



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**“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”**

**LAVERDE ANCHATIPAN, ERICK DAVID**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE ENERGÍA Y MECÁNICA  
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECANICA AUTOMOTRIZ**

**MONOGRAFÍA PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE TECNÓLOGO EN  
MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**ING. ARIAS PÉREZ, ÁNGEL JAVIER**

**LATACUNGA**

**01 DE SEPTIEMBRE DEL 2020**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN**

**YO, ARIAS PÉREZ, ANGEL JAVIER**, Certifico que el trabajo de titulación, **“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”** ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto, me permito acreditarlo y autorizar al señor **LAVERDE ANCHATIPAN, ERICK DAVID** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, septiembre del 2020

Ing. Arias Pérez, Ángel Javier

C.C: 0503454811

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## ANÁLISIS URKUND



## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** Tesis final final-18-150.pdf (D78412739)  
**Submitted:** 8/31/2020 5:10:00 PM  
**Submitted By:** edlaverde@espe.edu.ec  
**Significance:** 1 %

## Sources included in the report:

TESIS KEVIN BATIOJA FINAL 02-10-2018.docx (D42149339)  
17067-Castro Anticona, Walter Miguel.pdf (D53613529)  
[http://www.boschautopartes.com/media/la/aa\\_sites\\_la/products\\_and\\_services/automotive\\_parts/gasoline\\_1/download\\_5/HIRES\\_PDF\\_59963.pdf](http://www.boschautopartes.com/media/la/aa_sites_la/products_and_services/automotive_parts/gasoline_1/download_5/HIRES_PDF_59963.pdf)  
<https://noticias.coches.com/consejos/diez-preguntas-clave-antes-de-elegir-motor/53942>  
[http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1104/html/5\\_la\\_caja\\_de\\_cambios.html](http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1104/html/5_la_caja_de_cambios.html)  
<https://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/que-diferencia-hay-entre-el-par-y-la-potencia-de-un-motor>

## Instances where selected sources appear:

8

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines. The signature is positioned above a horizontal dotted line.

Ing. Arias Pérez, Ángel Javier

C.C: 0503454811

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **LAVERDE ANCHATIPAN, ERICK DAVID**, con cédula de ciudadanía N°**0504153131**, declaro que este trabajo de titulación **“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”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente, declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, septiembre del 2020

**LAVERDE ANCHATIPAN, ERICK DAVID**

**C.C: 0504153131**



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo, **LAVERDE ANCHATIPAN, ERICK DAVID**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación **“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”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, septiembre del 2020

.....  
LAVERDE ANCHATIPAN, ERICK DAVID

C.C: 0504153131

## DEDICATORIA

El presente proyecto y logro, se lo dedico en primer lugar a Dios, ya que sin su ayuda, bendiciones, muestras de amor y afecto continuo en mi vida, nada sería posible, es gracias a sus infinitas bendiciones que todo esto se ha podido lograr.

Con todo mi corazón, se lo dedico a mis padres y a mi hermana, quienes son el apoyo principal en mi diario vivir, la fuente de inspiración en mis días y quienes, con su afecto, motivación, apoyo incondicional, han impulsado mi carrera estudiantil hasta el final, infinitas gracias a ellos, quienes son lo más importante en mi vida, por haber estado presentes cada día y nunca haberme dado la espalda, y desde siempre apoyaron mis sueños, metas e ilusiones, con el fin de verme triunfar y ser exitoso en la vida, cumpliendo así con el objetivo de todo ser humano, siendo un ente de beneficio para la sociedad.

También se lo dedico a mis abuelitos, que aunque estén en el más allá, sé que cada día, al igual que lo hacían en vida, estarán enviando con amor infinito sus bendiciones, y también, a mi adorada mami Mariana, quienes, a lo largo de mi vida, han sido un eje fundamental en mi crianza, en la forja de mis aptitudes y actitudes desde mi niñez. Como no reconocer que, con su paciencia, amor inigualable contribuyeron a realizar un hombre hecho y derecho, y gracias también a ellos, hoy en día, soy lo que soy.

Y como olvidarme de mi amada Erika, quien, desde el día que llegó a mi vida, no ha dejado de ser una fuente más de inspiración para poder lograr todo esto, siendo pilar fundamental en momentos difíciles y compañera sin igual. Este logro se lo dedico también a ella, pues, no encuentro palabras para describir su importancia en mi vida y el gran apoyo que ha sido a lo largo de estos años juntos, contribuyendo en gran parte en la toma de decisiones y el apoyo incondicional y desinteresado en cada una de ellas.

Por último, quiero mencionar a mi primo Juan, quien a lo largo de mi vida ha sido como un padre para mí, este logro también se lo dedico, gracias a sus consejos, palabras de aliento, guía y cariño. Siempre ha sido una fuente de inspiración en mi vida y un ejemplo a seguir, quien siempre me ha brindado un apoyo desinteresado, una guía en la toma de decisiones, siendo también pilar en mi vida, formación y gran fuente de sabiduría y enseñanzas.

Laverde Anchatipán Erick David

## **AGRADECIMIENTO**

Por sobre todas las cosas, agradezco en primer lugar a Dios, ya que él ha guiado cada uno de mis pasos para poder llegar hasta aquí.

Agradezco a mis padres y a mi hermana, por haberme acompañado en cada día de mi vida, por estar presentes en cada momento, por ese apoyo incondicional y desinteresado, gracias a ellos, he podido continuar y convertirme en un profesional. De todo corazón, son lo máspreciado e importante que tengo en la vida y agradezco tanto, todo lo que han hecho por mí, para sacarme adelante.

Agradezco a mi familia en general, porque todos han sido participes de esto, por esa mano amiga de todos y cada uno de ellos, de igual manera, por ese apoyo incondicional que siempre me han brindado, gracias a todos, porque también han servido de inspiración para mí, a lo largo de esta carrera estudiantil.

Y por último, agradezco a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por acogerme como su estudiante, por haberme permitido ingresar en sus salones de clase y forjar mi futuro, gracias a todos los maestros que impartieron sus conocimientos, para formarme como un profesional de excelencia.

Laverde Anchatipán Erick David

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

<b>CARÁTULA.....</b>	<b>1</b>
<b>CERTIFICACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>ANÁLISIS URKUND.....</b>	<b>3</b>
<b>RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA.....</b>	<b>4</b>
<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>6</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>12</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>13</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>19</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>ANTECEDENTES</b>	
1.1 Planteamiento del problema.....	22
1.2 Justificación.....	23
1.3 Objetivos .....	24
1.3.1 General.....	24
1.3.2 Específicos.....	24

1.4 Alcance.....	25
------------------	----

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1 Tren de potencia de un vehículo .....	26
2.1.1 Elementos .....	26
2.2 Sistema de inyección electrónica .....	34
2.2.1 Tipos de sistemas de inyección electrónica .....	35
2.2.2 Elementos actuadores del sistema de inyección electrónica .....	47
2.2.3 Elementos sensores del sistema de inyección electrónica .....	57

## **CAPÍTULO III**

### **IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE POTENCIA Y TRANSMISIÓN**

3.1 Selección del motor y caja de cambios .....	67
3.1.1. Selección del motor .....	67
3.1.2. Selección de caja de cambios .....	71
3.1.3. Relación de transmisión, torque y velocidad.....	73
3.2 Mantenimiento preventivo y correctivo del motor y caja de cambios .....	80
3.2.1 Medición de compresión del motor .....	81
3.2.2. Cambio de retenedor del cigüeñal del motor.....	86
3.2.3. Mantenimiento y puesta a punto de la caja de cambios .....	89
3.3. Acoplamiento del conjunto motor y caja de cambios .....	90

3.3.1. Preparación y adaptación del volante de inercia del motor. ....	90
3.3.2. Montaje del Kit de embrague en el motor .....	95
3.3.3. Fabricación y adaptación de una pieza metálica para el motor y caja.....	96
3.4. Montaje del sistema de inyección electrónica e instalación eléctrica del motor..	108
3.5. Adaptación e instalación del sistema de alimentación del motor del vehículo ....	117
3.6. Montaje e instalación del sistema de refrigeración del motor del vehículo .....	125

## **CAPÍTULO IV**

### **PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE POTENCIA**

4.1. Prueba con Scanner automotriz.....	139
4.2. Prueba de los sistemas del motor .....	140
4.2.1. Prueba del sistema de refrigeración.....	140
4.2.1. Prueba del sistema de alimentación.....	143
4.3. Prueba de funcionamiento y comportamiento del sistema en el manejo .....	144

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones .....	149
5.2. Recomendaciones.....	150

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 152**

### **ANEXOS..... 154**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Elementos inyección multipunto.....	35
<b>Tabla 2</b> Elementos inyección mono punto.....	36
<b>Tabla 3</b> Inyección Jetronic .....	38
<b>Tabla 4</b> Inyección Motronic .....	40
<b>Tabla 5</b> Sistema inyección Mono Motronic.....	42
<b>Tabla 6</b> Sistema de inyección motronic ME7 .....	44
<b>Tabla 7</b> Sistema de inyección motronic MED7 .....	46
<b>Tabla 8</b> Bomba de combustible In Tank .....	49
<b>Tabla 9</b> Bomba de combustible In Line .....	50
<b>Tabla 10</b> Regulador de combustible.....	51
<b>Tabla 11</b> Filtro de combustible .....	53
<b>Tabla 12</b> Inyector de combustible.....	55
<b>Tabla 13</b> Ficha técnica de motor Chevrolet Aveo 1600.....	67
<b>Tabla 14</b> Comparativa motor a inyección y carburación .....	69
<b>Tabla 15</b> Comparación emanación de gases .....	70
<b>Tabla 16</b> Comparación entre motores para selección .....	70
<b>Tabla 17</b> Comparativa entre cajas de cambios.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Motor de combustión interna .....	27
<b>Figura 2</b> Sistema de embrague.....	28
<b>Figura 3</b> Caja de cambios manual.....	29
<b>Figura 4</b> Caja de cambios automática .....	30
<b>Figura 5</b> Eje de transmisión posterior .....	31
<b>Figura 6</b> Sistema de transmisión delantera .....	31
<b>Figura 7</b> Conjunto diferencial del vehículo .....	32
<b>Figura 8</b> Neumático del vehículo.....	33
<b>Figura 9</b> Llanta y neumático .....	33
<b>Figura 10</b> Sistema de inyección multipunto .....	35
<b>Figura 11</b> Sistema de inyección mono punto.....	36
<b>Figura 12</b> Sistema de inyección Jetronic .....	39
<b>Figura 13</b> Sistema de inyección Motronic .....	40
<b>Figura 14</b> Sistema de inyección mono motronic .....	42
<b>Figura 15</b> Sistema de inyección motronic ME7.....	44
<b>Figura 16</b> Sistema de inyección motronic MED7 .....	46
<b>Figura 17</b> Bomba de combustible In Tank.....	48
<b>Figura 18</b> Bomba de combustible In Line .....	49
<b>Figura 19</b> Regulador de combustible .....	51
<b>Figura 20</b> Filtro de combustible.....	52
<b>Figura 21</b> Pre filtro de combustible .....	54
<b>Figura 22</b> Inyector de combustible .....	55

<b>Figura 23</b> Unidad de control electrónico .....	56
<b>Figura 24</b> Válvula IAC .....	57
<b>Figura 25</b> Sensor de detonación.....	58
<b>Figura 26</b> Sensor de presión atmosférica del aire .....	59
<b>Figura 27</b> Sensor de presión del combustible .....	60
<b>Figura 28</b> Sensor CKP .....	61
<b>Figura 29</b> Sensor CMP.....	62
<b>Figura 30</b> Sensor de temperatura del refrigerante.....	63
<b>Figura 31</b> Sensor de masa del aire .....	64
<b>Figura 32</b> Sensor de la mariposa de aceleración.....	65
<b>Figura 33</b> Sensor de oxígeno .....	66
<b>Figura 34</b> Motor de Chevrolet Aveo 1600.....	68
<b>Figura 35</b> Motor Chevrolet Aveo (adquirido para el proyecto).....	71
<b>Figura 36</b> Caja de cambios Volkswagen Brasilia .....	73
<b>Figura 37</b> Datos técnicos de Volkswagen Brasilia 1600 .....	78
<b>Figura 38</b> Compresímetro automotriz.....	81
<b>Figura 39</b> Esquema de relés y fusibles otorgado por el fabricante .....	82
<b>Figura 40</b> Retirar cables de bujías.....	83
<b>Figura 41</b> Bujía de encendido desmontada.....	83
<b>Figura 42</b> Compresímetro con su acople adecuado .....	84
<b>Figura 43</b> Compresímetro alojado correctamente en el alojamiento de la bujía .....	85
<b>Figura 44</b> Lectura de datos arrojado por el compresímetro .....	86
<b>Figura 45</b> Desmontaje de volante de inercia del motor .....	87

<b>Figura 46</b> Retenedor a sustituir.....	88
<b>Figura 47</b> Retenedor del cigüeñal sustituido.....	89
<b>Figura 48</b> Rodamiento deteriorado a reemplazar.....	90
<b>Figura 49</b> Material del volante de inercia desbastado en el torno .....	92
<b>Figura 50</b> Eje central, completamente desacoplado del volante de inercia .....	92
<b>Figura 51</b> Electrodo 316L-16.....	93
<b>Figura 52</b> Volante de inercia de Volkswagen Brasilia con eje de Chevrolet Aveo.....	94
<b>Figura 53</b> Puntos de suelda de ambos elementos mecanizados .....	94
<b>Figura 54</b> Volante de inercia terminado, listo para el montaje .....	95
<b>Figura 55</b> Kit de embrague en buen estado.....	96
<b>Figura 56</b> Montaje de Kit de embrague .....	96
<b>Figura 57</b> Ubicación del punto centro del cigüeñal en la madera.....	98
<b>Figura 58</b> Punto de sujeción más alejado del centro.....	99
<b>Figura 59</b> Perforación en los puntos señalados.....	99
<b>Figura 60</b> Corte de la forma de molde de madera.....	100
<b>Figura 61</b> Molde de madera culminado .....	101
<b>Figura 62</b> Plancha metálica 10mm de espesor.....	101
<b>Figura 63</b> Boceto de madera .....	102
<b>Figura 64</b> Trazo de circunferencia desde punto centro.....	102
<b>Figura 65</b> Corte de la forma de la plancha metálica con oxi corte .....	103
<b>Figura 66</b> Perforación de la placa metálica.....	104
<b>Figura 67</b> Proceso pintado del acople metálico .....	105
<b>Figura 68</b> Formas y acotaciones para realizar la plancha sin perforaciones.....	106

<b>Figura 69</b> Acotaciones para perforación de alojamiento del volante de inercia.....	106
<b>Figura 70</b> Acotaciones para perforaciones para sujeción del acople con el motor y caja .....	107
<b>Figura 71</b> Bosquejo del acople terminado .....	107
<b>Figura 72</b> Acople metálico montado en el motor .....	108
<b>Figura 73</b> Unión entre motor y caja con el acople metálico .....	108
<b>Figura 74</b> Esquema eléctrico del sistema de inyección electrónica total.....	110
<b>Figura 75</b> Esquema eléctrico de sistema de carga, sensor CMP y CKP .....	111
<b>Figura 76</b> Ilustración 75 Esquema eléctrico de ECU y sensores .....	112
<b>Figura 77</b> Esquema eléctrico de sistema de alimentación, inyectores y sensor de oxígeno .....	113
<b>Figura 78</b> Montaje de sensores en cada uno de sus alojamientos.....	114
<b>Figura 79</b> Conexión y rotulación de todos los sensores y demás componentes .....	115
<b>Figura 80</b> Conexión y ubicación de arneses y zoques .....	115
<b>Figura 81</b> Escaneo del sistema de inyección electrónica del vehículo .....	116
<b>Figura 82</b> Limpieza de inyectores por procedimiento de ultra sonido .....	118
<b>Figura 83</b> Bomba de combustible te tipo IN TANK seleccionada .....	119
<b>Figura 84</b> Regulador de presión de combustible adaptado en el sistema .....	120
<b>Figura 85</b> Adaptación e instalación de las bases para los elementos en la estructura .....	121
<b>Figura 86</b> Base instalada en la estructura.....	122
<b>Figura 87</b> Conexión desde la salida del depósito de combustible, hacia el pre filtro.....	122
<b>Figura 88</b> Conexión desde el pre filtro de combustible, hacia la bomba.....	123
<b>Figura 89</b> Conexión desde la bomba de combustible, hacia el regulador de presión .....	123
<b>Figura 90</b> Conexión de retorno, desde el regulador de presión, hacia el depósito .....	124
<b>Figura 91</b> Elementos instalados y salida hacia el riel de inyectores .....	124

<b>Figura 92</b> Tubo cuadrado utilizado para las bases .....	126
<b>Figura 93</b> Cortes de tubo redondo para sujeción de radiador con grilon .....	127
<b>Figura 94</b> Cortes de tubo para sostén de la base inferior .....	127
<b>Figura 95</b> Mecanizado de tubo cuadrado, tubo circular de 1” y base de grilon.....	128
<b>Figura 96</b> Bosquejo de base superior .....	128
<b>Figura 97</b> Base inferior .....	129
<b>Figura 98</b> Bosquejo de base inferior .....	129
<b>Figura 99</b> Platinas de la base superior .....	130
<b>Figura 100</b> Bases de platina, de la estructura tubular .....	130
<b>Figura 101</b> Bases sujetas y soldadas a la estructura del vehículo .....	131
<b>Figura 102</b> Bosquejo de pieza de grilon .....	131
<b>Figura 103</b> Radiador montado en sus bases .....	132
<b>Figura 104</b> Tubo de acero Inox.....	133
<b>Figura 105</b> Dobladora de tubo .....	133
<b>Figura 106</b> Bosquejo de la cañería desde salida del radiador a la bomba de agua .....	134
<b>Figura 107</b> Cañería terminada.....	135
<b>Figura 108</b> Cañería desde salida del radiador hasta la bomba de agua.....	135
<b>Figura 109</b> Acotaciones de cañería desde entrada de radiador hasta termostato.....	135
<b>Figura 110</b> Cañería terminada.....	136
<b>Figura 111</b> Cañería desde entrada de radiador hasta termostato .....	136
<b>Figura 112</b> Instalación de cañerías.....	137
<b>Figura 113</b> Instalación y sujeción del depósito de refrigerante .....	137
<b>Figura 114</b> Sistema de refrigeración instalado y funcionando correctamente.....	138

<b>Figura 115</b> Prueba con scanner automotriz.....	140
<b>Figura 116</b> Sistema de refrigeración .....	143
<b>Figura 117</b> Sistema de alimentación.....	144
<b>Figura 118</b> Hoja de ruta .....	145

## **RESUMEN**

El trabajo teórico de la presente tesis, tiene como propósito dar a comprender la realización del trabajo práctico, en donde se encuentran explicados varios métodos de construcción, instalación y mantenimiento de los elementos mecánicos utilizados, en la descripción del trabajo se encuentra un proceso novedoso, ya que, se redacta el acoplamiento de un motor Chevrolet Aveo con sistema a inyección electrónica, con una caja de cambios Volkswagen Brasilia, elementos que son totalmente distintos y para poder adaptarlos se ha procedido a realizar la construcción de un adaptador metálico para poder acoplar el sistema tren de potencia, con el fin de obtener resultados positivos al término del proyecto, con un funcionamiento perfecto del sistema tren de potencia y todo el vehículo tipo buggy en general, mismo que se encuentra plasmado y comprobado en el trabajo escrito, concluyendo que, todo el trabajo realizado fue un éxito rotundo, dando un rendimiento perfecto en el tramo recorrido para realizar las comprobaciones de ruta, dicha ruta se encuentra detallada en un road book que describe todo el trayecto de prueba, mismo que consta de una serie de espacios con baches, cuestas pronunciadas, rectas sumamente largas para desarrollar el motor y curvas cerradas para poner a prueba la potencia en las salidas, deduciendo que, el rendimiento del vehículo es perfecto en el manejo a lo largo del tramo realizado y por ende, su funcionamiento es óptimo.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **SISTEMA DE INYECCIÓN**
- **SISTEMA DE TRANSMISIÓN**
- **VEHÍCULO BIPLAZA**
- **VEHÍCULO TIPO BUGGY**
- **ROAD BOOK**
- **SISTEMA TREN DE POTENCIA**

## **ABSTRACT**

The theoretical work of this thesis, has the purpose of giving to understand the realization of the practical work, where several methods of construction, installation and maintenance of the mechanical elements used are explained, in the description of the work there is a novel process, Since, the coupling of a Chevrolet Aveo engine with electronic injection system is drawn up, with a Volkswagen Brasilia gearbox, elements that are totally different and in order to adapt them, a metallic adapter has been built to be able to couple the power train system, in order to obtain positive results at the end of the project, with a perfect operation of the power train system and the entire buggy type vehicle in general, which is reflected and verified in the written work, concluding that, all the work done was a resounding success, giving a perfect performance in the section covered for real Hoist the route checks, this route is detailed in a road book that describes the entire test route, which consists of a series of spaces with bumps, steep slopes, extremely long straights to develop the engine and sharp curves to put the It tests the power at the starts, deducing that the vehicle's performance is perfect in handling throughout the section carried out and therefore, its operation is optimal.

### **KEYWORDS:**

- **INJECTION SYSTEM**
- **TWO SEATER VEHICLE**
- **TRANSMISSION SYSTEM**
- **BUGGY VEHICLE**
- **ROAD BOOK**
- **POWER TRAIN**

## CAPÍTULO I

### 1. 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.”

### **1.1 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.

## **1.2 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.

### **1.3 Objetivos**

#### ***1.3.1 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.

#### ***1.3.2 Específicos***

- Seleccionar el motor más 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.
- 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.

#### **1.4 Alcance**

El presente proyecto tiene como objetivo la implementación del tren de potencia y sistema de transmisión en un vehículo biplaza tipo Buggy, el cual será adaptado y mejorado para fortalecer el rendimiento de este tipo de autos con la utilización de materiales adecuados para este propósito, materiales de aluminio, pernos de sujeción resistentes a la torsión, mismos que ayudaran a la realización adecuada del proyecto, al mismo tiempo se busca preservar el medio ambiente, ayudar a la economía y mejorar el rendimiento de estos automotores, por ende, el proyecto va dirigido a la comunidad en general, ya que se busca innovar en la construcción para mejorar la calidad de vida de todas las personas.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Tren de potencia de un vehículo

El tren de potencia de un vehículo es la unión de varios sistemas sumamente importantes e imprescindibles para realizar el trabajo motriz de las ruedas tractoras del vehículo.

El trabajo de propulsión del vehículo se logra gracias a un trabajo perfecto y sincronizado del conjunto tren de potencia. En un vehículo que funciona con un motor de combustión interna, el fundamento principal para obtener la potencia motriz se basa en la conversión de la energía química a mecánica, esto gracias al proceso de combustión en el motor (energía química) misma que es aprovechada para producir el movimiento lineal de algunos pistones en el interior del cilindro, los cuales van acoplados a un dispositivo cigüeñal que transformara el movimiento lineal en movimiento rotativo (energía mecánica). (*Pauta Morocho Juan DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN VEHICULO BIPLAZA DE ESTRUCTURA TUBULAR CON MOTOR MONOCILINDRICO YAMAHA YFM 200 (2012) (p36)*).

Gracias a este perfecto y sincronizado trabajo se puede hacer llegar la potencia del motor hacia los demás sistemas encargados de la tracción, por ejemplo: el sistema de transmisión, el cual cumple con la función de multiplicar o desmultiplicar el torque de cada marcha según sean las necesidades para la conducción del vehículo.

##### 2.1.1 Elementos

El tren de potencia del automóvil cuenta con varios elementos que componen sistemas distintos, mismos que trabajan en un solo conjunto para transmitir el torque generado por el motor hacia las ruedas tractoras del vehículo.

Los componentes del tren de potencia varían levemente según la disposición de la tracción que tenga el vehículo (delantera – trasera).

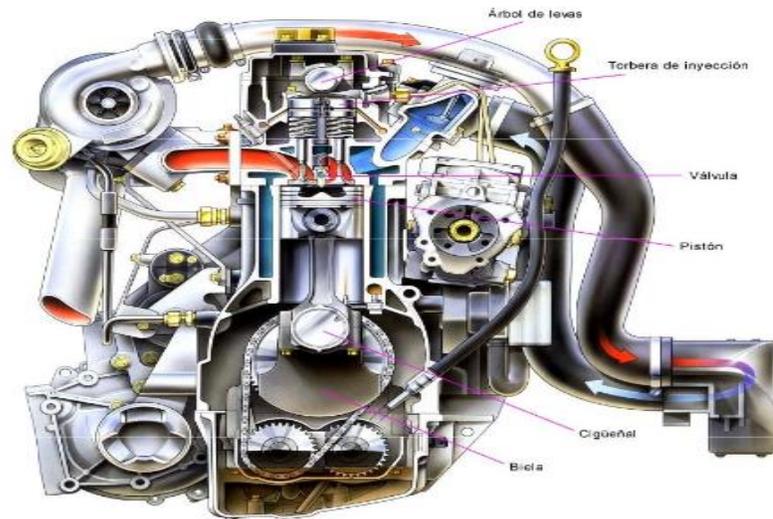
En el caso que sea un vehículo con tracción trasera sus componentes será: motor, embrague, caja de cambios, árbol de transmisión, diferencial, ruedas. El vehículo con tracción delantera: motor, embrague, caja de cambios, diferencial, ruedas.

### 2.1.1.1 Motor de combustión interna

El motor de combustión interna es considerado una maquina térmica que se encarga de generar torque a través de la energía química de la unión de aire – combustible, y energía calorífica resultante de la combustión de estos elementos, vitales para poner en movimiento al vehículo.

#### Figura 1

*Motor de combustión interna*



Nota: En el gráfico de muestra la composición interior y exterior de un motor de combustión interna.

Tomado de: (Bosch, 2016)

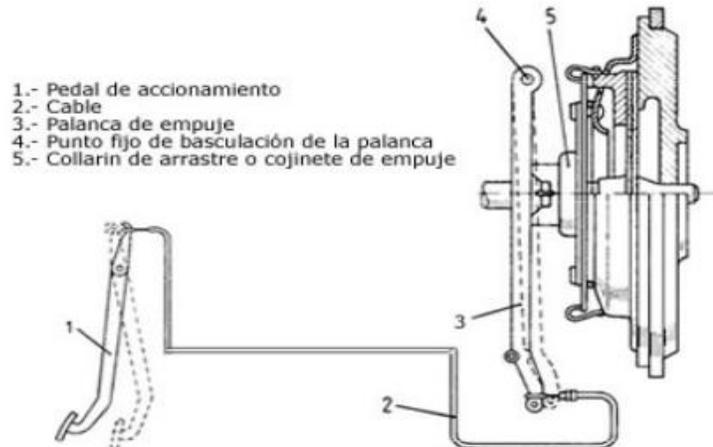
### 2.1.1.2 Embrague

El sistema de embrague es un mecanismo que va situado entre la caja de cambios y el motor del vehículo, mismo que se encarga de conectar o desconectar dichos elementos según sea la voluntad del conductor por las necesidades de la conducción con la ayuda del pedal de embrague.

En función, el embrague es el encargado de transmitir el giro del motor (cigüeñal) hacia el sistema de transmisión.

#### Figura 2

*Sistema de embrague*



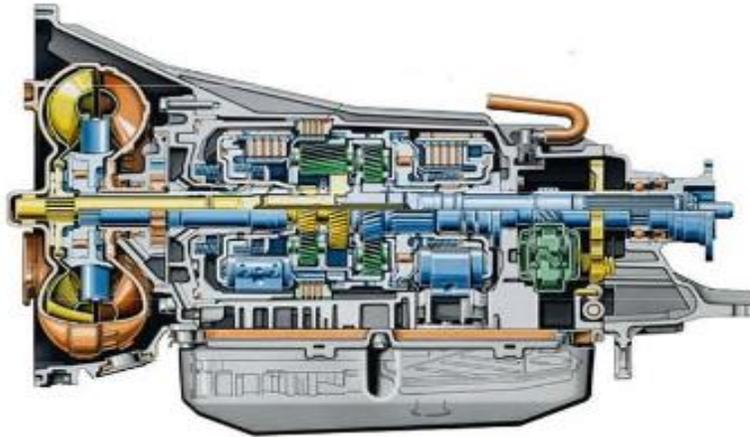
Nota: En el grafico se aprecia la composición mecánica de un sistema de embrague.

Tomado de: (Calleja, 2018)

### 2.1.1.3 Caja de cambios

La caja de cambios es un elemento que se interpone al contacto directo entre el motor y las ruedas, esto debido a que se debe modificar el número de revoluciones de las mismas y también invertir el sentido de giro (reversa), todo esto según sea necesario acorde al requerimiento de la conducción. Este dispositivo puede ser mecánico accionado por el conductor, o automático



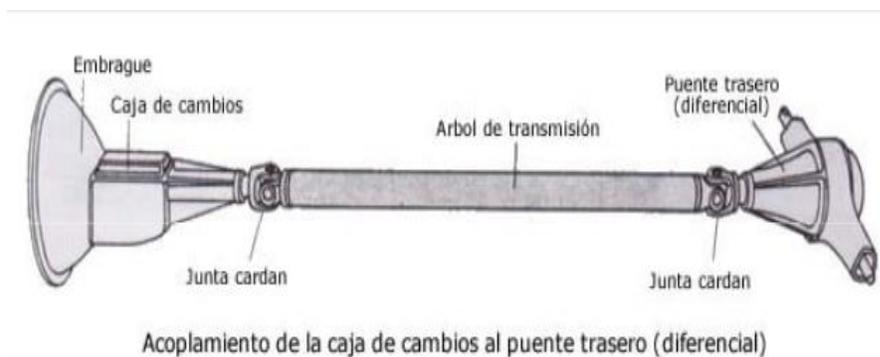
**Figura 4***Caja de cambios automática*

Nota: Observamos la composición interna, de los elementos que conforman una caja de cambios automática. Tomado de: (Casado, 2012)

**2.1.1.4 Eje de transmisión**

Es el elemento encargado de soportar la potencia suministrada por el motor, pero que sale multiplicada o desmultiplicada de la caja de cambios. Al mismo tiempo, el eje de transmisión, transmite esta potencia hacia el elemento diferencial con el fin que pase hacia las ruedas motrices y cumplir con el objetivo de poner en marcha al vehículo.

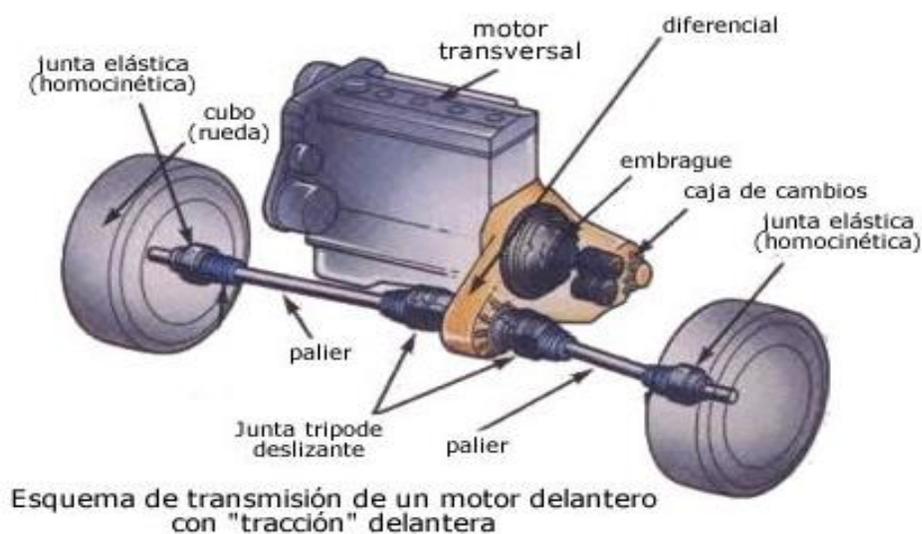
Este puede estar unido o constituido con juntas cardan o flexibles, mismas que permiten tener un movimiento en todas las direcciones al eje de transmisión para así evitar y desviar varios esfuerzos mecánicos, con el fin de preservar la integridad de dicho elemento. Cabe recalcar que este tipo de eje de transmisión es usado en vehículos con transmisión posterior.

**Figura 5***Eje de transmisión posterior*

Nota: se muestran los componentes y los nombres de los componentes de un eje de transmisión posterior.

Tomado de: (Casado, 2012)

En caso que el vehículo disponga de transmisión delantera, no contara con árbol de transmisión, sino, con dos ejes laterales que saldrán de la caja de cambios, mismos que estarán conectados y transmitirán la potencia y torque del motor a las ruedas delanteras.

**Figura 6***Sistema de transmisión delantera*

Nota: Una breve reseña de todos los elementos que conforman el sistema de transmisión delantera.

Tomado de: (Casado, 2012)

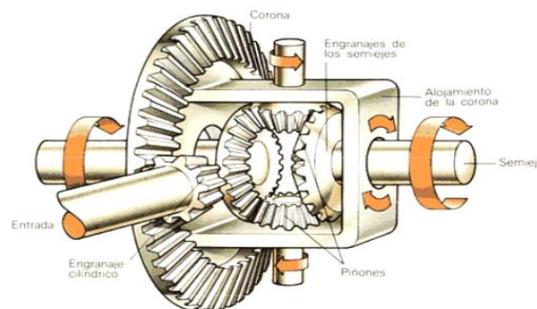
### 2.1.1.5 Diferencial

Es un elemento mecánico que permite que en las curvas las ruedas motrices giren a diferentes revoluciones según sea necesario con el fin de mantener la estabilidad y el control del vehículo. Cuando el automóvil toma una curva, la rueda motriz que está en la parte exterior de la curva debe recorrer una mayor cantidad de espacio, por ende esta debe girar más rápido.

En cambio, la rueda motriz que toma la curva por la parte interior, recorre un menor espacio, por ende debe girar más lento para poder salir a la par con la rueda que toma la curva por la parte exterior y no afectar en nada a la estabilidad, conducción y control del vehículo.

### Figura 7

#### *Conjunto diferencial del vehículo*



Nota: Composición de sistema diferencial, satélites, planetarios, ejes y demás elementos que lo conforman, vista interna de este elemento. Tomado de: (Casado, 2012)

### 2.1.1.6 Ruedas

Las ruedas del vehículo son las encargadas de dar dirección, permitir el impulso y detener al vehículo, misma que se conforma de dos partes que son: llanta y neumático.

**Figura 8***Neumático del vehículo*

Nota: conjunto que conforma la rueda de un vehículo. Tomado de: (Casado, 2012)

El neumático es aquella parte de la rueda que se mantiene constantemente en contacto con la calzada, sirviendo así como punto de apoyo y dando adherencia al vehículo hacia el terreno por el cual circule.

**Figura 9***Llanta y neumático*

Nota: Componentes que conforman la rueda de un vehículo convencional. Tomado de: (Casado, 2012)

## 2.2 Sistema de inyección electrónica

El sistema de alimentación de combustible es uno de los sistemas más importantes para el funcionamiento del motor del vehículo, este es el encargado de suministrar combustible en el interior del cilindro del motor para que se genere la mezcla aire combustible y posteriormente el fenómeno de combustión que genera el trabajo del motor.

A causa del desmesurado avance tecnológico de los vehículos, en la actualidad el uso del carburador como dispositivo principal para el suministro de combustible en el motor ha quedado obsoleto, principalmente por su deficiencia en cuidados al medio ambiente, economía, ahorro de combustible, rendimiento y respuestas rápidas de manejo durante la aceleración. Para solución de dichos inconvenientes, Bosch ha desarrollado sistemas de inyección electrónica de combustible para los automotores, con el objetivo de mejorar el rendimiento, la economía en todos los regímenes y cargas de funcionamiento del motor, y principalmente para reducir la contaminación del aire. (*Rueda Santander Jesús TECNICO EN MECÁNICA Y ELECTRÓNICA AUTOMOTRIZ SEGUNDA EDICION, Colombia, diseli (2010) (p238)*).

La característica principal de los sistemas de inyección electrónica consiste en permitir que el motor reciba solo la cantidad adecuada de combustible que necesita para su correcto funcionamiento, garantizando así:

- Menor contaminación.
- Mayor economía
- Mejor rendimiento
- Arranque más rápido
- Mejor eficiencia y aprovechamiento de combustible

Los sistemas de inyección electrónica garantizan una óptima performance del motor. Existen distintos tipos de sistemas de inyección electrónica: Según el número de inyectores que disponga en el sistema, pueden ser mono punto o multipunto.

## 2.2.1 Tipos de sistemas de inyección electrónica

**2.2.1.1 Inyección multipunto: Utiliza una válvula de inyección (inyector) para cada cilindro del motor.**

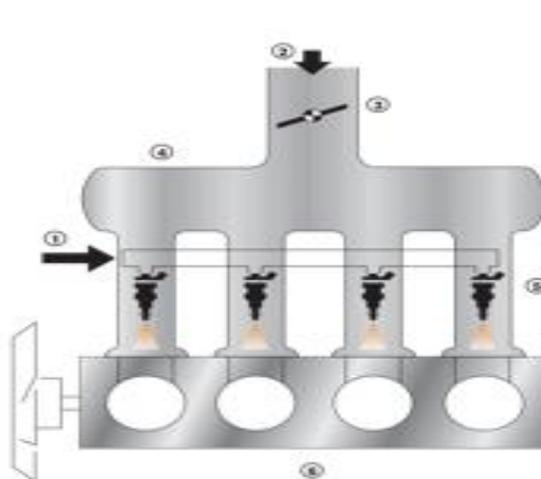
**Tabla 1**

*Elementos inyección multipunto*

Número	Elemento
1.	Tubo distribuidor de la entrada de combustible
2.	Aire
3.	Mariposa de aceleración
4.	Colector de admisión
5.	Inyectores
6.	Motor

**Figura 10**

*Sistema de inyección multipunto*



Nota: se puede observar el número de inyectores del sistema multipunto, mínimo un inyector por cilindro.

Tomado de: (Calleja, 2018)

### 2.2.1.2 Inyección mono punto:

Este sistema cuenta con un solo inyector, mismo que se encarga de suministrar el combustible a todos los cilindros.

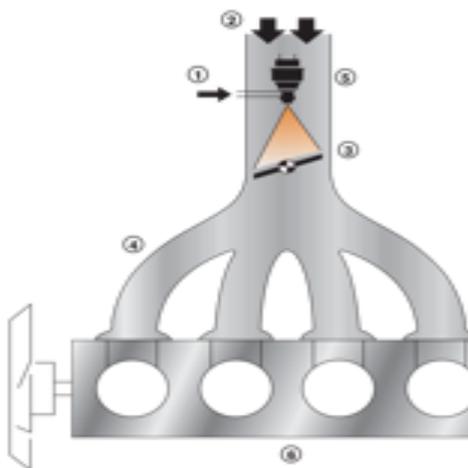
**Tabla 2**

*Elementos inyección mono punto*

Número	Elemento
1.	Tubo distribuidor de la entrada de combustible
2.	Aire
3.	Mariposa de aceleración
4.	Colector de admisión
5.	Inyectores
6.	Motor

**Figura 11**

*Sistema de inyección mono punto*



Nota: Se observa que el número de inyectores de este sistema es uno solo, cuenta con un solo inyector para todos los cilindros. Tomado de: (Calleja, 2018)

Basándose en estas características de los sistemas de inyección, cada día han ido evolucionando y apareciendo más tipos de sistemas, debido a esta razón se han creado sistemas de inyección como:

### **2.2.1.3 Jetronic**

Este sistema es principalmente comandado y controlado de manera electrónica y pulveriza el combustible en el múltiple de admisión. Su principio de funcionamiento se basa en que suministra la cantidad exacta de combustible para los distintos regímenes de trabajo (revoluciones) del motor.

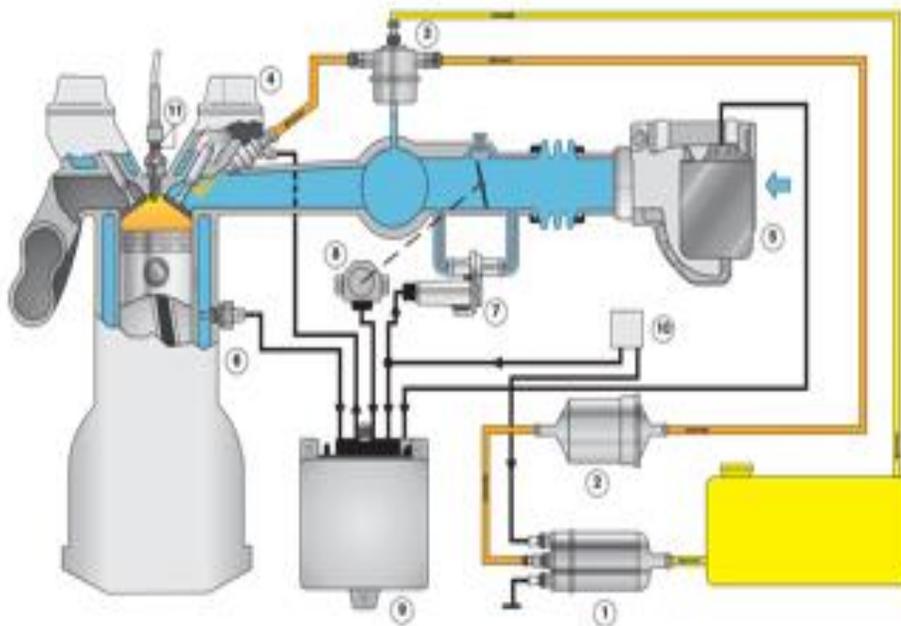
La unidad de control electrónico ECU recibe variedad de señales de entrada, mismos que llegan de los distintos sensores que envían la información según sean las condiciones de funcionamiento del motor de manera instantánea. La unidad de control electrónico compara los valores obtenidos gracias a los sensores con los establecidos por el fabricante para el funcionamiento adecuado del motor, basándose en los regímenes a los que está funcionando el mismo, la ECU establece basándose en toda esta información la cantidad adecuada del combustible que debe suministrarse para el trabajo y funcionamiento del motor.

La cantidad de combustible suministrado por la unidad de control, sale por los inyectores. Los inyectores reciben una señal eléctrica, mismo que se identifica como tiempo de inyección. En el sistema LE – JETRONIC, los inyectores pulverizan el combustible de manera simultánea. En este tipo de sistema la ECU controla solo el sistema de alimentación de combustible.

El sistema de inyección LE – JETRONIC es un sistema analógico. Debido a esta característica no cuenta con memoria para guardar posibles averías que puedan ocurrir en el sistema de alimentación. No cuenta con indicadores de avería en el tablero para el sistema de inyección.

**Tabla 3***Inyección Jetronic*

Número	Elemento
1.	Bomba de combustible
2.	Filtro de combustible
3.	Regulador de presión de combustible
4.	Inyector
5.	Medidor de flujo del aire (caudalímetro)
6.	Sensor de temperatura
7.	Dispositivo adicionador de aire
8.	Interruptor de la mariposa de aceleración
9.	Unidad de control electrónico
10.	Relé de control electrónico
11.	Bujía de encendido

**Figura 12***Sistema de inyección Jetronic*

Nota: Elementos, conexiones y principios básicos del sistema de inyección Jetronic.

Tomado de: (Bosch, 2016)

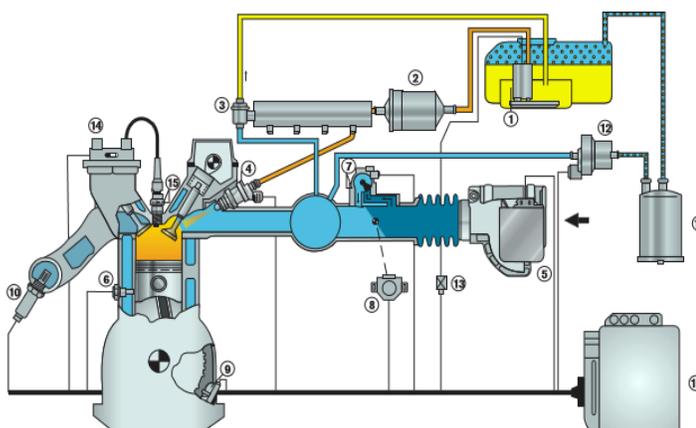
#### **2.2.1.4 Motronic**

Motronic es un sistema de inyección multipunto, la característica de este sistema es que, a diferencia del Jetronic, el Motronic trae incorporado el sistema de encendido en la unidad de comando. Cuenta con un sensor en el sistema de inyección, el cual va ubicado en el tubo de escape (sonda Lambda), mismo que sensa la cantidad de oxígeno en los gases de escape. El sistema Motronic es un sistema de tipo digital, cuenta con una memoria para dar indicación de averías en el tablero del vehículo. En vehículos que no cuentan con distribuidor para controlar el salto de la chispa en la bujía (momento de encendido), se hace con la ayuda de un sensor que va ubicado en una rueda dentada saliente del cigüeñal del motor (volante de inercia).

Motronic cuenta con un sistema de recirculación de gases provenientes del depósito de combustible (Cánister). Este sistema ayuda a reaprovechar los gases que se forman dentro del depósito de combustible, mismos que son altamente peligrosos, inflamables y nocivos para el medio ambiente, de esta manera contribuye al principal objetivo de los sistemas de inyección, reduciendo la contaminación del aire, economizando la mayor cantidad de combustible posible y mejorando la eficiencia del motor.

### Figura 13

#### *Sistema de inyección Motronic*



Nota: Elementos, conexiones y principios básicos del sistema de inyección Motronic.

Tomado de: (Bosch, 2016)

### Tabla 4

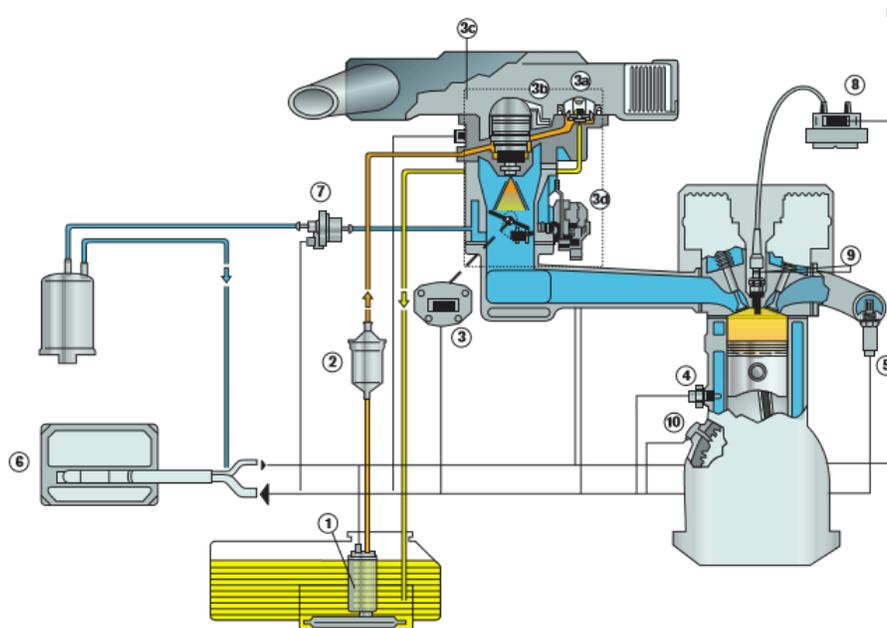
#### *Inyección Motronic*

Número	Elemento
1.	Bomba de combustible (gasolina)
2.	Filtro de combustible
3.	Regulador de presión de combustible
4.	Inyector
5.	Medidor de flujo del aire (caudalímetro)

- 
6. Sensor de temperatura
  7. Control para ralentí (IAC)
  8. Resistencia variable de la mariposa de aceleración
  9. Sensor de revoluciones
  10. Sensor de oxígeno (sonda Lambda)
  11. Unidad de control electrónico (sistema de encendido e inyección)
  12. Válvula de recirculación de gases (Cánister)
  13. Relé de comando
  14. Bobina e encendido
  15. Bujías de encendido
  16. Cánister
- 

#### **2.2.1.5 Mono Motronic**

La característica principal del sistema Mono Motronic es que, a diferencia del sistema Motronic, este cuenta tan solo con un inyector par todos los cilindros, mismo que va ubicado en el cuerpo de aceleración que tiene una configuración bastante parecida a la de un carburador. El cuerpo de aceleración en este sistema alberga a su vez a varios elementos que en el sistema Motronic se encuentran dispersos por diferentes puntos del vehículo, por ejemplo: potenciómetro de la mariposa de aceleración, válvula IAC, entre otros. En Mono Motronic el sistema de encendido también es comandado por la unidad de control electrónico. Los sistemas Mono Motronic y Motronic son bastante similares en cuanto a lo que tiene que ver con funcionamiento, pero se diferencian en la cantidad de inyectores con los que cada uno cuenta para cada cilindro.

**Figura 14***Sistema de inyección mono motronic*

Nota: Elementos, conexiones y principios básicos del sistema de inyección Mono Motronic.

Tomado de: (Bosch, 2016)

**Tabla 5***Sistema inyección Mono Motronic*

Número	Elemento
1.	Bomba de combustible (gasolina)
2.	Filtro de combustible
3.	Potenciómetro de la mariposa de aceleración
3 <sup>a</sup> .	Regulador de presión de combustible
3b.	Inyector
3c.	Sensor de temperatura del aire
3d.	Válvula IAC
4.	Sensor de temperatura
5.	Sonda Lambda

- 
6. Unidad de control electrónico
  7. Válvula de recirculación de gases del depósito de combustible
  8. Bobina de encendido
  9. Bujías de encendido
  10. Sensor de revoluciones
- 

#### **2.2.1.6 Motronic ME 7**

Es un sistema de inyección mucho más tecnológico y complejo que sus predecesores, cuenta con una mariposa de aceleración con control electrónico, el motor esta comandado electrónicamente según sea la necesidad de torque en la conducción, basándose en esta característica son ajustados los parámetros para la inyección y el encendido del motor. La necesidad de aceleración del conductor en el vehículo es captada a través del pedal del acelerador electrónico con el cual cuenta este sistema.

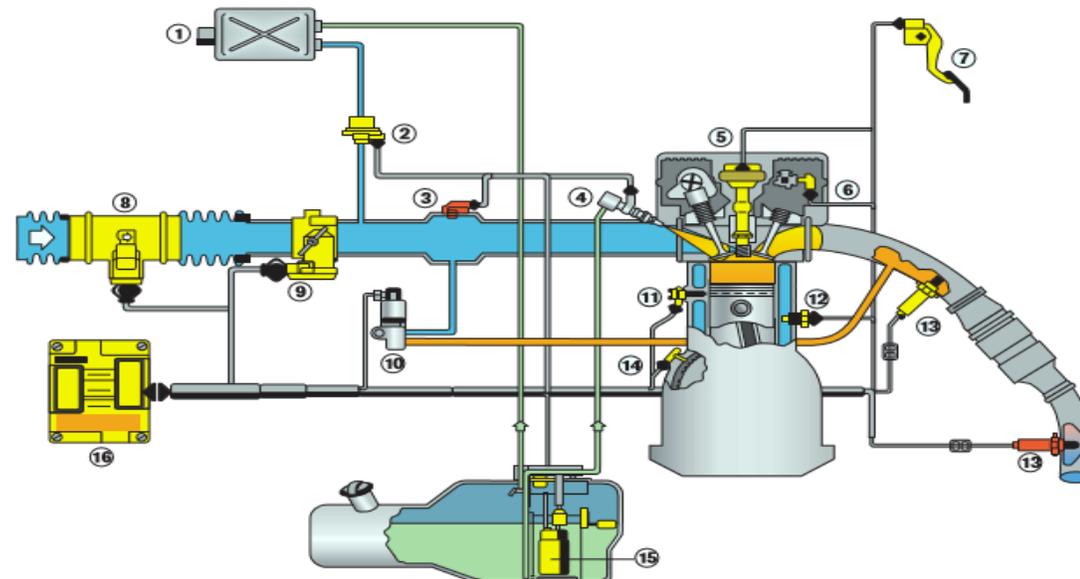
La unidad de control electrónico determina el torque que necesita el motor y basándose en los regímenes de funcionamiento determinara el control del sistema de inyección para que su funcionamiento sea óptimo y no exista ningún tipo de pérdidas de potencia.

A todo esto se le suma la carga de diferentes sistemas con los cuales cuenta el vehículo y necesitan de la potencia del motor para realizar su trabajo como por ejemplo: el ventilador del motor, el compresor del sistema de aire acondicionado, etc., todo esto será analizado con la información obtenida por la unidad de control electrónico gracias a los sensores para determinar el funcionamiento del sistema de inyección y hacer trabajar el motor a los regímenes necesarios, proporcionando un volumen exacto de combustible dentro del cilindro, una apertura adecuada de la mariposa de aceleración, etc. La configuración electrónica del módulo de control de este sistema proporciona valores específicos para cada motor y vehículo, la mariposa de aceleración comandada

electrónicamente proporciona una mayor precisión en la aceleración, reduciendo así el consumo de combustible y proporcionando un mejor control de la conducción. Su sistema basado en el torque proporciona una mejor interactividad con los demás sistemas del vehículo para poder trabajar óptimamente según las cargas que tenga el motor en el instante preciso.

**Figura 15**

*Sistema de inyección motronic ME7*



Nota: Elementos, conexiones y principios básicos del sistema de inyección Motronic ME7.

Tomado de: (Bosch, 2016)

**Tabla 6**

*Sistema de inyección motronic ME7*

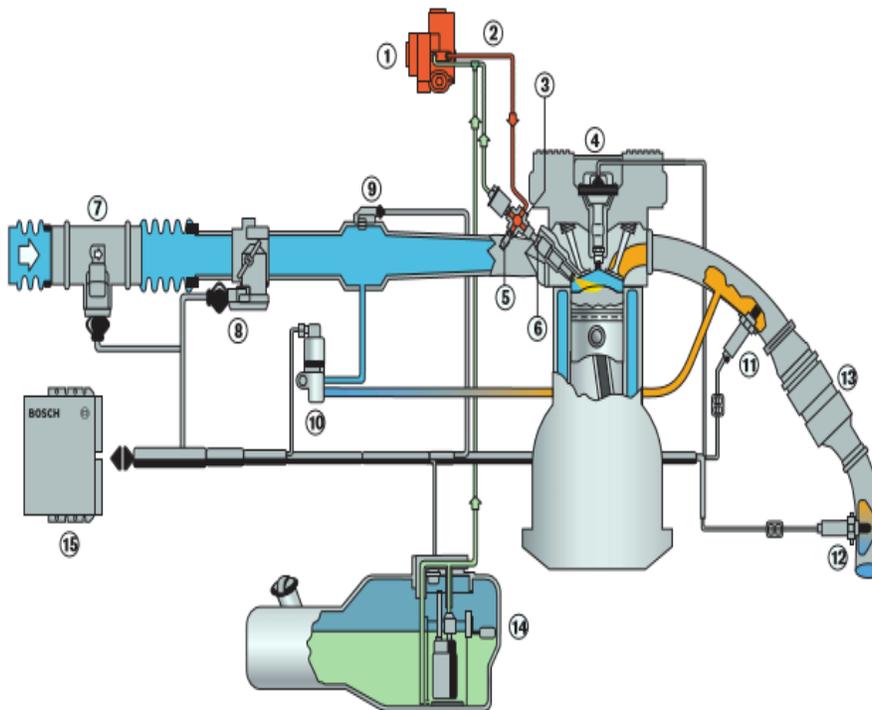
Número	Elemento
1.	Cánister
2.	Válvula de bloqueo del cánister
3.	Sensor de presión de combustible
4.	Inyectores
5.	Bobina y bujía de encendido

- 
6. Sensor de fase
  7. Pedal del acelerador electrónico
  8. Medidor de masa de aire y sensor de temperatura de aire
  9. Cuerpo de aceleración electrónico
  10. Válvula EGR
  11. Sensor de picado
  12. Sensor de temperatura del refrigerante
  13. Sonda Lambda
  14. Sensor de revoluciones
  15. Bomba de combustible (gasolina)
  16. Unidad de control electrónico
- 

#### **2.2.1.7 Motronic MED 7**

El sistema Motronic MED 7 es uno de los sistemas de inyección más avanzados del mundo, cuenta con sistema de inyección directa. Este permite que el combustible sea pulverizado de manera directa en el interior del cilindro bajo presiones de alrededor de 160 bares. El sistema MED 7 cuenta con un complejo sistema de alimentación conformado por dos bombas de combustible, uno que ira dentro del depósito que trabaja a bajas presiones y otra bomba de tipo mecánica que será la encargada de llevar la presión del combustible a valores muy elevados.

El inyector recibe el combustible a alta presión y lo inyecta directamente en la cámara de combustión. Todo este trabajo del sistema de inyección ayuda a mejorar el rendimiento del motor, a mejorar el aprovechamiento y la economía del combustible y a minimizar la emisión de gases contaminantes al ambiente.

**Figura 16***Sistema de inyección motronic MED7*

Nota: Elementos, conexiones y principios básicos del sistema de inyección Motronic MED7.

Tomado de: (Bosch, 2016)

**Tabla 7***Sistema de inyección motronic MED7*

Número	Elemento
1.	Bomba de combustible de alta presión
2.	Válvula de control de combustible
3.	Tubo distribuidor
4.	Bobina de encendido
5.	Sensor de presión de combustible
6.	Inyectores
7.	Sensor de masa de aire y sensor de temperatura de aire

- 
8. Cuerpo de aceleración
  9. Sensor de presión absoluta
  10. Válvula EGR
  11. Sonda Lambda
  12. Sonda Lambda
  13. Catalizador del tubo de escape
  14. Pre bomba de combustible
  15. Unida de control electrónico
- 

El sistema de inyección electrónica cuenta con dispositivos electrónicos sofisticados que trabajan en conjunto y permiten realizar su trabajo de manera eficiente, estos pueden dividirse entre sensores y actuadores. Un sensor es un elemento eléctrico o piezoeléctrico, mismo que capta, mide, sensa condiciones físicas o químicas en el funcionamiento del motor y los transforma en valores eléctricos para enviar una señal a la unidad de control electrónico con el fin de variar o mantener dichos regímenes de funcionamiento según sean las condiciones de conducción del vehículo. Un actuador es un elemento electrónico que recibe una señal de la ECU para realizar su accionamiento acorde a los valores que ordene la ECU.

## ***2.2.2 Elementos actuadores del sistema de inyección electrónica***

### **2.2.2.1 Bomba eléctrica de combustible**

La bomba eléctrica de combustible es un elemento actuador encargado de impulsar el combustible a presión desde el depósito hasta la cámara de combustión del motor a través de las cañerías. El combustible es aspirado del depósito con la bomba eléctrica, misma que envía un suministro bajo presión hasta el riel de inyectores donde se encuentran los inyectores. La bomba envía más combustible de lo necesario en una mínima proporción de exceso a fin de mantener una

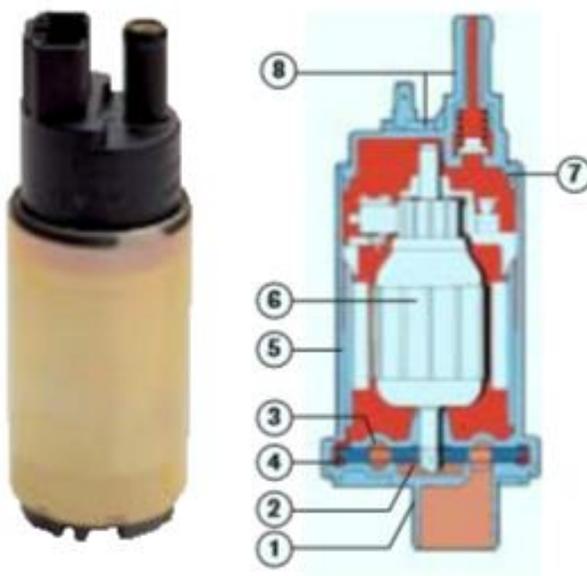
presión constante en todos sus regímenes de funcionamiento, en caso de haber demasiados excesos, ese excedente retorna hacia el depósito de combustible.

En la mayoría de vehículos, la bomba de combustible del sistema de inyección va sumergida en el interior del depósito. A pesar de esto, la bomba no presenta riesgo alguno de generar explosión, porque en el interior no existe ninguna mezcla en condiciones de producir combustión. La bomba eléctrica no tiene mantenimiento, en caso de presentar averías solo se debe comprobar su respectivo funcionamiento y sustituirla e ser necesario. El sistema de inyección según sea su tipo y según el vehículo, cuenta con bomba sumergida dentro del depósito (Bomba IN TANK) o también puede ser una bomba exterior conectada en la línea de alimentación de combustible. (Bomba IN LINE).

- Bomba IN TANK:

### **Figura 17**

#### *Bomba de combustible In Tank*



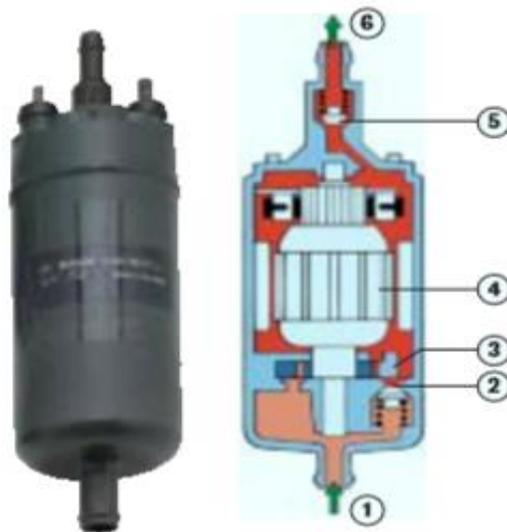
Nota: Elementos y constitución interior y exterior de una bomba de combustible IN TANK.

Tomado de: (Bosch, 2016)

**Tabla 8***Bomba de combustible In Tank*

Número	Elemento
1.	Disco de aspiración
2.	Galería primaria
3.	Galería principal
4.	Carcasa
5.	Inducido
6.	Válvula de retención
7.	Lado de presión y conexión de salida

- Bomba IN LINE

**Figura 18** *Bomba de combustible In Line*

Nota: Elementos y constitución interior y exterior de una bomba e combustible de tipo IN LINE.

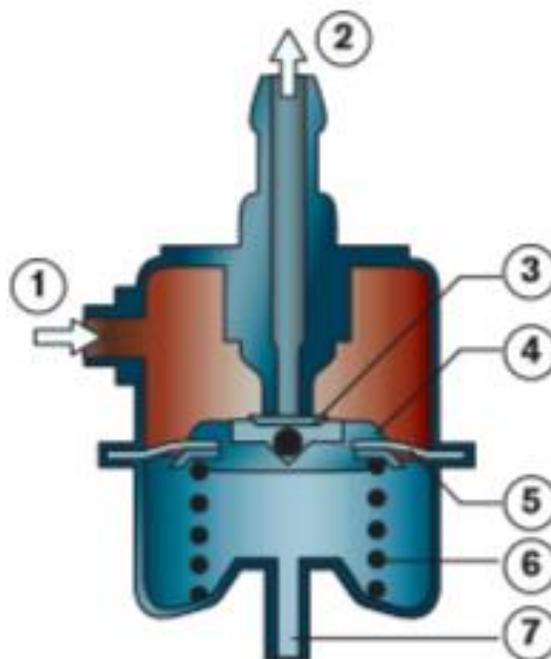
Tomado de: (Bosch, 2016)

**Tabla 9***Bomba de combustible In Line*

Número	Elemento
1.	Lado de aspiración
2.	Limitador de presión
3.	Bomba de rodetes
4.	Inducido
5.	Válvula de retención
6.	Lado de presión

**2.2.2.2 Regulador de presión de combustible**

El regulador de presión de combustible mantiene la gasolina bajo presión en el circuito de alimentación de combustible, incluso en el riel de inyectores. Este va alojado en el riel de inyectores o en la línea de alimentación junto a la bomba de combustible, este cumple con la característica de ser un regulador de flujo con retorno hacia el depósito. Gracias al regulador, se puede obtener una presión constante y adecuada acorde al diseño del motor y de todos los elementos que componen el sistema de alimentación, garantizado así un funcionamiento adecuado en todos los regímenes de trabajo del motor. Cuando la presión en el sistema es excesiva se abre un desfogue de retorno de combustible, mismo que es dirigido hacia el depósito. Este elemento del sistema de alimentación, no se puede desarmar y repararlo, en caso de avería se deberá sustituirlo, pues, con un mal funcionamiento de este, el rendimiento del motor se verá bastante afectado.

**Figura 19***Regulador de combustible*

Nota: Elementos, constitución interior y exterior de un regulador de presión de combustible convencional.

Tomado de: (Bosch, 2016)

**Tabla 10***Regulador de combustible*

Número	Elemento
1.	Entrada de combustible
2.	Retorno de combustible
3.	Placa de la válvula
4.	Soporte de la válvula
5.	Diafragma
6.	Resorte de presión
7.	Conexión de vacío para múltiple de admisión

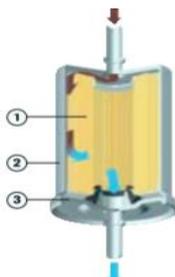
### 2.2.2.3 Filtro de combustible

Es el elemento que sufre mayor desgaste en el sistema de alimentación. El filtro va colocado después de la bomba de combustible, este retiene las impurezas que se albergan en el combustible y pueden ocasionar daños, taponamiento de varios elementos del sistema de alimentación. El filtro alberga en su interior un elemento de papel, mismo que cuenta con poros microscópicos que retienen las partículas de impureza del combustible, después y de manera exterior, se encuentra una tela con el fin de retener partículas que puedan desprenderse del papel y causen daños.

Debido a esta razón, los filtros de combustible deben ser colocados en la dirección adecuada, muchos de ellos vienen señalados para facilitar su instalación y realizarla de la manera correcta. El filtro de combustible es el elemento más importante para mantener una adecuada vida útil del sistema de alimentación, es recomendable que se realice la sustitución de este elemento cada 20000 km, aunque no hay problema alguno si su sustitución se la realiza en un plazo más corto. En su mayoría, este va colocado en la parte baja del vehículo, no es un elemento muy visible y es gracias a esto que muchas veces se olvida su sustitución, cambiarlo de manera regular, adecuada y oportuna protege a todo el sistema de inyección y al motor en general.

#### **Figura 20**

##### *Filtro de combustible*



Nota: Elementos, constitución interior y exterior de un filtro de combustible. Tomado de: (Bosch, 2016)

**Tabla 11***Filtro de combustible*

Número	Elemento
1.	Material filtrante de papel
2.	Malla
3.	Soporte de los elementos filtrantes internos

**2.2.2.4 Pre filtro de la bomba de combustible**

Todos los vehículos cuentan con un pre filtro de combustible, antes de la bomba de combustible. Su función es retener las impurezas presentes en el combustible, antes que sea succionado por la bomba, con el fin de proteger los elementos internos de la bomba de combustible, si no se reemplaza este elemento puede haber riesgo de quemar la bomba de combustible, taponamiento de la bomba de combustible, lo cual genera en disminución del rendimiento del motor.

- En los vehículos que tienen bomba sumergida dentro del depósito (bomba in tank) el pre filtro va instalado en el tubo de entrada de combustible hacia la bomba.
- En los vehículos que tienen la bomba de combustible en el exterior (bomba in line) el pre filtro de combustible va instalado dentro del tanque, en el tubo de aspiración.

**Figura 21***Pre filtro de combustible*

Nota: Pre filtro de combustible de bomba IN TANK. Tomado de: (Bosch, 2016)

**2.2.2.5 Inyector**

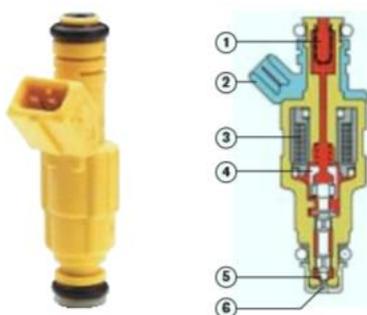
Los inyectores son elementos encargados de introducir el combustible a presión, pulverizado en el interior del cilindro para producir la mezcla de aire combustible y que se genere la combustión. El número de inyectores en el motor, dependerá del diseño y características del motor y su sistema de inyección, por ejemplo: en el sistema de inyección multipunto se tiene un inyector por cada cilindro. Si el sistema de inyección es mono punto, tendrá 1 solo inyector para todos los cilindros.

Los inyectores son comandados de manera electromagnética, cuando la unidad de control electrónico envía un impulso electrónico al inyector, este se abrirá y permitirá la salida del combustible. Para garantizar una perfecta optimización y atomización del combustible en el interior del cilindro sin pérdidas por condensación. Al momento en que el combustible es introducido en el cilindro en forma de abanico, se debe evitar que este choque con las paredes del cilindro, es por eso que la configuración de los inyectores es distinta para cada motor, así mismo la cantidad de agujeros que tenga cada inyector depende de cada motor y sus características. Para cada motor varía el tipo de inyectores con los cuales trabaja. Los inyectores son elementos que

rebajan a gran precisión y son sometidos a esfuerzos mecánicos elevados, por esta razón deben ser revisados periódicamente. Una avería en los inyectores podría conducir a: Daños en el sistema de alimentación, disminución del rendimiento del motor del vehículo, consumo de combustible demasiado elevado, problemas en la conducción, etc.

**Figura 22**

*Inyector de combustible*



Nota: Elementos, constitución interior y exterior de un inyector de combustible. Tomado de: (Bosch, 2016)

**Tabla 12**

*Inyector de combustible*

Número	Elemento
1.	Malla
2.	Zoques de conexión eléctrica
3.	Bobina de inducido magnético
4.	Inducido
5.	Aguja del inyector
6.	Perno cónico

### 2.2.2.6 Unidad de control electrónico

La unidad de control electrónico también conocido por sus siglas como (ECU), es el elemento más importante del sistema de inyección, es el cerebro del sistema. La ECU, mantiene

el control total del sistema de inyección. La ECU trabaja en conjunto con los sensores, capta las señales enviadas por los sensores, debidos a estos valores envía otras señales a los actuadores que son los que realizan el trabajo en el sistema de inyección, obteniendo así la cantidad adecuada de combustible y en el momento adecuado para generar el trabajo del motor del vehículo.

### **Figura 23**

*Unidad de control electrónico*



Nota: Unidad de control de sistema de inyección electrónica. Tomado de: (Bosch, 2016)

#### **2.2.2.7 Actuador de marcha lenta o ralentí (válvula IAC)**

La válvula IAC es un elemento electromecánico, ya que realiza un movimiento mecánico gracias a la ayuda de pulsos electrónicos o señales electrónicas enviadas por el módulo de control. El actuador de marcha lenta va ubicado en un bypass, mismo que se encuentra alrededor de la mariposa de aceleración con el fin de que exista un mayor ingreso de flujo de aire adicionado en la apertura de esta válvula. Al momento en que el motor del vehículo se encuentra frío, en temperaturas no óptimas para el funcionamiento adecuado del motor, la válvula IAC se abrirá, permitiendo un paso de aire adicional al interior de los cilindros del vehículo, obteniendo así un

aumento de revoluciones en el motor para que pueda trabajar de manera óptima, hasta alcanzar la temperatura óptima para el funcionamiento del vehículo.

#### **Figura 24**

##### *Válvula IAC*



Nota: Válvula IAC de sistema de inyección electrónica. Tomado de: (Bosch, 2016)

### ***2.2.3 Elementos sensores del sistema de inyección electrónica***

#### **2.2.3.1 Sensor de detonación**

Debido a los esfuerzos mecánicos extremos a los que están sometidos los elementos internos del motor, se produce un golpeteo entre estos al momento en que se genera la combustión, el sensor de detonación envía señales a la unidad de control según sea el golpeteo en el momento de trabajo del motor, para que la ECU modifique el punto de encendido en el motor (salto de chispa) para asegurar un encendido más suave, garantizando menor desgaste de los elementos mecánicos, alargando la vida útil del motor y mejorando el rendimiento del mismo. El sensor de detonación va ubicado en el bloque del motor.

**Figura 25***Sensor de detonación*

Nota: Sensor de detonación de sistema de inyección electrónica. Tomado de: (Bosch, 2016)

**2.2.3.2 Sensor de presión atmosférica del aire**

Estos sensores son los encargados de medir la presión absoluta en el múltiple de admisión y en la atmosfera. En la mayoría de casos, estos sensores van ubicados en la entrada del depurador del vehículo. En la actualidad, la tecnología ha ido avanzando y se obtienen sensores duos, mismos que son simplemente la junta de dos acciones realizadas por un mismo sensor, medir la presión y la temperatura del aire.

**Figura 26**

*Sensor de presión atmosférica del aire*



Nota: Sensor de presión atmosférica del aire de sistema de inyección electrónica.

Tomado de: (Bosch, 2016)

**2.2.3.3 Sensor de presión de combustible**

Este sensor es de vital importancia en los sistemas de inyección electrónica diseñados para trabajar con dicho componente. El sensor de alta presión de combustible se encarga de sensar, medir la presión a la cual se encuentra el riel de inyectores. En caso de ser una presión muy excesiva, la ECU capta la información enviada por el sensor y modifica el funcionamiento de los actuadores para que envíen menor cantidad de combustible para tener una presión estable. Cuando la presión es deficiente, pide más trabajo a los actuadores para poder elevar la presión y alcanza así los regímenes correctos de trabajo de todos los componentes del motor según lo haya establecido el fabricante.

**Figura 27**

*Sensor de presión del combustible*



Nota: Sensor de Presión de combustible de sistema de inyección electrónica. Tomado de: (Bosch, 2016)

**2.2.3.4 Sensor de revoluciones del cigüeñal (CKP)**

El principio de funcionamiento para este sensor se fundamenta en el diseño y la forma de una rueda dentada (volante de inercia) que va conectada con el cigüeñal del motor. La composición de los dientes de esta rueda dentada es de un material ferromagnético, mismo que en un punto específico tendrá una separación más prolongada entre diente y diente. El sensor (CKP) es de tipo inductivo, pues, al momento en que este es dispuesto sobre la rueda dentada del volante de inercia en movimiento, se crea un campo magnético, mismo que será una señal enviada a la ECU para informar las revoluciones del motor y la posición en la cual se encuentra el cigüeñal.

**Figura 28***Sensor CKP*

Nota: Sensor CKP de sistema de inyección electrónica. Tomado de: (Bosch, 2016)

**2.2.3.5 Sensor de revoluciones del árbol de levas (CMP)**

El sensor CMP tiene un principio de funcionamiento muy similar al del CKP, pues, de igual manera, este sensor nos ayuda a interpretar la posición en la cual se encuentra el árbol de levas y así, el ciclo en el cual se encuentran los pistones del motor, ya sea en ciclo de compresión o escape. De la misma forma en que lo hace el sensor CKP, el CMP, envía señales a la ECU para poder determinar las revoluciones del árbol de levas y así establecer ciertos parámetros para el funcionamiento correcto del motor. En la actualidad, se necesita que los motores sean más exactos y eficaces, es por eso que, muchos motores trabajan en una sincronía total y exacta entre el sensor CMP y el CKP, con el fin de mejorar la exactitud, el rendimiento de los motores.

**Figura 29***Sensor CMP*

Nota: Sensor CMP de sistema de inyección electrónica. Tomado de: (Bosch, 2016)

**2.2.3.6 Sensor de temperatura del refrigerante**

El sensor de temperatura del refrigerante, es un sensor muy importante para precautelar la vida útil y el bienestar del motor, este consta de una resistencia NTC, misma que tiene la característica que según sea la temperatura, su resistencia eléctrica tiende a subir o bajar, acorde a los valores de temperatura en los cuales se encuentra alojada. Este sensor se encarga de valorar la temperatura del refrigerante del motor, con medidas de resistencia, mismos valores que serán enviados a la ECU para que tome dicha información y ponga a trabajar los elementos actuadores necesarios que controlan los regímenes de funcionamiento térmicos del motor.

Al momento en que el sensor detecta una temperatura muy elevada, la ECU envía una señal al electro ventilador, mismo que se pondrá en funcionamiento para extraer la temperatura presente en el refrigerante del motor, mismo que estará circulando por el circuito de refrigeración para mantener la temperatura adecuada de funcionamiento. En caso que la temperatura sea demasiado

elevada y siga aumentando, este sensor envía señales a la ECU, que son codificadas como DTC, se encenderá un indicador en el tablero del vehículo que alertara sobre esta anomalía al conductor, para que tome precauciones.

### **Figura 30**

*Sensor de temperatura del refrigerante*



Nota: Sensor de temperatura de refrigerante de sistema de inyección electrónica. Tomado de: (Bosch, 2016)

#### **2.2.3.7 Medidor de la masa de aire**

Este sensor está ubicado entre el filtro de aire y la mariposa de aceleración del motor. Este se encarga de medir la corriente de aire succionada por el motor, en todos los regímenes de trabajo a los cuales se encuentre funcionando. Según sea la entrada de aire que capte este dispositivo, varía una resistencia, misma que envía señales a la unidad de control electrónico para que aumente o disminuya el suministro de combustible del motor, acorde a la cantidad de aire succionada al interior de los cilindros.

**Figura 31***Sensor de masa del aire*

Nota: Sensor de masa de aire de sistema de inyección electrónica. Tomado de: (Bosch, 2016)

**2.2.3.8 Sensor de la mariposa de aceleración**

Este sensor se encarga de informar a la unidad de control sobre la posición en la cual se encuentra la mariposa de aceleración, con el fin de controlar el suministro de combustible acorde a la aceleración del motor por parte del conductor. Al momento en que se produce una aceleración brusca, el sensor de la mariposa envía señales captando la velocidad angular de apertura y la velocidad angular de cierre de la misma, para generar un suministro apresurado de combustible en una aceleración brusca y un suministro suave en una desaceleración brusca, con el fin de no generar aceleraciones que afecten al control del vehículo y tampoco generar pérdidas de potencia en el manejo.

**Figura 32**

*Sensor de la mariposa de aceleración*



Nota: Sensor TPS de sistema de inyección electrónica. Tomado de: (Bosch, 2016)

**2.2.3.9 Sonda Lambda (sensor de oxígeno)**

La sonda Lambda es aquella que mide la cantidad de oxígeno presente en los gases de escape que fluyen a través del tubo de escape del vehículo. En sistemas antiguos, la sonda Lambda está ubicada delante del catalizador. Cuando la sonda lambda detecta presencia de oxígeno muy elevadas (mezcla pobre) el sensor de oxígeno envía una señal de 100 mv a la unidad de control. Los sistemas actuales necesitan de dos sensores de oxígeno, una situada delante del catalizador y otra situada detrás del catalizador. Para que el vehículo mejore su funcionamiento en mezcla pobre, el sensor ubicado delante del catalizador reconoce una mezcla pobre, de esta manera se puede también controlar las emisiones de gases nocivos al medio ambiente, acorde a las nuevas directrices internacionales de cuidado y protección ambiental para vehículos automotores.

**Figura 33**

*Sensor de oxígeno*



Nota: Sonda Lambda de sistema de inyección electrónica. Tomado de: (Bosch, 2016)

## CAPÍTULO III

### 3. IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE POTENCIA Y TRANSMISIÓN

#### 3.1 Selección del motor y caja de cambios

##### 3.1.1. Selección del motor

El primer paso a realizar fue elegir correctamente el motor que se utilizó para el proyecto, mismo que debe cumplir con todas las expectativas y requerimientos necesarios para el propósito para el cual será utilizado el vehículo tipo Buggy biplaza. El vehículo tipo Buggy biplaza que realizamos en el presente proyecto está encaminado a que sea confiable y que cumpla con los requerimientos solicitados para la participación en las competencias. En este caso, y realizando dicho análisis, hemos seleccionado un motor Chevrolet Aveo 1600, mismo que presenta un rendimiento mecánico óptimo, cuenta con la potencia y torque necesarios para que el vehículo funcione de manera perfecta, al mismo tiempo, teniendo en cuenta que dicho motor no afectará a la resistencia mecánica con la que cuenta la estructura del vehículo, en la cual va montado. Para mayor detalle, a continuación se muestra una tabla con los datos técnicos del motor Chevrolet Aveo 1600.

**Tabla 13**

*Ficha técnica de motor Chevrolet Aveo 1600*

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

Nota: Se muestran las especificaciones técnicas mecánicas del motor Chevrolet aveo 166.

Tomado de: (chevrolet, 2019)

**Figura 34**

*Motor de Chevrolet Aveo 1600*



Otro aspecto importante a tener en cuenta para la selección del motor, fue: su eficacia en el cuidado del medio ambiente, ahorro de combustible, mejor rendimiento, etc. El motor seleccionado cuenta con un sistema de inyección electrónica multipunto, sistema con tecnología de punta, controlado por un módulo de control electrónico, características que permiten cuidar el medio ambiente en cuanto al control de los componentes contaminantes en los gases de escape, permite tener una dosificación controlada, adecuada y óptima para el funcionamiento del motor, ayudando así en el ahorro de combustible, rendimiento y reduciendo la contaminación del aire.

Dichas diferencias se describen en la tabla a continuación en una comparativa entre un motor a inyección electrónica y uno a carburación:

**Tabla 14***Comparativa motor a inyección y carburación*

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

Nota: Se expone una comparativa entre motor a inyección electrónica y motor a carburación.

Tomado de: (Guachamin, 2016)

La reducción de emanaciones de gases, es una de las características principales de un motor a inyección, para ello, se muestra una tabla comparativa a continuación:

**Tabla 15**

*Comparación emanación de gases*

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%

Nota: Comparativa de datos de emanación de gases de motor a inyección vs carburación.

Tomado de: (Guachamin, 2016)

Especificando de mejor manera y dando a entender que el motor seleccionado es el adecuado, se ha realizado una comparación entre varios motores, que oscilan entre los mismos costos y cilindrajes:

**Tabla 16**

*Comparación entre motores para selección*

<i>Especificaciones</i>	<b>Chevrolet Aveo 1600</b>	<b>Nissan Sentra 1600</b>	<b>Volkswagen gol 1600</b>
<i>Torque</i>	144 Nm	140 Nm	136 Nm
<i>Potencia</i>	103 Hp	97 Hp	90, 74 Hp
<i>Nº Válvulas</i>	16	16	16
<i>Sistema inyección</i>	Electrónica multipunto	Electrónica multipunto	Electrónica multipunto

<i>Relación de compresión</i>	9.5 : 1	9.4 : 1	9.4 : 1
-------------------------------	---------	---------	---------

Nota: Se detallan las especificaciones técnicas de cada motor, comparándolas para realizar la selección

- Basándonos en los datos obtenidos de cada motor, el análisis da a entender que, el motor Chevrolet Aveo (seleccionado) supera a los demás, y por ende, es el motor más idóneo para utilizarlo en el proyecto.
- Cabe recalcar que, el motor Chevrolet aveo utilizado es la unión de varios elementos adquiridos para poder conformarlo, se han adquirido varias piezas y se ha procedido a montarlas, para poder ponerlo en funcionamiento.

### **Figura 35**

*Motor Chevrolet Aveo (adquirido para el proyecto)*



#### **3.1.2. Selección de caja de cambios**

La caja de cambios es elemento vital e importante del conjunto tren de potencia, a la unión entre el motor y caja de cambios se lo denomina matrimonio. Para que la caja de cambios funcione de manera adecuada, al igual que el motor, requiere de una serie de mantenimientos para constatar su buen estado. Existen piezas móviles fáciles de reemplazar, mismas que sufren un desgaste más

rápido en el funcionamiento de la caja de cambios. En este caso, para seleccionar la caja de cambios, hemos optado por elegir la de un Volkswagen Brasilia. La razón por la cual se ha procedido a utilizar este tipo de caja para el proyecto es: por su configuración geométrica, forma, ubicación en el vehículo y resistencia a los esfuerzos mecánicos que entregará nuestro motor en el rodaje del vehículo.

Otro aspecto importante a tener en cuenta, es la ergonomía, facilidad de instalación y mantenimientos en dicha caja de cambios, su estructura, tanto externa como interna, permiten realizar un manejo fácil de sus elementos, mismos que, a su vez no son complejos ni tampoco de altos costos al momento de realizar recambios, en este ámbito, se ha buscado precautelar la economía.

Para hacer una elección correcta y acertada de la caja de cambios ideal para el proyecto, se ha realizado una comparación con otras marcas de cajas de cambios, teniendo en cuenta un costo similar y del mismo tipo:

**Tabla 17**

*Comparativa entre cajas de cambios*

<b>Caja de cambios Volkswagen</b>	<b>Caja de cambios fiat 127</b>	<b>Caja de cambios Suzuki</b>
<b>Brasilia</b>		<b>Forza</b>
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

Nota: Se realiza una comparación de las relaciones de transmisión, entre varias cajas de cambios, con el fin de seleccionar la mejor.

- Acorde a la comparación realizada, misma que se muestra en la tabla 17, se deduce que, la caja de cambios de Volkswagen Brasilia es la ideal para utilizar en el proyecto, pues, supera en los valores de relaciones de transmisión a las demás, y por ende, su rendimiento, desempeño en el vehículo, será más óptimo.

### **Figura 36**

*Caja de cambios Volkswagen Brasilia*



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

Con el fin de facilitar el entendimiento del por qué se ha seleccionado los elementos ya mencionados (motor y caja de cambios) se ha realizado un procedimiento de análisis y cálculos sencillos, mismos que justificaran dicha elección y al mismo tiempo, darán a entender que, el motor y caja seleccionados, son idóneos para el funcionamiento del vehículo tipo Buggy biplaza.

Para la comprensión, es necesario saber que:

- rf: Relación de transmisión final fija
- rc: Relación de transmisión de caja de cambios por marcha
- rd: Relación de transmisión del diferencial

- $T_r$ : Torque que transmiten las ruedas
- $T_m$ : Torque que transmite el motor
- $n_r$ : RPM de las ruedas motrices
- $n_m$ : RPM del motor
- $L_r$ : Longitud de rueda motriz
- $r_a$ : radio de rueda motriz
- $V$ : velocidad (km/h)

En donde:

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

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

$$n_r = \frac{n_m}{r_f}$$

$$L_r = (r_a)(2\pi)$$

$$V = (L_r)(n_r) \frac{60}{10^6}$$

Para realizar los cálculos nos fundamentamos en los datos obtenidos de raíz de los manuales de las marcas de motores y caja de cambios con los cuales se encuentra implementado el vehículo Buggy biplaza.

**Datos:**

$$T_m = 144\text{Nm}$$

$$r_c \text{ primera marcha} = 3,60:1$$

$$r_c \text{ segunda marcha} = 1,88:1$$

$$r_c \text{ tercera marcha} = 1,23:1$$

$$r_c \text{ cuarta marcha} = 0,79:1$$

$$r_c \text{ reversa} = 4,62:1$$

$$r_d = 4,37:1$$

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

$ra = 325$ mm

- **Primera velocidad**

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

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

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

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

$$rf = 15,732$$

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

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

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

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

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

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

$$Lr = 2042,035mm$$

“divide para 2, son dos ruedas motrices”

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

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

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

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

- **Segunda velocidad**

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

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

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

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

$$rf = 8,215$$

$$nr = 754,716 \text{ RPM}$$

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

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

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

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

$$Tr = 1182,96 \text{ Nm}/2$$

$$Lr = 2042,035mm$$

“divide para 2, son dos ruedas motrices”

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

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

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

- **Tercera velocidad**

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

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

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

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

$$rf = 5,375$$

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

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

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

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

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

$$Tr = 774 \text{ Nm}/2$$

$$Lr = 2042,035mm$$

“divide para 2, son dos ruedas motrices”

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

$$Tr = 387 \text{ Nm}$$

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

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

- **Cuarta velocidad**

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

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

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

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

$$rf = 3,452$$

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

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

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

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

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

$$Tr = 497,08 \text{ Nm}/2$$

$$Lr = 2042,035mm$$

“divide para 2, son dos ruedas motrices”

$$Tr = 248,54 \text{ Nm}$$

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

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

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

- **Reversa**

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

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

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

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

$$rf = 20,18$$

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

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

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

$$Tr = (144\text{Nm})(20,18)$$

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

$$Tr = 2905,92\text{Nm}/2$$

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

“divide para 2, son dos ruedas motrices”

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

$$Tr = 1452,96\text{Nm}$$

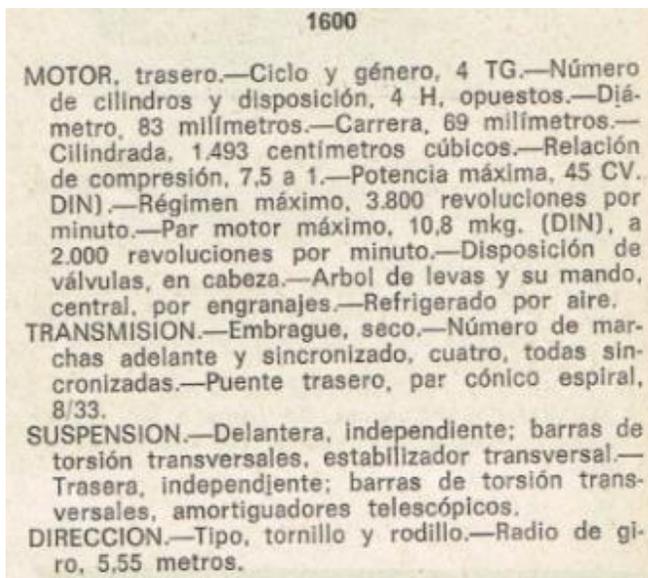
$$V = (2042,035\text{mm})(307,234 \text{ RPM}) \frac{60}{10^6}$$

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

- **Comparación con motor Volkswagen Brasilia en primera velocidad**

### Figura 37

#### Datos técnicos de Volkswagen Brasilia 1600



Nota: Se muestran los datos técnicos mecánicos de Volkswagen Brasilia 1600.

Tomado de: (Volkswagen, 1972)

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

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

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

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

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

$$rf = 15,732$$

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

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

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

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

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

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

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

“divide para 2, son dos ruedas motrices”

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

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

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

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

Analizando los resultados obtenidos, se puede deducir que: el trabajo realizado en la elección del motor y caja de cambios para este proyecto, fue sumamente acertada, pues, cumple con los requerimientos necesarios para lograr los objetivos planeados. En este aspecto, se considera que el motor de Chevrolet Aveo y la caja de cambios de Volkswagen Brasilia, son un conjunto de tren de potencia ideal.

En los cálculos se nota que: el motor, en conjunto con dicha caja de cambios entregan un torque sobresaliente para obtener lo mejor en el rendimiento del vehículo tipo Buggy biplaza, dándonos hasta una velocidad máxima de 220km/h, algo que es extraordinario para esta categoría de vehículos.

Por otra parte, también se tiene en cuenta que, el torque es más que suficiente para lograr movilizar con gran fuerza y con mucha facilidad a nuestro vehículo, para fundamentar esto, se ha realizado también el cálculo del motor y caja originales de Volkswagen Brasilia, donde, se indica que, el motor de Brasilia proporciona un torque de **105, 911 Nm**. En primera marcha, este conjunto, arroja un torque de **833, 095 Nm** en cada rueda.

Para saber el número de RPM en las ruedas y la velocidad en primera marcha, se sabe que: el trabajo máximo del motor de Volkswagen Brasilia lo cumple a **3800 RPM**, con este dato, calculamos las RPM de las ruedas en primera marcha, donde nos indica que, son **241, 54 RPM** y la velocidad es de **30, 087 km/h**.

Ahora, realizando los mismos cálculos en primera velocidad, y el mismo análisis, teniendo en cuenta que, el motor de Chevrolet aveo proporciona un torque de **144 Nm** y que, su mejor momento de trabajo lo alcanza a **6200 RPM**, analizando en primera marcha, se nota que, mejora notablemente el rendimiento, velocidad y torque, con los siguientes datos: se obtienen **1132, 704**

**Nm** de torque en cada rueda. El número de RPM en las ruedas motrices es de: **394,101 RPM** y una velocidad de **48, 28 Km/h**.

De esta manera, se nota que: la elección de motor Chevrolet aveo y caja Volkswagen Brasilia, supera por mucho al diseño original, asegurando así que la elección del motor y caja de cambios, fue la correcta, teniendo en cuenta que, el rendimiento de nuestro vehículo podría mejorar más aún, debido a que, el vehículo es sumamente liviano, pesando apenas 720 kg, en comparación por ejemplo, con Volkswagen Brasilia que pesa 890kg.

Los datos obtenidos de torques, pesos y Rpm de trabajo del motor, se los ha obtenido de los manuales originales de la marca de los motores, dicha información se encuentra detallada en la tabla 13 y la ilustración número 37.

### **3.2 Mantenimiento preventivo y correctivo del motor y caja de cambios**

Lo primero que buscamos para realizar el presente proyecto es, la eficiencia y rendimiento perfecto del motor, de un buen funcionamiento del motor depende el rendimiento del vehículo, su desempeño y el alcance de altas velocidades, situación que se busca para el vehículo tipo Buggy biplaza que realizamos.

Realizar el mantenimiento adecuado del motor es de vital importancia para sacar a relucir lo mejor del mismo en todos los aspectos, tanto en duración, como en rendimiento. Pues, un motor que no esté en buen estado, no podrá entregar su mejor potencial y tampoco tendrá una vida útil muy duradera. El mantenimiento preventivo, es aquel que se encamina a realizar ciertos ajustes en el motor del vehículo para que funcione de manera correcta, y el mantenimiento correctivo es aquel que, repara ciertas anomalías, fallos, piezas y partes que conforman el motor del vehículo, de igual manera, para obtener su mejor funcionamiento.

### 3.2.1 Medición de compresión del motor

Uno de los análisis más comunes e importantes para determinar ciertos fallos y el estado en el cual se encuentra el motor, es la medición de compresión en cada uno de los cilindros del vehículo. Analizando los valores que arroje dicha prueba, se puede diagnosticar anomalías que no permite que el motor funcione de manera correcta, o no dé su máximo potencial. Para realizar la prueba de compresión, utilizamos un herramienta especial llamada (compresímetro). Los pasos seguidos para realizar la prueba de compresión, son los siguientes:

#### Figura 38

*Compresímetro automotriz*



1. Procedimos a realizar la prueba con el motor a temperatura de funcionamiento estándar, es decir, que el motor esté a temperatura de trabajo, realizarlo con el motor caliente hará que sean más precisos los datos obtenidos.
2. Se apaga el motor, realizando el trabajo con las debidas precauciones.

Se procedió a desconectar la bomba de combustible o el fusible de inyección del vehículo, para ello fue necesario consultar el esquema indicativo de las posiciones de los fusibles que viene con el vehículo, elaborado por el fabricante.



Retiramos una por una, desmontando todas, esto ayudara a que no existan cargas al momento de realizar la prueba de compresión y que los datos obtenidos sean mucho más exactos.

#### **Figura 40**

*Retirar cables de bujías*



#### **Figura 41**

*Bujía de encendido desmontada*



5. Llevar a cabo la prueba de compresión: manipulamos cuidadosamente la herramienta utilizada para el procedimiento, en este caso el (compresimetro).

Actualmente, los compresímetros suelen traer consigo un gran número de acoples y adaptadores, mismos que sirven para poder utilizarlo en gran cantidad de marcas y tipos de

vehículos, por esta razón, ubicamos el acople adecuado que necesitamos para realizar la prueba y lo atornillamos en nuestro compresímetro.

Atornillamos el acople saliente del compresímetro al primer cilindro del motor, con el fin de obtener los valores en orden y poder compararlos fácilmente. El cilindro número uno, suele ser el que esté más cerca de la distribución del motor, partiendo de este punto, se cuentan los demás cilindros en orden.

### **Figura 42**

*Compresímetro con su acople adecuado*



6. Con el compresímetro correctamente acoplado en el alojamiento de la bujía, y verificando que el compresímetro este con sus valores en cero, damos arranque al motor de manera prolongada y continua hasta por unos 12 a 15 segundos, hasta que la aguja indicadora deje de moverse y apunte a un solo número en el compresímetro. Se realizó el mismo procedimiento en todos los cilindros del motor, rotulando cada valor según corresponda a cada cilindro, 1, 2, 3, 4, etc.

**Figura 43**

*Compresímetro alojado correctamente en el alojamiento de la bujía*



7. Interpretamos los resultados obtenidos en la prueba: Analizamos los valores obtenidos durante la prueba, cilindro por cilindro, para ello, se tuvo en cuenta que: las lecturas de presión en un motor a gasolina standard deben ir entre los 100 y 150 PSI. Hemos analizado los resultados que oscilan entre los 120 a 130 PSI, lo cual nos indicó que el motor no presenta problemas graves o problemas en los cilindros, rines, o demás componentes internos importantes del motor.

**Figura 44**

*Lectura de datos arrojado por el compresímetro*



Gracias a esta prueba, se pudo determinar que, el motor no necesita de reparación, sustitución de rines, rectificación de algunos componentes internos, o algún fallo que pueda representar un problema grave.

**3.2.2. Cambio de retenedor del cigüeñal del motor**

El cigüeñal del motor del vehículo, se ve inmerso en gran cantidad de aceite, mismo que cumple la importante función de lubricar todas las piezas móviles que se encuentren en rozamiento a través de la salpicadura. El cigüeñal, se encuentra situado dentro de un depósito o cárter, en donde se encuentra albergado el aceite lubricante. El cigüeñal tiende a salir de dicho depósito para poder transmitir la potencia, torque y giro del motor a los demás elementos que conforman el vehículo; por etas salientes, en caso de no existir un retenedor, el aceite fugaría.

El retenedor del cigüeñal cumple con la función de retener, impedir que el aceite fugue por dichas salientes del cigüeñal, actuando a manera de un sello. Al momento de realizar una inspección del motor, se notó que existía una fuga de aceite por el retenedor del cigüeñal, por esta razón, fue de vital importancia reemplazarlo y corregir la avería. Para reemplazar el retenedor del cigüeñal del motor, se siguió una serie de pasos que se presentan a continuación:

1. Ubicamos con exactitud el lugar en donde se aloja el retenedor averiado y que vamos a reemplazar.
2. Se procedió a detener el giro del volante de inercia del motor, para poder retirar los pernos que lo sujetan. Retiramos los pernos de sujeción y desmontamos el volante de inercia del motor.

### **Figura 45**

*Desmontaje de volante de inercia del motor*



3. Cuando el volante de inercia se ha desmontado, tuvimos acceso al retenedor del cigüeñal, con cuidado utilizamos un destornillador plano para proceder a retirarlo haciendo palanca sin causar daños de ningún tipo al motor.

**Figura 46**

*Retenedor a sustituir*



4. Limpiamos el alojamiento del retenedor, lo dejamos libre de impurezas y con cuidado de no cubrir los orificios de los pernos, se colocó silicona gris automotriz, colocamos el nuevo retenedor en su respectivo alojamiento, siempre haciéndolo con técnica para que encaje de manera progresiva, lo más recto y centrado posible, ayudándonos con un martillo de goma para empujar suavemente al retenedor.

**Figura 47***Retenedor del cigüeñal sustituido*

5. Dejamos secar el silicón y montamos el volante de inercia. Para montar el volante de inercia del motor, es importante que al apretar los pernos lo hagamos con el torque recomendado por el fabricante, así aplicaremos la misma fuerza en todos los puntos de ajuste y se evitará problemas de balanceo en el volante de inercia.

En este caso, ajustamos cada uno de los pernos del volante de inercia con 35 Lb/f

***3.2.3. Mantenimiento y puesta a punto de la caja de cambios***

Lo primero que se realizó es: verificar el estado de las piezas fijas y móviles de la caja de cambios, se realizó una inspección íntegra a dicho componente, y se dedujo que se debe reemplazar el rodamiento de embrague. Para sustituir el rodamiento del embrague, lo retiramos de su horquilla, se desmontó el viejo rodamiento de la guía y en su lugar colocamos el rodamiento nuevo.

**Figura 48**

*Rodamiento deteriorado a reemplazar*



Al momento en que se vuelve a montar todo este conjunto en la caja de cambios, se debe ser cuidadoso de que todos los seguros y guías estén colocados de manera correcta, de lo contrario, se tendrá problemas en el funcionamiento y se puede deteriorar otros elementos.

**3.3. Acoplamiento del conjunto motor y caja de cambios**

Un encaje o acople correcto entre el motor y la caja de cambios es de vital importancia para la vida útil de estos elementos, para obtener su mejor rendimiento y su funcionamiento sea óptimo. En el caso del presente proyecto, la caja de cambios y el motor son de distinta clase y cada uno de distintos vehículos, es por esa razón que el acoplamiento se torna mucho más complicado de lograrlo. Por ello, se ha ideado la manera correcta de conseguirlo, de la forma más precisa y eficaz posible, lo cual se detalla a continuación:

**3.3.1. Preparación y adaptación del volante de inercia del motor.**

El volante de inercia es un elemento que forma parte del conjunto tren de potencia, este se encuentra en medio del motor y la caja de cambios. Al momento de realizar un análisis para acoplar el motor y caja, se pudo notar que el volante de inercia del motor Chevrolet aveo tiende a rozar

con la coraza de la caja de cambios de Volkswagen Brasilia; por esta razón, se ha decidido sustituir el volante de inercia de Chevrolet aveo y colocar el volante de inercia de Volkswagen Brasilia. La longitud del eje central del volante de inercia de Brasilia es menor a la del volante de inercia del Chevrolet Aveo, por ende, aquí se realizó una adaptación para poder solucionar este problema. Para dar solución a dicha situación, se procedió a colocar el eje central del volante de inercia Chevrolet Aveo en el volante de inercia de Brasilia, para ello se realizó el siguiente procedimiento:

1. Lo primero que se hizo fue: cortar el eje central de ambos volantes de inercia. Dichos ejes centrales son aquellos que cumplen con el acoplamiento del volante de inercia en el motor, en estos van colocados y ajustados los pernos de sujeción. Para realizar este trabajo, fue necesaria la ayuda de un torno y una cuchilla de vidia, mismo que es esencial debido a su precisión y capacidad para desbastar fácilmente materiales tan duros como son, las aleaciones metálicas que componen al volante de inercia.

**Figura 49**

*Material del volante de inercia desbastado en el torno*

**Figura 50**

*Eje central, completamente desacoplado del volante de inercia*



2. Se comprobó que las piezas mecánicas son exactas y están listas para proceder al proceso de soldadura. Utilizando un electrodo especial para fundición de acero (electrodo 316L-16), material que constituye al volante de inercia, soldamos el volante de inercia y el eje central mecanizado.

**Figura 51***Electrodo 316L-16*

Este procedimiento lo realizamos con mucha técnica y precisión, ya que de una suelda adecuada, depende la ubicación, unión y fundición correcta de los dos materiales. Para realizar el proceso de soldadura, se procedió a dejar una ceja cónica de 5mm en el eje, de tal manera que pueda encajar en el espacio dispuesto en el volante de inercia de manera perfectamente céntrica.

Para llevar a cabo el proceso de soldadura, es importante mencionar que, se lo realiza en un lugar cerrado, donde no exista la circulación de flujo de aire, pues, el flujo de aire provocará que el material no se funda ni se una de manera correcta, la presencia de oxígeno en el procedimiento de soldadura provoca escoria en el material y burbujas en la fundición, mismos que no garantizan la unión adecuada de los materiales.

La técnica de soldadura es muy importante, la mejor técnica a realizar en proceso SMAW es el de circunferencia o sig. Sag, en este caso, se lo realiza con la técnica de circunferencia, para ello, en el momento que se está efectuando la suelda, se debe mover suavemente el electrodo, como si se estuviese dibujando una circunferencia. Este procedimiento es el más adecuado en este caso, pues, ayuda a que el electrodo se demore un poco más en cada espacio donde se efectúa la fundición, en estos materiales es muy importante la penetración de la suelda, este procedimiento asegura una mejor penetración en los materiales.

**Figura 52**

*Volante de inercia de Volkswagen Brasilia con eje de Chevrolet Aveo*

**Figura 53**

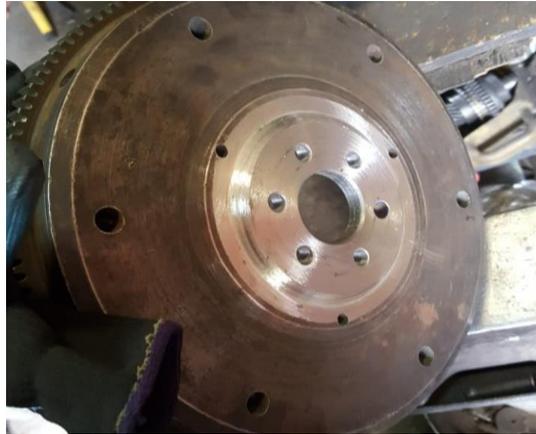
*Puntos de suelda de ambos elementos mecanizados*



3. Cuando se terminó el proceso de soldadura, con la ayuda de una pulidora, retiramos el exceso de material y la escoria presente del procedimiento de fundición o unión de materiales por soldadura Smaw.

**Figura 54**

*Volante de inercia terminado, listo para el montaje*



4. Colocamos el volante de inercia en el motor, para ello atornillamos cada uno de los pernos, ajustando progresivamente uno por uno, siguiendo como secuencia la forma de una estrella. Asentamos por completo todos los pernos y los ajustamos a cada uno con un torque de 35 Lbf.

**3.3.2. Montaje del Kit de embrague en el motor**

El kit de embrague está compuesto por: plato de embrague, disco de embrague, rodamiento de embrague y horquilla. En este caso, se continuó con el montaje del plato de embrague y disco de embrague, para ello fue preciso que dichos elementos sean colocados de manera centrada y precisa, situación que evitara que se creen contrapesos innecesarios al momento en que gira el cigüeñal del motor.

**Figura 55***Kit de embrague en buen estado*

1. Montamos conjuntamente el disco y plato de embrague, anteponiendo primero el disco contra el volante de inercia y sobre el disco el plato de embrague, utilizando la herramienta de centros adecuada, centramos como corresponde estos elementos, apretamos los pernos que las sujetan con una fuerza (torque) de 15 Lbf y retiramos la herramienta de centros.

**Figura 56***Montaje de Kit de embrague***3.3.3. Fabricación y adaptación de una pieza metálica para el acoplamiento del motor*****Chevrolet Aveo y caja de cambios Volkswagen Brasilia***

Debido a que el motor y la caja de cambios no son del mismo vehículo, su acople no se lo puede realizar de manera directa, si no, se debe realizar un acoplamiento y por ende, mecanizar una pieza de aleaciones metálicas que nos permitan lograr dicho acople entre el motor y la caja de cambios que utilizamos en este proyecto.

1. Se debe analizó la forma, estructura y medidas precisas, con el fin que al momento de poner en funcionamiento el motor, ningún elemento roce con la coraza de la caja de cambios. En

fin, se debe evitar que se susciten inconvenientes que causen daños o averías a los elementos de nuestro vehículo.

2. Para mayor facilidad en el diseño de la placa metálica que servirá de unión entre el motor y la caja de cambios, procedimos a realizar un molde que será la base para la construcción de nuestro acople.

En este caso, se ha utilizado madera para elaborar el molde, ya que es un material resistente que no se dobla fácilmente y se puede cortar sin problema para moldearlo de la forma adecuada para lograr conseguir un boceto perfecto.

3. Con un trozo de madera, del tamaño suficiente que cubra las perforaciones del motor, donde van ubicados los pernos de sostén de la caja de cambios, se ubicaron los puntos principales de sujeción, partiendo desde dichos puntos para poder trazar la forma correcta del molde.

Ubicamos el punto central del motor, donde va ubicado el eje de entrada de la caja de cambios, en el punto central, colocamos un punzón del diámetro de dicho agujero, sujetamos la madera y la colocamos en la punta del punzón, la mantenemos fija y se procedió a dar golpes leves, con el fin que la punta deje una marca en la madera, que será la señal de donde se ubica el punto central.

**Figura 57**

*Ubicación del punto centro del cigüeñal en la madera*



4. Una vez señalado el punto centro, procedimos a señalar los puntos donde se colocaran los pernos de sujeción, teniendo en cuenta el punto más alejado del centro. Se colocó un punzón del diámetro adecuado acorde al tamaño del agujero donde van ubicados los pernos de sujeción de la caja de cambios en el motor (1/2).

De la misma manera, y manteniendo el centro, damos leves golpes en el punto mencionado, con el fin que el punzón deje una marca que señala el punto de sujeción más alejado del centro.

**Figura 58**

*Punto de sujeción más alejado del centro*



5. Se realizó el mismo procedimiento en todos los agujeros de sujeción ubicados en el motor.
6. Cuando ya se obtuvieron todos los puntos señalados, con una broca de  $\frac{1}{2}$  perforamos de manera precisa cada uno de los lugares señalados.

**Figura 59**

*Perforación en los puntos señalados*



7. Colocamos la plancha de madera por completo sujetándola con pernos según corresponda, ubicándola en cada punto correspondiente.

Con un lápiz, rayamos sobre la madera la forma de la base del motor en donde va sujeta la caja de cambios.

8. Siguiendo la forma dibujada en la madera, pasamos a cortar con una sierra eléctrica de manera muy precisa, obteniendo la forma original y los puntos precisos para poder acoplar y sujetar la caja de cambios con el motor.

### **Figura 60**

*Corte de la forma de molde de madera*



9. Manteniendo el punzón en el punto centro, medimos la circunferencia donde encajará el volante de inercia, desde el punto centro obtenido en el molde de madera, trazamos una circunferencia con el radio medido y procedemos a cortar, dejando culminado el molde de madera.

### Figura 61

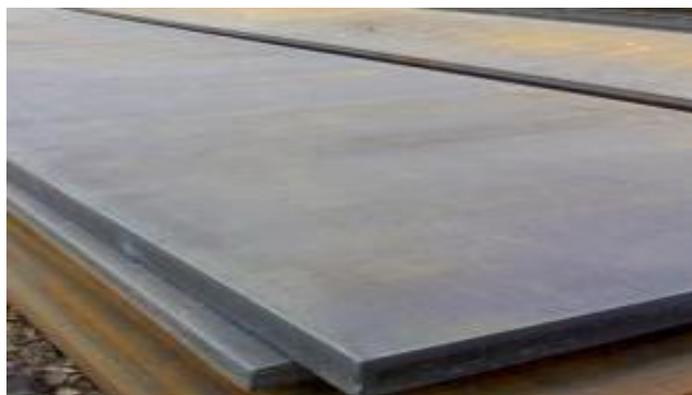
*Molde de madera culminado*



10. Una vez listo el molde, lo siguiente es, pasar a realizar el trabajo en el material metálico, la plancha de metal será el acople definitivo, mismo que será la unión entre la caja de cambios y el motor. Fundamentándonos en el uso que recibirá dicho acople, se ha procedido a elaborarlo con material metálico de hierro dulce, de 10mm de espesor, mismo que será suficiente para soportar los sometimientos de trabajo en su uso.

### Figura 62

*Plancha metálica 10mm de espesor*



11. En un trozo de la plancha de 60cm x 60cm de tamaño, dibujamos la forma del molde elaborado en madera, con todas las marcas de perforaciones, y cada uno de los agujeros que servirán para la sujeción.

**Figura 63**

*Boceto de madera*



12. Medimos desde el punto centro un radio de 110mm, trazamos una circunferencia, misma que será el espacio por donde pasa el volante de inercia. Este espacio debe ser preciso, ya que, si se lo realiza de un tamaño muy pequeño, se corre el riesgo que el volante de inercia choque con el acople o algún elemento.

**Figura 64**

*Trazo de circunferencia desde punto centro*



13. Cuando el boceto ya ha sido plasmado en la plancha metálica, con suma precisión, se realizó los cortes respectivos con una máquina de oxi corte, hasta dejar solo la plancha metálica con la forma marcada. Una vez terminado el corte, se retiraron los retazos de metal

presentes, las escorias y esquirlas, dándole belleza al acople en su acabado y también precisión.

**Figura 65**

*Corte de la forma de la plancha metálica con oxi corte*



14. Terminado el corte, se continuó a marcar los puntos donde se realizaron las perforaciones para la sujeción de los pernos, una vez marcados se procedió a perforarlos.

**Figura 66**

*Perforación de la placa metálica*



15. Terminadas las perforaciones, pintamos el acople, con el fin de darle estética y al mismo tiempo, evitar que el óxido ataque al material.

**Figura 67**

*Proceso pintado del acople metálico*



- Para mayor detalle, se ha procedido a realizar un bosquejo en el software SOLIDWORKS, tomando las medidas, formas, perforaciones, etc. del original, con el fin de facilitar el entendimiento de cómo se realizó su elaboración, y cada una de sus acotaciones.





16. Terminado el acople, se procedió a montarlo y a juntar la caja de cambios con el motor, colocando correctamente todos los pernos que sostendrá y mantendrá unidos a cada uno de los elementos.

### **Figura 72**

*Acople metálico montado en el motor*



### **Figura 73**

*Unión entre motor y caja con el acople metálico*



## **3.4. Montaje del sistema de inyección electrónica e instalación eléctrica del motor**

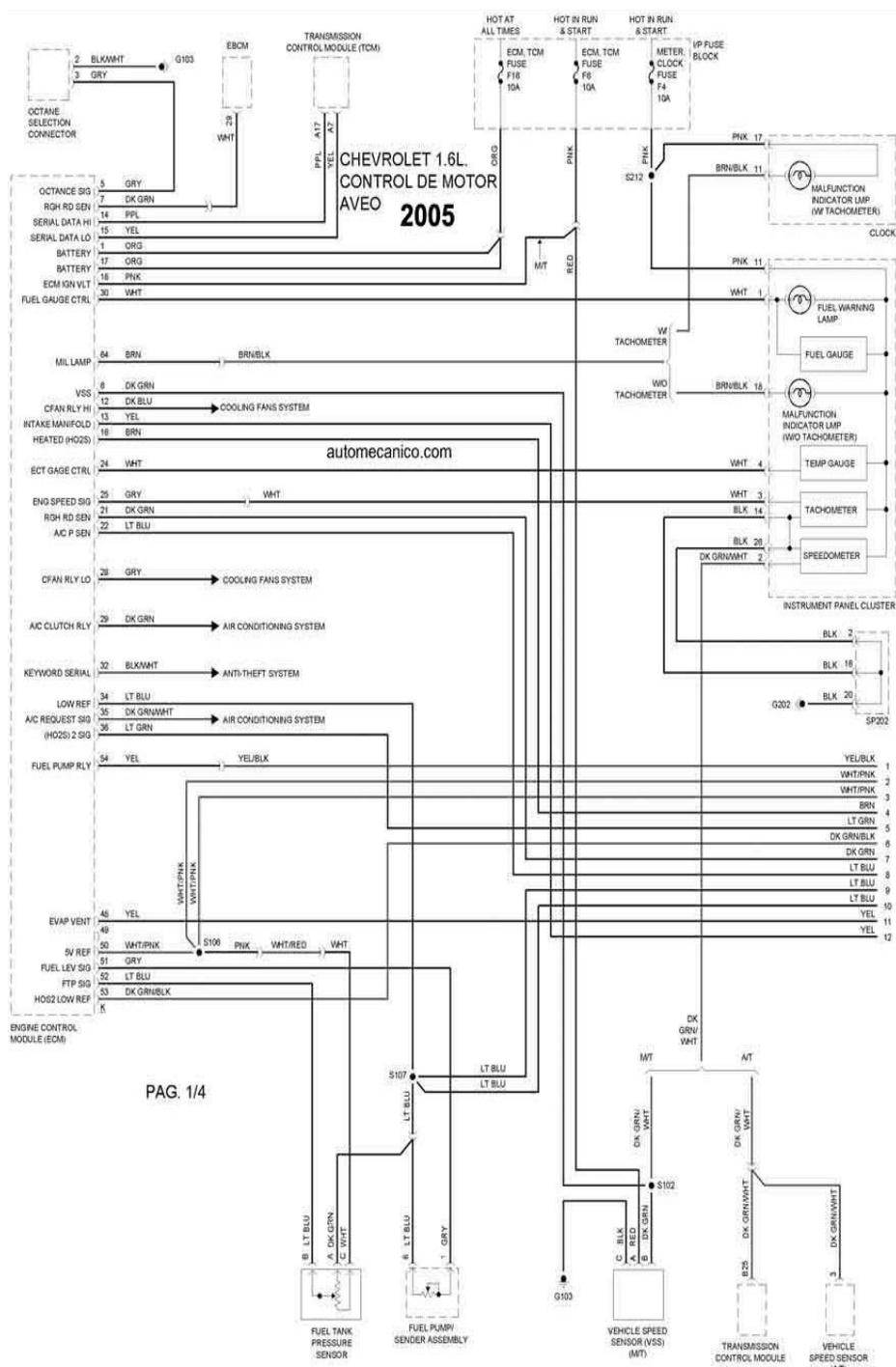
El sistema de inyección electrónica, es un sistema complejo compuesto por varios elementos eléctricos, mismos que trabajan en conjunto para lograr el funcionamiento correcto y

adecuado del motor de combustión interna del vehículo. Los sensores y la ECU son elementos vitales y primordiales para el funcionamiento del sistema de inyección electrónica, pues, gracias a los sensores, la unidad de control electrónico, puede determinar cada régimen de funcionamiento del motor y acorde a estos datos, la ECU pueda variar ciertos parámetros para un funcionamiento armónico y eficiente del motor. Para el montaje del sistema de inyección electrónica, se deben tener en cuenta varios pasos y recomendaciones a seguir, ya que, un mínimo error, podría significar la avería de los componentes eléctricos e incluso de la unidad de control electrónico, dicho procedimiento se detalla a continuación:

1. Para realizar el procedimiento de montaje del sistema de inyección electrónica, fue indispensable contar con el esquema eléctrico del mismo, con el fin de tener una guía para poder realizar el trabajo, obteniendo información que nos ayuda a comprender como, y en que elemento específico debemos conectar el cableado y los elementos eléctricos.

Figura 74

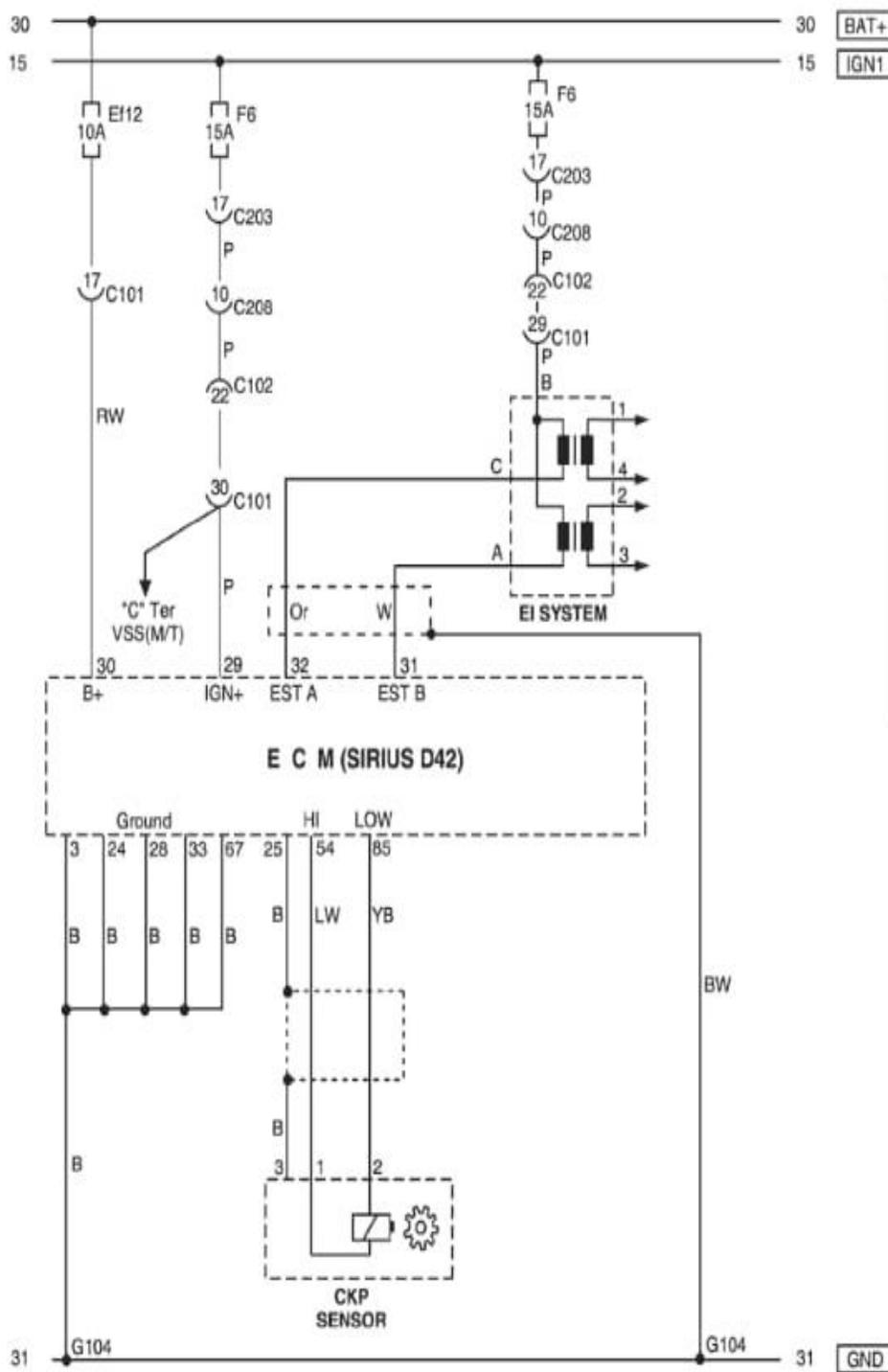
Esquema eléctrico del sistema de inyección electrónica total



Obtenido de: (Carmin, 2009)

**Figura 75**

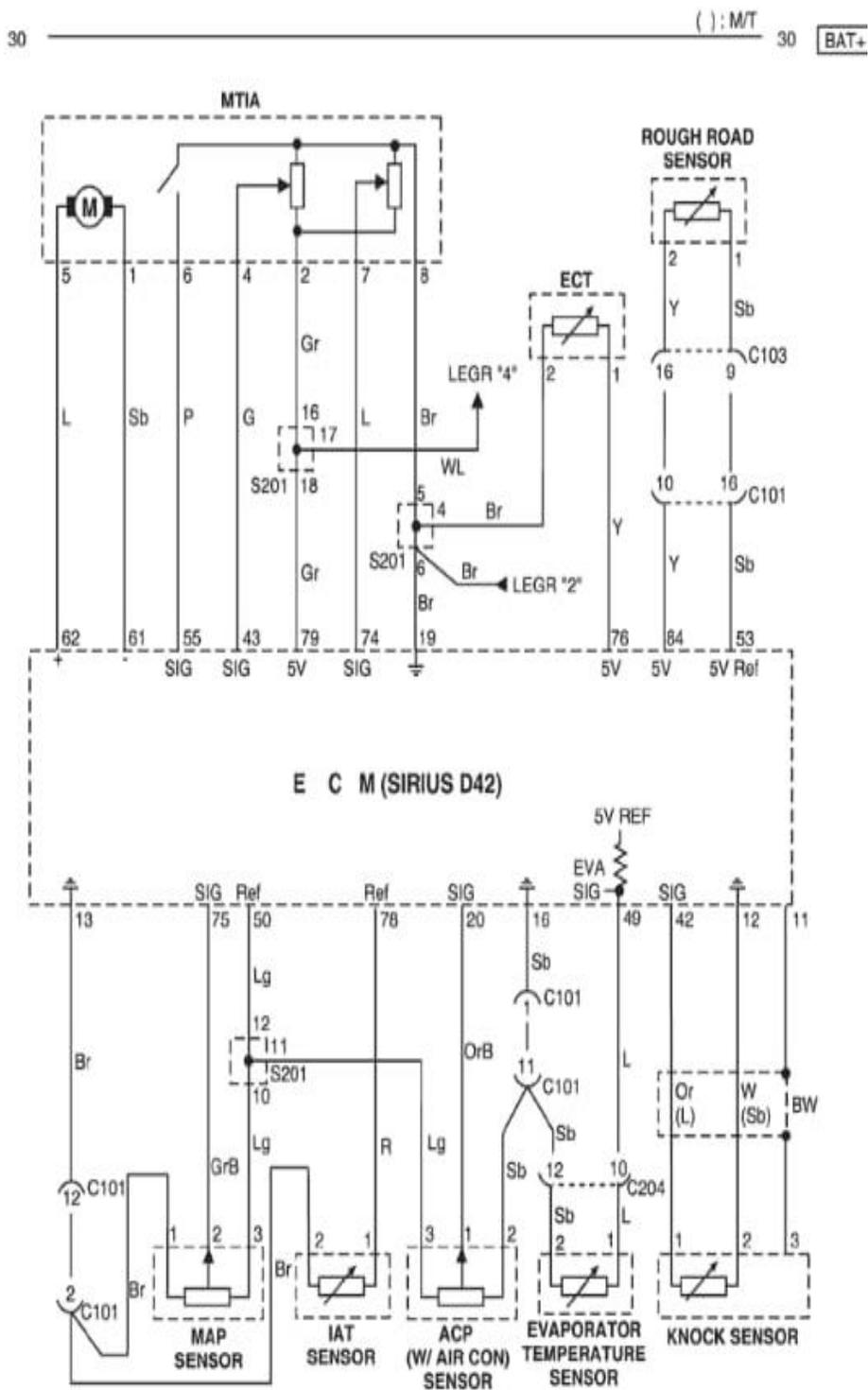
*Esquema eléctrico de sistema de carga, sensor CMP y CKP*



Obtenido de: (Carmin, 2009)

**Figura 76**

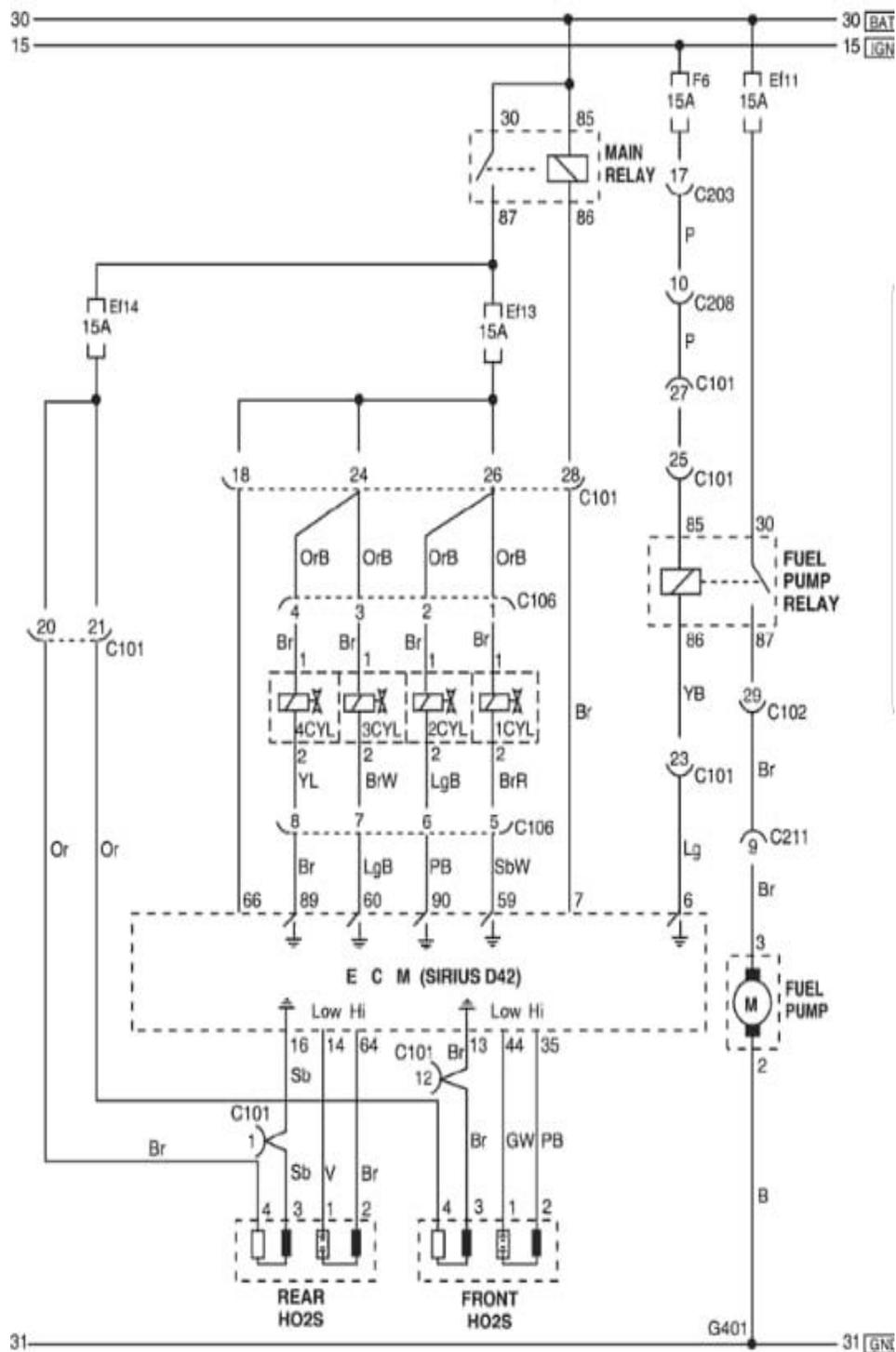
*Ilustración 75 Esquema eléctrico de ECU y sensores*



Obtenido de: (Carmin, 2009)

**Figura 77**

*Esquema eléctrico de sistema de alimentación, inyectores y sensor de oxígeno*



Obtenido de: (Carmin, 2009)

2. Lo primero que se realizó en esta etapa del trabajo, fue: dar mantenimiento a todos los componentes del sistema. Se realizó una limpieza de los sensores, sus zóques de conexión, relés, fusibles y los de la unidad de control electrónico.

El mismo procedimiento se lo hizo también con los arneses, el cableado, pines y zóques de conexión, limpiándolos con limpiador de contactos eléctricos y con la ayuda de una herramienta para retirar todas las impurezas presentes.

3. A continuación, se ubicó cada uno de los sensores que componen el sistema en sus alojamientos, asegurarlos y colocarlos correctamente, de esta manera facilitamos la conexión del cableado, arneses y sistema multiplexado en general.

### **Figura 78**

*Montaje de sensores en cada uno de sus alojamientos*

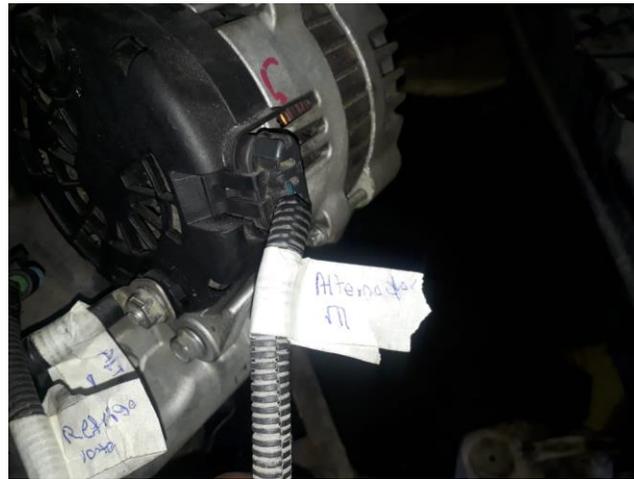


4. Manteniendo el esquema eléctrico específico del sistema del vehículo como guía, procedimos a ubicar cada uno de los zóques e identificarlos según corresponda para cada sensor. Se conectó cada uno de los zóques del arnés con los sensores, nos aseguramos que estén bien conectados y se los señaló a cada sensor y su zóque correspondiente, para poder

identificarlos fácilmente y volver a conectarlos con certeza posteriormente si es que se necesita desconectarlos.

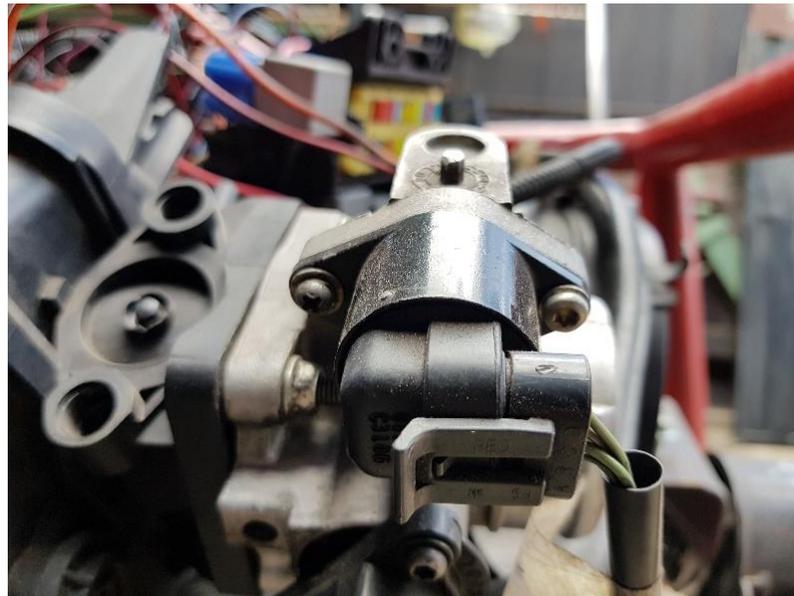
### **Figura 79**

*Conexión y rotulación de todos los sensores y demás componentes*



### **Figura 80**

*Conexión y ubicación de arneses y zóqueros*



5. Debido a que el sistema multiplexado del motor utilizado en nuestro proyecto traía consigo todos los arneses del sistema eléctrico, es necesario realizar la supresión de cables no

necesarios, ya que, en el proyecto, no se han utilizado varios sistemas, por ejemplo: sistema de calefacción, sistema de alumbrado, sistema de aire acondicionado, sistema de info entretenimiento, sistema de frenos ABS, sistema de airbag, entre otros.

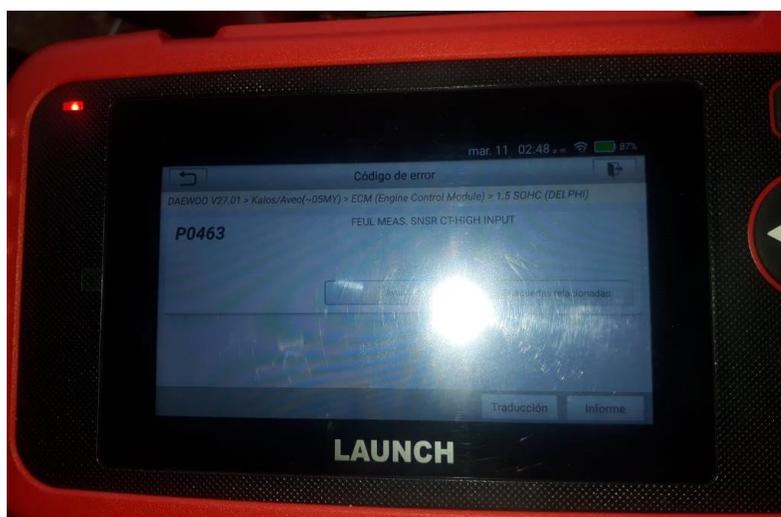
Para realizar la supresión de cables, fue indispensable contar con el esquema de los sistemas antes mencionados, así como del sistema de inyección electrónica.

Basándonos en los esquemas, y con mucho cuidado, se ha realizado la supresión de cables innecesarios presentes en el sistema multiplexado, disminuyendo así la cantidad de cableado, reduciendo el peso de carga del vehículo y también aumentando la estética del automotor.

6. Para cerciorarnos que todo funciona correctamente y que el trabajo fue realizado con éxito, se procedió a realizar un escaneo de los sistemas electrónicos del vehículo. Para ello, conectamos la fuente de alimentación, se coloca el switch en posición de contacto y realizamos el escaneo.

### **Figura 81**

*Escaneo del sistema de inyección electrónica del vehículo*



7. Según los datos arrojados por el scanner, sabremos si los sensores funcionan, si el trabajo fue bien realizado y no tendremos problemas en cuanto a la instalación del sistema de inyección electrónica.

En este caso, el scanner mostró que todo funciona de manera normal, no existen códigos de error, excepto el de los sistemas que por modificaciones y adaptaciones se debieron suspender, por ejemplo, la válvula EVAP. Por ende, la conexión e instalación del sistema, fue un éxito.

### **3.5. Adaptación e instalación del sistema de alimentación del motor del vehículo**

El sistema de alimentación del motor del vehículo es de suma importancia, pues, de este depende el suministro adecuado de combustible en el interior del cilindro para generar una combustión idónea según sean los regímenes de funcionamiento del motor.

Para poner en funcionamiento a este importante sistema del motor y que cumpla con su trabajo, se ha visto idóneo realizar adaptaciones de diferentes elementos, tanto mecánicos como electrónicos, mismos elementos y procedimiento de adaptación e instalación que se mencionaran a continuación:

1. Para obtener excelentes resultados en el funcionamiento del sistema de alimentación del vehículo, hemos visto sumamente importante realizar el mantenimiento respectivo a todos los elementos que lo conforman. Para ello, se ha procedido a efectuar una limpieza completa de los inyectores, riel de inyectores, cañerías, y zoques de conexión de los inyectores. La limpieza de inyectores se lo ha realizado con una maquina adecuada para este trabajo, misma que, se caracteriza por ejecutar el lavado de estos elementos con tecnología de ultra sonido.

**Figura 82**

*Limpieza de inyectores por procedimiento de ultra sonido*



2. Para el presente proyecto, se ha realizado la adaptación de varios elementos, con el fin de mejorar el rendimiento del motor, abaratar costos y facilitar el trabajo, tanto de instalación y de mantenimientos posteriores del sistema.

El motor de Chevrolet Aveo normalmente cuenta en su sistema de alimentación con una bomba de combustible de tipo IN TANK, que se caracteriza por ir sumergida en el interior del depósito de gasóleo.

Con las finalidades ya mencionadas anteriormente, se adaptó una bomba de tipo IN LINE, caracterizada por ubicarse entre la línea de flujo del combustible en el exterior del sistema, a diferencia de la bomba de tipo IN TANK.

**Figura 83**

*Bomba de combustible te tipo IN TANK seleccionada*



3. Se realiza un sondeo técnico e investigaciones adecuadas para adquirir la bomba específica, necesaria y adecuada para el correcto funcionamiento del sistema y por ende, del motor.

En este caso, el motor Aveo, trabaja con una presión de combustible de 4 Bares, es decir que, con menos de 4 bares, el sistema tendrá un rendimiento deficiente, y con más de 4 bares de presión, estaríamos forzando los elementos del sistema, y generando un ingreso excesivo de combustible al interior del cilindro.

Fundamentándonos en estos lineamientos que se deben cumplir, se ha adaptado una bomba que genera una presión de 6 Bares, algo que es excesivo, pero, dicho problema se ha solucionado con la adaptación e instalación de un regulador de presión que cuenta con línea para el retorno hacia el depósito. Este regulador de presión está configurado para entregar 4 bares de presión hacia el riel de inyectores, y al momento en que se exceda los 4 Bar se abre la línea de retorno, permitiendo así, la salida del excedente hacia el depósito.

**Figura 84**

*Regulador de presión de combustible adaptado en el sistema*



4. Una vez adquiridos todos los elementos adecuados que certifiquen un correcto funcionamiento del sistema y del motor, se continuó con la instalación de cada uno de ellos. Para realizar la instalación, se debió seguir una secuencia de los elementos, dicha secuencia es muy importante, ya que, cada elemento cumple con una función específica y depende de su ubicación para cumplir con su trabajo.

El sistema de alimentación del motor, es un sistema con un circuito hidráulico sencillo. La secuencia de montaje del sistema de alimentación del motor se constituye de la siguiente forma:

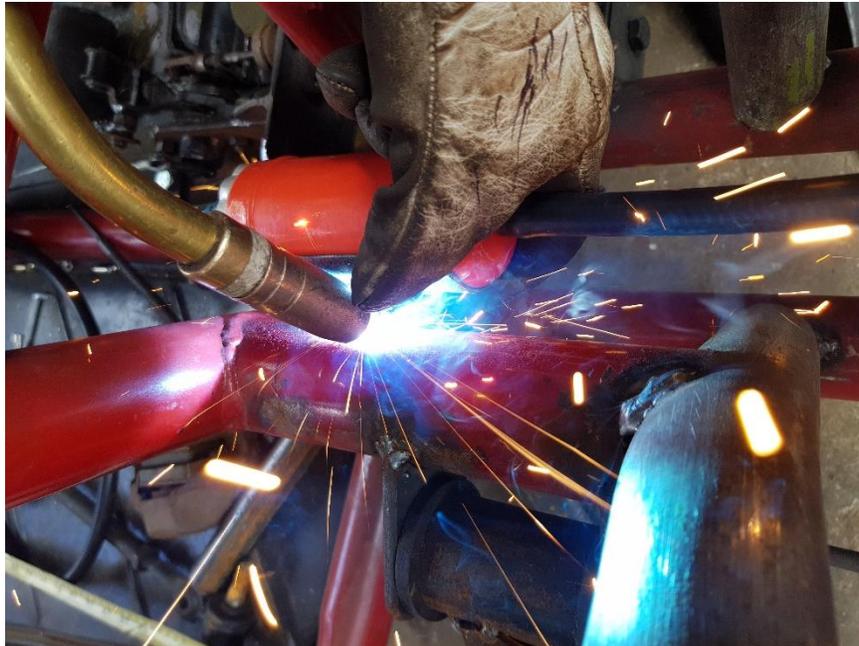
- Depósito de combustible
- Pre filtro
- Bomba de combustible
- Filtro de combustible
- Regulador de presión (Línea de retorno al depósito)

- Riel de inyectores
  - Inyectores
5. Con el fin de dar sujeción, estética, seguridad y asegurar un correcto funcionamiento de todos los elementos del sistema de alimentación, se ha procedido a mecanizar bases, que nos ayudaran a mantener fijos los elementos antes mencionados, dichas bases son soldadas a la estructura del vehículo tipo buggy sujetando cada elemento necesario.

Para evitar que los componentes sufran daños a causa del movimiento del vehículo y la vibración, se coloca un revestimiento de caucho antes de colocarlos en las bases elaboradas, estos revestimientos ayudan a que los impactos sean insignificantes en la vibración y movimientos bruscos del vehículo.

### **Figura 85**

*Adaptación e instalación de las bases para los elementos en la estructura*



**Figura 86**

*Base instalada en la estructura*



6. Siguiendo la secuencia establecida del circuito hidráulico, se instalaron los elementos del sistema de alimentación de combustible del motor.

**Figura 87**

*Conexión desde la salida del depósito de combustible, hacia el pre filtro de combustible*



**Figura 88**

*Conexión desde el pre filtro de combustible, hacia la bomba*

**Figura 89**

*Conexión desde la bomba de combustible, hacia el regulador de presión*



**Figura 90**

*Conexión de retorno, desde el regulador de presión, hacia el depósito*

**Figura 91**

*Elementos instalados y salida hacia el riel de inyectores*



7. La bomba de combustible utilizada es eléctrica, la instalación eléctrica de la misma se la ha realizado creando un puente de conexión saliente desde el switch en posición de contacto, es decir, la bomba de combustible se pondrá en funcionamiento, sólo cuando la

posición del switch esté en contacto, y por ende, seguirá trabajando cuando se ponga en marcha el motor.

8. Por último, se enciende el motor y se comprueba que el sistema instalado no presenta problemas, no existen fugas y todo funciona perfectamente.

### **3.6. Montaje e instalación del sistema de refrigeración del motor del vehículo**

El sistema de refrigeración del motor es esencial para precautelar la vida útil y el bienestar del motor, pues, de este depende que el motor no sobrepase las temperaturas que pueda resistir y que son adecuadas para realizar su trabajo de manera correcta. En el caso de este proyecto, el motor del vehículo no presentó inconveniente alguno para instalar los elementos originales del sistema de refrigeración, que son: Radiador, termostato, electro ventilador. También se necesitó adaptar algunos otros elementos, por ejemplo: cañerías, tubos y algunos conductos para dirigir el refrigerante a través del sistema, en este caso fue indispensable realizar adaptaciones debido a que, la ubicación del radiador no es la original, por ende, el tamaño y la forma de las cañerías no son las mismas que el original. Para proceder al montaje de los elementos del sistema de refrigeración, al igual que en los anteriores procedimientos, se siguió una serie de pasos para cumplir y lograr el objetivo de la mejor manera posible.

1. Una vez adquiridos los elementos necesarios que forman parte del sistema de refrigeración del vehículo, se procedió a su instalación, en este caso, la forma de la estructura tubular del buggy, permiten colocar el radiador y sostenerlo sin problema en la parte posterior, donde se encuentra montado el motor.
2. Primero, se realizó el mecanizado de bases metálicas, mismas que fueron adaptadas en la estructura del vehículo, estas cumplen con la función de sostener y asegurar el radiador. En este caso, no fue necesario realizar adaptaciones para sostener el electro ventilador,

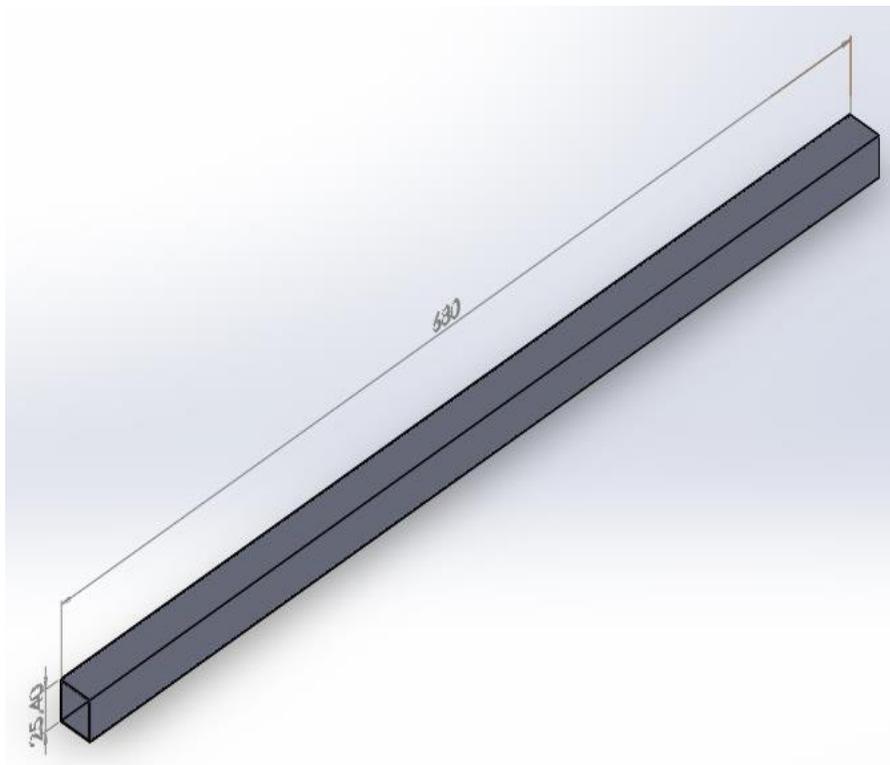
pues, este va sostenido y asegurado sobre el radiador y lleva consigo los soportes adecuados de fábrica.

Para realizar el mecanizado de las piezas de sostén del radiador, se tomó en cuenta la distancia en las perforaciones del radiador donde van los pernos de sujeción, se midió dicha distancia y se cortó el material metálico destinado a este trabajo.

- Con el fin de especificar las dimensiones de los materiales mecanizados para realizar este trabajo, se ha procedido a realizar un bosquejo en el software Solid Works de cada uno de ellos.

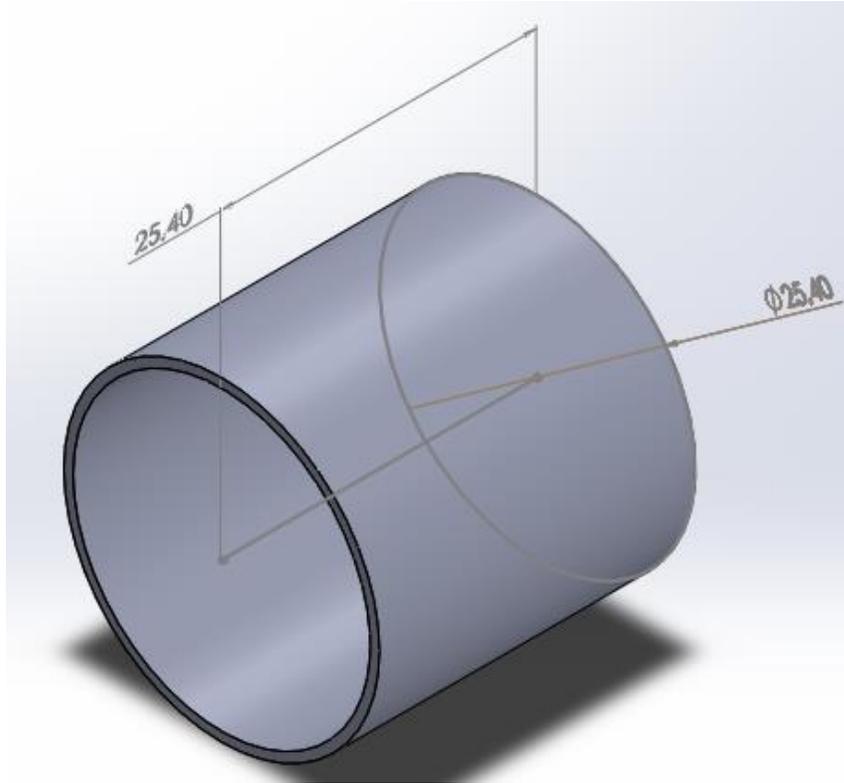
### **Figura 92**

*Tubo cuadrado utilizado para las bases*

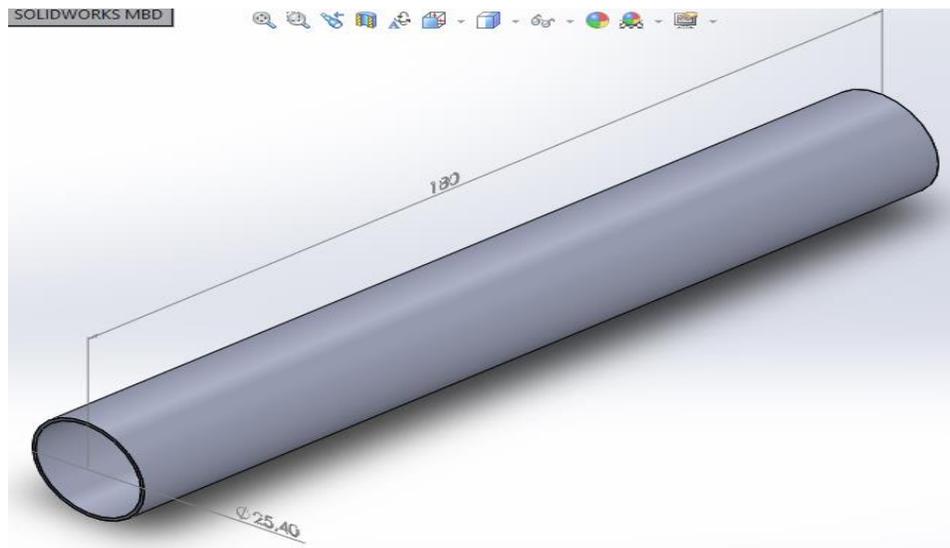


**Figura 93**

*Cortes de tubo redondo para sujeción de radiador con grilon*

**Figura 94**

*Cortes de tubo para sostén de la base inferior*



3. Para la construcción de las bases, se ha utilizado tubo cuadrado de 1" pulgada, este va colocado de manera transversal, cubriendo todo el tamaño del radiador, tanto en las partes superior e inferior. En los extremos de las piezas del tubo cuadrado, se soldaron dos cortes de tubo de 2,54mm y ancho de 1" pulgada, estos son los lugares donde se alberga las piezas de grilon.

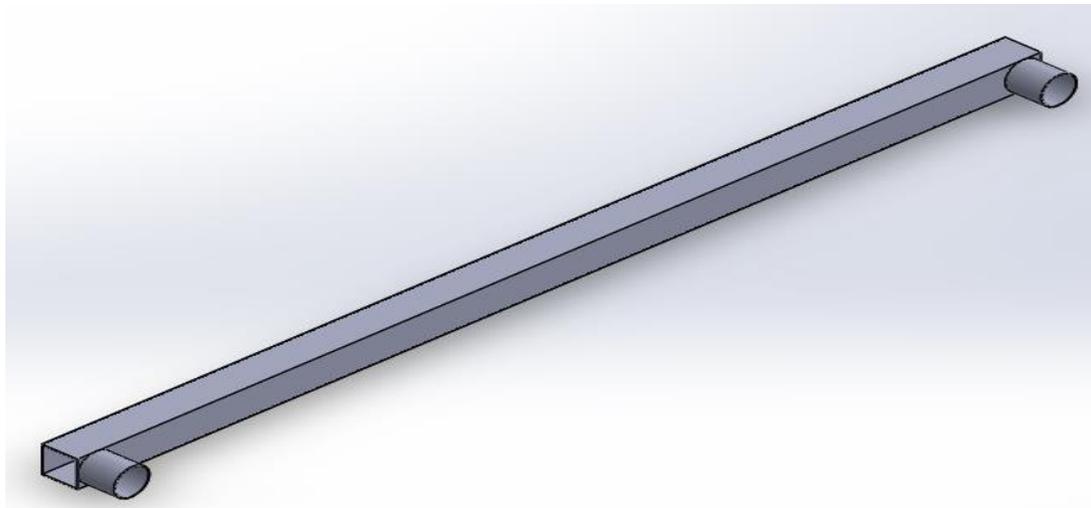
**Figura 95**

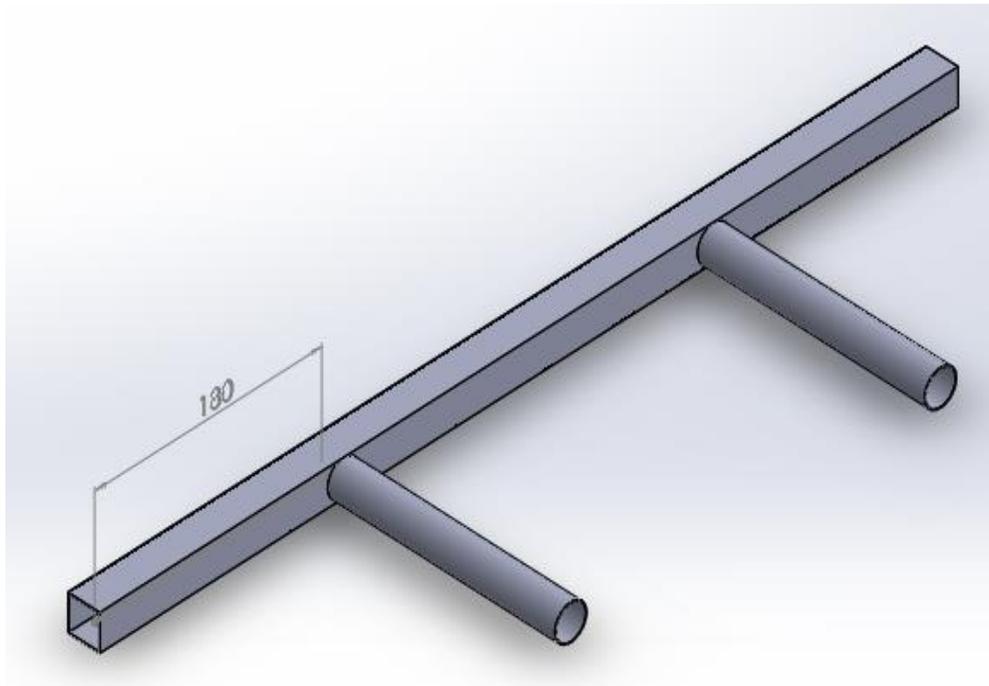
*Mecanizado de tubo cuadrado, tubo circular de 1" y base de grilon*



**Figura 96**

*Bosquejo de base superior*



**Figura 97***Base inferior***Figura 98***Bosquejo de base inferior*

- Para sostener las bases, conjuntamente con el radiador en la estructura del buggy, y en la base superior, se soldaron dos platinas, mismas que se colocan de manera geométrica, con el fin de ser el sostén del conjunto entero.

**Figura 99**

*Platinas de la base superior*

**Figura 100**

*Bases de platina, de la estructura tubular*



4. Cuando las bases del radiador ya han sido fabricadas, las soldamos en la estructura del buggy, la suelda debe ser precisa y cumplir con los requisitos para poder soportar las vibraciones emitidas por el motor y el peso del radiador.

**Figura 101**

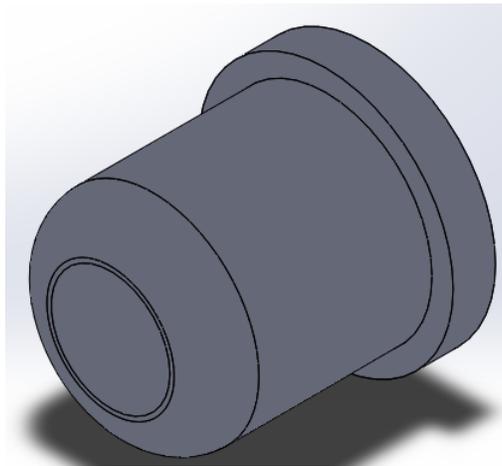
*Bases sujetas y soldadas a la estructura del vehículo*



Para evitar las vibraciones y sonidos al momento de la conducción, se elaboraron bujes de grilon, mismos que son montados en las bases del radiador y sujetos en los agujeros de sujeción de las bases.

**Figura 102**

*Bosquejo de pieza de grilon*



5. Sobre las bases soldadas, con mucho cuidado, colocamos el radiador sobre las bases elaboradas, apretamos los pernos de sostén de este elemento y sobre el radiador, colocamos el electro ventilador, haciendo coincidir de manera perfecta las guías de fábrica, quedando asegurado y bien sujeto.

**Figura 103**

*Radiador montado en sus bases*



6. Ahora, se elaboran las cañerías para la conducción del refrigerante a través del sistema. Para realizar este trabajo, se midió desde el lugar donde conecta las cañerías, hasta su punto de destino, asimismo, también teniendo en cuenta la forma que debe tener la cañería para dirigir de la mejor manera posible el refrigerante.
7. Se realizaron los trazos de las cañerías, con las medidas y las formas precisas y basándose en este trazo, con la finalidad de facilitar su fabricación y realizar las curvas de la cañería con mayor precisión, se lo ha realizado con tubo de acero inoxidable de 1 ½" de diámetro y 1,5mm de espesor, mismo que también cumple con características esenciales para ser utilizada en transporte de fluidos, siendo ideal para altas temperaturas y con composiciones que no permiten que se oxide el material.

**Figura 104***Tubo de acero Inox*

8. Se procedió a realizar los dobleces del tubo con una herramienta especial para este trabajo, misma que permite ajustar el ángulo para realizar la curvatura a conveniencia, según sea necesario.

**Figura 105***Dobladora de tubo*

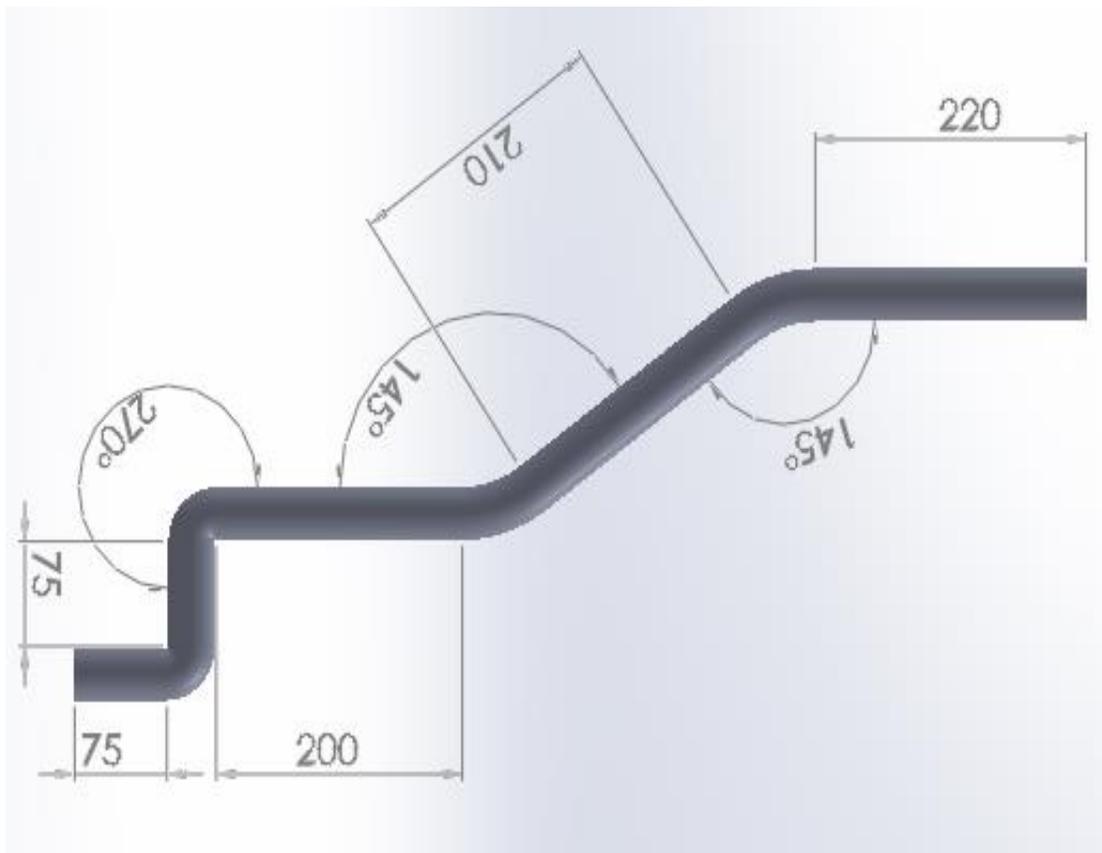
Fue necesario que, mientras se van realizando los dobleces y formas del tubo de acero inoxidable, se lo vaya comprobando poco a poco, con el fin de corregir ciertos errores y no se eche a perder el material.

También fue necesario tener en cuenta que, no se debe aplicar una curvatura muy cerrada al tubo, pues, esto provocaría fatiga en el material y a causa de ello se producen daños, rupturas y perforaciones.

- A continuación, se detallan las formas, medidas y ángulos de las curvaturas de los tubos dando a entender el proceso de su elaboración, con la ayuda de unos bosquejos realizados en el software Solid Works.

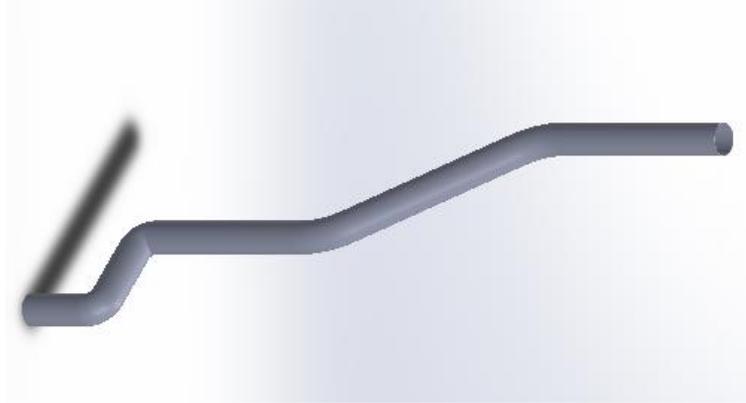
### Figura 106

*Bosquejo de la cañería desde salida del radiador a la bomba de agua*



**Figura 107**

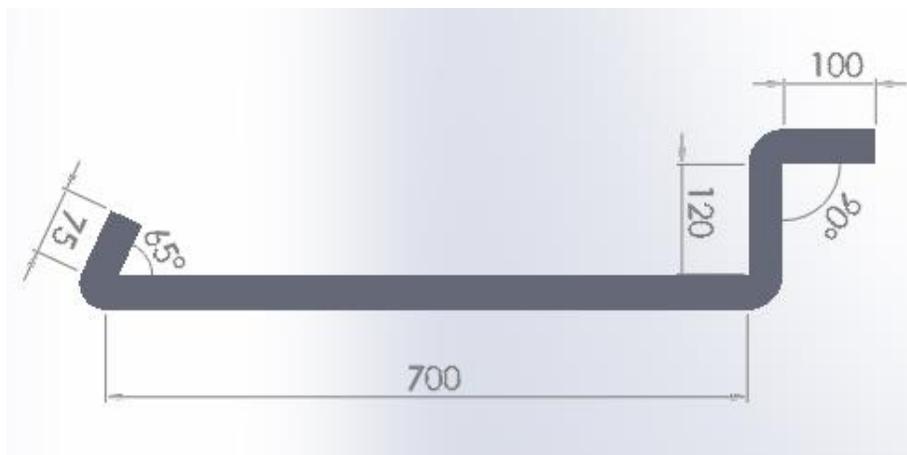
*Cañería terminada*

**Figura 108**

*Cañería desde salida del radiador hasta la bomba de agua*

**Figura 109**

*Acotaciones de cañería desde entrada de radiador hasta termostato*



**Figura 110**

*Cañería terminada*

**Figura 111**

*Cañería desde entrada de radiador hasta termostato*



9. Se instalaron las cañerías, asegurándose que estén sujetas y que no se van a mover de su lugar por efectos de la vibración del motor, o la presión presente en el sistema de refrigeración.

**Figura 112**

*Instalación de cañerías*



10. Se instaló el depósito de refrigerante, conectamos sus cañerías correspondientes de entrada al radiador y retorno, asegurándolo bien para no tener problemas en su sujeción.

**Figura 113**

*Instalación y sujeción del depósito de refrigerante*



11. Conectamos el electro ventilador a su zoque correspondiente, mismo que se encuentra presente en el sistema multiplexado del motor.

12. Por último, se procedió a llenar el sistema con líquido refrigerante, hasta completar el máximo necesario y suficiente para su funcionamiento y cumplir con su trabajo.
13. Se verificó que el funcionamiento del sistema es el correcto y que cumple con su fin. En este caso, el sistema trabaja correctamente y el motor se encuentra refrigerado, por ende, el trabajo realizado fue un éxito.

**Figura 114**

*Sistema de refrigeración instalado y funcionando correctamente*



## CAPÍTULO IV

### 4. Pruebas de funcionamiento del sistema tren de potencia

#### 4.1. Prueba con Scanner automotriz

Debido a que el motor instalado en el sistema tren del potencia del vehículo tipo Buggy biplaza cuenta con un sistema de control 100% electrónico, es muy fácil realizar un diagnóstico para verificar y asegurar que todo esté funcionando de manera correcta. Esta prueba se la realiza con la ayuda de un Scanner automotriz, mismo que nos indicara si todo funciona de forma adecuada, o a su vez, si existen códigos de error por algún fallo electrónico en el sistema.

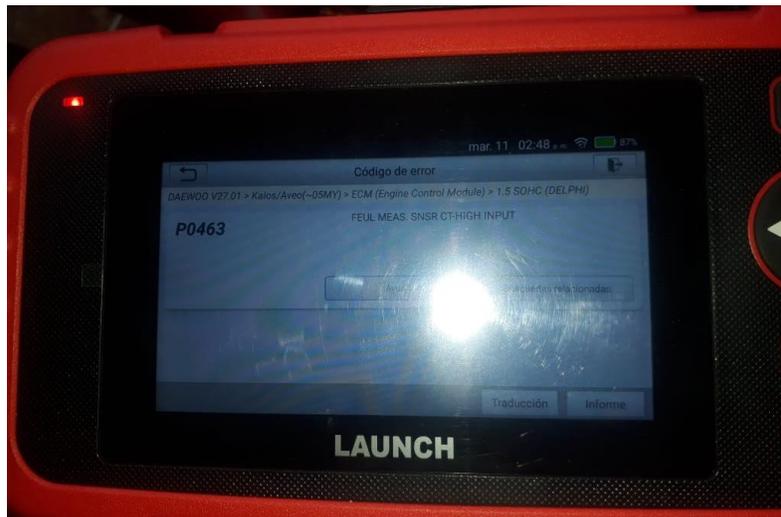
El diagnostico con Scanner automotriz es muy fácil de realizar, solo se debe seguir una serie de pasos que se detallan a continuación y tener mucho cuidado al momento de manipular ciertos valores que estén a nuestro acceso en el scanner, pues, la variación incorrecta o accidental de alguno de ellos, podría con llevar a un fallo en el funcionamiento de todo el sistema.

1. Se procede a encender el scanner automotriz, conectamos el cable de entrada al scanner y el de salida de los datos de la ECU en el puerto OBDII proporcionado por el fabricante para realizar este trabajo.
2. Se coloca el switch en posición contacto, ubicar la marca del motor a escanear, el modelo, año y todos los datos necesarios solicitados por el scanner.
3. Ingresa al menú de opciones a los que nos da acceso el scanner, y seleccionamos la opción de lectura de códigos de falla, error o DTCS.
4. Una vez dentro de esta opción, el scanner realiza su trabajo y nos arroja una serie de códigos que mostraran una anomalía presente en el sistema, o simplemente arrojara un mensaje que diga no existen DTCS, lo cual significa que no existe ninguna anomalía presente en el sistema del motor.

5. En este caso, no existe ningún DTC que afecte en el funcionamiento óptimo del motor de vehículo tipo Buggy, eso quiere decir, que el sistema funciona correctamente.

### Figura 115

*Prueba con scanner automotriz*



Nota: Se observa que el único DTC existente corresponde al sistema EGR, lo cual es normal y tampoco repercute en el funcionamiento del motor, pues, dicho sistema fue suspendido.

## 4.2. Prueba de los sistemas del motor

Todos los sistemas que forman parte del motor, son de suma importancia y juegan papeles específicos para el funcionamiento correcto y armónico del motor. A lo largo de la realización de este proyecto, se han adaptado varios elementos e idear la manera adecuada para poder ponerlos en funcionamiento y que cada uno de ellos funciona como se debe.

### 4.2.1. Prueba del sistema de refrigeración

Uno de los sistemas más importantes para la vida útil del motor, es el sistema de refrigeración, pues, gracias a este sistema el motor puede trabajar a la temperatura ideal, de este depende que no sobre caliente el motor y sufra averías que puedan ser irreversibles.

Suele ser muy común que, debido a la presión que soporta este sistema hidráulico, las altas temperaturas, sea la causa de fugas, es por esta razón que, se debe funcionar su correcto funcionamiento realizando una prueba con el motor encendido y trabajando a temperatura normal de funcionamiento.

1. Con el motor frío y apagado, se llena con refrigerante el sistema, para ello se lo introduce el líquido por el depósito de refrigerante, mismo que, circulara por todo el sistema hasta que sea completado en su totalidad.
2. Una vez saciado el sistema, se enciende el motor, acelera de una forma prolongada, lo cual hará que la bomba de agua trabaje y por ende, circule el líquido por el sistema.
3. En caso de ser necesario, y con el motor frío aun, completar el líquido refrigerante (solo si es necesario).
4. Colocar la tapa del depósito de refrigerante y dejar encendido el motor de 10 a 15 minutos, dejándolo trabajar a temperatura normal de funcionamiento.
5. Una vez el motor este trabajando a temperatura normal, se observa si existen fugas en algún lugar, cañería o cualquier elemento que conforme el sistema de refrigeración, en caso de existirlo, se lo soluciona.
6. En este caso, existía una leve fuga por las abrazaderas que presionan las mangueras, se procede a ajustarlas y el problema queda solucionado.

El sistema de refrigeración del motor Chevrolet aveo, cuenta con elementos electrónicos que cumplen funciones muy importantes para lograr su funcionamiento, uno de ellos es: el sensor de temperatura de refrigerante. Este elemento, es el encargado de indicar a la computadora, la temperatura a la cual se encuentra el refrigerante, cuando este sobrepase cierta temperatura, manda una señal para que se active el electro ventilador y así poder liberar temperatura del líquido.

Es importante verificar que este elemento funcione adecuadamente, ya que, de este depende la activación y desactivación del electro ventilador y también colabora enviando parámetros importantes para el funcionamiento del motor.

1. Para comprobar el funcionamiento correcto del sensor de temperatura, es necesario contar con un Scanner automotriz.
2. Con el motor encendido y a temperatura standard de funcionamiento, conectamos el escáner al puerto OBDII del sistema electrónico del motor.
3. Se ingresa la opción de datos o parámetros de funcionamiento del motor, marca todas las opciones de sensores y actuadores, entre ellas, obviamente el sensor de temperatura.
4. Se abre el menú en donde el scanner muestra el funcionamiento con parámetros de ciertos elementos del sistema electrónico del motor, se ingresa a la opción del sensor de temperatura.
5. Allí, se analiza la temperatura que marca el scanner, no debe ser mayor a 96° centígrados, en este caso, se verifico que el electro ventilador se activa cuando la temperatura llega a los 93° centígrados y se mantiene activo hasta que disminuye a los 85° centígrados. Esto indica que, el sensor y el electro ventilador, están cumpliendo con su trabajo en este aspecto.
6. Una manera de realizar un análisis más profundo de funcionamiento del sensor de temperatura es, a través de la gráfica que nos facilita el scanner, en donde, según vaya aumentando la temperatura del refrigerante, ira disminuyendo la resistencia del sensor, analizamos que este parámetro sea cumplido y se verifico que, el sensor cumple con todos los regímenes adecuados de funcionamiento y que el sistema en general, funciona perfectamente.

**Figura 116**

*Sistema de refrigeración*



Nota: Se pudo corroborar que el sistema de refrigeración funciona perfectamente, en conjunto con todos sus componentes.

#### ***4.2.1. Prueba del sistema de alimentación***

El sistema de alimentación de combustible, es indispensable para que el motor pueda trabajar, pues este es el encargado de dirigir e impulsar el combustible desde el depósito, hasta el interior de los cilindros del motor. En el sistema de alimentación también es muy común que existan inconvenientes de fugas, pues, es un sistema hidráulico, trabaja a presión y no esta exento de este problema.

Al momento en que se pone en funcionamiento es necesario verificar que no existan fugas en este sistema, que la válvula reguladora de presión funcione correctamente y al mismo tiempo, se verifica que el desvío de retorno sea adecuado.

En este caso, se ha verificado que, el sistema funciona perfectamente y no presenta problemas de ningún tipo.

**Figura 117***Sistema de alimentación*

Nota: El sistema de alimentación, con todos sus componentes, funciona de manera perfecta.

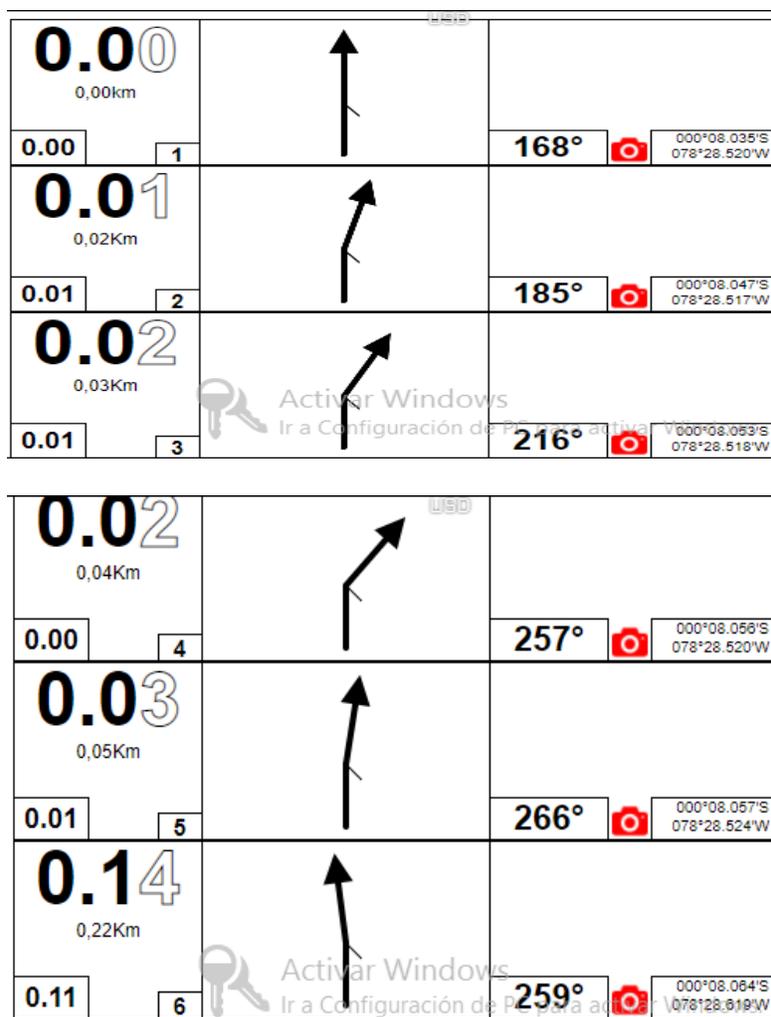
#### **4.3. Prueba de funcionamiento y comportamiento del sistema tren de potencia en el manejo**

Por último, la prueba más importante se la realiza con el vehículo tipo buggy funcionando correctamente con todos sus sistemas, para lo cual, ha sido necesario conducir el automotor por un lapso prolongado de tiempo, verificando que no existan problemas en la transmisión, en la aceleración, y comprobando también su rendimiento.

Para esta prueba se ha trazado una ruta en la cual se encuentran ciertos tipos de carreteras en los cuales se pudo comprobar a cabalidad que el motor funciona correctamente, en la ruta trazada existen curvas, baches, rectas y cuestas bastante pronunciadas, mismas que ayudan a que el motor se vea forzado a trabajar al límite se pueda corroborar que su funcionamiento es perfecto. Para describir dicha ruta, se procedió a elaborar una hoja de ruta a manera de road book, cabe recalcar que, dicho recorrido inicia en la calle Luis Murialdo, en el sector California alta, norte de Quito y termina en el mismo lugar.

Figura 118

Hoja de ruta



<b>0.34</b> 0,56Km		
0.20 <span style="float: right;">7</span>		170°  000°08.099'S 078°28.794'W
<b>0.38</b> 0,62Km		
0.04 <span style="float: right;">8</span>		272°  000°08.132'S 078°28.788'W
<b>0.42</b> 0,68Km		
0.04 <span style="float: right;">9</span>		272°  000°08.181'S 078°28.823'W

<b>0.46</b> 0,74Km		
0.04 <span style="float: right;">10</span>		171°  000°08.129'S 078°28.858'W
<b>0.56</b> 0,90Km		
0.10 <span style="float: right;">11</span>		169°  000°08.213'S 078°28.843'W
<b>0.65</b> 1,04Km		
0.09 <span style="float: right;">12</span>		260°  000°08.289'S 078°28.828'W

<b>0.79</b> 1,27Km		USD	8°		000°08.311'S 078°28.948'W
0.14	13				
<b>1.00</b> 1,61Km			8°		000°08.130'S 078°28.920'W
0.21	14				
<b>1.00</b> 1,61Km			91°		000°08.128'S 078°28.920'W
0.00	15				

<b>1.11</b> 1,79Km			91°		000°08.129'S 078°28.824'W
0.11	16				
<b>1.11</b> 1,79Km			349°		000°08.129'S 078°28.823'W
0.00	17				
<b>1.19</b> 1,92Km			348°		000°08.060'S 078°28.836'W
0.08	18				

<b>1.19</b> 1,92Km			84°		000°08.059'S 078°28.837'W
0.00	19				
<b>1.28</b> 2,06Km			78°		000°08.052'S 078°28.765'W
0.09	20				
<b>1.31</b> 2,11Km			79°		000°08.048'S 078°28.739'W
0.03	21				

1.37 2,20Km 0.06 22	↑	79° 000°08.037'S 078°28.690'W
1.44 2,32Km 0.07 23	↑	79° 000°08.024'S 078°28.628'W
1.44 2,32Km 0.00 24	←	348° 000°08.024'S 078°28.628'W
1.48 2,39Km 0.04 25	↗	79° 000°07.988'S 078°28.633'W
1.60 2,57Km 0.12 26	↗	166° 000°07.988'S 078°28.535'W
1.64 2,65Km 0.04 27	↑	170° 000°08.006'S 078°28.525'W
1.67 2,69km OPEN 0.03 28	↑	171° 000°08.027'S 078°28.522'W

Con esta prueba, se ha verificado que todo el trabajo realizado en el sistema tren de potencia ha sido sobresaliente, el vehículo, conjuntamente con este sistema, funcionan al 100%, no presentan problemas en el manejo y al mismo tiempo, su rendimiento es excelente. La caja de cambios, con la transmisión funcionan de manera perfecta, el cambio de marcha es muy suave y preciso, la aceleración en respuesta es sumamente rápida, no existen pérdidas de torque y potencia,

todos los sistemas trabajan de manera ideal, la temperatura del motor es normal y el sistema de alimentación no presenta problemas, en conclusión, el trabajo ha cumplido con los objetivos planeados.

En la ruta realizada para la prueba de manejo, existen cuestas pronunciadas, en donde, el motor no presentó pérdida alguna de torque o potencia, desarrolla y rinde de manera sobresaliente, así mismo, presentó buena aceleración en el funcionamiento, en las curvas cerradas se disminuyó la velocidad y se procedió a salir en segunda, el motor y transmisión trabajan perfectamente, el rendimiento del sistema tren de potencia instalado trabaja mejor de lo esperado.

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. 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.

## **5.2. 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.

### Referencias bibliográficas

- Ramirez, F. (20 de enero de 2020). *Diario motor* . Obtenido de <https://www.diariomotor.com/ques/mecánica/4x4-transmisión-par-motor-par-a-la-rueda-video/>. Recuperado el 04 de agosto del 2020.
- Bosch. (diciembre de 2010). *Boschautopartes.com* . Obtenido de [http://www.boschautopartes.com/media/la/aa\\_sites\\_la/products\\_and\\_services/automotive\\_parts/gasoline\\_1/download\\_5/HIRES\\_PDF\\_59963.pdf](http://www.boschautopartes.com/media/la/aa_sites_la/products_and_services/automotive_parts/gasoline_1/download_5/HIRES_PDF_59963.pdf). Recuperado el 17 de julio del 2020.
- Bosch.(2016).*Boschautopartes.com*.Obtenidode.[http://www.boschautopartes.com/media/la/aa\\_sites\\_la/products\\_and\\_services/automotive\\_parts/gasoline\\_1/download\\_5/HIRES\\_PDF\\_59963.pdf](http://www.boschautopartes.com/media/la/aa_sites_la/products_and_services/automotive_parts/gasoline_1/download_5/HIRES_PDF_59963.pdf). Recuperado el 17 de julio del 2020.
- Calleja, D. G. (2018). Motores . En D. G. Calleja, *Motores* .
- Carmin. (2009). *Min junior*. Aplicación android *Min Junior*. Obtenido de Google play.
- Casado, E. Á. (2012). Sistemas de transmisión de fuerza y trenes de rodaje .
- Chevrolet. (2019). Manual de usuario Chevrolet Aveo. Ficha técnica.
- Valdor, F. (2015). *coches.com* . Obtenido de <https://noticias.coches.com/consejos/diez-preguntas-clave-antes-de-elegir-motor/53942>. Recuperado el 18 de agosto del 2020.
- E-ducative.catedu.es*. (2017). Obtenido de [http://e-ducative.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1104/html/5\\_la\\_caja\\_de\\_cambios.html](http://e-ducative.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/1000/1104/html/5_la_caja_de_cambios.html). Recuperado el 10 de agosto del 2020.
- Fidalgo, R. (22 de enero de 2018). *Autocasion* . Obtenido de <https://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/que-diferencia-hay-entre-el-par-y-la-potencia-de-un-motor>. Recuperado el 01 de agosto del 2020.

- Galan, M. (s.f.). *Actualidadmotor* . Obtenido de <https://www.actualidadmotor.com/par-motor-ques/>. Recuperado el 20 de agosto del 2020.
- Guachamin, N. (2016). Implementación del Sistema de Inyección Electrónica a Gasolina a un Ingemecánica.(s.f.).*Ingemecánica.com*.Obtenidode.[https://ingemecánica.com/tutorialsemanal/tutorialn63.html?fbclid=IwAR3QbRCeTbk8SkJ39nb2q2XnKkdjPj3MGKt2bqnXu8OwXuF59gx6Zvn\\_V3Q](https://ingemecánica.com/tutorialsemanal/tutorialn63.html?fbclid=IwAR3QbRCeTbk8SkJ39nb2q2XnKkdjPj3MGKt2bqnXu8OwXuF59gx6Zvn_V3Q). Recuperado el 15 de julio del 2020.
- Rueda, Santander,J . (2010). *Técnico en mecánica y electrónica automotriz*. Colombia: Diseli.
- Salmoral, E. (01 de enero de 2016). *autobild*. Obtenido de <https://www.autobild.es/reportajes/7-claves-para-elegir-motor-279107?page=7>. Recuperado el 23 de agosto del 2020.
- Volkswagen. (1972). *Volkswagen*. Manual de usuario Volkswagen Brasilia. Ficha técnica.
- Volkswagen. (2018). *Volkswagen*. Obtenido de <https://www.ultimatespecs.com/es/carspecs/Volkswagen/23010/Volkswagen-Brasilia-1600.html>. Recuperado el 28 de agosto del 2020.

# ANEXOS