

ADAPTACIÓN DE UN MOTOR A INYECCIÓN ELECTRÓNICA, CAJA Y TRANSMISIÓN AL PEUGEOT 604 BUGGY DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Mauricio ARCINIEGA¹ – Daniel VILLARREAL¹, Ing. Carlos MAFLA²

¹ Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica del Norte, Av. 17 de Julio Ibarra, Imbabura
ma_gatostrok@hotmail.edu.ec, danielchavita@hotmail.com, cnmafla@utn.edu.ec

Resumen. En la actualidad los vehículos con motor a carburador consumen una gran cantidad de combustible y emiten grandes cantidades de emisiones de gases, los motores a inyección electrónica presentan mejores ventajas por lo cual la investigación realizada en el trabajo de grado tiene como objetivo la adaptación de un motor a inyección electrónica, caja y transmisión al vehículo Peugeot 604 Buggy, mejorando las prestaciones del vehículo, en base al peso del nuevo prototipo, seleccionando el motor que mejor se adapte a los requerimientos los cuales son: potencia, seguridad, eficiencia, mediante el software Matlab fue calculado el consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes, posteriormente ejecutando la simulación de los sensores y solenoides en el software Livewire para verificar los parámetros de funcionamiento, además del diseño de los componentes del motor utilizando el software Solidworks, logrando la simulación del ensamblado y funcionamiento del mismo y el diseño del mecanismo de la palanca selectora de marchas para su construcción y adaptación, reemplazando la caja manual por una caja automática mejorando la estética y el confort en la conducción del vehículo, efectuado adaptaciones generales de los componentes que trabajan conjuntamente con la gestión del motor obteniendo un óptimo desempeño general.

Palabras Claves

Adaptación, Modificación, Eficiencia.

Abstract. At present the vehicles with engine carburetor consume a lot of fuel and emit a large amounts gas emissions, electronic injection engines have better advantages which the research, for the execution of the thesis has as main objective the adaptation of an electronic injection engine, transmission box and adapt the vehicle peugeot 604 buggy, getting to improve vehicle performance, based on the weight of the new prototype is selected the engine that best suits the requirements we

need, which are: power, safety and efficiency, with the help of "MATLAB" software was calculated the fuel consumption and emissions of pollutant gases, then running the simulation of the sensors and solenoids in the "LIVEWIRE" software checking the operating parameters and adapting the electronic management besides the designed engine components using "SOLIDWORKS" software achieving simulation of assembly and operation thereof and design of the mechanism of the gear selector lever for construction and adaptation, replacing the manual box by an automatic gearbox with converter par improving the aesthetics and comfort in driving the vehicle, making general adjustments to the components that work in conjunction with the engine management system achieving optimal overall performance, this makes the new vehicle ford buggy a unique prototype with similar characteristics to modern vehicles that driving and are currently marketed.

Keywords

Adaptation, Modification, Efficiency.

1. Introducción

El presente trabajo de grado tiene como objetivo principal la adaptación de un motor a inyección electrónica y sistema de transmisión automática 4x4, adquiriendo conocimiento sobre el funcionamiento de las mismas por medio de la práctica, consiguiendo de esta manera brindar un vehículo más actualizado y con mejores prestaciones que se asemeje a los modelos que se encuentran actualmente en el mercado. Esta investigación tendrá su base fundamental en los talleres de la Universidad Técnica del Norte además de algunas mecánicas de la ciudad de Ibarra.

El problema de investigación radica que actualmente, la Universidad Técnica Del Norte cuenta con un vehículo

Peugeot 604 Buggy diseñado por los estudiantes de niveles anteriores, el vehículo se encuentra en mal estado posee sistemas obsoletos como el motor a carburador, el cual emite una gran cantidad de contaminantes, no cuenta con las características de un vehículo arenero y los sistemas auxiliares del vehículo se encuentran deteriorados, los cuales se procederá a sustituir con un motor a inyección electrónica, caja y transmisión.

Es vital cumplir con ciertos objetivos específicos como realizar un estudio sobre la adaptación de un motor a inyección electrónica, caja y transmisión, además de disminuir el consumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes.

Se presentarán todos los datos teóricos y avances tecnológicos que existen sobre el tema en cuestión, detallando el funcionamiento de un motor de combustión interna de cuatro tiempos con sus respectivas partes y su funcionamiento, también se explica acerca de los tipos de motores como son: alargados, cuadrados y súper cuadrados y las diferencias entre estos, se abarca los elementos de gestión electrónica como son sensores, solenoides y módulo de control debido a la implementación de una caja automática se detalla su funcionamiento por medio de electroválvulas, gestión electrónica y módulo de control además de las partes que la conforman.

Se presentará una descripción breve del nuevo prototipo, el cual se conforma de cuatro partes principales, en la primera parte se explica el estado de recepción del vehículo Peugeot 604 Buggy, la comprobación de funcionamiento y el despiece total del mismo, en la segunda parte se detalla la adquisición del nuevo vehículo Ford Explorer, la extracción del motor y la caja automática, además de la gestión electrónica para la adaptación en el nuevo prototipo, en la tercera parte se explica las reparaciones generales que se realizaron en los nuevos sistemas, para finalizar con la cuarta parte se procede a ensamblar y adaptar todos los componentes al nuevo prototipo Buggy Ford.

2. Materiales y Métodos

2.1 Materiales.

Herramientas automotrices

Existen diferentes tipos de herramientas automotrices que son muy importantes para el mantenimiento preventivo o correctivo de los diferentes sistemas del vehículo y que no sirvieron de ayuda para realizar adaptaciones y modificaciones en el nuevo prototipo Buggy Ford.

Multímetro automotriz

Se utiliza para la medición de los diferentes parámetros de funcionamiento de los sensores y solenoides del vehículo.

Software Solidworks

Se realizó el diseño de los elementos móviles y fijos del motor y de la palanca selectora de marchas, posteriormente ensamblándolas y logrando la simulación de su funcionamiento.

Software Livewire

Se realiza la simulación de los circuitos eléctricos y electrónicos del vehículo obteniendo los parámetros de funcionamiento de los sensores y solenoides a diferentes rpm del motor.

Software Matlab Medición de resultados

Se realiza la simulación de mediciones de consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes a diferentes velocidades y recorrido del vehículo.

2.2 Métodos

Analítico Sintético, sintetiza la recolección de datos y procesa toda la información necesaria para la elaboración del proyecto.

Adaptación.- Como adaptar el motor a inyección electrónica, caja automática y los diferentes componentes que trabajan conjuntamente para reducir el consumo de combustible y las emisiones de CO₂ y obtener mejor rendimiento de potencia.

Análisis de mecanismos.- Diseño del mecanismo bielamanivela de selección de marchas para ser adaptado a la caja automática 5R55W analizando los ángulos de funcionamiento en cada marcha.

Elaboración de planos.- Mediante el software Solidworks se elaboró planos A3 (ISO) de los elementos móviles y fijos de motor y caja, consiguiendo la simulación y posteriormente el ensamblaje en el prototipo Buggy Ford.

Mediciones.- Obtención de datos con la ayuda de instrumentos de medición como calibrador pie de rey, flexómetro y multímetro los cuales sirvieron para la elaboración de planos y guía técnica sobre la gestión electrónica.

Simulación.- Mediante el software Solidworks se ensambló los elementos que conforman el motor realizando la simulación del funcionamiento, además de la adaptación del motor y caja al chasis del prototipo Buggy Ford.

3. Resultados

El apartado siguiente está enfocado en determinar los cálculos para identificar el tipo de motor y las adaptaciones, modificaciones al prototipo para reducir el consumo de combustible y disminuir las emisiones de gases contaminantes y mejorar la eficiencia del vehículo Buggy Ford.

Se seleccionara siguiendo algunos parámetros de cálculos como: potencia y par motor requeridos según el peso del prototipo, para identificar el tipo de motor que

brinda las prestaciones para alcanzar el trabajo óptimo tanto en la ciudad, carretera y 4x4 además se determinara el consumo de combustible y las emisiones que genera.

3.1 Resultados de los cálculos para identificar el tipo de motor

Cálculo del peso neto del vehículo

$$G = G_a + G_r + m(P_1 + P_2)$$

Dónde:

G = peso (kg)

G_a = peso propio del vehículo (1025 kg)

G_r = capacidad de carga (50kg)

m = cantidad de pasajeros (4)

P_1 = peso por pasajero (75kg)

P_2 = peso de equipaje por pasajero (10kg)

$$G = 1025\text{kg} + 50\text{kg} + 4(75\text{kg} + 10\text{kg})$$

$$G = 1075\text{kg} + 4(85\text{kg})$$

$$G = 1415\text{kg}$$

Cálculo de la velocidad angular de los neumáticos

Dónde:

n = revoluciones del motor (6000rpm)

v = velocidad máxima (160km/h)

d = diámetro de las ruedas del vehículo (0.7m)

r = radio de los neumáticos (0.35m)

CR = coeficiente de rodadura del vehículo (0.30) (arena)

$$G = \text{peso } 1415\text{kg}$$

Distancia que recorren los neumáticos

$$D_r = \pi * D$$

$$D_r = 1,88\text{m}$$

$$160\text{km} = 160000\text{m} \rightarrow 1\text{h} = 60\text{min}$$

$$\text{Vueltas} = 160000\text{m} / 1.88\text{m} = \text{vueltas } 85106$$

Para recorrer 160km se necesita 85106 vueltas de los neumáticos en una hora, transformando a vueltas por minuto tenemos:

$$\text{Vueltas rpm} = 85106 / 60\text{min} = 1418\text{rpm}$$

Torque necesario para mover las ruedas

Dónde:

T = Torque necesario para mover las ruedas (kg-m)

G = peso 1415 (kg)

r = radio de los neumáticos 0.35m

CR = coeficiente de rodadura del vehículo 0.30 (arena)

$$T = G * r * CR$$

$$T = 1415\text{kg} * 0.35\text{m} * 0.30$$

$$T = 148,57\text{kgm}$$

Cálculo de la potencia necesaria

$$P = (\text{vueltas rpm de las ruedas} * T) / 60$$

$$P = (1418\text{rpm} * 148,57\text{kg}) / 60$$

$$P = 3511,20\text{ kgm/s}$$

Considerando que el motor posee un rendimiento del 30%, y una constante en la cual 1 HP equivale a 75 kgfm/s se obtuvo:

$$P = (3511,20\text{kgm/s}) / 0.30$$

$$P = 11704\text{ kgm/s}$$

Potencia requerida

$$P_r = (11704\text{ kgm/s}) / (75\text{kgm/s})$$

$$P_r = 156\text{ HP}$$

3.2 Determinación del tipo de motor idóneo para la adaptación en el prototipo.

Una vez realizados los cálculos para identificar el tipo de motor que brinda las prestaciones requeridas para alcanzar el trabajo óptimo del vehículo y una velocidad máxima de 160 km/h a 6000 rpm se necesita un motor que genere 156 hp, a continuación se presentara algunos motores que se asemejan a las características requeridas.

Posibles motores para la adaptación en el vehículo Peugeot Buggy

Marca	Nissan
Modelo	Patrol Y60
Número de cilindros	L6/OHV- 160Hp
Cilindrada	4169cc
Relación de Compresión	8,5:1

Tabla 1. Nissan Patrol Y 60 motor 4.2 L.

Marca	Jeep
Modelo	Cherokee
Número de cilindros	L6/OHV- 189Hp
Cilindrada	3960cc
Relación de Compresión	8,8:1

Tabla 2. Jeep Cherokee Motor 4.0 L.

Marca	Isuzu
Modelo	Trooper
Número de cilindros	V6/OHC- 211Hp
Cilindrada	3944cc
Relación de Compresión	9,1:1

Tabla 3. Isuzu Trooper Motor 3.5 L.

Marca	Ford
Modelo	Explorer
Número de cilindros	V6/OHC160 Hp
Cilindrada	4011cc
Relación de Compresión	9,7:1

Tabla 4. Ford Explorer Motor 4.0 L.

Matriz de decisión:

Mediante la elaboración de una matriz de decisión se logró determinar que vehículo cuenta con el mayor número de características requeridas para la ejecución del proyecto, en este caso el vehículo Ford Explorer es la opción más idónea ya que cuenta con un motor V6 a inyección electrónica con 160 hp los que se requiere según los cálculos además su caja automática mejora el confort en la conducción.

Modelo	Motor a inyección	Transmisión automática	Cilindrada 4000 cc	Frenos de Disco 4 ruedas	TOTAL
Nissan Patrol	X		X	X	3
Jeep Cherokee	X		X	X	3
Isuzu Trooper	X		X		2
Ford Explorer	X	X	X	X	4

Tabla 5. Matriz de decisión para la elección del vehículo.

3.3 Ensamble y simulación del funcionamiento del motor V6 en el software SOLIDWORKS 2016.

Se diseñó todos los elementos móviles y fijos del motor y se procedió a realizar el ensamblaje de cada uno de ellos, mediante el programa SOLIDWORKS se simuló el funcionamiento de todas las partes del motor.

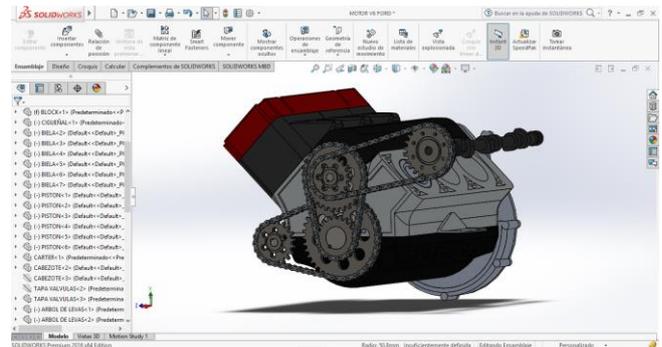


Figura 1. Simulación del ensamble del motor V6.

Luego de la simulación del ensamble del motor V6 a inyección electrónica y teniendo desarmado completamente el motor Ford V6 se procedió al ensamble real.

- 1.-Se ubicó el cilindro número uno del motor en el PMS
- 2.- Se alineó la marca del engranaje del eje del equilibrador o balanceador con la marca que se encuentra en el monoblock (4x4 full)
- 3.-Se colocó el engrane del cigüeñal y la cadena que va hasta el eje balanceador tomando en cuenta que los eslabones marcados estén bien alineados.
- 4.-Se colocó los templadores de la cadena, revisando que estos estén tensando la cadena que va desde el engrane del cigüeñal hasta el engrande del eje balanceador.
- 5.-Se insertó el engrane del eje intermedio, la cadena y el tornillo sin apretarlo
- 6.-Se colocó la guía y el templador de la cadena principal que va desde el eje intermedio al eje del cigüeñal
- 7.-Se ajustó los pernos de los engranes del eje intermedio tanto delantero como posterior con una fuerza de 20Nm posteriormente se trabo el engrane para ajustar a 90 grados, extra los dos pernos esto se lo realiza por recomendación del manual
- 8.- Se colocó las dos culatas sobre el monoblock, ajustando los pernos de 12mm (cabeza del perno) a una fuerza de 35 Nm siguiendo el orden de ajuste en X empezando por lo pernos del medio hacia afuera, se ajustó los pernos de 8mm (cabeza del perno) a una fuerza de 30 Nm
- 9.- Se colocó los tornillos de los engranes del árbol

de levas sin ajustar, girando el árbol de levas para verificar que gire libremente y no tenga roce
10.- Se colocó los tornillos del porta guías y del tensor del conjunto de distribución que va desde el árbol de levas al eje intermedio
11.- Se giró el cigüeñal hasta colocar nuevamente el pistón número uno en el PMS
12.- Se procedió a trabar el engrane del cigüeñal y el del árbol de levas
13.- Se colocó y ajusto el templador hidráulico de la distribución trasera con una fuerza de 60 Nm
14.- Se colocó y ajusto el templador hidráulico de la transmisión delantera o principal con una fuerza de 60 Nm

Tabla 6. Pasos que se siguió para una correcta calibración del motor.

3.4 Adaptación de componentes

Debido a la modificación de toda la carrocería fue necesario adaptar los diferentes componentes que actúan conjuntamente con el motor sin perder la estética del vehículo Buggy.

1.- Radiador.- Se construyó una base en el la parte frontal del chasis, en donde se ubicó el radiador a una distancia de 0,10 m al ventilador que es la recomendada para que actué, en el momento que el motor se encuentra a una temperatura de 80°C a 90°C, iniciando el paso de aire hacia el motor ayudando en la refrigeración.
2.- Reservorio del refrigerante.- Se adaptó el reservorio en la parte derecha de la carrocería, junto a la batería, se conectó la manguera que va desde el reservorio hacia el ingreso de refrigerante junto a la tapa del radiador, también se instaló las dos mangueras de ingreso y retorno del refrigerante al motor, se conectó las cañerías de refrigeración del aceite de la caja automática.
3.- Batería.- Se acopló la base en la parte derecha superior del habitáculo del motor, mediante tres pernos de 0.13 m de cabeza del perno que fijan la base de la batería a la carrocería.
4.- Cables de Batería.- Debido que la posición de la batería cambio, fue necesario instalar cables de mayor longitud, se vio oportuno la instalación de un cortador de corriente que nos permita unir los cables y además cortar el paso de corriente por seguridad desde el interior del habitáculo de la carrocería.
5.- Unidad de control electrónica ECU.- Se fijó mediante dos pernos de 0.13 m de cabeza del perno por medio de un puente de sujeción en el interior del

habitáculo de la carrocería, frente al asiento del copiloto, recubriéndola con tol negro de 1 ^{1/16} mm como medida de seguridad.
6.- Centralita de control de la caja automática EGS.- Se ubicó dentro del habitáculo de la carrocería, por medio de correas de sujeción, se encuentra junto a la ECU, ya que estas son los mandos principales para la gestión electrónica del vehículo.
7.- Interfaces de comunicación.- Se instaló en la parte izquierda superior del habitáculo del motor, consta de tres interfaces de comunicación que se encargan de enlazar todos los sistemas eléctricos y electrónicos del vehículo.
8.- Caja de relés y fusibles.- Se ubicó en la parte superior izquierda del habitáculo del motor, junto a la interfaz de comunicación ya que trabajan conjuntamente para una excelente gestión del motor y vehículo.
9.- Caja de fusibles.- Se situó en la parte izquierda a la altura del volante para facilitar la revisión en caso de alguna avería y se la recubrió con una tapa metálica, para evitar contacto con agentes externos.
10.- Adaptación del filtro del aire cónico.- El filtro normal del vehículo Ford Explorer fue reemplazado por un filtro cónico, debido a la falta de espacio en el habitáculo del motor, se adaptó una platina sujeta a la carrocería y al ingreso de aire del colector de admisión donde se ubicó el filtro cónico.
11.- Adaptación del conector OBD2.- Se adaptó en el habitáculo del vehículo, en la parte inferior del volante para la inmediata visualización y facilidad al momento de realizar un diagnóstico.

Tabla 7. Adaptaciones y Modificaciones de componentes.

Adaptación y funcionamiento de la palanca selectora de marchas

Se procedió adaptar la palanca y comprobar su funcionamiento de las distintas marchas del vehículo mediante la medición de ángulos del nuevo mecanismo verificando la maniobrabilidad y confort en la conducción.



Figura 2. Adaptación de la palanca selectora de marchas.

3.5 Parámetros de funcionamiento de los sensores y actuadores del prototipo Buggy Ford.

Para la comprobación de los parámetros de funcionamiento de sensores y solenoide se utilizó un multímetro, con el cual obtuvimos los siguientes valores, con la ayuda de la siguiente fórmula se calculó la resistencia fija.

$$V_s = \left(\frac{V_r(R_v)}{(R_v) + (R_f)} \right)$$

Dónde:

Vs = Voltaje de señal del sensor (v).

Vr = Voltaje de referencia o de alimentación del sensor (v).

Rv = Resistencia variable (Ω).

Rf = Resistencia fija (Ω).

Sensores y Solenoides	Parámetro de funcionamiento en Voltios (V)	Parámetro de funcionamiento en Ohmios (Ω)
Sensor de flujo de aire MAF	0,8 V a 2,2 V	1050 Ω a 650 Ω
Sensor de temperatura del aire de admisión IAT	1,71 V a 2,23 V	3840 Ω a 2930 Ω
Sensor de posición de la mariposa TPS	0,8 V a 4,7 V	1509 Ω a 345 Ω
Sensor de posición del árbol de levas CMP	0,13 V a 0,25 V	380 Ω a 210 Ω
Sensor de posición del cigüeñal CKP	En ralentí 1,54 V	500 Ω

Sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT	0,85 V a 1,70 V	7600 Ω a 3840 Ω
Sensor de oxígeno	0.53 V a 0.74 V	26 Ω a 12 Ω
Válvula de control del aire de ralentí IAC	En ralentí 0,265 V	13 Ω

Tabla 8. Parámetros de funcionamiento de sensores y solenoides.

Se realizó la comprobación de los parámetros de funcionamiento de los sensores y solenoides con el vehículo encendido y a diferentes rpm del motor.

3.6 Reducción en el consumo de combustible y emisiones de gases contaminantes

Para el cálculo del consumo medio de combustible del vehículo Buggy Ford, se utilizó el programa MATLAB 2015, basándose en los datos de consumo de combustible del manual del vehículo Ford Explorer con la ayuda de la siguiente fórmula:

Cálculo de la media de consumo.

$$media\ de\ consumo = a * e^{(b*s)}\ litros/100km$$

Dónde:

$$a = 2,366$$

$$e = 2,7183\ (constante\ de\ Euler)$$

$$b = 0,1751$$

$$s = largo * ancho\ (m)$$

- Consumo urbano del vehículo Ford Buggy 4.0L es de 17 litros/100 km

Dónde:

$$17\ litros \longrightarrow 100\ km$$

$$1\ litro \longrightarrow 5.88\ km$$

Emisión de CO₂.

$$1\ litro \longrightarrow 2,38\ kg\ CO_2\ (2380\ g\ CO_2\ constante)$$

Si tenemos que:

$$17\ litros \longrightarrow 100\ km$$

Entonces por cada 0,17 litros de combustible el vehículo se desplazará 1 km obteniendo un valor de 40460 g CO₂ a una velocidad constante de 50 km/h.

Cálculo de la media de consumo

$$\text{media de consumo} = a * e^{(b*s)} \text{ litros/100km}$$

Dónde:

a = 2,366

e = 2,7183 (constante de Euler)

b = 0,1751

s = largo * ancho (m) = (4.673*1.778) = 8.308 m

$$\text{media de consumo} = 2.366 * 2.7183^{(0.1751*8.308)} \text{ litros/100km}$$

$$\text{media de consumo} = 10.127 \text{ litros/100km}$$

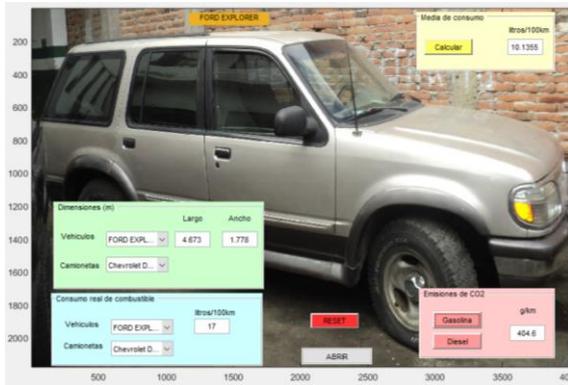


Figura 3. Consumo de combustible del vehículo Ford Explorer.

- **Consumo urbano del prototipo Buggy Ford**

Dónde:

15.2 litros → 100 km

1 litro → 6.57 km

Emisión de CO₂.

1 litro → 2,38 kg CO₂ (2380 g CO₂ constante)

Si tenemos que:

15.2 litros → 100 km

Entonces por cada 0,152 litros de combustible el vehículo se desplazará 1 km, obteniendo un valor de 36176 g CO₂ a una velocidad constante de 50 km/h.

$$\text{media de consumo} = a * e^{(b*s)} \text{ litros/100km}$$

Dónde:

a = 2,366

e = 2,7183 (constante de Euler)

b = 0,1751

s = largo * ancho (m) = (3.650*1.778) = 6.489 m

$$\text{media de consumo} = 2.366 * 2.7183^{(0.1751*6.489)} \text{ litros/100km}$$

$$\text{media de consumo} = 7.368 \text{ litros/100km}$$



Figura 4. Consumo de combustible urbano Buggy Ford.

Con la adaptación del motor a inyección electrónica V6 de un vehículo Ford Explorer, caja automática con convertidor de par 5R55E y las modificaciones y adaptaciones de los componentes que funcionan conjuntamente con el motor, además de las modificaciones de la carrocería en su peso, largo y ancho se obtuvo la reducción de la media de consumo de combustible de 10.127 litros a 7.368 litros y la reducción de emisiones de CO₂ del 22.85% por cada 100 km recorridos.

4. Conclusiones

- Con la adaptación del motor 4.0L al prototipo Buggy Ford, mediante el software MATLAB se calculó la reducción de la media de consumo de combustible de 10.127 litros a 7.368 litros y reducción de emisiones de CO₂ del 22.85% por cada 100 km recorridos, esto se debe a la reducción de la longitud y peso del vehículo.
- Con la adaptación del motor 4.0 L a inyección electrónica al prototipo fue necesario una potencia máxima de 156 HP para mover un peso de 1455 kg.

- Se obtuvo los parámetros reales de la gestión electrónica, posteriormente con la ayuda del programa LIVEWIRE se simuló el funcionamiento de los sensores y actuadores obteniendo el diagrama electrónico del prototipo.

Agradecimientos

Agradecemos a Dios por brindarnos protección y guiarnos a lo largo de nuestra carrera, por ser la fortaleza en los momentos de debilidad y por regalarnos una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE por darnos la oportunidad de estudiar y llegar a ser profesionales.

Nuestro respeto y admiración al director de tesis Ing. Carlos Mafla, MSC y al Ing. Ignacio Benavides, MSC por haber confiado en nosotros, por el apoyo, paciencia, consejos y saber dirigir con sabiduría la elaboración de la tesis y sus acertadas correcciones.

A nuestros profesores que durante toda la carrera nos enseñaron e instruyeron lo mejor posible para ser excelente en el ámbito profesional, personal y humano.

Referencias Bibliográficas

- [1] Casado, E. Á. (2012). *Sistemas de transmisión de fuerza y trenes de rodaje*. Madrid: Paraninfo.
- [2] Cruz. (29 de Octubre de 2013). *Motores con Cilindros en V*. Obtenido de Cuidamos tu coche : <https://cuidamostucoche.com/wiki/Motores+con+cilindros+en+V>
- [3] Eduardo Águeda Casado, J. M. (2012). *Sistemas de transmisión de fuerzas y trenes de rodajes*. Madrid: Paraninfo.
- [4] Edwin, N. (2012). *Miller Manual de Reparación de Automóviles* (2012 ed.). Barcelona, España: Juan Carlos Oliveros Fortich.
- [5] González Calleja, D. (2012). *Motores Termicos y sus sistemas auxiliares*. Madrid, España: Paraninfo SA.
- [6] Nicolas, R. (2012). *MILLER Manual de Reparación de Automóviles* (2012 ed.). Barcelona, España: Juan Carlos Oliveros Fortich.

Sobre los Autores

Mauricio ARCINIEGA M., Nació en Atuntaqui-Imbabura-Ecuador el 24 de Agosto de 1991.

Realizo sus estudios primarios en la Escuela “La Salle” del cantón Antonio Ante. Sus estudios secundarios en el Colegio Nacional Abelardo Moncayo del cantón Antonio Ante, donde obtuvo el título de bachiller en la especialidad

de Físico Matemático. Sus estudios superiores los realizó en la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

Áreas de Interés: Diseño Mecánico, Mecánica Automotriz, Diagnóstico Automotriz, Metrología, Maquinaria Pesada.

Daniel VILLARREAL C., Nació en Ibarra-Imbabura-Ecuador el 06 de Abril de 1992.

Realizo sus estudios primarios en la Escuela Alejandro Pasquel Monge del cantón Ibarra. Sus estudios secundarios en el Colegio Teodoro Gómez de la Torre del cantón Ibarra, donde obtuvo el título de bachiller en la especialidad de Físico Matemático. Sus estudios superiores los realizó en la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz.

Áreas de Interés: Electrónica Automotriz, Diseño Mecánico, Mecánica Automotriz, Diagnóstico Automotriz.