



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

**Análisis de constitución y procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia China**

Muquinche Perez, Victor Esteban y Nicolalde Ormaza, Michael Alexis

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

Ing. Erazo Laverde, Washington German Msc.

3 de febrero del 2023

Latacunga

## Reporte de verificación de contenidos

### Document Information

<b>Analyzed document</b>	Tesis_Muquinche_Nicolalde_Erazo ECU Chino.pdf (D157771339)
<b>Submitted</b>	2023-02-03 17:55:00
<b>Submitted by</b>	Cristian Laverde
<b>Submitter email</b>	claverde@uteq.edu.ec
<b>Similarity</b>	2%
<b>Analysis address</b>	claverde.uteq@analysis.arkund.com

Firmado digitalmente por  
WASHINGTON  
GERMAN ERAZO  
LAVERDE



### Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/3606">https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/3606</a> Fetched: 2023-02-03 17:55:00	 2
<b>W</b>	URL: <a href="https://electroaut.blogspot.com/2012/04/introduccion-la-inyeccion-electronica-o.html">https://electroaut.blogspot.com/2012/04/introduccion-la-inyeccion-electronica-o.html</a> Fetched: 2023-02-03 17:55:00	 2
<b>W</b>	URL: <a href="https://topmotor.com.ar/index.php/2020/10/18/la-inyeccion-electronica/">https://topmotor.com.ar/index.php/2020/10/18/la-inyeccion-electronica/</a> Fetched: 2023-02-03 17:55:00	 1
<b>W</b>	URL: <a href="https://autosoporte.com/estructura-de-la-ecu-automotriz/">https://autosoporte.com/estructura-de-la-ecu-automotriz/</a> Fetched: 2023-02-03 17:55:00	 3
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.nod-pcba.com/news/611-es.html">https://www.nod-pcba.com/news/611-es.html</a> Fetched: 2023-02-03 17:55:00	 2
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.surtel.es/blog/que-son-los-componentes-smd/">https://www.surtel.es/blog/que-son-los-componentes-smd/</a> Fetched: 2023-02-03 17:55:00	 1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.fing.edu.uy/tecnoinf/mvd/cursos/arqcomp/material/teo/arq-teo09.pdf">https://www.fing.edu.uy/tecnoinf/mvd/cursos/arqcomp/material/teo/arq-teo09.pdf</a> Fetched: 2023-02-03 17:55:00	 1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/sintomas-ecu-danada/">https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/sintomas-ecu-danada/</a> Fetched: 2023-02-03 17:55:00	 1

### Entire Document

1 Análisis de constitución y procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia China Carátula Muquinche Perez, Víctor Esteban y Nicolalde Ormazá, Michael Alexis 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 Ing. Erazo Laverde, Washington German Msc. 3 de febrero del 2023 Latacunga

2 Reporte de verificación de contenidos ..... Ing. Erazo Laverde, Washington German Msc. C. C: 0501432637



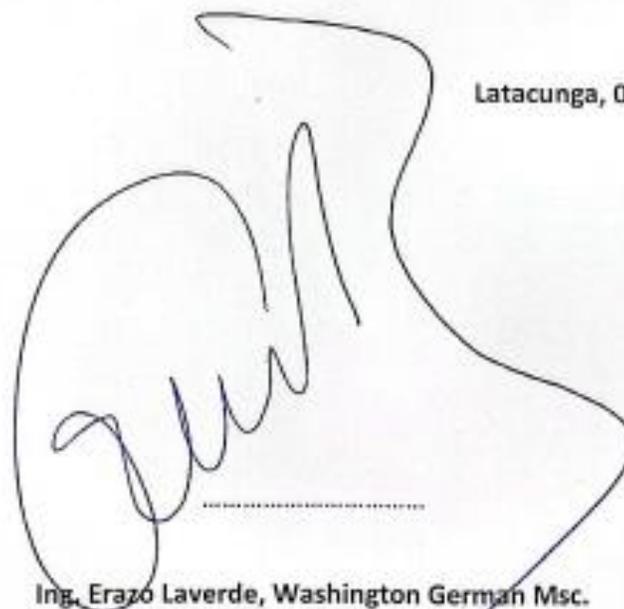
Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

### Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: "Análisis de constitución y procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia China" fue realizado por los señores **Muquinche Perez, Victor Esteban y Nicolalde Ormaza, Michael Alexis**, 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 verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 03 de febrero de 2023



Ing. Erazo Laverde, Washington German Msc.

C. C: 0501432637



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Responsabilidad de autoría

Nosotros, **Muquinche Perez, Victor Esteban** y **Nicolalde Ormaza, Michael Alexis**, con cedula de ciudadanía n° **1850135045** y **1723180392** declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **"Análisis de constitución y procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia China"** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 03 de febrero de 2023

**Muquinche Perez, Victor Esteban**

**C.C.: 1850135045**

**Nicolalde Ormaza, Michael Alexis**

**C.C.: 1723180392**



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Ingeniería Automotriz**

**Autorización de publicación**

Nosotros, **Muquinche Perez, Victor Esteban y Nicolalde Ormaza, Michael Alexis**, con cedula de ciudadanía n° **1850135045** y **1723180392** autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **"Análisis de constitución y procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia China"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

**Latacunga, 03 de febrero de 2023**

**Muquinche Perez, Victor Esteban**

**C.C.: 1850135045**

**Nicolalde Ormaza, Michael Alexis**

**C.C.: 1723180392**

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de integración curricular principalmente a mis padres Victor Hugo Muquinche y Olga Perez, quienes desde pequeño me han inculcado valores y principios que han sido indispensables en mi formación profesional.

A un Angelito que me cuida desde el cielo mi abuelito José Antonio Perez (+) quien siempre me apoyo en mi formación profesional, y quien por circunstancias de la pandemia no me puede acompañar en estos momentos tan importantes.

**VICTOR ESTEBAN MUQUINCHE PEREZ**

### **Agradecimiento**

A Dios le agradezco por acompañarme siempre en cada momento de mi vida ayudándome a superar los momentos difíciles, darme la fortaleza y sabiduría para poder llegar a cumplir esta meta en mi vida.

Agradezco a mis padres Victor Muquinche y Olga Perez, quienes siempre me acompañaron en mi formación profesional apoyándome en todo momento, siendo el pilar fundamental en mi vida. No encuentro las palabras correctas para expresarles lo mucho que los amo y lo orgulloso que me siento de tenerlos junto a mí.

Agradezco a dos personas muy importantes en mi vida, Azael Vargas y Rosa Elena Perez quienes han formado parte de mi formación profesional apoyándome en todo momento.

De igual manera a Karen Perez, gracias por formar parte del tiempo que ha conllevado mi formación profesional, su apoyo y cariño en todo momento.

Quiero agradecer al tutor del presente proyecto de integración curricular, Ing. Germán Erazo, por todo el conocimiento impartido y el tiempo empleado en guiarnos para finalizarlo con éxito.

Gracias a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L por darme la oportunidad de cumplir un sueño muy importante en mi vida, de igual manera a todos mis docentes y compañeros, sin duda alguna han aportado de manera positiva en todo este tiempo.

**VICTOR ESTEBAN MUQUINCHE PEREZ**

### **Dedicatoria**

Dedico el presente trabajo de integración curricular en primer lugar a mis padres Tarquino Nicolalde y Silvia Ormaza, quienes han sido mi apoyo y mi soporte durante toda mi vida universitaria, a mis hermanas por ser el motor que impulsa mis ganas de salir adelante y a mis abuelitos quienes desde un inicio me acompañaron, estuvieron presentes en mi formación primaria y secundaria.

**MICHAEL ALEXIS NICOLALDE ORMAZA**

### **Agradecimiento**

Agradezco en primer lugar a mi familia por haber confiado en mí, siempre me apoyaron a pesar de todas las dificultades que se cruzaron en mi camino a lo largo de mi vida universitaria.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga por abrirme sus puertas y haberme permitido estudiar la carrera de mis sueños, como también a todos los docentes, compañeros y amigos que conocí y fueron un gran aporte a lo largo de toda la carrera.

Al Ingeniero Washington Erazo tutor de la unidad de integración curricular quien nos brindó todo su apoyo incondicional a lo largo del desarrollo de la presente investigación.

**MICHAEL ALEXIS NICOLALDE ORMAZA**

**ÍNDICE DE CONTENIDO**

<b>Carátula.....</b>	<b>1</b>
<b>Reporte de verificación de contenidos.....</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>Dedicatoria.....</b>	<b>6</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>7</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>8</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>9</b>
<b>Índice de contenido .....</b>	<b>10</b>
<b>Índice de tablas.....</b>	<b>17</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>19</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>22</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>23</b>
<b>Capítulo I: Marco metodológico .....</b>	<b>24</b>
<b>Antecedentes investigativos .....</b>	<b>24</b>
<b>Planteamiento del problema .....</b>	<b>25</b>
<b>Justificación e importancia .....</b>	<b>27</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>28</b>

	11
<b>Objetivo General .....</b>	<b>28</b>
<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>28</b>
<b>Hipótesis.....</b>	<b>29</b>
<b>Variables de investigación .....</b>	<b>29</b>
<b>Variable independiente.....</b>	<b>29</b>
<b>Variable dependiente .....</b>	<b>29</b>
<b>Metodología de desarrollo del proyecto .....</b>	<b>29</b>
<b>Capítulo II: Marco Teórico .....</b>	<b>31</b>
<b>Introducción al sistema de inyección electrónica .....</b>	<b>31</b>
<b>Unidad de control electrónica (ECU).....</b>	<b>31</b>
<b>Constitución de la ECU.....</b>	<b>32</b>
<b>Circuito Fuente .....</b>	<b>33</b>
<b>Sector de entrada (Periferia) .....</b>	<b>34</b>
<b>Bloque de procesamiento.....</b>	<b>36</b>
<b>Circuito de Salida (Drivers).....</b>	<b>36</b>
<b>Parámetros de información del programa PID´s .....</b>	<b>38</b>
<b>Señales análogas y digitales.....</b>	<b>40</b>
<b>Elementos eléctrico – electrónicos de las ECUs.....</b>	<b>41</b>
<b>Componentes pasivos .....</b>	<b>41</b>
<b>Componentes activos.....</b>	<b>42</b>

<i>Dispositivos de montaje superficial (SMD)</i> .....	43
Memorias de la unidad de control electrónica ECU .....	43
<i>Memoria volátil</i> .....	44
<i>Memoria RAM</i> .....	44
<i>Memoria ROM</i> .....	44
<i>Memoria de acceso secuencial RAM</i> .....	45
<i>Memoria ROM programable (PROM)</i> .....	45
<i>Memoria ROM programable y borrrable (EPROM)</i> .....	46
<i>Memoria ROM programable borrrable (EEPROM)</i> .....	47
<i>Memoria tipo DIL (Dual Input Line)</i> .....	48
<i>Memoria tipo SOP (Small Outline Package)</i> .....	48
<i>Memoria tipo PLCC (Plastic Lader Chip Carrier)</i> .....	49
Tipos de fallas en computadoras automotrices .....	50
Operación, variables y beneficios de reparar la ECU .....	50
Capítulo III: Arquitectura y constitución de ECUs de procedencia China .....	52
ECU de procedencia China .....	52
Levantamiento de requerimientos .....	55
Señales y módulos de prueba .....	56
<i>Osciloscopio Hantek 1008C</i> .....	58
<i>Soldadora BAKU 702L</i> .....	59

<i>Multímetro TRISCO DA-830</i> .....	60
<i>Scanner Automotriz</i> .....	62
<i>Software de especificaciones</i> .....	65
<i>Constitución de bloques</i> .....	68
ECU Great Wall Haval H5.....	70
ECU Great Wall Haval M4.....	72
ECU Hyundai Accent 1.5L.....	74
<i>Subsistema de alimentación</i> .....	76
<i>Subsistema de control</i> .....	77
Periferia.....	78
Drivers .....	78
Diagrama de conexión.....	79
<i>¿Qué es un diagrama de conexión?</i> .....	80
<i>Circuito en LiveWire de la ECU del vehículo Great Wall Haval H5</i> .....	81
<i>Circuito en LiveWire de la ECU del vehículo Great Wall Haval M4</i> .....	82
<i>Circuito en LiveWire de la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.5L</i> .....	83
Selección de elementos eléctricos electrónicos y bloques de pruebas .....	84
<i>Componentes eléctricos y electrónicos de la ECU Great Wall Haval H5</i> .....	84
<i>Componentes eléctricos y electrónicos de la ECU Great Wall Haval M4</i> .....	85
<i>Componentes eléctricos y electrónicos de la ECU Hyundai Accent 1.5L</i> .....	87

Conector DLC .....	88
Capítulo IV: Protocolo de pruebas, banqueo y resultados de las pruebas experimentales .....	90
Distribución de pines.....	90
<i>Distribución de pines ECU Great Wall Haval H5.....</i>	<i>90</i>
<i>Distribución de pines ECU Great Wall Haval M4.....</i>	<i>92</i>
<i>Distribución de pines ECU Hyundai Accent 1.5L.....</i>	<i>94</i>
Protocolo de pruebas de ECU China .....	95
Señales de entrada.....	96
<i>Señales de Entrada de ECU Great Wall Haval H5 (Óptimas Condiciones).....</i>	<i>97</i>
<i>Señales de Entrada de ECU Great Wall Haval H5 (Averjada).....</i>	<i>97</i>
<i>Señales de Entrada de ECU Great Wall Haval M4.....</i>	<i>98</i>
<i>Señales de Entrada de ECU Hyundai Accent 1.5L.....</i>	<i>99</i>
Señales de salida y activación de actuadores.....	100
<i>Señales de salida y de actuadores de ECU Great Wall Haval H5 (Óptimas Condiciones).....</i>	<i>100</i>
<i>Señales de salida y activación de actuadores de ECU Great Wall Haval H5 (Averjada).....</i>	<i>104</i>
<i>Señales de salida y activación de actuadores de ECU Great Wall M4 .....</i>	<i>107</i>
<i>Señales de salida y activación de actuadores de ECU Hyundai Accent 1.5L.....</i>	<i>108</i>
Pruebas de la ECU China .....	109
Pruebas con osciloscopio de baja tensión.....	111
<i>ECU Haval H5 (Óptimas Condiciones) .....</i>	<i>111</i>

<i>ECU Haval H5 (Averiadada)</i> .....	114
<i>ECU Hyundai Accent</i> .....	118
Reporte de estado de los circuitos de ECU.....	120
Reporte de componentes de reparación y reemplazo .....	123
Informe de estado y reparación .....	124
<i>ECU Great Wall Haval H5 (Estado Óptimo) y Hyundai Accent 1.5L</i> .....	124
<i>ECU Great Wall Haval H5 (Averiadada)</i> .....	125
Protocolo de reparación .....	125
<i>Bloque de entrada</i> .....	126
<i>Bloque de salida</i> .....	126
<i>Localización y reparación de fallas</i> .....	126
<i>Tipos de fallas en ECUs</i> .....	126
Punto de soldadura oxidado o con corrosión por óxido .....	126
Pista quemada .....	128
Transistor dañado .....	128
Fallas de condensadores .....	130
Falla de microprocesador .....	132
Capítulo V: Marco administrativo .....	133
Recursos .....	133
<i>Recursos humanos</i> .....	133

<i>Recursos tecnológicos</i> .....	133
<i>Recursos materiales</i> .....	134
Recursos de apoyo .....	134
Análisis de costos del proyecto de investigación.....	135
<i>Análisis costo – beneficio</i> .....	135
Conclusiones y Recomendaciones.....	137
Conclusiones .....	137
Recomendaciones .....	138
Bibliografía .....	139
Anexos .....	141

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Señales y sensores de entrada</i> .....	<b>35</b>
<b>Tabla 2</b> <i>Señales de salida (Drivers)</i> .....	<b>38</b>
<b>Tabla 3</b> <i>PID's primarios y secundarios</i> .....	<b>39</b>
<b>Tabla 4</b> <i>Componentes pasivos</i> .....	<b>41</b>
<b>Tabla 5</b> <i>Componentes activos</i> .....	<b>42</b>
<b>Tabla 6</b> <i>Equipos y herramientas utilizados para la comprobación de ECUs</i> .....	<b>55</b>
<b>Tabla 7</b> <i>Características y funciones del módulo MST – 9000+</i> .....	<b>57</b>
<b>Tabla 8</b> <i>Características del osciloscopio Hantek 1008C</i> .....	<b>58</b>
<b>Tabla 9</b> <i>Características de la estación de soldadura BAKU 702L</i> .....	<b>60</b>
<b>Tabla 10</b> <i>Características del multímetro TRISCO DA – 830</i> .....	<b>61</b>
<b>Tabla 11</b> <i>Scanner automotriz MS509 OBDII/EOBD</i> .....	<b>63</b>
<b>Tabla 12</b> <i>Identificación de los componentes eléctricos y electrónicos de la ECU Great Wall Haval H5</i> .....	<b>84</b>
<b>Tabla 13</b> <i>Identificación de los componentes eléctricos y electrónicos de la ECU Great Wall Haval M4</i> ....	<b>85</b>
<b>Tabla 14</b> <i>Identificación de los componentes eléctricos y electrónicos de la ECU Hyundai Accent 1.5L</i> .....	<b>87</b>
<b>Tabla 15</b> <i>Conector DLC de cada ECU analizada</i> .....	<b>89</b>
<b>Tabla 16</b> <i>Distribución de pines de la ECU Great Wall Haval H5</i> .....	<b>91</b>
<b>Tabla 17</b> <i>Distribución de pines de la ECU Great Wall Haval M4</i> .....	<b>93</b>
<b>Tabla 18</b> <i>Distribución de pines de la ECU Hyundai Accent 1.5L</i> .....	<b>94</b>
<b>Tabla 19</b> <i>Señales de Entrada de ECU Great Wall Haval H5 (Óptimas Condiciones)</i> .....	<b>97</b>
<b>Tabla 20</b> <i>Señales de Entrada de ECU Great Wall Haval H5 (Averiadada)</i> .....	<b>97</b>
<b>Tabla 21</b> <i>Señales de Entrada de ECU Great Wall Haval M4</i> .....	<b>98</b>
<b>Tabla 22</b> <i>Señales de Entrada de ECU Hyundai Accent 1.5L</i> .....	<b>99</b>
<b>Tabla 23</b> <i>Señales de salida y de actuadores de ECU Great Wall Haval H5 (Óptimas Condiciones)</i> .....	<b>100</b>

<b>Tabla 24</b> <i>Señales de salida y activación de actuadores de ECU Great Wall Haval H5 (Averiadada)</i> .....	<b>104</b>
<b>Tabla 25</b> <i>Señales de salida y activación de actuadores de ECU Great Wall M4</i> .....	<b>107</b>
<b>Tabla 26</b> <i>Señales de salida y activación de actuadores de ECU Hyundai Accent 1.5L</i> .....	<b>108</b>
<b>Tabla 27</b> <i>Oscilogramas de actuadores de la ECU del vehículo Haval H5 (Óptimas condiciones)</i> .....	<b>111</b>
<b>Tabla 28</b> <i>Oscilogramas de sensores de la ECU del vehículo Haval H5 (Óptimas Condiciones)</i> .....	<b>112</b>
<b>Tabla 29</b> <i>Oscilogramas de actuadores de la ECU del vehículo Haval H5 (Averiadada)</i> .....	<b>115</b>
<b>Tabla 30</b> <i>Oscilogramas de sensores de la ECU del vehículo Haval H5 (Averiadada)</i> .....	<b>116</b>
<b>Tabla 31</b> <i>Oscilogramas de componentes de la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.5L</i> .....	<b>118</b>
<b>Tabla 32</b> <i>Verificación de los circuitos de la ECU del Great Wall Haval H5 (Óptimas Condiciones)</i> .....	<b>120</b>
<b>Tabla 33</b> <i>Verificación del estado de los circuitos de la ECU del Great Wall Haval H5 (Averiadada)</i> .....	<b>121</b>
<b>Tabla 34</b> <i>Verificación del estado de los circuitos de la ECU del Hyundai Accent 1.5L</i> .....	<b>122</b>
<b>Tabla 35</b> <i>Componentes para reparación y reemplazo de la ECU Great Wall Haval H5 (Averiadada)</i> .....	<b>123</b>
<b>Tabla 36</b> <i>Recursos humanos</i> .....	<b>133</b>
<b>Tabla 37</b> <i>Recursos tecnológicos</i> .....	<b>134</b>
<b>Tabla 38</b> <i>Recursos materiales</i> .....	<b>134</b>
<b>Tabla 39</b> <i>Recursos de apoyo</i> .....	<b>134</b>
<b>Tabla 40</b> <i>Recursos de apoyo</i> .....	<b>135</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Constitución del sistema de control electrónico</i> .....	<b>32</b>
<b>Figura 2</b> <i>Procesamiento de señales en la unidad de control</i> .....	<b>33</b>
<b>Figura 3</b> <i>Circuito fuente</i> .....	<b>34</b>
<b>Figura 4</b> <i>Sector de entrada (Periferia)</i> .....	<b>35</b>
<b>Figura 5</b> <i>Bloque de procesamiento</i> .....	<b>36</b>
<b>Figura 6</b> <i>Circuito de salida (Drivers)</i> .....	<b>37</b>
<b>Figura 7</b> <i>Terminales del conector OBDII</i> .....	<b>38</b>
<b>Figura 8</b> <i>La conexión de un equipo electrónico con salida analógica a un control lógico</i> .....	<b>40</b>
<b>Figura 9</b> <i>La conexión de las señales digitales en un controlador lógico</i> .....	<b>41</b>
<b>Figura 10</b> <i>Resistencias SMD</i> .....	<b>43</b>
<b>Figura 11</b> <i>Memorias de la ECU</i> .....	<b>43</b>
<b>Figura 12</b> <i>Memoria ROM</i> .....	<b>45</b>
<b>Figura 13</b> <i>Memoria ROM programable y borrable (EPROM)</i> .....	<b>46</b>
<b>Figura 14</b> <i>Memoria ROM programable y borrable (EEPROM)</i> .....	<b>47</b>
<b>Figura 15</b> <i>Memoria tipo DIL</i> .....	<b>48</b>
<b>Figura 16</b> <i>Memoria tipo SOP</i> .....	<b>49</b>
<b>Figura 17</b> <i>Memoria tipo PLCC</i> .....	<b>49</b>
<b>Figura 18</b> <i>Fallas en computadoras automotrices</i> .....	<b>50</b>
<b>Figura 19</b> <i>Operación, variables y beneficios de reparar la ECU</i> .....	<b>51</b>
<b>Figura 20</b> <i>Marcas de vehículos de procedencia China</i> .....	<b>53</b>
<b>Figura 21</b> <i>Marcas de vehículos de procedencia China</i> .....	<b>54</b>
<b>Figura 22</b> <i>MST - 9000+</i> .....	<b>56</b>
<b>Figura 23</b> <i>Hantek 1008C</i> .....	<b>58</b>

<b>Figura 24 Soldadora BAKU 702L</b> .....	<b>59</b>
<b>Figura 25 TRISCO DA-830</b> .....	<b>61</b>
<b>Figura 26 MS509 OBDII/EOBD</b> .....	<b>63</b>
<b>Figura 27 Autodata</b> .....	<b>65</b>
<b>Figura 28 Alldata</b> .....	<b>66</b>
<b>Figura 29 Carmin</b> .....	<b>67</b>
<b>Figura 30 Mitchel Prodemand 5</b> .....	<b>68</b>
<b>Figura 31 Estructura de ECU a gasolina</b> .....	<b>69</b>
<b>Figura 32 Elementos de los bloques de operación</b> .....	<b>69</b>
<b>Figura 33 ECU Great Wall Haval H5</b> .....	<b>70</b>
<b>Figura 34 ECU Great Wall Haval H5</b> .....	<b>70</b>
<b>Figura 35 Conector ECU Great Wall Haval H5</b> .....	<b>71</b>
<b>Figura 36 Bloques de operación de ECU Great Wall Haval H5</b> .....	<b>71</b>
<b>Figura 37 ECU Great Wall Haval M4</b> .....	<b>72</b>
<b>Figura 38 ECU Great Wall Haval M4</b> .....	<b>72</b>
<b>Figura 39 Conector ECU Great Wall Haval M4</b> .....	<b>73</b>
<b>Figura 40 Bloques de operación de ECU Great Wall Haval M4</b> .....	<b>73</b>
<b>Figura 41 ECU Hyundai Accent 1.5L</b> .....	<b>74</b>
<b>Figura 42 ECU Hyundai Accent 1.5L</b> .....	<b>74</b>
<b>Figura 43 Conector ECU Hyundai Accent 1.5L</b> .....	<b>75</b>
<b>Figura 44 Bloques de operación de ECU Hyundai Accent 1.5L</b> .....	<b>75</b>
<b>Figura 45 Subsistema de Alimentación</b> .....	<b>76</b>
<b>Figura 46 Subsistema de control</b> .....	<b>77</b>
<b>Figura 47 Periferia de la ECU</b> .....	<b>78</b>

<b>Figura 48 Drivers</b> .....	<b>79</b>
<b>Figura 49 Circuito de conexión de la ECU del vehículo Great Wall Haval H5</b> .....	<b>81</b>
<b>Figura 50 Circuito de conexión de la ECU del vehículo Great Wall Haval M4</b> .....	<b>82</b>
<b>Figura 51 Circuito de conexión de la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.5L</b> .....	<b>83</b>
<b>Figura 52 Conector DLC macho y hembra</b> .....	<b>89</b>
<b>Figura 53 Conector de pines de ECU Great Wall Haval H5</b> .....	<b>90</b>
<b>Figura 54 Conector de pines de ECU Great Wall Haval M4</b> .....	<b>92</b>
<b>Figura 55 Conector de pines de ECU Hyundai Accent 1.5L</b> .....	<b>94</b>
<b>Figura 56 Multímetro TRISCO DA – 830</b> .....	<b>96</b>
<b>Figura 57 Probador de ECUs MST - 9000+</b> .....	<b>110</b>
<b>Figura 58 Osciloscopio Hantek 1008C</b> .....	<b>111</b>
<b>Figura 59 Identificación de bloques en cada una de las ECUs</b> .....	<b>125</b>
<b>Figura 60 Juntas de soldadura agrietadas</b> .....	<b>127</b>
<b>Figura 61 Hilo fino soldado sobre la pista para realizar puente</b> .....	<b>128</b>
<b>Figura 62 Transistores de salida</b> .....	<b>129</b>
<b>Figura 63 Comprobación de transistores NPN</b> .....	<b>129</b>
<b>Figura 64 Comprobación de transistores PNP</b> .....	<b>130</b>
<b>Figura 65 Condensadores de una ECU</b> .....	<b>131</b>

## Resumen

En el trabajo de integración curricular basa su análisis en los procesos de diagnóstico y reparación de Unidades de Control Electrónico (ECU) que se encuentra montadas en vehículos de procedencia China, y contiene la siguiente información: En el capítulo I se considera el marco metodológico de la investigación. Con respecto al marco teórico se investigó información relevante de fuentes confiables para establecer la arquitectura y funcionamiento de las ECUs. En el capítulo III, se llevó a cabo el levantamiento de requerimientos, en el que se definieron los equipos y herramientas necesarias para el diagnóstico y reparación, así como también el software en donde se encuentran diagramas y distribuciones de pines. Para el desarrollo del capítulo IV, se verificó el funcionamiento de la ECU, se utilizó el módulo de comprobación de computadoras automotrices, simulando las señales de los sensores y monitoreando el control de masa de los actuadores del sistema electrónico del vehículo. Además, se realizaron diferentes pruebas con osciloscopio y multímetro automotriz, para asegurarse de que la ECU emite las señales de referencia a los sensores y proporciona voltajes de alimentación a los actuadores dentro del sistema electrónico. El proceso de diagnóstico y reparación incluyó la identificación de problemas técnicos, la realización de pruebas para determinar la causa del problema, y la reparación o reemplazo de componentes defectuosos. Éste trabajo permitió comprender la importancia de la investigación previa y la utilización de herramientas y equipos especializados en el diagnóstico y reparación de las ECUs de procedencia China; además que servirá como fuente de consulta para futuros proyectos e investigaciones.

*Palabras clave:* Unidad de Control Electrónico, módulo de comprobación, simulación de señales, reparación de ECUs

### **Abstract**

The curricular integration work is based on the diagnostic and repair processes of Electronic Control Units (ECUs) mounted in vehicles of Chinese origin, and contains the following information: In Chapter I, the research methodology is considered. Regarding the theoretical framework, reliable information was researched to establish the architecture and functioning of the ECUs. In Chapter III, the requirements gathering was carried out, where the necessary equipment and tools for diagnosis and repair were defined, as well as the software where diagrams and pin distributions are found. For the development of Chapter IV, the functioning of the ECU was verified, the automotive computer testing module was used, simulating the signals of the sensors and monitoring the mass control of the electronic system actuators of the vehicle. In addition, different tests were carried out with an oscilloscope and an automotive multimeter, to ensure that the ECU emits reference signals to the sensors and provides power voltages to the actuators within the electronic system. The diagnostic and repair process included the identification of technical problems, the performance of tests to determine the cause of the problem, and the repair or replacement of defective components. This work allowed us to understand the importance of prior research and the use of specialized tools and equipment in the diagnosis and repair of ECUs of Chinese origin; it will also serve as a source of consultation for future projects and research.

*Key words:* Electronic Control Unit, testing module, signal simulation, ECU repair

## Capítulo I

### Marco metodológico análisis de constitución de procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia China

#### Antecedentes investigativos

Según Sánchez (2013), Los avances tecnológicos en la industria automotriz han modificado el diagnóstico y reparación de los automóviles, es por eso que actualmente utiliza computadoras para lograr un rendimiento óptimo para el aprovechamiento de la gasolina y lubricantes, así como evitar emisiones de gases contaminantes que afecta al medio ambiente y la salud de las personas. Este hecho presenta una posibilidad para establecer un centro especializado en el diagnóstico y reparación de computadoras de automóviles. Con esto, se puede motivar la investigación sobre los posibles clientes, el equipo requerido, cómo administrar y asignar los recursos financieros necesarios para poner en marcha la empresa, y analizar su rentabilidad y su posicionamiento en el mercado.

El parque automotriz ha ido evolucionando considerablemente con nuevas tecnologías a través de la electrónica de módulos, que comandan a todos los sensores y actuadores los cuales permiten que el vehículo funcione en óptimas condiciones, así aumenta la fiabilidad y seguridad, además minimiza el impacto ambiental.

Las computadoras automotrices controlan el sistema de inyección, para realizar esto ejecuta los cálculos a través de la información generada por el motor de combustión interna, obtenida por medio de los sensores que entregan información de posición del cigüeñal, velocidad del motor, temperatura del motor, la presión del aire, etc. Todo con la finalidad de reducir emisiones con el control adecuado de la inyección.

Los vehículos disponen de sistemas sofisticados, que requieren de un diagnóstico más complejo, es por eso que se ha incursionado en la generación de los procesos y protocolos de diagnóstico y

reparación de computadoras automotrices de modelos chinos que se encuentran circulando en el Ecuador, con la finalidad de contribuir con información a técnicos, profesionales del área automotriz y afines.

(Olivo, 2016) menciona que: Con la rápida evolución de los motores de los automóviles, el carburador empezó a no conseguir suplir las necesidades de los nuevos vehículos, en lo que se refiere a la contaminación, ahorro de combustible, potencia, respuestas rápidas en las aceleraciones, etc. Partiendo de esa constatación, se desarrolló los sistemas de inyección electrónica de combustible, que tienen por objetivo proporcionar al motor un mejor rendimiento con más ahorro, en todos los regímenes de funcionamiento.

(Constante, 2013) indica que: Las computadoras automotrices controlan el sistema de inyección, para esto realiza millones de cálculos, para permitir el correcto funcionamiento de la inyección. Los cálculos los realiza gracias a los datos de los varios sensores que posee el vehículo que entregan información de posición del cigüeñal, velocidad del motor, temperatura del motor, la presión del aire, etc. Todo con la finalidad de reducir emisiones con el control adecuado de la inyección. Por tal razón el funcionamiento adecuado de la ECU es primordial, para que el vehículo funcione de forma adecuada.

### **Planteamiento del problema**

Los vehículos automotrices hoy en día disponen de un gran número de redes electrónicas de control y regulación. Conforme al avance tecnológico en estos sistemas ameritan un mayor conocimiento sobre sensores, actuadores y códigos de falla para efectuar un diagnóstico eficiente del vehículo.

La ECU es un dispositivo esencial en el vehículo que por cuestiones de uso entre otros factores está expuesto al daño o deterioro cambiada o reparada según las condiciones que presente y, por ende, necesita de un análisis del proceso de verificación y reparación.

En la línea de vehículos de origen chino cada vez es más creciente su incursión en el mercado ecuatoriano por lo que se hace indispensable se generen fuentes de información sobre su arquitectura, procesos de reparación y diagnóstico de los principales vehículos que se equipen con módulos de control electrónico, que permitan la detección de fallas con exactitud si la unidad de control puede o no ser reparada.

Muchos de los problemas en el automóvil son imputados a la ECU y por la escasa disponibilidad de información técnica como también la falta de talleres de servicio automotriz especializados en el diagnóstico y reparación de computadoras en el país, muchas de estas son desechadas, por lo cual a través de esta investigación se obtendría información para el diagnóstico y reparación de ECUs en vehículos de la línea china.

Con el constante adelanto tecnológico, los graduados de la Carrera de Ingeniería Automotriz están en la capacidad de desarrollar técnicas y procedimientos para desarrollar el proceso de verificación de ECUs de procedencia china, bajo normas y de esta manera tener un criterio real para el diagnóstico y reparación de ECUs en los modelos chinos que circulan en el Ecuador, por lo que el problema a investigar son los parámetros de información de diagnóstico PID's, pindata para las señales de alimentación, drivers, control y periferia que se requiere para verificar computadoras automotrices.

### **Descripción resumida de investigación**

A través de la UIC, se desarrolló el proyecto de graduación denominado IMPLEMENTACIÓN DEL ÁREA DE ANALISIS DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE ECUs AUTOMOTRICES DISPONIBLES EN EL MERCADO ECUATORIANO, en este contexto se realizó la investigación del estado del arte en fuentes de

consulta confiables para posteriormente ejecutar las siguientes tareas que conformaran el trabajo de graduación.

- Determinar la arquitectura y procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia china.
- Realizar el levantamiento de requerimientos del sistema de diagnóstico y reparación de ECUs.
- Selección módulos de verificación, fuentes de señales de entrada y salida y equipos de verificación.
- Definir el uso de software de simulación y especificaciones.
- Estimar elementos de recambio y repuestos.
- Seleccionar el Pin code de ECUs de análisis.
- Generar el proceso de banqueo, reparación prueba y puesta a punto

### **Justificación e importancia**

El avance tecnológico en el área automotriz amerita que, como profesionales, se disponga del nivel académico adecuado en el desarrollo de esta área de especialización.

Los vehículos de procedencia china que circulan en el país registran un gran número de redes electrónicas de control y regulación. Conforme al avance tecnológico en estos sistemas requieren de un mayor conocimiento sobre sensores, actuadores y códigos de falla para efectuar un diagnóstico eficiente del vehículo.

La Unidad de Control Electrónica es un dispositivo esencial en el vehículo, que por cuestiones de uso entre otros factores está expuesto al daño o deterioro, puede ser cambiada o reparada según las condiciones, por lo que es necesario elaborar protocolos de prueba y reparación, definidos en base a información técnica y especificaciones del fabricante.

En muchos casos los problemas son citados a la ECU y por la escasa disponibilidad de información técnica como también la falta de talleres de servicio automotriz especializados en el diagnóstico y reparación de computadoras en el país, muchas de estas son desechadas, por lo cual con la investigación para el diagnóstico y reparación de ECUs en vehículos de la línea china se fortalecerá la experticia de técnicos y profesionales, generando de esta manera un incremento de personal con conocimiento en este tipo de reparaciones.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Determinar la constitución y procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia China.

### ***Objetivos específicos***

- Investigar información relevante a la constitución de computadoras automotrices de procedencia China.
- Realizar el levantamiento de requerimientos para verificar ECUs automotrices de procedencia China.
- Definir información técnica especializada de ECUs de procedencia China.
- Definir el proceso de diagnóstico y reparación de la ECU.

## **Metas del Proyecto**

Disponer de una estación para el diagnóstico especializado y reparación de ecus automotrices de procedencia China.

## **Hipótesis**

¿El desarrollo del análisis de constitución y procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia china permitirá realizar el diagnóstico eficiente de las mismas para que se genere el correcto funcionamiento del motor de combustión interna?

## **Variables de investigación**

### ***Variable independiente***

- ECU automotriz de procedencia China.

### ***Variable dependiente***

- Proceso de diagnóstico y reparación.

## **Metodología de desarrollo del proyecto**

Para dar el soporte correspondiente al aspecto metodológico, se recopiló información de fuentes confiables como libros, lugares web, artículos científicos, publicaciones, boletines de revistas, bibliotecas virtuales y espacios de investigación.

Método deductivo. Se empleo para analizar los parámetros característicos del sistema de inyección de combustible, permitiendo diagnosticar el estado real de una unidad de control electrónica de forma técnica.

Método inductivo Este método permitió que, mediante la verificación de las diferentes ECUs, se obtenga parámetros característicos del sistema de inyección de combustible a través de la generación de señales que simulan a los sensores del vehículo, para que la ECU computadora active los diferentes actuadores generando una amplia experimentación.

Método analítico. - Se analizó y determinó las variaciones de los parámetros característicos generados en la ECM con simulaciones de señales establecidas en tiempo real.

Método de síntesis. Se compilo la información necesaria para emitir la explicación de los datos resultantes de las pruebas realizadas bajo la influencia de los parámetros característicos del sistema de inyección de las ECUs con sus diferentes tipos de señales de sensores y actuadores

Método experimental Se aplicó este método debido a que se realizó pruebas y mediciones con la implementación de una guía y un protocolo de pruebas, los cuales aportan los parámetros característicos ideales de funcionamiento del sistema de inyección de combustible.

Método comparativo. – Se estableció variaciones de los parámetros característicos de la ECU de procedencia china, basándose en datos y mediciones realizadas en condiciones normales de funcionamiento del sistema de inyección de combustible.

Método de observación directa. - Se visualizó las diferentes pruebas realizadas en el laboratorio obteniendo resultados variables de los parámetros característicos y cómo influye en el comportamiento del sistema de inyección con el uso de la ECU de procedencia china

Método de medición Se constató los valores reales de los parámetros característicos del sistema de inyección producidos en las ECUs siguiendo un protocolo de pruebas, para determinar si una unidad electrónica está funcionando correctamente, se puede reparar o reemplazar.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### Introducción al sistema de inyección electrónica

La inyección electrónica ya no se la considera como una tecnología nueva, lleva presentes en el mercado ya muchos años. Según Lunar (2012) “Recientemente es que ha tenido auge como la evolución de los sistemas de alimentación de combustible por carburador. Lo que sucede es que la necesidad de tener vehículos menos contaminantes nos llevó a sustituir a los carburadores”.

Según Epifanio (2020) el sistema de inyección electrónica “Estuvo listo para su fabricación en serie en el año 1967 de la mano de Bosch, salió al mercado con el nombre de Bosch D-Jetronic en donde por primera vez la mezcla de aire combustible era calculada por una computadora”.

A pesar de que el concepto de inyección electrónica posea larga data, su auge ha sido reciente. Este hecho se debe a que las condiciones de producción no eran las mismas hace más de dos décadas que en la actualidad, pues la tecnología no se encontraba tan avanzada y por ende la producción de computadoras, mismas que hacen funcionar al sistema de inyección electrónica, no se realizaba de forma masiva. Por ello, en la actualidad se ha potenciado el uso de los sistemas de inyección electrónica de combustible ya que, por un lado, proporcionan un mayor rendimiento y, por otro lado, resultan más amigables con el medio ambiente.

#### Unidad de control electrónica (ECU)

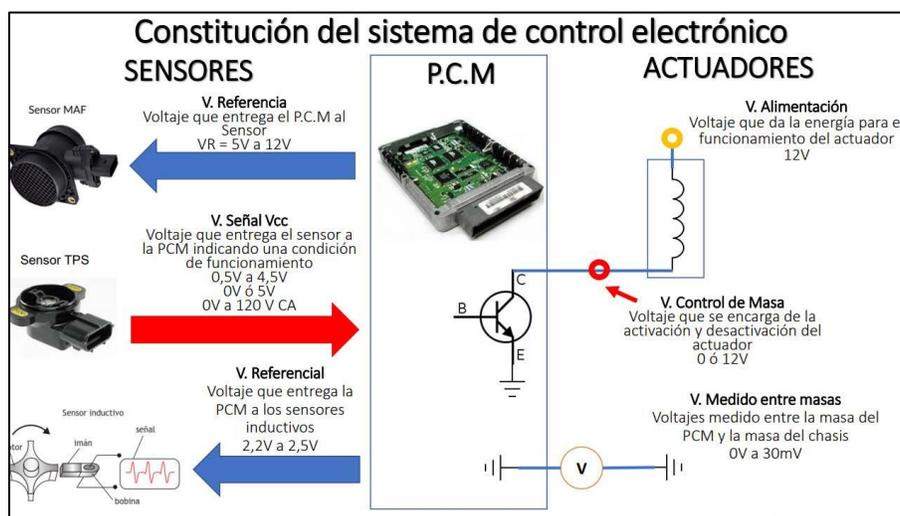
De acuerdo con Laica (2012), la unidad de control electrónica “Es un conjunto de diversos componentes electrónicos distribuidos en placas de circuito impreso, que se encuentran alojadas dentro de una cubierta de aluminio, compuesta con aletas para su refrigeración” (p.5).

En cuanto a cómo trabaja la ECU, varias señales de los sensores que muestran el rendimiento del motor son recibidas, estas son evaluadas y el tiempo de activación para los

componentes actuadores es calculado a través de señales de salida. El programa de control está almacenado en la memoria. De la ejecución del programa se encarga un microcontrolador. Tanto las señales de entrada como las de salida para los diferentes actuadores se transmiten a la unidad de control por medio de un conector múltiple.

**Figura 1**

*Constitución del sistema de control electrónico*



*Nota.* En la figura se puede apreciar los elementos que constituyen una ECU, como los tipos de voltajes existentes.

**Constitución de la ECU**

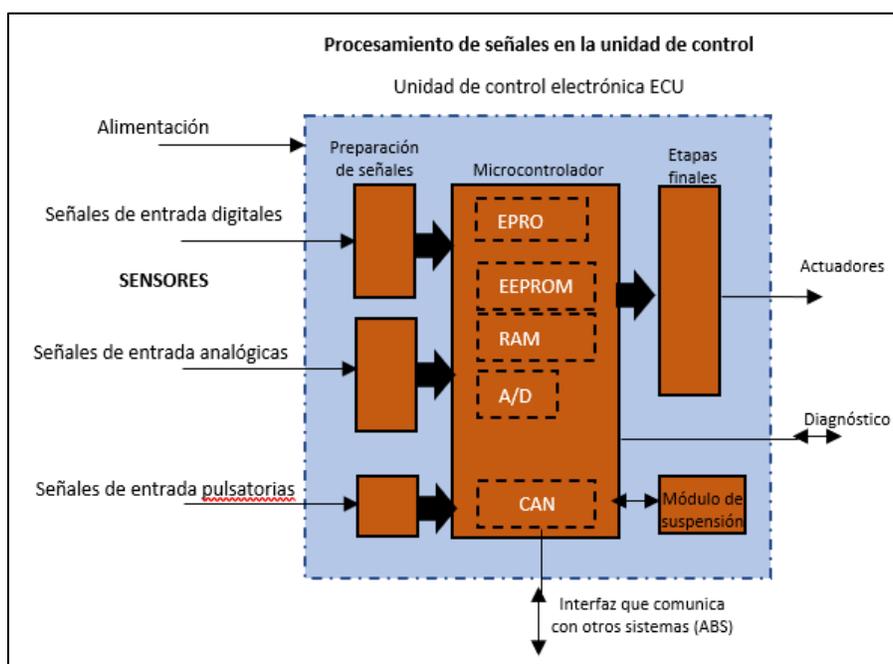
De acuerdo con Gutiérrez (2016) en la industria automotriz una unidad de control electrónico (ECU) es un dispositivo electrónico embebido.

Básicamente es una PC digital, que lee señales provenientes de sensores ubicados en varias partes y en diferentes componentes del automóvil y dependiendo de esta información controla varias unidades importantes por ejemplo el rendimiento del motor y operaciones automatizadas móvil (p.14).

Además, Coello (2005), indica que: "La computadora automotriz está compuesta de varias etapas para cumplir la función total, todas las etapas están compuestas de semiconductores electrónicos, tales como resistencias, diodos, transistores, condensadores, circuitos integrados".

**Figura 2**

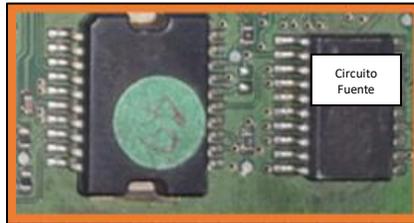
*Procesamiento de señales en la unidad de control*



*Nota.* En la figura se puede observar cómo están distribuidas las señales en la unidad de control.

### **Circuito Fuente**

"Este circuito tiene la misión de regular el voltaje de alimentación principal del módulo, aparte también regula el voltaje de alimentación de entrada a un valor más adecuado, de forma que todos los componentes internos del módulo trabajen de forma correcta, como también de los sensores y actuades cuya alimentación dependa de la ECU" (Autosoporte, 2020).

**Figura 3***Circuito fuente*

*Nota.* En la figura se puede apreciar dentro del rectángulo naranja los elementos que conforman el circuito fuente de una ECU.

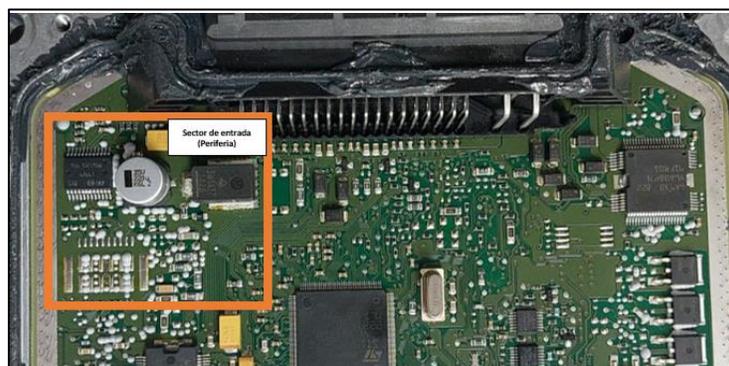
**Sector de entrada (Periferia)**

Se conoce como bloque de entrada a todos los circuitos que actúan como receptores de las diversas señales que entrarán en la ECU antes de ser procesadas por el microprocesador. Se encuentra en este sentido, filtros, amplificadores, conversores análogos a digital, comparadores, recortadores, entre otros (Serravalle, 2011).

Para Donado (2022), el bloque de entrada comprende todos los componentes encargados de recibir y preparar las diferentes señales que van a ser evaluadas por la ECU antes de llegar al microcontrolador. Estos componentes incluyen filtros, amplificadores, conversores analógicos a digitales, comparadores, recortadores, etc. Las señales que entran a la ECU pasan por este proceso de tratamiento antes de ser evaluadas por el microcontrolador y son denominadas el bloque de entrada.

**Figura 4**

*Sector de entrada (Periferia)*



*Nota.* En la figura se puede apreciar señalado dentro del rectángulo superior izquierdo el sector de entrada o también llamado periferia.

**Tabla 1**

*Señales y sensores de entrada*

<b>Señales y sensores</b>	<b>Tipos</b>
<b>Sensores magnéticos</b>	Sincronización y referencia
<b>Sensor Hall</b>	
<b>Temperatura de refrigerante ECT</b>	Referencia de temperatura
<b>Temperatura de aire externo</b>	
<b>Temperatura de aire de admisión IAT</b>	
<b>Temperatura de aceite</b>	
<b>Temperatura de escape</b>	
<b>Sensor de presión absoluta MAP</b>	Señales de voltaje de entrada
<b>Sensor de flujo de masa de aire MAF</b>	
<b>Sensor de posición de mariposa TPS</b>	
<b>Sensor de banda angosta</b>	Señales de sensor $O_2$ o sonda lambda
<b>Sensor de banda ancha</b>	

*Nota.* Clasificación de las señales y sensores de entrada. Tomado de (Sánchez y Taipe, 2018)

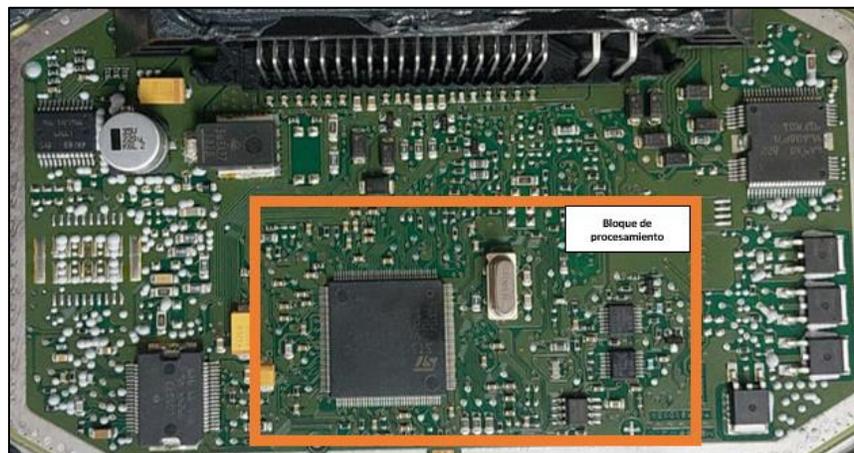
### ***Bloque de procesamiento***

El bloque de procesamiento puede ser comprendido como “todos los componentes que llevan a cabo las funciones programadas en un sistema se encuentran en el circuito que está compuesto por el procesador, las memorias y cualquier elemento que esté involucrado en la ejecución del software.” (Serravalle, 2011).

Según Ledesma (s.f.) el bloque de procesamiento es “La sección operativa y de control del módulo, que contiene los datos de funcionamiento en las memorias, tiene un componente que maneja los controles y señales del módulo (el procesador) y todo el circuito que está implicado en la ejecución del software”.

### **Figura 5**

#### *Bloque de procesamiento*



*Nota.* En la figura se puede apreciar señalado dentro del rectángulo inferior central el bloque de procesamiento.

### ***Circuito de Salida (Drivers)***

De acuerdo con Serravalle (2011) existen circuitos que están ubicados entre las salidas del microprocesador y los diferentes elementos que van a ser actuados. El módulo también incluye

amplificadores, circuitos con transistores para proporcionar potencia, conocidos como "drivers" o "manejadores". Además, aquellos controlados por el microprocesador operarán sobre los diferentes dispositivos periféricos de potencia, como las bobinas de encendido, inyectores, relé, entre otros.

Para Laica (2012) “las señales eléctricas elaboradas que llegan a los diferentes actuadores son los datos elaborados que salen al exterior a través de las etapas finales, tal es el caso de la electrobomba, la bobina de encendido, los inyectores (p.8)”.

### Figura 6

*Circuito de salida (Drivers)*



*Nota.* En la figura se puede apreciar señalado dentro del rectángulo lateral izquierdo el circuito de salida, también conocido como drivers.

De igual forma Serravalle (2011) menciona que aparecen así “Existen componentes electrónicos como amplificadores y circuitos de potencia con transistores, que son conocidos como drivers o manejadores, que son controlados por el microprocesador y que tienen la tarea de actuar sobre los distintos periféricos de potencia, como las bobinas de encendido, los inyectores, los relays, entre otros”.

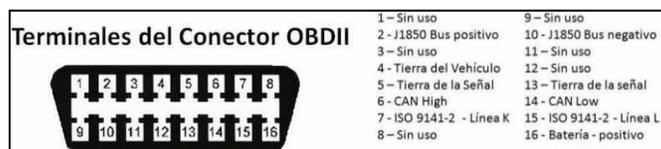
**Tabla 2***Señales de salida (Drivers)*

Controladores de inyección	<b>Señales de salida y actuadores</b>
Inyectores	
Salidas programables de corriente	
Controladores de encendido	
Control de relé de la bomba de combustible	
Control de motores paso a paso	
Control de válvula de enfriamiento del radiador	
Control de árboles variables	

*Nota.* Clasificación de las señales de salida. Tomado de (Sánchez y Taipe, 2018)

**Parámetros de información del programa PID's**

La información requerida por el técnico, que se transmite desde el PCM hasta el scanner, se conoce como el Parámetro de Información del Programa (PID). Casa y León (2011) enuncian que “cuando se diagnostica un problema relacionado con el desempeño del motor, el PID Data puede ser un modo rápido y confiable para adquirir información. Se accede a ella a través del Data Link Conector (DLC)” (p.20).

**Figura 7***Terminales del conector OBDII*

*Nota.* En la figura se puede apreciar cada uno de los terminales del conector OBDII con cada una de su descripción. Tomado de (CISE electrónica, 2011)

De acuerdo con Casa y León (2011) “En muchos casos, se necesitan tan solo 25 PID’s para resolver un problema de desempeño del motor. Si se analiza un problema del motor se pueden clasificar dos tipos, unos primarios y otros secundarios” (p.11).

**Tabla 3**

*PID's primarios y secundarios*

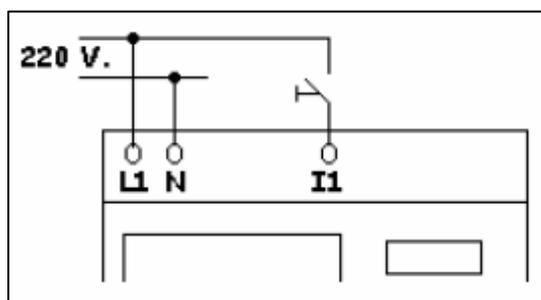
<b>PID's</b>	<b>PID</b>	<b>Unidad</b>
<b>Primarios</b>	MAF	[Volts]
	RPM	RPM
	O211	[V]
	O221	[V]
	SFT1	%
	SFT2	%
	FPW1	Ms
	FPW2	Ms
<b>Secundarios</b>	TP	[V]
	ECT	[V]
	LFT1	%
	LFT2	%
	TS	Posición
	SAP	Grados (APMS)
	IAC	%
	EGRR	%
	DPFE	[V]
	FSYS	Closed – Open
	FLVL	%
	FTPT	[V]
EVM	%	

*Nota.* PID's primarios y secundarias con sus unidades. Tomado de (Sánchez y Taipe, 2018)



**Figura 9**

*La conexión de las señales digitales en un controlador lógico*



*Nota.* En la figura es posible apreciar la conexión de las señales digitales en un controlador lógico. Tomado de (Álvarez, 2004)

## Elementos eléctrico – electrónicos de las ECUs

### *Componentes pasivos*

En concreto acerca de los componentes electrónicos pasivos, estos son definidos como los “que no tienen la capacidad de controlar la corriente por medio de otra señal eléctrica” (NOD Electronics, 2017). Algunos de estos casos son: condensadores, resistencias, inductores, transformadores y diodos.

**Tabla 4**

### *Componentes pasivos*

<b>Componente</b>	<b>Función</b>
<b>Condensador</b>	Aumenta la capacidad eléctrica y la carga sin tener que aumentar el potencial
<b>Resistencia</b>	Altera o modifica el paso de corriente, como también ayuda a generar calor
<b>Inductor</b>	Almacena y libera energía gracias al principio de campos magnéticos
<b>Transformador</b>	Varía los valores de tensión en un circuito
<b>Diodo</b>	Actúa como un interruptor unidireccional para la corriente

*Nota.* Componentes pasivos y su función. Tomado de (Surtel electrónica, 2019)

### **Componentes activos**

Los componentes electrónicos que pueden controlar el flujo de electricidad son “Los componentes electrónicos que realizan tareas electrónicas, como amplificar, invertir, conmutar, etc. son considerados componentes activos y, por lo tanto, la mayoría de las placas de circuito impreso suelen contener al menos un componente activo. Los ejemplos más conocidos de componentes electrónicos activos son transistores, tubos de vacío, rectificadores controlados de silicio (SCR). NOD Electronics (2017)

**Tabla 5**

#### *Componentes activos*

<b>Componente</b>	<b>Función</b>
<b>Amplificador operacional</b>	Amplificación, regulación, conversión de señal y conmutación
<b>Biestable</b>	Control de sistemas secuenciales
<b>Diac</b>	Control de potencia
<b>Diodo</b>	Rectificación de señales, regulación y multiplicador de tensión
<b>Diodo Zener</b>	Regulación de tensiones
<b>FPGA</b>	Control de sistemas digitales
<b>Memoria</b>	Almacenamiento digital de datos
<b>Microprocesador</b>	Control de sistemas digitales
<b>Microcontrolador</b>	Control de sistemas digitales
<b>Pila</b>	Generación de energía eléctrica
<b>PLD</b>	Control de sistemas digitales
<b>Puerta lógica</b>	Control de sistemas combinacionales
<b>Tiristor</b>	Control de potencia
<b>Transistor</b>	Amplificación y conmutación
<b>Triac</b>	Control de potencia

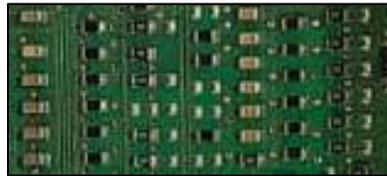
*Nota.* Componentes activos y su función. Tomado de (Reparación de computadoras automotrices, s.f.)

### ***Dispositivos de montaje superficial (SMD)***

Según Surtel (2019) los dispositivos de montaje superficial SMD son “Los componentes que se sueldan en la placa PCB de manera directa a través de los distintos pads, la tecnología mencionada anteriormente es llamada SMT, frente a los componentes como agujeros pasantes que constan de terminales en la parte posterior donde se inserta el componente que se sueldan, los SMD pasivos normalmente son llamados como resistencias y condensadores”.

#### **Figura 10**

##### *Resistencias SMD*



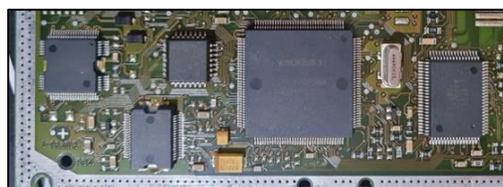
*Nota.* En la figura es posible observar resistencias de montaje superficial SMD.

### **Memorias de la unidad de control electrónica ECU**

En el mercado existe una gran gama de ECUs, las cuales cuentan con diferentes tipos de memorias tanto de almacenamiento como de procesamiento de datos de operación. Entre las cuales se van a considerar las siguientes:

#### **Figura 11**

##### *Memorias de la ECU*



*Nota.* En la figura es posible observar las memorias de la unidad de control electrónico ECU.

### **Memoria volátil**

Según Floyd (2006), Las memorias RAM son consideradas volátiles ya que tienden a perder los datos programados el momento que se desconecta la alimentación y solo lo mantiene almacenado el tiempo que se encuentra encendido.

### **Memoria RAM**

Con respecto a la memoria RAM, cuyas siglas significan Random-Access Memory, o en español memoria de acceso aleatorio, se puede señalar que “es un tipo de memoria de lectura escritura en la cual se pueden escribir o leer los datos en cualquier dirección y secuencia, se utilizan normalmente para almacenar distintos datos a corto plazo ya que cuando se desconecta la alimentación los datos proceden a ser borrados” (Floyd, 2006, p.606).

Finalmente, Farrell (2013) enuncia que la memoria RAM “es una forma de memoria interna volátil. Los programas que corren, en la actualidad y los elementos de datos que se usan se almacenan en la RAM para que sea posible tener un acceso rápido a ellos” (p.3).

### **Memoria ROM**

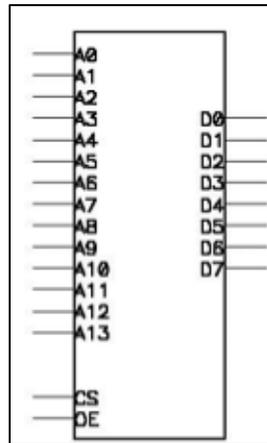
La memoria ROM, también conocida como Read-Only Memory o memoria de solo lectura en español, es un tipo de almacenamiento en el que los datos son guardados de manera permanente o semipermanente. Tal y como su nombre lo indica, este tipo de memoria únicamente ejecuta la operación de lectura, lo cual “implica que la información binaria almacenada en una ROM se hace permanente durante la producción del hardware de la unidad y no puede alterarse escribiendo diferentes palabras en ella” (Fing/CETP, s.f., p.1).

Dicha afirmación concuerda con lo indicado por Sánchez & Taipe (2018), quienes afirman que la programación se puede realizar una sola vez y dicho proceso se ejecuta en la fábrica del dispositivo, por

lo cual posteriormente únicamente se encontrará limitada a la lectura. Finalmente se puede indicar que la memoria ROM es aquella que realiza un trabajo que se supone cumplirá ciclos repetitivos.

### Figura 12

#### Memoria ROM



*Nota.* En la figura se puede apreciar una memoria ROM de  $k=14$  y  $n=8$ . Tomado de (Fing/CETP, s.f., p. 1)

#### **Memoria de acceso secuencial RAM**

Según Tocci & Widmer (2003) La memoria de acceso secuencial se considera un tipo de memoria, a la cual no consta de un acceso constante, ya que el acceso dependerá de la ubicación de la dirección y a su vez la información requerida puede ser encontrada por sucesión mediante todas las ubicaciones de direcciones hasta que se logre encontrar.

#### **Memoria ROM programable (PROM)**

PROM, sigla que proviene de Programmable Read-Only Memory y cuyo significado en español es “memoria de solo lectura programable”, forma parte de la familia de memorias solo de lectura y “es aquel tipo de ROM en la que el usuario, con ayuda de equipos especializados, almacena eléctricamente los datos” (Floyd, 2008, p. 623).

“En una memoria PROM, cada bit tiene un valor determinado por el estado de un fusible o antifusible, que sólo puede ser desactivado una sola vez” (García, 2014, p.20). Debido a este hecho, Floyd (2008) enuncia que “el proceso de fundición es irreversible; una vez que una PROM ha sido programada no puede cambiarse” (p.29). Sin embargo, se debe acotar que “Se requiere de un dispositivo especial para programarlas (programador PROM), que aplica pulsos de voltaje superiores a los que se dan en condiciones normales en los fusibles seleccionados por el diseñador (García, 2014, p.20).

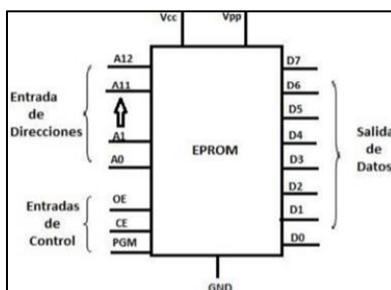
### **Memoria ROM programable y borrrable (EPROM)**

EPROM, *erasable* PROM, quiere decir Memoria programable. “Esta se puede borrar y programar mediante impulsos eléctricos las veces que se necesite. También se la conoce como memoria no volátil, debido a que el momento de ser desconectada de energía los datos almacenados no se borra” (Grijalva, 2012, p.4).

Sánchez & Taípe (2018) señalan que dichas memorias al haber sido reprogramadas pueden ser borradas con tan solo ser expuestas a la luz ultravioleta (UV) aplicada mediante una ventana en el paquete del chip.

### **Figura 13**

#### **Memoria ROM programable y borrrable (EPROM)**



*Nota.* En la figura se puede apreciar la distribución de los pines de una memoria EPROM. Tomado de (Tocci & Widmer ,2003)

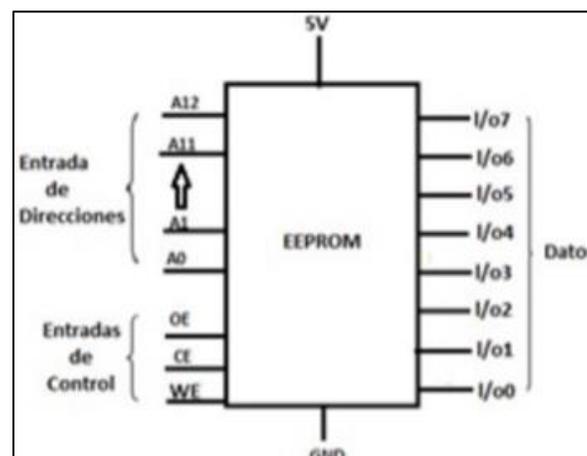
### **Memoria ROM programable borrable (EEPROM)**

La tecnología EEPROM, cuya sigla proviene de Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, y en español significa Memoria de sólo lectura programable y borrable eléctricamente, es una de las memorias empleadas en el campo electrónico automotriz. De acuerdo con el blog Ingeniería y mecánica automotriz (2020), esta memoria se emplea para guardar información de software de hardware como PCM, tableros e inmovilizadores y es un chip de memoria que retiene su contenido sin energía.

A pesar de que EEPROM posee la misma estructura de las memorias EPROM, existe una diferencia significativa, la cual es "la inclusión de una región de óxido muy delgada arriba del drenador de la celda de la memoria MOSFET. Esta modificación constituye la principal característica de la memoria y su capacidad de borrado eléctrico" (Sánchez & Taipe, 2018, p.33). Debido a dicho cambio que resulta fundamental, "las EEPROM se pueden borrar y volver a programar eléctricamente sin tener que usar luz UV o herramientas especiales" (Floyd, 2006, p.158).

**Figura 14**

*Memoria ROM programable y borrable (EEPROM)*



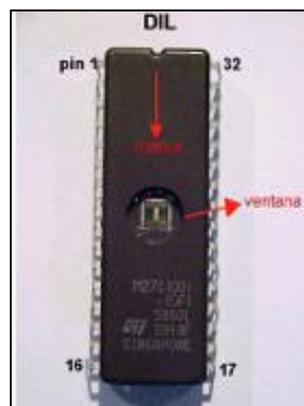
*Nota.* En la figura se puede apreciar la distribución de los pines de una memoria EEPROM. Tomado de (Tocci & Widmer ,2003)

### **Memoria tipo DIL (Dual Input Line)**

La memoria de tipo DIL es una de las más utilizadas en la industria automotriz, esto debido a que tiene dos líneas de 28 o 32 pines respectivamente. Posee una pequeña muesca en el encapsulado la cual nos indica la orientación de la numeración y permite saber cuál es el pin 1, de igual manera posee una pequeña ventana ubicada en el centro, mediante la cual puede borrarse al contacto con los rayos ultravioletas (UV). Se pueden considerar dos formas para montar estas memorias, se pueden soldar directo en la placa o a su vez se pueden montar mediante un zócalo, de tal manera que se facilita su extracción para trabajos posteriores. Grijalva (2012) (p.5)

### **Figura 15**

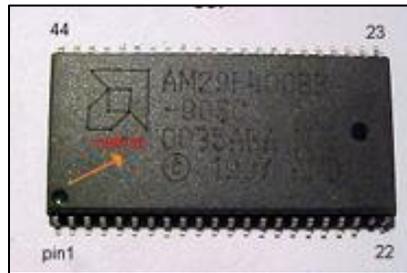
*Memoria tipo DIL*



*Nota.* En la figura se puede apreciar la distribución de los pines de una memoria tipo DIL y a su vez la ventana de borrado. Tomado de (Grijalva ,2012)

### **Memoria tipo SOP (Small Outline Package)**

Se considera que este tipo de memoria es el más utilizado en la actualidad en el campo automotriz ya que posee una capacidad desde 2 hasta 32 megas, y a su vez tiene un costo menor considerable. Son utilizadas de 44 o 48 pines dependiendo su aplicación, y a su vez tienen una muesca en una esquina la cual nos indica la ubicación del pin 1. Grijalva (2012) (p.7)

**Figura 16***Memoria tipo SOP*

*Nota.* En la figura se puede apreciar la distribución de los pines de una memoria tipo SOP y a su vez la muesca de identificación del pin 1. Tomado de (Grijalva ,2012)

### ***Memoria tipo PLCC (Plastic Lader Chip Carrier)***

Grijalva (2012) indica que las memorias de tipo PLCC son las segundas más utilizadas en el ámbito automotriz ya que poseen un menor tamaño y su distribución de pines rodea los cuatro lados de la memoria, dependiendo de su tipo de montaje, puede ser superficial a la placa o mediante un zócalo, pero tienen el fin de facilitar su manipulación. Dichas memorias solo pueden ser borradas electrónicamente y para volverlas a programar se requiere de un programador especial (p.6).

**Figura 17***Memoria tipo PLCC*

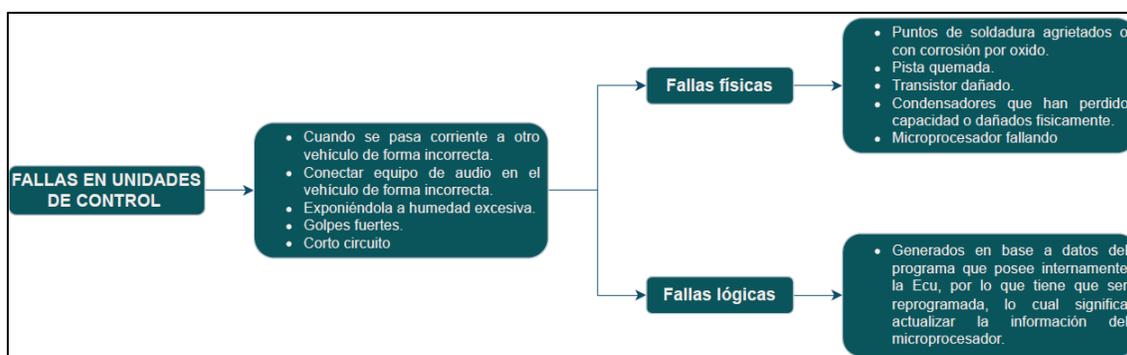
*Nota.* En la figura se puede apreciar la distribución de los pines de una memoria tipo PLCC Tomado de (Grijalva ,2012)

## Tipos de fallas en computadoras automotrices

Según el blog AutoAvance (2020) “La ECU automotriz es considerada el cerebro del vehículo ya que tiene la función de procesar todos los datos que se obtienen del motor mediante los sensores y lograr controlar su funcionamiento. Sin importar la importancia que tiene, puede llegar a fallar y en la mayoría de las veces que sucede es ocasionado por un mal procesamiento”.

**Figura 18**

*Fallas en computadoras automotrices*



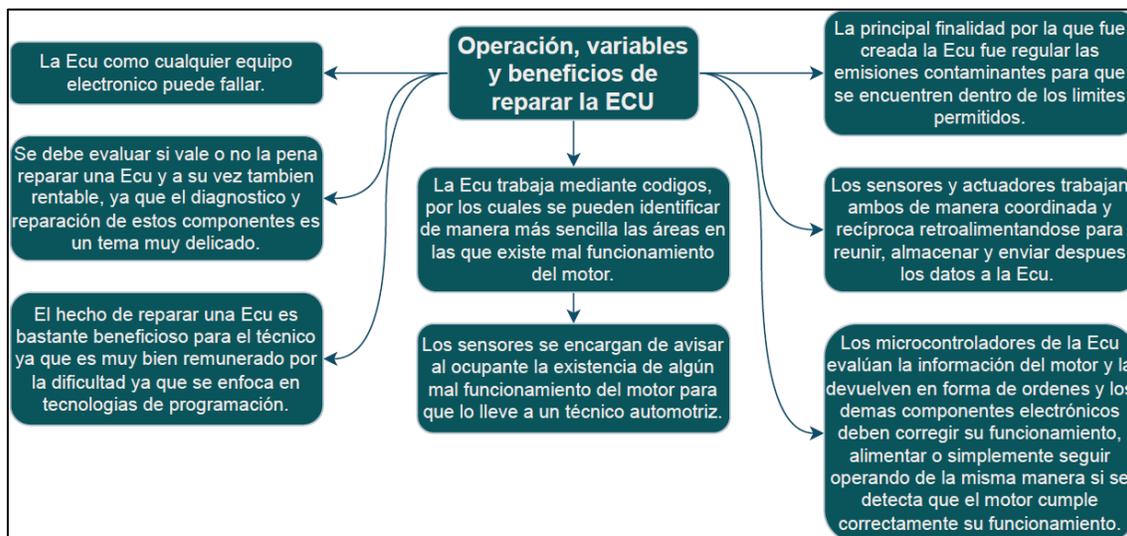
*Nota.* En la figura se puede apreciar las diferentes fallas y tipos de fallas que se pueden encontrar en una ECU automotriz. Tomado de (Grijalva ,2012)

## Operación, variables y beneficios de reparar la ECU

En la siguiente figura se detallará los diferentes aspectos importantes de una ECU automotriz con respecto a la operación, variables y los diferentes beneficios de reparar una ECU en el mercado automotriz ecuatoriano.

Figura 19

*Operación, variables y beneficios de reparar la ECU*



*Nota.* En la figura se puede apreciar la operación, variables y los beneficios de reparar una ECU automotriz.

### Capítulo III

#### Arquitectura y constitución de ECUs de procedencia China

##### ECU de procedencia China

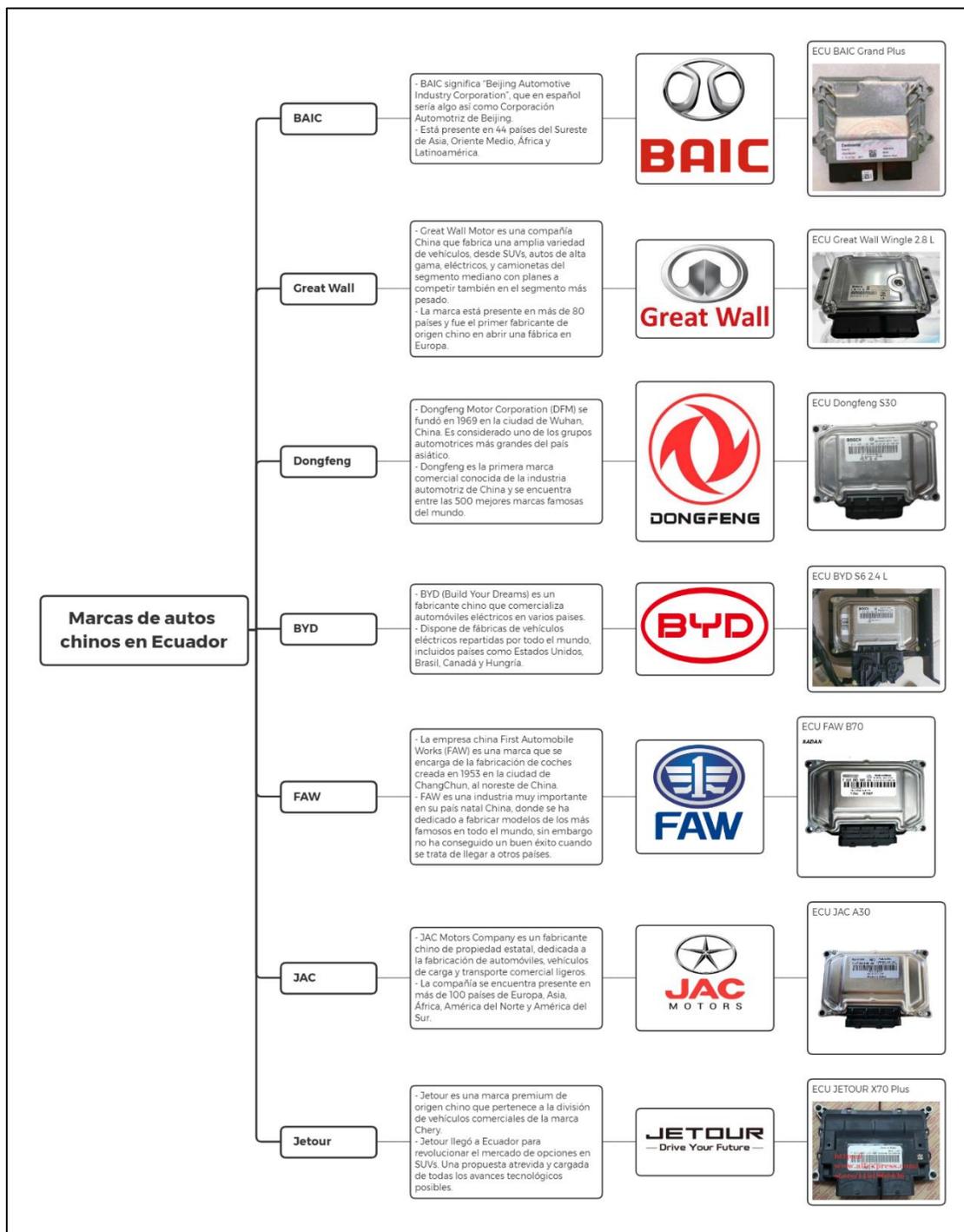
En el mercado ecuatoriano existe gran variedad de autos de distintas marcas de todo el mundo, marcas como Chevrolet, Toyota, Nissan, etc. Son de las marcas que más tiempo llevan en el país, con miles de vehículos, todo eso gracias a la confianza que se ha ganado cada una de las compañías, dando seguridad, confort y buena calidad de vehículos.

En la última década como ha pasado en muchos países del mundo, Ecuador ha tenido un gran aumento de marcas chinas que se han adentrado al mercado ecuatoriano para ofrecernos sus vehículos, los cuales tienen características muy interesantes a precios cómodos, lo cual ha incurrido en una fuerte competencia con las marcas ya establecidas en el país.

Según la Cámara de la Industria Automotriz del Ecuador (Cinae) de enero a septiembre de 2019 se han vendido 100 628, de esa cifra el 17,7% (17 820 carros) fueron importados de China, cifra que ha crecido rápido desde el mismo periodo de 2016, cuando era del 5,9%, y que el último año ha aumentado más de 6% (El Vocero, 2019).

Figura 20

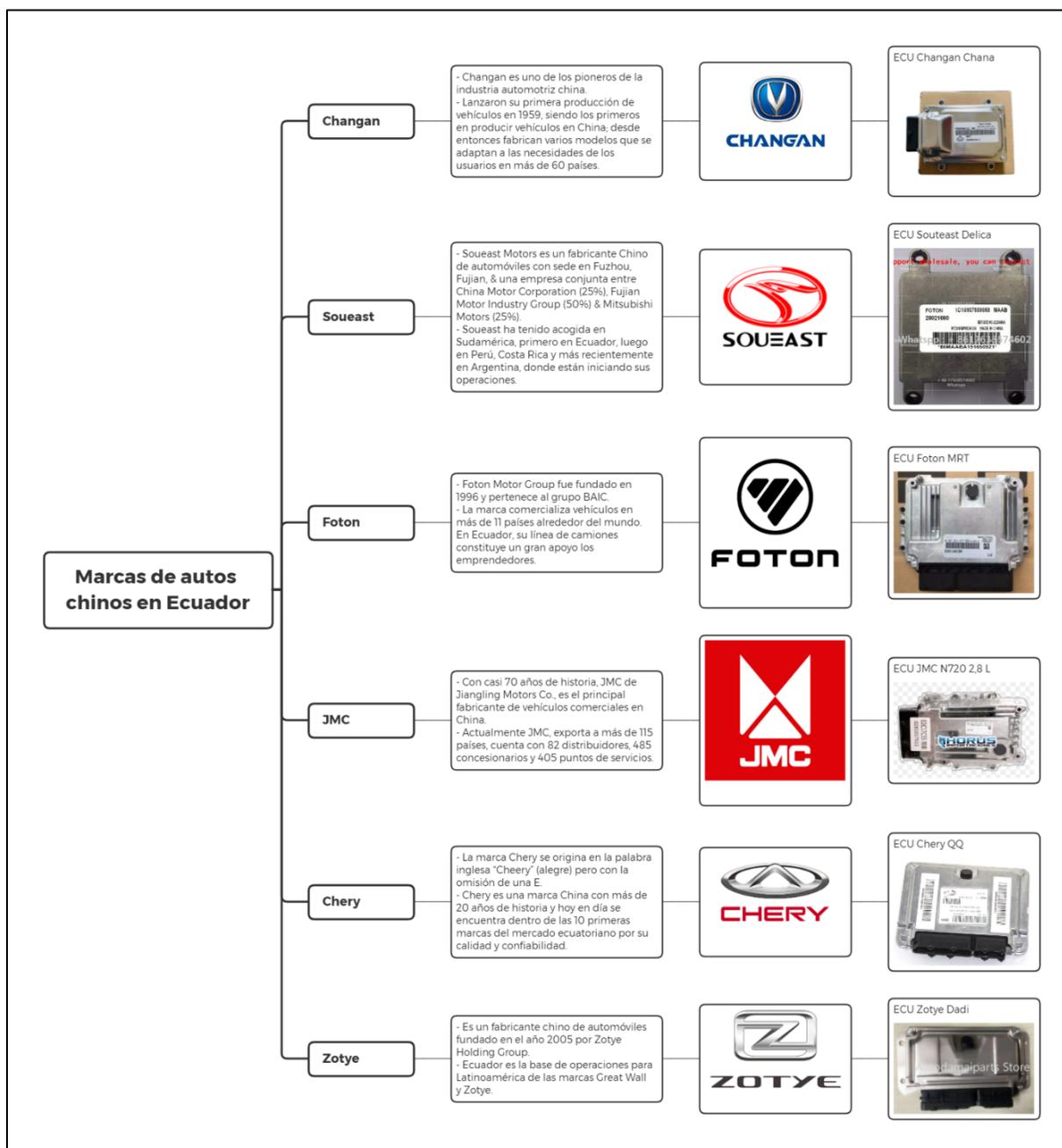
## Marcas de vehículos de procedencia China



*Nota.* En la figura se puede apreciar las diferentes marcas de procedencia china con una breve descripción.

Figura 21

## Marcas de vehículos de procedencia China



*Nota.* En la figura se puede apreciar las diferentes marcas de procedencia china con una breve descripción.

## Levantamiento de requerimientos

A continuación, se da a conocer los equipos, softwares y herramientas que se utilizaron para la comprobación de las ECUs, igualmente se ira realizando la descripción de cada una de ellas con su respectiva distribución de pines.

**Tabla 6**

*Equipos y herramientas utilizados para la comprobación de ECUs*

<b>Equipo / Herramienta</b>	<b>Descripción</b>
	Banco de pruebas con fuente de alimentación variable (5V, 12V y 24V)
<b>MST – 9000+</b>	Señales variables de voltajes: 0V – 5V, 0V – 12V (continuos) y 0V – 1V (sensores de oxígeno) Fuente de ondas cuadradas de 0V – 5V y 0V – 12V con frecuencia variable (10 Hz a 120 Hz)
<b>Multímetro automotriz TRISCO DA - 830</b>	Dispositivo de medición y prueba
<b>Osciloscopio Hantek 1008C</b>	
<b>Scanner MS509 OBDII/EOBD</b>	
<b>Solenoides</b>	Dispositivos actuadores
<b>Lámparas</b>	
<b>Electroválvulas</b>	
<b>Leds</b>	Dispositivos de verificación de funcionamiento
<b>Estación de calor BAKU 702L</b>	Estación de suelda
<b>Lámpara de mesa</b>	Equipo de visualización y alumbrado
<b>Estaño</b>	Consumibles varios
<b>Pomada</b>	
<b>Trenza de cobre</b>	
<b>Chupa sueldas</b>	
<b>Lámpara de pruebas</b>	Comprobador de corriente

*Nota.* Listado de equipos y herramientas utilizados para realizar el diagnóstico y comprobación de ECUs.

Cada uno de los equipos citados en la tabla 6 forman parte de la estación para la comprobación y reparación de ECUs, es importante conocer las características de cada uno de ellos, además de su funcionamiento para poder realizar

### Señales y módulos de prueba

Es una herramienta que resulta muy útil para realizar trabajos de reparación de ECUs automotrices de todas las marcas y a su vez la programación de llaves. Proporciona las diferentes señales del vehículo y a su vez recibir las diferentes señales emitidas por los ECUs para verificar su correcto funcionamiento.

### Figura 22

*MST - 9000+*



*Nota.* En la figura se puede apreciar el módulo MST - 9000+, el cual se va utilizó para banquear las computadoras.

A continuación, en la siguiente tabla se citan las características del módulo MST – 9000+

**Tabla 7***Características y funciones del módulo MST – 9000+*

<b>MST - 9000+</b>	
<b>Tipo de señales de salida</b>	Señales Magnéticas Señales tipo HALL Señales tipo HALL (Bobina Captadora) Señales ópticas
<b>Simulación de señales sensores</b>	Resistencia 1000Ω - 100000Ω 0 V – 5 V 0 V – 1.5 V 0 V – 12 V
<b>Señales de actuadores</b>	Bobina de encendido Inyectores Motor de paso a paso Válvula de solenoide de EGR Válvula de ralentí Relé de la bomba de combustible Relé del ventilador del radiador
<b>Características especiales</b>	Salidas de señal de audio, controlador de amplificador de potencia Válvula de cambio automática, de calidad de cambios y simulación de válvula de control hidráulico Medición del pulso por inyección de combustible Simulación servidor cerradura central
<b>Antirrobo simulación resistencia</b>	

*Nota.* Características y funciones del módulo MST – 9000+.

### ***Osciloscopio Hantek 1008C***

Es enfocado hacia el diagnóstico automotriz electrónico de sensores y actuadores. Cuenta con ocho canales para la obtención de oscilogramas de diferentes señales electrónicas del vehículo en tiempo real, para facilitar la detección de fallas en el funcionamiento.

**Figura 23**

*Hantek 1008C*



*Nota.* En la figura se puede apreciar el osciloscopio Hantek 1008C.

En la siguiente tabla se muestra las características del osciloscopio Hantek 1008C.

**Tabla 8**

*Características del osciloscopio Hantek 1008C*

<b>Osciloscopio Hantek 1008C</b>	
<b>Ancho de banda</b>	25 MHz
<b>Tipo</b>	USB
<b>N° de Canales</b>	8
<b>Velocidad de muestreo</b>	2.4 Gsa/s
<b>Resolución vertical</b>	12 bits/canal
<b>Rango de Voltaje</b>	10 mV a 5 V/Div x 1 sonda. 100 mV a 50 V/Div x 10 sondas. 10 V a 5000 V/Div x 1000 sondas. 100 V a 50000 V/Div x 10000 sondas.

<b>Osciloscopio Hantek 1008C</b>	
	200 mV a 100 V/Div x 20 sondas.
<b>Acoplamiento</b>	DC
<b>Impedancia</b>	1 M ohm
<b>Generador programable</b>	

*Nota.* Características y funciones del osciloscopio Hantek 1008C.

### ***Soldadora BAKU 702L***

Estación de soldadura acompañada de pistola de calor que mediante un microprocesador regula la temperatura. Tiene funciones como enfriado automático y ahorro de energía. Sirve para la extracción de diferentes elementos electrónicos soldados en los ECUs automotrices.

### **Figura 24**

*Soldadora BAKU 702L*



*Nota.* En la figura se puede apreciar la estación de soldadura y pistola de aire que se va a utilizar para la extracción y soldado de los distintos componentes electrónicos.

En la siguiente tabla se citan las características de la estación de soldadura BAKU 702L.

**Tabla 9***Características de la estación de soldadura BAKU 702L*

<b>Soldadora BAKU 702L</b>	
<b>Consumo de Energía</b>	500 W
<b>Voltaje de entrada</b>	110 V
<b>Temperatura de salida del soldador</b>	200 °C – 480 °C
<b>Tipo</b>	De sobremesa
<b>Potencia de pistola de aire</b>	480 °C
<b>Potencia de la bomba</b>	45W
<b>Volumen de aire</b>	120 l/m (máximo)
<b>Peso</b>	5 Kg
<b>Dimensiones</b>	32 * 27 *19 cm
<b>Accesorios</b>	5 boquillas Cautín Base para cautín

*Nota.* Características y funciones de la estación de soldadura BAKU 702L.

### ***Multímetro TRISCO DA-830***

Equipo diseñado para trabajar directamente con vehículos de inyección electrónica ya que cuenta con una alta impedancia, de 10 M Ohm, permite realizar distintas mediciones sin ocasionar ningún daño a la ECU del vehículo. Actualmente es indispensable en cualquier centro automotriz, por sus distintas funciones.

**Figura 25***TRISCO DA-830*

*Nota.* En la figura se puede apreciar el multímetro TRISCO DA - 830 que sirve para realizar distintas mediciones en el sistema electrónico automotriz.

En la tabla siguiente se muestran las características y funciones del multímetro TRISCO DA – 830.

**Tabla 10***Características del multímetro TRISCO DA – 830*

<b>Multímetro TRISCO DA-830</b>		
<b>Funciones</b>	Rpm	Tacómetro para encendido convencional y dis (300 – 12000rpm)
	Dwell	4, 6, 8 cilindros
	Pulse Width	Tiempo de inyección en milisegundos (0 – 40ms)
	Kv	Medir kilovoltios en secundario de bobina, cables de bujía (0 – 40kv)
	Hz	Medición de frecuencia (4khz – 40mhz)
	Logic probe	sonda lógica
	Tps/maf	Escala especial para chequeo de tps y maf

---

**Multímetro TRISCO DA-830**


---

	O2	Escala especial para chequeo de la sonda de oxígeno
	Temperatura	Grados centígrados y fahrenheit
	Amperaje	AC y DC hasta 20 amp
	Resistencia	hasta 40 mega ohmios y pito en continuidad
	Voltaje	500 V - AC y DC
<b>Sistema de auto-rango en todas las escalas</b>	Máx/Mín	Memoria que almacena los valores máximo y mínimo de cada medición
	Rel	Calcula el incremento entre dos medidas
	Hold	Congela la lectura
	Light	Luz de fondo para la pantalla
	Trig +/-	Cambia el disparo de positivo a negativo y viceversa
	Bargraph	Barra gráfica
	Auto power off	Apaga automáticamente el equipo para prolongar la vida útil de las baterías

---

*Nota.* Características y funciones del multímetro TRISCO DA – 830.

### **Scanner Automotriz**

Es indispensable el uso de un Scanner automotriz para facilitar la detección de fallas en el sistema eléctrico y electrónico del vehículo gracias a que mediante los códigos de falla que muestra se puede identificar en que parte del sistema no está funcionando correctamente, de igual manera cuenta con diferentes funciones para la verificación del correcto funcionamiento de los diferentes actuadores del motor.

**Figura 26***MS509 OBDII/EOBD*

*Nota.* En la figura se puede apreciar el scanner que sirve para realizar distintos diagnósticos.

**Tabla 11***Scanner automotriz MS509 OBDII/EOBD*

<b>Scanner Automotriz MS509 OBDII/EOBD</b>							
<b>Características</b>	<p>Soporta vehículos de 1996 en adelante (OBD II &amp; CAN), nacionales o de importación.</p> <p>Determina fácilmente la causa de encendido de la luz Check Engine (chequee motor).</p> <p>Gráfica datos de información de vehículos, así como una batería de respaldo para revisión de la memoria para análisis de datos.</p> <p>Recupera la información del vehículo (VIN, CID y CVN).</p> <p>Soporta CAN (controller Area Network) y todos los protocolos OBDII.</p> <p>Opción de visualizar la librería DTC OBDII.</p>						
<b>Especificaciones</b>	<table> <tr> <td>Modelo</td> <td>MS509</td> </tr> <tr> <td>Pantalla</td> <td>Retroiluminada con ajuste de contraste (128 x64 px).</td> </tr> <tr> <td>Temperatura de f.</td> <td>0 - 50°C</td> </tr> </table>	Modelo	MS509	Pantalla	Retroiluminada con ajuste de contraste (128 x64 px).	Temperatura de f.	0 - 50°C
Modelo	MS509						
Pantalla	Retroiluminada con ajuste de contraste (128 x64 px).						
Temperatura de f.	0 - 50°C						

---

**Scanner Automotriz MS509 OBDII/EOBD**


---

Temperatura de Almacenamiento:	-20 - 70°C
COMPATIBILIDAD Protocolos OBDII	SAE J1850 PWM SAE J1850 VPW ISO 9141-2 ISO 14230-4 (KWP2000_5BPS) ISO 14230-4 (KWP2000_FAST) ISO 15765-4 (CAN500_11BIT) ISO 15765-4 (CAN500_29BIT) ISO 15765-4 (CAN250_11BIT) ISO 15765-4 (CAN250_29BIT)
Vehículos Compatibles	Todos los vehículos que son compatibles con OBDII desde 1996
Contenido	Scanner MS509 Bolso de Transporte CD Cable OBDII Manual de Usuario
Dimensiones de paquete	25 x 18 x 7 cm
Dimensiones de producto	20 x 9.8 x 3.8 cm

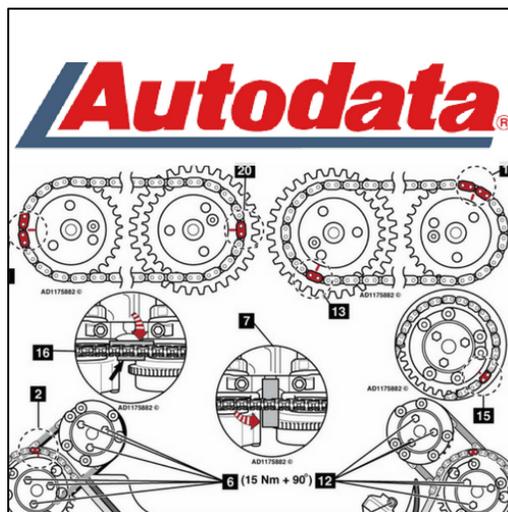
---

*Nota.* Descripción de las características y especificaciones técnicas del scanner MS509

## Software de especificaciones

Figura 27

Autodata



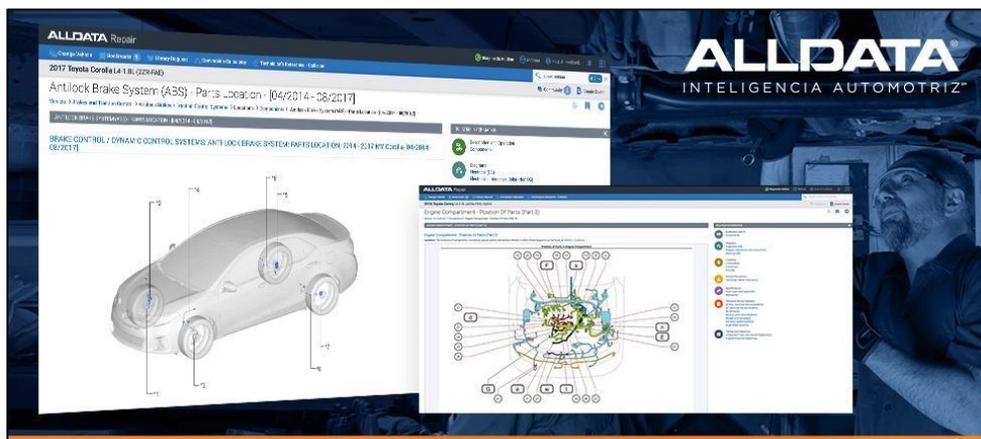
*Nota.* En la figura se puede apreciar el logo del software Autodata. Tomado de (ElectroMart, 2023)

Autodata es una compañía que ofrece una amplia gama de soluciones de información técnica para profesionales del sector automotriz. Su principal producto es un software de información técnica en línea que proporciona a los mecánicos, técnicos y talleres de reparación automotriz acceso a una gran cantidad de información técnica sobre una amplia variedad de marcas y modelos de vehículos.

El software de Autodata incluye información sobre especificaciones técnicas, procedimientos de reparación, diagnóstico, mantenimiento preventivo, entre otras informaciones relacionadas con la mecánica automotriz. Incluye también información en tiempo real sobre los últimos cambios y actualizaciones en los vehículos. Está disponible en línea y se actualiza regularmente con nueva información para asegurar que los profesionales tengan acceso a la información más reciente y precisa sobre los vehículos.

Figura 28

Alldata



*Nota.* En la figura se puede apreciar el logo del software Alldata. Tomado de (Alldata, 2023)

Alldata es una herramienta informática especializada para profesionales del sector automotriz, que ofrece una gran cantidad de información detallada sobre diferentes marcas y modelos de vehículos, como diagramas, especificaciones, procedimientos de reparación, diagnósticos y mantenimiento preventivo. El software se encuentra en línea y se actualiza regularmente para asegurar que los profesionales tengan acceso a la información más precisa y actualizada sobre los vehículos.

Alldata está diseñado para ayudar a mecánicos y técnicos a ahorrar tiempo y dinero al diagnosticar y reparar problemas en los vehículos, además de su base de datos, también ofrece herramientas en línea como tutoriales en video, gráficos interactivos y otras herramientas para ayudar a los usuarios a entender y resolver los problemas del vehículo.

Figura 29

Carmin



*Nota.* En la figura se puede apreciar el logo del software Carmin. Tomado de (Google Play, 2023)

Carmin es una aplicación móvil para dispositivos iOS y Android, que ofrece información y servicios para automovilistas. La aplicación permite a los usuarios crear un perfil de su vehículo, registrar información sobre mantenimiento, combustible, seguros, entre otros aspectos relacionados con el vehículo. También incluye un seguimiento de viajes y una lista de verificación de viajes para asegurar que los usuarios tengan todo lo necesario antes de comenzar un viaje.

También proporciona una guía de servicios de mantenimiento recomendado para cada vehículo y recordatorios para los próximos servicios programados. Además, ofrece un servicio de alerta para recordar a los usuarios cuando es necesario llevar el vehículo al taller para servicios de mantenimiento.

Figura 30

Mitchel Prodemand 5



*Nota.* En la figura se puede apreciar el logo del software Carmin. Tomado de (OnDemand5, 2023)

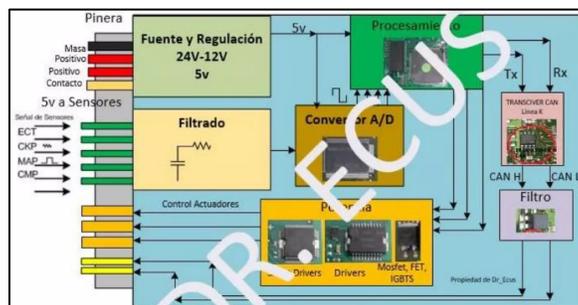
Es un programa informático especializado para profesionales del sector automotriz, en específico la versión 5 es una herramienta de diagnóstico y reparación para talleres mecánicos. Ofrece información detallada sobre una amplia variedad de marcas y modelos de vehículos, incluyendo especificaciones técnicas, diagramas, procedimientos de reparación, diagnósticos y mantenimiento preventivo. El software está enfocado en brindar información específica de sistemas como el motor, transmisión, sistema eléctrico, frenos, entre otros, y cuenta con herramientas de diagnóstico y soluciones de reparación para ayudar a los profesionales en su trabajo.

### ***Constitución de bloques***

Las ECUs de vehículos a gasolina son compuestas por componentes pasivos, condensadores y bobinadores, de baja capacidad, a comparación de las a diésel que ocupan de gran capacidad. Están compuestas por diferentes bloques de operación que están conectados entre sí.

Figura 31

Estructura de ECU a gasolina

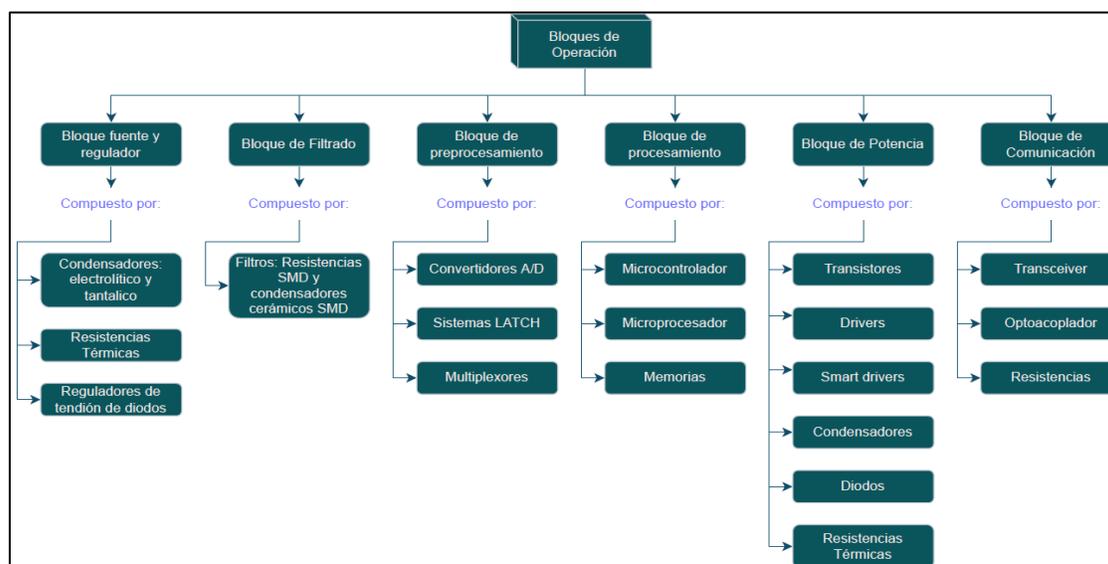


*Nota.* En la figura se puede apreciar la estructura de los bloques de operación de una ECU a gasolina y su relación entre sí. Tomado de (Dr. Ecus, 2018)

Cada uno de los bloques de operación, contiene determinados componentes electrónicos, que sirven para la identificación de cada uno de los bloques.

Figura 32

Elementos de los bloques de operación



*Nota.* En la figura se puede apreciar los elementos electrónicos que componen cada uno de los bloques de operación de la ECU. Tomado de (Dr. Ecus, 2018)

**ECU Great Wall Haval H5.** Vehículo utilitario deportivo (SUV) fabricado por la compañía china Great Wall Motors. Es uno de los más vendidos en los mercados centro y sudamericano, por bajo costo y su alto beneficio para el ocupante.

**Figura 33**

*ECU Great Wall Haval H5*



*Nota.* En la figura se puede apreciar el exterior de una ECU del vehículo Great Wall Haval H5.

**Figura 34**

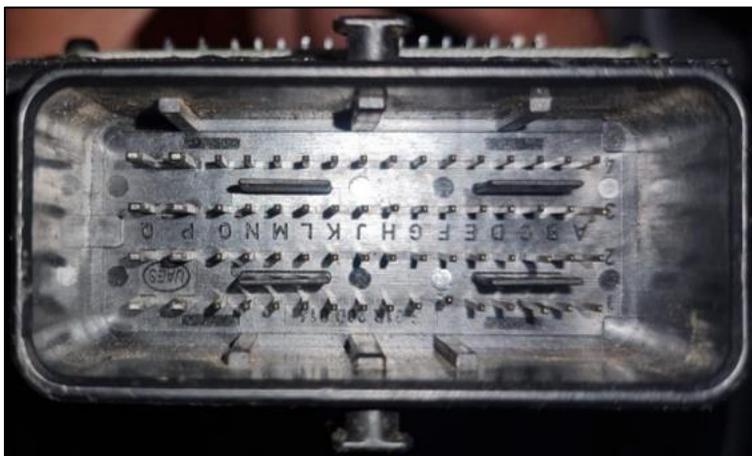
*ECU Great Wall Haval H5*



*Nota.* En la figura se puede apreciar el interior de una ECU del vehículo Great Wall Haval H5.

**Figura 35**

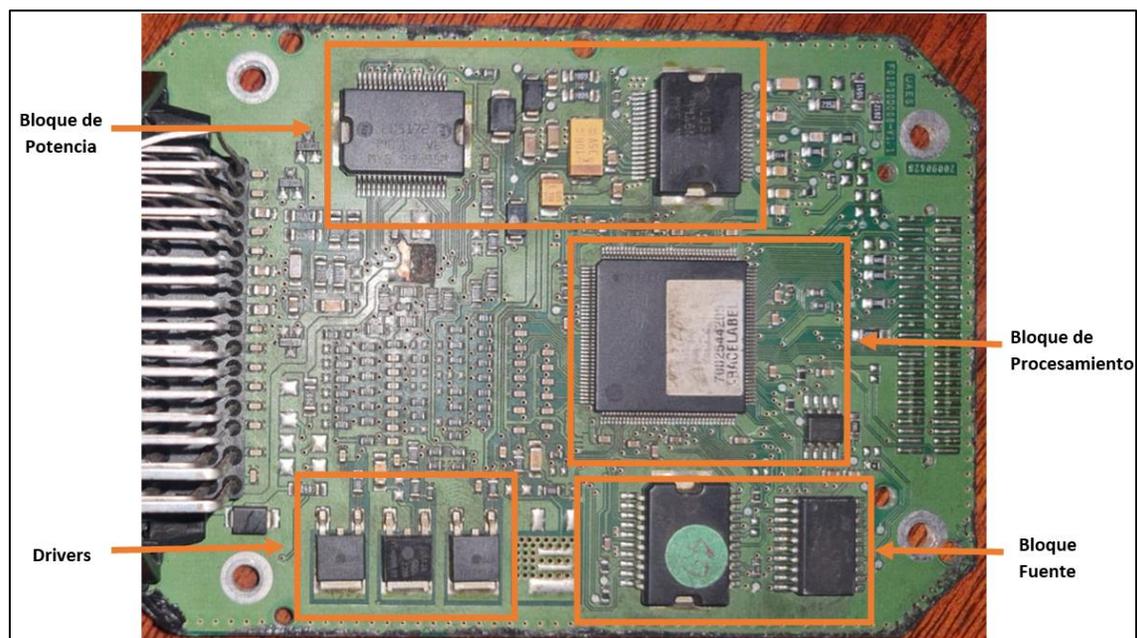
*Conector ECU Great Wall Haval H5*



*Nota.* En la figura se puede apreciar el conector de la ECU del vehículo Great Wall Haval H5.

**Figura 36**

*Bloques de operación de ECU Great Wall Haval H5*



*Nota.* En la figura se puede apreciar los distintos bloques de operación de la ECU Great Wall Haval H5.

**ECU Great Wall Haval M4.** Vehículo de procedencia china fabricado por la empresa Great Wall, considerado mini SUV y además muy comercializado en el mercado ecuatoriano.

**Figura 37**

*ECU Great Wall Haval M4*



*Nota.* En la figura se puede apreciar el exterior de una ECU del vehículo Great Wall Haval M4.

**Figura 38**

*ECU Great Wall Haval M4*



*Nota.* En la figura se puede apreciar el interior de una ECU del vehículo Great Wall Haval M4.

**Figura 39**

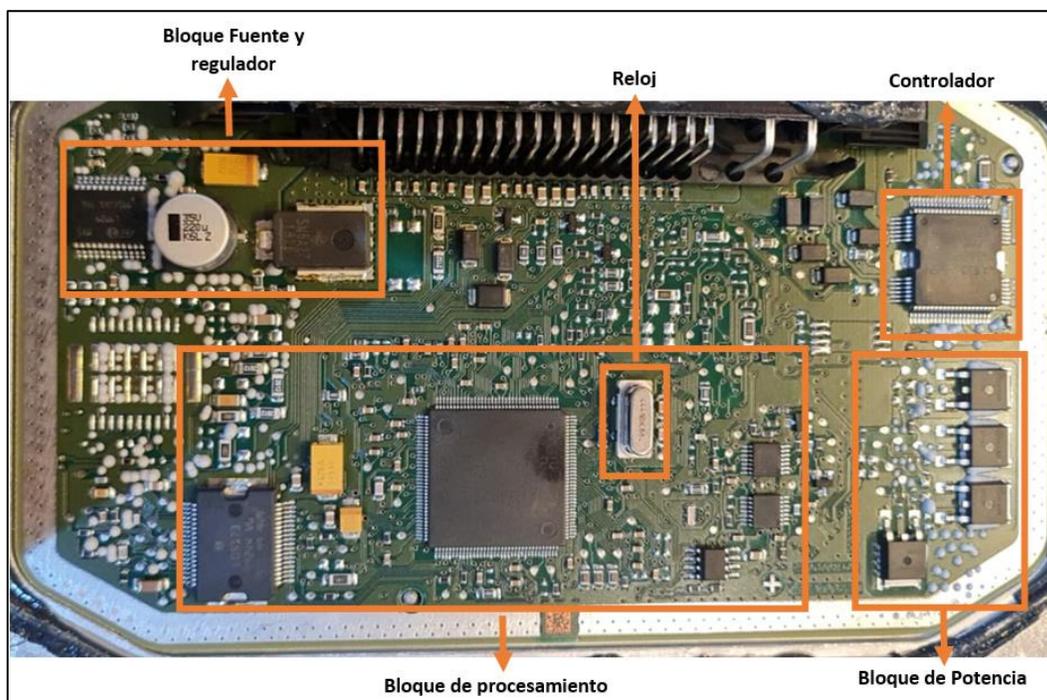
Conector ECU Great Wall Haval M4



*Nota.* En la figura se puede apreciar el conector de la ECU del vehículo Great Wall Haval M4.

**Figura 40**

Bloques de operación de ECU Great Wall Haval M4



*Nota.* En la figura se puede apreciar los distintos bloques de operación de la ECU del vehículo Great Wall Haval M4.

**ECU Hyundai Accent 1.5L.** Hyundai Accent es un automóvil compacto producido por la compañía surcoreana Hyundai. Este modelo viene equipado con un motor de 1.5 litros que produce 110 caballos de fuerza y 107 lb-pie de torque. Esta versión cuenta con un sistema de transmisión automática de 4 velocidades o manual de 6 velocidades. En cuanto a su diseño, es un auto con un estilo moderno, con una buena relación calidad-precio y es conocido por su economía de combustible, en general es un automóvil confiable y eficiente.

**Figura 41**

*ECU Hyundai Accent 1.5L*



*Nota.* En la figura se puede apreciar el conector de la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.5L.

**Figura 42**

*ECU Hyundai Accent 1.5L*



*Nota.* En la figura se puede apreciar el interior de una ECU del vehículo Hyundai Accent 1.5L.

**Figura 43**

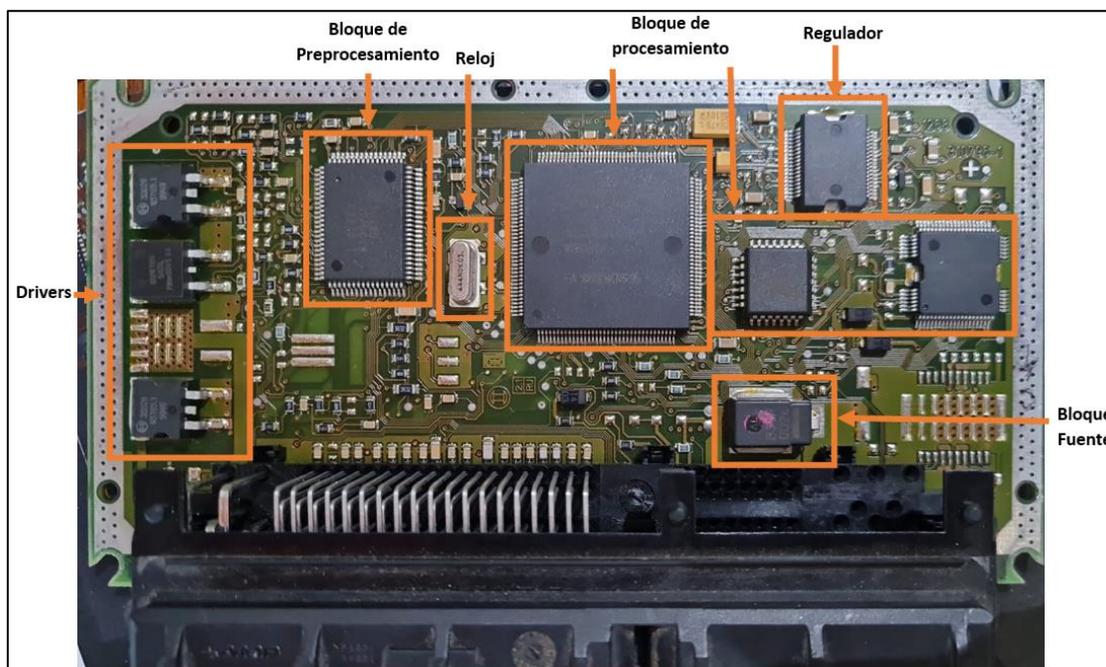
*Conector ECU Hyundai Accent 1.5L*



*Nota.* En la figura se puede apreciar el conector de la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.5L.

**Figura 44**

*Bloques de operación de ECU Hyundai Accent 1.5L*



*Nota.* En la figura se puede apreciar los distintos bloques de operación de la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.5L.

### ***Subsistema de alimentación***

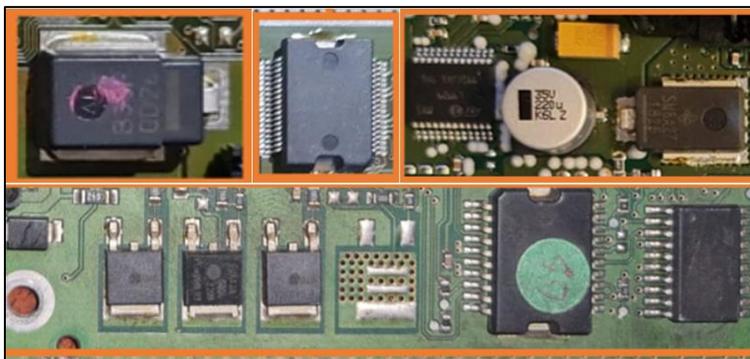
A continuación, se presenta los distintos componentes eléctricos y electrónicos de las ECUs analizados. El subsistema de alimentación de una Unidad de Control Electrónica (ECU) es un conjunto de componentes que proporcionan la energía necesaria para el correcto funcionamiento de la ECU. Este subsistema está compuesto principalmente por un regulador de voltaje, un filtro de ruido y un condensador de filtro.

El regulador de voltaje es responsable de mantener un voltaje constante para la ECU, independientemente de las fluctuaciones en el sistema eléctrico del vehículo. El filtro de ruido ayuda a proteger la ECU contra las interferencias electromagnéticas y eléctricas externas. El condensador de filtro actúa como un acumulador temporal de energía que proporciona una fuente adicional de energía en caso de una caída temporal de voltaje.

En general el subsistema de alimentación es crucial para el correcto funcionamiento de la ECU, ya que si no cuenta con una alimentación adecuada puede generar fallos en el sistema y afectar el rendimiento del vehículo.

### **Figura 45**

#### *Subsistema de Alimentación*



*Nota.* En la figura se puede apreciar Los componentes electrónicos que componen el subsistema de alimentación de las ECUs.

### ***Subsistema de control***

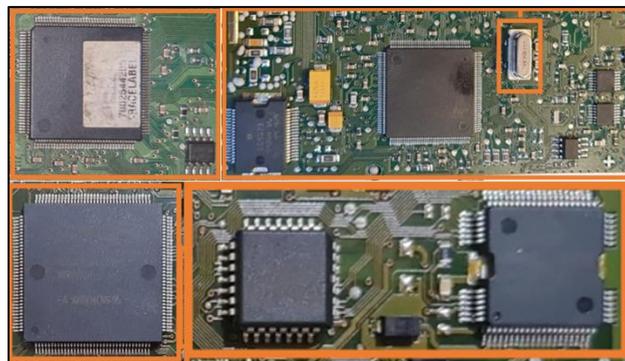
El subsistema de control de una Unidad de Control Electrónica (ECU) es el conjunto de componentes que se encarga de recibir y procesar las señales de los sensores del vehículo para luego enviar señales a los actuadores. Este subsistema está compuesto principalmente por un microcontrolador o un microprocesador, una memoria de almacenamiento y un conjunto de componentes electrónicos.

El microcontrolador o microprocesador es el cerebro de la ECU, es el encargado de ejecutar el software o programa que controla los diferentes sistemas del vehículo. La memoria de almacenamiento es donde se guardan los datos y programas necesarios para el control de los sistemas. Los componentes electrónicos como los circuitos integrados, los transistores, los diodos y los resistores son los encargados de realizar las operaciones necesarias para el control de los sistemas del vehículo.

En resumen, el subsistema de control es el encargado de recibir y procesar las señales de los sensores, para luego enviar señales a los actuadores y controlar los sistemas del vehículo de manera precisa y eficiente, permitiendo una mayor seguridad y mejor rendimiento del vehículo.

### **Figura 46**

#### *Subsistema de control*



*Nota.* En la figura se puede apreciar Los componentes electrónicos que componen el subsistema de control de las ECUs.

## Periferia

La periferia de una Unidad de Control Electrónica (ECU) es la encargada de recibir las señales de los sensores y procesarlas para que puedan ser interpretadas por el microprocesador. Esto se logra mediante el uso de componentes como resistencias y condensadores, que ayudan a filtrar y limpiar la señal para una mejor lectura por parte del microprocesador. A diferencia del subsistema de alimentación, en este subsistema no se encuentran capacitores con una capacitancia elevada, sino que se caracteriza por la presencia de varias resistencias de protección.

### Figura 47

*Periferia de la ECU*



*Nota.* En la figura se puede apreciar los componentes electrónicos que componen el bloque de periferia de las ECUs.

## Drivers

Los drivers permiten que la ECU pueda enviar y recibir señales y datos desde y hacia los componentes de hardware, como sensores, actuadores, pantallas, etc.

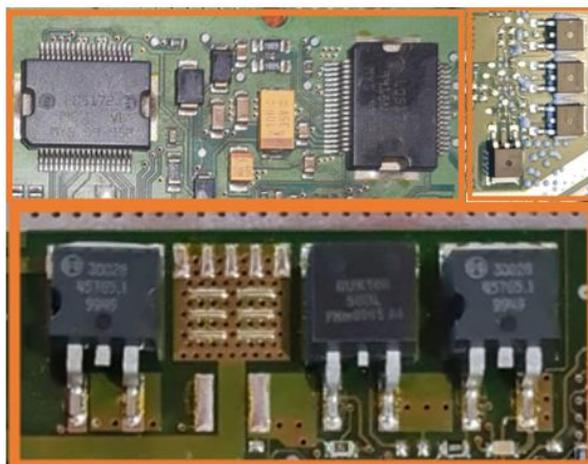
Los drivers son específicos para cada componente de hardware y suelen ser desarrollados por el fabricante de la ECU o por el fabricante del componente de hardware. Estos drivers son necesarios para

que la ECU pueda funcionar correctamente con los componentes de hardware conectados a ella, ya que, sin ellos, la ECU no sería capaz de comunicarse con estos componentes.

Además, los drivers también pueden incluir funciones adicionales como diagnósticos y soluciones de reparación, así como actualizaciones de software para mejorar el rendimiento de la ECU y los componentes de hardware conectados a ella. Sin los drivers adecuados, la ECU no funcionaría correctamente y los componentes de hardware no podrían interactuar adecuadamente con el vehículo.

### Figura 48

#### *Drivers*



*Nota.* En la figura se puede apreciar Los componentes electrónicos que componen el conjunto de drivers de las ECUs.

### Diagrama de conexión

Últimamente los problemas más comunes que se dan en el sector automotriz vienen siendo eléctricos, ya sea en el cableado o en los sensores. Es por eso por lo que resulta muy importante saber interpretar los diagramas eléctricos automotrices. Esta tarea no resulta de algo fácil ya que se necesita tener muchos conocimientos previos y cierta destreza para poder tener la habilidad de poder interpretar los diagramas eléctricos automotrices del vehículo.

Un circuito eléctrico es un conjunto de elementos básicos que son necesarios para que funcione correctamente. Los componentes más comunes que se pueden encontrar en un sistema eléctrico son resistencias, bobinas o inductores, condensadores, interruptores y fuentes de alimentación, entre otros.

### ***¿Qué es un diagrama de conexión?***

Es un esquema que muestra la disposición y conexión de los componentes electrónicos en una ECU de un vehículo. Es una herramienta importante utilizada para entender cómo funciona una ECU y para identificar problemas con los componentes.

Un diagrama de una ECU generalmente incluirá los siguientes elementos:

- **Microcontrolador o procesador:** Es el "cerebro" de la ECU que controla el funcionamiento del sistema.
- **Memoria:** Es la memoria utilizada para almacenar programas y datos.
- **Entradas y salidas:** Representan los puntos de conexión de sensores y actuadores en el sistema.
- **Circuitos de alimentación y de protección:** Estos circuitos proporcionan la energía necesaria para el funcionamiento de la ECU y protegen los componentes de sobrecargas y cortocircuitos.
- **Conectores:** Estos son los puntos de conexión donde se conectan los cables y sensores al ECU.

Un diagrama electrónico de una ECU también puede incluir información sobre los protocolos de comunicación utilizados para transmitir datos entre la ECU y otros componentes del vehículo, como el tablero de instrumentos, el sistema de transmisión, etc.

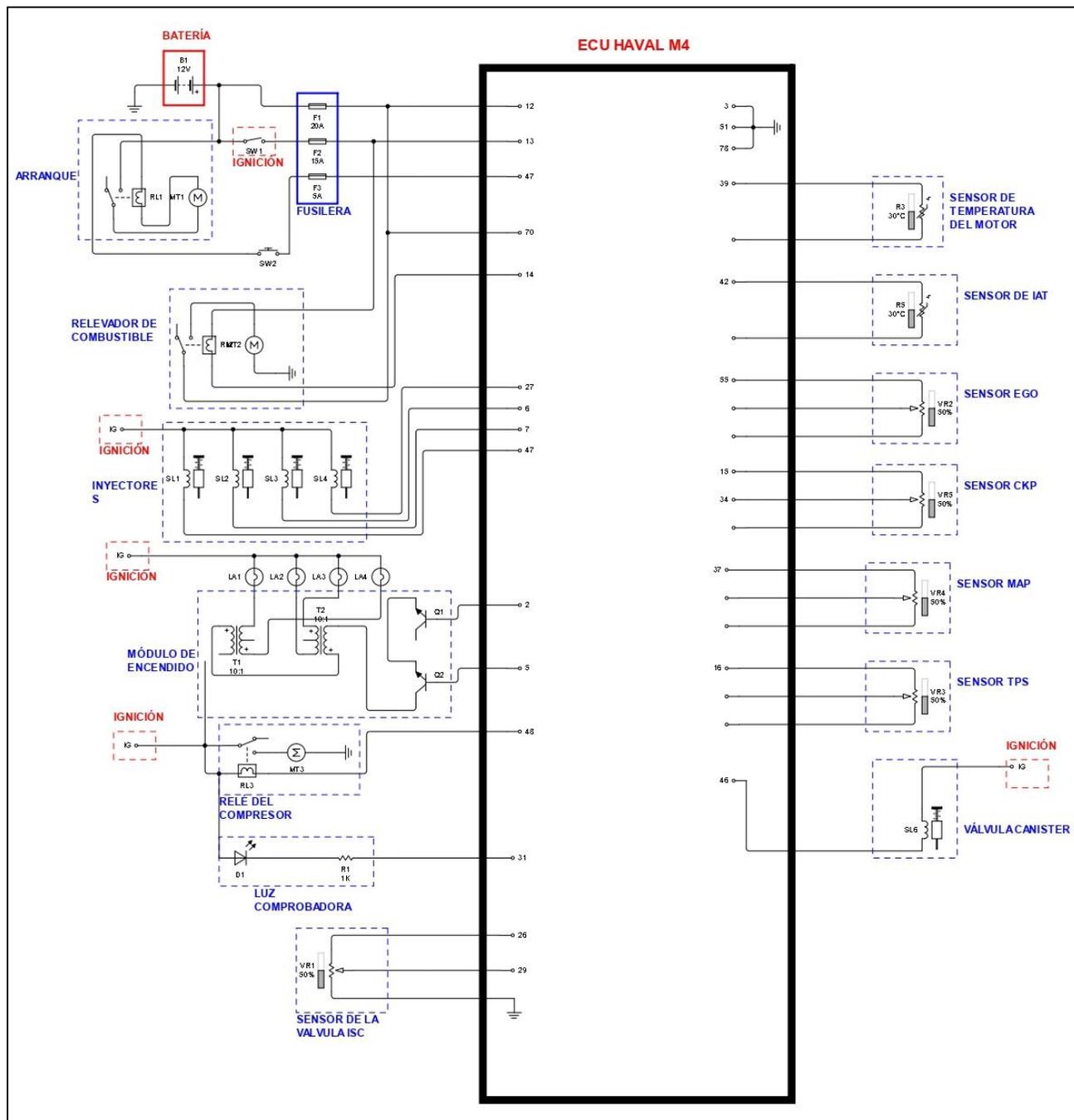
A continuación, se presentará los diagramas de conexión de las diferentes ECUs analizadas realizados en LiveWire.



**Circuito en LiveWire de la ECU del vehículo Great Wall Haval M4**

**Figura 50**

*Circuito de conexión de la ECU del vehículo Great Wall Haval M4*

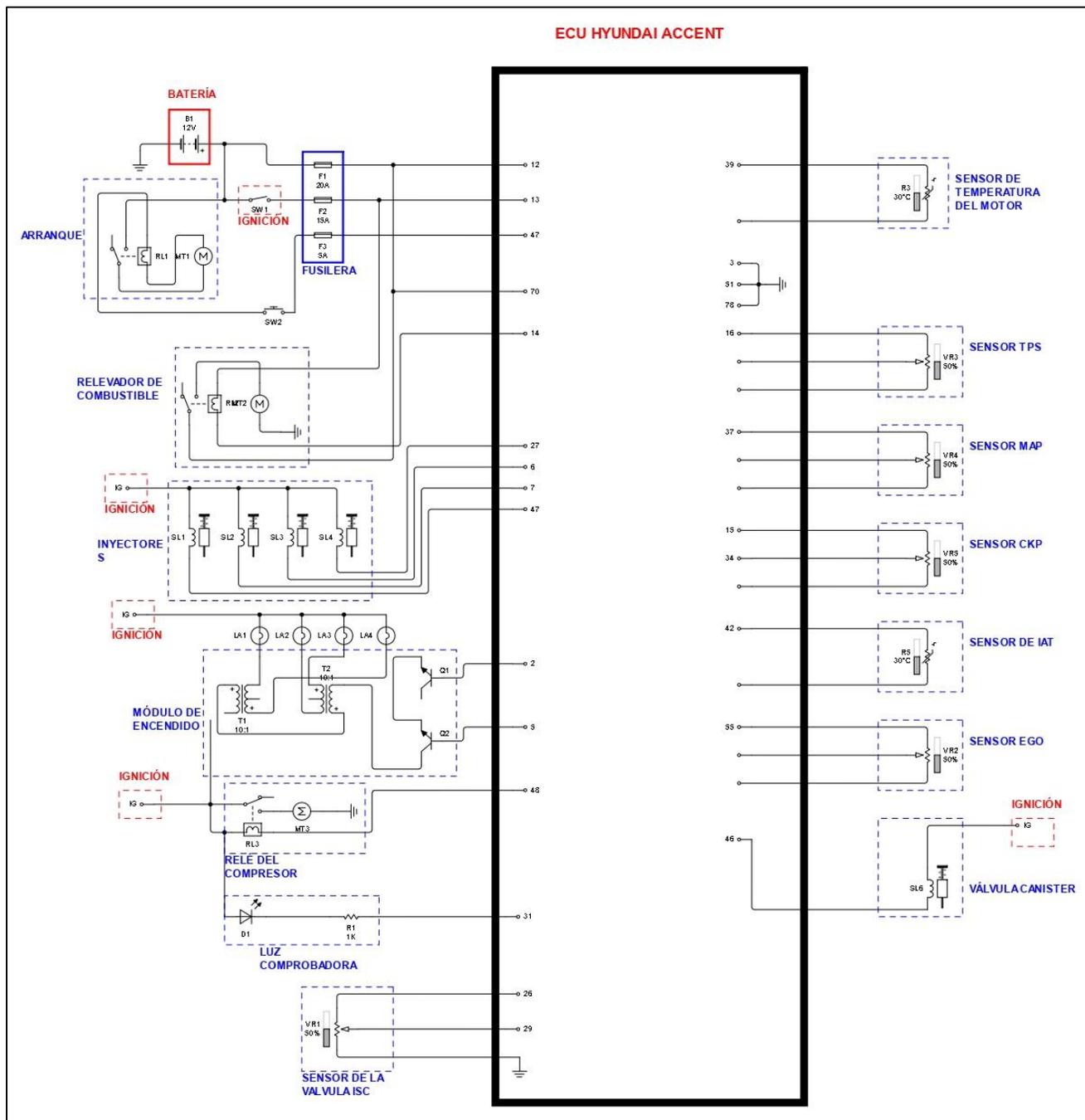


*Nota.* En la figura se puede apreciar el circuito de conexión de la ECU del Great Wall Haval M4, donde se puede observar la ECU con las diferentes conexiones de sensores y actuadores.

**Circuito en LiveWire de la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.5L.**

**Figura 51**

*Circuito de conexión de la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.5L*



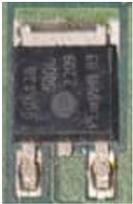
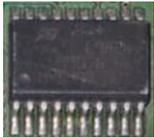
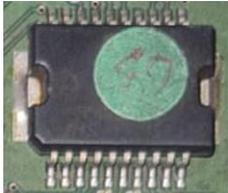
*Nota.* En la figura se puede apreciar el circuito de conexión de la ECU del Hyundai Accent 1.5L, donde se puede observar la ECU con las diferentes conexiones de sensores y actuadores.

## Selección de elementos eléctricos electrónicos y bloques de pruebas

### Componentes eléctricos y electrónicos de la ECU Great Wall Haval H5

Tabla 12

Identificación de los componentes eléctricos y electrónicos de la ECU Great Wall Haval H5

Componente	Descripción	Imagen
<b>L05172</b>	Chip controlador de inyección de combustible	
<b>L05173</b>	Chip controlador de inyección de combustible	
<b>BUK138-50DL</b>	Interruptor de alimentación/Controlador 1:1 Canal N 8A DPAK	
<b>ST10F275</b>	Microcontroladores de 16 bits para aplicaciones automotrices	
<b>L9826</b>	Controlador de lado bajo octal para cargas resistivas e inductivas con control de entrada en serie/paralelo, protección de salida y diagnóstico	
<b>L9651</b>	Interruptor cuádruple inteligente (consta de cuatro interruptores de alimentación del lado bajo idénticos. Una interfaz de diagnóstico en serie indica el modo de falla de cada interruptor (cortocircuito a VBAT o tierra y carga abierta o sobre temperatura))	

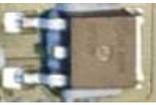
Componente	Descripción	Imagen
M95020	EEPROM de bus SPI serie de 4 Kbit, 2 Kbit y 1 Kbit con reloj de alta velocidad	
EPCOS 106 35V	Capacitor	

*Nota.* Componentes eléctricos y electrónicos de la ECU Great Wall Haval H5 y su descripción.

#### ***Componentes eléctricos y electrónicos de la ECU Great Wall Haval M4***

**Tabla 13**

*Identificación de los componentes eléctricos y electrónicos de la ECU Great Wall Haval M4*

Componente	Descripción	Imagen
6A930	Controlador De accionamiento de inyector	
07096	Semiconductor Discreto (Transistor)	
35V 220u K6L Z	Filtro RLC	
444NDK86	Reloj	
L9929	Puente H controlado por SPI	

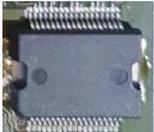
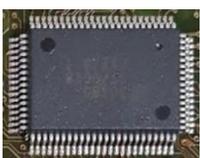
Componente	Descripción	Imagen
106 35K 902	Condensador	
SM8A27	Supresor de voltaje transitorio automotriz de montaje en superficie	
L05173	Circuito Integrado (CI)	
ST10F275	Microcontroladores de 16 bits para aplicaciones automotrices	
HC132	Puertas NAND positivas cuádruples con entradas de disparador Schmitt	
HC08	Cuádruple 2-entrada positiva-y puertas	
95080RT	Memoria EEPROM con reloj de alta velocidad	

*Nota.* Componentes eléctricos y electrónicos de la ECU Great Wall Haval M4 y su descripción.

**Componentes eléctricos y electrónicos de la ECU Hyundai Accent 1.5L**

**Tabla 14**

*Identificación de los componentes eléctricos y electrónicos de la ECU Hyundai Accent 1.5L*

<b>Componente</b>	<b>Descripción</b>	<b>Imagen</b>
<b>B59233</b>	Microcontrolador de un solo chip de 16 bits	
<b>30343</b>	Regulador 5V.	
<b>30403</b>	Chip controlador de inyección de combustible	
<b>30442</b>	Circuitos integrados de lógica programable PLCC28	
<b>30380</b>	Convertor analogico/digital varios sensores entre otras funciones.	
<b>30028</b>	Driver de la chispa de bobina de ignición	
<b>444NDK03</b>	Reloj	
<b>EPCOS 476 10V</b>	Capacitor	

Componente	Descripción	Imagen
<b>AM29F400B</b>	Memoria flash de sector de arranque de 4 megabits (512 K x 8 bits/256 K x 16 bits)	
<b>OD24</b>	Supresor de voltaje transitorio automotriz de montaje en superficie	

*Nota.* Componentes eléctricos y electrónicos de la ECU Hyundai Accent 1.5L y su descripción.

### Conector DLC

DLC es la abreviatura de "Local Data Link Connector" o "Conector de Enlace de Datos Local" en español. Es un conector estandarizado que se encuentra en la mayoría de los vehículos modernos y que se utiliza para conectar un escáner de diagnóstico al sistema de control del vehículo.

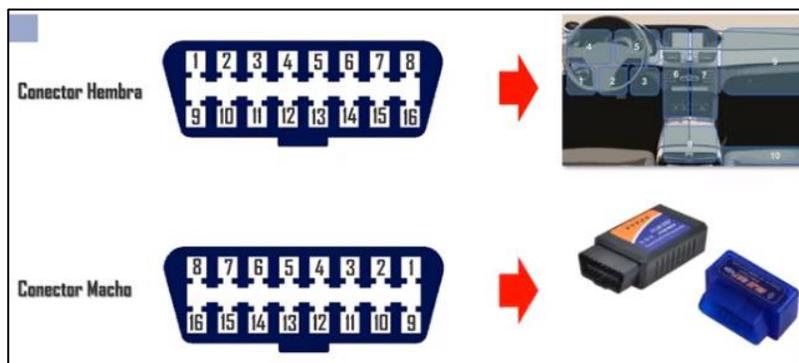
El conector DLC se encuentra normalmente en el área del tablero de instrumentos, debajo del volante o debajo del panel de fusibles. Es un conector de 16 o de 12 terminales, dependiendo de la marca y modelo del vehículo.

A través del conector DLC se pueden obtener información sobre los sensores, actuadores, códigos de falla, estado de los componentes, entre otros.

En resumen, el conector DLC es un conector estandarizado que se encuentra en la mayoría de los vehículos modernos y que se utiliza para conectar un escáner de diagnóstico al sistema de control del vehículo, es una herramienta valiosa para los profesionales de la mecánica automotriz para diagnosticar problemas en los sistemas del vehículo.

**Figura 52**

Conector DLC macho y hembra



*Nota.* En la figura se puede observar el conector DLC tal como para conexión macho y conexión hembra.

A continuación, se presenta los diferentes conectores DLC para cada ECU que ha sido analizada:

**Tabla 15**

Conector DLC de cada ECU analizada

Orden	ECU	Terminal	Descripción	Imagen
1	Great Wall Haval H5 (Óptimas Condiciones)	15	DLC – Línea K	
2	Great Wall Haval H5 (Averiadada)	15	DLC – Línea K	
3	Hyundai Accent 1.5L	71	DLC - Línea K	
4	Great Wall Haval M4	71	DLC – Línea K	

*Nota.* Conectores DLC de cada una de las ECUs.

## Capítulo IV

### Protocolo de pruebas, banqueo y resultados de las pruebas experimentales

#### Distribución de pines

La distribución de pines de una Unidad de Control Electrónica (ECU) es la disposición de los conectores en la parte trasera de la unidad. Cada pin tiene una función específica en el circuito, como la alimentación, las señales de entrada y salida, los sensores y las conexiones de diagnóstico.

La distribución de pines de una ECU puede variar dependiendo del fabricante y del modelo de vehículo, pero generalmente se agrupan en bloques o secciones para facilitar la identificación de los pines y su función. Por ejemplo, los pines de alimentación suelen estar en un bloque separado de los pines de señal.

La distribución de pines de una ECU también puede incluir conectores adicionales para diagnósticos y reprogramación, además de un conector para el cable OBD-II. Es importante tener una buena comprensión de la distribución de pines de una ECU para poder realizar reparaciones y diagnósticos de manera efectiva.

#### *Distribución de pines ECU Great Wall Haval H5*

#### **Figura 53**

*Conector de pines de ECU Great Wall Haval H5*



*Nota.* En la figura se puede observar la distribución de los pines en el conector de la ECU Great Wall Haval H5.

**Tabla 16***Distribución de pines de la ECU Great Wall Haval H5*

<b>N° de Pin</b>	<b>Descripción</b>	<b>N° de Pin</b>	<b>Descripción</b>
2	Referencia Sensor de Oxigeno 2 (5V)	36	Masa IAC
3	Control de masa Bobina 1	37	Alimentación Válvula de vacío
4	Referencia Sensor de Oxigeno 1 (5V)	39	Señal Sensor de Temperatura del refrigerante
5	Masa	40	Sensor MAP (Señal de presión)
7	Control de masa Bobina 2	41	Referencia Sensor de temperatura de Refrigerante (5V)
8	Alimentación (12V)	42	Señal Sensor de posición del árbol de levas
15	Conector de Scanner Pin 7	43	Masa
16	Directo (12V)	45	Señal del Sensor de Oxigeno
17	Contacto (12V)	46	Referencia Sensor de posición del cigüeñal (5V)
18	Referencia Sensor MAP (5V)	47	Señal Sensor de posición del cigüeñal
19	Referencia Sensor TPS 1 (5V)	48	Masa
20	Check Engine	49	Control de masa Inyector 2
21	Referencia IAC (12V)	50	Control de masa Inyector 3
22	Referencia IAC (12V)	51	Realimentación Sensor de oxígeno (12V)
25	Masa Sensor MAP	52	Relé de electroventilador

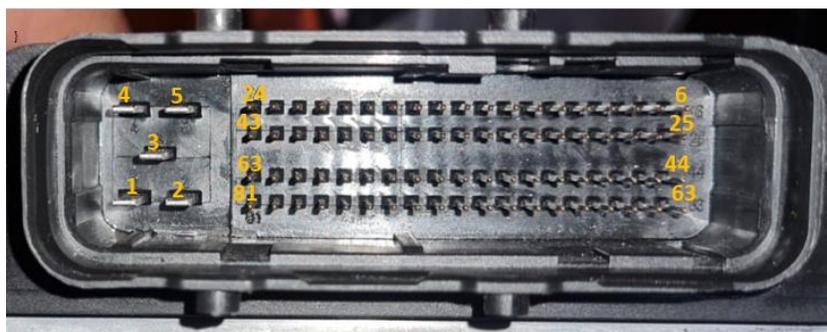
N° de Pin	Descripción	N° de Pin	Descripción
26	Referencia Sensor TPS 2 (5V)	57	Referencia Sensor del Velocímetro (12V)
29	Sensor de Oxigeno (3V)	59	Sensor MAP (Señal de Temperatura)
30	Referencia Sensor de Detonación 2 (3V)	60	Relé de Bomba de combustible
31	Referencia Sensor de Detonación 1 (3V)	63	Control de masa Inyector 4
35	Masa IAC	64	Control de masa Inyector 1

*Nota.* Conexión de cada uno de los pines de la ECU Great Wall Haval H5.

#### ***Distribución de pines ECU Great Wall Haval M4***

#### **Figura 54**

*Conector de pines de ECU Great Wall Haval M4*



*Nota.* En la figura se puede observar la distribución de los pines en el conector de la ECU Great Wall Haval M4.

**Tabla 17***Distribución de pines de la ECU Great Wall Haval M4*

N° de Pin	Descripción	N° de Pin	Descripción
2	CYL 2, 3 Control de bobina de encendido	39	Sensor ECT
3	Masa	42	Sensor IAT
5	CYL 1, 4 Control de bobina de encendido	44	Batería 12V
6	Control de inyector 2	45	Batería 12V
7	Control de inyector 3	46	Control de válvula de purga
12	Batería 12V	47	Control de inyector 4
13	Entrada ON/START	48	Calefacción
14	Batería 12V	51	Masa
15	Señal sensor CKP inductivo OUT	55	Señal sensor O2 trasero
16	Señal sensor TPS	61	Masa
26	Válvula reguladora de ralentí IAC abrir	63	Batería 12V
27	Control de inyector 1	70	Control de relé de bomba de combustible
29	Válvula reguladora de ralentí IAC cerrar	71	DLC Línea - k
31	Check Engine	78	Masa
34	Señal sensor CKP inductivo OUT	80	Masa
37	Señal MAP		

*Nota.* Conexión de cada uno de los pines de la ECU Great Wall Haval M4.

### Distribución de pines ECU Hyundai Accent 1.5L

Figura 55

Conector de pines de ECU Hyundai Accent 1.5L



Nota. En la figura se puede observar la distribución de los pines en el conector de la ECU Hyundai Accent 1.5L.

Tabla 18

Distribución de pines de la ECU Hyundai Accent 1.5L

Nº de Pin	Descripción	Nº de Pin	Descripción
2	CYL 2, 3 Control de bobina de encendido	39	Sensor ECT
3	Masa	42	Sensor IAT
5	CYL 1, 4 Control de bobina de encendido	44	Batería 12V
6	Control de inyector 2	45	Batería 12V
7	Control de inyector 3	46	Control de válvula de purga
12	Batería 12V	47	Control de inyector 4
13	Entrada ON/START	48	Calefacción
14	Batería 12V	51	Masa
15	Señal sensor CKP inductivo OUT	55	Señal sensor O2 trasero
16	Señal sensor TPS	61	Masa

N° de Pin	Descripción	N° de Pin	Descripción
26	Válvula reguladora de ralentí IAC abrir	63	Batería 12V
27	Control de inyector 1	70	Control de relé de bomba de combustible
29	Válvula reguladora de ralentí IAC cerrar	71	DLC Línea - k
31	Check Engine	78	Masa
34	Señal sensor CKP inductivo OUT	80	Masa
37	Señal de MAP		

*Nota.* Conexión de cada uno de los pines de la ECU Hyundai Accent 1.5L.

### **Protocolo de pruebas de ECU China**

El protocolo de pruebas para una ECU automotriz es un conjunto de procedimientos y metodologías diseñadas para verificar el correcto funcionamiento de la unidad de control electrónica de un vehículo. Estos protocolos se realizan con el objetivo de detectar cualquier falla o problema en la ECU, antes de que afecte el funcionamiento del vehículo.

La ECU es el componente clave en el sistema electrónico del automóvil, y su correcto funcionamiento es fundamental para garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento del vehículo. Por ello, es importante realizar pruebas exhaustivas en la ECU antes de su instalación en el vehículo. El protocolo de pruebas incluye verificaciones en los componentes electrónicos y en los sistemas de software.

En resumen, un protocolo de pruebas para una ECU automotriz es una herramienta clave para garantizar la calidad y el correcto funcionamiento de la ECU en el vehículo, y para asegurar la seguridad y el correcto funcionamiento del vehículo en general.

### Figura 56

*Multímetro TRISCO DA – 830*



*Nota.* En la figura se puede observar el multímetro TRISCO DA - 830 con el cual se obtendrá los voltajes correspondientes de funcionamiento de los componentes de la ECU.

Este equipo utilizado para la correspondiente a la realización de pruebas en cada una de las ECUs, son equipos de alta precisión y fiabilidad para poder dar un diagnóstico acertado. Permitted observar y obtener los voltajes de las señales de entrada, de salida y activación de actuadores.

### Señales de entrada

Las señales de entrada de una ECU (unidad de control del motor) en un automóvil pueden incluir información como la posición del acelerador, la velocidad del vehículo, la temperatura del motor, la presión del combustible, entre otros. Estas señales son recolectadas por sensores específicos en el

vehículo y luego son enviadas a la ECU, donde son procesadas y utilizadas para controlar diferentes sistemas del motor y el vehículo, como la inyección de combustible, el encendido, entre otros.

***Señales de Entrada de ECU Great Wall Haval H5 (Óptimas Condiciones)***

**Tabla 19**

*Señales de Entrada de ECU Great Wall Haval H5 (Óptimas Condiciones)*

<b>Ord.</b>	<b>Descripción</b>	<b>N° de Pin</b>
<b>1</b>	Masa	5
<b>2</b>	Alimentación (12V)	8
<b>3</b>	Directo (12V)	16
<b>4</b>	Contacto (12V)	17
<b>5</b>	Señal de Sensor de Oxígeno 2	29
<b>6</b>	Señal Sensor de Temperatura del refrigerante	39
<b>7</b>	Sensor MAP (Señal de presión)	40
<b>8</b>	Señal Sensor de posición del árbol de levas	42
<b>9</b>	Masa	43
<b>10</b>	Señal del Sensor de Oxígeno 1	45
<b>11</b>	Señal Sensor de posición del cigüeñal	47
<b>12</b>	Masa	48
<b>13</b>	Sensor MAP (Señal de Temperatura)	59

*Nota.* Listado de señales de Entrada de ECU Great Wall Haval H5 (Óptimas Condiciones).

***Señales de Entrada de ECU Great Wall Haval H5 (Averjada)***

**Tabla 20**

*Señales de Entrada de ECU Great Wall Haval H5 (Averjada)*

<b>Ord.</b>	<b>Descripción</b>	<b>N° de Pin</b>
<b>1</b>	Masa	5
<b>2</b>	Alimentación (12V)	8

<b>Ord.</b>	<b>Descripción</b>	<b>N° de Pin</b>
<b>3</b>	Directo (12V)	16
<b>4</b>	Contacto (12V)	17
<b>5</b>	Señal de Sensor de Oxígeno 2	29
<b>6</b>	Señal Sensor de Temperatura del refrigerante	39
<b>7</b>	Sensor MAP (Señal de presión)	40
<b>8</b>	Señal Sensor de posición del árbol de levas	42
<b>9</b>	Masa	43
<b>10</b>	Señal del Sensor de Oxígeno 1	45
<b>11</b>	Señal Sensor de posición del cigüeñal	47
<b>12</b>	Masa	48
<b>13</b>	Sensor MAP (Señal de Temperatura)	59

*Nota.* Listado de señales de Entrada de ECU Great Wall Haval H5 (Averjada).

#### ***Señales de Entrada de ECU Great Wall Haval M4***

**Tabla 21**

*Señales de Entrada de ECU Great Wall Haval M4*

<b>Ord.</b>	<b>Descripción</b>	<b>N° de Pin</b>
<b>1</b>	Masa	3
<b>2</b>	Batería 12V	12
<b>3</b>	Batería 12V	14
<b>4</b>	Señal sensor CKP inductivo OUT	15
<b>5</b>	Señal sensor TPS	16
<b>6</b>	Señal sensor CKP inductivo OUT	34
<b>7</b>	Señal sensor MAP	37
<b>8</b>	Señal sensor ECT	39
<b>9</b>	Señal sensor IAT	42
<b>10</b>	Batería 12V	44
<b>11</b>	Batería 12V	45

<b>Ord.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Nº de Pin</b>
<b>12</b>	Masa	51
<b>13</b>	Señal sensor O2 trasero	55
<b>14</b>	Masa	61
<b>15</b>	Batería (12V)	63
<b>16</b>	Masa	78
<b>17</b>	Masa	80

*Nota.* Listado de señales de Entrada de ECU Great Wall Haval M4.

### ***Señales de Entrada de ECU Hyundai Accent 1.5L***

**Tabla 22**

*Señales de Entrada de ECU Hyundai Accent 1.5L*

<b>Ord.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Nº de Pin</b>
<b>1</b>	Masa	3
<b>2</b>	Batería 12V	12
<b>3</b>	Batería 12V	14
<b>4</b>	Señal sensor CKP inductivo OUT	15
<b>5</b>	Señal sensor TPS	16
<b>6</b>	Señal sensor CKP inductivo OUT	34
<b>7</b>	Señal sensor MAP	37
<b>8</b>	Señal sensor ECT	39
<b>9</b>	Señal sensor IAT	42
<b>10</b>	Batería 12V	44
<b>11</b>	Batería 12V	45
<b>12</b>	Masa	51
<b>13</b>	Señal sensor O2 trasero	55
<b>14</b>	Masa	61
<b>15</b>	Batería (12V)	63
<b>16</b>	Masa	78

Ord.	Descripción	N° de Pin
17	Masa	80

*Nota.* Listado de señales de entrada de ECU Hyundai Accent 1.5L.

### Señales de salida y activación de actuadores

Las señales de salida de una ECU (unidad de control del motor) en un automóvil se refieren a las instrucciones o comandos que la ECU envía a los diferentes actuadores del vehículo para controlar el funcionamiento del motor y otros sistemas.

Los actuadores son componentes electrónicos o mecánicos que reciben las señales de salida de la ECU y las convierten en acciones físicas, para controlar los diferentes sistemas del vehículo.

### Señales de salida y de actuadores de ECU Great Wall Haval H5 (Óptimas Condiciones)

**Tabla 23**

*Señales de salida y de actuadores de ECU Great Wall Haval H5 (Óptimas Condiciones)*

Ord.	Descripción	N° de Pin	Imagen
1	Referencia Sensor de Oxígeno 2 (5V)	2	 <p>Mediante el multímetro no se obtiene la medición, más adelante se encuentra el oscilograma de activación de bobinas.</p>
2	Control de masa Bobina 1 Control de masa Bobina 2	3 7	

Ord.	Descripción	N° de Pin	Imagen
3	Referencia Sensor de Oxigeno 1 (5V)	4	
4	Referencia Sensor MAP (5V)	18	
5	Referencia Sensor TPS 1 (5V)	19	
6	Referencia IAC (12V)	21	

Ord.	Descripción	Nº de Pin	Imagen
7	Referencia IAC (12V)	22	
8	Referencia Sensor TPS 2 (5V)	26	
9	Sensor de Oxigeno (3V)	29	
10	Referencia Sensor de temperatura de Refrigerante (5V)	41	
11	Referencia Sensor de posición del cigüeñal	46	Mediante el multímetro no se puede obtener la medición dado que es un sensor inductivo.

Ord.	Descripción	N° de Pin	Imagen
12	Realimentación Sensor de oxígeno (12V)	51	
13	Referencia Sensor de Detonación 2 (3V)	30	
	Referencia Sensor de Detonación 1 (3V)	31	
14	Control de masa Inyector 1	64	Mediante el multímetro no se puede obtener la medición, más adelante se encuentra el oscilograma de activación de los inyectores en conjunto.
	Control de masa Inyector 2	49	
	Control de masa Inyector 3	50	
	Control de masa Inyector 4	63	

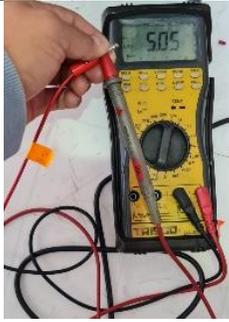
*Nota.* Listado de señales de salida y activación de actuadores de ECU Great Wall Haval H5 (Óptimas Condiciones).

**Señales de salida y activación de actuadores de ECU Great Wall Haval H5 (Averia)**

**Tabla 24**

*Señales de salida y activación de actuadores de ECU Great Wall Haval H5 (Averia)*

Ord.	Descripción	N° de Pin	Imagen
1	Referencia Sensor de Oxigeno 2 (5V)	2	
2	Control de masa Bobina 1 Control de masa Bobina 2 NOTA. Bobina 1 queda accionada y bobina 2 no acciona.	3 7	Mediante el multímetro no se puede obtener la medición, más adelante se encuentra el oscilograma de activación de bobinas.
3	Referencia Sensor de Oxigeno 1 (5V)	4	
4	Referencia Sensor MAP (5V)	18	

Ord.	Descripción	Nº de Pin	Imagen
5	Referencia Sensor TPS 1 (5V)	19	
6	Alimentación IAC (12V)	21	
7	Alimentación IAC (12V)	22	
8	Referencia Sensor TPS 2 (5V)	26	

Ord.	Descripción	Nº de Pin	Imagen
9	Sensor de Oxígeno (3V)	29	
10	Referencia Sensor de temperatura de Refrigerante (5V)	41	
11	Referencia Sensor de posición del cigüeñal	46	Mediante el multímetro no se puede obtener la medición dado que es un sensor inductivo, más adelante se encuentra el oscilograma.
12	Realimentación Sensor de oxígeno (12V)	51	

Ord.	Descripción	Nº de Pin	Imagen
13	Referencia Sensor de Detonación 2 (3V)	30	
	Referencia Sensor de Detonación 1 (3V)	31	
14	Control de masa Inyector 1	64	Mediante el multímetro no se puede obtener la medición, más adelante se encuentra el oscilograma de activación de los inyectores en conjunto.
	Control de masa Inyector 2	49	
	Control de masa Inyector 3	50	
	Control de masa Inyector 4	63	
NOTA. Inyectores 1-4 y 2-3 se accionan de dos en dos, cuando el vehículo es secuencial.			

*Nota.* Listado de señales de salida y activación de actuadores de ECU Great Wall Haval H5 (Averizada).

### ***Señales de salida y activación de actuadores de ECU Great Wall M4***

**Tabla 25**

*Señales de salida y activación de actuadores de ECU Great Wall M4*

Ord.	Descripción	Nº de Pin
1	CYL 2, 3 Control de bobina de encendido	2
	CYL 1, 4 Control de bobina de encendido	5
2	Control de inyector 1	27
	Control de inyector 2	6
	Control de inyector 3	7
	Control de inyector 4	47
3	Alimentación válvula reguladora de ralentí IAC 1 (12V)	26
4	Alimentación válvula reguladora de ralentí IAC 2 (12V)	29

Ord.	Descripción	Nº de Pin
5	Referencia sensor ECT (5V)	39
6	Referencia sensor IAT (5V)	42
7	Señal sensor CKP inductivo OUT	34

*Nota.* Listado de señales de salida y activación de actuadores de ECU Great Wall M4.

### ***Señales de salida y activación de actuadores de ECU Hyundai Accent 1.5L***

**Tabla 26**

*Señales de salida y activación de actuadores de ECU Hyundai Accent 1.5L*

Ord.	Descripción	Nº de Pin	Imagen
<b>1</b>	CYL 2, 3 Control de bobina de encendido	2	Mediante el multímetro no se puede obtener la medición, más adelante se encuentra el oscilograma de activación de bobinas
	CYL 1, 4 Control de bobina de encendido	5	
<b>2</b>	Control de inyector 1	27	Mediante el multímetro no se puede obtener la medición, más adelante se encuentra el oscilograma de activación de los inyectores en conjunto
	Control de inyector 2	6	
	Control de inyector 3	7	
	Control de inyector 4	47	
<b>3</b>	Alimentación válvula reguladora de ralentí IAC 1 (12V)	26	

Ord.	Descripción	N° de Pin	Imagen
4	Alimentación válvula reguladora de ralentí IAC 2 (12V)	29	
5	Referencia sensor ECT (5V)	39	
6	Referencia sensor IAT (5V)	42	
7	Señal sensor CKP inductivo OUT	34	Mediante el multímetro no se puede obtener la medición dado que es un sensor inductivo, más adelante se encuentra el oscilograma

*Nota.* Listado de señales de salida y activación de actuadores de ECU Hyundai Accent 1.5.

### Pruebas de la ECU China

Después de haber buscado toda la información referente a cada una de las ECUs por analizar, como distribución de pines, diagramas, etc. Se procede a la realización de pruebas en el probador de

ECUs MST 9000+, donde se podrá probar y obtener cada una de las señales como sensores, inyectores, bobinas, etc.

Gracias a este probador se pudo determinar si la ECU está enviando las señales correspondientes y si los voltajes son los correctos para de esta forma determinar si la ECU está en buen estado o no y posteriormente proceder a la reparación si así lo requiere.

### Figura 57

*Probador de ECUs MST - 9000+*



*Nota.* En la figura se puede observar el probador de ECUs con cada uno de sus accesorios, todos ellos útiles al momento de utilizarlo.

Además, se contó con la ayuda del Osciloscopio Hantek 1008C, el cual nos ayudará a la obtención gráfica de las señales que debe generar la ECU, éstas señales son enviadas al probador de ECUs, para la activación de los actuadores, tal es el caso de inyectores y bobinas, por lo que gracias a este equipo de diagnóstico se pudo determinar mediante la observación de ondas si las gráficas son correctas y tienen alguna anomalía, de ser así se procedería a realizar su respectivo análisis.

**Figura 58***Osciloscopio Hantek 1008C*

*Nota.* En la figura se puede observar el osciloscopio Hantek 1008C con el cual se obtuvo de manera gráfica las señales y pulsos que envía cada una de las ECUs.

### Pruebas con osciloscopio de baja tensión

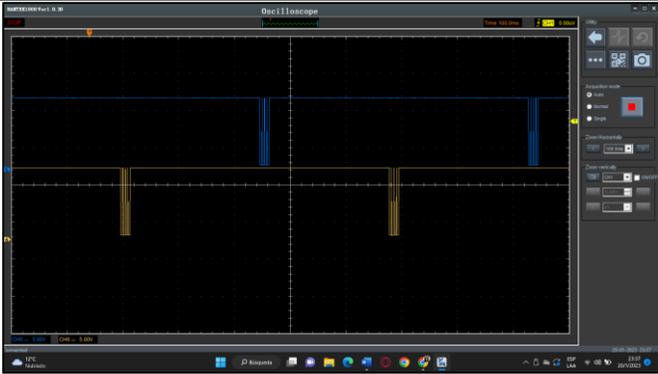
#### *ECU Haval H5 (Óptimas Condiciones)*

A continuación, en la tabla se detallan las conexiones realizadas a partir de los pines de la ECU y las gráficas obtenidas.

**Tabla 27**

*Oscilogramas de actuadores de la ECU del vehículo Haval H5 (Óptimas condiciones)*

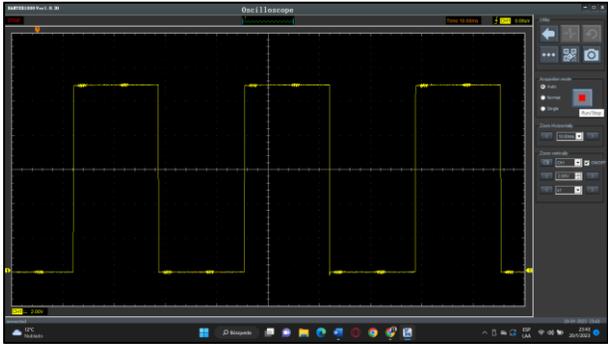
Actuador	Detalle	Pin	Oscilograma
<b>Inyectores</b>	Inyector 1	64	
	Inyector 2	49	
	Inyector 3	50	
	Inyector 4	63	

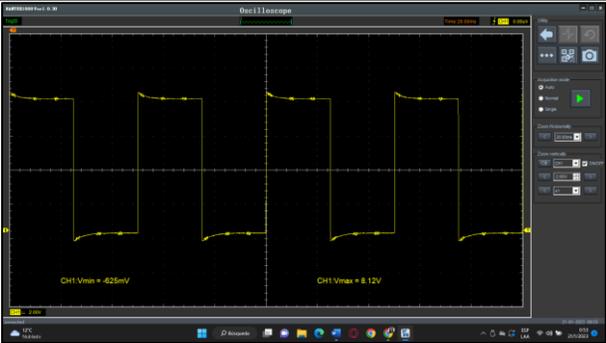
Actuador	Detalle	Pin	Oscilograma
<b>Bobinas</b>	Bobina 1	3	
	Bobina 2	7	
<b>IAC</b>	V. de referencia 1	21	
	V. de referencia 2	22	

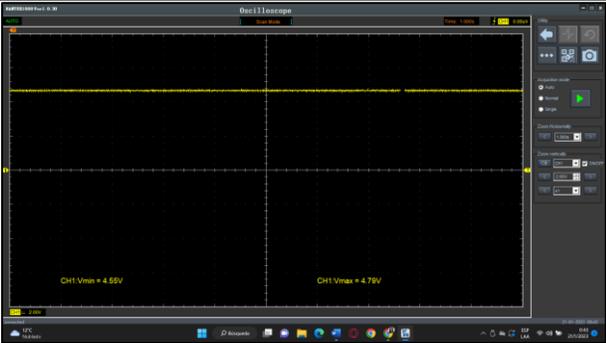
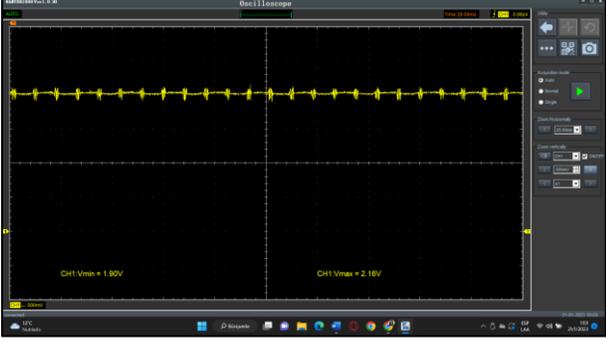
*Nota.* En la tabla se puede observar los oscilogramas correspondientes a los actuadores de la ECU.

**Tabla 28**

*Oscilogramas de sensores de la ECU del vehículo Haval H5 (Óptimas Condiciones)*

Sensor	Detalle	Pin	Oscilograma
<b>CKP</b>	V. de referencia	47	

Sensor	Detalle	Pin	Oscilograma
TPS	V. de señal	46	
	V. de referencia 1	19	
	V. de referencia 2	26	
ECT	V. de referencia	41	

Sensor	Detalle	Pin	Oscilograma
MAP	V. de referencia	18	
VSS	V. de referencia	57	
KS	V. de señal	31	

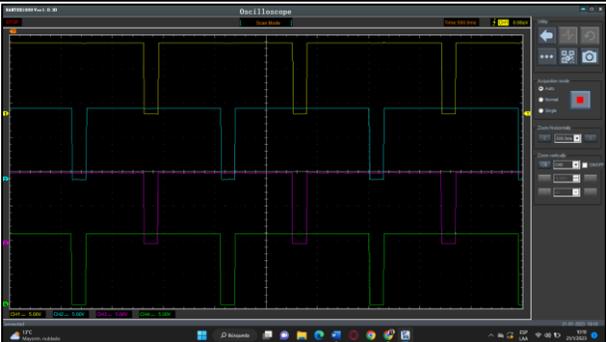
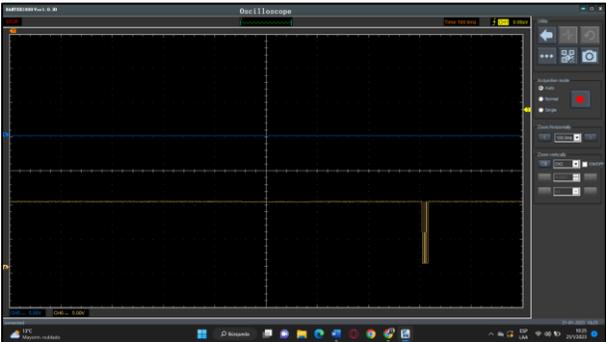
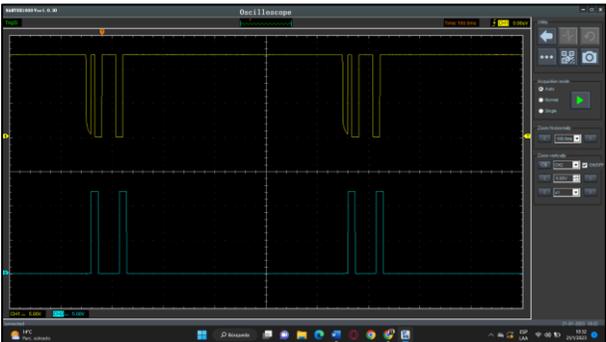
*Nota.* En la tabla se puede observar los oscilogramas correspondientes a los sensores de la ECU.

### ***ECU Haval H5 (Averia)***

A continuación, en la tabla se detallan las conexiones realizadas a partir de los pines de la ECU y las gráficas obtenidas.

Tabla 29

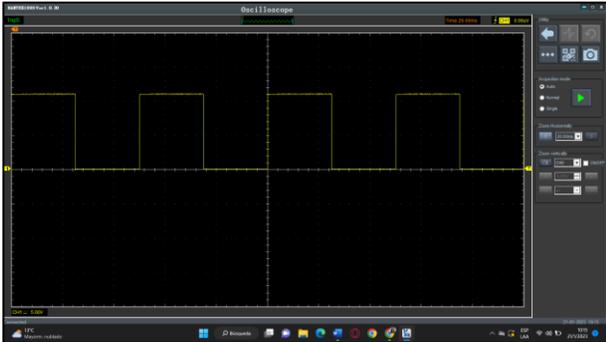
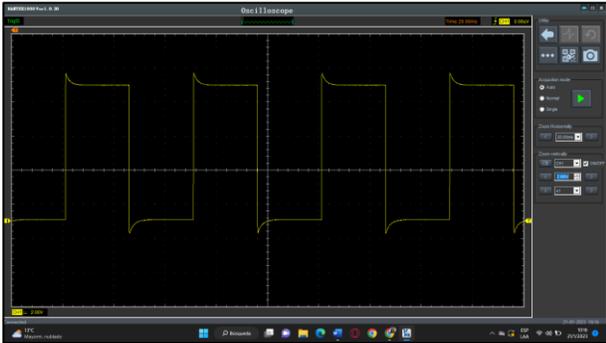
*Oscilogramas de actuadores de la ECU del vehículo Haval H5 (Averiado)*

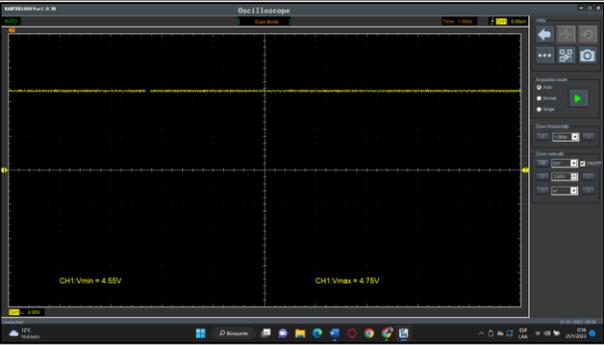
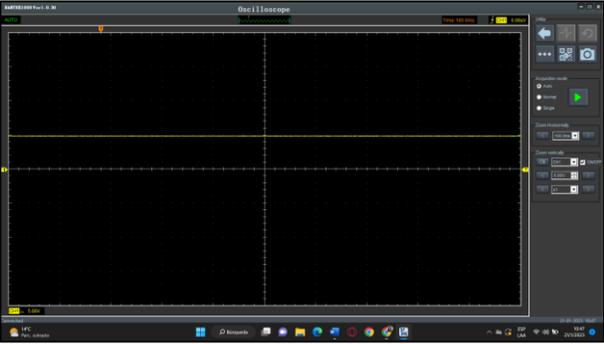
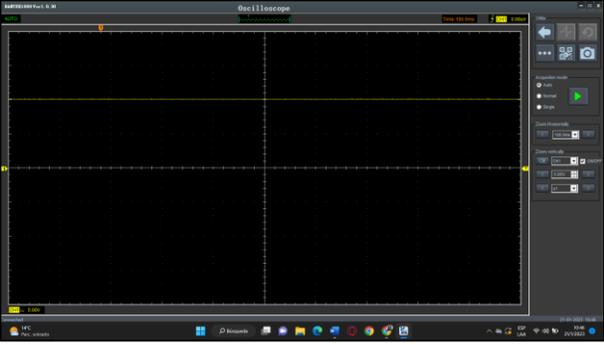
Actuador	Detalle	Pin	Oscilograma
<b>Inyectores</b>	Inyector 1	64	
	Inyector 2	49	
	Inyector 3	50	
	Inyector 4	63	
<b>Bobinas</b>	Bobina 1	3	
	Bobina 2	7	
<b>IAC</b>	V. de referencia 1	22	
	V. de referencia 2	21	

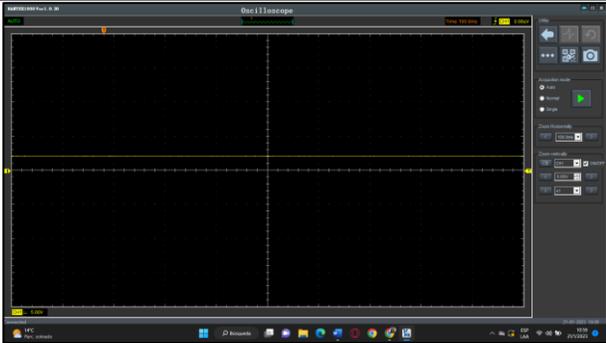
*Nota.* En la tabla se pueden observar los oscilogramas correspondientes a los actuadores de la ECU.

Tabla 30

Oscilogramas de sensores de la ECU del vehículo Haval H5 (Averiado)

Sensor	Detalle	Pin	Oscilograma
CKP	V. de referencia	47	
	V. de señal	46	
TPS	V. de referencia 1	19	
	V. de referencia 2	26	

Sensor	Detalle	Pin	Oscilograma
ECT	V. de referencia	41	 <p>The oscilloscope shows a single horizontal yellow trace representing a constant voltage signal. The scale is set to 1.00V. The signal level is indicated as CH1:Vmin = 4.55V and CH1:Vmax = 4.75V.</p>
MAP	V. de referencia	18	 <p>The oscilloscope shows a single horizontal yellow trace representing a constant voltage signal. The scale is set to 1.00V.</p>
VSS	V. de referencia	57	 <p>The oscilloscope shows a single horizontal yellow trace representing a constant voltage signal. The scale is set to 1.00V.</p>
KS	V. de señal	30	 <p>The oscilloscope shows a single horizontal yellow trace representing a constant voltage signal. The scale is set to 1.00V.</p>

Sensor	Detalle	Pin	Oscilograma
	V. de señal	31	

*Nota.* En la tabla se observan los oscilogramas correspondientes a los sensores de la ECU.

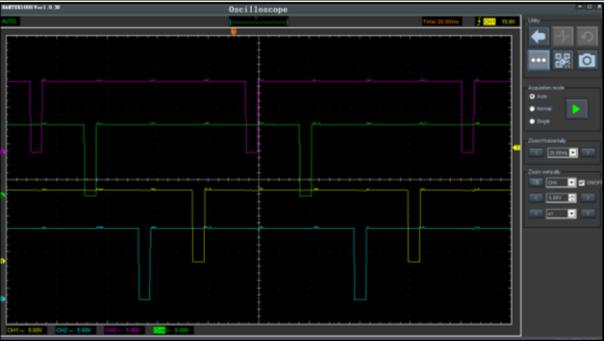
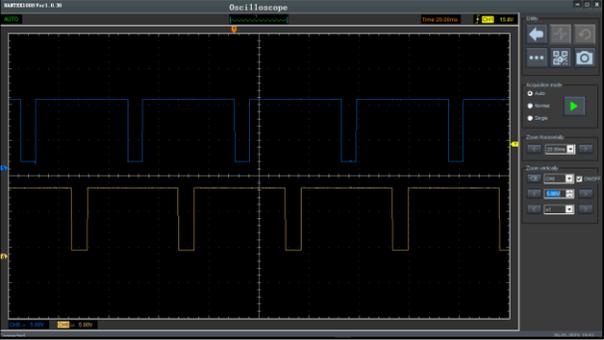
### **ECU Hyundai Accent**

A continuación, en la tabla se detallan las conexiones realizadas a partir de los pines de la ECU y las gráficas obtenidas.

**Tabla 31**

*Oscilogramas de componentes de la ECU del vehículo Hyundai Accent 1.5L*

Componentes	Detalle	Pin	Oscilograma
<b>Batería 12V</b>	Alimentación	12	
		14	
		44	
		45	
		63	
<b>Inyectores</b>	Inyector 1	27	
	Inyector 2	6	

Componentes	Detalle	Pin	Oscilograma
	Inyector 3	7	
	Inyector 4	47	
<b>Bobinas</b>	Bobina 1	5	
	Bobina 2	2	
<b>Control relé bomba de combustible</b>	Alimentación	70	
<b>CKP</b>	V. de referencia	15	
		34	

*Nota.* En la tabla se observan los oscilogramas correspondientes a los componentes de la ECU.

### Reporte de estado de los circuitos de ECU

A continuación, se presenta las listas de verificaciones de los circuitos correspondientes a cada ECU analizada.

**Tabla 32**

*Verificación de los circuitos de la ECU del Great Wall Haval H5 (Óptimas Condiciones)*

Descripción	N° de Pin	Buen estado	Mal estado	Observación
Referencia Sensor de Oxígeno 2 (5V)	2	✓	-	-
Control de masa Bobina 1	3	✓	-	-
Control de masa Bobina 2	7			
Referencia Sensor de Oxígeno 1 (5V)	4	✓	-	-
Referencia Sensor MAP (5V)	18	✓	-	-
Referencia Sensor TPS 1 (5V)	19	✓	-	-
Referencia IAC (12V)	21	✓	-	-
Referencia IAC (12V)	22	✓	-	-
Referencia Sensor TPS 2 (5V)	26	✓	-	-
Sensor de Oxígeno (3V)	29	✓	-	-
Referencia Sensor de temperatura de Refrigerante (5V)	41	✓	-	-
Referencia Sensor de posición del cigüeñal	46	✓	-	-
Realimentación Sensor de oxígeno (12V)	51	✓	-	-
Referencia Sensor de Detonación 2 (3V)	30 31	✓	-	-
Referencia Sensor de Detonación 1 (3V)				
Control de masa Inyector 1	64	✓	-	-
Control de masa Inyector 2	49			

Descripción	N° de Pin	Buen estado	Mal estado	Observación
Control de masa Inyector 3	50			
Control de masa Inyector 4	63			

*Nota.* Listado de verificación del estado de los circuitos de la ECU del Great Wall Haval H5 (Óptimas condiciones).

**Tabla 33**

*Verificación del estado de los circuitos de la ECU del Great Wall Haval H5 (Averíada)*

Descripción	N° de Pin	Buen estado	Mal estado	Observación
Referencia Sensor de Oxígeno 2 (5V)	2	✓	-	-
Control de masa Bobina 1	3	-	X	Bobina 1 – Esta accionada permanentemente.
Control de masa Bobina 2	7			Bobina 2 – No acciona en su totalidad.
Referencia Sensor de Oxígeno 1 (5V)	4	✓	-	-
Referencia Sensor MAP (5V)	18	✓	-	-
Referencia Sensor TPS 1 (5V)	19	✓	-	-
Referencia IAC (12V)	21	✓	-	-
Referencia IAC (12V)	22	✓	-	-
Referencia Sensor TPS 2 (5V)	26	✓	-	-
Sensor de Oxígeno (3V)	29	✓	-	-
Referencia Sensor de temperatura de Refrigerante (5V)	41	✓	-	-
Referencia Sensor de posición del cigüeñal	46	✓	-	-
Realimentación Sensor de oxígeno (12V)	51	✓	-	-
Referencia Sensor de Detonación 2 (3V)	30	✓	-	-
Referencia Sensor de Detonación 1 (3V)	31			
Control de masa Inyector 1	64	-	X	Inyector 1 y 4 – Se accionan

Descripción	Nº de Pin	Buen estado	Mal estado	Observación
Control de masa Inyector 2	49			en conjunto.
Control de masa Inyector 3	50			Inyector 2 y 3 – Se accionan
Control de masa Inyector 4	63			en conjunto.

*Nota.* Listado de verificación del estado de los circuitos de la ECU del Great Wall Haval H5 (Averjada).

#### Tabla 34

*Verificación del estado de los circuitos de la ECU del Hyundai Accent 1.5L*

Descripción	Nº de Pin	Buen Estado	Mal Estado	Observaciones
CYL 2, 3 Control de bobina de encendido	2	✓	-	-
CYL 1, 4 Control de bobina de encendido	5			
Control de inyector 1	27			
Control de inyector 2	6	✓	-	-
Control de inyector 3	7	✓	-	-
Control de inyector 4	47			
Alimentación válvula reguladora de ralentí IAC 1 (12V)	26	✓	-	-
Alimentación válvula reguladora de ralentí IAC 2 (12V)	29	✓	-	-
Referencia sensor ECT (5V)	39	✓	-	-
Referencia sensor IAT (5V)	42	✓	-	-
CKP inductivo OUT	34	✓	-	-

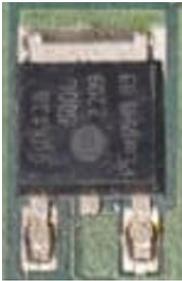
*Nota.* Listado de verificación del estado de los circuitos de la ECU del Hyundai Accent 1.5 L.

### Reporte de componentes de reparación y reemplazo

Después de haber realizado cada lista de verificación correspondiente a cada ECU analizada y determinar que ECU tiene problemas se ha realizado el reporte de componentes de reparación y reemplazo que se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 35**

*Componentes para reparación y reemplazo de la ECU Great Wall Haval H5 (Averiada)*

Ord.	Componente	Imagen	Observación
1	Chip controlador de inyección de combustible		Los chips controladores de inyección no emiten la señal correcta a los inyectores puesto que se están activando de dos en dos y es un vehículo de inyección secuencial
2	Chip controlador de inyección de combustible		
3	Interruptor de alimentación		Los interruptores de alimentación de las bobinas se encuentran defectuosos dado que el de la bobina uno
4	Microcontrolador		En el bloque de procesamiento existe un error dado que no se está alimentando al interruptor de alimentación de la bobina dos ya que no acciona

Ord.	Componente	Imagen	Observación
5	-		Componente fundido – No identificado
6	Pin 21 Pin 24 Pin 35		Los pines que se comunican con las pistas de la ECU se encuentran torcidos

*Nota.* En la tabla se cita los componentes que necesitan reparación o reemplazo de la ECU Great Wall Haval H5 (Averíada)

### Informe de estado y reparación

#### ***ECU Great Wall Haval H5 (Estado Óptimo) y Hyundai Accent 1.5L***

En los casos de las ECUs Great Wall Haval H5 (Estado Óptimo) y Hyundai Accent 1.5L, ambas se encuentran en perfecto estado, dado que en base a las pruebas realizadas con el osciloscopio Hantek 1008c y las verificaciones con el multímetro automotriz Trisco DA-830, se observó que al energizar cada una de las ECUs y emitir las señales de los distintos sensores hacia las mismas mediante el uso del módulo de comprobación de computadoras automotrices MST - 9000+ que no existen cortos en el circuito fuente y filtrado. Por ende, al realizar la verificación en el módulo se puede observar que existe pulso de inyección y chispa de bobina; también se puede observar que al variar la frecuencia del tiempo de inyección los pulsos igualmente varían por lo que se concluye que el comportamiento de estos actuadores es normal. Para finalizar se comprobó que las ECUs emitan voltajes de referencia para los sensores los cuales fueron los correctos.

### **ECU Great Wall Haval H5 (Averiad)**

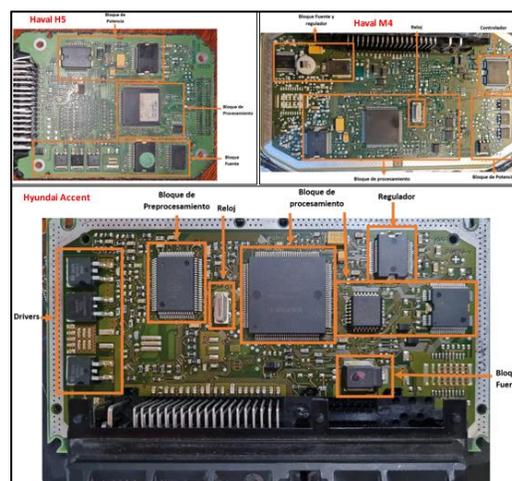
La ECU Great Wall Haval H5 (Averiad) se encuentra averiad dado que, al momento de energizarla y comunicarle las distintas seales de los voltajes de los sensores, el comportamiento del pulso de inyección no es el correcto puesto que el vehículo es de inyección secuencial y la ECU emite los pulsos de inyección de dos en dos por lo que el módulo de comprobación de computadores automotrices MST 9000+ no puede obtener el tiempo de inyección. Además, el comportamiento de las dos bobinas que tiene el vehículo no es el deseado, ya que la bobina uno permanece accionada todo el tiempo y la bobina dos no acciona en su totalidad. Con respecto a las seales de referencia emitidas por la ECU a los sensores son las esperadas.

### **Protocolo de reparación**

Al desmontar la ECU, es importante tener una idea de dónde podría estar el problema, identificando la sección o área relevante. Es por eso anteriormente se efectuó la identificación de bloques, para de esa forma simplificar el entendimiento del circuito.

### **Figura 59**

*Identificación de bloques en cada una de las ECUs*



*Nota.* En la figura se puede observar los bloques identificados anteriormente en cada una de las ECUs.

***Bloque de entrada***

La falla está ubicada en este sector cuando:

- No hay señal de (4.5 V a 5V) en algún sensor y no hay pulso de 12 V en su respectivo actuador.
- El vehículo no enciende, por lo tanto, es un problema del microprocesador.
- El scanner e interfaz no logran conexión con el vehículo.

***Bloque de salida***

La falla está ubicada en este sector cuando:

- No hay voltaje de referencia de (4.5 V a 5V) aproximadamente en los sensores.
- No hay señal de 12V en inyectores, relés o bobina de encendido.

***Localización y reparación de fallas******Tipos de fallas en ECUs***

Antes de adentrarnos en el tipo de fallas hay que tener en consideración ciertas precauciones como saber que los componentes de una ECU son extremadamente sensibles a las descargas electro - estáticas (ESD).

Antes de manipular cualquier componente, hay que asegurarse de llevar puesta una pulsera anti - estática si es posible o tocar algún objeto a tierra, como un objeto de metal para eliminar cualquier resto de carga estática en el cuerpo. La electricidad estática del cuerpo puede dañar irreversiblemente los circuitos integrados de la computadora automotriz.

***Punto de soldadura oxidado o con corrosión por óxido***

Las grietas de los puntos de soldadura son casi imperceptibles, aun así deben repararse ya que son generadores de fallas. Igualmente sucede con los puntos que presentan corrosión por óxido.

Este tipo de anomalía es la causante del 60% de las fallas en las ECUs. Si se quiere dar un diagnóstico sin tener que destapar la ECU hay que tomar en cuenta las siguientes fallas en el vehículo:

- Cuando el vehículo enciende normalmente, pero existen ocasiones en las que no quiere encender.
- Cuando el vehículo se presenta alguna falla, pero sin hacer nada la falla desaparece.

Solo en estos dos casos se puede estar seguros de que el problema radica en los puntos de soldadura.

El punto débil de las ECUs es que las juntas de soldadura de los conectores soldados a la placa son propensas a agrietarse, esta es la falla más común que suele presentarse.

### Figura 60

*Juntas de soldadura agrietadas*



*Nota.* En la figura se muestra las juntas de soldadura agrietadas en la parte posterior de la placa. Tomado de (Guillén, 2018)

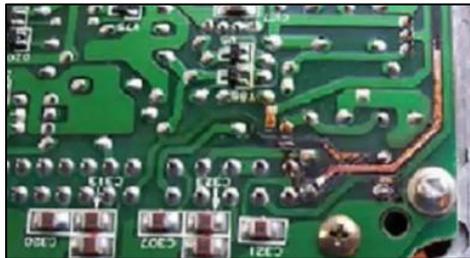
Como se pudo observar en la figura los 3 puntos están agrietados, puede no parecer mucho, pero este tipo de anomalía causa la pérdida momentánea de la conexión ya que la corrosión se acumula en las grietas. Para determinar si una ECU tiene este tipo de problemas, es necesario llevar a cabo un examen visual. La forma de solucionar este problema radica en calentar la soldadura agrietada y quitarla para colocar nuevamente la soldadura.

### Pista quemada

Esto supone una avería que suele solucionarse elaborando puentes externos, en este caso la solución sería soldar un hilo fino sobre una pista quemada.

#### Figura 61

*Hilo fino soldado sobre la pista para realizar puente*



*Nota.* En la figura se muestra el procedimiento para realizar un puente en una pista quemada. Tomado de (Guillén, 2018)

### Transistor dañado

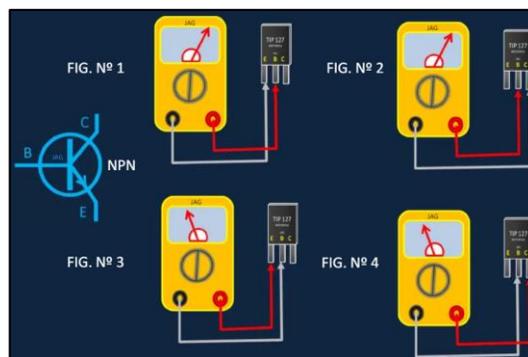
- Comúnmente los transistores de salida son los que se dañan, estos transistores se encuentran ubicados en línea, en el cual los cubre un disipador de calor.
- Haga Palanca de cada lado un poco a la vez para retirarlo.
- No trate de sacar el aislante al mismo tiempo ya que puede romperse.

**Figura 62***Transistores de salida*

*Nota.* En la figura se observa los transistores de salida de una ECU. Tomado de (Guillén, 2018)

Pasos para chequeo de transistores de salida:

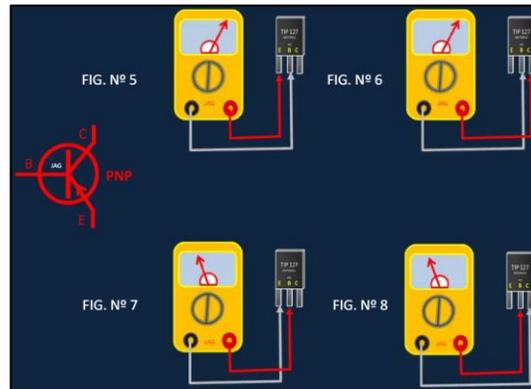
1. Chequeo de base – emisor
2. Chequeo de base – colector
3. Medición de valores de cada transistor, el que arroje un valor diferente a los demás tiene problemas.

**Figura 63***Comprobación de transistores NPN*

*Nota.* En la figura se indica la secuencia 1 – 4 de cómo se debe realizar la comprobación de un transistor NPN. Tomado de (Guillén, 2018)

## Figura 64

### Comprobación de transistores PNP



*Nota.* En la figura se indica la secuencia 1 – 4 de cómo se debe realizar la comprobación de un transistor PNP. Tomado de (Guillén, 2018)

### Fallas de condensadores

En fallas de condensadores se encuentra dos tipos:

Condensadores sin aparente daño pero que han perdido capacidad.

Siempre hay que tener cuidado con los condensadores electrolíticos, principalmente si la ECU tiene más de 7 años de funcionamiento. Cuando se observe alguna pista quemada en el circuito impreso de la ECU hay que reemplazar todos los condensadores electrolíticos.

Esto es debido a que es casi seguro que han perdido capacidad, y cuando no, pueden haber sido directamente responsables de la falla de la ECU, es por eso por lo que hay que revisar estos componentes ya que por poco dinero se asegura su correcto funcionamiento.

Es importante verificar la capacidad de un condensador, aunque no haya indicios de daño, para asegurarse de que está funcionando correctamente. Sin embargo, los condensadores electrolíticos tienen una desventaja, que es su tendencia a perder su eficacia con el tiempo debido a la exposición a

los ciclos de energía y calor. Las fugas de líquido electrolítico pueden ser muy dañinas para las placas de la ECU. De hecho, pueden erosionar los restos de cobre y con el tiempo causar un cortocircuito en la placa. Cuando esto sucede, la ECU ya sea dejará de funcionar completamente o actuará de manera errática. Es importante comprobar el rendimiento de los condensadores, incluso si no parece estar dañado. Con el tiempo y la exposición a los ciclos de energía y calor, los condensadores electrolíticos pueden sufrir pérdidas, lo que puede resultar en la aparición de picos perjudiciales en la ECU.

Es importante observar cuidadosamente la polaridad del condensador antes de sacarlo, para volver a colocarlo exactamente igual. Muchas placas está mal imprentas la serigrafía y presentan la polaridad al revés.

Fallas por condensadores dañados físicamente.

Los condensadores dañados son muy fáciles de reconocer, ya que están inflados en la parte superior.

### **Figura 65**

*Condensadores de una ECU*



*Nota.* En la figura se observa un par de condensadores en mal estado. Tomado de (Guillén, 2018)

**Falla de microprocesador**

- La forma de verificar si el microprocesador está dañado es a través de la interfaz de diagnóstico.
- La presencia de una comunicación exitosa por parte de la ECU indica que el microprocesador está funcionando de manera adecuada. Sin embargo, si la comunicación no es posible, significa que el microprocesador se encuentra dañado.
- Si el microprocesador de la computadora está dañado, repararla puede ser un desafío debido a que esta pieza se fabrica de manera personalizada por el fabricante, lo que dificulta la búsqueda de una pieza de repuesto.

## Capítulo V

### Marco administrativo

Para poder ejecutar el presente proyecto de investigación se tomó en varios parámetros como los administrativos, el financiamiento y los aspectos técnicos, que forman parte de las herramientas que ayudarán al desarrollo y ejecución del proyecto.

#### Recursos

Los recursos que se tomaron en cuenta para el desarrollo del proyecto de investigación fueron: recursos humanos, recursos tecnológicos, recursos materiales, todos ellos importantes para la ejecución del mismo, ya que éstos delimitan la viabilidad con el objetivo de que no existan problemas en el transcurso de la realización del proyecto.

#### *Recursos humanos*

Los recursos humanos vienen siendo una parte fundamental para la realización del proyecto ya que toma en cuenta a las personas participantes en el desarrollo del mismo, quienes aportaron con su conocimiento e ideas para realizar con éxito el proyecto.

**Tabla 36**

#### *Recursos humanos*

Descripción	Función
<b>Victor Muquinche</b>	Investigador
<b>Michael Nicolalde</b>	Investigador
<b>Ing. Germán Erazo</b>	Colaborador Científico

#### *Recursos tecnológicos*

A continuación, se detallan los recursos tecnológicos utilizados en el desarrollo del proyecto de investigación.

Tabla 37

*Recursos tecnológicos*

Detalle	Cantidad	Costo
Software Autodata	1	\$17.50
Software Alldata	1	\$50.00
Software Carmin	1	\$3.75
Software Mitchell ProDemand 5	1	\$45.00
Horas de internet	320	\$40.00
Computador personal	2	\$100.00
	TOTAL	\$256.25

*Recursos materiales*

Tabla 38

*Recursos materiales*

Detalle	Cantidad	Costo
MST – 9000+	1	\$197.50
Estación de soldadura Baku 702L	1	\$15.00
Soporte para placas	1	\$3.75
Caja de herramientas de precisión	1	\$4.50
ECU Haval H5 (1)	1	\$300.00
ECU Haval H5 (2)	1	-
Osciloscopio Hantek 100C (Rentado)	1	\$15.00
Multímetro automotriz TRISCO DA-830 (Rentado)	1	\$10.00
Varios (Cables, terminales, jacks, etc.)	-	\$20.00
	TOTAL	\$565.75

*Recursos de apoyo*

Tabla 39

*Recursos de apoyo*

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>
<b>Curso de reparación</b>	1	\$40.00
	TOTAL	\$40.00

### **Análisis de costos del proyecto de investigación**

En lo que respecta al análisis de costos del proyecto de investigación se toma en cuenta todos los recursos tecnológicos, materiales y de apoyo que sirvieron para el desarrollo del mismo. Equipos y elementos que fueron adquiridos de parte de la Universidad fueron obviados, a continuación, se realiza el detalle total de costos.

#### **Tabla 40**

##### *Recursos de apoyo*

<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>
<b>Recursos tecnológicos</b>	1	\$256.25
<b>Recursos materiales</b>	1	\$565.75
<b>Recursos de apoyo</b>	1	\$40.00
<b>Movilización</b>	1	\$50.00
<b>Imprevistos</b>	1	\$100.00
	TOTAL	\$1012.00

### ***Análisis costo – beneficio***

Es de suma importancia realizar el análisis costo – beneficio del Trabajo de Integración Curricular “Análisis de constitución y procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia China” ya que en la actualidad el tema de reparación de ECUs es de los más importantes, este tema nos enseñará

nuevos conocimientos sobre diagnóstico y reparación, cosas que son muy importantes ya que hoy en día en su mayoría se opta por el remplazo de las ECUs, mas no por su reparación.

## Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

Se investigó información relevante acerca de la constitución de computadoras automotrices de procedencia China.

Las ECUs están compuestas por los mismos componentes y tecnologías que las ECUs de otras procedencias, incluyendo microcontroladores, memorias, circuitos de entrada y salida, entre otros.

Las compañías chinas han establecido alianzas con grandes fabricantes automotrices para proveer ECUs de alta calidad.

Hay que destacar que la calidad y fiabilidad de las ECUs chinas aún están siendo evaluadas y pueden variar dependiendo del fabricante en particular. Por lo tanto, es necesario hacer una investigación exhaustiva antes de tomar una decisión en el uso de estas ECUs en un automóvil.

Se llevó a cabo el levantamiento de requerimientos para verificar las ECUs de origen chino, ya que es un paso fundamental en el diagnóstico de estas unidades.

Se determinó los componentes electrónicos que originaban el mal funcionamiento de la ECU Great Wall Haval H5, gracias a las pruebas realizadas mediante el protocolo de reparación y a su vez la comparación con una ECU del mismo tipo en perfectas condiciones.

Se comprobó el estado de las pistas de comunicación entre componentes electrónicos de la ECU, esto se logra realizando una inspección visual y mediante el multímetro automotriz con la función de continuidad, dado que es un aspecto importante para el correcto funcionamiento

## Recomendaciones

Es fundamental tener una comprensión previa sobre la naturaleza y funcionamiento de las ECUs antes de proceder a su manipulación y revisión. Esto incluye la identificación de los diferentes bloques y pines de conexión, así como la comprensión de los voltajes involucrados. De esta manera, se garantiza un diagnóstico y reparación eficiente sin inconvenientes.

Al realizar la conexión de la ECU, es importante tener cuidado y seguir las instrucciones correctas para evitar dañar la ECU o cualquier otro componente electrónico. Se recomienda asegurarse de que los pines estén correctamente identificados y alineados antes de realizar cualquier conexión. Además, es importante verificar que no haya ningún tipo de contacto entre los pines que pueda causar un cortocircuito, lo cual puede resultar en daños irreparables a la ECU o a cualquier otro componente electrónico. Se recomienda usar herramientas especializadas y aisladores para minimizar el riesgo de cortocircuitos al realizar las conexiones.

La identificación de pines es un aspecto crítico en el diagnóstico y reparación de las ECUs automotrices. Para lograr una correcta identificación, es esencial tener acceso a los diagramas de conexión apropiados, los cuales proporcionan información precisa sobre la ubicación y función de cada pin en la ECU. Además, es fundamental verificar que la información proporcionada por los diagramas esté actualizada y sea confiable. De esta forma, se pueden evitar errores de conexión que puedan causar daños en los componentes electrónicos de la placa, como, por ejemplo, cortocircuitos, fallos en el sistema y otros problemas similares.

Es de gran importancia tener acceso a herramientas de diagnóstico y reparación especializadas para ECUs automotrices para llevar a cabo el trabajo de manera eficiente y precisa. Estas herramientas incluyen, por ejemplo, escáneres de diagnóstico, equipos de prueba de continuidad y de voltaje, multímetros, entre otros.

## Bibliografía

- Álvarez, M. (2004). *Controladores Lógicos*. MARCOMBO, S.A.
- AutoAvance. (2020, 5 febrero). *Síntomas Comunes de una ECU Dañada*. Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz - Capacitación Automotriz. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/sintomas-ecu-danada/>
- Autosoporte. (s. f.). *¿Cómo opera un circuito fuente de alimentación de una ECU?* <https://autosoporte.com/como-funciona-un-circuito-fuente-de-alimentacion-de-una-ecu/>
- Automotriz, M. I. Y. (2020, 15 mayo). *¿Qué es una memoria EEPROM y cómo funciona?* Ingeniería y Mecánica Automotriz. <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-una-memoria-eprom-y-como-funciona/>
- Casa, E. G. & León, E. S. (2011). *Análisis de parámetros de información de diagnósticos PID'S y ajustes de combustible LFT-SFT mediante el uso del escáner en vehículos de la marca Chevrolet D-Max 3.0 pertenecientes a la ESPE Extensión Latacunga* [Proyecto de grado]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Coello, E. (2006). *Sistema de Inyección Electrónica de Gasolina*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Donado, A. (2020, 7 septiembre). ECU Automotriz: Operación, Variables y Beneficios. Autosoporte. <https://autosoporte.com/ecu-automotriz-operacion-variables-y-beneficios-de-repararla/>
- Donado, A. (2022, 4 mayo). *Estructura de la ECU automotriz - Computadora Automotriz*. Autosoporte. <https://autosoporte.com/estructura-de-la-ecu-automotriz/>
- ECHBOOK (Ed.). (s. f.). *Reparación de Computadoras Automotrices* [Diapositivas].
- Epifanio, S. E. (2020, 18 octubre). *La inyección electrónica*. Top Motor. Recuperado 2 de diciembre de 2022, de <https://topmotor.com.ar/index.php/2020/10/18/la-inyeccion-electronica/>
- Farrell, J. (2013). *Introducción a la programación Lógica y Diseño*. Cengage Learning.
- Fing/CETP. (s. f.). *Memorias*. <https://www.fing.edu.uy/tecnoinf/mvd/cursos/arqcomp/material/teo/arq-teo09.pdf>
- Floyd, T. L. & Thomas L. Floyd. (2006). *Fundamentos de sistemas digitales*. Pearson Educación.
- García Gallego, G. A. (2014). *Monitorización y control de la intensidad luminosa mediante FPGA*.
- Grijalva Moreno, P. J. (2012). *Reprogramación de la memoria Eprom del vehículo Chevrolet Corsa* (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay).
- Guillén, J. G. (2018, septiembre). *Curso de reparación de computadoras automotrices*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/388621791/Reparacion-de-Computadoras-ECU-ECM-pdf>
- Gutiérrez, D. L. (2016). *Obtención y clasificación de la información de diagnóstico de un coche a través del K-Bus* [Trabajo Fin de Grado]. Universidad de Alcalá Escuela Politécnica Superior.

Laica, W. M. (2012). *Implementación de un banco de pruebas para la unidad de control electrónico de vehículos con sistemas de inyección electrónica para la escuela de ingeniería automotriz* [Tesis de grado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Ledesma, F. (s. f.). *Etapas de trabajo o bloques de la ECU* [Diapositivas].

Lunar, J. L. (2012a, abril 29). *Introducción a la Inyección Electrónica o Fuel Injection*. Electricidad Automotriz. Recuperado 2 de diciembre de 2022, de <https://electroaut.blogspot.com/2012/04/introduccion-la-inyeccion-electronica-o.html>

*Memoria volátil y no volátil, que es, definición*. (2021, 15 marzo). Pcweb.info. <https://pcweb.info/memoria-volatil-y-no-volatil-que-es-definicion/>

NOD Electronics. (2017, 7 septiembre). Componentes electrónicos activos y pasivos. *nodsmart*. <https://www.nod-pcba.com/news/611-es.html>

Ramírez García, J. M., & Suárez Hincapié, O. I. (1996). Manual de sistemas de inyección electrónica de combustible para motores de combustión interna.

Ruiz Sánchez, S., Moreno Bustos, L. V., & Vargas Pachón, C. F. (2015). Comparación de la ECU en la camioneta duster 1.6 L y 2.0 L.

Sánchez, S. S. (2013, 1 noviembre). *Análisis de factibilidad técnica y económica para la implementación de un centro de reparación de computadoras automotrices en Tampico, en el año 2013*. <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/3606>

Sánchez, J. & Taipe, R. D. (2018). *Investigación de los parámetros de funcionamiento del sistema de inyección de combustible de los vehículos Hyundai para desarrollar la construcción de un banco de pruebas de verificación de ECU'S* [Trabajo de titulación]. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Serravalle, J. (2011). *Bloques de trabajo en una ECU automotriz*. Recuperado 6 de noviembre de 2022, de <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/327-bloques-detrabajo-en-una-ecu-automotriz.html>

Surtel. (2019, 17 abril). *¿Qué son los componentes SMD?* Surtel electrónica. <https://www.surtel.es/blog/que-son-los-componentes-smd/>

Tocci, R. J., Widmer, N. S. & Cárdenas, J. L. (2003). *Sistemas digitales: principios y aplicaciones*. Pearson Benelux.

**Anexos**

[https://drive.google.com/drive/folders/1qW\\_UEi5zCOYOG5u7MCO-urFyjXGR924g?usp=share\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1qW_UEi5zCOYOG5u7MCO-urFyjXGR924g?usp=share_link)