



# INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en  
Mecánica Automotriz**

**Autor:** Jeferson Hurtado Bennet

**Tutor:** Ing. Fernando Gómez Berrezueta

**Diseño de un Banco Didáctico para Cajas Automáticas CVT**



### **Certificación de Autoría**

Yo, Jeferson Hurtado Bennet, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

---

Jeferson Hurtado Bennet

C.I. 0927828343

### **Aprobación del Tutor**

Yo, Fernando Gómez Berrezueta certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

---

Ing. Fernando Manuel Gómez Berrezueta, MsC.

Director del Proyecto

## **Dedicatoria**

Primeramente, agradezco y dedico con todo mi corazón mi tesis a Dios por permitirme ser privilegiado de tener vida y salud, a mis queridos padres por ser las personas que en cada momento estuvieron ahí conmigo dándome fuerza animo motivándome cada día a

que no retroceda y siga hasta lo último por enseñarme principios y valores por ayudarme a crecer emocionalmente por estar ahí en los momentos difíciles a mi esposa

por tenerme paciencia y asimilar que en ocasiones no podía estar presente todo el tiempo en casa a mis hijos que son parte fundamental de mi vida a mi hermana para que pueda seguir mi ejemplo que a pesar de las dificultades que se presenten en la vida uno

tiene que seguir firme y hacia delante.

***Jeferson Hurtado Bennet***

### **Agradecimiento**

Agradezco a todos los docentes de la Universidad que fueron los que cada día de estudio me enseñaron y me corregían para que todo se realice como se debe, a Katherine Orrala Cedeño y Moran Karen García por su dedicación y paciencia a la Ing. Daniela Jerez que en todo momento y procesos correspondientes a la Universidad estuvo guiándome y aconsejándome a cada instante a mi tutor por el tiempo que me dedico a cada momento por su paciencia y disposición en ayudarme.

***Jeferson Hurtado Bennet***

## Contenidos

Certificación de Autoría.....	ii
Aprobación del Tutor.....	iii
Dedicatoria .....	v
Agradecimiento .....	vii
Índice .....	vii
Índice de Figuras .....	xii
Resumen .....	xiv
Abstract.....	xvi
Capítulo 1.....	1
1. Marco Referencial .....	1
1.1. Definición del Problema.....	1
1.2. Objetivos de la Investigación .....	1
1.2.1. Objetivo General .....	1
1.2.2. Objetivos Específicos .....	1
1.3. Alcance.....	2
1.4. Justificación e Importancia de la Investigación.....	2
1.4.1. Justificación Teórica.....	2
1.4.2. Justificación Metodológica.....	2
1.5. Marco Metodológico .....	3
1.5.1. Tipo de Investigación .....	3
1.5.2. Ubicación Geográfica.....	3
1.6. Hipótesis.....	4
1.6.1. Variables de Hipotesis.....	5
1.6.2. Operacionalización de Variables.....	5

Capítulo II.....	5
2. Marco Teórico .....	5
2.1. Transmisión Automática .....	5
2.1.1. Principales Cambios Automáticos.....	6
2.1.1.1. Epicycloidales .....	6
2.1.2. Averías de la Transmisión Automática Epicycloidal .....	7
2.2. Tipos de Transmisión Automática.....	8
2.3. Transmisión Continuamente Variable .....	9
2.3.1. Transmisión CVT .....	11
2.3.1.2. El Variador Continua de Par Según Nissan.....	16
2.3.1.3. Ventajas e Inconvenientes.....	15
2.4. Composición del Sistema CVT.....	16
2.5. Tipos de CVT.....	18
2.5.1. La CVT Toroidal Basada en Rodillos (CVT-t) .....	20
Capítulo III.....	21
3. Diseño y Construcción del Banco de Prueba para la CVT .....	21
3.1. Etapa 1: Despiece de Transmisión Automática.....	21
3.2. Etapa 2: Corte de Transmisión Automática.....	27
3.3. Etapa 3: Pintado y Ensamblado Transmisión Automática .....	30
Capítulo IV.....	33
4. Diseño de Manual de Transmisión .....	34
4.1. Ubicación de Componentes de la Transmisión CVT .....	35
4.2. Función de los Componentes de la Transmisión.....	35
4.2.1. Cuadro de Instrumentos.....	35
4.2.2. Selector Directa .....	37



4.2.3. Actuador de ABS y Unidad Eléctrica (Unidad de Control) .....	36
4.2.4. ECM .....	37
4.2.5. BCM .....	37
4.2.6. Conjunto de Palanca Selectora de CVT .....	37
4.2.6.1. Interruptor de Modo Manual. ....	37
4.2.7. TCM .....	38
4.2.8. Conjunto de la Transmisión.....	39
4.2.8.1. Contacto de la Posición de la Transmisión.....	40
4.2.8.2. Sensor de Velocidad de Entrada.....	40
4.2.8.3. Válvula de Control. ....	41
4.2.8.3.1. Sensor de Temperatura del Fluido de la CVT .....	41
4.2.8.3.2. Sensor de Presión Primaria.....	42
4.2.8.3.3. Sensor de Presión Secundaria.....	43
4.2.8.3.4. Válvula Solenoide de Presión de Línea.....	41
4.2.8.4. Válvula Solenoide de Presión Primaria y Secundaria. ....	44
4.2.8.6. Válvula Solenoide de Selección. ....	44
4.2.8.7. Sensor de Velocidad Primaria y de Salida. ....	45
4.3. Mecanismo de la Transmisión.....	45
4.3.1. Convertidor de Par.....	45
4.3.2. Bomba de Aceite .....	45
4.3.3. Engranaje del Planetario.....	46
4.3.4. Funcionamiento del Engranaje Planetario.....	46
4.3.5. Correa y Polea .....	48
4.3.5.1. Correa de Acero.....	49
4.3.5.2. Polea .....	46

4.3.6. Diferencial.....	51
4.4. Montaje y Desmontaje de Caja Automática CVT.....	52
4.4.1. Desmontaje.....	53
4.4.2. Montaje.....	53
4.5. Sistema de Calentador y Enfriador.....	54
4.5.1. Funcionamiento del Sistema de Refrigeración.....	55
4.5.2. Termostato de la Calefacción.....	56
Conclusiones.....	64
Recomendaciones.....	65
Bibliografía.....	66

## Índice de Figuras

Figura 1 <i>Ubicación Geográfica de la Escuela de Ingeniería Automotriz - UIDE</i>	3
Figura 2 <i>Transmisión Automática Epicicloidal</i>	6
Figura 3 <i>Funcionamiento CVT</i>	10
Figura 4 <i>Audi Multitronic</i>	11
Figura 5 <i>Audi Multitronic Variador Cadena Placa Enlace</i>	14
Figura 6 <i>Variador Continuo de Par</i>	14
Figura 7 <i>Cambio CVT Variador Continuo Esquema Xtroid</i>	15
Figura 8 <i>Partes de Caja de Cambios CVT</i>	16
Figura 9 <i>Correa de Transmisión de un Sistema CVT</i>	17
Figura 10 <i>CVT de Poleas con Diámetro Variable</i>	18
Figura 11 <i>Medidas del Banco de Prueba</i>	21
Figura 12 <i>Pieza Acople de Motor Eléctrico</i>	22
Figura 13 <i>Pieza Acople Eje CV</i>	23
Figura 14 <i>Pieza Acople Eje CV</i>	23
Figura 15 <i>Tubo y Plancha para el Banco de Prueba de la CVT</i>	23
Figura 16 <i>Transmisión Automática CVT</i>	24
Figura 17 <i>Herramientas para Despiezar Caja Automática</i>	24
Figura 18 <i>Tapa de Transmisión Automática</i>	25
Figura 19 <i>Piñones y Cadenas de Caja de Transmisión</i>	25
Figura 20 <i>Cuerpo de Válvula</i>	26
Figura 21 <i>Caja Automática CVT Despiezada</i>	26
Figura 22 <i>Discos de Corte</i>	27
Figura 23 <i>Carcasa de la Transmisión Automática CVT T32</i>	27
Figura 24 <i>Cuerpo de la Transmisión</i>	28

Figura 25	<i>Corte Transversal para Acceso Partes Internas de la Transmisión</i>	28
Figura 26	<i>Carcasa de la Transmisión Automática CVT</i>	29
Figura 27	<i>Pieza de la Carcasa de Transmisión</i>	29
Figura 28	<i>Pintada de Carcasa de Transmisión</i>	30
Figura 29	<i>Montaje de Acople del Sistema de Aire</i>	30
Figura 30	<i>Sistema de Aire</i>	31
Figura 31	<i>Montaje Motor Eléctrico</i>	31
Figura 32	<i>Fondeo Banco Didáctico</i>	32
Figura 33	<i>Pintado Banco Didáctico</i>	32
Figura 34	<i>Pintado Caja CVT</i>	32
Figura 35	<i>Acabado Banco Didáctico</i>	33
Figura 36	<i>Componentes de Funcionamiento de la Transmisión CVT</i>	35
Figura 37	<i>Selector de Directa</i>	36
Figura 38	<i>Interruptor de Modo Manual</i>	38
Figura 39	<i>Ubicación de la TCM</i>	39
Figura 40	<i>Componentes Eléctricos de la Transmisión</i>	39
Figura 41	<i>Conjunto de la Transmisión</i>	40
Figura 42	<i>Sensor Velocidad de Entrada. A. Modelo MR20DD – B. Modelo QR25DE</i>	40
Figura 43	<i>Funcionamiento del Sensor de Velocidad</i>	41
Figura 44	<i>Funcionamiento del Sensor de Temperatura del Fluido CVT</i>	42
Figura 45	<i>Diagrama del Sensor de Presión Aceite Primaria</i>	42
Figura 46	<i>Diagrama del Sensor de Presión Secundario</i>	43
Figura 47	<i>Diagrama Corriente vs Presión Aceite de Válvula Solenoide Lineal</i>	43
Figura 48	<i>Sensor de Velocidad Primaria</i>	45
Figura 49	<i>Posición “D” Transmisión CVT</i>	46

Figura 50 <i>Posición P/N Transmisión CVT</i>	47
Figura 51 <i>Posición R Transmisión CVT</i>	48
Figura 52 <i>Correa y Polea</i>	49
Figura 53 <i>Correa de Acero</i>	50
Figura 54 <i>Especificación y Diámetro Polea de CVT</i>	51
Figura 55 <i>Diferencial CVT</i>	52
Figura 58 <i>Giro de la Bayoneta</i>	54
Figura 59 <i>Diagrama de Sistema de Refrigeración de la Transmisión CVT</i>	55
Figura 60 <i>Cadena de Transmisión (Banda)</i>	56

**Índice de Tabla**

Tabla 1 <i>Pérdida de Fluido</i> .....	57
Tabla 2 <i>Proceso de Mantenimiento</i> .....	58
Tabla 3 <i>Proceso de Mantenimiento – Continuación 1</i> .....	59
Tabla 4 <i>Proceso de Mantenimiento – Continuación 2</i> .....	60
Tabla 5 <i>Proceso de Mantenimiento – Continuación 3</i> .....	61
Tabla 6 <i>Proceso de Mantenimiento – Continuación 4</i> .....	62

## Resumen

En este proyecto de grado se seleccionó y recopiló información relevante acerca de las Transmisiones automáticas, enfocada en la caja CVT la cual significa transmisión continua variable por sus siglas en inglés “Continuously Variable Transmisión”, también se presenta las figuras de cada instante en el que se realizó la adecuación del proyecto, el funcionamiento y la operación de cada una de las partes que conforman esta transmisión y podrá servir para poder desarmarla en su totalidad y reconocer partes internas de la misma.

Se presenta un diseño y construcción de un banco de prueba para la transmisión automática con la finalidad de poder apreciar y conocer partes internas y el funcionamiento de las poleas y banda a baja velocidad y alta de la CVT T32 y que los estudiantes puedan desarmarla en su totalidad ver y apreciar cómo funciona este tipo de caja y poder realizar prácticas en la misma, adicional se apreciara componentes internos con proceso de corte que se realizó, en la caja automática la cual estará ubicada en el un banco didáctico para poder analizar y observar su funcionamiento.

Para el banco en el cual estará la caja ubicada se utilizó para sus bases tubos cuadrados de 60 mm de largo una plancha de 1/32 de pulgada el ancho de la mesa es de 80 mm y el largo de esta es 90 mm con la finalidad que no ocupe mucho espacio se colocará un regulador de frecuencia para el control y mando del motor eléctrico que nos ayudará a dar la fuerza requerida para poder girar los componentes internos de la caja, se escogerá información exclusiva de manuales digitales de Nissan.

También se realizará una guía práctica donde se muestra los componentes eléctricos y partes internas de la transmisión, como operan y cuál es su proceso de mantenimiento.

**Palabras Clave:** Banco didáctico, transmisión variable, operación.

## Abstract

In this degree project, relevant information about automatic transmissions was selected and collected, focused on one in particular, which is the CVT, which means continuously variable transmission for its acronym in English "Continuously Variable Transmission", drawings are also shown of the moment in which the adaptation of this project was carried out, additionally it is explained the operation of every part of the transmission, this may serve to be able to assembly and disassembly the entirely components also recognize the internal parts of it. A design and construction of a test bench for the automatic transmission is presented in order to be able to appreciate and know the internal parts and the operation of the high and low speed pulleys and belt of the CVT T32 in this way the students are able to assembly and disassembly the entire system precisely, additionally to see and appreciate how this type of box works and to be able to carry out practices in it, furthermore it is possible to appreciate its internal components through the cutting process of the automatic box for this a working bench will be used to put the transmission as a didactic bench for analyzing and observing its performance. For making the bench in which the box will be located, 60 mm square long tubes were used for its base, a 1/32-inch plate, the width of the table is 80 mm and its length is 90 mm with the purpose that this does not take up much space, a frequency regulator will be placed for the control and command of the electric motor it will help to give the required force to rotate the internal components of the box, exclusive information will be chosen from Nissan digital manuals. There will also be a practical guide showing the electrical components and internal parts of the transmission, how they operate, and their maintenance process required.

**Keywords:** Didactic, variable transmission, operation.



## Capítulo I

### Marco Referencial

#### 1.1. Definición del Problema

El planteamiento del problema se basa en la necesidad de conocer el funcionamiento y operación de una caja o transmisión automáticas CVT T32 por sus siglas en inglés “Continuously Variable” “Transmisión en los talleres de la Escuela Ingeniería Automotriz, para que los estudiantes puedan realizar prácticas y de esta forma aprendan más acerca de los elementos de esta transmisión (Carand Driver, 2021). La CVT T32 cambia a la perfección a través de una gama interminable de relaciones de transmisión efectivas mientras conduce, mientras que otros tipos de Transmisiones mecánicas ofrecen un número fijo de relaciones de transmisión y tienen cambios duros entre cada marcha, como explica la reparación de transmisión certificada. Los sistemas de transmisión CVT también se conocen como Transmisiones de una velocidad, sin cambios y continuos. En base a las premisas presentadas se deduce lo siguiente.

¿Es viable el análisis de diseñar la estructura y montaje CVT donde un motor opere y muestre su funcionamiento?

#### 1.2. Objetivos de la Investigación

##### 1.2.1. Objetivo General

Diseñar un banco didáctico para cajas automáticas CVT T32 para analizar su funcionamiento de acuerdo con los parámetros del fabricante.

##### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Diseñar la estructura que será la base de la caja automática CVT T32.
- Conocer el funcionamiento y operación de una caja automática CVT T32.
- Realizar una guía práctica para funcionamiento de la caja automática CVT.
- Diseñar elemento de funcionamiento de caja CVT T32.

### **1.3. Alcance**

El alcance de este proyecto se enfoca en el diseño de un Banco Didáctico para Cajas Automáticas CVT con la finalidad de conocer las funciones y operación, los cuales ayudaran en los talleres de la Escuela de Ingeniería Automotriz, para que los estudiantes puedan realizar prácticas y a su vez guiarlos, de forma que aprendan más acerca de los elementos de esta transmisión.

### **1.4. Justificación e Importancia de la Investigación**

#### ***1.4.1. Justificación Teórica***

La base teórica del trabajo se justifica en la elaboración del diseño y construcción de su estructura considerando sus componentes, así mismo conocer cómo trabaja, opera y funciona la transmisión automática CVT T32.

#### ***1.4.2. Justificación Metodológica***

El método científico es la guía de cada trabajo de investigación, en donde existe un apoyo de la información que se visualiza, es importante informarse sobre los datos obtenidos durante las pruebas que dieron resultados específicos.

Se debe adquirir conocimiento de los distintos tipos de investigación científica, ya que varían según las necesidades de la investigación, por ello se concluye que este estudio se va a efectuar bajo una metodología constructivista para determinar las técnicas de diseño y elaboración, que son parte de la estática y la dinámica, así como los instrumentos en donde se recibe la información o donde se vaya a realizar el diseño. Este proceso metodológico refuerza a que las directrices investigativas sean las adecuadas, para alcanzar la información esperada.

#### ***1.4.3. Justificación Práctica***

Las mediciones y modificaciones que se puedan aplicar en la estructura de la caja CVT T32, se podrán interpretar y analizar como posibles fallas en el desarrollo de esta, por ejemplo, un mal corte en los tubos, soldadura defectuosa en la base de la caja, etc.

Este análisis ayudara a realizar una revisión completa, segura y homologada con las normas estructurales a cumplir. El sistema dispone de pruebas y estudio standard en su parte estructural y conexión motriz.

## 1.5. Marco Metodológico

### 1.5.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se ha desarrollado se establece en la redacción de un tipo de investigación descriptiva, ya que se propone a diseñar y fabricar una estructura de soporte para una caja automática que se opere a través de un motor eléctrico de esta forma se analizara los parámetros de funcionamiento de la caja CVT T32.

Se tiene en cuenta los datos obtenidos no solo de expertos que conocen el funcionamiento sino también de guías obtenidas de libros o del internet.

### 1.5.2. Ubicación Geográfica

El trabajo se desarrollará en la ciudad de Guayaquil, en el taller de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil, donde se realizará todo el ensamblaje y construcción del banco de pruebas de la caja automática CVT T32, tal y como se puede observar en la Figura 1.

## Figura 1

*Ubicación Geográfica de la Escuela de Ingeniería Automotriz - UIDE*



Fuente: (Google Maps, 2022).

## **1.6. Hipótesis**

El diseño y construcción de un banco de pruebas para la obtención de parámetros de funcionamiento de una transmisión de una caja automática CVT T32, es viable en su totalidad, y se aprovechara con los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la UIDE.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### 2.1. Factores de Diseño de Banco de Prueba

Los elementos mecánicos producidos en los distintos elementos por las sollicitaciones de servicio o de trabajo se calculan por medio de un análisis elástico. Se determinan después los esfuerzos en las distintas secciones debido a los elementos mecánicos, por métodos también basados en hipótesis elásticas. Los esfuerzos de trabajo así calculados deben mantenerse por debajo de ciertos esfuerzos permisibles que se consideran aceptables, el método es razonable en estructuras de materiales con un comportamiento esencialmente elástico (López, 2000).

#### 2.2. Transmisión Automática

Posibilita variar las interacciones entre la función del transporte y el sistema del motor de forma independientes, el conductor no va a ser quien controle los cambios de interacción. La transición del cambio de rapidez se hace en funcionalidad de 2 límites:

- La rapidez del transporte.
- El par resistente que se aprecia en la marcha del transporte.

Los vehículos con caja de cambios automática no disponen de pedal de embrague y su palanca de cambios es bastante distinta a la de los vehículos con caja de cambios manual. El resultado es un manejo que no crea irregularidades en la transición de las marchas, algo bastante a gusto para el conductor, debido a que no debería accionar dispositivos de cambio de marchas ni embrague. (Carazo Alvarez, 2020)

Además, el cambio automático aporta al transporte pesado estabilidad activa, en las frenadas de emergencia aportará con la reducción de marchas de manera automática, lo cual asistirá de manera considerable en caso de no poderse hacer la reducción idónea por un fallo humano.

Los cambios automáticos poseen como ventajas:

- Simple funcionamiento.
- Un más grande bienestar.
- Flujo de fuerza del motor sobre las ruedas sin interrupciones.

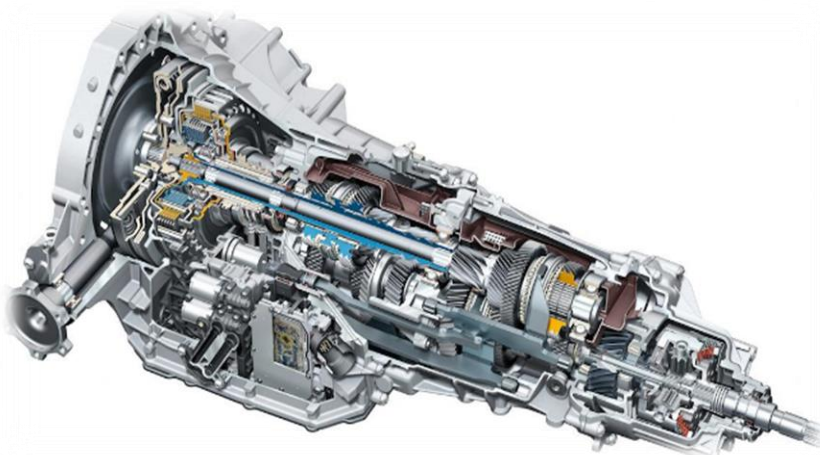
### **2.2.1. Principales Cambios Automáticos**

**2.2.1.1 Epicicloidales.** Disponen de engranajes planetarios, por medio de dichos engranajes se recibe las diferentes interrelaciones de transmisión, son 3 recursos que componen el artefacto (planetario, satélite y corona), (Figura 2) podemos apreciar el interior de la caja (demostrativo interior caja de velocidades).

El cambio automático tiene una palanca selectora, del cual posibilita elegir algunas posiciones de las cuales las más frecuentes son:

- P (parking) estacionamiento del transporte.
- N (neutro) punto muerto.
- D (drive) desplazamiento del transporte.
- R (reverse) retroceso del transporte.
- M (manual) desplazamiento insertado por el conductor.

**Figura 2**  
*Transmisión Automática Epicicloidal*



Fuente: (Borja, 2009).

### **2.2.2. Averías de la Transmisión Automática CVT**

#### **Recalentamiento de la Caja de Cambios**

- Radiador de lubricante atascado, se soluciona con el lavado del radiador.
- Una vez que la presión del sistema está bastante baja, se debería analizar la presión en los agujeros de pruebas. Si la fuerza es baja se indica sustituir la bomba de la red hidráulica.
- Grado de viscosidad hidráulica baja, se rellena y examinar fugas.

#### **Dificultad de Rellenado**

- Filtro hidráulico taponado, se debería suplir.
- Filtro hidráulico con presión, se debería suplir.
- Exceso de aceite hidráulico, regirse a el tamaño del agua indicado por el fabricante.

#### **Acoplamiento Duro a Partir de la Postura (Neutral) Hasta la Postura (Drive)**

- Velocidad de ralentí del motor desmedido.
- Desarrollo incorrecto de la compleción de válvulas, se examina las válvulas. y de ser primordial se sule.
- Mal aspecto del fluido hidráulico, se efectúa el cambio del líquido hidráulico.
- Presión hidráulica exagerada, se examina la fuerza en los agujeros de prueba.

#### **Cambios Ascendentes Incontrolables**

- Una vez que la presión hidráulica está fuera del rango, se comprueba la fuerza en los agujeros de prueba.
- Si existe un desarrollo incorrecto de compleción de válvulas, se examina las válvulas y se sustituye.
- Grado de aceite hidráulico bajo, se debería nivelar y verificar aparentes fugas.

- Burbujas de presión en el sistema, reemplazar fluido hidráulico y filtro.

#### **No se Hacen los Cambios de Velocidades de Forma Ascendente**

- Presión hidráulica bastante baja, revisar la presión en los agujeros de prueba.
- Grado de aceite hidráulico bajo, se debería rellenar y revisar probables fugas.

#### **No se Hacen los Cambios de Velocidades de Forma Descendente**

- Presión hidráulica bastante alta, revisar la presión en los agujeros de prueba.
- Manejo erróneo corporal de válvulas, se ofrece revisar las válvulas y de ser primordial, la sustitución.

#### **El Transporte Avanza en Postura Neutral**

- Manejo erróneo corporal de válvulas, se propone revisar las válvulas y de ser primordial, la sustitución.
- Mal manejo del convertidor de par, revisar la válvula de abastecimiento del convertidor de par o carcasa de la rueda independiente. Los dos son de sustitución instantánea (Roshfrans, 2018).

#### **Ruido Desmesurado Perteneciente de la Transmisión**

- Desgaste de piñones de engranaje epicicloidales o dientes de los engranajes marcados. Se debería proceder a la sustitución del ferrocarril de engranajes.

### **2.3. Tipos de Transmisión Automática**

Existen tres tipos básicos de transmisiones automáticas, las cuales se detalla a continuación:

La clásica, que está acoplada al motor por medio de un convertidor hidráulico o turbina. El doble embrague que es el segundo tipo, su desempeño es hidráulico o electrónico, utilizando datos del auto como: la postura del acelerador, la rapidez a la que va el auto, así como las revoluciones por minuto del motor (QRD25). Ambos tipos realizan los cambios de velocidades sin la mediación del conductor.



El tercer tipo es la CVT o Transmisión Variable Continua, esta transmisión no usa engranajes, está constituida por un sistema de correas y poleas que realizan un número infinito de cambios, respondiendo a límites de aceleración, rapidez y revoluciones por minuto del motor (Bua, 2014).

#### **2.4. Transmisión Continuamente Variable**

Las cajas de cambio constantemente cambiantes emplean el mismo comienzo de interacción de cambio que acabamos de describir, referente con la diferencia de diámetro entre una rueda dentada y otra (y por consiguiente diferencia en la rapidez de giro), y además otro inicio que se sabe ya hace siglos de transmisión del giro entre 2 ruedas que giran, por medio de una cuerda o correa, en vez de por medio del contacto directo o engranaje de las ruedas. Una transmisión siempre variable en la actualidad suele usar una correa metálica o una cadena.

Poseemos por igual un eje que gira con el motor y otro eje que gira con las ruedas del transporte. El eje del motor es el que se sabe cómo ingreso y hace girar una polea dentada que "envía la fuerza" (que algunas veces es llamada polea conductora o primaria).

El eje que transmite el giro a las ruedas del carro se sabe cómo salida y gira gracias al giro de otra polea dentada que "obtiene la fuerza" y que en ocasiones además se puede llamar polea conducida o secundaria (Toyota, 2015).

Entre una polea y la otra está la cadena que transmite el giro de una a la otra (de forma bastante parecida a cómo funciona la cadena de una bicicleta entre el plato del pedalier y el piñón). Lo que pasa es que, si el diámetro de las poleas es constantemente el mismo, solo tendríamos una interacción de cambio, sin embargo, como dijimos previamente requerimos diferentes interrelaciones de cambio para lograr usar mejor el motor y para lograr circular en un rango bastante extenso de velocidades.

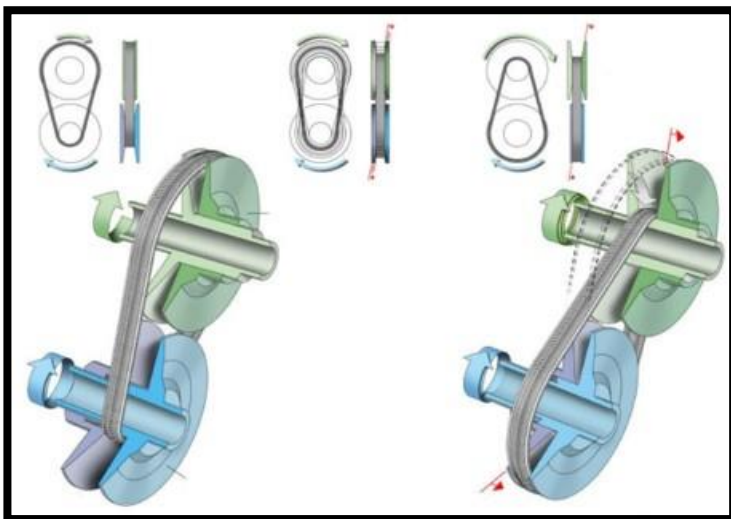
En una transmisión constantemente variable no hay diferentes ruedas dentadas ni se cambia de una rueda dentada a otra. Su propio nombre lo sugiere: la transmisión es continua, y

por consiguiente no se interrumpe jamás, y es a la vez variable. La variabilidad se consigue realizando que el diámetro efectivo de las poleas cambie en tiempo real.

Para eso se recurre a un diseño de la polea ingenioso: se divide en 2 piezas que tienen la posibilidad de alejar o aproximar sutilmente, comúnmente con un sistema hidráulico, y los muros de cada parte, que sirven de calle para la cadena, no son verticales, son cónicas. De esta manera una vez que los muros se acercan y la polea se estrecha, se incrementa el diámetro de la polea y la cadena "asciende".

Una vez que los muros se alejan y el interior se ensancha (figura 3), el diámetro de la polea se disminuye y la cadena "baja" (Toyota, 2015) de esta forma, al variar el diámetro de la polea conductora y el de la polea conducida, se poseen diversas interacciones de cambio (podríamos mencionar que casi infinitas).

**Figura 3**  
*Funcionamiento CVT*



Fuente: (Borja, 2009)

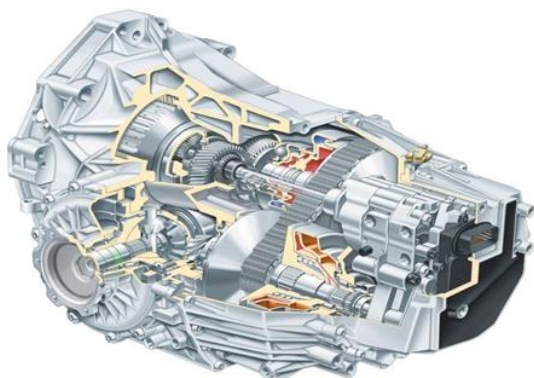
El sistema de control electrónico del cambio se encarga de escoger la interacción de cambio más correcta en cada instante dependiendo de diferentes componentes, como la rapidez que lleva el carro, el grado de presión sobre el acelerador, el esfuerzo que tiene que hacer el motor, el modo de conducción seleccionado, etc.

### 2.4.1. Transmisión CVT

Variador constante de par o CVT (Continuously Variable Transmisión) esta caja que cuenta con infinitas interrelaciones de transmisión y que técnicamente, por lo menos en teoría, se aprecia como la caja de cambios ideal (Figura 4).

**Figura 4**

*Audi Multitronic*



Fuente: (Crouse, 2018)

Así se consigue laborar continuamente en el rango óptimo de giro del motor conforme a el caso presente de conducción. Esto posibilita obtener unos consumos menores que usando un cambio manual u otro tipo de cambio automático, así como unas aceleraciones bastante superiores. No obstante, pese a lo ideal que se requiere esta clase de cambio, ya en 1490 Leonardo Da Vinci había teorizado sobre este sistema en una etapa incipiente en uno de sus bocetos, y en 1879 Milton Reeves había inventado un sistema semejante de transmisión de rapidez variable para sierras de madera, el cual se utilizaría en su primer carro en 1896.

- No ha sido hasta la década de los 60 una vez que este sistema comenzó a tener cierta relevancia en pequeños utilitarios económicos como el DAF 600
- Siendo 1987 un punto de inflexión con la presentación del Subaru Justy ECVT en el Salón de Tokio,

- A partir del Ford Celebración y Fiat Uno, llegando al apogeo de estas cajas de cambio en el 2000 una vez que Audi arrojó la Multitronic de primera generación.
- Sin embargo, las cajas de variador constante se hallan presentes en casi el cien por cien de los scooters que transitan en la actualidad, dada su sencillez y reducido tamaño.

Además, en el planeta de la competición se ha experimentado con ellas. En 1993 los accesorios de Fórmula 1 Williams hizo diversos exámenes con un FW15C equipado con esta clase de transmisión pilotado por un adolescente David Coulthard, llegando a lograr tiempos de hasta 3 segundos más veloz por vuelta debido a la CVT, aunque la FIA prohibió la utilización de estas cajas y nunca se llegaron a utilizar en carrera.

**Funcionamiento.** El inicio esencial en el cual se inspira una caja CVT es en el de 2 poleas, una conectada al motor (polea conductora) y otra conectada a las ruedas (polea conducida).

Las cuales varían progresivamente sus diámetros efectivos, de manera que a medida que uno se incrementa, el otro reduce, y al revés, debido a que estas poleas permanecen unidas por una correa o cadena cuya longitud permanece constante. Es así como se consigue un número infinito de interacciones de transmisión acotado por una interacción mínima y otra máxima.

En una caja CVT nos encontramos con los siguientes elementos:

- Un factor de embrague, que conforme el fabricante de la caja podría ser un convertidor de par (como las Hypertronic y Extroid de Nissan) o un embrague multidisco húmedo (en la situación de las Multitronic de Audi).
- Un inversor para lograr modificar el sentido de giro en la salida y proceder a accionar la marcha atrás. Este inversor suele consistir en un piñón de engranajes epicicloidial accionado hidráulicamente.

- Una bomba de aceite que otorga presión hidráulica para accionar los diversos sistemas de la caja y que gira solidariamente al motor, estando conectada al primario de la caja (eje de acceso que viene del motor).
- Sistema electrónico que comanda la caja, siendo bastante fundamental en los cambios CVT (Continuously Variation Transmisión), debido a que correspondería de adecuar en todo instante la interacción de la transmisión utilizada a la rapidez y carga puntual para garantizar que se labora en el sistema de giro del motor óptimo. En la situación de cajas con embragues multidisco, y más que nada en las Multitronic que emplean un sistema de micropatinamiento accionado hidráulicamente (podría decirse que es como una especie de segundo embrague) el peso de la electrónica es mucho más grande que en las que emplean un convertidor de par como factor de embrague, debido a que tienen que mantener el control de a la perfección la etapa de acoplamiento y desacoplamiento del motor.
- Sistema de interacción de transmisión, con lo cual se desea referir a aquellas dos poleas de diámetro cambiante, como también la cadena, y demás recursos que realizan viable transmisión de desplazamiento. Generalmente, la mayor parte de dichos cambios consta de dos ejes, los cuales son uno conductor y otro el conducido, donde se montan las que corresponden a poleas homónimas. Estas poleas se conforman paralelamente de dos “caras cónicas”, una fija y otra que se desliza sobre el eje mediante unas estrías y accionada por presión hidráulica.

De esta forma, una vez que las caras de una de estas poleas se acercan, la cadena que las une comienza a “subir”, debido a que se produce un estrechamiento en la garganta interior, incrementando considerablemente el diámetro efectivo de la misma. En la otra polea ocurre exactamente lo opuesto.

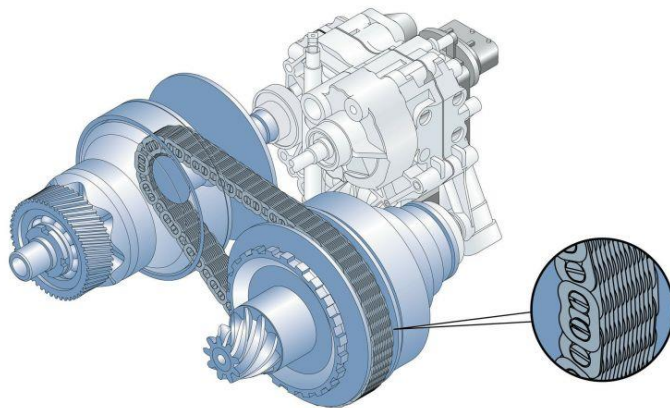
La cadena que junta las dos poleas suele estar compuesta por diversas láminas de acero

(Multitronic) o inclusive una correa como en los cambios más básicos y pensados para motores menos potentes o scooters.

Esta cadena labora a fricción con las caras cónicas de las poleas, de allí lo que sigue importante es en especial fundamental la lubricación de la polea con cara cónica y estado del aceite.

### **Figura 5**

*Audi Multitronic Variador Cadena Placa Enlace*



Fuente: (Borja, 2019).

#### **2.4.2. El Variador Continuo de Par Según Nissan.**

Este es un caso particular que tiene una característica especial la cual es que en su desempeño son más eficientes (Figura 6).

### **Figura 6**

*Variador Continuo de Par*



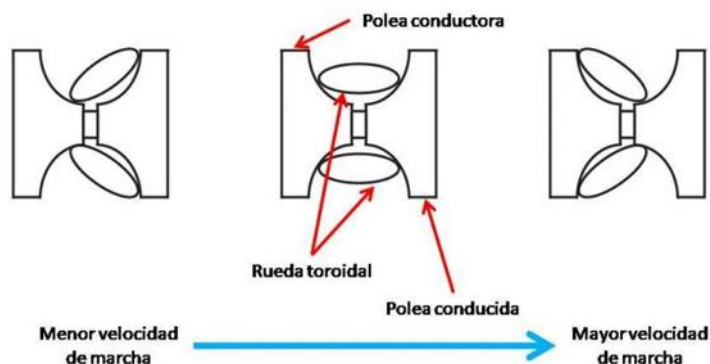
Fuente: (Borja, 2019).

Estas son las Extroid de Nissan, que, aunque se fundamentan en el inicio del variador constante de par, la manera de obtener dicha alteración en la variación de velocidades es distinto con respecto a las Multitronic y demás participantes, un ejemplo donde se pueda observar es en la (Figura 6).

Esta caja cuenta con dos poleas cóncavas y conectadas por medio de unas ruedas toroidales. Estas ruedas toroidales son accionadas por presión hidráulica, cambiando su inclinación y transmitiendo el movimiento de una polea a otra de nuevo por fricción (Jaime Fenoll, 2012).

### Figura 7

*Cambio CVT Variador Continuo Esquema Xtroid*



Fuente: (Astudillo, 2010)

Así al inicio de la marcha estas ruedas conectan la zona de menor diámetro de la polea conductora con la zona de mayor diámetro de la conducida, y a medida que el vehículo gana velocidad, estas ruedas cambia su posición hasta conectar la zona de mayor diámetro de la conductora con la de menor diámetro de la conducida, tal y como se muestra en la Figura 7.

**Ventajas y Desventajas.** La enorme virtud de esta clase de transmisiones automáticas es el hecho de que permiten utilizar continuamente en su sistema ideal el motor, por los que se alcanza un consumo menor y unas prestaciones superiores. Al mismo tiempo, son unas cajas subjetivamente compactas, por lo cual necesitan menos espacio y peso. Por otro lado, presentan

2 monumentales desventajas. La primera de ellas es que no puede transmitir un par alto, por lo cual solo está presente en utilitarios y vehículos con motores pequeños. Con la llegada de la Multitronic de Audi y su cadena formada por láminas de acero este par límite se incrementó alrededor de los 400 Nm (Águeda Casado, 2012).

La segunda enorme desventaja radica en las sensaciones que transmite al conductor, debido a que en los vehículos que equipan estas cajas el sistema de giro del motor no sigue con la rapidez a la que se circula, por lo cual se crea una sensación extraña. Además, el hecho de no existir numerosas colaboraciones de transmisión específicas, o sea, diversos escalonamientos, tampoco ayuda a mejorar la vivencia.

Para intentar paliar este problema ciertos productores han implementado electrónicamente diversos escalonamientos, de manera que las caras de las poleas se mueven de unas posiciones determinadas a otras, y de esta forma transmitir dicha sensación de número discreto de velocidades o interrelaciones de transmisión.

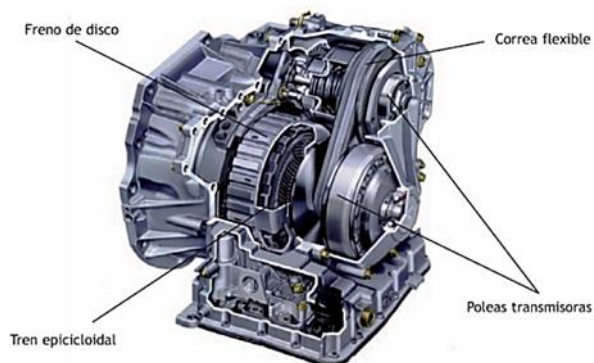
## 2.5. Composición del Sistema CVT

El sistema de cambios CVT está compuesto (figura 8) por los siguientes elementos:

Dos poleas transmisoras, una conductora y otra conducida, diseñadas para variar la anchura de sus dos caras cónicas.

### Figura 8

#### *Partes de Caja de Cambios CVT*



Fuente: (Srinivasan, 2008).



Una correa flexible (figura 9), como componente de transmisión en medio de las poleas.

Existen dos tipos de correas de transmisión:

- Las correas trapezoidales, que poseen forma geométrica en V son las menos comunes, debido a que se ruedan en aceleraciones violentas o en transmisiones de par motor muy elevadas y no poseen una vida larga y eficiente.
- Las cadenas fabricadas en un metal flexible, que resultan muy fiables y permiten que se entregue más par al sistema de tracción.
- El acoplamiento con el motor, que puede desarrollarse de 2 maneras: por medio de la utilización de un embrague hidráulico o por medio del trabajo de multidisco bañados en aceite.
- La unidad de control hidráulica y la bomba de presión. La unidad de control hidráulica actúa sobre la bomba de presión para crear la presión de mando.
- El mecanismo epicicloidal, primordial para invertir el giro de salida de la caja de cambios y de esta forma poder ofrecer marcha atrás.
- El freno de disco, que se ocupa de detener los diversos recursos del ferrocarril epicicloidal.

### **Figura 9**

*Correa de Transmisión de un Sistema CVT*



Fuente: (Toyota, 2015)

## 2.6. Tipos de CVT

Los 2 tipos más frecuentes 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 prácticamente tiene 5 elementos:

- Una correa metálica o cadena a modo de “V”.
- Una polea impulsora.
- Una polea de salida.
- Un aceite particular.
- Una PC con sus sensores y programación.

Estas transmisiones son usadas por Audi, Daihatsu, Dodge, Fiat, Ford, Honda, Jeep, Lexus, Mercedes, Mercury, Mitsubishi, Mini Cooper, Nissan, Opel, Peugeot, Renault, Rover, Saturn, Toyota, y otras marcas (Gómez, 2020).

### Figura 10

*CVT de Poleas con Diámetro Variable*



Fuente: (Borja, 2019)

Cada polea es fabricada de 2 conos de 20°, uno contra el otro. La correa anda por el canal compuesto por los conos. Una vez que los conos son más distantes de su par, la correa anda en la parte más angosta, más al centro de la polea. Una vez que son más cercas, la correa tiene que subir

a la parte ancha de la polea. El desplazamiento de los conos que conforman la polea podría ser controlado por presión hidráulica, fuerza centrífuga, fuerza electromagnética o resortes, entre 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 PC para que constantemente tenga la misma circunferencia y por ende la correa podría ser profundo sin variar su tamaño (Gómez, 2020).

En la operación habitual, a lo largo de una aceleración, la polea impulsora, conectado al motor (frecuentemente por un convertidor de torque para permitir las paradas sin embrague) está bien abierta, permitiendo la correa operar a alta rapidez y torque por el centro del eje, a medida que 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.

Una vez que aceleramos, la polea impulsora es apretada para incrementar su diámetro y la polea de salida es abierta para minimizar su diámetro. Este cambio de diámetros se incrementa la rapidez de salida, incrementando la rapidez del auto (Crouse, 2018).

Con este sistema de poleas el número de “cambios” es infinito. Cada milímetro de cambio en las poleas cambia la cantidad de torque y rapidez aplicada a las ruedas. Esto descarta el problema que poseemos en transmisiones manuales o transmisiones automáticas clásicos donde se fija la proporción (en 2 a 6 cambios) de torque y rapidez, variando la rapidez del motor por un rango extenso de revoluciones, varios de los cuales no son eficientes. Una transmisión manual de 5 velocidades (cambios) tiene 5 aspectos eficientes donde el torque y la rapidez del transporte son óptimos. El resto del tiempo estamos gastando más combustible que lo ideal.

El auto con una transmisión CVT tiene una PC programada para conservar las revoluciones del motor más constante, dentro del rango de eficiencia y potencia solicitada, a medida que cambia las poleas y por ende el “ratio” de los “cambios” artificiales. A medida que es decir bastante bueno para ahorrar combustible, el motor suena distinto y no se siente los impulsos de potencia (Crouse, 2018).

La utilización de las palancas “secuenciales” en la CVT muevan las poleas a aspectos fijos. Es decir, en la transmisión del Mitsubishi Outlander, como sugiere en la publicidad: “Cambio CVT con variador y 6 interacciones predeterminadas, modo deportivo y con levas de cambio en el volante.” Al apretar la leva, la PC mueve las poleas al próximo de las 6 posiciones predeterminadas. Se siente los cambios ya que son más bruscos. Además, esto posibilita el freno de caja, sin embargo, consume más combustible (Gómez, 2020).

### Capítulo III

#### Diseño y Construcción del Banco de Prueba para la CVT

##### 3.1. Diseño de Banco de Prueba

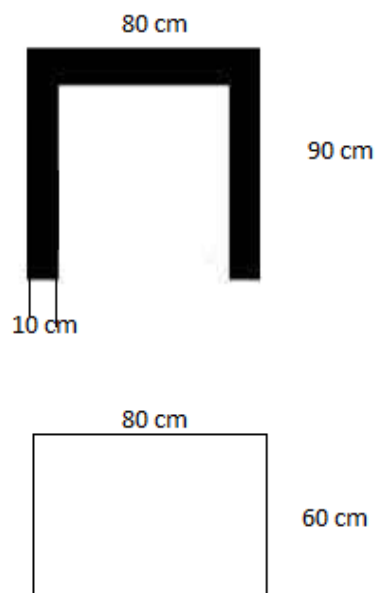
El banco de prueba para soportar la transmisión automática CVT, es realizado con tubos cuadrados de acero ASTM A53 y se utiliza electrodos 6011, el cual es apropiado comúnmente para soldadura en caliente de estos metales, además se usa este tipo y modelo de material acorde a las necesidades y seguridad que se requieran.

Este banco de pruebas (Astudillo, 2010) tiene las siguientes medidas:

- Ancho es de 60 cm.
- Largo es de 80 cm.
- Y las bases son de 90 mm.
- Plancha de 1/ 32 de pulgada.
- Tubo calidad ASTM A53.
- Tubo acabado acero negro.
- Espesor del tubo 1/32 plg.

##### Figura 11

*Medidas del Banco de Prueba*



Se escogió tubos cuadrados para ser las bases de la mesa por las diferentes aplicaciones que se le puede dar tanto en el medio industrial como automotriz y por ser estructural, por sus propiedades químicas de contener carbono que nos ayuda en la resistencia para poder soportar el peso de la CVT y por su resistencia a la tracción de 400 MPa y su límite de fluencia de 317 MPa.

Consta de una plancha 0.794 mm fácil de soldar, cortar, dar forma y maquinar con un peso de 602 (Kg), que es un poco ligera para así poder evitar que el banco tenga peso adicional aparte del que ya tiene la caja CVT.

Consta de un motor monofásico que convierta la energía eléctrica en mecánica es el necesario para poder facilitar el movimiento de las piezas internas de la caja CVT de 10 A, 850 rpm y de 950 W se escogió este tipo de motor con la finalidad de evitar ruidos y posibles vibraciones al momento que entre en funcionamiento.

Se compone con partes de un convertidor al cual se le diseño orificios y se le retiraron ciertas partes para ser utilizado en conjunto al motor eléctrico y que sea resistente y ligero para poder ser acoplado (soldado) al motor eléctrico y así evitar el peso adicional que se tendría si se utilizaba el convertidor de par completo lo apreciamos en la figura 12.

### **Figura 12**

*Pieza Acople de Motor Eléctrico*



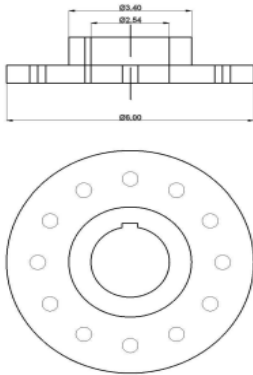
En las figuras 13 y 14 se observa el diseño de las Pieza Acople Eje CV.

**Figura 13**

*Pieza Acople Eje CV*

**Figura 14**

*Pieza Acople Eje CV*



En la figura 15 se observa el material utilizado para la fabricación del banco.

**Figura 15**

*Tubo y Plancha para el Banco de Prueba de la CVT*



### 3.2. Etapa 1: Despiece de Transmisión Automática

En esta etapa se va a detallar el procedimiento que se ha cumplido para el despiece de la transmisión automática CVT, y también reconocer las herramientas a utilizar para dicha tarea.

En la Figura 16 se puede observar la transmisión automática CVT, la cual se procederá a despiezar y cortar para luego montarla en el banco de prueba.

#### Figura 16

*Transmisión Automática CVT*



En la Figura 17 se muestra las herramientas que se utilizaron para despiezar la caja automática, se observa un martillo, dados Torx, rache, extensión, dados de diferente medida, destornillador y un destornillador inalámbrico.

#### Figura 17

*Herramientas para Despiezar Caja Automática*





En la Figura 18 se observa como poco a poco se ha ido aflojando la tapa de la Transmisión Automática, y se ha comenzado a retirarla para posteriormente trabajar en ella.

### **Figura 18**

*Tapa de Transmisión Automática*



En la Figura 19 se observa ya la transmisión como tal, con su piñones respectivos y cadena (bomba de aceite), que ayuda al movimiento de la bomba de aceite.

### **Figura 19**

*Piñones y Cadenas de Caja de Transmisión*



En la Figura 20 se puede observar el cuerpo de válvula, en esta imagen se ha desmontado la tapa que lo cubría para realizar cortes en la misma.

**Figura 20**

*Cuerpo de Válvula*



Como se observa en la Figura 21 se tiene ya toda la caja automática CVT despiezada, identificando sus partes y de este modo comenzar a trabajar en cada una de ellas para realizar cortes precisos y obtener buenos resultados.

**Figura 21**

*Caja Automática CVT Despiezada*



En esta etapa vamos a tener el proceso de corte, en el cual hay que tener mucho cuidado ya que los cortes deben ser precisos para que se pueda armar la transmisión y funcionar dentro del banco de pruebas.

### 3.3. Etapa 2: Corte de Transmisión Automática

En esta etapa se comenzará a realizar cortes estratégicos en la carcasa de la transmisión automática como también en algunos de sus elementos.

En la Figura 22 se tiene los discos de corte y la amoladora la cual ha sido utilizada para corte sobre la carcasa de la transmisión automática CVT, donde se utiliza varios discos por el material de la caja y el tipo de corte que se está buscando.

**Figura 22**

*Discos de Corte*



En la Figura 23 se observa cómo se va cortando y puliendo las áreas irregulares para obtener mejor acabado.

**Figura 23**

*Carcasa de la Transmisión Automática CVT T32*



En la Figura 24 se observa cómo se comienza a cortar el cuerpo de la transmisión para poder tener esa entrada visible al funcionamiento de la transmisión automática.

#### **Figura 24**

*Cuerpo de la Transmisión*



En la Figura 25 se ve cómo se realiza un corte transversal para terminar de tener el acceso visual a las partes internas de la transmisión, en donde se aprecie su funcionamiento.

#### **Figura 25**

*Corte Transversal para Acceso Partes Internas de la Transmisión*



En la Figura 26 se observa los cortes transversales y longitudinales con el disco de corte el cual se lo realiza para separar una parte de la carcasa de la transmisión.

**Figura 26**

*Carcasa de la Transmisión Automática CVT*



En la Figura 27 se tiene el resultado del corte de la carcasa donde se puede observar la pieza retirada y la ventana donde se podrá apreciar de forma eficiente el trabajo realizado por los piñones y la cadena de la transmisión automática CVT.

**Figura 27**

*Pieza de la Carcasa de Transmisión*



### 3.4. Etapa 3: Pintado y Ensamblado Transmisión Automática

En la Figura 28 se observa como quedó el acabado de la pintura en la carcasa de la transmisión automática CVT T32, la cual será montada en el banco de metal anteriormente armado.

**Figura 28**

*Pintada de Carcasa de Transmisión*



En la Figura 29 se observa la instalación del sistema para la entrada de aire el cual nos ayudara para poder tener presión y que el sistema pueda trabajar.

**Figura 29**

*Montaje de Acople del Sistema de Aire*



Instalación completa del sistema de aire. En la Figura 30 se muestra dos vías para suministrar aire el cual servirá de accionador para el sistema en la transmisión automática CVT-T32.

### **Figura 30**

#### *Sistema de Aire*



En la Figura 31 se observa la colocación de del motor eléctrico el cual nos ayudará en el movimiento de las partes interna de la caja CVT.

### **Figura 31**

#### *Montaje Motor Eléctrico*



En la Figura 32 se muestra el acabado que se aplicó a la mesa donde se instalará la transmisión CVT T32. En este caso el color es azul.

**Figura 32**

*Fondeo Banco Didáctico*



En las Figuras 33, 34 y 35 podemos apreciar el acabado y pintado del banco.

**Figura 33**

*Pintado Banco Didáctico*

**Figura 34**

*Pintado Caja CVT*





**Figura 35**

*Acabado Banco Didáctico*



## Capítulo IV

### Componentes de Transmisión CVT

La comprobación del funcionamiento del banco didáctico se lo debe realizar en un lugar seguro (piso nivelado sin presencia de aceite) y se realiza de la siguiente manera:

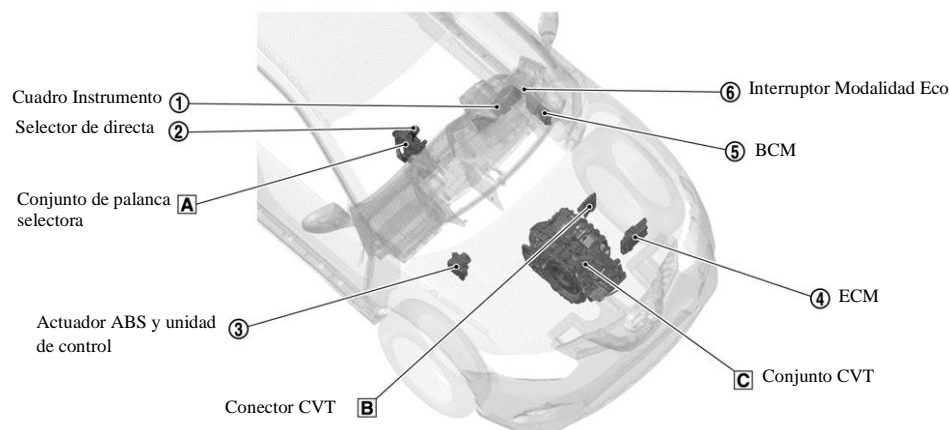
- Verificar que la conexión a utilizar se encuentre en buenas condiciones (Para evitar cortocircuito).
- Verificar estado de las mangueras y toma de aire que se utilizara.
- Verificar lubricación de poleas y cadena (componentes de CVT).
- Verificar presión toma de aire que este en 10 PSI.
- Luego que los puntos mencionados estén correctamente procedemos a conectar un extremo de la manguera a la toma de aire y el otro extremo a la entrada de aire del banco.
- A continuación, se conecta el enchufe del banco didáctico al tomacorriente eléctrico (110 V).
- Posteriormente se acciona el interruptor para permitir el paso de corriente que permita encender el motor el cual se regula su velocidad con el potenciómetro instalado en el panel de funcionamiento.
- Después que el motor está girando, se procede a elevar la presión de aire a 60 psi el cual ayuda a generar presión para que los discos internos de la CVT se compriman y puedan permitir que las poleas se expandan y contraigan según la velocidad que se aplique al motor eléctrico se tendrá una pérdida de aire (presión).
- Por esta razón es que el sistema no está sellado en su totalidad (producto de los cortes realizados para la precisión de los componentes internos) pero se lo compensa elevando la presión en la toma de aire que se utilice.

#### 4.1. Ubicación de Componentes de la Transmisión CVT

Conocer las transmisiones automáticas es principal motivo para saber cómo puede un vehículo salir de la inercia y transportarse en el asfalto, por ello es necesario conocer todos sus sistemas, los componentes con los que trabaja y donde se encuentran ubicados en el vehículo.

**Figura 36**

*Componentes de Funcionamiento de la Transmisión CVT*



Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

#### 4.2. Función de los Componentes de la Transmisión

Se procede a redactar las funciones de los elementos mostrados y como operan en función de la transmisión CVT.

##### 4.2.1. Cuadro de Instrumentos

- Transmite principalmente la siguiente señal al TCM a través de la comunicación CAN.
- Señal del contacto del selector de directa.
- Señal de modo manual.
- Señal de modo no manual.
- Señal de aumento de marchas en modo manual.

- Señal de reducción de marchas en modo manual. Recibe principalmente las siguientes señales desde el TCM a través de la comunicación CAN. Señal de posición del cambio.
- Señal del indicador de directa desactivada.
- Señal de rechazo de cambio en modo manual.

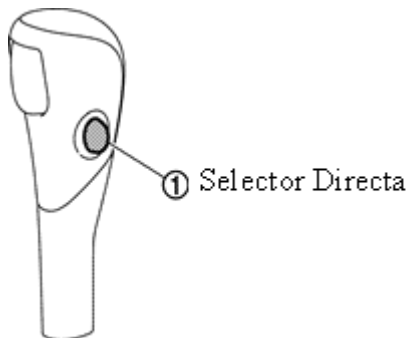
#### 4.2.2. *Selector Directa*

El selector de directa está montado en el mecanismo de la palanca selectora cuando el indicador de directa se desactivada del cuadro de instrumentos está apagado y se pulsa el selector de directa, se desactivada y se enciende el indicador de directa desactivada.

Cuando el indicador de directa desactivada del cuadro de instrumentos está encendido y se pulsa el selector de directa, se cancela la directa desactivada y se apaga el indicador de directa desactivada. Como se observa en la Figura 37.

**Figura 37**

*Selector de Directa*



Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

#### 4.2.3. *Actuador de ABS y Unidad Eléctrica (Unidad de Control)*

Transmite principalmente la siguiente señal al TCM a través de la comunicación CAN.

- Señal de funcionamiento ABS.
- Señal de funcionamiento TCS

- Señal de funcionamiento del VDC (Control Dinámico de estabilidad).
- Señal de avería en el ABS.
- Señal velocidad vehículo.
- Señal G de desaceleración.

#### **4.2.4. ECM**

Transmite principalmente la siguiente señal al TCM a través de la comunicación CAN

Señal control integrada motor y CVT

- Señal de velocidad del motor.
- Señal temperatura refrigerante motor.
- Señal posición pedal acelerador.
- Señal posición pedal acelerador.
- Señal del indicador de avería.
- Recibe principalmente las siguientes señales desde el TCM a través de la comunicación CAN.

#### **4.2.5. BCM**

Transmite principalmente la siguiente señal al TCM a través de la comunicación CAN.

Señal del contacto de la luz de freno

#### **4.2.6. Conjunto de Palanca Selectora de CVT**

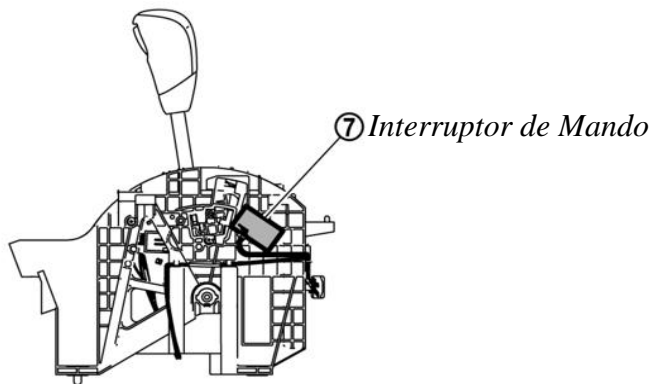
Interruptor de Modo Manual. El interruptor de selección de modalidad e interruptor de selección de posición (cambio ascendente/cambio descendente) está montado en el conjunto de la palanca selectora de la CVT.

El interruptor de selección (figura 38) de modalidad detecta la posición (lado de la compuerta de cambio principal o lado de la compuerta de cambio manual) de la palanca selectora y transmite una señal de modo manual o una señal de modo no manual al cuadro de instrumentos. A continuación, el TCM recibe una señal de modo manual o una señal de modo no manual desde

el cuadro de instrumentos.

### **Figura 38**

#### *Interruptor de Modo Manual*



Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

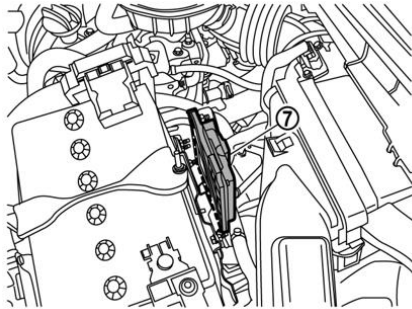
El interruptor de selección de posición (cambio ascendente) detecta que la palanca selectora se cambia a una posición ascendente de la compuerta de cambio manual y transmite una señal de aumento de marchas del modo manual al cuadro de instrumentos.

A continuación, el TCM recibe una señal de aumento de marchas en modo manual del cuadro de instrumentos. El interruptor de selección de posición (cambio descendente) detecta que la palanca selectora se cambia a una posición descendente de la compuerta de cambio manual y transmite una señal reducción de marchas del modo manual al cuadro de instrumentos. A continuación, el TCM recibe una señal de reducción de marchas en modo manual del cuadro de instrumentos

#### **4.2.7. TCM**

Consta de un microprocesador y conectores para la entrada y salida de señales y para el suministro eléctrico.

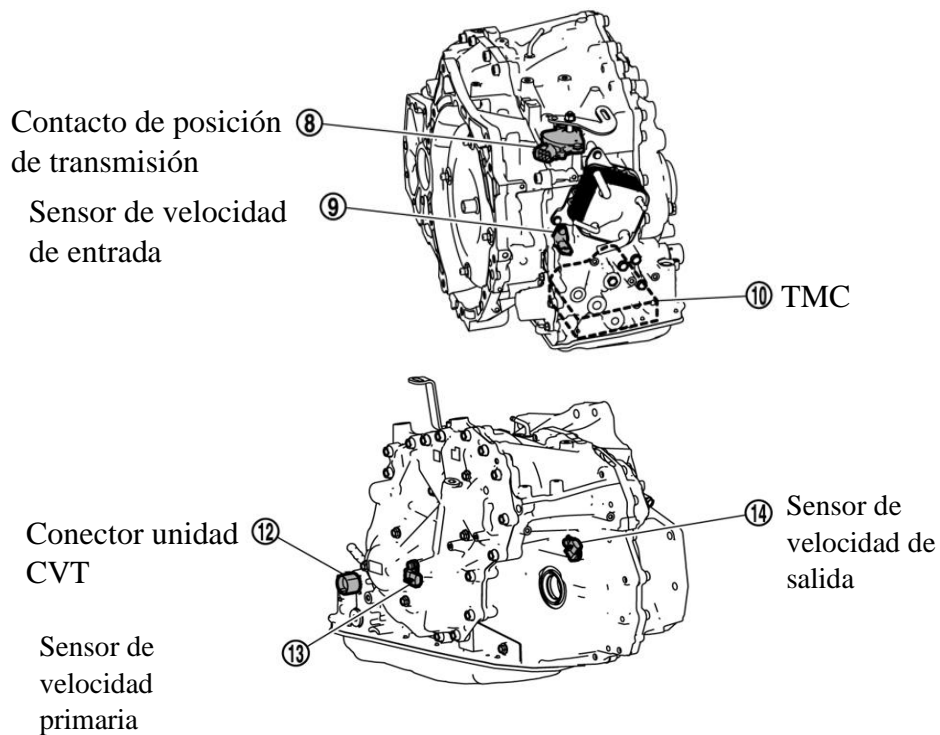
El estado de conducción del vehículo se determina según las señales de los sensores, interruptores y otras unidades de control; y se realiza el control óptimo de la transmisión.

**Figura 39***Ubicación de la TCM*

Fuente: Manual de CVT – NISSAN, 2022

**4.2.8. Conjunto de la Transmisión**

Se tiene las partes más importantes que vienen instaladas en la transmisión CVT como se puede observar en la Figura 40, a continuación, se detalla la funciones de estas.

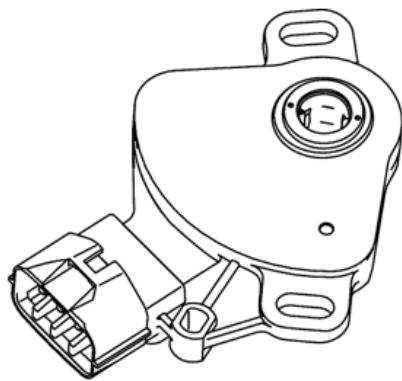
**Figura 40***Componentes Eléctricos de la Transmisión*

#### 4.2.9. Contacto de la Posición de la Transmisión

El contacto de posición de la transmisión está montado en la parte superior de la caja de la transmisión. El contacto de posición de la transmisión detecta la posición de la palanca selectora, como se observa en la Figura 41.

#### Figura 41

*Conjunto de la Transmisión*

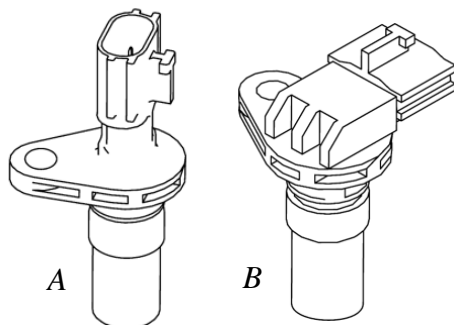


Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

Sensor de Velocidad de Entrada. El sensor de velocidad de entrada está montado en la parte delantera de la caja de la transmisión, y vienen en dos diferentes modelos como se observa en la Figura 42.

#### Figura 42

*Sensor Velocidad de Entrada. A. Modelo MR20DD – B. Modelo QR25DE*



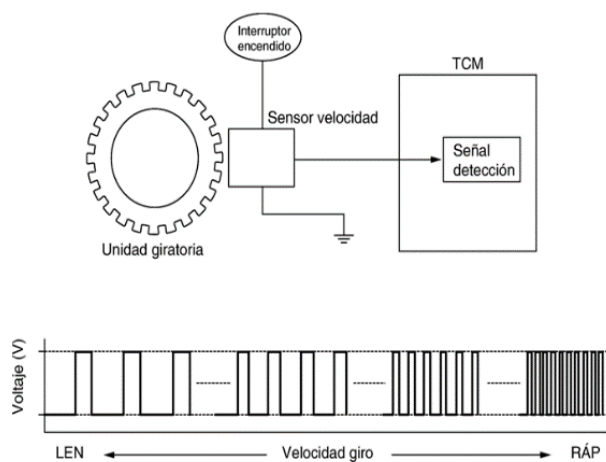
Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).



La velocidad de entrada detecta la velocidad del eje primario el sensor de la velocidad de entrada genera una señal de impulso de activación-desactivación según la velocidad de la estructura de giro. El TCM valora la velocidad de la estructura de giro a partir de la señal de impulso, tal y como se puede observar en la (Figura 43).

**Figura 43**

*Funcionamiento del Sensor de Velocidad*



Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

Cuerpo de Válvula. EL Cuerpo de Válvula está formada por varias partes las cuales se detallarán a continuación.

#### **4.2.10. Sensor de Temperatura del Fluido de la CVT**

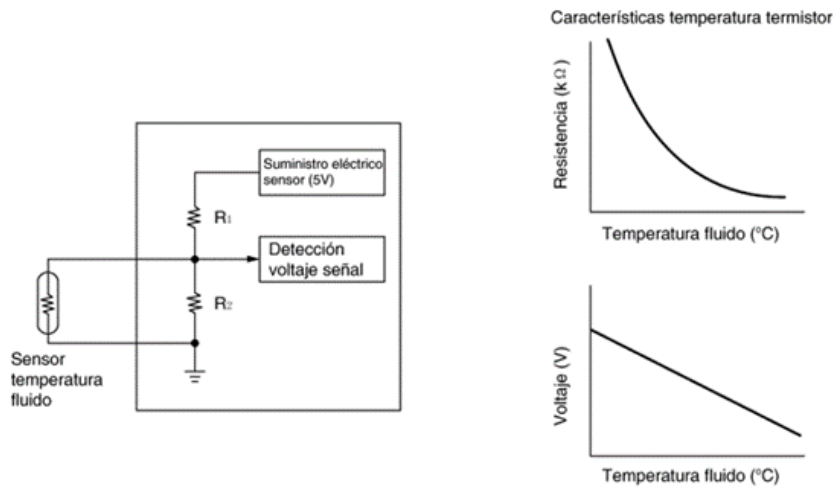
El sensor de temperatura del fluido de la CVT está montado en la válvula de control.

El sensor de temperatura del fluido de la CVT detecta la temperatura del fluido de la CVT en el cárter de aceite.

El sensor de temperatura del fluido utiliza un termistor y cambia el voltaje de la señal convirtiendo los cambios de la temperatura del fluido de la CVT en un valor de resistencia. El TCM evalúa la temperatura del fluido de la CVT a partir del valor del voltaje de la señal, tal como se puede observar en la (Figura 44).

**Figura 44**

*Funcionamiento del Sensor de Temperatura del Fluido CVT*

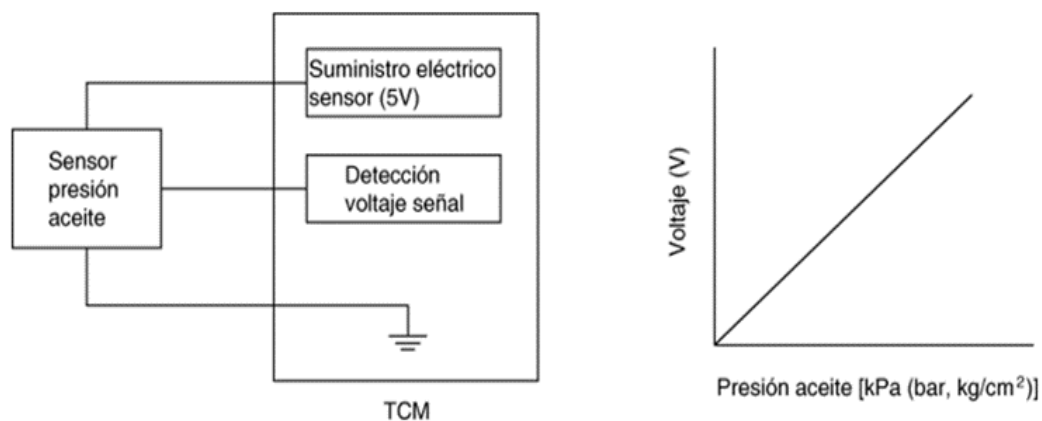


Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

Sensor de Presión Primaria. El sensor de presión primaria está montado en la válvula de control. El sensor de presión primaria detecta la presión aplicada a la polea primaria. cuando se aplica presión al dispositivo cerámico en el sensor de presión primaria, el dispositivo cerámico se deforma, provocando un cambio de voltaje, con el incremento de presión, tal como se observa en la (Figura 45).

**Figura 45**

*Diagrama del Sensor de Presión Aceite Primaria*



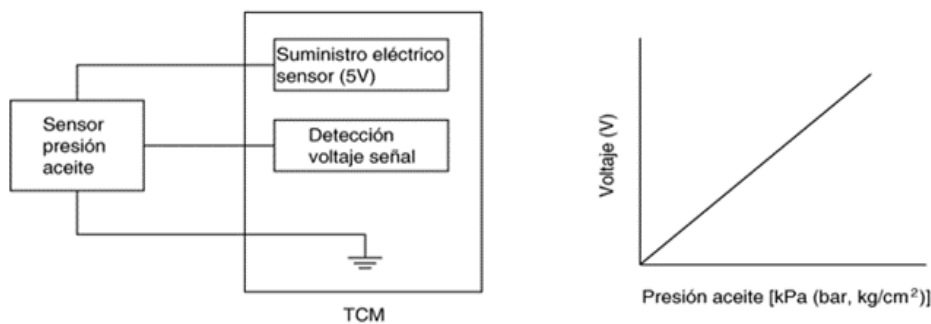
Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

La función del Sensor de Presión Secundaria es detectar la presión aplicada en la polea secundaria. El sensor de presión secundaria está montado en la válvula de control.

Cuando se aplica presión al diafragma metálico en el sensor de presión secundaria, el diafragma metálico se deforma, provocando un cambio de voltaje. El TCM evalúa la presión secundaria a partir del cambio de voltaje. El voltaje aumenta con el incremento de presión, tal como se observa en la Figura 46.

**Figura 46**

*Diagrama del Sensor de Presión Secundario*

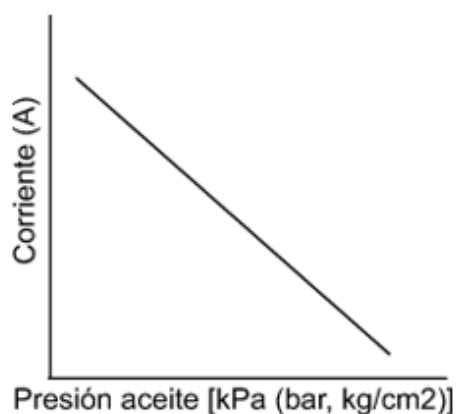


Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

La válvula solenoide de presión de línea está montada en la válvula de control. La válvula solenoide de presión de línea controla la válvula del regulador de presión para obtener información sobre la válvula del regulador de presión (figura 47).

**Figura 47**

*Diagrama Corriente vs Presión Aceite de Válvula Solenoide Lineal*



Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

El principio de la válvula solenoide lineal utiliza el hecho de que la fuerza de presión en el carrete de la válvula montada dentro de la bobina aumenta en función de la corriente. Esto permite que se produzca una presión de fluido proporcional a esta fuerza de presión.

La válvula normal alto produce control hidráulico cuando la bobina no recibe corriente eléctrica.

El principio de la válvula solenoide lineal utiliza el hecho de que la fuerza de presión en el carrete de la válvula montada dentro de la bobina aumenta en función de la corriente. esto permite que se produzca una presión de fluido proporcional a esta fuerza de presión. La válvula produce control hidráulico cuando la bobina no recibe corriente eléctrica.

La Válvula Solenoide de Presión Primaria y Secundaria. La válvula solenoide de presión primaria está montada en la válvula de control. La válvula solenoide de presión primaria controla la válvula de reducción primaria.

El principio de la válvula solenoide lineal utiliza el hecho de que la fuerza de presión en el carrete de la válvula montada dentro de la bobina aumenta en función de la corriente. Esto permite que se produzca una presión de fluido proporcional a esta fuerza de presión, produce control hidráulico cuando la bobina no recibe corriente eléctrica.

La válvula solenoide del embrague del convertidor de par está montada en la válvula de control. La válvula solenoide del embrague del convertidor de par controla la válvula de control del embrague del convertidor de par.

La válvula solenoide del embrague del convertidor de par utiliza una válvula solenoide lineal. El principio de la válvula solenoide lineal utiliza el hecho de que la fuerza de presión en el carrete de la válvula montada dentro de la bobina aumenta en función de la corriente. Esto permite que se produzca una presión de fluido proporcional a esta fuerza de presión. La válvula no produce control hidráulico cuando la bobina no recibe corriente eléctrica.

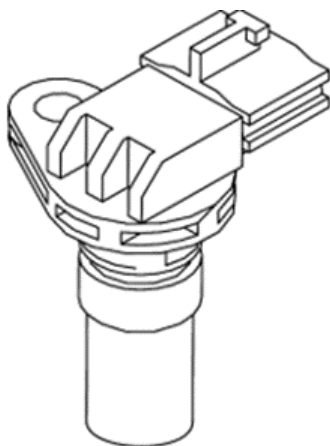
La válvula Solenoide de Selección está montada en la válvula de control ajusta la presión

de engranaje del embrague de avance y la presión de engranaje del freno de marcha atrás. El principio de la válvula solenoide lineal utiliza el hecho de que la fuerza de presión en el carrete de la válvula montada dentro de la bobina aumenta en función de la corriente. Esto permite que se produzca una presión de fluido proporcional a esta fuerza de presión. También produce control hidráulico cuando la bobina no recibe corriente eléctrica.

**Sensor de Velocidad Primaria y de Salida.** El sensor de velocidad primaria está montado en la cubierta lateral de la transmisión, detecta la velocidad de la polea primaria, tal como se observa en la Figura 48.

### **Figura 48**

*Sensor de Velocidad Primaria*



Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

## **4.3. Mecanismo de la Transmisión**

### **4.3.1. Convertidor de Par**

El convertidor de par es un sistema que aumenta el par motor y transmite el par a la transmisión. Aquí se utiliza un tipo simétrico de 3 elementos, 1 etapa y 2 fases.

### **4.3.2. Bomba de Aceite**

Utiliza una bomba de aceite de aspas accionada por el motor mediante la cadena de distribución de la bomba de aceite para aumentar la eficacia del volumen de descarga de la bomba en la zona de baja velocidad y optimizar el volumen de descarga de la bomba en la zona de alta

velocidad. El aceite descargado de la bomba de aceite se transmite a la válvula de control. Se utiliza como el aceite de funcionamiento de la polea primaria y secundaria, el aceite de funcionamiento del embrague y el lubricante de cada pieza.

#### 4.3.3. Engranaje del Planetario

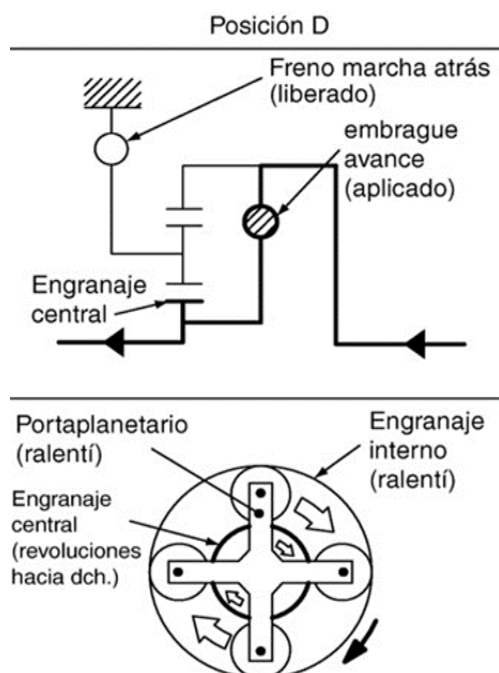
Entre el convertidor de par y la polea primaria está instalado un mecanismo selector de avance/marcha atrás de tipo planetario. La potencia del convertidor de par entra a través del eje primario, accionando un embrague húmedo de múltiples discos por medio de presión hidráulica para pasar de conducción hacia adelante a marcha atrás.

#### 4.3.4. Funcionamiento del Engranaje Planetario

La transmisión se divide en tres posiciones para el funcionamiento prescrito, donde en la posición D (figura 49), el freno de marcha atrás se libera, por ende, comienza a aplicarse fuerza en el embrague de avance.

**Figura 49**

*Posición "D" Transmisión CVT*



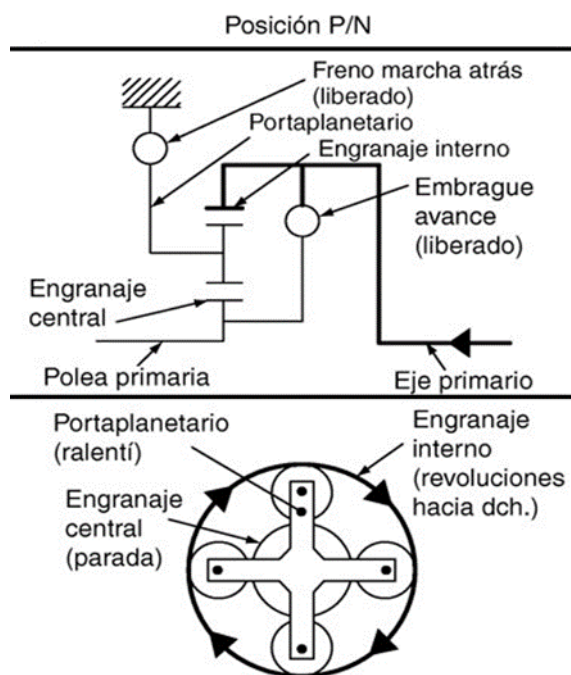
Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

Esto produce que en el planetario se tenga revoluciones en su engranajes internos y centrales, los cuales se mueven a la derecha correspondientemente, como se observa en la Figura 50.

Luego en la posición P/N, se observa como el freno de marcha atrás es liberado, el embrague también se libera, produciendo internamente que el porta-planetario quede en ralentí, el engranaje central se detenga y el engranaje interne comience con revoluciones hacia la derecha como se puede observar en la Figura 50.

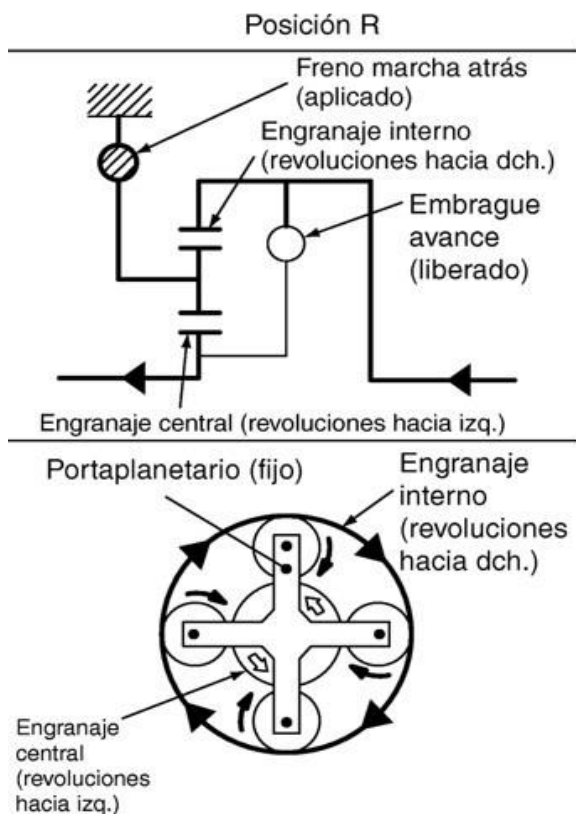
### Figura 50

#### Posición P/N Transmisión CVT



Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

Y en la posición R, se puede observar que el freno de marcha atrás está aplicado, y el engranaje interno también, produciendo que la revolución interna en el planetario sea hacia la derecha. Donde la porta planetario queda fijo, el engranaje central gira a la izquierda, tal como se observa en la Figura 51.

**Figura 51***Posición R Transmisión CVT*

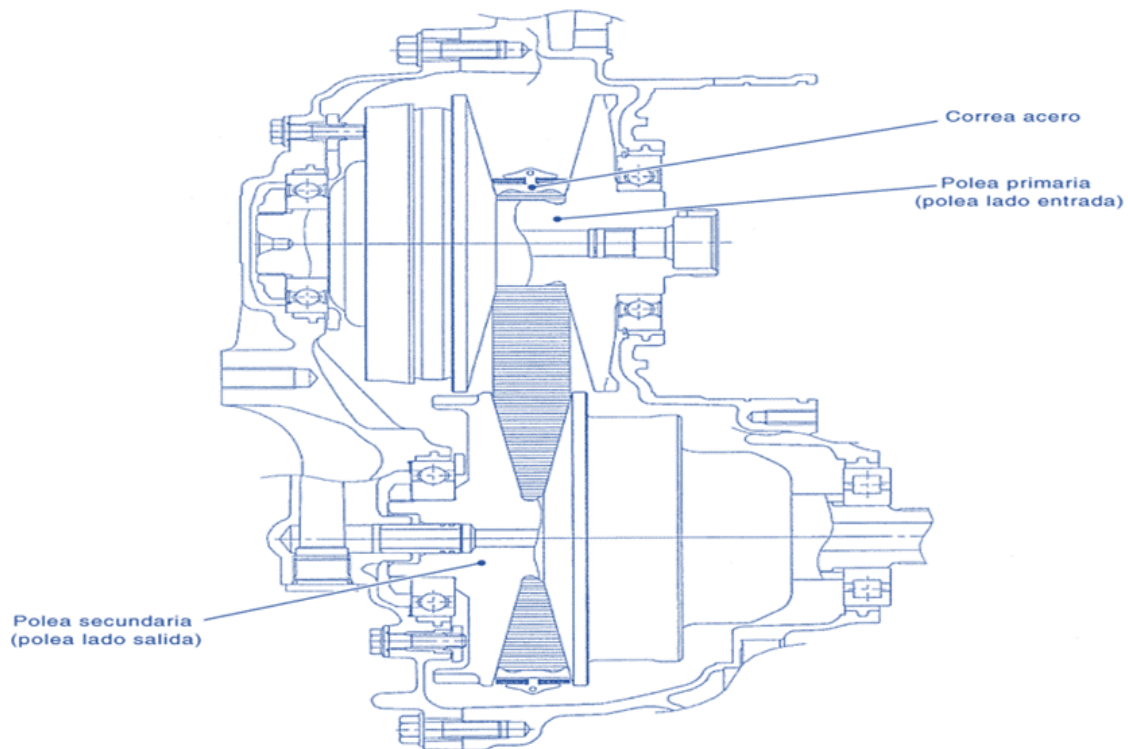
Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

#### 4.3.5. Correa y Polea

Se compone de un par de poleas (el ancho de la ranura se cambia libremente en la dirección axial) y la correa de acero (las placas de acero están colocadas de forma continua y la correa está guiada con los anillos de acero multicapa a ambos lados).

El ancho de la ranura cambia según el radio de cobertura de la correa de acero y la polea desde el estado de baja al estado de directa de forma continua sin pasos. Se controla con las presiones de aceite de la polea primaria y de la polea secundaria, tal como se puede observar en la Figura 52.



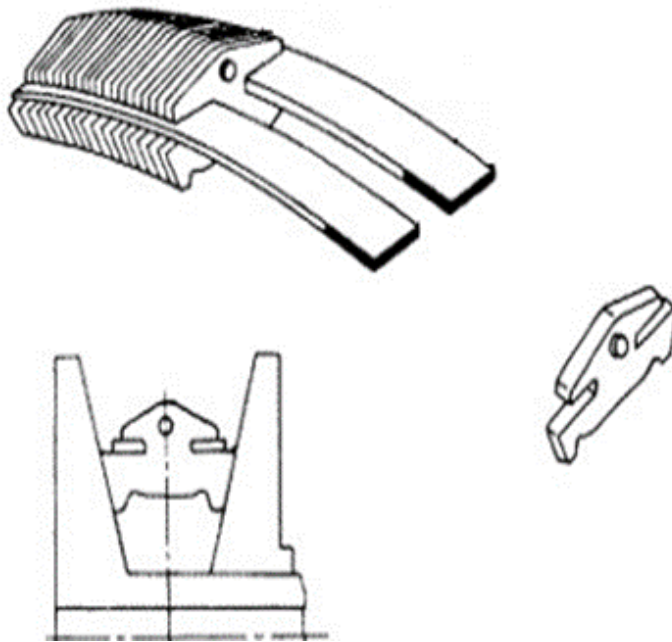
**Figura 52***Correa y Polea*

Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

#### 4.3.5.1 Correa de Acero

Se compone de múltiples placas de acero y dos anillos de acero agrupados. Esta correa de acero transmite potencia mediante la compresión de la placa de acero en contraste con la transmisión de potencia tirando con una correa de goma. Se solicita fuerza de fricción con la pendiente de la polea para transmitir potencia desde la placa de acero la fuerza se genera mediante el siguiente mecanismo:

Se aplica presión de aceite a la polea secundaria para sujetar la placa. La placa se empuja y se extiende hacia fuera. El anillo de acero muestra resistencia. La fuerza de tracción se genera en el anillo de acero. La placa de la polea primaria se sujeta entre la polea. La fuerza de fricción se genera entre la correa de acero y la polea, tal como se puede observar en la Figura 53.

**Figura 53***Correa de Acero*

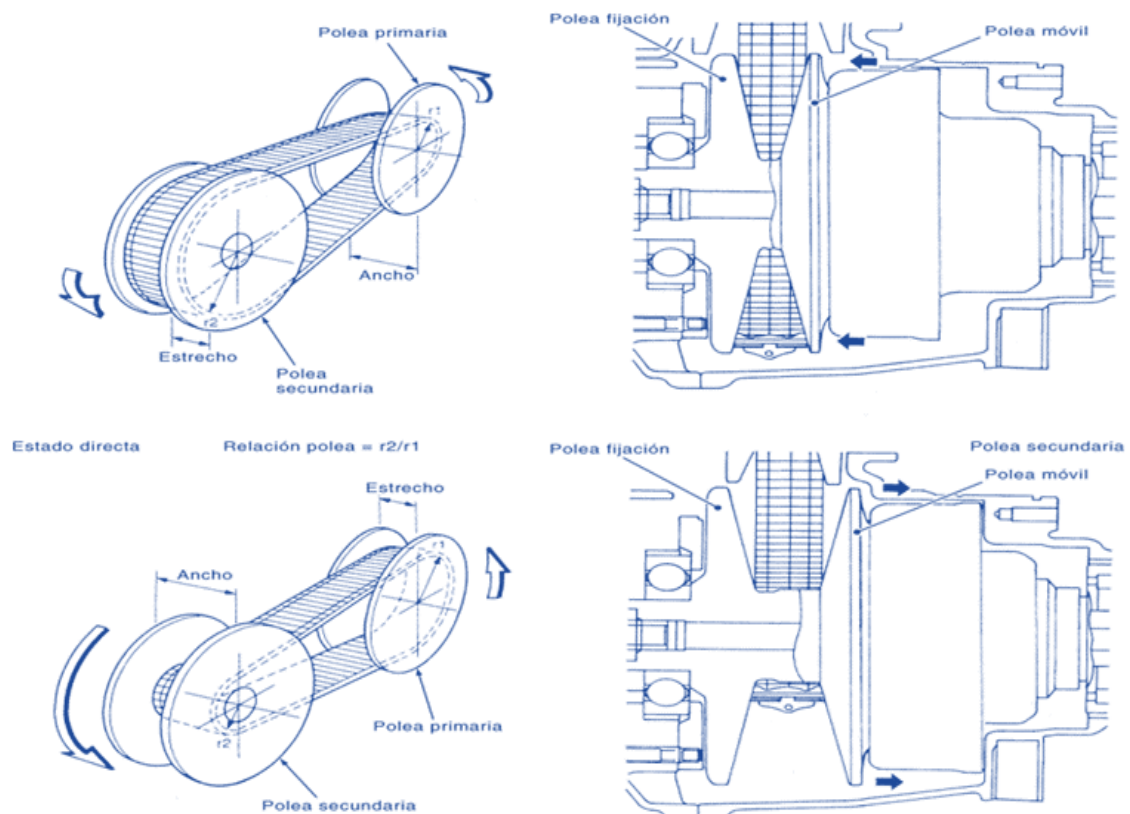
Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

Por lo tanto, la placa de acero divide las funciones que transmite la potencia con la compresión y el anillo de acero que mantiene la fuerza de fricción necesaria.

De este modo, la tensión del anillo de acero se distribuye por toda la superficie y se limita la variación de fuerza, provocando una durabilidad óptima.

#### **4.3.5.2 Polea**

La polea primaria (lado del eje primario) y la polea secundaria (lado del eje de salida) cuentan con un eje con pendiente (superficie cónica fija), una polea móvil (superficie cónica móvil que puede moverse en la dirección axial) y una cámara de presión de aceite en la parte posterior de la polea móvil, tal como se observa en la Figura 54.

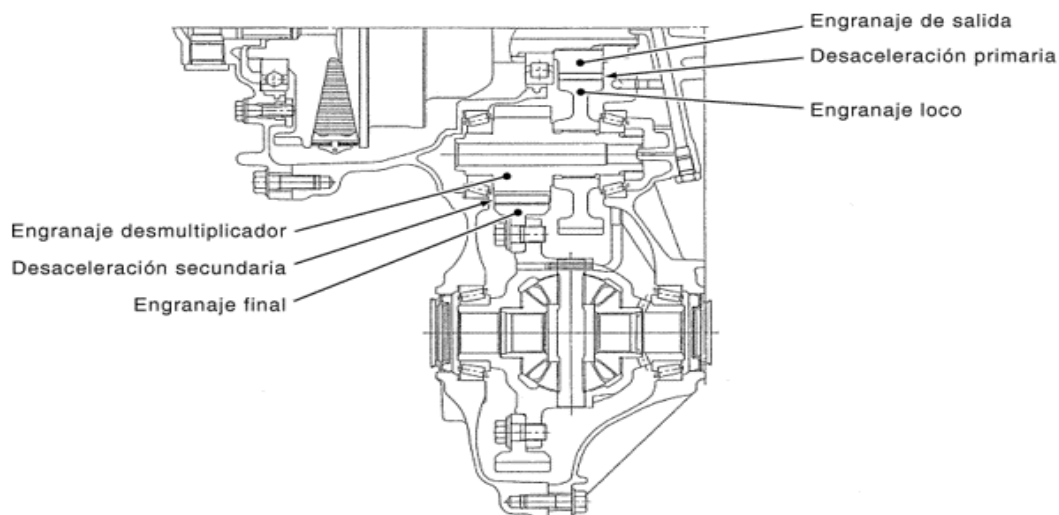
**Figura 54***Especificación y Diámetro Polea de CVT*

Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

#### 4.3.6. Diferencial

Los engranajes de deceleración incluyen 2 etapas: la desaceleración primaria (engranaje de salida, par de engranaje de salida) y la desaceleración secundaria (engranaje del desmultiplicador, par de engranaje del desmultiplicador). Todos estos engranajes son helicoidales.

El aceite de lubricación es el mismo que el fluido de la CVT que lubrica todo el transeje, tal como se muestra en la Figura 55.

**Figura 55***Diferencial CVT*

Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

#### 4.4. Pasos de Montaje y Desmontaje de Caja Automática CVT

Es importante conocer el proceso de montaje y desmontaje de una caja CVT en un vehículo y así poder determinar el diseño del banco didáctico de la caja de cambios automática marca Nissan en la versión T32 se ha elegido montarla en un bastidor con perfil metálico. Este perfil se lo ha escogido para garantizar que la estructura resiste el peso de los elementos que son parte del proyecto, como el motor eléctrico, la caja de cambios, el soporte, la palanca selectora de cambios, y demás elementos que permiten el correcto funcionamiento de la caja.

De acuerdo con las exigencias que demanda el proyecto y según las características de los elementos se ha propuesto un diseño de la estructura en la que se detalla todos los posibles elementos que se han de montar en el proyecto.

En la estructura se coloca todos los accesorios y sistemas auxiliares, para detallarlos y señalar la posición exacta en la que van a ser ubicados de acuerdo con el diseño de la estructura y una correcta disposición para su uso.

Cada uno de los elementos que se involucra en el montaje sobre la estructura del banco se toma en consideración, el peso de cada uno.

Para la construcción del banco se usan procesos de manufactura como el cortado, soldado, doblado, taladrado y unión con pernos, los mismos que van a ser lo más detallados posibles.

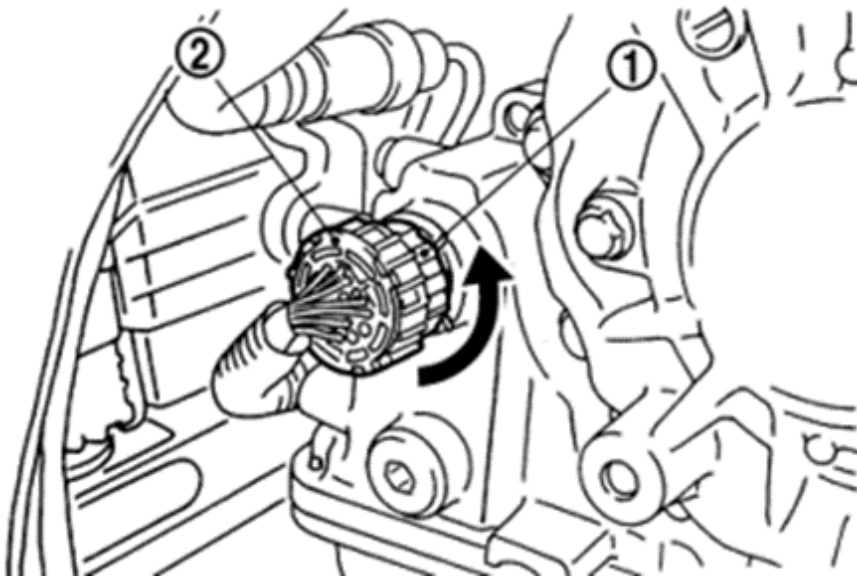
La caja de cambios y los elementos auxiliares deben estar a una altura prudencial para evitar problemas durante el funcionamiento, para dar comodidad a las personas que ejecuten la simulación del banco.

#### **4.4.1. Desmontaje**

Girar el anillo de la bayoneta hacia la izquierda. Sacar hacia arriba el conector de la instalación de la unidad CVT y desmontarlo, tal como se observa en la Figura 56.

**Figura 56**

*Diferencial CVT*



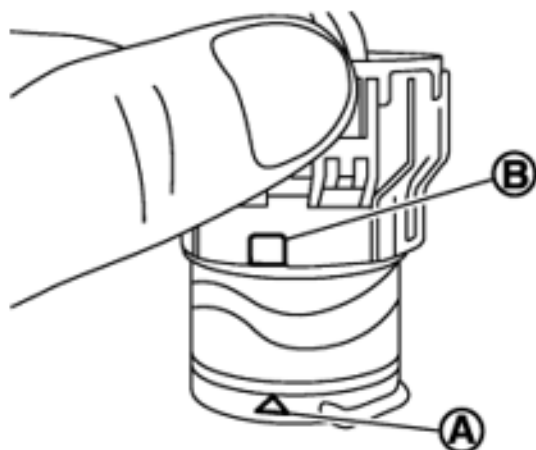
Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

#### **4.4.2. Montaje**

Alinear la marca del terminal del conector (figura 57) de la instalación de la unidad CVT con la marca en el anillo de la bayoneta. Insertar el conector de la instalación de la unidad de CVT, luego girar el anillo de bayoneta hacia la derecha.

**Figura 57**

*Alineación del Terminal de CVT*

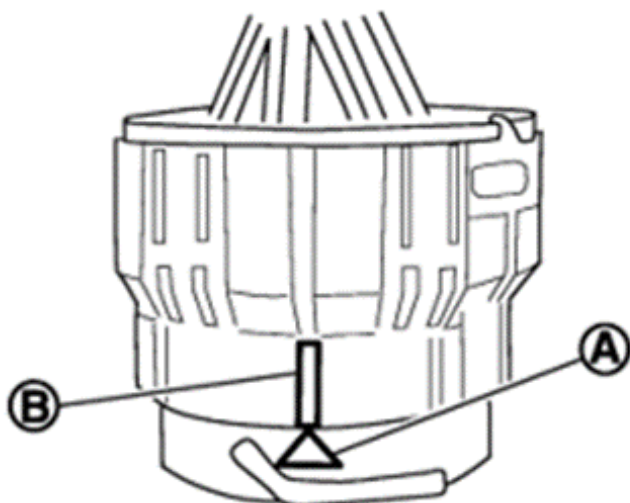


Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

Girar el anillo de bayoneta hacia la derecha hasta que la marca del cuerpo del terminal del conector de la instalación de la unidad CVT esté alineada con la ranura del anillo de bayoneta como se muestra en la ilustración (estado de ajuste correcto), tal como se observa en la Figura 58.

**Figura 56**

*Giro de la Bayoneta*



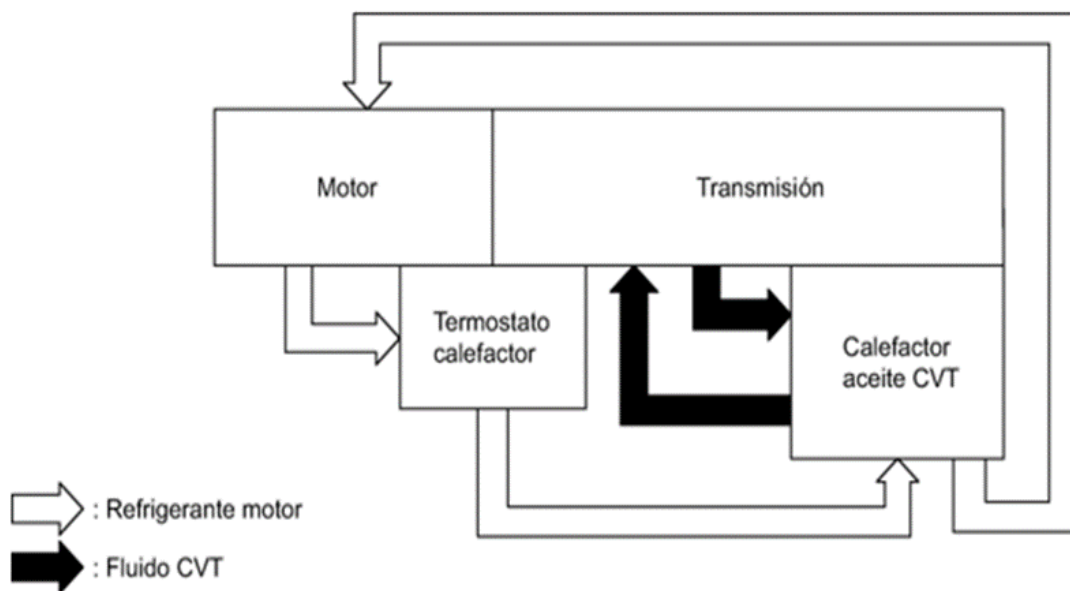
Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

#### 4.5. Sistema de Calentador y Enfriador

En este sistema se observará como el refrigerante fluye a través de la transmisión y por el motor, donde se refrigera por tener la temperatura optima de funcionamiento de la transmisión automática CVT, esto se puede observar con más detalle en la Figura 59, donde se tiene esquemáticamente como se transmite estos fluidos.

**Figura 579**

*Diagrama de Sistema de Refrigeración de la Transmisión CVT*



Fuente: (Manual de CVT – NISSAN, 2022).

##### 4.5.1. Funcionamiento del Sistema de Refrigeración

Al arrancar el motor con el motor y la CVT fríos, la temperatura del refrigerante del motor aumenta más rápidamente que la temperatura del fluido de la CVT. El calentador de aceite de la CVT tiene dos circuitos para el refrigerante del motor y la CVT respectivamente, a fin de que el refrigerante del motor calentado aumente la temperatura de la CVT rápidamente. Esto ayuda a reducir el tiempo de calentamiento, mejorando el ahorro de combustible. Se obtiene el efecto de enfriamiento cuando la temperatura del fluido de la CVT es alta.

#### 4.5.2. Termostato de la Calefacción

El termostato de la calefacción está montado en la parte delantera del conjunto de la transmisión. El termostato de la calefacción se abre y se cierra con la temperatura ajustada.

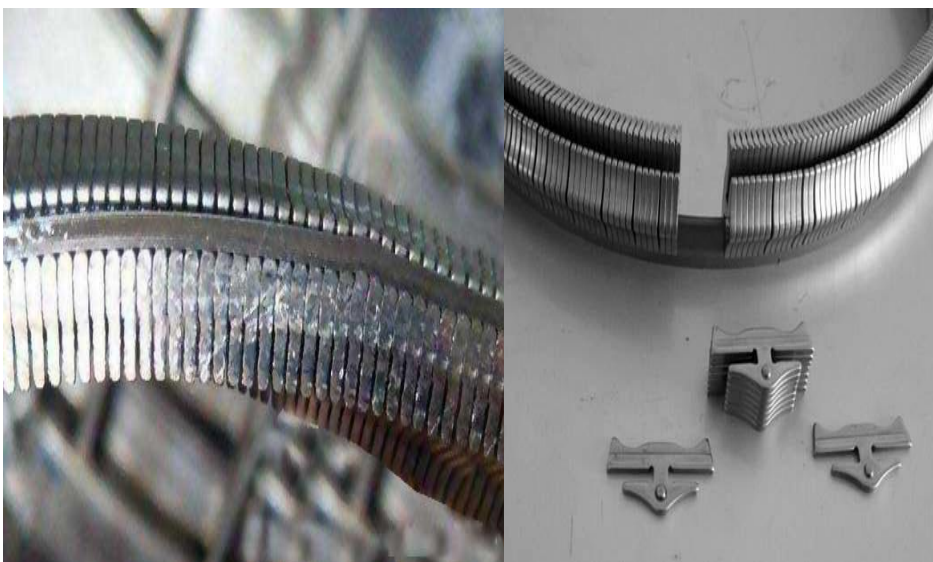
El enfriador de fluido de la CVT (refrigeración por agua) está montado en la parte inferior del radiador. El fluido de la CVT se enfría mediante el flujo de refrigerante del motor a través del radiador.

#### 4.6. Recomendaciones para el Mantenimiento Periódico

- Realizar revisión estado de aceite.
- Validar con escáner (Consult III) degradación de aceite CVT.
- Medir presión de aceite.
- Reconocimiento de sensores.
- Verificación estado de banda (Figura 60).
- Verificación pérdida de fluido.

#### Figura 58

*Cadena de Transmisión (Banda)*



Fuente: (Jaime Fenoll, 2012).



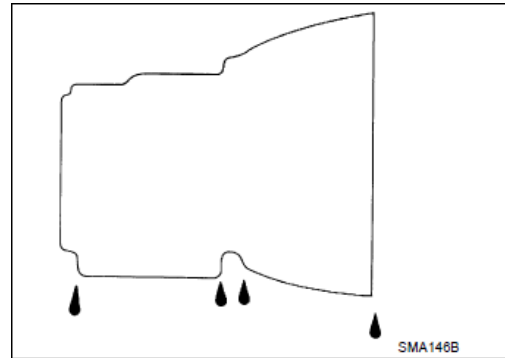
**Tabla 1***Pérdida de Fluido*

---

**Pérdida de Fluidos**

---

- Comprobar si hay pérdida de fluidos en el espacio que rodea la transmisión (sello del aceite, tapón, etc.).
- Si se encuentra alguna avería, reparar o sustituir las piezas deterioradas y ajustar el nivel de fluido de la CVT.



---

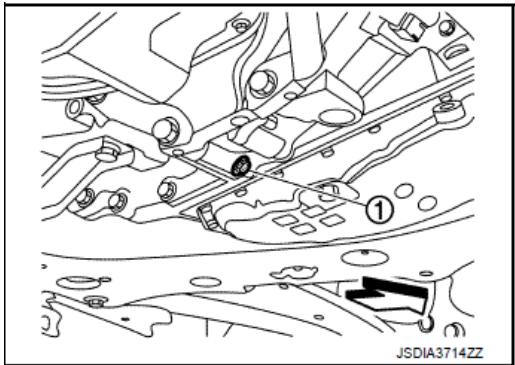
**Inspección****Precaución:**

- Usar siempre toallas de papel. no utilizar nunca trapos.
- Sustituir la junta del tapón de drenaje por una nueva en la última fase del montaje.
- Tener cuidado al mirar a través de los orificios de drenaje, ya que se corre el riesgo de que entre fluido en los ojos.
- Tras la sustitución, realizar siempre la comprobación de pérdidas de fluido de la CVT.

**Tabla 2***Proceso de Mantenimiento*

<b>PROCESO</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
1. Seleccionar en el monitor datos en opción transmisión usando consult.	
2. Seleccionar temperatura de fluido y confirmar que la temperatura del fluido de la CVT es igual o inferior a 40°C.	
3. Comprobar que la palanca selectora está en la posición “p” y aplicar por completo el freno de estacionamiento.	
4. Elevar el vehículo	
5. Desmontar el tapón de drenaje y drenar el fluido de la CVT del cárter de aceite. Consultar tm-311, "despiece"	<p>Sustituir la junta del tapón de drenaje por una nueva en la última fase del montaje.</p> <p>Tener cuidado al mirar a través de los orificios de drenaje, ya que se corre el riesgo de que entre fluido en los ojos.</p>

**Tabla 3***Proceso de Mantenimiento – Continuación 1*

PROCESO	RECOMENDACIONES
6. Montar el tapón de drenaje en el cárter.	Tras la sustitución, realizar siempre la comprobación de pérdidas de fluido de la CVT. Drenar la junta del tapón de drenaje y utilizar la antigua.
7. Desmontar el tapón de rebose (1) de la caja del convertidor.	
8. Montar el conjunto del tubo de carga en el orificio del tapón de rebose.	Apretar manualmente el tubo de carga.
9. Montar la manguera del cambiador de ATF (b) en el tubo de carga.	Presionar completamente la manguera del cambiador de ATF en el tubo de carga hasta que se pare
10. Llenar con aproximadamente 3 litros de fluido de la CVT.	
11. La manguera del cambiador de ATF y el tubo de carga. A continuación, montar el tapón de rebose.	Realizar este procedimiento rápidamente para evitar fugas de fluido de la CVT. Realizar este procedimiento rápidamente para evitar fugas de fluido de la CVT.

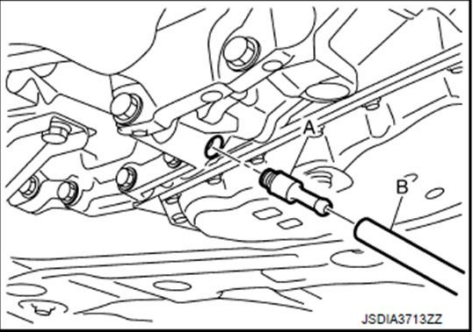
**Tabla 4***Proceso de Mantenimiento – Continuación 2*

<b>PROCESO</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
12. Levantar el vehículo.	
13. Arrancar el motor.	
14. Mientras se pisa el pedal del freno, cambiar la palanca selectora a la posición completa de “p” a “d” y cambiarla a la posición “p”.	Mantener la palanca en cada posición durante 5 segundos.
15. Comprobar que el “monitor datos” de consult en “temp fluido” es de 35°c a 45°c	
16. Parar el motor.	
17. Desmontar el tapón de drenaje y, a continuación, drenar el fluido de la CVT del cárter de aceite.	
18. Repetir los pasos del 6 al 18 (una vez).	
19. Apretar el tapón de drenaje al par especificado.	
20. Desmontar el tapón de rebose.	
21. Montar el conjunto del tubo de carga en el orificio del tapón de rebose.	Apretar manualmente el tubo de carga.

**Tabla 5***Proceso de Mantenimiento – Continuación 3*

<b>PROCESO</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>
22. Montar la manguera del cambiador de ATF en el tubo de carga.	Presionar completamente la manguera del cambiador de ATF en el tubo de carga hasta que se pare.
23. Llenar con aproximadamente 3 litros de fluido de la CVT	
24. Desmontar la manguera del cambiador ATF y el tubo de carga. A continuación, montar el tapón de rebose.	
25. Bajar el vehículo y dar arranque.	
26. Mientras se pisa el pedal del freno, cambiar la palanca selectora a la posición completa de “p” a “d” y cambiarla a la posición “p”.	
27. Comprobar que el “monitor datos” de consult en “temp fluido” es de 35°C a 45°C.	
28. Levantar el vehículo y desmontar el tapón de rebose y confirmar que el fluido CVT se drena del orificio del tapón de rebose.	Realizar este procedimiento con el vehículo al ralentí.

**Tabla 6***Proceso de Mantenimiento – Continuación 4*

PROCESO	RECOMENDACIONES
<p>29. Cuando el fluido de la CVT comience a gotear, apretar el tapón de rebose al par especificado.</p>	
<p>30. Seleccionar “monitor datos” en “transmisión” usando consult.</p>	
<p>31. Seleccionar conforme deterioro de fluido CVT.</p>	
<p>32. Seleccionar “borrar”.</p>	
<p>33. Detener el motor.</p>	

#### **4.7. Guía de Mantenimiento para Banco Didáctico**

##### **4.7.1. Verificar Sistema Eléctrico**

- Verificar estado de conexiones (cables) no se encuentren rotos ni deteriorados.
- Verificar estado de enchufe del motor eléctrico (ausencia de sulfato y recalentamiento)
- Revisar fusible de 20 A ubicado en la caja reguladora de velocidad del motor eléctrico (potenciómetro) que no esté quemado, de ser el caso remplazar por uno nuevo.

#### ***4.7.2. Verificar Sistema Mecánico***

- Revisión visualmente el estado del regulador de aire (manómetro que no esté roto ni presente golpe).
- Verificación visualmente el estado de banda (correa) que no esté rota y ausencia de óxido.
- Verificar que banda se encuentre lubricada con aceite de transmisión automática.

#### ***4.7.3. Verificar de Estructura***

- Verificar estado de los puntos de soldadura que todo el cordón se encuentre uniforme y constante.
- Verificar los pernos de las bases que sostienen a la CVT que se encuentren ajustados correctamente, para evitar inconvenientes.

## Conclusiones

La transmisión automática fue montada en una estructura metálica, con tubos cuadrados, donde se soldó la base y luego fue pintada de color azul de acuerdo con las normas institucionales, posteriormente se colocó un mando para poder simular el trabajo operativo que hace la transmisión automática CVT T32.

El funcionamiento de una caja automática se resume en el trabajo correlativo que tiene las poleas internamente en la transmisión, lo cual ayuda a sincronizar eficientemente los cambios y de esta forma aprovechar al máximo las revoluciones del motor y poder dar mayor desarrollo al vehículo, teniendo un menor consumo de combustible y mayores potencias. Estas transmisiones solo trabajan con las relaciones de los radios de sus poleas internas. Se realizó una guía práctica de los pasos a seguir para poder utilizar el banco didáctico CVT con la finalidad que se pueda tener las precauciones necesarias para evitar lesiones y poder apreciar cómo funciona internamente este tipo de transmisión.

Las pruebas en ese tipo de caja se las realiza con la caja CVT montada en el vehículo revisando y analizando parámetros tales como presión de aceite, estado del mismo estado de sensores de entrada y de salida estos cómo funcionan a baja temperatura y alta con el Scanner Consul III PLUS en el proyecto las pruebas que podemos realizar son las de revisión de piezas tales como sensores poleas banda fugas de aceite presiones no se es factible medir por que el sistema que se utiliza para el accionamiento de los discos que trabajan en las poleas es por medio de aire y todo el sistema no está sellado por los cortes realizados para su apreciación



### **Recomendaciones**

Se recomienda realizar un bosquejo del banco de prueba, sometido a pruebas de resistencias de materiales mediante programas simuladores virtuales, los cuales pueden dar mayor amplitud en muestras de laboratorio y estar más seguro de la resistencia del banco de prueba.

Se recomienda siempre cortar la caja de cambios luego de haber sido desmontado y desarmada, para que de esta forma tener las piezas por unidad y verificar su funcionamiento, porque si no al momento de montarla puede ocasionar conflictos en la operación de la transmisión automática.

Se recomienda tomar en cuenta los pasos a seguir al momento de realizar la práctica en el banco didáctico (ver Anexo) para así poder realizar el desmontaje de la transmisión automática como también del proceso de desmontaje y de montaje en el vehículo, para poder verificar correctamente el funcionamiento de la caja de cambios CVT en el banco didáctico.

## Bibliografía

- Águeda Casado, E. G. (2012). *Sistemas de transmisión de fuerzas y trenes de rodaje*. Paraninfo.
- Agrawal, A. (2022). Review on Continuous Variable Transmission (CVT). In *Integrated Emerging Methods of Artificial Intelligence & Cloud Computing* (pp. 494-502). Springer, Cham.
- Ariyono, S., Supriyo, B., Feriadi, I., Harahap, D. R., & Akmar, N. (2021). The ability of the continuously variable transmission to control the engine at maximum power: literature review. *Sinergi*, 25(3), 343-350.
- Astudillo, M. O. (2010). *Tecnología del automóvil*. Paraninfo.
- Berrezueta, M. F. G., & Méndez, P. W. (2017). Polipropileno reforzado con fibra natural para fabricación de paneles internos de las puertas de un automóvil. *INNOVA Research Journal*, 2(10.1), 109-137.
- Borja. (2009). *Sistema de transmisión y frenado*. Macmillian Iberia, S.A.
- Bua, M. T. (2014). *Portal Educativo*. <https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/crditos.html>
- Carand Driver. (2021). *La Función de las CVT*. <https://www.caranddriver.com/research/a30822055/what-is-a-cvt-transmission/>
- Carazo Alvarez, J. D. (2020). *Fundamentos de Elasticidad y Resistencia de Materiales*. Paraninfo.
- Fenoll, J. C. (2012). *Técnicas de mecanizado para el mantenimiento de vehículos*. Mcmillan Profesional.
- Crouse, W. (2008). *Mecánica del Automóvil*. Barcelona: McGraw-Hill.
- Gómez, J. L. (2020). ¿Qué es el CVT? <https://www.diariomotor.com/ques/mecanica/cambio-cvt/>

- Jaime, F. J. (2009). Sistema de transmisión y frenado. Madrid: Macmillan Iberia.
- López, M. (2000). *Diseño Estructural*. <http://www.anadisec.com/disenio.html>
- Lin, X., Peng, Y., Hong, R., & Wang, Y. (2022). Research on novel discrete adjustable radiuses type continuously variable transmission. *Meccanica*, 57(5), 1155-1171.
- Mauricio, I. B. (2010). Trasmisiones Automáticas.
- Merchán, M. V. N., & Berrezueta, M. F. G. (2018). Análisis de una cadena de suministro de autopartes. *INNOVA Research Journal*, 3(10), 123-134.
- Roshfrans. (2018). Tipos de transmisiones. [https://www.roshfrans.com/blog/tipos\\_Transmision](https://www.roshfrans.com/blog/tipos_Transmision)
- Srinivasan, S. (2008). *Automotive Mechanics*. New Dheli: Tata McGraw-Hill Education.
- Toyota. (2015). Webedia brande service. <https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/asi-funciona-una-caja-de-cambios-Automática-cvt>

## Anexo

## Guía de Práctica

ASIGNATURA	RESPONSABLE	FECHA DE PRÁCTICA	DURACIÓN PRÁCTICA
.....	JEFERSON HURTADO	17/10/2022	2 HORAS

LABORATORIO O TALLER	GUIA PRÁCTICA N°	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
(UIDE, Sistemas Automotrices)	01	Funcionamiento de la Caja CVT

<b>1.</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Demostrar el funcionamiento del sistema de la caja de cambio automática CVT (Transmisión Continua Variable)</li> </ul>	

<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Relacionar los conceptos aplicados en la caja de cambios CVT</li> <li>Identificar componentes de la caja de cambio automática CVT</li> <li>Analizar el funcionamiento de la caja de cambio automática CVT</li> </ul>	
<p>Precaución: No utilizar celulares al momento de realizar la práctica y utilizar los respectivos EPP para evitar desconcentraciones y así evitar futuras lesiones.</p>	

<b>3.</b>	<b>RECURSOS</b>		
	<b>EQUIPOS</b>	<b>MATERIALES</b>	<b>INSUMOS</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Banco Didáctico</li> <li>Compresor de Aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extensión Eléctrica</li> <li>Manguera de Aire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Waípe</li> <li>Aceite para caja (a elección)</li> <li>Guantes</li> <li>Gafas</li> <li>Botas</li> <li>Mandil</li> <li>Franela</li> </ul>

**4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA**

Verificar el estado del banco didáctico (estructura, ruedas, etc.) y lugar donde se realizará la práctica (zona segura).



Encender el compresor de aire (previa revisión de seguridad).



Verificar que la CVT este en posición P (Parking) antes de iniciar la práctica.



P (Parking activado).



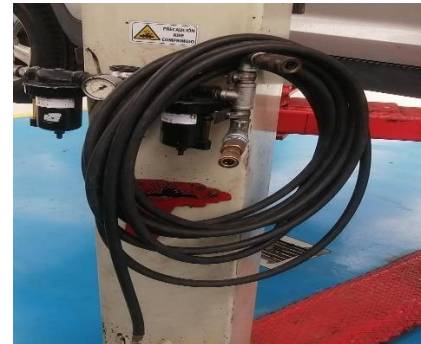
P (Parking desactivado).



Verificar estado del sistema toma de aire  
(manómetro y regulador de presión)



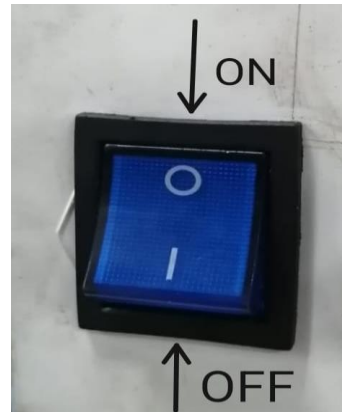
Conectar manguera de aire a toma reguladora de presión.



Conectar enchufe a la toma de corriente verificando que sea segura (verificar ausencia de cortes o mala conexión).



Accionar interruptor encendido para permitir el paso de corriente hacia el motor eléctrico.



Permitir la presión de aire progresivamente desde un MIN de 30 PSI y un Max de 90 PSI





Controlar la velocidad del motor eléctrico con el potenciómetro.



Apreciar el funcionamiento de las poleas (variación del diámetro ambas poleas) y funcionamiento de banda.

Poleas (2) Banda (1)



**Nota:** Luego de haber realizado la práctica desconectar la alimentación de corriente hacia el motor eléctrico, interrumpir mediante la válvula de paso el aire que se usa para simular el funcionamiento del accionamiento de las poleas de la CVT (manguera de aire) luego que todo el sistema este sin funcionar colocar palanca selectora en P (Parking) y verificar que el seguro quede activado con esto se da por terminado la práctica.

<i>Elaborado por</i>	<i>Revisado por:</i>	<i>Aprobado por:</i>
	<b>Cargo:</b> COORDINADOR DE TALLERES Y LABORATORIOS	<b>Cargo:</b> DIRECTOR ADMINISTRATIVO
<i>Firma:</i>	<i>Firma:</i>	<i>Firma:</i>
<i>Fecha:</i>	<i>Fecha:</i>	<i>Fecha:</i>

