

**BANCO DE PRUEBA PARA CAJA DE VELOCIDADES MANUAL**

**JANIO FIDEL SUAREZ FUENTES  
LUIS RAMIRO MARZAN ARCILA  
ANDRÉS FELIPE CASTAÑEDA LÓPEZ**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE MECÁNICA  
TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ  
MEDELLIN  
2012**

**BANCO DE PRUEBA PARA CAJA DE VELOCIDADES MANUAL**

**JANIO FIDEL SUAREZ FUENTES  
LUIS RAMIRO MARZAN ARCILA  
ANDRÉS FELIPE CASTAÑEDA LÓPEZ**

**Trabajo de Grado Para Optar al Título de  
Tecnólogo Automotriz**

**Asesor  
Jaure Puerta  
Ingeniero Mecánico**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE MECÁNICA  
TECNOLOGIA EN MECANICA AUTOMOTRIZ  
MEDELLIN  
2012**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Medellín, 30 de Noviembre de 2012

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	7
1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA	8
2. JUSTIFICACION	9
3. OBJETIVOS	10
3.1 OBJETIVO GENERAL.	10
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
4. REFERENTES TEORICOS	11
4.1 HISTORIA DE LA CAJA DE CAMBIOS MANUAL	11
4.1.1 Marco de Tiempo	11
4.2 ¿QUÉ ES UNA CAJA DE CAMBIOS MECÁNICA?	12
4.3 TIPOS DE CAJAS	15
4.3.1 Transaxle de Toyota	15
4.3.2 Transmisión Manual	15
4.3.3 Cambios Semi-automáticos	15
4.3.4 Cambios automáticos	16
4.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA CAJA MECÁNICA	17
4.5 COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO	17
4.5.1 Componentes	17
4.5.1.1 Árbol primario	17
4.5.1.2 Árbol intermedio	18
4.5.1.3 Árbol secundario	19
4.5.1.4 Eje de marcha atrás	19
4.5.1.5 Sincronización exterior	19
4.5.1.6 Anillo de sincronización interno	19
4.5.2 Funcionamiento	20
4.5.2.1 Primera velocidad	20
4.5.2.2 Segunda velocidad	21
4.5.2.3 Tercera velocidad	22
4.5.2.4 Cuarta velocidad	23
4.5.2.5 Marcha atrás	24
4.6 MOTOR ELÉCTRICO	25
4.6.1 Ventajas	25
5. METODOLOGÍA	27
5.1 METODO	27
5.1.1 Fuentes Primarias	27

5.1.2 Fuentes Secundarias	27
6. RESULTADOS DEL PROYECTO	28
7. CONCLUSIONES	31
8. RECOMENDACIONES	32
BIBLIOGRAFIA	33
CIBERGRAFIA	34

## LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
Figura 1. Caja Mecánica (En Corte)	13
Figura 2. Clutch (En Corte)	14
Figura 3. La Volante	14
Figura 4. Árbol Primario	18
Figura 5. Árbol Intermedio	18
Figura 6. Árbol Secundario	19
Figura 7. Despiece Parcial De Un Sincronizador	20
Figura 8. Funcionamiento De La Caja De Cambios (Primera Velocidad)	21
Figura 9. Funcionamiento De La Caja De Cambios (Segunda Velocidad)	22
Figura 10. Funcionamiento De La Caja De Cambios (Tercera Velocidad).	23
Figura 11. Funcionamiento De La Caja De Cambios (Cuarta Velocidad)	24
Figura 12. Funcionamiento De La Caja De Cambios (Marcha Atrás).	25

## RESUMEN

Nuestro proyecto fue diseñar una caja de cambio manual para poder saber el movimiento de los piñones y la ubicación de los diferentes cambios. Para realizar este proyecto compramos una Caja de Cambios Manuales, una Garra del Cluth, Rodillo, Disco, Embrague, Volante, Motor Eléctrico, Potenciómetro y los materiales para elaborar completamente la estructura.

Al tener todo nos dimos cuentas de las dificultades que teníamos, como la modificación de la seguridad del embrague y disco del Cluth. Para reparar esto compramos una volante que se ajustara al embrague y al disco, y además que encajara con exactitud en el "Carevaca". En el procedimiento encontramos problemas en el piñón de la sincronización 1ª (primera velocidad), debido a que le faltaban 3 cuñas en el sincronismo. Para resolver este problema compramos las cuñas y las ubicamos en la sincronización 1ª, desarmando la caja y volviéndola a armar.

Más adelante surgió un nuevo problema, el motor eléctrico funcionaba con mucha velocidad, causando que la volante se desestabilizara y que temblara toda la caja de cambio y el soporte, además de un gran ruido. Para solucionar este inconveniente era necesario un potenciómetro, el cual regulaba la velocidad y hacía que el procedimiento fuera mucho mejor.

Para superar todos estos inconvenientes necesitamos ayuda de varias personas con experiencias de mecánica automotriz, electricidad y soldaduras.

Gracias a este proyecto hemos adquirido más conocimientos y experiencias relacionadas con las cajas manuales, todo esto nos ayuda a un futuro laboral y a la formación de un buen profesional en el área de la mecánica automotriz. Para nosotros es gratificante

## INTRODUCCIÓN

En los vehículos, la caja de cambios o caja de velocidades (también llamada simplemente caja) es el elemento encargado de obtener en las ruedas el par motor suficiente para poner en movimiento el vehículo desde parado, y una vez en marcha obtener un par suficiente en ellas para vencer las resistencias al avance, fundamentalmente las derivadas del perfil aerodinámico, de rozamiento con la rodadura y de pendiente en ascenso.

La caja de cambios tiene pues la misión de reducir el número de revoluciones del motor, según el par necesario en cada instante. Además de invertir el sentido de giro en las ruedas, cuando las necesidades de la marcha así lo requieren. Va acoplada al volante de inercia del motor, del cual recibe movimiento a través del embrague, en transmisiones, acoplado a ella va el resto del sistema de transmisión.

Para los estudiantes de mecánica automotriz de la Institución Universitaria Pascual Bravo tener una clase con los debidos recursos, donde puedan observar una caja de cambios y estudiar las partes en su forma física es fundamental para el aprendizaje de esta tecnología.

Por esta razón se ha pensado en crear un banco de pruebas de una caja manual que aporte a los estudiantes una debida ilustración de esta, que permita al estudiante identificar el debido funcionamiento de la caja de cambios por medio de una muestra física, y de esta manera facilitar, de forma física, las explicaciones del cuerpo de docentes.

Este banco de prueba está compuesto por una adecuada estructura y tiene como componentes principales la caja de velocidades (Manual), el sistema de arranque, el sistema del Clutch, volantes y palanca de cambios.

Para el diseño del banco de prueba de la caja de velocidades manual se realizara un estudio y un análisis del respectivo funcionamiento de este, relación de compresión, fuerza máxima y tolerancia de los materiales a altas revoluciones y a bajas. Además se hará un estudio de los materiales de la estructura que lo soportara.

## 1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

En el presente proyecto se realizara el diseño y presentación de un banco de prueba de una caja de velocidades manual, la cual servirá para el aprendizaje y el diagnostico de fallas, y por consiguiente la facilidad del profesor a la hora de explicarle la temática de la caja de cambios (manual) a los estudiantes.

Las situaciones relacionadas y los inconvenientes presentados con la falta de ilustración física de explicaciones y quejas de los estudiantes surgía el problema que aquejaba al plantel, porque a la hora de dictar una clase, tanto *profesores* como estudiantes se quejaban de la falta de implementos necesarios y de pérdida de clases constantes por no tener como explicar un debido funcionamiento de una maquina, aparte del tiempo que se perdía y la poca enseñanza que les dejaban.

Para la definición acerca del problema se utiliza un enfoque de dos situaciones distintas: la situación actual donde se encuentra el problema y la situación a futuro, donde el problema está resuelto.

## **2. JUSTIFICACION**

En la actualidad el tecnólogo automotriz debe resolver diferentes problemas de la industria automotriz para lo cual debe aplicar todo el conocimiento adquirido en la tecnología; el diseño y la presentación del banco de prueba de la caja de velocidades manual se realizara bajo las normas y parámetros de los materiales que puedan soportar las diferentes revoluciones.

El banco de prueba de la caja de velocidades manual se hace para mejorar, tanto la facilidad del profesor para explicar la temática de la caja de cambios (manual) como la destreza del estudiante para aprender su funcionamiento, además de reducir quejas por los implementos necesarios para el desarrollo de una clase.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL.**

Diseñar y presentar un banco de prueba de una caja de velocidades manual a la Institución Universitaria Pascual Bravo.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar el banco de prueba para una caja de velocidades manual.
- Estudiar y analizar los materiales para la construcción del banco de prueba.
- Montar y ensamblar el banco de prueba.
- Presentar una breve exposición del banco de prueba en la Institución Universitaria Pascual Bravo.

## 4. REFERENTES TEORICOS

### 4.1 HISTORIA DE LA CAJA DE CAMBIOS MANUAL

Desde que fue creado el primer automóvil en el mundo más o menos en el año 1889 por el señor Karl Benz (primero en patentar la idea de un carro impulsado por un motor de combustión, un triciclo al que se denominó Motorwagen, que actualmente se conserva en Munich), así como también sus antecesores Nicolás Cugnet constructor de un vehículo propulsado por vapor, William Murdoch, Richard Trevithick, Etienne Lenoir, etc; la necesidad del ser humano por sentir control, disminuir distancias y tiempos de desplazamiento fue uno de los objetivos más obsesivos en la historia de la mecánica automotriz, dando lugar a nuevas y mejoradas tecnologías que convirtieran al automóvil en un medio útil para vivir.

Inventor francés Louis-René Panhard y Emile Levassor se acreditan con el desarrollo de la transmisión manual moderno de primera. Demostraron su transmisión de tres velocidades en el 1894 y el diseño básico sigue siendo el punto de partida para la mayoría de las transmisiones manuales contemporáneos.

Diseño mejorado: Panhard Levassor y utiliza una unidad de la cadena en su transmisión original. En 1898 el fabricante de automóviles Renault, Louis utilizaron su diseño básico, pero sustituir un eje impulsor de la cadena de transmisión y añadió un eje diferencial de las ruedas traseras para mejorar el rendimiento de la transmisión manual.

**4.1.1 Marco de Tiempo.** A principios del siglo 20 la mayoría de los coches fabricados en los Estados Unidos ofreció una transmisión manual sincronizada, no basado en el Panhard Levassor, el diseño de Renault. La innovación principal siguiente ocurrió en 1928 cuando se presentó el Cadillac transmisión manual sincronizada, lo que redujo significativamente equipo de molienda y se cambio más suave y más fácil.

Las transmisiones manuales fueron la norma en la mayoría de los vehículos durante la primera mitad del siglo 20, pero las transmisiones automáticas se estaban desarrollando ya en 1904. General Motors presentó el embrague de transmisión automática bajo el nombre de Hydra-Matic, en 1938, pero la primera verdadera transmisión totalmente automática no apareció hasta 1948 con la transmisión Buick Dynaflo.

## 4.2 ¿QUÉ ES UNA CAJA DE CAMBIOS MECÁNICA?

El carro con caja de cambios mecánica funciona a través de un sistema que sirve para transmitir la fuerza o caballaje del motor a las ruedas, lo que permite un desplazamiento controlado. A diferencia de la caja automática, la manual ofrece mayor libertad al conductor, por lo que debe saber utilizarse y no olvidar su mantenimiento.

Para su adecuado funcionamiento, la caja manual o mecánica necesita de un clutch o embrague, controlado por medio de un pedal que sirve para separar la volante del motor de la transmisión y que modula la transferencia de fuerza entre los dos subsistemas.

Cuando el pedal no se presiona, el torque del motor pasa a la transmisión. Si se presiona por completo se desconecta, para que no pase la fuerza del motor a la transmisión.

Más allá del clutch la transmisión se vale de varios diferenciales, seleccionados por el conductor, para convertir la fuerza del motor en un toque útil y así poder mover al vehículo.

Antes de la Segunda Guerra Mundial, los automóviles funcionaban solamente con 3 cambios. A partir de los años 60 tenían 4 cambios, en los 80 aparecieron carros con 5 cambios y una década después aparecieron autos de gama alta con 6 cambios en su palanca.

Si un motor de explosión transmitiera directamente el par a las ruedas, probablemente sería suficiente para que el vehículo se moviese en terreno llano. Pero al subir una pendiente, el par resistente aumentaría, entonces el motor no tendría suficiente fuerza continuar a la misma velocidad, disminuyendo esta gradualmente, el motor perdería potencia y llegaría a pararse; para evitar esto y poder superar el par resistente, es necesario colocar un órgano que permita hacer variar el par motor, según las necesidades de marcha. En resumen, con la caja de cambios se "disminuye" o "aumenta" la velocidad del vehículo y de igual forma se "aumenta" o "disminuye" la fuerza del vehículo.

Ya sabemos que el giro del motor 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.

Efectivamente, la caja de cambios es un transformador de velocidad y de par motor, que se usa como desmultiplicador de velocidad, o como multiplicador de par. La caja de cambios es un elemento imprescindible ya que la falta de elasticidad de los motores térmicos impide su utilización a bajas revoluciones con un rendimiento aceptable.

**Figura 1. Caja Mecánica (En Corte)**



**Figura 2. Clutch (En Corte)**



**Figura 3. La Volante**



## 4.3 TIPOS DE CAJAS

**4.3.1 Transaxle de Toyota.** La verdadera genialidad de Toyota en sus modelos híbridos es cómo ha conseguido acoplar los motores eléctricos a la transmisión. La caja de cambios del Prius, Auris HSD, etc, es un tren epicicloidal en el que las distintas relaciones se consiguen mediante la combinación de las velocidades relativas del sistema de engranajes. Dos motores eléctricos varían las rotaciones, acelerando o frenando los satélites o las coronas. Las últimas generaciones combinan dos trenes epicicloidales para conseguir un mayor número de relaciones.

**4.3.2 Transmisión Manual.** Las cajas de cambio manuales están formadas por un embrague de disco simple o múltiple, en seco o en aceite, y un sistema de engranajes de dientes rectos o helicoidales sincronizados. Lo más habitual es la combinación de un embrague monodisco en seco, cuyo accionamiento es hidráulico, y una caja helicoidal sincronizada accionada por una timonería de cables.

**4.3.3 Cambios Semi-automáticos.** Este tipo de cajas de cambio nació a causa de las pesadas direcciones sin asistencia y las altas prestaciones que a mediados de los años 30 del siglo XX empezaban a alcanzar los automóviles. Marcas como Delage producían coches capaces de llegar a velocidades muy elevadas; soltar una mano del volante en esas circunstancias era una temeridad. Por ello, proliferaron una serie de cajas de cambio con preselector. El conductor escogía la relación con un pequeño *boliche* que se manejaba suave y rápidamente, volvía a aferrarse al volante con ambas manos y, para que la caja de cambios metiese esa marcha, ya a punto de entrar en la curva, debía pisar un pedal de embrague. El accionamiento era electromagnético; eran muy fiables y más fáciles de manejar de lo que pueda parecer. Tenían la peculiaridad de contar el mismo número de relaciones hacia delante que hacia atrás. Los principales fabricantes de estos cambios eran Cotal y Wilson. Su elevado precio y peso las fueron dejando en desuso y en los años 60 sólo los autobuses y camiones las utilizaban.

Las cajas de cambios TCT del grupo Fiat de doble embrague funcionan con los embragues en seco. La siguiente generación de cambios semi-automáticos se limitaba a prescindir del pedal de embrague. El conductor accionaba la palanca de cambios y una serie de sensores en la palanca y en el motor se encargaban de dosificar el embrague. Empieza la era robotizada con los cambios delINSU Ro80 (éste, en realidad, emplea un convertidor de par, no necesita embrague), Sensonic de Saab, Renault Twingo Easy, etc. Su precio, similar al de un cambio automático, los han hecho caer en el olvido. Su complicación es casi la misma que la de un cambio totalmente automático, de ahí su declive.

**4.3.4 Cambios automáticos.** Aquí el conductor no necesita intervenir para nada más que cambiar el sentido de la marcha o estacionar. Tanto el embrague como las marchas funcionan de manera completamente autónoma -o, si lo queremos, podemos seleccionarlas de forma manual con palancas, levas, teclas, etc.- y distinguiamos los siguientes sistemas:

Caja automática convencional con convertidor de par. Se trata de una caja de cambios de trenes epicicloidales y convertidor de par. Son robustas, pero tienen dos inconvenientes: el peso y las pérdidas por resbalamiento del convertidor hidráulico. Son las denominadas Tiptronic del grupo VAG, Steptronic de BMW, etc. Poco a poco, su uso se reduce, debido a sus pérdidas energéticas y al aumento del consumo de combustible que suponen.

Caja de cambios manual robotizada de disco simple. Básicamente, es una caja de cambios manual de embrague monodisco a la que se le añade un sistema formado por electroválvulas y una unidad de control que acciona el embrague y el selector del cambio. Los pioneros en comercializar este tipo de cajas de cambio fueron BMW con los famosos SMG y Alfa Romeo con los Selespeed.

Antes, su funcionamiento no era demasiado “fino”, ni fiable. Ahora, han mejorado mucho en las últimas generaciones y están proliferando bastante gracias a su reducido coste de producción. Aquí tenemos las empleadas por PSA en los Peugeot 308 y Citroën C4 Picasso, o la novísima ASG presentada en el VW Up! y en el Seat Mii.

Caja de cambios manual robotizada de doble disco húmedo: Se encuadran aquí las famosas cajas de cambio de doble embrague del grupo VAG llamadas DSG y las PDK de Porsche. Se trata de un invento de la marca de Stuttgart para la competición. Su idea básica es que cuanto más tiempo tardamos en cambiar de marcha, menos tiempo está el motor empujando y peores “cronos” hacemos. A Porsche se le ocurrió reducir segundos lanzando un cambio de doble embrague. Las cajas son cada vez más compactas. En realidad, se trata de dos cajas de cambio dentro de una única carcasa. Cuando una está moviendo el coche en una marcha, la otra tiene preparada la siguiente. De ese modo, el conductor, al seleccionar una relación, simplemente desembraga una caja de cambios y embraga la que corresponda, reduciendo así el tiempo de respuesta. Tienen el inconveniente de que son caras, complicadas de fabricar y pesadas, al ir bañadas en aceite.

Cajas de cambio robotizadas de doble embrague en seco:

La idea es la misma que la anterior, pero los discos de embrague no van bañados en aceite. Son más ligeras y baratas que las anteriores. El último ejemplo de este tipo de cajas de cambio son los modelos TCT de Alfa Romeo.

## 4.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA CAJA MECÁNICA

Las ventajas de manejar un carro mecánico se enmarcan fundamentalmente en la capacidad del conductor de controlar la marcha del carro, con cambios bajos para aprovechar la potencia del motor y altos para darle velocidad. De esta manera, el conductor regula sobre su vehículo, cosa que no ocurre con el carro automático, que funciona a voluntad.

Otras ventajas que tiene el carro mecánico es que consume menos combustible y es menos costoso repararlo en caso de un daño. Además, en caso de un daño o de una “varada”, el carro puede “prenderse empujado” como se dice coloquialmente, cosa que en el carro automático no puede hacerse con facilidad.

Las desventajas serían de orden técnico, pues la coordinación entre el clutch y los cambios es algo que algunos conductores no logran controlar del todo. Ese tipo de esfuerzo, más la incomodidad de tener que accionar la palanca de cambios cada vez que se frena y se acelera, serían los “peros” más frecuentes en este tipo de autos.

A la hora de elegir entre un carro automático o mecánico, debes también tener en cuenta el terreno por dónde vas a transitar normalmente. Si tus desplazamientos se harán generalmente por la ciudad, es recomendable comprar el vehículo automático, pues será más fácil y cómodo conducirlo (sobre todo en zonas de alto tráfico, donde constantemente deberás frenar y acelerar). En cambio, si vas a conducir por carretera, zonas de terreno variables y pendientes muy pronunciadas, el consejo es conseguir un carro mecánico, pues tendrás el motor indicado para conducir por estas complicadas zonas.

## 4.5 COMPONENTES Y FUNCIONAMIENTO

La caja de cambios mecánica tiene varios componentes, a continuación, un repaso por las características y la función de los más importantes.

### 4.5.1 Componentes

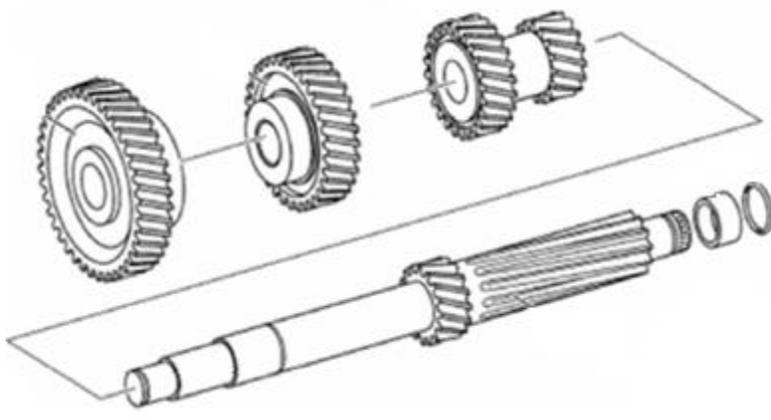
**4.5.1.1 Árbol primario.** Recibe el movimiento a la misma velocidad de giro que el motor. Habitualmente lleva un único piñón conductor en las cajas longitudinales para tracción trasera o delantera.

**Figura 4. Árbol Primario**



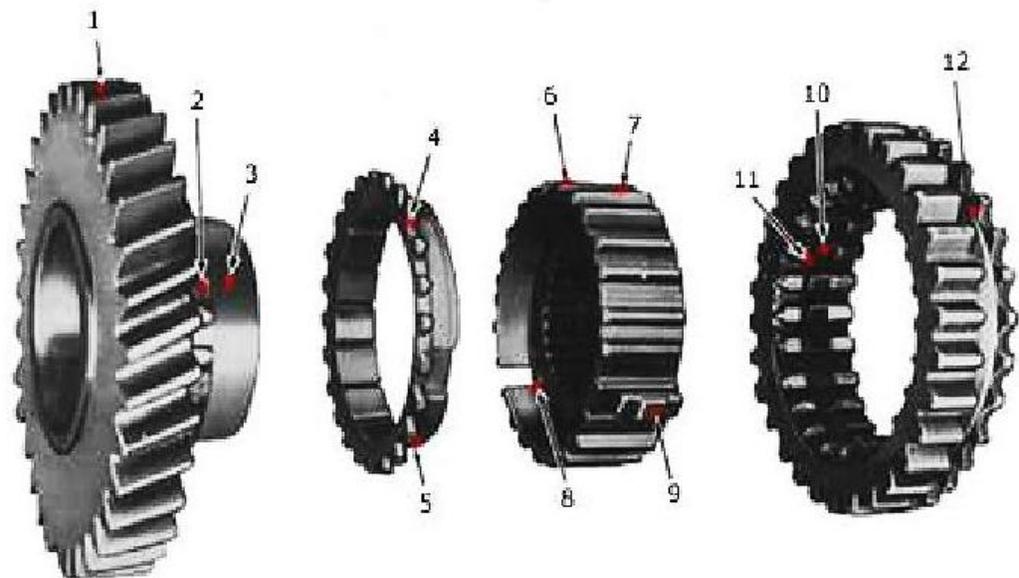
**4.5.1.2 Árbol intermedio.** Es el árbol opuesto o contra eje. Consta de un piñón corona conducida que engrana con el árbol primario, y de varios piñones (habitualmente tallados en el mismo árbol) que pueden engranar con el árbol secundario en función de la marcha seleccionada.

**Figura 5. Árbol Intermedio**





**Figura 7. Despiece Parcial De Un Sincronizador**



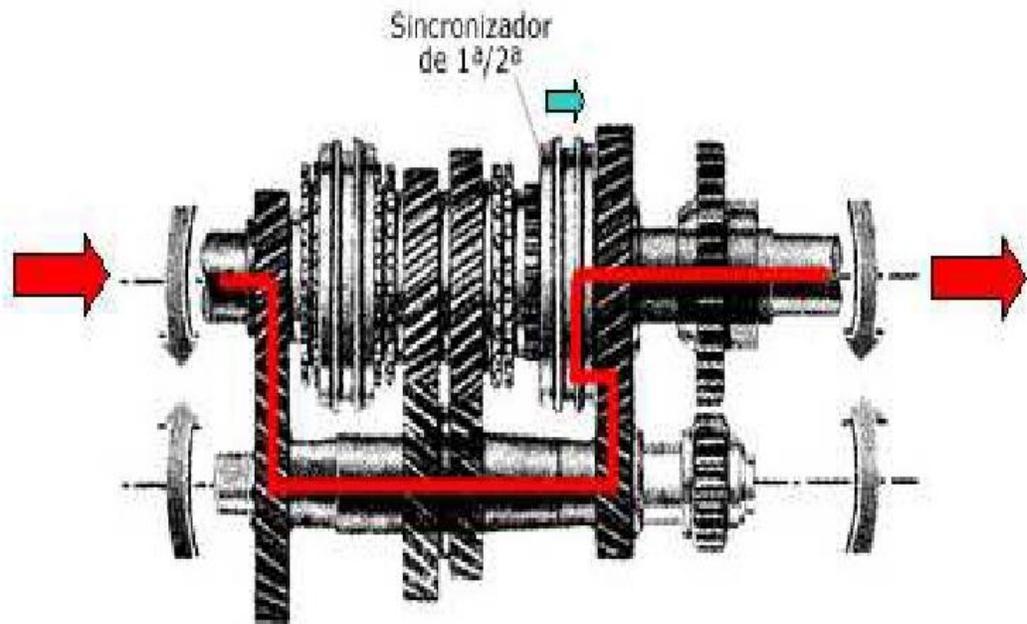
- 1.- Pinón loco de 1ª velocidad
- 2.- Dentado exterior
- 3.- Superficie conica
- 4.- Dentado exterior
- 5.- Anillo sincronizador
- 6.- Cubo

- 7.- Ranuras exteriores
- 8.- Anillo elástico sincronizador
- 9.- Chaveta
- 10.- Ranura anular
- 11.- Dentado interior
- 12.- Mangullo sincronizador

## 4.5.2 Funcionamiento

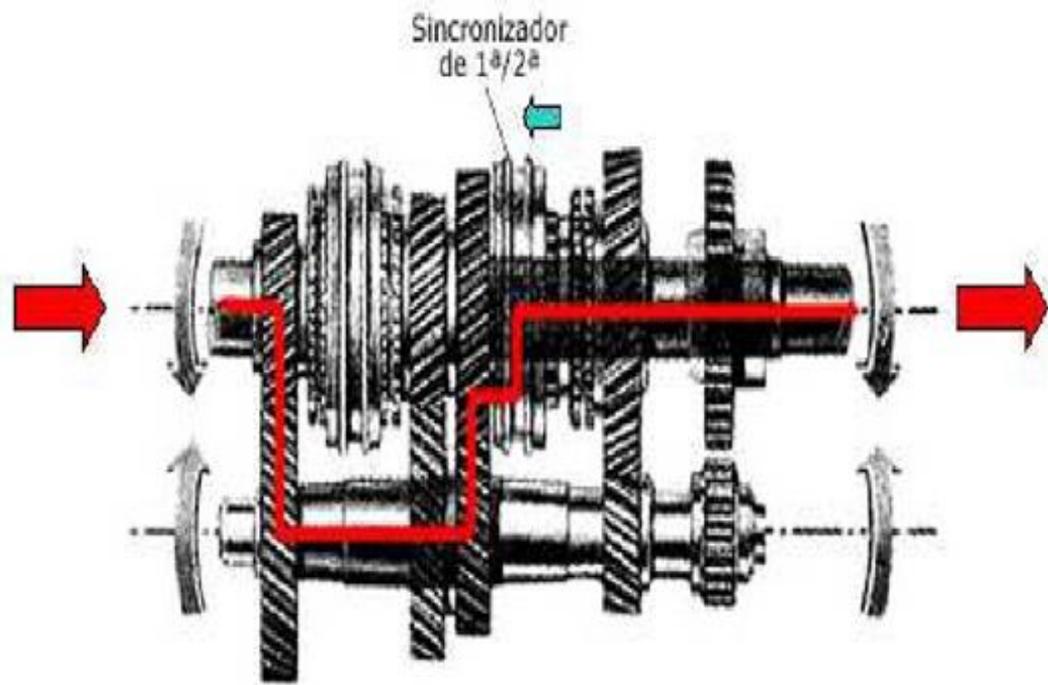
**4.5.2.1 Primera velocidad.** El desplazamiento del sincronizador de 1ª/2ª (N) hacia la derecha, produce el enclavamiento del correspondiente piñón loco (I) del eje secundario, que se hace solidario de este eje. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la figura inferior, obteniéndose la oportuna reducción. En esta velocidad se obtiene la máxima reducción de giro, y por ello la mínima velocidad y el máximo par.

**Figura 8.** Funcionamiento De La Caja De Cambios (Primera Velocidad)



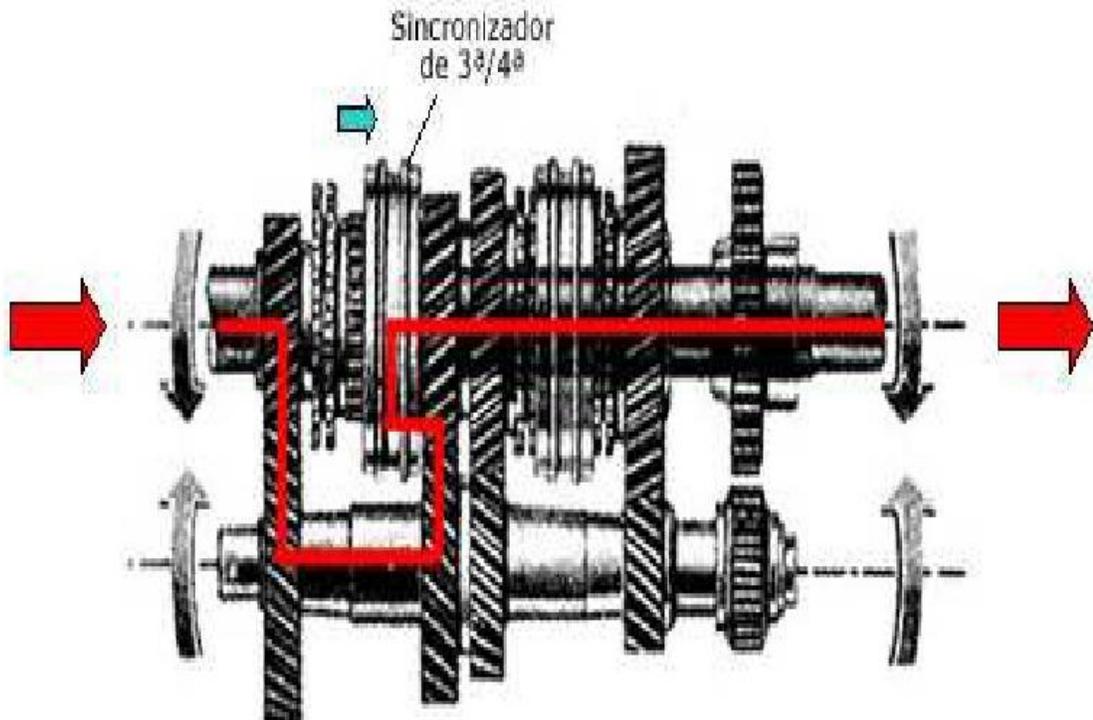
**4.5.2.2 Segunda velocidad.** El desplazamiento del sincronizador de 1ª/2ª hacia la izquierda, produce el enclavamiento del correspondiente piñón loco (J) del eje secundario, que se hace solidario de este eje. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la figura inferior, obteniéndose la oportuna reducción. En esta velocidad se obtiene una reducción de giro menor que en el caso anterior, por ello aumenta la velocidad y el par disminuye.

**Figura 9.** Funcionamiento De La Caja De Cambios (Segunda Velocidad)



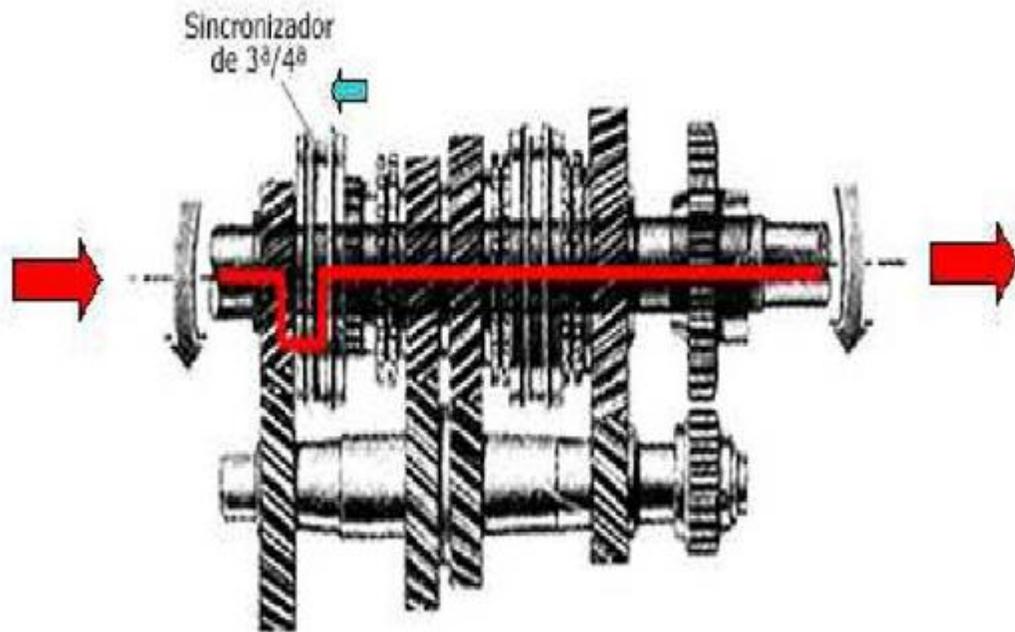
**4.5.2.3 Tercera velocidad.** El desplazamiento del sincronizador de 3ª/4ª (O) hacia la derecha, produce el enclavamiento del correspondiente piñón loco (H) del eje secundario, que se hace solidario de este eje. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la figura inferior, obteniéndose la oportuna reducción.

**Figura 10.** Funcionamiento De La Caja De Cambios (Tercera Velocidad).



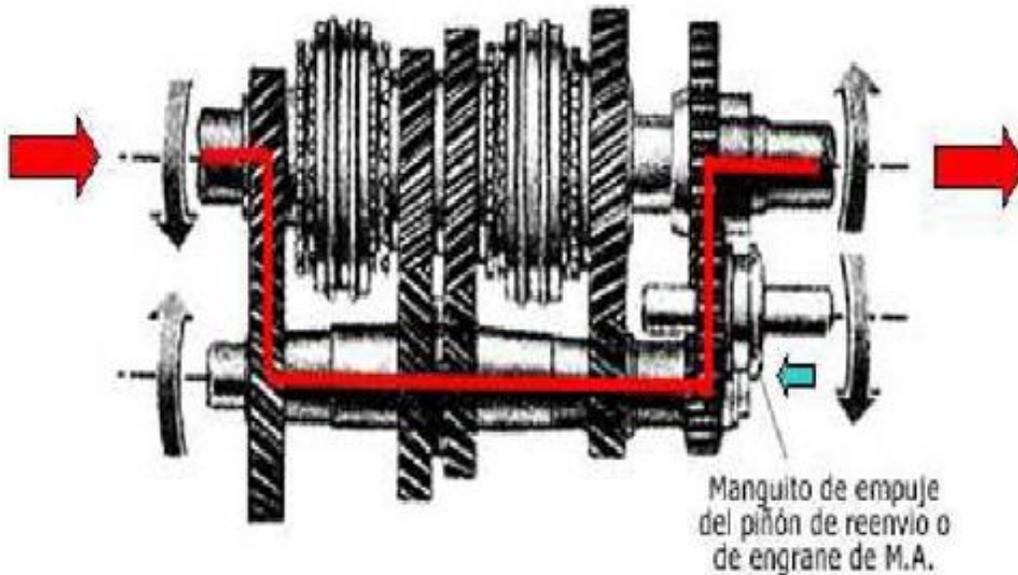
**4.5.2.4 Cuarta velocidad.** El desplazamiento del sincronizador de 3ª/4ª (O) hacia la izquierda, produce el enclavamiento del correspondiente piñón de arrastre o toma constante del eje primario, que se hace solidario con el eje secundario, sin intervención del eje intermediario en este caso. Con ello, el giro es transmitido desde el eje primario como muestra la figura inferior.

**Figura 11.** Funcionamiento De La Caja De Cambios (Cuarta Velocidad)



**4.5.2.5 Marcha atrás.** Cuando se selecciona esta velocidad, se produce el desplazamiento del piñón de renvió (T), empujado por un manguito. Al moverse el piñón de renvió, engrana con otros dos piñones cuya particularidad es que tienen los dientes rectos en vez de inclinados como los demás piñones de la caja de cambios, La reducción de giro suele ser parecida a la de 1ª velocidad. Hay que reseñar que el piñón del eje secundario perteneciente a esta velocidad es solidario al eje, al contrario delo que ocurre con los restantes de este mismo eje que son "locos".

**Figura 12.** Funcionamiento De La Caja De Cambios (Marcha Atrás).



## 4.6 MOTOR ELÉCTRICO

Un **motor eléctrico** es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos electromagnéticos variables. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras o en automóviles híbridos realizan a menudo ambas tareas, si se los equipa con frenos regenerativos.

Son muy utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías. Así, en automóviles se están empezando a utilizar en vehículos híbridos para aprovechar las ventajas de ambos.

**4.6.1 Ventajas.** En diversas circunstancias presenta muchas ventajas respecto a los motores de combustión:

- A igual potencia, su tamaño y peso son más reducidos.
- Se pueden construir de cualquier tamaño.
- Tiene un par de giro elevado y, según el tipo de motor, prácticamente constante.

- Su rendimiento es muy elevado (típicamente en torno al 75%, aumentando a medida que se incrementa la potencia de la máquina).
- Este tipo de motores no emite contaminantes, aunque en la generación de energía eléctrica de la mayoría de las redes de suministro sí emiten contaminantes.

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 METODO

Para la realización del proyecto nuestra metodología fue investigar y estudiar todo lo referente a la caja mecánica, teniendo como ventaja los conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra carrera y el apoyo del internet como fuente de información.

Después de todo el proceso de investigación se estudio el método apropiado para lograr visualizar el debido funcionamiento de la caja, esto permitirá evaluar o conocer las referencias de los materiales para tener una mejor creación en el soporte y el mecanismo, después de esto pasamos a conseguir la caja y el motor eléctrico (antes mencionado), concluiremos con obtener la mayor de las partes a utilizar.

El banco de prueba se construirá en el taller de un compañero de los integrantes del grupo, este lugar consta de las herramientas apropiadas y de unas personas que nos servirán como apoyo a la hora de afrontar un problema.

**5.1.1 Fuentes Primarias.** La información necesaria para el desarrollo de este proyecto se obtuvo mediante un particular y asesores del Instituto Tecnológico Pascual Bravo.

**5.1.2 Fuentes Secundarias.** Manuales, libros, internet, donde se extrajo la información necesaria para el desarrollo del proyecto.

## 6. RESULTADOS DEL PROYECTO

El resultado del proyecto es la solución propuesta desde el inicio y como tal se obtiene un banco de prueba donde se observa el funcionamiento de la caja mecánica, no es más que una caja mecánica sobre un banco de pruebas funcionando y un motor eléctrico que le permite al usuario observar el funcionamiento de la caja automática en tiempo real esto implica que además del funcionamiento de la caja, también debe funcionar el sistema del clutch y de aceleración.

Se observa el funcionamiento de la caja interiormente por un corte que se le hizo del lado derecho y donde se le adaptó un acrílico transparente. Esto logrará que se pueda ver el funcionamiento de los piñones.

Para el ensamble de los componentes se elabora una estructura metálica que consta de una cruz metálica de 30cm por 30cm a la cual se le colocaron 4 rodachinas, 2 con freno y 2 con ruedas locas, se le suelda en el centro un ángulo metálico de  $1\frac{1}{2}$ in por  $\frac{1}{8}$ in con 50cm de alto y en la punta de arriba se le suelda un rectángulo hecho con el ángulo metálico de 100cm de largo por 30cm de ancho, esta estructura está hecha para soportar un peso de 200kg, la cual es apta para soportar la caja y el motor eléctrico y además se le hace un recubrimiento de seguridad ya que quedaba expuesto y podría electrocutar al usuario.

También se le soldó a la estructura una "L" al revés para que soportara la volante y no se saliera del sistema al momento de presionar el clutch.

Al clutch se le hace un sistema de palanca para que sea fácil y seguro presionarlo. Para el motor eléctrico se le suelda una "H" en la punta de la estructura que da con la volante para que se engrane el motor y esta, y se genere el debido movimiento, también se le construyó un variador de velocidad, ya que giraba muy rápido y su potencia era mucha.

La inversión para construir el banco de pruebas fue de \$1'353.000

Los cuidados que necesita el banco de prueba son similares a los que deben tener cualquier caja mecánica, el más común es revisar siempre el nivel de aceite de la caja y realizar el cambio de aceite cada 6 meses, para el motor eléctrico sería limpiarlo de suciedad y polvo cada 3 meses.

Siguiendo estas recomendaciones y haciendo un buen uso del banco de pruebas se garantiza que los estudiantes tendrán una herramienta de estudio que les durará muchos años.

**Figura 13. Banco De Prueba (Lado A)**

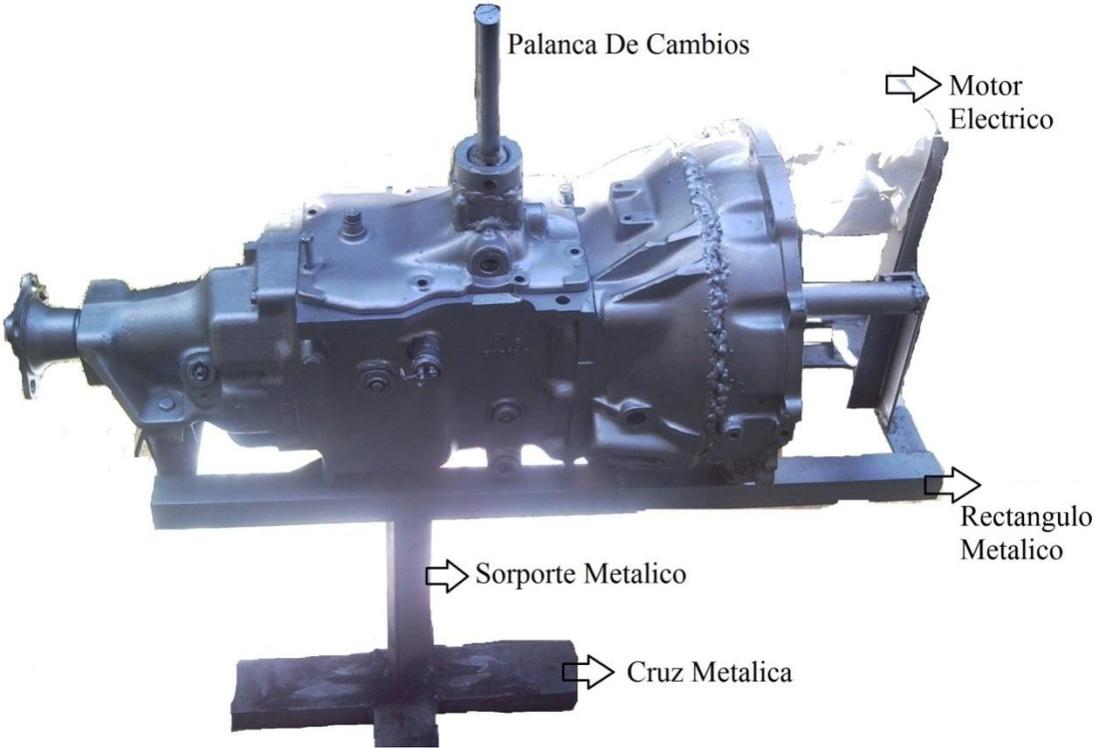
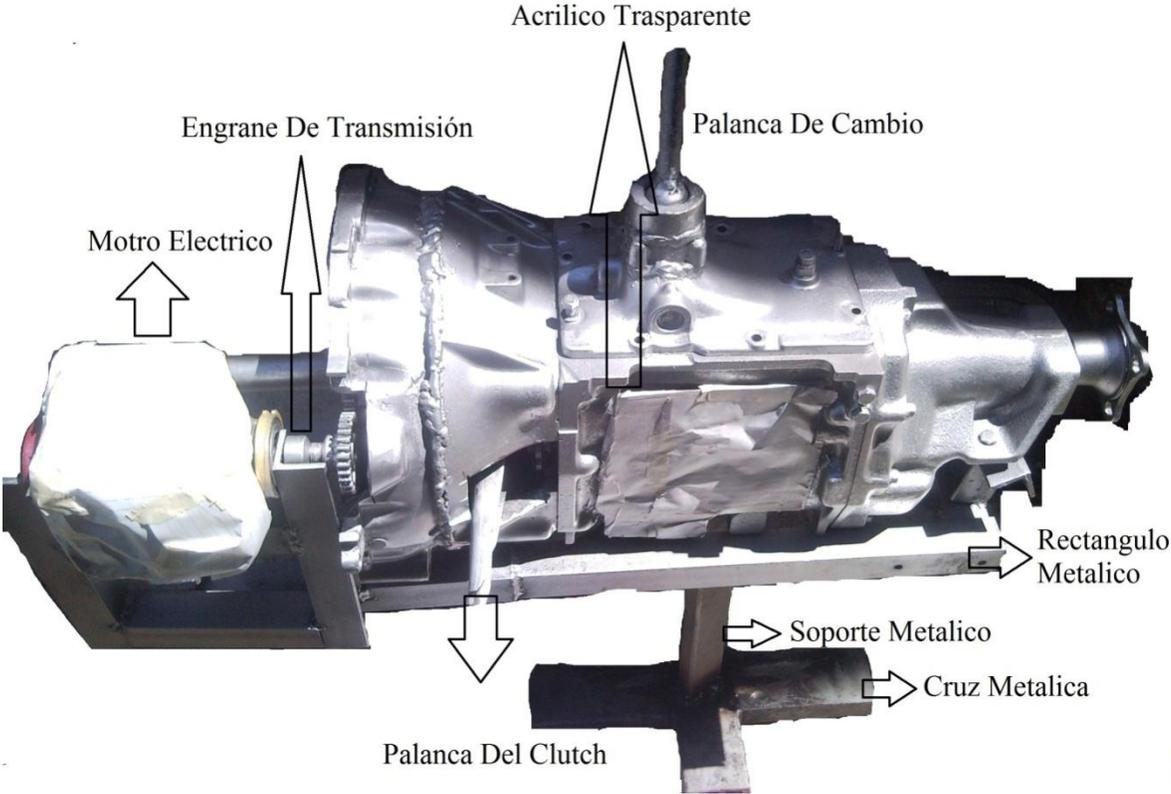


Figura 14. Banco De Pruebas (Lado B)



## 7. CONCLUSIONES

- Cumplimos con el objetivo de construir lo que se había proyectado desde el inicio de este trabajo.
- Para nosotros Janio Fidel Suarez Fuentes, Andrés Felipe Castañeda López, Luis Ramiro Marzan Arcila consideramos que la construcción de este banco de pruebas fue la mejor experiencia que nos permitió hacer una práctica de todo lo que vimos durante nuestra carrera.
- El banco de pruebas es una herramienta que servirá, no solo como apoyo técnico, sino que también puede ser utilizado para que los profesores tengan la debida instrumentación al momento de explicar varias clases.

## **8. RECOMENDACIONES**

- Revisar los niveles de aceite de la caja mecánica.
- Realizar una inspección visual de todos los componentes del banco de prueba para verificar que estén en buen estado y no alteren el correcto funcionamiento de este.
- Revisar cada mes la correcta transmisión de fuerza.
- Cambiar aceite de la caja cada 6 meses.
- Hacerle mantenimiento al motor eléctrico cada 3 meses.

## **BIBLIOGRAFIA**

HEITNER, Joseph. Mecánica Automotriz: Principios y Prácticas. 14ª Edición. México: Editorial Diana, 1998.

OGATA, Katsuhiko. Traducción Sebastián Dormido Canto; Revisión técnica Sebastián Dormido Bencomo. Ingeniería De Control Moderna. Cuarta edición. Madrid: Pearson Educación, 2007.

## CIBERGRAFIA

CISE ELECTRONICA [en línea]. [Citado el 23 de Noviembre de 2012]. Disponible en Internet: <[www.cise.com](http://www.cise.com)>

Inyectcar [en línea]. [Citado el 10 de Septiembre de 2012]. Disponible en Internet: <[www.inyectcar.com.ar](http://www.inyectcar.com.ar)>

Itssoft [en línea]. [Citado el 5 de Noviembre de 2012]. Disponible en Internet: <[www.itssoft.com](http://www.itssoft.com)>

Parallels panel [en línea]. [Citado el 20 de Octubre de 2012]. Disponible en Internet: <[www.mecanicavirtual.org](http://www.mecanicavirtual.org)>

Tubisa Sac [en línea]. [Citado el 6 de Noviembre de 2012]. Disponible en Internet: <[www.tubisa.com.pe](http://www.tubisa.com.pe)>