

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA MAQUETA EN CORTE DEL TIPO CVT

Trabajo de Titulación para optar
al Título de Técnico
Universitario en
MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Alumnos:

Eduardo Jara Jara

Fernando Tapia Rodríguez

Profesor Guía:

Sr. Walter Adrián Lemus

Resumen

Keywords: TRANSMISION VARIABLE CONTINUA – CVT – PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UNA CVT – DISEÑO DE SOPORTE DE ACERO – TRANSMISIONES AUTOMATICAS.

En el primer capítulo, se muestra el material de apoyo para la asignatura de transmisiones en la Universidad Técnica Federico Santa María, en específico para la carrera de Técnico en Mecánica Automotriz, se logra apreciar como existe diversas maquetas para complementar dicha materia, pero de igual manera presenta un déficit para las enseñanzas de otros temas, por lo cual, se justifica la necesidad de un nuevo material de apoyo en específico de una maqueta en corte de una Transmisión Variable Continua también conocida como CVT.

En el segundo capítulo, se explica el funcionamiento y que rol cumplen todas las partes internas de una CVT, para que se tenga un total entendimiento por parte del alumno al querer saber del tema, se enseña el cálculo de la relación de transmisión en un sistema de poleas, como también se explica la importancia del aceite en una CVT y que propiedades debe tener para que no se presente algún tipo de falla catastrófica.

En este capítulo también se podrá apreciar todos los mecanismos de control electrónico y que función cumplen en una CVT, haciendo una mención de los principales sensores que son incorporados en una Transmisión Variable Continua y como último se habla de la cinemática del movimiento, esto implica una detallada explicación de por donde entra el movimiento y finalmente por donde sale.

Y por último en el tercer capítulo, enseñamos como construimos la maqueta, se justifica cada decisión tomada, como lo es, el corte a efectuar y que material a utilizar para confección de un soporte, mediante los cálculos y dibujos técnicos se demuestra cada decisión tomada, por nosotros para que esta maqueta cumpla con todos los requerimientos necesarios para que no sea un peligro para los alumnos y profesores que requieran utilizar esta maqueta. De igual manera enseñamos como utilizarla y como realizar su correcto desplazamiento y que actividades de taller se pueden realizar teniendo esta maqueta.

INDICE

INTRODUCCION	1
Objetivo General:	2
Objetivos Específicos:.....	2
CAPÍTULO 1: CONFECCIÓN DE UNA MAQUETA EN CORTE DE UNA TRANSMISIÓN DEL TIPO CVT.....	4
1.-Estudio del material existente.	5
1.2.-Principios de la confección de una maqueta en corte, de una transmisión automática del tipo CVT.....	7
1.3.-Estado de la transmisión	8
1.4.-REGIMEN DE FUNCIONAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN CVT	9
1.5.- Variación de curvas Características de un MCI.....	10
1.6.-Ventajas y desventajas de la transmisión.....	12
CAPÍTULO 2: FUNCIONAMIENTO Y ESTRUCTURA DE CAJAS CVT	14
2.-Funcionamiento y estructura de caja CVT	15
2.1.-Estructura interna de la CVT:	16
2.1.1.-Poleas transmisoras.....	16
2.1.2.-Correa flexible	16
2.1.3.-Tren epicicloidal	17
2.1.4.-Frenos de discos.....	18
2.1.5.-Convertidor de torque o par	19
2.2.-Funcionamiento de la transmisión variable continua (CVT).....	20
2.3.-Relación de transmisión en una transmisión variable continua.	20
2.3.1.-Mecanismo multiplicador de velocidad.....	21
2.3.2.-Mecanismo reductor de velocidad.	21
2.3.3.-Formula relacion de transmision en poleas.....	22
2.3.4.-Explicación relación de transmisión en la caja CVT.....	22
2.3.5.-Calculo de relación de transmisión en la caja CVT.....	23
2.4.-Aceite en transmision variable continua.....	27
2.5.-Control hidráulico en transmisión continua variable.....	31
2.5.1.-Válvula de control PH.	31
2.5.2.-Válvula de lubricación.....	31
2.5.3.-Válvula de regulación del sistema de alivio.	31
2.5.4.-Válvula de regulación de PH.	32
2.5.5.-Válvula de regulación de embrague.....	32
2.5.6.-Acumulador de la válvula del embrague de inicio de marcha.....	32
2.5.7.-Válvula inhibidora del cambio.....	32
2.5.8.-Válvula de regulación de PL.....	33
2.5.9.-Válvula de control PH-PL.	33
2.5.10.-Solenoides inhibidor.....	33
2.5.11.-Válvula de control del embrague de inicio de marcha.....	33
2.5.12.-Válvula del cambio.	34

2.5.13.-Válvula de control del cambio.....	34
2.5.14.-Válvula manual.....	35
2.5.15.-Válvula de inhibición de marcha atrás.....	35
2.6.-Sensores y actuadores transmisión continua variable.....	36
2.7.-Cinemática del movimiento.....	36
2.8.-Sensores principales de una CVT.....	37
CAPÍTULO 3: CONFECION DE LA MAQUETA Y PLANIFICACION DEL CORTE	39
3.1.-Planificacion del corte	40
3.1.1-Retiro de la tapa lateral	40
3.1.2.-Recorte de una de las secciones.....	40
3.1.3.-Conclusión de corte	42
3.2.-Confeción del soporte	42
3.2.1.-Diseño estructural del soporte.....	43
3.2.2.-Estructuracion.....	43
3.2.3.-Análisis y diseño.....	44
3.2.4.-Planos y cálculos.....	45
3.3.-Método de operación	47
3.4.-Estudio ergonómico del soporte	47
3.4.1.-Método RULA	48
3.4.2.-Método RAPP TOOL	52
3.5.-Método de desplazamiento	56
3.6.-Método de sujeción.....	57
3.7.-Pintura.....	57
3.8.- Placa de identificación de la maqueta.....	58
3.9.-Actividad de Taller.....	59
3.9.1.-Resultados que se esperan de la actividad.....	59
Conclusión	60
Bibliografía y fuentes de la información.....	61

Sigla y simbología

A continuación, se mostrarán algunas de las siglas y símbolos que estarán en este trabajo de título para que más adelante se puedan entender con mayor facilidad.

Sigla

AT: Automatic Transmission (Transmisión automática)

ATF: Automatic Transmission Fluid (Líquido de transmisión automática)

CVT: Continuously Variable Transmission (Transmisión variable continua)

ECU: Engine Control Unit (Unidad de control del motor)

MCI: Internal combustion engine (Motor de combustión interna)

PH (Valvula): high pressure (Alta presión)

PL (Valvula): Low pressure (Baja presión)

PPT: Power Point Presentation (Presentación de PowerPoint)

RPM: Revolutions per minute (Revoluciones por minuto)

TCM: Transmission control module (Módulo de control de la transmisión)

VDP: De polea variable

Simbología (De acuerdo con lo estipulado por el Sistema Internacional de Unidades [SI])

c°: Celsius

cm: Centímetros

h: Hora

Km: kilómetros

m³: Metro cúbico

mm: Milímetro

mm²: Milímetro cuadrado

Mpa: Mega pascal

N: Newton

σ : Esfuerzo

s: Segundos

W total: Peso total

INTRODUCCION

En el mercado automotriz se encuentran diversas tecnologías las cuales a lo largo de la historia se han estado innovando y perfeccionando, aportando en los automóviles ahorros de combustibles, mejor conductividad, confort al conducir y una mayor maniobrabilidad, dentro de estas innovaciones se encuentran una diversidad de tipos de transmisiones, ya sean de engranajes o por poleas.

Dentro de las diversas cajas de cambio que se puede encontrar en el campo automotriz tanto como mecánicas o automáticas, en esta últimas destaca la Transmisión Continua Variable (CVT), que es una nueva tecnología que resalta dentro de las existentes, ya que, su principio funcionamiento es totalmente diferente a las mencionadas con anterioridad.

Mientras que las transmisiones convencionales transmiten el movimiento entre engranajes y poseen marchas fijas (primera, segunda, tercera...etc.) la transmisión Continua Variable transmite su movimiento mediante una cadena articulada montada entre dos poleas que van cambiando su diámetro según la marcha que la unidad de control de la caja estima conveniente, lo llamativo de este funcionamiento es que no tiene marchas fijas sino que posee rangos de funcionamiento y dentro de esos parámetros hay una cantidad infinitas de relaciones de transmisión dando una mejor eficiencia en la conductividad, que se expresa en ahorro de combustible y una casi nula sensación de relaciones de cambios.

En las transmisiones convencionales se acostumbra a que haya pérdidas de potencia mientras se realiza el cambio de marcha, esto ocurre porque son cambios de marchas abruptos, la CVT corrige estos inconvenientes dándole una infinita cantidad de relaciones dentro de parámetros determinados, permitiendo cambios progresivos y suaves. Para lograr esto se ubican dos sensores de velocidad uno en la entra y salida del eje, estos sensores envían señales al módulo de transmisión que va analizando estos datos y calcula la relación más idónea, todo esto funciona continuamente buscando que está siempre trabaje en un estado óptimo.

Dicho lo anterior la CVT es una gran innovación en el campo de la mecánica automotriz por lo tanto es de suma importancia conocer el cómo funciona y sus partes más llamativas como lo son las poleas y la cadena, por ende, en lo que se continua de trabajo se hablara de la confección de una maqueta en corte haciendo visibles los variadores para que se haga un estudio y se tenga una mayor idea del cómo funcionan estas transmisiones.

Objetivo General:

- Incorporar nuevo material, el cual funcione de apoyo para la asignatura de transmisiones, lo que permitirá hacer el reconocimiento de algunas de las partes móviles y principales de una CVT.

Objetivos Específicos:

- Entregar apoyo a la asignatura de transmisiones con una maqueta en cortes de una Transmisión Continua Variable.
- Reconocer la diferencia de una transmisión por engranajes y una CVT por medio de una maqueta en corte.
- Complementar la información escrita con un material de apoyo físico, para que se haga un respaldo de dicha información y sea más fácil para el estudiante comprender la materia.

**CAPÍTULO 1: CONFECCIÓN DE UNA MAQUETA EN CORTE DE UNA
TRANSMISIÓN DEL TIPO CVT.**

1.-Estudio del material existente.

Una de las cosas que buscamos con este trabajo es aumentar la cantidad de equipos de trabajo no convencional o distinto para la asignatura de transmisiones, esperando que los alumnos puedan comprender mejor la materia que el profesor les está presentando y entiendan que hay distintos tipos de cajas en el mercado automotriz.

Con el fin de cumplir este cometido debemos iniciar una búsqueda de las transmisiones disponibles para el alumno en el taller, dado que pueden llegar a haber muchas de un tipo o solo dos modelos de transmisión, limitando la variedad de material de trabajo con las que el alumno puede maniobrar.

La búsqueda se desarrolla con los distintos tipos cajas ubicadas en el área de taller, con el fin de identificar todo tipo de transmisiones disponible para el alumno, para así seleccionar el tipo de caja de cambios que no se encuentra físicamente disponible y agregarla como un material útil en el reconocimiento que el alumno debe efectuar a la hora que se le presenta la materia de dicha transmisión.

Para partir debemos revisar las áreas de taller destinadas a la asignatura de transmisiones e identificar el tipo de material de estudio disponible:



Fuente: Imagen Propia, área de taller sala de transmisiones

Figura 1-1 Material físico de estudio área de taller.

La figura 1-1 muestra distintos tipos de transmisiones disponibles para los alumnos con la finalidad armarlas y desarmarlas, reforzando la materia que presento el profesor, estas cajas ya han cumplido su vida útil a causa de una falla u otro motivo, por lo que algunas unidades están sin partes o la pieza están dañada, entre este material de apoyo para la asignatura se encuentran una variedad de transmisiones automáticas y mecánicas, Aparte de la sección anterior hay otro sector que posee material de estudio para el ramo de transmisiones, estos equipos están en funcionamiento permitiendo al alumno ver el ciclo de funcionamiento de estas transmisiones a velocidades relativamente normales.



Fuente: Imagen Propia, Maqueta área de taller: Diseño y construcción de una maqueta de transmisión mecánica para servicio pesado.

Figura 1-2 “Transmisión mecánica para servicios pesados



Fuente: Imagen Propia, Maqueta área de taller

Figura 1-3 maqueta CVT tipo VDP



Fuente: imagen propia, Maqueta área de taller

Figura 1-4 “Transmisión transaxo”

En las figuras 1-2 y 1-4 se mostraron dos tipos transmisiones funcionales dentro del taller, una de servicios pesados y la otra una transaxo, estas son las únicas transmisiones funcionales dentro del taller y la siguiente figura tiene que ver con el tipo de transmisión que seleccionamos para este trabajo y esa es la figura 1-3.

Esta imagen 1-3 muestra el único material de estudio referente a las transmisiones CVT de manera física, esta maqueta solo busca mostrar el funcionamiento de las poleas que posee la transmisión CVT. Para que el alumno pueda llegar a entender de forma más completa esta transmisión se necesita mostrar sus componentes y no solo explicar el funcionamiento.

1.2.-Principios de la confección de una maqueta en corte, de una transmisión automática del tipo CVT.

Para redimir los déficits que se lograron aprecia anteriormente se decidió hacer la construcción de una maqueta en corte de una CVT, para hacer un apoyo a la asignatura de transmisiones.

La confección de una maqueta en corte está bajo distintas normas y especificaciones como el soporte, el color y los parámetros que se van a poder medir o ver en el componente que se elegirá para evaluar.

Por este motivo es esencial estructurar bien que partes serán necesarias modificar, en el caso de este trabajo de título se seleccionó una caja de transmisión continua variable o más conocida como CVT, dentro de las gamas disponibles de esta transmisión ya sea de uso automotriz o industrial seleccionó la de tipo VDP.

Este estilo de transmisión muestra un comportamiento distinto a otras, haciéndola atractiva para los alumnos que no tiene un conocimiento muy amplio en el tema de transmisiones, cabe mencionar que este tipo de caja no se encuentra muy profundizada en la UNIVERSAD FEDERICO SANTA MARIA, pero en el mercado esta transmisión se ha masificado de tal manera que modelos como Mercedes Benz A class, Nissan Qashqai,

Jeep Patriot, Subaru R1, Audi A4, entre una gran variedad de automóviles la implementaron en sus diseños.

Uno de los motivos por lo que se seleccionó esta transmisión y se optó por hacerla en corte fue el poco material físico en el taller referente a esta transmisión, como se mostró, la única maqueta física es un conjunto de poleas que muestran la variación que realiza esta transmisión cuando se efectúan los cambios de marcha.

Como un tema a agregar se sabe generalmente que en las transmisiones automáticas el método de accionamiento predominante es mediante un flujo de líquido conocido, más conocido como sistema hidráulico, debido a esto es que tener una caja funcional en su forma original por medio de la elevación de líquido es complicado ya que se requiere principalmente de una bomba y un estanque para realizar esto, además, una cantidad de válvulas necesarias para que el trabajo de esta sea de una forma segura para los profesores y alumnos que estudiaran la maqueta. Sin duda alguna el dejar el accionamiento por medio de un sistema hidráulico intacto y funcional sería algo bastante interesante debido a que se podría ver el comportamiento del fluido en el interior de la caja de cambios, pero resultaría muy complejo dado que esta transmisión CVT es accionada hidráulicamente en casi todos sus componentes, cabe mencionar que se presentarían inconvenientes por temas de espacio y no se podrán mostrar las partes esenciales de esta transmisión

1.3.-Estado de la transmisión

Antes de realizar la construcción de la maqueta se debe verificar que la transmisión a ocupar se encuentra en buen estado y asegurar que se puedan mostrar las partes esenciales de esta transmisión, para esto se deben desmontar todos los componentes de la transmisión bombas de aceite, cadenas, cuerpos valvulares y filtros, a cada componente de la caja se le debe realizar la inspección visual para revisar desgastes y verificar que piezas son necesarias para cambiar.

Por motivos externos, la transmisión se encontraba en el taller de la institución UNIVERSIDAD FEDERICO SANTA MARIA, debido a esto es esencial realizar una revisión en caso de que la transmisión haya sido manipulada u ocupada antes que se decidiera que sería usada para un trabajo de título.

Con la revisión se verifico que el estado de las piezas en la transmisión estaba en buen estado, pero también había un déficit de pernos por lo que fue necesario realizar las mediciones respectivas con tal de averiguar la medida de cada uno de ellos, agregando también que no se encontraba una de las piezas que limitaba el accionamiento de una de las poleas que funcionaba como tope cuando se le ejercía presión hidráulica, pero no resulta muy relevante porque la maqueta está dirigida a realizarse en corte y no en funcionamiento.

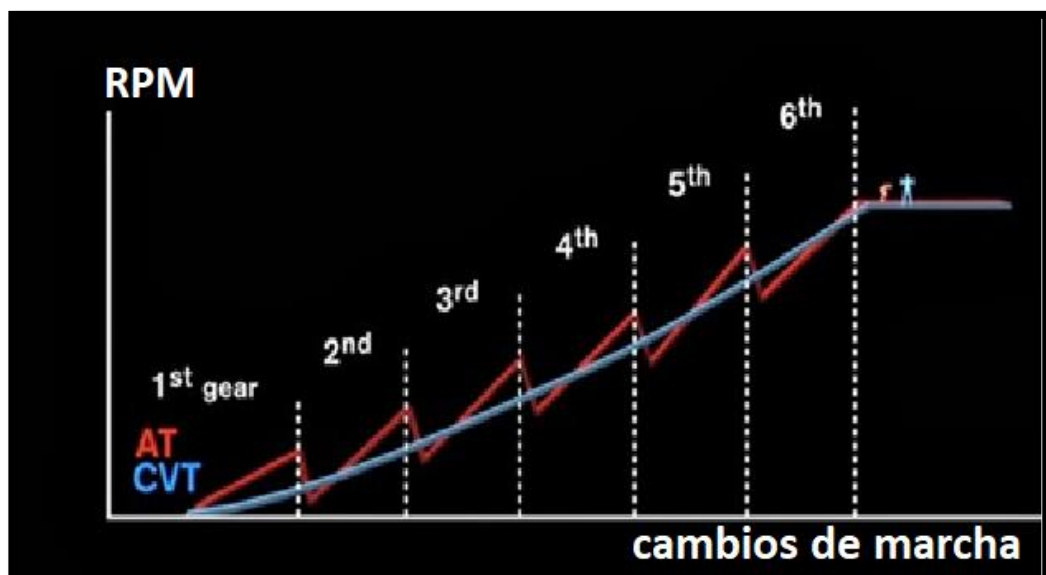
Cuando revisamos el cuerpo valvular se encontraba sellado, pero se logró apreciar que estaba en buena condición, revisando que sus conductos no estén tapados y que las válvulas no se encuentren atascadas, todo este proceso se realizó mediante presión neumática

Como conclusión en esta etapa de revisión se comprende que a pesar de la falta de algunas piezas menores la transmisión CVT está en condiciones para ser ocupada, pero se optara por no mostrar el cuerpo valvular dado que es un paquete sellado y se corre el riesgo de perder la posición de algunas válvulas cuando se proceda a abrir.

1.4.-REGIMEN DE FUNCIONAMIENTO DE LA TRANSMISIÓN CVT

El ciclo de funcionamiento para cada maquinaria, motor o transmisión está dado por el servicio que posee, un ejemplo de eso son los grupos electrógenos que tienen un ciclo de funcionamiento a RPM constante, pero en este caso el ciclo que se estudiará será el de la transmisión CVT, centrándose más en su comportamiento, en los cambios de marcha que se efectúan a medida que el vehículo se desplaza y que diferencias se encuentran con otros tipos de transmisiones.

El funcionamiento que tiene un motor con una transmisión mecánica o automática cuando se realizan cambios de marcha es distinto, porque sufre distintas pérdidas que se presentan con bajas considerables en los rpm del motor, que a su vez causa un aumento en el consumo de este.



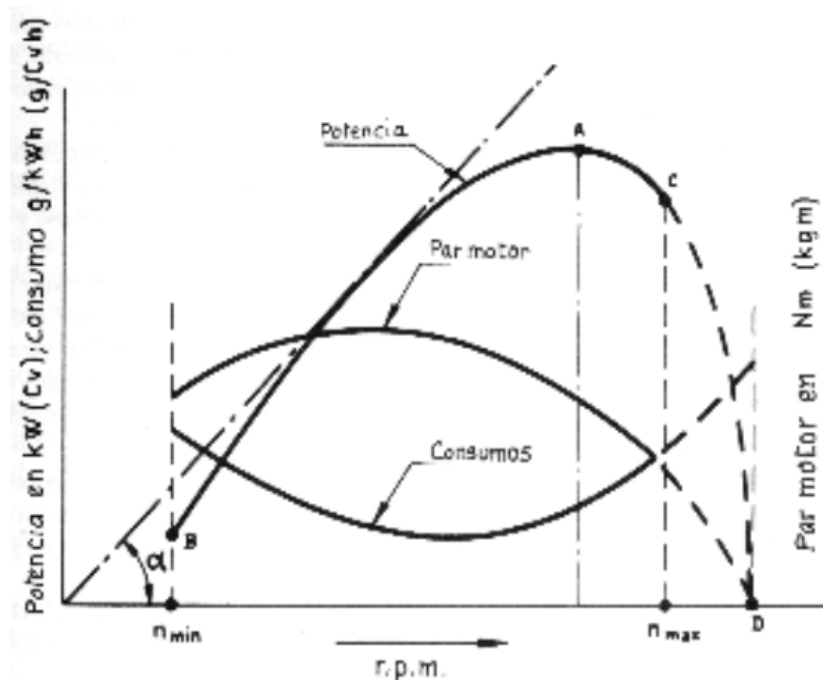
Fuente: <http://autoblogpv8.blogspot.com/2014/03/o-que-e-o-cambio-cvt.html>

Figura 1-5 Ciclo de funcionamiento CVT v/s AT

En la figura 1-5 se logra observar el comportamiento de dos tipos de transmisiones, la primera es la CVT representada con un color azul y la segunda es una transmisión automática común con un color rojo.

La caja CVT muestra un comportamiento progresivo, sin variaciones bruscas de Rpm al momento de los cambios, por otro lado, la transmisión AT, presenta mayores pérdidas o caídas de Rpm, mostrándose en la gráfica con una forma de dientes de sierra ascendente. Este comportamiento en la CVT no se da, porque a diferencia de otras transmisiones la CVT posee dos poleas y una cadena que se van ajustando a la relación necesaria que solicita el conductor o el vehículo, con esto las variaciones de Rpm son mínimas y menos bruscas en los cambios de marcha debido a que son movimientos constantes y de una manera más fluida que una caja convencional.

1.5.- Variación de curvas Características de un MCI.



Fuente: PPT laboratorio de máquinas.

Figura 1-6 Curvas características de un MCI.

En la figura 1-6 se aprecian las tres curvas características que un motor a combustión interna puede entregar por medio de un ensayo de motor, las formas de estas curvas pueden variar por diversas cosas que van desde las condiciones ambientales hasta un error humano al realizar este tipo de ensayo.

La mención de este tipo de laboratorio se da debido a que si se pudiera hacer la comparativa entre tres automóviles de las mismas características, es decir, mismo modelo, año, motor, etc. solamente haciéndole un cambio en la transmisión estas curvas se verían afectadas tal vez no diferencia importante tomando en cuenta que el ensayo sea de la misma manera en los tres casos, pero si tendrían variaciones entre una curva y otra, tomando en cuenta que se busca una eficiencia del combustible en las transmisiones automáticas y que el motor tenga la menor pérdida de rpm evitando así pérdidas de potencia y par, esto se expresa en tener un bajo consumo de combustible obteniendo el un mayor rendimiento cosa que no pasa en las transmisiones mecánicas, es común observar pérdidas tanto de potencia como de par al momento de pasar cambios(en la gráfica son relieves o caídas de la gráfica). En general cada vehículo tiene un régimen de funcionamiento distinto donde se puede encontrar un punto óptimo para realizar los cambios, en ocasiones uno puede buscar el ahorro de combustible disminuyendo consumos y manteniendo el vehículo a rpm no tan bajas y constantes o puede buscar una conducción eficiente que aproveche bien el combustible, tomando en cuenta las pérdidas de potencia se pueden realizar cálculos sencillos para adecuarse a la exigencia que uno estipula por medio de una sobre revolución, de igual manera en las transmisiones automáticas realizan estas relaciones por medio de un módulo adecuándose a la conducción que ejerce el piloto, las diferencias que uno siente entre estos casos son una demora en la aceleración porque ya no es brusca y está constantemente siendo monitoreada por medio de sensores, para hacer una explicación más consistente se darán tres situaciones de ensayos, primero un automóvil con transmisión mecánica, segundo un vehículo con transmisión automática y por ultimo un auto con CVT.

Consideremos el primer caso, al hacer un ensayo a un vehículo con caja mecánica se podrían presentar diversos errores en lo que es el cambio de marcha, lo que iría afectando las tres curvas características en los que se van graficando.

Si tómanos en cuenta el segundo caso las curvas serían más limpias ya que el encargado de hacer el cambio de marcha sería la TCM en comunicación con la ECU del motor, pero la curva que se podría ver un tanto afectada sería la de consumo por las bajas del rpm cuando la marcha va cambiando.

Por último, sería ver las curvas que se van generando en el automóvil con CVT las cuales a medida que son graficadas no presentarían ninguna variación ya que una transmisión continúa variable siempre dejara la potencia y el torque en su punto óptimo según sea requerido y por lo tanto el consumo de combustible será menor debido a que se presentara una mejora en la aceleración.

Por ende, si se hiciera la comparativa de las curvas generadas por el programa del ensayo se podría apreciar una diferencia entre los que es el punto de potencia y torque máximo y se apreciaría una baja en el consumo con respecto a las demás curvas, esto sería gracias a las ventajas que una CVT presenta en su modo de construcción.

1.6.-Ventajas y desventajas de la transmisión

Tabla de ventajas y desventajas caja CVT	
Ventajas	Desventajas
Los cambios son controlados por la TCM (módulo de transmisión) siendo más eficientes.	Si la TCM llega a fallar los cambios no se van a poder realizar y en este caso también su costo de reparación es alto.
Al realizar cambios progresivos hay pocas o nulas irregularidades en el cambio de marcha.	Al realizar cambios progresivos la respuesta en los cambios de velocidad es más lenta.
El valor de esta caja es menor por la cantidad de piezas que posee.	A pesar de tener un valor de compra menor tiene un costo de reparación y un costo del aceite alto
No posee un desgaste de engranajes o sincrónicos dado que funciona por medio de poleas	Al poseer poleas la transmisión no está adaptada a recibir cambios bruscos de torque

Fuente: Tabla propia

Tabla 1-1 Ventajas y desventajas CVT

CAPÍTULO 2: FUNCIONAMIENTO Y ESTRUCTURA DE CAJAS CVT

2.-Funcionamiento y estructura de caja CVT

Las transmisiones automáticas han causado una gran impresión debido a que ya no es necesario tener una participación de parte del conductor en el cambio de marcha del vehículo, ya que este tipo de caja tiene un convertidor de torque el cual gira con el volante de inercia del motor y mediante un ciclo de funcionamiento interno cada vez que sea necesario hacer un cambio de velocidad en la caja el mismo convertidor hace la interrupción de potencia desde el motor al eje primario de la transmisión automática.

Las transmisiones automáticas tienen una gran variedad, pero vamos a darle énfasis y a realizarle un estudio completo a la caja de cambio de transmisión variable continua (CVT).

Como se logrará apreciar en la imagen inferior una CVT se compone de diferentes componentes para realizar su funcionamiento. En las siguientes páginas de este trabajo se describirán de forma breve para lograr entender su funcionamiento.



Fuente: <https://carplanet.mx/noticia/tipsyconsejos/asi-funciona-la-transmision-cvt-de-honda/5cc6e586d846b>

Figura 2-1 Esquema básico de transmisión variable continua.

2.1.-Estructura interna de la CVT:

2.1.1.-Poleas transmisoras

Son dos poleas una motriz y una conducida las cuales van variando sus diámetros internos mediante distintas presiones de aceites para así ir cambiando de marcha. Los movimientos de estas poleas se realizan por medio de la presión hidráulica de mando que circula por el interior de los árboles, este normalmente tiene conductos internos para el traslado del fluido hidráulico.

2.1.2.-Correa flexible

Es el elemento de unión entre las dos poleas. Existen dos tipos de correas de transmisión, del tipo trapecoidal las cuales tienen una forma geométrica en V y son las menos habituales debido a que se deslizan en aceleraciones bruscas y en entregas de par motor muy altas, debido a esto último mencionado este tipo de correa tienen una vida útil baja.



Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/gates-europe/product-38417-1498823.html>

Figura 2-2 correa del tipo trapecoidal para CVT

El segundo tipo de cadena es una diseñada con un metal flexible y son las más fiables para esta transmisión ya que permite una mayor entrega de par motor.



Fuente: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/k310-cvt-transmission-belt-pushbelt-cvt-chain-60774391303.html>

Figura 2-3 Correa metálica CVT con 399 elementos.

2.1.3.-Tren epicicloidal

Este elemento es necesario para hacer la inversión del movimiento.



Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=PEq5_b4LWNY

[Figura 2-4 Conjunto de engranajes planetarios para CVT.](#)

En la imagen superior se logra apreciar un conjunto de engranajes epicicloidales que en este tipo de transmisión automática cumple una función de mucha importancia la cual es invertir el sentido de giro para así lograr tener la marcha de reversa.

Para más información con respecto a engranajes epicicloidales leer memoria de titulación:
Diseño y construcción maqueta de los principales sistemas de trenes epicicloidales empleados en transmisiones automática.

Autor: Rodrigo Miranda Vera.

Prof. Guía: Walter Adrian Lemus.

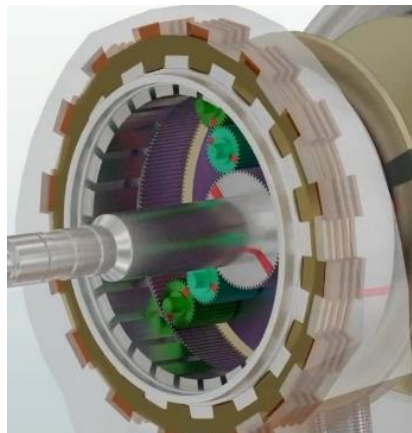
2.1.4.-Frenos de discos

La principal función de este conjunto de frenos es frenar los diversos movimientos del tren epicycloidal, para entrar en más detalle este tipo de caja ocupa dos conjuntos de frenos.



Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=PEq5_b4LWNY

Figura 2-5 Primer paquete de frenos. Conecta la corona con el solar.

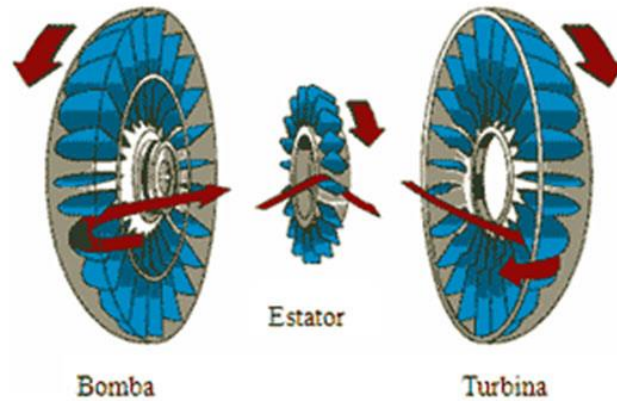


Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=PEq5_b4LWNY

Figura 2-6 Segundo paquete de frenos. Frena la corona y se hace móvil el porta satélite, para hacer la inversión de giro.

2.1.5.-Convertidor de torque o par

El convertidor de torque es un elemento utilizado solamente en las transmisiones automáticas en reemplazo del mecanismo de embrague.



Fuente: <http://experienciaconconvertidor.blogspot.com/2012/>

[Figura 2-7](#) Esquema del convertidor de torque.

En la figura 2-7 se logra apreciar las partes internas de un convertidor de par las cuales explicaremos a continuación. La bomba gira mediante el giro del motor cabe destacar que es una bomba centrífuga, al girar esta eleva el fluido a la periferia del convertidor, lo que logra que la turbina comience a girar por efecto de la bomba, cabe destacar que la turbina es la que transmite el movimiento al interior de la caja, por el diseño de dicha turbina esta redirecciona el aceite utilizado a la bomba lo que provocaría que redujera la velocidad de la bomba para corregir esto entre la bomba y la turbina se encuentra un estator el cual cumple la función de redirigir el fluido utilizado por la turbina a la bomba, debido al diseño de este realiza un aporte de energía a la bomba.

2.2.-Funcionamiento de la transmisión variable continua (CVT).

La transmisión variable continua como se logra apreciar en lo descripto anteriormente se conforma de varias partes esenciales pero sus principales estructuras se conforma por las poleas y la cadena, esta mantiene conectada la rueda motriz con la conducida. La polea motriz o conductora es la que se conecta al motor de combustión interna, y la polea conducida es la que entrega movimiento a las ruedas, cabe destacar que las poleas no son de cara plana sino de superficie cónica debido a que de esta forma se puede variar el diámetro de la cadena según la velocidad que sea requerida.

El cambio de marcha en una transmisión automática por ejemplo del tipo Ravigneaux es extremadamente diferente al que se efectúa en una caja de variador continuo debido a que en una transmisión automática distinta a la CVT, se debe interrumpir momentáneamente la fuerza de giro del motor a combustión interna hacia este sistema, el movimiento se puede suspender mediante la comunicación de la unidad de control del motor y la de la transmisión, dicha conexión permite que al momento de efectuar un cambio de marcha en la caja se manda una señal a la unidad de control del motor para así cortar la inyección de combustible a los cilindros del motor y en ese momento se hace el cambio de velocidad, pero esto no es igual en una transmisión variable continua debido a que en esta no se encuentran distintos engranajes de marcha para así lograr una velocidad mayor, y como su nombre lo dice esta caja es continua es decir no hay una interrupción de fuerza entre el motor y el eje primario de la caja, y a su vez es variable porque se puede efectuar un cambio de diámetro de las poleas en tiempo real. Es importante mencionar que el cambio depende de la posición del acelerador y a la velocidad a la que el conductor este conduciendo.

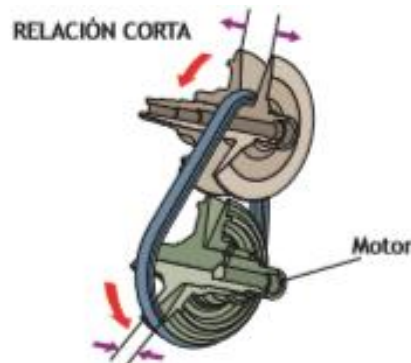
2.3.-Relación de transmisión en una transmisión variable continúa.

Este concepto de relación de transmisión es un término muy común en las transmisiones ya sea mecánica o automática debido a que su construcción interna está compuesta con una gran cantidad de engranajes para así tener las diversas marchas en el automóvil. La relación de transmisión se puede definir como la relación entre la velocidad de entrada a un eje motriz y el respectivo diámetro del engranaje que se conecta a este. En un sistema constituido principalmente por poleas como es el caso de la transmisión variable continua este concepto no es algo que se deja de considerar ya que para este caso la relación de transmisión se puede calcular con los respectivos diámetros de la polea motriz y la conducida, también se da el caso que se pueda calcular con las respectivas velocidades de giro de dichas poleas.

Con respecto a las poleas se pueden hablar de dos tipos de mecanismos ya sea un mecanismo multiplicador de velocidad o un mecanismo reductor de velocidad, en ambos casos se pueden relacionar tanto la rapidez de giro del motor y el diámetro de trabajo que sea requerido, a continuación, se definirá los dos mecanismos mencionados anteriormente.

2.3.1.-Mecanismo multiplicador de velocidad.

Este sistema se emplea cuando la velocidad de giro en este caso un motor de combustión interna transmite rapidez al eje primario de la caja el cual está conectado a la polea motriz y mediante la cadena a la conducida, por lo tanto cuando la cadena presenta un diámetro mayor en la polea motriz y un diámetro menor en la conducida se habla de un mecanismo multiplicador de velocidad debido a que cuando esto ocurre la motriz gira a una velocidad menor haciendo que la conducida aumente su velocidad a transmitir a la salida, a esto se le llama relación corta.

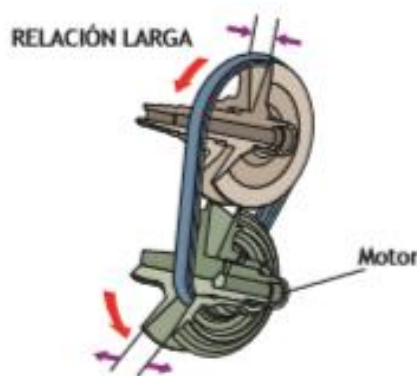


Fuente: Sumario cajas de cambios ctv.

Figura 2-8 Esquema de alta transmisión de velocidad a la salida del eje

2.3.2.-Mecanismo reductor de velocidad.

Este tipo de sistema es el contrario al mencionado anteriormente ya que se da cuando el diámetro de la cadena es menor en la polea motriz y mayor en la polea conducida debido a que si se da esto la impulsora girará a una rapidez mayor a la dirigida haciendo que la transmisión de velocidad sea menor en la salida, a esto se le llama relación larga.



Fuente: Sumario cajas de cambios cvt

Figura 2-9 Esquema de baja transmisión de velocidad a la salida del eje

A continuación se presentará la fórmula para calcular la relación de transmisión en un sistema de poleas y se demostrarán lo explicado anteriormente con respecto a mecanismo multiplicador de velocidad y mecanismo reductor de velocidad.

2.3.3.-Formula relacion de transmision en poleas.

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

En donde:

i = Relacion de transmision.

d₂ = Diametro polea conducida

d₁ = Diametro polea motriz.

n₁ = Velocidad polea motriz.

n₂ = Velocidad polea conducida.

Esta fórmula se puede demostrar en los siguientes tres casos.

1. En donde el diámetro efectivo de las poleas es igual tanto en la motriz como en la conducida.
2. En donde la polea motriz presenta un diámetro mayor que la conducida.
3. Por último, la polea conducida tiene un mayor diámetro que la motriz.

2.3.4.-Explicación relación de transmisión en la caja CVT.

La relación de transmisión en una caja de variador continuo es bastante diferente a como lo es en una caja mecánica o automática ambas con engranajes, por ende, este cálculo se basa principalmente en el número de dientes que los piñones de cada marcha para su respectivo acoplamiento y así tener las diversas marchas requeridas para la necesidad del conductor, no obstante, se debe dejar claro que en las transmisiones las cuales su estructura interna es principalmente por engranes el número de dientes no es su principal forma de hacer el cálculo de relación de transmisión, de misma manera se puede proceder a desarrollar con las velocidades de giro tanto con la de entrada al eje motriz y al de salida, esto quiere decir que sabiendo la velocidad de giro de los respectivos ejes se puede calcular la relación de transmisión, debido a que cuando se hace el engrane de unas de las diversas marchas siempre uno de los dos piñones girara a una mayor rpm que otro y estos es principalmente por es diámetro de cada uno de estos, y de misma manera se da el caso que tanto la velocidad de giro es igual en el eje de entrada como en el de salida. En las transmisiones variables continuas el cálculo de hace con respecto a dos variables puede ser tanto con la velocidad y con relación al diámetro efectivo que se tenga en la cadena, esto quiere decir que se pueden tener tres posibles casos con respecto a esta transmisión los cuales ya fueron debidamente explicados con anterioridad, los cuales serán demostrados mediante una fórmula de relación de transmisión en un sistema de poleas.

2.3.5.-Calculo de relación de transmisión en la caja CVT.

A continuación, se realizaron cálculos teóricos de la relación de transmisión, cabe destacar que los datos para el desarrollo son inventados para hacer la debida demostración de estos.

A.-Relación de transmisión 1:1.

Datos: Circunferencia roja eje motriz.

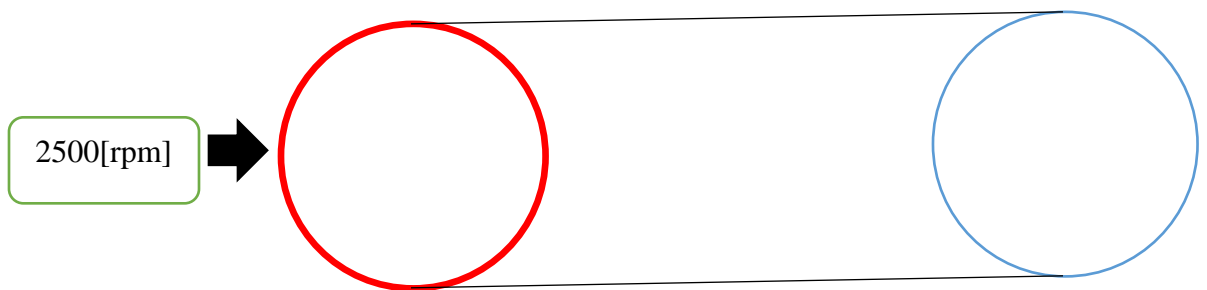
Circunferencia azul eje conducido.

Diámetro polea eje motriz (d_1).

Diámetro polea eje conducido (d_2).

Velocidad de giro eje motriz (n_1).

Velocidad de giro eje conducido (n_2).



Análisis:

$$d_1 = d_2$$

$$n_1 = n_2$$

Como se logra apreciar el diámetro de la polea motriz con respecto a la conducida son iguales, esto quiere decir que la velocidad de entrada será igual a la salida, esto se puede demostrar reemplazando los datos en la siguiente fórmula ya planteada.

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

Considerando que el diámetro tiene un valor de 30[cm], se obtiene que la relación de transmisión es igual a 1:1.

$$i = \frac{30[cm]}{30[cm]} i = \frac{30}{30} = 1$$

Ya sabiendo la relación de transmisión, mediante esta misma fórmula se puede calcular la velocidad de salida del eje.

$$1 = \frac{2500[rpm]}{n_2} = n_2 = 2500 [rpm]$$

Como se logra apreciar la rapidez de giro será igual tanto en la entrada como en la salida, por ende, se puede concluir que la relación de transmisión será igual a 1:1 ya que no se han realizado variaciones tanto en velocidad y diámetro.

B.-Relación de transmisión 0,7:1.

Con anterioridad se demostró que al no realizar cambio en los datos numéricos la relación es 1:1, ahora se variaremos el diámetro de la patea conducida.

Datos: Circunferencia roja eje motriz.

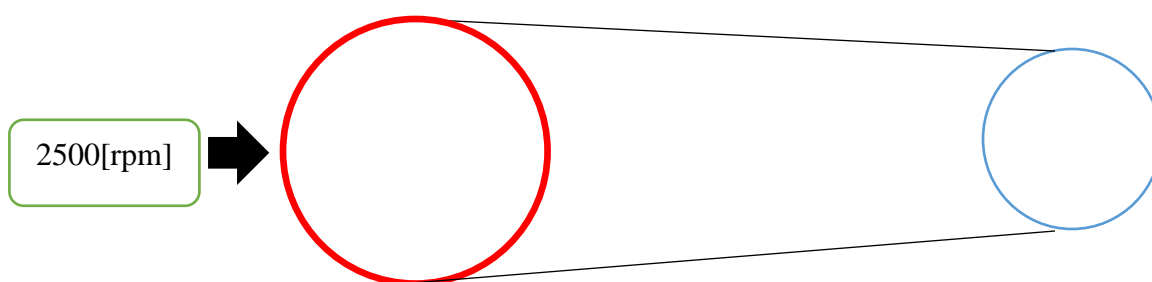
Circunferencia azul eje conducido.

Diámetro patea eje motriz (d_1).

Diámetro patea eje conducido (d_2).

Velocidad de giro eje motriz (n_1).

Velocidad de giro eje conducido (n_2).

**Análisis:**

$$d_1 > d_2$$

$$n_1 < n_2$$

Como se aprecia el diámetro de la patea motriz es mayor que el de la conducida, esto va a provocar que la patea motriz gire a una menor velocidad que la salida, esto se puede demostrar reemplazando los datos en la siguiente fórmula.

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

Consideremos que el diámetro de la patea motriz es de 30[cm] y el de la conducida es de 20[cm] se obtendrá una relación de transmisión igual a 0,7:1.

$$i = \frac{20[\cancel{cm}]}{30[\cancel{cm}]} = i = \frac{20}{30} = 0,7$$

Ya teniendo resuelto el valor de la relación de transmisión se puede calcular el valor de la velocidad de salida.

$$0,7 = \frac{2500 [rpm]}{n_2} = n_2 = \frac{2500 [rpm]}{0,7} = 3571[rpm]$$

Dado el análisis realizado anteriormente podemos notar la diferencia en los resultados en comparativa al caso anterior, de este modo se puede concluir que si se tiene un mayor diámetro en la patea motriz en relación a la patea conducida se destaca que la velocidad de giro en la salida es mayor que la entrada, entonces si la caja presenta esta situación independiente a los valores de los diámetros de las poleas haciendo respetar que el $d_1 > d_2$, podemos decir que este caso sería un sistema multiplicador de velocidad.

C.-Relación de transmisión 3:1.

Finalmente, se nos da este último caso en donde la polea motriz varia su diámetro provocando que se menor al de la polea conducida.

Datos: Circunferencia roja eje motriz.

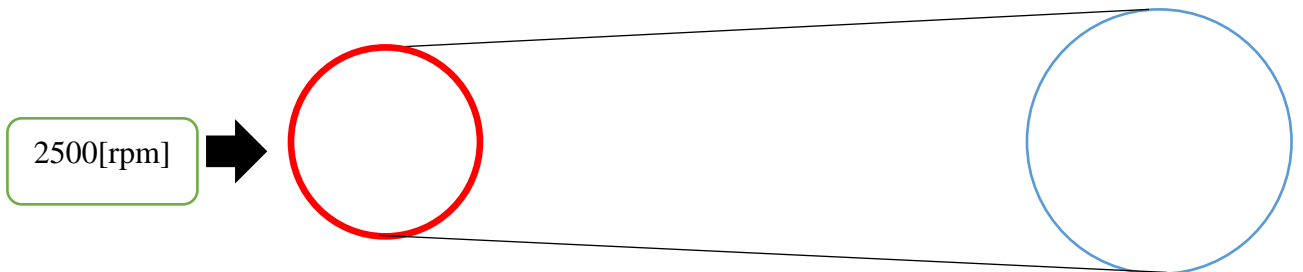
Circunferencia azul eje conducido.

Diámetro polea eje motriz (d_1).

Diámetro polea eje conducido (d_2).

Velocidad de giro eje motriz (n_1).

Velocidad de giro eje conducido (n_2).

**Análisis:**

$$d_1 < d_2$$

$$n_1 > n_2$$

Apreciando el análisis logramos apreciar que el diámetro en la polea motriz diferente con respecto a la conducida, con esto apreciaremos que la velocidad presentara una variación y lo podemos demostrar reemplazando los datos en la siguiente formula.

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

Digamos que el diámetro de la polea motriz es de 10[cm] y el de la conducida es de 30[cm], se obtendrá una relación de transmisión igual a 3:1.

$$i = \frac{30[\cancel{cm}]}{10[\cancel{cm}]} = i = \frac{30}{10} = 3$$

Con el calculo realizado anteriormente se puede hacer el calculo de la rapidez de rotacion de la polea conducida.

$$3 = \frac{2500 [rpm]}{n_2} = n_2 = \frac{2500 [rpm]}{3} = 833 [rpm]$$

En modo de conclusion, se logra apreciar con los calculos que la relacion final es de 3:1 esto quiere decir que cada tres vuelta de la polea motriz la conducida da una vuelta, esto provoca que la velocidad de giro sea menor en la polea conducida, esto demuestra que si en la caja se tiene que se cumple la siguiente afirmacion $d_1 < d_2$, se puede decir que lo resultado anteriormente es un sistema reductor de velocidad

A continuación, se planteará un ejercicio para hacer la aplicación de lo explicado anteriormente.

En una transmisión por polea, se da el caso que la rueda motriz tiene un diámetro de 15 [cm] y la conducida un diámetro de 7 [cm].

1. Sabiendo que la transmisión está conectada a un motor que tiene un régimen de giro de 3200 [rpm], Realice el cálculo de la relación de transmisión y obtenga la velocidad de giro de la polea conducida.
2. Teniendo en cuenta que la velocidad de giro es igual que en el caso 1, calcule la relación de transmisión sabiendo que los diámetros de las poleas han cambiado, la rueda motriz disminuyo su diámetro a 10 [cm] y el de la conducida aumento a 25 [cm], y de misma forma calcular la velocidad de giro de la polea conducida.

Debemos saber que la formula a utilizar en todo el desarrollo del ejercicio es la siguiente:

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

1. Con los datos entregados anteriormente solo queda identificar que el diametro de la polea motriz (d1) es igual a 15 [cm] y el de la conducida (d2) tiene un valor de 7 [cm], solo se debe reemplazar estos valores en la formula.

$$i = \frac{7 [cm]}{15 [cm]} = i = \frac{7}{15} = 0.5$$

$$0.5 = \frac{3200 [rpm]}{n_2} = n_2 = \frac{3200 [rpm]}{0.5} = 6400 [rpm]$$

2. Sabiendo que hubo una variacion en los diametros de las poleas y ahora la polea motriz (d1) mide 10 [cm] y la conducida 25 [cm], y la velocidad es la misma se debe reemplazar en la formula.

$$i = \frac{25 [cm]}{10 [cm]} = i = \frac{25}{10} = 2.5$$

$$2.5 = \frac{3200 [rpm]}{n_2} = n_2 = \frac{3200 [rpm]}{2.5} = 1280 [rpm]$$

Haciendo un analisis del ejercicio en el caso 1 se reemplazaron los datos en la formula ya entrega dandonos un resultado de la relacion de transmision de 0.5:1, sabiendo la relacion de transmision nos permite saber la velocidad de giro de la polea conducida mediante el despeje de la ecuacion y este metodo se repite de igual forma para el caso numero 2, en donde nos dio una relacion de trasnmision 2.5:1.

2.4.-Aceite en transmision variable continua

La aceite en cualquier tipo de caja cumple un rol bastante importatente debido a que tiene diversas propiedades que ayudan en el bienestar de las partes moviles y criticas de la transmisiones.

En las cajas de cambios ya sean mecanicas o automaticas su contruccion interna constara de diversos engranajes de marchas lo cual provoca que estas transmisiones esten constantemente expuestas a la friccion de los ya dichos piñones y al tener roce entre piezas metalicas estan sujetas al desgaste y de dicho problema anteriormente mencionado tambien se generan altas temperaturas generadas por las diversas pasadas de cambio ya sea por el conductor o de forma automatica.

Para las situaciones ya mencionadas cabe recomendar que estas piezas internas de las caja de cambio esten en constante lubricacion y lo mas importante es que el lubricante sea compatible con los materiales de contruccion de dichas cajas como por ejemplo rellenar erroneamente el aceite de la caja mecanica con ATF, este error es muy crititco debido a que las propiedades del automatic transmission fluid provocaria en la caja mecanica el deterioro del mecanismo sincronico debido a que comunmente estan construidos de bronce, de misma forma en las cajas automaticas se debe preocupar del tipo de ATF a utilizar debido a que existen fluidos para cajas automaticas en la industrias las cuales debido a los diversos esfuerzos a los que estan sometidas requieren de mismna manera una lubricacion adecuada. En modo de resumen el ATF para una caja de aplicación automotriz tiene distintas propiedades que una ATF de uso industrial por lo cual se debe tener conocimiento y precaucion al momneto de elegir un lubricante.

Las principales funciones que debe cumplir un buen aceite lubricante serian:

- Actuar como fluido hidraulico.
- Buen disipador de calor.
- Controlar la friccion.
- Ayudar en el desempeño.
- Alta resistencia a la oxidacion.
- Que sea anti espumante.
- Que cumpla la funcion de detergente.

Como se logro apreciar el aceite en las transmisiones cumplen un rol muy importante e influye de forma significativa en la vida util de esta por lo tanto en el matenimiento de las cajas el lubricante es de mucha importancia, y se abre un debate debido a que se dice que el aceite en diversas cajas no se debe cambiar y otros expertos recominedan cambialo a los cuarenta mil kilometros de trabajo como de misma forma tambien se dice que se puede cambiar a los ochenta mil kilometros, pero lo que se tiene que tener claro es que se debe seguir lo que recomienda el fabricante. En cajas mecanicas el cambio puede variar entre los 50.000 a 120.000 [Km], dependiendo lo que diga fabricante.

En la transmisión variable continua uno de los principales mantenimientos es en el aceite debido a la alta exigencia a la que está sometida, ya que a diferencia de otras cajas automáticas tradicionales con engranajes, la CVT la constituye principalmente de dos poleas variadoras y una cadena o correa, por lo que el roce es algo constante y el calor también es un punto crítico a considerar, por eso el aceite a utilizar debe tener propiedades especiales como por ejemplo:

- Anti corrosivos.
- Anti espumante.
- Detergente.
- Anti oxidante.
- Viscosidad mejorada.
- Excelente disipador de calor.

El calor generado en este tipo de transmisión es muy alto debido a que la correa se mantiene con movimiento continuo cuando está en operación, por ende el fluido en su interior, debe ser un buen disipador de calor para que no sea afectado el movimiento, ya que la viscosidad de un fluido se ve afectada con la temperatura por ende bajaría, por eso el aceite de dicha caja debe tener una viscosidad adecuada a las condiciones de trabajo de esta.

A continuación se presentará una tabla del fabricante de lubricantes Total, que indica las características en general del fluido de transmisión CVT.

ENSAYO	UNIDAD	METODO	RESULTADOS
COLOR	--	ATSM D1500	ROJO
DENSIDAD A 15°C	Kg/m ³	ATSM D1298	0,85
VISCOSIDAD CINEMATICA A 40°C	mm ² /s	ATSM D445	34
VISCOSIDAD CINEMATICA A 100°C	mm ² /s	ATSM D445	7,2
VISCOSIDAD BROOKFIELD A - 40°C	cP	ATSM D5293	10000
INDICE DE VISCOSIDAD	--	ATSM D2270	183
PUNTO DE ESCURRIMIENTO	°C	ATSM D97	-48
PUNTO DE DESTELLO COC	°C	ATSM D92	200

Fuente: Tabla propia.

Tabla 2-1 Cuadro de propiedades de aceite CVT

En la tabla 2-1 se muestran datos importantes con referencia al aceite CVT de los cuales nos encargaremos de definir algunos:

- Densidad: Se determina como la relacion de masa empleado en un volumen o espacio determinado. La formula para realizar el calculo de la densidad es la siguiente.

$$\rho = \frac{m \text{ [kg]}}{V \text{ [m}^3\text{]}}$$

- Viscosidad cinematica: Este termino esta relacionado con la densidad del fluido, por lo tanto hace referencia a la oposicion del fluido al dejarse cortar, por ende entre mas denso el liquido menor es la viscosidad cinematica.
- Viscosidad brookfield: Es un metodo utilizado para medir la viscosidad en relacion a un par de torsion necesario para hacer girar a velocidad constante un husillo(es un tornillo largo y de gran diametro, utilizado para accionar elementos de gran apriete y asi generar un desplazamiento lineal).
- Indice de viscosidad: Es una propiedad de los fluidos, la cual tiene relacion con el cambio de esta con respecto a la temperatura es decir que mientras mayor indice de viscosidad menor se ve afectada la viscosidad en relacion a la temperatura.
- Punto de escurrimiento: Es la temperatura minima a la que el fluido sigue fluyendo y comunmente son 3 [°C] arriba del punto de congelacion del aceite.
- Punto de destello: Es la temperatura minima a la que un fluido comience a desprender vapores los cuales provocarian una inflamacion con respecto al oxigeno que se encuentre en dicho recipiente.

Como se logra apreciar el aceite es un componente importante en el funcionamiento de la transmision variable continua, debido a que si llegase a presentar problemas como por ejemplo que el aceite este muy oxidado o muy viscoso esta no podria ser accionada. Otro problema que se podria presentar es que si el aceite no preseta un alta detergencia podria generar fallos en valvulas y sensores haciendo que la comunicaci3n entre caja y unidad de control de esta sea nula.

Existe la posibilidad de que se cometa el error de en vez de agregar o hacer el cambio con el aceite especial de la CVT se le realice el cambio con un ATF lo cual provocaría un daño considerable en la transmisión variable continua debido a las distintas propiedades que el ATF presenta. Los daños que este error podría provocar serían los siguientes.

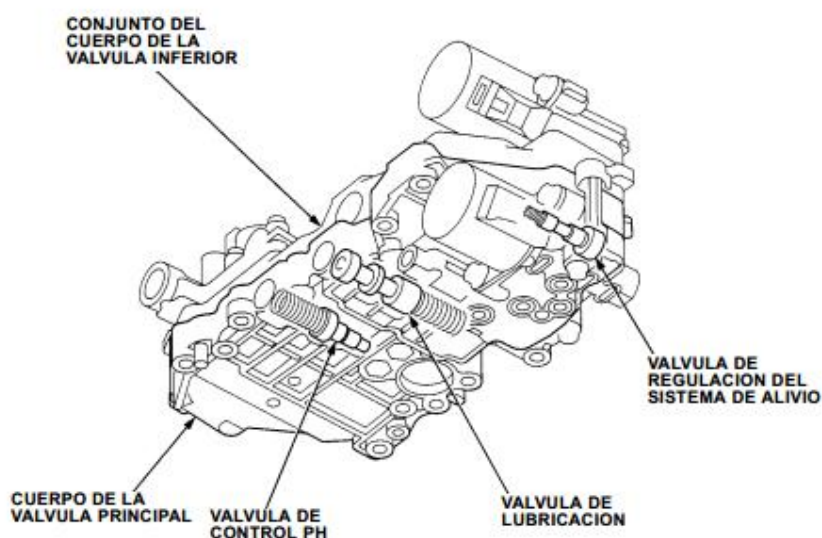
- Mayor desgaste.
- Daño permanente a componentes internos.
- Alto costo de reparación.
- Vibraciones por lo que agarra y resbala.
- Pérdida de fuerza.
- Pérdida de potencia.
- Exceso de consumo de combustible.

Las tres últimas condiciones son debido a que la unidad de control no lograría procesar la información de la caja por ende el aceite cumple un rol importante en la mantención.

2.5.-Control hidráulico en transmisión continua variable.

Como toda transmisión la CVT no se queda atrás en lo que respecta con el fluido hidráulico, ya que como en todo tipo de caja el control hidráulico es de mucha importancia debido a que con este y la TCM es posible tener las múltiples marchas que son requeridas en una transmisión para hacer posible la conducción y así tener un mayor control en el manejo.

A continuación, se realizará un estudio de las distintas válvulas, solenoides y componentes del cuerpo valvular.



Fuente: Manual de CVT honda

Figura 2-10 Conjunto del cuerpo de la válvula principal

En la figura 2-10 se logra apreciar el cuerpo valvular principal de la CVT, en donde muestra las diferentes válvulas que se necesitan para su funcionamiento, a continuación, se definirán cada una de estas partes.

2.5.1.-Válvula de control PH.

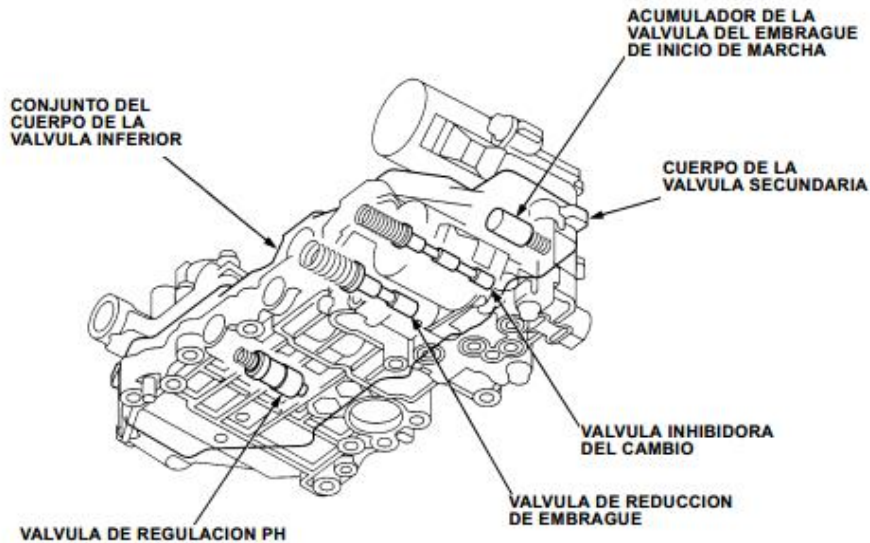
Suministra presión de control PH de acuerdo con la presión de control PH-PL y se encarga de entregar PH a la válvula de regulación de dicha presión. A demás es la encargada de hacer un aumento de presión en el sistema según sea requerido

2.5.2.-Válvula de lubricación.

Controla la presión de lubricación para cada eje y mantiene la presión de lubricación. Cuando la presión es muy alta, el muelle se comprime, moviéndose la válvula de lubricación y abriéndose el paso de fuga de líquido.

2.5.3.-Válvula de regulación del sistema de alivio.

Controla la presión del embrague de inicio de marcha de acuerdo con la velocidad del motor cuándo el sistema de control electrónico esta defectuoso.



Fuente: Manual de CVT honda

Figura 2-11 Cuerpo de la válvula secundaria

En la figura 2-11 se aprecia el cuerpo valvular secundario, dicho elemento consta con las siguientes partes.

2.5.4.-Válvula de regulación de PH.

Mantiene la presión hidráulica proporcionada por la bomba ATF y suministra PH al circuito de presión hidráulica y al circuito de lubricación. La PH es regulada en la válvula de regulación.

2.5.5.-Válvula de regulación de embrague.

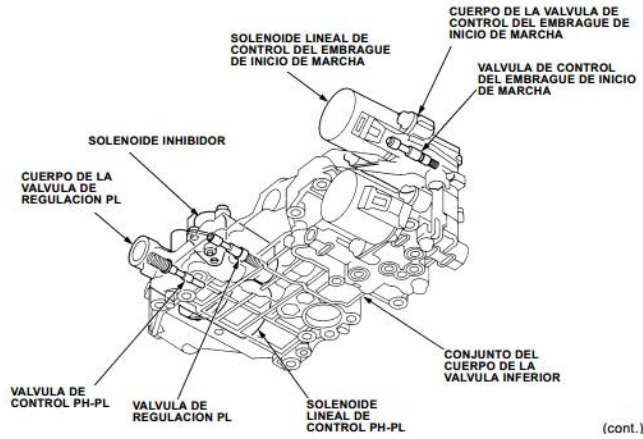
Recibe la presión procedente de la válvula de regulación PH. Suministra presión a la válvula manual y a la válvula de control del embrague de inicio de marcha, suministrando la señal a la válvula de control de presión PH-PL, la válvula de control del cambio y la válvula solenoide del inhibidor.

2.5.6.-Acumulador de la válvula del embrague de inicio de marcha.

Estabiliza las características hidráulicas que se es suministrado al embrague de inicio de marcha.

2.5.7.-Válvula inhibidora del cambio.

Realiza el control del paso de líquido para realizar el control de interrupción del embrague de inicio de marcha desde el sistema de control electrónico, cuando dicho sistema falla. Suministra presión a la válvula de regulación del sistema de alivio y al conducto de lubricación de la placa de dicho sistema.



Fuente: Manual de CVT honda

Figura 2-12 Cuerpo de la válvula de regulación de PL

En la figura 2-12 se muestra la válvula de regulación de presión baja, esta se conforma por los siguientes elementos.

2.5.8.-Válvula de regulación de PL.

Suministra presión baja a la polea evitando que patine la correa de acero.

2.5.9.-Válvula de control PH-PL.

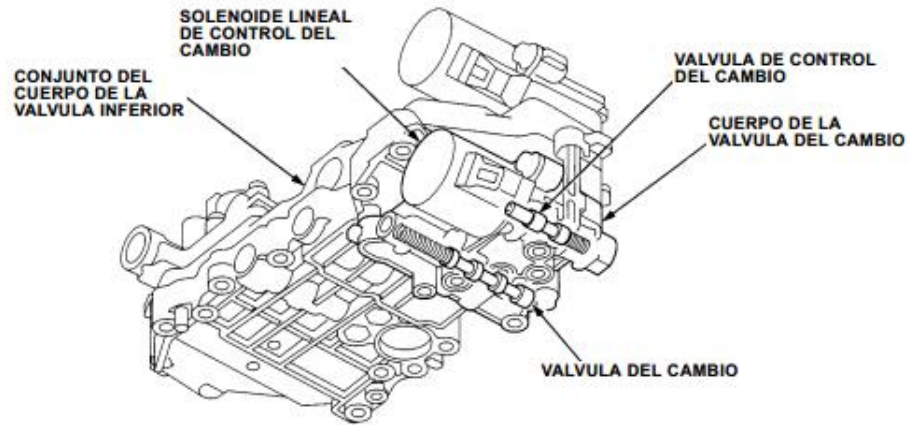
Contiene la válvula de regulación PL de acuerdo con el par del motor. Suministra presión de control PH-PL a la válvula de control para regula algún exceso de presión.

2.5.10.-Solenoides inhibidor.

Controla la válvula inhibidora de marcha atrás conectando y desconectando el solenoide. También controla la presión de control aplicando presión de inhibidor de marcha atrás. El solenoide está controlado por la TCM.

2.5.11.-Válvula de control del embrague de inicio de marcha.

Controla el enganche del embrague de inicio de marcha de acuerdo con la apertura de la mariposa. Esta válvula está controlada por la TCM.



Fuente: Manual de CVT honda

Figura 2-13 Cuerpo de la válvula de cambio

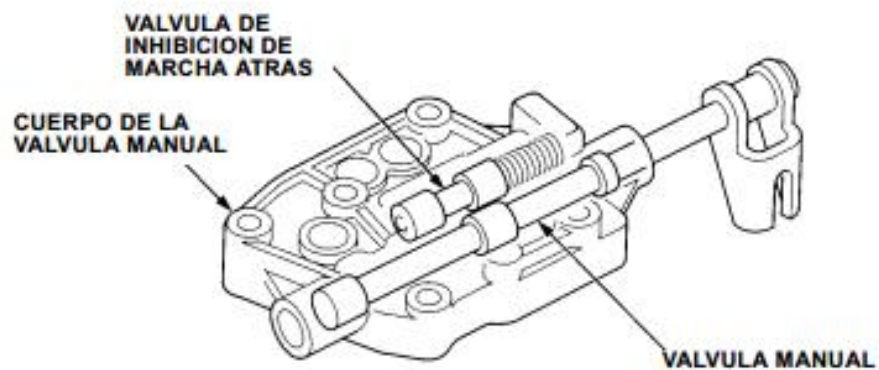
El elemento mostrado en la figura 2-13 se encuentran las siguientes válvulas.

2.5.12.-Válvula del cambio.

Esta controlada por la presión de la válvula de cambio, esta distribuye la presión PH y PL a la polea motriz y la polea conducida para cambiar la transmisión.

2.5.13.-Válvula de control del cambio.

Controla la válvula del cambio de acuerdo con la apertura de la mariposa y la velocidad del vehículo. Dicha válvula está controlada por el solenoide de control del cambio que esta, a su vez, es controlada por la TCM.



Fuente: Manual de CVT honda

Figura 2-14 Cuerpo de la válvula manual

Como último elemento en la figura 2-14 se muestra la válvula manual.

2.5.14.-Válvula manual.

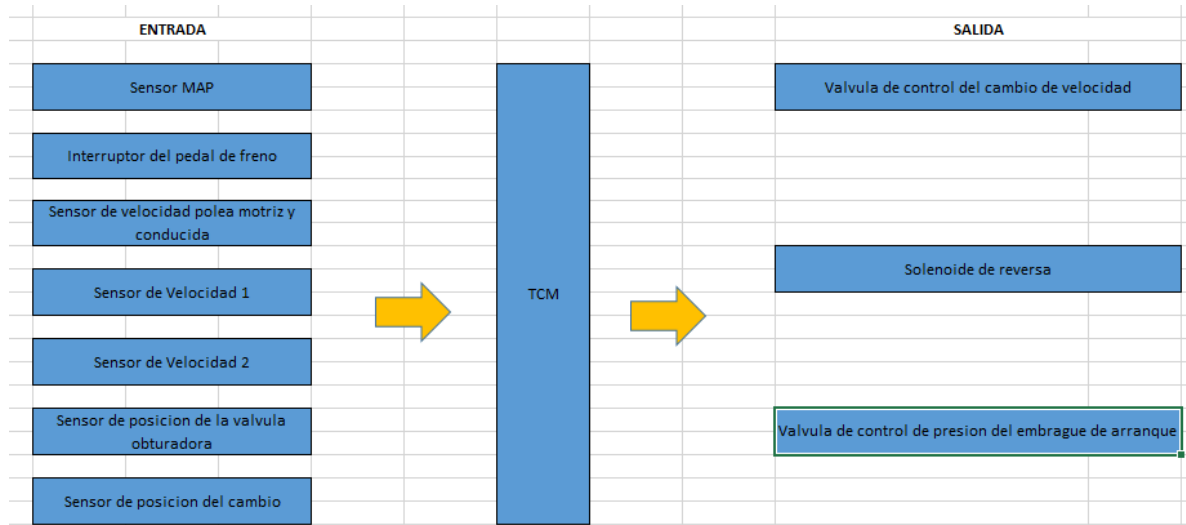
Esta válvula cubre y destapa mecánicamente el paso del líquido de acuerdo con la posición de la palanca de cambio.

2.5.15.-Válvula de inhibición de marcha atrás.

Está controlada por la presión de inhibición de marcha atrás. Intercepta el circuito hidráulico al freno de marcha atrás cuando el coche se mueve hacia adelante a velocidades superiores a unos 10 [Km/h].

2.6.-Sensores y actuadores transmisión continua variable.

Los sensores son elementos capaces de detectar magnitudes físicas y químicas, para luego transformar en una señal eléctrica dichas unidades.



Fuente: Tabla propia.

[Tabla 2-2 Sensores y Actuadores CVT.](#)

Si apreciamos la tabla 2-2 se puede admirar diversos sensores que trabajan en una CVT, las señales captadas por dichos sensores se procesan por la TCM la cual manda una señal a los actuadores que en una caja automática serían las válvulas de accionamiento de la transmisión.

La relación de transmisión en un CVT es de suma importancia en el momento de andar en el vehículo equipado con dicha caja, ya que, no es igual que las demás debido a que como ya sabemos el ciclo de funcionamiento es por medio de la conexión de dos poleas, por ende los sensores son de mucha importancia en el momento de realizar una variación de esta, las CVT están equipadas con dos sensores de velocidad, uno en la polea conductora y el segundo en la conducida, que por medio de la comunicación entre ellos mediante la unidad de control de la caja

2.7.-Cinemática del movimiento.

El movimiento ocurrido dentro de una CVT es transmitido a través del motor, como se sabe estos están acoplados entre sí. En el MCI se encuentra un elemento llamado cigüeñal es cual conecta con objetos en el interior del motor pero la principal conexión que nos debe importar es con la del volante de inercia, este tiene un acople a la transmisión del tipo CVT mediante un convertidor de torque, luego dicho elemento vendría el tren epicicloidial de la transmisión, el cual viene con dos paquetes de frenos y embragues los cuales actúan según necesidad del conductor, el primer conjunto logra un acople entre la corona y el solar del conjunto de engranajes planetario, por ende al tener esta conexión se lograra tener movimiento hacia adelante, por lo cual con el segundo paquete de freno y embragues se lograría la inversión del giro al interior de la CVT, este se logra debido a que este

paquete secundario frena la corona y hace móvil el porta satélite del tren epicicloidal. En modo de síntesis la CVT conecta al motor mediante el volante de inercia, el convertidor de torque, el conjunto de engranajes planetario y dos paquetes de frenos y embragues, estos como se logra apreciar con anterioridad generan diversos movimientos los cuales son transmitidos a dos poleas, estas conectan entre sí mediante una cadena o por una correa, siendo esta ultima la menos común. La polea primaria acopla de forma directa con los componentes mencionados con anterioridad, por ende, es la encargada de transmitir el movimiento a la polea secundaria a través de la cadena o correa, siguiendo con el movimiento la conducida conecta con el diferencial del automóvil transmitiendo los movimientos a las ruedas motrices.

2.8.-Sensores principales de una CVT.

Los sensores son unidades cuya principal función es detectar algún tipo variación de una magnitud física y transformarla en una señal eléctrica.

La CVT consta de 2 sensores de velocidad uno en la polea motriz y otro en la conducida, cuya función es medir la velocidad del vehículo para hacer la relación de las marchas.

El sensor de par que incorpora la CVT es el ayuda a generar un equilibrio entre el torque generado por el motor y la fuerza de presión, Este genera una reacción extraordinariamente rápida de los variadores en caso de que se genere algún tipo de cambio de presión generado por algún tipo de golpe en el tren motriz, en sencillas palabras en un elementó de seguridad.

Sensor de temperatura del aceite de la transmisión (TFT), es de suma importancia este elemento debido a que un problema de la temperatura del fluido de la caja se podría convertir en una falla catastrófica para esta como por ejemplo cambios en la potencia, lo que provocaría que la cadena de la CVT patine en las bases de las poleas, lo cual haría que estas se rallen y podría provocar una falla en la caja.

El comprender como funciona una CVT es de suma importancia, ya que, es una tecnología innovadora en lo que es la industria automotriz, debido a que, su funcionamiento es distinto a lo que se conoce en las Transmisiones tanto mecánicas como automáticas, se deja casi en su totalidad el uso de engranajes como los usados en cajas ya conocidas, por eso es primordial saber y entender el ciclo de funcionamiento de la Transmisión Variable Continua.

**CAPÍTULO 3: CONFECCION DE LA MAQUETA Y PLANIFICACION DEL
CORTE**

3.1.-Planificación del corte

Dado lo mencionado en el capítulo 1, lo que se busca principalmente mostrar de la CVT son las poleas y las secciones de la cadena, es aquí donde el corte hace acto de importancia mostrando el contenido primordial para el objetivo de enseñanza. Antes de esto se debe de inspeccionar las secciones de la caja que tengan un acceso libre y sin piezas que interfieran con la vista.

En el proceso de planeación del corte, se busca no interferir de manera invasiva sus componentes, esto es facilitado por el tipo de transmisión que se usa. En esta las poleas van al lado contrario de los otros componentes por lo que el acceso no es complicado. De las opciones disponibles para poder mostrar las poleas y una sección de la cadena están el retiro de la tapa lateral o el recorte de una de las secciones de la tapa, ambas opciones son viables.

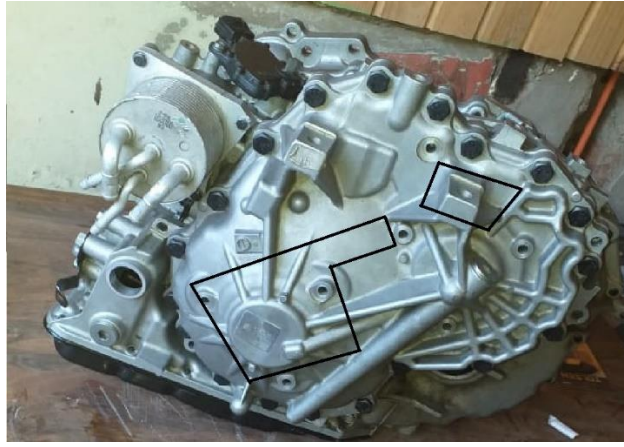
En esta etapa de la maqueta se analizan ambas opciones con sus ventajas y desventajas, de esta manera se presentan las opciones.

3.1.1-Retiro de la tapa lateral

Para retirar está cubierta es necesario retirar lo pernos y verificar que se puede mostrar y lo que no, también si afecta en algún aspecto el giro normal de la transmisión si se llegase a analizar y si el profesor desea ver el comportamiento de la caja. Una vez retirada la cubierta se logra visualizar sus componentes, pero se genera un problema con la estabilidad de la polea, esto debido a que la carcasa encaja con la cubierta haciendo de fijador habiendo riesgo de que se puedan caer, una de las causas por el que sucede esto es debido al desgaste que tuvo la caja. Como dato a agregar esta opción puede ayudar a que los alumnos con el profesor puedan desmontar las poleas y así manipularlas.

3.1.2.-Recorte de una de las secciones

Debido a que esta es una maqueta para estudio y aprendizaje se busca mostrar las partes esenciales de esta transmisión, teniendo que hacerse varios cortes para mostrar lo más importante, sin antes evaluar en que secciones se deben realizar y ver las condiciones para realizar el corte. Uno de los beneficios de esta práctica es que permite mantener la estética de la transmisión con la mínima interferencia, pero también como es un procedimiento invasivo requiere estudiar la zona a cortar y el espacio disponible para maniobrar con las herramientas para evitar cortar secciones no estipuladas.



Fuente: Imagen propia

Figura 3-1 Corte a realizar en CVT.

De estos dos cortes que se aprecian en la imagen se hace vista de tres elementos principales, las dos poleas y una sección de la cadena, en una de las poleas se puede apreciar los intercalados para medir la velocidad de giro del eje, ya que este posee un sensor de efecto hall que determina el régimen de giro. En otra sección, se optó por hacer el corte en la parte central donde está ubicada la polea permitiendo la visualización completa de esta, además esta apertura nos da acceso a un punto de giro que, al usar una herramienta como manivela, llave de punta corona o un dado nos permite que se genere un movimiento natural de la polea. La última sección de corte muestra una parte de la cadena que sería utilizada para que el alumno pueda observar, entender el cómo se unen las poleas y como se conforma la cadena.



Fuente: Imagen propia

Figura 3-2 Corte realizado en CVT.

3.1.3.-Conclusión de corte

Estudiando las dos opciones se encuentra factible en cierta medida utilizar ambas opciones, pero siendo la principal el corte de la carcasa, esta opción nos permite visualizar fácilmente los componentes sin interferir de mayor manera la maqueta (sin manipular o desmontar piezas), también permite que la inspección de la maqueta sea rápida ahorrando tiempo en la interacción de enseñanza de profesor a alumnos. También en uno de los cortes anteriores se dejó acceso a un borde del rodamiento que está unido a la carcasa para que al momento de desmontarla si llegase a ser necesario sea más fácil y haya menos riesgo en el proceso de que las poleas se suelten.

3.2.-Confeción del soporte

Una de las disyuntivas era el tipo de soporte que se tendría que implementar para la sujeción de la caja CVT, la universidad presento dos opciones las cuales son, una superficie plana dispuesta para mesón y la segunda sería un soporte móvil que permita el desplazamiento de la caja. Por temas de peso se optó por el soporte móvil ya que deja libre el desplazamiento de la caja a través del espacio del taller, este tipo de transmisión tiene un peso aproximado de 60 [kg] por lo que resultaría muy complicado optar por la primera opción, ya que se necesitaría alrededor de tres personas para moverlo.

Para la confección del soporte móvil es esencial evaluar qué tipo de perfiles se va a ocupar dado al peso que debe soportar, la forma que debe adoptar el soporte y el modo que debe estar sujeta la transmisión se optó por un diseño simple, de cuatro soportes a piso y dos reforzamientos, uno a la mitad de la estructura y otro en la parte superior de esta estructura. Para poder dejarla a una altura accesible se optó por 90 [cm] de altura y una superficie de 60 [cm]. Uno de los problemas que se presentó en la confección de este fue la sujeción de la transmisión al soporte, esto ha pasado debió a que los materiales de la carcasa eran aleaciones y estos no eran compatibles con soldadura con fierro, la solución posible a esta problemática fue el realizar un encaje con forma cuadrada doble, uno de estos apoyado en el soporte y el otro ubicado en la sección donde se encuentra el Carter de la transmisión.

Dentro de todos los perfiles que se encuentran en el mercado se optó por los de perfil cuadrado porque son más fáciles de maniobrar en una estructura facilitando las maniobras al momento de soldar, también por seguridad se prefirió elegir uno de espeso de 3 [mm] para que resista el peso de la transmisión y un pequeño grupo de personas. Sus lados miden 50 [mm] esta medida se seleccionó que por proporciona una buena dimensión en lo que respecta a espacio, estos perfiles normal mente se encuentran en el mercado con dimensiones variadas, pero con una longitud de tres o seis metros, por lo que se debe tener en cuenta cuanto material lineal se ocupara tomando en cuenta refuerzos, pilares y otros.

A continuación, se mostrará este procedimiento a mayor detalle por medio de estudios ergonómicos, especificaciones técnicas y planos de esta estructura.

3.2.1.-Diseño estructural del soporte.

Principalmente lo que se busca de este soporte es que no falle en ningún momento de su vida útil, ya que, una estructura se reconoce como fallida cuando deja de cumplir su función. En este caso sería si se llegase a dañar alguna rueda, debido a que, el traslado de la transmisión en caso de que fuera necesaria no se podría realizar dejando de cumplir el objetivo para el que fue construido. Se debe mencionar que el fallo en ruedas es posible, si estas no fueran las indicadas, por el hecho de que las vigas utilizadas están sometidas a compresión por el peso que genera la caja de cambios y las ruedas por estar en contacto con el suelo generan una reacción con respecto a la fuerza que se le genera.

El diseño estructural se compone principalmente por los siguientes elementos:

- Estructuración.
- Análisis.
- Diseño.
- Dibujo.
- Memoria de cálculos.

3.2.2.-Estructuración.

En esta primera fase se hace la selección del material a utilizar, en este caso se hace la elección de vigas de acero, ya que, presente varias propiedades que lo hacen un gran material para emplearlo en diversos trabajos y las principales a rescatar para utilizarlo son su conformabilidad, lo que permite manipular el acero de cualquier manera sin perder su integridad, la durabilidad que este presenta nos permite obtener una vida útil bastante larga por parte de este material y la última a mencionar es su resistencia a la fluencia, es cuando un material es sometido a carga, este tiende a seguir deformándose hasta que finalmente se produzca alguna fractura repentina.

Para la construcción del soporte se elige una viga de acero con perfil cuadrado, que se verá en la siguiente imagen.



Fuente: <https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/165182/50x50x3mm-x6m-perfil-tubular-cuadrado>

Figura 3-3 Perfil tubular.

Se hizo la elección de este tipo de perfil, ya que, es mucho más fácil de soldar y cortar, además que ofrece una mayor tenacidad, esto quiere decir que es capaz de absorber o

acumular una alta energía antes de sufrir alguna ruptura por impacto y presenta una alta resistencia a la corrosión. A continuación, se mostrará la ficha técnica del acero elegido.

Ficha técnica	
Marca	Genérico
Ancho	50 mm
Alto	50 mm
Largo	600 cm
Espesor	3 mm
Material	Acero
Color	Negro

Fuente: <https://www.sodimac.cl/sodimac-cl/product/165182/50x50x3mm-x6m-perfil-tubular-cuadrado>

Figura 3-4 Ficha técnica.

3.2.3.-Análisis y diseño.

Para esto se toma en cuenta las necesidades que se desean cumplir, principalmente que sea un soporte tanto móvil y de misma manera se puede fijar en un lugar específico, esto es por medio de las ruedas implementadas ya que incorporan un mecanismo de frenado.

Se pensaron en dos posibles soportes, uno que cumpla la función de ser fijo en un lugar, adecuando una estructura a la caja y dejándola sobre mesa, pero si se optaba por esta opción sería idéntica la situación a que la transmisión no tuviera ningún tipo de soporte y ocuparía más espacio del requerido y sería similar a lo mostrado a continuación.



Fuente: <https://www.dasler.es/alquiler-de-vajillas/para-servir/estructura-de-inox-rectangular>

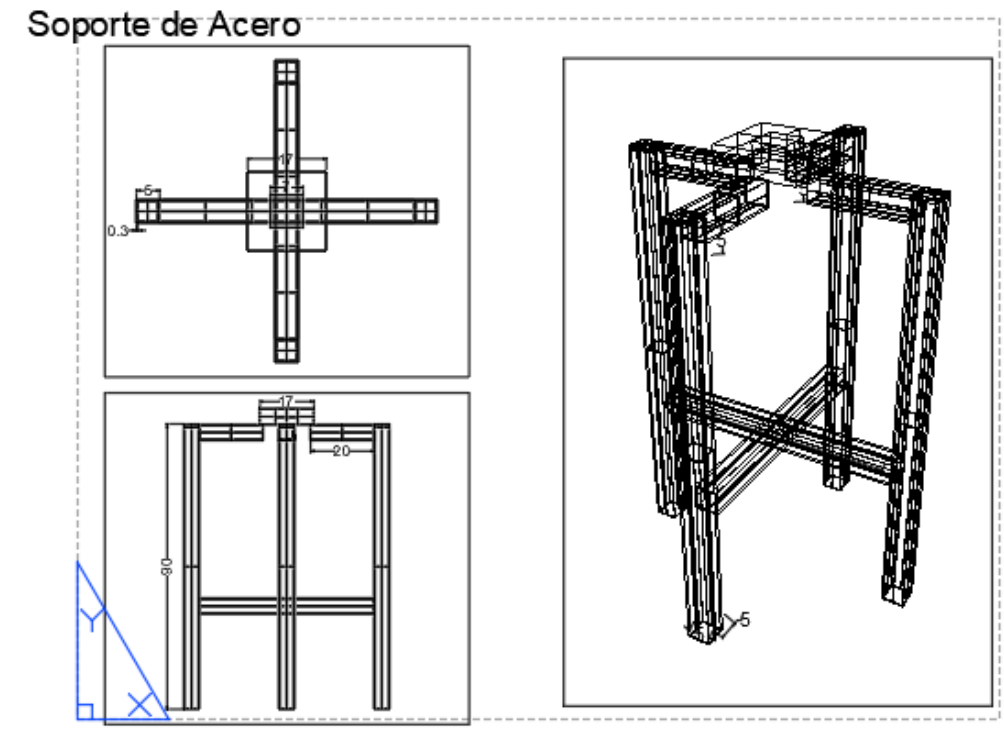
Figura 3-5 Estructura rectangular.

Esta forma permitiría dejar la caja sobre mesa y dejarla en el suelo si fuera necesaria, lamentablemente aumentaría el peso y generaría un mayor esfuerzo en el traslado por parte de los alumnos, esto es lo principal que se quiere evitar.

Finalmente se escogió construir nuestra segunda posible opción un soporte móvil, que permitiría su traslado de manera mucho más simple que el anteriormente mencionado, ya que no se necesitan dos o tres personas para moverlo, debido a que con una persona basta para ser movida de un lugar a otro.

3.2.4.-Planos y cálculos.

Mediante el programa AutoCAD se llevó a cabo el dibujo del soporte que se deseaba construir, el cual se vería de la siguiente manera.



Fuente: Programa AutoCAD.

Figura 3-6 Soporte de Acero.

Tiene una forma sencilla y fácil de construir, además por el material elegido lo hace una estructura muy resistente. Debido a la masa que tiene la CVT aproximadamente 50 [kg], este diseño de soporte lo hace el adecuado para resistir un peso mucho mayor al que tiene la transmisión, a continuación, se realizaran cálculos de esfuerzos al soporte.

Antes de hacer los cálculos de esfuerzo hay que tener en cuenta que el peso a calcular se debe dividir en cuatro, ya que, se debe tener en cuenta que el peso se va a distribuir en las cuatro vigas.

Datos: Masa= 50 [kg]

$$\text{Área} = 2500 \text{ [mm}^2\text{]}$$

La masa se debe multiplicar por la fuerza de gravedad para obtener el peso de la CVT.

No olvidar que $1[\text{N}] = 1 \left[\frac{\text{kgm}}{\text{s}^2} \right]$ y que $1 \frac{[\text{N}]}{[\text{mm}^2]} = 1 \text{ [Mpa]}$.

$$W_{\text{Total}} = 50[\text{kg}] \times 9.8 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

$$W_{\text{Total}} = 490 \text{ [N]}.$$

Obtenido el peso, este se divide en 4.

$$\frac{W \text{ Total} = 490 \text{ [N]}}{4} = 122.5 \text{ [N]}$$

Entonces 1 soporte resistirá 122.5 [N].

Sabiendo esto se puede calcular el esfuerzo $[\sigma]$.

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{122.5 \text{ [N]}}{2500 \text{ [mm}^2\text{]}} = 0.049 \text{ [Mpa]}.$$

Esto quiere decir que un soporte o viga tendrá un esfuerzo de 0.049 [Mpa].

Con este dato se puede calcular el esfuerzo máximo de cada soporte (S_u), además se debe saber que estará sometido a una carga estática, por lo que el factor de seguridad (N) es de 2. Esto se calculará con la siguiente formula.

$$\sigma d = \frac{S_u}{N}$$

Tener en cuenta que $\sigma d = \sigma$, entonces. Se despeja S_u .

$$S_u = \sigma d \times N = 0.049 \text{ [Mpa]} \times 2 = 0.098 \text{ [Mpa]}.$$

El esfuerzo máximo que resistirá será de 0.098 [Mpa], por cada soporte o viga.

3.3.-Método de operación

El método de operación de este soporte o esta maqueta es sencillo ya que será básicamente el funcionamiento de un carro con frenos, para el traslado se debe asegurar que el piso no se encuentre mojado o con una sustancia que evite el correcto contacto de las ruedas y la superficie del piso, una vez comprobado se debe revisar que la transmisión este bien sujeta con los pasadores y que estos estén bien apretados, después comprobar que no haya juego entre la caja y el soporte, ya que esta inestabilidad en ocasiones puede generar problemas en el traslado, una vez que se compruebe la estabilidad de las piezas se deben remover los frenos de las cuatro ruedas. Para el traslado se recomienda agarrar parte superior del soporte, esto proporcionara una mayor comodidad y evitara un sobre esfuerzo al momento de empujar maqueta una vez se haya cambiado la posición de la maqueta se deben fijar los frenos de todas las ruedas y comprobar que no se mueva, teniendo listo los procedimientos anteriores se pueden observar ranuras en la carcasa frontal que permiten la observación de las poleas y la cadena, pero en caso de que los alumnos o el profesor necesiten que se muestre más a detalle esta la opción de retirar la carcasa, para esto se debe buscar un juego de dados y remover las tuercas que están alrededor de la carcasa y extraerla.

Cuando se termine de hacer uso de la maqueta se debe colocar la carcasa junto con los pernos y una vez puesta confirmar que estén bien apretados las tuercas, para finalizar nuevamente se debe inspeccionar que la transmisión y el soporte no tengan juego, teniendo inspeccionado esto se deben remover los seguros de las ruedas y trasladar la maqueta al sector que se estime conveniente.

En caso de encontrar un juego entre la transmisión y el soporte debe apretar los pasadores, pero en caso de que el juego persista debe avisar a la persona encargada, del mismo modo si el sistema de freno de las ruedas no está cumpliendo su función debe avisar a la persona encargada.

3.4.-Estudio ergonómico del soporte

Para realizar un estudio ergonómico lo primero que se debe saber es que busca la ergonomía y como se puede medir, para saber si un objeto o sector de trabajo es ergonómico también nos permitirá evaluar riesgos de salud en las actividades que se realizan con un equipo.

La ergonomía es una ciencia que tiene por finalidad adecuar los entornos, productos, sistemas y necesidades de las personas para obtener un rendimiento eficiente en el lugar donde se realizan las labores de trabajo y actividades varias.

Para realizar estudios de ergonomía también es necesario evaluar qué tipo de esfuerzos se desarrollan en la actividad y para esto existen varios modelos de evaluación ergonómica, de los más conocidos podemos encontrar el modelo de repetividad, el modelo de carga postural y el de manejo de carga, dentro de estos existen sub categorías y cada uno evalúa

distintos puntos de postura y tipos de trabajo, en el caso de este trabajo se eligió evaluar el soporte bajo el método de carga postural, más específicamente bajo el modelo de evaluación RULA y para ver el esfuerzo en el traslado de la maqueta se empleara el método RAPP TOOL.

El modelo de evaluación de tipo RULA divide el cuerpo en 2 grupos, el grupo “A” con miembros superiores (brazos, antebrazos, muñeca y giro de la muñeca) y el grupo “B” (Tronco, cuello y piernas) estos puntos son evaluados en función de la actividad que se realizan en el trabajo, que en este caso serán las maniobras que puede hacer el alumno o el profesor con la maqueta.

El método de evaluación RAPP TOOL evaluara el traslado de cargas que en este caso es la maqueta (el soporte y la transmisión como un todo), fijándose en la posición de las manos al trasladar la maqueta, estado del piso, peso de la carga, el tipo de agarre y otros factores que se mostraran más adelante, en ambos casos hay tablas que se rellenaran según un puntaje establecido bajo normativa y dependiendo de ese puntaje se llegara a una conclusión para saber si el soporte permite un trabajo ergonómico tanto para su traslado como para la realización de actividades.

*Situación de trabajo y ubicación aproximada del soporte:

En la universidad hay dos posibles sectores donde esta maqueta puede estar ubicada, una es la sala de transmisiones de la figura 1-1 y la segunda es la sala de sistemas de frenos donde están ubicadas las figuras 1.-2, 1-3 y 1.4, en ambos sectores hay mesones donde se pueden apoyar los distintos equipos o herramientas necesarias para desarmar, como se mencionó anteriormente la forma de operar esta maqueta es quitar los seguros de las ruedas, desplazar la maqueta a un sector cercano a los mesones o dejarla en un sector abierto, colocar los seguros y de ser necesario remover la tapa frontal de las poleas y dejar la tapa en el mesón.

Estas tareas no son de carácter repetitivo y la distancia que hay entre los mesones y el lugar más lejano de esas salas no supera los 10 metro, el peso de la maqueta no supera los 80 [kg] y el soporte tiene una altura de 90 [cm] sin contar la altura de las ruedas y la transmisión.

3.4.1.-Método RULA

Para este método se analizará la extracción de la carcasa, y se tomaran en cuenta los movimientos que se requieren para realizar esta acción, se evalúa la posición de las partes del cuerpo en función del Angulo en el que se encuentran, también si las partes del cuerpo están rotando al realizar esta acción, el peso de la carcasa y el tipo de actividad muscular, los puntajes son dados por especificaciones de este método, por lo que se explicara la posición de las partes y su puntaje correspondiente (pts).

1.- Grupo “A”

*Brazo (ángulo y altura): El brazo se encuentra a una altura de 20° a 45° y se encuentra separado del cuerpo por este motivo se le otorgan 2 (pts).

*Antebrazo (ángulo y separación del cuerpo): El antebrazo esta entre los 60° y los 100° y sale de la línea del cuerpo, con esto su puntuación es de 2 (pts).

*Muñeca (posición y ángulo): La muñeca desde la posición neutra está actuando entre los 15° en flexión y extensión dándole una puntuación de 2 (pts)

*Giro de la muñeca: La muñeca está en el rango medio de giro y no intenta sobrepasar ese rango, esto le da 1(pts).

Tabla “A”: En esta tabla se ubican los puntos obtenidos según la parte que se evaluó y el valor obtenido es donde se interceptan las líneas amarillas.

		Muñeca							
Brazo	Antebrazo	1		2		3		4	
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Fuente: Tabla propia.

Tabla 3-1 Tabla “A” Método rula.

Resultado de la tabla “A”: 3 (pts)

*Actividad muscular del Trabajador: Esta actividad dinámica se realiza de manera ocasional, es de corta duración y es poco frecuente, debido a esto no suma puntaje, 0 (pts).

*Carga/Fuerza (peso de la carcasa): La carcasa tiene un peso entre los 2 [kg] y los 10 [Kg], también se levanta ocasionalmente por ese motivo tiene una puntuación de 1 (pts).

*Con los puntos obtenidos más el resultado de la tabla “A” obtendremos una puntuación “C” que servirá para continuar la evaluación: $C = 0 \text{ (pts)} + 1 \text{ (pts)} + 3 \text{ (pts)} = 4 \text{ (pts)}$.

2.- Grupo “B”

* Cuello (posición y rotación): el cuello se encuentra en un ángulo entre 10° y 20° , además el cuello se rota durante la tarea, 3 (pts).

* Tronco (posición e inclinación): La persona está de pie e inclina su torso en un ángulo no más grande de 20° desde la posición recta, también se genera torsión cuando se realiza el trabajo por este motivo se le otorga una puntuación de 3 (pts).

* Piernas (espacio y posición): la persona se encuentra de pie en una superficie plana y tiene el espacio suficiente para desplazarse sin inconvenientes, por eso obtiene 1 (pts).

Tabla “B”: En esta tabla se ubican los valores obtenidos y donde se interceptan las líneas amarillas es el valor correspondiente.

Tronco												
Cuello	1		2		3		4		5		6	
	Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Fuente: Tabla propia.

Tabla 3-2 Tabla “B” Método rula.

* Resultado de la tabla “B”: 3 (pts)

* Actividad muscular del trabajador: Esta actividad dinámica se realiza de manera ocasional, es de corta duración y es poco frecuente, debido a esto no suma puntaje, 0 (pts).

* Carga /Fuerza (Peso de la carcasa): La carcasa tiene un peso entre los 2 [kg] y los 10 [Kg], también se levanta de forma intermitente, por este motivo se le asigna un puntaje de 1 (pts).

* Con el resultado de la tabla más los puntos obtenidos obtendremos la puntuación “D”

$D = 0 \text{ (pts)} + 1 \text{ (pts)} + 3 \text{ (pts)} = 4 \text{ (pts)}$.

Tabla “F” o puntuación final: En esta tabla se ubican las puntuaciones “D” y “C”, el resultado indicará el tipo de riesgo que será detallado más adelante.

		Puntuación "D"						
Puntuación "C"	Puntos	1	2	3	4	5	6	7
	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	5	5	6	6	7	7	7
	8	5	5	6	7	7	7	7

Fuente: Tabla propia.

Tabla 3-3 Tabla "F" o de puntuación final del método RULA

En la tabla "F" hay 4 secciones que están divididas según un puntaje establecido por el método que indican los niveles de acción que se deben seguir:

- * Nivel 1 (verde claro): Con una puntuación de 1 o 2, la postura es adecuada si no se mantiene o repite durante periodos extensos.
- * Nivel 2 (verde oscuro): Con una puntuación de 3 o 4. Se menciona que podrían requerirse investigaciones complementarias y cambios.
- * Nivel 3 (Anaranjado): puntuación de 5 o 6, se menciona que necesitaran investigaciones y cambios a corto plazo.
- * Nivel 4 (Rojo): Puntuación de 7, indica que las investigaciones y los cambios deben ser inmediatos.

Conclusión modelo RULA: Los resultados de la evaluación indican que esta tarea con la maqueta se encuentra en un nivel 2, si bien esta tarea no es de un carácter repetitivo o de sobre esfuerzo se indica que se realicen algunos cambios, también se debe tomar en cuenta que esta tarea puede ser realizada por más de una persona para aligerar la carga y que el mesón puede estar ubicado al lado del soporte, también la altura soporte permite que se puedan manipular más fácil las piezas que se extraen pero en caso de que lleguen a retirar un elemento de mayor peso será necesaria la ayuda de dos personas o más, porque su factor de riesgo aumentara y en el proceso puede haber riesgo de realizar malas acciones provocando algunas lesiones.

3.4.2.-Método RAPP TOOL

Para este método se analizará el traslado de la maqueta, que pesa unos 80 [Kg], posee cuatro ruedas, el traslado es dentro de un sector que tiene mesones y otras maquetas, es una zona sin pendientes y los mesones para trabajar no están alejados de la maqueta.

Se evaluará peso de la carga, postura, agarre de la mano, patrón de trabajo, distancias recorridas, estado de las instalaciones (maqueta), superficie del suelo, obstáculos en la ruta y otros factores, cada uno de estos parámetros tiene un puntaje (pts) que ya se ha establecido bajo la norma RAPP TOOL y el resultado final indicara la ergonomía de esta tarea.

Se le indicara un color a cada elemento a evaluar y un puntaje que variara según su factor de riesgo, verde para un riesgo bajo, amarillo para un riesgo medio, rojo para un riesgo alto y morado para un riesgo inaceptable.

* Tipos de carga (A-1): En esta categoría se encuentran cargas livianas, medianas y pesadas, están clasificadas por cantidad de ruedas, las livianas de 1 a 2 ruedas, las medianas de 3 o más ruedas y las pesadas son orientables o por medio de rieles, también para sus puntajes cada una tiene un peso estipulado con su código de color.

En esta situación el equipo a seleccionar es el mediano y se indica que una carga menor a 250 [kg] y con 3 o más ruedas tiene un color verde y un puntaje de 0 (pts).

* Postura (A-2): Se tomarán en cuenta las posiciones que se realizarán para trasladar la maqueta que puede ser buena con verde, razonable con amarillo y mala con rojo.

En este caso la maqueta puede ser empujada o tirada desde una zona media cercana a la cadera, esto puede causar en algunas ocasiones que la persona se incline en dirección al esfuerzo o que se pueda torcer un poco el torso, a pesar de que no es notable esta torcedura o inclinación se le dará una calificación de color amarilla, este color tiene un puntaje de 3 (pts)

* Agarre (A-3): Para este punto se evalúa si la persona tiene un buen agarre para tirar o empujar la maqueta, que se puede encontrar entre buena con verde, razonable con amarillo y mala con rojo.

Esta maqueta no posee manijas para proporcionar un agarre bueno pero el espesor de los perfiles permite un agarre seguro esto ayuda para evitar que se deslice la mano en cualquiera de las tareas relacionadas con empuje o agarre, por este motivo el agarre es razonable y posee una puntuación de 1 (pts)

* Patrón de trabajo (A-4): En este parámetro se evalúa si el trabajador posee tiempos de descansos, si sus acciones son repetitivas (5 o más trasferencias por minuto) o si la misma persona ve cuando realizar las acciones de traslado.

El carácter de la actividad de taller no requiere que las personas muevan continuamente la maqueta de un lado a otro, también los tiempos para trasladar la maqueta los da el alumno o el profesor, por estos motivos el patrón de trabajo es bueno, con un color verde y su puntaje es 0 (pts).

* Distancia (A-5): La distancia a medir debe ser contada para un viaje de ida y vuelta. Si el traslado no es repetitivo se debe hacer para el viaje más largo, si el traslado es repetitivo se debe determinar la distancia media de al menos 5 viajes.

El traslado de esta maqueta no es de carácter repetitivo, y la distancia para el viaje más largo entre estas aulas de transmisiones o la zona central del taller esta entre 10 metros a 30 metros desde la posición de la maqueta, con estos datos se indica que la distancia es media y tiene un puntaje de 1 (pts).

* Estado de las instalaciones (A-6, soporte): Se deben evaluar las reparaciones si son necesarias, el estado de las ruedas, de los frenos y los cojinetes si posee y el estado general del equipo.

Para esta maqueta el estado es bueno dado que es nuevo, pero este estado ira cambiando con el tiempo y lo central para fijarse es el estado de las ruedas y los frenos, los cambios en esta maqueta se realizarán cuando el equipo esté fallando, entrando en la categoría de razonable con el color amarillo y un puntaje de 2 (pts).

* Superficie del suelo (A-7): El estado del piso evalúa inclinación, limpieza, daños en el piso, estos factores son los que le dan un grado de buen estado, razonable y malo.

Los pisos de los talleres a pesar de que están siendo limpiados constantemente en algunas ocasiones puede llegar a ocurrir que el piso se encuentre mojado o sucio por los trabajos de los alumnos, con estos factores el estado de la superficie es razonable, con un color amarillo y un puntaje de 1 (pts).

* Obstáculos (A-8): los obstáculos en esta evaluación contarán cuando son de distintos tipos como escalones, rampas o mesones, Ejemplo: 3 mesones cuentan como un obstáculo.

En el caso de las salas de transmisiones no hay escalones ni desniveles, pero si hay mesones o maquetas que se contarán como un obstáculo por este motivo los obstáculos son de carácter razonable de color amarillo y una puntuación de 2 (pts).

* Factores varios (A-9): En estos factores entran puntos como la temperatura de lo que se transporta, el volumen de la carga, la estabilidad del equipo, ráfagas de viento, que el equipo de protección complique el traslado, temperaturas externas muy altas o bajas, condiciones de poca luz o que haya un factor que dificulte el tacto con el transporte.

En este caso no hay factores varios que dificulten el traslado de la maqueta, ya que el sector es iluminado, no hay corrientes de viento los elementos de protección no dificultan el movimiento y el equipo está a temperatura ambiente, a este factor se le asigna un color

verde que expresa que no hay ningún factor que complique y tiene una puntuación de 0 (pts).

Tabla método RAPP TOOL:

Factores	Equipos pequeños		Equipos medianos		Equipos grandes	
	Banda de color	Puntuación numérica	Banda de color	Puntuación numérica	Banda de color	Puntuación numérica
A-1	-	-		0	-	-
A-2	-	-		3	-	-
A-3	-	-		1	-	-
A-4	-	-		0	-	-
A-5	-	-		1	-	-
A-6	-	-		2	-	-
A-7	-	-		1	-	-
A-8	-	-		2	-	-
A-9	-	-		0	-	-

Fuente: Tabla propia.

Tabla 3-4 Método RAPP TOOL.

Resultados de la tabla del método RAPP TOOL: Los resultados finales están normados bajo el método según la cantidad del puntaje final, que indica si es de un nivel de riesgo bajo-aceptable, medio-posible, alto-significativo y muy alto-inaceptable, cada puntaje tiene un curso de acción distinto según su grado de peligro, este procedimiento esta mencionado por el método.

* Bajo-aceptable: Un valor total entre 0 (pts) a 4 (pts).

* Medio-posible: Un valor total entre 5 (pts) a 12 (pts).

* Alto-significativo: Un valor total entre 13 (pts) a 20 (pts).

* Muy alto-inaceptable: Un valor total entre 21 (pts) a 32 (pts).

El valor total de la tabla es de 10 (pts), por este motivo entra en la categoría de medio-posible, en esta etapa se menciona que las tareas deben examinarse con mayor detalle o implantar medidas de control que apoyen el manejo de las cargas y evaluar más específicamente las tareas.

Conclusión del método RAPP TOOL: Según los códigos de colores en la tabla se pueden ver los puntos que necesitan una mayor atención que son los puntos en amarillo, estos factores pueden mejorar mediante la inspección del suelo, la revisión de las ruedas y la organización de las salas de taller, una vez revisados esos factores externos se podrá manejar el soporte en perfecta condiciones ya que no provocara complicaciones a los estudiantes o al profesor en lo que respecta a traslado de la maqueta.

3.4.3.-Conclusión de ambos métodos

Ambos métodos indican que las actividades con este soporte permiten un trabajo cómodo, pero que hay factores de trabajo que deben ser mejorados, como los obstáculos del camino, la limpieza, en lo que respecta al desmontaje de piezas la ayuda cuando se requieran sacar piezas muy pesadas, por las dimensiones y el peso de la maqueta no se encuentran problemas que afecten a las personas o causen algún tipo de lesión, con estos datos y la información obtenida de ambos métodos se puede decir que el soporte es ergonómico pero que hay que prestar atención en los puntos mencionados anteriormente para evitar que se produzcan complicaciones que no deberían ocurrir en caso de hacer un correcto procedimiento de las tareas.

*Imágenes de la forma del soporte y estructura de la sujeción.



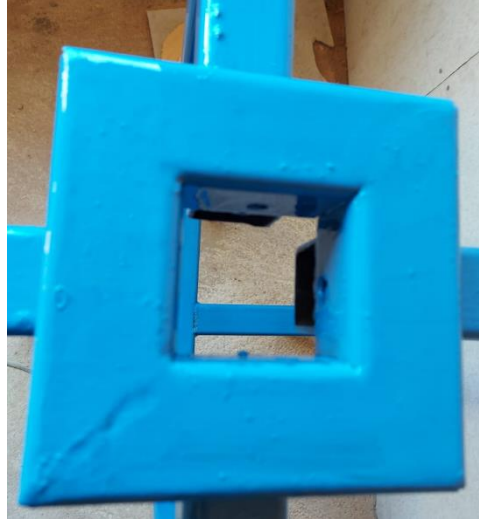
Fuente: Imagen Propia

Figura 3-7 Soporte para CVT.



Fuente: Imagen Propia.

Figura 3-8 Estructura soldada a CVT para fijar al soporte.



Fuente: Imagen propia

Figura 3-9 Estructura del soporte para fijar CVT.

3.5.-Método de desplazamiento

Una vez terminado el soporte se tomó en cuenta el peso tanto de la estructura como de la transmisión para poder medir cual es el peso mínimo que deben soportar las ruedas, una vez teniendo este valor se debe agregar un peso de seguridad de cuatro veces el peso total de margen extra en resistencia de estos, tomando en cuenta que el peso de seguridad es de 75 [kg], esto es tomado en cuenta a la variable de que un alumno se apoye en la maqueta, haciendo que el soporte tenga una carga efectiva de un poco más del cuádruple del peso total. Teniendo estos datos se debe buscar unas ruedas que tengan el peso estipulado que se necesita para esta maqueta que serían aproximadamente entre 70 o 75 [kg] por rueda.

Las ruedas se soldaron para fijarse a la estructura, dado que no poseían un método de sujeción, también se eligieron ruedas con frenos así cuando sea necesario se estaciona en un solo sector sin riesgo que se deslice y provoque un accidente.



Fuente: Imagen propia

Figura 3-10 Rueda fijada al soporte.

3.6.-Método de sujeción

Teniendo listo todo lo anterior se busca la manera de fijar ambos cuadrados y unirlos de manera que quede ambas superficies perfectamente aseguradas, esto se lograra mediante cuatro pasadores coche de 5 [in] de largo y 3/8 [in] de diámetro que pasaran al eje en cada uno de los lados, teniendo esto en cuenta, se necesitaran dos brocas de 3/8 [in] para fierro que nos permitirán perforar todas las secciones, estos pasadores no soportaran una carga grande porque en la base del soporte donde la transmisión se apoya el peso recae en el contorno del cuadrado más grande, estos pasadores cumplirán la función de unir los dos cuadrados y evitar riesgos de desmontaje entre la transmisión y el soporte.

También en la imagen 3-8 se muestra la sección donde estaba ubicado el Carter de esta transmisión, como se mencionó los materiales de ambas partes no se podían soldar y se optó por instalar múltiples pernos en los encajes del Carter y demás, una vez realizado el cuadrado se soldó a los múltiples pernos y se comprobó la sujeción



Fuente: Imagen Propia

Figura 3-11 Perno coche.

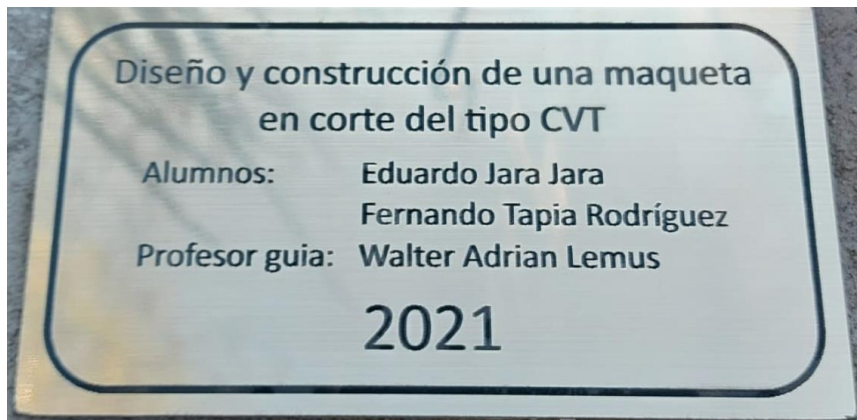
3.7.-Pintura

En el color de este soporte no se tiene una variedad de colores a elegir, ya que, hay uno en específico que se debe utilizar este es el azul pacifico, se requirió un cuarto de galón para agregarle tres capas de pintura a cada pieza y así evitar en caso de algún tipo de golpe al soporte que la pintura se salga de forma inmediata, ya que, si se aplicara una o dos capas en caso de golpe se perdería el color. Este color es el que solicita la universidad por protocolo, a continuación, se mostraran los dos cuerpos pintados, el soporte de la imagen 3-7 y el encaje de fijación de la figura 3-9.

3.8.- Placa de identificación de la maqueta

La placa de identificación por requisitos de la universidad debe ser de un color dorado y poseer el título en la zona superior, seguido de los alumnos junto con el profesor y en la zona central inferior el año con unos números un poco más grandes que las letras, las dimensiones varían dependiendo del tamaño de la maqueta, pero debe ser rectangular.

Para que la placa de identificación coincida con las dimensiones de la maqueta se prefirió que tuviera las medidas son de 15 [cm] x 8 [cm], estas dimensiones permiten apreciar la información que solicita la universidad sin intervenir la maqueta, en la siguiente imagen se mostrara la placa ya terminada y lista para su montaje que es en la parte frontal del soporte.



Fuente: Imagen Propia

Figura 3-12 Placa de identificación.

3.9.-Actividad de Taller.

Actividad

1. Título: Estudio de una transmisión automática del tipo CVT.

2. Resultados de aprendizaje:

- Reconocer estructura interna de una transmisión automática del tipo CVT.
- Estudiar el comportamiento de las partes internas.
- Familiarizarse con los componentes principales de una CVT.

3. Recursos:

- Maqueta en corte CVT.

4. Desarrollo:

4.1. Identifique los componentes principales de una CVT y explique qué funciones cumple.

4.2. Realice un esquema lo más completo posible de la cinemática de movimiento que sigue la CVT.

4.3. ¿Cómo son los cambios de marchas en este tipo de Transmisiones? Es decir, como se sabe cuándo hay que realizar un cambio de marcha.

4.4. Calcule la relación de transmisión sabiendo que la rueda motriz tiene un diámetro de 15[cm] y la conducida un diámetro de 7 [cm] y viceversa que el diámetro que la rueda motriz disminuyo a 10 [cm] y el de la conducida aumento a 14 [cm]. Explique cómo estos cambios se verían reflejada en la velocidad del vehiculó.

3.9.1.-Resultados que se esperan de la actividad.

La actividad de taller es bastante simple, ya que, solo se necesita la maqueta para realizarla, esta consta de cuatro preguntas tanto de explicar e identificar componentes internos que caracterizan a una CVT, como realizar cálculos de relación de transmisión en un sistema de poleas.

Con esto esperamos que el alumno sea capaz de diferenciar una CVT con otra caja de cambios y que pueda explicar los diferentes movimientos que ocurren al momento de su funcionamiento y lo más importante es que conozca y se familiarice con diferentes transmisiones ocupadas en el campo de la mecánica automotriz.

Conclusión

Para lograr la confección de este trabajo fue necesaria la investigación de esta transmisión, también ocurrieron muchos cambios en el transcurso de la construcción, se buscó cumplir un objetivo el cual es ayudar a mejorar el material disponible en el taller para que pueda explicar mejor, ya que, el tener material físico ayuda en la comprensión del estudio, se buscó principalmente añadir equipo al taller, la maqueta de la CVT que hay consta de dos poleas pero no permite una explicación más completa de esta transmisión.

Para que los alumnos se puedan desarrollar mejor y tengan un entendimiento más completo, es necesario un equipo que complemente las ideas del profesor, también los alumnos deben maniobrar estos equipos, por ese motivo también dejamos abierta la posibilidad del desmontaje así desarmen las poleas las inspeccionan visualmente y verifican conductos de accionamientos.

Esta maqueta estará disponible para los alumnos por mucho tiempo y se espera que les pueda ayudar en su aprendizaje en la universidad, se necesitaba apoyo en algunas asignaturas y se quiso aportar de esta manera.

Los costos agregados que se efectuaron en la creación de esta maqueta más el tiempo nos permitieron entender lo difícil que es crear material de estudio para los estudiantes, esperamos que de alguna forma esta institución pueda seguir fomentando este crecimiento.

Con la culminación de este trabajo de título se logró crear una maqueta que servirá de apoyo para la asignatura y los estudiantes, también en el desarrollo de este trabajo se mostraron y explicaron las diferencias que posee esta transmisión comparada con las transmisiones convencionales y automáticas.

Con la incorporación de esta maqueta en corte el alumno ya puede reconocer las partes principales de esta caja, pero para complementar este conocimiento el alumno deberá interiorizarse un poco en esta transmisión para tener una base completa, en este punto el papel del profesor terminará de complementar la información requerida y dará por finalizada esta etapa de aprendizaje.

Bibliografía y fuentes de la información

YOUTUBE. Funcionamiento de cuerpos valvulares [en línea]
<<https://www.youtube.com/watch?v=tkgYuSUpYZA>>

SCRIBD. Sistema de transmisión continuamente variable (CVT) a base de correa. [en línea]

<<https://es.scribd.com/document/422421833/Sistema-de-transmicion>>

DSPACE ESPOCH. Convertidor de torque [en línea]
<<http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/9252?mode=full>>

CARPLANET.MX. Funcionamiento CVT [en línea]
<<https://carplanet.mx/noticia/tipsyconsejos/asi-funciona-la-transmision-cvt-de-honda/5cc6e586d846b>>

DIRECTINDUSTRY.ES Correa de goma del tipo trapezoidal CVT [en línea]
<<http://www.directindustry.es/prod/gates-europe/product-38417-1498823.html>>

ALIBABA. Correa metálica CVT [en línea]

<<https://spanish.alibaba.com/product-detail/k310-cvt-transmission-belt-pushbelt-cvt-chain-60774391303.html>>

YOUTUBE. CVT [en línea]

<https://www.youtube.com/watch?v=PEq5_b4LWNY>

EDU.XUNTA.GAL Relación de transmisión en poleas [en línea]

<https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947673/contido/42_sistemas_de_polea_y_correa.html>

https://www.youtube.com/watch?v=Qt3Ay5qW-QI&list=PLhcX_UhmKSwya-NWhMhhSfy4i9k32KPJe&index=4

https://www.youtube.com/watch?v=jjYhxbNxbG8&list=PLhcX_UhmKSwya-NWhMhhSfy4i9k32KPJe&index=3

https://www.youtube.com/watch?v=JH0qGVlci_A&list=PLhcX_UhmKSwya-NWhMhhSfy4i9k32KPJe&index=2

https://www.youtube.com/watch?v=9sysHTV19LE&list=PLhcX_UhmKSwya-NWhMhhSfy4i9k32KPJe&index=1
<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=NCh+2619.Of2002+Mobiliario+escolar++Muestreo&spell=1&sa=X&ved=2ahUKEwi9jrjkgIvwAhVpIbkGHej8AbAQBSgAegQIARAw&biw=1252&bih=574>

*manual de apoyo para adquisición de mobiliario escolar

https://www.google.com/search?q=norma+chilena+de+construccion+C3%B3n+de+muebles&client=firefox-b-d&ei=ftJ9YNbJJKq75OUPIfeqoAk&oq=norma+chilena+de+construccion+de+mueblre&gs_lcp=Cgdnd3Mtd2l6EAMYADIHCCEQChCgAToHCAAQRxCwAzoICAAQsQMqgwE6DggAELEDEIMBEMcBEKMCoggILhCxAXCDAToCCC46AggAOgsIABCxAXDHARCjAjoECAAQQzoKCAAQsQMqgwEQQzoHCAAQsQMqgwEQC4QzoFCC4QsQM6BQgAELEDOgsIABCxAXDHARCvAToECAAQCjoHCC4QsQMqgwEQCjoHCAAQsQMqgwEQCjoNCAAQsQMqgwEQrweEQCjoKCC4QsQMqgwEQCjoKCAAQsQMqgwEQCjoICAAQxwEQrweE6BggAEBYQHjoECAAQDTtoFCCEQoAE6BAGhEBU6CAGhEBYQHR AeOgoIIRAWEAoQHR AeULCyAViYyWJgjN4CaARwAngAgAGEAogBziWSAQcxMy4yNi4ymAEAoAEBqgEHZ3dzLXdpesgBCMABAQ&scient=gws-wiz

*Ficha técnica de mobiliario

<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6004>

<https://www.youtube.com/watch?v=qbjO6SJikCU>

*Material de estudio de resistencia de materiales.