



**ESPE**  
**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS**  
**INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA**

**Trucaje mecánico y electrónico del motor Suzuki G10 SOCH, para optimizar sus parámetros característicos.**

Carrillo Imbaquingo, Lenin Alexander y Tusa Masabalin, Wilson Geovanny

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Automotriz

Msc. Cevallos Carvajal, Alex Santiago

Latacunga, 29 de agosto del 2022

## Reporte de Verificación de Contenido



TESIS CARRILLO - TUZA.pdf

Scanned on: 17:54 August 10, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	275
Words with Minor Changes	105
Paraphrased Words	1456
Omitted Words	0



Escaneado electrónicamente por:  
ALEX SANTIAGO  
CEVALLOS  
CARVAJAL

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Alex Santiago Cevallos Carvajal".

Msc. Cevallos Carvajal, Alex Santiago

C.C: 0502530447



**Departamento de Ciencia de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Ingeniería automotriz**

**Certificación**

Certifico que el trabajo de integración curricular: **"Trucaje Mecánico y Electrónico del Motor Suzuki G10 SOCH, Para Optimizar sus Parámetros Característicos"** fue realizado por los señores **Carrillo Imbaquingo, Lenin Alexander y Tusa Masabalin, Wilson Geovanny**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 15 de agosto del 2022

Firma:

**Msc. Cevallos Carvajal, Alex Santiago**

C.C: 0502530447



**Departamento de Ciencia de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Ingeniería Automotriz**

**Responsabilidad de autoría**

Nosotros, **Carrillo Imbaquingo, Lenin Alexander** y **Tusa Masabalin, Wilson Geovanny**, con cédulas de ciudadanía N° **175512098-5** y **180501428-7** declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **"Trucaje mecánico y electrónico del motor Suzuki G10 SOCH, para optimizar sus parámetros característicos"** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 15 de agosto del 2022

Firma

**Carrillo Imbaquingo, Lenin Alexander**

C.C.: 175512098-5

**Tusa Masabalin, Wilson Geovanny**

C.C.: 180501428-7



**Departamento de Ciencia de la Energía y Mecánica**  
**Carrera de Ingeniería Automotriz**  
**Autorización de publicación**

Nosotros, **Carrillo Imbaquingo, Lenin Alexander** y **Tusa Masabalin, Wilson Geovanny**, con cédulas de ciudadanía N° **175512098-5** y **180501428-7**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **"Trucaje mecánico y electrónico del motor Suzuki G10 SOCH, para optimizar sus parámetros característicos"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 15 de agosto del 2022

Firma

**Carrillo Imbaquingo, Lenin Alexander**

C.C.: 175512098-5

**Tusa Masabalin, Wilson Geovanny**

C.C.: 180501428-7

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

<b>Carátula.....</b>	<b>1</b>
<b>Reporte de verificación de contenido .....</b>	<b>2</b>
<b>Certificación .....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de autoría.....</b>	<b>4</b>
<b>Autorización de publicación.....</b>	<b>5</b>
<b>Índice de contenidos .....</b>	<b>6</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>10</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>11</b>
<b>Dedicatoria I.....</b>	<b>15</b>
<b>Dedicatoria II.....</b>	<b>16</b>
<b>Agradecimiento I.....</b>	<b>17</b>
<b>Agradecimiento II.....</b>	<b>18</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>19</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>20</b>
<b>Capítulo I: Introducción .....</b>	<b>21</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>21</b>
<b>Justificación e importancia .....</b>	<b>22</b>
<b>Planteamiento del problema.....</b>	<b>23</b>
<b>Objetivo general .....</b>	<b>23</b>
<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>23</b>
<b>Hipótesis .....</b>	<b>24</b>

<b>Variables de investigación.....</b>	<b>24</b>
<b>Capitulo II: Fundamentación teórica .....</b>	<b>25</b>
<b>El carburador .....</b>	<b>25</b>
<i>Historia.....</i>	25
<i>Carburación .....</i>	26
<i>Funcionamiento del carburador .....</i>	27
<i>Mezcla aire-combustible.....</i>	29
<i>Condiciones de dosificación requeridas .....</i>	30
<i>Componentes del carburador .....</i>	30
<i>Características principales de un carburador .....</i>	33
<i>Sistema automático corrector de mezcla (compensador) .....</i>	36
<i>Economizadores.....</i>	37
<i>Bomba de aceleración .....</i>	39
<i>Dispositivos auxiliares del carburador.....</i>	40
<i>Sistema de alimentación .....</i>	43
<i>Suministros de gasolina.....</i>	44
<i>Depósito de gasolina .....</i>	44
<i>Suministro combustible .....</i>	45
<b>Sistemas de inyección electrónica de combustible .....</b>	<b>49</b>
<i>Introducción a sistema de inyección.....</i>	49
<i>Componentes y funcionamiento del sistema de inyección.....</i>	50
<i>Diferencia sistema de carburador e inyección electrónica.....</i>	51
<i>Ventajas de los sistemas de inyección .....</i>	52
<i>Clasificación de los sistemas de inyección.....</i>	53
<i>Sistema Bosch Mono – Jetronic.....</i>	56
<i>Sistema de Inyección multipunto.....</i>	60
<i>Sistemas Inyección Indirecta (Bosch D y L-Jetronic).....</i>	60

<i>Tipos de Sensores y Funcionamiento</i> .....	65
<b>Capítulo III: Trucaje</b> .....	<b>70</b>
<b>Trucaje mecánico</b> .....	<b>70</b>
<i>Medida de compresión</i> .....	70
<i>Análisis de compresión</i> .....	72
<i>La culata</i> .....	72
<i>Desmontaje de la culata.</i> .....	73
<i>Trucaje de conducto de escape y admisión.</i> .....	75
<i>Cálculos de la Cilindrada estándar</i> .....	78
<i>Cálculos de la Cilindrada actual</i> .....	79
<i>Análisis de la cilindrada</i> .....	81
<i>Instalación de la culata</i> .....	82
<b>Trucaje electrónico</b> .....	<b>86</b>
<i>Elección de vehículo</i> .....	86
<i>Adaptación de subsistema de alimentación de combustible</i> .....	87
<i>Modificación del tanque de combustible</i> .....	88
<i>Adaptación de la bomba de combustible</i> .....	88
<i>Adaptación de filtro combustible</i> .....	91
<i>Adaptación de bobinas</i> .....	92
<i>Adaptación del riel de inyección</i> .....	93
<i>Adaptación de la válvula reguladora de presión</i> .....	94
<i>Adaptación de los conductos de gasolina</i> .....	96
<i>Adaptación del subsistema electrónico</i> .....	97
<i>Adaptación de la ECU</i> .....	98
<i>Sensor de posición de cigüeñal CKP</i> .....	98
<i>Sensor de temperatura del aire IAT</i> .....	102
<i>Sensor de temperatura del refrigerante CLT</i> .....	104



<i>Sensor de posición del acelerador TPS</i> .....	105
<i>Sensor de oxígeno wideband O2</i> .....	106
<b>Capítulo IV: Puesta en funcionamiento y pruebas del sistema</b> .....	<b>108</b>
Encendido del motor .....	108
Programación de la ECU .....	108
Pruebas realizadas.....	113
Prueba de ruta .....	113
<i>Comportamiento del vehículo</i> .....	113
<i>Consumo de combustible</i> .....	114
Prueba de banco dinamométrico .....	115
<i>Pruebas de potencia y torque con dinamómetro de rodillos</i> .....	115
Análisis de resultados .....	117
<i>Análisis de consumo</i> .....	117
<i>Análisis de torque y potencia</i> .....	118
<b>Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones</b> .....	<b>121</b>
Conclusiones.....	121
Recomendaciones .....	122
Bibliografía.....	123
Anexos .....	124

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Diferencias entre sistemas</i> .....	52
<b>Tabla 2</b> <i>Medida de cilindrada</i> .....	70
<b>Tabla 3</b> <i>Medidas de rectificado</i> .....	79
<b>Tabla 4</b> <i>Análisis de la cilindrada</i> .....	82
<b>Tabla 5</b> <i>Ajustes de torques aplicados</i> .....	83

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>El carburador</i> .....	25
<b>Figura 2</b> <i>Principios de carburación</i> .....	27
<b>Figura 3</b> <i>Elementos internos del carburador</i> .....	28
<b>Figura 4</b> <i>Sistema interno del carburador</i> .....	29
<b>Figura 5</b> <i>Funcionamiento del carburador</i> .....	31
<b>Figura 6</b> <i>La cuba del carburador</i> .....	34
<b>Figura 7</b> <i>El difusor de un carburador</i> .....	34
<b>Figura 8</b> <i>El surtidor del carburador</i> .....	35
<b>Figura 9</b> <i>Efecto Venturi con tres cubetas de mercurio</i> .....	35
<b>Figura 10</b> <i>Dosificación con corrección de mezcla</i> .....	36
<b>Figura 11</b> <i>Economizador</i> .....	37
<b>Figura 12</b> <i>Economizador por freno de combustible</i> .....	38
<b>Figura 13</b> <i>Economizador con válvula reguladora de compensación</i> .....	39
<b>Figura 14</b> <i>Diagrama de arranque en frío</i> .....	41
<b>Figura 15</b> <i>Electroválvula de corte</i> .....	42
<b>Figura 16</b> <i>Sistema de alimentación</i> .....	43
<b>Figura 17</b> <i>Depósito de gasolina</i> .....	44
<b>Figura 18</b> <i>Filtro de combustible</i> .....	45
<b>Figura 19</b> <i>Bomba mecánica</i> .....	46
<b>Figura 20</b> <i>Bomba eléctrica</i> .....	47
<b>Figura 21</b> <i>Filtro de aire</i> .....	48
<b>Figura 22</b> <i>Colector de admisión</i> .....	49
<b>Figura 23</b> <i>Sistema de inyección de acuerdo a número de inyecciones</i> .....	54
<b>Figura 24</b> <i>Esquema básico de sistemas de inyección Monopunto</i> .....	55
<b>Figura 25</b> <i>Unidad Central Inyección</i> .....	55
<b>Figura 26</b> <i>Esquema de sistemas de inyección Bosh Mono-Jetronic</i> .....	56

<b>Figura 27</b> <i>Sistema tipo Indirecta L Jetronic</i> .....	61
<b>Figura 28</b> <i>Bobina automotriz de encendido</i> .....	62
<b>Figura 29</b> <i>Bujía</i> .....	63
<b>Figura 30</b> <i>Arco de corriente en la bujía</i> .....	63
<b>Figura 31</b> <i>ECU</i> .....	64
<b>Figura 32</b> <i>MAP</i> .....	65
<b>Figura 33</b> <i>Sensor y circuito Sensor CKP</i> .....	66
<b>Figura 34</b> <i>Sensor TPS</i> .....	67
<b>Figura 35</b> <i>Sensor de oxígeno</i> .....	67
<b>Figura 36</b> <i>Sensor ECT</i> .....	68
<b>Figura 37</b> <i>Sensor IAT</i> .....	69
<b>Figura 38</b> <i>Válvula IAC</i> .....	69
<b>Figura 39</b> <i>Compresión de cilindro 1</i> .....	71
<b>Figura 40</b> <i>Compresión de cilindro 2</i> .....	71
<b>Figura 41</b> <i>Compresión de cilindro 2</i> .....	72
<b>Figura 42</b> <i>Inspección general de la culata</i> .....	73
<b>Figura 43</b> <i>Detalles de desgaste en el árbol de levas</i> . ....	74
<b>Figura 44</b> <i>Cabezote en parámetros de funcionamiento a ser instalada</i> .....	74
<b>Figura 45</b> <i>Medida de conductos estándar</i> .....	75
<b>Figura 46</b> <i>Desgaste de las paredes del conducto de admisión</i> .....	76
<b>Figura 47</b> <i>Conducto de admisión realizado su trucaje</i> .....	77
<b>Figura 48</b> <i>Toma de medida estándar</i> .....	77
<b>Figura 49</b> <i>Conducto de escape modificado</i> .....	78
<b>Figura 50</b> <i>Medida de diámetro de cilindro</i> .....	80
<b>Figura 51</b> <i>Medida de carrera del pistón</i> .....	80
<b>Figura 52</b> <i>Asentamiento del cabezote</i> .....	82
<b>Figura 53</b> <i>Ajustes aplicados al cabezote</i> .....	83
<b>Figura 54</b> <i>Orden en el cual se realizó el apriete</i> . ....	84

<b>Figura 55</b> <i>Cabezote instalado</i> .....	84
<b>Figura 56</b> <i>Acople de tapa válvulas</i> .....	85
<b>Figura 57</b> <i>Instalación de culata finalizada.</i> .....	85
<b>Figura 58</b> <i>Motor antes de ser modificado</i> .....	86
<b>Figura 59</b> <i>Corte realizado en la parte exterior del tanque</i> .....	88
<b>Figura 60</b> <i>Sustitución de bomba mecánica</i> .....	89
<b>Figura 61</b> <i>Bomba combustible eléctrica</i> .....	90
<b>Figura 62</b> <i>Desmontaje de componentes del tanque</i> .....	90
<b>Figura 63</b> <i>Conexiones realizadas a la bomba</i> .....	91
<b>Figura 64</b> <i>Adaptación del filtro de combustible</i> .....	92
<b>Figura 65</b> <i>Terminales de las bobinas de encendido</i> .....	92
<b>Figura 66</b> <i>Bobina de encendido</i> .....	93
<b>Figura 67</b> <i>Riel de los inyectores</i> .....	94
<b>Figura 68</b> <i>Válvula reguladora de presión utilizada</i> .....	94
<b>Figura 69</b> <i>Instalación de válvula reguladora de presión</i> .....	95
<b>Figura 70</b> <i>Adaptación de conductos</i> .....	96
<b>Figura 71</b> <i>Conductos y sus direccionamientos</i> .....	97
<b>Figura 72</b> <i>Organización del cableado eléctrico</i> .....	97
<b>Figura 73</b> <i>Acople de la ECU MS3</i> .....	98
<b>Figura 74</b> <i>Polea original a ser modificada</i> .....	99
<b>Figura 75</b> <i>Rueda fónica de 60-2 dientes</i> .....	100
<b>Figura 76</b> <i>Adaptación de la rueda fónica</i> .....	100
<b>Figura 77</b> <i>Sensor CKP</i> .....	101
<b>Figura 78</b> <i>Instalación de CKP al block de motor</i> .....	101
<b>Figura 79</b> <i>Adaptación del Sensor CKP y rueda fónica en el motor</i> .....	102
<b>Figura 80</b> <i>Sensor IAT instalado en Suzuki</i> .....	102
<b>Figura 81</b> <i>Diagrama Live Wire sensor IAT</i> .....	103
<b>Figura 82</b> <i>Grafica de resistencia sensor IAT</i> .....	103

<b>Figura 83</b> Señal del sensor IAT .....	104
<b>Figura 84</b> Sensor CLT instalado en el vehículo Suzuki .....	104
<b>Figura 85</b> Diagrama Live Wire sensor CLT .....	105
<b>Figura 86</b> Sensor TPS instalado en el vehículo Suzuki .....	105
<b>Figura 87</b> Diagrama Live Wire sensor TPS.....	106
<b>Figura 88</b> Sensor O2 instalado en el vehículo Suzuki .....	107
<b>Figura 89</b> Sensor adaptado al vehículo.....	107
<b>Figura 90</b> Diagrama Live Wire sensor TPS.....	107
<b>Figura 91</b> Instalación del programa .....	109
<b>Figura 92</b> Inicio de TunnerStudio.....	109
<b>Figura 93</b> Nombre del proyecto .....	110
<b>Figura 94</b> Búsqueda de versión de ECU.....	110
<b>Figura 95</b> Modelo de Tuner Studio .....	111
<b>Figura 96</b> Vista de Programación en el Suzuki .....	111
<b>Figura 97</b> Configuración de Ignition Options.....	112
<b>Figura 98</b> Requerimiento de combustible final.....	113
<b>Figura 99</b> Obtención de datos de consumo .....	115
<b>Figura 100</b> Vehículo para pruebas iniciales .....	115
<b>Figura 101</b> Datos de potencia iniciales.....	116
<b>Figura 102</b> Vehículo para pruebas finales.....	116
<b>Figura 103</b> Diagrama de barras de consumo.....	117
<b>Figura 104</b> Datos finales de potencia y torque máximo.....	118
<b>Figura 105</b> Comparación valores anteriores y actuales.....	119
<b>Figura 106</b> Comparativa de potencia .....	120
<b>Figura 107</b> Comparativa de torque.....	120

**Dedicatoria I**

A mi madre Marisol por guiarme en el camino del bien, por su amor incondicional, y  
por enseñarme a ser un hombre con muchos valores.

A todas las personas que estuvieron de manera directa o indirecta, brindándome su  
cariño y apoyo.

**CARRILLO IMBAQUINGO, LENIN ALEXANDER**

**Dedicatoria II**

A mi familia y amigos por guiarme, brindarme su amor, cariño y en especial por apoyarme incondicionalmente durante todo este proceso.

**TUSA MASABALIN WILSON GEOVANNY**



**Agradecimiento I**

Agradecer a mi madre por brindarme las fuerzas para seguir adelante, por siempre estar pendiente motivándome para continuar con mi carrera adelante

A mis dos hermanos Priscila y Saul, los cuáles son mi motivación personal y que siempre me han demostrado que todo es posible.

A mis abuelitos por siempre estar al tanto de mis necesidades dentro y fuera de esta etapa.

Y en general a mayoría de personas que permanecieron conmigo hasta finalizar esta etapa.

Al Ing. Alex Cevallos por brindarnos su conocimiento y guiarnos para que este tema se ejecute de la mejor manera.

**CARRILLO IMBAQUINGO, LENIN ALEXANDER**

**Agradecimiento II**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por la vida, a mi padre Apolinario Tusa por inculcarme los valores para la vida, también agradecer a mis profesores por compartir sus conocimientos que me serán útil en mi vida profesional, y además cada una de las personas que me ayudaron en este proceso para culminar un logro más en mi vida.

**TUSA MASABALIN WILSON GEOVANNY**

## Resumen

Este proyecto se enfoca en realizar el trucaje mecánico y electrónico del motor Suzuki G10 SOCH. En la parte electrónica mediante el cambio de carburación a inyección aplicando un sistema inyección controlado de manera electrónica, buscando como fines reducir el consumo de combustible contribuyendo de tal manera a la reducción de gases contaminantes al ambiente de la misma manera el aumento de torque y potencia. El vehículo que se ejecutó este proyecto es el Suzuki Forza con motor G10 en el cual se necesitaron de varios elementos como: sensores, inyectores, computadora programable MX3, diferente cuerpo de aceleración, etc. Elementos que fueron requeridos para la modificación del auto anteriormente a carburador, que sea controlado electrónicamente con el propósito de generar una inyección dosificada en cada cilindro. En cuanto al trucaje mecánico se busca optimizar componentes que se encuentren fuera de su vida útil, verificar si es necesario repararlo o remplazarlo y en el mejor de los casos utilizar el mismo elemento, adicional se realizará el cálculo de la cilindrada actual. Se remplazará el sistema de alimentación de combustible desde el tanque hasta el motor. Mediante el trucaje tanto de la parte mecánica y electrónica, se asociaron saberes principales obtenidos en pasantías y de manera directa y principal en la Universidad. Se realizarán pruebas para verificar las variaciones que obtuvo el vehículo aplicado este mejoramiento, de la misma manera se determinó el aumento de los valores característicos.

Palabras clave: Trucaje, carburador, Inyección, dosificada

## **Abstract**

This project focuses on performing the mechanical and electronic tweaking of the Suzuki G10 SOCH engine. In the electronic part, by switching from carburization to injection by applying an electronically controlled injection system, seeking as purposes to reduce fuel consumption, thus contributing to the reduction of polluting gases to the environment in the same way the increase in torque and power. The vehicle that executed this project is the Suzuki Forza with G10 engine in which several elements were needed such as: sensors, injectors, MX3 programmable computer, different acceleration body, etc. Elements that were required for the modification of the car previously to carburetor, which is electronically controlled with the purpose of generating a metered injection in each cylinder. As for mechanical tweaking, it seeks to optimize components that are outside their useful life, verify if it is necessary to repair or replace it and, in the best case, use the same element, in addition, the calculation of the current displacement will be carried out. The fuel supply system from the tank to the engine will be replaced. By tweaking both the mechanical and electronic parts, main knowledge obtained in internships and directly and mainly at the University were associated. Tests will be carried out to verify the variations obtained by the vehicle applied this improvement, in the same way the increase in the characteristic values was determined.

Key words: Tweaking, carburetor, Injection, dosed

## Capítulo I

### Introducción

#### Antecedentes

El trucaje mejora los parámetros característicos tales como la potencia y el rendimiento del motor. Lo anterior permite obtener mejores resultados para una competencia. Para realizar estos cambios se presenta el reglamento de la FEDAK el cual se encarga de controlar las normas y estatutos en todas las competencias de Automovilismo y Kartismo Deportivo del campeonato nacional de circuitos “CNC”.

A través de la revisión de la literatura se identifica que en Ecuador existen estudios teóricos – prácticos sobre trucaje y conversiones de estos sistemas. Por ejemplo, en el artículo de (Mena, 2018) se realizó una modificación en el Suzuki Forza G10, en la sustitución de elementos móviles y remplazo de elementos fijos con el fin de controlar y analizar el comportamiento de los nuevos componentes implementados durante el proceso de trucaje

En este mismo contexto (Revelo & Vega, 2022) reemplazaron el sistema carburado por uno de inyección eléctrica en el motor XR250 Tornado de Honda. El objetivo de los autores fue optimizar al máximo las características específicas del vehículo. Durante el proceso se añadió un pistón y un cilindro más grandes que los de la fábrica con la finalidad de extender la capacidad volumétrica; aumentando así la correlación de compresión y cantidad de la mezcla aire-combustible.

Otro referente que se encuentra es gracias a (Guachamin, 2016). En su trabajo se busca reemplazar la tecnología convencional del vehículo Mazda 323 con la finalidad de analizar los beneficios que se obtiene específicamente en el consumo de combustible. Para ello, el autor realizar un trucaje de carburador a sistemas de inyección.

Finalmente, se presenta otro aporte publicado por (Galarza & Gallo, 2020). Los autores realizaron un estudio comparativo entre el motor carburado de Rotax Max 125 cc y un motor con sistema de inyección eléctrica para medir el consumo del combustible, la potencia y el torque. Los autores afirman que la aplicación de las nuevas tecnologías de sistemas de inyección optimizaron al motor mejorando sus características propias y siendo un vehículo apto para competir

### **Justificación e Importancia**

A nivel mundial se han realizado varias modificaciones al motor, obteniendo en la mayoría resultados satisfactorios. Al revisar la literatura en la base de datos "Scopus" se determina que Estados Unidos lidera en el ámbito de estas investigaciones. Lo que contribuye al conocimiento empírico sobre el aumento de torque y potencia. Además, estos estudios aportan al cuidado del ecosistema, ya que con las nuevas tecnologías se busca una disminución de gases contaminantes.

Históricamente, las personas han visto a los vehículos como un medio de transporte, sin embargo, en la actualidad se los considera como máquinas de velocidad y potencia. Bajo esta visión se pretende optimizar al máximo la capacidad del motor que no solo garantiza la movilización, sino también puede ser vista desde el punto del deporte, competición, y la pasión por la velocidad. Para alcanzar el trabajo máximo del motor se puede aplicar diversos tipos de trucaje.

Finalmente, se destaca que la conformación de sistemas actuales engloba unidades de control electrónicas. De esta manera es posible controlar de forma más inteligente el combustible, disminuyendo el consumo. Al obtener dosificaciones precisas también eleva la potencia del vehículo misma que es necesaria al ser utilizado para vehículo de competencia, con el trucaje mecánico y aplicación del sistema electrónico se busca obtener mejores resultados de rendimiento.

## **Planteamiento del Problema**

Los vehículos antiguos no poseen una combustión precisa, generando emisiones contaminantes elevadas. Al no existir una mezcla estequiométrica la combustión se ve afectada y por consiguiente la potencia disminuye o aumenta de manera directa, la cual no es controlada por ningún tipo de sistema electrónico.

Con la finalidad de aportar en el campo de investigación sobre nuevas tecnologías que contribuyan en optimizar el torque como también la potencia en vehículos de competencia, movilización y trabajo. Se presenta como propuesta agregar un sistema electrónico de inyección que aporte en el manejo de una mezcla dosificada precisa aplicada a la cámara mejorando el proceso de combustión de tal manera disminuyendo la emisión de gases contaminantes.

Este estudio se enfocó en vehículos de competencia, para ello se utilizó el vehículo Suzuki G10 Forsa 1 fabricado en 1988. Al ser utilizado para competición es necesario realizar el trucaje electrónico o mecánico dependiendo la necesidad del vehículo. Estos cambios se fundamentan a través de toma de medidas en diferentes sistemas principales del vehículo para su posterior análisis de modificación dependiendo el componente.

## **Objetivo General**

- Realizar el trucaje mecánico y electrónico del motor Suzuki G10 SOCH, para optimizar sus parámetros característicos.

## **Objetivos Específicos**

- Modificar el sistema de alimentación y parámetros del motor, en base a cálculos para aumentar la potencia y optimizar los sistemas
- Determinar y realizar los trabajos electrónicos para convertir un motor estándar a uno preparado para aumentar la potencia y optimizar los sistemas del motor Suzuki G10 SOCH.

**Hipótesis**

- ¿Se conseguirá ejecutar el trucaje mecánico y electrónico óptimo para mejorar la potencia y rendimiento del motor Suzuki G10 SOCH?

**Variables de investigación****Variables Dependiente**

- Aumento de potencia en base a trucaje

**Variables Independientes**

- Modificación del sistema de alimentación
- Variación de parámetros mecánicos y electrónicos del motor



## Capítulo II

### Fundamentación teórica

#### El carburador

##### *Historia*

Sus inicios se dan en la década de los años 60, en consecuencia, en los años 80 fue cuando alcanzó su máximo desarrollo al ser aplicados en vehículos de alta gama para aquel tiempo se buscaba el mejor rendimiento a través de la inyección multipunto sin variar las características principales como lo era también el sonido. Realizaron varias pruebas y no se obtuvieron buenos resultados por lo cual a inyección multipunto en aquellos tiempos no se pudieron ejecutar, esto fue el punto de partida para iniciar con los sistemas de inyección que hoy en día son controlados de manera electrónica la cual tuvo un punto de partida entre mediados de los años 90. (Plaza, 2020)

Mediante los continuos avances en la industria automotriz en lo que se refiere a tecnología, en la década de 1980 el carburador alcanza su máximo apogeo. Actualmente se ha buscado optimizar los motores modernos, es por ello que el carburador a partir de los años 1990 fue paulatinamente remplazado por nuevos componentes como son la bomba de inyección y sus respectivos inyectores, En el día a día se puede encontrar los carburadores mismos que se continúa empleando en motores de máquinas pequeñas de dos tiempos como, por ejemplo: motocicletas, moto sierras, ciclomotores, scooter, etc.

#### **Figura 1**

*El carburador*



*Nota.* Carburador antiguo. Tomado de (Archivo de autos, 2017)

## **Carburación**

### **Sistema para la carburación**

Tiene el propósito de generar una dosificación determinada de aire con una cantidad de gasolina y suministrar al cilindro una cantidad adecuada de mezcla vaporizada para que realice la combustión.

Existen diferentes modelos de carburador, sin embargo, todos concuerdan con el mismo principio de funcionamiento. El sistema de carburación que realiza el proceso de alimentación a un motor independientemente del número de cilindros que éste contenga está conformado por filtro de aire, carburador, conductos de admisión y válvulas. Para el proceso de carburación se aplican los principios básicos como es la física y dinámica de fluidos (Ávila, 2021)

Se debe tomar en cuenta que el trabajo del motor no se mantiene constante. Para los distintos regímenes de trabajo del motor, el carburador debe tener la capacidad de mantener la mezcla adecuada.

### **Principios Carburación**

La función que ejecuta el carburador es suministrar a diferentes grados de riqueza la mezcla del combustible, acoplándose a las condiciones en las que funciona el motor.

Con el objetivo de que el motor funcione de una manera más económica y genere al mismo tiempo, un aumento en su potencia de salida. De ello se encarga el carburador, que explicado de una manera más sencilla tiene el funcionamiento detallado a continuación. (Gil, 2020)

Cuando la mezcla es rica; se determina que esta posee un elevado porcentaje de combustible ya sea para realizar el arranque en el transcurso de la aceleración y funcionamiento a alta velocidad. Lo necesario cuando un motor ya está en su temperatura de funcionamiento normal y a una velocidad intermedia lo ideal es una mezcla menos rica.

De esta rápida descripción, se puede determinar que realizar esta mezcla no resulta tan satisfactorio debido a que la gasolina y el aire no poseen las mismas características de flujo, como consecuencia al aumentar el flujo de aire la mezcla se enriquecería progresivamente, y llegaría a un punto donde dicha mezcla rica sea elevada.

## **Figura 2**

### *Principios de carburación*



*Nota.* Ingreso de aire – combustible al carburador. Tomado de (Ávila, 2021)

### ***Funcionamiento del carburador***

La carburación consiste principalmente en formar la dosificación con el fin de obtener un combustible tipo gas. El carburador realiza esta función, el cual suministra la mezcla de combustible en diferentes grados de riqueza, los cuales deben ser adecuadas a las condiciones de trabajo del motor.

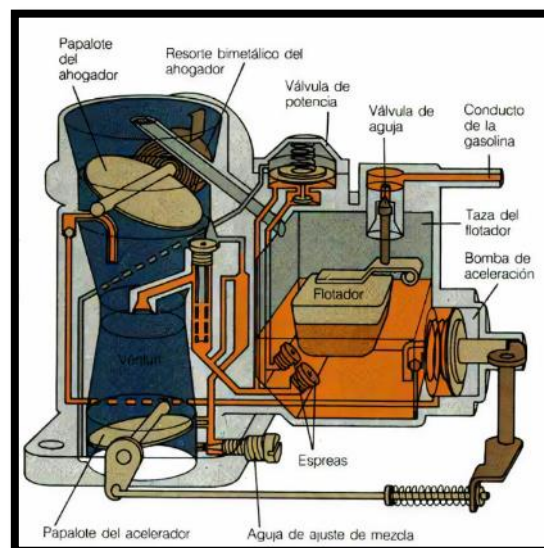
La depresión otorgada al carburador obedece al aire que ingresa a una velocidad, mismo aumenta cuando sea baja la sección que genera el paso en la canalización. Para realizar esto se adquiere reducir de alguna manera (difusor o Venturi), buscando de esta manera elevar el flujo de aire y se agrega un surtidor que se conecte con la cuba al combustible, las depresiones en esos punto generará la expulsión de gasolina por la salida

del surtidor, el cual le permite mezclarlo con el oxígeno que se encuentra en la reducción, para ser llevado hasta la parte interna de los cilindros del motor (Simbaña, et al., 2022)

Conceptualmente depresión en física se entiende, cuando en un determinado punto existe presión menor a otra la cual adquiere como punto de partida. En el caso que entre los dos adquieran variada presión y se encuentren de manera conjunta entre ellos con tubería de por medio, el oxígeno saldrá desde el punto que contenga elevada presión y continuará al de menor presión. Por lo tanto, el punto siguiente se encontrará en depresión en similitud al primero.

### Figura 3

*Elementos internos del carburador*

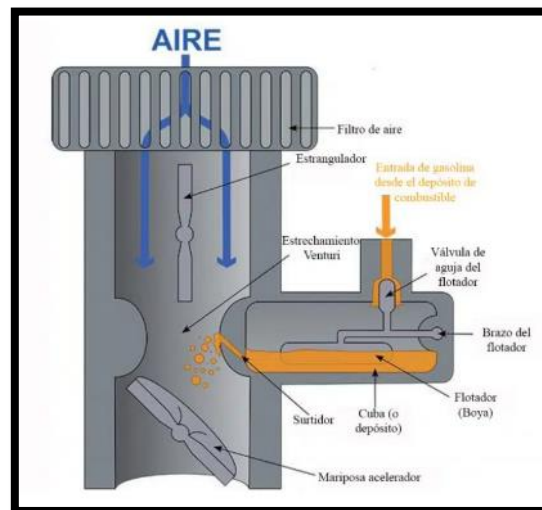


*Nota.* Detalle de trabajo de carburador. Tomado de (Menna, 2022)

Como se puede observar en la Figura al ser un elemento mecánico el funcionamiento del mismo dependerá de la presión que generen los pistones del motor. Si internamente del conducto obtenemos una reducción (Venturi o difusor) esto con el fin de elevar la velocidad en la que circula el aire entonces en el específico punto se colocará un surtidor que se encuentra de manera conjunta con la cuba y el combustible en niveles constantes

## Figura 4

### Sistema interno del carburador



*Nota.* Funcionamiento básico de un carburador de manera gráfica. Tomado de (Ávila, 2021)

Como se puede observar en la Figura 4, la depresión transmitirá de mejor manera cuando exista menos obstáculos. En el caso que la mariposa del carburador este cerrada la misma actuará como una barrera por delante, por lo que sobre esta la presión obtenida será baja, esto quiere referenciar, que la presión prácticamente tendría las misas características a la atmosférica. No obstante, por el punto bajo esta tendrá a ser elevadas, este valor es aproximadamente 600 y 800  $\text{gr/m}^2$

### **Mezcla aire-combustible**

Una vez introducida la dosificación de aire – combustible en las cámaras de combustión realiza la combustión y se realiza la transmisión de movimiento a través de los pistones para de esta manera impulsar el vehículo

El establecimiento de indicadores de combustible y aire determina un papel importante en el control del rendimiento y las emisiones del motor. El objetivo principal del sistema del carburador es generar la relación aire-combustible correcta para el motor en función de las diferentes condiciones de funcionamiento del motor. (Escobar, 2022)

En otras palabras, la energía química se obtiene por combustión quemando combustible. No hay combustible en la parte trasera en este caso, solo aire que no puede encenderse. Por tanto, la presencia de aire es necesaria para que se produzca la combustión. Finalmente, cuando se produce la combustión, es muy necesario disponer de un buen suministro de combustible y aire.

### ***Condiciones de dosificación requeridas***

#### **Relación de aire – carburante**

La presente relación es la base de la propia descomposición, incluyendo la relación directa entre el combustible, en este caso la gasolina, y su oxidación (aire). Esto determina la dosificación de aire y combustible que se enciende dentro del cilindro. El combustible más utilizado en los motores de carburador es la gasolina.

La relación que debe existir mediante una ecuación básica es:

$$R_e = \frac{\text{peso de combustible}}{\text{peso de aire}}$$

Peso de combustible =1

Peso de aire = 15.3

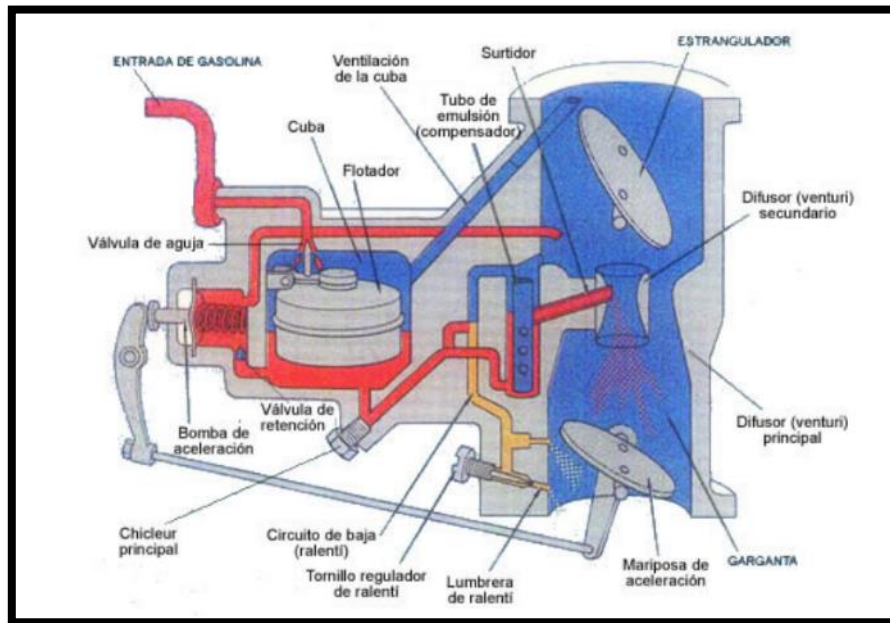
$$R_e = \frac{1}{15.3}$$

### ***Componentes del carburador***

Para obtener la dosificación perfecta para las diferentes condiciones de funcionamiento que requiere el motor, se necesitan diferentes equipos para calibrar y administrar la mezcla, los cuales podemos detallar:

## Figura 5

### Funcionamiento del carburador



*Nota.* Detalle de circulación de aire-combustible. Tomado de (Rodríguez, 2022)

**Depósito o taza:** Almacena la gasolina misma que proviene del sistema de alimentación mediante tubería de combustible.

**Aguja o punzón:** Es responsable de determinar si permitir o impedir que el combustible entre en el buque, o abrir o tapar un pequeño orificio.

**Flotador:** Este elemento dentro de la taza realiza la función de subir y bajar de acuerdo con la cantidad de combustible que se disponga.

**Surtidor o "chicler":** Este elemento consta de una pieza metálica por la que hay un pequeño orificio calibrado por donde circula el combustible y el aire. Hoy, en algunos carburadores modernos, se agrega un surtidor electrónico o eléctrico.

**Boquilla de inyección:** Esta forma parte del cuerpo del carburador, posee un estrangulamiento denominado Venturi que tiene como función principal acelerar la salida de flujo de aire de tal manera crear una depresión necesaria en la aspiración de gasolina.

Lámina de gases: Situada en la base del carburador. Mismo que se encarga de realizar la regulación de volumen de gas carburando la mezcla que debe entrar al motor posterior de atravesar el sistema denominado múltiple de admisión.

Choke: Componente que se encarga de alterar el ingreso de aire que es mezclado con gasolina para de esta manera enriquecer la mezcla carburada elevando la proporción de gasolina que le genera mejores condiciones de encendido en frío.

Difusor: Este elemento produce que la corriente de aire se eleve la velocidad al pasar por este, generándose una fuerte depresión en la cual se produce la aspiración de gasolina.

Centrador – surtidor: Efectúa cuando se produce la depresión internamente en el difusor, por esta razón hace que salga del centrador el líquido en este caso gasolina.

Calibre del circuito principal: La misión es de regular el caudal presente que llega al surtidor de la gasolina.

Flotador: El objetivo de este es cerrar o abrir el sistema de la aguja.

Calibre soplador: Aspira aire por encima de la mariposa de estrangulación y por consiguiente lo introduce en el surtidor principal.

Surtidor principal: Posee unos orificios en los cuales la mezcla de aire - gasolina circula y a su vez regula.

Calibre de ralentí: Ajusta la cantidad de gasolina que administra la cuba al circuito ralentí.

Tornillo de reglaje: Ajusta la riqueza de la mezcla en gasolina aportando menos o mas aire de acuerdo a la posición del tornillo de riqueza.

Conducto de ralentí: Concede el suministro de la mezcla adecuada para el ralentí.



**Bomba de aceleración:** Este componente de accionamiento mecánico es el encargado de verter gasolina a la altura del difusor, lo realiza mediante un sistema ubicado de manera conjunta a la mariposa de gases.

**Econostato:** Al igual que el circuito de la bomba de aceleración este elemento también vierte gasolina por la parte superior del difusor, lo realiza en función de la depresión dependiendo las condiciones que existan en el motor.

**Economizador:** El comportamiento de este componente depende de la depresión que le permite generar una menor o mayor cantidad de gasolina y enviar al surtidor principal.

**Conducto del economizador:** Adquiere un vacío que es proporcionado por el motor del economizador.

**Conducto de salida del economizador:** Posee la función de evacuar la gasolina desde el economizador y llevarlo al surtidor principal.

**Mariposa de arranque en frío:** Componente del carburador que nos genera un menor o mayor volumen de aire, que lo realiza en función de la temperatura que se encuentre el motor. Se ubica situada por la parte superior del difusor y permite el ingreso de aire de forma automática o de manera manual.

### ***Características Principales de un carburador***

Los carburadores poseen variadas características dependiendo de los fabricantes de automóviles, cabe recalcar que todos poseen los cuatro elementos fundamentales, que son:

- Cuba
- Difusor
- Surtidor
- Efecto Venturi

## Cuba

La cuba se puede mencionar que es un depósito pequeño que viene incorporado en el carburador con el fin de mantener el nivel de flujo constante del combustible en el carburador, en donde la bomba de alimentación es la que esta encarga de alimentarla. Este nivel de combustible constante se logra gracias a un flotador de aguja que abre y cierra la línea de suministro existente entre el tanque y el tanque de combustible (depósito).

### Figura 6

*La cuba del carburador*



*Nota.* En la siguiente imagen se puede visualizar la parte donde se ubica la cuba del carburador. Tomado de (Cedecenter Ecuador, 2021)

## Difusor

Podemos referirnos al difusor como el tubo estrecho por donde pasa el aire para mezclarse con el combustible. Este estrechamiento se llama difusor o mejor conocido como Venturi.

### Figura 7 El difusor de un carburador

*El difusor de un carburador*



*Nota.* El difusor es parte del carburador donde se realiza el fenómeno llamado “Efecto Venturi” de la mezcla aire- combustible. Tomado de (TTRACING.com.br, 2020)

## Surtidor

Se puede entender como surtidor un tubo estrecho y alargado por donde pasa el combustible desde la cuba. El surtidor es mejor conocido como gicler.

### Figura 8

*El surtidor del carburador*



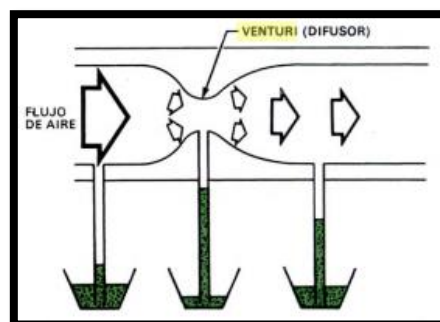
*Nota.* Es necesario utilizar el determinado de fábrica. Tomado de (ebay, 2022)

## Efecto Venturi

Este efecto se da cuando el aire fluye a través de una sección estrecha de un tubo y se produce un vacío parcial este vacío hace que por el tubo llamado surtidor se envíe una cierta cantidad de gasolina a dicha corriente de aire que fluye. Cabe señalar que cuanto mayor sea el flujo de aire, mayor será el grado de vacío producido en el Venturi. (Crouse, 2003)

### Figura 9

*Efecto Venturi con tres cubetas de mercurio*



*Nota.* Efecto Venturi en el tubo de admisión. Tomado de (Crouse, 2003)

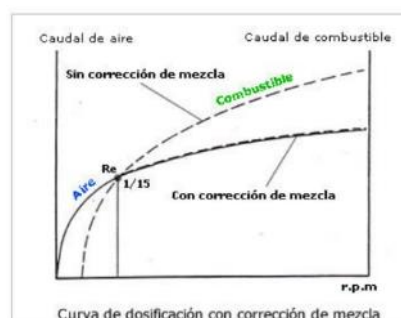
### **Sistema automático corrector de mezcla (compensador)**

De acuerdo con García (2019) este sistema de corrector de mezcla denominado compensador es utilizado con la finalidad de compensar la proporción de gasolina y aire de la mezcla proporcionada por el atomizador principal, para obtener una proporción constante de la mezcla a medida que cambia el estado de las revoluciones. Se acción se basa en que se mantiene en comunicación con la atmósfera a través de un tubo de emulsificación no siente la depresión creada en el difusor, y a caudal alto su caudal disminuirá, mientras que el caudal de la boquilla principal aumentará. La acción combinada de los dos chorros proporciona una cierta consistencia en las proporciones de la mezcla. Otra característica del pulverizador compensador es que su tubo emulsionante también actúa como reserva de arranque.

En el momento que se habla de carburador elemental podemos mencionar que a mayores velocidades y en el momento que se eleva el número de revoluciones del motor, se incrementa de manera innecesaria el enriquecimiento de la mezcla. Esto da como resultado que se genere un incremento de manera innecesaria en el consumo de combustible. En busca de poder evitar este inconveniente, el aire que es aspirado transita velozmente y se encarga de aplacar la expulsión del combustible por el surtidor.

### **Figura 10**

*Dosificación con corrección de mezcla*



*Nota.* Se determina la curva de dosificación de la mezcla de combustible. Tomado de (Jodalo, 2019)

## ***Economizadores***

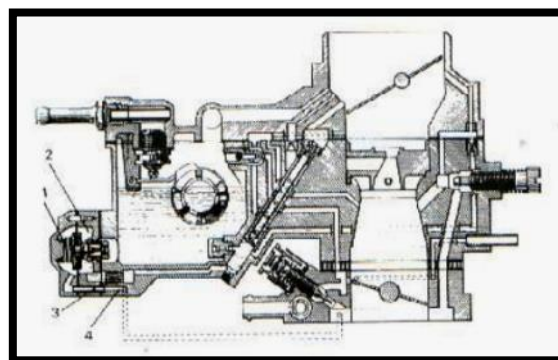
Según Stefanelli (2017) nos menciona que durante la acción empobrecedora en el sistema compensador, el efecto pobre del sistema de compensación puede mejorarse a través del uso de economizadores, que operan en la cuantía de combustible o aire en la mezcla. El sistema de compensación de la mezcla no considera las aperturas de las válvulas de mariposa. La mezcla se vuelve más rica con una apertura de mariposa pequeña y se vuelve demasiado pobre cuando ingresa una considerable cuantía de aire en el cilindro con una apertura grande.

Estos componentes se ejecutan en función de las cantidades de gasolina en la dosificación o la cantidad de aire. En el sistema de compensación o corrección de mezcla no toma en consideración la apertura de mariposa. De esta manera, la mezcla se enriquece para diminutas holguras de mariposa. Sin embargo, cuando entra una cantidad significativa de aire en los cilindros se genera aperturas profundas y la mezcla se vuelve demasiado pobre.

El economizador de combustible funciona cuando no se requiere una potencia alta del motor y enriquece la dosificación el momento que es necesario la mayor apertura del acelerador de mariposa.

### **Figura 11**

#### *Economizador*



*Nota.* Se detalla el economizador y su funcionamiento. Tomado de (Stefanelli, 2017)

## Economizadores por freno de combustible

Disponemos de diferentes tipos de economizadores por freno de combustible, entre ellos:

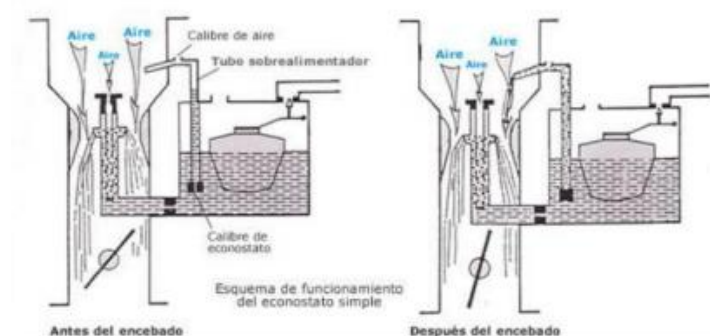
Sistema econostato simple: es el sistema más convencional, en su estructura se aprecia en un turbocompresor con un segmento calibrado, inmerso de manera directa en la cuba y terminado en la parte superior del aire inicial que funciona por el colector de entrada por encima del difusor.

Este sistema funciona extrayendo combustible directamente momento que el flujo de aire a determinada velocidad a medida que pasa por el colector es lo adecuadamente alta como para extraer combustible.

La principal ventaja dentro de sistema es la utilización principal de surtidor de bajos diámetros, idóneo para proporcionar un flujo de combustible conveniente u en conjunto con un sistema de compensación. Su función es dosificar la alta eficiencia máxima en motores (1/18) y a carga llena., cuando se requiere que el motor llegue a su máxima potencia. El econostato proporciona un flujo de combustible adicional para dosificar la mayor potencia (1/12.5), lo que permite ahorrar combustible a bajas velocidades y una mezcla rica a máxima potencia.

### Figura 12

*Economizador por freno de combustible*



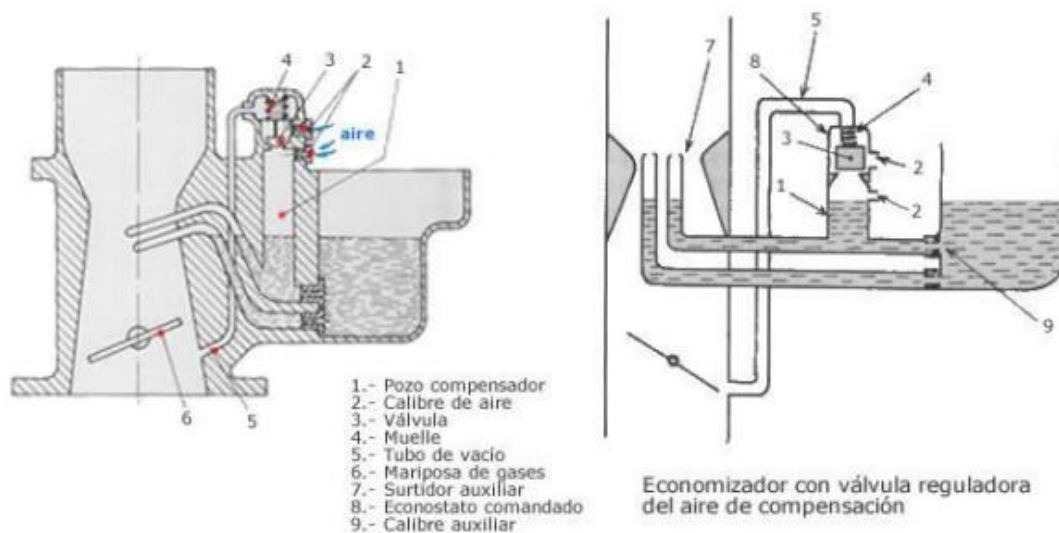
*Nota.* Se muestra sus partes principales de trabajo. Tomado de (Armas, et al., 2013)

### Economizadores por regulaciones de compensación

Está conformado por un circuito compensador de doble surtidor auxiliar de oxígeno, una válvula que verifica el suministro de aire en la precisión de dosificación por compensación. Esta válvula opera en función de la recesión existente por debajo de la mariposa de gases, de acuerdo a la apertura de la misma. El pozo existente en el compensador está compuesto por dos calibres de aire (Armas & Vallejo, 2013).

#### Figura 13

*Economizador con válvula reguladora de compensación*



*Nota.* Partes principales del economizador. Tomado de (Armas, et al., 2013)

#### **Bomba de aceleración**

Para obtener una aceleración rápida, es necesario disponer de un dispositivo ubicado en el carburador que enriquecedor de la dosificación de forma inmediata. En el momento que el acelerador está en la base, se abre inesperadamente la mariposa de los gases. Es importante destacar que debido a la inercia, la mezcla no se enriquece en ese momento, ya que el combustible se retrasa más en alcanzar al surtidor y al contactarse con el aire, esta mezcla se empobrece temporalmente.

La mejor manera de prevenir este efecto es colocando un circuito de sobrealimentación en el carburador con la finalidad de proporcionar adicionalmente combustible en el circuito principal, de esta manera se enriquece la mezcla obteniendo una potencia máxima instantánea del motor.

### ***Dispositivos auxiliares del carburador***

Mediante los diferentes avances en tecnología de fabricación de automóviles actualmente, adicional de los elementos que son imprescindibles que conforman el carburador, se han ido aumentando diferentes dispositivos que ayudan a realizar una mezcla más precisa para realizar el cumplimiento principalmente de las normas legales de control en contaminación. Para realizar la obtención de mezclas dosificadas que se adapten a las diferentes condiciones de motor es necesario que varios dispositivos actúen para realizar una mezcla automática entre ellos tenemos.

El sistema que conforma para el funcionamiento de marcha normal está constituido fundamentalmente por el carburador elemental mismo que es adecuado para la dosificación de la mezcla en sus diferentes apreciaciones de calibración a una dosificación teórica de 1/14

La conformación de un circuito que genera la cantidad y gasolina preciso para realizar el trabajo del motor a condiciones de menores revolución (ralentí). El sistema de corrector de mezclas denominado sistema automático está conformado por el circuito compensador para aire, para elevadas revoluciones de motor y bajas misma que permite quién eres significación de la mezcla se mantenga en el mismo margen de la dosificación teórica.

### **Dispositivos para el arranque el frío**

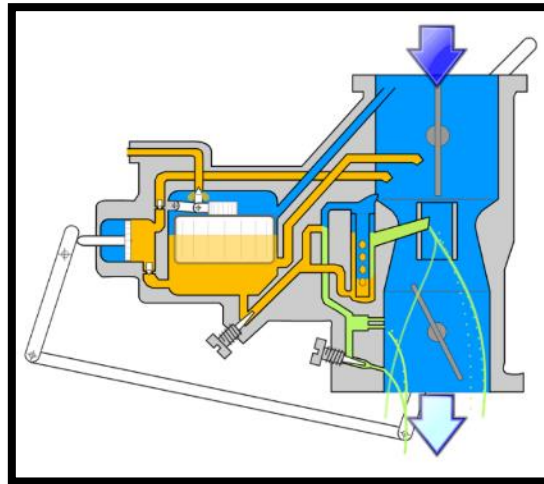
La mariposa que está ubicada a la entrada del aire mediante un mecanismo activador se cierra cuando el motor está en frío y se lo quiere encender la otra mariposa del



acelerador se abre ligeramente el accionar el mecanismo son las partes fundamentales de este sistema de los dispositivos para el arranque en frío (Stefanelli E. , 2017)

### Figura 14

*Diagrama de arranque en frío*



*Nota.* Simulación del flujo de combustible en frío. Tomado de (Stefanelli E. , 2017)

Cuando el motor se encuentra en frío que regularmente son en las mañanas en nuestro país el combustible que es enviado al motor por el carburador mismo que se concentra en las paredes del mismo colector. Es por esta razón que ya llega una cantidad muy baja de combustible al cilindro por lo cual a esto se le aumenta una escasa succión que conlleva a los pistones a realizar su trabajo en el momento del arranque, durante ese momento se presenta un conflicto para aspirar que el motor de combustión interna se pone en marcha.

Es por ello que para realizar el arranque en frío se realiza una instalación de un sistema que aumente la mezcla y sea suficientemente rica, que compense las pérdidas de gasolina por que se condensa en las paredes. Este sistema de arranque en frío se lo conoce comúnmente como estrangulador o starter.

### Electroválvula de corte de ralentí

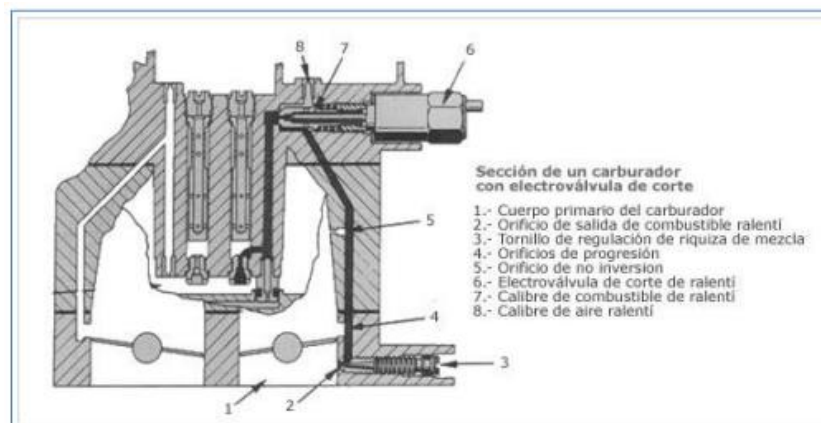
La misión del circuito de ralentí es dominar las resistencias neutras del motor a través de la proporción del caudal de combustible de manera precisa (resistencias que son generadas por los rozamientos del motor internas igual que los órganos que conforman cómo: servodirección, alternador, etc).

El accionamiento del circuito en ralentí permanecerá hasta que ingrese en ejecución del circuito principal del carburador mismo que realiza su función entre 700 y 900 revoluciones por minuto de motor en diversos carburadores podemos apreciar un sistema asociado en el circuito de ralentí una electroválvula que tiene la capacidad de introducir su aguja cónica el calibre de ralentí quitando el suministro de gasolina cuando la electroválvula es de activada.

Al momento que se realice el accionamiento en el vehículo en este caso la posición de contacto electroválvula realizará su activación generando que la aguja cónica se quite del calibre de ralentí generando así el paso de combustible y de manera consecutiva el funcionamiento normal del motor.

### Figura 15

#### *Electroválvula de corte*



*Nota.* La electroválvula y sus partes que lo conforman. Tomado de (Armas, et al., 2013)

## Resistencia de calentamiento

En los diferentes modelos de carburador se obtiene unas resistencias de calentamiento eléctricas para evitar el enfriamiento y eventualmente se puede formar hielo en esta zona exterior del carburador donde encontramos la mariposa, evitando así afectar el grifo de salida del circuito de ralentí.

## Sistema de alimentación

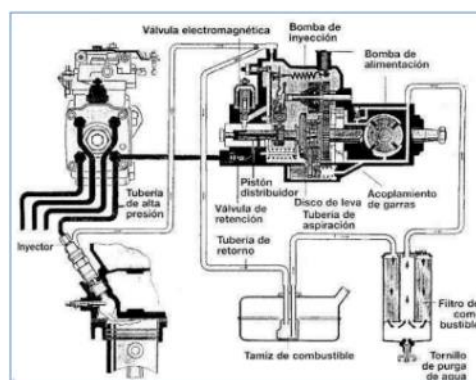
Tiene como finalidad la de adquirir gasolina a través del depósito y llevarlo hasta el cilindro del motor. Pero debemos recordar que este sistema puede cambiar en los diferentes tipos de motor que existen, sin embargo, en los motores de gasoil como los motores de gasolina, tienen que ir conformados por bomba que adquiere gasolina desde el depósito y lo arrastra hasta los diferentes sistemas de alimentación a este sistema se lo conoce como bomba que realiza alimentación.

Se agrega variados sistemas de ingreso al cilindro así:

- Para gasolina: Inyector o carburador
- Para diésel: Trabaja con diferentes sistemas de bomba inyectora

## Figura 16

### Sistema de alimentación



*Nota.* Se puede apreciar los componentes que conforman. Tomado de (Armas, et al., 2013)

## Suministros de gasolina

### Depósito de gasolina

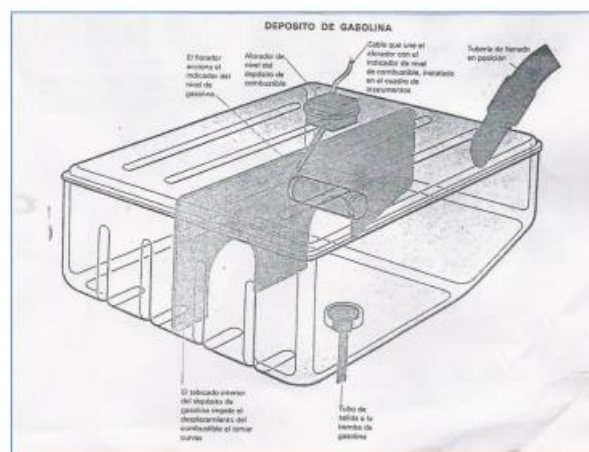
Generalmente en los diferentes vehículos es un elemento metálico, las capacidades pueden variar pero regularmente se lo encuentra entre 18 y 100 litros; se debe tomar en cuenta que en algunos vehículos cuentan ya con depósito de reserva. En la mayoría de casos se realiza la instalación lo más lejos del motor esto para evitar posibles incendios por la presión que conllevan estos las diferentes condiciones de trabajo.

Es un tanque cerrado que dispone de un tapón el cual consta de un orificio que le da paso al aire los gases que se forman internamente. Se ha diseñado de manera que el aire pueda ingresar al depósito y en el mismo instante que se consume la gasolina evitar de alguna manera la formación de vacío.

Para evitar de alguna manera el deslizamiento de combustible cuando el vehículo está en movimiento se ha realizado una medida de seguridad que consta de dividir el depósito en su interior y adicional a esto es evitar la corrosión recubriéndolo con un tipo de pintura especial.

### Figura 17

#### Depósito de gasolina



*Nota.* Componentes internos y externos Tomado de (Armas, et al., 2013)

### **Filtros gasolina**

Es un componente que se encuentra en el transcurso del sistema de alimentación tiene la finalidad de filtrar la gasolina de las diferentes impurezas que podemos encontrar dentro del depósito de combustible, en los vehículos de carburación antiguos se encuentran ubicados cerca del motor y generalmente es de material de plástico que nos permite observar el flujo debido a que son construidos de manera transparente (Herres, 2019)

### **Figura 18**

*Filtro combustible*



*Nota.* Contextura filtro transparente de gasolina. Tomado de (Herres, 2019)

### **Suministro combustible**

Se lo ejecuta con una bomba de por medio que jala la gasolina desde el depósito y posteriormente es llevado al carburador. Según el funcionamiento puede ser de accionamiento eléctrico o mecánico.

### **Bomba mecánica**

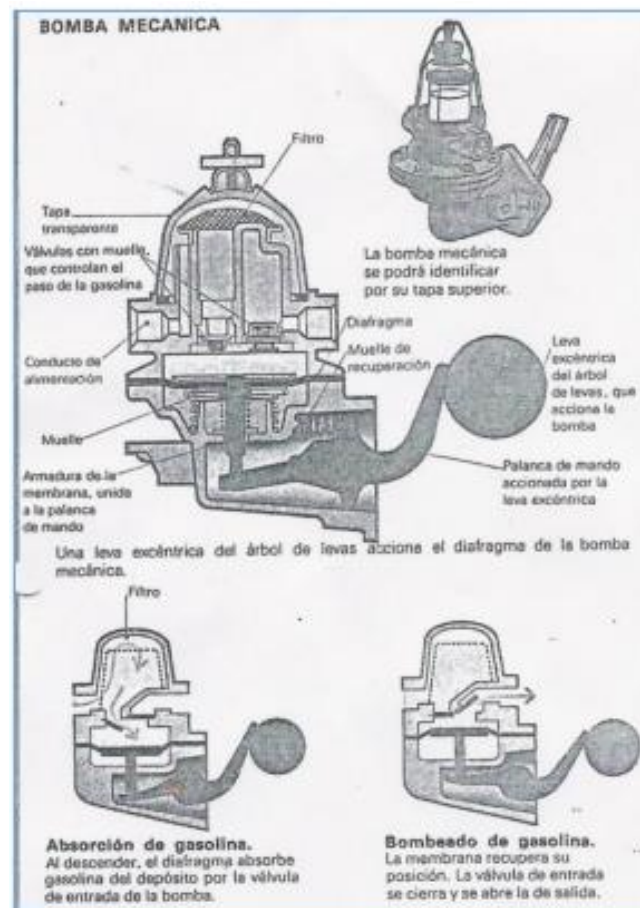
La parte excéntrica del árbol de levas enciende la placa número1, que realiza el movimiento de la membrana número2, hala gasolina a causa de las válvula 3 y 4, Mismas que son de diferentes efectos.

Avería de la membrana generara fallos en el sistema de alimentación, quitando de esta manera que el combustible llegue normalmente los cilindros.

Dentro de estos sistemas se encuentran de manera variada los filtros que retienen de alguna manera las impurezas del combustible.

## Figura 19

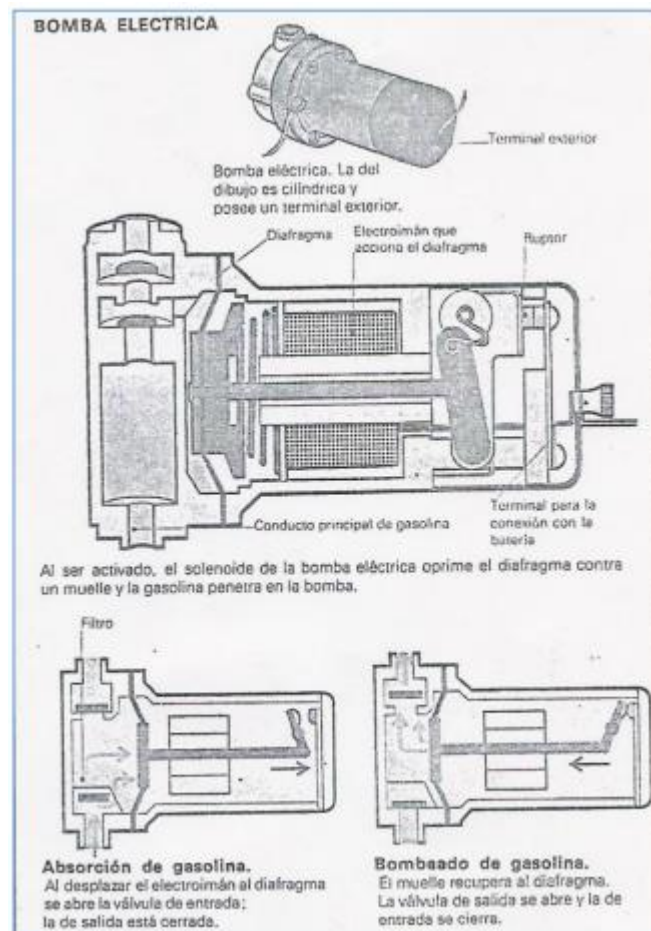
### *Bomba mecánica*



*Nota.* Funcionamiento y explicación paso a paso. Tomado de (Armas, et al., 2013)

### **Bomba eléctrica**

En la bomba eléctrica trabaja bajo el mismo principio que en la bomba mecánica, a diferencia de esta, activado por un solenoide en este lugar que no actúa el árbol de levas.

**Figura 20***Bomba eléctrica*

*Nota.* Funcionamiento y explicación paso a paso. Tomado de (Armas, et al., 2013)

**Filtro de aire**

debemos recordar que el filtro de aire tiene una función muy indispensable ya que evita que las partículas como el polvo o diferentes partículas presentes en el aire obstruyendo el paso de aire o raspen a los pistones y cilindros del motor, tomando en cuenta que en ocasiones el motor corriente utiliza de 5000 a 2000 litros de oxígeno por minuto. También tiene otra función la cual es de actuar como un silenciador amortiguando de alguna manera el ruido que se produce al ingresar el aire el carburador.

El flujo de oxígeno que continúa mediante los filtros, genera una acumulación de polvo incrementando la resistencia a la circulación del aire, de esta manera afectaría de

manera progresiva a la carburación. Es por ello que se ve necesario sustituirlos o limpiarlos periódicamente de acuerdo a las especificaciones que nos del fabricante en las diferentes marcas

Generalmente los filtros comunes incluyen un elemento tipo papel que se puede cambiar cuando esté elevadamente socio están cubiertos por una capa de papel que tiene como función el filtrado. En los modelos más actuales de filtro encontramos elementos de plástico que trabajan como elemento filtrante, estos son más silenciosos, son más ligeros y no se corroen.

### Figura 21

#### *Filtro de aire*



*Nota.* Partes que lo conforman aplicados en carburador. Tomado de (Armas, et al., 2013)

### **Colector de admisión**

dentro de este componente podemos encontrar fundamentalmente dos funciones: la primera es facilitar la evaporización que se produce en la mezcla del carburador y la segunda es de realizar la distribución para cada cilindro de manera que sea lo más uniforme posible.

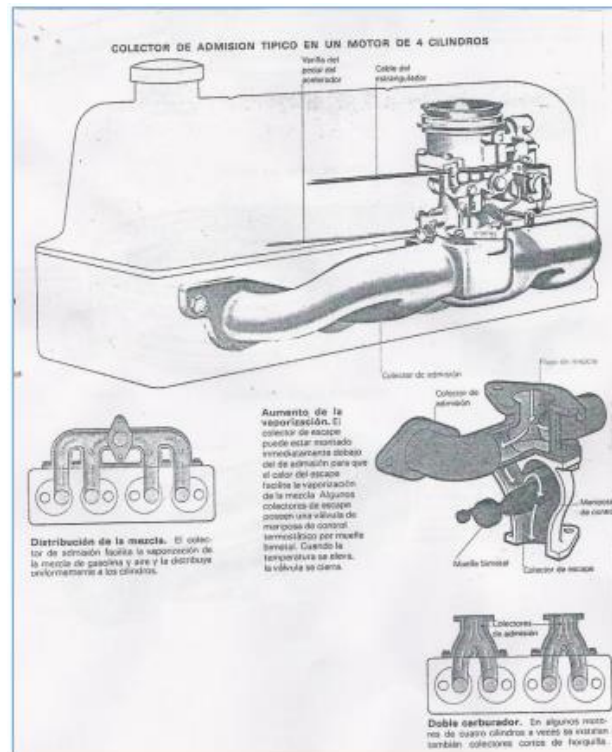
Por lo general cierta proporción de combustible en este caso gasolina llega el colector en estado líquido; esto quiere decir que el carburador tiene que alimentar a diferentes cilindros dependiendo la cantidad que posea el motor, Es por ello que es



necesario un sistema que sería adicional de vaporización para optimizar la distribución de esta mezcla. Esto se logra con la ayuda de un foco calorífico que está situado en la zona central del colector y que tiene contacto con el escape que expulsa los gases.

## Figura 22

### Colector de admisión



*Nota.* Funcionamiento del colector y explicación. Tomado de (Armas, et al., 2013)

## Sistemas de inyección electrónica de combustible

### Introducción a sistema de inyección

Se desarrollan para suprimir a los carburadores obsoletos que tenían muchas deficiencias: desgaste de componentes y persistentes averías. Inicialmente aparecieron los sistemas accionados de manera mecánica; posteriormente los sistemas electromecánicos y finalmente los sistemas electrónicos.

Para resolver los problemas de la inyección mecánica aparecieron los sistemas de inyecciones electrónicas. Estas se fundamentan en la elaboración de la dosificación a través

de las regulaciones electrónicas lo que genera una cantidad precisa de gasolina en cada cilindro, esto optimiza el uso y el consumo; de igual manera se consigue un mayor rendimiento y potencia de motor.

A través de la revisión teórica se afirma que las ventajas principales de la inyección electrónica son: disminuciones contaminantes, marcha del motor en distintos parámetros de funcionamiento y una mayor potencia con menos consumo.

### ***Componentes y funcionamiento del sistema de inyección electrónica***

La inyección electrónica en los sistemas posee una serie de sensores que analizan los diferentes parámetros de funcionamiento a través de la unidad de control realizan el encendido de motor el cual recibe órdenes en forma de señales eléctricas. Los componentes del sistema electrónicos (Gema, 2010, págs. 72-73) más utilizados son:

Unidad de control: es el cerebro de los sistemas de inyección y otorga volumen ideal de gasolina que le va a proporcionar al motor.

Medidor de flujo de aire: Informa a la ECU de la temperatura y cantidad de aire a la entrada.

Medidor de masa de aire: Determina la cantidad de combustible en diferente condición de trabajo del motor.

Válvula de aire adicional: Genera el paso de una diminuta cantidad de oxígeno suplementaria a la permitida por la mariposa de acelerador.

Actuador ralentí o de marcha lenta: Trabaja de forma la misma manera a la válvula de aire adicional.

Sensor de temperatura en motor: Genera medidas de temperatura de motor a través del líquido refrigerante. En su interior contiene resistencia de tipo NTC que altera su cantidad consecuentemente con la temperatura del líquido refrigerante.

Potenciómetro de la mariposa: Lleva unido al parte de la mariposa de aceleración en el eje e informe a la unidad de control de todas sus posiciones.

Interruptor de mariposa aceleraciones: Se encuentra de manera fija al cuerpo de la mariposa de aceleración se enciende por el eje. Contiene dos posiciones de máxima carga y posición de marcha lenta o ralenti.

Sensor de evoluciones y PMS: Genera información sobre el régimen de giro del motor a la unidad de control. Suele ir montado tomando referencia la cantifaf de vuelgas que otorga el cigueñal.

Relé control: mantiene la alimentación de bomba de combustible t del resto componentes del sistema como, por ejemplo: la sonda lambda.

### ***Diferencia sistema de carburador e inyección electrónica***

El carburador otorga la dosificación de combustible y aire que se requiere en el funcionamiento del motor. No obstante, el trabajo no era muy eficaz. Así mismo este sistema era bastante expuesto a fallos originados por esfuerzo constante de sus componentes. En búsqueda de solución a estos problemas se crea los sistemas inyección electrónica, que tienen como función ayudar en el proceso de combustión.

Presentan varias ventajas en cuanto a consumo, rendimiento, exigencias de potencia, así como la disminución de contaminantes de los gases que son expulsados a la atmósfera por el escape. Este cambio se logra por medio de una dosificación de combustible precisa, empleando un inyector destinado a cada cilindro; de esta manera se obtiene óptimas distribuciones de la dosificación a través de la carga del motor y los diferentes estados de marcha.

**Tabla 1***Diferencias entre sistemas*

INYECCIÓN ELECTRÓNICA	CARBURADOR
Disminuye los consumos de gasolina	Aumenta los consumos de gasolina
Menor contaminaciones	Se eleva contaminantes
Precisa dosificación de aire/combustible	La dosificación de aire/combustible es desigual
Mejora el rendimiento e incrementa la potencia	Potencia reducida misma que perjudica en los rendimientos
Inyección indirecta o directa aplicada a la cámara	Inyecta de manera indirecta a la cámara de combustión
Arranque en frío de mejor eficiente	Posee deficiencias de arranque el frío
Aumenta el costo de mantenimiento	Bajo costo en el mantenimiento

*Nota.* Detalle de las diferencias de inyección

### ***Ventajas de los sistemas de inyección***

La principal ventaja es el control preciso de la cantidad de gasolina que es inyectado en el motor, ya que, si la gasolina se suministra a un inyector a una presión diferencial constante, entonces la cantidad inyectada será directamente proporcional al tiempo abierto del inyector.

La mayoría de los sistemas al estar controladas electrónicamente, permite ser sumamente adaptable a los requisitos del motor, y esto datos que se efectúan durante el desarrollo en bancos de pruebas y dinamómetros se almacenan en la memoria ECU.

Según (Denton, 2016, pág. 306) “otra de las ventajas más del control de la inyección de gasolina electrónica con que el corte de la sobremarcha se puede implementar de una manera fácil, el combustible se puede cortar al límite del rpm del motor” y la información sobre el combustible utilizado puede ser abastecida por una computadora de viaje.

### **Consumo reducido de combustible**

Sistemas de inyección contribuye a obtener una dosificación exacta de combustible en cada uno de los cilindros, obteniendo así un proceso más eficiente en el consumo, y el mismo instante asegura que el funcionamiento del motor sea correcto.

### **Mayor potencia del motor**

Las inyecciones en diferentes sistemas mejoran la estructura de los conductos de admisión bloqueo puerta realizar la dosificación de combustible de cada uno de los cilindros del motor, obteniendo de esta manera aumento del par motor y de su potencia.

### **Gases de escape reducción de contaminante**

Realiza la regulación precisa de la proporción de gasolina que necesitará el motor para el trabajo, evitará en gran proporción la emisión de gases contaminantes mismos que son generados por una inadecuada distribución en la mezcla de que será otorgada al motor

### **Mejor arranque en frío y fase de calentamiento**

- Mayor potencia de motor
- Mejora la forma de los colectores de admisión

### ***Clasificación de los sistemas de inyección***

Existen diversos tipos de sistemas de inyección en el ámbito automotriz los cuales se los puede clasificar en distintos grupos que lo detallaremos a continuación según (Rio, 2019, págs. 29-32)

### **Según el número de inyecciones**

#### **Inyección simultanea**

Se activan todos los inyectores al mismo tiempo provocando que se inyecte combustible a todos los cilindros al mismo instante, el sistema inyecta una vez por cada vuelta del cigüeñal.

### **Inyección Semisecuencial**

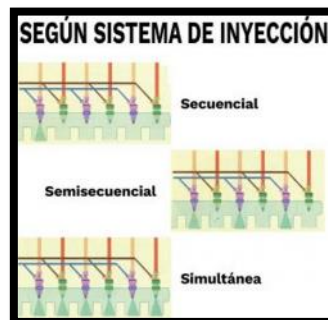
La inyección del combustible se realiza en grupos de dos de manera que ya inyección de la mezcla aire/combustible se realiza de dos en dos cilindros, cada grupo de inyectores provoca una inyección por cada vuelta del cigüeñal.

### **Inyección Secuencial**

La inyección de forma independiente para cada cilindro, realiza una inyección por cada ciclo, este tipo de inyección es el más utilizado, tiene un control individualizado

### **Figura 23**

*Sistema de inyección de acuerdo a número de inyecciones*



*Nota.* Observe la clasificación de acuerdo al número de inyección que se produce en los motores. Tomado de (Valladares, 2020)

### **Sistema de Inyección Monopunto**

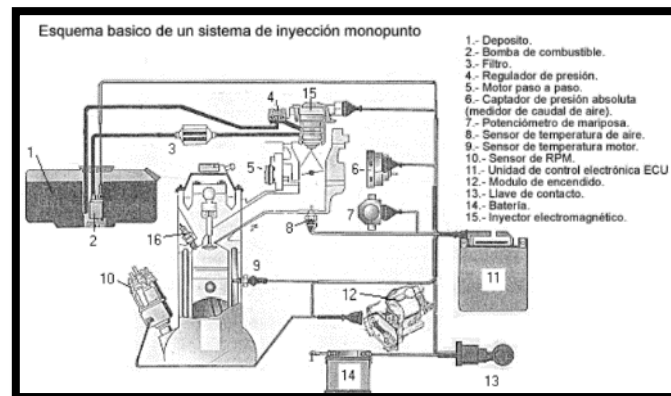
#### **Características Generales**

El ingreso de gasolina está basado por un único punto de colector de admisión común a todos los cilindros. Es decir que, "todos los sistemas monopunto fueron desarrollados como sistema de inyección sencillos que permitieron la adaptación de un

sistema de inyección a motores que estaban funcionando con carburadores sin necesidad de hacer grandes modificaciones en el diseño original” (Pardiñas & Feijó, 2018, pág. 158)

## Figura 24

*Esquema básico de sistemas de inyección Monopunto*



*Nota.* Diagrama de sistema monopunto. Tomado de (Navarro, 2020)

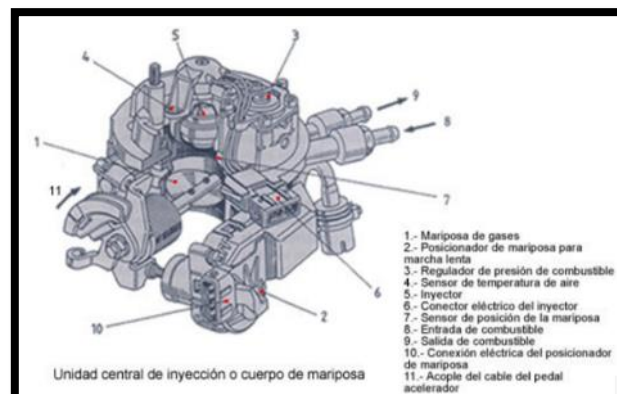
## Componentes Principales

### Cuerpo De Mariposa o Unidad Central De Inyección

Formada por la caja de mariposa, sobre cuyo colector se acopla la mariposa de gases como en un carburador convencional. (Alonso, 2014, pág. 171)

## Figura 25

*Unidad Central Inyección*



*Nota.* Unidad central de inyección. Tomado de (Navarro, 2020)

### **Regulador de presión**

Está ubicado en el cuerpo de inyección, entre su tapa superior y la carcasa principal. (Pérez, Sistemas auxiliares del motor, 2021, pág. 199)

### **Posicionar de Mariposa de Marcha Lenta**

Son motores con movimiento controlado con régimen y sentido de giro controlados y variables. Su denominación procede de su propio funcionamiento, ya que funciona por pasos o giros controlados, normalmente 90 grados, en uno u otro sentido. (Pérez, Sistemas Auxiliares del motor , 2011, pág. 154)

### **Sistema Bosch Mono – Jetronic**

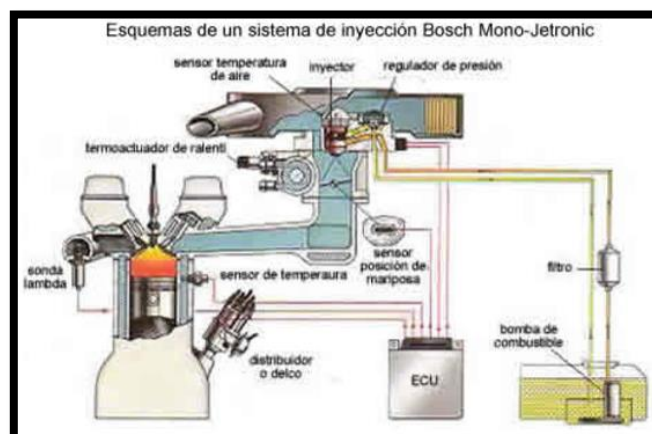
Es la unidad de inyección central con un inyector de combustible electromagnético para combustible intermitente inyección por encima de la válvula de mariposa.

Un diseño típico de Mono-Jetronic se divide en las siguientes áreas funcionales:

- Adquisición de datos operativos
- Procesamiento de datos operativos
- Suministro de combustible

### **Figura 26**

*Esquema de sistemas de inyección Bosh Mono-Jetronic*



*Nota.* Diagrama Bosh Mono-Jetronic. Tomado de (Navarro, 2020)



A continuación, se describe a detalle las áreas funcionales del Sistema Mono-Jetronic de acuerdo a (Reif, 2015, págs. 71-78)

### ***La velocidad del motor***

La información de velocidad del motor requerida para el control  $\alpha/n$  se obtiene monitoreando la periodicidad de la señal de encendido. Las señales proporcionadas por el sistema de encendido son procesadas en la ECU. Al mismo tiempo, estas señales también se utilizan para activar los pulsos de inyección, por lo que cada pulso de encendido activa un pulso de inyección.

### ***Otros estados operativos***

Además, Mono-Jetronic registra la siguiente información:

Temperatura del motor para poder tener en cuenta el aumento de combustible demanda cuando el motor está frío.

Posición de ralentí para activar el exceso de combustible cortar; esta información es suministrada por el contacto de ralentí en el actuador de la válvula de mariposa.

Carga completa para activar el enriquecimiento a plena carga; esta información se deriva de la señal de la válvula de mariposa.

Tensión de la batería para poder compensar el arranque dependiente de la tensión tiempo del inyector electromagnético de combustible y la tasa de entrega dependiente del voltaje de la bomba eléctrica de combustible.

Señales de conmutación del acondicionador de aire y transmisión automática para ser capaz de adaptar la velocidad de ralentí a la mayor demanda de energía. decir, al ralentí y con carga parcial baja. De esto se sigue que un se requiere una resolución de ángulo alto en estos estados operativos.

### **Procesamiento de datos operativos**

El ECU genera a partir de los valores otorgados por sensores las señales de disparo para inyectores de combustible, el actuador de válvula de mariposa y la válvula de purga del recipiente.

#### ***Mapa del programa lambda***

Para garantizar la relación aire/combustible deseada, es necesario seleccionar la duración de la inyección para que sea proporcional al aire registrado cobrar. En otras palabras: la duración de la inyección se puede asignar directamente a  $\alpha$  y  $n$ .

Esta asignación se efectúa mediante un mapa del programa lambda con las variables de entrada  $\alpha$  y  $n$ . La influencia de la densidad del aire se compensa completamente aquí.

La temperatura de oxígeno de admisión se realiza a inmediatamente cuando el aire entra en la unidad central de inyección y se tiene en cuenta en la ECU con un factor de corrección.

#### ***Adaptación de la mezcla***

Cuando el motor arranca en frío, efectivo la vaporización del combustible es inhibida por los siguientes factores:

- Aire frío de admisión
- Paredes colectoras frías
- Alta presión del múltiple
- Cámaras de combustión fría y cilindro paredes
- Estas condiciones exigen la adaptación de la mezcla en la fase inicial y en la post-inicio y fases de calentamiento.

### **Suministro de combustible con colector inyección**

La bomba eléctrica de combustible entrega gasolina y genera la presión de inyección, que para la inyección múltiple es típicamente alrededor de 0,3...0,4 MPa (3...4 bar). El combustible acumulado la presión evita en gran medida el vapor se formen burbujas en el sistema.

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

Debe contener en todos los estados de funcionamiento entregan suficiente combustible al motor a una presión lo suficientemente alta como para permitir combustible eficiente inyección. La actuación más importante Las demandas que se le hacen a la bomba son:

- Caudal de entrega entre 60 y 250 l/h a tensión nominal
- Presión en el sistema de combustible entre 300 y 650 kPa (3,0...6,5 bares)
- Aumento de la presión del **sistema** de 50...60 % de tensión nominal; el factor decisivo aquí está la operación durante el arranque en frío.

#### **Emisiones evaporativas sistema de control**

Los vehículos equipados con sistema de control de emisiones en motores gasolina sirve para disminuir que la gasolina se evapora el depósito de combustible se escape a la atmósfera.

Se establecen límite máximos de manera permisibles en emisión de hidrocarburo por evaporación en la legislación de control de emisiones.

#### **Filtro de gasolina**

La función es absorber y acumular permanentemente la suciedad partículas del combustible para proteger el sistema de inyección de combustible contra el desgaste causado por erosión de partículas.

### **Bombas de alta presión para inyección directa de gasolina**

La función es para comprimir una cantidad suficiente de combustible suministrado por la electrobomba de combustible a una presión de admisión de 0,3...0,5 MPa (3...5 bar) al nivel requerido para inyección de alta presión de 5...12 MPa (directa de 1ª generación inyección) o 5...20 MPa (2ª generación inyección directa).

### **Riel de combustible**

Almacenar la gasolina requerida para la inyección y para asegurar una distribución uniforme de combustible a todo el combustible inyectores. El inyector se encuentra acoplado de manera directa en el riel combustible. Además de inyectores, el riel de combustible generalmente acomoda el regulador de presión de gasolina y posiblemente incluso un atenuador de presión.

### **Amortiguador de presión de combustible**

La repetida apertura y cierre de los inyectores, junto con el suministro periódico de combustible cuando el combustible eléctrico de desplazamiento positivo se utilizan bombas, conduce a oscilaciones de presión de combustible. Estos pueden causar resonancias de presión que afectan adversamente la precisión de la medición de combustible.

Incluso es posible que, en determinadas circunstancias, el ruido pueda ser causado por el traslado de estas oscilaciones al depósito de combustible y la carrocería del vehículo a través del montaje elementos del riel de combustible, líneas de combustible y combustible bomba.

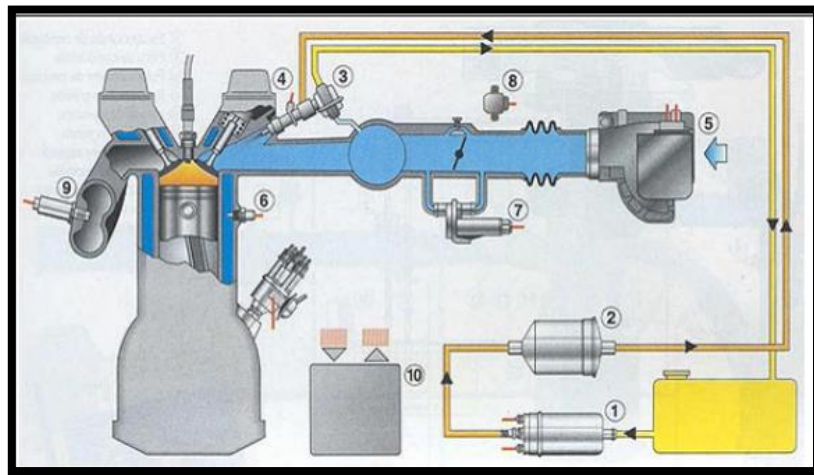
### ***Sistema de Inyección multipunto***

#### ***Sistemas Inyección Indirecta (Bosch D y L-Jetronic)***

Según (Vallejo, 2013) En los sistemas D y L Jetronic es donde se realiza la regulación y la suministración del combustible mediante la ECU este control se efectúa a través de unas válvulas ubicadas en el interior de cada uno de los electro inyectores en donde un solenoide es el encargado de activarlos.

**Figura 27**

*Sistema tipo Indirecta L Jetronic*



*Nota.* Se puede observar el esquema de un sistema de alimentación indirecta con inyección L Jetronic y todos los elementos que lo constituyen. Tomado de (Romo, 2007)

### **Características del Sistema (DIS)**

El proceso de ignición se puede reducir como la forma en qué formación de mezcla aire/combustible y conversión de energía tiene lugar en la cámara de combustión.

Se debe tener en cuenta que la relación entre el combustible administrado y el flujo de aire es extremadamente significativa, sobre todo en relación con los métodos de combustión que trabaja con estratificación de carga. Para obtener la requerida estratificación de carga, el combustible del inyector inyecta el combustible en el flujo de aire de tal manera que se evapora en un área definida. El aire flujo luego transporta la nube de mezcla en la dirección de la bujía para que llegue allí en el momento de la ignición.

### **Componentes del Sistema (DIS)**

El sistema de encendido directo está constituido por varios elementos que se detallara a continuación:

### **Bobina**

La bobina es el que se encarga de actuar como un dispositivo de doble función sirviendo como transformador y acumulador de energía. La bobina almacena la energía magnética acumulado en el campo magnético generado por la corriente primaria y posterior a ello libera esta energía cuando la corriente primaria se desactiva en el instante que se produce el encendido. (Marco, 2021)

### **Figura 28**

*Bobina automotriz de encendido*



*Nota.* Bobina de encendido automotriz. Tomado de (Durán, 2021)

### **Bujías**

La bujía es la que se encarga de dar el chispazo en la cámara de combustión donde está ubicada cuando se suministra tensión, la mayor parte de la energía se convierte en un primer momento en calor esto sucede en el filamento calentador por esta razón la punta de la bujía se calienta a una temperatura considerable aproximadamente a 850°C esto debe ocurrir en el menor tiempo posible.

**Figura 29***Bujía*

*Nota.* Vista exterior de bujía. Tomado de (Plaza, 2021)

***Arco de Corriente***

En las bujías, los electrodos de tierra están colocadas a una distancia específica con el extremo de la cerámica aislante y el electrodo central. Esto hace que se produzca dos chispas alternas, con la que facilitan ambas formas de descarga entrehierro y entrehierro superficial y diferentes valores de demanda de tensión de encendido ayudando a producir la combustión.

**Figura 30***Arco de corriente en la bujía*

*Nota.* En la punta de la bujía es donde se produce el arco de corriente eléctrica gracias a alta tensión de corriente que recibe. Tomado de (VelocidadMaxima.com, foro automovilístico, 2022)

## **Cables**

El alto voltaje generado en el encendido la bobina debe ser entregada a la bujía. Para lo cual, debe estar aislado con plástico para aislar el alto voltaje, los cables de prueba deber tener conectores especiales en sus extremos para hacer contacto con el alto voltaje, los componentes utilizan con bobinas de encendido que no están montados directamente en la bujía (por ejemplo, bobinas de encendido de doble chispa).

## **Componentes Electrónicos**

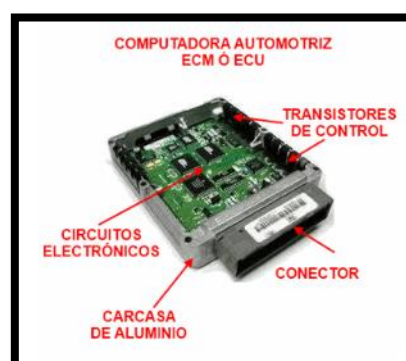
La mayoría de los componentes electrónicos son SMD (dispositivos montados en superficie). Este concepto proporciona un uso extremadamente eficiente de espacio en paquetes de bajo peso. Solo el elemento de potencia y los enchufes están montados usando tecnología de inserción convencional.

## **Unidad de Control (ECU)**

La tecnología digital proporciona una amplia variedad de opciones para bucle abierto y cerrado control de sistemas electrónicos automotrices. Se puede incluir una gran cantidad de parámetros en el proceso para apoyar el funcionamiento óptimo de varios sistemas. Después de recibir el voltaje de señal transmitidas por cada sensor, la unidad de control procesa estos valores para generar una orden a los actuadores.

## **Figura 31**

### *ECU*



*Nota.* ECU de un automóvil. Tomado de (Auto Daewoo Spark, 2018)



### **Controles de la inyección de combustible**

La relación entre el combustible inyectado y el flujo de aire es muy importante, sobre todo en relación con aquellos procesos de combustión que trabaja con estratificación de carga para lo cual la ECU envía información de la cantidad de combustible que necesita. Para obtener la requerida estratificación de carga, el combustible del inyector suministra el combustible necesario en el flujo de aire de tal manera que se evapora en un área definida. El flujo de aire transporta entonces la nube de mezcla en dirección a la bujía para que llegue allí en el momento de la ignición.

### **Tipos de Sensores y Funcionamiento**

#### **Sensor MAP (Multiple Pressure Admission)**

Este sensor está diseñado con el fin de enviar señales de acuerdo a la presiones absolutas que ingresa del mediante la admisión e informar de tal manera la carga que poseen los motores al MCE para que este realice lo siguiente:

- Establecer dosificaciones de gasolina
- Establecer el encendido mediante el avance. (Guillieri, 1993)

Este sensor podemos encontrar generalmente en los siguientes lugares:

- Sensor MAP de señales análogas (DC).
- Sensor MAP de señales digitales con efecto Hall.

### **Figura 32**

*MAP*



*Nota.* Sensor MAP del Automóvil. Tomado de (GALLEGOS, 2011)

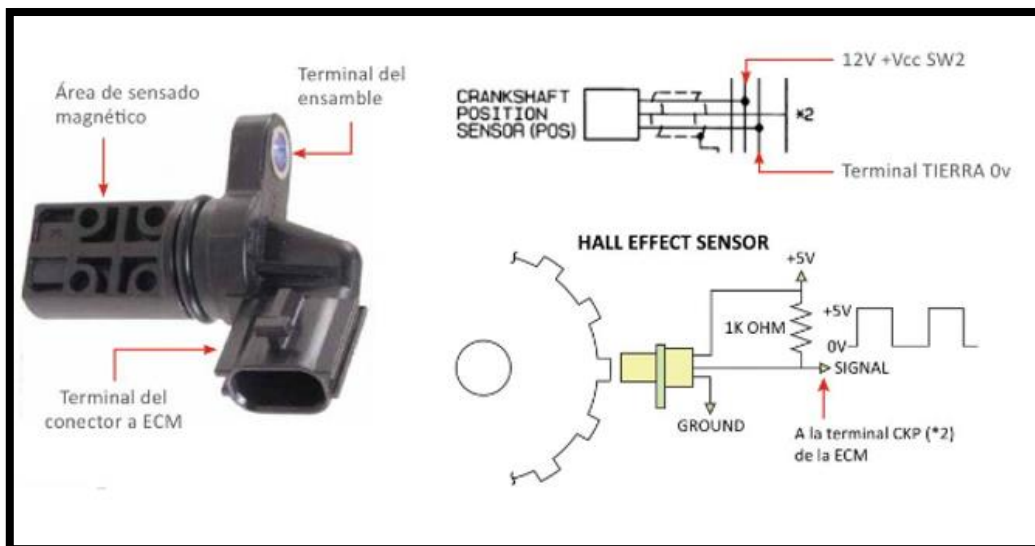
### Sensor CKP (Crankshaft Position Sensor)

Este dispositivo es el sensor que nos indica las posiciones del cigüeñal. El cual se puede aplicar como sensor de clasificación HALL que acopla las líneas de punto a punto con 12 v, masa y el pin central va conectado a la PCM y le indica una señal de tipo cuadrada de amplitud con 5 Vpp.

Caso contrario al momento que el sensor tenga fallas no enviará ningún tipo de señal a la ECM, por lo tanto, esta unidad de control no puede coordinar la señal de ignición de ninguna bobina – bujía este tipo de dispositivo con frecuencia funciona de forma intermitente y esto ocasiona distintas fallas y confunde con facilidad a los técnicos por tal razón se debe medir con un osciloscopio para determinar en las condiciones que este se encuentra. (Gonzalez, 2015)

#### Figura 33

*Sensor y circuito Sensor CKP*



*Nota.* El sensor CKP trabaja como un sensor tipo Hall en donde el cable \*2 envía una señal digital onda de tipo cuadrada hacia la ECM caso contrario el sensor se encuentra defectuoso. Tomado de (Gonzalez, 2015)

### **Sensor de posición de mariposa (TPS)**

Se encuentra ubicado junto a la mariposa de aceleración y se encarga de informar a la centralita sobre la posición concreta del acelerador. (Águeda & Garcia, 2009)

#### **Figura 34**

*Sensor TPS*



*Nota.* El sensor TPS tipo potenciometro contiene tres terminales. Tomado de (Mundocarros.info, 2021)

### **Sensor de oxígeno**

Va colocado en el tubo de escape el cual posee otorgada función de detectar si la dosificación de combustible es correcta o no esto determina. A partir de una reacción química el sensor envía un voltaje de señal a la computadora la cual determina si la dosificación es pobre o rica y con esa información la ECU ajusta a proporción de gasolina necesario para el mejor rendimiento del motor. (Gonzalez, 2014, pág. 45)

#### **Figura 35**

*Sensor de oxígeno*



*Nota.* Se puede observar cómo es el sensor de oxígenos en los automóviles. Tomado de (Acero , 2021)

### **Sensor HALL**

Mide la posición de giro de los árboles de levas es una indicación de si el pistón está en la carrera de compresión o de escape.

El sensor de fase en el árbol de levas proporciona la ECU con esta información. Esto es requerido, por ejemplo, para sistemas de encendido con bobinas de encendido de chispa simple y para Inyección secuencial de combustible (Reif, 2015, pág. 238)

### **Sensor de temperatura del motor**

Es conocido como el sensor ECT que normalmente esta ubicada al contacto con el líquido refrigerante también suelen ubicarlo a la salida de la culata en los vehículos ms modernos, su función es la de controlar la temperatura del motor mediante el control electrónico del refrigerante y también mandar una señal al cuadro de instrumentos. (Pérez, 2021)

### **Figura 36**

*Sensor ECT*



*Nota.* Se aprecia sensor ECT. Tomado de (Galarza, 2020)

### **Sensor (IAT) temperatura del aire**

Este sensor instalado en el conducto de admisión. Junto con la señal del sensor de presión de sobrealimentación, su señal se aplica en Cálculo de la masa del aire de admisión. Aparte de esto, los valores deseados para los diversos lazos de control (por ejemplo, EGR, control de presión de sobrealimentación)

#### **Figura 37**

*Sensor IAT*



*Nota.* Se observa la imagen del sensor de temperatura IAT. Tomado de (Kilmer, 2022)

### **Válvula de Control de Aire (Idle Air Control)**

No es un sensor sino más bien un actuador que está ubicado en los cuerpos de aceleración su objetivo es la de dejar pasar o de interrumpir el de aire, esto se regula a través de un vástago que posee el cual se abre cuando el motor no tiene aceleración y se dice que está en ralentí, una vez que se acelera este vástago de la válvula IAC vuelve a cerrarse.

#### **Figura 38**

*Válvula IAC*



*Nota.* Se observa la válvula IAC de diferentes marcas. Tomado de (Automexico, 2021)

## Capítulo III

### Trucaje

#### Trucaje mecánico

##### *Medida de compresión*

Para iniciar con el proceso de trucaje de mecánico, es necesario verificar los niveles de compresión de cada cilindro esto determina el estado del desgaste de motor del Suzuki Forsa, en el caso de obtener niveles bajos (- PSI) se procede a realizar la reparación respectiva.

La compresión del motor es un agente extremadamente fundamental a la hora de verificar que exista un buen funcionamiento, debido a que la compresión influye de manera directa en el consumo de aceite de motor, potencia y emisión de gases. Para el motor G10 se obtuvo los siguientes datos.

**Tabla 2**

##### *Medida de cilindrada*

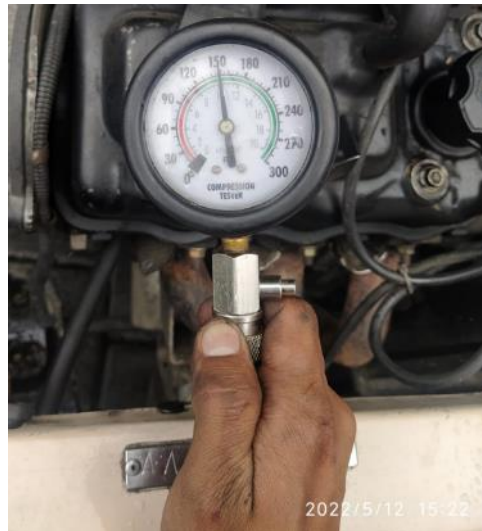
Cilindro	VALOR
1	150 PSI
2	150 PSI
3	151 PSI

*Nota.* Se detalla los valores obtenidos en la medición.

A continuación, se detalla la medida en cada uno de los cilindros.

**Figura 39**

*Compresión de cilindro 1*



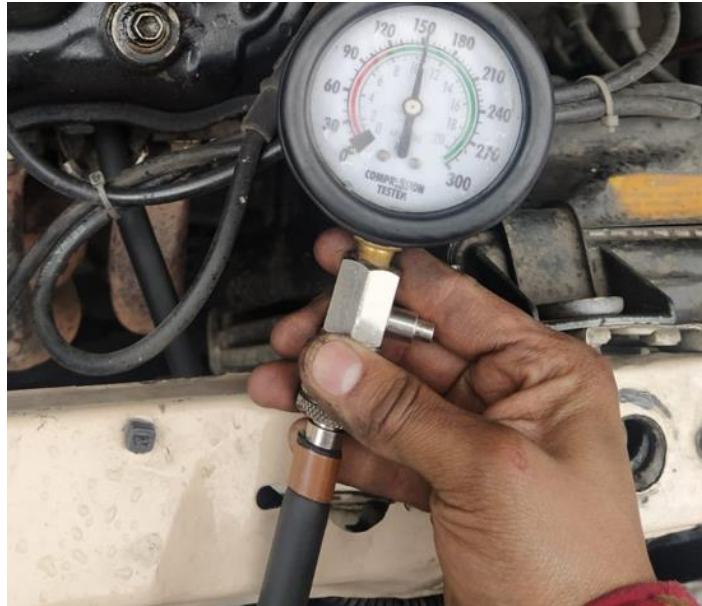
*Nota.* Se realiza la toma de medida en el cilindro 1.

**Figura 40**

*Compresión de cilindro 2*



*Nota.* Se realiza la toma de medida en el cilindro 2.

**Figura 41***Compresión de cilindro 3*

*Nota.* Se realiza la toma de medida en el cilindro 3.

***Análisis de compresión***

Al obtener una compresión con valores iguales en cada cilindro se determina que el motor se encuentra en buen estado, como dato adicional, el vehículo fue reparado hace cinco meses por lo cual los datos dan a entender un buen estado de reparación por lo cual se optó no realizar el desarmado de los componentes del bloque como son: pistón, rines, cigüeñal, chaquetas, bulones, etc. Lo que se realizará en este motor es lo siguiente:

- Desmontaje y truceaje de conductos culata
- Cálculos cilindrada actuales
- Armado de la culata

***La culata***

Para el vehículo que se va a realizar la modificación, en este caso consta de un Motor G10 la culata tiene un material de aleación ligera de aluminio o en su fórmula



AlSi10Mg, es por eso que posee diversas ventajas como por ejemplo su peso ligero y su buena conductividad térmica.

### ***Desmontaje de la culata.***

Este componente es un elemento el cual nos otorga el cierre hermético de lo que sería la cámara de combustión, en ella van insertadas las válvulas para el proceso de combustión, asientos, resortes, guías, árbol de levas, seguros y flautines o dos varillas.

### **Figura 42**

#### *Inspección general de la culata*

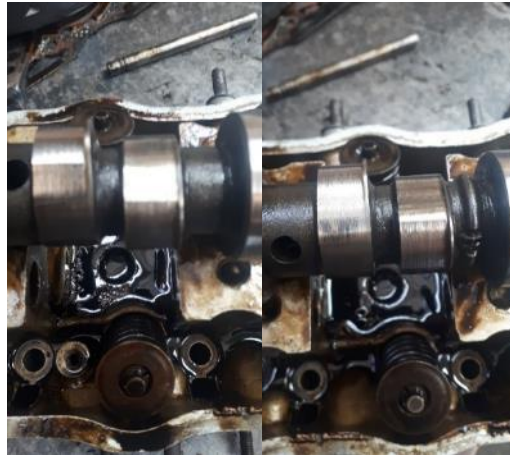


*Nota.* Revisión visual de desgaste en cada uno de sus componentes.

En realizar el desarmado y extracción del cada uno de sus componentes dentro de la culata se pudo observar que presentaba un exceso de desgaste en las levas y sus balancines.

**Figura 43**

*Detalles de desgaste en el árbol de levas.*



*Nota.* Vista cercana del árbol de levas desgastado.

El cabezote que contenía este vehículo estaba en pésimas condiciones y se optó por la adquisición de otra culata, en la cual previo a su compra se verificó que no tenga desgastes en mayor proporción, debido a que para el año que son estos motores, ya estarían bajo sus parámetros de desgaste en vida útil; por lo tanto, fue un trabajo complejo de conseguir un cabezote en buen estado.

**Figura 44**

*Cabezote en parámetros de funcionamiento a ser instalada.*



*Nota.* Culata verificada que sus parámetros de desgaste no estén elevados.

### ***Trucaje de conducto de escape y admisión.***

El objetivo con que se realizó la ampliación de estos conductos es para que aumente el flujo de oxígeno, para que éstos ingresen con facilidad y turbulencia de una manera conveniente ala cámara. Tomando en cuenta que mediante esta adecuación se busca aumentar la presión de la mezcla para ser precisos ubicándonos del ingreso de la cámara.

En la siguiente figura se puede observar los conductos de admisión con la medida estándar como se detalla en la medida.

### **Figura 45**

*Medida de conductos estándar*



*Nota.* Se realizó la toma de medida antes de ser mejorado.

Para los conductos de la culata del Suzuki G10, se ha realizado una ampliación de 3.5 mm. Dentro de este valor que va a ser ampliado se considera una cantidad en la cual el cabezote no pueda tener filtraciones o fisuras en sus paredes, debido a que el ocurrir esto podríamos tener filtraciones de la mezcla como por ejemplo agua/refrigerante con dirección a la cámara de combustión este tipo de fallas podría ocasionar graves daños en el motor.

A continuación, se presenta una vez realizado la apertura de los conductos de admisión y la medida final que se obtuvo realizado con herramientas adecuadas.

**Figura 46**

*Desgaste de las paredes del conducto de admisión*



*Nota.* Realizado de la ampliación de entrada a la cámara de combustión.

Para ello se ha utilizado un taladro de mano eléctrico agregado a este una herramienta de desbaste denominado muela abrasiva o piedra para lijar/pulir, herramientas utilizadas para reducir su diámetro de una manera adecuada en la cual no se busca exceder el valor establecido.

La superficie queda completamente lisa y se asegura que no posea ningún tipo de imperfección para que a la hora de la mezcla de aire combustible no exista ninguna imperfección, de manera que no existe algún tipo de retención en las paredes generando de esta manera perturbaciones a la entrada de la cámara, de este modo se asegura que todo el conducto tenga forma de una trompetilla desde la parte interna hacia la parte exterior de la lumbrera.

**Figura 47**

Conducto de admisión realizado su trucaje



*Nota.* Se presenta el trabajo interno realizado.

De la misma manera en los conductos de escape se realizó la modificación, en el cual consta la apertura de 1 mm a 2 mm, de ancho como de alto. El trabajo al igual que en el conducto de admisión se lo realizó con un taladro de mano de una manera más precisa y teniendo mucho cuidado se procede a realizar el desbaste buscando generarle la misma forma original a este conducto.

A continuación, se presenta el conducto de escape, el cual con la ayuda de un marcador se trazó la medida en la que va a ser realizado el desbaste para realizarlo de una manera muy cuidadosa y precisa.

**Figura 48**

*Toma de medida estándar*



*Nota.* Se realiza la toma de medida inicial para verificar sus cambios.

A continuación, se muestra un conducto de escape modificado 0.0mm.

### Figura 49

*Conducto de escape modificado*



*Nota.* Se realiza la toma de mediciones para verificar si existió variación.

### **Cálculos de la Cilindrada estándar**

Inicialmente se debe tomar en cuenta que los datos que nos proporciona el fabricante en cuanto al motor G10 en Suzuki Forza es de 74 mm de diámetro y 77 mm de carrera, en medida estándar.

Cálculos de medida estándar del motor G10

Carrera (S) = 77 mm, Diámetro cilindro (d) = 74 mm

$$S = 77mm * \frac{1 cm}{10 mm}$$

$$S = 7.7 cm$$

$$d = 74 mm * \frac{1 cm}{10 mm}$$

$$d = 7.4 cm$$

Volumen unitario

$$V_U = \frac{\pi * d^2}{4} * S$$

$$V_U = \frac{\pi * (7.4 \text{ cm})^2}{4} * 7.7 \text{ cm}$$

$$V_U = 331.165 \text{ cc}$$

Cilindrada total

Numero de cilindros (n) = 3

$$V_T = V_U * n$$

$$V_T = 331.165 \text{ cc} * 3$$

$$V_T = 993.49 \text{ cc}$$

### ***Cálculos de la Cilindrada actual***

Para determinar la cilindrada actual nos basamos en una tabla la cual nos proporciona los datos de rectificación a los cuales puede ser sometido este motor de acuerdo al nivel en desgaste.

### **Tabla 3**

*Medidas de rectificado*

Rectificado	mm
+10	0.25
+20	0.5
+30	0.75
+40	1
+50	1.25
+60	1.5

*Nota.* Valores a los cuales se puede rectificar este motor G10.

**Figura 50**

*Medida de diámetro de cilindro*



*Nota.* Se realiza la medida para los cálculos.

**Figura 51**

*Medida de carrera del pistón*



*Nota.* Dato de la carrera del pistón para su posterior cálculo.

Para este caso el valor de rectificado se encuentra en +50 que equivale a 1.25 mm, datos los cuales serán utilizados para realizar los posteriores cálculos que se muestran a continuación.

- Cálculos de medida actual



$$\text{Carrera (S)} = 77 \text{ mm}$$

$$\text{Diámetro cilindro (d)} = 75.25 \text{ mm}$$

$$S = 77 \text{ mm} * \frac{1 \text{ cm}}{10 \text{ mm}}$$

$$S = 7.7 \text{ cm}$$

$$d = 75.25 \text{ mm} * \frac{1 \text{ cm}}{10 \text{ mm}}$$

$$d = 7.525 \text{ cm}$$

Volumen unitario

$$V_U = \frac{\pi * d^2}{4} * S \rightarrow V_U = \frac{\pi * (7.525 \text{ cm})^2}{4} * 7.7 \text{ cm}$$

$$V_U = 342.447 \text{ cc}$$

Cilindrada total

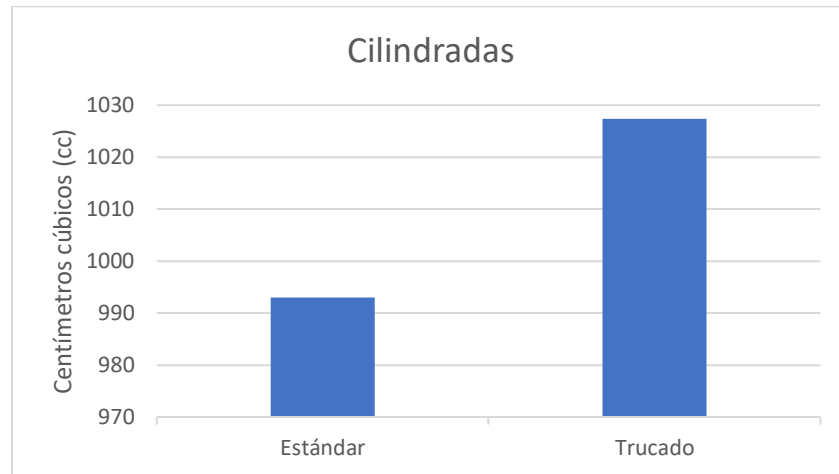
$$\text{Numero de cilindros (n)} = 3$$

$$V_T = V_U * n \rightarrow V_T = 342.447 \text{ cc} * 3$$

$$V_T = 1027.342 \text{ cc}$$

### **Análisis de la cilindrada**

Se determinó que la cilindrada es mayor a la estándar, realizando una comparación con la que nos proporciona el fabricante, esta se encuentra 993 cc, esto se argumenta en base a las medidas realizadas que nos da un total de +50, ello nos da a entender que el motor ha pasado por 5 reparaciones, esto influye de manera directa en la cilindrada total y el volumen unitario del vehículo. En la tabla se puede visualizar las variaciones de cilindrada total que posee este vehículo.

**Tabla 4***Análisis de la cilindrada*

*Nota.* Se determina la comparación entre las dos cilindradas en grafico de barras.

***Instalación de la culata***

Se utiliza un empaque sobre medida: SM +0.5 mm.

**Figura 52***Asentamiento del cabezote*

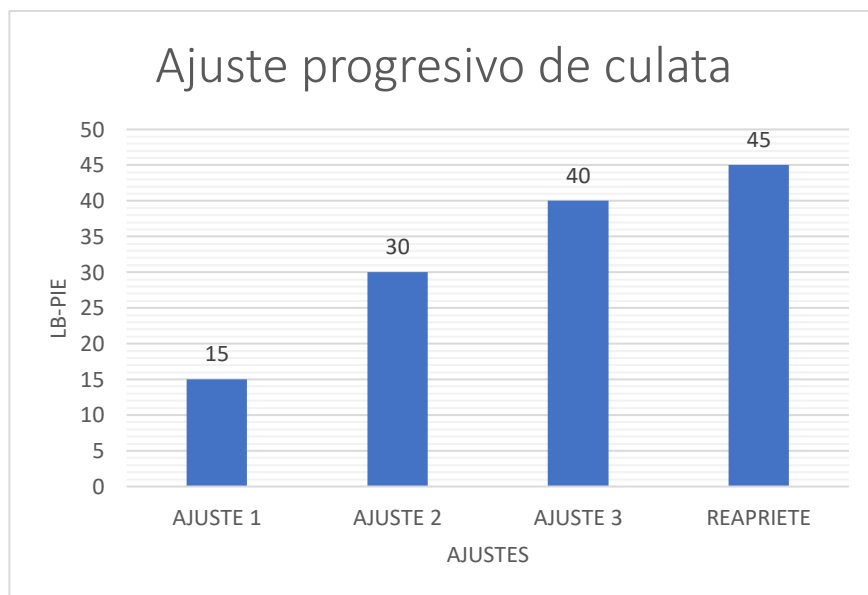
*Nota.* Instalación y verificación que todos sus conductos estén de acuerdo al empaque del cabezote y no existe ningún detalle. Elaboración propia

Se procede a realizar el montaje de la culata con el ajuste correspondiente, en este caso un ajuste progresivo de cuatro aprietes.

**Tabla 5***Ajustes de torques aplicados.*

APRIETE	TORQUE
1	15 lb-pie
2	30 lb-pie
3	40-45 lb-pie
4	Reapriete
Tapa válvulas	10 lb-pie

*Nota.* Torques aplicados el cabezote del motor G10.

**Figura 53***Ajustes aplicados al cabezote*

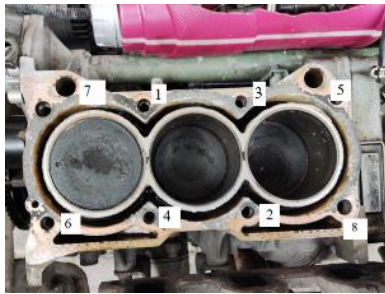
*Nota.* Se determina cada uno de sus aprietes.

Pasos que se siguió para el asentamiento:

- Se inserta cada 1 de sus pernos, y con los dedos hasta que coge la rosca.
- Se procede a un ajuste mínimo con la racha
- Con la ayuda del torque y de acuerdo a los pasos de la tabla se inicia con el apriete correspondiente en cada uno de sus pernos en ajustes

#### Figura 54

*Orden en el cual se realizó el apriete.*



*Nota.* Numeración se detalla el ajuste para mejores resultados.

Una vez realizados los aprietes correspondientes, el cabezote instalado en su totalidad queda de la siguiente manera como se puede observar.

#### Figura 55

*Cabezote instalado*



*Nota.* Vista general del cabezote.

Se procede a realizar la colocación del tapa válvulas de acuerdo a las especificaciones de ajuste del fabricante que se detallan en la tabla.

### **Figura 56**

*Acople de tapa válvulas*



*Nota.* Se realiza la colocación de la tapa válvulas, con la limpieza de sus bordes de asentamiento.

A continuación, se detalla vista de instalación de la culata, con sus diferentes accesorios y acoples necesarios.

### **Figura 57**

*Instalación de culata finalizada.*



*Nota.* Vista general del trabajo finalizado.

### **Trucaje electrónico**

Este trucaje se realiza a partir del cambio de carburación a sistema de inyección multipunto, con computadora programable

### ***Elección de vehículo***

Para realizar esta modificación se utilizó el vehículo Suzuki Forza 1 G10 SOCH, del año 1988 con motor de 3 cilindros y un volumen de cilindros de 993 cc aproximadamente con un tonelaje de 0.75 de acuerdo a las especificaciones de documentación legal.

### **Figura 58**

*Motor antes de ser modificado*



*Nota.* Apreciación de elementos iniciales.

Estos datos generales son los más importantes de este vehículo, a continuación, sigue leyendo más a fondo cada uno de los componentes que se suprimieron al momento de realizar la modificación.

Cómo se mencionaba el objetivo de esta ejecución es elevar el torque la potencia de este motor con la implementación del sistema que se va a realizar su colocación se busca reducir de una manera considerable los gases contaminantes obteniendo así un consumo de combustible reducido.

Cabe mencionar que al ser de competencia el vehículo necesita de mucha eficiencia en el sentido de velocidad a la hora de realizar la competición, Es por ello que al realizar estas modificaciones se podrá evidenciar los resultados en base a pruebas en pista con el vehículo.

Al ejecutar el reemplazo del sistema de carburación a inyección multipunto es necesario considerar tres aspectos de suma importancia.

El ingreso de aire

El ingreso de combustible

El encendido de la chispa

Mismas explicaciones las dividiremos en subsistemas para realizar los cambios ejecutados, los beneficios y las características de la siguiente manera:

### ***Adaptación de subsistema de alimentación de combustible***

Este forma parte de un subsistema de alimentación de combustible, entre su función principal está la de suministrar combustible de acuerdo al trabajo de los inyectores. Dentro de los componentes que lo conforman esta:

- Conductos de combustible
- La válvula reguladora de presión
- Riel de inyección
- Bomba de gasolina
- Tanque de gasolina
- Filtros

Se ejecutan modificaciones y cambios dentro del sistema de alimentación de gasolina ya que para la inyección electrónica es mayor las presiones y los componentes que van a ser utilizados poseen sus propios parámetros y características de funcionamiento.

Para ello se detallan los cambios que se han efectuado en este subsistema los cuales fueron:

### ***Modificación del tanque de combustible***

Con herramientas adecuadas se realiza el corte de la carrocería de 30 cm de ancho por 20 cm de largo, esta con finalidad de llegar a la tapa del tanque de combustible para revisar las condiciones respectivas hacia la bomba y diferentes componentes que conforman el sistema de alimentación y adicionalmente tener una salida y retorno de combustible de manera evidente por la parte interna del habitáculo para ser controlada en el caso de que existan fugas o la suspensión oportuna en caso de algún accidente.

### **Figura 59**

*Corte realizado en la parte exterior del tanque*



*Nota.* Salida de combustible por el corte de carrocería realizado.

### ***Adaptación de la bomba de combustible***

Para ello se debe iniciar con la sustitución de la bomba original, misma que al trabajar de esta manera es activada por el movimiento del cigüeñal, se acopla en el block y es la encargada de transferir la gasolina desde el tanque hacia el carburador este reemplazo es debido que al ser una bomba mecánica, cuenta con una presión de 1 bar.

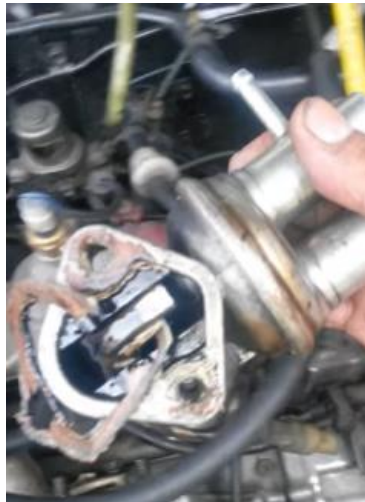
El nuevo sistema trabaja a mayores presiones es necesario implementar una bomba de combustible en este caso eléctrica, que nos generará un régimen de trabajo dentro de



los parámetros, para los posteriores componentes que conforman el sistema de alimentación de gasolina.

### **Figura 60**

*Sustitución de bomba mecánica*



*Nota.* Se realiza la suspensión debido a que el sistema de carburador quedó obsoleto.

Para revisar el proceso de la adaptación de este componente se implementa una bomba eléctrica AC40 AVICAR misma que es utilizada en vehículos como: Jetta I, Volkswagen Golf I, Renault Space, Mercedes Benz y que en este caso se le realizará la colocación en él Suzuki.

Posee una presión nominal de fábrica de 3 y 4.5 bar, valores suficientes para realizar un trabajo de una manera adecuada sin tener que forzarla y a que el sistema actual requiere de 3 bar depresión para un trabajo óptimo en sus componentes.

Con la nueva adaptación de esta bomba, nos garantiza que la cantidad de combustible sea constante, de la misma manera que la presión de gasolina sea controlada eléctricamente.

**Figura 61***Bomba combustible eléctrica*

*Nota.* Bomba que será acoplada el nuevo sistema.

Para continuar con el proceso de adaptación de la bomba de combustible se realizó el desarmado del tanque (bajar el tanque), y se verificó que sus componentes estén en óptimas condiciones, realizando también un mantenimiento preventivo en cuanto a limpieza de cada uno de ellos.

**Figura 62***Desmontaje de componentes del tanque*

*Nota.* Mantenimiento y lavado de tanque respectivo.

Se realizó el montaje del tanque, y se procede a tomar la salida de alimentación del tanque misma que es conectada a la bomba de combustible eléctrica

**Figura 63**

*Conexiones realizadas a la bomba*



*Nota.* Adaptaciones realizadas en serie iniciando en el tanque de gasolina hasta la bomba eléctrica.

***Adaptación de filtro combustible***

Este evita que las impurezas lleguen desde el tanque mediante el combustible hasta el motor para el motor Soch 10 se utilizó un filtro de combustible de inyección clasificado para la presión a la que opera este sistema. Debido a que este tipo de sistema trabaja con una presión mucho mas alta a las de un sistema a carburación y si se utiliza un filtro universal pueda ser que sufra daños e incluso llegue a explotar.

La adaptación del filtro de combustible para el sistema de inyección se debe realizar para garantizar que la gasolina que suministra desde el depósito y se combustiona en la cámara del cilindro del motor no contenga impurezas con eso garantizamos la vida útil del motor, este tipo de filtros se debe remplazar cada 40000 Km aproximadamente como un mantenimiento preventivo para que el filtro siga cumpliendo con su función.

## Figura 64

### *Adaptación del filtro de combustible*



*Nota.* En la fotografía se puede observar el antes y después.

### **Adaptación de bobinas**

La bobina también es conocido como inductor la función de la bobina es el de almacenar energía como campo magnético mediante el fenómeno entendido como inducción es el elemento pasivo del circuito para la adaptación de la bobina en el motor SOCH 10 se utiliza una bobina de 4 terminales

A=Masa del chasis

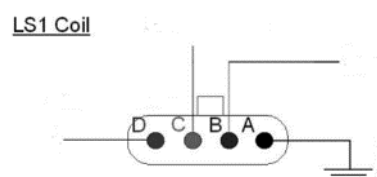
B=Masa

C= Voltaje de señal

D= Voltaje de alimentación

## Figura 65

### *Terminales de las bobinas de encendido*



*Nota.* Terminales de la bobina que se utilizó.

Tenga en cuenta que algunas bobinas tienen una función de protección de sobre permanencia incorporada. Si se le da demasiada permanencia, la bobina se encenderá automáticamente. Esto puede dar una chispa avanzada peligrosa. Asegúrese de mostrar su sincronización a altas revoluciones para asegurarse de que esto no esté sucediendo.

### **Figura 66**

*Bobina de encendido*



*Nota.* Se observa el tipo de bobina que se utilizó en la adaptación al motor SOCH 10 del vehículo Forza.

### ***Adaptación del riel de inyección***

Se encarga de suministrar gasolina a los inyectores, el combustible en un tanque esta baja presión la bomba de gasolina es la que trabaja en enviar la gasolina hasta la bomba de alta presión finalmente llega al riel es un acumulador de presión.

Para su adaptación se debe tomar en cuenta el diámetro del inyector, así como también su respectivo ring y la posición del seguro de los inyectores y además la distancia que se tiene entre los bocines, para posteriormente realizar la instalación y finalmente queda ubicado como lo observamos en las siguientes figuras.

## Figura 67

### *Riel de los inyectores*



*Nota.* Adaptación del riel de los inyectores para el motor SOCH 10.

### ***Adaptación de la válvula reguladora de presión***

El nombre específico es: Válvula regulador de presión de combustible (Marca TOMEI) ajustable de aluminio caliente tipo L, con un peso de 270 g, posee una ajustabilidad de presión de 28.45 PSI a 113.8 PSI.

El regulador que posee de fábrica no es de manera ajustable, por lo que limita en gran parte sus opciones.

Es una válvula de mucha importancia dentro del sistema de alimentación de gasolina, ya que su función principal es obtener una presión constante en el riel de inyección, sin tomar en cuenta la cantidad de gasolina que en ese instante se está inyectando, tampoco la cantidad de combustible que nos proporcione la bomba.

## Figura 68

### *Válvula reguladora de presión utilizada*



*Nota.* Válvula reguladora de presión antes de ser instalada.

El momento que la presión excede en el riel de combustible, la gasolina retornará a mediante de la válvula reguladora de presión, debido a que la función de esta válvula es asegurar que las presiones sean estables mismas que son administradas a través de un diafragma.

El material que utiliza este tipo de componente es de aluminio macizo posee un acabado anodizado duro para de esta manera hacer frente a las condiciones extremas a la hora de realizar el compartimiento del motor y dándole un excelente aspecto.

A continuación, se presenta cómo se realizó la instalación de esta válvula:

- Se define un espacio adecuado.
- Se procede a realizar la perforación en sus dos bases para sujetar.
- Se introducen sus pernos pasadores de atrás hacia adelante y se realiza el ajuste a través de la base de la válvula reguladora de presión
- Verificamos que ninguna de sus salidas esté obstruida para su posterior instalación de cañerías

Una vez ejecutado el siguiente proceso la válvula queda de la siguiente manera, lista para su posterior trabajo a las presiones reguladas, ya que este componente nos permite realizarlo de acuerdo al requerimiento de los técnicos.

### **Figura 69**

*Instalación de válvula reguladora de presión*



*Nota.* Instalación acoplada a la carrocería.



### ***Adaptación de los conductos de gasolina***

Los conductos que el vehículo dispone de fábrica tuvieron que ser remplazados ya que las distancias variaban a la hora de realizar la instalación, otro de los motivos por el cual fue remplazado es porque ya cumplía con su vida útil mismas que presentaban fisuras tomando en cuenta que estos conductos trabajarán en mayores presiones al ser adaptada una nueva bomba.

### **Figura 70**

#### *Adaptación de conductos*



*Nota.* Organización de los nuevos conductos de gasolina.

Se remplaza el conducto principal de combustible el cual será el encargado de transportar la gasolina a presión en el riel de inyección. Este sistema de conductos posee una medida de 1/4" soportando presiones de 300 psi (20.6 bar) para una mayor seguridad.

El tipo de manguera utilizado es de uso comercial misma que se irá situando en cada parte de la carrocería con sus respectivos acoples y soportes correspondientes, a continuación, se muestra imágenes de modo perceptivo.



**Figura 71**

*Conductos y sus direccionamientos*



*Nota.* Conductos con direccionamiento por la carrocería.

***Adaptación del subsistema electrónico***

Se debe tomar en cuenta que para realizar este tipo de modificación eléctrica y electrónica se reemplazó en gran parte del cableado eléctrico con el objetivo de brindar seguridad al sistema y en las diferentes partes que pueden sufrir averías. Adicional también se suspendió los cables que son innecesarios dentro de estas conexiones del vehículo.

“La instalación original y cableado del motor puede ser modificada, para uso de elementos más modernos y de menor costo” (FEDAK, 2022, p. 4).

**Figura 72**

*Organización del cableado eléctrico*



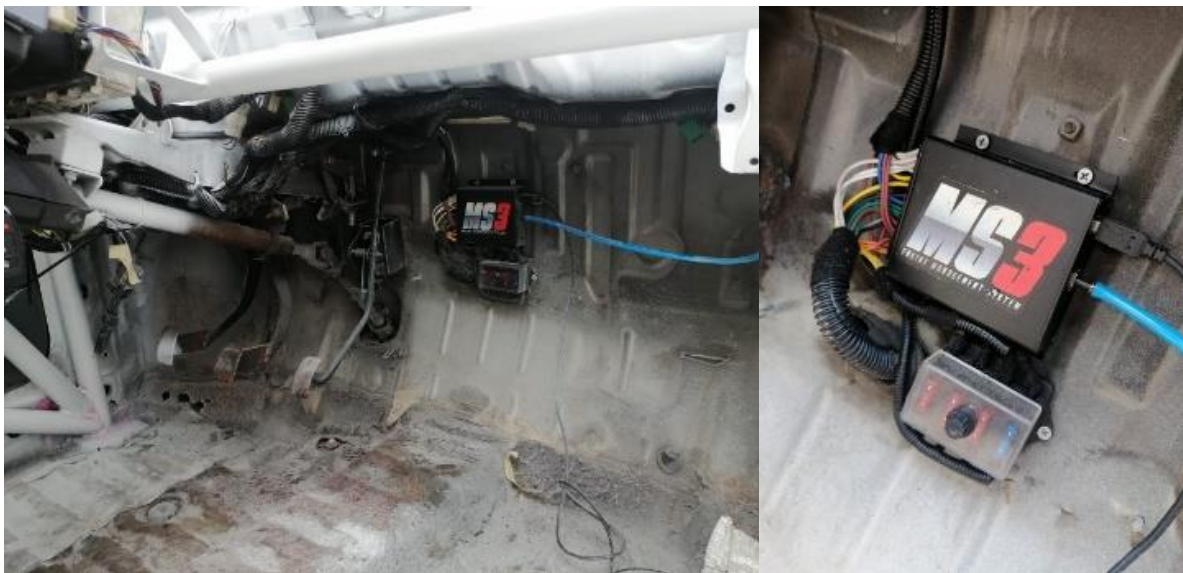
*Nota.* Eliminación de cables eléctricos del tablero.

### ***Adaptación de la ECU***

La instalación de la unidad de control se lo realizó en el interior del habitáculo de pasajeros, fijada en la parte inferior de la pared de fuego con su respectiva caja de fusibles y las salidas correspondientes

### **Figura 73**

Acople de la ECU MS3



*Nota.* Fijación de la computadora a la carrocería.

### **Selección y adaptación de los distintos sensores**

#### ***Sensor de posición de cigüeñal CKP***

El sensor CKP es el sensor de posición o captador de posición del cigüeñal que trabaja con un voltaje de 5V, este tipo sensor inductivo que nos ayuda a monitorear la posición del cigüeñal con respecto a la ubicación que se encuentra el pistón. Toma como referencia a la muesca ubicado en la polea con el punto muerto superior

## Figura 74

*Polea original a ser modificada*



*Nota.* Visualización de polea original de cigüeñal a ser adaptada.

A continuación, se detalla cómo se realizó la adaptación del sensor CKP en el vehículo:

- Adaptación de una rueda fónica 60-2 dientes fabricado con corte de láser que va acondicionado en la polea del cigüeñal

Cálculo de grados para insertar en la programación del TunerStudio

Datos:

$$1 \text{ VUELTA} = 360^{\circ}$$

$$\text{Número de dientes} = 60 - 2$$

$$\text{Grados} = \frac{360^{\circ}}{\text{Número de dientes}}$$

$$\text{Grados} = \frac{360^{\circ}}{60} = 6$$

El valor a ingresar en la programación es = 6

**Figura 75***Rueda fónica de 60-2 dientes*

*Nota.* Se observa en las imágenes la rueda fónica que se realizó en corte láser para la referencia se tiene la ausencia de 2 dientes en la rueda.

A continuación, se puede visualizar cómo se acopló la rueda fónica, la cual se colocó de manera balanceada y alineada en relación al sensor CKP, de esta manera al tener balance y estar correctamente alineada no existe vibraciones traduce a que la señal sea completamente limpia (no existen corrientes parásitas y no existe variación).

**Figura 76***Adaptación de la rueda fónica*

*Nota.* Instalación de la rueda fónica en las posiciones correctas.

También se colocó un sensor CKP de dos cables el cual nos ayuda con el monitoreo de la posición del cigüeñal.

El sensor está ubicado en la base del motor a 1mm de la rueda dentada fónica dese allí enviara información a la ECU

### Figura 77

*Sensor CKP*



*Nota.* Instalado en la base del motor del vehículo.

Para la instalación se utilizó una platina en la cual mediante una perforación se insertó el sensor. Esta platina fue fijada a una rosca ubicada en el block misma que ya venía de fábrica la cual nos proporcionó un espacio para realizar esta fijación.

### Figura 78

*Instalación de CKP al block de motor*



*Nota.* Se evidencia cómo se acopló el sensor.



En la siguiente imagen se puede observar cómo quedo instalado el sensor CKP y la rueda fónica en el motor del vehículo, y listo para realizar pruebas de su funcionamiento

### **Figura 79**

*Adaptación del Sensor CKP y rueda fónica en el motor*



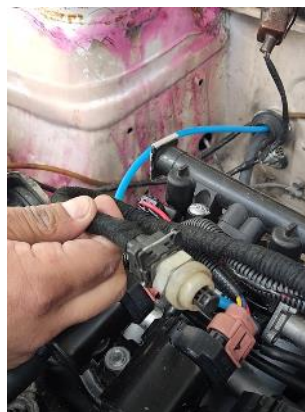
*Nota.* Se observa la adaptación de la rueda fónica y el sensor CKP en el motor del vehículo Suzuki forza uno.

### **Sensor de temperatura del aire IAT**

Su trabajo es medir la temperatura del ambiente que entra al motor. Esto se usa para calcular la densidad de aire y es un factor fundamental en el cálculo del combustible (Velocidad-Densidad).

### **Figura 80**

Sensor IAT instalado en Suzuki

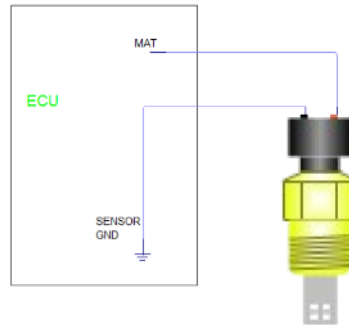


*Nota.* Implementación del sensor IAT al Motor G10.

El sensor de temperatura usa como elemento electrónico una resistencia variable (termistor). Las temperaturas más elevadas dan una resistencia más baja, la respuesta no es lineal.

### Figura 81

Diagrama Live Wire sensor IAT

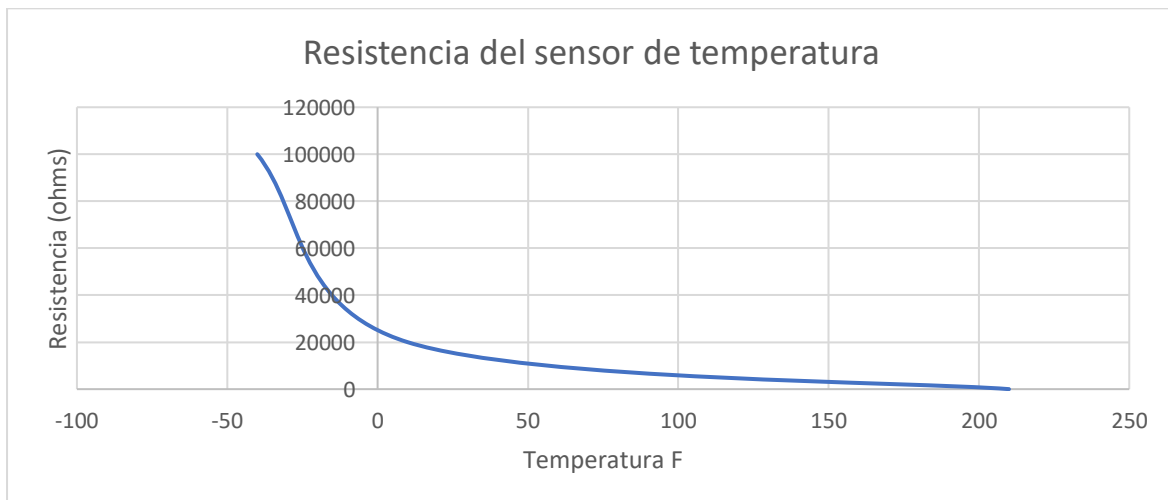


*Nota.* Diagrama sensor IAT de acuerdo al instalado.

Para la implementación se a recomendado de dos cables, un cable se conecta a tierra del sensor y el otro a la entrada MAT en la ECU. No es factible utilizar sensores de un solo cable.

### Figura 82

*Grafica de resistencia sensor IAT*

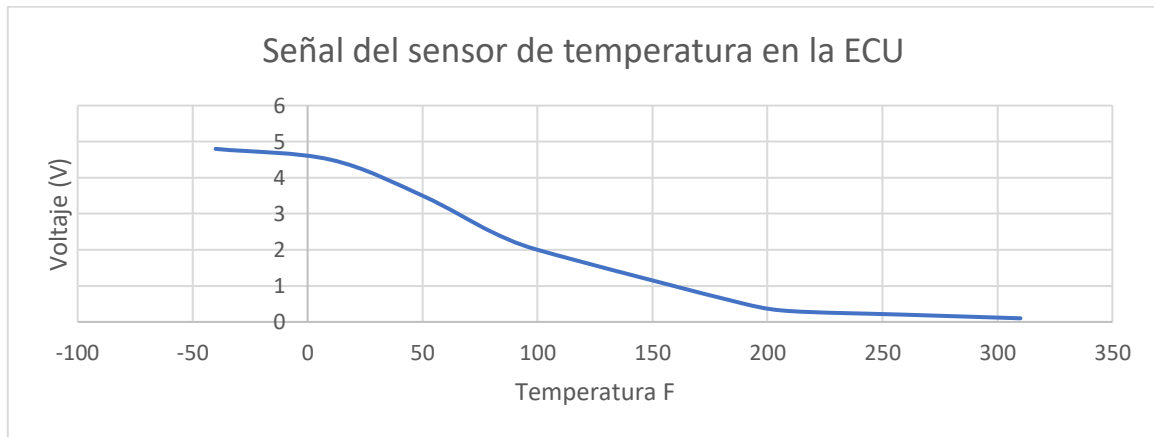


*Nota.* Trabajo del sensor de aire.

La ECU usa un circuito para convertir la resistencia en un voltaje que mide

### Figura 83

*Señal del sensor IAT*



*Nota.* Curva de señal del sensor de temperatura a la ECU.

### **Sensor de temperatura del refrigerante CLT**

Este sensor externo su función principal es medir la temperatura del refrigerante del motor. Se lo implementa principalmente para proporcionar combustible adicional durante el calentamiento del motor, a continuación, se detalla el sensor instalado.

### Figura 84

*Sensor CLT instalado en el vehículo Suzuki*



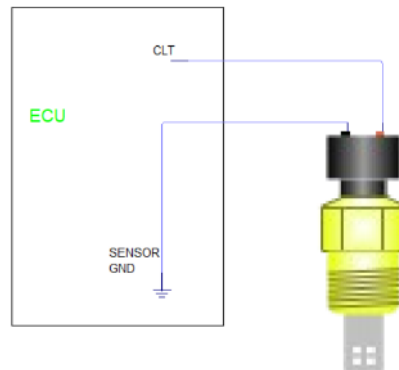
*Nota.* Implementación del sensor CLT al Motor G10.



La temperatura del refrigerante utiliza como elemento electrónico un termistor y funciona de la misma manera que el sensor de temperatura del aire.

### Figura 85

*Diagrama Live Wire sensor CLT*



*Nota.* Diagrama sensor CLT de acuerdo al instalado en el Suzuki.

### **Sensor de posición del acelerador TPS**

Implementación del sensor en el cuerpo de aceleración se visualiza de la siguiente manera.

### Figura 86

*Sensor TPS instalado en el vehículo Suzuki*



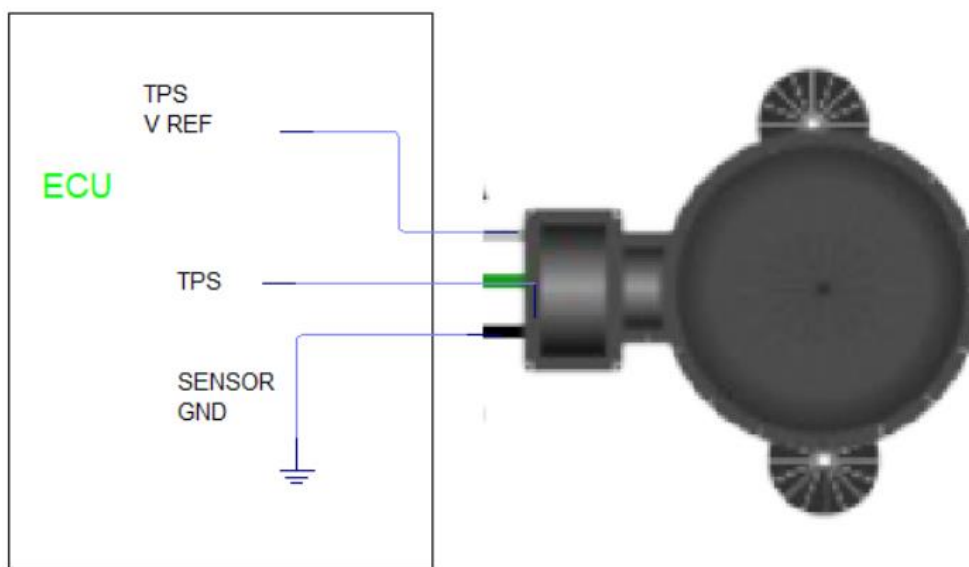
*Nota.* Implementación del sensor TPS al Motor G10.

Este sensor se encarga de medir la posición de la placa del acelerador. Es una resistencia variable como elemento electrónico un potenciómetro y envía una señal de 0-5 V

a la ECU. El sensor posee tres cables, suministro de 5V denominado TPSVREF, Tierra y señal. El ECU convierte la señal a una escala de 0-100% utilizando su calibración números. En el caso de 0% corresponde a completamente cerrado y 100% se encuentra completamente abierto. No es recomendable utilizar sensores de posición del acelerador tipo interruptor.

### Figura 87

Diagrama Live Wire sensor TPS



*Nota.* Diagrama sensor TPS de acuerdo al instalado en el Suzuki.

### **Sensor de oxígeno Wideband O2**

Los sensores de banda ancha necesitan un controlador externo para trabajar con la ECU. Las bandas anchas tienen un valor elevado que los sensores de banda estrecha, estos generan lecturas en una gama mucho más amplia en las mezclas de gases de escape. Al momento de implementar la ECU brindan la capacidad de ajustar su motor en las regiones sean estas ricas referentes a potencia y magras que tienen que ver con crucero. Son muy recomendadas.

**Figura 88**

*Sensor O2 instalado en el vehículo Suzuki*



*Nota.* Implementación del sensor Wideband adaptado al Motor G10.

Los controladores de alta gama ofrecen una señal a tierra que debe ser controlada por la tierra del sensor en la ECU.

**Figura 89**

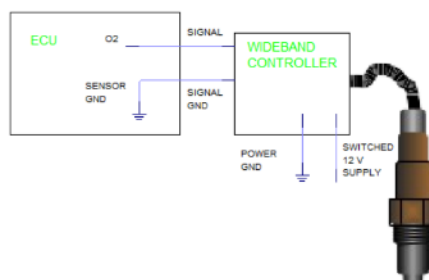
*Sensor adaptado al vehículo*



*Nota.* Sensor Wideband adaptado al Motor G10.

**Figura 90**

*Diagrama Live Wire sensor TPS*



*Nota.* Sensor O2 Wideband de acuerdo al instalado en el Suzuki.

## CAPITULO IV

### Capítulo IV

#### Puesta en funcionamiento y pruebas del sistema

##### Encendido del motor

Para iniciar con el proceso de encendido se tenía programado realizar los siguientes ajustes:

- Verificar que el sistema de encendido en general se encuentre trabajando de manera eficiente, el cual se puede definir que el sistema de encendido actual que posee este vehículo, para ello únicamente es necesario la señal de posición del primer pistón del motor de esta tarea se encarga la ECU.
- Otro factor de verificación es la presión correspondiente del sistema de alimentación de combustible, esto quiere decir que adicional de que se obtenga presión adecuada, se verifique que en este sistema no existan fugas de gasolina.
- Se verifica que los conductos de admisión no se encuentren obstruidos y que no exista ninguna entrada de aire adicional
- En cuanto a sistema electrónico se verificó que esté asegurado y no exista rozamientos, que la mayoría de sus terminales y aislamientos esté en correcta posición

##### Programación de la ECU

Para realizar el control se ha optado por la MX3 la cual para su configuración es necesario realizar la programación a través de TunerStudio MS, a continuación, se detallan los pasos de instalación.

## Figura 91

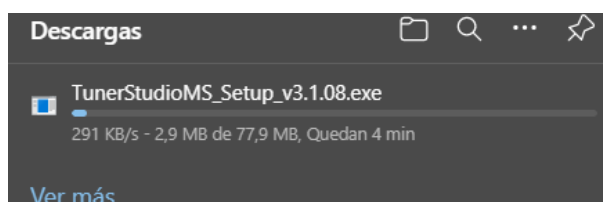
### Instalación del programa

#### TunerStudio MS

[www.tunerstudio.com/index.php/products/tuner-studio](http://www.tunerstudio.com/index.php/products/tuner-studio)

TunerStudio MS. Performance, Drivability & Efficiency. Simplified! In today's world the most important tools for tuning are no longer found in your toolbox. Just think, in the 1980's Top Fuel...

Tiempo estimado de lectura: 8 min

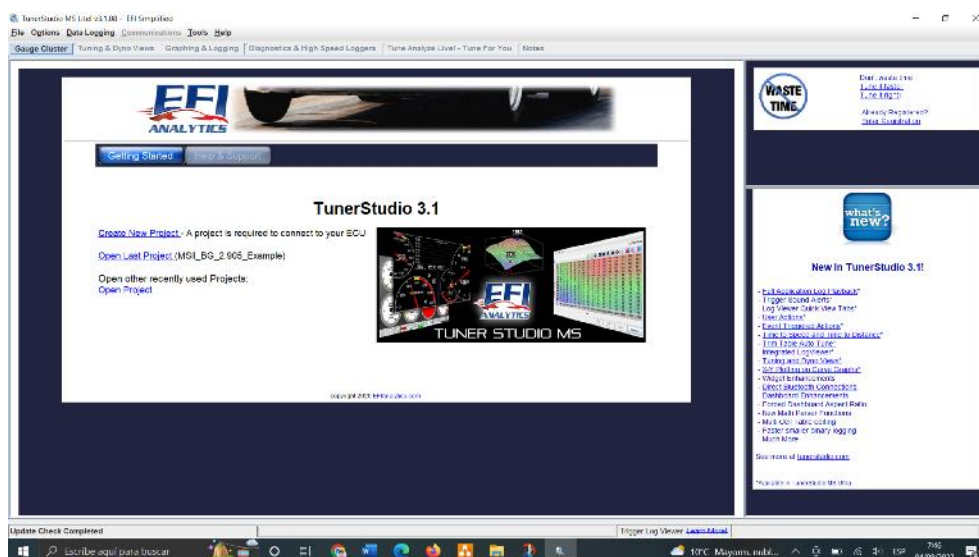


*Nota.* Se detalla el peso del programa y la instalación respectiva.

Este software es el recomendado para modificar los parámetros de inyección, mismo que nos va a permitir realizar las modificaciones, con la ejecución del programa una vez instalado se visualiza la siguiente venta.

## Figura 92

### Inicio de TunerStudio

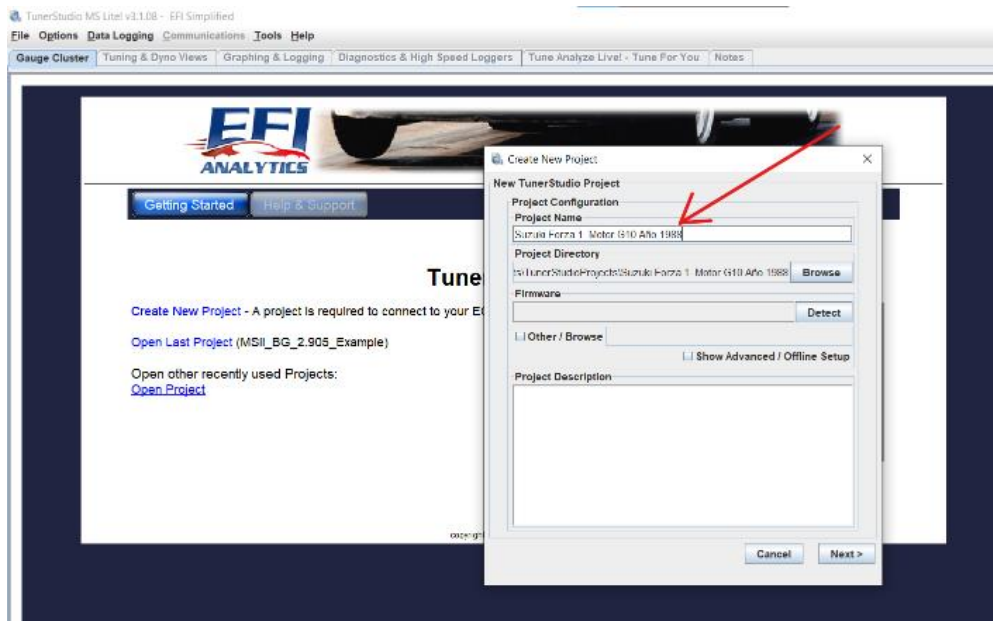


*Nota.* Pantalla inicial la cual nos permite la programación.

El programa nos indica que debemos realizar el nombre del proyecto el cual se ha otorgado las especificaciones del vehículo

### Figura 93

*Nombre del proyecto*

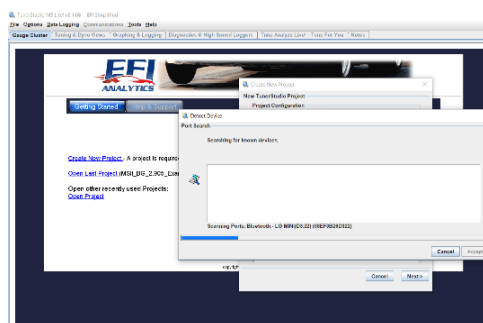


*Nota.* A continuación, se ingresa los datos del vehículo para crear el proyecto.

Posterior a ello se realiza la búsqueda de la versión de la ECU, de la misma manera el puerto al que se va conectar con un Click en la opción DETECT

### Figura 94

*Búsqueda de versión de ECU*

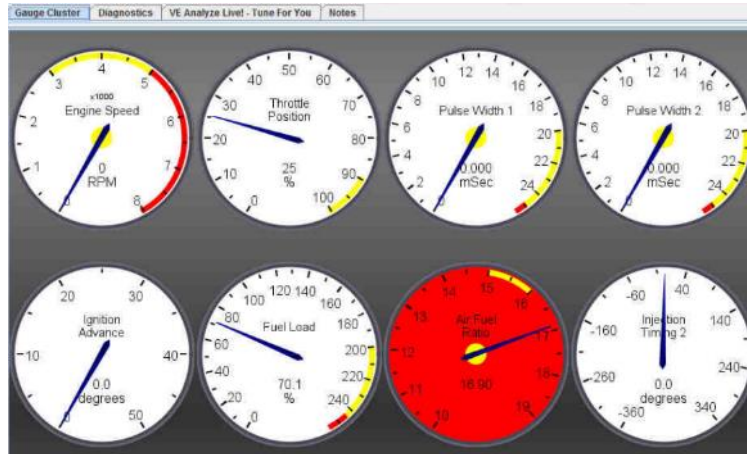


*Nota.* Se detalla cómo realizar la búsqueda de la ECU.

Una vez realizado ese paso se procede a elegir el modelo visual acorde a nuestra necesidad en este caso nuestra elección es la siguiente.

### Figura 95

*Modelo de Tuner Studio*



*Nota.* Se detalla el tablero inicial para verificar datos.

En este tablero virtual se puede visualizar las RPM, KPA, temperaturas de aire de agua, etc.

### Figura 96

*Vista de Programación en el Suzuki*



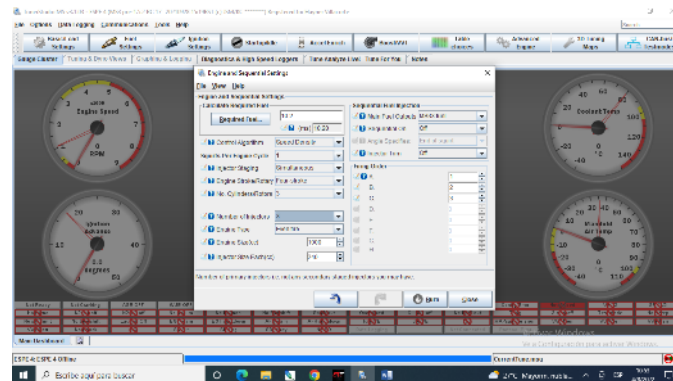
*Nota.* Se detalla la programación de la ECU en el Suzuki Forza.





**Figura 98**

*Requerimiento de combustible final*



*Nota.* Datos ingresados a los cuales el vehículo a los cuales va trabajar.

### **Pruebas realizadas**

Una vez realizado el encendido del vehículo y llegar a la temperatura de funcionamiento óptimo se realizan las siguientes pruebas.

Tomando en cuenta que al agregar este sistema existe la posibilidad que algunos resultados no se encuentren bajo lo planificado y esperado

### **Prueba de ruta**

En ruta se realizaron varias pruebas esto con la finalidad de encontrar algún desperfecto mecánico o electrónico en su funcionamiento, de la misma manera analizar los diferentes comportamientos de acuerdo a los variados tramos de carretera, adicional a ello medir el combustible para comprobar la eficiencia de aplicar el sistema de inyección.

### **Comportamiento del vehículo**

Realizando una comparación rápida al sistema anterior que contenía este vehículo se detalla lo siguiente.

Con carburador (Sistema anterior)

- Para salir de reposo el motor realizaba mayor esfuerzo

- Tomaba mayor tiempo el arranque en frío
- Para encender el motor, se tenía que realizar un promedio de 5 intentos en arrancar
- El acelerador contaba con poca sensibilidad
- Se sentía que el vehículo desmayaba cuando se iniciaba a presionar el acelerador

Con sistema de inyección electrónico (Sistema actual)

- Para salir tiene mejor esfuerzo
- El arranque en frío se genera máximo al segundo arranque
- Los arranques sin inmediatos
- El acelerador posee alta sensibilidad
- Respuesta inmediata del acelerador

### ***Consumo de combustible***

En cuanto medir el consumo se inició con la verificación de la capacidad misma que nos indica que posee tanque de 33 litros (8.77 galones), esta cantidad de combustible nos generaba un recorrido de 620 Kilómetros, misma que realizando los cálculos aproximadamente por kilómetro se consume 0.053 litros (0.0140 galón).

Para realizar un cálculo y verificar que estas medidas de consumo se asemejen a lo que proporciona el fabricante, se realizó una prueba en el tramo Latacunga - Quito con una distancia de 100 Km, la duración de este trayecto fue de 1h 50min, el vehículo parte con el tanque lleno.

Al llegar a Quito se reabasteció de combustible y se verificó la cantidad que ingresa al tanque, en la cual nos arrojó un valor de 1.63 galones (6.17 litros), cabe mencionar que en ruta estuvo con dos pasajeros, factor peso que también influye en el consumo.

**Figura 99**

*Obtención de datos de consumo*



*Nota.* Se visualiza la carga de gasolina para su obtención de datos.

**Prueba de banco dinamométrico**

Al iniciar y el finalizar este tema de investigación se realizaron las pruebas de rodillos dinamométrica, con el sistema antiguo y el sistema actual, en los cuales se detalla lo siguiente.

***Pruebas de potencia y torque con dinamómetro de rodillos*****Prueba con sistema carburador**

A continuación, se presenta el vehículo listo para realizar las pruebas con sistema a carburador.

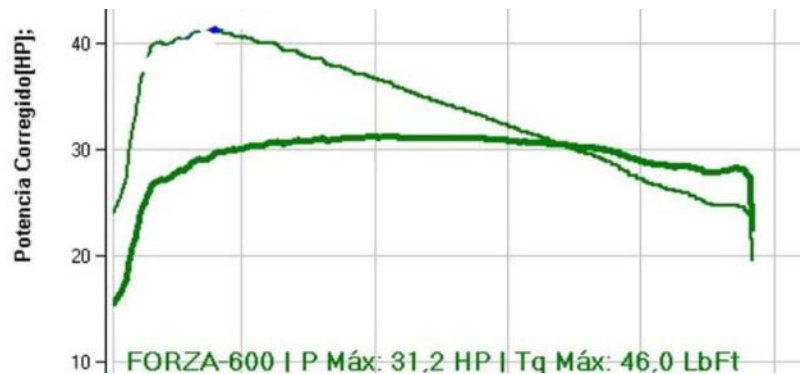
**Figura 100**

*Vehículo para pruebas iniciales*



*Nota.* Vehículo inicial con sistemas antiguo.

Antes de iniciar con el trucaje se realiza la prueba, en la cual se obtiene los siguientes datos iniciales con el sistema carburador.

**Figura 101***Datos de potencia iniciales*

*Nota.* Verificación de nuestro punto de partida previo al trucaje.

Cómo se puede visualizar con las pruebas realizadas, inicialmente el motor contaba con 20.9 HP y torque máximo 31.7 LbFt, estos serían nuestros datos a comparar posteriormente.

### **Prueba con sistema actual de inyección multipunto**

Para realizar estas pruebas previamente se realizará diversos ajustes mediante pruebas de manejo en pista de carretera, buscando un equilibrio entregue el manejo y de la misma manera el máximo rendimiento que nos pueda generar el motor a través de la programación de la ECU que controlan el sistema de inyección.

**Figura 102***Vehículo para pruebas finales*

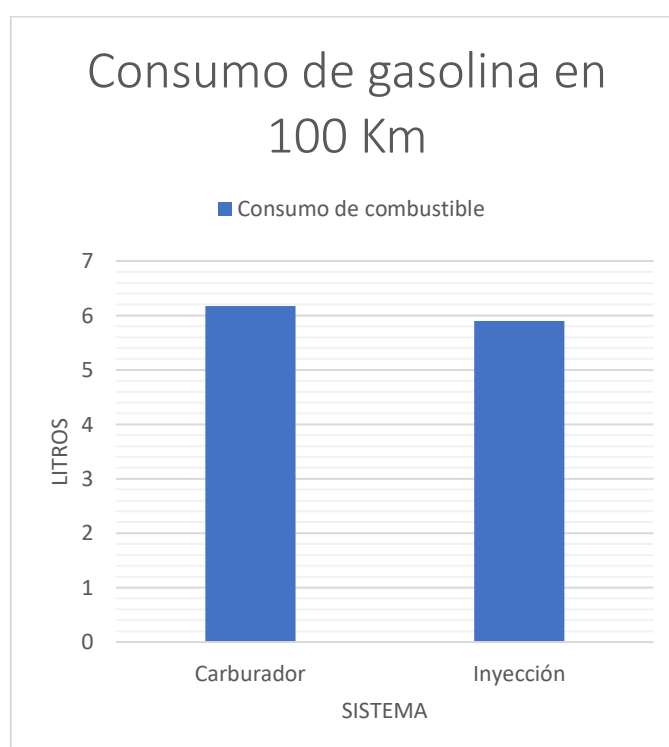
## Análisis de resultados

### Análisis de consumo

Una vez realizado el trucaje del motor se realiza la prueba, para determinar si existe o no la disminución de consumo, donde se obtuvieron los siguientes datos, la ruta posee la misma distancia (100 Km) ahora se realizó de manera inversa Quito- Latacunga, al salir de Quito el tanque estaba completamente lleno, finalmente en el punto de llegada se realizó el reabastecimiento arrojándonos una cantidad de 1.55 galones (5.90 litros)

### Figura 103

Diagrama de barras de consumo



*Nota.* Se puede visualizar la tabla de consumo en el vehículo Suzuki Forsa motor G10.

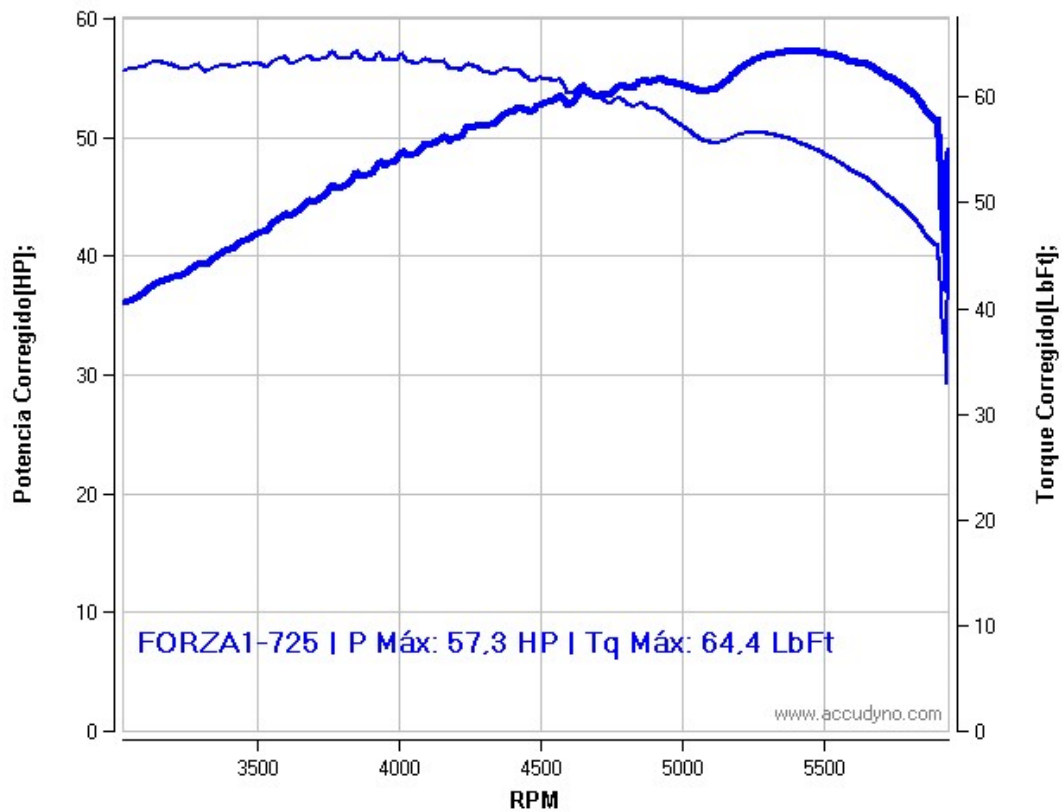
Mediante la siguiente tabla de comparación entre carburador inyección se puede visualizar en el diagrama de barras y también notorio que posee aplicado el sistema de inyección electrónica

### **Análisis de torque y potencia**

Posterior a ello se realizó las pruebas en el dinamómetro de rodillos en donde se obtuvieron los siguientes datos.

#### **Figura 104**

*Datos finales de potencia y torque máximo*

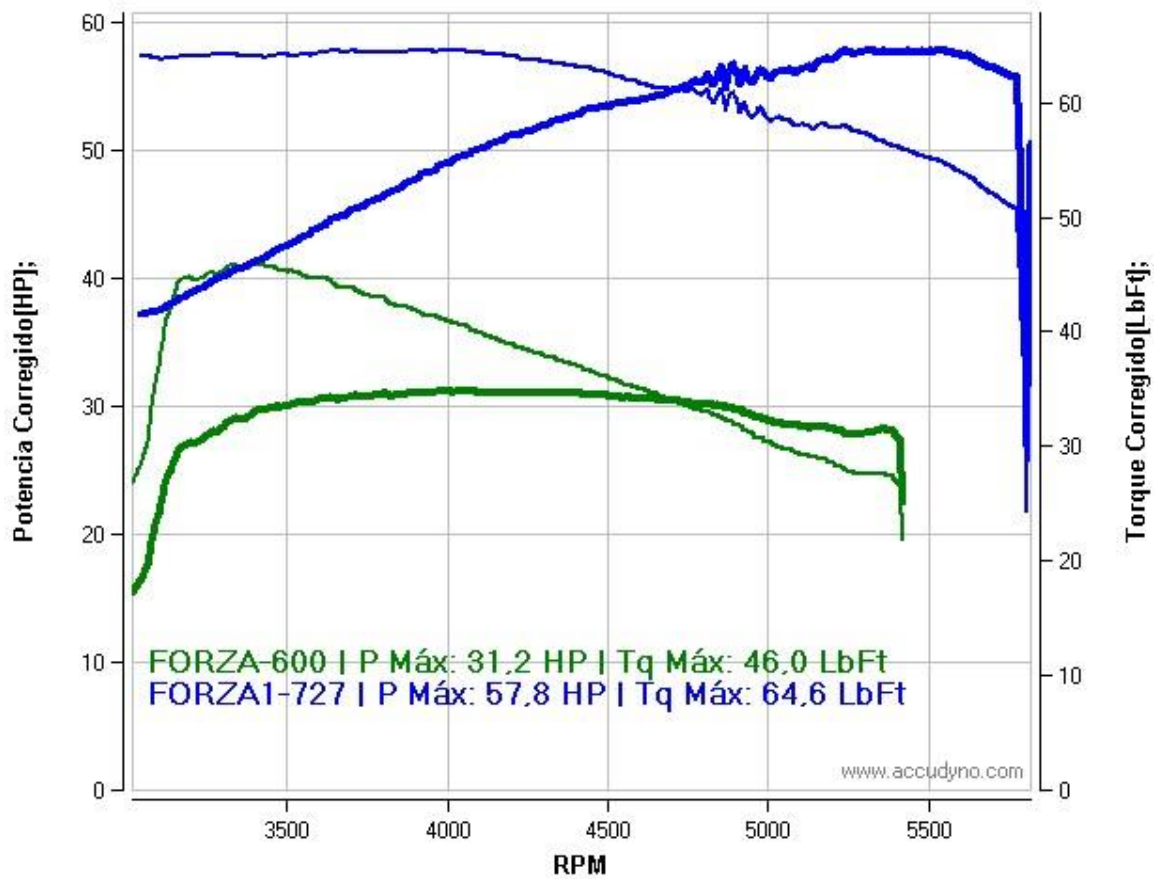


*Nota.* Verificación de datos finales para su posterior análisis.

Cómo se puede visualizar en la tabla el incremento de potencia y torque es muy notorio, seguidamente se presenta una tabla en la cual se realiza una comparativa entre los dos datos el antiguo con el actual.

**Figura 105**

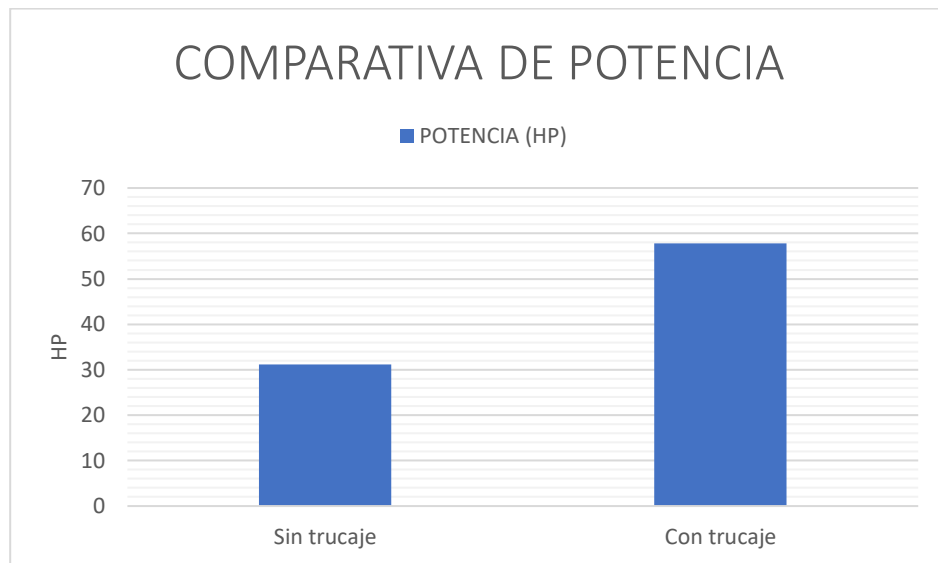
Comparación valores anteriores y actuales



*Nota.* Se detalla los valores de potencia y torque máximo en comparativa.

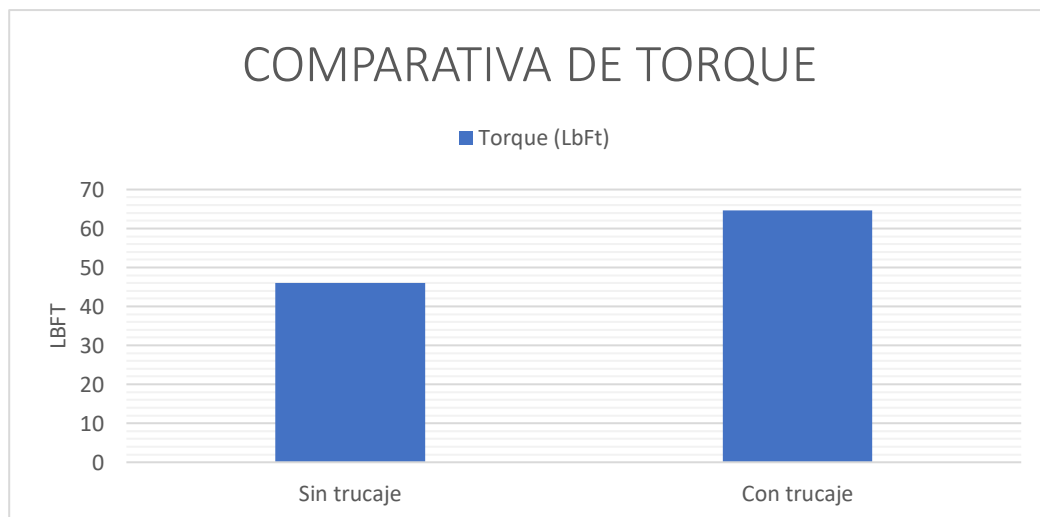
Mediante el análisis de estos datos se determinó que se obtuvo resultados positivos con un incremento de potencia igual a 26.6 HP de la misma manera un aumento de torque de 18.6 LbFt con la implementación del sistema de inyección multipunto y trucaje realizados al motor G10, concluyendo en base a los datos que el sistema de inyección electrónica es deficiente.

Realizando una comparativa entre los datos iniciales y datos finales se puede verificar que el aumento es del 85.25%, con la implementación del trucaje mecánico y electrónico

**Figura 106***Comparativa de potencia*

*Nota.* Diferencia de potencia entre un sistema.

Comparando resultados iniciales y datos finales en cuanto a torque se puede verificar que se obtiene un aumento del 40.43% con la implementación del trucaje realizado en él se Suzuki Forsa motor G10

**Figura 107***Comparativa de torque*

*Nota.* Diferencia de torque entre un sistema con trucaje y sin trucaje.



## Capítulo V

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

Se logró conseguir un incremento de los parámetros característicos de torque y potencia las cuales fueron 40.43% y 85.25% respectivamente; de esta manera verificando que el trucaje electrónico y mecánico aplicado al motor Suzuki Forsa G10 mejoró las prestaciones del vehículo.

Se realizaron cálculos en base a cilindraje que posee el vehículo, determinando el buen funcionamiento del motor, estos datos analizados nos dan a entender que el motor tiene un cilindraje superior al estándar con un valor del 3.407 %.

En base al consumo de combustible se determinó que no existe una disminución de gran diferencia, obteniendo así un valor de 3.7% en las pruebas de ruta realizadas, esto por motivo de que el ancho de pulso fue programado a 10.20 ms al ser utilizado para competencia buscando así un mejor rendimiento.

Se realizó la programación del módulo de control aplicando los parámetros de acuerdo a las especificaciones del motor, de la misma manera la calibración para los actuadores y sensores aplicados en este nuevo sistema, para obtener un correcto funcionamiento del motor G10 y eludir de esta manera contra explosiones internas. Ingresando en el software los datos específicos del motor ajustando también que la mezcla nos permita obtener una mayor potencia mediante una dosificación precisa, ajustes que se realiza mediante una interfaz conectada en la computadora.

Se modificó el sistema de alimentación de combustible, aplicando diferentes componentes debido a que se realizó la conversión de carburador a inyección, este tipo de conversión conlleva a utilizar componentes electrónicos y mecánicos que se aplica en este sistema en los vehículos actuales.

## Recomendaciones

Se debe verificar qué tipo de aplicación va a ejecutar el vehículo de esta manera organizar el sistema de alimentación de combustible de manera externa o interna, en nuestro caso se realizó de manera interna visible para verificar que no existan fugas y de la misma manera inspeccionar el trabajo de la bomba y de la válvula reguladora de presión

Para una mejor obtención de datos y lecturas correctas a la hora de realizar las pruebas en diferentes condiciones se debe verificar que éstas estén de acuerdo a las que nos presenta el ambiente o sean semejantes, también verificar que la temperatura de trabajo del motor ya está en su punto normal.

La unidad de control (ECU) debe tener un lugar establecido en el cual no llegué a obtener altas temperaturas o en algún lugar donde se pueda maltratar ya sea por el piloto o copiloto del vehículo

El sensor CKP se lo debe colocar en la base del bloque, esto debido a que sus vibraciones serán las mismas que posea la polea del cigüeñal; si colocamos el sensor se CKP en un punto distinto esto variará las vibraciones y sufre daños considerables.

Para realizar este tipo de adecuaciones se debe utilizar componentes de calidad y de marcas reconocidas las cuales nos otorguen una garantía de trabajo en óptimas condiciones.

Para realizar este tipo de modificaciones es necesario verificar que los componentes del motor no se encuentren con un desgaste elevado debido a que van a soportar mayores esfuerzos de trabajo.

Realizar varias pruebas y mediciones independientemente del tipo que sea para sacar un promedio de los valores obtenidos para su posterior análisis

## Bibliografía

A, C. (2019). *Motor Pasión*. Obtenido de Inyecciones:

<https://www.motorpasion.com.mx/tecnologia/inyeccion-multipunto-vs-inyeccion-directa-en-realidad-son-tan-diferentes>.

Acero , J. (25 de 08 de 2021). *Sensor de oxígeno O2 [Fotografía]*. Obtenido de Mundo Carros: <https://mundocarros.info/sensor-de-oxigeno/>

Águeda, E., & Garcia, J. (2009). *Técnicas básicas de mecánica y electricidad*. España: Paraninfo S.A.

Alonso, J. (2014). *Sistemas Auxiliares del motor* . Madrid, España: Ediciones Paraninfo.

Archivo de autos. (13 de 05 de 2017). *El carburador y su historia [Fotografía]*. Obtenido de Archivo de autos: <https://archivodeautos.wordpress.com/2017/05/14/el-carburador-y-su-historia/>

Armas , D., & Vallejo, A. (2013). *Implementación de un Sistema de Inyección Multipunto [Tesis de Licenciado en Electromecánica Automotriz, Universidad San Francisco de Quito]*. Repositorio Institucional , Quito.

Augeri, F. (11 de 09 de 2010). *EL SENSOR MAF*. Obtenido de CISE ELECTRONICA : <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/142-el-sensor-maf.html>

Auto Daewoo Spark. (2018). *Sistema eléctrico automotriz*. Obtenido de Eléctrico: <https://www.autodaewoospark.com/sistema-electrico-automotriz.php>

Automexico. (2021). *Español - Automexico [Fotografía]*. Obtenido de Automexico: <https://automexico.com/mantenimiento/que-es-la-valvula-iac-aid5235>

Ávila, D. (23 de 11 de 2021). *Carburador qué es y qué función tiene en un motor*. Obtenido de Actualidad Motor [Fotografía]: <https://www.actualidadmotor.com/carburador/>

- Ávila, D. (23 de 11 de 2021). *Carburador: qué es y qué función tiene en un motor*. Obtenido de Actualidad Motor: <https://www.actualidadmotor.com/carburador/>
- Castro, M. d. (2006). *Manual del Automóvil*. Barcelona: Grupo CEAC.
- Cedecenter Ecuador. (09 de 11 de 2021). *LA CUBA*. Obtenido de [https://web.facebook.com/cedecenter/posts/1551810135180532/?\\_rdc=1&\\_rdr](https://web.facebook.com/cedecenter/posts/1551810135180532/?_rdc=1&_rdr)
- Circuitos Eléctricos. (2019). *Circuitos Eléctricos*. Obtenido de Batería: [www.circuitos-electricos.com/circuitos-electricos-bateria/](http://www.circuitos-electricos.com/circuitos-electricos-bateria/)
- Crouse, W. H. (2003). *Mecánica del automóvil*. Barcelona: Marcombo.
- Denton, T. (2016). *Sistemas eléctrico y electrónico del automóvil.: Tecnología automotriz mantenimiento y reparación de vehículos* (1ra. ed.). Madrid , España: Marcombo.
- Durán, A. (05 de 03 de 2021). *Bobina de encendido: funcionamiento y problemas [Fotografía]*. Obtenido de Blog del AUTODOC CLUB - consejos e ideas para su coche: <https://club.autodoc.es/magazin/bobina-de-encendido-funcionamiento-y-problemas>
- ebay. (2022). *Surtidor de carburador Vergaser*. Obtenido de Surtidor: <https://www.ebay.es/p/10036065389>
- Escobar, F. (2022). *Evaluación de un motor OTTO experimental de baja cilindrada bajo diferentes porcentajes de mezcla gasolina-etanol a 2850 MSNM. [Tesis de Ingeniería mecánica automotriz, Universidad Internacional SEK]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4559>
- FEDAK. (2022). FEDERACIÓN ECUATORIANA DE AUTOMOVILISMO Y KARTISMO. *REGLAMENTO NACIONAL DEPORTIVO DE RALLY 2022*. Quito, Pichincha, Ecuador.

- Galarza, J., & Gallo, S. (2020). *Trucaje electrónico del sistema de alimentación de combustible del motor Rotax Max 125 cc monocilíndrico de dos tiempos, para utilizarlo en competición de karting [Tesis de Ingeniería Automotriz, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L ]*. Repositorio Institucional, Latacunga.
- Galarza, R. (04 de 02 de 2020). *Sensor ECT Temperatura Refrigerante Motor [Fotografía]*. Obtenido de Solo para Mecánicos: <https://www.soloparamecanicos.com/sensor-ect/>
- GALLEGOS, E. J. (2011). *TESIS DE GRADO*. Obtenido de DESARROLLO DE UN BANCO EMULADOR: <file:///C:/Users/User/Downloads/65T00023.pdf>
- García, E. (15 de 08 de 2019). *COMPENSADOR*. Obtenido de (Surtidor) - Definición - Significado: <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/compensador-surtidor-definicion-significado/gmx-niv15-con193637.htm>
- Gema, J. (2010). *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo* (1ra. ed.). Madrid, España: Editex.
- Gil, A. (24 de 12 de 2020). *Las partes y el funcionamiento del carburador de una moto*. Obtenido de Motor y Movilidad: <https://www.20minutos.es/motor/noticia/4522000/0/las-partes-y-el-funcionamiento-del-carburador-de-una-moto/>
- Gonzalez, F. O. (2014). *Electrónica y servicio: Problemas y soluciones en pantallas de computadoras*. México: Felipe Orozco.
- Gonzalez, F. O. (2015). *Electrónica y servicio: El circuito LED Driver Global en TV LCD*. MEXICO: Electrónica y Servicio.
- Guachamin, N. (2016). *Implementación del Sistema de Inyección Electrónica a Gasolina a un vehículo Mazda 323 [Tesis Licenciatura Automotriz, Universidad San Francisco de Quito USFQ ]*. Repositorio Institucional, Quito.

- Guillieri, S. (1993). *Dispositivos electrónicos en el Automóvil*. España: Ceac.
- Herres, G. (03 de 07 de 2019). *¿Qué es el filtro de gasolina, para qué sirve y cómo cambiarlo?* Obtenido de Grupo Herres: <http://www.grupoherres.com.mx/filtro-de-gasolina/>
- Jodalo, D. (28 de 07 de 2019). *Mecánica Virtual Curso de Carburadores 2.1*. Obtenido de fdocuments.mx: <https://fdocuments.mx/document/mecanica-virtual-curso-de-carburadores-21.html>
- Kilmer, S. (09 de 01 de 2022). *Sensor IAT: ¿Para qué sirve? y Principales Fallas [Fotografía]*. Obtenido de ExpertoMotor: <https://expertomotor.com/sensor-iat/>
- Marco, A. M. (2021). *El automóvil ante el siglo XXI*. Barcelona: Reverte S.A.
- Mena, M. S. (s.f.). Estudio y análisis teórico-práctico del comportamiento de un motor Suzuki G10 previo y posterior a su trucaje.
- Menna, M. (15 de 05 de 2022). *CARBURADOR [motor] | Qué es, para qué sirve, partes y funcionamiento*. Obtenido de ComoFunciona | Explicaremos hasta cosas que NO existen! [Fotografía]: <https://como-funciona.co/un-carburador/>
- Mundo Motor. (2020). *Mundo motor*. Obtenido de Sistema de encendido: <https://www.mundodelmotor.net/sistema-de-encendido-dis/>
- Mundocarros.info. (2021). *Sensor*. Obtenido de Sensor TPS posición de acelerador: <https://mundocarros.info/sensor-posicion-del-acelerador-tps/>
- Pardiñas, J., & Feijó, R. (2018). *Sistemas Auxiliares del motor*. Madrid, España: Editex .
- Pérez, M. (2011). *Sistemas Auxiliares del motor* (1ra ed.). Madrid, España: Ediciones Paraninfo.

- Pérez, M. (2021). *Sistemas auxiliares del motor* (3ra ed.). Madrid, España: Ediciones Paraninfo.
- Plaza, D. (18 de 10 de 2021). *Bujías: funcionamiento, tipos y averías [Fotografía]*. Obtenido de Motor.es: <https://www.motor.es/que-es/bujia-tipos-averias-mantenimiento>
- Reif, K. (2015). *Gasoline Engine Management-Bosch Professional Automotive Information*. Germany: Springer Vieweg.
- Revelo, H., & Vega, R. (2022). *Trucaje mecánico, electrónico del motor XR250 Tomado de Honda [Tesis de Ingeniería Automotriz, Universidad de las fuerzas Armadas]*. Repositorio Institucional. Obtenido de Repositorio Institucional.
- Rodriguez, J. (23 de 06 de 2022). *SISTEMAS DE ALIMENTACION*. Obtenido de SISTEMAS DE ALIMENTACION [Fotografía]: <http://servicioalsistemadealimentacion.blogspot.com/>
- Romero, A. (2019). *DICCIONARIO MOTOR [Fotografía]*. Obtenido de Diccionario gira: <https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/inyeccion-definicion-significado/gmx-niv15-con194509.htm>
- Romo, L. (2007). *Tesis*. Obtenido de Analisis de los sensores : <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/194/1/06612.pdf>
- Simbaña, E., Guasumba, J., Coronel, C., & Calero, D. (2022). Carburadores vs inyectores, semejanza y diferencias entre estos elementos del sistema de combustión. *Polo del Conocimiento*, 366.
- Stefanelli, E. (01 de 02 de 2017). *El Carburador - Circuito economizador de combustible*. Obtenido de Prof. Eduardo J. Stefanelli: <https://www.stefanelli.eng.br/es/carburador-circuito-economizador-combustible/>

Stefanelli, E. (01 de 02 de 2017). *El Carburador - sistema auxiliar de arranque en frío*

(*estrangulador*). Obtenido de Prof. Eduardo J. Stefanelli:

[https://www.stefanelli.eng.br/es/carburador-arranque-frio-](https://www.stefanelli.eng.br/es/carburador-arranque-frio-estrangulador/#:%7E:text=en%20el%20carburador.-,Carburador%20%E2%80%93%20sistema%20auxiliar%20de%20arranque%20en%20fr%C3%ADo%20(estrangulador),partes%20principales%20de%20este%20sistema.)

[estrangulador/#:%7E:text=en%20el%20carburador.-](https://www.stefanelli.eng.br/es/carburador-arranque-frio-estrangulador/#:%7E:text=en%20el%20carburador.-,Carburador%20%E2%80%93%20sistema%20auxiliar%20de%20arranque%20en%20fr%C3%ADo%20(estrangulador),partes%20principales%20de%20este%20sistema.)

[,Carburador%20%E2%80%93%20sistema%20auxiliar%20de%20arranque%20en%20fr%C3%ADo%20\(estrangulador\),partes%20principales%20de%20este%20sistema.](https://www.stefanelli.eng.br/es/carburador-arranque-frio-estrangulador/#:%7E:text=en%20el%20carburador.-,Carburador%20%E2%80%93%20sistema%20auxiliar%20de%20arranque%20en%20fr%C3%ADo%20(estrangulador),partes%20principales%20de%20este%20sistema.)

[0fr%C3%ADo%20\(estrangulador\),partes%20principales%20de%20este%20sistema.](https://www.stefanelli.eng.br/es/carburador-arranque-frio-estrangulador/#:%7E:text=en%20el%20carburador.-,Carburador%20%E2%80%93%20sistema%20auxiliar%20de%20arranque%20en%20fr%C3%ADo%20(estrangulador),partes%20principales%20de%20este%20sistema.)

Suzuki. (2021). *Modulo Encendido Suzuki Forza I- CHEV.LUV.2.3CC.TROOPER Denso ( c/*

*socket cuadrado ) – “DENSO” = NM422 ( son iguales) – Latina Importadora.*

Obtenido de Módulo de encendido:

[https://www.latinainportadora.com/producto/modulo-encendido-suzuki-forza-i-chev-](https://www.latinainportadora.com/producto/modulo-encendido-suzuki-forza-i-chev-luv-2-3cc-trooper-denso-c-socket-cuadrado-denso-nm422-son-iguales-2/)

[luv-2-3cc-trooper-denso-c-socket-cuadrado-denso-nm422-son-iguales-2/](https://www.latinainportadora.com/producto/modulo-encendido-suzuki-forza-i-chev-luv-2-3cc-trooper-denso-c-socket-cuadrado-denso-nm422-son-iguales-2/)

TTRACING.com.br. (2020). *Difusor carburador KOSO*. Obtenido de Difusor:

<https://www.ttracing.com.br/difusor-carburador-koso-pr-144-380691.htm>

Valladares, M. (2020). *Solo para mecánicos*. Obtenido de Sistemas de Inyección:

<https://www.soloparamecanicos.com/sistemas-de-inyeccion-electronica/>

Vallejo, A. (2013). *Implementación de un Sistema de Inyección Multipunto Programable en un vehículo a carburador*. Obtenido de

<https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3038>

VelocidadMaxima.com, foro automovilístico. (2022). *grado termico de las bujias -*

*VelocidadMaxima.com*. Obtenido de grado termico de las bujias -

*VelocidadMaxima.com*:

<https://www.velocidadmaxima.com/forum/showthread.php?t=2861>



## Anexos