
- MEGANEBOY, Dani, Mecánica Virtual, Trasmisiones Automáticas, CVT, México 2010, www.mecanicavirtual.org
- VAN DAMME ,Stephane, Histomobile, Tecnología de las transmisiones automáticas, Alemania 2008, <http://www.histomobile.com/histomob/tech/2/83.htm>
- WIDMAN INTERNATIONAL, Transmisiones CVT Lubricación y mantenimiento ,Bolivia, 2010 :www.widman.biz
- ZF, Friedrichshafen AG, Transmisión CVT , Alemania, 2008 http://www.zf.com/content/de/import/zf_konzern/startseite/Startseite.html

ANEXOS

ANEXO 1: Cadena CVT Nissan Xtrail



Transmission

Transmisión CVT
CVT Transmission

Dile adios al cambio de marcha. Una sola correa flexible le dice a la transmisión automática: ¡Te veré más tarde! La Transmisión Continuumamente Variable (CVT) de Nissan es la manera nueva de cambiar a un desahorro de combustible. Innovative. Smart. Revolutionary, really. Say buzz off to shift shock. This single, flexible belt means see ya later to conventional automatic transmissions. Nissan's CVT is the newest way to shift into smooth. The variation are nearly infinite, so there's no hunting for gears. Innovador, inteligente, revolucionario de verdad. Las variaciones son casi infinitas por lo tanto no tienes que buscar los cambios de marcha. Innovador, inteligente, revolucionario de verdad. Dile adios al cambio de marcha. Una sola correa flexible le dice a la transmisión automática: ¡Te veré más tarde! La Transmisión Continuumamente Variable (CVT) de Nissan es la manera nueva de cambiar a un desahorro de combustible. Innovative. Smart. Revolutionary, really. Say buzz off to shift shock. This single, flexible belt means see ya later to conventional automatic transmissions. Nissan's CVT is the newest way to shift into smooth. The variation are nearly infinite, so there's no hunting for gears. Innovador, inteligente, revolucionario de verdad. Las variaciones son casi infinitas por lo tanto no tienes que buscar los cambios de marcha. Innovador, inteligente, revolucionario de verdad.

Si estás interesado en lo que viene, la transmisión CVT, no es como las automáticas comunes, es una transmisión virtualmente "sin cambios".

If you're into what's next, CVT takes you there, unlike ordinary automatics. CVT is a virtually "gearless" transmission.

Las características y especificaciones están sujetas a cambios según las necesidades de los mercados. Sírvase consultar con su concesionario local.

12

ANEXO 2: Características CVT



El X-TRAIL puede ofrecer un rendimiento 4x4 formidable tanto en terreno agreste, como en autopista o en las calles de la ciudad. El X-TRAIL le ofrece un rendimiento sumamente satisfactorio tanto en su desplazamiento diario al trabajo como en carreteras amplias y abiertas.

The X-TRAIL may offer formidable 4x4 capabilities for wild terrain, but it's equally at home on the highway or city street. The X-TRAIL provides you with supremely satisfying performance whether commuting or enjoying the wide open road.

Transmisiones
La potencia del nuevo X-TRAIL se distribuye de forma eficiente gracias a la transmisión manual de 6 velocidades, y a la Transmisión Continua Variable (CVT).

Maniobrabilidad excelente
Un radio de giro mínimo de sólo 5.3 metros (bordillo a bordillo) y una dirección asistida sensible proporcionan una maniobrabilidad excelente.

Transmissions
X-TRAIL's power is efficiently managed by a range of 6-speed manual transmissions or you can opt for the CVT featuring.

Excellent maneuverability
A minimum turning radius of just 5.3 meters (to curb) and responsive power steering provide excellent maneuverability.




Manejo y conducción impresionantes
Una suspensión delantera MacPherson y una suspensión de barra vertical de articulación paralela en la parte trasera aseguran un manejo suave y un viaje confortable.

Control de crucero
Acomódese en el asiento y disfrute del viaje. Gracias al control de crucero, de serie en el grado más alto, desaparecen la tensión y el agotamiento tan comunes en los largos trayectos al volante. Este sistema le permitirá concentrarse en lo que sucede en la carretera, haciendo la conducción mucho más cómoda y segura.

Impressive handling & ride
A MacPherson strut type front suspension and parallel-link strut suspension in the rear ensure smooth handling and comfortable ride.

Cruise control
Sit back and enjoy the ride. Cruise control takes the strain out of long distance driving and lets you concentrate on what's happening on the road, making driving safer and so much more comfortable. Cruise control is standard on the upper grade.

Frenos de disco ventilados
Los frenos de disco ventilados en las cuatro ruedas ofrecen un rendimiento de frenado seguro y más tranquilidad al conducir.

Ventilated disc brakes
Ventilated disc brakes on all four wheels offer surefooted braking performance and extra peace of mind.

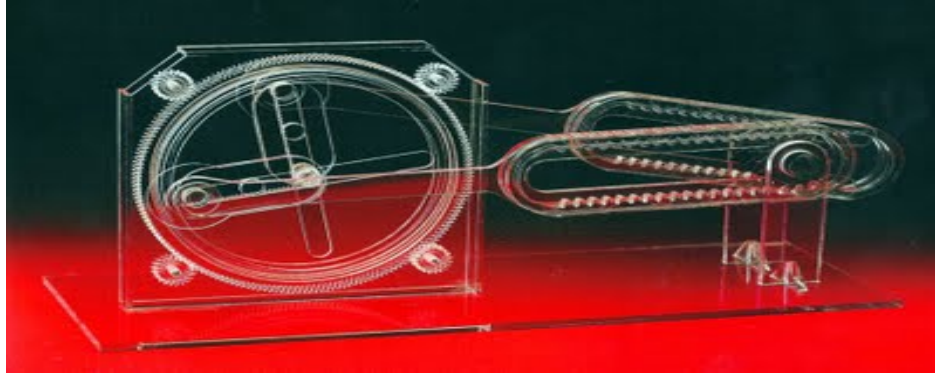


Las características y especificaciones están sujetas a cambios según las necesidades de los mercados. Sírvase consultar con su concesionario.

ANEXO 3: Hedetronik

Le realizamos una entrevista a Gustavo Hedemann, autor de **HEDETRONIK**: un **Variador Continuo de Velocidad 100% Mecánico**.

Premiado en Innovar 2009 bajo la categoría **Concepto Innovador**



Hedetronik, variador continuo de velocidad

(a) Como surgió tu proyecto?

Hace 25 años que estoy en búsqueda de un sistema que responda a las necesidades insatisfechas de esta tecnología. Si bien año tras año las automotrices mejoran sus cajas automáticas, no dejan de tener cambios y mecanismos muy complejos y costosos. Asimismo, los sistemas de variación continua conocidos hasta hoy tenían fricción y en algún punto patinan. El Hedetronik es 100% mecánico, evitando todo lo anteriormente descrito.

(b) Cuál es el concepto innovador?

Elimina la necesidad de un embrague.

No hay fricción ni roce que pueda hacer que patine un componente.

Sensiblemente más económico que cualquier caja manual básica.

Reemplaza a cualquier caja: manual, automática, de última generación.

Aplica en motores a explosión, eléctricos, máquinas industriales, trenes, autos, barcos, etc., etc., etc.

Porqué es innovador ese concepto?

Es una suerte de caja de engranajes de combinaciones infinita.

Hasta este momento, el hombre no había logrado solucionar este tema.

Con el Hedetronik se logra una real combinación infinita de velocidades y de torque, variable de acuerdo a cada necesidad.

(c) En que etapa se encuentra ?

Ya está el prototipo realizado y se encuentra en etapa de comercialización de derechos para su posterior fabricación aplicada a absolutamente cualquier rubro.

(d) Cuales fueron los obstáculos al momento de desarrollarlo?

La búsqueda permanente de la simplificación de cada uno de sus componentes, con el fin de un producto final económico, de fácil fabricación en cualquier país, y de rápido acceso a cualquier público.

Características propias del producto?

El producto en sí consta de 2 partes básicas: Un disco y un eje que se desliza en el disco. El resto de las partes son accesorios que pueden variar de acuerdo al fin para el cual se lo fabrique.

ANEXO 4: Consumos de las transmisiones automáticas

Cómo se calculan los consumos oficiales?

Publicado por Paco Ros en 28 de Agosto de 2009

Cuando vamos a comprar un nuevo vehículo, uno de los datos que no se pueden pasar por alto de las especificaciones técnicas es el consumo.

Los valores de consumo que se encuentran en las especificaciones se encuentran desglosados en tres valores: consumo urbano, interurbano y mixto. ¿Cómo calculan las marcas estos consumos? ¿Por qué en la mayoría de coches esos consumos no se corresponden, luego, con la realidad de la conducción en el día a día?

Un artículo de 8000 vueltas me ha dado la respuesta sin yo buscarla y ésta se encuentra en la directiva europea 80/1268/ECC que especifica cómo hacer el cálculo de consumos y emisiones de CO2.

En resumen, la manera de medir estos consumos es la siguiente:

Ciclo urbano: El test de ciclo urbano se lleva a cabo en laboratorio bajo unas condiciones de temperatura controladas (entre 20° C y 30° C) en una superficie rodante y partiendo con el motor frío. El ciclo consiste en una serie de aceleraciones, tramos de velocidad constante, deceleraciones y esperas. La velocidad máxima es de 50Km/h, la velocidad media es de 19Km/h y la distancia recorrida es de 4Km.

Ciclo extra urbano: Se produce inmediatamente después del ciclo urbano y consiste de nuevo en aceleraciones, velocidades constantes, deceleraciones y tiempos de espera en los que la velocidad máxima es de 120Km/h, la media es de 63Km/h y la distancia cubierta es de 7Km.

Consumo medio o combinado: Se calcula haciendo la media de los consumos anteriores ponderada con respecto al número de kilómetros recorridos.

Por ejemplo, si una prueba ha entregado un consumo de 8 l / 100 Km en recorrido urbano y 6 l / 100 Km en recorrido extra urbano, la media es $(8 * 4 + 6 * 7) / (4 + 7) = 6,73$ l / 100 Km

Una de las particularidades que tiene esta forma de medir el consumo es que se especifica en qué momento se debe cambiar de marcha durante la prueba, operación que se debe realizar de la siguiente manera:

A	los	15	Km/h	pasar	de	1 ^a	a	2 ^a
A	los	35	Km/h	pasar	de	2 ^a	a	3 ^a
A	los	50	Km/h	pasar	de	3 ^a	a	4 ^a
A	los	70	Km/h	pasar	de	4 ^a	a	5 ^a

A los 100 Km/h pasar de 5^a a 6^a (si el vehículo dispone de ella)

La salvedad la ponen los cambios automáticos, con respecto a los cuales no especifica el momento del cambio sino que deja al criterio de la centralita (ECU) el momento de efectuar el cambio de marcha.

Ese es uno de los motivos por los que algunos vehículos que equipan una caja de cambios automática con gestión electrónica consiguen consumos y emisiones menores que los manuales equivalentes y ese hecho repercute en que el impuesto de matriculación pueda ser menor en España y el precio final del vehículo más bajo o el beneficio para el vendedor mayor.

Si vas a comprar un coche nuevo y estás preocupado por el consumo, pero desconfías de las cifras oficiales, la mejor opción es tomar el vehículo de pruebas del concesionario, llenar su depósito a tope, poner el tacómetro parcial a cero, probarlo haciendo una conducción normal y al acabar la prueba, volver a llenar el depósito y anotar la distancia recorrida y el volumen de combustible repostado en el segundo repostaje.