



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

Rea Calle, Carlos Arturo y Villacis Arcos, Manuel Eduardo

Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Automotriz

Ing. Erazo Laverde, Washington Germán

03 de febrero de 2023

Latacunga












## Document Information

Analyzed document	Villacis_Rea_ERAZO_Tesis_ECLUs procedencia japonesa.pdf (D157774712)
Submitted	2023-02-03 18:38:00
Submitted by	Cristian Laverde
Submitter email	claverde@uteq.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	claverde.uteq@analysis.ukund.com



Firmado digitalmente por  
WASHINGTON  
GERMAN ERAZO  
LAVERDE

## Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/26131/1/T-ESPEL-MAI-0717.pdf">https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/26131/1/T-ESPEL-MAI-0717.pdf</a> Fetched: 2023-02-03 18:39:00	 10
<b>W</b>	URL: <a href="https://erp.iesbellavista.edu.pe/upload/avt202104050622428phpdcjnty6.pdf">https://erp.iesbellavista.edu.pe/upload/avt202104050622428phpdcjnty6.pdf</a> Fetched: 2023-02-03 18:38:00	 2
<b>W</b>	URL: <a href="https://docplayer.es/74387589-Escuela-superior-politecnica-de-chimborazo-facultad-de-mecanica-...">https://docplayer.es/74387589-Escuela-superior-politecnica-de-chimborazo-facultad-de-mecanica-...</a> Fetched: 2023-02-03 18:39:00	 1
<b>W</b>	URL: <a href="https://edoc.pub/anquitectura-ecu-pdf-free.html">https://edoc.pub/anquitectura-ecu-pdf-free.html</a> Fetched: 2023-02-03 18:39:00	 4
<b>W</b>	URL: <a href="https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/1439/1/09607.pdf">https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/1439/1/09607.pdf</a> Fetched: 2023-02-03 18:39:00	 2
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.centrobanamex.com.mx/que-es-un-mosfet-y-para-que-sirve">https://www.centrobanamex.com.mx/que-es-un-mosfet-y-para-que-sirve</a> Fetched: 2023-02-03 18:39:00	 1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.diarioelectronicohoy.com/blog/el-amplificador-operacional">https://www.diarioelectronicohoy.com/blog/el-amplificador-operacional</a> Fetched: 2023-02-03 18:39:00	 2
<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: 2023-02-03 18:38:00	 2
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.autofenix.com.ec/sobre-nuestras-marcas/mazda/">https://www.autofenix.com.ec/sobre-nuestras-marcas/mazda/</a> Fetched: 2023-02-03 18:38:00	 2
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.automotrizescaner.com/escaner-automotriz-autel-ms509">https://www.automotrizescaner.com/escaner-automotriz-autel-ms509</a> Fetched: 2023-02-03 18:39:00	 1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.electrontools.com/Home/WP/componentes-electricos-y-electronicos-mas-utilizados-en-...">https://www.electrontools.com/Home/WP/componentes-electricos-y-electronicos-mas-utilizados-en-...</a> Fetched: 2023-02-03 18:40:00	 1

## Entire Document

Carátula Análisis de constitución y procesos de reparación de ECLUs automotrices de procedencia japonesa Rea Calle, Carlos Arturo y Villacis Arcos, Manuel Eduardo



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

### Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular: **“Análisis de constitución y procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia japonesa”** fue realizado por los señores **Rea Calle, Carlos Arturo y Villacis Arcos, Manuel Eduardo**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 03 de febrero de 2023

.....

Ing. Erazo Laverde, Washington German Msc.

C. C: 0501432637



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Responsabilidad de autoría

Nosotros, **Rea Calle, Carlos Arturo y Villacis Arcos, Manuel Eduardo**, con cédulas de ciudadanía n° **0550155121** y **0503232365**, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **"Análisis de constitución y procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia japonesa"** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 03 de febrero de 2023

**Rea Calle, Carlos Arturo**

**C.C.: 0550155121**

**Villacis Arcos, Manuel Eduardo**

**C.C.: 0503232365**



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Autorización de publicación

Nosotros, **Rea Calle, Carlos Arturo y Villacis Arcos, Manuel Eduardo**, con cedula de ciudadanía n° **0550155121 y 0503232365**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“Análisis de constitución y procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia japonesa”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 03 de febrero de 2023

Rea Calle, Carlos Arturo

C.C.: 0550155121

Villacis Arcos, Manuel Eduardo

C.C.: 0503232365

### **Dedicatoria**

Dedico el presente proyecto de investigación a mi segunda madre, mi querida abuelita Rosa Calle, mi angelito que desde el cielo está cuidando de mí y de mi familia, me has acompañado desde que tengo memoria y me has aconsejado y brindado apoyo del cual estoy totalmente agradecido, aunque en estos momentos ya no pueda darte un abrazo, siento tu presencia cada vez que hablo conmigo mismo y sé que de alguna manera tú me estas escuchando, Dios te bendiga amada abuelita.

**Carlos Arturo Rea Calle**

### **Dedicatoria**

Este trabajo sin dudarlo lo dedico a mis padres Fernando Villacis y Susana Arcos, quienes han estado presentes en los momentos más difíciles durante este largo camino universitario, brindándome su apoyo y confianza día tras día para alcanzar esta meta tan anhelada. De igual manera a mi hermana por ayudarme y aconsejarme durante este proceso el cual requiere de mucha dedicación y ganas para salir adelante.

**Manuel Eduardo Villacis Arcos**

### **Agradecimiento**

El presente proyecto de titulación agradezco primeramente a Dios y mis padres, Marcionilo Rea y Gladys Calle, quienes siempre me han apoyado económica y moralmente, quienes nunca me abandonaron en ningún solo momento, siempre preocupado por mi bienestar y condición emocional, por guiarme en buen camino y aconsejarme de tal manera que llegue a ser una mejor persona y un excelente profesional del que sé que ellos estarán orgullosos.

A mis hermanos Max y Fernando, por brindarme su apoyo moral, consejos, y enseñanzas, ayudarme en los momentos difíciles que he tenido en el transcurso de mi formación profesional.

A los ingenieros de la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" de la carrera de Ingeniería Automotriz que me han formado como profesional, brindándome parte de su vasto conocimiento.

A mis compañeros de carrera con los cuales nos hemos apoyado mutuamente hasta culminar la carrera.

**Carlos Arturo Rea Calle**



### **Agradecimiento**

Agradezco en primer lugar a Dios y a mi abuelito Eduardo que desde el cielo me guía y me da las fuerzas necesarias para afrontar cada reto que se cruza en mi camino permitiéndome así avanzar y alcanzar este objetivo que en un comienzo parecía imposible. A mis padres y hermana por confiar en mí y ser el apoyo necesario para alcanzar esta meta que requiere de sacrificios, motivación y disciplina todos los días. A mis amigos y mejor amiga que nunca me dejaron solo en los momentos más difíciles siempre ayudándome a solventar dudas y sacándome una sonrisa en cualquier momento del día.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, docentes y tutor de este proyecto de investigación Ing. Germán Erazo por la paciencia y conocimientos impartidos los cuales me ayudaron para culminar con éxito este trabajo.

**Manuel Eduardo Villacis Arcos**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido .....	2
Certificación .....	3
Responsabilidad de auditoría .....	4
Autorización de publicación .....	5
Dedicatoria.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimiento .....	8
Agradecimiento .....	9
Índice de contenido .....	10
Índice de figuras.....	18
Índice de tablas.....	21
Resumen .....	23
Abstract.....	24
Capítulo I: Marco metodológico .....	25
Antecedentes investigativos.....	25
Planteamiento del problema .....	26
Descripción resumida de la investigación.....	26
Justificación e importancia .....	27
Objetivos .....	28
<i>Objetivo general</i> .....	28
<i>Objetivos específicos</i> .....	28
Metas del proyecto.....	28

Hipótesis .....	29
Variables de la investigación .....	29
<i>Variable independiente</i> .....	29
<i>Variable dependiente</i> .....	29
Metodología de desarrollo del proyecto .....	29
Capítulo II: Marco teórico ECU automotrices de procedencia japonesa .....	31
Introducción al sistema de inyección electrónica.....	31
<i>Principio de funcionamiento</i> .....	32
<i>Sensores</i> .....	32
Clasificación de los sensores.....	33
<i>Actuadores</i> .....	34
Clasificación de los actuadores. ....	34
Unidad de Control Electrónica (ECU).....	35
<i>Entradas y salidas de señales de la ECU</i> .....	36
<i>Tipos de señales para sensores</i> .....	38
<i>Tipos de señales para actuadores</i> .....	38
<i>Tipos de unidades de control electrónica</i> .....	40
Constitución de la ECU .....	40
<i>Circuito fuente</i> .....	42
<i>Bloque de entrada (Periferia)</i> .....	42
Regulador de tensión .....	42
Filtrado de señales .....	43
Conformadores de impulso .....	43
Convertidor analógico-digital .....	43

<i>Bloque de procesamiento</i> .....	43
Memoria KAM (Keep Alive Memory) .....	44
Dispositivos fundamentales .....	44
<i>Bloque de salida (Drivers)</i> .....	45
Convertidor digital-analógico .....	45
Circuitos de potencia con transistores .....	46
Señales análogas y digitales.....	47
<i>Señales análogas</i> .....	47
<i>Señales digitales</i> .....	47
Parámetros de las señales digitales.....	48
<i>Bobinas</i> .....	48
<i>Resistencias</i> .....	49
<i>Condensador</i> .....	49
<i>Diodo</i> .....	49
<i>Transistor</i> .....	50
<i>MOSFET</i> .....	50
<i>IGBT</i> .....	51
<i>Amplificador operacional</i> .....	51
Memorias de la Unidad de Control Electrónica.....	52
<i>Memoria Volátil</i> .....	52
<i>Memoria RAM</i> .....	52
<i>Memoria ROM</i> .....	53
<i>Memoria de acceso secuencial RAM</i> .....	54
Memorias FIFO (First In-First Out).....	54

Memorias LIFO (Last In-First Out) .....	54
Memoria ROM Programable (PROM).....	54
Memoria ROM programable y borrrable (EPROM) .....	54
Memoria ROM Programable Borrable (EEPROM) .....	55
Memoria tipo DIL (Dual Input Line).....	55
Memoria tipo SOP (Small Outline Package).....	56
Memoria tipo PLCC (Plastic Lader Chip Carrier) .....	56
<b>Capítulo III: Arquitectura y constitución de ECUs de procedencia japonesa.....</b>	<b>57</b>
<b>ECU de procedencia japonesa.....</b>	<b>57</b>
<i>Isuzu</i> .....	57
<i>Toyota</i> .....	58
<i>Mazda</i> .....	59
<i>Suzuki</i> .....	59
<b>Levantamiento de requerimientos.....</b>	<b>60</b>
<b>Señales y módulos de prueba .....</b>	<b>62</b>
<i>Scanner Automotriz Autel MS509</i> .....	62
<i>Probador de ECUs: Auto Generator MST-900+</i> .....	63
<i>Osciloscopio Hantek 1008C</i> .....	64
<i>Estación de soldadura BAKU-702L</i> .....	65
<i>Multímetro TAISCO DA-830</i> .....	66
<b>Software de especificaciones.....</b>	<b>67</b>
<i>Autodata</i> .....	67
<i>ALLDATA</i> .....	68
<i>Mitchell OnDeman</i> .....	69

Constitución de bloques .....	70
<i>ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L</i> .....	70
<i>ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Automático)</i> .....	71
<i>ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)</i> .....	72
<i>Subsistema de alimentación</i> .....	72
Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual) .....	72
Isuzu Luv D-Max 2.4 L .....	73
<i>Subsistema de entrada</i> .....	74
Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual) .....	74
Isuzu Luv D-Max 2.4 L .....	74
<i>Subsistema de control</i> .....	75
Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual) .....	75
Isuzu Luv D-Max 2.4 L .....	76
<i>Subsistema salida</i> .....	76
Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual) .....	76
Isuzu Luv D-Max 2.4 .....	77
Diagramas de conexión .....	77
<i>Diagrama ECU Isuzu Luv D-Max</i> .....	77
<i>Diagrama ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Automático)</i> .....	79
<i>Diagrama ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)</i> .....	80
<i>Diagrama ECU Toyota RAV 4 2.0</i> .....	81
Selección de elementos eléctricos, electrónicos y bloques de pruebas .....	82
<i>Componentes eléctricos y electrónicos ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)</i> .....	82
<i>Componentes eléctricos y electrónicos ECU Luv D-Max 2.4 L</i> .....	84

Conector DLC .....	86
<b>Capítulo IV: Protocolo de Pruebas, Banqueo y Resultados de las Pruebas Experimentales.....</b>	<b>88</b>
<b>Distribución de pines .....</b>	<b>88</b>
<i>ECU Luv D-Max 2.4.....</i>	<i>88</i>
Conector J1.....	88
Conector J2.....	90
<i>ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Automático).....</i>	<i>92</i>
Conector A.....	93
Conector B.....	94
Conector C.....	96
Conector D.....	97
<i>ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual).....</i>	<i>98</i>
Conector A.....	99
Conector B.....	100
Conector C.....	101
Conector D.....	102
<i>ECU Toyota RAV 4 2.0 .....</i>	<i>104</i>
Conector A.....	104
Conector B.....	105
Conector C.....	106
<b>Protocolo de pruebas de ECU japonesa.....</b>	<b>107</b>
<b>Señales de entrada.....</b>	<b>109</b>
<i>Señales Entrada ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual).....</i>	<i>109</i>
<i>Señales entrada ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L.....</i>	<i>114</i>

Señales de salida y activación de actuadores. ....	119
<i>Señales de salida ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)</i> .....	119
<i>Señales de salida ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L</i> .....	121
Pruebas de la ECU japonesa .....	123
Pruebas con osciloscopio de baja tensión .....	124
<i>Pruebas de osciloscopio ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual)</i> .....	124
<i>Pruebas de osciloscopio ECU Luv D-Max 2.4 L</i> .....	131
Reporte de estado de los circuitos de ECU .....	140
<i>Alimentación y sensores ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)</i> .....	140
<i>Alimentación y sensores ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L</i> .....	141
<i>Actuadores y sensor CMP ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)</i> .....	142
<i>Actuadores y sensor CKP ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L</i> .....	144
Reporte de componentes de reparación y reemplazo .....	145
Informe de estado y reparación .....	145
Protocolo de reparación .....	147
<i>Diagnóstico de la ECU</i> .....	147
<i>Prueba de circuito fuente</i> .....	147
<i>Pruebas bloque de periferia</i> .....	148
<i>Soldaduras flojas</i> .....	149
Capítulo V: Marco administrativo .....	150
Recursos .....	150
<i>Recursos humanos</i> .....	150
<i>Recursos tecnológicos</i> .....	150
<i>Recursos materiales</i> .....	151



<i>Recursos de apoyo</i> .....	152
Análisis de costos del proyecto de investigación .....	152
<i>Análisis costo – beneficio</i> .....	153
Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones.....	154
Conclusiones.....	154
Recomendaciones.....	155
Bibliografía .....	156

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Sistema completo de inyectores de combustible .....	31
<b>Figura 2</b> Cuadro representativo de la gestión electrónica del motor (sensores) .....	33
<b>Figura 3</b> Cuadro representativo de la gestión electrónica del motor (actuadores) .....	34
<b>Figura 4</b> Computadora automotriz o Unidad de Control Electrónica.....	35
<b>Figura 5</b> Diagrama de las Entradas y Salidas de Señales de la ECU.....	36
<b>Figura 6</b> Constitución del sistema de control .....	39
<b>Figura 7</b> Esquema de la estructura interna de una ECU .....	41
<b>Figura 8</b> Diagrama de bloques .....	41
<b>Figura 9</b> Diagrama de bloques .....	42
<b>Figura 10</b> Convertidor analógico-digital .....	43
<b>Figura 11</b> Esquema bloque de procesamiento .....	44
<b>Figura 12</b> Distribución de bloques de un módulo de control.....	45
<b>Figura 13</b> Distribución de bloques de un módulo de control.....	46
<b>Figura 14</b> Diferencias entre señales analógicas y digitales.....	47
<b>Figura 15</b> Parámetros de las señales digitales.....	48
<b>Figura 16</b> Constitución de un condensador.....	49
<b>Figura 17</b> Transistores NPN y PNP .....	50
<b>Figura 18</b> Esquema de la familia de memorias RAM .....	53
<b>Figura 19</b> Esquema de la familia de memorias ROM.....	53
<b>Figura 20</b> Memoria Tipo DIL de 32 y 28 pines.....	55
<b>Figura 21</b> Logos de marcas de vehículos japoneses.....	57
<b>Figura 22</b> ECU Isuzu LUV D-MAX 2.4 L .....	58
<b>Figura 23</b> ECU Toyota Hilux.....	59

<b>Figura 24</b> ECU Mazda 3.....	59
<b>Figura 25</b> ECU Suzuki Grand Vitara.....	60
<b>Figura 26</b> Equipos y accesorios para el diagnóstico y comprobación de ECUs.....	60
<b>Figura 27</b> Scanner Automotriz Autel MS509.....	62
<b>Figura 28</b> Generador Automático MST-9000+.....	63
<b>Figura 29</b> Interfaz de Osciloscopio Hantek 1008C.....	64
<b>Figura 30</b> Equipo de soldadura BAKU-702L.....	65
<b>Figura 31</b> Multímetro TAISKO DA-830.....	66
<b>Figura 32</b> Opciones del software Autodata 3.38.....	68
<b>Figura 33</b> Software ALLDATA.....	69
<b>Figura 34</b> ECU Isuzu Luv D-Max.....	71
<b>Figura 35</b> ECU Suzuki Grand Vitara 2.0.....	71
<b>Figura 36</b> ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 L.....	72
<b>Figura 37</b> Circuito fuente Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual).....	73
<b>Figura 38</b> Circuito fuente Isuzu Luv D-Max 2.4 L.....	73
<b>Figura 39</b> Bloque de entrada Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual).....	74
<b>Figura 40</b> Bloque de entrada Isuzu Luv D-Max 2.4 L.....	75
<b>Figura 41</b> Bloque de procesamiento Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual).....	75
<b>Figura 42</b> Bloque de procesamiento Isuzu Luv D-Max 2.4 L.....	76
<b>Figura 43</b> Circuito de salida Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual).....	76
<b>Figura 44</b> Bloque de salida Isuzu Luv D-Max 2.4 L.....	77
<b>Figura 45</b> Diagrama en Livewire de Isuzu Luv D-Max.....	78
<b>Figura 46</b> Diagrama en Livewire de Suzuki Grand Vitara 2.0.....	79
<b>Figura 47</b> Diagrama en Livewire de Suzuki Grand Vitara 2.0.....	80

<b>Figura 48</b> <i>Diagrama en Livewire de Toyota RAV 4 2.0</i> .....	81
<b>Figura 49</b> <i>Terminales del conector DLC</i> .....	86
<b>Figura 50</b> <i>Secciones de los terminales J1 y J2 del módulo de control</i> .....	88
<b>Figura 51</b> <i>Forma del conector de terminales J1 ECU Luv D-Max 2.4</i> .....	88
<b>Figura 52</b> <i>Forma del conector de terminales J2 ECU Luv D-Max 2.4</i> .....	90
<b>Figura 53</b> <i>Secciones de los terminales A, B, C y D de la ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Automático)</i> .....	92
<b>Figura 54</b> <i>Secciones de los terminales A, B, C y D ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual)</i> .....	99
<b>Figura 55</b> <i>Secciones de los terminales A, B y C ECU Toyota RAV 4 2.0</i> .....	104
<b>Figura 56</b> <i>Identificación de pines de las ECUs de procedencia japonesa</i> .....	108
<b>Figura 57</b> <i>Banqueo de ECUs japonesas</i> .....	108
<b>Figura 58</b> <i>Registro de datos de sensores con multímetro automotriz</i> .....	109
<b>Figura 59</b> <i>Visualización de señales con osciloscopio</i> .....	123
<b>Figura 60</b> <i>Identificación de pines de los inyectores 2 y 4</i> .....	146
<b>Figura 61</b> <i>Drivers del circuito de salida de la ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L</i> .....	147
<b>Figura 62</b> <i>Comprobación de funcionamiento de un capacitor</i> .....	148
<b>Figura 63</b> <i>Verificación de continuidad en ECUs</i> .....	149
<b>Figura 64</b> <i>Comprobación de firmeza de pines</i> .....	149

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Valores de voltajes de entrada y salida de sensores</i> .....	38
<b>Tabla 2</b> <i>Valores de voltajes en actuadores</i> .....	39
<b>Tabla 3</b> <i>Circuitos de potencia con transistores</i> .....	46
<b>Tabla 4</b> <i>Levantamiento de requerimientos</i> .....	61
<b>Tabla 5</b> <i>Características técnicas Scanner Automotriz Autel MS509</i> .....	62
<b>Tabla 6</b> <i>Características técnicas del probador de ECUs Auto Generator MST-900+</i> .....	64
<b>Tabla 7</b> <i>Características técnicas del osciloscopio Hantek 1008C</i> .....	65
<b>Tabla 8</b> <i>Características técnicas de la estación de soldadura BAKU-702L</i> .....	66
<b>Tabla 9</b> <i>Características técnicas del multímetro automotriz TAISCO DA-830</i> .....	67
<b>Tabla 10</b> <i>Componentes de los subsistemas de la ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)</i> .....	82
<b>Tabla 11</b> <i>Componentes de los subsistemas de la ECU Luv D-Max 2.4 L</i> .....	84
<b>Tabla 12</b> <i>Distribución de terminales del conector DLC</i> .....	87
<b>Tabla 13</b> <i>Distribución de terminales J1 ECU Luv D-Max 2.4</i> .....	89
<b>Tabla 14</b> <i>Distribución de terminales J2 ECU Luv D-Max 2.4</i> .....	91
<b>Tabla 15</b> <i>Distribución de terminales del conector A ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Automático)</i> .....	93
<b>Tabla 16</b> <i>Distribución de terminales del conector B ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Automático)</i> .....	94
<b>Tabla 17</b> <i>Distribución de terminales del conector C ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Automático)</i> .....	96
<b>Tabla 18</b> <i>Distribución de terminales del conector D ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Automático)</i> .....	97
<b>Tabla 19</b> <i>Distribución de terminales del conector A ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual)</i> .....	99
<b>Tabla 20</b> <i>Distribución de terminales del conector B ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual)</i> .....	100
<b>Tabla 21</b> <i>Distribución de terminales del conector C ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual)</i> .....	101
<b>Tabla 22</b> <i>Distribución de terminales del conector D ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual)</i> .....	102
<b>Tabla 23</b> <i>Distribución de terminales conector A ECU Toyota RAV 4 2.0</i> .....	104

<b>Tabla 24</b> <i>Distribución de terminales conector B ECU Toyota RAV 4 2.0</i> .....	105
<b>Tabla 25</b> <i>Distribución de terminales conector C ECU Toyota RAV 4 2.0</i> .....	106
<b>Tabla 26</b> <i>Mediciones obtenidas con multímetro de sensores ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)</i> .....	109
<b>Tabla 27</b> <i>Mediciones obtenidas con multímetro de sensores ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L</i> .....	114
<b>Tabla 28</b> <i>Mediciones obtenidas con multímetro de actuadores ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)</i> ...	119
<b>Tabla 29</b> <i>Mediciones obtenidas con multímetro de actuadores ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L</i> .....	121
<b>Tabla 30</b> <i>Mediciones de entrada y salida de la ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual) con osciloscopio</i> ....	124
<b>Tabla 31</b> <i>Mediciones de entrada y salida de la ECU Luv D-Max 2.4 L con osciloscopio</i> .....	131
<b>Tabla 32</b> <i>Voltajes característicos y voltajes medidos de sensores ECU Suzuki Grand Vitara 2.0</i> .....	140
<b>Tabla 33</b> <i>Voltajes característicos y con voltajes medidos de sensores ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L</i> .....	141
<b>Tabla 34</b> <i>Gráficas obtenidas de actuadores ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)</i> .....	142
<b>Tabla 35</b> <i>Gráficas de actuadores obtenidas ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L</i> .....	144
<b>Tabla 36</b> <i>Componentes con fallas de la ECU Luv D-Max 2.4 L</i> .....	145
<b>Tabla 37</b> <i>Recursos humanos</i> .....	150
<b>Tabla 38</b> <i>Recursos tecnológicos</i> .....	150
<b>Tabla 39</b> <i>Recursos materiales</i> .....	151
<b>Tabla 40</b> <i>Recursos de apoyo</i> .....	152
<b>Tabla 41</b> <i>Análisis de costos</i> .....	152

## Resumen

El presente trabajo de titulación esta seccionado por capítulos en los cuales se detallan información relevante para el análisis de constitución y procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia japonesa. En el capítulo I, se establece el marco metodológico de la investigación, en donde se plantean los objetivos y metas del proyecto, así como también la hipótesis la cual será confirmada o descartada. Además, se establece la metodología de desarrollo que se lleva a cabo en el trabajo. El capítulo II, abarca el marco teórico, el cual, está constituido con información recopilada de fuentes confiables sobre los principios de funcionamiento y bloques de las ECUs, igualmente de elementos eléctricos y electrónicos que forman parte de las unidades de control electrónico. En el capítulo III se detalla los modelos de ECUs a utilizar para el banco, así como también los equipos de diagnóstico utilizados para efectuar el proceso de análisis y verificación de los bloques y subsistemas. El capítulo IV, habla sobre los protocolos de pruebas, banco y resultados de las pruebas experimentales, en donde se establece la distribución de pines y diagramas eléctricos de las ECUs de procedencia japonesa. Igualmente, se detallan las pruebas con el multímetro y osciloscopio para verificar los parámetros de funcionamiento de sensores y actuadores. Dentro del capítulo V, se encuentra el marco administrativo, en donde se consideran las herramientas necesarias para la ejecución del proyecto de investigación, estableciendo los recursos humanos, tecnológicos, materiales y de apoyo. En la parte final, se expresan las conclusiones y recomendaciones acorde a los objetivos planteados al comienzo del proyecto.

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

## Abstract

This degree work is divided into chapters detailing the relevant information for the analysis of the assembly and repair processes of Japanese automotive ECUs. In Chapter I, the methodological framework of the research is established, where the objectives and goals of the project are stated, as well as the hypotheses that will be confirmed or discarded. In addition, it establishes the methodology of development that is carried out in the work. Chapter II covers the theoretical framework, which is constituted with information compiled from reliable sources on the operating principles and blocks of ECUs, as well as electrical and electronic elements that are part of the electronic control units. Chapter III details the ECU models to be used for testing, as well as the diagnostic equipment used to carry out the process of analysis and verification of the blocks and subsystems. Chapter IV discusses the test protocols, the test bench and the results of the experimental tests, where the pin layout and electrical diagrams of the Japanese ECUs are established. It also details the multimeter and oscilloscope tests to verify the operating parameters of sensors and actuators. Chapter V contains the administrative framework, where the necessary tools for the execution of the research project are considered, establishing the human, technological, material and support resources. In the final part, conclusions and recommendations are expressed in accordance with the objectives established at the beginning of the project.

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



## Capítulo I

### Marco metodológico

#### Antecedentes investigativos

El avance tecnológico que han presentado los automóviles ha logrado el incremento en sus prestaciones, entregando mayor seguridad, confort y permitiendo que los sistemas anticontaminantes vayan reduciendo las emisiones por lo tanto es fundamental la utilización de diversos módulos para controlar de mejor manera dichos sistemas. La tecnología a bordo de los automóviles ha cambiado radicalmente en las últimas décadas, teniendo mejoras año tras año e involucrando otras áreas de conocimiento como es la autotrónica (Laica, 2012).

La evolución dentro del parque automotriz ha permitido que las nuevas tecnologías se involucren dentro de los automóviles permitiendo el uso de la electrónica de módulos los cuales controlan a los sensores y actuadores para el correcto funcionamiento del vehículo.

El uso de sistemas electrónicos en el automóvil constituyó una revolución tecnológica por el tipo de controles susceptibles a ser incorporados en el automóvil: en la inyección de combustible, en el encendido, en el sistema de frenos, etc.

“Los automóviles vienen equipados con una gran cantidad de componentes y unidades de control electrónico, los cuales trabajan de forma precisa gracias al intercambio permanente de datos e información para cumplir sus funciones de manera eficiente” (Carrión & Ramírez, 2019).

La computadora automotriz nació de una iniciativa en Estados Unidos para reducir la contaminación del medio ambiente y evolucionó hasta llegar a controlar casi la totalidad del sistema de un vehículo. Las ECUs más simples controlan las emisiones de gases y la cantidad de combustible inyectada en el motor; en cambio, las avanzadas controlan casi en su totalidad al sistema del vehículo (Aranda, 2013, p. 43).

Las computadoras automotrices también controlan el sistema de inyección, para realizar cálculos a través de información generada por el motor de combustión interna, por intermedio de varios sensores que entregan información de posición del cigüeñal, velocidad del motor, temperatura del motor, la presión del aire, etc.

Según (Guachamin, 2016), el sistema de alimentación de los motores a gasolina por carburador ha sido discontinuado permitiendo el uso de nuevas tecnologías y un nuevo sistema de alimentación de combustible proporcionando una amplia gama de ventajas. Además, indica que el paso de aire en marcha mínima es mejorado por el sistema eléctrico esto para trabajar a bajas revoluciones.

### **Planteamiento del problema**

Actualmente los vehículos requieren de un gran número de redes electrónicas tanto de control como de regulación para el correcto funcionamiento de los sistemas que se han ido incorporando de acuerdo a las necesidades y prestaciones que brinda el vehículo.

Conforme al avance tecnológico estos sistemas ameritan un mayor conocimiento sobre sensores, actuadores y códigos de falla para efectuar un diagnóstico eficiente del vehículo. Con estos antecedentes la Unidad de Control Electrónica viene a ser un dispositivo esencial en el vehículo que por cuestiones de uso entre otros factores está expuesto al daño o deterioro y por ende necesita ser cambiada o reparada según las condiciones que presente (Sánchez & Taipe, 2018).

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

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

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

### **Justificación e importancia**

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

Los vehículos de procedencia japonesa 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 motor.

Esta rama de la electrónica es de vital importancia, y presenta una alta gama de posibilidades, abriendo una serie de oportunidades a futuro en el campo automotriz, puesto que con el pasar del tiempo la electrónica va tomando una mayor importancia en el mundo de los automóviles modernos que cada vez aumentan en demanda.

Es debido a esto que se hace cada vez más indispensable que los profesionales y técnicos automotrices estén lo más capacitados posible en todo lo que concierne a este campo; pero, además, surge la alta necesidad de espacios especializados en diagnóstico y reparación de ECUs automotrices.

La unidad de control electrónica es un dispositivo esencial en el vehículo que por cuestiones de uso entre otros factores está expuesto al daño, deterioro, cambio o reparación según las condiciones que presente por lo que es necesario que existan protocolos de prueba y reparación definidos en base a información técnica especificada y generada.

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

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

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

### ***Objetivos específicos***

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

## **Metas del proyecto**

Disponer de una estación para el diagnóstico especializado y reparación de ECUs automotrices de procedencia japonesa.

## **Hipótesis**

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

## **Variables de la investigación**

### ***Variable independiente***

- ECU automotriz de procedencia japonesa

### ***Variable dependiente***

- Proceso de diagnóstico y reparación.

## **Metodología de desarrollo del proyecto**

Para dar el 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 característicos del sistema de inyección de combustible, permitiendo diagnosticar el estado real de una unidad de control electrónica de forma técnica.

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

Método analítico. - Se analiza y determina las variaciones de los parámetros característicos generados en la unidad de control electrónico 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 aplica este método debido a que se realiza las 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 japonesa, 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 japonesa

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

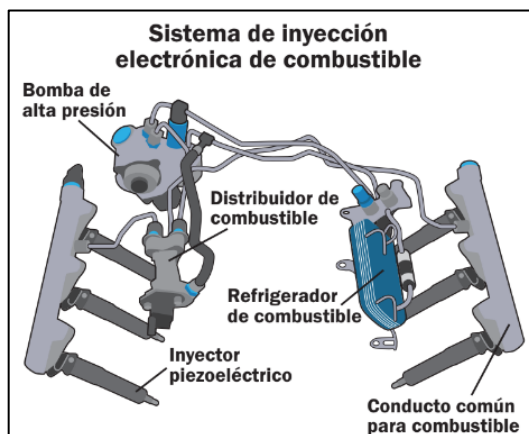
### Marco teórico ECU automotrices de procedencia japonesa

#### Introducción al sistema de inyección electrónica

El sistema de inyección electrónica es un dispositivo que provee la mezcla de aire-combustible dentro del motor, en forma de espray. La computadora del vehículo controla el inyector y puede realizar inyecciones muy precisas, incluso de hasta milisegundos. Cabe destacar que este sistema es una evolución del clásico carburador (Aranda, Electrónica del automóvil, 2013).

#### Figura 1

*Sistema completo de inyectores de combustible*



*Nota.* En la figura es posible apreciar los componentes del sistema de inyección electrónica de combustible. Tomado de (Aranda, Electrónica del automóvil, 2013).

Como puede verse en la Figura 1, el combustible es absorbido por la bomba de alta presión que se dirige al distribuidor; los conductos entregan el combustible a los inyectores dentro del motor, donde cumplen su tarea. Por último, el combustible residual vuelve hacia el refrigerador. Actualmente, se obliga a los grandes fabricantes de automóviles a adoptar el sistema de inyección, a fin de que cumplan con la normativa antipolución del planeta. Este sistema tiene varias ventajas, en comparación con el carburador,

a saber: menores residuos contaminantes en los gases de escape, mayor potencia del motor y menor consumo de combustible (Aranda, Electrónica del automóvil, 2013).

### ***Principio de funcionamiento***

Cuando ocurre el arranque en el vehículo, los pistones del motor suben y bajan y el sensor de revolución señala a la unidad de mando la revolución del motor. En el movimiento descendente del pistón, se produce en el múltiple de admisión una aspiración (vacío), que aspira aire de la atmósfera y pasa por el medidor de flujo o masa de aire y por la mariposa de aceleración, llegando hasta los cilindros del motor. El medidor informa a la unidad de mando el volumen de aire admitido. La unidad de mando, a su vez, permite que las válvulas de inyección proporcionen la cantidad de combustible ideal para el volumen de aire admitido, generando la perfecta relación aire/combustible, que es llamada de mezcla. Cuanto más adecuada la mezcla, mejor el rendimiento y la economía, con una menor emisión de gases contaminantes. Los sistemas de inyección son constituidos básicamente por sensores y actuadores (Bosch, 2018, p. 8).

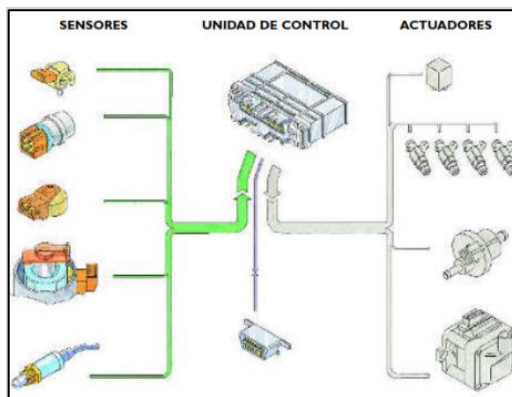
### ***Sensores***

En general, un sensor es un dispositivo que convierte cualquier cantidad física, como la temperatura, presión, velocidad y demás en otra cantidad física equivalente, como el movimiento mecánico. Los sensores proporcionan comunicación entre el mundo físico y los sistemas de medición y control, tanto eléctricos como electrónicos, son ampliamente utilizados en todo tipo de procesos industriales y no industriales con fines de monitoreo, medición, control y procesamiento (Román, 2015).



**Figura 2**

*Cuadro representativo de la gestión electrónica del motor (sensores)*



*Nota.* La figura representa la gestión electrónica del motor con las entradas de señal que entregan los sensores a la unidad de control. Tomado de (Organización de Servicio - SEAT, S.A., 1998, p. 4).

“Un sensor solo puede ser un dispositivo de entrada ya que siempre será un intermediario entre la variable física y el sistema de medida” (Ramírez, L. 2014).

**Clasificación de los sensores.** Los sensores llegan a clasificarse de la siguiente manera:

- Sensores mecánicos: miden la cantidad como posición, forma, velocidad, fuerza, torque, presión, vibración, deformación y masa.
- Sensores eléctricos: miden el voltaje, corriente, carga y conductividad.
- Sensores magnéticos: miden el campo, flujo y permeabilidad magnética.
- Sensores térmicos: miden la temperatura, flujo, conductividad y calor específico.

Los sensores proporcionan diferentes señales de funcionamiento, estas pueden ser de distintas formas, tales como:

- Señal analógica: como presiones y temperaturas de funcionamiento del motor y transmisión.
- Señal digital: la que indica la conexión o desconexión de determinados elementos, como los impulsos de las revoluciones del sensor Hall.

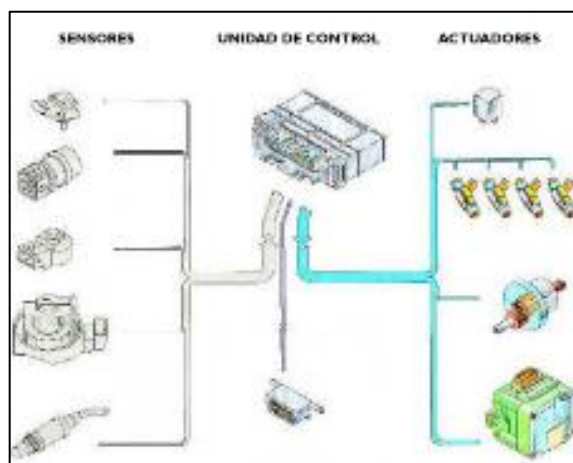
- Señal pulsatoria: como los inductivos que son capaces de informar número de revoluciones y las marcas de referencia.

### **Actuadores**

Los actuadores al igual que los sensores van evolucionando día tras día para mejorar el rendimiento y funcionamiento de los vehículos: “Los elementos actuadores transforman las señales eléctricas de salida de la unidad de control en magnitudes mecánicas, como ejemplo: posición de la válvula de la retroalimentación de gases de escape o de la válvula de mariposa” (Valle y Vallejo, 2014, p. 11).

### **Figura 3**

*Cuadro representativo de la gestión electrónica del motor (actuadores)*



*Nota.* La figura representa la gestión electrónica del motor con las salidas de señal que proporciona la unidad de control a los actuadores. Tomado de (Organización de Servicio - SEAT, S.A., 1998, p. 4).

**Clasificación de los actuadores.** Los actuadores son dispositivos que pueden clasificarse de diferentes modos, con el aumento de sistemas electrónicos en el vehículo estos han aumentado su uso y por ende su clasificación es más amplia con el paso de los años.

- Electromagnéticos.
- Calefactores.

- Electromotores.
- Electromotores.
- Acústicos.
- Pantallas de cristal líquido.

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

La ECU (Unidad de Control Electrónica) es, básicamente, una computadora que recibe las señales de los distintos sensores que están ubicados en varios componentes del vehículo. Dependiendo de la información recibida, la unidad pone en marcha los distintos actuadores para mejorar el funcionamiento del motor y del sistema del vehículo en general (Aranda, 2013, p. 6).

#### **Figura 4**

*Computadora automotriz o Unidad de Control Electrónica*



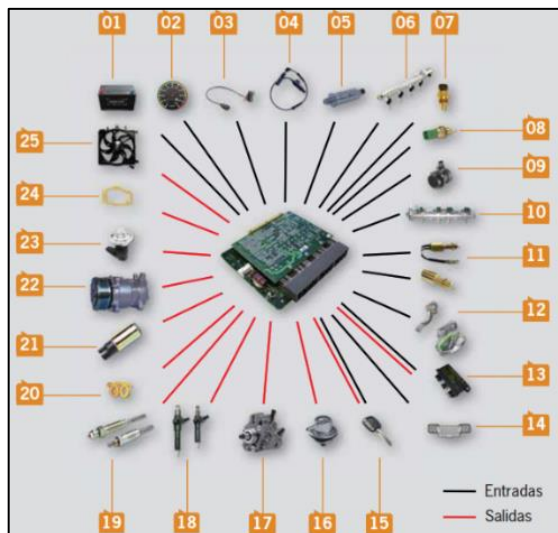
*Nota.* La figura representa una Unidad de Control Electrónica automotriz. Tomado de (Aranda, 2013).

Las unidades de mando para los sistemas Motronic controlan adicionalmente el momento de encendido. En los sistemas modernos la unidad de mando asume también funciones de diagnosis. Las averías que se producen se graban en la memoria de averías y se pueden leer con comprobadores de auto diagnosis (Bosch, 2018, p. 21).

## Entradas y salidas de señales de la ECU

Figura 5

Diagrama de las Entradas y Salidas de Señales de la ECU



*Nota.* En la figura representa una Unidad de Control Electrónica. Tomado de (Aranda, 2013).

A continuación, se mencionan y describen todos los elementos numerados en la Figura 5:

1. Batería: alimenta el sistema electrónico y eléctrico.
2. Velocímetro: informa al sistema, en tiempo real, sobre la velocidad del vehículo.
3. Sensor de RPM: informa si la velocidad del cigüeñal es la correcta.
4. Sensor de fase: informa sobre el funcionamiento del árbol de levas.
5. Sensor de presión: informa si la presión de combustible en los conductos es la adecuada.
6. Conducto de paso de combustible: es el canal por el cual circula el combustible.
7. Sensor de control de la temperatura: informa si la temperatura del combustible es la correcta.
8. Sensor de la temperatura del líquido refrigerante: informa acerca de la temperatura del líquido del radiador.
9. Caudalímetro: informa la cantidad de combustible que circula por las distintas cámaras.

10. Rampa de inyección con sensor de presión del combustible: informa sobre la presión y la cantidad de combustible que se inyecta en el motor.
11. Interruptores del pedal de freno y de embrague: cada uno envía una señal digital que activa distintas funciones del vehículo (caja de cambios y frenos ABS).
12. Potenciómetro del pedal del acelerador: manda una señal analógica que indica cuánta potencia del motor se requiere.
13. Fusor electrónico de precalentamiento (caja de precalentamiento): controla la temperatura de las bujías.
14. Toma de diagnóstico: conector para la interfaz OBD II.
15. Equipo de cierre antirrobo: sistema de seguridad transponder.
16. Regulador de presión en la bomba: regula la presión de combustible que expulsan las distintas bombas.
17. Bomba de alta presión: entrega el combustible con una presión alta.
18. Inyectores: inyectan el combustible dentro de la cámara de combustión.
19. Bujías de espiga incandescente (calentadores): calientan el combustible que llega al motor.
20. Luz testigo de aviso de calentadores funcionando: indica el estado de los calentadores.
21. Electrobomba de combustible: entrega el combustible a baja presión.
22. Compresor: hace funcionar el aire acondicionado.
23. Válvula EGR (válvula de recirculación de gases de escape): reduce los gases de emisión del motor.
24. Luz testigo de funcionamiento del equipo electrónico: indica el funcionamiento de la ECU.
25. Electroventilador: refrigera el radiador (Aranda, 2013).

### ***Tipos de señales para sensores***

Para los sensores es importante el voltaje de referencia, voltaje de señal y el voltaje referencial los cuales permiten identificar las condiciones de funcionamiento de cada sensor e indican si existen códigos de fallas (DTC).

- El voltaje de referencia es entregado por la Unidad de Control Electrónica al sensor.
- El voltaje de señal Vcc es proporcionado por el sensor a la Unidad de Control Electrónica y este voltaje indica la condición de trabajo a la cual se encuentra el sensor.
- El voltaje de referencia es el que entrega la Unidad de Control Electrónica únicamente a los sensores inductivos.

**Tabla 1**

*Valores de voltajes de entrada y salida de sensores*

<b>Sensores</b>	
<b>Voltajes</b>	<b>Valores</b>
Referencia	5 V A 12 V
	0,5 V a 4,5 V analógico
Señal	0 V o 5 V digital
	0 V a 120 V CA
Referencial	2,2 V a 2,5 V

*Nota.* Valores de voltajes de entrada y salida que presentan los sensores.

### ***Tipos de señales para actuadores***

En los actuadores los voltajes de alimentación, voltaje control de masa y voltaje medido entre masas son indispensables para el correcto funcionamiento de los diferentes actuadores que se encuentran presentes en el vehículo.

- El voltaje de alimentación es el que da energía al actuador para su funcionamiento.
- El voltaje de control de masa se encarga de ejecutar la activación del actuador y a su vez también de realizar la desactivación del mismo.
- En los actuadores el voltaje medido entre masa es el que se realiza entre la masa de la Unidad de Control Electrónica y la masa del chasis.

**Tabla 2**

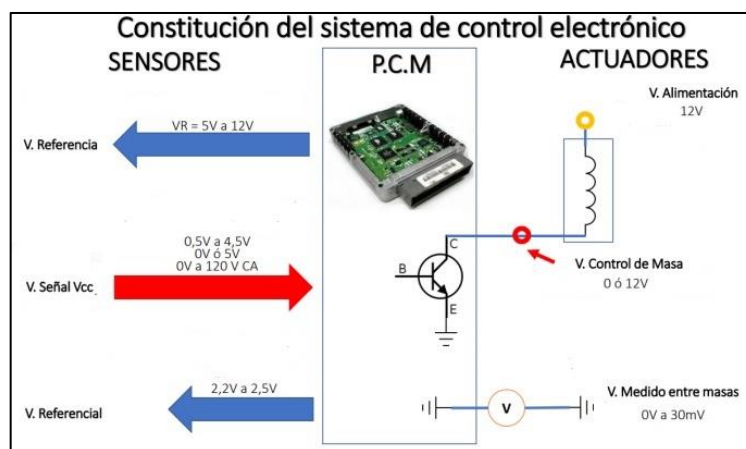
*Valores de voltajes en actuadores*

Actuadores	
Alimentación	12 V
Control de masa	0 a 12 V
Medido entre masas	0 V a 30 mV

*Nota.* Valores de voltajes que presentan los actuadores automotrices.

**Figura 6**

*Constitución del sistema de control*



*Nota.* En figura se observa la constitución del sistema de control electrónica indicando los voltajes que reciben y salen tanto de sensores como de actuadores.

### ***Tipos de unidades de control electrónica***

Módulo de Control Electrónico (ECM): controla y almacena únicamente los códigos de diagnóstico de fallas (DTC) de los componentes del motor.

Módulo de Control del Tren de Potencia (PCM): recibe información de todos los medios y controla el funcionamiento del motor y la transmisión.

Módulo de Control de Transmisión (TCM): controla el cambio de marcha en vehículos automáticos.

Sistema antibloqueo de frenos (ABS): es un sistema que hace variar la fuerza del frenado de un vehículo, para evitar que los neumáticos pierdan adherencia con la carretera. Sus siglas provienen del inglés de Antilock Brake System (Maigua y Guilcatoma, 2015).

### **Constitución de la ECU**

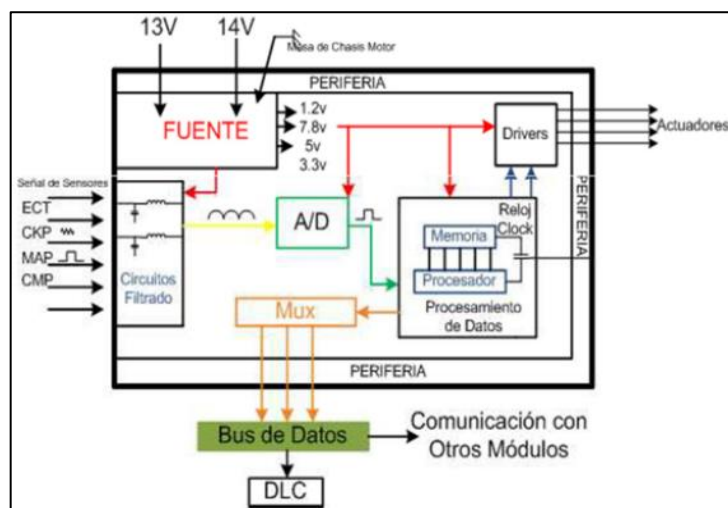
La unidad de control electrónica está constituida por un conjunto de componentes electrónicos, que se encuentran alojados en una caja de aluminio, que, a su vez, está provista de aletas para su refrigeración (Maigua y Guilcatoma, 2015).

La ECU por lo general está compuesta tanto de un hardware como un software, donde: Hardware consta de componentes electrónicos fijados en una placa de circuito acompañado de un chip microcontrolador y un chip de memoria flash, por otro lado, el software es el conjunto de códigos, los cuales son ejecutados según lo indique el microcontrolador.



**Figura 7**

Esquema de la estructura interna de una ECU

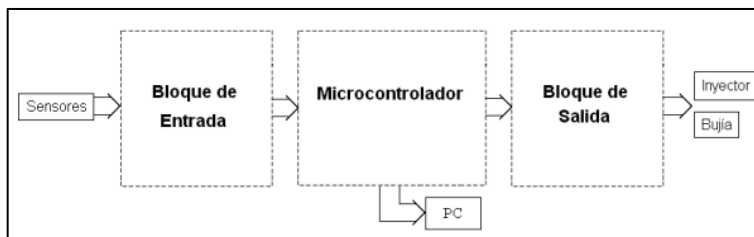


*Nota.* En la figura se muestra un esquema de la unidad de control electrónico con su circuito fuente, periferia, bloque de procesamiento y drivers. Tomado de (Vera, 2014).

Resulta necesario destacar que la mayoría de circuitos se encuentran en la parte interna de los módulos de control electrónico están destinados a mantener la estabilidad en el procesamiento; además, los componentes principales de un módulo de control son: el circuito fuente, el sector de entrada (periferia), el bloque de procesamiento de datos y el circuito de salida (drivers) (Clavón y Lema, 2021).

**Figura 8**

Diagrama de bloques



*Nota.* En la figura se muestra un diagrama de una unidad de control electrónico (ECU) dedicada al gobierno de motores de combustión interna. Tomado de (Manzanares, 2010).

### ***Circuito fuente***

Es el conjunto de componentes que tienen la función de alimentar a los circuitos internos de la ECU. Este bloque constituye la fuente de alimentación de la unidad de control electrónica, compuesta por transistores, diodos, condensadores, reguladores de voltaje, entre otros.

### ***Bloque de entrada (Periferia)***

Los circuitos que reciben las diferentes señales que van a ingresar a la ECU, antes de que lleguen al microprocesador, se denominan bloque o sector de entrada. En este sentido, se encuentran filtros, amplificadores, conversores análogos a digital, comparadores, recortadores, etc. “Los circuitos que se encuentren en este "camino hacia el microprocesador" serán los que se denominaran bloque de entrada” (Serravalle, 2011, párr. 4).

**Regulador de tensión.** Es el utilizado como señal de entrada para la operación interna de memorias, microprocesador y para los diferentes sensores de inyección. El valor de las variaciones de tensión generadas por la batería del vehículo es de  $5V \pm 15\%$ .

### **Figura 9**

*Diagrama de bloques*



*Nota.* La presente figura indica el regulador de tensión, los condensadores reguladores, el clock y la fuente de una Unidad de Control Electrónica. Tomado de (Vera, 2014).

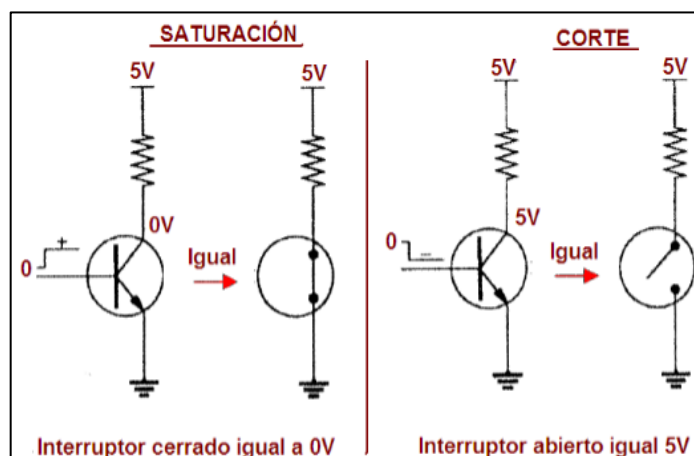
**Filtrado de señales.** Normalmente los filtros digitales tanto en su entrada y salida tiene una señal digital o una señal analógica. En la señal de salida se obtiene una variación en la frecuencia y la amplitud esto depende del tipo de filtro digital.

**Conformadores de impulso.** Los conformadores de impulso actúan para recibir los impulsos de tensión de los órganos de información del encendido: “Estos impulsos son modificados en magnitud y en forma, para dejarlos en condiciones que puedan ser procesados por el microprocesador” (Torres, 2017).

**Convertidor analógico-digital.** Las señales que recibe el microprocesador de los sensores y que sean analógicas deben ser convertidas a digitales, esto se realiza utilizando transistores de saturación o corte. Estos transistores trabajan de la misma manera que un relé activando o desactivando.

**Figura 10**

*Convertidor analógico-digital*



*Nota.* En la figura se muestra los transistores de saturación y corte que. Tomado de (Torres, 2017).

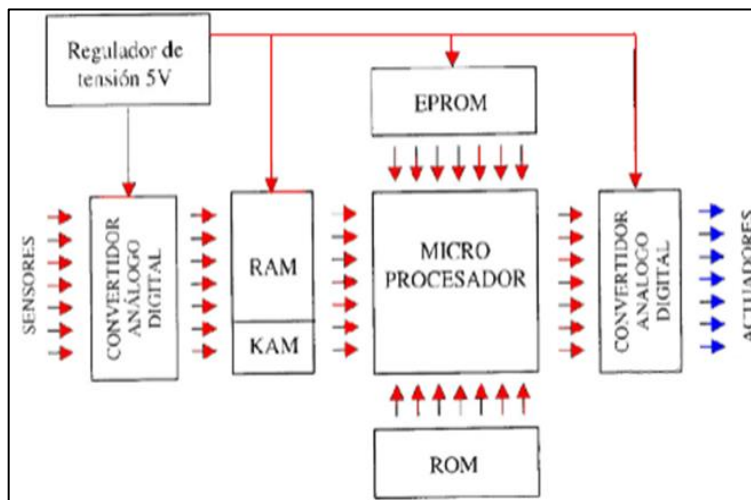
### **Bloque de procesamiento**

El sistema encargado de realizar las tareas designadas por el software está compuesto por un conjunto de componentes, incluyendo el procesador central, las memorias y cualquier otro circuito

relevante para el funcionamiento del software. Este conjunto es conocido como el bloque de procesamiento (Serravalle, 2011, párr. 5).

**Figura 11**

*Esquema bloque de procesamiento*



*Nota.* En la figura se indica la secuencia de las entradas y salidas del microprocesador. Tomado de (Torres, 2017).

**Memoria KAM (Keep Alive Memory).** La función primordial de la memoria KAM es mantener la información vigente en la ECU, ya que, al quitar contacto, esta memoria guarda los datos que no se deben perder, por lo general los DTC de los sensores. Cuando se almacena algún defecto en la memoria KAM la manera de eliminarlo o corregirlo es desconectando la batería o borrarlo con un scanner automatizado.

**Dispositivos fundamentales.** El bloque de procesamiento en su interior está constituido de tres dispositivos fundamentales como son:

- Unidad lógica de cálculo (ALU): Es capaz de realizar operaciones aritméticas y lógicas.
- Unidad de control: Elemento activo que solicita datos, controla las entradas, salidas y desarrolla las operaciones.

- Acumulador: Memoria que permite a la CPU guardar datos mientras se trabaja con otros de relación del proceso (Torres, 2017).

### ***Bloque de salida (Drivers)***

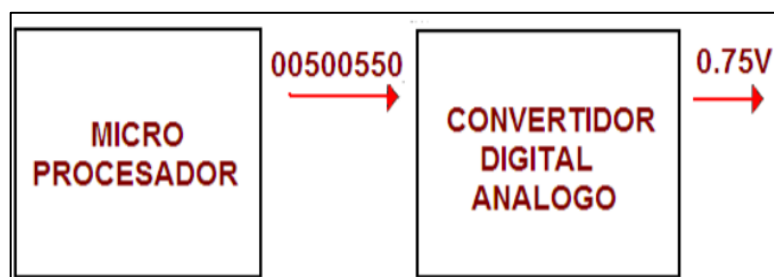
Antes de que las señales alcancen el microprocesador, son procesadas por circuitos previos conocidos como bloques de entrada. Después, existen otros circuitos que se encuentran entre las salidas del microprocesador y los componentes que serán activados (Serravalle, 2011, párr. 6).

“Aparecen así amplificadores, circuitos de potencia con transistores, todos los denominados drivers o manejadores, etc. Vale decir aquellos que controlados por el micro actuaran sobre los diferentes periféricos de potencia, como, por ejemplo: Bobinas de encendido, inyectores, relays, etc.” (Serravalle, 2011, párr. 7).

**Convertidor digital-analógico.** Las señales que salen del microprocesador a los diferentes actuadores deben convertirse de digitales en analógicas. Para ello, del microprocesador sale una señal digital de 8 Bits la cual llega al convertidor digital y la transforma en un valor de tensión continua.

**Figura 12**

*Distribución de bloques de un módulo de control*



*Nota.* En la figura se muestra la transformación de una señal digital a una señal analógica. Tomado de (Torres, 2017).

**Circuitos de potencia con transistores.** Para el funcionamiento de los diferentes actuadores del vehículo es necesario de pulsos de activación por lo tanto el circuito de potencia con transistores se encarga de esta función.

**Tabla 3**

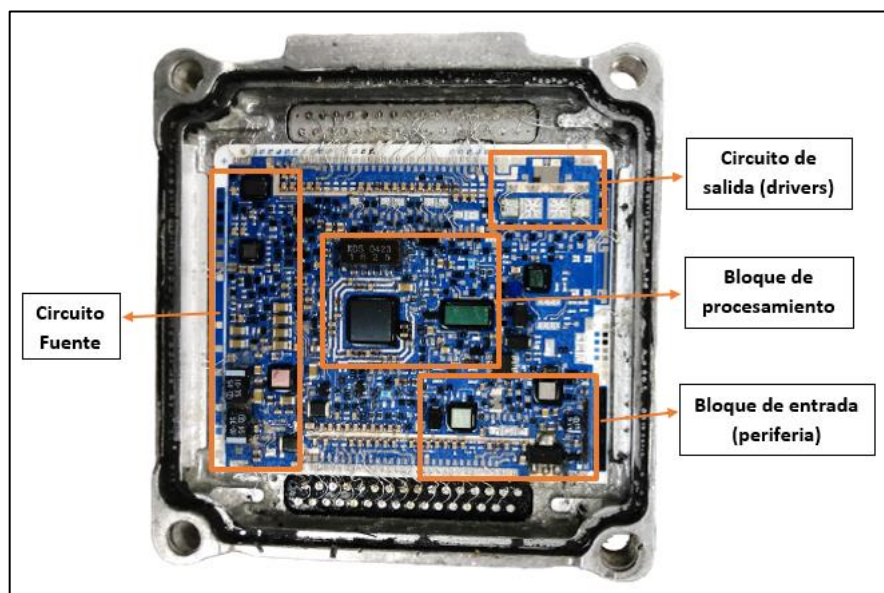
*Circuitos de potencia con transistores*

Transistores	Circuitos integrados
MOSFET	IC
IGBT	Relevadores
FET	
Bipolar BJT	

*Nota.* Ejemplos de circuitos de potencia en un bloque de procesamiento.

**Figura 13**

*Distribución de bloques de un módulo de control*



*Nota.* La presente figura muestra a los bloques de trabajo en una ECU automotriz.

## Señales análogas y digitales

### Señales análogas

Las medidas físicas se utilizan cuando se hace referencia al uso de señales analógicas, que se utilizan, especialmente, para la transmisión de elementos de video o audio. Estas son señales continuas y cabe señalar que su expansión es generada por una entrada de onda senoidal. Ahora bien, se necesita un decodificador para interpretar correctamente las diversas señales analógicas que se envían; una de las ventajas de utilizar una señal analógica es que utiliza muy poco ancho de banda, pero, por otro lado, es una operación de procesamiento en tiempo real.

### Figura 14

#### Diferencias entre señales analógicas y digitales

Señal Análoga	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)



*Nota.* La figura indica las diferencias que existen entre las señales analógicas y las señales digitales.

Tomado de (DECU, 2020).

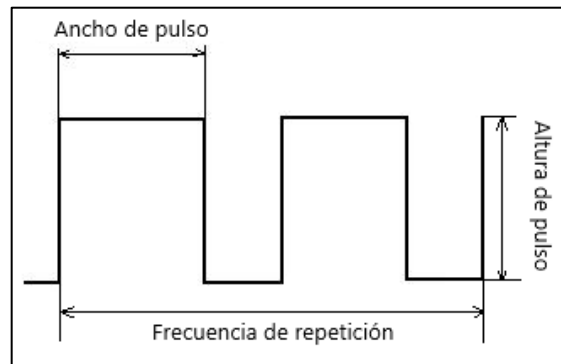
### Señales digitales

En este caso, se utiliza un sistema de código binario (dígitos 0 y 1), de modo que la transmisión se realiza con un par de amplitudes que dan una alta posibilidad; la onda senoidal es reemplazada por una onda cuadrada. En ese orden de ideas, las señales digitales permiten una transmisión de información más fiable, las cuales no degradan la calidad de la información o los datos, y ello permite que los resultados sean más relevantes. Por lo anterior, las señales digitales se utilizan en varios dispositivos digitales que se utilizan en la actualidad (Universidad Internacional de Valencia, 2016).

**Parámetros de las señales digitales.** Los parámetros representativos de las señales digitales se dividen en tres partes; el primero es el ancho de pulso el cual indica el tiempo o duración del pulso, el segundo es la altura del pulso que está relacionado con el nivel eléctrico y el tercero es la frecuencia de repetición que es el número de veces que el pulso se repite por segundo.

**Figura 15**

*Parámetros de las señales digitales*



*Nota.* La figura se muestra los diferentes parámetros principales presentes en una señal digital básica (onda cuadrada).

### **Elementos eléctricos - electrónicos de las ECU**

Los componentes electrónicos se identifican por su función y por su encapsulado, como se expone a continuación:

- SMD Montaje superficial
- Pueden tener diferentes formas, según el componente a tratar.

### ***Bobinas***

Una bobina también llamada inductor o reactor, es un componente eléctrico pasivo que posee dos terminales, principalmente está diseñado con la finalidad de almacenar energía a través de la inducción generando de tal manera un campo magnético (Veloso, 2021).



## **Resistencias**

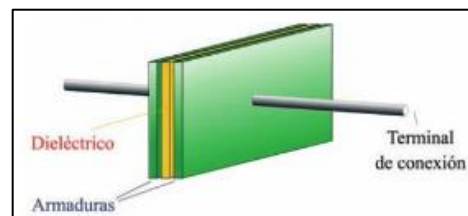
Es un elemento pasivo del circuito, limita el flujo de corriente; asimismo, limita y regula específicamente la corriente. Por supuesto, las resistencias se combinan con otros componentes como capacitores, inductores, diodos, etc., para crear circuitos complejos con funciones especiales (López, 2020).

## **Condensador**

Los condensadores son elementos capaces de almacenar pequeñas cantidades de carga eléctrica para posteriormente liberarla. Si se desconecta la fuente de energía del condensador una vez que este se encuentre cargado, la carga eléctrica almacenada se mantiene por la fuerza de atracción que se generan entre las armaduras cargadas esto gracias a la diferencia de cargas.

### **Figura 16**

*Constitución de un condensador*



*Nota.* La figura indica la constitución de un condensador como son las armaduras, el terminal de conexión y el dieléctrico. Tomado de (Alcalde, 2010).

## **Diodo**

El diodo es la pieza básica en electrónica de estado sólido y está basado en una sola unión p-n. A partir de combinaciones de más capas p o n se puede obtener los demás componentes electrónicos conocidos, como son los transistores, tiristores, etc. Debido a su composición a partir de material semiconductor su comportamiento es no lineal y por tanto su utilización es más compleja que la de los componentes lineales más habituales (Sanchis y Ejea, 2018).

## Transistor

Los transistores son dispositivos electrónicos diseñados con un material semiconductor capaz de controlar el flujo de corriente, actuando así, como interruptor de señales electrónicas (Veloso, 2021).

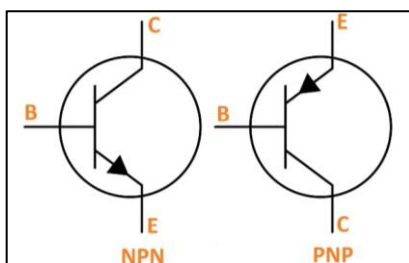
Existen dos tipos de transistores:

- PNP: positivo, negativo, positivo, también conocido como de abastecimiento.
- NPN: negativo, positivo, negativo, también conocido como de hundimiento.

El transistor posee tres terminales, los cuales son, el emisor (E), terminal negativo, el colector (C), terminal positivo y la base (B), encargada de activar al transistor (Veloso, 2021).

### Figura 17

Transistores NPN y PNP



*Nota.* La figura indica los tipos de transistores NPN y PNP, así como sus diferentes terminales. Tomado de (Roch, 2020).

## MOSFET

Las siglas MOSFET provienen de las palabras *Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect-Transistor*, que en español significan transistor de efecto de campo metal-óxido semiconductor. Este “se utiliza para regular el voltaje de entrada de los componentes electrónicos. En el caso de una placa base, la regulación de voltaje depende del MOSFET y otros componentes cercanos a él” (Flota, 2022, párr. 2).

Al igual que un transistor, un MOSFET actúa como un interruptor que proporciona, momentáneamente, una señal con un voltaje específico. Cabe aclarar que el procesador necesita cierto voltaje del MOSFET para funcionar y luego lo procesa (López, 2020).

**IGBT**

Es un componente electrónico utilizado, principalmente, para el control de alta potencia; su diseño consiste en un transistor bipolar de unión BJT y un transistor de efecto de campo semiconductor de óxido metálico MOSFET. Cuando se aplica un voltaje VGE a la puerta, el IGBT se enciende inmediatamente, el circuito integrado de corriente del colector se enciende también y el voltaje VCE cambia del valor de bloqueo a cero.

Por otra parte, la corriente IC continúa durante el encendido cuando se aplica la señal de puerta; la terminal C debe estar polarizada hacia adelante en relación con la terminal E para encender el IGBT. La señal de encendido es un voltaje positivo VG aplicado a la puerta G (Components, 2020).

***Amplificador operacional***

Los amplificadores operacionales son dispositivos lineales, activos, compactos y de alta ganancia diseñados para proporcionar la función de transferencia requerida. Un amplificador operacional consta de un circuito electrónico con dos entradas y una salida como se describe a continuación. La salida es la diferencia entre las dos entradas multiplicada por un factor (G) (ganancia) (García, 2020, párr. 1).

Es un amplificador de alta ganancia de acoplamiento directo, generalmente proporcionado por fuentes positivas y negativas, que le permiten lograr compensaciones por encima y por debajo del suelo o del punto de referencia en consideración.

Se caracteriza particularmente por su respuesta, la frecuencia, cambios de fase y alta ganancia determinada por retroalimentación alimentada externamente. Por su diseño tiene una alta impedancia de entrada (Z) y una impedancia de salida muy baja (García, 2020, párrs. 3-4).

## **Memorias de la Unidad de Control Electrónica**

En las unidades de control electrónica los circuitos integrados son los encargados del procesamiento de datos, estos circuitos integrados son 2 elementos fundamentales, los cuales son la memoria y el procesador.

Las memorias son circuitos digitales que almacenan datos binarios en un sistema de computadoras, por ejemplo: memorias de semiconductores, cintas magnéticas, discos magnéticos, discos ópticos, entre otros (Auto Avance, 2013, párrs. 1-2).

### ***Memoria Volátil***

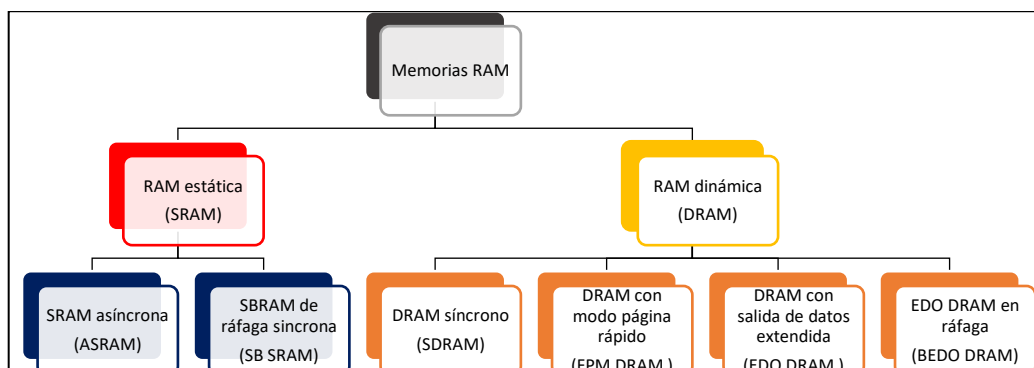
Es una memoria volátil si la información almacenada desaparece en caso de dejar de suministrar energía a la memoria; las memorias semiconductoras son volátiles. Se debe anotar que en esta memoria se almacenan los datos y la información de uso frecuente sobre el proceso. La memoria RAM es el tipo común de memoria volátil, pues solo almacena datos de los procesos actuales en curso y, cuando el sistema se apaga, los datos de la RAM desaparecen.

### ***Memoria RAM***

La memoria RAM (Random Access Memory, memoria de acceso aleatorio en español) es donde se almacena los datos de forma temporal, esto quiere decir que si la ECU pierde su alimentación de corriente lo normal es que los datos que haya almacenados en la RAM se pierdan.

**Figura 18**

*Esquema de la familia de memorias RAM*



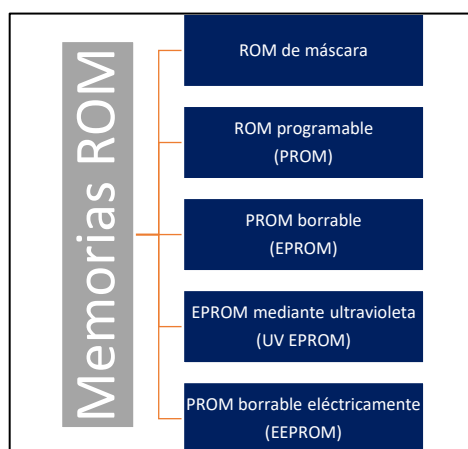
*Nota.* En la figura se muestra un mapa conceptual de la familia de memorias RAM. Tomado de (Floyd, 2006).

### **Memoria ROM**

Una memoria ROM (Read Only Memory, memoria de solo lectura) es la que contiene las instrucciones principales que la ECU debe seguir y como su nombre lo indica solo permite la lectura de la información y no su escritura. Al ser una memoria no volátil los datos almacenados no se borran al tener una desconexión o interrupción del flujo eléctrico.

**Figura 19**

*Esquema de la familia de memorias ROM*



*Nota.* En la figura se muestra un mapa de la familia de memorias ROM. Tomado de (Floyd, 2006).

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

Las clases de memoria de acceso secuencial son la FIFO y LIFO, para su elección de estas dos estructuras depende de las aplicaciones que se pretenda realizar.

**Memorias FIFO (First In-First Out).** Este tipo de memoria comúnmente se utiliza para el almacenaje en circuitos electrónicos y control de flujo: “Una memoria FIFO está organizada de tal manera que los datos se leen en el mismo orden en el que fueron escritos. Se puede realizar desde los registros de desplazamiento o desde la memoria RAM” (Ndjountche, 2020, p.248).

**Memorias LIFO (Last In-First Out).** Las memorias LIFO se encuentran en aplicaciones que utilizan microprocesadores y otros sistemas de computación. Permiten almacenar datos y luego extraerlos en orden inverso; es decir, el último byte de datos almacenado es el primer byte de datos que se recupera (Floyd, 2006, p. 4).

**Memoria ROM Programable (PROM).** Una PROM puede programarse permanentemente, siguiendo las instrucciones del fabricante, en el propio taller o laboratorio y escribirse en su interior la información que se desee. Este proceso de escritura de un solo uso se efectúa fundiendo fusibles selectivamente en el circuito integrado. Una vez programada, una PROM se comporta exactamente igual que las memorias pasivas no programables (Tokheim, 2021, p.122).

**Memoria ROM programable y borrable (EPROM).** Es diferente a una PROM convencional, una EPROM es un tipo de PROM que puede ser reescrita. La matriz de memoria en una EPROM puede ser borrada antes de ser reprogramada. Las EPROM borrables se clasifican en dos categorías: las que se borran con rayos ultravioleta y las que se pueden borrar mediante un proceso eléctrico (Floyd, 2006, p. 5).

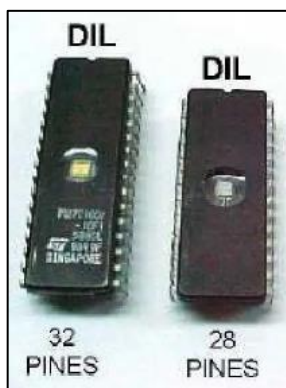
**Memoria ROM Programable Borrable (EEPROM).** Los dos tipos de EEPROM son la MOS de puerta flotante y la de silicio óxido nitroso metal. La aplicación de una tensión en la puerta de control de la estructura de puerta flotante permite la eliminación y el almacenamiento de la carga en la puerta flotante.

“Tipo de conexión programable no volátil de un PLD basado en celdas de memoria de sólo lectura eléctricamente programables y borrables, que se pueden activar y desactivar repetidamente por programación” (Floyd, 2006, p. 631-632).

**Memoria tipo DIL (Dual Input Line).** Este tipo de memoria es de las primeras utilizadas en los automóviles, posee dos líneas de pines que pueden ser de 28 o 32 pines, tiene una pequeña muesca en el encapsulado que muestra la orientación de la numeración e indica cual es el pin 1, esta memoria lleva en el centro una pequeña ventana, la cual manifiesta que puede borrarse mediante rayos ultravioletas. Hay dos formas distintas de montar estas memorias, la primera es soldarla directamente en la placa, la segunda es montándola sobre un zócalo facilitando su extracción para futuros trabajos (Grijalva, 2012, p. 14).

#### Figura 20

*Memoria Tipo DIL de 32 y 28 pines*



*Nota.* La figura muestra la memoria tipo DIL de 32 y 28 pines del vehículo. Tomado de (Grijalva, 2012).

**Memoria tipo SOP (Small Outline Package).** Este tipo de memoria cuenta con una capacidad de 2 hasta 32 megas y es la más utilizada en la industria automotriz por su costo bajo y amplia gama de capacidad.

**Memoria tipo PLCC (Plastic Lader Chip Carrier).** Este encapsulado fue el segundo utilizado por las terminales automotrices, él mismo cuenta con un tamaño reducido y la configuración de sus patas envuelve los 4 lados a diferencia de su antecesor (DIL) la cantidad de patas puede ser de 32, 44, 48 patas. La característica distintiva de esta disposición es que los conectores o pines están en dirección hacia el interior y se colocan en la superficie de la placa base. Esto hace que ocupe menos espacio en la placa madre y también brinda más espacio interno. Este tipo de memorias se borran eléctricamente (Auto Avance, 2013, párr. 6).



## Capítulo III

### Arquitectura y constitución de ECUs de procedencia japonesa

#### ECU de procedencia japonesa

Japón se destaca por contar con una gran cantidad de marcas dentro de la industria automotriz ya sea en vehículos o repuestos de los mismos, en la actualidad los vehículos que cuentan con más calidad y mejor precio provienen de marcas japonesas, desde tiempo atrás Japón ha tenido una buena acogida por parte del mercado ecuatoriano referente a la industria automotriz, varias marcas llegaron a ser reconocidas por la mayor parte de la población ecuatoriana, tales como; Toyota, Nissan, Isuzu, Suzuki, Mazda, Lexus, Honda, entre otras marcas que destacaron por la calidad y tecnología que brinda a los usuarios, mejorando así la experiencia y confort.

**Figura 21**

*Logos de marcas de vehículos japoneses*



*Nota.* La figura muestra los logos de las marcas de vehículos japoneses más reconocidas en el sector automotriz.

#### **Isuzu**

La industria automotriz Isuzu es una de la más respetadas de Japón y del mundo, además es el fabricante de vehículos diésel más antiguo que se consolidó en todos los mercados a nivel mundial.

En Quito-Ecuador se encuentra una moderna planta de producción la cual fabrica cerca de 220 unidades diarias teniendo en cuenta que una parte de ellas se destina a la exportación a países vecinos, aproximadamente siendo un 40% la camioneta LUV D-Max.

### **Figura 22**

*ECU Isuzu LUV D-MAX 2.4 L*



*Nota.* La figura muestra una ECU de una camioneta Chevrolet - Isuzu LUV 2.4 L.

### **Toyota**

Con la fundación de Casabaca S.A. en 1959 Toyota inicia en el mercado ecuatoriano. Al tener una alianza con Importadora Tomebamba estas dos empresas se convierten en representantes de Toyota en nuestro país, iniciando así concesionarios y talleres autorizados a nivel nacional.

Toyota se caracteriza por ser una empresa automotriz con el mayor número de vehículos fabricados a nivel mundial, gracias a su filosofía de trabajo para la mejora en la tecnología de sus líneas de producción.

**Figura 23***ECU Toyota Hilux*

*Nota.* La figura muestra una ECU de una Toyota Hilux 2005-2011. Tomado de (Casabaca, 2023).

**Mazda**

Mazda es una marca japonesa fundada en 1920, desde muy temprano apostó fuertemente por la innovación como forma de distinción de otras marcas japonesas. En Ecuador, Mazda llega al país en 1986 de la mano de la Corporación Maresa, comenzando con el ensamblaje de la famosa Mazda B2000 (Autofenix, 2015).

**Figura 24***ECU Mazda 3*

*Nota.* La figura muestra una computadora de Mazda 3 Speed 2.3 L, Turbo. Tomado de (Copartes, 2023).

**Suzuki**

Suzuki es una empresa automotriz destacada por la calidad de sus vehículos, lo que le ha permitido competir en lo más alto con otras grandes marcas japonesas dedicadas a la misma industria. En

Ecuador, Suzuki ha estado presente desde 1973 entregando vehículos con ideas innovadoras, como por ejemplo el Suzuki Forsa, Vitara, Jimny, entre otros.

### Figura 25

*ECU Suzuki Grand Vitara*



*Nota.* En la figura se muestra una computadora del Suzuki Grand Vitara.

### Levantamiento de requerimientos.

A continuación, se detallará los componentes necesarios para el diagnóstico y verificación de las ECUs de procedencia japonesa mediante la generación de señales, voltajes y parámetros de funcionamiento.

### Figura 26

*Equipos y accesorios para el diagnóstico y comprobación de ECUs*



*Nota.* En la figura se muestra los equipos y marcas de cada uno de ellos.

**Tabla 4***Levantamiento de requerimientos*

<b>Equipo</b>	<b>Nombre</b>
Bancos de pruebas con fuente de alimentación 5, 12, 24 voltios	MST 9000+
Dispositivos de verificación de funcionamiento a través de led o display	Osciloscopio
Equipos de medición y pruebas	Scanner
Equipos de prueba con dispositivos de medición de voltaje y consumo de corriente	Multímetro
Dispositivos, actuadores	Solenoides
	Electroválvulas
	Lámparas
	Motores DC
Estación de suelda	Motores DC paso a paso
	BAKU-702L
Equipo de visualización y alumbrado	Lupa
	Lámpara
	Estaño
	Pomada
Consumibles varios	Trenza de cobre
	Chupa sueldas
Comprobador de corriente	Lámpara de prueba

*Nota.* Componentes necesarios para el diagnóstico y verificación de las ECUs de procedencia japonesa.

### Señales y módulos de prueba

#### **Scanner Automotriz Autel MS509**

El scanner automotriz Autel MS509 permite detectar fallas en los componentes del vehículo, ya sean estas fallas mecánicas o eléctricas, además cuenta con acceso a los códigos de avería de motor.

Como función importante el scanner permite apagar la luz MIL que se encuentra en el tablero del vehículo y congela los datos para su futuro análisis.

#### **Figura 27**

*Scanner Automotriz Autel MS509*



*Nota.* En la figura se muestra el scanner para la verificación de códigos de fallas.

#### **Tabla 5**

*Características técnicas Scanner Automotriz Autel MS509*

<b>Características</b>	
Modelo	MS509
Pantalla	Retroiluminada con ajuste de contraste (128 x64 px)
Temperatura de Funcionamiento	0 - 50°C
Compatibilidad Protocolos OBDII	SAE J1850 PWM

---

**Características**


---

SAE J1850 VPW

ISO 9141-2

ISO 14230-4 (KWP2000\_5BPS)

ISO 14230-4 (KWP2000\_FAST)

ISO 15765-4 (CAN500\_11BIT)

ISO 15765-4 (CAN500\_29BIT)

ISO 15765-4 (CAN250\_11BIT)

ISO 15765-4 (CAN250\_29BIT)

Vehículos Compatibles

Vehículos compatibles con OBDII desde 1996

---

*Nota.* Especificación de las características que presenta el Scanner Autel MS509.

**Probador de ECUs: Auto Generator MST-900+**

Es un equipo de simulación de señores de uso automotriz, útil para realizar diagnóstico, reparación y programación, integrando la capacidad de simular señales mediante software de ECUs multimarca.

**Figura 28***Generador Automático MST-9000+*

*Nota.* La figura muestra un en equipo de pruebas para el análisis y diagnóstico de las ECUs.

**Tabla 6**

*Características técnicas del probador de ECUs Auto Generator MST-900+*

<b>Características</b>	
Modelo	MST-9000
Marca	AUTOOL
Resistencia eléctrica	100 $\Omega$ -10000 $\Omega$
Salidas	69 canales
Voltaje de funcionamiento	110 V-220 V

*Nota.* Especificación de las características que presenta el Generador Automático MST-9000+ (MST-9000+ manual de usuario).

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

Equipo digital diseñado con la finalidad de realizar diagnóstico automático mediante la representación de gráficas a tiempo real, el dispositivo es capaz de proporcionar varios tipos de diagnóstico automotriz, por ejemplo, sensores, circuitos, sistema de encendido, sistema de arranque entre otros.

### **Figura 29**

*Interfaz de Osciloscopio Hantek 1008C*



*Nota.* La figura muestra un equipo de diagnóstico mediante oscilogramas.



**Tabla 7***Características técnicas del osciloscopio Hantek 1008C*

<b>Características</b>	
Modelo	1008C
Marca	Hantek
Canales	8
Frecuencia máxima de muestreo en tiempo real	2,4 MSa/s
Profundidad de memoria	4K puntos
Fuente de alimentación	USB 2.0

*Nota.* Especificación de las características que presenta Hantek 1008C (Hantek 1008 Manual de usuario V1.0.5).

#### ***Estación de soldadura BAKU-702L***

Es un equipo diseñado con la finalidad de realizar trabajos de reparación en placas de circuitos eléctricos-electrónicos, mediante la soldadura de los componentes por medio de estaño al llegar a la temperatura de fundición del mismo permitiendo la unión de ambos elementos.

#### **Figura 30**

*Equipo de soldadura BAKU-702L*



*Nota.* La figura muestra un equipo de soldadura de componentes eléctricos-electrónicos.

**Tabla 8***Características técnicas de la estación de soldadura BAKU-702L*

<b>Características</b>	
Modelo	702L
Marca	BAKU
Potencia en pistola de aire	250w
Potencia en cautín	35w
Voltaje	110V/50Hz
Consumo de energía	400Wt
Potencia de la bomba	45Wt
Flujo de aire	0.3-24 L/m

*Nota.* Especificación de las características técnica de la estación de soldadura.

### **Multímetro TAISKO DA-830**

Capaz de medir magnitudes eléctricas, tales como, voltaje, resistencia, continuidad, entre otras, Este modelo fue diseñado principalmente para trabajar en vehículos de inyección electrónica, al contar con alta impedancia, al realizar mediciones no afectara a la ECU.

**Figura 31***Multímetro TAISKO DA-830*

*Nota.* La figura muestra un equipo de medición de magnitudes eléctricas activas.

**Tabla 9***Características técnicas del multímetro automotriz TAISCO DA-830*

<b>Características</b>	
Modelo	DA-830
Marca	TAISKO
Dwell	4, 6, 8 cilindros
Amperaje	CD y AC hasta 20A
Resistencia	40 MΩ
Voltaje	CD y AC 500V
Medición de frecuencia	4KHz-40MHz
Tiempo de inyección	0-0.4ms

*Nota.* Especificación de las características técnica del multímetro automotriz.

### **Software de especificaciones**

Los softwares como Autodata, Mitchell On Deman, All Data, que facilitan y proporcionan información necesaria para la identificación de pines, obtención de características técnicas, adquisición de diagramas eléctricos, etc., de las ECUs seleccionadas el diagnóstico y para las pruebas pertinentes.

### ***Autodata***

Autodata es un programa automotriz que permite tener acceso a la información técnica de cientos de marcas de vehículos livianos, pesados y motocicletas que se comercializan a nivel mundial. Algunas de las opciones más importantes que este software ofrece para el diagnóstico, reparación y mantenimiento son:

- Datos técnicos y pruebas de componentes.
- Pin Data.

- Diagramas eléctricos.
- Tiempos de reparación.
- Códigos de avería.

**Figura 32**

*Opciones del software Autodata 3.38*

	Soluciones de problemas e información de reparación		Diagnóstico asistido
	<b>Datos técnicos</b>		Códigos de avería
	Tiempos de reparación		Gestión del motor Pruebas de componentes
	Alineación de ruedas		Gestión del motor Pin Data
	Tamaño y presión de neumáticos Sistema de supervisión de presión de neumáticos		Localización de averías
	Correas de distribución		Airbags
	Programas de revisión Indicador de intervalos de revisión		Climatización
	Ilustraciones de revisión		Sistema de frenos antibloqueo
	Freno de estacionamiento eléctrico Desconexión y conexión de la batería		Localización de componentes
	Programación de llaves		Esquemas eléctricos

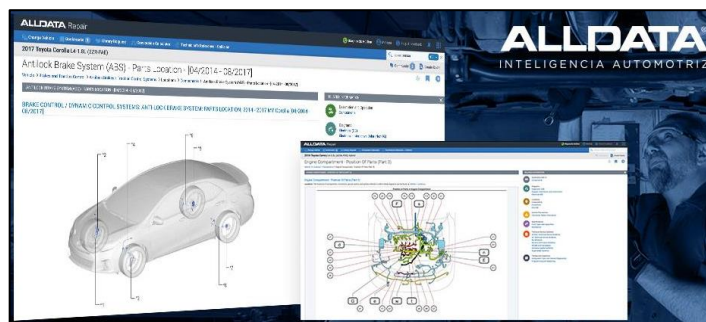
*Nota.* La figura muestra todas las opciones que ofrece el software Autodata 3.38 para el uso automotriz.

### **ALLDATA**

Es un software automotriz que brinda información importante y actualizada en línea referente a fabricantes de equipos originales automotrices, para las reparaciones mecánicas y colisiones de un número considerable de vehículos que se encuentran en circulación, además contiene información puntual sobre la administración que debe seguir un taller.

Las funciones y prestaciones con las que cuenta ALLDATA para las empresas automotrices son las siguientes:

- Visualizar diagramas de equipos originales automotrices.
- Escanear códigos de fallas (DTC), diagnóstico OBDII.
- Leer y decodificar el número de identificación del vehículo.
- Procedimiento de colisión OEM.

**Figura 33***Software ALLDATA*

*Nota.* En la figura se indica el software ALLDATA. Tomado de (ALLDATA, 2021).

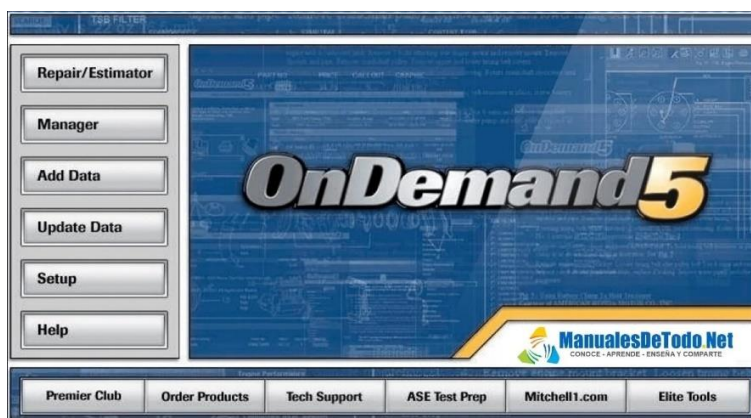
### ***Mitchell OnDemand***

Mitchell OnDemand es un software que brinda la facilidad de obtener información tales como diagramas o circuitos de reparación y mantenimiento de una amplia línea de vehículos proporcionados en la base mundial del software, considerado uno de los más completos manuales técnicos de reparación automotriz, describe la información completa mediante la distribución en 4 bloques, reparación, presupuestos, mantenimiento y boletín de servicios, las principales características que brinda el software son:

- Descripción de tecnologías de reparación.
- Mantenimiento de vehículos.
- Códigos DTC.
- Pin data de todos los módulos.
- Diagramas de cableado.
- Diagnóstico.
- Reparación de transmisiones.
- Programación de ECUs.

**Figura 11**

Opciones del software Mitchell OnDemand 5



*Nota.* La figura muestra todas las opciones que ofrece el software Mitchell OnDemand 5 para diagnóstico y reparación automotriz. Tomado de (Manualesdetodo, 2021).

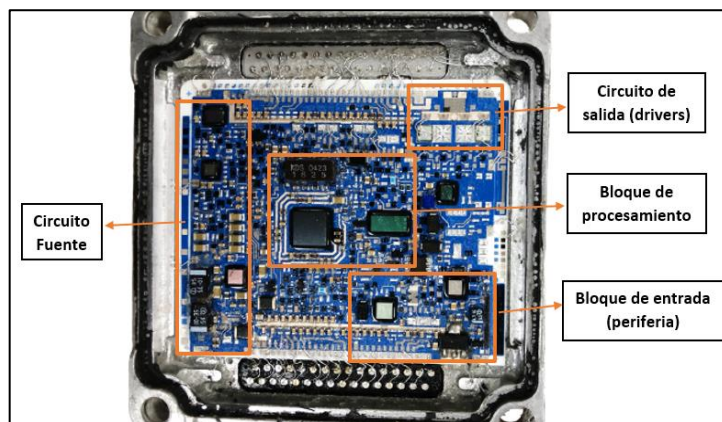
### Constitución de bloques

Para que una computadora automotriz realice todas las funciones necesarias que el vehículo requiere, debe estar constituida por diferentes circuitos o bloques (fuente, periferia, procesamiento, drivers) los cuales necesitan de componentes eléctricos y electrónicos que se encuentran alojados en la placa madre de la ECU.

A continuación, se detallan y especifican los bloques de las ECUs de procedencia japonesa:

#### ***ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L***

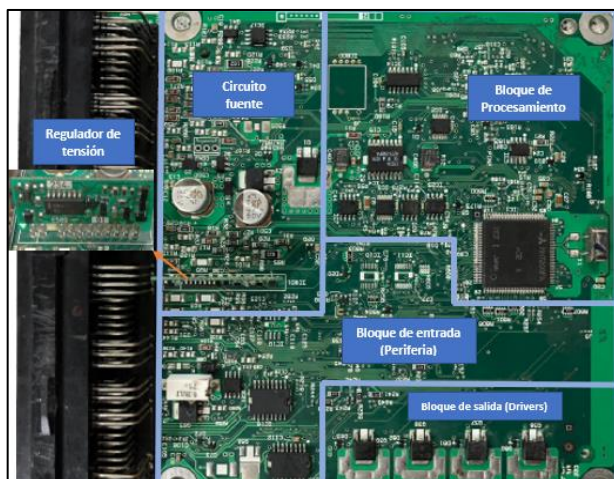
Para el funcionamiento de los diferentes sensores y actuadores del vehículo, esta ECU se encuentra dividida en bloques o circuitos que permiten regular el voltaje empleado en la alimentación de la ECU, procesar las señales de entrada y emitir señales de salida a los actuadores.

**Figura 34***ECU Isuzu Luv D-Max*

*Nota.* En la figura se muestra el circuito fuente, bloque de periferia, bloque procesamiento y drivers de la ECU del Isuzu Luv D-MAX 2.4 L.

***ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Automático)***

Los bloques de funcionamiento de la ECU son diferenciados por los componentes característicos que se encuentran en la placa madre, por ejemplo, el regulador de tensión alojado en el circuito fuente, microcontroladores en el bloque de procesamiento, entre otros.

**Figura 35***ECU Suzuki Grand Vitara 2.0*

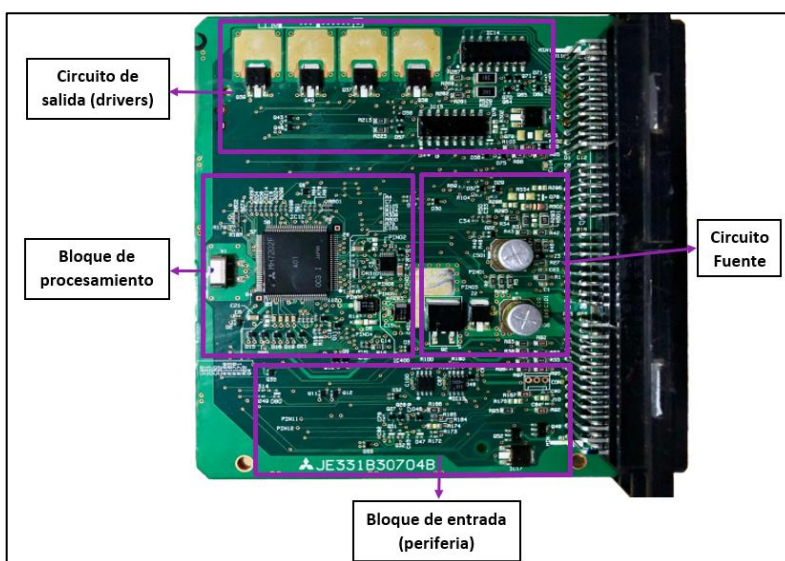
*Nota.* En la figura se muestra los bloques de funcionamiento de la ECU del Suzuki Grand Vitara 1998.

### **ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)**

En la figura 37 se muestra la placa madre de la ECU del Suzuki Grand Vitara 1.6 L dividida por bloques de funcionamiento como es el circuito fuente (condensadores, resistencias, reguladores de tensión), bloque de entrada (resistencias, diodos), bloque de procesamiento (microcontroladores) y bloque de salida (transistores, drivers).

**Figura 36**

*ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 L*



*Nota.* En la figura se indica la constitución de la ECU de procedencia japonesa.

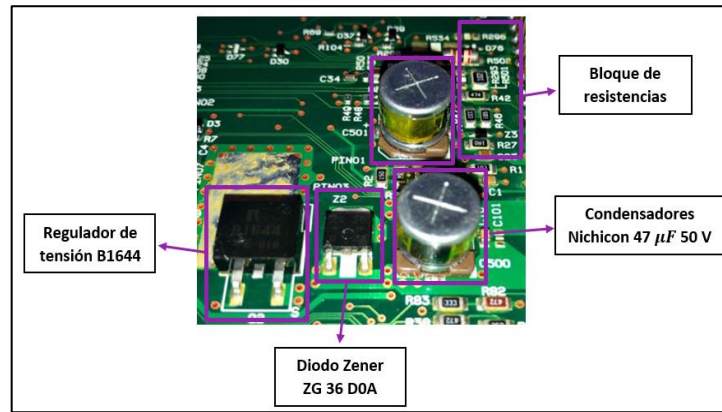
### **Subsistema de alimentación**

**Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual).** Dentro del circuito fuente de esta ECU es visible el regulador de tensión B1644 que se encuentra acompañado de los condensadores electrolíticos Nichicon  $47 \mu F$  50 V, además muy cerca de estos elementos es visible un diodo Zener ZG 36 D0A de protección. Los componentes anteriormente mencionados son característicos y permiten identificar con facilidad a este bloque.



**Figura 37**

*Circuito fuente Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)*

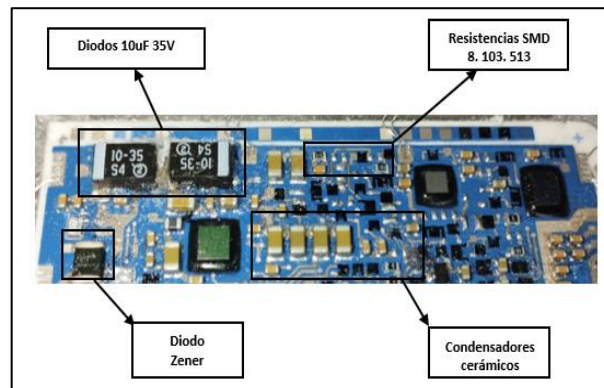


*Nota.* En la figura se muestra los componentes principales del subsistema de alimentación de la ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual).

**Isuzu Luv D-Max 2.4 L.** Los componentes característicos del subsistema de alimentación presentes en la ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L, dos diodos, cada uno de ellos con una capacidad de 10 microfaradios y 35 voltios, también se puede apreciar tres memorias, acompañados cada uno con sus respectivos bloques de resistencias y finalmente se observa un diodo Zener capaz de mantener un voltaje fijo dentro del sistema.

**Figura 38**

*Circuito fuente Isuzu Luv D-Max 2.4 L*



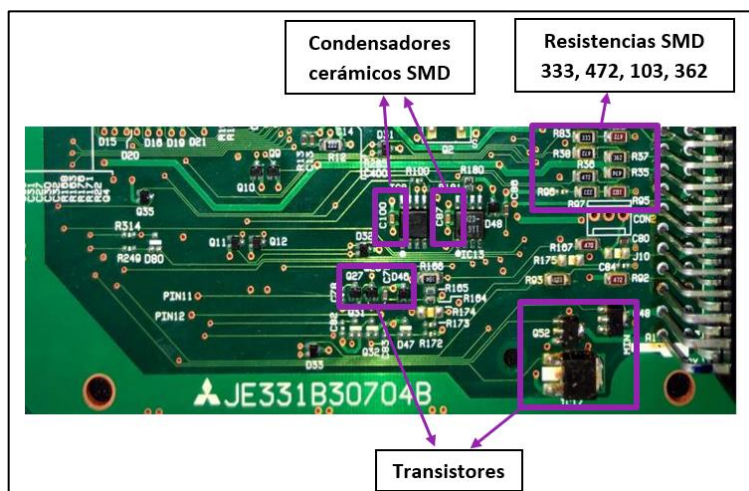
*Nota.* En la figura se indica los componentes del circuito fuente de la ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L.

### Subsistema de entrada

**Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual).** Dentro del subsistema de entrada o periferia se encuentran componentes eléctricos como las resistencias SMD 333, 472, 103, 362, además cuenta con condensadores cerámicos SMD y transistores.

**Figura 39**

Bloque de entrada Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)

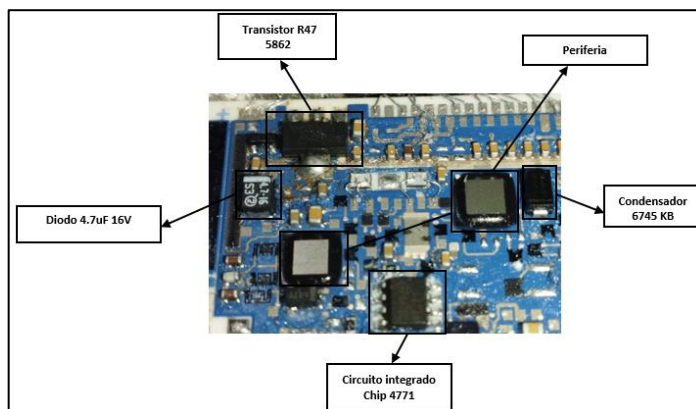


*Nota.* En la figura se muestra los componentes principales del subsistema de entrada de la ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 L (Manual).

**Isuzu Luv D-Max 2.4 L.** El subsistema de entrada presente en la ECU de Luv D-Max 2.4 L está conformado por una gran cantidad de elementos eléctricos-electrónicos, tales como, un transistor R47 5862, acompañado de memorias, un diodo de 4.7  $\mu\text{F}$  16 V, condensadores cerámicos y, además de un circuito integrado con varias resistencias.

**Figura 40**

*Bloque de entrada Isuzu Luv D-Max 2.4 L*



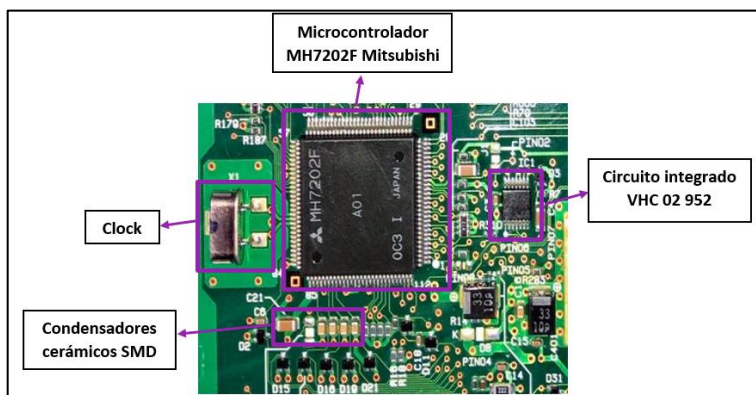
*Nota.* En la figura se muestra los componentes del subsistema de entrada de la ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L

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

**Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual).** El subsistema de control o bloque de procesamiento de esta ECU lo constituye un microcontrolador Mitsubishi MH7202F, un clock y un circuito integrado VHC 02 952. Estos componentes contienen funciones programadas y permiten el correcto funcionamiento del software de la ECU.

**Figura 41**

*Bloque de procesamiento Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)*



*Nota.* En la figura se muestra los componentes del subsistema de control ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 L (Manual).

**Isuzu Luv D-Max 2.4 L.** También llamado bloque de procesamientos, está conformado por el microcontrolador capaz de procesar las señales que llegan a la ECU, una memoria EEPROM y un condensador 6745 KB.

**Figura 42**

*Bloque de procesamiento Isuzu Luv D-Max 2.4 L*



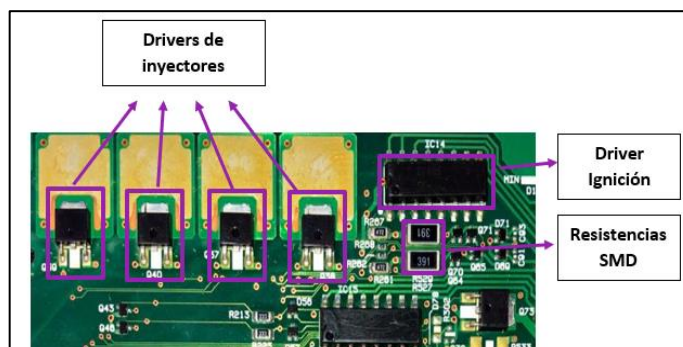
*Nota.* En la figura se muestra los componentes del subsistema de control de la ECU *Luv D-Max 2.4 L*.

### **Subsistema salida**

**Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual).** En este bloque por lo general los componentes principales son los drivers que controlan el funcionamiento de los cuatro inyectores que dispone el vehículo, también cuenta con drivers de ignición y resistencias SMD.

**Figura 43**

*Circuito de salida Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)*

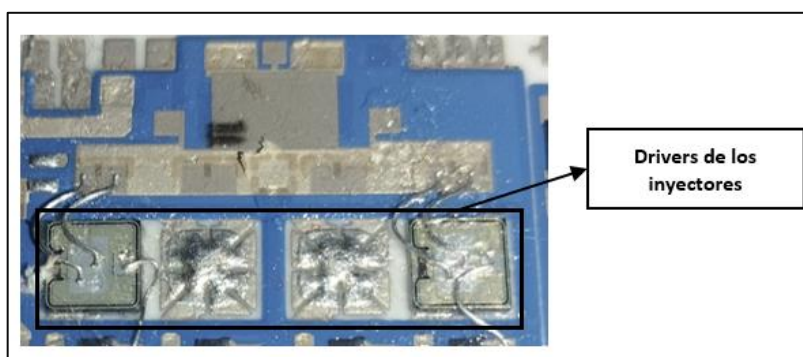


*Nota.* En la figura se muestra los componentes del subsistema de salida de la ECU *Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)*.

**Isuzu Luv D-Max 2.4.** En el bloque de salida se logra apreciar que en esta ECU solamente se encuentra los drives encargados de controlar el funcionamiento de los cuatro inyectores del sistema.

#### Figura 44

*Bloque de salida Isuzu Luv D-Max 2.4 L*



*Nota.* En la figura se muestra los componentes principales del subsistema de salida de la ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L.

#### Diagramas de conexión

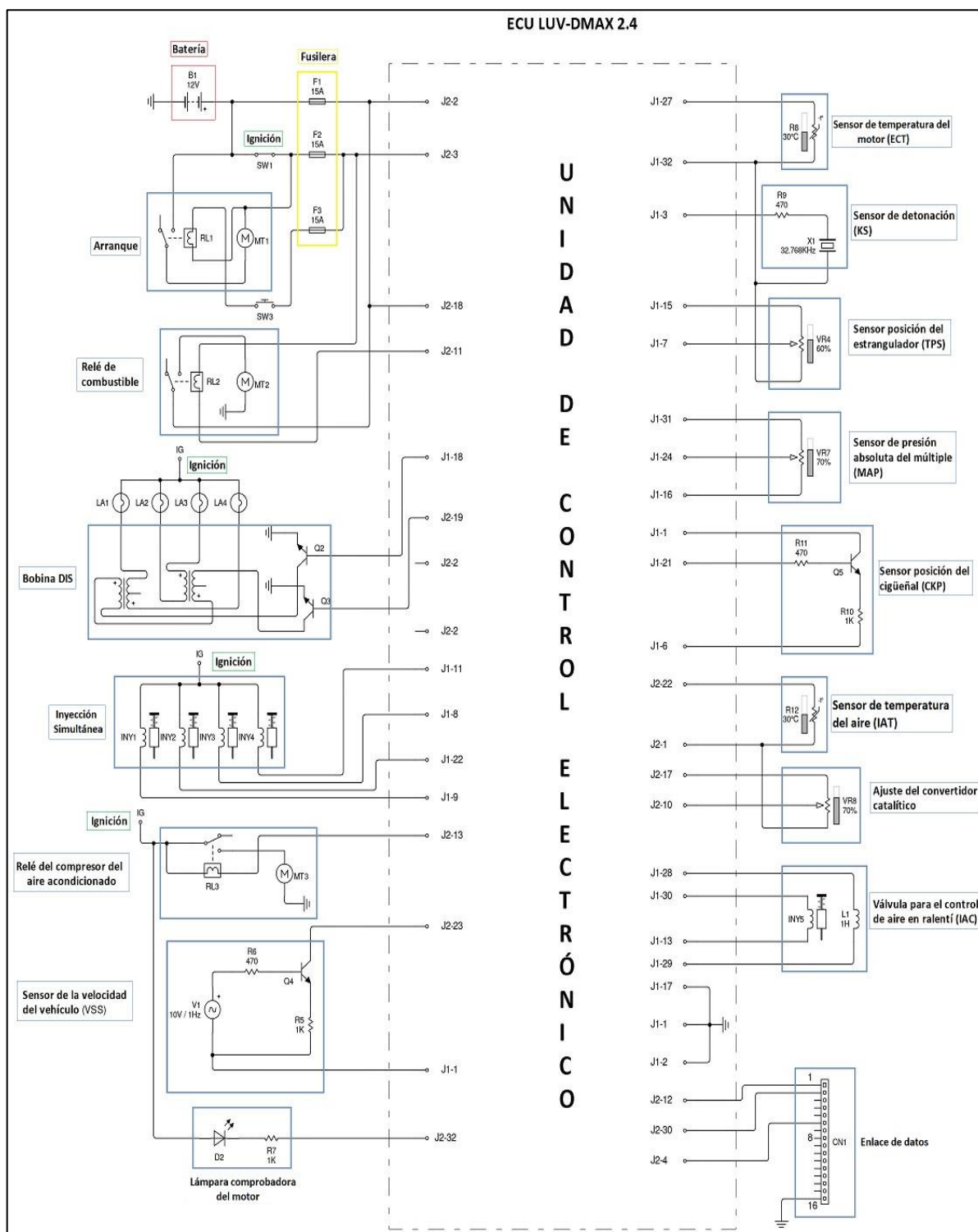
Los diagramas eléctricos permiten identificar las conexiones que deben seguir los sensores, actuadores, interruptores, relés, motores DC, entre otros componentes, que realizan una función específica para el correcto funcionamiento del vehículo.

Los diagramas eléctricos guía se obtuvo del software Autodata que proporciona el esquema eléctrico completo de cada vehículo, el cual fue simulado en Livewire permitiendo observar los pines correspondientes con los se comunica los componentes automotrices con la ECU.

#### *Diagrama ECU Isuzu Luv D-Max*

Figura 45

Diagrama en Livewire de Isuzu Luv D-Max

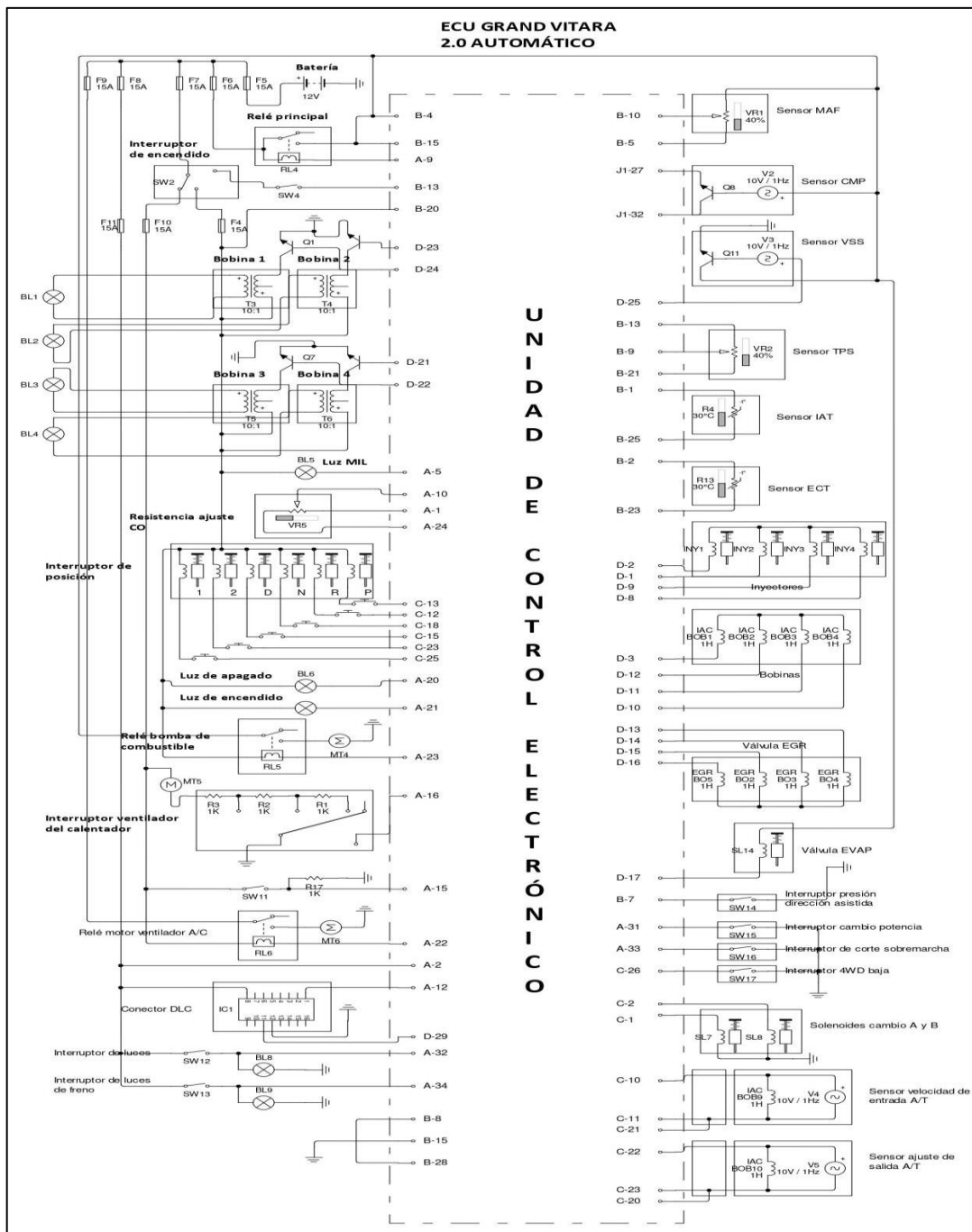


Nota. En la figura se indica la simulación del esquema eléctrico en Livewire de la Isuzu Luv D-Max.

## Diagrama ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Automático)

Figura 46

Diagrama en Livewire de Suzuki Grand Vitara 2.0

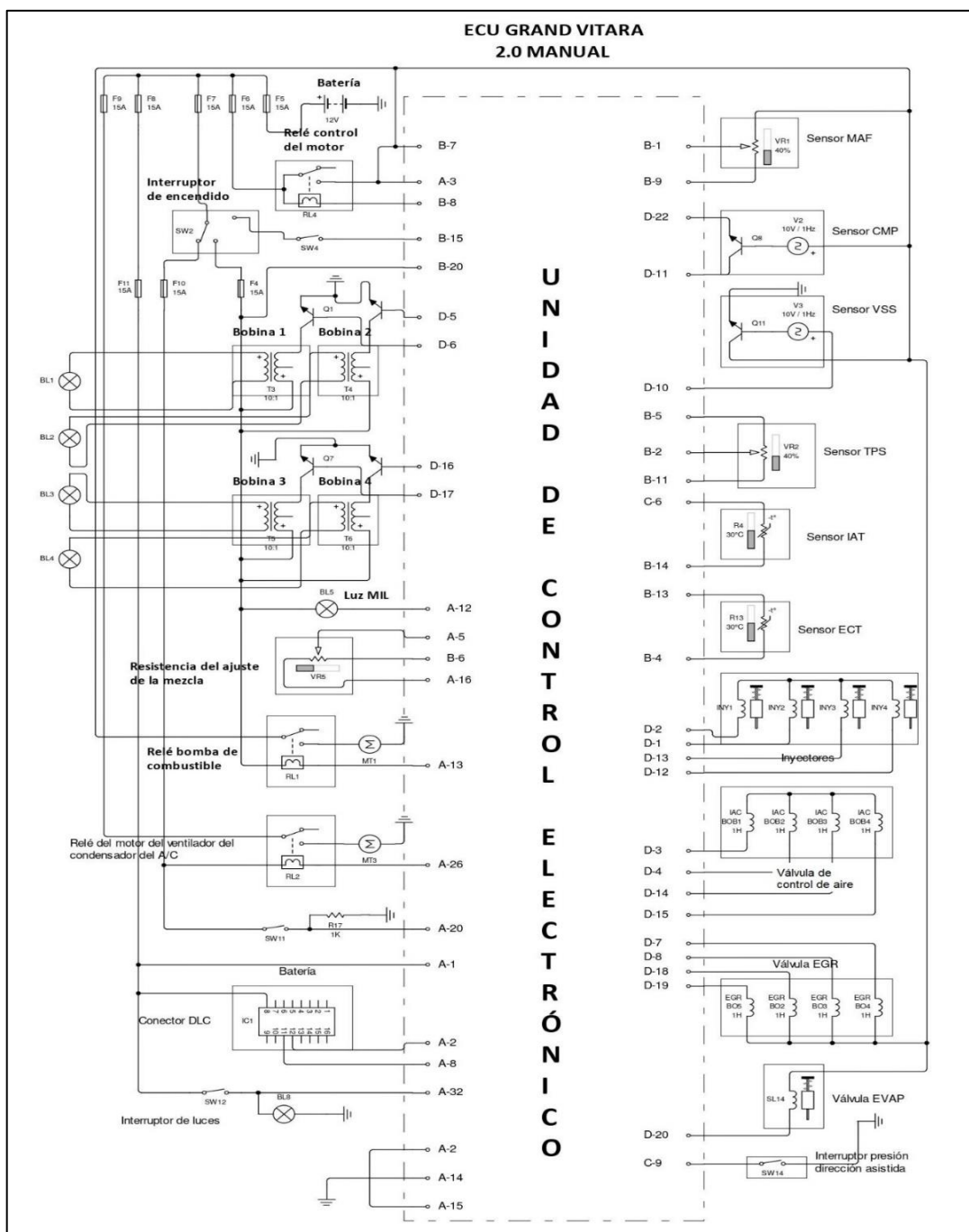


Nota. En la figura se muestra la simulación del esquema eléctrico en Livewire de la Suzuki Grand Vitara 2.0 1998 (Automático).

**Diagrama ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)**

**Figura 47**

Diagrama en Livewire de Suzuki Grand Vitara 2.0



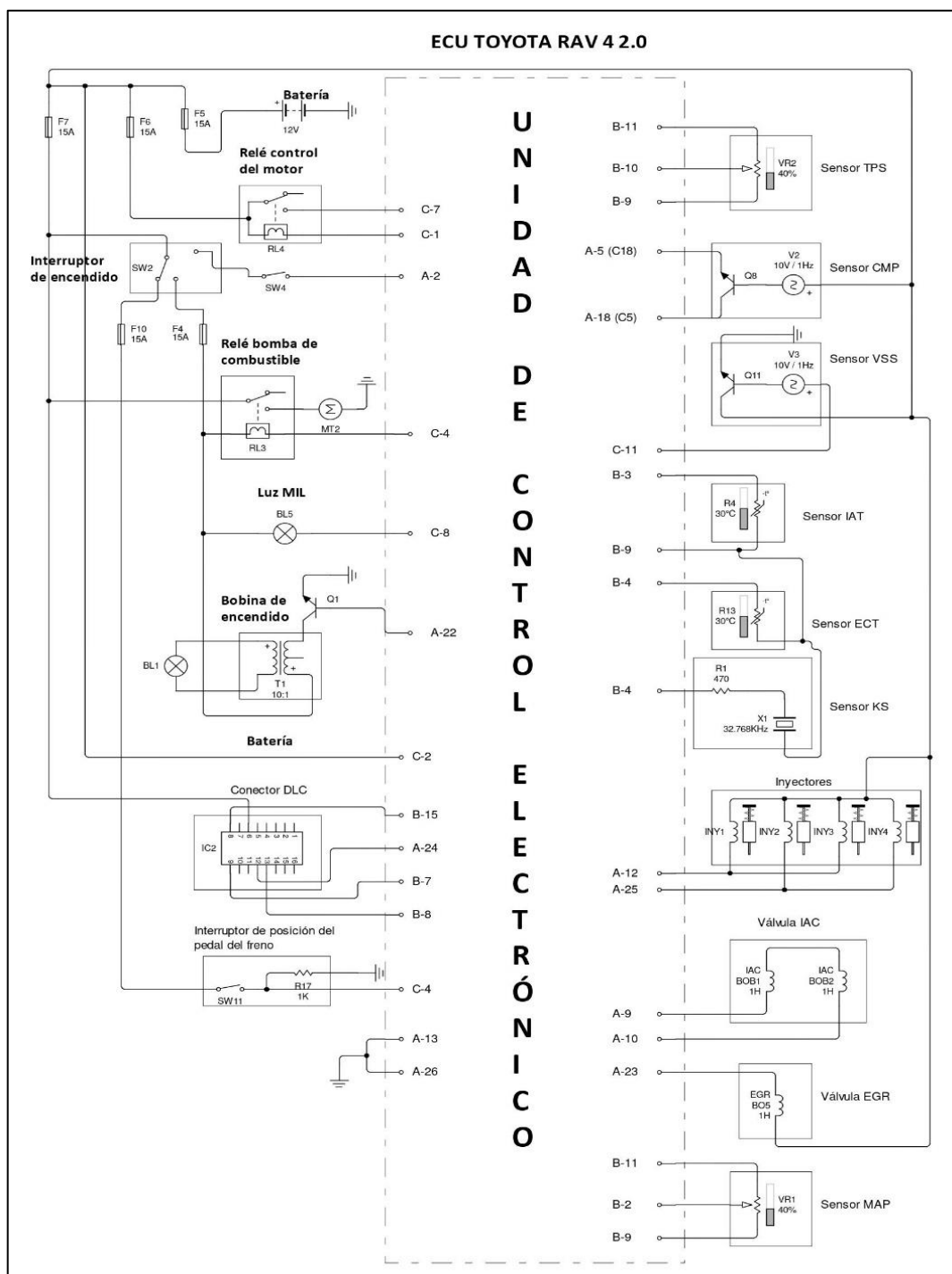
*Nota.* En la figura se muestra la simulación del esquema eléctrico en Livewire de la Suzuki Grand Vitara 2.0 1998 (Manual).



## Diagrama ECU Toyota RAV 4 2.0

Figura 48

Diagrama en Livewire de Toyota RAV 4 2.0



Nota. En la figura se muestra la simulación del esquema eléctrico en Livewire del Toyota RAV 4 2.0.

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

Los componentes característicos que se encuentran presentes en los bloques de las ECUs japonesas fueron identificados anteriormente para su respectivo análisis con la ayuda de su número de modelo, tipo de componente y marca que las fabrican.

Para facilitar la identificación de los componentes eléctricos y electrónicos, en la placa madre de las ECUs se encuentran las abreviaturas, como, por ejemplo, la C para determinar que es un condensador, R para las resistencias, Q para transistores, entre otros.

### **Componentes eléctricos y electrónicos ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)**

**Tabla 10**

*Componentes de los subsistemas de la ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)*

Orden	Componente	Detalle
<b>Subsistema de alimentación</b>		
1	Regulador de tensión B1644	Se encarga de regular el voltaje de alimentación de la ECU de 12 V a 5 V que serán utilizados como referencia para sensores y operación de memorias y microcontroladores.
2	Condensadores electrolíticos Nichicon 47 $\mu F$ 50 V	Almacenan la energía en forma de campo eléctrico y están diseñados para el montaje en placas de circuito impreso como el de las ECUs.
3	Diodo Zener ZG 36 D0A	Es un elemento de protección que funciona como un estabilizador para evitar sobretensiones.
4	Bloque de resistencias	Proporcionan una dificultad en el paso de la corriente y disipan potencias máximas.
<b>Subsistema de entrada</b>		

Orden	Componente	Detalle
1	Resistencia SMD 333	Para interpretar las resistencias SMD se visualiza que cuentan con códigos numéricos. El 333 quiere decir que es una resistencia de 33 K $\Omega$ .
2	Resistencia SMD 472	Para el código numérico 472 indica un valor de resistencia de 4.7 K $\Omega$ .
3	Resistencia SMD 103	El valor de la resistencia es de 10 K $\Omega$ .
4	Condensadores cerámicos SMD	Son ideales para montaje superficial en las ECUs y cumplen la función de almacenar y liberar energía eléctrica.

#### Subsistema de control

1	Microcontrolador Mitsubishi MH7202F	En el microcontrolador se efectúan los algoritmos tanto de regulación como de mando, por lo que cuenta con terminales de entrada y salida de información.
2	Clock	El oscilador de tiempo produce una señal de pulso el cual permite sincronizarse con el microcontrolador para que trabaje correctamente.
3	Circuito integrado VHC 02 952	Es una memoria hexadecimal que cuenta con estradas de disparador, además permite transformar señales de entrada que cambian lentamente en señales de salida definidas y sin fluctuaciones.

#### Subsistema de salida

1	Drivers de inyectores	Los drivers son transistores que generan pulsos para controlar a los inyectores que cuenta el vehículo, los cuales reciben las señales que proporciona el microcontrolador.
---	-----------------------	---

Orden	Componente	Detalle
2	Driver de ignición	Es un componente el cual controla a las bobinas de encendido del vehículo por medio de la generación de pulsos.

*Nota.* Especificación de las características técnica del multímetro automotriz.

### **Componentes eléctricos y electrónicos ECU Luv D-Max 2.4 L**

**Tabla 11**

*Componentes de los subsistemas de la ECU Luv D-Max 2.4 L*

Orden	Componente	Detalle
<b>Subsistema de alimentación</b>		
1	Diodo 10 $\mu F$ 35V	Son elementos que están diseñados para mantener la tensión fija dentro de un sistema cuando este se polariza inversamente.
2	Resistencia SMD 0	Sirve como cable de unión que conecta dos pistas de la placa de un circuito como puede ser la ECU.
3	Resistencia SMD 103	Para el código numérico 103 indica un valor de resistencia de 10 K $\Omega$ .
4	Resistencia SMD 513	Para el código numérico 513 indica un valor de resistencia de 51 K $\Omega$ .
5	Diodo Zener	Son elementos que están diseñados para mantener la tensión fija dentro de un sistema cuando este se polariza inversamente.

Orden	Componente	Detalle
6	Condensadores cerámicos SMD	Son bloques cerámicos capaces de almacenar energía en forma de un campo eléctrico.
<b>Subsistema de entrada</b>		
1	Transistor R47 5862	Este dispositivo se encarga de cerrar, abrir o amplificar una señal en el circuito de la ECU, u otros circuitos integrados.
2	Resistencia SMD 472	Para el código numérico 472 indica un valor de resistencia de 4.7 KΩ.
3	Diodo 4.7 $\mu F$ 16V	Son elementos que están diseñados para mantener la tensión fija dentro de un sistema cuando este se polariza inversamente.
4	Condensadores cerámicos SMD	Son bloques cerámicos capaces de almacenar energía en forma de un campo eléctrico.
5	Condensador 6745 KB	Estos dispositivos almacenan energía capaz de utilizarla cuando no exista voltaje de fuente hasta descargarse.
6	Circuito integrado 4771	Es un dispositivo en el cual se encuentran integrado varios componentes eléctricos formando así un solo chip.
<b>Subsistema de control</b>		
1	Microcontrolador ECU	En el microcontrolador se efectúan algoritmos de regulación y mando, por lo que cuenta con terminales de entrada y salida de información.
2	Condensador 6745 KB	Estos dispositivos almacenan energía capaz de utilizarla cuando no exista voltaje de fuente hasta descargarse.

Orden	Componente	Detalle
3	Memoria EEPROM	Es un elemento eléctrico-electrónico encargado de almacenar información para poder recuperarlos en caso de una pérdida de alimentación en el sistema.
4	Memoria	La memoria tiene como objetivo almacenar información de operación, tanto software como hardware a través de los circuitos que lo compone.
<b>Subsistema de salida</b>		
1	Drivers de inyectores	Los drivers son transistores que generan pulsos para controlar a los inyectores que cuenta el vehículo, los cuales reciben las señales que proporciona el microcontrolador.

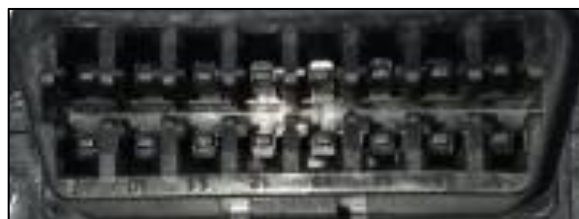
*Nota.* Especificación de las características técnica del multímetro automotriz.

### **Conector DLC**

El conector DLC o conector de enlace de datos, permite establecer una conexión entre la computadora del vehículo y el scanner de diagnóstico automotriz, lo cual permitirá realizar los diferentes análisis mediante códigos de DTC. Este conector se ubica en la parte inferior del tablero de instrumentos, bajo el volante del conductor.

### **Figura 49**

Terminales del conector DLC



*Nota.* En la figura se muestra el conector DLC que contiene 16 pines para la comunicación con la ECU.

El conector DLC o conector de enlace de datos, permite establecer una conexión entre la computadora del vehículo ECM y el scanner de diagnóstico automotriz, lo cual permitirá realizar los diferentes análisis mediante códigos de DTC. Este conector se ubica en la parte inferior del tablero de instrumentos, bajo el volante del conductor.

Cada uno de los terminales conector DLC tiene una función específica para recibir la señal emitida por la ECU, a continuación, se detallan cada uno de ellos.

**Tabla 12**

*Distribución de terminales del conector DLC*

<b>Descripción de componente</b>	<b>Terminal del conector DLC</b>	<b>Descripción de componente</b>	<b>Terminal del conector DLC</b>
Sin uso	1	J1850 bus positivo	2
Sin uso	3	Tierra del vehículo	4
Tierra de la señal	5	CAN High	6
ISO 9141-2 Línea K	7	Sin uso	8
Sin uso	9	J1850 Bus negativo	10
Sin uso	11	Sin uso	12
Tierra de la señal	13	CAN Low	14
OSO 9141-2 Línea L	15	Positivo de la batería	16

*Nota.* Detalle de los 16 terminales que contiene el conector DLC para enlazar a la ECU.

## Capítulo IV

### Protocolo de Pruebas, Banqueo y Resultados de las Pruebas Experimentales

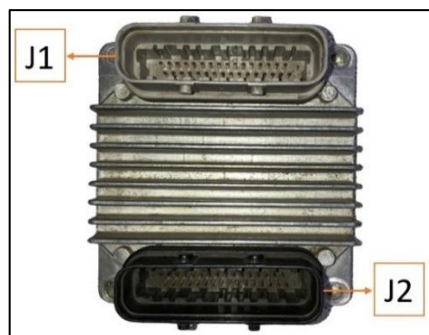
#### Distribución de pines

##### *ECU Luv D-Max 2.4*

La ECU Luv D-Max 2.4, consta con un total de 64 terminales macho, que están divididos en dos secciones los cuales son J1 y J2, cada uno de estos terminales tiene asignado una función en específico, ya sea para voltajes de referencia, señal, control de masa, referencial, alimentación de los diferentes sensores y actuadores.

#### Figura 50

*Secciones de los terminales J1 y J2 del módulo de control*

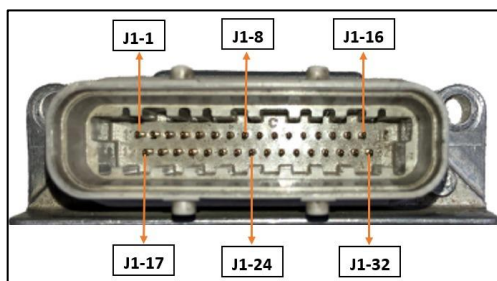


*Nota.* En la figura se indica las divisiones de la ECU, de gris la sección J1 y de negro la sección J2.

#### Conector J1

#### Figura 51

*Forma del conector de terminales J1 ECU Luv D-Max 2.4*



*Nota.* Vista de los terminales J1 de la ECU.



**Tabla 13***Distribución de terminales J1 ECU Luv D-Max 2.4*

<b>Descripción de componente</b>	<b>Terminal del módulo de control</b>	<b>Descripción de componente</b>	<b>Terminal del módulo de control</b>
Tierra de la computadora	J1-1	Tierra de la computadora	J1-2
Señal del sensor de detonaciones	J1-3	Sin Conexión	J1-4
Válvula de solenoide de purga del bote	J1-5	Masa del sensor de posición del cigüeñal	J1-6
Señal de salida del sensor de posición del estrangulador	J1-7	Control del inyector N° 3	J1-8
Control del inyector N° 1	J1-9	Masa del sensor CMP	J1-10
Señal del sensor ECT	J1-11	Masa del sensor O2	J1-12
Bobina de la válvula de control del aire de ralentí (IACV)	J1-13	Sin conexión	J1-14
Bobina B Alta			
Referencia del sensor de posición del estrangulador	J1-15	Masa del sensor MAP	J1-16
Tierra de la computadora	J1-17	Control del módulo de bobina Cilindro 2 y 3	J1-18
Control del módulo de bobina Cilindro 1 y 4	J1-19	Sin conexión	J1-20

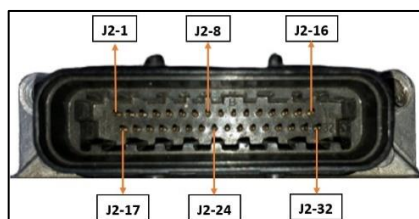
Descripción de componente	Terminal del módulo de control	Descripción de componente	Terminal del módulo de control
Señal del sensor de posición del cigüeñal	J1-21	Control del inyector N° 2	J1-22
Señal del sensor IAT	J1-23	Señal del sensor MAP	J1-24
Referencia sensor CMP	J1-25	Control del inyector N° 4	J1-26
Señal del sensor O2	J1-27	Bobina de la válvula de control del aire de ralentí (IACV) Bobina A alta	J1-28
Bobina de la válvula de control del aire de ralentí (IACV) Bobina B baja	J1-29	Bobina de la válvula de control del aire de ralentí (IACV) Bobina A baja	J1-30
Referencia de corriente del MAP	J1-31	Masa de los sensores: ECT, KS, TPS, IAT	J1-32

*Nota.* La tabla muestra la distribución de terminales J1 de la ECU ISUZU Luv D-Max 2.4 del 2002.

### Conector J2

**Figura 52**

Forma del conector de terminales J2 ECU Luv D-Max 2.4



*Nota.* Vista de los terminales J2 de la ECM.

**Tabla 14***Distribución de terminales J2 ECU Luv D-Max 2.4*

<b>Descripción de componente</b>	<b>Terminal del módulo de control</b>	<b>Descripción de componente</b>	<b>Terminal del módulo de control</b>
Sin conexión	J2-1	Suministro de corriente de batería	J2-2
Suministro de corriente de ignición	J2-3	Enlace de datos N° 6	J2-4
Sin conexión	J2-5	Masa del sensor EGO	J2-6
Sin conexión	J2-7	Sin conexión	J2-8
Sin conexión	J2-9	Señal de regulación de CO (Convertidor catalítico W/O)	J2-10
Sin conexión	J2-11	Sin conexión	J2-12
Control del relé del compresor A/C	J2-13	Sin conexión	J2-14
Sin conexión	J2-15	Sin conexión	J2-16
Regulación de CO (Convertidor catalítico W/O)	J2-17	Suministro de corriente de batería	J2-18
Sin conexión	J2-19	Interruptor de presión de la servo-dirección	J2-20
Señal del sensor (EGO)	J2-21	Sin conexión	J2-22
Señal del sensor VSS	J2-23	Sin Conexión	J2-24

Descripción de componente	Terminal del módulo de control	Descripción de componente	Terminal del módulo de control
Señal de la salida del tacómetro	J2-25	Relé de la bomba de combustible	J2-26
Sin Conexión	J2-27	Sin Conexión	J2-28
Sin Conexión	J2-29	Conector de enlace de datos N° 2	J2-30
Calefactor del sensor EGO	J2-31	Lámpara comprobadora del motor	J2-32

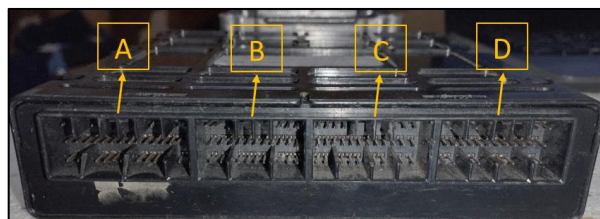
*Nota.* La tabla muestra la distribución de terminales J2 de la ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 del 2002.

#### **ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Automático)**

La ECU Suzuki Gran Vitara (Automático) 2.0, está conformado por 4 conectores, cada uno de ellos posee una letra específica y una numeración para cada uno de los terminales, están distribuidos de la siguiente manera, A con por 35 terminales, B con por 26 terminales, C con por 28 terminales y el conector D con 30 terminales, a cada uno se le asigna una función específica para recibir señales de los sensores y enviarlos a lo actuadores.

#### **Figura 53**

*Secciones de los terminales A, B, C y D de la ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Automático)*



*Nota.* Vista frontal de la ECM automático.

**Conector A****Tabla 15***Distribución de terminales del conector A ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Automático)*

<b>Descripción de componente</b>	<b>Terminal del módulo de control</b>	<b>Descripción de componente</b>	<b>Terminal del módulo de control</b>
Alimentación eléctrica de resistencia CO (si está instalada)	A1	Alimentación eléctrica de reserva	A2
Sin conexión	A3	Sin conexión	A4
Terminal de salida de ciclo eléctrico	A5	Tacómetro	A6
Luz CHECK ENGINE	A7	Señal corte A/C (si está instalado)	A8
Relé principal	A9	Resistencia de ajuste CO (si está instalado)	A10
Sin conexión	A11	Conector enlace de datos	A12
Sin conexión	A13	Terminal interruptor de diagnóstico	A14
Interruptor desempañador trasero	A15	Interruptor ventilador calentador	A16
Señal A/C (si está instalado)	A17	Sin conexión	A18
Sin conexión	A19	Luz O/D off	A20

Descripción de componente	Terminal del	Descripción de componente	Terminal del
	módulo de control		módulo de control
Luz Power	A21	Relé motor ventilador A/C (si está instalado)	A22
Relé bomba combustible	A23	Resistencia (-) ajuste CO (si está instalado)	A24
Sin conexión	A25	Sin conexión	A26
Sin conexión	A27	Sin conexión	A28
Terminal interruptor diagnóstico	A29	Módulo control ABS	A30
Interruptor cambio potencia	A31	Interruptor de luces	A32
Interruptor de corte sobremarcha	A33	Interruptor luz de parada (freno)	A34
Sin conexión	A35		

*Nota.* La tabla muestra la distribución de terminales del conector A de la ECU SUZUKI Grand Vitara del 1998 automático.

### **Conector B**

**Tabla 16**

*Distribución de terminales del conector B ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Automático)*

Descripción de componente	Terminal del	Descripción de componente	Terminal del
	módulo de control		módulo de control
Sensor temperatura aire admisión	B1	Sensor temperatura del refrigerante del motor	B2
Sin conexión	B3	Alimentación eléctrica	B4
Tierra sensor MAF	B5	Tierra	B6
Interruptor presión dirección asistida	B7	Sin conexión	B8
Sensor posición mariposa TPS	B9	Sensor flujo de aire MAF	B10
Sensor de oxígeno calentado (si está instalado)	B11	Tierra para cable blindado HO2S (si está instalado)	B12
Alimentación eléctrica TPS	B13	Sin conexión	B14
Alimentación eléctrica	B15	Sin conexión	B16
Tierra	B17	Señal arranque motor	B18
Sin conexión	B19	Interruptor de encendido	B20
Tierra sensor TPS	B21	Sin conexión	B22
Tierra sensor ECT	B23	Tierra de H2OS (si está instalado)	B24
Tierra de sensor IAT	B25	Tierra	B26

*Nota.* La tabla muestra la distribución de terminales del conector B de la ECU SUZUKI Grand Vitara del 1998 automático.

### Conector C

**Tabla 17**

*Distribución de terminales del conector C ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Automático)*

Descripción de componente	Terminal del		Descripción de componente	Terminal del	
	módulo de control			módulo de control	
Solenoide de cambio B	C1		Solenoide de cambio A	C2	
Sin conexión	C3		Sin conexión	C4	
Sin conexión	C5		Sin conexión	C6	
Sin conexión	C7		Solenoide TCC	C8	
Sin conexión	C9		Sensor (-) velocidad de entrada A/T	C10	
Sensor (+) velocidad de entrada A/T	C11		Sin conexión	C12	
Sin conexión	C13		Sin conexión	C14	
Interruptor de posición D	C15		Interruptor de posición N	C16	
Interruptor de posición R	C17		Interruptor de posición P	C18	
Sin conexión	C19		Tierra de cable blindado	C20	
Tierra de cable blindado	C21		sensor de velocidad salida A/T		
sensor de velocidad entrada A/T			Sensor (-) ajuste de salida A/T	C22	
Sensor (+) ajuste de salida A/T	C23		Sin conexión	C23	
Sin conexión	C25		Interruptor 4WD baja	C26	



Descripción de componente	Terminal del	Descripción de componente	Terminal del
	módulo de control		módulo de control
Interruptor de posición L	C27	Interruptor de posición 2	C28

*Nota.* La tabla muestra la distribución de terminales del conector C de la ECU SUZUKI Grand Vitara del 1998 automático.

### Conector D

**Tabla 18**

*Distribución de terminales del conector D ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Automático)*

Descripción de componente	Terminal del	Descripción de componente	Terminal del
	módulo de control		módulo de control
Inyector 2	D1	Inyector 1	D2
Válvula IAC Bobina 1 velocidad gradual	D3	Calentador de HO2S (si está instalando)	D4
Sin conexión	D5	Sin conexión	D6
Sin conexión	D7	Inyector 4	D8
Inyector 3	D9	Válvula IAC Bobina 4 velocidad gradual	D10
Válvula IAC Bobina 3 velocidad gradual	D11	Válvula IAC Bobina 2 velocidad gradual	D12

Descripción de componente	Terminal del		Terminal del	
	módulo de control	Descripción de componente	módulo de control	Descripción de componente
Válvula EGR bobina 4 velocidad gradual	D13	Válvula EGR bobina 3 velocidad gradual	D14	
Válvula EGR bobina 2 velocidad gradual	D15	Válvula EGR bobina 1 velocidad gradual	D16	
Válvula de purga recipiente EVAP	D17	Sin conexión	D18	
Sin conexión	D19	Sin conexión	D20	
Conjunto de bobina de encendido para N° 4	D21	Conjunto de bobina de encendido para N° 3	D22	
Conjunto de bobina de encendido para N° 2	D23	Conjunto de bobina de encendido para N° 1	D24	
Sensor de velocidad vehículo	D25	Sensor CMP (+)	D26	
Sin conexión	D27	Sensor CMP (-)	D28	
Tierra para DLC	D29	Sin conexión	D30	

*Nota.* La tabla muestra la distribución de terminales del conector D de la ECU SUZUKI Grand Vitara del 1998 automático.

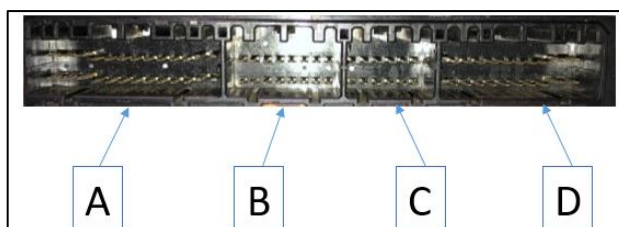
#### **ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual)**

La ECU Suzuki Gran Vitara (Manual) 2.0, está conformado por 4 conectores, cada uno de ellos posee una letra específica y una numeración para cada uno de los terminales, están distribuidos de la

siguiente manera, A con por 26 terminales, B con por 16 terminales, C con por 12 terminales y el conector D con 22 terminales, a cada uno se le asigna una función específica para recibir señales de los sensores y enviarlos a lo actuadores.

#### Figura 54

*Secciones de los terminales A, B, C y D ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual)*



*Nota.* Vista frontal de la ECM manual.

#### Conector A

**Tabla 19**

*Distribución de terminales del conector A ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual)*

Descripción de componente	Terminal del módulo de control	Descripción de componente	Terminal del módulo de control
Batería	A1	Tierra	A2
Relé de control del motor	A3	Sin conexión	A4
Resistencia del ajuste de la mezcla	A5	Sin conexión	A6
Sin conexión	A7	Conector de transmisión de datos	A8
Sin conexión	A9	Conector de diagnóstico del motor	A10

Descripción de componente	Terminal del	Descripción de componente	Terminal del
	módulo de control		módulo de control
Tacómetro	A11	Testigo de averías del motor	A12
Relé de la bomba de combustible	A13	Tierra	A14
Tierra	A15	Resistencia del ajuste de la mezcla	A16
Conector de diagnosis del motor	A17	Conector de diagnosis del motor	A18
Módulo de control del ABS	A19	Interruptor de faros	A20
Sin conexión	A21	Módulo de control del aire acondicionado	A22
Sin conexión	A23	Sin conexión	A24
Módulo de control del aire acondicionado	A25	Relé del motor del ventilador del condensador del aire acondicionado	A26

*Nota.* La tabla muestra la distribución de terminales del conector A de la ECU SUZUKI Grand Vitara del 1998 manual.

### Conector B

**Tabla 20**

*Distribución de terminales del conector B ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual)*

Descripción de componente	Terminal del	Descripción de componente	Terminal del
	módulo de control		módulo de control
Sensor de flujo de masa de aire	B1	Sensor de posición de la mariposa	B2
Sensor calentado de oxígeno	B3	Sensor de temperatura del refrigerante del motor	B4
Sensor de posición de la mariposa	B5	Resistencia del ajuste de la mezcla	B6
Sin conexión	B7	Relé de control del motor	B8
Sensor de flujo de masa de aire	B9	Sensor calentado de oxígeno - cable apantallado	B10
Sensor de posición de la mariposa	B11	Sensor calentado de oxígeno	B12
Sensor de temperatura del refrigerante del motor	B13	Sensor de temperatura del aire de admisión	B14
Interruptor del encendido	B15	Relé de control del motor	B16

*Nota.* La tabla muestra la distribución de terminales del conector B de la ECU SUZUKI Grand Vitara del 1998 manual.

### **Conector C**

**Tabla 21**

*Distribución de terminales del conector C ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual)*

Descripción de componente	Terminal del	Descripción de componente	Terminal del
	módulo de control		módulo de control
Sin conexión	C1	Sin conexión	C2
Sin conexión	C3	Sin conexión	C4
Sin conexión	C5	Sensor de temperatura del aire de admisión	C6
Sin conexión	C7	Sin conexión	C8
Interruptor de presión de la dirección asistida	C9	Interruptor del encendido - señal de arranque	C10
Sin conexión	C11	Sin conexión	C12

*Nota.* La tabla muestra la distribución de terminales del conector C de la ECU SUZUKI Grand Vitara del 1998 manual.

### Conector D

**Tabla 22**

*Distribución de terminales del conector D ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual)*

Descripción de componente	Terminal del	Descripción de componente	Terminal del
	módulo de control		módulo de control
Inyector 1	D1	Inyector 2	D2
Válvula de control de aire de ralentí	D3	Válvula de control de aire de ralentí	D4
Bobina de encendido 2	D5	Bobina de encendido 1	D6

Descripción de componente	Terminal del módulo de control	Descripción de componente	Terminal del módulo de control
Actuador de la válvula de recirculación de gases de escape	D7	Actuador de la válvula de recirculación de gases de escape	D8
Sensor calentado de oxígeno	D9	Sensor de velocidad del vehículo	D10
Sensor de posición del árbol de levas	D11	Inyector 4	D12
Inyector 3	D13	Válvula de control de aire de ralentí	D14
Válvula de control de aire de ralentí	D15	Bobina de encendido 4	D16
Bobina de encendido 3	D17	Actuador de la válvula de recirculación de gases de escape	D18
Actuador de la válvula de recirculación de gases de escape	D19	Válvula de control de emisiones por evaporación	D20
Sin conexión	D21	Sensor de posición del árbol de levas	D22

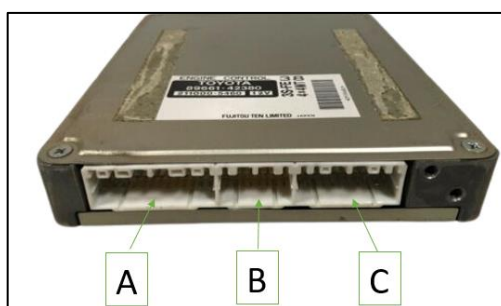
*Nota.* La tabla muestra la distribución de pines del conector D de la ECU Suzuki Grand Vitara (Manual).

### ECU Toyota RAV 4 2.0

La ECU Toyota RAV 4 2.0, consta con un total de 54 terminales, que están divididos en dos secciones los cuales son A, B y C, cada uno de estos terminales tiene una función, ya sea para voltajes de referencia, señal, control de masa, referencial, alimentación de los diferentes sensores y actuadores del motor del vehículo El conector A consta de 12 terminales, el conector B consta de 16 terminales y el conector C consta de 26 terminales.

#### Figura 55

Secciones de los terminales A, B y C ECU Toyota RAV 4 2.0



*Nota.* Vista frontal de la ECM del Toyota RAV 4.

#### Conector A

Tabla 23

Distribución de terminales conector A ECU Toyota RAV 4 2.0

Descripción de componente	Terminal del módulo de control	Descripción de componente	Terminal del módulo de control
Válvula de aire auxiliar – aire acondicionado	A1	Interruptor del encendido - señal de arranque	A2
Sin conexión	A3	Sensor de régimen del motor	A4
Sensor de régimen del motor	A5	Sin conexión	A6



Descripción de componente	Terminal del	Descripción de componente	Terminal del
	módulo de control		módulo de control
Sin conexión	A7	Sin conexión	A8
Válvula de control de aire de ralentí	A9	Válvula de control de aire de ralentí	A10
Sensor calentado de oxígeno	A11	Inyectores 1 y 3	A12
Tierra	A13	Sin conexión	A14
Solenoides de control del regulador de presión de combustible	A15	Sin conexión	A16
Sensor de régimen del motor	A17	Sensor de posición del árbol de levas	A18
Sin conexión	A19	Sin conexión	A20
Sin conexión	A21	Amplificador del encendido	A22
Electroválvula de recirculación de gases de escape	A23	Conector de transmisión de datos	A24
Inyectores 2 y 4	A25	Masa	A26

*Nota.* La tabla muestra la distribución de terminales del conector A de la ECU Toyota RAV 4 D de 1998.

### **Conector B**

**Tabla 24**

*Distribución de terminales conector B ECU Toyota RAV 4 2.0*

Descripción de componente	Terminal del		Descripción de componente	Terminal del	
	módulo de control			módulo de control	
Sin conexión	B1		Sensor de presión absoluta del colector	B2	
Sensor de temperatura del aire de admisión	B3		Sensor de temperatura del refrigerante del motor	B4	
Sensor de detonación	B5		Sensor calentado de oxígeno	B6	
Conector de transmisión de datos	B7		Conector de transmisión de datos	B8	
Sensor de posición de la mariposa	B9		Sensor de posición de la mariposa	B10	
Sensor de posición de la mariposa	B11		Interruptor de mariposa cerrada	B12	
Sin conexión	B13		Sin conexión	B14	
Conector de transmisión de datos	B15		Sin conexión	B16	

*Nota.* La tabla muestra la distribución de terminales del conector A de la ECU Toyota RAV 4 D de 1998.

### Conector C

**Tabla 25**

*Distribución de terminales conector C ECU Toyota RAV 4 2.0*

Descripción de componente	Terminal del	Descripción de componente	Terminal del
	módulo de control		módulo de control
Sin conexión	C1	Batería	C2
Sin conexión	C3	Relé de la bomba de combustible	C4
Sensor de posición del árbol de levas	C5	Módulo de control del aire acondicionado	C6
Relé de control del motor	C7	Testigo de averías	C8
Sin conexión	C9	Módulo de control del aire acondicionado	C10
Sensor de velocidad del vehículo	C11	Sensor de carga eléctrica	C12

*Nota.* La tabla muestra la distribución de terminales del conector A de la ECU Toyota RAV 4 D de 1998.

### **Protocolo de pruebas de ECU japonesa**

Para realizar un diagnóstico de la parte física y la parte funcional de una ECU es importante realizar un banqueo de la misma, esto consiste en simular las condiciones de funcionamiento como si estuviera en el vehículo la unidad de control y realizar una serie de pruebas.

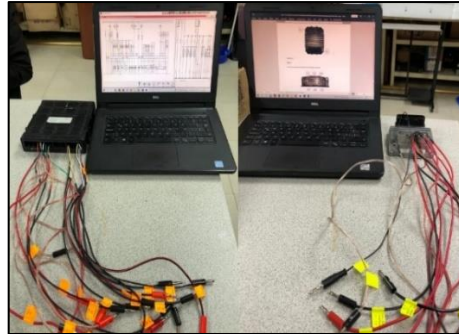
El banqueo de las ECUs se enfoca únicamente en las unidades de control electrónico y para ello se debe tener presente algunas consideraciones importantes para evitar inconvenientes con estos dispositivos electrónicos.

Las ECUs de procedencia japonesa que se utilizaron para realizar las pruebas pertinentes es la Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual) e Isuzu Luv D-Max 2.4 L, ambas unidades de control no contaban con

inmovilizador lo cual es un factor importante antes de realizar el banqueo. Otro de los puntos a tener en cuenta es la obtención de los diagramas eléctricos y la distribución de pines, esto para identificar como trabaja y como se comunica cada ECU con los sensores y actuadores.

### Figura 56

*Identificación de pines de las ECUs de procedencia japonesa*

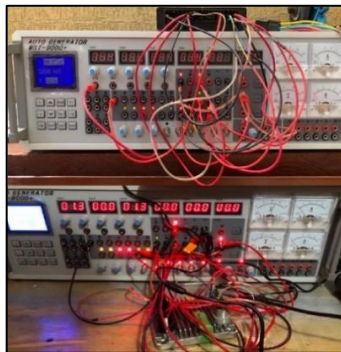


*Nota.* En la figura se muestra las unidades de control electrónico japonesas y las conexiones de sus pines con los cables que van al probador de ECUs.

El probador de ECUs MST 9000+ utilizado para realizar el banqueo, es un dispositivo que cuenta con múltiples opciones que permiten una correcta comunicación con las ECUs, por lo tanto, es fundamental conocer la función que cumple cada conector del probador para acoplar de una manera adecuada cada ECU y prevenir daños.

### Figura 57

*Banqueo de ECUs japonesas*

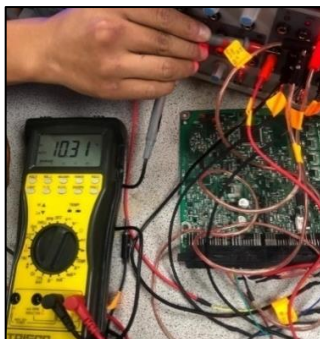


*Nota.* En la figura se muestra el banqueo de las ECUs de procedencia japonesa.

Para visualizar tanto voltaje de señal, referencia y masa que son importantes para el funcionamiento de los sensores, además, de voltajes de alimentación y masa para la ECU, se utilizó un multímetro automotriz el cual registró estos valores y se determinó si existe alguna falla.

### Figura 58

Registro de datos de sensores con multímetro automotriz



*Nota.* En la figura se muestra el uso del multímetro para visualizar voltajes que recibe y envía las ECUs.


### Señales de entrada




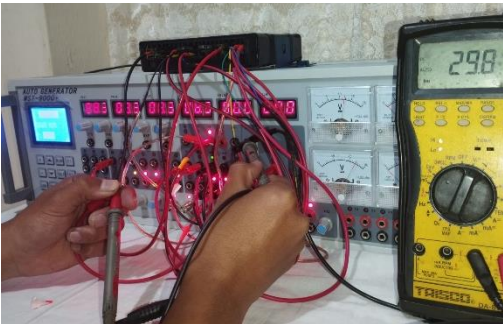

El voltaje de señal es aquel que recibe la ECU para determinar una condición de funcionamiento de los sensores. Por otro lado, los voltajes de referencia y masa son los que la ECU emite a los sensores. Al realizar el banco de las ECUs estos voltajes se han visualizado con la ayuda de un multímetro automotriz y se han registrado mediante tablas.



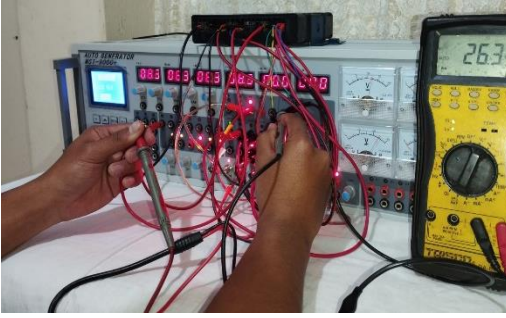
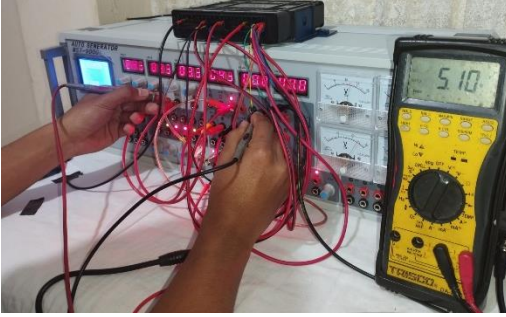
### *Señales Entrada ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)*





**Tabla 26**

*Mediciones obtenidas con multímetro de sensores ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)*

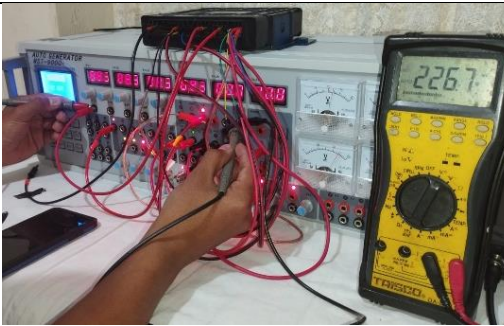


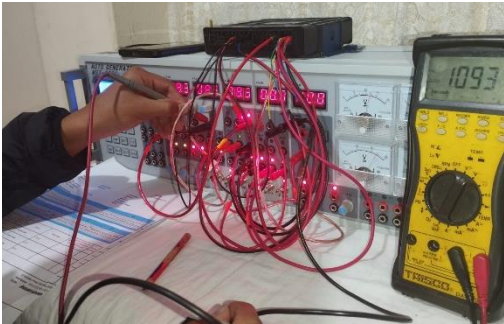
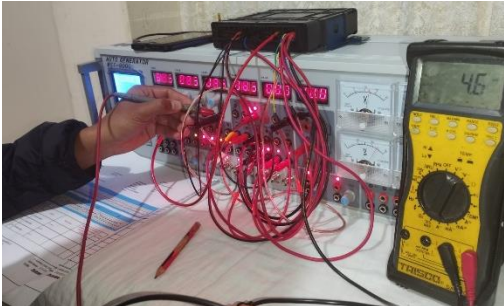
Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Imagen multímetro
1	Alimentación ECU	12.02 V	A1	


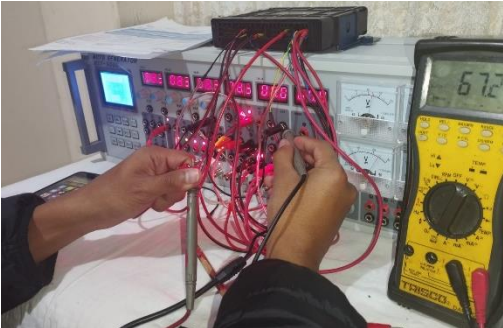

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Imagen multímetro
2	Sensor ECT (Referencia)	4.80V	B4 Desconectado	
3	Sensor ECT (Señal)	Vmáx: 5.08V Vmín: 225.6 mV	B4 Conectado	 
4	Sensor ECT (Voltaje de masa)	29.8mV	B13	
5	Sensor TPS (Referencia)	5.13 V	B5 Desconectado	

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Imagen multímetro
6	Sensor TPS (Señal)	Vmáx: 5.10 V	B2	
		Vmín: 5.2 mV	Conectado	
7	Sensor TPS (Voltaje de masa)	26.3mV	B11	
8	Sensor MAF (Señal)	Vmáx: 5.10 V	B1	
		Vmín: 4.5 mV	Conectado	

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Imagen multímetro
				
9	Sensor MAF (Voltaje de masa)	84.6mV	B9	
10	Sensor IAT (Referencia)	4.71V	C6 Desconectado	
11	Sensor IAT (Señal)	Vmáx: 5.09V Vmín: 226.7mV	C6 Conectado	



Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Imagen multímetro
12	Sensor IAT (Voltaje de masa)	28.1mV	B14	
13	Sensor VSS (Referencia)	4.87V	D10 Desconectado	
14	Sensor O2 (Señal)	Vmáx: 1.093V Vmín: 4.6mV	B3	  





Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Imagen multímetro
15	Sensor O2 (Alimentación)	12.73V	D9	
16	Sensor O2 (Voltaje de masa)	67.2mV	B12	
17	Sensor O2 (Voltaje de masa del cable apantallado)	147mV	B10	






*Nota.* Registro de los voltajes obtenidos de las señales de entrada a la ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual), visualizados con un multímetro automotriz.




#### **Señales entrada ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L**

**Tabla 27**



*Mediciones obtenidas con multímetro de sensores ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L*

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
1	Alimentación ECU	12.01V	J2-2 J2-18	
2	Sensor MAP (Señal)	V <sub>máx</sub> : 5.07V V <sub>mín</sub> : 0.19V	J1-24	 
3	Sensor MAP (Voltaje de masa)	14.4mV	J1-16	
4	Sensor MAP (Referencia)	5.05V	J1-31	

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
5	Sensor ECT (Señal)	1.136V	J1-11 Conectado	
6	Sensor ECT (Voltaje de masa)	13.4mV	J1-32	
7	Sensor TPS (Señal)	Vmáx: 5.07V Vmín: 4.5mV	J1-7	 
8	Sensor TPS (Referencia)	5.06V	J1-15	

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
9	Sensor TPS (Voltaje de masa)	14.5mV	J1-32	
10	Sensor IAT (Señal)	Vmáx	J1-23	
		Vmín	Conectado	
		0.4V		
11	Sensor IAT (Referencia)	5.05V	J1-23 Desconectado	
12	Sensor IAT (Voltaje de masa)	13.54mV	J1-32	

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
13	Sensor CMP (Referencia)	5.05V	J1-25	
14	Sensor CMP (Voltaje de masa)	14.5mV	J1-10	
15	Sensor VSS (Señal)	V <sub>máx</sub> : 5.15V V <sub>mín</sub> : 143.9mV	J2-23 Conectado	
16	Sensor VSS (Referencia)	11.04V	J2-23 Desconectado	

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
17	Sensor O2 (Masa)	0.06V	J1-12 Desconectado	
18	Sensor O2 (Señal)	0.547V	J1-27	

*Nota.* Registro de los voltajes obtenidos de las señales de entrada a la Isuzu Luv D-Max 2.4 L, visualizados con un multímetro automotriz.


#### Señales de salida y activación de actuadores.

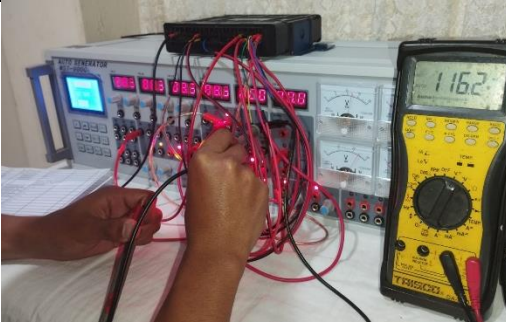



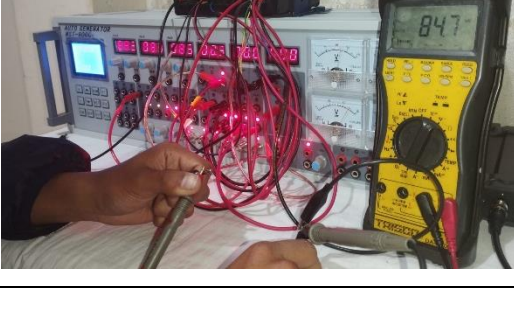
Los actuadores requieren de un voltaje de alimentación para su activación al igual del voltaje de control de masa que es indispensable para su funcionamiento, estos voltajes salen desde la ECU y son recibidos por los actuadores como es la bomba de combustible, motores DC, válvulas, entre otros.

#### Señales de salida ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)


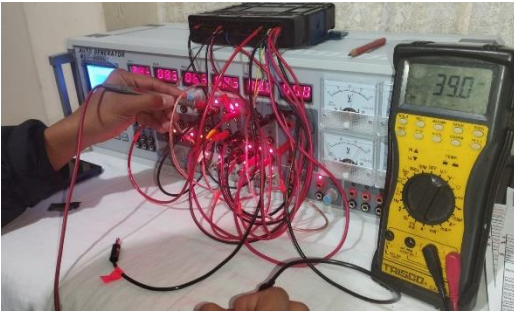
**Tabla 28**

*Mediciones obtenidas con multímetro de actuadores ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)*

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Imagen Multímetro
1	Alimentación Inyectores	12.02V	Iny 1 - D2 Iny 2 - D1 Iny 3 - D13 Iny 4 - D12	

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Imagen Multímetro
2	Válvula EGR (Control de masa)	116.2mV	D19	
3	Válvula EGR (Control de masa)	124.2mV	D7	
4	Válvula EGR (Control de masa)	33.8mV	D8	
5	Válvula EGR (Control de masa)	Vmáx: 78.1mV Vmín: 19.5mV	D18	
6	Válvula IAC (Control de masa)	84.7mV	D4	




Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Imagen Multímetro
7	Válvula IAC (Control de masa)	81.7mV	D14	
8	Bomba de combustible (Control de masa)	39mV	A13	






*Nota.* Registro de los voltajes de las señales de salida de la ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual), visualizados con un multímetro automotriz.


#### ***Señales de salida ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L***

**Tabla 29**

*Mediciones obtenidas con multímetro de actuadores ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L*

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
1	Alimentación ECU	12.01V	J2-2 J2-18	

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
2	Válvula IAC "A" (Voltaje bajo)	0.65V	J1-30	
3	Válvula IAC "A" (Voltaje alto)	10.77V	J1-28	
4	Válvula IAC "B" (Voltaje bajo)	0.68V	J1-13	
5	Válvula IAC "B" (Voltaje alto)	10.79	J1-29	
6	Bomba de combustible (Control de masa)	0.603V	J2-26	

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
7	Bomba de combustible (Alimentación)	11.17V	BAT	

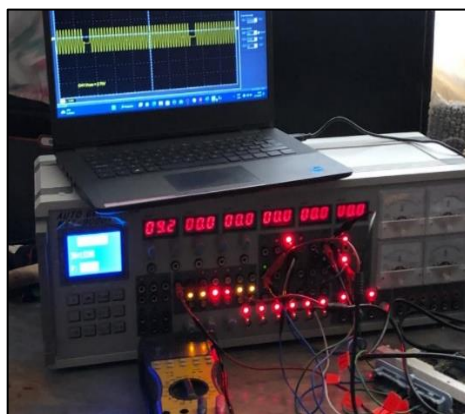
*Nota.* Registro de los voltajes de las señales de salida de la ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L, visualizados con un multímetro automotriz.

### Pruebas de la ECU japonesa

Con la identificación de pines, diagramas y banco de las unidades de control electrónico japonesas utilizadas anteriormente, se ocupa el osciloscopio que permite visualizar de mejor manera las señales y las variaciones de voltaje que generan los sensores y actuadores.

### Figura 59

*Visualización de señales con osciloscopio*



*Nota.* En la figura se muestra el uso del osciloscopio para visualizar una onda senoidal.

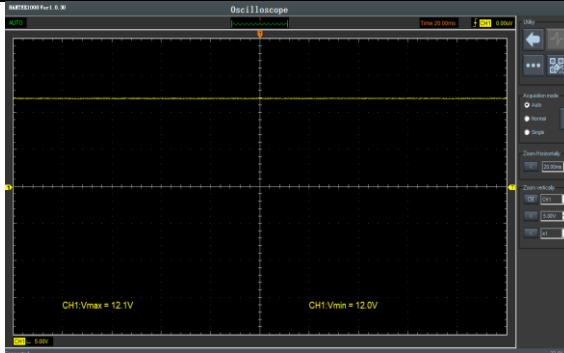
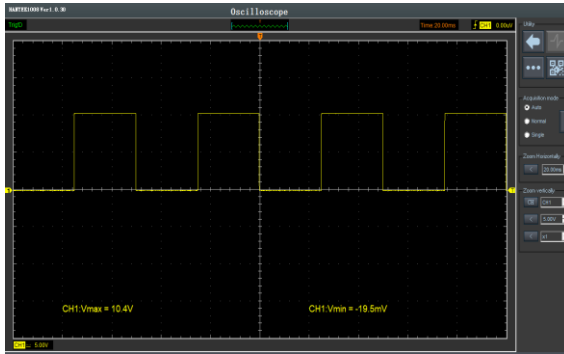
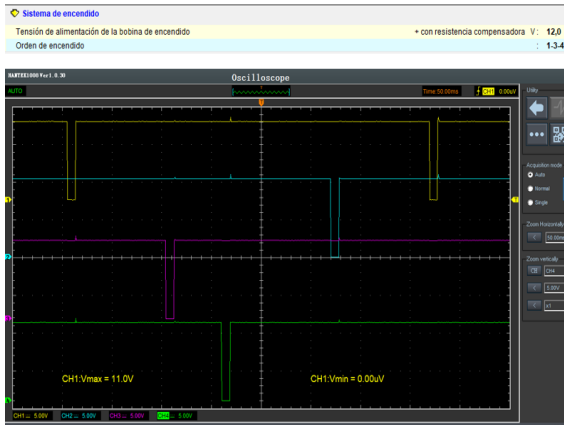
Por ejemplo, las señales que emiten los sensores CKP, CMP, la activación de inyectores y bobinas es imposible determinar con el multímetro, por lo tanto, el osciloscopio es una herramienta que facilita la medición de las variaciones de tensión en función del tiempo.

## Pruebas con osciloscopio de baja tensión


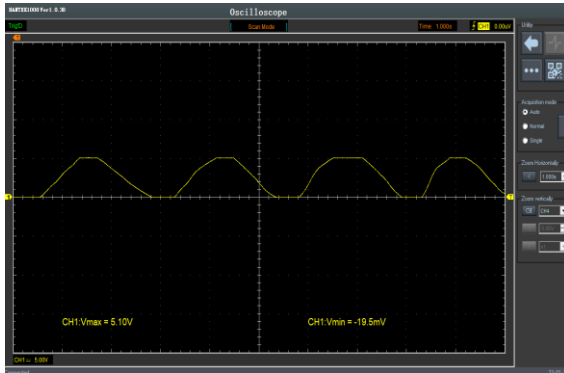
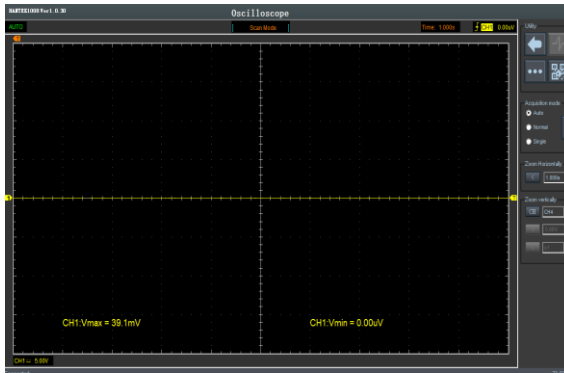
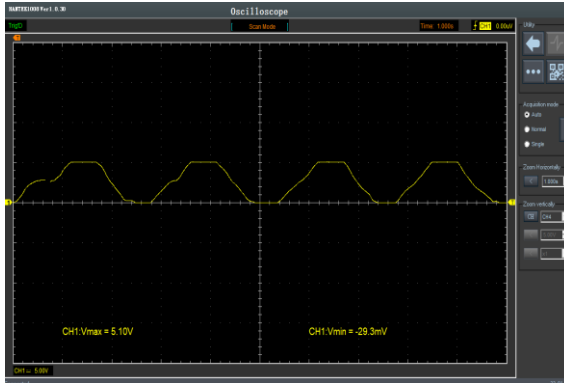
### Pruebas de osciloscopio ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual)

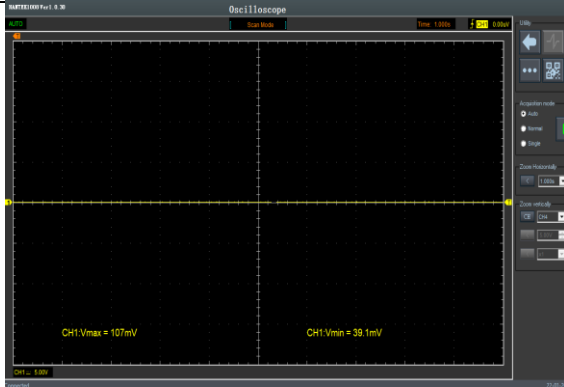
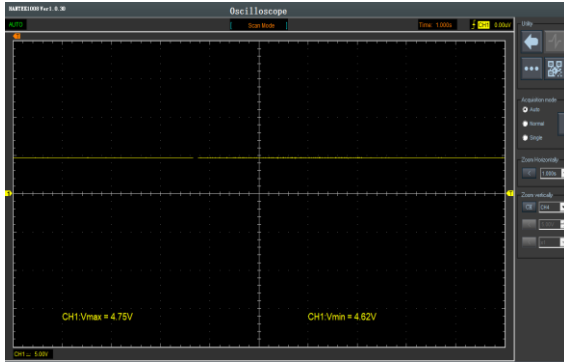
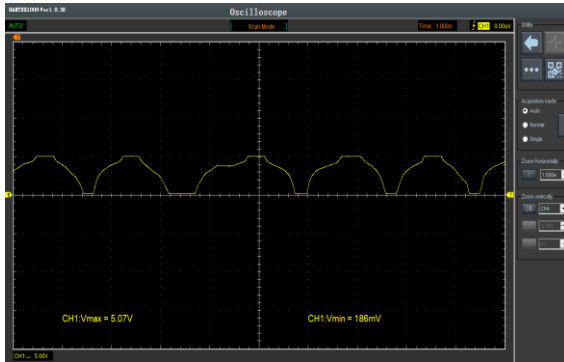
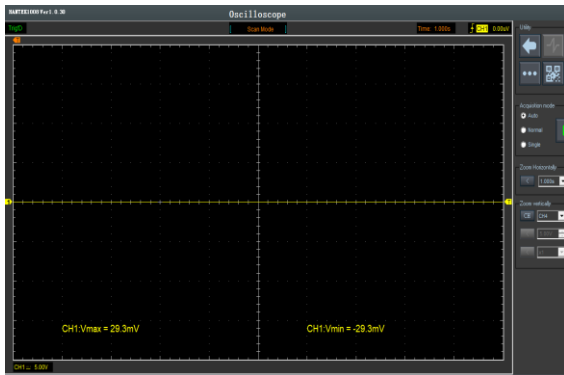
Tabla 30


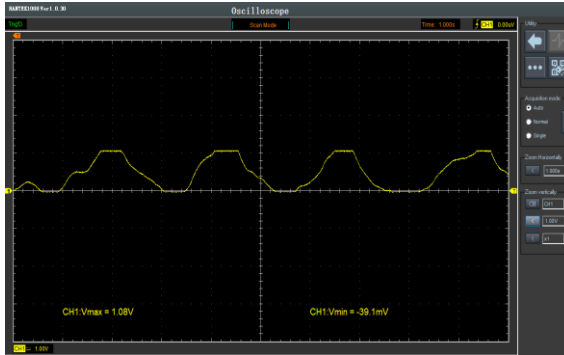
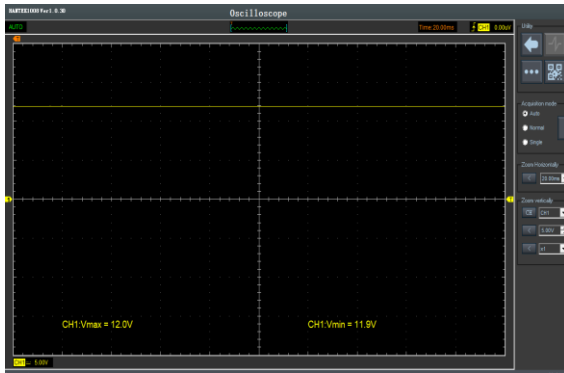
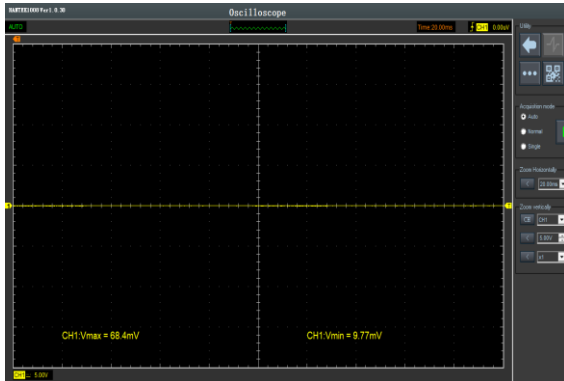
Mediciones de entrada y salida de la ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual) con osciloscopio

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
1	Alimentación ECU	V <sub>máx</sub> : 12.1V V <sub>mín</sub> : 12V	A1	
2	Sensor CMP (señal cuadrada)	V <sub>máx</sub> : 5.09V V <sub>mín</sub> : 19.5mV	D11	
3	Inyectores	V <sub>máx</sub> : 11V V <sub>mín</sub> : 0V	Iny 1 - D2 Iny 2 - D1 Iny 3 - D13 Iny 4 - D12 Secuencial	

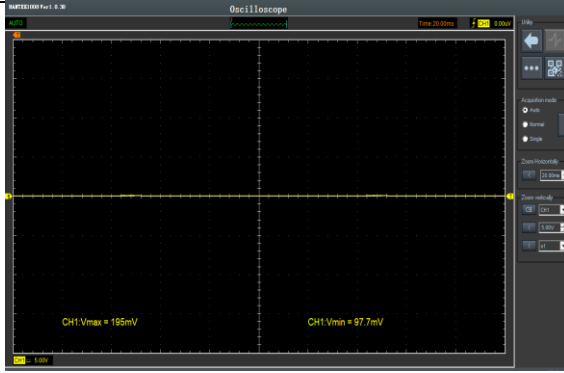
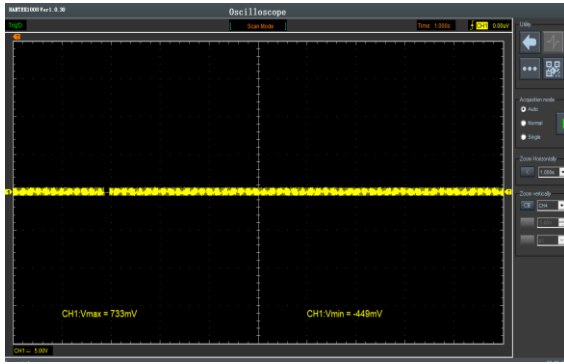
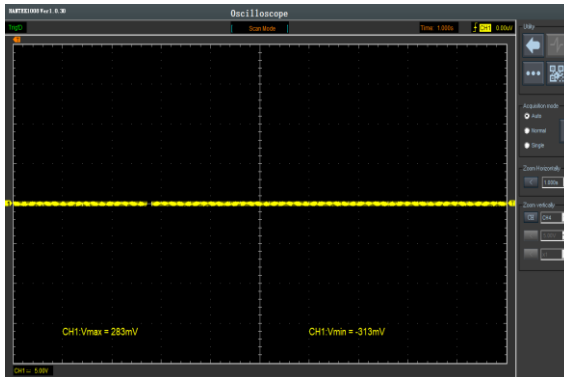
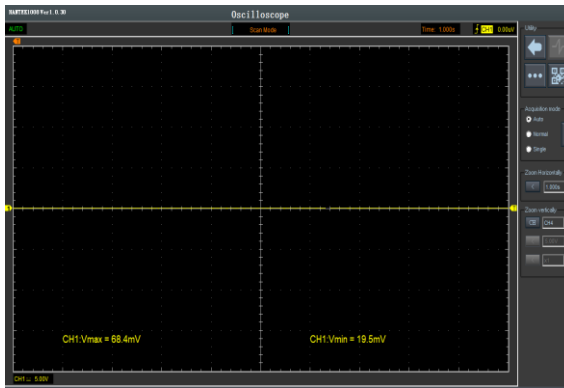
Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
4	Bobinas	Vmáx: 11.5V Vmín: 130.1mV	Bob 1 - D6 Bob 2 - D5 Bob 3 - D17 Bob 4 - D16	
5	Sensor ECT (Referencia)	Vmáx: 4.88V Vmín: 4.61V	B4 Desconectado	
6	Sensor ECT (Señal)	Vmáx: 5.09V Vmín: 205mV	B4 Conectado	
7	Sensor ECT (Voltaje de masa)	Vmáx: 39.1mV Vmín: 0V	B13	

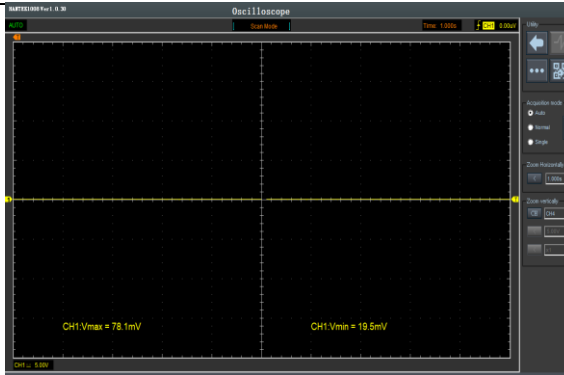
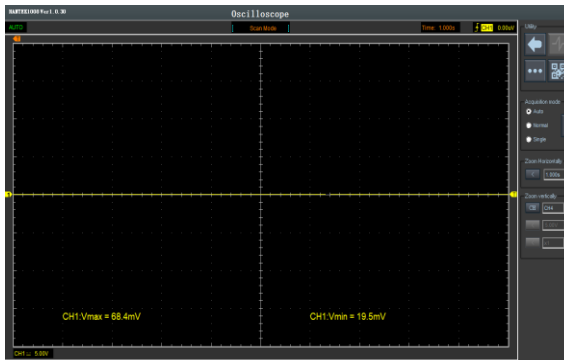
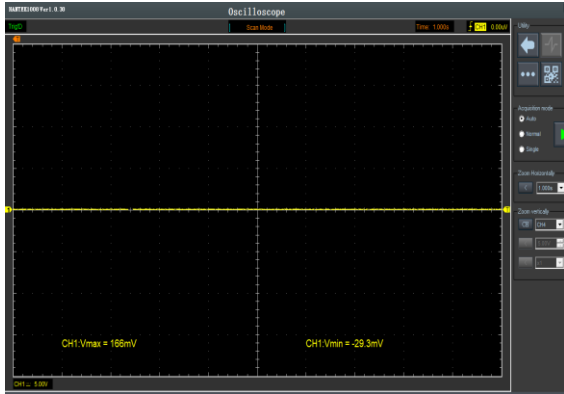
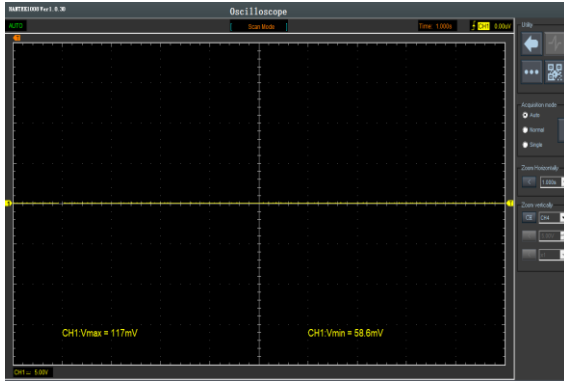
Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
8	Sensor TPS (Referencia)	Vmáx: 5.06V Vmín: 5.01V	B5	
9	Sensor TPS (Señal)	Vmáx: 5.1V Vmín: -19.5mV	B2	
10	Sensor TPS (Voltaje de masa)	Vmáx: 39.1mV Vmín: 0V	B11	
11	Sensor MAF (Señal)	Vmáx: 5.1V Vmín: -29.3mV	B1	

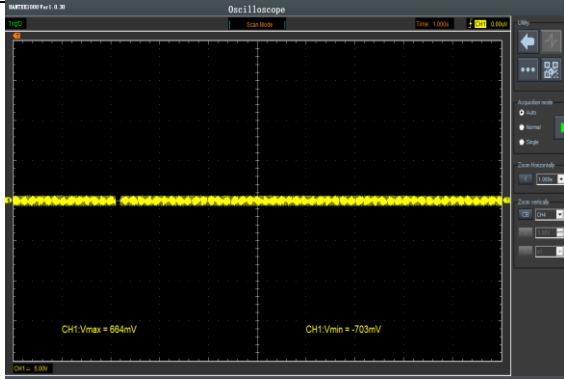
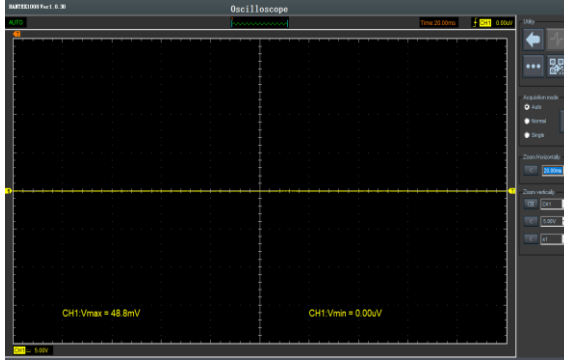
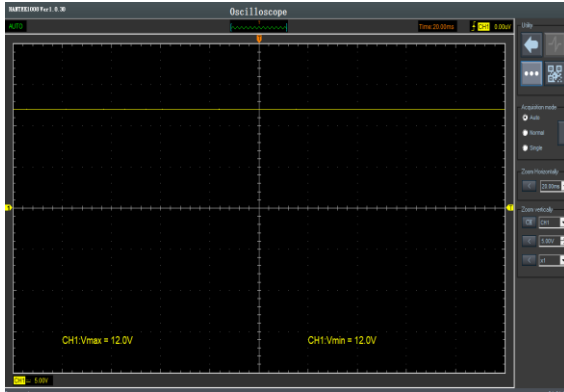
Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
12	Sensor MAF (Voltaje de masa)	Vmáx: 107mV Vmín: 39.1mV	B9	
13	Sensor IAT (Referencia)	Vmáx: 4.75V Vmín: 4.62V	C6 Desconectado	
14	Sensor IAT (Señal)	Vmáx: 5.07V Vmín: 186mV	C6 Conectado	
15	Sensor IAT (Voltaje de masa)	Vmáx: 29.3mV Vmín: -29.3mV	B14	

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
16	Sensor VSS (Referencia)	Vmáx: 4.76V Vmín: 4.56V	D10 Desconectado	
17	Sensor O2 (Señal)	Vmáx: 1.08V Vmín: -39.1mV	B3	
18	Sensor O2 (Alimentación)	Vmáx: 12.0V Vmín: 11.9V	D9	
19	Sensor O2 (Voltaje de masa)	Vmáx: 68.4mV Vmín: 9.77mV	B12	



Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
20	Sensor O2 (Voltaje de masa del cable apantallado)	Vmáx: 195mV Vmín: 97.7mV	B10	
21	Válvula EGR (Control de masa)	Vmáx: 733mV Vmín: -449mV	D19	
22	Válvula EGR (Control de masa)	Vmáx: 283mV Vmín: -313mV	D7	
23	Válvula EGR (Control de masa)	Vmáx: 68.4mV Vmín: 19.5mV	D8	

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
24	Válvula EGR (Control de masa)	Vmáx: 78.1mV Vmín: 19.5mV	D18	
25	Válvula IAC (Control de masa)	420mV	D3	
26	Válvula IAC (Control de masa)	Vmáx: 166mV Vmín: -29.3mV	D4	
27	Válvula IAC (Control de masa)	Vmáx: 117mV Vmín: 58.6mV	D14	


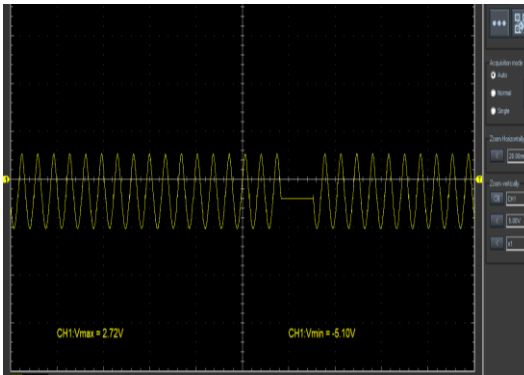
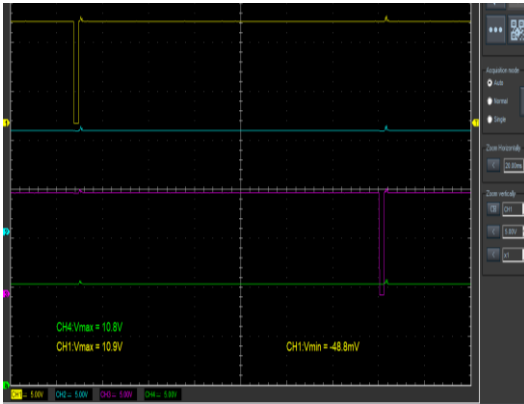
Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
28	Válvula IAC (Control de masa)	Vmáx: 664mV Vmín: -703mV	D15	
29	Bomba de combustible (Control de masa)	Vmáx: 52.4mV Vmín: 33.6V	A13	
30	Bomba de combustible (Alimentación)	Vmáx: 12V Vmín: 12V	BAT	

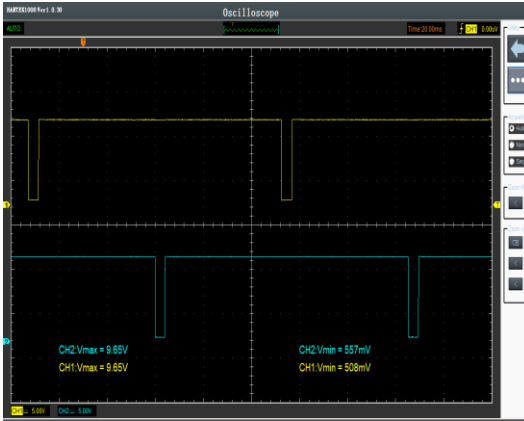

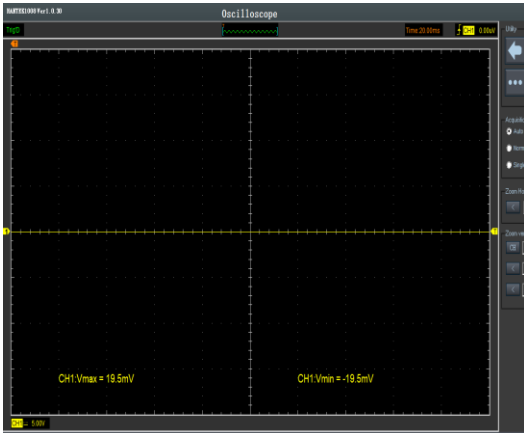
*Nota.* Registro de oscilogramas provenientes de las señales de entrada y salida de la ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual).

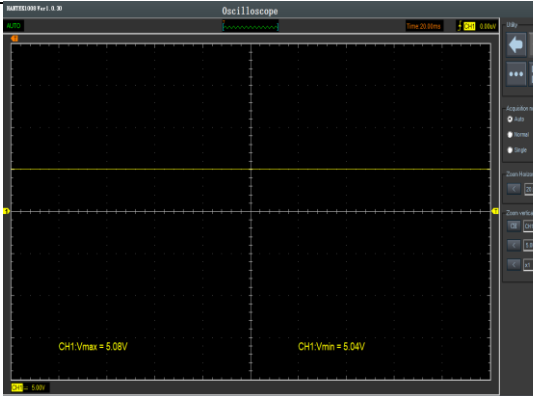
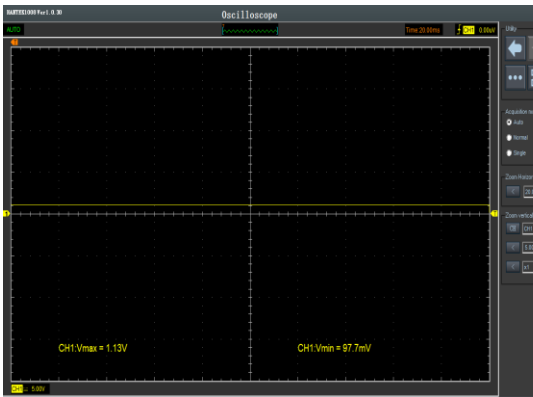
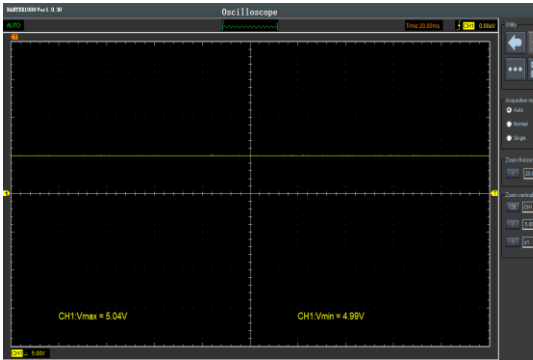
### ***Pruebas de osciloscopio ECU Luv D-Max 2.4 L***

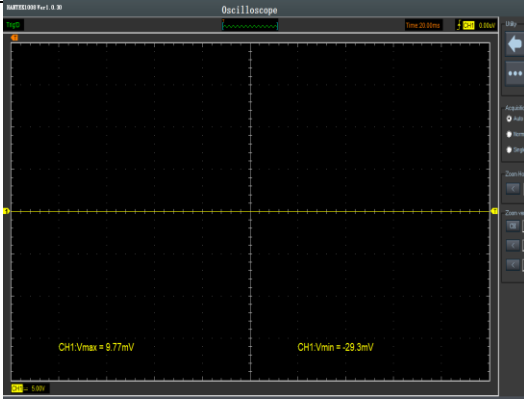
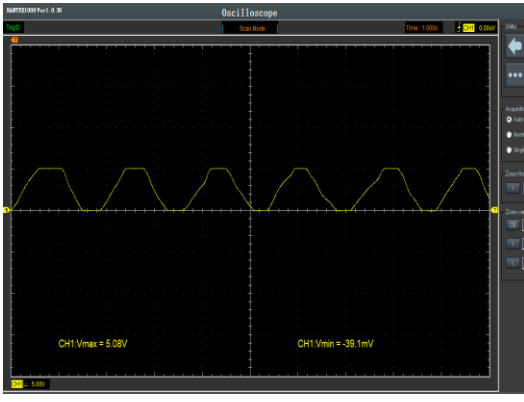
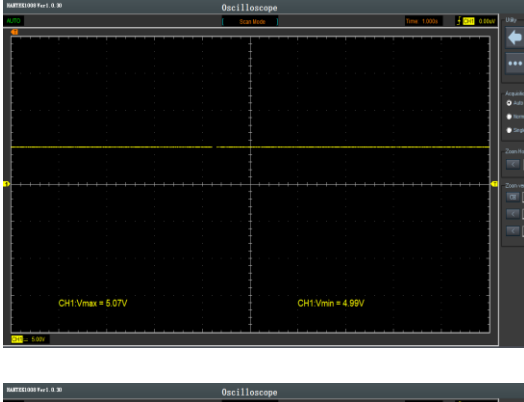
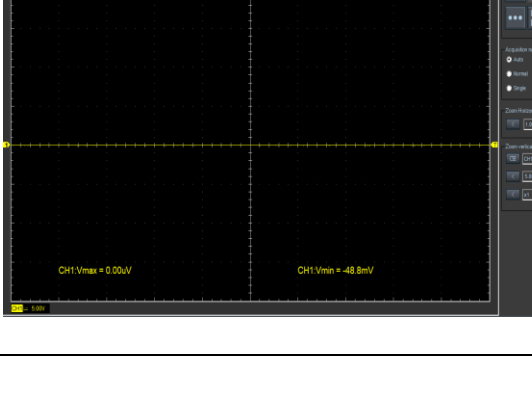
**Tabla 31**

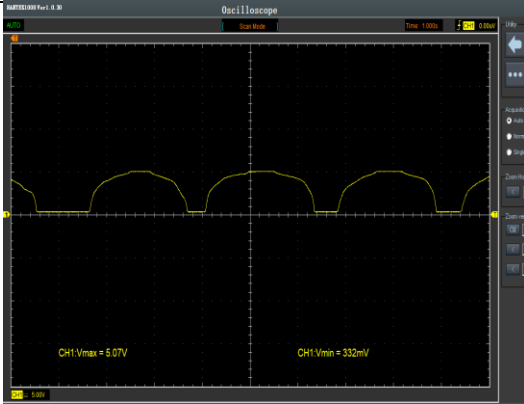

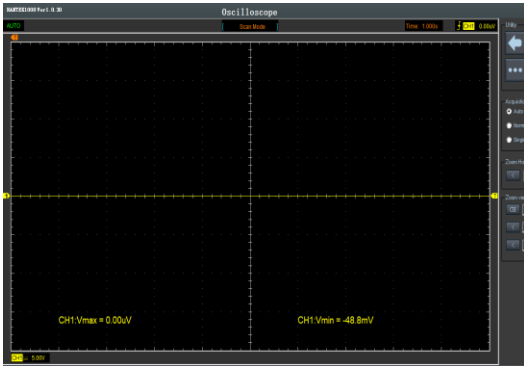
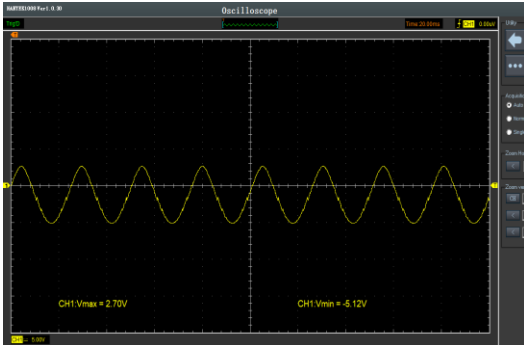
*Mediciones de entrada y salida de la ECU Luv D-Max 2.4 L con osciloscopio*

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
1	Alimentación ECU	Vmáx: 12.0V Vmín: 12.0V	J2-2 J2-18	
2	Sensor CKP	Vmáx: 2.72V Vmín: -5.10V	J1-6	
3	Inyectores	Vmáx iny 1: 10.9V Vmáx iny 3: 10.8V Vmín iny 1: -48.8mV Vmín iny 3: -48.6mV	Iny 1 - J1-9 Iny 2 - J1-22 Iny 3 - J1-8 Iny 4 - J1-26	

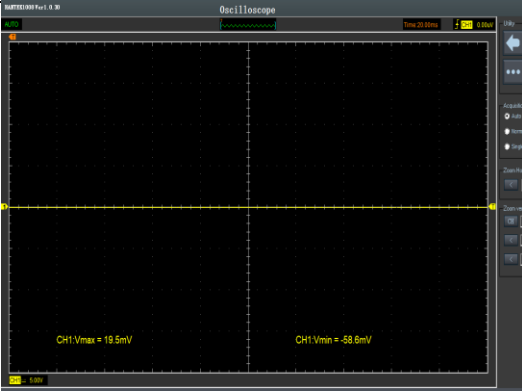
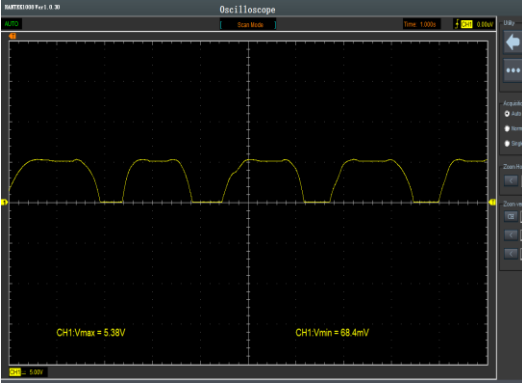
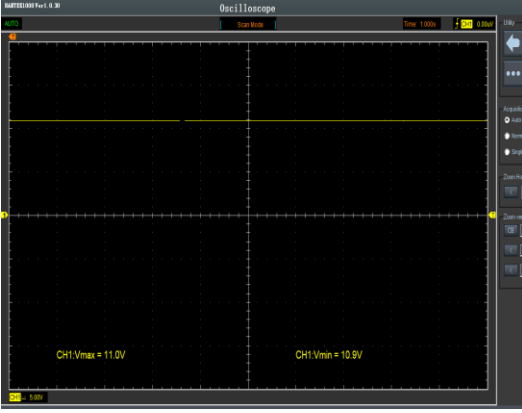
Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
4	Bobinas	Vmáx iny 1:	Bob 1 - J1-18 Bob 2 - J1-19	
		9.65V		
		Vmáx iny 3:		
		9.65V		
		Vmín iny 1:		
5	Sensor MAP (Señal)	508mV	J1-24	
		Vmín iny 3:		
		557mV		
		Vmáx:		
		5.06V		
6	Sensor MAP (Voltaje de masa)	Vmín:	J1-16	
		-58,6mV		
		Vmáx:		
		19.5mV		
		Vmín:		
-19.5mV				

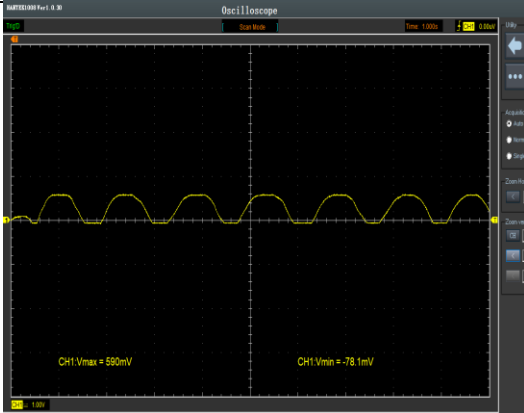
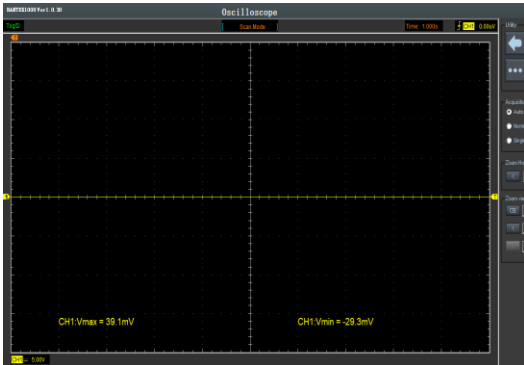
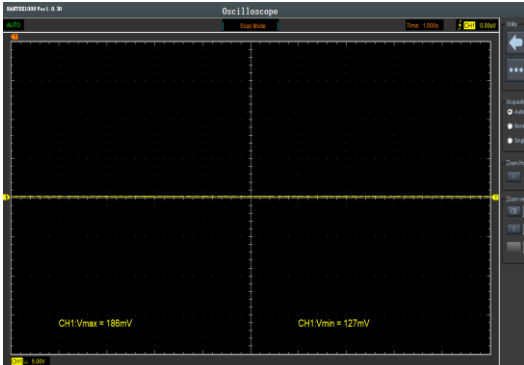
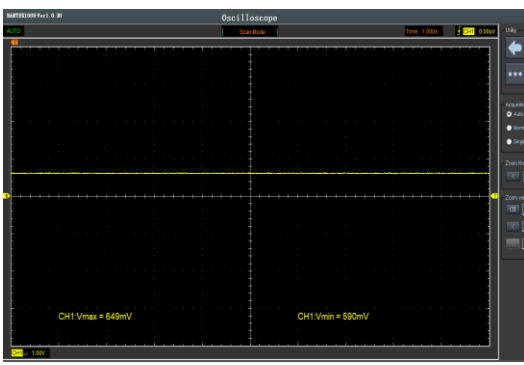
Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
7	Sensor MAP (Referencia)	Vmáx: 5.08V Vmín: 5.04V	J1-31	
8	Sensor ECT (Señal)	Vmáx: 1.13V Vmín: 97.7mV	J1-11 Conectado	
9	Sensor ECT (Referencia)	Vmáx: 5.04V Vmín: 4.99V	J1-11 Desconectado	

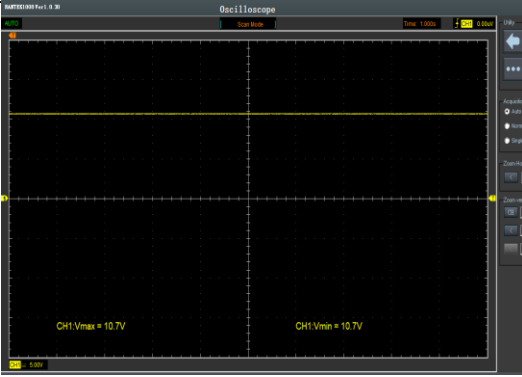
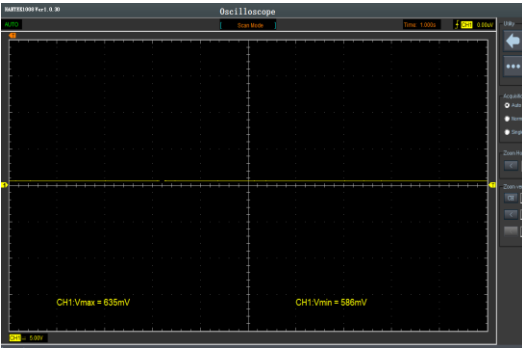

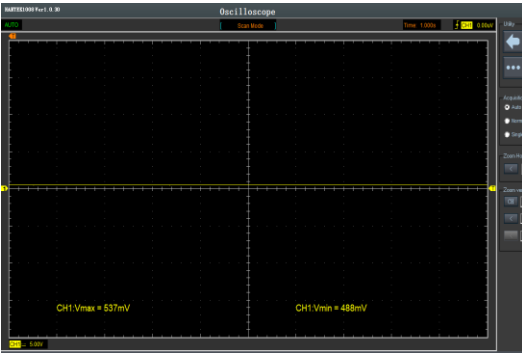
Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
10	Sensor ECT (Voltaje de masa)	Vmáx: 9.77mV Vmín: -29.3mV	J1-32	
11	Sensor TPS (Señal)	Vmáx: 5.1V Vmín: -29.3mV	J1-7	
12	Sensor TPS (Referencia)	Vmáx: 5.07V Vmín: 4.99V	J1-15	
13	Sensor TPS (Voltaje de masa)	Vmáx: 0uV Vmín: -28.8mV	J1-32	

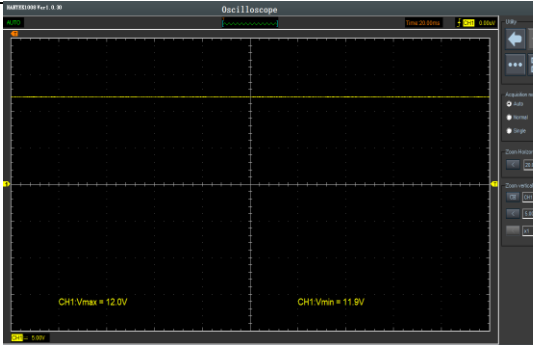
Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
14	Sensor IAT (Señal)	Vmáx: 5.07V Vmín: 332mV	J1-23 Conectado	
15	Sensor IAT (Referencia)	Vmáx: 5.04V Vmín: 4.97V	J1-23 Desconectado	
16	Sensor IAT (Voltaje de masa)	Vmáx: 0uV Vmín: -48.8mV	J1-32	
17	Sensor CMP (Señal)	Vmáx: 2.70V Vmín: -5.12V	J1-25	



Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
18	Sensor CMP (Voltaje de masa)	Vmáx: 19.5mV Vmín: -58.6mV	J1-10	
19	Sensor VSS (Señal)	Vmáx: 5.38V Vmín: 68.4mV	J2-23 Conectado	
20	Sensor VSS (Referencia)	Vmáx: 11V Vmín: 10.9V	J2-23 Desconectado	

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
21	Sensor O2 (Señal)	Vmáx: 590mV Vmín: -78.1mV	J1-27 Conectado	
22	Sensor de oxígeno O2 (Referencia)	Vmáx: 39.1mV Vmín: -29.3mV	J1-27 Desconectado	
23	Sensor O2 (Voltaje de masa)	Vmáx: 186mV Vmín: 127mV	J1-12	
24	Válvula IAC "A" (Voltaje bajo)	Vmáx: 649mV Vmín: 590mV	J1-30	

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
25	Válvula IAC "A" (Voltaje alto)	Vmáx: 10.7V Vmín: 10.7V	J1-28	
26	Válvula IAC "B" (Voltaje bajo)	Vmáx: 635mV Vmín: 586mV	J1-13	
27	Válvula IAC "B" (Voltaje alto)	Vmáx: 10.8V Vmín: 10.7V	J1-29	
28	Bomba de combustible (Control de masa)	Vmáx: 537mV Vmín: 488mV	J2-26	

Orden	Nombre	Voltajes	Terminal	Oscilograma
29	Bomba de combustible (Alimentación)	Vmáx: 12.0V Vmín: 11.9V	BAT	

*Nota.* Registro de oscilogramas provenientes de las señales de entrada y salida de la ECU Luv D-Max 2.4 L.

### Reporte de estado de los circuitos de ECU

#### *Alimentación y sensores ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)*

**Tabla 32**

*Voltajes característicos y voltajes medidos de sensores ECU Suzuki Grand Vitara 2.0*

Componente	Voltajes característicos	Voltajes obtenidos	Estado
Alimentación ECU	12 V	12.1 V	✓
	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 4.80 V	✓
Sensor CTS	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 225.7 mV a 5.08 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 29.8 mV	✓
	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 5.13 V	✓
Sensor TPS	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 5.2 mV a 5.10 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 26.3 mV	✓
	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 5.05 V	✓
Sensor MAF	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 4.5 mV a 5.10 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 84.6 mV	✓

Componente	Voltajes característicos	Voltajes obtenidos	Estado
			✓
	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 4.71 V	✓
Sensor IAT	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 226.7 mV a 5.09 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 28.1 mV	✓
Sensor VSS	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 4.87 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 26.8 mV	✓
	Voltaje de alimentación: 12 V	Voltaje de alimentación: 12.73 V	✓
Sensor O2	Voltaje de señal: 0.2 a 1 V	Voltaje de señal: 4.6 mV a 1.093 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 67.2 mV	✓

*Nota.* Comparación de voltajes de señal, referencia y masa de los sensores de la ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual).

#### **Alimentación y sensores ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L**

**Tabla 33**

*Voltajes característicos y con voltajes medidos de sensores ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L*

Componente	Voltajes característicos	Voltajes obtenidos	Estado
Alimentación ECU	12 V	12.01 V	✓
	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 5.05 V	✓
Sensor MAP	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 0.19 a 5.07 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 14.4 mV	✓
Sensor ECT	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 5.08 V	✓

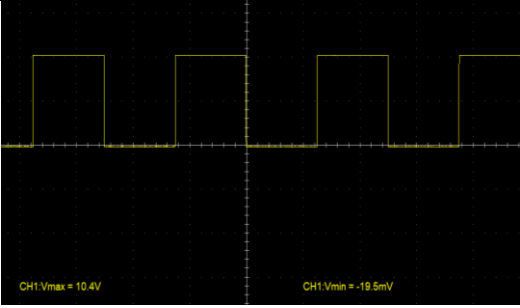
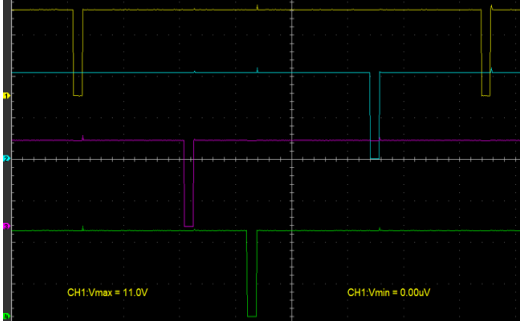
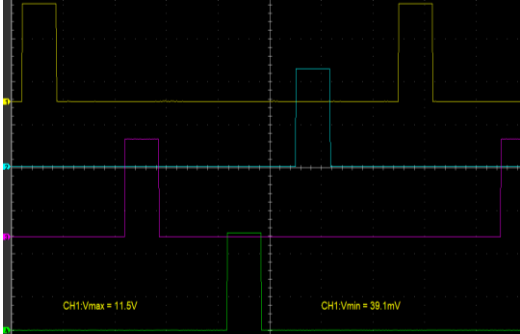
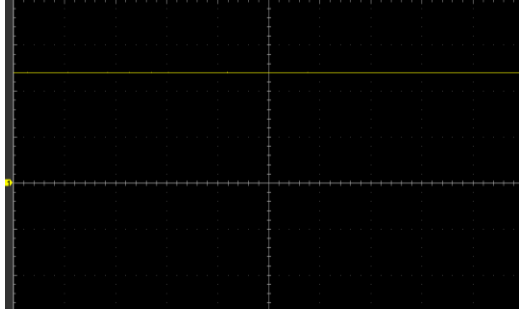
Componente	Voltajes característicos	Voltajes obtenidos	Estado
	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 1.136 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 13.4 mV	✓
	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 5.06 V	✓
Sensor TPS	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 4.5 mV a 5.07 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 14.5 mV	✓
	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 5.05 V	✓
Sensor IAT	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 0.4 V a 5.07 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 13.5 mV	✓
	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 5.05 V	✓
Sensor CMP	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 14.5 mV	✓
	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 11.04 V	✓
Sensor VSS	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 143.9 mV a 5.15V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 146 mV	✓

*Nota.* Comparación de voltajes de señal, referencia y masa de sensores de la ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L.

### **Actuadores y sensor CMP ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)**

**Tabla 34**

*Gráficas obtenidas de actuadores ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual)*

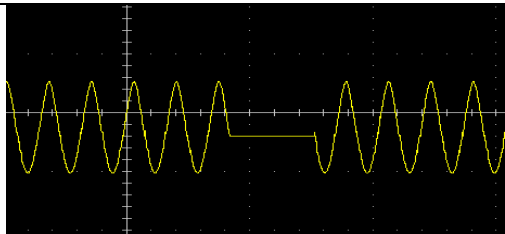
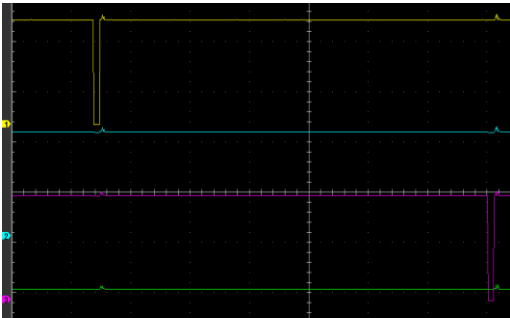
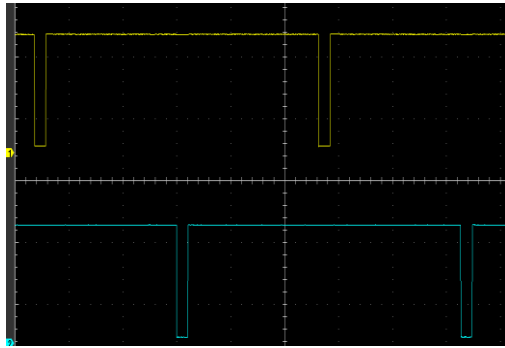
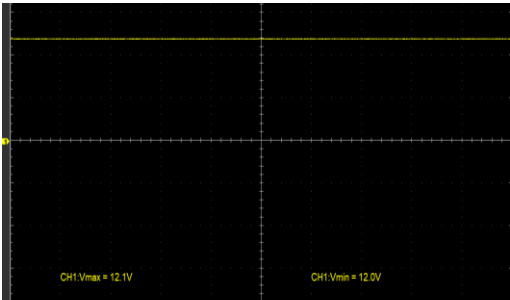
Componente	Gráfica obtenida	Estado	Observación
Sensor CMP (Señal cuadrada)		✓	Ninguna
Inyectores		✓	Ninguna
Bobinas (DIS COP)		✓	Ninguna
Bomba de combustible (Alimentación)		✓	Ninguna

*Nota.* Comparación de voltajes de señal, referencia y masa de los sensores de la ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual).

### Actuadores y sensor CKP ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L

Tabla 35

Gráficas de actuadores obtenidas ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L

Componente	Gráfica obtenida	Estado	Observación
Sensor CKP Inductivo		✓	Ninguna
Inyectores		X	Sin activación: Inyector 2 – Pin J1-22 Inyector 4 – Pin J1-26
Bobinas (DIS Chispa perdida)		✓	Ninguna
Bomba de combustible (Alimentación)		✓	Ninguna

Nota. Comparación de voltajes de señal, referencia y masa de los sensores de la ECU Luv D-Max 2.4 L.


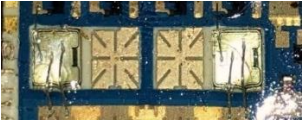


### Reporte de componentes de reparación y reemplazo.

Al realizar el reporte de estado de las ECUs de procedencia japonesa utilizadas para las pruebas se determinó que existe un problema en la activación de dos inyectores de una de las unidades de control, esta falla afectaría considerablemente en el funcionamiento del motor, por lo que es indispensable determinar los componentes que estén ocasionando este inconveniente en la ECU Luv D-Max 2.4 L.

**Tabla 36**

*Componentes con fallas de la ECU Luv D-Max 2.4 L*

Nombre del Componente	Imagen	Observación
Microcontrolador		El microcontrolador se encuentra en el bloque de procesamiento, el cual no está enviando el pulso necesario que debe llegar a la base del transistor de los inyectores 2 y 4.
Drivers de inyección		Los drivers de los inyectores que no se activan no reciben el pulso en su base, por lo tanto, el circuito no se cierra.

*Nota.* Descripción de los componentes con fallas que impiden la activación de los inyectores 2 y 4.

### Informe de estado y reparación.

Una vez realizado el banqueo de las ECUs y aplicado los equipos de diagnóstico necesarios para determinar si existe alguna falla en el funcionamiento de las unidades de control. Por parte de la ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 (Manual), al seleccionar la onda correspondiente para la señal del sensor CMP, se energizó el probador de ECUs y se verificó que, si contaba con alimentación la ECU, de igual manera se

presenció la activación de inyectores y bobinas de encendido, posteriormente con la ayuda del multímetro y osciloscopio, se comprobó que todos los voltajes y graficas de señales características de los sensores y actuadores se encontraban presentes. Entonces esto muestra que todos los circuitos y bloques que constituye la ECU se encuentra totalmente funcional y cuentan con la comunicación necesaria para su correcto funcionamiento.

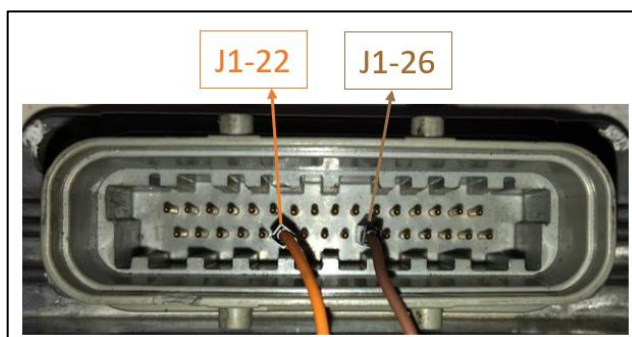
En el caso de la ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L al seleccionar la onda con la que trabaja el sensor CKP, se corrió el probador y visualmente no existía la activación de los indicadores luminosos correspondientes a los inyectores número 2 y 4, por lo tanto, en el osciloscopio de igual manera no se reflejaba la curva característica de la activación de estos dos inyectores.

La ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L cuenta con un tipo de inyección secuencial (activa un inyector a la vez) por lo tanto cuenta con cuatro drivers uno para cada inyector.

Es crucial identificar los pines de los dos inyectores con fallas para ir verificando mediante las pistas de la placa madre de la ECU continuidades entre componentes que formen parte de los inyectores. Para el caso del inyector número 2 el pin que le corresponde es el J1-22, mientras que para el inyector numero 4 el pin que le pertenece es el J1-26, como se muestra en la siguiente figura.

### Figura 60

*Identificación de pines de los inyectores 2 y 4*

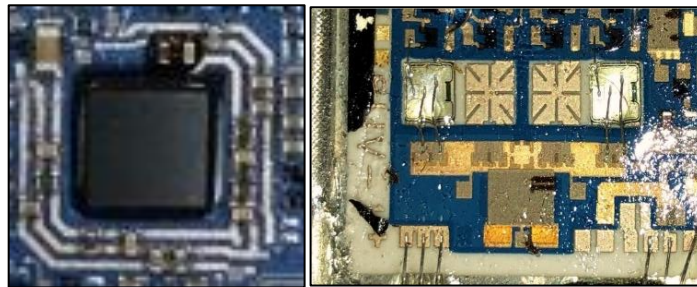


*Nota.* En la figura se muestra los pines que le corresponde para los inyectores con fallas: 2 y 4.

Una vez identificados los pines necesarios se verifica que exista continuidad entre los terminales de entrada y salida de los componentes que se encuentran en las pistas de la placa hasta llegar al pin de aterramiento (drivers de inyección), por lo que se requiere de un multímetro automotriz. Por lo que se llegó a determinar que existe un problema en el microcontrolador ya que no envía el pulso necesario a los drivers (transistores) que controlan la salida de los inyectores 2 y 4.

### **Figura 61**

*Drivers del circuito de salida de la ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L*



*Nota.* En la figura se muestra los drivers de los inyectores 1, 2, 3, y 4, teniendo una falla en uno de los drivers.

### **Protocolo de reparación**

#### ***Diagnóstico de la ECU***

Partiendo de un diagnóstico visual, se determina si existe algún componente quemado, algún pin se encuentra desoldado o alguna parte de la placa madre está rota. Si la inspección visual no detecta alguna falla, es necesario realizar pruebas en los componentes eléctricos siguiendo las pistas para detectar anomalías como, por ejemplo, soldaduras flojas, pistas quemadas o rotas, etc.

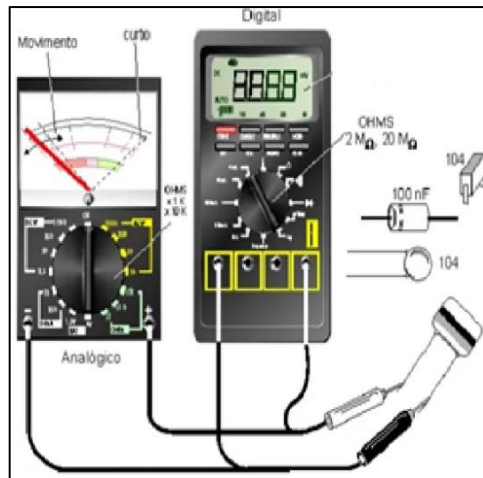
#### ***Prueba de circuito fuente***

Es importante determinar si existe la alimentación que la ECU necesita para trabajar de forma correcta, con la ayuda de un multímetro se verifica exista 12 voltios en la entrada en el circuito fuente, de ser así, se comprueba que el regulador de tensión reduzca los 12 voltios a 5 voltios que es el voltaje con que el que trabajan los demás bloques o circuitos.

Dentro del circuito fuente se encuentran componentes eléctricos característicos que son delicados, como, por ejemplo, los capacitores que pueden llegar a estar en cortocircuito y para la verificación de funcionamiento es necesario desconectarlos del circuito, como se observa a continuación.

**Figura 62**

*Comprobación de funcionamiento de un capacitor*



*Nota.* En la figura se muestra la verificación de resistencia que presenta un capacitor medido con un multímetro (Bittencourt, 2023).

### ***Pruebas bloque de periferia***

Aunque muchas fallas de la ECU ocurren en el circuito de procesamiento, el circuito de entrada o periferia también es uno de las principales causantes de fallas. Los problemas de la ECU pueden ser causados por condensadores en cortocircuito, resistencias en mal estado, transistores expuestos o en cortocircuito e incluso cableado oxidado o dañado.

Las pruebas necesarias para los componentes que se encuentran dentro de esta zona, es la verificación de continuidades siguiendo las pistas hasta detectar algún defecto.

**Figura 63**

*Verificación de continuidad en ECUs*



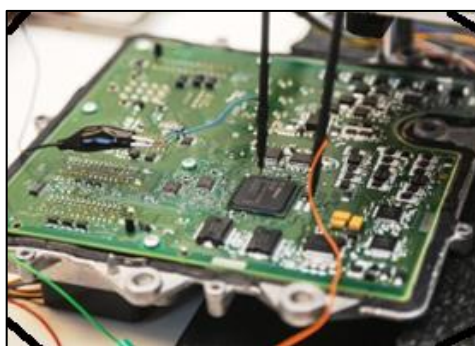
*Nota.* En la figura se indica el uso de multímetro para determinar continuidad en una ECU (Ecus Reparaciones, 2020).

***Soldaduras flojas***

Para determinar si existen soldaduras flojas lo primero que se debe realizar es una inspección visual, ya que muchas de las veces este tipo de problemas se pueden observar fácilmente, de no ser así, es necesario un multímetro para determinar continuidades o probar la firmeza de los pines con algún elemento puntiagudo.

**Figura 64**

*Comprobación de firmeza de pines*



*Nota.* En la figura se indica la comprobación de firmeza que tienen los pines de una memoria presente en una ECU (AutoAvance, 2019).

## Capítulo V

### Marco administrativo

#### Recursos

##### *Recursos humanos*

Las personas que intervendrán como recurso humano en el presente proyecto de investigación es el siguiente:

**Tabla 37**

##### *Recursos humanos*

Orden	Descripción	Cantidad	Función
1	Manuel Eduardo Villacis Arcos	1	Investigador
2	Carlos Arturo Rea Calle	1	Investigador
3	Ing. Washington Germán Erazo Laverde	1	Colaborador Científico

##### *Recursos tecnológicos*

Para llegar a realizar correctamente la ejecución del proyecto de investigación, fueron necesario contar con equipos tecnológicos que son los siguientes:

**Tabla 38**

##### *Recursos tecnológicos*

Orden	Detalle	Cantidades	Costo total
1	Software Alldata	1	\$ 50
2	Software Autodata	1	\$ 17.50
3	Software Carmin	1	\$ 3.75
4	Software Mitchell Pro Demand	1	\$45
5	Horas de internet	300	\$ 150

Orden	Detalle	Cantidades	Costo total
6	Computadora personal	2	\$ 100
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 366.25</b>

### ***Recursos materiales***

Para el desarrollo del proyecto de investigación se establece los materiales utilizados a lo largo del progreso del mismo, donde se detallan los siguientes:

**Tabla 39**

### ***Recursos materiales***

Orden	Detalle	Cantidades	Costo total
1	Probador de ECUs MST-9000+	1	\$ 197.50
2	Estación de soldadura BAKU-702L	1	\$ 15
3	Soporte para placas	1	\$ 3.75
3	ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L	1	\$ 200
4	ECU Suzuki Gran Vitara 2.0 (Manual)	1	-
5	Osciloscopio Hantek 100C (rentado)	1	\$ 15
6	Multímetro TRISCO DA-830 (rentado)	1	\$ 10
7	Materiales electrónicos	-	\$ 20
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 461.25</b>

*Nota.* Recursos materiales utilizados en el desarrollo del proyecto de investigación.

**Recursos de apoyo**

Aquí se detallará, cursos, clases y talleres, los cuales sirven en beneficio para la culminación del proyecto de investigación:

**Tabla 40***Recursos de apoyo*

<b>Orden</b>	<b>Detalle</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Costo total</b>
<b>1</b>	Curso reparación de ECUs desde cero	1	\$ 40
	<b>TOTAL</b>		<b>\$ 40</b>

**Análisis de costos del proyecto de investigación**

El costo neto del proyecto de investigación titulado: “ANÁLISIS DE CONSTITUCIÓN Y PROCESOS DE REPARACIÓN DE ECUS AUTOMOTRICES DE PROCEDENCIA JAPONESA” cuenta con la suma total de los recursos utilizados.

**Tabla 41***Análisis de costos*

<b>Descripción</b>	<b>Costo total</b>
Recursos tecnológicos	\$ 366.25
Recursos materiales	\$ 461.25
Recursos de apoyo	\$ 40
Movilización	\$ 30
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 897.5</b>



***Análisis costo – beneficio***

Tomando en cuenta la suma de cada uno de los gastos realizados en el desarrollo del proyecto de investigación titulado “ANÁLISIS DE CONSTITUCIÓN Y PROCESOS DE REPARACIÓN DE ECUS AUTOMOTRICES DE PROCEDENCIA JAPONESA” de tal manera que se cumplan con los objetivos establecidos, se concluye que, los beneficios obtenidos permitirán solventar dudas e interrogantes y de tal manera fortalecer los conocimientos sobre diagnóstico y reparación de unidades de control electrónico presentes en los vehículos japoneses dentro del mercado ecuatoriano.

## Capítulo VI

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

Al concluir con el proyecto de investigación referente a el análisis y reparación de ECUs de procedencia japonesa, se logró identificar los bloques y subsistemas en que se encuentra dividido cada computadora de los vehículos estudiados.

Se verificó que, el probador MST 9000+ proporciona la alimentación de 12 V a las Ecus, las cuales mediante el regulador de tensión (5 V) envían las señales de referencia a los sensores mediante los pines correspondientes, lo que se confirmó visualizando este voltaje en el multímetro y osciloscopio.

Se definió la información técnica de las ECUs de procedencia japonesa, como son los diagramas eléctricos los cuales permiten guiar y comprender el funcionamiento de relés, interruptores, sensores y actuadores que forman parte del vehículo. De la misma manera la distribución de pines que es información relevante para realizar el correcto banco de las unidades de control electrónico.

Se definió el proceso de diagnóstico de una ECU para determinar la causa de las fallas que este ocasionando el mal funcionamiento de la unidad de control electrónica, en donde se ven involucrados muchos factores, como es soldaduras flojas, componentes eléctricos en mal estado, pistas quemadas o rotas, entre otros.

Mediante el uso del osciloscopio, se observó las variaciones en el voltaje de señal de los sensores modificando la perilla que corresponde a cada tipo de sensor que dispone el probador de Ecus.

Se concluyó que la reparación depende profundamente del diagnóstico al que se haga llegado para reemplazar el componente averiado y posteriormente realizar nuevas pruebas de funcionamiento.

Concluido el proyecto de investigación y cumpliendo los objetivos plateados al comienzo, se determinó que el uso de un probador de Ecus facilita el diagnóstico de las unidades de control electrónico de procedencia japonesa, como sucedió con la Ecu Isuzu Luv D-Max 2.4 L donde se presenció que no se

activaban dos de los cuatro inyectores, por lo que requiere de una reparación para su correcto funcionamiento.

### **Recomendaciones**

Para identificar con facilidad cada uno de los subsistemas que se encuentra dividido la ECU, es importante guiarse en componentes característicos de cada uno de estos bloques, como, por ejemplo, en la alimentación se encuentra alojado los reguladores de tensión, en la periferia los convertidores A/D, en el bloque de procesamiento los microcontroladores y en el bloque de salida los drivers.

Para realizar un correcto banqueo de las ECUs y evitar daños en las mismas, se debe seguir la distribución de pines acorde al modelo del vehículo, ya que, cada fabricante cuenta con una distribución diferente y también es importante asociarse con los diagramas eléctricos para aclarar y solventar dudas.

Seleccionar correctamente la onda para las señales de los sensores CKP y CMP sean estos inductivos o de efecto hall, dependiendo de la señal con la que trabaja la Ecu, la cual es fundamental para enviar los pulsos de activación a los actuadores.

Se debe tener precaución, de que los cables que no se están conectando en el momento del banqueo entren en contacto para evitar problemas y daños en las unidades de control.

El diagnóstico de las ECUs se lo debe realizar con los equipos adecuados para tener resultados positivos en la reparación de las mismas, ya que se trabajan con componentes eléctricos susceptibles a daños por malas manipulaciones o por mal manejo de los equipos.

## Bibliografía

Alcalde, P. (2010). *Electrónica general: equipos electrónicos de consumo*. Editorial Gráficas Rogar.

ALLDATA. (2021). *ALLDATA.com*. Obtenido de

<https://message.alldata.com/acton/fs/blocks/showLandingPage/a/4007/p/p-01ec/t/page/fm/2>

Alvarez, I. (2021). *La verdad noticias*. Obtenido de <https://laverdadnoticias.com/economia/Marcas-de-autos-japoneses-en-Mexico-20210819-0106.html>

Aranda, D. (2013). *Electrónica del automóvil*. Fox Andina en coedición con Dálaga S.A.

Auto Avance. (2013). *Tipos de Memorias y Programación de Computadoras Automotrices Ecus*. Obtenido de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/167-procesamiento-de-datos-controladores-y-memorias-computadoras-automotrices/>

AutoAvance. (2019). *Reparar la Ecu – Señales de Ecu defectuosa*. Obtenido de

<https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/como-reparar-la-ecu/>

Autofenix, M. (2015). Obtenido de [https://www.autofenix.com.ec/sobre-nuestras-](https://www.autofenix.com.ec/sobre-nuestras-marcas/mazda/#:~:text=En%20Ecuador%2C%20Mazda%20llega%20al,fue%20ensamblada%20por%20Corporaci%C3%B3n%20Maresa.)

[marcas/mazda/#:~:text=En%20Ecuador%2C%20Mazda%20llega%20al,fue%20ensamblada%20por%20Corporaci%C3%B3n%20Maresa.](https://www.autofenix.com.ec/sobre-nuestras-marcas/mazda/#:~:text=En%20Ecuador%2C%20Mazda%20llega%20al,fue%20ensamblada%20por%20Corporaci%C3%B3n%20Maresa.)

Bittencourt, C. (2023). *Manual técnico de reparación de módulos de inyección electrónica*. Obtenido de

<https://es.scribd.com/document/360416775/Manual-reparacion-ECUs-pdf#>

Bosch. (2018). *Sistemas de Inyección Electrónica*. Obtenido de

<https://erp.iestbellavista.edu.pe/upload/avt202104050622428phpdcjnly6.pdf>

Carrión, W., & Ramírez, W. (2019). *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Obtenido de

<http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/11498/1/65T00303.pdf>

Casabaca. (2023). *Repuestos Casabaca*. Obtenido de <https://repuestos.casabaca.com/inicio/3896-computadora-control-motor.html>

Clavón, B., & Lema, N. (2021). *Diseño y construcción de un banco de pruebas genérico para diagnóstico y reparación de módulos de control electrónico automotriz*. Obtenido de Universidad de las Fuerzas Armadas: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/26131/1/T-ESPEL-MAI-0717.pdf>

Components. (2020). *A Brief Overview of IGBT - Insulated Gate Bipolar Transistor*. Obtenido de <https://components101.com/articles/what-is-igbt-working-operation-symbol-and-types>

Copartes. (2023). Obtenido de <https://www.copartes.gt/item-nuevo/31432/computadora-central-mazda-3-speed-23l-turbo-usada-de-2006-al-2007>

Cristhian, V., & Joseph, V. (2014). *Construcción e implementación de un simulador de sensores y actuadores del motor, ABS, aire acondicionado e inmovilizadores, para reparar computadoras automotrices para la escuela de ingeniería automotriz*. Riobamba: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE.

DECU. (2020). *Señal Digital y Análoga ¿Qué es?* Obtenido de <https://www.decu.com.mx/senal-digital-y-analoga-que-es/>

Encendido Electronico. (2015). *Señales Electrónicas del Motor – Parte 3*. Obtenido de <https://www.encendidoelectronico.com/senales-electronicas-motor/senales-electronicas-del-motor-parte-3/>

*Escáner Automotriz Autel MS509*. (2023). Automotrizescaner.com. <https://www.automotrizescaner.com/escaner-automotriz-autel-ms509>

Flota, N. (2022). *¿Qué es un MOSFET y para qué sirve?* Obtenido de <https://www.centrobanamex.com.mx/que-es-un-mosfet-y-para-que-sirve>

Floyd, T. (2006). *Fundamentos de sistemas digitales*. Pearson Educación S.A.

García, V. (2020). *El Amplificador Operacional*. Obtenido de

<https://www.diarioelectronico hoy.com/blog/el-amplificador-operacional>

Grijalva, P. (2012). *Reprogramación de la Memoria EPROM del vehículo Chevrolet Corsa*. Obtenido de

<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/1439/1/09607.pdf>

Guachamin, N. (15 de Mayo de 2016). *UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ*. Obtenido de

<https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5894/1/124740.pdf>

Inventable. (2014). *Como se leen las resistencias SMD*. Obtenido de

[https://www.inventable.eu/2014/07/05/como\\_se\\_leen\\_las\\_resistencias\\_smd/](https://www.inventable.eu/2014/07/05/como_se_leen_las_resistencias_smd/)

Laica, W. (2012). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO*. Obtenido de

<https://docplayer.es/74387589-Escuela-superior-politecnica-de-chimborazo-facultad-de-mecanica-escuela-de-ingenieria-automotriz.html>

López, P. (2020). *¿Qué es una resistencia y para qué sirve?* Obtenido de

<https://www.geeknetic.es/Resistencia/que-es-y-para-que-sirve>

Maigua, E., & Guilcatoma, B. (2015). *Diseño y construcción de un módulo de entrenamiento de control electrónico y de la red de comunicación de la transmisión automática*. Obtenido de Universidad de las Fuerza Armada: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10011/1/T-ESPEL-MAI-0520.pdf>

Manualesdetodo. (2021). *Mitchell On Demand 5*. Obtenido de

<https://www.manualesdetodo.net/2021/11/mitchell-on-demand-5-2020-full-descarga-gratis/>

- Manzanares, M. (2010). *Desarrollo de una unidad de control electrónico (ecu) dedicada al gobierno de motores de combustión interna*. Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/11337/PFC1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marcas, 1. (2020). Obtenido de <https://1000marcas.net/isuzu-logo/>
- MS509, E. A. (2023). Obtenido de <https://www.automotrizescaner.com/escaner-automotriz-autel-ms509>
- Ndjountche. (2020). *Electrónica digital 2: Circuitos lógicos secuenciales y aritméticos*. . London: ISTE Editions Limited.
- Organización de Servicio - SEAT, S.A. (1998). *Gestiones Electrónicas. Sensores y Actuadores (C.B. n.º 6)*. Obtenido de <https://docplayer.es/104716300-Servicio-gestiones-electronicas-sensores-y-actuadores-cuadernos-didacticos-basicos.html>
- Reparaciones, E. (2020). *EcusReparaciones.com*. Obtenido de <https://www.ecusreparaciones.com/>
- Roch, E. (2020). *Transistores NPN y Transistores PNP - Transistores. Transistores*. Obtenido de <https://transistores.info/transistores-npn-y-transistores-pnp/>
- Rodríguez, J. (s.f.). *Análisis electrónico de una unidad de control de motor (ECU) FORD-WV TIPO EEC-IV*. Obtenido de <https://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/1079/1662#:~:text=Una%20ECU%20est%C3%A1%20hecho%20b%C3%A1sicamente,un%20chip%20de%20memoria%20Flash>
- Sánchez, J., & Taipe, R. (2018). *Investigación de los parámetros de funcionamiento del sistema de inyección de combustible de los vehículos Hyundai para desarrollar la construcción de un banco de pruebas de verificación de ECUs*[Tesis de ingeniería,Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/14152>

Serravalle, J. (2011). *Bloques de trabajo en una ECU automotriz*. Obtenido de

[http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/327-bloques-de-trabajo-en-una-ecu-automotriz.html?tmpl=component&print=1#:~:text=3\)%20Bloque%20de%20salida%3A%20As%C3%AD,que%20van%20a%20ser%20actuados.](http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/327-bloques-de-trabajo-en-una-ecu-automotriz.html?tmpl=component&print=1#:~:text=3)%20Bloque%20de%20salida%3A%20As%C3%AD,que%20van%20a%20ser%20actuados.)

Tokheim. (2021). *Electrónica digital*. Reverté.

Torres, J. (2017). *Universidad Politécnica Salesiana. Arquitectura de la ECU*. Obtenido de

<https://edoc.pub/arquitectura-ecu-pdf-free.html>

Universidad Internacional de Valencia. (2016). *Diferencias entre señal analógica y digital*. Obtenido de

<https://www.universidadviu.com/ec/actualidad/nuestros-expertos/diferencias-entre-senal-analogica-y-digital>

Veloso, C. (2021). *Componentes eléctricos y electrónicos más Utilizados en Ingeniería. Tutoriales de Electrónica | Matemática Y Física*. Obtenido de

<https://www.electrontools.com/Home/WP/componentes-electricos-y-electronicos-mas-utilizados-en-ingenieria/>

Vera, R. (2014). *Diseño y construcción de un comprobador de ECUS para los sistemas de inyección a gasolina*. Obtenido de Universidad de Azuay. Repositorio Institucional:

<http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/3628>

x-engineer. (19 de Agosto de 2017). *Brake Specific Fuel Consumption (BSFC)*. Recuperado el 06 de Agosto de 2022, de <https://x-engineer.org/brake-specific-fuel-consumption-bsfc/>



