

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

COLEGIO DE TECNOLOGÍAS

**Corte lateral de una caja de cambios manual con disposición
longitudinal
Se demostrará el funcionamiento interno de una caja de cambios
manual**

Luis Humberto Ramírez O.

**Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de Licenciado en Electromecánica Automotriz**

Quito, 01 de Junio de 2012

**Universidad San Francisco de
Quito
Colegio de Tecnologías
Campus Vespertino**

**HOJA DE APROBACION DE
PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Corte lateral de una caja de cambios manual con disposición
longitudinal
Se demostrará el funcionamiento interno de una caja de cambios
manual**

Luis Humberto Ramírez O.

Gonzalo Tayupanta,
Mg.Sc.
Asesor del proyecto de
titulación

Pablo Oleas, Arq.
Coordinador Académico
Colegio de Tecnologías

Quito, 01 de junio de 2012

Dedicatorias

A Dios, por haberme permitido alcanzar de forma satisfactoria la terminación de mi carrera universitaria. Por mantenerme saludable, vivo y con la firme convicción de seguir adelante. Su inmenso amor y bondad me han dado las herramientas y la fe necesaria para alcanzar las metas trazadas.

A mi madre, por su apoyo incondicional, sus buenos consejos, sus valores, la motivación impartida y entrega absoluta para la consecución de mis sueños. Su inmenso amor me ha cobijado durante todo éste tiempo.

A mi padre, que en paz descansa, por sus ganas de verme surgir y haberme dado la suficiente fuerza para jamás desistir. Por sus consejos sabios, los valores compartidos y su extraordinario ejemplo de trabajo.

A mis amigos, por su inagotable anhelo de verme realizado profesionalmente, sus consejos y el empuje impartido a cada instante.

A mis profesores, por su gran apoyo y motivación. Por haber arraigado en mí el sentido de superación y responsabilidad.

Resumen

Este trabajo se realizó con el principal objetivo de aportar una importante suma de material didáctico y demostrativo para el uso y aprendizaje de las futuras generaciones de estudiantes en la carrera de electromecánica automotriz de la USFQ. Es de vital importancia impartir el conocimiento adquirido durante el tiempo de estudios para así dejar un legado en virtud de nuevos profesionales. Los capítulos que preceden este resumen detallan el funcionamiento de una caja de cambios manual perteneciente a un vehículo Chevrolet Vitara 4x4, mediante el uso de una técnica de corte transversal en la carcasa de la misma. Esta técnica, nos brinda la oportunidad de comprobar de forma visual, cómo los componentes y partes de la caja de cambios funcionan, la forma en que sus piezas trabajan entre sí para el cumplimiento del propósito para el cual fueron diseñadas. De ésta forma, la comprensión y entendimiento se presenta de forma más directa y pedagógica debido a su alto contenido innovador. El futuro estudiante, podrá percibir con mayor precisión la mecánica y dinámica incorporada en la una caja de cambios manual, dejando así, un aporte positivo para la consecución de destrezas significativas en virtud de su carrera universitaria.

Abstract

This work was carried out with the main objective of providing an important amount of educational and demonstrative material for the use and learning of future generations of students in the career of automotive electromechanical engineering at USFQ. It is vitally important to impart the knowledge acquired during the time of studies in order to leave a legacy to new professionals. The chapters preceding this summary detail the operation of a manual gearbox belonging to a Chevrolet Vitara 4 x 4 through the use of a technique of cross-section in the casing of the same. This technique gives us the opportunity to see, how the components and parts of the gearbox work, the way that pieces work together for the fulfillment of the purpose for which they were designed. In this way, comprehension and understanding is more direct and pedagogical due to its high innovative content. The future student may perceive in a more accurate way the mechanics and dynamics incorporated in a manual gearbox, thus, making a positive contribution to the achievement of significant skills for his college career.

Tabla de contenido

	Pag.
1. Introducción	7
2. Antecedentes	8
2.1 Funcionamiento de una transmisión o caja de velocidades manual	8
2.2 Caja de velocidades manual – Sincronización	11
2.3 Caja de cambios manual – típico – Componentes	14
2.4 Caja de cambios manual – Vehículos con tracción trasera	15
3. Metodología	22
4. Resultados	29
5. Conclusiones	29
6. Recomendaciones	30
7. Bibliografía	32

Introducción

Es de conocimiento general que el giro del motor de un vehículo es transmitido hasta las ruedas por medio del embrague, la caja de cambios y las transmisiones. La caja de cambios es un elemento capaz de variar el régimen de giro y el par transmitido hacia las ruedas.

La potencia y el par desarrollados por el motor varían según el número de revoluciones, consiguiéndose la mayor potencia a mayor régimen que el necesario para obtener el máximo par motor.

Por tanto, para obtener la potencia y el par adecuados para cada situación, la caja de cambios, por medio de un sistema de engranajes, consigue adaptar una desmultiplicación adecuada para lograr una relación entre potencia y par adecuada para las necesidades del conductor.

Este principio de funcionamiento puede ser estudiado mediante textos, libros técnicos, videos de capacitación automotriz, etc. Sin embargo, existe una manera más didáctica para sorprendernos del modo en que una caja de cambios funciona, esto es, a través de un corte lateral sobre la carcasa de una caja de cambios manual. Una vez desarrollada la actividad de corte, se puede apreciar claramente el funcionamiento real, en escena, de todos los componentes que incluyen y hacen de una caja de cambios.

Antecedentes

Funcionamiento de una transmisión o caja de velocidades manual

La mayoría de las personas, manejamos o conducimos un vehículo, movemos la palanca de cambios y sentimos que podemos controlar el vehículo hacia atrás o hacia adelante, pero ¿qué pasaría si no tuviéramos una caja de velocidades?

Recordemos, que un motor, cuando asimila la aceleración, adquiere más revoluciones y esto le da más fuerza.

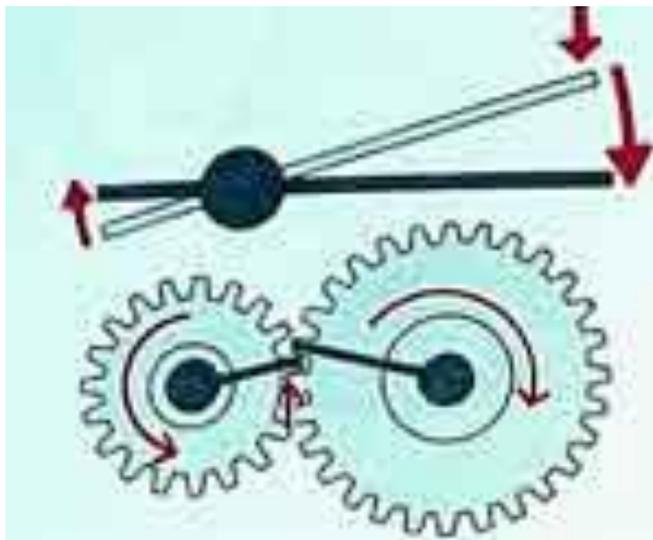
Utilizamos el termino asimilar para describir lo siguiente: Si aceleramos y el vehículo no puede moverse debido a que tiene trabado el freno de mano o algo en su camino le impide moverse, el motor no podrá asimilar y quemar la mezcla de combustible y en consecuencia se ahogará y apagará. Con este ejemplo pretendo describir el hecho de que un motor debe mantener sus revoluciones, por encima de las necesidades del vehículo. Lo mencionado en el párrafo anterior, pretende dar la idea, de que si el motor trasladara sus revoluciones directamente a las ruedas que ejercen la tracción, el acople sería tan brusco que el motor se ahogaría, es decir, se apagaría. Es este el motivo o la razón por la que se hace necesaria la instalación de una caja de velocidades, la cual sirve para administrar las revoluciones del motor. La rueda volante (flywheel), pertenece al motor; en ella se acopla el disco de embrague, y prensa. El disco de embrague (clutch) y prensa, sirven para dar suavidad o amortiguar el acople del motor con la caja de velocidades. Aclarado lo anterior, podemos incursionar en el tema que me compete.

La diferencia, entre una caja de velocidades usada en un vehículo con tracción trasera y uno con tracción delantera consiste en que la caja de velocidades que se usa para tracción delantera, trae integrado el diferencial. Se llama diferencial a la parte que se conecta con los ejes que transmiten las revoluciones de la caja hacia las ruedas que mueven el vehículo. Una caja de velocidades tiene la función de recibir las revoluciones del motor y transmitir las hacia las ruedas impulsoras, (en este caso las ruedas de atrás). Cuando un vehículo inicia su salida necesita fuerza. Esta fuerza debe ser transmitida con suavidad, para este fin, sirve el disco de embrague y prensa. Cuando tenemos pisado el pedal del embrague [clutch] estamos presionando el diafragma o resorte de una prensa. En consecuencia, cuando el vehículo está parado debemos soltar el pedal poco a poco, de esta manera, la prensa dejara que el disco de embrague tome las rpm (revoluciones por minutos) del motor, primero acariciando, y luego pegándose a la rueda volante. En la medida que el vehículo empiece su movimiento hacia adelante o hacia atrás. Cuando el vehículo está en movimiento el acople con suavidad es relativo, debido a que en esta etapa solo se deja de acelerar y se pisa el pedal para hacer el cambio de velocidad, luego se suelta el pedal y se sigue acelerando.

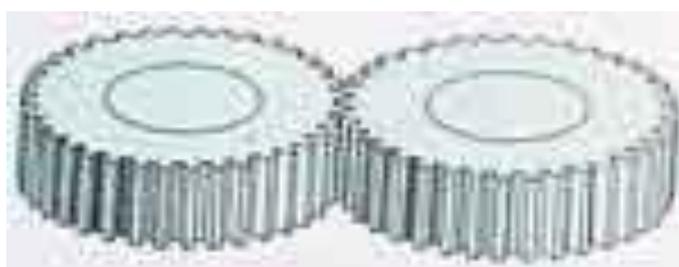
¿Por qué debe hacerse cambios?

Como ya se mencionó, cuando el vehículo está parado, ocupa fuerza para iniciar su movimiento pero ya encarrerado la fuerza requerida es relativa a las condiciones del camino que por lo regular se refiere a la velocidad. Una caja de velocidades es un conjunto de engranes con movimientos sincronizados, los mismos, que seleccionamos al mover la palanca de cambios. La diferencia de fuerza a velocidad con las mismas rpm son consecuencia del acople de dos engranes del mismo o diferente tamaño.

Veamos las siguientes graficas:



El efecto de una palanca permite que una fuerza pequeña, cuando se mueve sobre una distancia grande, levante un mayor peso en una distancia menor. Los engranes realizan la función de una serie de palancas. Lo que quiere decir que un engrane pequeño, hace girar aunque más lentamente, a un engrane más grande o sea que la torsión se multiplica pero reduce la velocidad original.



Aquí, podemos ver dos engranes de dientes rectos, este tipo de engranes cortados paralelamente a su eje de rotación, son ruidosos y se necesita menos potencia para hacerlos girar en comparación a los engranes helicoidales



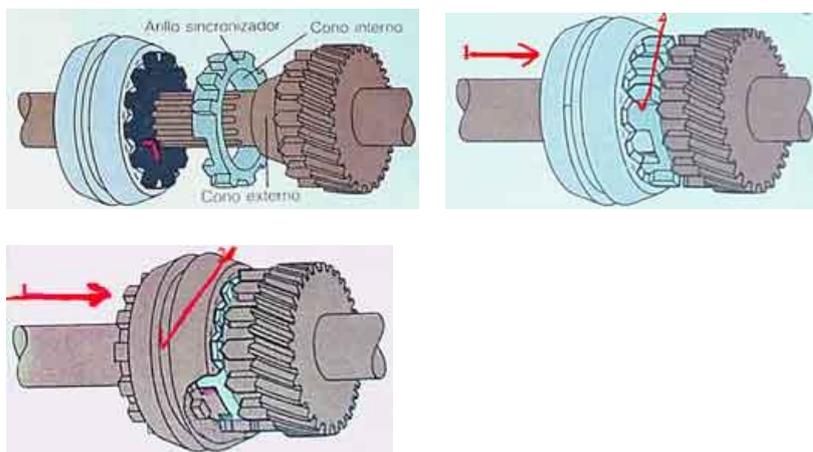
Los engranes helicoidales, tienen dientes curvos cortados en ángulo con respecto a su eje de rotación, su curva se asemeja a la rosca de un tornillo, la superficie de contacto, entre los dientes es mayor que en los engranes de dientes rectos. Con este tipo de engranes, la potencia se transmite más suave y silenciosa.

Caja de velocidades manual – Sincronización

¿A qué se llama Sincronización?

Se conoce como sincronización al hecho de que un engrane activado se conecte a otro que está desactivado, logrando con esto, que las revoluciones del primero se transfieran al segundo, formándose como si fuera una sola pieza. Una caja de velocidades manual está compuesta de engranes de diferente tamaño. Todos estos engranes están colocados de tal forma que cuando se mueve la palanca de cambios, está seleccionando el engrane que desea activar, lo que quiere decir que para que un engrane mueva a otro, primero deben acoplarse. A éste acoplamiento se le llama cambio de velocidad. Para que un engrane se acople en posición de trabajo, se sirve de un collar. El collar tiene la función de unir o conectar dos engranes, de esta manera transfiere la rotación de un engrane a otro. Al momento de hacer el cambio, el collar se mueve a una posición neutral. Por lo regular el collar tiene tres posiciones: [CAMBIO -NEUTRO- CAMBIO]. Lo

que quiere decir, que al momento de hacer un cambio, el collar de desacopla de una posición y pasa a otra. Una caja de 4 velocidades manual típicamente lleva 2 collares de acople: uno para primera y segunda, y otro para tercera y cuarta. El cambio de reversa o retroceso, se efectúa deslizando un engrane de giro libre o loco, el cual se acomoda entre dos engranes, transmitiendo rotación de uno a otro. Los collares se complementan con los anillos sincronizadores. Los anillos sincronizadores son los encargados de guiar el deslizamiento del collar, para conseguir un acople correcto. Esta función de guiar al collar, hace que estos anillos sufran desgaste en sus dientes, formándose baba, lo cual impide o hace difícil el acople del collar. De allí, que en muchos casos, al no haber un buen acople, la rotación expulsa el collar [cambio], hacia la posición neutral. Por eso es importante tener un motor bien afinado y sistema de embrague en buenas condiciones, así evitará los cambios bruscos que originan el problema. En esto también influyen los hábitos de manejo.

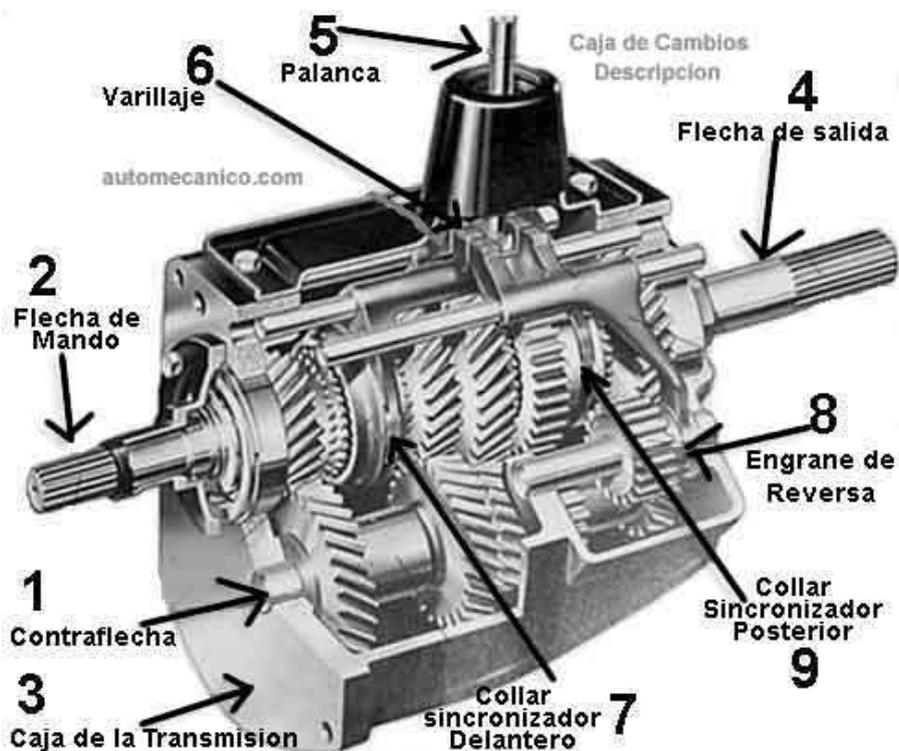


En estas figuras, podemos ver el momento, en que el collar sincronizador está acoplándose, es necesario que el acople sea en un 100%, de lo contrario el collar puede desacoplarse y en consecuencia el cambio sería expulsado y la

transmisión quedarse en neutro. La parte obscura, es una sola pieza; de lo que se trata, es de que el collar cubra totalmente el anillo sincronizador y los dientes rectos de esta parte, hasta topar con el engrane de dientes helicoidales.



Caja de cambios manual – típico – componentes



Descripción:

1) Esta parte es una sola pieza, se le conoce como contra flecha o tren fijo
2) Flecha de mando, esta parte se acopla al disco de embrague.
3) Caja de la transmisión.
4) Flecha de salida, esta parte lleva las revoluciones al diferencial.
5) Palanca de velocidades al piso
6) Varillaje que mueve la horquilla, que desliza los collares de sincronización.
7) Collar sincronizador delantero
8) Engrane libre(loco) de reversa.
9) Collar sincronizador posterior

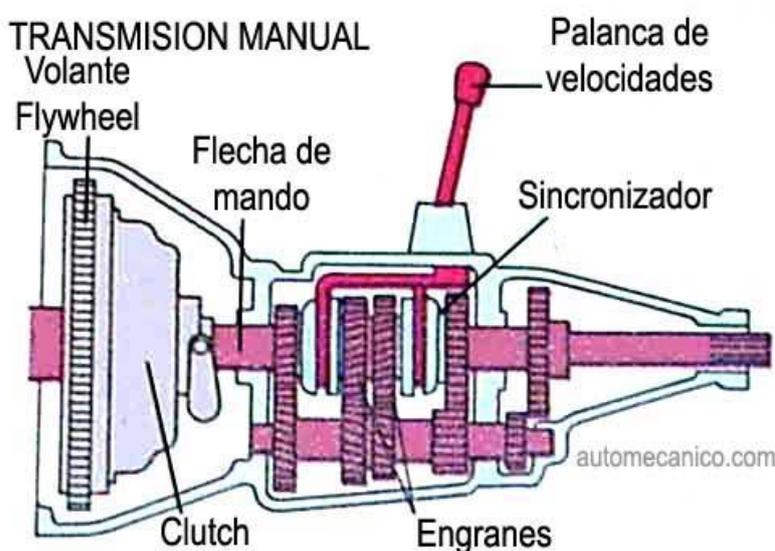
Una transmisión de cuatro velocidades, lleva 2 collares sincronizadores. Los dos collares y su conjunto interno, están instalados en la flecha de salida y se pueden deslizar para ambos lados. Los engranes de 1ra, 2da y 3ra, giran inducidos por los engranes del tren fijo pero este giro no es transmitido a la flecha de salida, hasta que uno de los collares sincronizadores acople uno de estos engranes.

Caja de velocidades Manual – Vehículos con tracción trasera

Aquí tenemos una transmisión manual típica, usada en vehículos con tracción trasera. Las revoluciones del motor, se acoplan a la rueda volante, (flywheel).

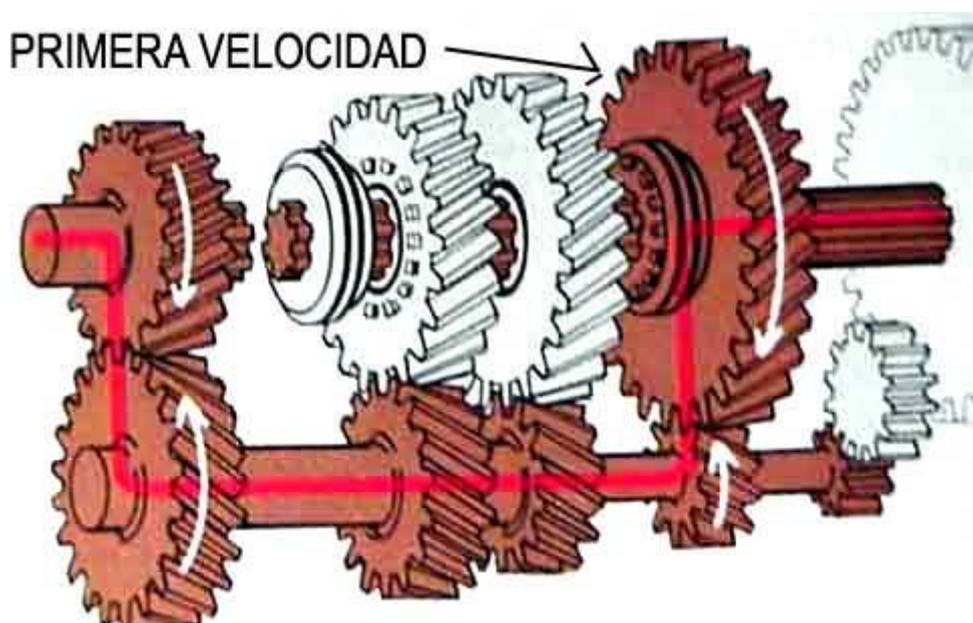
Ahora de lo que se trata es de administrar esas revoluciones. Es importante que preste atención a cada uno de los pasos; el funcionamiento de una transmisión manual no es muy complicado. Es relativamente fácil, solo siga los principios y objetivos. Principios: Recibe la rotación del motor.

Objetivo: Administra estas vueltas, trasladándolas hacia el diferencial y de allí hacia las ruedas o llantas impulsoras para darle potencia y/o velocidad al vehículo.



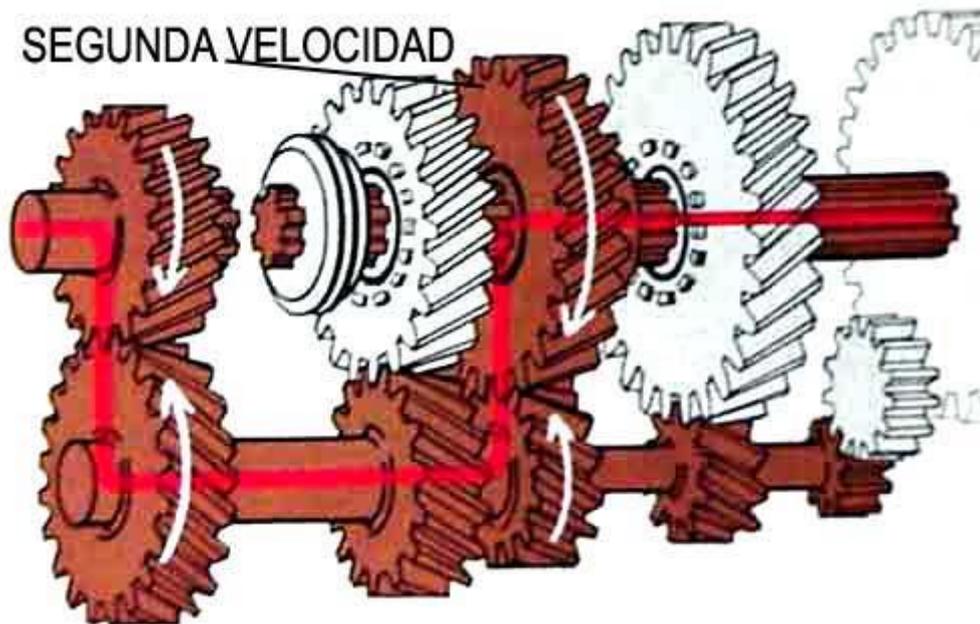
fijos]. Los engranes en color gris están instalados en la flecha de salida, giran libres y pueden ser removidos. Estos engranes son los que se desplazan para acoplarse en posición de trabajo, cuando uno mueve la palanca de cambios. En consecuencia, en neutral, no se transmite potencia, debido a que todos los engranes (gris) están desacoplados girando libremente en la flecha de salida.

Primera



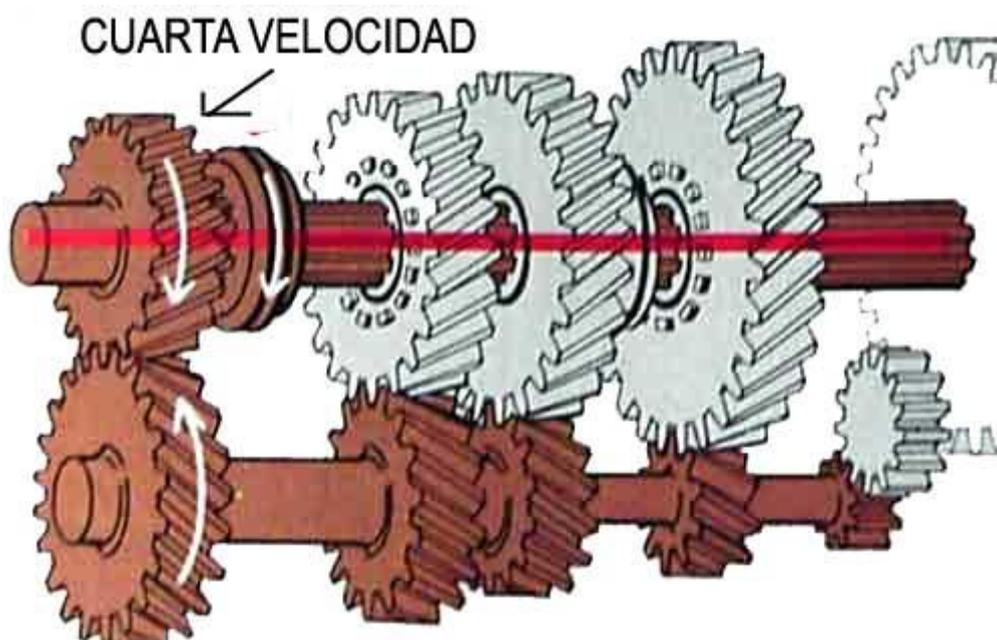
Cuando ponemos la primera velocidad, el collar sincronizador se desplaza en la flecha de salida y se acopla con el engrane de primera fijándolo a la flecha para que transmita las revoluciones que recibe del pequeño engrane. La flecha de salida da una vuelta o giro por cada tres que recibe de la contraflecha. En consecuencia la torsión o fuerza es máxima, pero el desplazamiento del vehículo es de baja velocidad. La relación de giro promedio es de 3 a 1.

Segunda



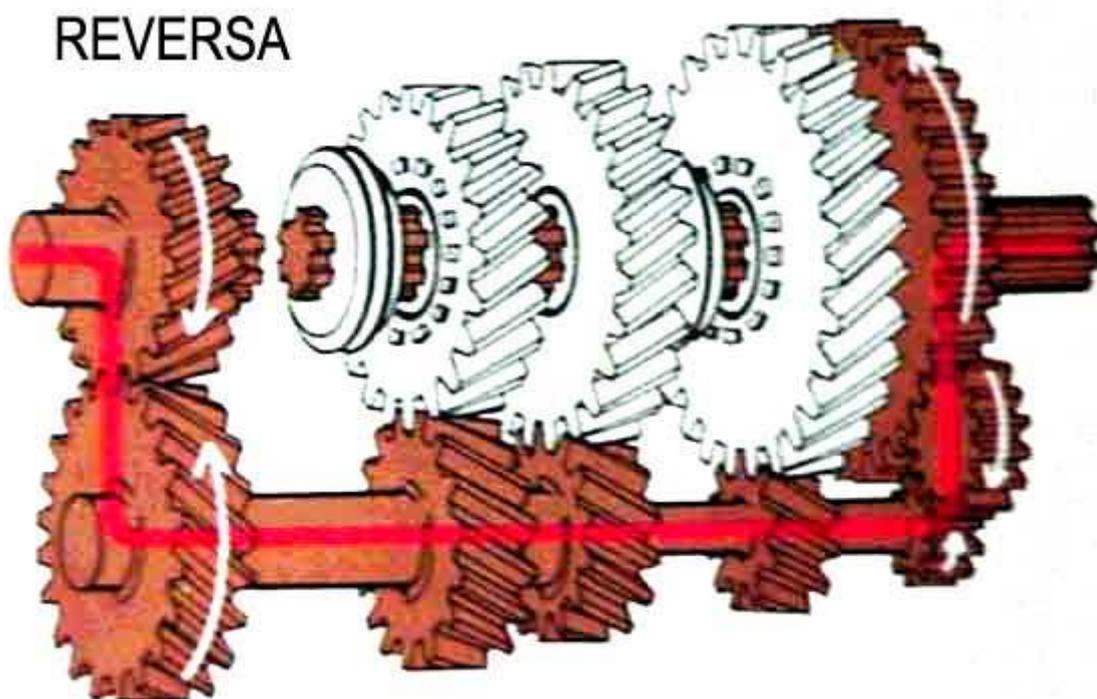
Cuando se hace el cambio a segunda, la horquilla, desliza o separa el collar del engrane de primera y lo acopla en el engrane correspondiente a segunda. Este engrane es más pequeño, a la vez que el engrane de la contraflecha es más grande que el de primera. En consecuencia la torsión o fuerza es menor que en primera, pero el vehículo puede desplazarse a mayor velocidad. La relación de giro promedio es de 2 a 1.

Cuarta



A este cambio se le conoce como directa, debido a que el collar deja libre el engrane de tercera y se acopla o conecta directamente a la flecha de mando, haciéndolas girar como si fueran una sola flecha, lo que quiere decir que la relación de giro es de 1 a 1.

Reversa



Para el cambio de reversa, los collares se desacoplan y el pequeño engrane de dientes rectos al cual se le conoce como engrane loco, se acopla al engrane grande de dientes rectos. Ponga atención a que el pequeño engrane debido a su posición intermedia, invierte la rotación del engrane grande, logrando con esto que el vehículo retroceda. En este caso observemos que el engrane grande de dientes rectos se mantiene separado del engrane pequeño del tren fijo; por esta razón el pequeño engrane loco, se coloca entre los dos, recibe el giro de la contraflecha y como consecuencia invierte la rotación del engrane grande. El mentado engrane loco, no tiene giro o rotación definida, está libre en un eje. Este eje lo empuja para colocarlo entre los dos engranes.

Metodología

Las cajas de cambios poseen una carcasa externa (generalmente de aluminio) cuya finalidad es la protección de los mecanismos internos y una lubricación permanente, ya que ésta alberga aceite. En determinadas ocasiones se puede romper debido al impacto de un elemento externo o debido a la rotura de un engranaje. En tal caso se debe soldar nuevamente para su correcto funcionamiento.

El corte de aluminio genera una gran cantidad de fragmentos de metal, los cuales podrían estar calientes, afilados, o de ambas formas. Para efectos de poder cortar la carcasa protectora de la caja de cambios, se utilizó guantes, pantalones largos y camisa de manga larga para proteger la piel.

Se reunió el equipo de seguridad necesario. Esto incluye gafas de seguridad, elementos de protección auditiva y ropa apropiada, pese a que algunas personas optan por usar una máscara o careta que les proteja todo el rostro.

Equipo de seguridad utilizado:

- Gafas de seguridad total
- Elementos de protección auditiva
- Máscara o careta completa
- Guantes
- Camisa de manga larga
- Puente
- Abrazaderas
- Vara para empujar
- Luz para trabajo nocturno

Se escogieron hojas de sierra que elaboren cortes angostos. Esto es posible ya que el aluminio no tiende a cerrarse hasta que se corta.

Se consultó en una ferretería local acerca de cuál lubricante es el que mejor se adaptaba al trabajo de corte, ya que no se contaba con el asesoramiento de un artesano calificado. La respuesta fue: cera para sierra. Sin embargo, la recomendación más importante fue utilizar la protección adecuada.

De vuelta en el taller, se aplicó el lubricante de corte en las hojas de la sierra.

La velocidad de corte utilizada es mucho más lenta que la utilizada para cortar madera. Se utilizó una sierra de mesa de 10 pulgadas (25,4 cm), pero no fue posible reducir la hoja a 7 1/4 pulgadas (18,4 cm). Por consiguiente se reduciría la velocidad de corte.

Una vez que se reunió todos los implementos de corte y de seguridad, se utilizó una abrazadera para asegurar la pieza de aluminio (carcasa) asegurando que los dedos no estén demasiado cerca de las hojas de sierra. Como medida de seguridad adicional, se utilizó una vara para empujar.

Durante todo el proceso de corte, se alimentó lentamente el aluminio a través de la hoja (o la hoja a través del aluminio). El aluminio se debe trabajar de forma más lenta que la aplicada en comparación con la madera.

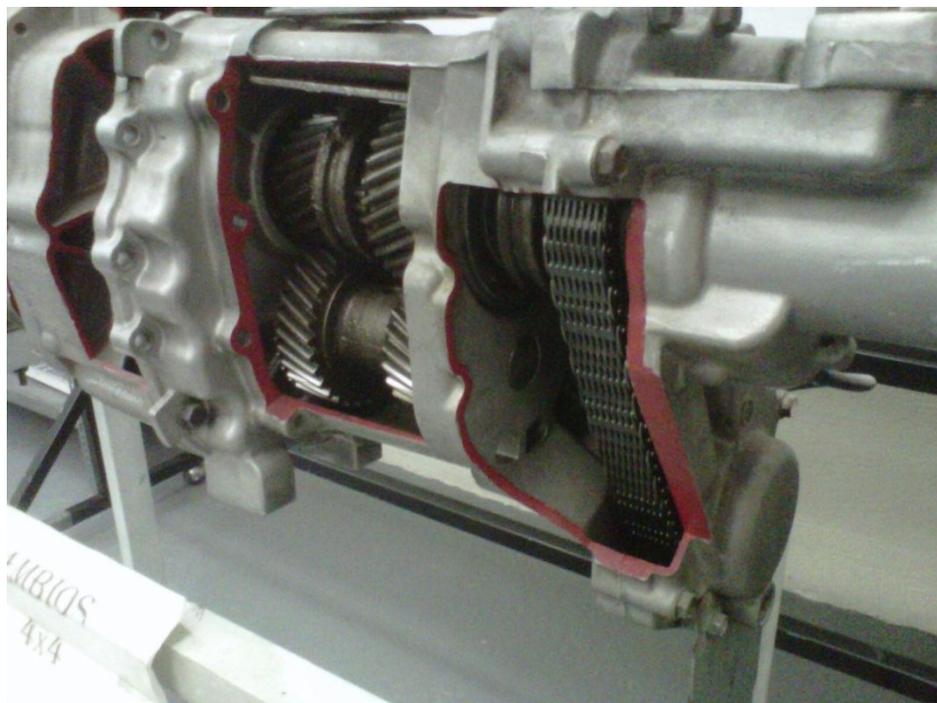
Mientras se aplicaba la fuerza requerida para el corte, debí tener presente la zona de retroceso durante el corte. Esta es por lo general directamente detrás de la sierra. El retroceso se da cuando las piezas recién cortadas se abalanzan debido al poder de la sierra utilizada.

Como método alternativo, se puede utilizar un puente para asegurar la sierra y reducir el retroceso. Así se use el puente o no, sigue siendo esencial llevar todo el equipo de protección cuando se corta el aluminio.

Una vez acabado el proceso de corte utilizando las medidas de seguridad requeridas, se procedió a limar los bordes de los cortes para eliminar asperezas y limalla de los bordes para evitar lesiones a nivel de los dedos debido a la manipulación que precede el proceso de montaje.

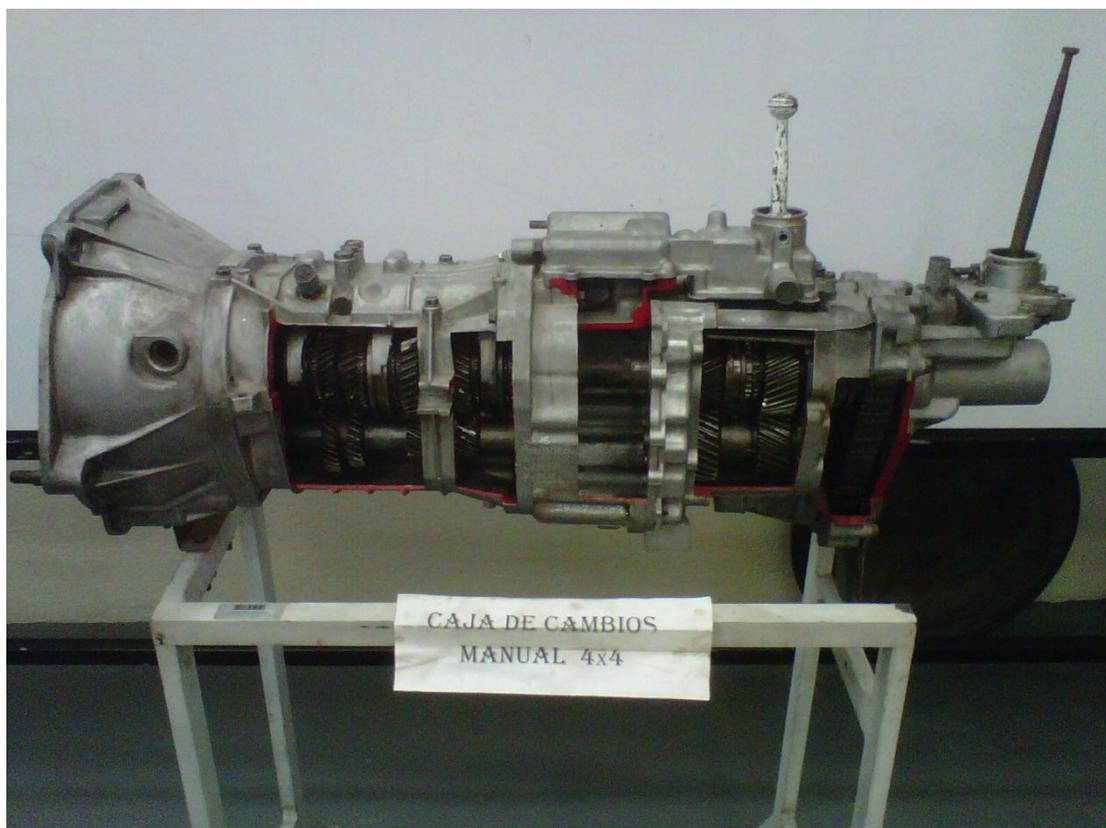
Una vez limado los bordes de corte, se procedió a pintar los perfiles de color rojo para resaltar los perfiles de los cortes para luego realizar el montaje de la caja de

cambios. En la figura a continuación se puede apreciar a detalle los cortes y bordes pintados de color rojo.



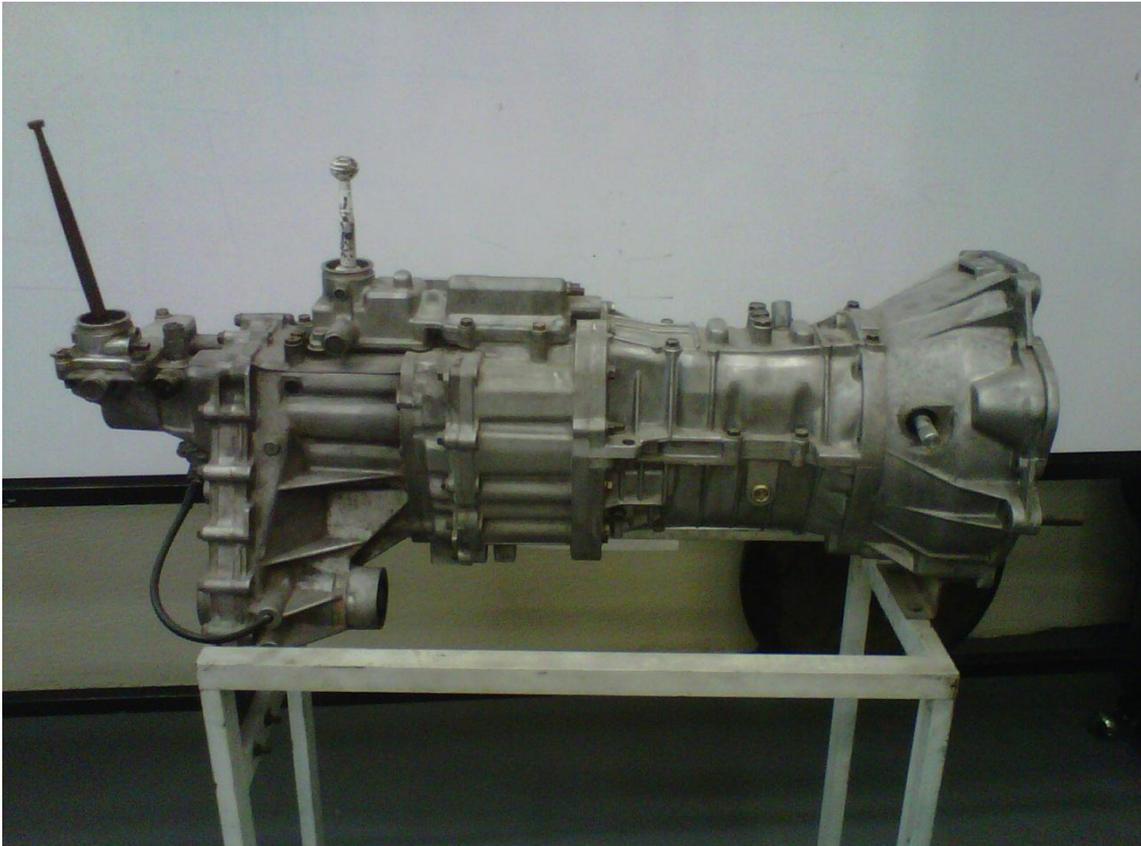
Se prestó especial atención al lugar exacto en donde se debieron realizar los cortes. La idea fue que se pudiera apreciar de forma clara el movimiento y relación mecánica entre los dos ejes principales de la caja de cambios. Así como también la cadena de acople del transfer.

En su totalidad se realizaron 5 cortes laterales, cinco ventanas que nos permiten apreciar los mecanismos principales de la caja de cambios. Se detalla en la imagen a continuación:



Los dos cortes que se encuentran en el extremo izquierdo, nos muestran los ejes principales con sus respectivos piñones helicoidales de acople y sus respectivos sincronizados.

Adicionalmente, se adquirieron dos soportes para poder apoyar la caja de cambios sobre un caballete a manera de poder exhibir y realizar las demostraciones necesarias.



La figura que antecede, muestra claramente el costado izquierdo de la caja de cambios, parte en la cual no se realizaron cortes debido a la disposición de sus componentes internos.

Es de vital importancia conocer el mecanismo por el cual llega la fuerza de giro del motor hacia la caja de cambios y en donde se alojan los componentes de embrague (clutch). En la imagen a continuación podemos apreciar el espacio

donde se aloja el disco y el plato de embrague, así como también parte del eje principal encargado de transmitir la fuerza de giro del motor.



Resultados

Los resultados que se pretenden conseguir con el desarrollo del proyecto son innumerables debido a su alto contenido educativo. Se ha hecho un excelente aporte tecnológico y didáctico a la USFQ, pero en su mayor parte al legado de futuros estudiantes. Es gratificante saber que muchos estudiantes se beneficiarán de éste proyecto al obtener cada vez más conocimientos sobre el funcionamiento básico de uno de los componentes más importantes dentro de un vehículo automotor.

En el ámbito personal, he adquirido vastos conocimientos no solamente de los principios básicos de funcionamiento de una caja de cambios manual, sino que, además, el proceso de corte lateral en mecanismos de un vehículo. El resultado más importante radica en el conocimiento adquirido por parte de futuros estudiantes de la carrera de electromecánica automotriz.

Conclusiones

El presente proyecto, desarrollado en el período comprendido entre 2002 y 2003, estuvo centrado en la descripción y análisis de la relación entre los mecanismos dentro de una caja de cambios manual, en que se desarrollan principios básicos de funcionamiento e ingeniería.

Sabemos que la relación entre los diferentes mecanismos de un vehículo son los responsable de una movilidad a la que la mayoría de nosotros estamos acostumbrados en la vida cotidiana.

Encontramos entonces, por ejemplo, que los mecanismos funcionan de una forma lógica y fácil de comprender. La condición de trabajo del motor que se transfiere a las ruedas posteriores es una constante muestra de la innovación tecnológica del ser humano, para una movilidad cada vez más eficiente y responsable. Nos llama a reflexionar y provoca un sentido de seguir investigando, a sentir pasión por el automóvil y las posibilidades ilimitadas que la tecnología nos brinda en su constante desarrollo.

La formación de profesionales en el campo tecnológico es un aporte significativo a la sociedad Ecuatoriana. Inspira una mejor calidad de vida y abre innumerables posibilidades de desarrollo profesional y personal.

Recomendaciones

El aspecto de mayor consideración al manipular aparatos mecánicos derivados de un vehículo automotor siempre estará adherido a la seguridad. Para realizar cualquier trabajo de corto transversal o longitudinal de preferencia colocar una luz en la estación de trabajo. Si se va a trabajar de noche, es indispensable contar con la iluminación adecuada.

Para ahorrar costos iniciales, se puede comprar sierras usadas de segunda mano, o comprar las sierras más económicas que estén disponibles las mismas que se encuentran en ferreterías locales. Algunos artesanos prefieren esta estrategia, ya que el aluminio puede opacar las hojas de sierra y ocasionar daños en el motor de la sierra debido a fragmentos de aluminio que le caen.

A manera de advertencia, no se recomienda usar gafas de seguridad angostas ni asumir que los anteojos recetados van a proteger sus ojos de residuos. Sólo se debe utilizar gafas de seguridad total cuando de cortar aluminio se trata.

Bibliografía

Reader's Digest., "Cutting through aluminum" HOW TO DO JUST ABOUT ANYTHING., Pleasantville, New York / Montreal. 1987.

Cucaita. Oscar., "Cajas de cambio". Slideshare.net. 2010. Web. 01 de junio de 2003. URL: www.slideshare.net

"Cajas de cambio manual". Scribd.com. 2009. Web. 05 de mayo de 2003. URL: <http://es.scribd.com/doc>

Meganeboy. Dani., "Caja de cambios manual actualizada". Aficionados a la mecánica.com. 2001. URL: <http://www.aficionadosalamecanica.com>