



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

**Análisis de constitución y de procesos de reparación de ECUS automotrices de procedencia americana.**

Chisaguano Aimacaña, Dario Mauricio y Paredes Villacis, Stalin Oldemar

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 Germán Msc.

03 de febrero del 2023

Latacunga

## Document Information

<b>Analyzed document</b>	TESIS ECUS PROCEDENCIA.AMERICANA.CHISAGUANO - PAREDES - ERAZO.pdf (D158259290)
<b>Submitted</b>	2023-02-09 15:30:00
<b>Submitted by</b>	Cristian Laverde
<b>Submitter email</b>	claverde@uteq.edu.ec
<b>Similarity</b>	3%
<b>Analysis address</b>	claverde.uteq@analysis.urkund.com



## Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="https://www.actualidadmotor.com/funcionamiento-basico-de-la-inyeccion-elctrica/">https://www.actualidadmotor.com/funcionamiento-basico-de-la-inyeccion-elctrica/</a> Fetched: 2023-02-09 15:33:00		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://autosporte.com/estructura-de-la-ecu-automotriz/">https://autosporte.com/estructura-de-la-ecu-automotriz/</a> Fetched: 2023-02-09 15:33:00		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://doncelsblog.wordpress.com/2019/04/07/memoria-ram-rom-prom-eprom-eeeprom-y-y-dispositivo...">https://doncelsblog.wordpress.com/2019/04/07/memoria-ram-rom-prom-eprom-eeeprom-y-y-dispositivo...</a> Fetched: 2023-02-09 15:34:00		4
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/167-procesamiento-de-datos-controladores-y-m...">https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/167-procesamiento-de-datos-controladores-y-m...</a> Fetched: 2023-02-09 15:33:00		4
<b>W</b>	URL: <a href="https://informecanica.com.ar/productos/banco-mst-9000-motorvirtual">https://informecanica.com.ar/productos/banco-mst-9000-motorvirtual</a> Fetched: 2023-02-09 15:34:00		2
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.automotrizescaner.com/escaner-automotriz-konwei-kw808">https://www.automotrizescaner.com/escaner-automotriz-konwei-kw808</a> Fetched: 2023-02-09 15:34:00		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.getapp.es/software/169711/alidata">https://www.getapp.es/software/169711/alidata</a> Fetched: 2023-02-09 15:34:00		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/154-utilidades-del-software-automotriz-mitch...">https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/154-utilidades-del-software-automotriz-mitch...</a> Fetched: 2023-02-09 15:34:00		2
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.foroshonda.com/index.php?threads/conector-obd2-no-tiene-corriente.12561/">https://www.foroshonda.com/index.php?threads/conector-obd2-no-tiene-corriente.12561/</a> Fetched: 2023-02-09 15:33:00		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.decu.com.mx/senal-digital-y-analogica-que-es/">https://www.decu.com.mx/senal-digital-y-analogica-que-es/</a> Fetched: 2023-02-09 15:33:00		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://es.wikibooks.org/wiki/EL_OBDII_Completo/Los_PIDs/Modos_PID#:~:text=Los%20PIDs%20entreg...">https://es.wikibooks.org/wiki/EL_OBDII_Completo/Los_PIDs/Modos_PID#:~:text=Los%20PIDs%20entreg...</a> Fetched: 2023-02-09 15:33:00		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://elatesa.com/electronica-basica-que-es-el-smd/">https://elatesa.com/electronica-basica-que-es-el-smd/</a> Fetched: 2023-02-09 15:33:00		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.programas-gratis.net/blog/4453/autodata-la-biblia-online-del-mecanico">https://www.programas-gratis.net/blog/4453/autodata-la-biblia-online-del-mecanico</a> Fetched: 2023-02-09 15:34:00		1



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

**Carrera de Ingeniería Automotriz**

**Certificación**

Certifico que el trabajo de integración curricular: **“Análisis de constitución y de procesos de reparación de ECUS automotrices de procedencia americana”** fue realizado por los señores **Chisaguano Aimacaña, Dario Mauricio y Paredes Villacis, Stalin Oldemar**, 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 del 2023**

A large, stylized handwritten signature in blue ink is written over a horizontal dotted line. The signature is highly cursive and loops around itself. Below the signature, the text 'Ing. Erazo Laverde Washington Germán Msc.' is printed in black.

**Ing. Erazo Laverde Washington Germán Msc.**

**C. C: 0501432637**



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Responsabilidad de autoría

Nosotros, **Chisaguano Aimacaña, Dario Mauricio y Paredes Villacis, Stalin Oldemar**, con cédula de ciudadanía N.º **0550452809** y **1850212984** declaramos que el contenido, ideas y criterio del trabajo de integración curricular: **“Análisis de constitución y de procesos de reparación de ECUS automotrices de procedencia americana”** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 03 de febrero Del 2023

**Chisaguano Aimacaña, Dario Mauricio**

**C. C: 0550452809**

**Paredes Villacis, Stalin Oldemar**

**C. C: 1850212984**



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

**Carrera de Ingeniería Automotriz**

**Autorización de publicación**

Nosotros, **Chisaguano Aimacaña, Dario Mauricio y Paredes Villacis, Stalin Oldemar**, con cédula de ciudadanía N.º **0550452809 y 1850212984**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“Análisis de constitución y de procesos de reparación de ECUS automotrices de procedencia americana”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

**Latacunga, 03 de febrero de 2023**

**Chisaguano Aimacaña, Dario Mauricio**

**C. C: 0550452809**

**Paredes Villacis, Stalin Oldemar**

**C. C: 1850212984**

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de titulación primero a Dios por tantas bendiciones recibidas y por toda su fuerza de voluntad codedida para no rendirme en mi vida estudiantil.

Quiero dedicar este trabajo especialmente y con mucho amor a mi madre Martha Aimacaña que es lo más valioso y todo lo que tengo en esta vida. Siendo mi motivo más importante para salir adelante y no rendirme, brindandome todo su apoyo y cariño en todo momento incluso en los días más difíciles de mi vida.

También dedico este trabajo con todo mi amor a mi ángel en el cielo mi padre Guillermo Chisaguano por todas sus bendiciones derramadas en mí, por darme la sabiduría y su ejemplo a seguir, por apoyarme espiritualmente y siempre acompañarme en todo momento dentro de mi corazón.

**DARIO MAURICIO CHISAGUANO AIMACAÑA**

### **Agradecimiento**

Quiero agradecer primero a Dios por la vida y la salud que me ha brindado para poder llegar hasta este momento de mi vida.

Agradezco a toda mi familia por apoyarme siempre en todo momento, brindarme sus consejos y quienes me han enseñado a seguir siempre el camino del bien y son mis pilares fundamentales en mi vida y mi ejemplo a seguir.

Agradezco por todo el apoyo y amor recibido a mi abuelita Celinda Casnanzuela que a sido como mi segunda madre y ejemplo a seguir, quien me enseñó el camino del esfuerzo y el bien.

Agradezco el gran apoyo brindado a mi amigo y compañero de tesis Stalin que supo compartir sus conocimientos conmigo y así sacar el trabajo de investigación adelante.

Quiero agradecer a mis compañeros de tesis por todo lo vivido y compartido en el trajinar de la carrera, son unas excelentes personas y les deseo muchos éxitos en su vida.

Quiero agradecer al Ingeniero Germán Erazo por todo su apoyo, paciencia y sabiduría compartida con mi persona y hacer posible la realización de este trabajo de titulación.

**DARIO MAURICIO CHISAGUANO AIMACAÑA**

### **Dedicatoria**

Dedico este trabajo de titulación principalmente a Dios por permitirme llegar a mi meta propuesta, por darme perseverancia como también sabiduría, además todo ocurre bajo su voluntad y su tiempo perfecto.

A mi querida familia, a mis padres Darwin Paredes y Gisella Villacis quienes son el motivo principal que me impulsan a lograr todo lo que me propongo con amor, son el pilar principal en mi vida porque me han inculcado valores y principios, que siempre estuvieron apoyándome desde el inicio hasta el final de mi formación profesional pese a todas las adversidades, les quedo agradecido de todo corazón.

A mis hermanos Geison y Anahí que siempre han estado a mi lado para apoyarme en el transcurso de mi carrera y verme con un ejemplo a seguir. A mi abuelito Arturo que ahora está con Dios, siempre tuvo el deseo y la alegría de verme profesional, A mis abuelitos Paternos, tíos, primos y amigos más cercanos que de alguna u otra manera me motivaron para salir adelante cada día, por ellos soy una mejor persona y siempre con humildad que a ellos los caracteriza seré un buen profesional.

A mi mejor amiga Patsy que en ella he encontrado por primera vez lo que realmente es el significado de una amistad. Eres mi simpatía, mi mejor yo, mi buen ángel, eres buena, talentosa, encantadora: un apoyo increíble e incondicional, has estado para mí en cada paso que he dado durante todo este tiempo.

Gracias y gracias por ser mi mejor amiga y mi luz en este camino.

**STALIN OLDEMAR PAREDES VILLACIS**

## Agradecimiento

Agradezco a Dios por la vida y por la salud de todas las personas importantes para mí que me han acompañado en este laborioso camino, en donde si de verdad te trazas una meta, la conseguirás limpia y honradamente

A mis padres por darme la vida, por formar una familia llena de amor, de muchos valores y que sus consejos que me han brindado desde que tengo memoria, por apoyarme económicamente durante mi formación profesional.

Agradezco a mi mejor amiga por alentarme a seguir este proyecto en primer lugar. Es una amistad increíble para mí a lo largo de los años. Su apoyo moral como siempre ha hecho toda la diferencia

A mi compañero de Tesis y gran amigo Darío gracias a su apoyo y perseverancia logramos sacar adelante la investigación.

A todos mis compañeros y amigos que encontré en este arduo camino, los mejores momentos de mi vida universitaria los pude compartir junto a ustedes, las experiencias inolvidables dentro y fuera, siempre las voy a llevar presente, gracias por la amistad y el gran grupo de trabajo que formamos.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe sede Latacunga, en especial al Ing. Germán Erazo mi tutor de proyecto, por su apoyo, colaboración, paciencia, motivación y sobre todo el tiempo brindado en el desarrollo del trabajo de titulación. A los docentes que impartieron su conocimiento, más que un profesor un gran amigo, quienes me ayudaron a formarme profesionalmente, estoy orgullo de ser parte de esta prestigiosa Institución. Agradezco a las personas que me han estado apoyando en su momento, gracias por todo.

**STALIN OLDEMAR PAREDES VILLACIS**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenidos.....	2
Certificación .....	3
Responsabilidad de autoría .....	4
Autorización de publicación .....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento .....	7
Dedicatoria.....	8
Agradecimiento .....	9
Índice de contenido .....	10
Índice de tablas.....	16
Índice de figuras.....	18
Resumen .....	20
Abstract.....	21
<b>Capítulo I: Marco metodológico análisis de constitución y procesos de reparación de ECUS</b>	
automotrices de procedencia americana .....	22
Antecedentes investigativos .....	22
Planteamiento del problema .....	23
Descripción resumida de la investigación .....	24
Justificación e importancia.....	24

Objetivos.....	25
<i>Objetivo General</i> .....	25
<i>Objetivos Específicos</i> .....	25
Metas del proyecto.....	26
Hipótesis .....	26
Variables de Investigación .....	26
<i>Variable independiente</i> .....	26
<i>Variable Dependiente</i> .....	26
Metodología de desarrollo del proyecto.....	26
Capítulo II: Marco Teórico ECUS automotrices de procedencia americana.....	28
Introducción al sistema de inyección electrónica .....	28
Unidad de control electrónica (ECU).....	28
Constitución de la ECU .....	29
<i>Sector de entrada y salida</i> .....	30
<i>Filtrado de señales</i> .....	31
<i>Convertidor analógico-digital</i> .....	31
<i>Bloque de procesamiento</i> .....	31
<i>Circuito de salida</i> .....	32
Parámetros de información del programa PID's.....	32
Señales análogas y digitales .....	34
<i>Señal analógica</i> .....	34
<i>Señal digital</i> .....	34
Elementos eléctricos - electrónicos de las ECUS .....	35
<i>Componentes pasivos</i> .....	35

<i>Componentes activos</i> .....	35
Dispositivos de montaje superficial (SMD).....	36
Memorias de la unidad de control electrónica ECU.....	37
<i>Memoria volátil</i> .....	37
<i>Memoria RAM</i> .....	37
<i>Memoria ROM</i> .....	38
<i>Memoria de acceso secuencial RAM</i> .....	38
<i>Memoria ROM programable (PROM)</i> .....	39
<i>Memoria ROM programable y borrable (EPROM)</i> .....	39
<i>Memoria ROM programable borrable (EEPROM)</i> .....	41
<i>Memoria tipo DIL (Dual Input Line)</i> .....	41
<i>Memoria tipo SOP (Small Outline Package)</i> .....	42
<i>Memoria tipo PLCC (Plastic Lader Chip Carrier)</i> .....	42
Tipos de fallas en computadoras automotrices.....	43
Operación, variables y beneficios de reparar la ECU.....	43
Capítulo III: Arquitectura y constitución de ECUS de procedencia americana.....	46
ECU de procedencia americana.....	46
<i>Chevrolet</i> .....	46
<i>Dodge</i> .....	47
<i>Ford</i> .....	48
<i>General Motors</i> .....	49
<i>Jeep</i> .....	49
Levantamiento de requerimientos.....	50
Señales y módulos de prueba.....	51

<i>Banco de pruebas para ECUS simulación de señal de automóvil MST-9000+</i> .....	51
<i>Osciloscopio Hantek</i> .....	53
<i>Escáner automotriz Konnwei KW808</i> .....	55
<i>Multímetro automotriz TRISCO</i> .....	56
Software de especificaciones .....	58
<i>AUTODATA</i> .....	58
<i>ALLDATA</i> .....	59
<i>Mitchell on Demand</i> .....	61
<i>Carmin</i> .....	62
Constitución de bloques .....	62
<i>Identificación de bloques de ECU Ford Bronco</i> .....	63
<i>Identificación de bloques de ECU Chevrolet Corsa</i> .....	64
<i>Identificación de bloques de ECU Chevrolet Spark</i> .....	65
Subsistema de alimentación .....	66
Subsistema de control .....	68
Bloque de periferia.....	70
Bloque de Drivers .....	73
Planos de constitución.....	77
<i>Diagrama de conexión ECU Fordo Bronco</i> .....	77
<i>Diagrama de conexión ECU Chevrolet Corsa</i> .....	78
<i>Diagrama de conexión ECU Chevrolet Spark</i> .....	79
<i>Diagrama de conexión ECU Jeep Cherokee</i> .....	80
Selección de elementos eléctricos, electrónicos y bloques de pruebas .....	81
Conector DLC.....	85

<b>Capítulo IV: Protocolo de pruebas, banco y resultados de las pruebas experimentales .....</b>	<b>87</b>
<b>Distribución de pines .....</b>	<b>87</b>
<i>Distribución de pines ECU Ford Bronco .....</i>	<i>87</i>
<i>Distribución de pines ECU Chevrolet Corsa .....</i>	<i>89</i>
<i>Distribución de pines ECU Chevrolet Spark.....</i>	<i>92</i>
<i>Distribución de pines ECU Jeep Cherokee.....</i>	<i>97</i>
<b>Protocolo de pruebas de ECU americana .....</b>	<b>100</b>
<b>Señales de entrada .....</b>	<b>101</b>
<i>Señales de entrada ECU Ford Bronco .....</i>	<i>101</i>
<i>Señales de entrada ECU Chevrolet Corsa .....</i>	<i>102</i>
<b>Señales de salida y activación de actuadores .....</b>	<b>102</b>
<b>Pruebas de la ECU americana .....</b>	<b>103</b>
<b>Pruebas con osciloscopio de baja tensión .....</b>	<b>109</b>
<i>Señales generadas ECU Chevrolet Corsa .....</i>	<i>109</i>
<b>Reporte de estado de los circuitos de la ECU .....</b>	<b>113</b>
<i>Reporte de estado ECU Chevrolet.....</i>	<i>114</i>
<i>Reporte de estado ECU Ford.....</i>	<i>115</i>
<b>Reporte de componentes de reparación y reemplazo .....</b>	<b>119</b>
<b>Informe de estado y reparación .....</b>	<b>120</b>
<i>ECU Chevrolet Corsa y ECU Ford Bronco (Buen estado).....</i>	<i>120</i>
<i>ECU Ford Bronco (Mal estado).....</i>	<i>121</i>
<b>Protocolo de reparación .....</b>	<b>122</b>
<b>Capítulo V: Marco administrativo .....</b>	<b>126</b>

<b>Recursos .....</b>	<b>126</b>
<i>Recursos humanos.....</i>	<i>126</i>
<i>Recursos tecnológicos.....</i>	<i>126</i>
<i>Recursos materiales.....</i>	<i>127</i>
<i>Recursos de apoyo.....</i>	<i>128</i>
<b>Análisis de costos del proyecto de investigación.....</b>	<b>128</b>
<i>Análisis costo – beneficio .....</i>	<i>129</i>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>130</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>132</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>133</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>135</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Aspectos importante entre la señal analógica y digital .....	35
<b>Tabla 2</b> Tamaños y capacidades de la memoria EPROM .....	40
<b>Tabla 3</b> Automóviles y modelos más vendidos de Chevrolet .....	47
<b>Tabla 4</b> Automóviles y camiones más comunes americanos en Ecuador .....	48
<b>Tabla 5</b> Descripción de los equipos a utilizar para el diagnósticos de ECUS .....	50
<b>Tabla 6</b> Detalle de cada bloque.....	63
<b>Tabla 7</b> Detalle de cada bloque.....	64
<b>Tabla 8</b> Detalle de cada bloque.....	65
<b>Tabla 9</b> Detalle de de los componentes eléctricos y electrónicos de las ECUS americanas .....	81
<b>Tabla 10</b> Descripción de los pines OBD II .....	86
<b>Tabla 11</b> Distribución de pines de la ECU Ford Bronco .....	87
<b>Tabla 12</b> Distribución de los pines ECU Chevrolet Corsa .....	90
<b>Tabla 13</b> Distribución de los pines ECU Chevrolet Spark .....	92
<b>Tabla 14</b> Distribución de la ECU Jeep Cherokee .....	98
<b>Tabla 15</b> Señales de entrada ECU Ford Bronco .....	101
<b>Tabla 16</b> Señales de entrada ECU Chevrolet Corsa .....	102
<b>Tabla 17</b> Obtención de valores con multímetro de ECU Chevrolet .....	103
<b>Tabla 18</b> Obtención de valores con multímetro de ECU Ford Bronco .....	107
<b>Tabla 19</b> Obtención de señales generadas por la ECU Chevrolet Corsa .....	109
<b>Tabla 20</b> Obtención de las señales generadas por la ECU Ford Bronco .....	112
<b>Tabla 21</b> Lista de verificación del estado de los circuitos de la ECU Chevrolet Corsa .....	114
<b>Tabla 22</b> Lista de verificación del estado de los circuitos de la ECU Ford Bronco .....	115
<b>Tabla 23</b> Lista de verificación del estado de los circuitos de la ECU Ford Bronco (Averiado) .....	117

<b>Tabla 24</b> <i>Reporte de componentes averiados en la ECU Ford Bronco</i> .....	119
<b>Tabla 25</b> <i>Recursos humanos</i> .....	126
<b>Tabla 26</b> <i>Recursos tecnológicos</i> .....	126
<b>Tabla 27</b> <i>Recursos materiales</i> .....	127
<b>Tabla 28</b> <i>Lista se recursos de apoyo</i> .....	128
<b>Tabla 29</b> <i>Detalle de análisis de costos</i> .....	128

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Estructura interna de la ECU .....	30
<b>Figura 2</b> Terminales del conector OBD II .....	34
<b>Figura 3</b> Estructura de una memoria PROM .....	39
<b>Figura 4</b> Memoria EPROM .....	40
<b>Figura 5</b> Logo de Chevrolet .....	46
<b>Figura 6</b> Logo de Dodge .....	47
<b>Figura 7</b> Logo de Ford.....	48
<b>Figura 8</b> Logo de General Motors .....	49
<b>Figura 9</b> Logo de Jeep.....	50
<b>Figura 10</b> Banco comprobador de ECUS .....	51
<b>Figura 11</b> Vista frontal de banco comprobador MST-9000+.....	53
<b>Figura 12</b> Imagen de osciloscopio Hantek. ....	54
<b>Figura 13</b> Escáner de diagnóstico automotriz.....	55
<b>Figura 14</b> Multímetro automotriz TRISCO.....	56
<b>Figura 15</b> Logo de AUTODATA. ....	58
<b>Figura 16</b> Logo de ALLDATA .....	60
<b>Figura 17</b> Logo de Mitchell on Demand .....	61
<b>Figura 18</b> Bloques ECU Ford Bronco.....	63
<b>Figura 19</b> Bloques ECU Chevrolet Corsa .....	64
<b>Figura 20</b> Bloques ECU Chevrolet Spark .....	65
<b>Figura 21</b> Circuito fuente ECU Ford. ....	66
<b>Figura 22</b> Circuito fuente ECU Chevrolet. ....	67
<b>Figura 23</b> Circuito fuente Chevrolet Spark .....	67

<b>Figura 24</b> <i>Circuito de control ECU Ford</i> .....	68
<b>Figura 25</b> <i>Circuito de control ECU Chevrolet Corsa</i> .....	69
<b>Figura 26</b> <i>Circuito de control ECU Chevrolet Spark</i> .....	70
<b>Figura 27</b> <i>Circuito de periferia ECU Ford</i> .....	71
<b>Figura 28</b> <i>Circuito de periferia ECU Chevrolet Corsa</i> .....	72
<b>Figura 29</b> <i>Circuito de periferia ECU Chevrolet Spark</i> .....	73
<b>Figura 30</b> <i>Circuito driver ECU Ford</i> .....	74
<b>Figura 31</b> <i>Circuito driver ECU Chevrolet Corsa</i> .....	74
<b>Figura 32</b> <i>Circuito driver ECU Chevrolet Spark</i> .....	75
<b>Figura 33</b> <i>Circuito de la ECU Ford Bronco</i> .....	77
<b>Figura 34</b> <i>Circuito de la ECU Chevrolet Corsa</i> .....	78
<b>Figura 35</b> <i>Circuito de la ECU Chevrolet Spark</i> .....	79
<b>Figura 36</b> <i>Circuito ECU JEEP Cherokee 4.0L</i> .....	80
<b>Figura 37</b> <i>Conector OBD II</i> .....	85
<b>Figura 38</b> <i>Vista lateral conector de la ECU Ford</i> .....	87
<b>Figura 39</b> <i>Vista lateral del conector macho de la ECU Chevrolet Corsa</i> .....	90
<b>Figura 40</b> <i>Vista lateral del conector ECU Chevrolet Spark</i> .....	92
<b>Figura 41</b> <i>Distribución de pines de ECU Jeep Cherokee</i> .....	98
<b>Figura 42</b> <i>Banqueo de la ECU Ford Bronco en mal estado</i> .....	121
<b>Figura 43</b> <i>Limpieza de la placa electrónica</i> .....	123
<b>Figura 44</b> <i>Identificación de componentes defectuosos</i> .....	123
<b>Figura 45</b> <i>Remoción de soldadura</i> .....	124
<b>Figura 46</b> <i>Comprobación de componentes</i> .....	125

## Resumen

En el trabajo de integración curricular se desarrolló el análisis de constitución y procesos de reparación de ECUS automotrices de procedencia Americana, esta investigación se divide en cinco capítulos que van explicando de manera detallada cada uno de los contenidos establecidos. En el capítulo I se menciona el marco metodológico de la investigación empezando con la recopilación de información de fuentes confiables, para establecer los parámetros previo al diagnóstico y reparación de computadoras automotrices. En el capítulo II se detalla el marco teórico, que contiene el concepto de una ECU además de identificar la arquitectura que contiene, sus partes y cada una de sus funciones con el fin de comprender el proceso de trabajo que realiza este dispositivo electrónico. En el capítulo III se establecieron los equipos y herramientas indispensables para el diagnóstico de las computadoras automotrices así como el uso de software que contiene información a detalle como diagramas y planos eléctricos, también la clasificación de componentes eléctricos y electrónicos. Para finalizar en el capítulo IV se emitió un informe que detalla el estado de los circuitos de cada una de las computadoras para posteriormente aplicar el protocolo de reparación de una ECU en caso de ser necesario con la finalidad de que quede en óptimas condiciones.

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

### **Abstract**

In the curricular integration work, the analysis of the constitution and repair processes of automotive ECUs of American origin was developed, this research is divided into five chapters that explain in detail each of the established contents. Chapter I mentions the methodological framework of the research starting with the collection of information from reliable sources, to establish the parameters prior to the diagnosis and repair of automotive computers. Chapter II details the theoretical framework, which contains the concept of an ECU in addition to identifying the architecture it contains, its parts and each of its functions in order to understand the work process performed by this electronic device. Chapter III established the equipment and tools that are essential for the diagnosis of automotive computers as well as the use of software that contains detailed information such as diagrams and electrical drawings, as well as the classification of electrical and electronic components. Finally, in Chapter IV, a report was issued detailing the state of the circuits of each of the computers to subsequently apply the protocol for repairing an ECU if necessary in order to keep it in optimal conditions.

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

## Capítulo I

### Marco metodológico análisis de constitución y procesos de reparación de ECUS automotrices de procedencia americana

#### Antecedentes investigativos

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 esto realiza cálculos a través de información generada por el motor de combustión interna, que se obtienen a través de varios sensores como: 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, protocolos de diagnóstico y reparación de computadoras automotrices de modelos americanos que se encuentran circulando en el Ecuador, con la finalidad de contribuir con la generación de información para el uso de 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 desarrollaron 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.

En cuanto a Erazo (2017), este manifiesta que: Las aplicaciones de la electrónica en el área, van generando nuevas innovaciones y desarrollos en el automóvil. Las Unidades de Control Electrónico que, en el medio, al no ser construidas pueden ser reparadas, previo a un análisis y un diagnóstico efectivo a través de equipos especializados.

De la misma forma, Constante (2013) indica que: Las computadoras automotrices controlan el sistema de inyección, para esto realiza millones de cálculos, para permitir el correcto funcionamiento. Los cálculos los realiza por los datos recibidos de los sensores como son: posición del cigüeñal, velocidad del motor, temperatura del motor, la presión del aire, etc.

### **Planteamiento del problema**

Los vehículos vienen equipados con un gran número de sistemas electrónicos de control y regulación, cada vez la complejidad de los sistemas va incrementándose lo que implica un mayor conocimiento sobre sensores, actuadores y códigos de falla para realizar una tarea completa de diagnóstico.

Debido a la necesidad de reparar ECUS, en el país se hace indispensable establecer los procesos de diagnóstico y reparación, identificando adecuadamente sus fallas, para tener la certeza de si se puede reparar o no.

En el medio, hay algunos talleres que no saben lo suficiente sobre la electrónica del automóvil y, en muchos casos, los problemas con el automóvil se atribuyen a la ECU.

En razón del desarrollo de nuevas aplicaciones electrónicas en el mercado automotriz que se enfocan al control electrónico de los sistemas de alimentación de combustible, es necesario que técnicos y profesionales, dispongan del conocimiento fundamental para generar procesos de reparación y diagnóstico de ECUS automotrices de procedencia americana aplicadas en vehículos que circulan en el Ecuador.

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.

### **Descripción resumida de la investigación**

A través de la UIC, se desarrolla el proyecto de graduación denominado IMPLEMENTACIÓN DEL ÁREA DE ANÁLISIS DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE ECUS AUTOMOTRICES DISPONIBLES EN EL MERCADO ECUATORIANO, en contexto se realiza la investigación del estado del arte en fuentes de consulta confiables para posteriormente desarrollar las siguientes tareas que conformarán el trabajo de graduación.

- Determinar la arquitectura y procesos de reparación de ECUS automotrices de procedencia americana.
- Realizar el levantamiento de requerimientos del sistema de diagnóstico y reparación de ECUS.
- Selección de los elementos eléctricos, electrónicos, módulos de verificación, fuentes de señales de entrada y salida.
- Definir el uso de software de simulación y especificaciones.
- Estimar elementos de recambio y repuestos.
- Pin code de ECUS y Diagramas.
- 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 encuentre con el nivel académico adecuado en el desarrollo de experiencias de reparación en ECUS automotrices.

Los vehículos de procedencia americana que circulan en el país registran 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 Unidad de Control Electrónica viene a ser un dispositivo esencial en el vehículo que por cuestiones de uso y entre otros factores está expuesto al daño o deterioro según sean las condiciones a las que se exponga por lo que es necesario que existan protocolos de prueba y reparación definidos en base a información técnica investigada y generada.

En muchos casos los problemas son referidos a la ECU, la escasa disponibilidad de información técnica, 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 que con la investigación se procederá al diagnóstico y reparación de ECUS en vehículos de la línea americana se fortalecerá la experticia de técnicos y profesionales del área en estos sistemas, generando de esta manera un incremento de personal con conocimiento en esta área.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

- Determinar la constitución y procesos de reparación de ECUS automotrices de procedencia americana.

### ***Objetivos Específicos***

- Investigar información relevante a la constitución de computadoras automotrices de procedencia americana.
- Levantar los requerimientos para verificar ECUS automotrices de procedencia americana.
- Definir la información técnica especializada de ECUS de procedencia americana.

- Definir el proceso de diagnóstico y reparación de la ECU.

### **Metas del proyecto**

Disponer de una estación para el diagnóstico y reparación de ECUS automotrices de procedencia americana.

### **Hipótesis**

¿El desarrollo del análisis de constitución y procesos de reparación de ECUS automotrices de procedencia americana 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 americana

#### ***Variable Dependiente***

- ECU automotriz de procedencia americana.
- Proceso de diagnóstico y reparación.

### **Metodología de desarrollo del proyecto**

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

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

Método inductivo. Este método permitirá que, mediante la verificación de las diferentes ECUS, se obtengan 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 analiza y determina las variaciones de los parámetros característicos generados en la ECU con simulaciones de señales establecidas en tiempo real.

Método de síntesis. Se compila 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 van a realizar 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. Establecer variaciones de los parámetros característicos de la ECU de procedencia americana, basándose en datos y mediciones realizadas en condiciones normales de funcionamiento del sistema de inyección de combustible.

Método de observación directa. Se visualiza 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 americana.

Método de medición. Se constata 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 ECUS automotrices de procedencia americana

#### Introducción al sistema de inyección electrónica

Los sistemas de inyección electrónica, que suministran combustible al motor, permiten un control más preciso de la cantidad de combustible que ingresa a la cámara de combustión.

Como resultado, el consumo de combustible es menor que el de los motores de carburador más antiguos. Además de otras muchas más ventajas como: una mayor adaptabilidad a las diferentes condiciones de trabajo, un área mojada del conducto de admisión menor y el ahorro de elementos mecánicos como la bomba de reprise o el surtidor de ralentí, que en inyección no son necesarios (Donaire, 2021).

El sistema de inyección electrónico que fue implementado por primera vez en un vehículo se originó en el año de 1970, este primer modelo tuvo una constitución muy rudimentaria, pero fue un gran avance en la industria automotriz ya que, ayudó significativamente a contrarrestar el elevado consumo de combustible y el alto nivel de emisiones de gases contaminantes al medio ambiente. Con el transcurso del tiempo, el avance de la tecnología y normativas de contaminación cada vez fueron más estrictas, por lo que fue fundamental seguir implementando más de la electrónica en los vehículos para satisfacer las necesidades y requerimientos de la época.

#### Unidad de control electrónica (ECU)

La unidad de control electrónico (ECU) consiste en un conjunto de componentes electrónicos ubicados en una placa de circuito impreso, alojados en una carcasa de aluminio y equipados con disipadores de calor para disipar el calor generado. A la Unidad Electrónica de Control llegan varias señales de entrada, originadas por los sensores, que indican el funcionamiento del motor las cuales se evalúan y se calcula el tiempo para la activación de los elementos actuadores mediante señales de

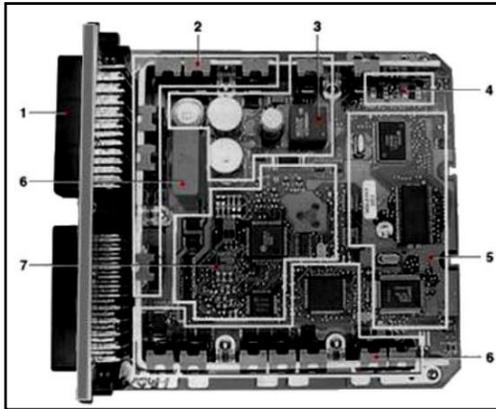
salida. El programa de control está almacenado en la memoria. De la ejecución del programa se encarga un microcontrolador. Tanto las señales de entrada como las de salida para los diferentes actuadores se transmiten a la unidad de control por medio de un conector múltiple (Cunalata, 2012).

La ECU es relativamente compleja debido a sus múltiples funciones como la de controlar la combustión a través de correcta sincronización al momento de generar pulsos de inyección de combustible y de ignición de chispa en el caso de motores MEP (Santander, 2005).

Así también, se puede contar con herramientas didácticas, de fácil utilización para la detección oportuna de fallas. Esto ha introducido una gran carga y reto en los investigadores y mecánicos automotrices que ahora tienen el objetivo de resolver problemas, no solo del campo mecánico sino también en el electrónico del vehículo, sin necesariamente estar preparados para tareas que demandan un conocimiento combinado de teoría mecánica y electrónica.

### **Constitución de la ECU**

La estructura de una ECU está constituida por una carcasa metálica que protege toda su parte externa, contiene su respectiva alimentación de corriente, puertos de comunicación de los sensores y actuadores, estos puertos pueden variar de acuerdo con el modelo y año de fabricación del vehículo.

**Figura 1***Estructura interna de la ECU*

1. Enchufe de conexión
2. Etapas finales de pequeña potencia
3. Unidad de alimentación.
4. Interfaz CAN
5. Núcleo del microcontrolador
6. Etapas finales de alta potencia
7. Circuitos generales de entrada y salida

*Nota.* En la figura se puede observar las partes esenciales que constituyen una Unidad de Control Electrónico. Tomada de Villagómez (2009).

El procesamiento de la información se realiza a través de una serie de etapas que se enlistan a continuación:

- Interfaz de entrada y salida
- Filtrado de señales
- Convertidor analógico-digital
- Procesador
- Etapa de potencia

### ***Sector de entrada y salida***

A través de estos puertos la ECU recibe las señales captadas por los diversos sensores ubicados estratégicamente, así también envía las órdenes necesarias hacia los actuadores.

### ***Filtrado de señales***

Está encargada de eliminar cualquier tipo de interferencia o sonido no deseado que se pudo haber originado en el proceso de la transmisión de la señal desde el sensor a la computadora, para realizar esta acción la Unidad de Control utiliza: condensadores, resistencias, diodos y diodos Zener.

Dentro del filtrado de señales se puede encontrar tres tipos: Filtro paso bajo; Filtro paso alto y filtro paso banda.

Filtro paso bajo. Estos son filtros que solo pasan frecuencias por debajo de cierta frecuencia. Estos tipos de circuitos pueden contener inductores, capacitores y resistencias simultáneamente.

Filtro paso alto. Un filtro paso alto es un circuito formado por la conexión en serie de una resistencia y un condensador que permite el paso de señales con una frecuencia superior a un valor mínimo denominado frecuencia de corte.

En la mayoría de los casos, el circuito del filtro está ubicado muy cerca del conector o módulo del ECM. Hay que tener presente que existen numerosos elementos pasivos, como resistencias de tipo SMD y capacitores cerámicos.

### ***Convertidor analógico-digital***

Convierte todas las señales que envían los sensores del tipo analógico en digital, puesto que la ECU está diseñada para interpretar las señales digitales.

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

En esta parte la ECU evalúa la información recibida de los sensores para compararla con su base de datos y partiendo desde ahí tomar una decisión mediante sus actuadores permitiendo así el correcto funcionamiento de todo el sistema.

### ***Circuito de salida***

Consiste en drivers que se encuentran agrupados en un solo circuito integrado, y son los encargados de comandar a los diversos actuadores que se encuentre bajo su mando evitando de esta manera la sobrecarga de los componentes que conforman una ECU.

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

El PID (Parámetro de información del programa) entregan la información de las condiciones u operación del vehículo, estos datos son obtenidos en vivo, como por ejemplo el ángulo de apertura de la mariposa, RPM del motor, temperatura del motor, temperatura del refrigerante, temperatura del aceite, pulso de inyectores, y condición de la diversidad de sensores. De la misma forma, estas funciones son conocidas como servicios OBD.

Según la SAE J1979, estos servicios en que se muestra la información están detallados a continuación:

- Modo 1: Es la posibilidad de acceso a datos en tiempo real, con valores digitales o analógicos, desde salidas y entradas hasta dispositivos de control. Conocido también como flujo de datos.
- Modo 2: Este proceso resulta de mucha utilidad por parte del OBD-II, dado que la ECU recoge muestras de los valores con relación a las causas durante el momento de la falla. De esta manera, al establecer estos datos, se puede evidenciar las circunstancias precisas en las que se produjo el código de falla.
- Modo 3: Este servicio extiende la memoria interna de la ECU a partir de los códigos de falla (DTC) que se encuentren almacenados.
- Modo 4: Está modalidad puede eliminar los códigos de falla almacenados en la ECU, incluidos los DTC y los datos de cuadros guardados.

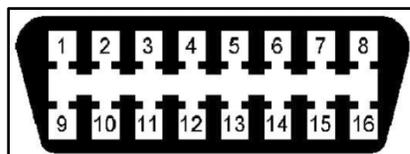
- Modo 5: Este proceso facilita la visualización de resultados de prueba ejecutada, en el sensor de oxígeno para poder determinar el correcto funcionamiento y eficacia del catalizador.
- Modo 6: Esta característica obtiene el resultado de los exámenes de abordó.
- Modo 7: Esta modalidad facilita la lectura de memoria de la ECU, a la vez que se incluyen los DTC que falten.
- Modo 8: A partir de esta función, el operador manipula los actuadores, tales como bomba de combustible, inyectores, válvula de ralentí, tiempo de inyección, entre otros.
- Modo 9: Muestra los datos sobre el número de serie perteneciente al vehículo en cuestión (VIN)

Las anteriores modalidades mencionadas se encuentran limitadas por la norma SAE J1979, dado que son usadas como un instrumento de análisis de errores en el campo automotriz. Existen otras funciones definidas por la norma SAE J 2190, la misma que posee funciones más avanzadas con las que permite analizar la codificación de falla permanente y la entrada a modalidades específicas de la ECU. Es común que estos modos no sean accesibles para algunos instrumentos comerciales para escaneo porque tienen un elevado costo, además que una operación permitida es el cambio en los parámetros del ordenador para adecuar la eficiencia del motor.

El pin data es un modo para conseguir datos del automóvil proveniente del ordenador del mismo. Para el acceso a esta información se realiza por medio del Data Link Conector (DCL) que se encuentra en la parte inferior del panel instrumental.

## Figura 2

### Terminales del conector OBD II



*Nota.* En esta imagen se puede apreciar la designación de cada uno de los pines del conector (Automotive Diagnostic Systems, 2023). Tomada de Cezar (2018).

## Señales análogas y digitales

### *Señal analógica*

Presenta un cambio continuo a lo largo del tiempo, de modo que un cambio suficientemente grande en el tiempo corresponde a un cambio igualmente grande en el valor de la señal.

### *Señal digital*

Este tipo de señal es discreta y cuantificada, además que se representa en bits. El método binario usado es 0 y 1, que tiene una amplitud de cambio por segundo ( $T = \text{tiempo}$ ). Además, tiene variabilidad eléctrica de dos niveles delimitados y que se alternan temporalmente. Estos transmiten datos por medio de una codificación adecuada. Los niveles mencionados representan a los signos 0 o 1 (Enrique, 2019).

Su forma característica es bien conocida. La señal básica es una onda cuadrada (pulso) y la representación está en el dominio del tiempo. Los parámetros son:

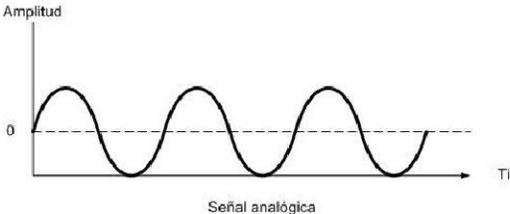
- Altura de pulso (nivel eléctrico)
- Duración (ancho de pulso)
- Frecuencia de repetición (velocidad de pulsos por segundo)

**Tabla 1**

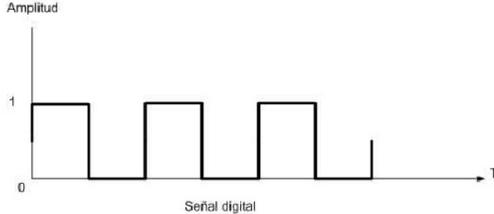
*Aspectos importante entre la señal analógica y digital*

Señal analógica	Señal digital
Valores de amplitud: Infinitos	Numero finito de amplitudes
Variación continua de amplitud en el tiempo	Lógica binaria (0,1)
Obtenida por transductores	La amplitud cambia cada T (Tiempo: segundos)



Señal analógica



Señal digital

*Nota.* En la tabla se compara la forma de la señal analógica con la digital. Fuente:

## Elementos eléctricos - electrónicos de las ECUS

### **Componentes pasivos**

Según Cise Electronics Corp. (2010), menciona que: “Se puede definir a los componentes pasivos como aquellos que no producen amplificación y que sirven para controlar la electricidad, colaborando al mejor funcionamiento de los elementos activos (los cuales son llamados genéricamente semiconductores)”.

### **Componentes activos**

Cise Electronics Corp. (2010) indica que: Dentro de lo que respecta a la electrónica de módulos en automotriz la gran evolución de los sistemas se presentó cuando se implementaron en los controles los Semiconductores. Estos componentes activos tienen un gran número de virtudes porque simplifican

los circuitos, sus propiedades permiten que cambien su característica de operación como ningún otro material lo podría hacer.

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

Según Cise Electronics Corp. (2010) cita que: Un componente SMD (Surface Mounting Device) es un componente electrónico que se suelda directamente en la superficie de la PCB (Placa de circuito impreso). Era muy común que los diversos componentes se coloquen por medio de sus terminales en un espacio y se suelden por el lado posterior. Ahora no hay agujero, solo hay unos cuadraditos de cobre sobre los que se sueldan los componentes.

Surface Mounting Device es un elemento superficial de montaje por medio de un encapsulado de elementos eléctricos. Estos componentes eran montados en un agujero de la misma forma mencionada anteriormente, ahora los SDM se sueldan directamente a la placa de cobre (Dpto. Marketing, 2019).

#### **Ventajas**

- Elementos más ligeros, dejando libre área de la placa y reduciendo el cobre a usar.
- Las pistas se minimizan en largo.
- Resistencia e inductancia mejoran significativamente.
- Los PCB pueden introducirse en productor para la eliminación de soldadura residual, además de ácidos y solventes.

#### **Desventajas**

- EL coeficiente térmico dependerá del material usado.
- Al reducirse el área de la placa, se reduce igualmente la superficie de disipación (a pesar que esto puede ser solventado y predicho)
- El paquete puede alterar su longitud por motivos térmicos.

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

La ECU usa un microprocesador para captar datos y procesarlos para mandar códigos a los transistores de accionamiento para la activación de circuitos. Los microprocesadores fundamentales del CPU son RAM (memoria temporal), PROM (programa que configura la precisión) y ROM (entidad primordial del ordenador). Además, el módulo de control electrónico (ECM) es la cabeza del sistema para la inyección de combustible y tiene las siguientes memorias.

- ROM
- RAM
- PROM (algunos tipos)

### ***Memoria volátil***

Según Tocci & Widmer (2003), menciona que: “Se considera memoria volátil a cualquier tipo de memoria que requiera la aplicación de potencia eléctrica para almacenar información. Si se interrumpe la alimentación, se perderá toda la información almacenada en la memoria”. Algunos tipos de memorias volátiles son:

- DRAM
- RAM
- SRAM
- HPU
- GJR

### ***Memoria RAM***

Según Tocci & Widmer (2003), menciona lo siguiente sobre la memoria RAM: Memoria en la cual la ubicación física real de una palabra de memoria no tiene efecto en el tiempo que toma para leer

o escribir esa ubicación particular. En otras palabras, el tiempo de acceso para cualquier dirección en la memoria es el mismo y la mayoría de las memorias de semiconductores son RAM.

Según Tokheim (2002), señala que: Las memorias RAM son consideradas como memorias de escritura, ya que retiene un tiempo determinado la información y esta puede ser "llamada o recordada" en cualquier momento. Se dice entonces que se puede escribir información representada en números binarios (ceros y unos) que se encuentran en la memoria.

### ***Memoria ROM***

Según Tocci & Widmer (2003): ROM es una memoria que realiza un trabajo que debe realizarse repetidamente.

En una memoria ROM se puede escribir "programar" sólo una vez y esta operación por lo general se lleva a cabo en la fábrica del dispositivo. Posteriormente la información de la memoria solo podrá ser de lectura.

Existen otros tipos de memorias ROM que en realidad son memorias principalmente de lectura, en las cuales se puede escribir más de una vez, pero la operación de escritura es más complicada que la de lectura y que no se realiza muy a menudo. Toda la Memoria ROM no es volátil y almacenar datos en ausencia de energía eléctrica.

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

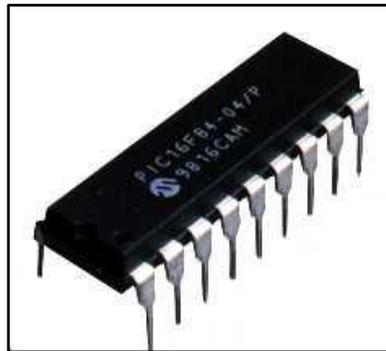
Según Tocci & Widmer (2003), menciona que: Se caracteriza por ser un tipo de memoria en el cual el tiempo de acceso no es constante, sino que irá dependiendo de la ubicación de la dirección. Cuando la información requerida la cual está almacenada es encontrada por sucesión a través de todas las ubicaciones de direcciones hasta que se encuentre la dirección deseada.

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

Este tipo de memoria es digital y el valor del bit dependerá del fusible de una sola vida (o antifusible). Por esta razón, esta memoria puede programarse solo una vez por medio de un programador PROM. Esta memoria es usada para incluir datos permanentes en cantidades que no superen a las ROMs, o cuando estos datos deben cambiar en todos los casos MEMORIA (2019).

### **Figura 3**

*Estructura de una memoria PROM*



*Nota.* En la figura se observa la forma física que tiene una memoria PROM. Tomado de MEMORIA (2019)

Programación: El valor predeterminado de fábrica de la PROM normal es todo 1; ya que este cambia a 0 en cada fusión de fusible. La programación se da por medio de pulsos de alto voltaje de operaciones no normales (12 a 21 V). El término Read-only (sólo lectura) hace referencia a las diferentes memorias y que los datos no pueden alterarse (sólo por el usuario final) (MEMORIA, 2019).

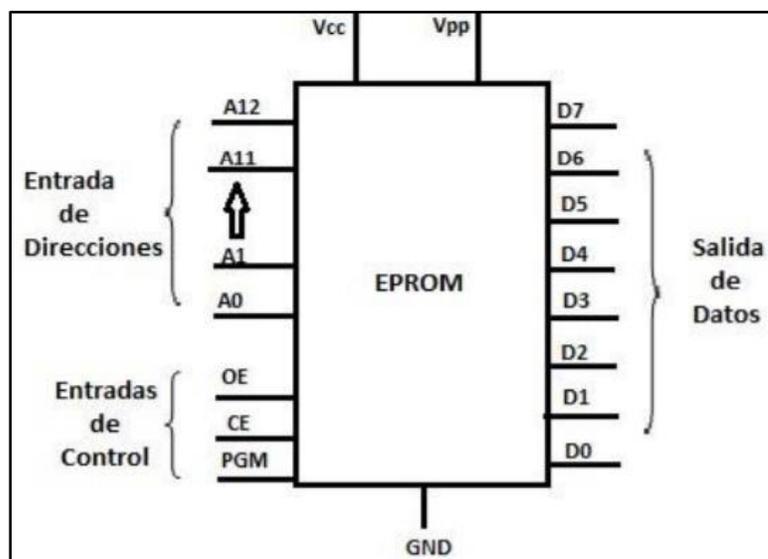
### **Memoria ROM programable y borrable (EPROM)**

Según Tocci & Widmer (2003), indica que: Memoria que puede ser programada por el usuario, puede ser borrada y reprogramada las veces deseadas. Una vez programada la memoria EPROM es una memoria no volátil que se caracteriza por mantener sus datos almacenados indefinidamente. Una vez que

se ha reprogramado la EPROM, se puede borrar exponiéndola a la luz ultravioleta (UV) que se aplica a través de una ventana en el paquete del chip.

**Figura 4**

*Memoria EPROM*



*Nota.* En la figura se observa la distribución de pines de la memoria EPROM. Tomada de Tocci & Widmer (2003)

Las EPROM pueden ser de diferentes tamaños y capacidades. Así que para la serie 2700 puedes encontrar:

**Tabla 2**

*Tamaños y capacidades de la memoria EPROM*

Tipo de EPROM	Tamaño — bits	Tamaño — Bytes	Longitud (hex)	Dirección (hex)
1702, 1702A	2 Kbits	256	100	000FF
2704	4 Kbits	512	200	001FF
2708	8 Kbits	1 Kbytes	400	003FF
2716, 27C16	16 Kbits	2 KBytes	800	007FF

Tipo de EPROM	Tamaño — bits	Tamaño — Bytes	Longitud (hex)	Dirección (hex)
2732, 27C32	32 Kbits	4 KBytes	1000	00FFF
2764, 27C64	64 Kbits	8 KBytes	2000	01FFF
27128, 27C128	128 Kbits	16 KBytes	4000	03FFF
27256, 27C256	256 Kbits	32 KBytes	8000	07FFF
27512, 27C512	512 Kbits	64 KBytes	10000	0FFFF
27C010, 27C100	1 Mbits	128 KBytes	20000	1FFFF
27C020	2 Mbits	256 KBytes	40000	3FFFF
27C040	4 Mbits	512 KBytes	80000	7FFFF
27C080	8 Mbits	1 Mbytes	100000	FFFFFF

*Nota.* En la tabla se detalla los diferentes tipos de memorias EPROM. Tomada de Arrow Electronics (2019).

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

Esta memoria corresponde a *Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory* (ROM programable y borrable eléctricamente). Es una variedad de memoria ROM que puede programarse, borrarse y reprogramarse, a diferencia de la EPROM que necesita de un dispositivo UV. Este tipo de memoria no es volátil (MEMORIA, 2019). Una celda de memoria EEPROM tiene un transistor MOS puerta flotante (estructura SAMOS), cuyo estado inicial es apagado y cuya salida proporciona un 1 lógico.

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

Este paquete es uno de los primeros en ser utilizado en automóviles a inyección electrónica a partir de la década de los 90. Este tiene dos pines de acceso (28 a 32 pines). Tiene una muesca visible en su cuerpo, esta marca puede usarse como guía para determinar la numeración. Esta guía muestra la ubicación del pin 1 en la memoria. Se encontró una ventana en medio del componente que funciona para el borramiento de datos con rayos ultravioletas (Avance, 2013).

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

Este paquete es uno de los más comúnmente utilizados en la actualidad, con capacidades de almacenamiento que van de 2 a 32 megabytes en aplicaciones automotrices, brindando el costo, la capacidad y el espacio que prometen los fabricantes de componentes electrónicos automotrices. Los pines tienen 44 o 48 terminales y tienen una guía para la ubicación del pin 1. Esta memoria se borra eléctricamente.

Los microprocesadores son circuitos integrados que ejecutan mandos dentro de un programa instrucción que otorga el programador. Este programa ordena al microprocesador que realice operaciones simples y en serie para tareas útiles. Tienen dispositivos de salida y entrada, estos últimos otorgan datos sobre el exterior al sistema y la mayoría de ellas solo procesan señales digitales con el mismo voltaje de la fuente de poder. (Avance, 2013)

Un valor de 0 voltios es igual a la masa del circuito y al nivel positivo de la fuente de poder es de alrededor de 5 voltios. Los dispositivos de salida comunican las acciones del sistema del sistema exterior y la mayor parte de las señales lógico -digitales usadas para manejar dispositivos electrónicos como relés, actuadores o LEDs. (Avance, 2013)

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

Este tipo de encapsulado fue la segunda opción usada por el campo automotor, ya que tiene un tamaño reducido y la configuración de sus terminales tiene 4 lados. A diferencia del DIL, la cantidad de terminales pueden ser de 32 a 48. La característica de esta configuración es que los pines están hacia dentro y su montaje es superficial. El tamaño de la placa madre es simplificado y tiene mayor capacidad. Su memoria se borra de manera eléctrica. Tiene una marca guía para la posición de pin 1. Se encuentran montadas sobre la placa de manera directa o en un zócalo. (Avance, 2013)

## **Tipos de fallas en computadoras automotrices**

Los sistemas de las computadoras en un vehículo automovilístico controlan una variedad de componentes importantes al recoger información con una red de sensores que lo analizan con una computadora. Estas computadoras pueden determinar qué acciones se realiza en el vehículo para que funcione de la forma más eficiente o segura.

Desafortunadamente, los siguientes problemas pueden ocurrir si una computadora automotriz falla:

- Problemas con el motor
- Errores con la transmisión
- Problemas con los frenos antibloqueo
- Pérdida de asistencia de estabilidad electrónica
- Pérdida de sistemas de asistencia al conductor

En algunos casos, un problema puede ocurrir con el sistema eléctrico del vehículo. Esto puede apagar el sistema informático efectivamente. Además, los errores de software pueden hacer que los vehículos se comporten de manera inesperada y peligrosa, lo que puede provocar accidentes. Si usted ha sufrido una lesión por el fallo de una computadora automotriz, puede tener derecho a emprender una acción judicial contra el fabricante responsable. (Habush, 2019)

## **Operación, variables y beneficios de reparar la ECU**

Originalmente creadas como un sistema regulador para controlar las emisiones de los vehículos y cumplir con las regulaciones gubernamentales sobre contaminantes del aire, las ECU automotrices ahora son uno de los componentes más importantes de los vehículos modernos.

Los sensores y actuadores que recuperan información de varios sistemas del vehículo son los componentes centrales de una ECU (Unidad de control electrónico). Los dos trabajan de manera

coordinada y recíproca, primero alimentándose para recolectar, luego almacenar y luego enviar lo que se necesita: datos.

El microprocesador de la computadora del automóvil luego los evalúa y los devuelve como comandos con información para que el motor y otros componentes corrijan, y si se encuentra un comportamiento óptimo, se ofrece de la misma manera o simplemente continúa. Pero este ordenador automotriz puede fallar, ya que se necesita de una evaluación para saber si se puede o no reparar por parte de un técnico en diagnóstico, debido a la naturaleza delicada de los componentes. Así se determina si es rentable el arreglo dependiendo del tipo de falla (“ECU Automotriz: Operación, Variables y Beneficios - Autosuporte”).

Para los mecánicos especialistas en ordenadores de coche, evidentemente sería una ventaja muy importante poder repararlo, ya que este tipo de trabajos de reparación son apreciados por su complejidad en programación. Esta ventaja se muestra en la capacitación orientada a este campo. Los sensores informan de una falla, haciendo saber al conductor la necesidad de ir a un mecánico. Pero este aviso no es alarmante, sino que solo es un inconveniente. Lo que es más importante para los propietarios de automóviles, las computadoras de automóviles de hoy en día tienen la clara ventaja de poder programar el comportamiento del sistema para ajustarse para la compensación de las variables para extender la vida del motor.

Estas variables están relacionadas con el combustible en cuanto al consumo y la calidad, además de las variables de producción y desgaste. La computadora del automóvil ajusta constantemente el rendimiento del motor cuando se enciende el motor y compara el valor recibido con su valor programado en cada momento.

Esta programación se basa en dos clases de datos, fijos y variables. Los primeros tienen que ver con los valores fijos como transmisión y engranajes o número de cilindros. En cuanto a los datos variables, se

incluye en el programa del ordenador automotriz y especifica datos principales de la operación del automotor en determinados momentos, como flujo de aire, encendido, velocidad y aceleración del motor, ángulo de válvulas (Donado, 2020). (“ECU Automotriz: Operación, Variables y Beneficios - Autosoporte”)

### Capítulo III

#### Arquitectura y constitución de ECUS de procedencia americana

##### ECU de procedencia americana

Un vehículo de procedencia americana es aquel que su diseño o fabricación (Ensambladora o constructora de partes y piezas) se encuentra en dicho continente (Americano). América viene a ser el segundo continente más grande, el mismo que ocupa la mitad de la esfera terrestre y una gran porción del hemisferio occidental (E.Y.A.D.E.O.Y.C.,2023).

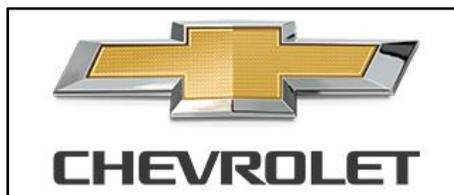
Cabe recalcar que el hecho de que un vehículo tenga cierta procedencia no quiere decir que a estos vehículos no se los encuentre en otros continentes. Para ser más claro se pone el ejemplo del Chevrolet Aveo es un vehículo de procedencia americana el cual también fue presentado y comercializado en China (Continente Asiático). (E.Y.A.D.E.O.Y.C.,2023)

##### ***Chevrolet***

El más claro ejemplo para este proyecto es un vehículo proveniente de la marca más comercial en el país que es Chevrolet, la cual pertenece al grupo General Motors la misma que tiene su sede en Estados Unidos (Continente americano).

##### **Figura 5**

*Logo de Chevrolet*



*Nota.* En la figura se aprecia el sello de Chevrolet. Tomada de CHEVROLET (2023).

Chevrolet del Ecuador (2015) expresa lo siguiente: General Motors inició operaciones en Ecuador en 1987 y hoy es líder en el mercado automotriz, ensamblando y comercializando vehículos bajo la marca Chevrolet. General Motors Ecuador, una empresa orgullosamente ecuatoriana, es ahora una de las más grandes del país; además, la mayor parte del mercado mundial es General Motors.

Es por esto por lo que se ha escogido como principal marca para el estudio de los vehículos más vendidos y comerciales.

### Tabla 3

*Automóviles y modelos más vendidos de Chevrolet*

<b>Automóviles más vendidos</b>		
<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Unidades</b>
Chevrolet	SAIL	11.514
Chevrolet	AVEO FAMILY	9.386
Chevrolet	AVEO EMOTION	3,643

*Nota.* En la tabla se detalla una lista de los modelos más comercializados de Chevrolet en Ecuador.

Tomada de Aeade (2014).

### **Dodge**

#### **Figura 6**

*Logo de Dodge*



*Nota.* En la figura se observa el sello de Dodge. Tomada de Dodge (1994).

## **Ford**

Ford ha tenido presencia en Ecuador desde temprano en el siglo pasado. Desde que las camionetas y otros productos Ford cruzaron la carretera del Ecuador, los productos Ford son conocidos en todas partes. Los ecuatorianos vieron la marca del óvalo, 10 años tras 10 años, ofreciendo los últimos tipos de productos que había en el mundo y se convirtieron en parte de su vida diaria.

Desde que se firmó el pacto Andino entre Ecuador, Colombia y Venezuela, y aprovechando la ubicación de la planta de manufactura de Ford en Valencia Venezuela, Ford Andina comenzó a aprovechar las condiciones de impuestos más beneficiosas para mejorar la competitividad y oferta de productos para el mercado de Ecuador.

### **Figura 7**

*Logo de Ford*



*Nota.* En la figura se observa el logo de Ford. Tomada de Ford (2017).

### **Tabla 4**

*Automóviles y camiones más comunes americanos en Ecuador*

<b>VEHÍCULOS</b>	<b>CAMIONES</b>
3.8 L Mustang	2.3 Ranger
4.6 L Thunderbird / cougar	3.0 L Ranger
4.6 L Crown Victoria	3.0 L Windstar
4.6 L Continental	3.8 L Windstar

*Nota.* En la tabla se aprecia los vehículos americanos mas comunes en el Ecuador.

### **General Motors**

General Motors es el representante autorizado para Ecuador y comercializadora de la marca Chevrolet, siendo esta la marca líder en ventas del 2012 en el país. General Motors se dedica a la importación de vehículos Chevrolet armados y a la comercialización y distribución tanto de los autos ensamblados en el país y sus importaciones en la red de concesionarios. En el período de análisis, también comercializó vehículos de la marca Suzuki.

### **Figura 8**

*Logo de General Motors*



*Nota.* En la figura se observa el logo de GM. Tomada de General Motors (2009).

### **Jeep**

Es una marca de propiedad del Grupo Fiat-Chrysler, se creó y centró su producción principalmente en vehículos de uso militar con aptitudes camperas. En la actualidad la marca Jeep es sinónimo de todoterreno, con el tiempo han ido mejorando su calidad, equipamiento y fiabilidad mecánica. Representado por su mismo nombre, como símbolo de vehículos todoterreno.

La gama de productos es superior a las firmas generalistas, con relación a su precio y posicionamiento, destacándose los modelos Grand Cherokee y Wrangler, que en su última entrega se han volcado al sector Premium, con una mejora evidente en los acabados, el equipamiento y la calidad de rodadura (Autocasion, 2019).

**Figura 9***Logo de Jeep*

*Nota.* En la figura se observa el logo de Jeep tomada de Chevrolet (2017).

**Levantamiento de requerimientos****Tabla 5**

*Descripción de los equipos a utilizar para el diagnósticos de ECUS*

<b>Equipos</b>	<b>Descripción</b>
Banco de pruebas MST – 9000+	Las siguientes pruebas se pueden realizar con el banco de pruebas de computadoras automotrices: Alimentación De Tensión Controladas Generador De Señales Pulsantes Simular Señales Variables
Fuentes de generación de ondas cuadradas	De 0 a 5 V de alimentación y con una frecuencia 10 Hz a 120 Hz
Dispositivos actuadores	Se tiene solenoides, motores, motores paso a paso, electroválvulas, etc.
Estacion de suelda	Permite unir solidamente componentes electrónicos, cables o terminales.
Dispositivos de verificación	Lámparas de prueba, diodos.
Equipos de medición y prueba	Interfaces de prueba, multímetro, scanner, osciloscopio.

Equipos	Descripción
Equipos de prueba	Equipos de medición de voltajes y consumo de corriente
Equipo de visualización	Lámparas y lupas.
Consumibles	Trenza de cobre, pomada, estaño, chupasuealdas.
Comprobación de corriente	Lámpara de prueba y multímetro.

*Nota.* En la tabla se detalla los equipos a utilizar en la reparación de ECUS automotrices.

### Señales y módulos de prueba

#### ***Banco de pruebas para ECUS simulación de señal de automóvil MST-9000+***

Este banco probador de computadoras automotrices para motores a gasolina permite realizar el diagnóstico por medio de señales de sensores y actuadores que posea la ECU, además es uno de los equipos más completos del mercado automotriz, cuenta con un software que permite ser instalado en el ordenador lo cual permite la visualización de otros tipos de señales.

### Figura 10

*Banco comprobador de ECUS*



*Nota.* En la figura se puede observar el banco de pruebas para el diagnóstico de las ECUS automotrices.

### **Descripción del equipo comprobador**

El equipo de diagnóstico de ECUS automotrices es una herramienta de simulación de señales que es muy indispensable para el técnico profesional especializado en esta rama. Cuenta con una nueva actualización y funciones más apropiadas que lo hacen más preciso y estable.

### **Funciones especiales**

- Brinda seis canales que pueden hacer que la salida de forma de onda sea aleatoria, también los datos de onda se almacenan a largo plazo por computadora.
- La señal del sensor CKP está aislada por un transformador, que puede evitar la señal de las interrupciones mutuas.
- También proporciona la señal del sensor OEM Y OES, señal de velocidad de rotación, señal de velocidad de la rueda, señal del sensor de oxígeno, señal del sensor del flujo de aire, sensor de presión de admisión, imita la señal del sensor de detonación.
- Ayuda esencialmente en la simulación de actuadores de vehículos en su mayoría multimarca tales como: actuador de la bobina de encendido, inyectores, motor paso a paso, generadores de ultrasonido, entre otros.

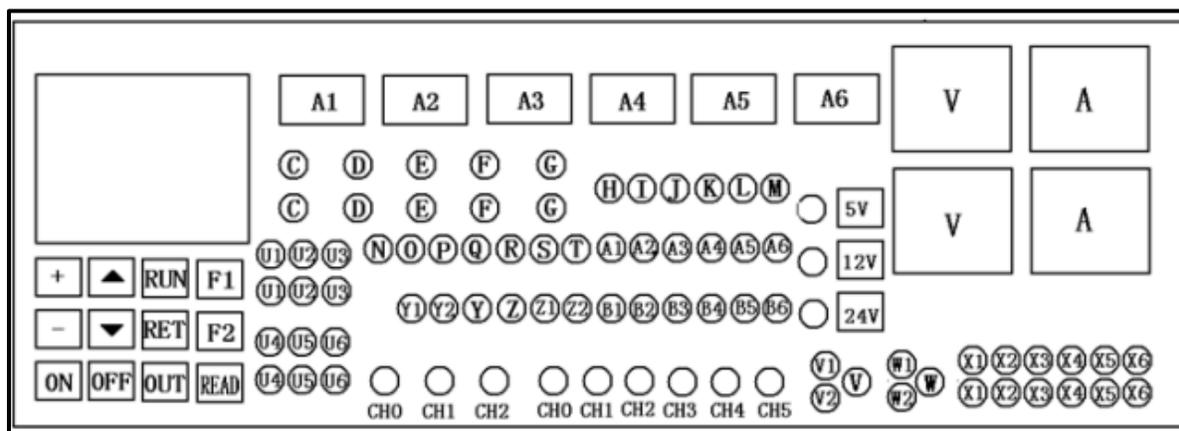
### **Alcance.**

El banco de pruebas permite hacer un diagnóstico dinámico de las ECUS, brinda el apoyo necesario para la enseñanza de automóviles multimarca, producción e investigación y desarrollo del conocimiento. La finalidad de esta herramienta se basa en enviar señales a la ECU por medio del MST – 9000+, y con ello se puede determinar que parte ya sea ECU o sensor está presentando fallas, la otra función es enviar las señales al actuador por medio del MST- 9000+, y verificar si el problema es la ECU o el actuador.

## Características técnicas

**Figura 11**

*Vista frontal de banco comprobador MST-9000+*



*Nota.* En la figura se aprecia el banco MST-9000+. Tomada de MST-9000 User Manual (2022)

- Señal del actuador: corriente de accionamiento 3A, ciclos de trabajo 1% - 99% continua frecuencia ajustable.
- Señal del sensor de simulación: resistencia eléctrica 100Ω – 10000Ω, voltaje 0V – 5V x 4 0V – 1.5
- Señal de salida: señales magnéticas, señales de efecto Hall, señales ópticas
- La implementación de la conducción simulada: salida simultanea de 69 canales
- Controlador de motor paso a paso: corriente 1A, adecuado para todos los automóviles
- Corriente de prueba máxima: 5 amperios (MST-9000 User Manual, 2022)

### **Osciloscopio Hantek**

Esta interfaz realiza pruebas de diagnóstico en los diversos dispositivos electrónicos de los vehículos, cuenta con 8 canales para pruebas, contiene más de 80 tipos de funciones de diagnóstico automotriz (detección de ignición, sensores, rendimiento de motor, circuito de arranque y carga, etc.). El

resultado del diagnóstico se puede generar en un solo informe ya sea impreso o mediante capturas de pantalla. Transmite señales de la interfaz USB 2.0 plug and play, y no necesita de alimentación adicional.

### Figura 12

*Imagen de osciloscopio Hantek.*



*Nota.* En la figura se observa al Osciloscopio usado para obtener las señales.

### Características técnicas del equipo

- Ancho de banda: 25 MHz
- Tipo: Osciloscopio USB
- Canales: 8
- Velocidad de muestreo: 2,4 Gsa/s.
- Resolución vertical: 12 bits/canal
- Rango de voltaje: 10 mV a 5 V/Div a x 1 sonda.
- Acoplamiento: Corriente DC
- Impedancia: 1M ohm
- Generador programable
- Pruebas a vehículos

**Escáner automotriz Konnwei KW808**

Este escáner es un instrumento para el diagnóstico de diferentes marcas a partir de la normativa OBD II y EOBD, para el análisis de los sistemas motorizados. Es multilenguaje y tiene una pantalla LCD para ver información en vivo que el ordenador automotriz incluye en la opción gráfica. Esta herramienta es de uso fácil y es económica.

**Figura 13**

*Scanner de diagnóstico automotriz*



*Nota.* En la figura se observa el scanner con puerto OBD II.

**Características técnicas:**

- Encuentra fácilmente la causa del encendido de la luz del motor (check engine).
- Recupera los códigos genéricos (P0, P2, P3 y U0) y los específicos del fabricante (P1, P3 y U1).
- Apague Check Engine Light (MIL), borre el código y reinicie el monitor
- Muestra definiciones DTC en la pantalla de la unidad
- Vistas de datos congelados
- Identifica los códigos pendientes
- Lee el datastream del PCM
- Muestra datos de prueba del sensor O2
- Realiza pruebas en los módulos presentes
- Recupera la información del vehículo (VIN)

- Soporta CAN (Controller Area Network)
- Protocolos de OBDII
- Biblioteca de búsqueda incorporada en OBDII DTC
- Pantalla LCD retroiluminada grande y fácil de leer
- Imprime datos vía PC

### ***Multímetro automotriz TRISCO***

Este equipo de medición está diseñado principalmente para trabajar con vehículos de inyección electrónica, debido a su alta impedancia (10 Mega ohmios) le da la capacidad de realizar mediciones en la ECU sin provocar daños. Este multímetro es uno de los más completos que se puede encontrar en el mercado, el software para Windows permite graficar las señales y almacenarlas en la computadora del operario.

### **Figura 14**

*Multímetro automotriz TRISCO*



*Nota.* En la figura se aprecia al multímetro automotriz.

### **Características técnicas del osciloscopio:**

- Rpm: tacómetro para encendido convencional y dis (300 - 12000rpm)

- Dwell: para 4, 6, 8 cilindros
- Duty %: porcentaje de duración del ciclo de trabajo
- Pulse width (ms) mide el tiempo de inyección en milisegundos (0 - 40ms)
- Kv: escala especial para medir kilovoltios en bobinas secundarias, cables de bujías (0 - 40kv)
- Hz: medición de frecuencia (4khz - 40mhz)
- Prueba lógica: sonda lógica
- TPS/MAF: Escala especial para testear TPS y MAF
- O2: escala especial para probar sondas de oxígeno.
- Temperatura: en grados °C y °F
- Amperaje: en AC y DC hasta 20 A.
- Probador de diodos
- Resistencia: hasta 40 Mega ohmios y pito en continuidad
- Voltaje: hasta 500 V AC y DC.
- También cuenta con un sistema de auto-rango en todas las escalas.
- 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.
- RS232: Un puerto y cable especial para la comunicación con una computadora, incluido el software para crear gráficos y guardar lecturas en formato Windows.

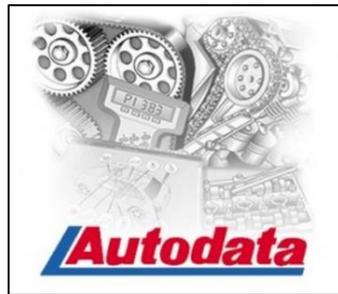
## Software de especificaciones

### **AUTODATA**

Es un software en línea que ofrece a sus usuarios específicamente a los profesionales de la mecánica automotriz un sitio de acceso en el cual contiene una recopilación muy extensa de información técnica acerca de los vehículos presentes en el mercado automotriz, con la finalidad de ayudar con las tareas de revisión, mantenimiento y reparación de los componentes eléctricos y electrónicos del automóvil.

### **Figura 15**

*Logo de AUTODATA*



Nota. En la figura se muestra el logo de AUTODATA. Tomada de Miguel (2016)

Esta herramienta digital está siempre en constante actualización para ofrecer cada vez más opciones y características que hacen que el trabajo del profesional sea más fácil de realizar, entre las características más destacadas del software son las siguientes:

- Contiene una guía de revisión muy completa con datos precisos incorporados, las ilustraciones ya vienen incorporadas de serie en los programas de revisión lo cual permite ahorrar el tiempo de búsqueda.
- Panel de búsqueda rápida de componentes, el sistema facilita que los procesos de búsqueda de la información sea de forma acelerada.

- Memoria de actividades recientes, esta función lo que permite hacer al usuario es poder saltarse de una pestaña a otra y la información buscada quede guardada y al momento de regresar encontrarla tal y como se dejó.
- Buscador de códigos de averías, con esta herramienta basta con digitar el código generado y el técnico podrá acceder a todo dato sobre la incidencia de manera inmediata.
- Las imágenes están mejoradas y las ilustraciones que contiene el software están cuidadosamente detalladas para un uso más sencillo por parte del usuario.
- Detalle de componentes individuales, permite obtener información precisa, esquemas eléctricos y gráficos de cada componente.

### **ALLDATA**

ALLDATA es una herramienta de diagnóstico de la empresa OEM (manufactura de equipos originales) que ayuda a las compañías automotrices a la realización de análisis de motores con los datos de reparación que viene del cableado de diagrama del OEM. Los especialistas pueden crear imágenes HD, ver y alternar diagramas de inspección, ocultar y sobresaltar componentes en los OE (equipos originales) y la comparación con lo que no son (GetApp, 2023). Los propietarios de distribuidoras pueden usar esta opción para escaneos DTC (codificación de diagnóstico de problemas), además de exportar informes previos y ulteriores al análisis, acceder a objetos de reparación.

**Figura 16**

Logo de ALLDATA



*Nota.* En la figura se observa el sello de ALLDATA. Tomada de Online Kaufen (2016).

Con esta app, los especialistas pueden dar una lectura de los VIN, analizar los gráficos, pasar los DTC dentro de las pruebas y observar códigos P. Además, pueden acceder a la información en vivo de los sensores y los niveles de emisiones. De la misma forma, se incluye la gestión del taller automotriz para que las compañías guarden datos del cliente, piezas, vehículos, repuestos, reparaciones y facturas. También se pueden programar futuras obras y dar un seguimiento técnico de tiempo y costos. Se accede a procedimientos OEM, como cortes, adhesivos, reemplazos, ADAS, enviando la información al mecánico, garantizando que los automotores sean reparados de acuerdo al fabricante (GetApp, 2023).

### Contenidos que ofrece ALLDATA

- **Códigos DTC**, esta sección nos ayuda con la información del código y el procedimiento para solucionar y encontrar la falla.
- **TSB** Boletines de servicio
- **Ubicación de sensores**, aquí se pondrá en conocimiento la ubicación exacta de los sensores así como la lectura de las secciones que lo componen
- **Data link**, permite al técnico determinar la línea de datos del vehículo y de como llegar hasta el conector OBDII.

- **Pin – Out ECM**, esta sección permite ubicar el pin – out de la computadora ECM automotriz.
- **Buscador**, ayuda con la búsqueda rápida de los diferentes componentes del vehículo como sensores, actuadores, esquemas eléctricos, entre otros.
- **Especificaciones**, brinda la información completa sobre las especificaciones que recomienda cada fabricante de vehículos (GetApp, 2023).

### ***Mitchell on Demand***

Este programa automotor es un software específico incluido en la mayor parte de las marcas vehiculares en Latinoamérica y estos van desde los modelos 1960 hasta los modelos 2015, a excepción de algunas marcas nuevas presentes que por lo general son de procedencia asiática y europea.

### **Figura 17**

*Logo de Mitchell on Demand*



*Nota.* En la figura se aprecia el logo de Mitchell on Demand. Tomado de Mitchell On Demand (2015)

El programa está dividido en 4 bloques principales los cuales se detallan a continuación:

**Reparación:** Es la división más usada y tiene todos los datos técnicos para reparar correctamente el automotor. Tiene manual de despiece, diagrama eléctrico, codificación de error y procedimientos de solución. Además del proceso de desmontaje, existen todas las categorías de modelos y elementos.

**Presupuestos:** Otorga acceso a datos sobre la ejecución de obras para toda marca y modelo. Es útil para talleres que trabajan por hora. Solo hay que escoger la categoría del trabajo y sale la información de estimación de costos (Avance, 2013).

**TBS (Boletines de servicio):** El fabricante emite boletines de servicio para procesos especiales en la reparación de piezas.

**Mantenimiento:** En este bloque se puede encontrar las actividades de mantenimiento preventivo para cada ciclo de kilometraje recorrido.

### ***Carmin***

Es una aplicación para teléfonos móviles en el cual se puede encontrar diagramas de cableado eléctrico de automóviles de diferentes marcas y modelos más populares presentes en el mercado.

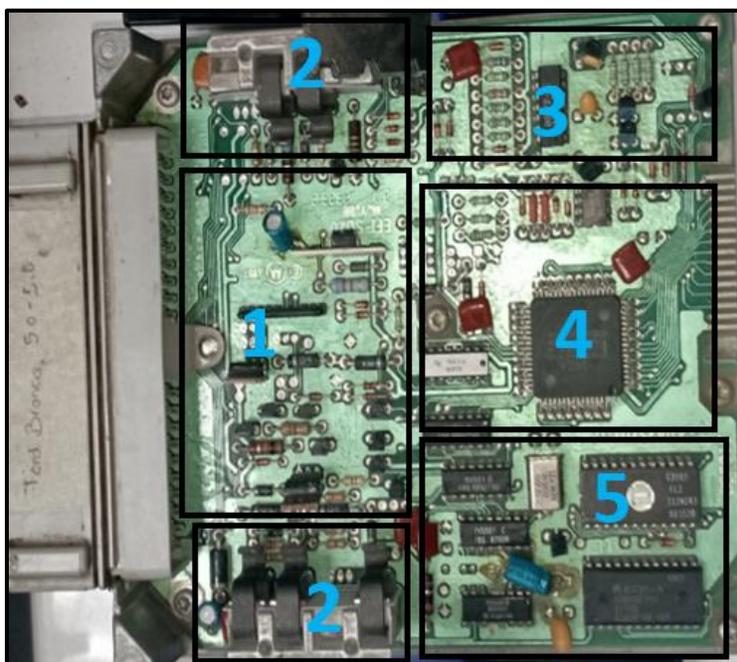
### **Constitución de bloques**

El buen funcionamiento de una computadora automotriz depende de los componentes que la constituyen y diversas funciones específicas que realizan en los momentos exactos que el motor lo requiere, el procesamiento de la información que recibe de los sensores debe ser precisa en el cual los diferentes bloques que contiene la ECU pueda enviar la respuesta adecuada a los diferentes actuadores que tiene bajo su dominio.

## Identificación de bloques de ECU Ford Bronco

**Figura 18**

*Bloques ECU Ford Bronco*



*Nota.* Identificación de bloques ECU Ford

**Tabla 6**

*Detalle de cada bloque*

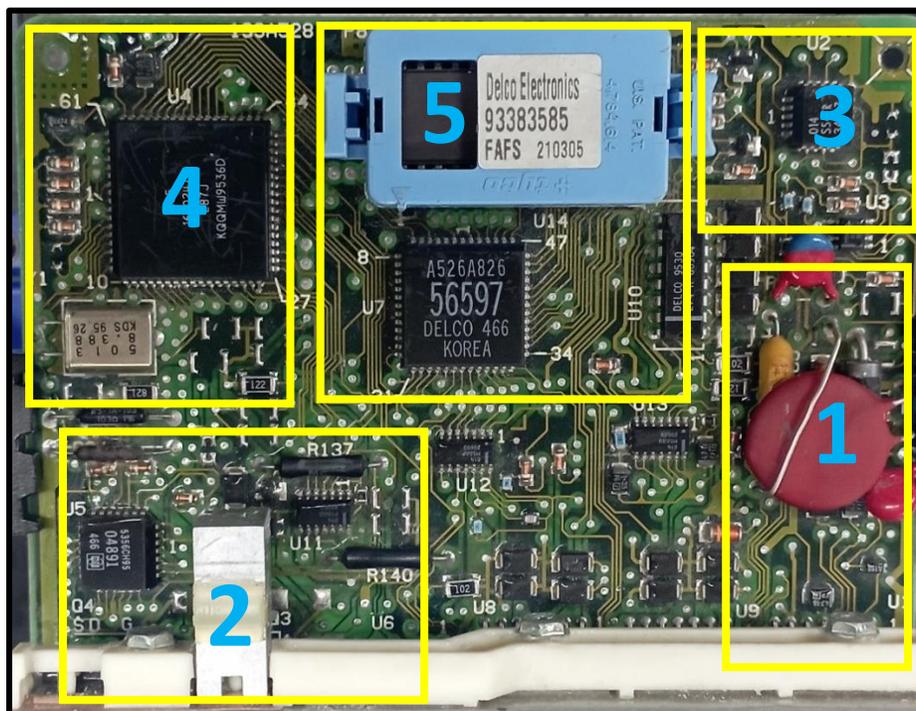
Orden	Nombre
1	Circuito Fuente
2	Bloque de salida (Drivers)
3	Bloque de entrada (Periferia)
4	Bloque de procesamiento
5	Bloque de control

*Nota.* Detalle de bloques ECU Ford Bronco

## Identificación de bloques de ECU Chevrolet Corsa

Figura 19

Bloques ECU Chevrolet Corsa



Nota. En la figura se detalla la identificación de bloques ECU Corsa

Tabla 7

Detalle de cada bloque

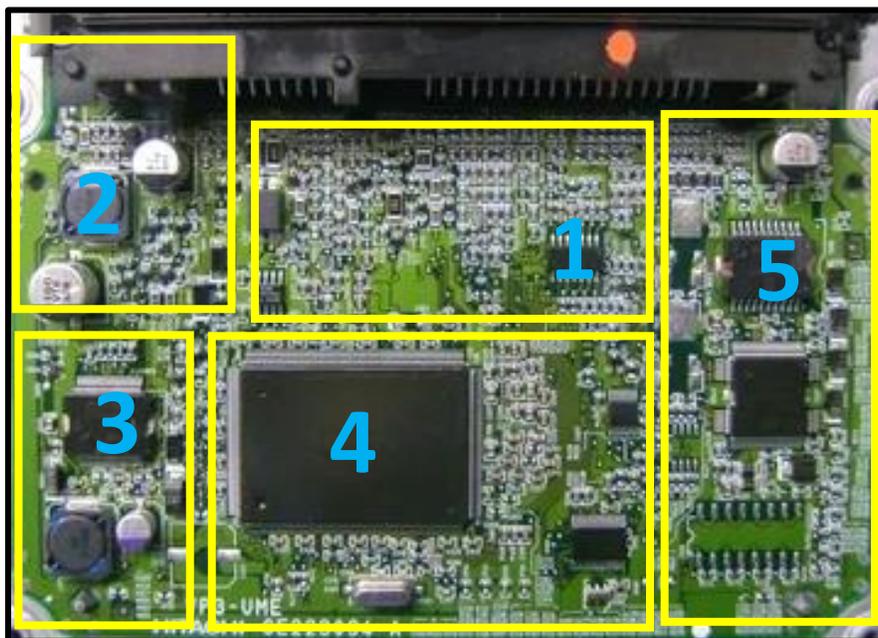
Orden	Nombre
1	Circuito Fuente
2	Bloque de salida (Drivers)
3	Bloque de entrada (Periferia)
4	Bloque de procesamiento
5	Bloque de control

Nota. Detalle de bloques ECU Chevrolet Corsa

### Identificación de bloques de ECU Chevrolet Spark

Figura 20

Bloques ECU Chevrolet Spark



Nota. En la figura se detalla la identificación de bloques ECU Spark

Tabla 8

Detalle de cada bloque

Orden	Nombre
1	Circuito Fuente
2	Bloque de salida (Drivers)
3	Bloque de entrada (Periferia)
4	Bloque de procesamiento
5	Bloque de control

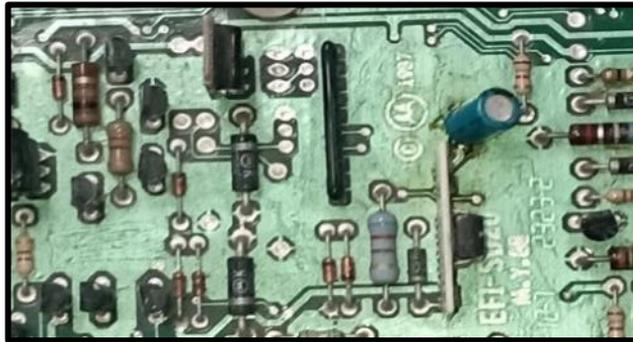
Nota. Detalle de bloques ECU Chevrolet Spark

### Subsistema de alimentación

El sistema de alimentación es un conjunto de componentes eléctricos y electrónicos cuya principal función es la de alimentar a todos los circuitos internos de la computadora automotriz ECU, entre otras funciones tiene como finalidad regular el voltaje de alimentación a un valor determinado de 5V. Además, controla el voltaje de alimentación de los sensores y actuadores que estén bajo el dominio de la ECU.

#### Figura 21

*Circuito fuente ECU Ford.*



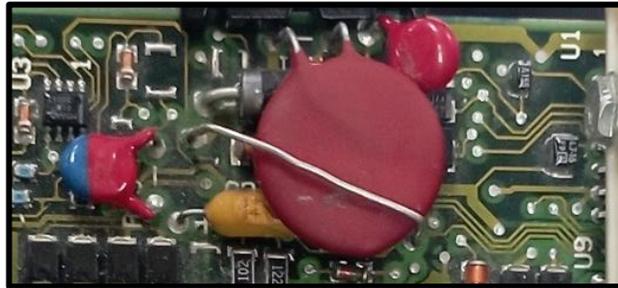
*Nota.* En la figura se detalla la identificación del circuito fuente ECU Ford

En la ECU de Ford este subsistema está compuesto por elementos tales como:

- Transistores
- Diodos rectificadores
- Condensadores
- Reguladores de voltaje
- Resistencias
- Diodos zener

### Figura 22

*Circuito fuente ECU Chevrolet.*



*Nota.* En la figura se detalla la identificación del circuito fuente ECU Chevrolet

En la ECU de Chevrolet Corsa este subsistema está compuesto por elementos tales como:

- Transistores
- Diodos rectificadores
- Condensadores cerámicos
- Reguladores de voltaje
- Resistencias
- Diodos zener.

### Figura 23

*Circuito fuente Chevrolet Spark*



*Nota.* En la figura se detalla la identificación del circuito fuente ECU Chevrolet Spark

En la ECU de Chevrolet Spark este subsistema está compuesto por elementos tales como:

- Capacitores de tipo electrolítico SMD
- Condensadores de tantalio SMD
- Bobinas o inductores
- Condensadores ceramicos
- Reguladores de voltaje
- Resistencias
- Diodos zener.

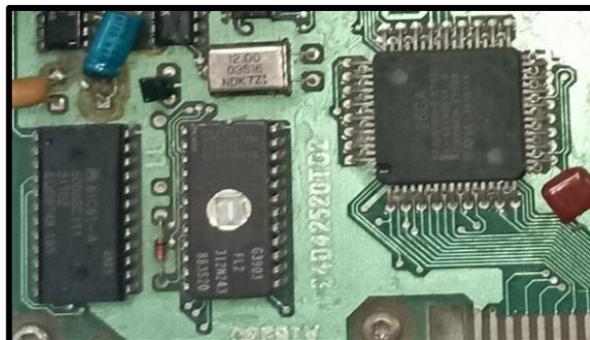
### Subsistema de control

Conocido también como bloque de procesamiento en el cual están integrados varios chips como microprocesadores y memorias, que se encargan de analizar todas las señales digitales que entran o salen de la ECU.

Según Serravalle (2011): “Todo el circuito que desarrolla la función de programación se denomina unidad de procesamiento, la cual está formada por el procesador, la memoria y cualquier circuitería involucrada en la ejecución del software”

### Figura 24

*Circuito de control ECU Ford*



*Nota.* En la figura se detalla la identificación del Circuito de control ECU Ford

En la ECU de Ford el sistema de control está compuesto por elementos tales como:

- Microprocesador 185 RR8730
- Oscilador de cristal 03S16 NDK7Z
- Memoria EPROM G3903 FL2
- Microcontrolador P8061BH-3

**Figura 25**

*Circuito de control ECU Chevrolet Corsa*



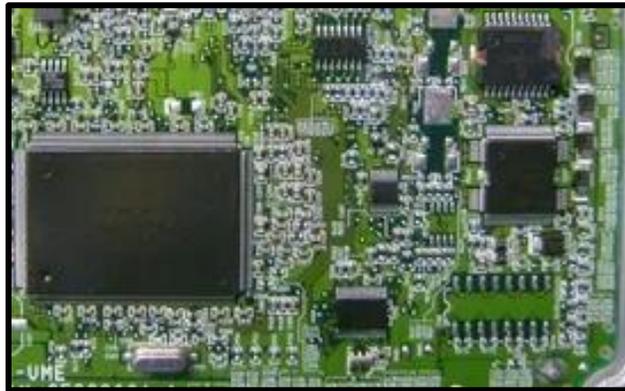
*Nota.* En la figura se detalla la identificación del Circuito de control ECU Chevrolet Corsa

En la ECU de Chevrolet el sistema de control está compuesto por elementos tales como:

- Microprocesador DELCO 9530
- Microprocesador S54FR34987
- Oscilador de cristal KDS 9526
- Memoria EPROM FAFS 210305
- Microcontrolador 16202476 E87J

**Figura 26**

*Circuito de control ECU Chevrolet Spark*



*Nota.* En la figura se detalla la identificación del Circuito de control ECU Chevrolet Corsa

En la ECU de Chevrolet el sistema de control está compuesto por elementos tales como:

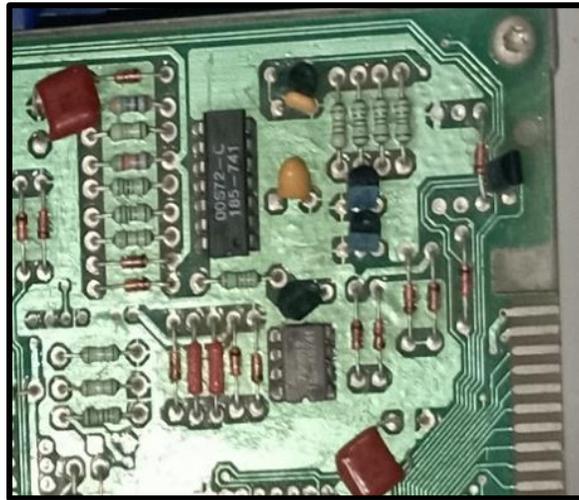
- Microprocesador
- Oscilador de cristal
- Memoria EPROM
- Microcontrolador

### **Bloque de periferia**

El circuito de periferia es conocido también como bloque de entrada. Según Serravalle (2011), la unidad de entrada son todos los circuitos que reciben señales que ingresan a la ECU, antes que el microprocesador. Se muestran los filtros, conversores, amplificadores, comparadores.

**Figura 27**

*Circuito de periferia ECU Ford*



*Nota.* En la figura se observa el circuito de periferia ECU Ford

En la ECU de Ford el circuito de periferia está compuesto por elementos tales como:

- Circuito integrado 185-KB741
- Microcontrolador 00S72-C
- Amplificadores 185-8647
- Comparadores electrónicos
- Filtro de señales
- Retardadores

**Figura 28**

*Circuito de periferia ECU Chevrolet Corsa*



*Nota.* En la figura se observa el circuito de periferia ECU Chevrolet

En la ECU de Chevrolet Corsa el circuito de periferia está compuesto por elementos tales como:

- Circuito integrado S54FR
- Microcontrolador M56AO
- Amplificadores operacionales
- Comparadores electrónicos
- Filtro de señales

**Figura 29**

*Circuito de periferia ECU Chevrolet Spark.*



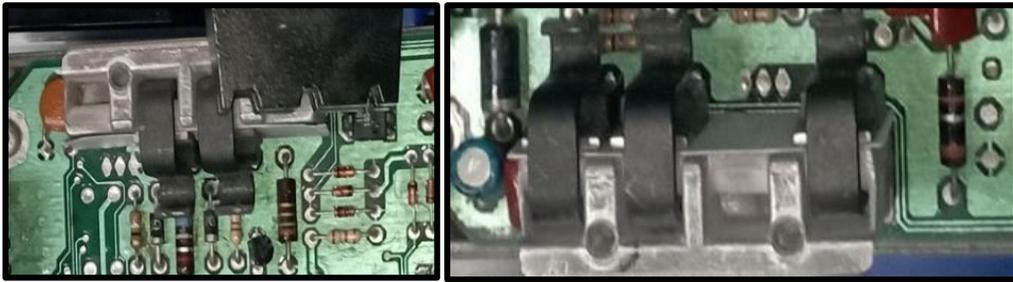
*Nota.* En la figura se observa el circuito de periferia ECU Chevrolet Spark

En la ECU de Chevrolet Spark el circuito de periferia está compuesto por elementos tales como:

- Circuito integrado S54FR
- Microcontrolador
- Amplificadores operacionales
- Concertidor de señal
- Condesadores de voltaje bajo
- Retardadores

### **Bloque de Drivers**

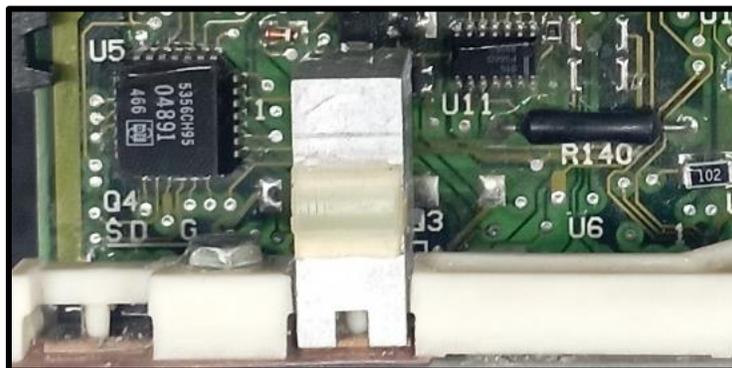
El bloque de drivers es conocido también como bloque de salida. Así también como las señales son procesadas al ingresar, además de que hay circuitos que se hallan en la salida del microprocesador y los elementos. Así asoman los amplificadores, circuitos de potencia, transistores y drivers. Los controladores del microcontrolador se accionan en varios elementos: bobina de encendido, relés, inyector de combustible (Serravalle, 2011).

**Figura 30***Circuito driver ECU Ford*

*Nota.* En la figura se observa el circuito de driver ECU Ford

En la ECU de Ford el circuito Driver está compuesto por elementos tales como:

- Circuitos amplificadores
- Transistores
- Circuitos de potencia
- Disipadores de calor
- Resistencias
- Condensadores
- Capacitores de bajo voltaje

**Figura 31***Circuito driver ECU Chevrolet Corsa*

*Nota.* En la figura se observa el circuito de driver ECU Chevrolet

En la ECU de Chevrolet Corsa el circuito Driver está compuesto por elementos tales como:

- Circuitos amplificadores
- Transistores
- Manejadores
- Circuitos de potencia
- Disipadores de calor
- Condensadores
- Capacitores de bajo voltaje

**Figura 32**

*Circuito driver ECU Chevrolet Spark*



*Nota.* En la figura se observa el circuito de driver ECU Chevrolet Spark

En la ECU de Chevrolet Corsa el circuito Driver está compuesto por elementos tales como:

- Circuitos amplificadores
- Transistores
- Manejadores

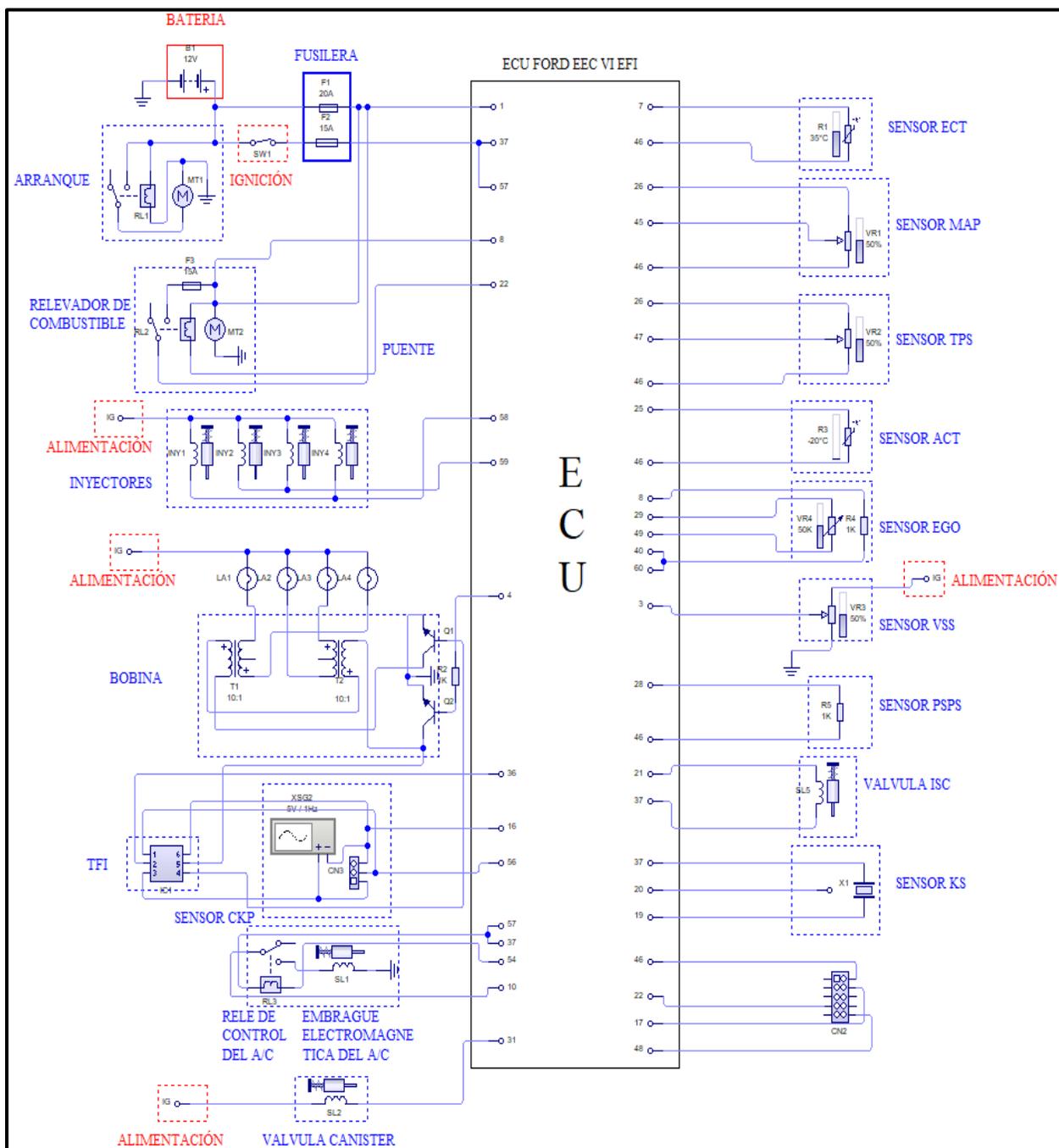
- Circuitos de potencia
- Disipadores de calor
- Condensadores
- Capacitores de bajo voltaje
- Resistencias
- Diodos rectificadores

## Planos de constitución

### Diagrama de conexión ECU Fordo Bronco

Figura 33

Circuito de la ECU Ford Bronco

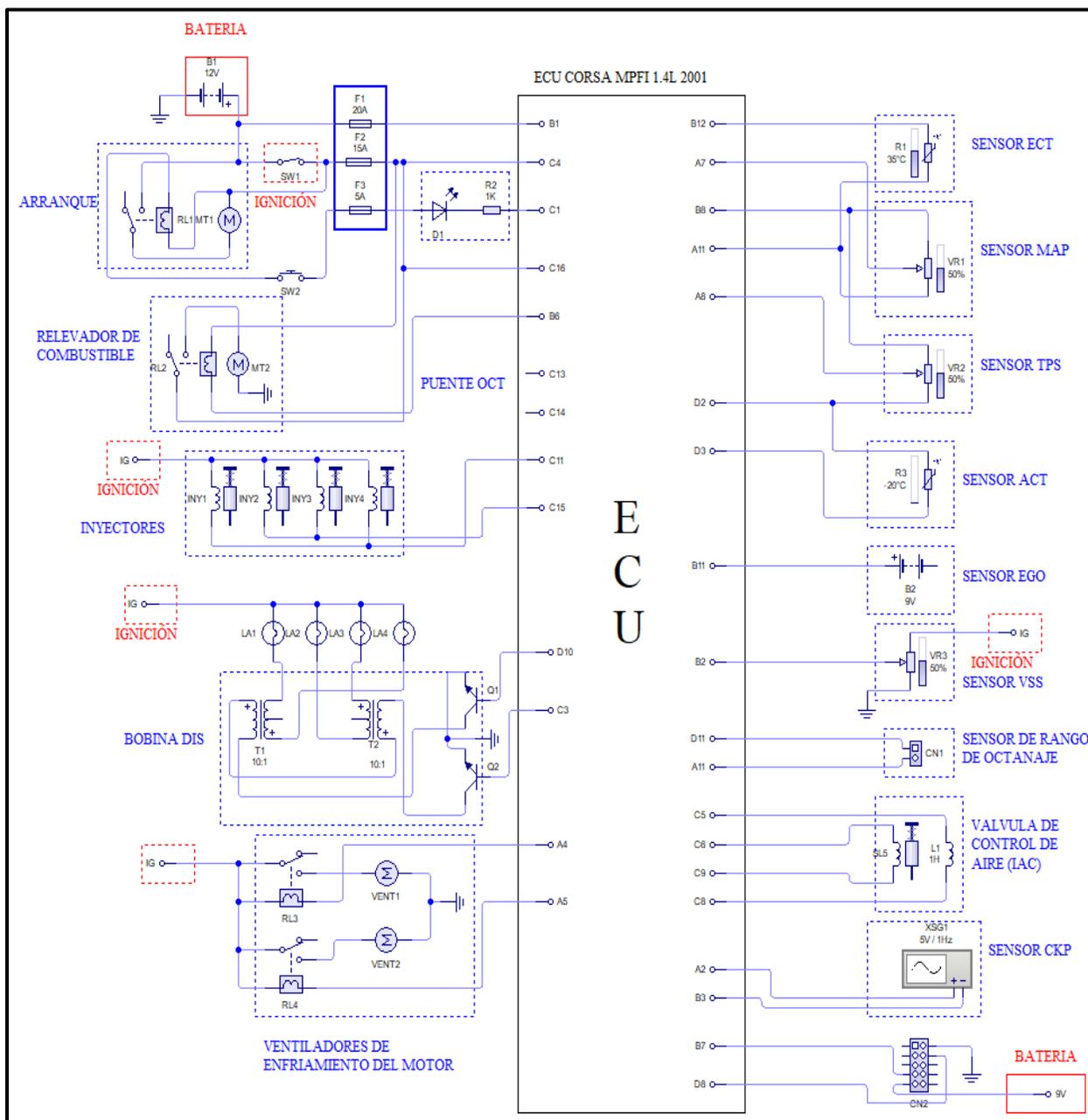


Nota. En la figura se observa el diagrama de conexión ECU Ford Bronco

## Diagrama de conexión ECU Chevrolet Corsa

Figura 34

Circuito de la ECU Chevrolet Corsa

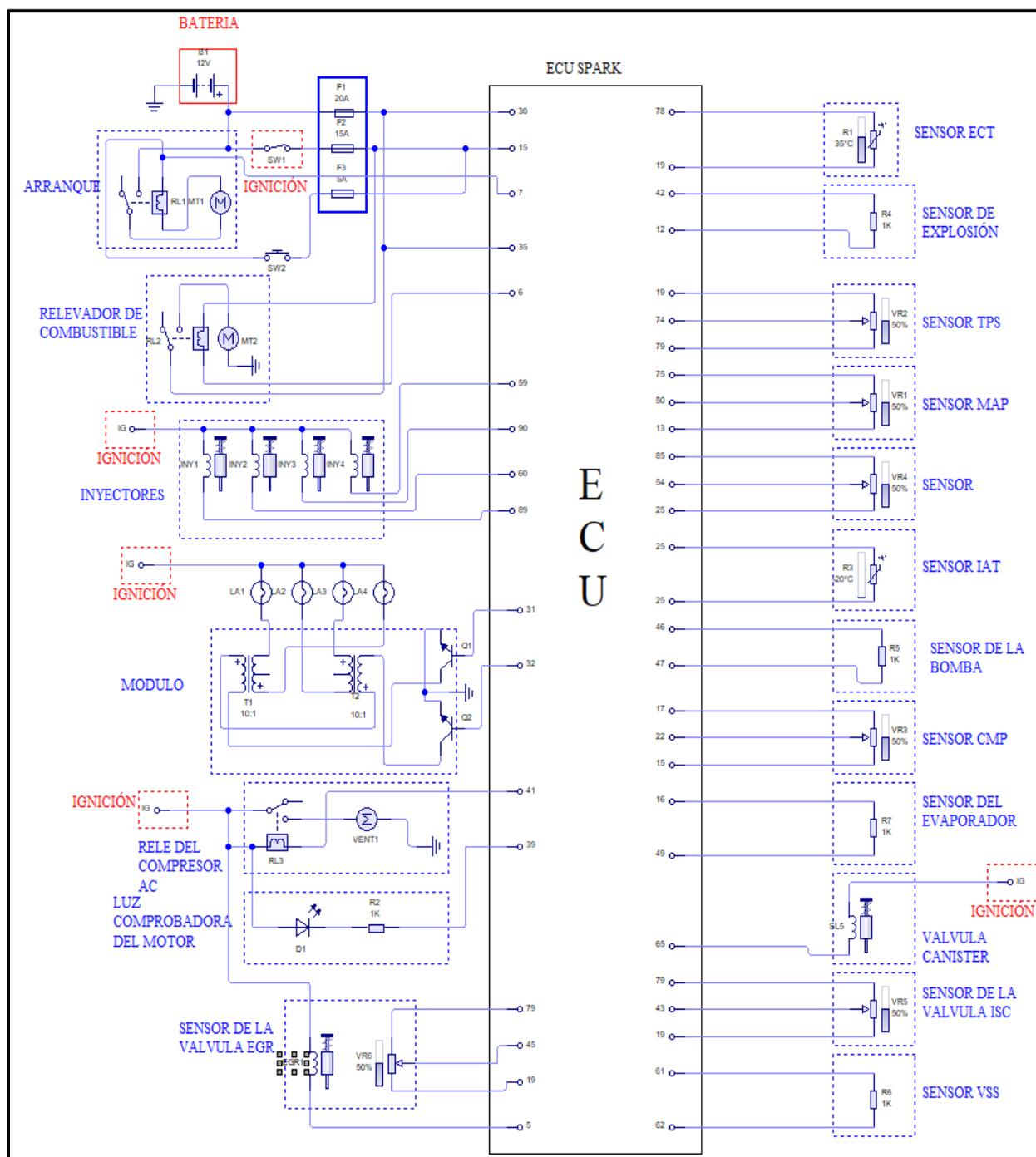


Nota. En la figura se observa el diagrama de conexión ECU Chevrolet Corsa

## Diagrama de conexión ECU Chevrolet Spark

Figura 35

Circuito de la ECU Chevrolet Spark

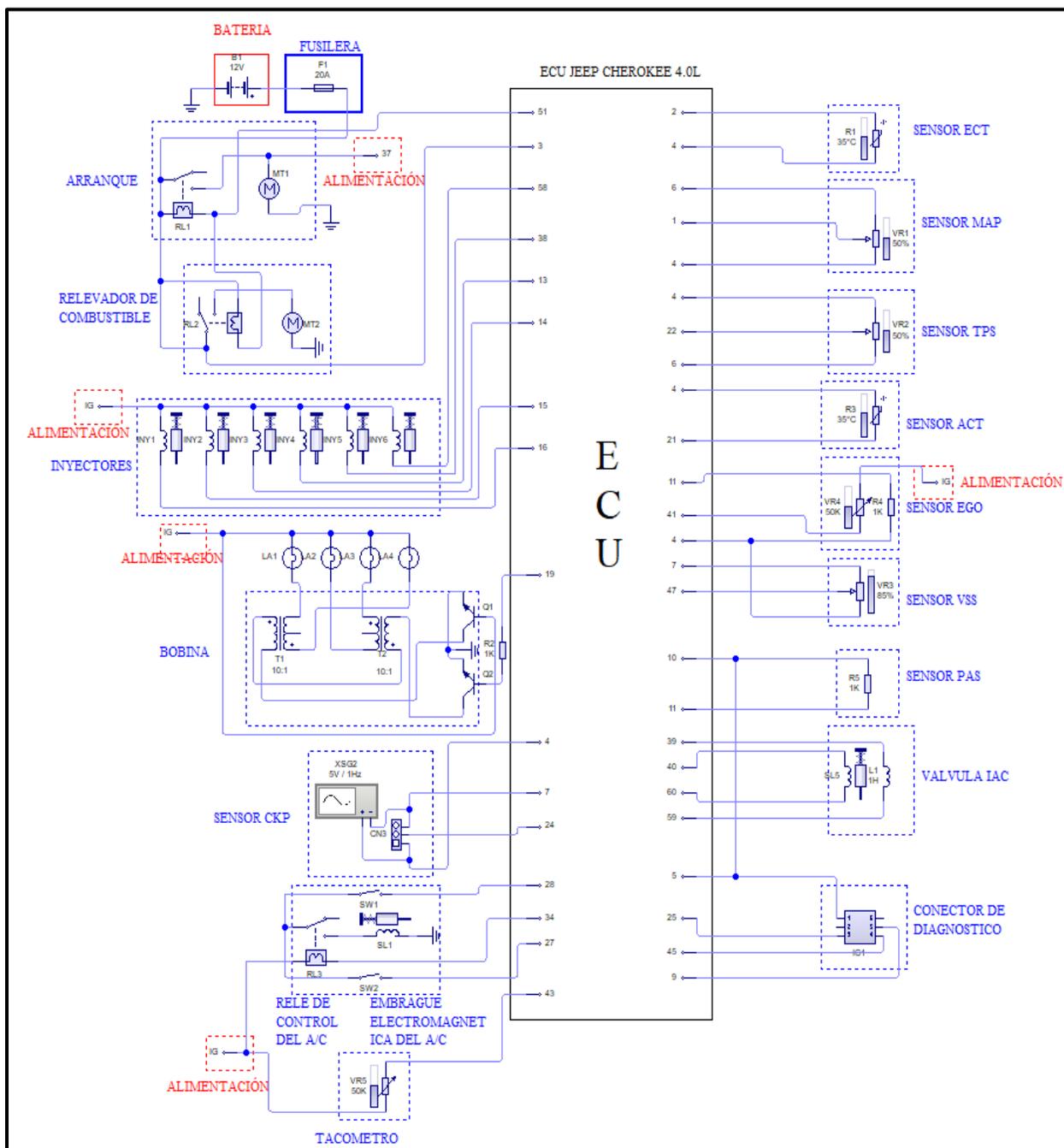


Nota. En la figura se observa el diagrama de conexión ECU Chevrolet Corsa

Diagrama de conexión ECU Jeep Cherokee

Figura 36

Circuito ECU JEEP Cherokee 4.0L



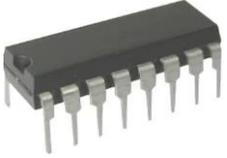
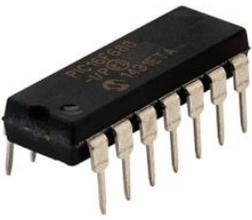
Nota. En la figura se observa el diagrama de conexión ECU Jeep Cherokee

## Selección de elementos eléctricos, electrónicos y bloques de pruebas

A continuación, se detalla los componentes eléctricos y electrónicos que posee las ECUS mencionadas en este proceso de diagnóstico.

**Tabla 9**

*Detalle de de los componentes eléctricos y electrónicos de las ECUS americanas*

Componentes eléctricos y electrónicos		
Componente	Descripción	Imágen
Microcontrolador 70009FB	Es un circuito integrado que incluye un sistema de control de elementos de entrada/salida.	
Microcontrolador C 8750K	Es un circuito integrado programable capaz de ejecutar comandos almacenados en su memoria.	
Microcontrolador 90S01 0	Es un circuito integrado programable capaz de ejecutar comandos.	
Microcontrolador 903T01	Es un circuito integrado que incluye un sistema de control de elementos de entrada/salida.	

---

**Componentes eléctricos y electrónicos**


---

Microcontrolador  
00S72-C

Es un circuito integrado programable capaz de ejecutar comandos almacenados en su memoria.



Circuito integrado  
190S02

Puede tener la función como amplificador, oscilador, temporizador, contador, compuerta lógica, etc.



Circuito integrado  
700S12

Puede tener la función como amplificador, oscilador, temporizador, contador, compuerta lógica, etc.



Microprocesador  
81C61-A

Un procesador o microprocesador es la unidad principal de procesamiento de una computadora.



Microprocesador  
P8061BH-3

Un lugar donde se realizan operaciones lógicas y aritméticas (cálculos) para asegurar la ejecución del programa.



Memoria EPROM  
O8763-1

Muchos sistemas de motores de automóviles contienen chips EPROM que controlan varias funciones del motor.



---

**Componentes eléctricos y electrónicos**


---

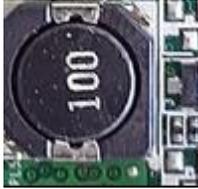
Microprocesador	Un lugar donde se realizan	
E87J	operaciones lógicas y aritméticas (cálculos) para asegurar la ejecución del programa.	
Microprocesador	Un microprocesador es la unidad principal de procesamiento de una computadora.	
A526A826		
Microcontrolador	Es un circuito integrado que incluye un sistema de control de elementos de entrada/salida.	
274 H 60904		
Circuito integrado	Es un semiconductor que produce muchas resistencias pequeñas, así como condensadores y transistores.	
014 S54FR		
Resistencias	Es una medida de la resistencia al flujo de corriente en un circuito dado.	
Capacitores electrolíticos	Este elemento acumula energía en su interior cuando se conecta a una fuente de tensión.	

---

---

**Componentes eléctricos y electrónicos**

---

Diodo Zener	Cuando está polarizado inversamente, mantiene un voltaje constante a través del diodo.	
Oscilador de cristal	Brinda el ritmo del reloj para los procesadores, la temporización de los bits para los enlaces de datos.	
Condensador cerámico	Tiene un alto nivel de estabilidad, buen coeficiente de temperatura de capacitancia y baja pérdida.	
Diodos rectificadores	Permite que la corriente fluya en una dirección, pero evita que la corriente fluya en la dirección opuesta.	
Interruptores	Activa y desactiva el paso de energía.	
Fusibles	Protege a los circuitos de posibles sobrecargas.	
Bobinas inductoras	Incrementan la energía recibida mediante inducción	

---

---

## Componentes eléctricos y electrónicos

---

Transistores

Controla el flujo de corriente

eléctrica.




---

*Nota.* En la tabla se menciona los componentes electrónicos usados en las ECUS.

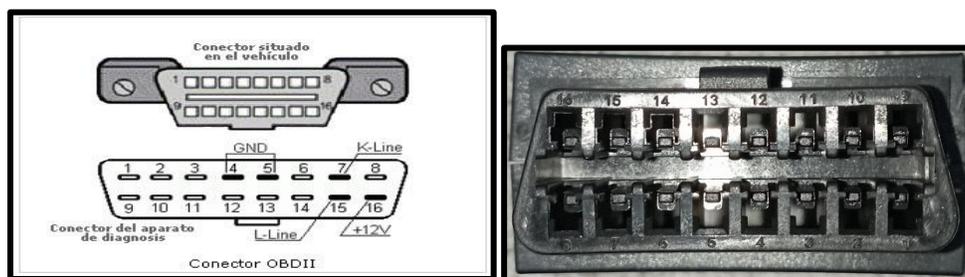
### Conector DLC

El conector DLC (Data Link Conector) OBD2 es un dispositivo que permite la comunicación con los módulos de control electrónico ECU que poseen los vehículos, toda la información que brinda el módulo se puede visualizar a través de un escáner de diagnóstico automotriz, en el cual se reflejó todos los datos y códigos de error que esté ocurriendo en el vehículo.

Generalmente, el conector OBD2 se encuentra debajo del tablero del lado del conductor, es decir, debajo del volante, y en algunos modelos viene incorporado en la caja de fusibles que alimenta la parte interior. Algunos modelos como Opel está incorporado en medio de la consola de audio y modelos como el Renault viene ubicado en la guantera.

**Figura 37**

*Conector OBD II*



*Nota.* En la figura se aprecia la vista frontal del conector OBD II. Tomada de INGENIERIA Y MECANICA AUTOMOTRIZ (2020).

El conector además de ser un puente de comunicación entre el automóvil y el técnico también tiene otras funciones importantes con el que generalmente se realizan ajustes, calibraciones y aprendizajes como por ejemplo en el cuerpo de aceleración, programación de llaves, eliminación de códigos de falla, etc.

Este dispositivo cuenta con un total de 16 pines el cual se detalla a continuación en la siguiente tabla.

**Tabla 10**

*Descripción de los pines OBD II*

<b>PIN</b>	<b>Descripción</b>	<b>PIN</b>	<b>Descripción</b>
1	Sin uso	9	Sin uso
2	J1850 Bus +	10	J1850 BUS -
3	Sin uso	11	Sin uso
4	Tierra del vehículo	12	Sin uso
5	Tierra de la señal	13	Tierra de la señal
6	CAN (J-2234) High	14	CAN (J-2234) Low
7	ISO 9141-2 Línea K	15	ISO 9141-2 Línea L Low
8	Sin uso	16	Batería Positivo

*Nota.* Descripción de pines OBD II

## Capítulo IV

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

#### Distribución de pines

##### *Distribución de pines ECU Ford Bronco*

En la ECU que se aprecia en la figura corresponde a la marca americana de Ford modelo Bronco, en el cual para empezar con el análisis se observa la distribución de los pines, en este se encontró un total de 60 terminales mismos que están distribuidos en 6 grupos de 10 pines respectivamente.

#### Figura 38

*Vista lateral conector de la ECU Ford*



*Nota.* En la figura se observa la vista lateral del conector macho ECU Ford Bronco

**Tabla 11**

*Distribución de pines de la ECU Ford Bronco*

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
1	Alimentación principal	31	Válvula filtro de carbón activado
2	Sin uso	32	Sin uso
3	Sensor de velocidad	33	Sin uso
4	Señal de la bobina de Ignición	34	Sin uso
5	Sin uso	35	Sin uso

<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>	<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>
6	Sin uso	36	Señal de chequeo de la alimentación del módulo de ING.
7	Sensor de temperatura de refrigerante	37	Señal del relé de inyección positivos de contacto.
8	Señal de chequeo de alimentación de la bomba de combustible y calefactor HEGO.	38	Sin uso
9	Sin uso	39	Sin uso
10	Señal de relé del A/C conectado – desconectado	40	Masa
11	Sin uso	41	Sin uso
12	Sin uso	42	Sin uso
13	Sin uso	43	Sin uso
14	Sin uso	44	Sin uso
15	Sin uso	45	Señal del MAP
16	Masa de ignición	46	Masa de los sensores
17	Salida de diagnóstico	47	Señal de la mariposa del acelerador
18	Sin uso	48	Salida de diagnóstico
19	Sensor de efecto Hall	49	Sin uso
20	Masa general	50	Sin uso

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
21	Salida válvula correctora de marcha lenta (ISC)	51	Sin uso
22	Relé de la bomba de combustible (pone masa la computadora)	52	Sin uso
23	Sensor de efecto Hall	53	Sin uso
24	Sin uso	54	Posición máxima de A/C
25	Sensor de temperatura del aire (ACT)	55	Sin uso
26	Voltaje de referencia TPS	56	Señal del sensor Hall
27	Sin uso	57	Señal del relé de inyección
28	Sensor de presión de la dirección hidráulica	58	Salida de señal a los inyectores 1 y 2
29	Señal del sensor lambda	59	Salida de señal a los inyectores 3 y 4
30	Señal P/N	60	Masa

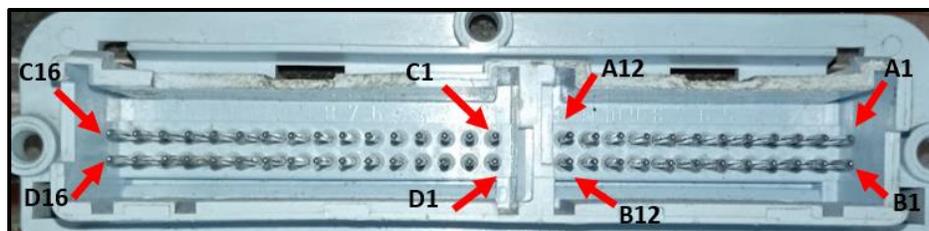
*Nota.* Función de los pines ECU Ford Bronco.

#### ***Distribución de pines ECU Chevrolet Corsa***

La distribución de los conectores de la computadora del Chevrolet Corsa se divide en dos grupos en el cual el primer grupo está conformado por un grupo de 24 pines y el segundo grupo está conformado por un grupo de 32 pines los cuales se detallan a continuación en la siguiente tabla.

**Figura 39**

Vista lateral del conector macho de la ECU Chevrolet Corsa



Nota. En la figura se aprecia el conector macho de la ECU Chevrolet Corsa

**Tabla 12**

Distribución de los pines ECU Chevrolet Corsa

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
A1	Sin Conexión	C5	Control de marcha mínima
A2	Señal del sensor CKP	C6	Control de marcha mínima
A3	Control del relé del embrague de compresor A/C	C7	Sin conexión
A4	Control del relé del ventilador del radiador	C8	Control de la marcha mínima
A5	Control del relé del ventilador del radiador	C9	Control de marcha mínima
A6	Sin conexión	C10	Sin conexión
A7	Señal del sensor MAP	C11	Control de inyectores 2 y 3
A8	Señal del sensor TPS	C12	Sin conexión
A9	Sin conexión	C13	Puente de octanaje
A10	Sin conexión	C14	Puente de octanaje

<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>	<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>
A11	Tierra controlada MAP ECT y sensor de oxígeno	C15	Control de inyectores 1 y 4
A12	Alimentación de tierra al ECM	C16	Alimentación de batería
B1	Alimentación de 12v de batería	D1	Masa
B2	Señal del sensor de velocidad	D2	Alimentación de tierra al sensor TPS
B3	Señal del sensor CKP	D3	Señal del sensor ACT
B4	Sin conexión	D4	Sin conexión
B5	Sin conexión	D5	Interruptor de A/C
B6	Señal de activación de la bomba de combustible	D6	Sin conexión
B7	Datos seriales bidireccionales	D7	Sin conexión
B8	Alimentación de 5v a los sensores MAP y TPS	D8	Diagnóstico
B9	Sin conexión	D9	Sin conexión
B10	Alimentación de tierra a la ECM	D10	Control de la bomba de encendido
B11	Señal del sensor de oxígeno	D11	Rango de octanaje
B12	Señal del sensor ECT	D12	Sin conexión
C1	Luz indicadora del motor	D13	Sin conexión
C2	Señal del tacómetro	D14	Sin conexión
C3	Control de la bomba de encendido	D15	Sin conexión

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
C4	Alimentación del voltaje de ignición	D16	Sin conexión

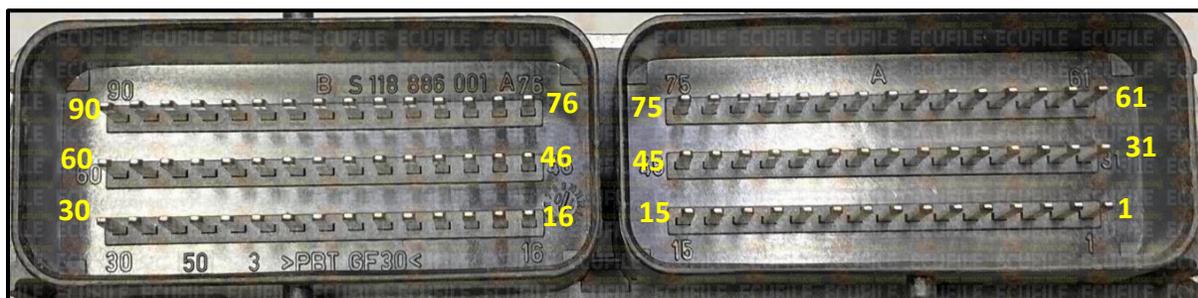
*Nota.* Función de los pines ECU Chevrolet Corsa.

### **Distribución de pines ECU Chevrolet Spark**

A continuación, se detalla la distribución de los pines de la ECU de Chevrolet Spark en el cual cuenta con un total de 90 terminales, distribuidos en dos grupos con 45 terminales cada uno la numeración está establecida de forma ordenada empezando con el terminal número 1 desde el grupo de la derecha en la fila inferior.

### **Figura 40**

*Vista lateral del conector ECU Chevrolet Spark*



*Nota.* En la figura se observa la distribución de pines Chevrolet Spark

### **Tabla 13**

*Distribución de los pines ECU Chevrolet Spark.*

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
1	Sin uso	46	Referencia baja
2	Sin uso	47	Sin uso
3	Tierra	48	Sin uso

<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>	<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>
4	Sin uso	49	Temperatura del evaporador A/C
5	Control de solenoide de recirculación de gases de escape (EGR)	50	Referencia de 5 voltios
6	Control de relé de la bomba de combustible	51	Señal de velocidad del vehículo (transmisión manual)
7	Control relé principal o control de relé de encendido	52	Señal de solicitud de aire acondicionado
8	Sin uso	53	Señal del sensor de velocidad de la rueda de carretera irregular
9	Control de relé de ventilador de enfriamiento de alta velocidad	54	Señal del sensor de posición del cigüeñal (CKP)
10	Control de relé de ventilador de enfriamiento de baja velocidad	55	Señal del interruptor inactivo
11	Escudo de tierra	56	Datos de serie de palabras
12	Referencia baja	57	Sin uso
13	Referencia baja	58	Sin uso

<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>	<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>
14	Sensor de oxígeno calentado (H02S) referencia baja	59	Control del inyector de combustible 1
15	Sin uso	60	Control del inyector de combustible 3
16	Referencia baja	61	Control de velocidad de ralentí (ISC) Control bajo del motor
17	Referencia baja	62	Control de velocidad de ralentí (ISC) Control alto del motor
18	Sin uso	63	Sin uso
19	Referencia baja	64	Señal del sensor de oxígeno calentado (HO2S)2
20	Señal del sensor de presión de refrigerante A/C	65	Control de solenoide de purga del recipiente EVAP
21	Señal del sensor de nivel de combustible	66	Voltaje de encendido 1
22	Señal del sensor de posición del árbol de levas (CMP)	67	Tierra
23	Datos de serie de palabras clave ECM	68	Señal de velocidad del motor

<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>	<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>
24	Tierra	69	Control de solenoide de recirculación de gases de escape (EGR) / si está equipado
25	Escudo de tierra	70	Sin uso
26	Datos en serie ECM	71	Control de la lámpara indicadora de mal funcionamiento (MIL) / Si está equipado
27	Señal de interruptor de octanaje	72	Lámpara de advertencia de temperatura
28	Tierra	73	Sin uso
29	Voltaje de encendido	74	Señal del sensor de posición del acelerador (TPS)
30	Voltaje positivo de la batería	75	Señal de presión absoluta del colector (MAP)
31	Control de bobina de encendido (IC) – Cilindros 2 y 3	76	Señal del sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)
32	Control de bobina de encendido (IC) – Cilindros 1 y 4	77	Sin uso

<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>	<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>
33	Tierra	78	Señal del sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)
34	Sin uso	79	Referencia de 5 voltios
35	Señal O2S /HO2S	80	Sin uso
36	Sin uso	81	Señal de interruptor de octanaje / Si está equipado
37	Control de solenoide de la válvula de admisión/ Si está equipado	82	Sin uso
38	Sin uso	83	Señal del interruptor de presión de la dirección asistida / Si está equipado
39	Control de la lámpara indicadora de mal funcionamiento (MIL)	84	Referencia baja
40	Control del medidor de combustible	85	Referencia baja del sensor de posición del cigüeñal (CKP)
41	Control del embrague A/C	86	Sin uso
42	Señal del sensor de detonación (KS)	87	Sin uso

<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>	<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>
43	Señal de posición del motor del control de velocidad de relantí (ISC)	88	Sin uso
44	Señal O2S / HO2S	89	Control del inyector de combustible 4
45	Posición de la válvula de recirculación de gases de escape (EGR) Señal del sensor	90	Control del inyector de combustible 2

*Nota.* Función de los pines ECU Chevrolet Spark

#### ***Distribución de pines ECU Jeep Cherokee***

La ECU que se detalla a continuación pertenece a la marca americana Jeep, consta de 60 terminales que está juntado en un solo grupo, cada uno de estos terminales tiene una función específica que controla tanto a los sensores como a los actuadores haciendo que el motor funcione correctamente. La numeración empieza de derecha a izquierda con el pin N° 1 en la fila superior como se detalla a continuación.

**Figura 41**

*Distribución de pines de ECU Jeep Cherokee*



*Nota.* En la figura se observó la vista del conector macho de la ECU Jeep.

**Tabla 14**

*Distribución de la ECU Jeep Cherokee*

<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>	<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>
1	Señal del sensor MAP	31	Sin uso
2	Señal del sensor ECT	32	Lámpara comprobadora del motor
3	Alimentación de batería	33	Sin uso
4	Tierra de sensores	34	Control del embrague del aire acondicionado
5	Tierra de la ECU	35	Sin uso
6	Fuente de alimentación 5 voltios	36	Sin uso
7	Fuente de alimentación de 8 voltios	37	Sin uso

<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>	<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>
8	Sin uso	38	Control del inyector Nº 5
9	Alimentación de encendido	39	Controlador de la vlavula de aire (IAC) Nº 1
10	Sin uso	40	Controlador de la vlavula de aire (IAC) Nº 3
11	Tierra de la ECU	41	Señal del sensor de oxígeno
12	Tierra de la ECU	42	Sin conexión
13	Control del inyector Nº 4	43	Señal de tacómetro
14	Control del inyector Nº 3	44	Señal de sensor del árbol de levas
15	Control del inyector Nº 2	45	Señal de recepción de datos SCI
16	Control del inyector Nº 1	46	Sin uso
17	Sin uso	47	Señal del sensor de velocidad
18	Sin uso	48	Sin uso
19	Control de la bobina de encendido Nº 1	49	Sin uso
20	Controlador de campo del alternador	50	Sin uso
21	Señal del sensor IAT	51	Control del relé principal
22	Señal del sensor TPS	52	Sin uso
23	Sin uso	53	Sin uso

<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>	<b>Terminal</b>	<b>Descripción</b>
24	Señal del sensor CKP	54	Controlador de la lámpara de cambio ascendente
25	Señal de la transmisión de datos SCI	55	Sin uso
26	Sin uso	56	Sin uso
27	Interruptor del aire acondicionado	57	Salida del relé principal
28	Interruptor del aire acondicionado	58	Control del inyector Nº 6
29	Interruptor de posición del pedal de freno	59	Controlador de la válvula de aire (IAC) Nº 4
30	Interruptor del inhibidor	60	Controlador de la válvula de aire (IAC) Nº 2

*Nota.* Función de los pines ECU Jeep Cherokee

### **Protocolo de pruebas de ECU americana**

Para proceder con el protocolo de pruebas de nuestras ECUs americanas es necesario de un equipo de pruebas de diagnóstico y reparación de módulos de control electrónico, en estos se va a verificar, analizar y diagnosticar las señales de entrada al banco(actuadores), señales de salida del banco(sensores), circuito de alimentación, fuentes, drivers, periféricas y procesamiento.

Las unidades de medida que nos entregan y reciben información de las condiciones de operaciones de cada una de las ECUS analizadas.

## Señales de entrada

Según Álvarez (2010) afirma que: “Las señales de entrada son las encargadas de adaptar y codificar, de una manera comprensible para la ECU del controlador lógico, las señales que llegan a los bornes de entrada procedentes de pulsadores, interruptores y especialmente sensores”.

Los voltajes que envían los sensor hacia la ECU van a tener una cierta variación de voltajes que esto ya depende los tipos de sensores que encontró en estas pero el rango de funcionamiento normal está entre 0,5 y 4,5V, estas a su vez también se pueden ver de mejor manera con la ayuda de un osciloscopio. Adicionalmente se tiene como una señal de entrada a la ECU la que alimenta a la misma que está entre 5 o 12V.

### *Señales de entrada ECU Ford Bronco*

**Tabla 15**

*Señales de entrada ECU Ford Bronco*

<b>Ord.</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Terminales</b>
<b>1</b>	Verificación de voltaje del sensor de efecto Hall (0 o 5v)	19, 23, 56
<b>2</b>	Verificación de voltaje de alimentación de la ECU	1
<b>3</b>	Verificación de voltaje de señal sensor MAP	45
<b>4</b>	Verificación de voltaje de señal de la bobina de ING	4
<b>5</b>	Verificación de voltaje de señal sensor ETC	7
<b>6</b>	Verificación de voltaje de señal sensor TPS	47
<b>7</b>	Verificación de voltaje de señal sensor HEGO	8
<b>8</b>	Verificación de voltaje de señal relé del A/C	10
<b>9</b>	Verificación de voltaje de señal sensor ACT	25
<b>10</b>	Verificación de voltaje de señal sensor lambda	29

<b>Ord.</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Terminales</b>
<b>11</b>	Verificación de voltaje de señal rele de inyeccion	57

*Nota.* En la tabla se enlista el número de pines que se va a conectar para verificar las señales de entrada de la ECU Ford Bronco

### ***Señales de entrada ECU Chevrolet Corsa***

**Tabla 16**

#### *Señales de entrada ECU Chevrolet Corsa*

<b>Orden</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Terminales</b>
<b>1</b>	Verificación de voltaje del sensor CKP (0 o 5V)	A2, B3
<b>2</b>	Verificación de voltaje de alimentación de la ECU	B1, C16
<b>3</b>	Verificación de voltaje de señal sensor MAP	A7
<b>4</b>	Verificación de voltaje de señal sensor IAT	D3
<b>5</b>	Verificación de voltaje de señal sensor ETC	B12
<b>6</b>	Verificación de voltaje de señal sensor TPS	A8
<b>7</b>	Verificación de voltaje de señal sensor VSS	B2
<b>8</b>	Verificación de voltaje de señal activación de la bomba de combustible	B6
<b>9</b>	Verificación de voltaje de señal sensor lambda	B11

*Nota.* En la tabla se enlista el número de pines que se va a conectar para verificar las señales de entrada de la ECU corsa.

### **Señales de salida y activación de actuadores**

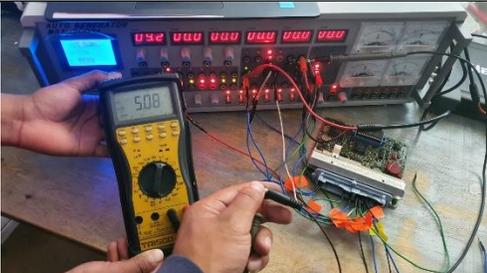
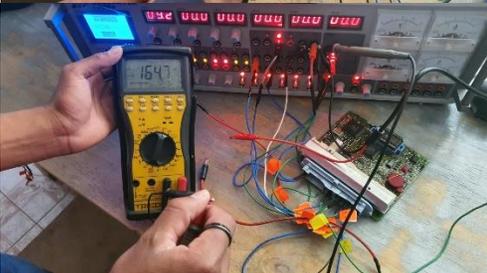
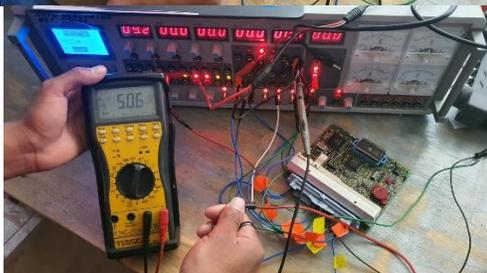
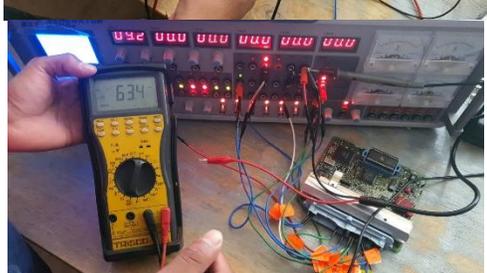
Las señales de salida y activación de los distintos tipos de actuadores que se van a alimentar con un voltaje de 5v son: Controladores de inyección, Inyectores, Salidas programables de corriente, Controladores de encendido, Control de relé de bomba de combustible, Control de motores paso a paso, Control de válvula de enfriamiento del radiador, Control de árboles variables.

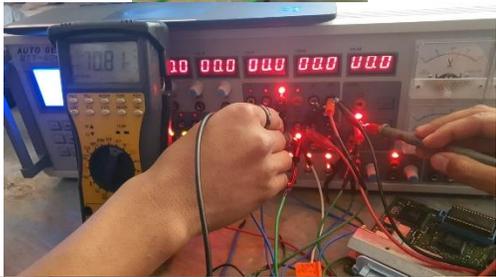
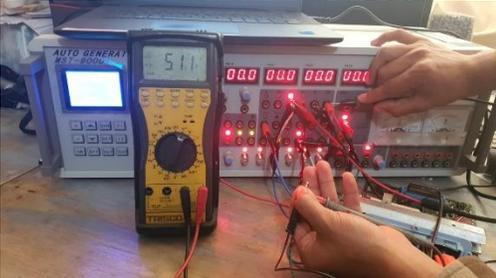
## Pruebas de la ECU americana

Se realizaron diferentes pruebas de verificación, obtención de datos y gráficas a través de un protocolo de pruebas de las ECUS de los vehículos Chevrolet Corsa Win y de Ford Bronco en estudio, para determinar los parámetros de operación a partir de señales de entrada y salida para polarizar las ECUS automotrices.

**Tabla 17**

*Obtención de valores con multímetro de ECU Chevrolet*

Orden	Pin	Procedimiento	Imagen
1	B12	Voltaje de referencia del ECT	
2	D2	Masa del TPS	
3	B8	Referencia del TPS	
4	A11	Masa ECT	

Orden	Pin	Procedimiento	Imagen
5	B6	Relé de la bomba activado	
6	C3	Control de masa del relé de la bomba de combustible	
7	B8	Referencia ECT	
8	A11	Control de masa del sensor MAP	

Orden	Pin	Procedimiento	Imagen
9	C4	Bobina de encendido	
10	C4	Señal de salida del amplificador de encendido de la bobina	
11	A2	Referencia del sensor CKP	
12	A12	Alimentación de tierra al ECM	

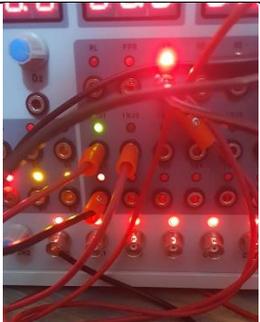
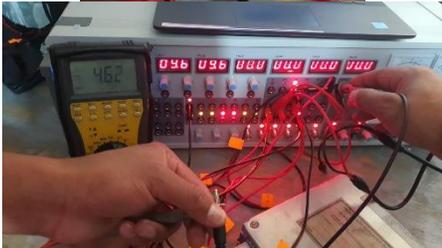
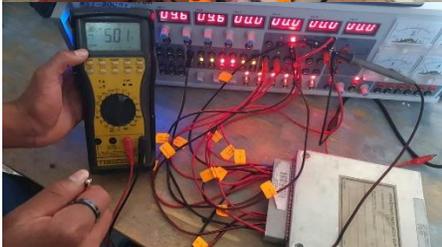
Orden	Pin	Procedimiento	Imagen
13	B1	Alimentación de 12V de batería	
14	D3	Referencia del sensor ACT	
15	B11	Referencia del sensor de oxígeno (5V)	

*Nota.* En la tabla se detalla los valores de voltaje obtenidos de la ECU Chevrolet Corsa Wind 1.4L

(Funcional)

Tabla 18

*Obtención de valores con multímetro de ECU Ford Bronco*

Ord.	Pin	Procedimiento	Medición
1	4	Bobina de encendido	
2	22	Relé de bomba de combustible	
3	25	Referencia del sensor ACT	
4	26	Voltaje de referencia TPS	

Ord.	Pin	Procedimiento	Medición
5	1	Alimentación principal (5V)	
6	7	Voltaje de referencia ECT	
7	8	Alimentación de la bomba de combustible	
8	45	Voltaje de referencia TPS	
9	29	Voltaje de referencia sensor lambda	

Ord.	Pin	Procedimiento	Medición
10	46	Masa de los sensores	

*Nota.* En la tabla se detalla los voltajes medidos con multímetro para verificar las señales de entrada de la ECU Ford Bronco (Funcional).

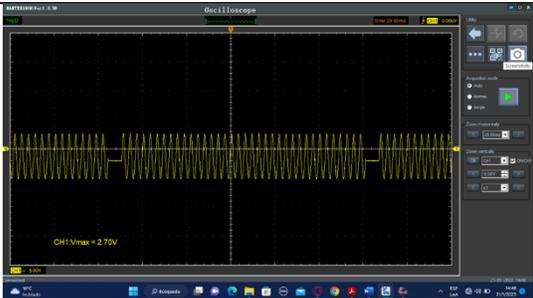
### Pruebas con osciloscopio de baja tensión

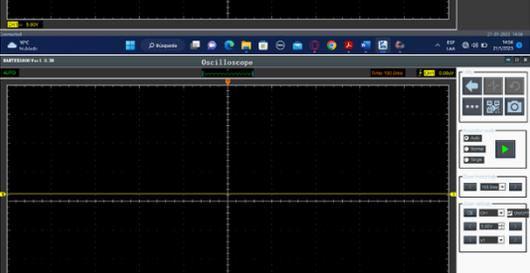
Aquí en la tabla que se detalló a continuación se ubican todas las señales obtenidas a través del osciloscopio de las ECUS que se está realizando el diagnóstico y de esa manera observar el comportamiento de las mismas, también sus valores de voltaje máximos y mínimos respectivamente.

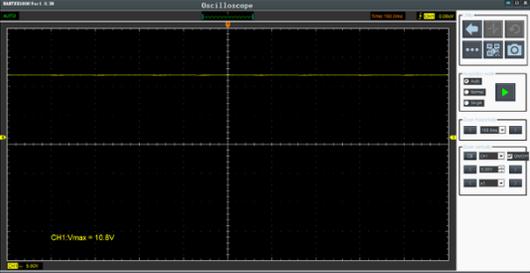
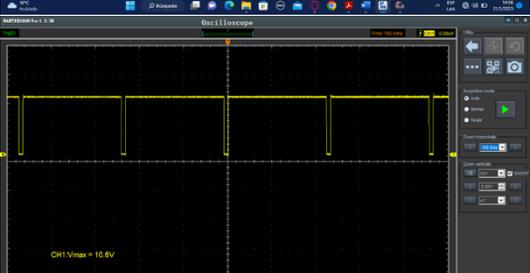
### Señales generadas ECU Chevrolet Corsa

**Tabla 19**

*Obtención de señales generadas por la ECU Chevrolet Corsa*

Ord.	Pin	Procedimiento	Medición
1	B3	Señal del sensor CKP	

Ord.	Pin	Procedimiento	Medición
2	B12	Voltaje de referencia del ECT	
3	D2	Masa del TPS	
4	B8	Referencia del TPS	
5	A11	Masa ECT	
6	B6	Relé de la bomba activado	

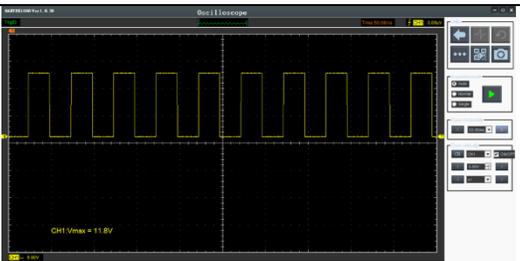
Ord.	Pin	Procedimiento	Medición
7	C3	Control de masa del relé de la bomba de combustible	
8	B8	Referencia ECT	
9	A11	Control de masa del MAP	
10	C4	Bobina de encendido	
11	C11 C15	Inyectores	

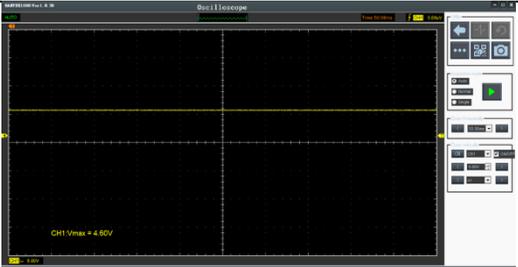
*Nota.* En la tabla se aprecia la obtención de gráficas para verificar el funcionamiento de las señales de entrada y salida de la ECU Chevrolet Corsa Win 1.4L (Funcional).

## Señales generadas ECU Ford Bronco

Tabla 20

*Obtención de las señales generadas por la ECU Ford Bronco*

Orden	Pin	Procedimiento	Medición
1	23	Señal CKP	
2	58 59	Inyector	
3	58 59	Inyectores semi secuencial	
4	22	Relé de bomba de combustible	

Orden	Pin	Procedimiento	Medición
5	25	Sensor ACT	
6	26	Voltaje de referencia TPS	
7	4	Bobina de encendido	

*Nota.* En la tabla se aprecia la obtención de gráficas para verificar el funcionamiento de las señales de entrada y salida de la ECU Ford Bronco (Funcional).

### Reporte de estado de los circuitos de la ECU

Una vez realizado el banqueo y la toma de valores proporcionadas por las ECUS se realiza el reporte del estado de cada bloque de circuitos, con el fin de verificar que los valores recolectados estén dentro del rango establecido para el correcto funcionamiento de la ECU y posteriormente el buen funcionamiento de todos los sistemas del vehículo que se encuentren bajo el dominio de la ECU.

**Reporte de estado ECU Chevrolet****Tabla 21***Lista de verificación del estado de los circuitos de la ECU Chevrolet Corsa*

Descripción	Nº de Pin	Funcionamiento	Funcionamiento	Observación
		correcto	incorrecto	
Señal del sensor CKP	<b>A2</b>	✓	-	-
Señal del sensor MAP	<b>A7</b>	✓	-	-
Señal del sensor TPS	<b>A8</b>	✓	-	-
Tierra de los sensores MAP, ECT y O2	<b>A11</b>	✓	-	-
Alimentación de tierra a la ECU	<b>A12</b>	✓	-	-
Alimentación de batería (12V)	<b>B1</b>	✓	-	-
Señal del sensor de velocidad	<b>B2</b>	✓	-	-
Señal de activación bomba de combustible	<b>B6</b>	✓	-	-
Alimentación de sensores MAP y TPS (5V)	<b>B8</b>	✓	-	-
Señal sensor de oxígeno	<b>B11</b>	✓	-	-
Señal sensor ECT	<b>B12</b>	✓	-	-

Descripción	Nº de Pin	Funcionamiento	Funcionamiento	Observación
		correcto	incorrecto	
Alimentación del voltaje de ignición	<b>C4</b>	✓	-	-
Control de inyectores Nº 2 y 3	<b>C11</b>	✓	-	-
Control de inyectores Nº 1 y 4	<b>C15</b>	✓	-	-
Alimentación de batería (12V)	<b>C16</b>	✓	-	-
Alimentación de tierra sensor TPS	<b>D2</b>	✓	-	-
Señal del sensor ACT	<b>D3</b>	✓	-	-
Control de bobina de encendido	<b>D10</b>	✓	-	-

*Nota.* En la tabla se aprecia la verificación de estado de circuitos Chevrolet Corsa

### **Reporte de estado ECU Ford**

**Tabla 22**

*Lista de verificación del estado de los circuitos de la ECU Ford Bronco*

Descripción	Nº de Pin	Funcionamiento	Funcionamiento	Observación
		correcto	incorrecto	
Alimentación principal	<b>1</b>	✓	-	-

Descripción	Nº de Pin	Funcionamiento	Funcionamiento	Observación
		correcto	incorrecto	
Señal de bobina de ignición	<b>4</b>	✓	-	-
Sensor de temperatura de refrigerante	<b>7</b>	✓	-	-
Sensor de temperatura de aire (ACT)	<b>25</b>	✓	-	-
Señal de bomba de combustible	<b>8</b>	✓	-	-
Voltaje de referencia del TPS	<b>26</b>	✓	-	-
Señal del sensor Lambda	<b>29</b>	✓	-	-
Señal de alimentación del módulo de ignición	<b>36</b>	✓	-	-
Señal del relé de inyección	<b>37</b>	✓	-	-
Señal de sensor MAP	<b>45</b>	✓	-	-
Masa de los sensores	<b>46</b>	✓	-	-
Señal de la mariposa del acelerador	<b>47</b>	✓	-	-

Descripción	Nº de Pin	Funcionamiento	Funcionamiento	Observación
		correcto	incorrecto	
Señal del sensor de efecto Hall	56	✓	-	-
Señal del relé de inyección	57	✓	-	-
Señal de inyectores Nº 1 y 2	58	✓	-	-
Señal de inyectores Nº 3 y 4	59	✓	-	-

*Nota.* En la tabla se detalla la lista de verificación de estado de circuitos ECU Ford Bronco

### Tabla 23

*Lista de verificación del estado de los circuitos de la ECU Ford Bronco (Averiado)*

Descripción	Nº de	Estado	Estado	Observación
	Pin	funcional	defectuoso	
Alimentación principal	1	✓	-	-
Señal de bobina de ignición	4	-	X	La falla se origina en el circuito fuente
Señal de bomba de combustible	8	-	X	La falla se origina en el circuito fuente
Voltaje de referencia del TPS	26	✓	-	-

<b>Descripción</b>	<b>Nº de Pin</b>	<b>Estado funcional</b>	<b>Estado defectuoso</b>	<b>Observación</b>
Señal del sensor Lambda	<b>29</b>	✓	-	-
Señal de alimentación del módulo de ignición	<b>36</b>	-	X	El circuito fuente presenta fallas en sus componentes
Señal del relé de inyección	<b>37</b>	-	X	Revisar el circuito fuente.
Señal de sensor MAP	<b>45</b>	✓	-	-
Masa de los sensores	<b>46</b>	✓	-	-
Señal de la mariposa del acelerador	<b>47</b>	✓	-	-
Señal del sensor de efecto Hall	<b>56</b>	✓	-	-
Señal del relé de inyección	<b>57</b>	-	X	El microprocesador presenta una ruptura en sus terminales
Señal de inyectores Nº 1 y 2	<b>58</b>	-	X	Uno de sus drivers presenta falla
Señal de inyectores Nº 3 y 4	<b>59</b>	-	X	Uno de sus drivers presenta falla

*Nota.* En la tabla se detalla la lista de verificación del estado de la ECU Ford Bronco (Averiadada)

## Reporte de componentes de reparación y reemplazo

Con la ayuda de la lista de verificación realizada anteriormente nos puede dar cuenta en que bloque de circuito se encuentra la avería y localizar el componente electrónico que debe ser cambiado o reparado de ser el caso. A continuación se muestra una lista de los componentes averiados que se encontró en la ECU de Ford Bronco.

**Tabla 24**

*Reporte de componentes averiados en la ECU Ford Bronco*

Ord.	Componente	Imagen	Causa de avería
1	Condensador H8750 47 $\mu$ F a 16V		Como se puede observar en la imagen el condensador presenta una sobrecarga provocando su explosión y causando una avería en el circuito.
2	Condensador H8750 10 $\mu$ F a 63V		Como se puede observar en la imagen el terminal negativo del condensador está desoldado y provoca una avería en el circuito.
3	Transistor 04S47		Hace falta un transistor en el bloque de Drivers como se puede observar en la imagen

Ord.	Componente	Imagen	Causa de avería
4	Condensador cerámico 474 A50		El condensador está desoldado en uno de sus terminales.
5	Microprocesador P8061BH-3 8751		Este chip presenta un fallo el cual es la ruptura de 2 de sus terminales.
6	Transistor S01 749		El componente presenta una desconexión en uno de sus terminales como se observa en la imagen.

*Nota.* En la tabla se detalla la lista de componentes dañados.

### Informe de estado y reparación

#### ***ECU Chevrolet Corsa y ECU Ford Bronco (Buen estado)***

En el caso de las ECUS de Chevrolet y Ford que se encontraban en perfecto estado, se realizó el banqueo de cada una con sus respectivas conexiones de acuerdo con la distribución de pines proporcionada por el fabricante. En donde se obtuvo buenos resultados y con la ayuda del banco de pruebas MTS-9000+ se pudo hacer el diagnóstico y comprobación de la mayoría de los sensores y actuadores que las unidades de control electrónica poseían.

Parte del diagnóstico en estas computadoras es la medición de voltajes, resistencias y continuidad para realizar esta parte del trabajo se emplea el multímetro automotriz y comparando con los valores ya establecidos se comprobó de que todos estos valores están dentro de lo requerido.

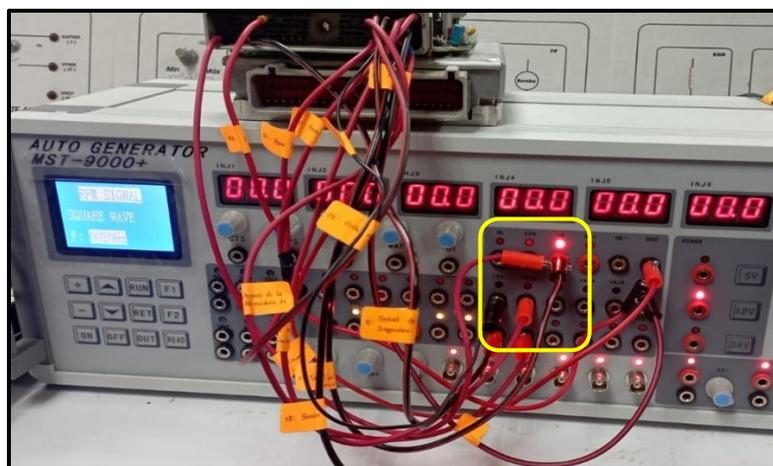
Con la ayuda del osciloscopio observó las diferentes señales que ingresan o salen de la computadora automotriz, el cual es un indicativo de que la ECU se encuentra en condiciones normales de funcionamiento y no requiere de ninguna reparación o sustitución de componentes internos.

### ***ECU Ford Bronco (Mal estado)***

En esta ECU se detectó algunas averías y realizando las respectivas conexiones en el banco MST-9000+ se determinó en parte del circuito de la placa se hallaba dicha avería, dando como resultado la falta de señal que activan a los inyectores, la señal de las bobinas de ignición y el pulso del sensor CKP de efecto Hall. Ahora con el multímetro se comprobó los valores de resistencias, voltajes y continuidad en el bloque de alimentación hasta encontrar el o los componentes en mal estado.

### **Figura 42**

*Banqueo de la ECU Ford Bronco en mal estado*



*Nota.* En la figura se puede observar la conexión de la ECU de Ford en el cual no se puede evidenciar el funcionamiento de los inyectores Nº 1 y 2.

## Protocolo de reparación

Guía de reparación para ECU de procedencia americana.

La unidad de control electrónico podría presentar fallas normales, pero esta computadora en sí realiza un trabajo más sofisticado en otras palabras un trabajo más industrializado en que realiza diversas funciones para que el automóvil funcione sin problema alguno.

El procedimiento para reparar una ECU es el mismo que se hace cuando se repara una placa electrónica, empezando por ubicar el espacio donde se sitúa la computadora después se retira todas las sujeciones que este tenga y poder extraerla.

Por lo general una computadora de una marca específica no se distingue mucho por las demás marcas ya que la mayoría de ellas trabajan mediante el mismo sistema eléctrico pero con diferente distribución de componentes. Una vez desmontada la ECU se procede a manipular la placa electrónica con cuidado pues es sensible a la electricidad estática que posee nuestro cuerpo. Por eso es importante usar equipo de protección para manipular este tipo de componentes electrónicos.

Los pasos para la reparación de computadoras automotrices son las siguientes:

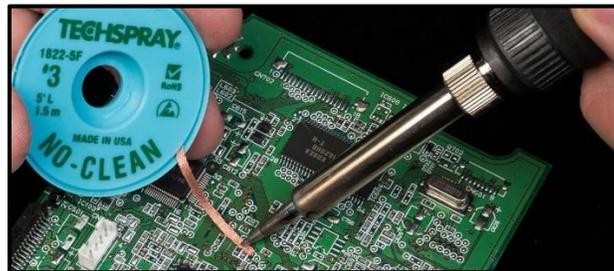
- Realizar una limpieza profunda con alcohol isopropílico y un cepillo de cerdas plásticas toda la placa con el fin de remover cualquier sustancia que se encuentre en ese instante.



- En el caso de que se deba realizar una reparación con soldadura primero hay que retirar toda la suelta sobrante del componente con el fin de volver a colocar nueva suelta en ese punto de la placa

**Figura 45**

*Remoción de soldadura*

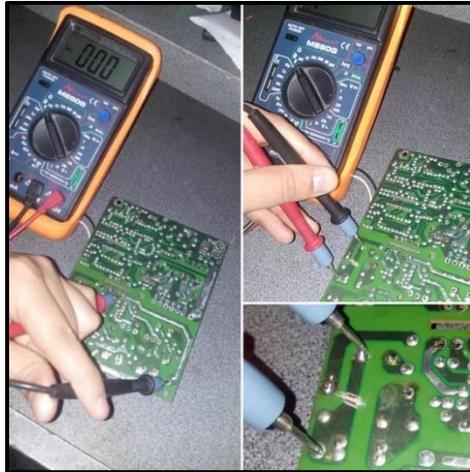


*Nota.* En la figura se observa como se debe limpiar la zona en la que se va a trabajar.

- Verificar y limpiar los conectores que llegan a la computadora del automóvil para evitar cualquier falso contacto que puede provocar la falla.
- Comprobar la continuidad de las pistas de la ECU en muchas ocasiones estas son las que están obstruidas o con algún tipo de contaminante.
- Una vez reparado o sustituido algún componente se debe realizar la medición de valores de capacitancia, voltajes, resistencia y continuidad y asegurarse de que el trabajo realizado esté bien.

**Figura 46**

*Comprobación de componentes*



*Nota.* En la figura se observa la comprobación de parámetros de funcionamiento de elementos cambiados.

Reparación de la ECU usando el scanner.

En algunas ocasiones es posible corregir valores erróneos que está entregando o recibiendo la ECU con la ayuda de un scanner se puede hacer estas modificaciones ingresando los parámetros requeridos para el buen funcionamiento y evitar problemas más severos en el futuro.

## Capítulo V

### Marco administrativo

#### Recursos

#### Recursos humanos

El recurso humano que intervedrá en la ejecución del trabajo de investigación se detalla a continuación:

**Tabla 25**

#### *Recursos humanos*

Ord.	Descripción	Cantidad	Función
1	Chisaguano Aimacaña Dario Mauricio	1	Investigador
2	Paredes Villacis Stalin Oldemar	1	Investigador
3	Ing. Washington Germán Erazo Laverde	1	Colaborador Científico

#### Recursos tecnológicos

En el desarrollo del proyecto se utiliza los siguientes recursos tecnológicos que se encuentran detallados a continuación.

**Tabla 26**

#### *Recursos tecnológicos*

Ord.	Detalle	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Software Autodata	1	\$17.50	\$17.50
2	Software Alldata	1	\$50.00	\$50.00
3	Software Carmin	1	\$3.75	\$3.75

<b>Ord.</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
4	Software Mitchell ProDemand5	1	\$45.00	\$45.00
5	Horas de internet	375	\$0.10	\$40.00
6	Computadora personal	1	\$700.00	\$700.00
	<b>TOTAL</b>			<b>\$ 856.25</b>

### Recursos materiales

Para el desarrollo de la investigación es necesario establecer los materiales principales y las ECUS a utilizar, que se detalla a continuación:

**Tabla 27**

#### *Recursos materiales*

<b>Ord.</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
1	Caja de herramientas	1	\$4.50	\$4.50
2	Juego de desarmadores	1	\$4.00	\$4.00
3	Computadoras automotrices	3	\$200.00	\$600.00
4	Componentes electrónicos	1	\$10.00	\$10.00
5	Estación de suelda	1	\$15.00	\$15.00
6	Sujetador de placas electrónicas	1	\$3.75	\$3.75
7	Banco probador MTS- 9000+	1	\$197.50	\$197.50

<b>Ord.</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
<b>8</b>	Multímetro	1	\$10.00	\$10.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$844.75</b>

### Recursos de apoyo

Los recursos de apoyo son imprescindibles elementos que contribuyeron en la culminación de nuestra investigación.

### Tabla 28

*Lista se recursos de apoyo*

<b>Ord.</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>
<b>1</b>	Curso de reparacion de ECUS-PCM-Tableros	1	\$20.00
<b>2</b>	Curso de banqueo MST 9000	1	\$10.00
<b>3</b>	Asesoría técnica	1	-
<b>TOTAL</b>			<b>\$30.00</b>

### Análisis de costos del proyecto de investigación

El análisis económico utilizado en este proyecto de investigación indica las inversiones realizadas para adquirir la tecnología, material y elementos de apoyo para intervenir en el proyecto, excluyendo las de propiedad de la Universidad de las Fuerzas Armadas. ESPE ha descuidado inversiones en él, como la interfaz de osciloscopio Hantek, que se utiliza para realizar investigaciones y pruebas operativas.

### Tabla 29

*Detalle de análisis de costos*

<b>Ord.</b>	<b>Detalle</b>	<b>Costo</b>
<b>1</b>	Recurso material	\$844.75

<b>Ord.</b>	<b>Detalle</b>	<b>Costo</b>
<b>2</b>	Recurso tecnológico	\$856.25
<b>4</b>	Recurso de apoyo	\$30.00
<b>5</b>	Movilización	\$20.00
<b>6</b>	Imprevistos	\$15.00
	<b>TOTAL</b>	<b>\$1766.00</b>

### **Análisis costo – beneficio**

El importante análisis de costo-beneficio "**Análisis de constitución y de procesos de reparación de ECUS automotrices de procedencia americana.**" Es importante porque es un tema candente en la electrónica automotriz, que proporciona nuevos conocimientos, podrá verificar con 90 % grado. precisión para generar diagnósticos para futuras reparaciones de ECM americanas y, de manera similar, en el mundo profesional, el conocimiento y el trabajo involucrados en los diagnósticos se vuelven limitados y costosos, ya que eligen reemplazar las ECU, pero no sus futuras reparaciones.

## Conclusiones

Se diseñó y construyó un banco de pruebas de validación de la unidad de control electrónico (ECU) para las líneas americanas la cual es capaz de polarizar el ECM fuera del vehículo y permitir que se generen diagnósticos con una precisión que va en un 95% de efectividad. Según las pruebas presentadas, fue diseñado y construido satisfactoriamente el banco de pruebas para diagnóstico y reparación de módulos de control Electrónica automotriz capaz de simular señales de sensores más grandes con cobertura del vehículo por encima del 90 % de las marcas americanas, se permite la polarización ECM activa varios actuadores analógicos y digitales como resultado de diagnóstico correcto con un 90% de confianza.

Se logró recolectar información válida como el diagrama de cableado del ECM (Pindata) para polarizar las unidades de control americanas y evitar malas conexiones que pudieran causar un corto circuito interno. Se determinaron parámetros de selección de componentes eléctricos y electrónicos de los mercados locales para la construcción de equipos de prueba. La información técnica profesional sobre los circuitos electrónicos del automóvil está disponible en el manual del fabricante de cada equipo diagnosticado donde es la distribución de pines y electrónica de control.

Se cumplió todos los requisitos que se necesitan para la verificación de las ECUs americanas que fueron el banco de prueba, Fuentes de generación de ondas cuadradas, Dispositivos actuadores, Estacion de suelda, Dispositivos de verificación, Equipos de medición y prueba, Equipos de prueba, Equipo de visualización, Consumibles, Comprobación de corriente. De igual manera, implementar terminales de prueba (jacks) para medir señales a través del osciloscopio de sensores y actuadores existentes. El banco de pruebas de ECM ayudó a obtener un mejor rendimiento en la reparación de computadoras de automóviles.

Se definen los parámetros básicos de diagnóstico avanzado fotos de computadoras de autos, son: marca y modelo La computadora, el cableado, los circuitos y el equipo de prueba que componen la ECU. Algunas marcas de automóviles utilizan un voltaje de referencia sensores MAF, MAP, VSS, CMP, todos de efecto Hall de 5 o 12 voltios, delanteros. Para ello, previamente se realizó un estudio de parámetros de funcionamiento sensores y actuadores. Hay 4 circuitos que componen la computadora del automóvil, circuito el dispositivo periférico es responsable de recibir el voltaje de la señal del sensor, el circuito fuente de asegurar el voltaje correcto para sensores y actuadores, circuitos de control donde esta el microprocesador y la memoria y por último el circuito driver responsable del control de calidad de los actuadores vehículo.

Se creó un protocolo de prueba que nos facilita al operador el seguimiento del proceso de validación de la unidad de control electrónico (ECU), a generar señales de referencia de entrada y salida para controlar la computadora del automóvil. Hay un procedimiento en el que los operadores pueden obtener información sobre el proceso de reparación de ser el caso en en el cual se siguió un orden anteriormente escrito. Usando la polarización de la computadora del automóvil y el correspondiente pin data se comprobó la activación del check engine, bobinas, inyectores, relé de bomba, relé de ventilador, válvula solenoide, válvula IAC que nos permite visualizar su funcionamiento mediante indicadores LED que los datos se recopilan en tiempo real mediante un escáner y osciloscopio.

## Recomendaciones

El operador debe conocer los contactos específicos en el módulo de control electrónico que se está diagnosticando, porque sin la lista de pines correcta, puede ocurrir un cortocircuito interno al encender la computadora. Conecte todos los cables de alimentación y tierra correctamente de acuerdo con el enchufe, teniendo en cuenta que algunas marcas de ECU necesitan conectar a tierra la carcasa de la computadora.

Para utilizar la máquina correctamente, se recomienda al operador leer atentamente el manual técnico de operación del banco de pruebas MST- 9000+ antes de iniciar la simulación con los elementos operativos y la interfaz de control. Se debe elegir la configuración correcta de los sensores que trabajan con el módulo de control, ya que la unidad tiene las señales analógicas y digitales necesarias para el funcionamiento del ECU, y si está mal configurado, no se genera ninguna señal y podría llegar a quemarse la ECU. No aplique voltaje innecesario (12V a 24V) del banco de pruebas a la ECU.

Para medir las señales de bobina e inyector con un osciloscopio, se deben utilizar atenuadores para evitar dañar el equipo de medida ya que pueden causar picos de tensión excesivos.

Se recomienda especial cuidado al manipular equipos de diagnóstico automotriz para evitar daños al equipo, seguir una determinada secuencia de conexiones eléctricas dentro del grupo para evitar cables sueltos que puedan provocar falsas señales y posibles cortocircuitos.

Es responsabilidad del usuario realizar las conexiones correctas, ya que una conexión incorrecta probablemente queme la ECU que se está probando, por lo que es responsabilidad del usuario asegurarse de que se utilice la lista de pines correcta de la ECU. Verifique el otro extremo del cable banana cuando lo conecte a cualquier función en el banco de pruebas y asegúrese de que no esté conectado a nada que pueda causar un corto interno que pueda dañarlo.

## Bibliografía

Diego López Donaire. (2021, October 15). *Sistema de inyección electrónica: funcionamiento y partes*. Actualidad Motor; Actualidad Motor.

<https://www.actualidadmotor.com/funcionamiento-bsico-de-la-inyeccion-elctrica/>

Cezar, J. (2018, May 15). *Conector OBD2 no tiene corriente*. Foro de Autos Honda; Foro de Autos Honda. <https://www.foroshonda.com/index.php?threads/conector-obd2-no-tiene-corriente.12561/>

*Estructura de la ECU automotriz - COMPUTADORA AUTOMOTRIZ* •. (2022, May 4). Promos Black Days • Promos Black Days. <https://autosoporte.com/estructura-de-la-ecu-automotriz/>

Enrique. (2019). *Señal Digital y Análoga ¿Qué es? – DECU Soluciones S.A. de C.V.* Decu.com.mx. <https://www.decu.com.mx/senal-digital-y-analoga-que-es/>

*El OBDII Completo/Los PIDs/Modos PID* - Wikilibros. (2022). Wikibooks.org.

[https://es.wikibooks.org/wiki/El\\_OBDII\\_Completo/Los\\_PIDs/Modos\\_PID#:~:text=Los%20PIDs%20entregan%20informaci%C3%B3n%20de,los%20diversos%20sensores%2C%20entre%20otros.](https://es.wikibooks.org/wiki/El_OBDII_Completo/Los_PIDs/Modos_PID#:~:text=Los%20PIDs%20entregan%20informaci%C3%B3n%20de,los%20diversos%20sensores%2C%20entre%20otros.)

Avance, A. (2013, 24 de agosto). Tipos de Memorias y Programación de Computadoras Automotrices Ecus . Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz - Capacitación Automotriz; Avance automático. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/167-procesamiento-de-datos-controladores-y-memorias-computadoras-automotrices/>

Dpto Marketing. (2019, diciembre 5). *Electrónica básica II: ¿Qué es el SMD?* Elate SA.

<https://elatesa.com/electronica-basica-que-es-el-smd/>

*MEMORIA ram ,rom,prom,eprom, eeprom y Dispositivos de almacenamiento*. (2019, abril 7).

Don Celular. <https://doncellblog.wordpress.com/2019/04/07/memoria-ram-rom-prom-prom-eprom-eeprom-y-y-dispositivos-de-almacenamiento/>

*Memoria de Acceso Aleatorio (RAM)*. (2010, marzo 11). Apuntes para universitarios.

<https://edukativos.com/apuntes/archives/816>

Habush. (2019, septiembre 9). *FALLOS DE LA COMPUTADORA AUTOMOTRICES*. Habush Habush & Rottier. <https://www.habush.com/media-center/car-computer-failures/?lang=es>

Donado, I. A. (2020, septiembre 7). *ECU Automotriz: Operación, Variables y Beneficios de Repararla*. Promos Black Days • Promos Black Days; Autosoporte Capacitacion Automotriz. <https://autosoporte.com/ecu-automotriz-operacion-variables-y-beneficios-de-repararla/>

Tocci, R., & Widmer, N. (2003). *Sistemas Digitales*. México D.F.: PEARSON EDUCACIÓN.

Cise Electronics Corp. (2010). Curso Reparación de Ecus. Recuperado 20 de septiembre de 2017, a partir de <http://www.cise.com>

*MST-9000+ user's manual*. (n.d.). Retrieved January 8, 2023, from

<https://esonlineservice.com/wp-content/uploads/2020/09/MST-9000-User-Manual.pdf>

*Banco Mst 9000 MotorVirtual*. (2023). Infomecanica.com.ar.

<https://infomecanica.com.ar/productos/banco-mst-9000-motorvirtual>

Autocasion. (junio de 2019). autocasion.com. Obtenido de

<https://www.autocasion.com/marcas/>

*Escáner Automotriz Konnwei KW808*. (2023). Automotrizescaner.com.

<https://www.automotrizescaner.com/escaner-automotriz-konnwei-kw808>

Super User. (2013). *Trisco Multimetro Automotriz*. Disemaq.com.

<http://www.disemaq.com/productos/herramientas-para-inyeccion-electronica/29-trisco-multimetro-automotriz>

Miguel. (2016, March 31). *Autodata: la biblia online del mecánico*. Blog de Programas-

Gratis.net. <https://www.programas-gratis.net/blog/4453/autodata-la-biblia-online-del-mecanico>

ALLDATA. (2023). GetApp. <https://www.getapp.es/software/169711/alldata>

*Tutorial Completo ALLDATA Repair - Solo para Mecánicos.* (2017, August 13). Solo Para Mecánicos. <https://www.soloparamecanicos.com/tutorial-completo-alldata-repair/>

Avance, A. (2013, June 25). *Mitchell 1 - Mitchell on Demand Utilidades del Software Automotriz.* Curso Automotriz - Curso Virtual Automotriz - Capacitación Automotriz.

<https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/154-utilidades-del-software-automotriz-mitchell-1-y-on-demand/>

*¿Cómo opera un circuito fuente de alimentación de una ECU?* (2020, May 19). Autosoporte.com Capacitación Automotriz. [https://autosoporte.com/como-funciona-un-circuito-fuente-de-](https://autosoporte.com/como-funciona-un-circuito-fuente-de-alimentacion-de-una-ecu/#:~:text=Un%20circuito%20fuente%20de%20alimentaci%C3%B3n%20est%C3%A1%20dise%C3%B1ado%20para%20realizar%20las,los%20componentes%20internos%20del%20m%C3%B3dulo.)

[alimentacion-de-una-](https://autosoporte.com/como-funciona-un-circuito-fuente-de-alimentacion-de-una-ecu/#:~:text=Un%20circuito%20fuente%20de%20alimentaci%C3%B3n%20est%C3%A1%20dise%C3%B1ado%20para%20realizar%20las,los%20componentes%20internos%20del%20m%C3%B3dulo.)

[ecu/#:~:text=Un%20circuito%20fuente%20de%20alimentaci%C3%B3n%20est%C3%A1%20dise%C3%B1ado%20para%20realizar%20las,los%20componentes%20internos%20del%20m%C3%B3dulo.](https://autosoporte.com/como-funciona-un-circuito-fuente-de-alimentacion-de-una-ecu/#:~:text=Un%20circuito%20fuente%20de%20alimentaci%C3%B3n%20est%C3%A1%20dise%C3%B1ado%20para%20realizar%20las,los%20componentes%20internos%20del%20m%C3%B3dulo.)

*Microprocesador - Concepto, historia y características.* (2013). Concepto.

<https://concepto.de/microprocesador/>

wikiHow. (2012, March 5). *3 formas de quitar soldadura - wikiHow.* WikiHow; wikiHow.

<https://es.wikihow.com/quitar-soldadura>

Victores, T. (2015, March 26). *Cómo reparar la computadora del automóvil con el uso del scanner.* AMYTRONICS HELP. <https://amytronics.com/como-reparar-la-computadora-del-auto/>