



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**MONOGRAFÍA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**TEMA: “IMPLEMENTACIÓN DEL TREN DE POTENCIA Y SISTEMA DE
TRANSMISIÓN PARA UN VEHÍCULO BIPLAZA TIPO BUGGY PARA LA CARRERA
DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE
GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE”**

AUTOR: LAVERDE ANCHATIPAN ERICK DAVID

DIRECTOR: ING. ARIAS PÉREZ ANGEL XAVIER

LATACUNGA - 2020



Objetivo General

Implementar el tren de potencia y sistema de transmisión, utilizando técnicas de construcción, mecanizado y adaptación de materiales, para un vehículo biplaza tipo buggy para la carrera de tecnología superior en mecánica automotriz de la unidad de gestión de tecnologías ESPE

Objetivo Específicos

Seleccionar el motor idóneo para el vehículo biplaza tipo Buggy, para que se observen los resultados positivos en el proyecto, tanto en eficiencia como en rendimiento del sistema tren de potencia y supere en dichos aspectos a otros vehículos.



Obtener excelentes resultados con el acoplamiento del motor Chevrolet Aveo y caja de cambios Volkswagen Brasilia, demostrando que la selección y adaptación de dichos elementos, fue idónea y el trabajo realizado, un éxito.



Objetivo Específicos

Instalar un motor a inyección electrónica en el vehículo tipo Buggy biplaza, para demostrar que un motor de estas características es mucho más eficiente, contamina menos y brinda un desempeño sobresaliente al automotor.



Lograr que el vehículo funcione perfectamente con todo el trabajo y adaptaciones realizadas, demostrando en el término del proyecto que el aprendizaje en las aulas de clases han sido aplicadas en un trabajo sobresaliente.



Antecedentes:

Los primeros datos existentes sobre buggies y prototipos estructurales provienen del estado de California Estados Unidos a mediados de los años 50. Inicialmente los vehículos eran fabricados a nivel personal como Hobby.

Estos, se diseñaban individualmente en garajes particulares sobre un modelo de coche ya comercializado en el mercado. En los años sesenta comenzó a popularizarse el buggy, las familias preparaban los vehículos en sus garajes y el fin de semana se desplazaban a la playa a probarlos. Actualmente el buggy tipo chasis tubular se sigue fabricando en los Estados Unidos por empresas especializadas bajo pedido, estos llevan potentes motores V6 y V8, con poderosas suspensiones de largo recorrido para poder saltar las dunas de los desiertos y playas de Arizona o California.

De esta forma, en el proyecto de titulación DISEÑO, CONSTRUCCION E IMPLEMENTACION DE UN CHASIS TUBULAR PARA UN VEHICULO BUGGY se concluyó que:

“La selección adecuada del motor que se vaya a utilizar para este tipo de vehículos es de vital importancia, pues de este depende el rendimiento y la seguridad de los ocupantes, la estructura cumplirá su trabajo en base a la potencia y fuerzas que genere sobre la misma.”

En Latinoamérica uno de los países Pioneros en la construcción de carrocerías tubulares fue Brasil utilizando motores y partes de vehículos Volkswagen escarabajo. En Ecuador la construcción de estos vehículos se ha encaminado más a los campeonatos de cuatro por cuatro con motores V8 que brindan grandes torques.

- MOTOR:

“Los motores más utilizados en los vehículos de estructura tubular son de tipo Otto de 2 y 4 tiempos, dependiendo del modelo, la capacidad, y el rendimiento se elegirá el número de cilindros y la cilindrada del motor para que brinde las necesidades requeridas.” (Pauta Morocho Juan DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN VEHICULO BIPLAZA DE ESTRUCTURA TUBULAR CON MOTOR MONOCILINDRICO YAMAHA YFM 200 (2012) (p3))

- SISTEMA DE TRANSMISION:

Estos sistemas tienen la misión de transmitir todo el par de motor hacia las ruedas motrices, para lo cual necesita de algunos elementos que se van a encargar de ello. En consecuencia dependerá de la posición del motor (delantero o posterior) y la posición de las ruedas motrices (tracción o propulsión).

De igual manera en el trabajo previo a la obtención del título de ingeniero en mecánica automotriz DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN VEHICULO BIPLAZA DE ESTRUCTURA TUBULAR CON MOTOR MONOCILINDRICO YAMAHA YFM 200 en el cual se menciona que: “La selección de un motor de 4 tiempos ayudaría a mejorar el rendimiento del vehículo tomando en cuenta la relación peso potencia, si la estructura es demasiado pesada, un motor de dos tiempos no va a generar la potencia necesaria para mover el vehículo.”

Planteamiento del problema

En la actualidad, los vehículos automotores han sido señalados como uno de los causantes de la exorbitante contaminación ambiental, esto en parte ha sido controlado en cierta forma en vehículos con motores modernos, para ello se ha implementado el sistema de inyección electrónica, el cual es un avance que nos ayuda a reducir en gran parte la contaminación ambiental a causa de los automotores.

Un gran problema en los vehículos buggies es que para su construcción se utilizan motores a carburación, los cuales son altamente contaminantes, pues, no cuentan con un control del sistema de combustible electrónico, y por ende los gases emanados al ambiente por parte de estos motores son letales para la salud de la naturaleza.

Debido a que en los motores a carburación la dosificación de combustible no es controlada por medios electrónicos, otro gran problema es su excesivo consumo, lo cual afecta de gran manera a la economía de quienes son usuarios de este tipo de vehículos. Estos problemas pueden ser la causa de un irreversible daño al medio ambiente, así mismo, pueden ser los causantes para problemas económicos de las personas que tienen la tendencia a ser usuarios de los vehículos buggies, por ende, se deben buscar formas para poder dar solución a los mismos.



Justificación

En el trabajo de implementación del tren de potencia y transmisión en vehículo tipo Buggy se busca la optimización del rendimiento del mismo, no solo en el ámbito de potencia, sino, también en el ámbito medio ambiental y económico.

Para este proyecto se utilizará un motor de combustión interna con sistema de inyección electrónico, lo cual abrirá las puertas a la innovación en la construcción de vehículos buggy. Esto permitirá que el sistema de tren de potencia cuente con medios electrónicos para ser controlado, lo cual permitirá una dosificación adecuada de gasóleo a ser combustionado, así, se reducirán de manera notable las emanaciones de gases contaminantes a la atmosfera, ayudando a preservar la vida del medio ambiente, reduciendo la contaminación. Al mismo tiempo, al ser una dosificación adecuada y sólo en las proporciones de combustible necesarias, se reduce el consumo del mismo, ahorrando dinero a los usuarios de los vehículos buggies. Al implementar un motor con sistema de inyección electrónica, también mejoraremos notablemente el rendimiento y eficiencia del automóvil, características que no pueden ser logradas con los tradicionales motores de combustión interna a carburación que son comúnmente utilizados para la construcción de vehículos buggies.



Selección del motor y caja de cambios

Combustible	gasolina
Cilindrada	1598 cc
Potencia	103/6000 hp/rpm
Torque	144/3600 N·m/rpm
Alimentación	inyección electrónica multipunto
Cilindros	4 en línea
Válvulas	16
Sistema start / stop	no



Comparativa entre motores

Motor a inyección	Motor a carburación
<ul style="list-style-type: none">• Mejor eficiencia y rendimiento del motor.	<ul style="list-style-type: none">• Menos eficiente.
<ul style="list-style-type: none">• Mayor ahorro en consumo de combustible.	<ul style="list-style-type: none">• Mayor consumo de combustible.
<ul style="list-style-type: none">• Menor cantidad de gases nocivos emanados al ambiente.	<ul style="list-style-type: none">• Emanan mayor cantidad de gases nocivos al medio ambiente.
<ul style="list-style-type: none">• Contribuye a reducir la contaminación ambiental.	<ul style="list-style-type: none">• Contamina mucho más el medio ambiente.
<ul style="list-style-type: none">• Arranque en frío más rápido y eficiente.	<ul style="list-style-type: none">• Arranque en frío más lento, menos eficiente.
<ul style="list-style-type: none">• Mayor facilidad en los mantenimientos.	<ul style="list-style-type: none">• Dificultad y complejidad en los mantenimientos.
<ul style="list-style-type: none">• Manejo más suave, menor cantidad de vibraciones.	<ul style="list-style-type: none">• Manejo brusco, mayor cantidad de vibraciones.
<ul style="list-style-type: none">• Respuesta mucho más rápida y precisa de la aceleración.	<ul style="list-style-type: none">• Respuesta lenta en la aceleración.



Gases de escape	Motor a carburación	Motor a inyección
CO	1,85%	0,53%
HC	196 PPM	5547PPM
CO2	10,3%	7,2%
O2	5,72%	4,87%



Especificaciones	Chevrolet Aveo 1600	Nissan Sentra 1600	Volkswagen gol 1600
Torque	144 Nm	140 Nm	136 Nm
Potencia	103 Hp	97 Hp	90, 74 Hp
Nº Válvulas	16	16	16
Sistema inyección	Electrónica multipunto	Electrónica multipunto	Electrónica multipunto
Relación de compresión	9.5 : 1	9.4 : 1	9.4 : 1





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Comparativa entre cajas de cambios

Caja de cambios Volkswagen Brasilia	Caja de cambios fiat 127	Caja de cambios Suzuki Forza
Rt1= 3,60 : 1	Rt1= 3,38 : 1	Rt1= 3,41 : 1
Rt2= 1,88 : 1	Rt2= 1,66 : 1	Rt2= 1,74 : 1
Rt3= 1,23 : 1	Rt3= 1,17 : 1	Rt3= 1,21 : 1
Rt4= 0,79 : 1	Rt4= 0,81 : 1	Rt4= 0,76 : 1
Rtr= 4,37 : 1	Rtr= 3,59 : 1	Rtr= 4,16 : 1





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Relación de transmisión, torque y velocidad transmitidas por el conjunto tren de potencia y transmisión (motor Chevrolet aveo y caja de cambios Volkswagen Brasilia)

Terminología:

- rf: Relación de transmisión final fija
- rc: Relación de transmisión de caja de cambios por marcha
- rd: Relación de transmisión del diferencial
- Tr: Torque que transmiten las ruedas
- Tm: Torque que transmite el motor
- nr: RPM de las ruedas motrices
- nm: RPM del motor
- Lr: Longitud de rueda motriz
- ra: radio de rueda motriz
- V: velocidad (km/h)



En donde:

- $V = (Lr)(nr)\frac{60}{10^6}$
- $rf = (rc)(rd)$
- $Tr = (Tm)(rf)$
- $nr = \frac{nm}{rf}$
- $Lr = (ra)(2\pi)$

Datos:

$Tm = 144Nm$

rc primera marcha = 3,60:1

rc segunda marcha = 1,88:1

rc tercera marcha = 1,23:1

rc cuarta marcha = 0,79:1

rc reversa = 4,62:1

rd = 4,37:1

nm = 6200 RPM para máximo rendimiento
en el trabajo del motor

ra = 325mm



Primera velocidad:

$$rf = (rc)(rd)$$

$$rf = (3,60)(4,37)$$

$$rf = 15,732$$

$$Tr = (Tm)(rf)$$

$$Tr = (144Nm)(15,732)$$

$$Tr = 2265,40 \text{ Nm/2}$$

“divide para 2, son dos ruedas motrices”

$$Tr = 1132,704 \text{ Nm}$$

$$nr = \frac{nm}{rf}$$

$$nr = \frac{6200RPM}{15,732}$$

$$nr = 394,101 \text{ RPM}$$

$$Lr = (ra)(2\pi)$$

$$Lr = (325mm)(2\pi)$$

$$Lr = 2042,035mm$$

$$V = (Lr)(nr) \frac{60}{10^6}$$

$$V = (2042,035mm)(394,101RPM) \frac{60}{10^6}$$

$$V = 48,28 \text{ km/h}$$



Segunda velocidad:

$$r_f = (r_c)(r_d)$$

$$r_f = (1,88)(4,37)$$

$$r_f = 8,215$$

$$T_r = (T_m)(r_f)$$

$$T_r = (144Nm)(8,215)$$

$$T_r = 1182,96 Nm/2$$

“divide para 2, son dos ruedas motrices”

.

$$nr = \frac{nm}{r_f}$$

$$nr = \frac{6200RPM}{8,215}$$

$$nr = 754,716 RPM$$

$$Lr = (ra)(2\pi)$$

$$Lr = (325mm)(2\pi)$$

$$Lr = 2042,035mm$$

$$V = (Lr)(nr) \frac{60}{10^6} T_r = 591,48Nm$$

$$V = (2042,035mm)(754,71RPM) \frac{60}{10^6}$$

$$V = 92, \frac{469km}{h}$$



Tercera velocidad:

$$rf = (rc)(rd)$$

$$rf = (1,23)(4,37)$$

$$rf = 5,375$$

$$Tr = (Tm)(rf)$$

$$Tr = (144Nm)(5,375)$$

$$Tr = 774 Nm/2$$

“divide para 2, son dos ruedas motrices”

$$Tr = 387 Nm$$

$$nr = \frac{nm}{rf}$$

$$nr = \frac{6200RPM}{5,375}$$

$$nr = 1153,48 \text{ RPM}$$

$$Lr = (ra)(2\pi)$$

$$Lr = (325mm)(2\pi)$$

$$Lr = 2042,035mm$$

$$V = (Lr)(nr) \frac{60}{10^6}$$

$$V = (2042,035mm)(1153,48 \text{ RPM}) \frac{60}{10^6}$$

$$V = 141,326 \text{ km/h}$$



Cuarta velocidad

$$r_f = (r_c)(r_d)$$

$$r_f = (0,79)(4,37)$$

$$r_f = 3,452$$

$$T_r = (T_m)(r_f)$$

$$T_r = (144Nm)(3,452)$$

$$T_r = 497,08 Nm/2$$

“divide para 2, son dos ruedas motrices”

$$T_r = 248,54 \underline{Nm}$$

$$nr = \frac{nm}{r_f}$$

$$nr = \frac{6200RPM}{3,452}$$

$$nr = 2042,035 \text{ RPM}$$

$$Lr = (ra)(2\pi)$$

$$Lr = (325mm)(2\pi)$$

$$Lr = 2042,035mm$$

$$V = (Lr)(nr) \frac{60}{10^6}$$

$$V = (2042,035mm)(1796,06 \text{ RPM}) \frac{60}{10^6}$$

$$V = 220,049 \text{ km/h}$$



Reversa

$$rf = (rc)(rd)$$

$$rf = (4,062)(4,37)$$

$$rf = 20,18$$

$$Tr = (Tm)(rf)$$

$$Tr = (144Nm)(20,18)$$

$$Tr = 2905,92Nm/2$$

“divide para 2, son dos ruedas motrices”

$$Tr = 1452,96Nm$$

$$nr = \frac{nm}{rf}$$

$$nr = \frac{6200RPM}{20,18}$$

$$nr = 307,234 \text{ RPM}$$

$$Lr = (ra)(2\pi)$$

$$Lr = (325mm)(2\pi)$$

$$Lr = 2042,035mm$$

$$V = (Lr)(nr) \frac{60}{10^6}$$

$$V = (2042,035mm)(307,234 \text{ RPM}) \frac{60}{10^6}$$

$$V = 37,642 \text{ km/h}$$



Comparación con motor Volkswagen Brasilia

1600

MOTOR, trasero.—Ciclo y género, 4 TG.—Número de cilindros y disposición, 4 H, opuestos.—Diámetro, 83 milímetros.—Carrera, 69 milímetros.—Cilindrada, 1.493 centímetros cúbicos.—Relación de compresión, 7,5 a 1.—Potencia máxima, 45 CV. (DIN).—Régimen máximo, 3.800 revoluciones por minuto.—Par motor máximo, 10,8 mkg. (DIN), a 2.000 revoluciones por minuto.—Disposición de válvulas, en cabeza.—Arbol de levas y su mando, central, por engranajes.—Refrigerado por aire.

TRANSMISION.—Embrague, seco.—Número de marchas adelante y sincronizado, cuatro, todas sincronizadas.—Puente trasero, par cónico espiral, 8/33.

SUSPENSION.—Delantera, independiente; barras de torsión transversales, estabilizador transversal.—Trasera, independiente; barras de torsión transversales, amortiguadores telescópicos.

DIRECCION.—Tipo, tornillo y rodillo.—Radio de giro, 5,55 metros.



Primera velocidad

- $T_m = 105,911 \text{ Nm}$

$$rf = (rc)(rd)$$

$$rf = (3,60)(4,37)$$

$$rf = 15,732$$

$$Tr = (Tm)(rf)$$

$$Tr = (105,911 \text{ Nm})(15,732)$$

$$Tr = 1666,19 \text{ Nm}/2$$

“divide para 2, son dos ruedas motrices”

$$Tr = 833,095 \text{ Nm}$$

$$nr = \frac{nm}{rf}$$

$$nr = \frac{3800 \text{ RPM}}{15,732}$$

$$nr = 241,54 \text{ RPM}$$

$$Lr = (ra)(2\pi)$$

$$Lr = (325 \text{ mm})(2\pi)$$

$$Lr = 2042,035 \text{ mm}$$

$$V = (Lr)(nr) \frac{60}{10^6}$$

$$V = (2042,035 \text{ mm})(241,54 \text{ RPM}) \frac{60}{10^6}$$

$$V = 30,087 \text{ km/h}$$



Mantenimientos: Prueba de compresión del motor

C1	C2	C3	C4
125	130	130	125



Cambio de retenedor del cigüeñal



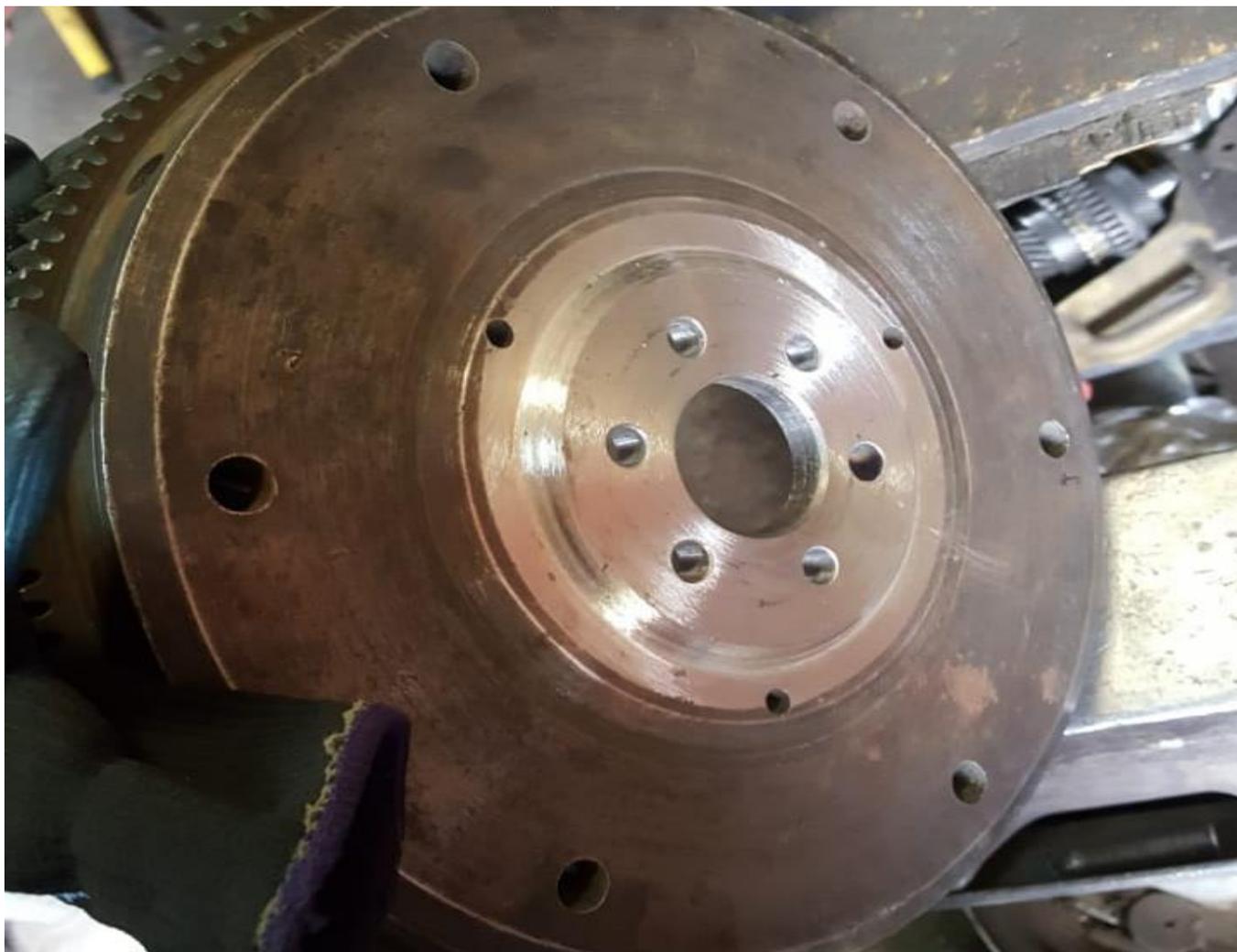
Cambio de rodamiento del embrague



Acoplamiento de motor y caja de cambios

Adaptación del volante de inercia:





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

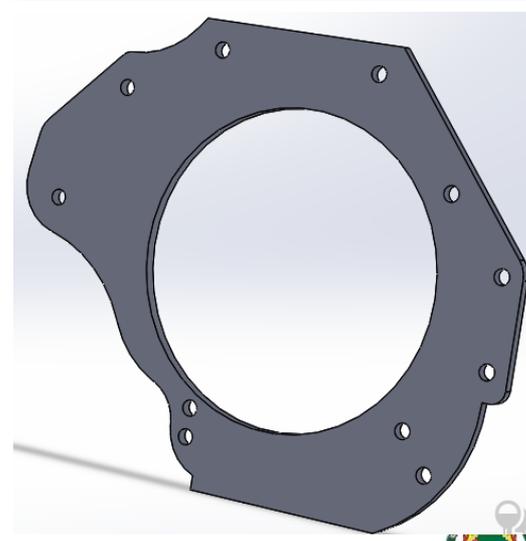
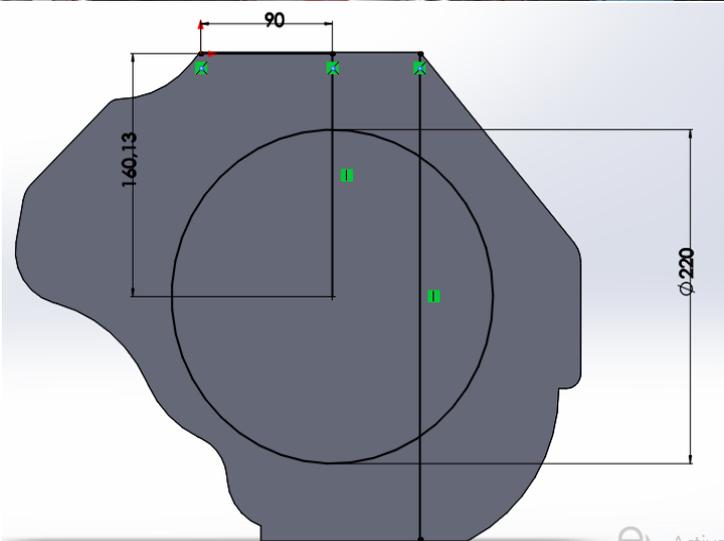
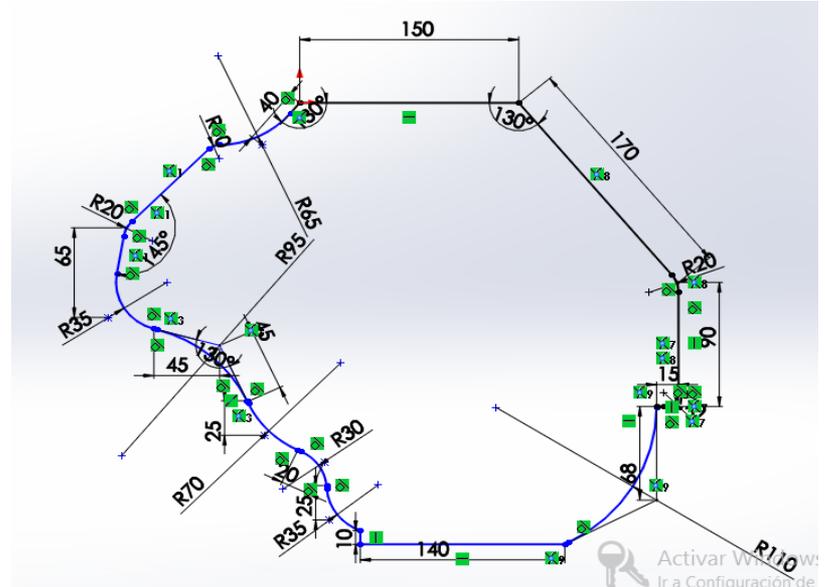
Montaje de kit de embrague y volante de inercia

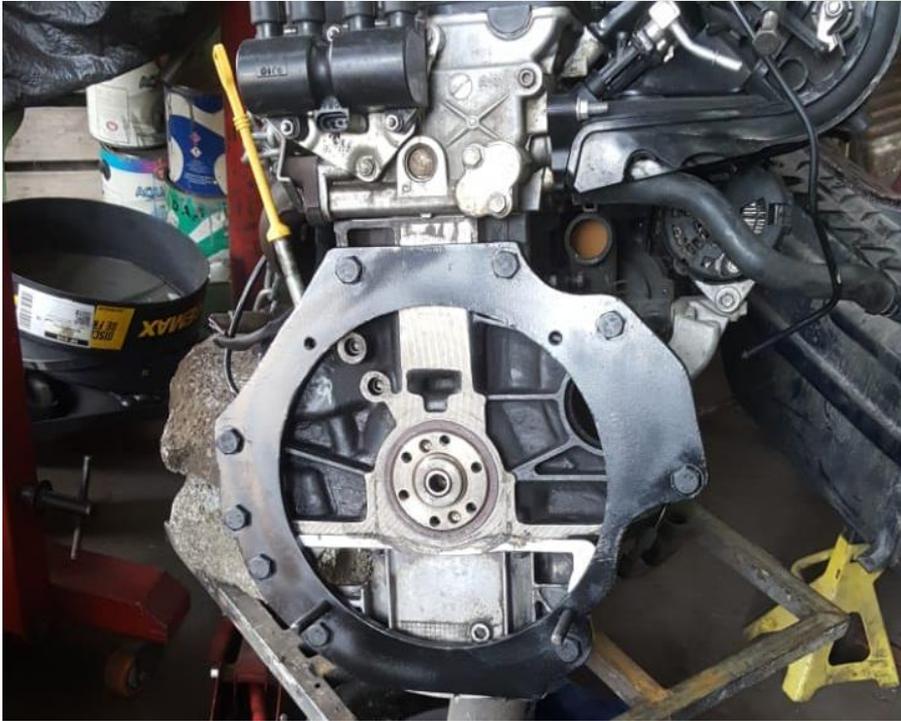


Fabricación de un adaptador para el acople entre motor y caja de cambios



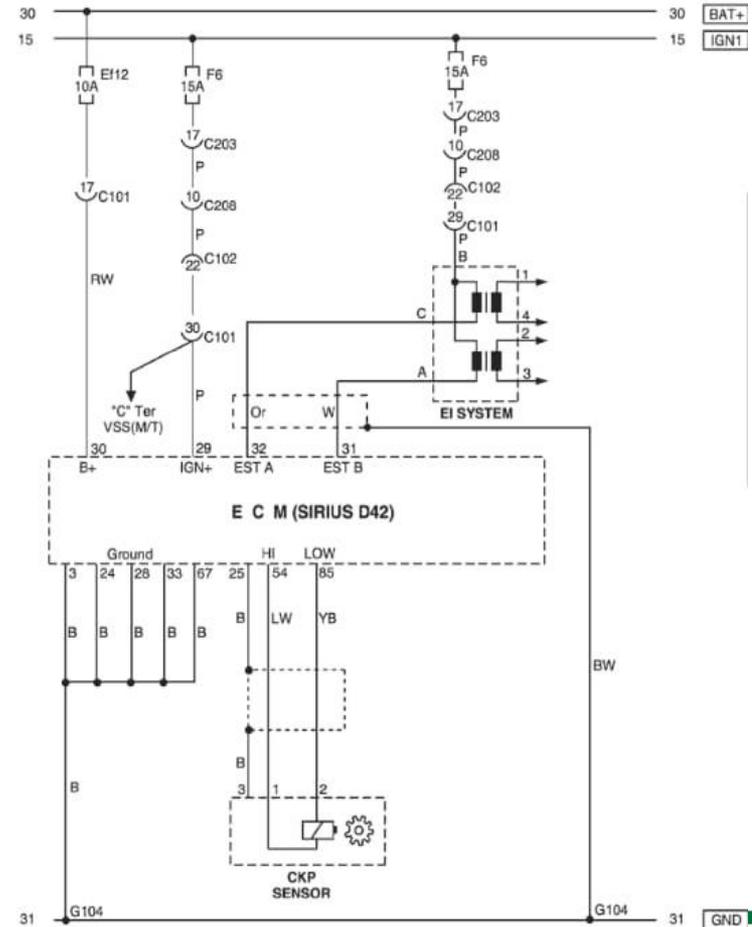
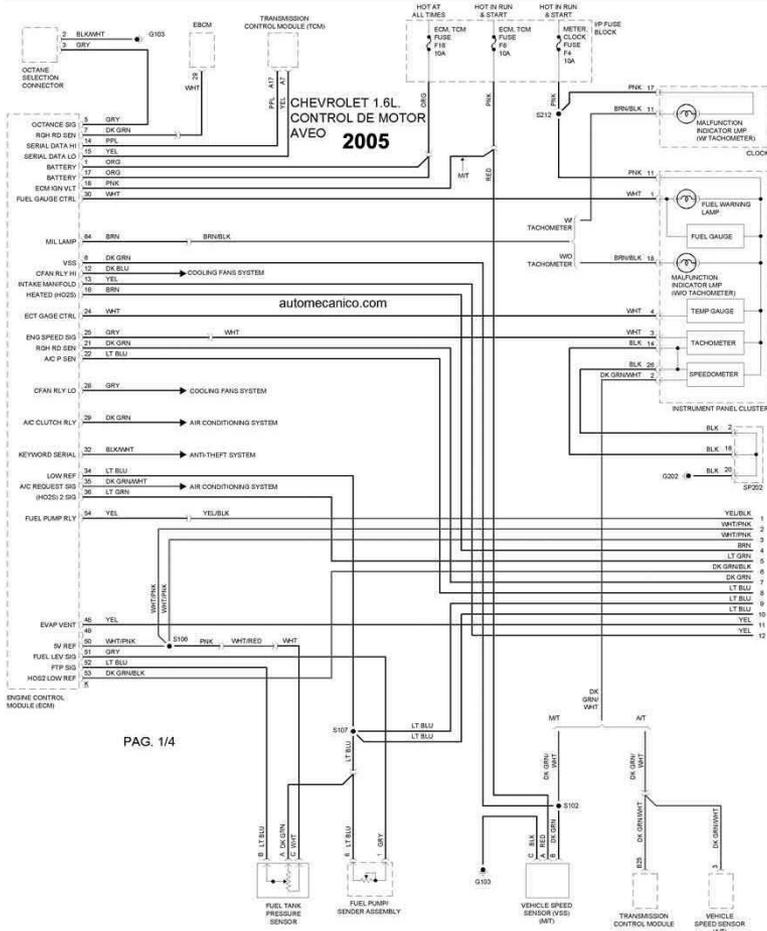


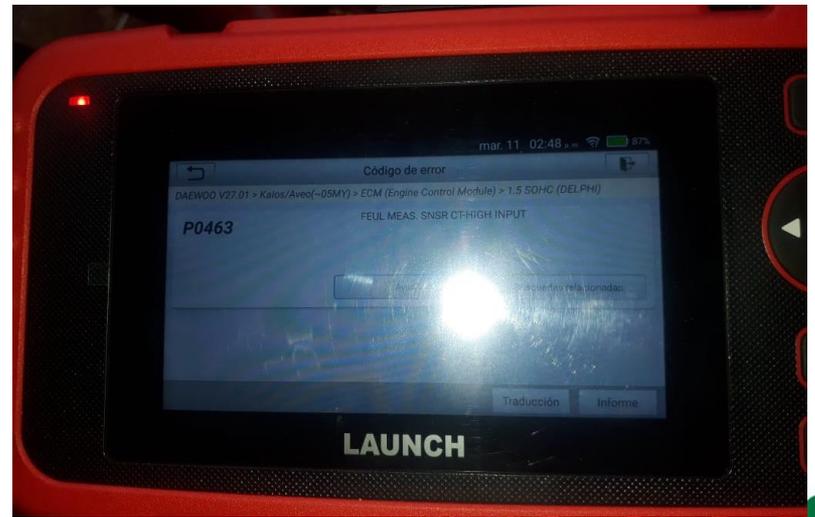
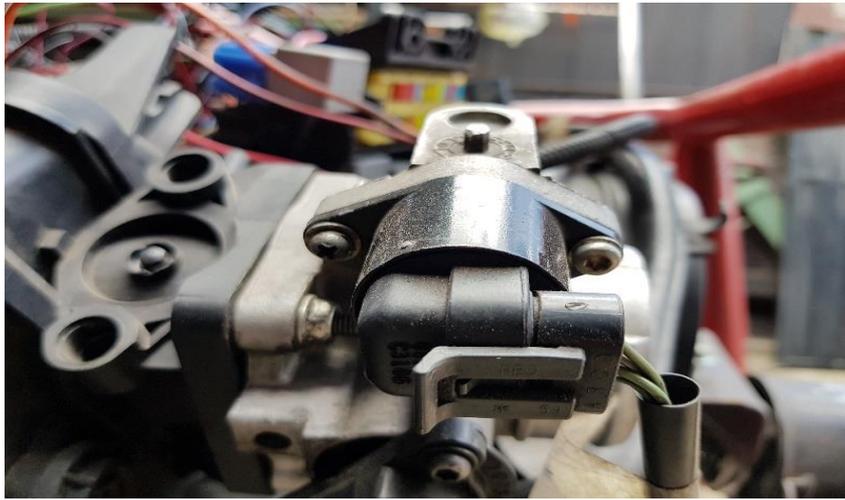
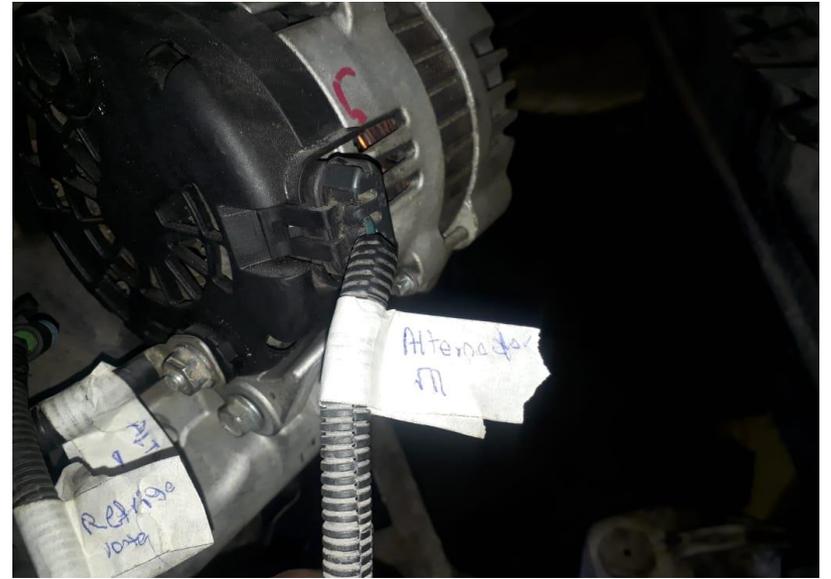




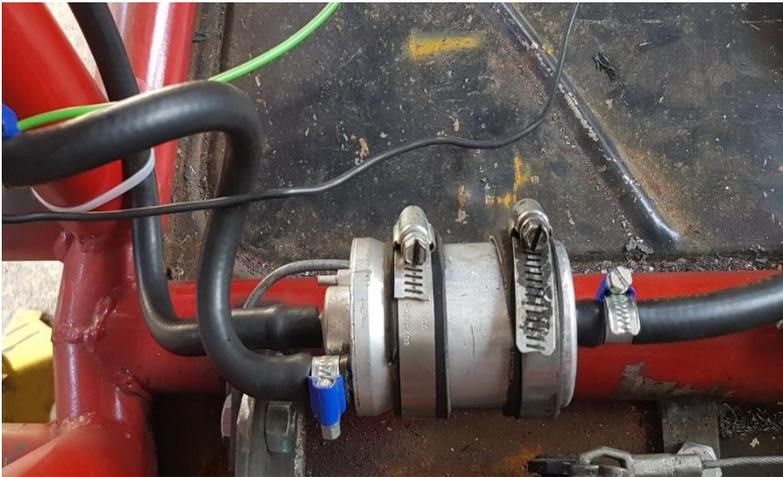
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Montaje del sistema de inyección electrónica

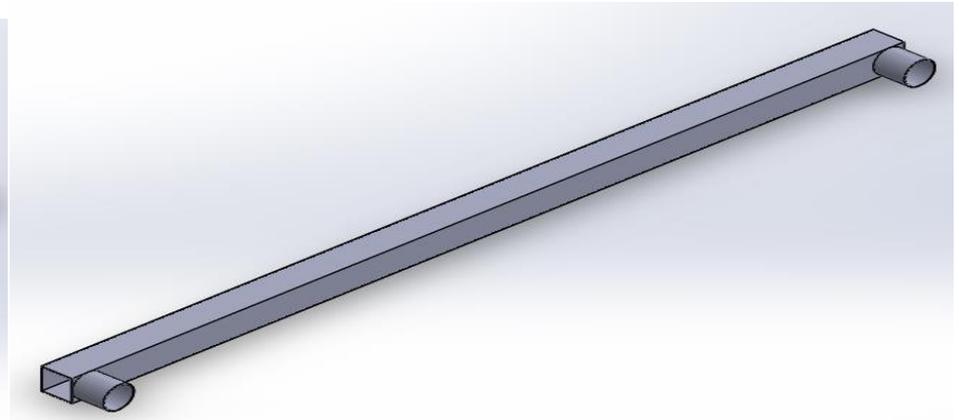
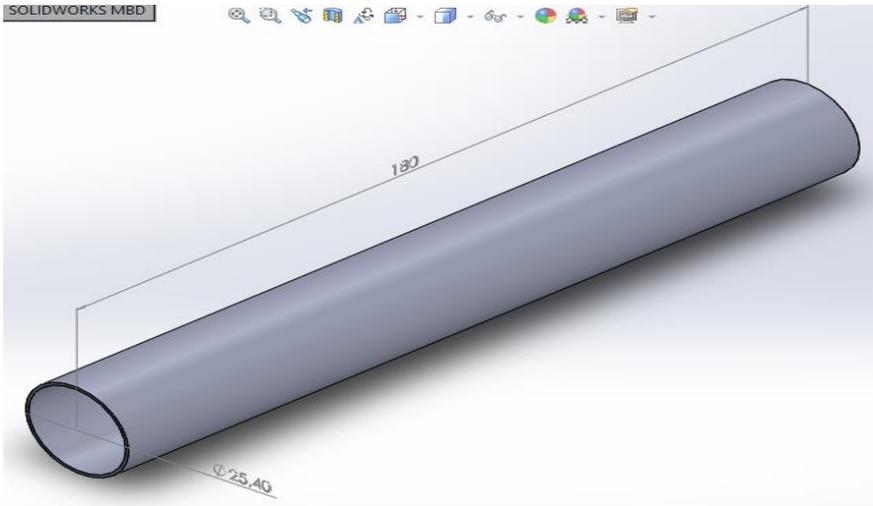
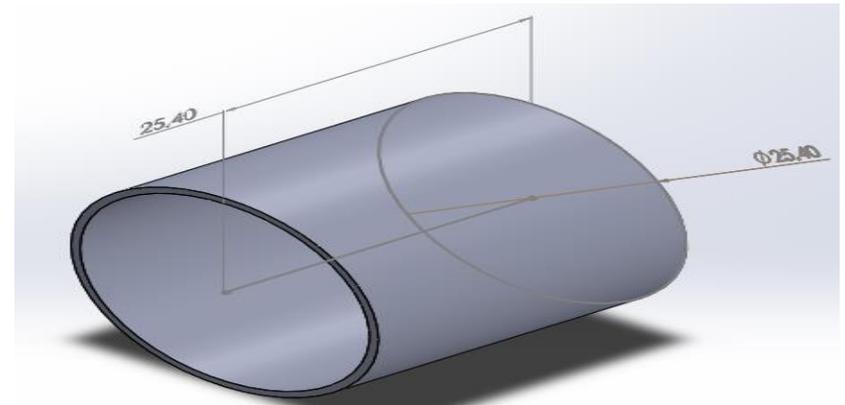
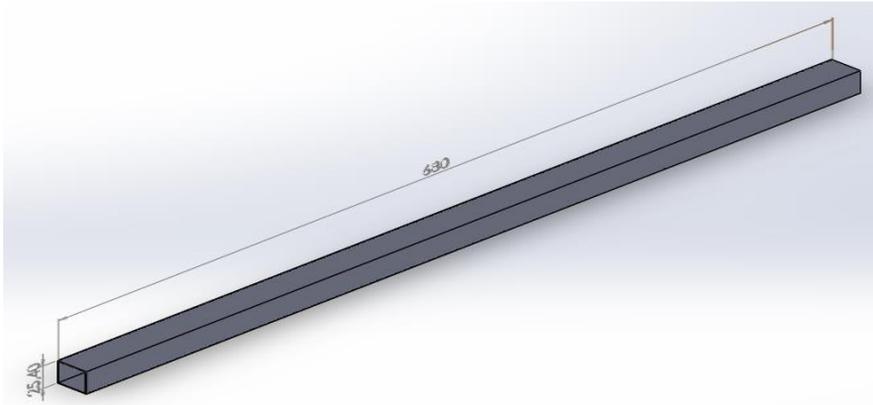


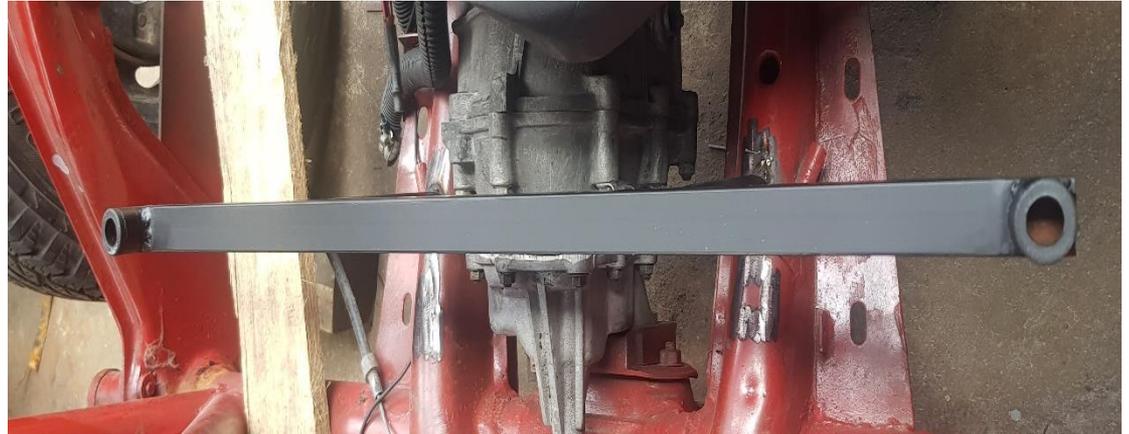
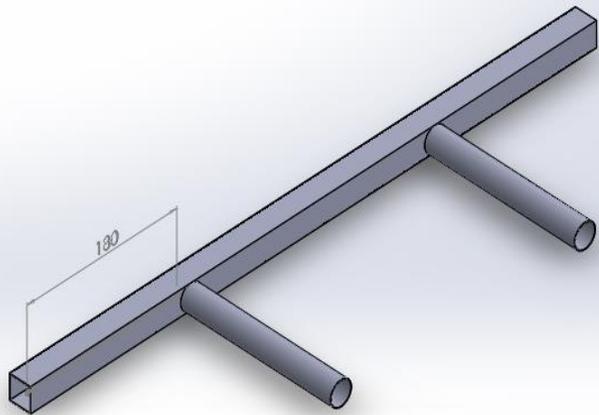


Adaptación e instalación del sistema de alimentación



Adaptación e instalación del sistema de refrigeración

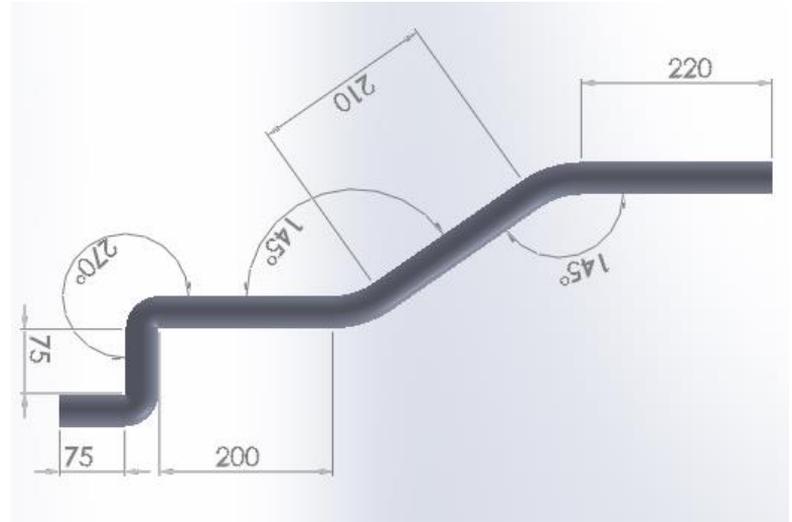


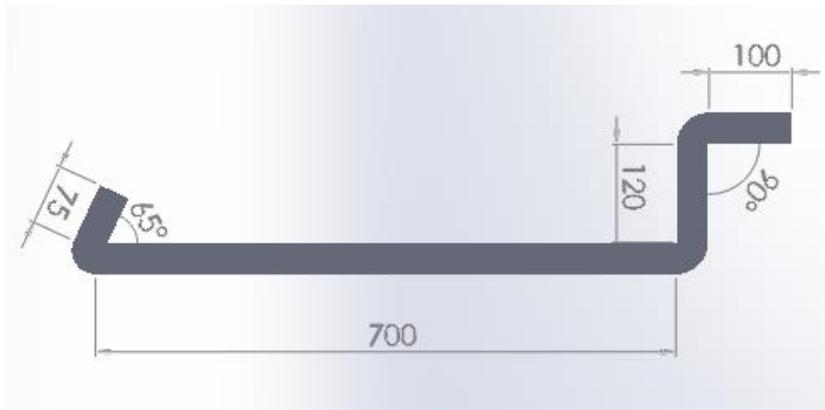


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



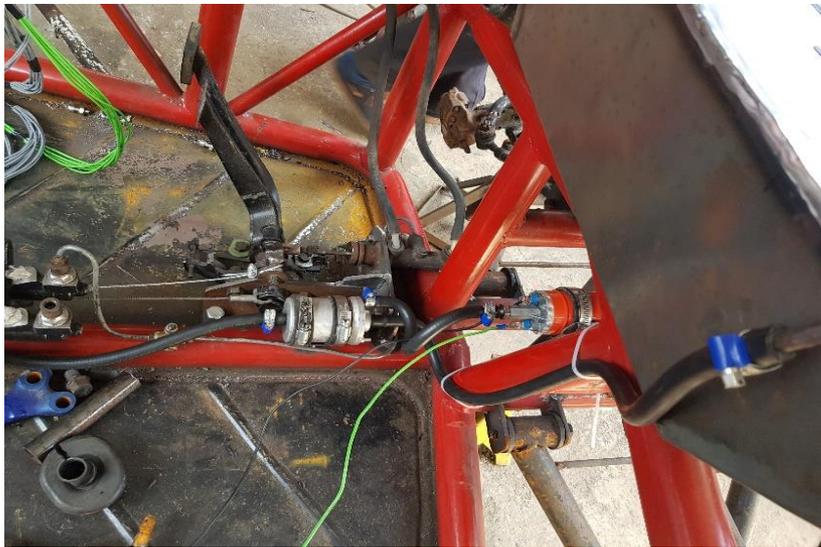
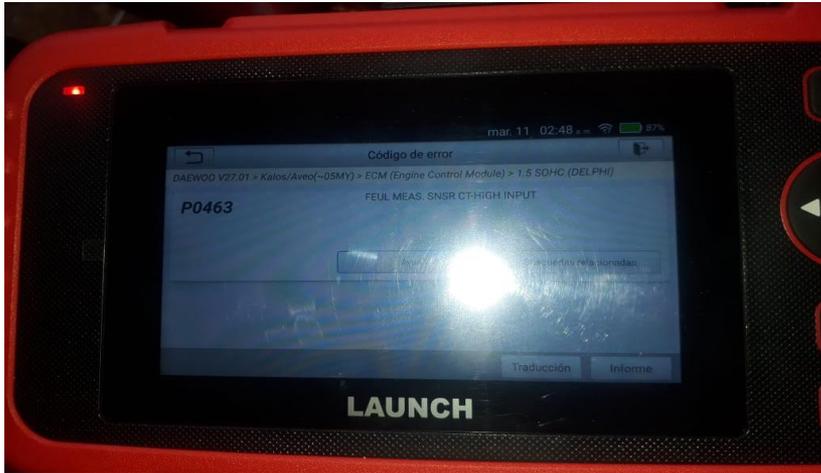


ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Pruebas de funcionamiento



0.00 0,00km	1	↑	168°	000°08.035'S 078°28.520'W
0.01 0,02Km	2	↗	185°	000°08.047'S 078°28.517'W
0.02 0,03Km	3	↘	216°	000°08.053'S 078°28.518'W





ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Conclusiones:

- Al término de este proyecto, se concluye en que, todos los objetivos que se han planteado al inicio, han sido cumplidos sin excepción alguna, se ha logrado una implementación y adaptación exitosa en el vehículo tipo Buggy biplaza.
- Se ha podido concluir que, todos los sistemas que componen el conjunto tren de potencia y transmisión, son de suma importancia y trabajan en conjunto armónicamente, con el fin de generar el mejor funcionamiento y rendimiento del vehículo.
- Se ha concluido que, el torque y potencia que otorga un motor, en conjunto con las desmultiplicaciones o multiplicaciones de la caja de cambios, son de suma importancia para determinar el rendimiento que tendrá el automotor a realizar, al momento de desempeñarse en el manejo.
- Los procesos de mecanizado en torno, juegan un papel muy importante para realizar cualquier adaptación, por lo cual se concluyó que el torno es la herramienta adecuada para realizar acoples y un sinfín de piezas que permitirán adaptar dos o más elementos, gracias a su extraordinaria precisión y versatilidad en su manejo, en este caso, la adaptación del motor de Chevrolet aveo y sus sistemas, con una caja de cambios Volkswagen Brasilia.
- Se dedujo que, el rendimiento, eficiencia, ahorro económico y disminución de contaminación ambiental, son mucho más elevados en un motor con sistema de inyección electrónica, debido a la tecnología que posee, permitiendo de esta manera, tener un control preciso en cada parámetro de funcionamiento del motor, sobrepasando de esta manera, por mucho en aspectos positivos a un motor a carburación.



Recomendaciones

- Al momento de realizar cualquier instalación, adaptación o algún trabajo en el sistema multiplexado de inyección electrónica del motor, se recomienda realizarlo con un previo análisis de los esquemas respectivos, con el fin de no causar daños, o estropear algún elemento que forme parte de este sistema.
- Es importante tener en cuenta aspectos de torque y potencia para seleccionar un motor que se vaya a adaptar en algún vehículo, pues, en el previo análisis se podrá corroborar si el motor seleccionado cumple o no con las características para el propósito deseado.
- Siempre que se realice la adaptación de una bomba de combustible, es necesario tener en cuenta las presiones a las cuales trabaja el motor y el sistema en general, pues, con una presión muy elevada, sobre cargaríamos el sistema y podríamos reventar algún elemento, y de ser decadente la presión, el motor no va a trabajar de manera adecuada y no va a dar su mejor rendimiento.
- Para realizar el acople en el volante de inercia del motor, hay que trabajar con suma precisión, para ello, se recomienda realizar en el torno, una ceja con un cierto ángulo de inclinación, de tal manera que, el eje central, calce de manera perfecta en el volante de inercia y quede 100% centrado, de no ser así, el motor tendrá problemas de balanceo.
- Al mecanizar el acople para unir el motor con la caja de cambios, se deben tener en cuenta aspectos como: el punto exacto central del motor y partiendo de allí, para realizar el trazo del bosquejo, tener en cuenta el punto más alejado y más cercano al centro, previniendo así, que algún elemento roce contra el material del acople y se causen daños en el sistema.





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Gracias

