



Diagnóstico avanzado de computadoras automotrices por el método de trazado de imágenes

Columba Suntaxi, Bryan Danny y Columba Suntaxi, Kevin Wladimir

Departamento 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

Latacunga, 30 de julio 2021



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MÉCANICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**Diagnóstico avanzado de computadoras automotrices por el método de trazado de imágenes**” fue realizado por los señores **Columba Suntaxi, Bryan Danny y Columba Suntaxi, Kevin Wladimir** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 30 de julio del 2021

Firma:

Ing. Erazo Laverde, Washington Germán

C. C: 0501432637

Urkund



Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS ESPE IMAGENES COLUMBA KEVIN COLUMBA BRIAN ERAZO GERMAN.pdf (D111155264)
Submitted: 8/11/2021 2:48:00 AM
Submitted By: wgerazo@espe.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

Tesis SANCHEZ TAIPE ERAZO.pdf (D36249710)
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12407/1/T-ESPEL-MAI-0545.pdf>

Instances where selected sources appear:

6



Firmado electrónicamente por:
WASHINGTON
GERMAN ERAZO
LAVERDE



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MÉCANICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Nosotros, **Columba Suntaxi, Bryan Danny y Columba Suntaxi, Kevin Wladimir**, con cédulas de ciudadanía n°1724215346 y n°1724215353, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Diagnóstico avanzado de computadoras automotrices por el método de trazado de imágenes**, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 30 de julio del 2021

Firma:

Columba Suntaxi, Bryan Danny

C.C.:1724215346

Columba Suntaxi, Kevin Wladimir

C.C.:1724215353



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MÉCANICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Nosotros **Columba Suntaxi, Bryan Danny y Columba Suntaxi, Kevin Wladimir**, con cédulas de ciudadanía n°1724215346 y n°1724215353, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Diagnóstico avanzado de computadoras automotrices por el método de trazado de imágenes** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Latacunga, 30 de julio del 2021

Firma:

Columba Suntaxi, Bryan Danny

C.C.:1724215346

Columba Suntaxi, Kevin Wladimir

C.C.:1724215353

Dedicatoria

Este proyecto dedico a mis padres William Columba y Janeth Suintaxi, quienes han sido un pilar fundamental para alcanzar esta anhelada meta con su apoyo moral y económico en donde me supieron inculcar los valores necesarios para ser una persona recta.

A mis hermanos Kevin y Erick que distintamente me ayudaron con su apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi esposa Jenny Estefanía quien siempre se ha mantenido desinteresadamente a mi lado desde el día en que nos conocimos hasta el día de hoy quien me muestra su respeto y cariño.

Este proyecto va por mis compañeros y personas más allegadas, que siempre creyeron en mí.

Bryan Columba

Dedicatoria

El presente trabajo de grado va dedicado a mis padres William Columba y Janeth Suntaxi, ellos han sido el pilar fundamental de mi formación profesional, nunca dejaron de perder la fe en mí, me apoyaron en los momentos malos y buenos. Sus consejos son los más sabios ya que me guiaron por el buen camino.

A mis hermanos y hermana que fueron la fuente de inspiración para culminar la universidad, siempre los llevo en mi corazón porque a más de ser mi familia son mis amigos que confío demasiado.

Por último, dedico a todas las personas que me han apoyado en estos últimos años de la universidad, sus palabras y consejos me han servido de mucho para cumplir con esta meta.

Kevin Columba

Agradecimiento

A Dios por darme salud y vida hasta el día hoy, a mis padres que gracias por su ejemplo de dedicación y perseverancia me ha servido a lo largo de mi vida universitaria, a mi esposa Jenny Estefanía quien gracias a su comprensión y confianza en estos últimos semestres me brinda su me apoyo incondicional y conjuntamente con mi hija Sara Emiliana son los motores para luchar día tras día y lograr nuestros sueños juntos.

A la Universidad De Las Fuerzas Armadas Espe Latacunga por permitirme recibir las materias en sus instalaciones, a los señores ingenieros quienes de una u otra manera mi enseñaron toda la parte académica especialmente al Ing. Germán Erazo por guiarme de manera técnica en el presente trabajo de titulación y a todas las personas que me brindan su apoyo incondicional.

Bryan Columba

Agradecimiento

Agradezco a Dios por bendecirme en esta etapa de mi vida, por darme el don de la sabiduría en todos los años de la universidad y nunca perder la fe en los momentos más difíciles que dudaba de mí.

A mis padres, familiares y amigos que fueron un pilar fundamental para cumplir con esta meta, su apoyo ha sido incondicional ya que gracias a los consejos y ánimos que me compartieron he logrado culminar con mi tesis.

A mi novia por estar a mi lado en estos últimos años, te agradezco por tus ánimos, tus palabras, por creer en mí, gracias por acompañarme en el desarrollo de esta investigación e impulsarme a seguir adelante.

Finalmente quiero agradecer de manera muy especial a mi director de tesis Ing. Germán Erazo, por compartir sus conocimientos en el desarrollo de la tesis y su gran aporte como docente en la universidad.

Kevin Columba

Tabla de contenidos

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Urkund.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Dedicatoria.....	7
Agradecimiento	8
Agradecimiento	9
Tabla de contenidos.....	10
Índice de figuras.....	17
Índice de tablas	22
Índice de ecuaciones	30
Resumen	31
Abstract.....	32
Marco metodológico de la investigación.....	33
Antecedentes	33
Planteamiento del problema	35
Descripción resumida del proyecto.....	36
Justificación e importancia.....	38
Objetivos	39
<i>General</i>	39
<i>Específicos</i>	39
Metas.....	40

Hipótesis	40
Variables de la investigación	41
<i>Variable independiente</i>	41
<i>Variable dependiente</i>	43
Metodología del desarrollo del proyecto.....	43
<i>Método Inductivo</i>	44
<i>Método Deductivo</i>	45
<i>Método de Síntesis</i>	45
<i>Método de Análisis</i>	45
<i>Método Experimental</i>	46
<i>Método Medición</i>	46
<i>Método de Matematización</i>	46
<i>Método de Modelación</i>	46
Marco Teórico.....	51
Figuras de Lissajous	51
<i>Generación de las curvas de Lissajous</i>	52
Ángulo de desfase es 0°	58
Ángulo de desfase a 45°	58
Ángulo de desfase de 90°	59
<i>Corto circuito y circuito abierto.</i>	59
Corto circuito.	59
Circuito abierto.	61
<i>Firmas básicas</i>	62
Resistencia.....	63

Capacitor.....	64
Bobina.....	65
Diodo.....	65
Unidad de control electrónica (ECU).....	66
Función de la ECU automotriz.....	68
Constitución de una computadora automotriz.....	69
Circuitos de la ECU automotriz.....	70
<i>Circuito fuente</i>	71
<i>Circuito de control</i>	72
<i>Circuito de periferia</i>	73
<i>Circuito driver</i>	74
Sensores y actuadores.....	75
<i>Sensores</i>	75
<i>Actuadores</i>	76
Procesamiento de datos.....	76
Señales electrónicas.....	77
<i>Señales de entrada</i>	78
Señales en forma de pulso.....	78
Señales analógicas.....	79
<i>Convertidor AD</i>	80
Señales digitales.....	80
<i>Señales de salida</i>	82
Componentes eléctricos - electrónicos de una ECU automotriz.....	82
<i>Elementos pasivos</i>	82
Resistencia.....	83

Condensador.....	83
Inductor.....	84
Elementos activos.....	85
Memorias de la ECU.....	85
<i>Memoria RAM (Random Access Memory).....</i>	<i>86</i>
<i>Memoria ROM (Read Only Memory).....</i>	<i>86</i>
<i>PROM.....</i>	<i>86</i>
<i>EPROM.....</i>	<i>87</i>
<i>EEPROM.....</i>	<i>87</i>
<i>Memoria FLASH.....</i>	<i>88</i>
<i>Memoria DIL.....</i>	<i>88</i>
<i>Memoria PLCC.....</i>	<i>89</i>
<i>Memoria SOP.....</i>	<i>90</i>
Nomenclatura de las memorias.....	91
Método de diagnóstico por imágenes.....	93
FADOS9F1.....	93
<i>Descripción del FADOS9F1.....</i>	<i>94</i>
<i>Funciones del Equipo.....</i>	<i>96</i>
<i>Especificaciones Técnicas.....</i>	<i>98</i>
Instalación del Software FADOS9F1.....	100
Osciloscopio Hantek 1008C.....	105
Trazador de imágenes.....	106
Instalación software Hantek.....	110
TEU Automotriz.....	117
Obtención de los Patrones de Imágenes.....	119

<i>Circuito Fuente</i>	120
<i>Circuito Periferia</i>	123
<i>Circuito de Control</i>	125
<i>Circuito Driver</i>	127
Distribución de Pines de las Computadoras Analizadas	129
<i>ECU Luv D-MAX 2.4</i>	129
Terminal J1.....	130
Terminal J2.....	132
Circuito de la ECU del Isuzu Dmax 2.4.....	134
<i>ECU Jeep Cherokee</i>	136
Circuito en Live Wire de la ECU del Vehículo Jeep Cherokee	140
<i>ECU Corsa MPFI 1.4 2001</i>	141
Circuito en Live Wire de la ECU del Corsa Win MPFI.....	145
<i>Cummins</i>	146
A. Conector de Sensores.	146
B. Conector OEM.	148
C. Conector de Actuadores.....	150
Circuito de la ECU del Cummins.	153
<i>ECU Chevrolet Spark</i>	154
Circuito de la ECU de Chevrolet Spark.	160
<i>ECU Renault Megane</i>	161
Circuito del Renault Megane.....	165
<i>ECU Luv V6</i>	166
Circuito de la ECU Isuzu Luv V6.....	170

<i>ECU Chrysler Sbec III</i>	171
Circuito de la ECU Chrysler Sbec III.....	176
<i>ECU Chevrolet Gran Vitara</i>	177
Circuito de Chevrolet Grand Vitara.	183
<i>ECU Ford Bronco</i>	184
Circuito de la ECU Bronco.	187
Análisis del diagnóstico de computadoras automotrices por el método de trazado de imágenes	188
Procedimiento para la obtención de imágenes	188
Obtención e interpretación de imágenes patrón de las computadoras en buen estado de funcionamiento.	189
<i>ECU Renault Megane</i>	189
<i>ECU Luv V6</i>	207
<i>ECU Chevrolet Spark</i>	233
Obtención de imágenes de las computadoras diagnosticadas	249
<i>ECU Chrysler Sbec II</i>	249
<i>ECU Jeep Cherokee</i>	257
<i>ECU Corsa</i>	264
<i>ECU Luv Dmax 2.4 L</i>	272
<i>ECU Ford Bronco</i>	280
<i>ECU Gran Vitara</i>	287
<i>ECU Cummins Celect Plus</i>	294
Comparación de imágenes de las computadoras diagnosticadas	307
<i>Imágenes defectuosas del ECU Chrysler Sbec II</i>	307

<i>Imágenes defectuosas de la ECU Jeep Cherokee</i>	308
<i>Imágenes defectuosas de la ECU Corsa.....</i>	309
<i>Imágenes defectuosas de la ECU Luv D Max.....</i>	311
<i>Imágenes defectuosas de la ECU Ford Bronco</i>	312
<i>Imágenes defectuosas de la ECU Grand Vitara</i>	313
<i>Imágenes defectuosas de la ECU Cummis.....</i>	315
Marco administrativo	317
Recursos humanos.....	317
Recursos materiales.....	317
Recursos tecnológicos.....	318
Costo neto del proyecto	319
Conclusiones y recomendaciones.....	320
Conclusiones	320
Recomendaciones	322
Bibliografía.....	324
Anexos	329

Índice de figuras

Figura 1 <i>Esquema del planteamiento del problema</i>	36
Figura 2 <i>Metodología de investigación</i>	44
Figura 3 <i>Generación de las figuras de Lissajous</i>	53
Figura 4 <i>Formación de las figuras de Lissajous</i>	55
Figura 5 <i>Ondas con un ángulo de desfase diferente de 0°</i>	56
Figura 6 <i>Ecuaciones de las figuras de Lissajous en GeoGebra</i>	57
Figura 7 <i>Figura de Lissajous producida cuando el ángulo de desfase es 0°</i>	58
Figura 8 <i>Figura de Lissajous cuando el ángulo de desfase es de 45°</i>	58
Figura 9 <i>Figura de Lissajous con un ángulo de desfase 90°</i>	59
Figura 10 <i>Firma de un corto circuito</i>	60
Figura 11 <i>Firma de un circuito abierto</i>	62
Figura 12 <i>Firma básica de la resistencia</i>	63
Figura 13 <i>Firma del capacitor</i>	64
Figura 14 <i>Firma de la bobina</i>	65
Figura 15 <i>Firma de un diodo</i>	66
Figura 16 <i>Unidad de Control Electrónica</i>	67
Figura 17 <i>Componentes de la Ecu</i>	69
Figura 18 <i>Circuitos de la ECU</i>	70
Figura 19 <i>Circuito Fuente</i>	71
Figura 20 <i>Circuito de control</i>	72
Figura 21 <i>Circuito de Periferia</i>	73
Figura 22 <i>Circuito Driver</i>	74

Figura 23 <i>Procesamiento de las señales en la ECU</i>	77
Figura 24 <i>Señal en forma de pulso</i>	78
Figura 25 <i>Señal analógica</i>	79
Figura 26 <i>Señal digital</i>	81
Figura 27 <i>Resistencias</i>	83
Figura 28 <i>Condensadores</i>	84
Figura 29 <i>Bobinas</i>	84
Figura 30 <i>Memoria EPROM</i>	87
Figura 31 <i>Memoria tipo DIL</i>	89
Figura 32 <i>Memoria tipo PLCC</i>	90
Figura 33 <i>Memoria tipo SOP</i>	91
Figura 34 <i>Código de la memoria</i>	91
Figura 35 <i>Equipo FADOS9F1</i>	94
Figura 36 <i>Primera cara de puertos de conexión del FADOS</i>	95
Figura 37 <i>Segunda cara de puertos de conexión del FADOS</i>	95
Figura 38 <i>Kit completo del equipo FADOS9F1</i>	96
Figura 39 <i>Instalación del FADOS9F1 a la PC</i>	101
Figura 40 <i>Contenido del CD</i>	101
Figura 41 <i>Pasos para la instalación</i>	102
Figura 42 <i>Administrador de equipos de la PC</i>	102
Figura 43 <i>Configuración de controlador del equipo</i>	103
Figura 44 <i>Selección de FADOS Driver</i>	103
Figura 45 <i>Programa en la PC</i>	104

Figura 46 <i>Prueba de funcionamiento</i>	104
Figura 47 <i>Osciloscopio Hantek 1008C</i>	105
Figura 48 <i>Conectores del osciloscopio Hantek</i>	106
Figura 49 <i>Circuito del trazador de imágenes</i>	107
Figura 50 <i>Circuito interno del trazador de imágenes</i>	108
Figura 51 <i>Vista lateral 1 del trazador</i>	109
Figura 52 <i>Vista lateral 2 del trazador</i>	109
Figura 53 <i>Página oficial del equipo Hantek</i>	110
Figura 54 <i>Selección de producto Hantek 1008C</i>	111
Figura 55 <i>Apartado para descargas</i>	111
Figura 56 <i>Enlace para descargar los archivos del software</i>	112
Figura 57 <i>Selección para la descarga del software</i>	112
Figura 58 <i>Ejecución del software</i>	113
Figura 59 <i>Software Hantek 1008C</i>	113
Figura 60 <i>Configuración del programa</i>	114
Figura 61 <i>Configuración del programa parte 2</i>	114
Figura 62 <i>Configuración del programa parte 3</i>	115
Figura 63 <i>TEU Automotriz</i>	117
Figura 64 <i>Menú principal TEU Automotriz</i>	118
Figura 65 <i>Menú principal los ECM por marcas</i>	118
Figura 66 <i>Obtención de las firmas básicas en el osciloscopio fados de una bobina y una resistencia</i>	119
Figura 67 <i>Vista superior de la placa madre de la computadora del Corsa Win</i>	121

Figura 68 Circuito fuente de la ECU del Corsa Win, conformada por una resistencia y un capacitor	122
Figura 69 Vista superior de la placa, identificando el circuito periferia	123
Figura 70 Imagen obtenida de la señal del sensor TPS.....	124
Figura 71 Circuito de control conformado por memorias y procesadores.....	125
Figura 72 Imagen del circuito de control de la válvula IAC.....	126
Figura 73 Circuito driver con la presencia de transistores.....	128
Figura 74 Imagen del transistor de control de la Luz MIL.....	128
Figura 75 ECU Luv D-MAX 2.4.....	129
Figura 76 Forma del terminal J1 del conector ECM (vista interior).....	130
Figura 77 Forma del terminal J2 del conector ECM (vista interior).....	132
Figura 78 Circuito de la ECM de la Luv Dmax 2.4	135
Figura 79 ECU JEEP Cherokee 4.0 L	136
Figura 80 Vista frontal de los 60 pines de la ECU del JEEP CHEROKEE.....	137
Figura 81 Circuito de la ECU del Jeep Cherokee 4.0 L.....	140
Figura 82 Vista del conector macho de la ECU del CORSA MPFI 1.4 L	141
Figura 83 Vista frontal de los terminales de la ECU Corsa.....	141
Figura 84 Circuito de la ECU del Corsa Win	145
Figura 85 Vista de los conectores macho de la ECU de la marca CUMMINS.....	146
Figura 86 Conector "A" de sensores.....	146
Figura 87 Conector "B" del OEM	148
Figura 88 Conector "C" de los actuadores de la ECM CUMMINS.....	150
Figura 89 Circuito de la ECU de la CUMMINS.....	153

Figura 90 <i>ECU Chevrolet Spark</i>	154
Figura 91 <i>Forma del conector hembra de la ECM (Vista frontal)</i>	154
Figura 92 <i>Circuito de la ECU del Chevrolet SPARK</i>	160
Figura 93 <i>ECU Renault Megane</i>	161
Figura 94 <i>Forma del terminal del conector ECM (Vista frontal)</i>	161
Figura 95 <i>Circuito Renault Megane</i>	165
Figura 96 <i>ECU Isuzu Luv V6</i>	166
Figura 97 <i>Distribución de pines de la ECU Isuzu Luv V6</i>	166
Figura 98 <i>Circuito de la ECU Isuzu LUV V6</i>	170
Figura 99 <i>ECU Chrysler</i>	171
Figura 100 <i>Forma del terminal del conector ECM (Vista del arnés hembra del ECM)</i>	171
Figura 101 <i>Circuito de la ECU Chrysler Sbec III</i>	176
Figura 102 <i>ECU Chevrolet Gran Vitara</i>	177
Figura 103 <i>Forma del terminal del conector ECM (Vista del lado del cableado preformado)</i>	177
Figura 104 <i>Circuito del Chevrolet Gran Vitara</i>	183
Figura 105 <i>ECU Ford Bronco</i>	184
Figura 106 <i>Vista del conector macho ECM Ford Bronco</i>	184
Figura 107 <i>Circuito de la ECU Bronco</i>	187
Figura 108 <i>Conexión a los pines con las puntas de prueba</i>	188

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Trazado de imágenes</i>	41
Tabla 2 <i>Computadoras automotrices</i>	43
Tabla 3 <i>Tipos de Metodología de Investigación</i>	47
Tabla 4 <i>Descripción de las funciones del FADOS9F1</i>	96
Tabla 5 <i>Especificaciones para las pruebas de voltaje, resistencia, frecuencia y detección de fallas</i>	98
Tabla 6 <i>Especificaciones de fuente de alimentación y sensor de temperatura</i>	99
Tabla 7 <i>Especificaciones de osciloscopio</i>	99
Tabla 8 <i>Especificaciones de salida analógica y digital</i>	100
Tabla 9 <i>Firmas básicas obtenidas con el equipo Hantek 1008C</i>	116
Tabla 10 <i>Distribución de pines conector J1 ECU Luv D-Max</i>	130
Tabla 11 <i>Distribución de pines conector J2 ECU Luv D-Max</i>	133
Tabla 12 <i>Distribución de pines conector de la ECU Jeep Cherokee</i>	137
Tabla 13 <i>Alimentación de energías y tierras de la ECM</i>	142
Tabla 14 <i>Distribución de los terminales de los sensores y actuadores de la ECM</i>	142
Tabla 15 <i>Sección “A” conector de sensores de la ECM Cummins</i>	147
Tabla 16 <i>Sección “B” conector de sensores de la ECM Cummins</i>	149
Tabla 17 <i>Sección “C” conector de sensores de la ECM Cummins</i>	151
Tabla 18 <i>Distribución de pines de la ECU Chevrolet Spark</i>	155
Tabla 19 <i>Distribución de pines de la ECU Renault Megane</i>	162
Tabla 20 <i>Distribución de pines del conector A de la ECU Isuzu Luv V6</i>	167
Tabla 21 <i>Distribución de pines del conector B de la ECU Isuzu Luv V6</i>	168

Tabla 22 <i>Distribución de pines del conector ECU Chrysler</i>	172
Tabla 23 <i>Distribución de pines del conector A ECU Chevrolet Grand Vitara</i>	178
Tabla 24 <i>Distribución de pines del conector B ECU Chevrolet Grand Vitara</i>	179
Tabla 25 <i>Distribución de pines del conector C ECU Chevrolet Grand Vitara</i>	180
Tabla 26 <i>Distribución de pines del conector D ECU Chevrolet Grand Vitara</i>	181
Tabla 27 <i>Distribución de pines de la ECU Bronco</i>	185
Tabla 28 <i>Tierras de la computadora</i>	189
Tabla 29 <i>Alimentación de las bobinas de los cilindros 1 y 4</i>	190
Tabla 30 <i>Control de las bobinas de los cilindros 1 y 4</i>	190
Tabla 31 <i>Alimentación de las bobinas de los cilindros 2 y 3</i>	191
Tabla 32 <i>Control de las bobinas de los cilindros 2 y 3</i>	191
Tabla 33 <i>Alimentación del inyector del cilindro 1</i>	192
Tabla 34 <i>Control del inyector del cilindro 1</i>	192
Tabla 35 <i>Alimentación del inyector del cilindro 2</i>	193
Tabla 36 <i>Control del inyector del cilindro 2</i>	193
Tabla 37 <i>Alimentación del inyector del cilindro 3</i>	194
Tabla 38 <i>Control del inyector del cilindro 3</i>	194
Tabla 39 <i>Alimentación del inyector del cilindro 4</i>	195
Tabla 40 <i>Control del inyector del cilindro 4</i>	195
Tabla 41 <i>Señal del sensor de velocidad VSS</i>	196
Tabla 42 <i>Voltaje de referencia del sensor de velocidad VSS</i>	196
Tabla 43 <i>Alimentación electroválvula cánister</i>	197
Tabla 44 <i>Control de la electroválvula cánister</i>	197

Tabla 45 <i>Control válvula IAC alto</i>	198
Tabla 46 <i>Control válvula IAC bajo</i>	198
Tabla 47 <i>Conector de diagnóstico</i>	199
Tabla 48 <i>Alimentación del relé principal</i>	199
Tabla 49 <i>Control del relé principal</i>	200
Tabla 50 <i>Alimentación del relé de la bomba de combustible</i>	200
Tabla 51 <i>Control del relé de la bomba de combustible</i>	201
Tabla 52 <i>Señal del sensor de posición del cigüeñal CKP</i>	201
Tabla 53 <i>Señal del sensor de detonación KS</i>	202
Tabla 54 <i>Señal del sensor de presión de absoluta del múltiple MAP</i>	202
Tabla 55 <i>Voltaje de referencia del sensor de presión de absoluta del múltiple MAP</i> ...	203
Tabla 56 <i>Voltaje de señal del sensor de temperatura del aire de admisión ACT</i>	203
Tabla 57 <i>Voltaje de señal del sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT</i>	204
Tabla 58 <i>Voltaje de señal del sensor de posición del acelerador TPS</i>	204
Tabla 59 <i>Voltaje de referencia del sensor de posición del acelerador TPS</i>	205
Tabla 60 <i>Calentador del sensor de oxígeno EGO</i>	205
Tabla 61 <i>Voltaje de señal del sensor de oxígeno EGO</i>	206
Tabla 62 <i>Sonda lambda del catalizador</i>	206
Tabla 63 <i>Señal del interruptor de dirección hidráulica PSPS</i>	207
Tabla 64 <i>Tierras de la computadora</i>	207
Tabla 65 <i>Control del relé principal</i>	208
Tabla 66 <i>Alimentación del relé principal</i>	208

Tabla 67 <i>Control de la luz MIL</i>	209
Tabla 68 <i>Alimentación de la luz MIL</i>	209
Tabla 69 <i>Control de la bomba de combustible</i>	210
Tabla 70 <i>Alimentación del relé de la bomba de combustible</i>	210
Tabla 71 <i>Control del inyector del cilindro 1</i>	211
Tabla 72 <i>Alimentación del inyector del cilindro 1</i>	211
Tabla 73 <i>Control del inyector del cilindro 2</i>	212
Tabla 74 <i>Alimentación del inyector del cilindro 2</i>	212
Tabla 75 <i>Control del inyector del cilindro 3</i>	213
Tabla 76 <i>Alimentación del inyector del cilindro 3</i>	213
Tabla 77 <i>Control del inyector del cilindro 4</i>	214
Tabla 78 <i>Alimentación del inyector del cilindro 4</i>	214
Tabla 79 <i>Control del inyector del cilindro 5</i>	215
Tabla 80 <i>Alimentación del inyector del cilindro 5</i>	215
Tabla 81 <i>Control del inyector del cilindro 6</i>	216
Tabla 82 <i>Alimentación del inyector del cilindro 6</i>	216
Tabla 83 <i>Control de la bobina del cilindro 1</i>	217
Tabla 84 <i>Alimentación de la bobina del cilindro 1</i>	217
Tabla 85 <i>Control de la bobina del cilindro 2</i>	218
Tabla 86 <i>Alimentación de la bobina del cilindro 2</i>	218
Tabla 87 <i>Control de la bobina del cilindro 3</i>	219
Tabla 88 <i>Alimentación de la bobina del cilindro 3</i>	219
Tabla 89 <i>Control de la bobina del cilindro 4</i>	220

Tabla 90 Alimentación de la bobina del cilindro 4.....	220
Tabla 91 Control de la bobina del cilindro 5	221
Tabla 92 Alimentación de la bobina del cilindro 5.....	221
Tabla 93 Control de la bobina del cilindro 6	222
Tabla 94 Alimentación de la bobina del cilindro 6.....	222
Tabla 95 Señal del sensor de ángulo de leva CMP.....	223
Tabla 96 Voltaje de referencia del sensor de ángulo de leva CMP.....	223
Tabla 97 Señal del sensor de flujo de masa de aire MAF.....	224
Tabla 98 Voltaje de referencia del sensor de flujo de masa de aire MAF.....	224
Tabla 99 Señal del sensor de posición de acelerador TPS	225
Tabla 100 Voltaje de referencia sensor de posición de acelerador TPS.....	225
Tabla 101 Voltaje de señal del sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT.....	226
Tabla 102 Voltaje de señal Sensor de temperatura de aire de entrada IAT.....	226
Tabla 103 Control válvula IAC A alto.....	227
Tabla 104 Control válvula IAC A bajo.....	227
Tabla 105 Control válvula IAC B bajo.....	228
Tabla 106 Control válvula IAC B alto.....	228
Tabla 107 Señal del sensor de velocidad del vehículo VSS.....	229
Tabla 108 Señal del sensor de presión barométrica.....	229
Tabla 109 Voltaje de referencia del sensor de presión barométrica	230
Tabla 110 Señal del sensor de posición del cigüeñal CKP.....	230
Tabla 111 Voltaje de referencia del sensor de posición del cigüeñal CKP	231

Tabla 112 <i>Control del relé del compresor del A/C</i>	231
Tabla 113 <i>Señal del tacómetro</i>	232
Tabla 114 <i>Pines de alimentación del relé de la bomba de combustible</i>	233
Tabla 115 <i>Pines de control del relé de la bomba de combustible</i>	234
Tabla 116 <i>Pines de alimentación de la ECU para el inyector del cilindro 1</i>	234
Tabla 117 <i>Pines de control de la ECU para el inyector del cilindro 1</i>	235
Tabla 118 <i>Pines de alimentación de la ECU para el inyector del cilindro 2</i>	235
Tabla 119 <i>Pines de control de la ECU para el inyector del cilindro 2</i>	236
Tabla 120 <i>Pines de alimentación de la ECU para el inyector del cilindro 3</i>	236
Tabla 121 <i>Pines de control de la ECU para el inyector del cilindro 3</i>	237
Tabla 122 <i>Pines de alimentación de la ECU para el inyector del cilindro 4</i>	237
Tabla 123 <i>Pines de control de la ECU para el inyector del cilindro 4</i>	238
Tabla 124 <i>Pines de alimentación de la ECU para la luz indicadora del motor</i>	238
Tabla 125 <i>Pines de control de la ECU para el inyector del cilindro</i>	239
Tabla 126 <i>Pines de control de la ECU para la válvula ISC</i>	239
Tabla 127 <i>Pines de control del sensor de la ISC</i>	240
Tabla 128 <i>Pines de referencia del sensor de la ISC</i>	240
Tabla 129 <i>Pines de la ECU SPARK de la señal del sensor VSS</i>	241
Tabla 130 <i>Pines de la ECU SPARK de la señal del sensor ECT</i>	241
Tabla 131 <i>Pines de la ECU SPARK de la señal del sensor IAT</i>	242
Tabla 132 <i>Pines de la ECU SPARK de la señal del sensor MAP</i>	242
Tabla 133 <i>Pines de la ECU SPARK del voltaje de referencia del sensor MAP</i>	243
Tabla 134 <i>Pines de la ECU SPARK de la señal del sensor EGO</i>	243

Tabla 135 <i>Pines de alimentación de los cilindros 1 y 4</i>	244
Tabla 136 <i>Pines de control de las bobinas de los cilindros 1 y 4</i>	244
Tabla 137 <i>Pines de alimentación de los cilindros 2 y 3</i>	245
Tabla 138 <i>Pines de control de las bobinas de los cilindros 2 y 3</i>	245
Tabla 139 <i>Pines de señal del sensor CKP alto</i>	246
Tabla 140 <i>Pines de señal del sensor CKP bajo</i>	246
Tabla 141 <i>Pines de señal del sensor KS</i>	247
Tabla 142 <i>Pines de señal del interruptor de la dirección asistida</i>	247
Tabla 143 <i>Pines de control del solenoide EVAP de alimentación</i>	248
Tabla 144 <i>Pines de control de la válvula EGR</i>	248
Tabla 145 <i>Obtención de imágenes de la ECU Chrysler</i>	249
Tabla 146 <i>Obtención de imágenes de la ECU Jeep Cherokee</i>	257
Tabla 147 <i>Obtención de imágenes de la ECU Corsa</i>	264
Tabla 148 <i>Obtención de imágenes de la ECU Luv Dmax 2.4 L</i>	272
Tabla 149 <i>Obtención de imágenes de la ECU Ford Bronco</i>	280
Tabla 150 <i>Obtención de imágenes de la ECU Gran Vitara</i>	287
Tabla 151 <i>Obtención de imágenes de la ECU Cummins Celect Plus</i>	294
Tabla 152 <i>Comparación de imágenes para el diagnóstico de la ECU Chrysler Sbec III</i>	307
Tabla 153 <i>Comparación de imágenes para el diagnóstico de la ECU Jeep Cherokee</i>	308
Tabla 154 <i>Comparación de imágenes para el diagnóstico de la ECU Corsa</i>	309
Tabla 155 <i>Comparación de imágenes para el diagnóstico de la ECU Luv D max</i>	311
Tabla 156 <i>Comparación de imágenes para el diagnóstico de la ECU Ford Bronco</i>	312

Tabla 157 <i>Comparación de imágenes para el diagnóstico de la ECU Grand Vitara</i>	313
Tabla 158 <i>Comparación de imágenes para el diagnóstico de la ECU Cummins</i>	315
Tabla 159 <i>Recursos humanos</i>	317
Tabla 160 <i>Tabla de Recursos Materiales.....</i>	318
Tabla 161 <i>Recursos Tecnológicos</i>	318
Tabla 162 <i>Costo Neto del Proyecto.....</i>	319

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 <i>Función de la onda senoidal en el eje Y</i>	54
Ecuación 2 <i>Función de la onda senoidal en el eje X</i>	54
Ecuación 3 <i>Función de la onda senoidal en el eje X</i>	60
Ecuación 4 <i>Ecuación de la intensidad cuando R tiende a ser infinito</i>	61

Resumen

El diagnóstico avanzado de computadoras automotrices por el método de trazado de imágenes, tiene como finalidad verificar el estado de funcionamiento de los circuitos que componen la Ecu, para lo cual se establece este tipo de método no invasivo, es decir el diagnóstico se realiza sin la necesidad de energizar la computadora. En la presente investigación se detalla el proceso de obtención de figuras de Lissajous, se inicia con la obtención de computadoras a diagnosticar para lo cual es necesario la obtención de los manuales de los fabricantes, donde se detalla la distribución de pines y los circuitos que controlan los sensores y actuadores del vehículo. Se construyó un trazador de imágenes y conjuntamente con la ayuda del osciloscopio Hantek 1008C se obtuvo las firmas básicas de elementos electrónicos. Para la obtención de imágenes de los circuitos de la Ecu se utiliza un equipo de diagnóstico FADOS9F1, que procesa las imágenes v-i de los circuitos puestos a prueba. Se creó una base de datos de imágenes patrón para las computadoras en buen y mal estado, donde se analizó los circuitos como son: periferia, fuente, control y drivers. Para finalizar con el diagnóstico se comparó las imágenes defectuosas con las imágenes patrón en buen estado.

Palabras clave:

- **COMPUTADORAS AUTOMOTRICES**
- **VEHÍCULOS – DIAGNÓSTICOS**

Abstract

The advanced diagnosis of automotive computers by the method of image tracing, aims to verify the operating status of the circuits that make up the ECU, for which this type of non-invasive method is established, the diagnosis is performed without the need to energize the computer. In the present research, the process of obtaining Lissajous figures is detailed, starting with obtaining the computers to be diagnosed, for which it is necessary to obtain the manufacturers' manuals, where the pin distribution and the circuits that control the sensors and actuators of the vehicle are detailed. An image tracer was built and together with the help of the Hantek 1008C oscilloscope, the basic signatures of electronic elements were obtained. A FADOS9F1 diagnostic equipment is used to obtain images of the ECU circuits, which processes the v-i images of the circuits under test. A database of standard images was created for computers in good and bad condition, where the circuits such as periphery, source, control and drivers were analyzed. To finalize with the diagnosis, the defective images were compared with the standard images in good condition.

Key words:

- **AUTOMOTIVE COMPUTERS**
- **VEHICLES - DIAGNOSTICS**

Capítulo I

1. Marco metodológico de la investigación

1.1. Antecedentes

Las aplicaciones en la parte electrónica del vehículo es la que más cambios ha tenido últimamente en el campo automotriz. Dado que los accionamientos eléctricos y los dispositivos electrónicos de potencia son cada vez más importantes en las aplicaciones automotrices. Los convertidores de potencia y los accionamientos eléctricos se utilizan en muchas aplicaciones diferentes en los vehículos de hoy (tren de potencia híbrido eléctrico o eléctrico, sistemas de dirección eléctrica, convertidores CC-CC, etc.). (Schulte et al., 2012)

La verificación de las anomalías en el vehículo es de suma importancia para mantenerlo en buen estado. Un vehículo automóvil es propenso a varios fallos debido a la integración más compleja de componentes electromecánicos. Debido a la creciente rigurosidad de las normas de emisión, se han utilizado ampliamente sistemas electrónicos mejorados y avanzados. Cuando ocurren diferentes fallas es muy difícil para un técnico que no tiene los conocimientos suficientes para detectar y reparar el sistema de control electrónico. Se desarrolla rápidamente un sistema inteligente confiable y preciso para el diagnóstico de fallas de motores de automóviles. (Pupala y Shukla, 2018, p.117)

El diagnóstico de una ECU automotriz es de suma importancia en el campo automotriz por sus avances tecnológicos. Una unidad de control electrónico (ECU) es una computadora automotriz esencial para el funcionamiento de un automóvil moderno. Los protocolos de diagnóstico que se ejecutan en estas ECU a menudo son

demasiado poderosos, lo que le da al adversario acceso completo a la ECU si pueden eludir el mecanismo de autenticación de diagnóstico. (Herrewegen y Garcia, 2018, p.305)

Para un diagnóstico de computadoras automotrices se requiere el conocimiento de métodos eficaces para encontrar las averías presentes, una alternativa es el diagnóstico por imagen. Este método de diagnóstico consiste en la aplicación de corriente alterna de bajo valor al componente o circuito que va a ser analizado, la circulación de esta corriente a través del elemento bajo prueba da como resultado una gráfica en el plano cartesiano con ejes de voltaje y corriente, para ejecutar este proceso es necesario la asistencia de herramientas que permitan afrontar los problemas que se presenten en estos sistemas de inyección, para ello se cuenta con un Analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje – corriente. (Guangaje y Murillo, 2016, p.10)

En el diagnóstico de imágenes: “La obtención de los diagramas Lissajous es una alternativa de diagnóstico confiable y versátil en el campo automotriz ya que existen componentes que se encuentran encapsulados e internamente poseen circuitería que no se puede observar a simple vista” (Vélez y Caiza, 2017, p.19).

El trazado de las imágenes de Lissajous se produce por: Los efectos de la constitución de dos corrientes vibratorias simples perpendiculares. Para poder visualizar la curva es necesario utilizar un osciloscopio en modo X-Y. Este modo trabaja en la pantalla en la composición de dos curvas: la señal se aplica al eje horizontal y la otra señal al eje vertical. (Fernández y Zhumi, 2019, p.2)

Los osciloscopios analógicos permiten representar no sólo la evolución temporal de una señal sino también la evolución de una señal respecto a otra. Para ello se aplica a un canal vertical la señal que se va a representar y a otro canal, designado como x (a veces un segundo canal vertical), se le aplica la señal de referencia. A la vez, esta señal de referencia se envía al sistema de desviación horizontal, en vez de enviar la señal del generador de barrido. Si las dos señales son armónicas, se obtienen las denominadas figuras de Lissajous. (Guangaje y Murillo, 2016, p.10)

1.2. Planteamiento del problema

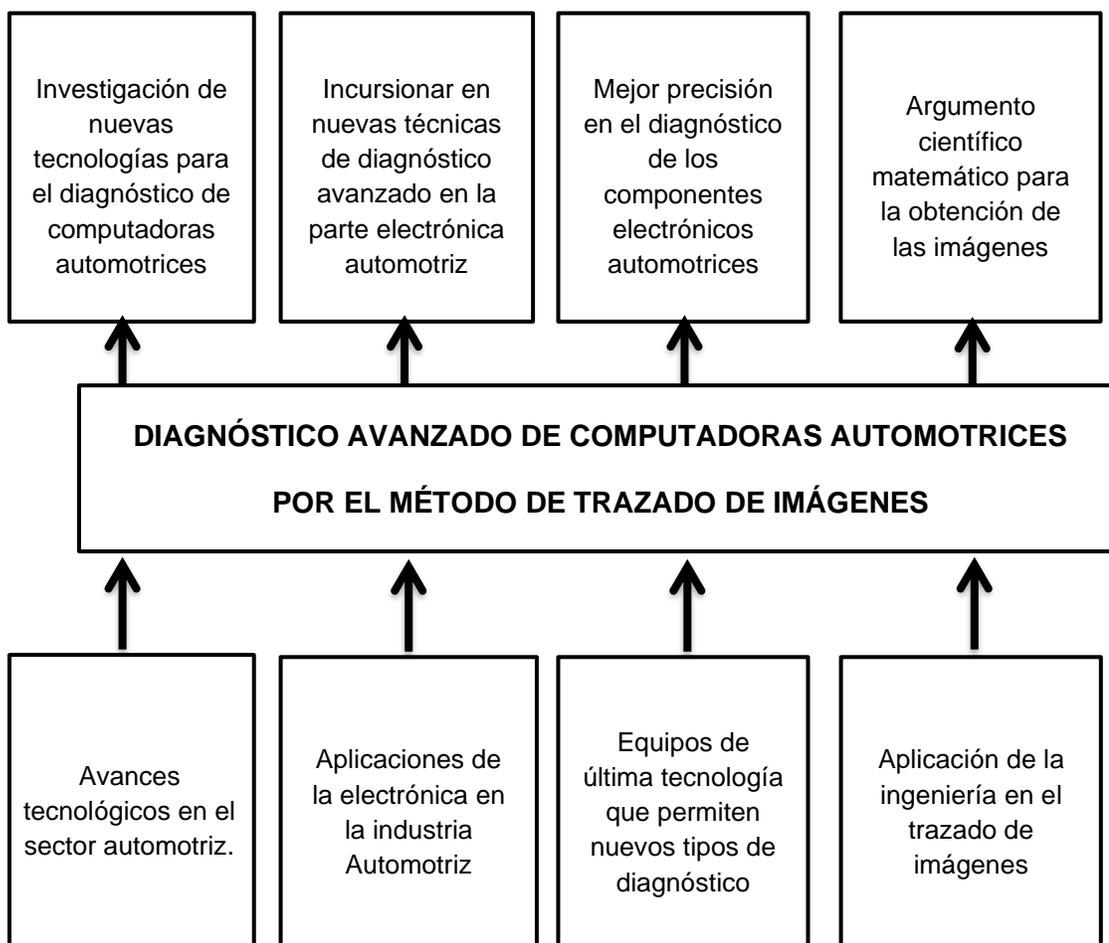
El avance tecnológico en el sector automotriz ha ido innovando las computadoras automotrices, las cuales presentan ciertos cambios en el paso de los años a tal punto que el diagnóstico se va haciendo más complejo. Con la llegada de los nuevos equipos de diagnóstico automotriz la verificación de las computadoras se ha visto facilitada, pero la falta de capacitación para esta tecnología ha sido muy limitada.

Las aplicaciones de la electrónica en la industria automotriz no han llevado a incursionar en nuevas técnicas de diagnóstico, esto permite una mejor precisión en la detección de fallas de las computadoras automotrices. Mediante la aplicación de la ingeniería se establece el trazado de imágenes que se obtienen con el argumento científico matemático.

De acuerdo a esta problemática se ha planteado un proceso de diagnóstico avanzado de computadoras automotrices mediante el uso de imágenes que permita interpretar el estado de los componentes electrónicos de la ECU automotriz. El diagnóstico y verificación se lo realiza en base a la generación de curvas de Lissajous.

Figura 1

Esquema del planteamiento del problema



1.3. Descripción resumida del proyecto

La presente investigación se llevó a cabo en la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, en donde se fundamentó los parámetros de diagnóstico avanzado por imágenes de computadoras automotrices tales como: libros, revistas y papers que den realce a la investigación.

Se investigó los conceptos fundamentales acerca de la constitución de las computadoras automotrices, para conocer cuales son los circuitos básicos que los conforman.

Se definió el fundamento matemático y físico acerca de la constitución de las firmas básicas de las curvas de Lissajous en relación a las ondas eléctricas y patrones básicos.

Se buscó información técnica especializada de circuitos electrónicos del automóvil conociendo el estado de los sensores y actuadores que los conforman.

Se construyó un generador de trazos de imágenes, para obtener los patrones de Lissajous de los componentes electrónicos básicos que constituyen las placas de las computadoras automotrices.

Se realizó la interpretación de los diagramas de distribución de entrada y salida de pines de las computadoras automotrices que se analizaron en este proyecto.

Se obtuvo los patrones de Lissajous de circuitos eléctricos combinados a través de trazador de imágenes.

Se realizó la verificación de cada uno de los circuitos eléctricos que constituyen la ECU mediante el análisis de imágenes.

Se obtuvo una base de datos de patrones posibles en función de las salidas que presentan las computadoras automotrices, generando trazos genéricos para cada computadora automotriz.

1.4. Justificación e importancia

A medida que pasan los años la tecnología ha ido avanzando en el sector automotriz, esto ha generado gran variedad de vehículos con nuevos módulos de control electrónico para lo cual se ha visto la necesidad de estudiar nuevos métodos de diagnóstico que sean más sofisticados y precisos para las computadoras automotrices que contienen estos vehículos.

Al incursionar en sistemas de diagnóstico avanzado, el método de trazado de imágenes cumple con estas expectativas para ser eficiente y preciso, ya que utiliza procesos diferentes a los convencionales, para la verificación del estado de las computadoras automotrices.

Las fórmulas matemáticas utilizadas en las firmas básicas de Lissajous permiten interpretar el estado de las computadoras automotrices, con la comparación de las gráficas obtenidas de una ECU en buen estado con respecto a la que presuntamente se encuentra averiada.

Las diferentes entidades de diagnóstico automotriz se han visto en la necesidad de mantenerse en un ámbito convencional, por la falta de investigación de nuevos métodos, por lo cual este sistema de imágenes pretende tener otro sentido, cuando se detecta alguna falla eléctrica o electrónica en el vehículo.

El trazador de imágenes permite observar las curvas que generan los diferentes componentes y circuitos electrónicos presentes en la unidad de control electrónica, lo que genera una base de datos de las gráficas básicas y combinadas de la ECU.

1.5. Objetivos

1.5.1. General

- Desarrollar el diagnóstico avanzado de computadoras automotrices a través del método de trazado de imágenes.

1.5.2. Específicos

- Fundamentar los parámetros de diagnóstico avanzado por imágenes de computadoras automotrices tales como: libros, revistas y papers que den realce a la investigación.
- Investigar los conceptos fundamentales acerca de la constitución de las computadoras automotrices, para conocer cuales son los circuitos básicos que los conforman.
- Definir el fundamento matemático y físico acerca de la constitución de las firmas básicas de las curvas de Lissajous en relación a las ondas eléctricas y patrones básicos.
- Buscar información técnica especializada de circuitos electrónicos del automóvil conociendo el estado de los sensores y actuadores que los conforman.
- Construir un generador de trazos de imágenes, para obtener los patrones de Lissajous de los componentes electrónicos básicos que constituyen las placas de las computadoras automotrices.
- Obtener los patrones de Lissajous de los circuitos eléctricos combinados y realizar la interpretación de las imágenes obtenidas de la distribución de pines de las computadoras automotrices que se analizaran en este proyecto.

- Realizar la verificación de cada uno de los circuitos eléctricos que constituyen la ECU mediante el análisis de imágenes.
- Obtener una base de datos de patrones posibles en función de las salidas que presentan las computadoras automotrices, generando trazos genéricos para cada computadora automotriz.

1.6. Metas

- Desarrollar un proceso de diagnóstico avanzado por imagen para evaluar el estado de los circuitos electrónicos de las computadoras automotrices con un 95% de eficiencia.
- Generar un documento científico basado en imágenes patrón en condiciones normales de funcionamiento y con averías de una computadora automotriz para lograr el diagnóstico eficiente en el periodo máximo de un año.

1.7. Hipótesis

¿El proceso de diagnóstico avanzado en información técnica de imágenes patrón permitirá evaluar el estado de los componentes electrónicos presentes en los circuitos de la computadora con mayor precisión?

1.8. Variables de la investigación

1.8.1. Variable independiente

Trazado de imágenes

Tabla 1

Trazado de imágenes

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Consiste en figuras de Lissajous que son curvas características de componentes electrónicos almacenadas en un base de datos para ser comparadas con otras de iguales características.	Curva característica	Firma o patrón de resistencias	Patrón	Experimentación	Protocolo de pruebas
				Matematización	
				Experimentación	
Matematización					
Firma o patrón de bobinas	Firma o patrón de bobinas	Firma o patrón de bobinas	Patrón	Experimentación	Protocolo de pruebas
				Matematización	
				Experimentación	
Matematización					
Firma o patrón de condensadores.	Firma o patrón de condensadores	Firma o patrón de condensadores	Patrón	Experimentación	Protocolo de pruebas
				Matematización	
				Experimentación	
				Matematización	

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
		Firma o patrón de componentes combinados	Patrón	Experimentación Matematización	Protocolo de pruebas
		Corriente	Amperaje	Experimentación Matematización	Protocolo de pruebas

1.8.2. Variable dependiente

Computadoras automotrices

Tabla 2

Computadoras automotrices

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
En un módulo de control electrónico que realiza el procesamiento de señales de los sensores para cumplir con el accionamiento de los actuadores del vehículo.	Fuente	Voltaje/ Corriente	V/A	Medición Experimentación	Protocolo de pruebas
	Drivers	Voltaje / Corriente	V/A	Medición Experimentación	Protocolo de pruebas
	Periferia	Voltaje/ Corriente	V/A	Medición Experimentación	Protocolo de pruebas
	Control	Voltaje/ Corriente	V/A	Medición Experimentación	Protocolo de pruebas

1.9. Metodología del desarrollo del proyecto

En la investigación se utilizó los siguientes métodos que permitió el desarrollo de la misma.

En el proceso de la investigación científica se utilizó diversos métodos y técnicas según la ciencia particular de que se trate y de acuerdo a las características

concretas del objeto de estudio. Existen, sin embargo, métodos que pueden considerarse generales para todas las ramas de la ciencia en tanto que son procedimientos que se aplican en las distintas etapas del proceso de investigación con mayor o menor énfasis, según el momento en que éste se desarrolle. (Ruiz, 2007, p.12)

Figura 2

Metodología de investigación



1.9.1. Método Inductivo

Este método permitió que el diagnóstico realizado a las computadoras automotrices interprete características que posee la investigación en el proceso de generación de imágenes de Lissajous o curvas de voltaje-corriente a través de equipos

de última tecnología, así también con el uso de las variables de investigación se obtuvo conclusiones al culminar con el tema mencionado.

1.9.2. Método Deductivo

En este método se comparó las imágenes generadas bajo test con las imágenes de la base de datos de los componentes en buen estado, de forma que permitió verificar el estado de los componentes y por último se estableció las conclusiones referentes al diagnóstico realizado.

1.9.3. Método de Síntesis

Para este método se dio a conocer el proceso de diagnóstico por trazado de imágenes conocido en la parte electrónica automotriz como un diagnóstico de los componentes o circuitos electrónicos, se obtiene curvas características que van variando de acuerdo al tipo de componente y ayuda a evaluar en qué estado se encuentra.

1.9.4. Método de Análisis

En este método se establecieron valores para compararlos, es decir la diferencia de fase que existen entre las ondas sinusoidales, igualmente considerando los parámetros como la frecuencia en la que se generas las imágenes. Las ondas obtenidas por el osciloscopio muestran finalmente una figura de Lissajous, que se considera una imagen estable dependiendo del estado de cada componente electrónico de la computadora automotriz puesto a prueba.

1.9.5. Método Experimental

En el desarrollo de este método se estableció la verificación del estado de funcionamiento de la computadora sin ninguna variación, de esta manera se consigue una base de datos de imágenes de los elementos que los constituyen, además de debe ser bajo condiciones que permitan variaciones controladas por el equipo de diagnóstico.

1.9.6. Método Medición

En el diagnóstico electrónico la medición de los componentes o circuitos electrónicos se realizó de manera activa y pasiva, ambos son diferentes procedimientos que se realizan mediante el uso de equipos automotrices, evaluado así el comportamiento de los componentes que se ponen a prueba.

1.9.7. Método de Matematización

Mediante este método se realizó el cálculo de las ondas sinusoidales con el uso de fórmulas matemáticas y aplicando frecuencias diferentes, obteniendo así los parámetros necesarios para la formación de la gráfica característica voltaje-corriente o la generación de imágenes de Lissajous de elementos básicos.

1.9.8. Método de Modelación

Con el método de modelación se diseñó y se construyó un trazador para el osciloscopio, el cual permite iniciar con la traza de curvas características para el diagnóstico por imagen de los componentes electrónicos de la computadora automotriz.

Tabla 3*Tipos de Metodología de Investigación*

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
Inductivo	Este método permitió que el diagnóstico realizado a las computadoras automotrices interprete características que posee la investigación en el proceso de generación de imágenes de Lissajous o curvas de voltaje-corriente a través de equipos de última tecnología, así también con el uso de las variables de investigación se obtuvo conclusiones al culminar con el tema mencionado.	Computadoras automotrices Computador Osciloscopio Automotriz Hardware FADOS Software FADOS	Laboratorio de Autotrónica
Deductivo	En este método se comparó las imágenes generadas bajo test con las imágenes de la base de datos de los componentes en buen estado, de forma que permitió verificar el estado de los componentes.	Computadoras automotrices Computador Osciloscopio Automotriz Hardware FADOS Software FADOS	Laboratorio de Autotrónica

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
Síntesis	Para este método se dio a conocer el proceso de diagnóstico por trazado de imágenes conocido en la parte electrónica automotriz como un diagnóstico de los componentes o circuitos electrónicos, se obtiene curvas características que van variando de acuerdo al tipo de componente y ayuda a evaluar en qué estado se encuentra	Computadoras automotrices	Laboratorio de Autotrónica
		Computador	
		Osciloscopio Automotriz	
		Hardware FADOS	
		Software FADOS	
Analítico	En este método se establecieron valores para compararlos, es decir la diferencia de fase que existen entre las ondas sinusoidales, igualmente considerando los parámetros como la frecuencia en la que se generas las imágenes. Las ondas obtenidas por el osciloscopio muestran finalmente una figura de Lissajous.	Computadoras automotrices	Laboratorio de Autotrónica
		Computador	
		Osciloscopio Automotriz	
		Hardware FADOS	
		Software FADOS	

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
Experimental	<p>En el desarrollo de este método se estableció la verificación del estado de funcionamiento de la computadora sin ninguna variación, de esta manera se consigue una base de datos de imágenes de los elementos que los constituyen, además de debe ser bajo condiciones que permitan variaciones controladas por el equipo de diagnóstico.</p>	<p>Computadoras automotrices</p> <p>Computador</p> <p>Osciloscopio Automotriz</p> <p>Hardware FADOS</p> <p>Software FADOS</p>	<p>Laboratorio de Autotrónica</p>
Medición	<p>En el diagnóstico electrónico la medición de los componentes o circuitos electrónicos se realizó de manera activa y pasiva, ambos son diferentes procedimientos que se realizan mediante el uso de equipos automotrices, evaluado así el comportamiento de los componentes que se ponen a prueba.</p>	<p>Computadoras automotrices</p> <p>Computador</p> <p>Osciloscopio Automotriz</p>	<p>Laboratorio de Autotrónica</p>

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
Matematización	Mediante este método se realizó el cálculo de las ondas sinusoidales con el uso de fórmulas matemáticas y aplicando frecuencias diferentes, obteniendo así los parámetros necesarios para la formación de la gráfica característica voltaje-corriente o la generación de imágenes de Lissajous de elementos básicos.	Computador Calculadora	Laboratorio de Autotrónica
Modelación	Con el método de modelación se diseñó y se construyó un trazador para el osciloscopio, el cual permite iniciar con la traza de curvas características para el diagnóstico por imagen de los componentes electrónicos de la computadora automotriz.	Computador Software de simulación	Laboratorio de Autotrónica

Capítulo II

2. Marco Teórico

2.1. Figuras de Lissajous

Existe un problema con la reparación de tarjetas electrónicas ya que esta se ha vuelto más compleja, por la cantidad de tiempo empleado para el diagnóstico y el conocimiento del Hardware y Software, que presentan un alto costo administrativo. Por otra parte, se hace uso de método tradicional de mantenimiento el cual es, reemplazar directamente el componente si presenta alguna anomalía, esto se realizaba de manera rápida y no exigía personal calificado. (Soriano, 2014, p. 1)

El método de análisis de diagnóstico de firmas analógicas está siendo una innovadora forma, para las evaluaciones de los dispositivos electrónicos, llevando a una gran versatilidad y rapidez en las pruebas de diagnóstico de placas electrónicas. Ya que los otros métodos de diagnósticos tradicionales se necesitan que la placa a analizar este en funcionamiento esto puede causar un desperfecto, porque existen elementos sensibles a la caída de voltaje, este método asegura un diagnóstico seguro rápido y eficaz, con una generación de voltaje controlado en la placa esto se determinada por el módulo del osciloscopio sin causar alguna avería.

Esta nueva forma de diagnosticar el estado de los componentes electrónicos ha existido desde hace mucho tiempo, pero no es conocida o entendida por la falta de investigación de nuevas formas para reparar la placa de la unidad de control.

Muchos de los potenciales fabricantes de tecnología, diseñadores de circuitos, mantenimiento de equipos, empresas de reparación, no han utilizado o nunca han escuchado hablar del test V-I, que consiste en aplicar una señal con un voltaje variable

adecuado al componente bajo test y a continuación medir la corriente resultante obteniendo un gráfico V-I. (Soriano, 2014, p. 1)

2.1.1. Generación de las curvas de Lissajous

El método de diagnóstico por imágenes se basa en las figuras características de voltaje-corriente de los componentes electrónicos presentes en la unidad de control electrónicos, para esto se hace uso de las figuras de Lissajous, que se forman a través de dos ondas sinusoidales en el osciloscopio en modo x-y.

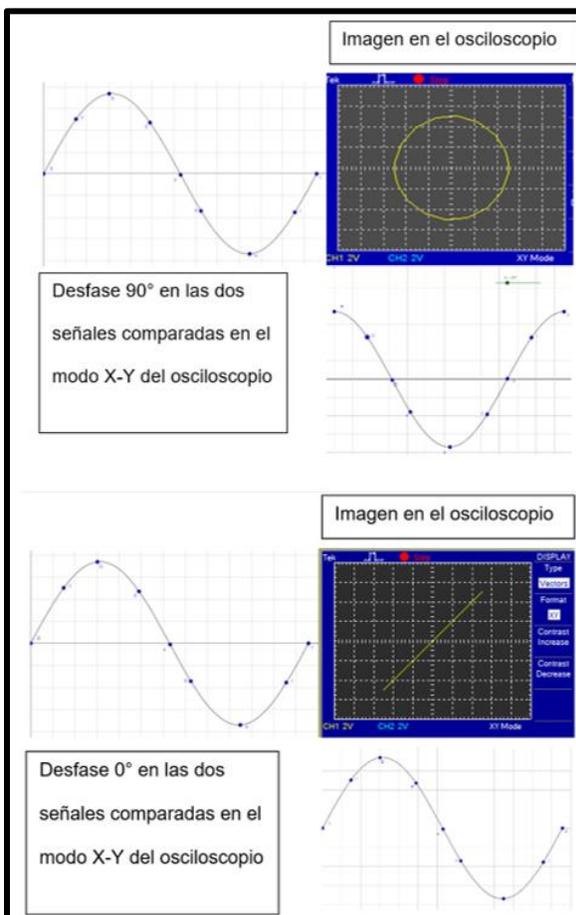
Cuando se inyecta 2 ondas sinusoidales al mismo tiempo a un osciloscopio, donde la primera debe ser puesta en el eje X y la segunda en el eje Y, usando el osciloscopio en modo X-Y, provoca la intersección de las mismas generando las denominadas firmas (figuras de Lissajous).

En una forma general las figuras de Lissajous deben ser analizadas teniendo en cuenta que estén con la misma amplitud y frecuencia, ya no tiene sentido analizar una onda de diferente frecuencia ya que el módulo que se utiliza para evaluar las firmas inyecta ondas con las condiciones habladas anteriormente, por lo tanto, el estudio genera imágenes básicas de los elementos electrónicos comunes presentes en una placa electrónica (ECU).

Para corroborar con el texto anterior Stanley y Richar (1992) mencionan que: “Si las dos ondas sinusoidales son de la misma frecuencia y fase, la figura de Lissajous será una línea diagonal por otro lado si las ondas sinusoidales son de la misma frecuencia, pero están 90° fuera de fase, la figura será un círculo” (p. 190).

Figura 3

Generación de las figuras de Lissajous



Nota. Como se muestra en “la figura anterior”, los ángulos de desfase utilizados entre las dos ondas son de 0° y 90° respectivamente, cabe recalcar que entre 0° y 90° pueden existir una elipse que comienza con una línea a los 0° hasta terminar en una circunferencia en 90° .

El movimiento que compone la figura de Lissajous es un M.A.S. (movimiento armónico simple), cuyas coordenadas rectangulares (x, y), las dos señales perpendiculares deben ser de la misma frecuencia para ser comparadas cuando se

generen las firmas básicas de los dispositivos electrónicos presentes en la ECU, con esto se definen una función paramétrica con dos ecuaciones en (x, y) perpendiculares.

Las ecuaciones que respetan estas figuras son:

Ecuación 1

Función de la onda senoidal en el eje Y

$$Y(t) = A1sen(\omega t + \varphi1)$$

Ecuación 2

Función de la onda senoidal en el eje X

$$X(t) = A2sen(\omega t + \varphi2)$$

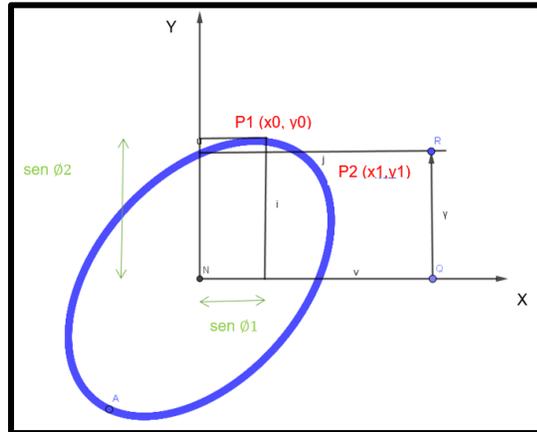
Donde:

- X(t) y Y(t) son funciones que se generan en el osciloscopio necesarias para generar las figuras.
- A1 y A2 es la amplitud de la función.
- ω velocidad angular
- φ es el desfase.

Para dibujar con mayor facilidad y entender de una manera didáctica la generación de las curvas de Lissajous, en primera instancia se deben evaluar los cortes en los ejes, para el siguiente ejemplo se evalúa una elipse. (Cortés et al., 2008)

Figura 4

Formación de las figuras de Lissajous



Nota. En “la figura anterior”, se observa los puntos y funciones que conforman una figura de Lissajous en donde se desplaza un punto en función del tiempo (X_1 y Y_1).

Para describir la formación de una figura de Lissajous, se tiene que encontrar el punto donde corta la figura en los ejes, en este caso el corte se produce en $(0, y)$, se sabe que $x = 0$, con este valor se reemplaza en la ecuación 1, para este instante el tiempo (t) será de 0 ya que está evaluando el inicio de la figura. (Osorio et al., 2008)

$$X(0) = A_2 \text{sen}(\omega_1 t + \varphi_2)$$

por el corte en el eje X, $x = 0$

$$0 = A_2 \text{sen}(\omega_1 t + \varphi_2)$$

despejamos $\omega_1 t$ donde

$$\omega_1 t = -\varphi_2$$

$$t = -\frac{\varphi_2}{\omega_1}$$

relacionamos con la ecuación 2

$$Y(t) = A1 \text{sen}(\omega_2 t + \varphi_1)$$

$$y = A1 \text{sen}(\omega_2 t + \varphi_1)$$

$$y = A1 \text{sen}\left(\omega_2 \left(-\frac{\varphi_2}{\omega_1}\right) + \varphi_1\right)$$

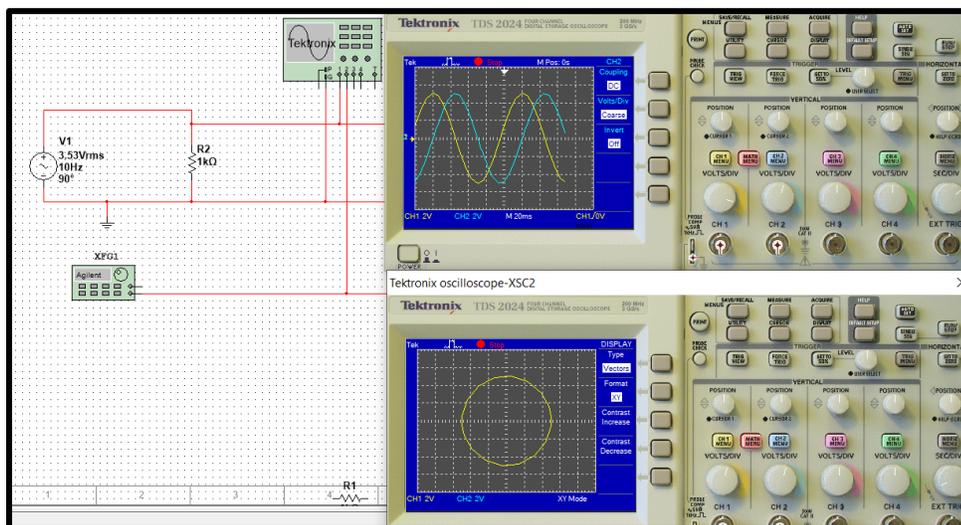
$$\delta = \varphi_1 - \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right) * \varphi_2$$

de esta manera encontramos el ángulo de desfase (δ) de la figura de Lissajous descrita.

El ángulo de desfase de una figura de Lissajous muestra el tipo firma que se producirá, de esta manera se obtienen las firmas básicas, que están compuestas por una línea inclinada una elipse y una circunferencia de acuerdo al ángulo de desfase calculado.

Figura 5

Ondas con un ángulo de desfase diferente de 0°



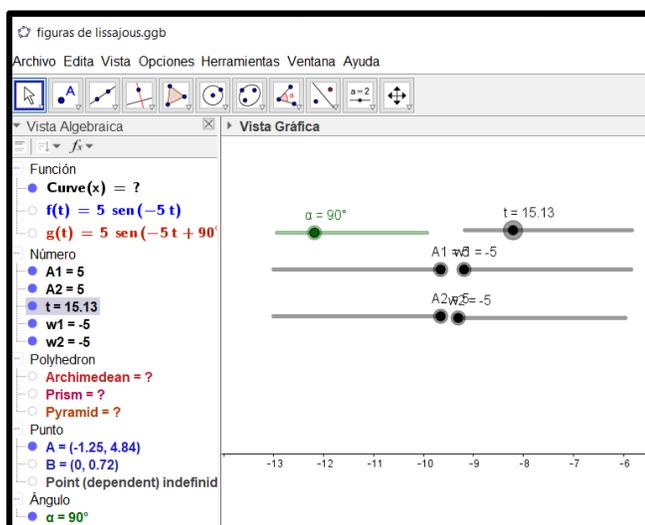
Nota. Como se observa “en la figura anterior” las señales se intersecan y si encuentran desfasadas, la formación de la elipse comienza cuando el ángulo de desfase es diferente de cero.

A continuación, se muestran las gráficas producidas con diferentes tipos de ángulos de desfase.

Insertando las ecuaciones en un software genera la formación de las figuras de Lissajous, en donde se encuentran las formaciones a diferentes ángulos de desfase que se presentaran a continuación.

Figura 6

Ecuaciones de las figuras de Lissajous en GeoGebra

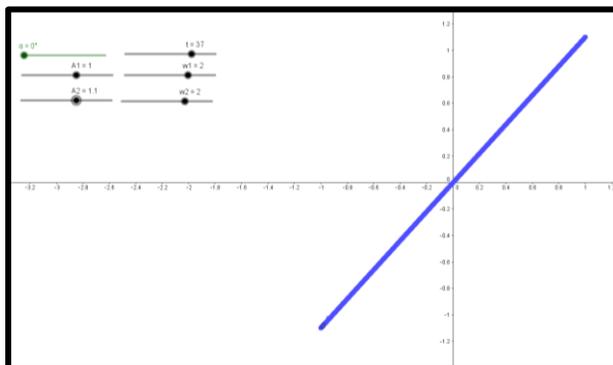


Nota. Para el análisis se ingresan valores enteros y lo que se puede ir variando es el desfase y la amplitud todo dependerá de las características de los elementos diagnosticados, para el ámbito de la electrónica se utiliza la frecuencia igual.

2.1.1.1. Ángulo de desfase es 0° .

Figura 7

Figura de Lissajous producida cuando el ángulo de desfase es 0°

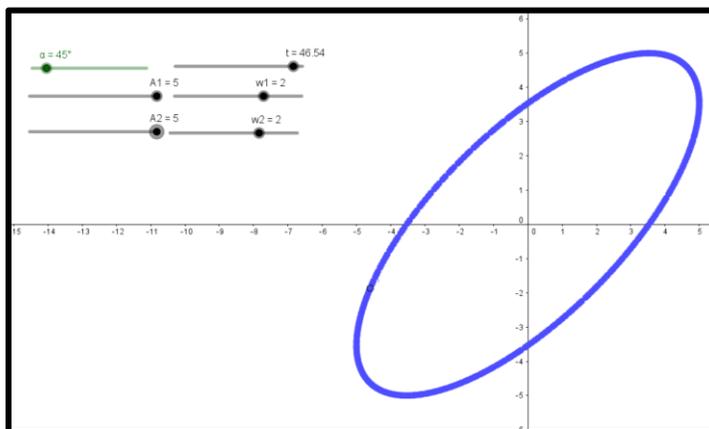


Nota. En “la figura anterior” se visualiza una línea inclinada ya que el están desfasadas 0° , y mantienen una relación de frecuencia igual a 1, ya que para el sector de diagnóstico automotriz no tiene relación evaluar dos señales con diferente frecuencia.

2.1.1.2. Ángulo de desfase a 45° .

Figura 8

Figura de Lissajous cuando el ángulo de desfase es de 45°

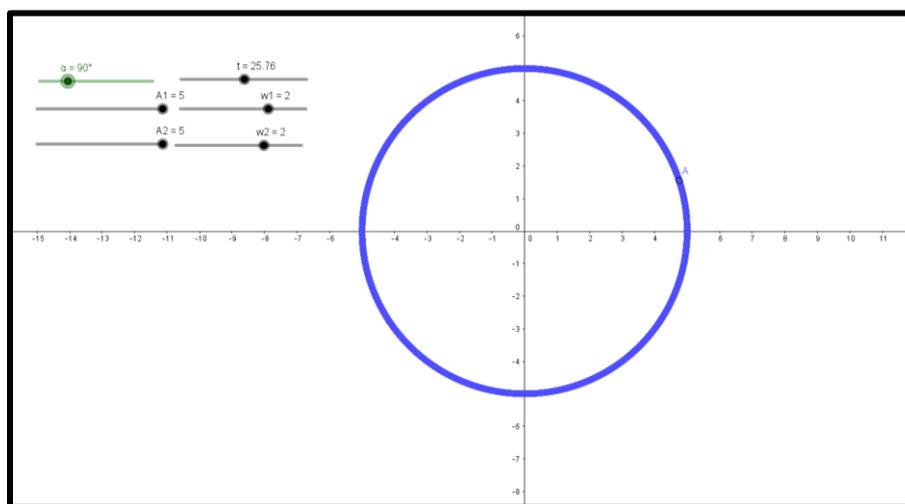


Nota. Gracias a simulador cuando el ángulo de desfase es colocado a los 45° se produce una elipse esto se ya que las señales se encuentran un desfasada de la otra, cabe recalcar que desde el 1° de desfase comienza a formarse la elipse.

2.1.1.3. Ángulo de desfase de 90° .

Figura 9

Figura de Lissajous con un ángulo de desfase 90°



Nota. Cuando se cambia el ángulo desfase a 90° , se produce una circunferencia ya que, en tiempo igual a cero, por lo tanto, los puntos de cortes van a ser igual a las amplitudes en los cortes con ejes X, Y.

2.1.2. Corto circuito y circuito abierto.

2.1.2.1. Corto circuito. Para este caso el valor tiende a acercarse a cero, de acuerdo con las leyes de ohm, en donde la corriente es iguala al voltaje sobre la resistencia, arroja una indeterminación por lo tanto teóricamente el flujo de corriente tiende al infinito (Soriano, 2014, p. 4).

Ecuación 3

Ecuación de la ley de Ohm para voltaje

$$V = I * R$$

$$I = \frac{V}{R}$$

Cuando el valor de R se acerca a 0

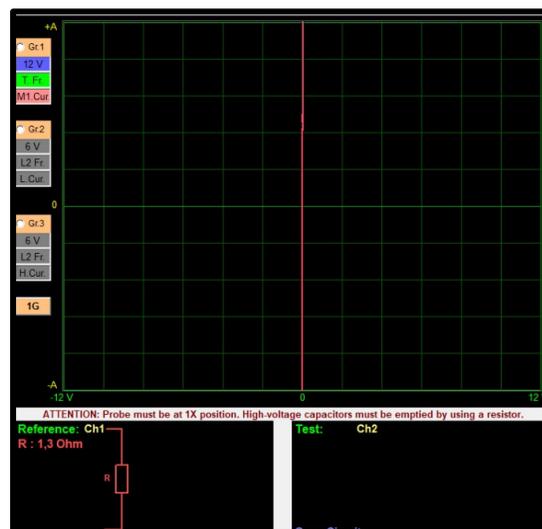
$$I = \frac{V}{0}$$

$$I = \infty$$

De esta manera comprobado lo que se mencionó cuando el valor de la resistencia tiende a cero el flujo de corriente tiende a ser infinito, por lo que en las figuras de Lissajous se refleja una línea vertical.

Figura 10

Firma de un corto circuito



Nota. Para este caso la resistencia es de 1.3 Ohm, tiende a acercarse a 0, este valor es producido por los cables de comprobación que poseen una resistencia, con lo que menciona la ley de OHM, menor resistencia mayor flujo de corriente.

2.1.2.2. Circuito abierto. En esta sección la resistencia tiende a ser infinita por lo tanto los valores de intensidad nulos acercándose a cero, ya que mientras mayor valor de resistencia menor flujo de corriente, y que teóricamente la resistencia un elemento que se opone al paso de corriente.

Ecuación 4

Ecuación de la intensidad cuando R tiende a ser infinito

$$V = I * R$$

$$I = \frac{V}{R}$$

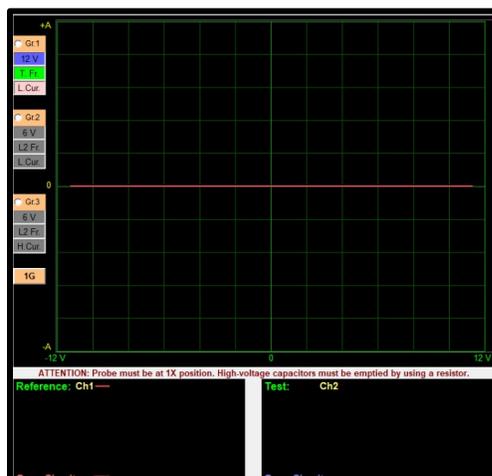
Cuando el valor de R es infinito

$$I = \frac{V}{\infty}$$

I = tiende a ser 0

Figura 11

Firma de un circuito abierto



Nota. La resistencia al ser infinita no puede ser identificada por el trazador de imágenes por lo tanto esto significa, que las puntas de pruebas se encuentran separadas, este proceso es importante al detectar averías en las líneas de los circuitos, sin hacer el uso de otros dispositivos de detección de fallas.

2.1.3. Firmas básicas

La firma real en un nodo de circuito que es un compuesto de las firmas de componentes básicos en ese punto en el circuito. Por ejemplo, un circuito con una resistencia y un condensador en donde se combina la firma característica de la resistencia junto con la del condensador. Reconociendo estas cuatro firmas básicas en la pantalla (resistencia, bobina, diodo y condensador), es una de las claves del éxito para detectar fallos con esta técnica. (Vélez y Caiza, 2017, p. 28)

Los ángulos de desfase juegan un papel importante para el análisis de una firma básica y compuesta y es así que cada componente encontrado en diferentes placas

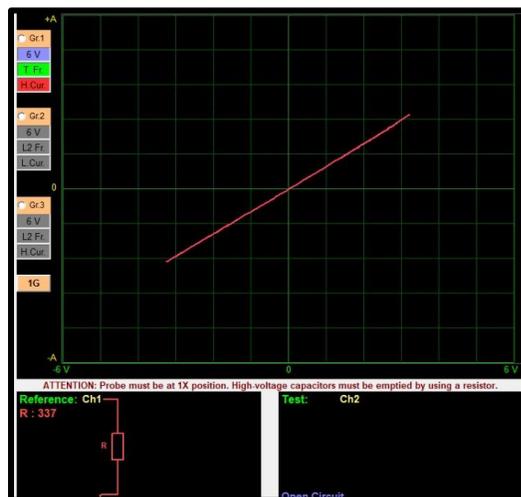
electrónicas, que son más comunes tiene su propia firma característica (figura de Lissajous), para esto se han establecido 4 firmas que están acorde a los ángulos revisados anteriormente.

2.1.3.1. Resistencia. La imagen de una resistencia es denotada por una recta en un intervalo de inclinación relativa al valor de la resistencia debido a que la corriente de frecuencia es proporcional a la tensión aplicada y la pendiente tiende a variar.

Cuando se alguna resistencia con la ayuda de los diferentes equipos electrónicos se debe tener en cuenta que el desfase siempre va a ser 0 grados, y la manera para que la pendiente cambie de valor dependerá de la amplitud y la frecuencia inyectada a la resistencia

Figura 12

Firma básica de la resistencia



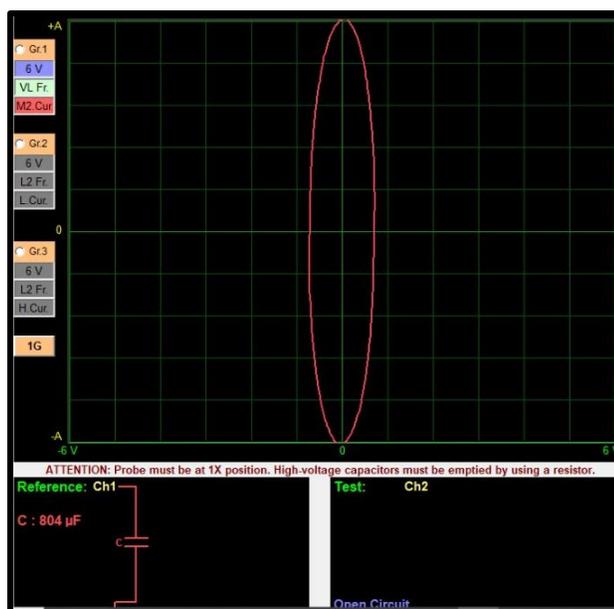
La resistencia presente “en la figura anterior”, se produce una línea inclinada ya que se vuelven proporcionales las dos señales de acuerdo al voltaje y la frecuencia utilizada.

Este elemento es uno de los que se presentara con mayor frecuencia en los circuitos electrónicos ya que su función es la de proteger a otros elementos sensibles a los cambios de tensión y corriente y en la ECU automotriz no será la excepción ya que por ejemplo el inyector trabaja con corrientes elevadas y los circuitos de control pueden sufrir algún desperfecto por un cambio en la corriente suministrada por parte de la electricidad del vehículo.

2.1.3.2. Capacitor. La imagen de un capacitor es identificada por una elipse, los condensadores con valores mínimos tienen un trazado elíptico aplanado y horizontal por otro lado los condensadores con valores elevados en capacitancia tienden a generar un trazo elíptico aplanado, pero en dirección vertical.

Figura 13

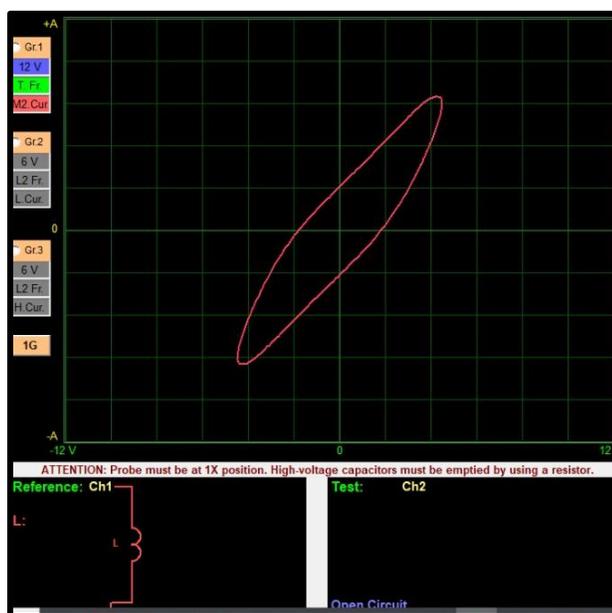
Firma del capacitor



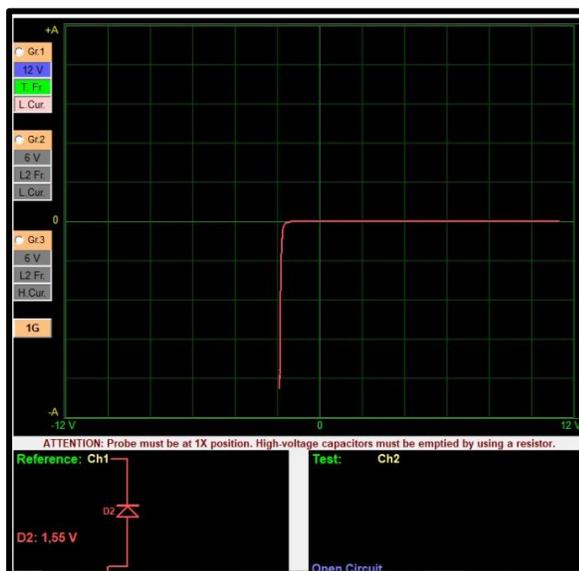
2.1.3.3. Bobina. La firma básica de una bobina posee una curva similar a la elipse de un capacitor con respecto a los ejes de voltaje y corriente se puede observar una inclinación en el plano que puede ir variando dependiendo la inductancia de la bobina que está expuesta bajo test.

Figura 14

Firma de la bobina



2.1.3.4. Diodo. La imagen generada por un semiconductor o diodo se denota por dos o más líneas rectas con respecto al plano dependiendo del valor del componente y la frecuencia a la que se encuentra si son de germanio o silicio se debe tomar en cuenta la caída de tensión, normalmente al someter al diodo bajo test de forma individual crea una figura que es semejante a un ángulo recto considerando si la polarización es inversa.

Figura 15*Firma de un diodo*

2.2. Unidad de control electrónica (ECU)

La ECU, es una computadora integrada en vehículos para controlar sistemas o subsistemas mecánicos o electrónicos. Es un componente, que toma una entrada de sus sensores u otras ECUs y usa actuadores para controlar las funcionalidades del vehículo. (Alam, 2019, p. 9)

Una ECU consta de dos componentes:

Un chipset (el hardware de la ECU) y un sistema integrado (el software de la ECU). El chipset está físicamente conectado a sensores (por ejemplo, frenos, árbol de levas, cigüeñal, sensores de golpe y oxígeno) y actuadores (por ejemplo, el ventilador de enfriamiento, la bomba de combustible, las bobinas de encendido, los inyectores, la

válvula de control del acelerador), y el sistema integrado emplea datos recibidos de los sensores para operar los actuadores. (Ham et al., 2017, p. 137)

Las unidades de control electrónica son conocidas como unidades de mando, cerebro del sistema, módulo de control electrónico, módulo de control de potencia, entre otras. Ellas reciben las señales de los diferentes sensores y determinan en cada caso el caudal de combustible necesario, el control de todos los elementos de ajuste y válvulas de inyección conectados. La base para ello son las señales de los diferentes sensores. Las unidades de mando para los sistemas Motronic controlan adicionalmente el momento de inyección y de encendido. En los sistemas modernos la unidad de mando asume también funciones de diagnóstico. Las averías que se producen se graban en la memoria de averías y se pueden leer con comprobadores de autodiagnóstico. (Boch, 2010, p. 15)

Figura 16

Unidad de Control Electrónica



Nota. Unidad de control electrónica del vehículo Isuzu Luv 2.2L.

Hay unidades electrónicas que no poseen elementos a los cuales se debe prestar servicio y otras sí, por lo tanto, una falla de la unidad normalmente hace que el automóvil no arranque y es necesario el cambio de la misma. Las fallas de la ECU son consecuencia de picos de voltaje, incrementos de voltaje y pueden ser provocados cuando se desconecta la batería con las luces encendidas o cuando el automóvil se arranca empujando.

2.3. Función de la ECU automotriz

La ECU automotriz se encarga de recibir las señales provenientes de los sensores del vehículo, cada señal es procesada, filtrada, comparada y amplificada, para enviar a los actuadores impulsos de corrientes de acuerdo a la función que vayan realizar.

Según Mariño y Villagómez (2009) mencionan que:

Las señales recibidas por la ECU se procesan y se almacenan temporalmente en la memoria RAM, luego el procesador del sistema compara dichos datos con los existentes en la memoria ROM y toma la decisión, la cual se traduce en un tren de pulso de inyección para obtener mezclas ideales, ricas o pobres según la condición de funcionamiento del motor; también gobierna el funcionamiento del electro ventilador, la válvula de purga del cánister y en los sistemas más avanzados, el avance al encendido, entre otras cosas.(p.18)

En sistemas actuales se utilizan memorias PROM o EEPROM que tienen ciertas ventajas como es la de reprogramar los parámetros de funcionamiento con la que trabaja la ECU, además cumple diversas funciones como son: la inyección de combustible, bomba de combustible, puesta a punto del encendido, autodiagnóstico,

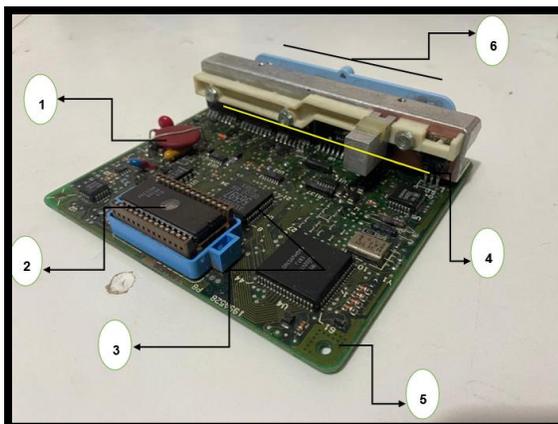
régimen de marcha en vacío, control del ralentí, regulador de presión y de aire. Estos sistemas permiten tener un control muy preciso y sofisticado debido al control de las funciones mencionadas anteriormente.

2.4. Constitución de una computadora automotriz

Según Rodríguez (2019) menciona que: “Los componentes principales que se encuentran en una ECU son: los drivers, reguladores de tensión, las memorias, los módulos de entrada y el decodificador” (p.46).

Figura 17

Componentes de la Ecu



Nota. 1. Elementos del circuito fuente para regular el voltaje de sensores y actuadores (se encuentra un conjunto de condensadores), 2. Memoria EPROM, 3. Microprocesadores, 4. Transistores para el control de actuadores, 5. Placa madre de la ECU, 6 Salida de pines.

La unidad de control electrónica también está constituida por puertos de conexión multipolar para los sensores, actuadores y la alimentación, como se observa

Nota. La figura muestra los circuitos que existen en la ECU y los tipos de voltajes que maneja.

2.5.1. Circuito fuente

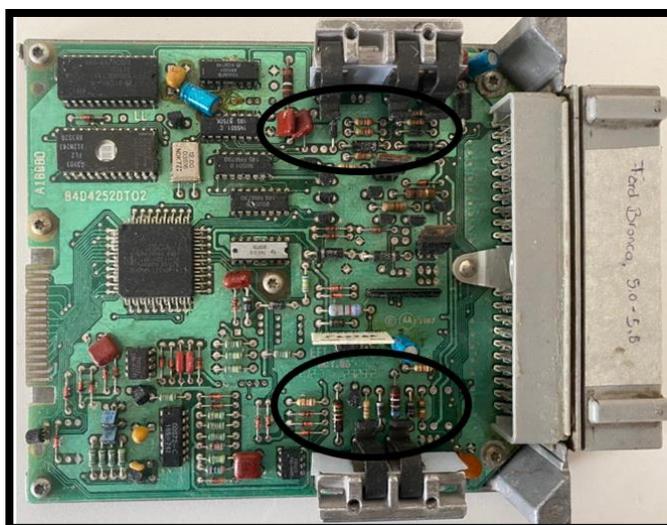
Según Serravalle (2011) menciona que:

Se denomina circuito fuente al conjunto de componentes que tienen como función alimentar a los circuitos internos de la ECU. Transforma 12 voltios a 5 voltios para ser utilizados por la periferia. Integran este bloque, transistores, diodos, condensadores, regulador de voltaje, etc.

Este circuito está diseñado para proteger al módulo y regular el voltaje para los sensores y actuadores existentes.

Figura 19

Circuito Fuente



Nota. En la figura se encuentra señalado el circuito fuente de la ECU de un Ford Bronco.

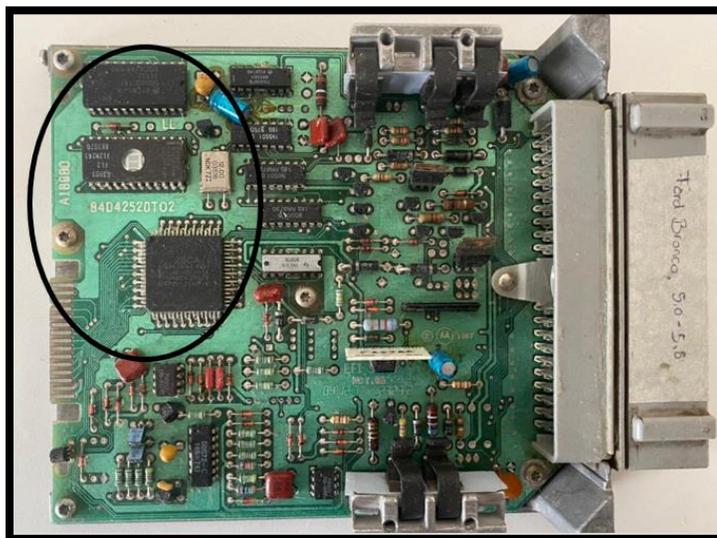
2.5.2. Circuito de control

Conocido como un complejo digital debido a que está constituido por un microprocesadores y memorias, estos se encargan de procesar todas las señales analógicas en digitales, también es conocido como bloque de procesamiento.

Según Serravalle (2011) menciona que: "Se denomina bloque de procesamiento a todo el circuito que desarrolla las funciones programadas y que están constituidos por el procesador, memorias y todo circuito que se vea involucrado en la ejecución del software".

Figura 20

Circuito de control



Nota. En la figura se encuentra señalado el circuito de control de la ECU de un Ford Bronco.

En este circuito o bloque de control generalmente las fallas se deben a ciertos inconvenientes, por ejemplo, cuando el microprocesador presenta una avería el

vehículo no enciende, los sensores y actuadores no emiten ninguna señal y también cuando el scanner no logra la conexión DLC.

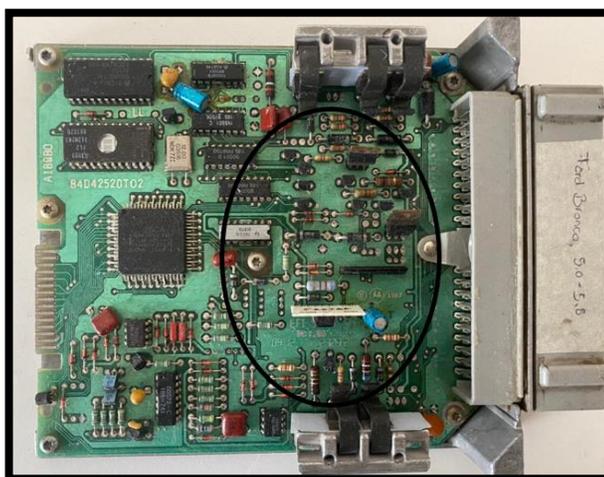
2.5.3. Circuito de periferia

El circuito de periferia es conocido también como bloque de entrada. Según Serravalle (2011) manifiesta que:

Se denomina bloque de entrada a todos los circuitos que se encuentran como receptores de las diferentes señales que van a ingresar a la UEC y antes de que lleguen al microprocesador. Se encuentran en este bloque los filtros, amplificadores, conversores análogos a digital, comparadores, recortadores, entre otros.

Figura 21

Circuito de Periferia



Nota. En la figura se encuentra señalado el circuito periferia de la ECU de un Ford Bronco.

En este circuito o bloque periférico generalmente las fallas se deben a ciertos inconvenientes, por ejemplo, no existen señales de sensores que varían entre 4,5 a 5 voltios y en los actuadores no existen pulsos de 12 voltios.

2.5.4. Circuito driver

El circuito de drivers es conocido también como bloque de salida. Así como las señales son tratadas al ingresar, antes de llegar al microprocesador por circuitos previos que se han denominado Bloque de entrada, existen luego circuitos que se encuentran entre las salidas del microprocesador y los diferentes elementos que van a ser actuados, a este bloque de salida de lo denomina circuito drivers. Aparecen así amplificadores, circuitos de potencia con transistores, todos los denominados drivers o manejadores, etc. Vale decir aquellos que controlados por el micro actuarán sobre los diferentes periféricos de potencia, como, por ejemplo: Bobinas de encendido, inyectores, relés, etc. (Serravalle, 2011)

Figura 22

Circuito Driver



Nota. En la figura se encuentra señalado el circuito drivers de la ECU de un Ford Bronco.

2.6. Sensores y actuadores

Los diferentes sensores y actuadores que presenta la ECU, tienen su propia nomenclatura y de acuerdo con su disposición puedes estos ser de 2 ó 3 cables, la distribución de pines es necesaria para la ubicación de cada componente, a continuación, se presentan los sensores y actuadores presentes para lograr la inyección de combustible de manera precisa y eficaz.

2.6.1. Sensores

- Sensor de posición del cigüeñal CKP
- Sensor de flujo de masa de aire MAF
- Sensor de temperatura de la culata CHT
- Sensor de presión de riel de combustible FRP
- Sensor de temperatura del combustible FTS
- Sensor de presión de combustible en el tanque FTP
- Sensor de presión absoluta del múltiple MAP
- Sensor de posición del ángulo del cigüeñal CAS – CKP
- Sensor de presión barométrica BARO
- Sensor de temperatura del agua WTS – ECT – CTS
- Sensor de temperatura del aire IAT – MAT – ATS – IAT
- Sensor de Oxígeno EGO – HEGO
- Sensor de óxidos de nitrógeno NOX
- Sensor de velocidad del vehículo VSS

- Sensor de posición del árbol de levas CMP
- Velocidad del motor ESS
- Temperatura aire transmisión ATF
- Sensor de posición de la mariposa de aceleración TPS
- Sensor Octano
- Sensores de nivel de aceite y refrigerante
- Sensor de golpeteo KS
- Entre otros

2.6.2. Actuadores

- Inyector
- Bomba de combustible
- Válvula de ralentí IAC
- Válvula de recirculación de gases EGR-VSV
- Electroventilador
- Cuerpo motorizado de aceleración TAC
- Luz indicadora de mal funcionamiento MIL
- Entre otros

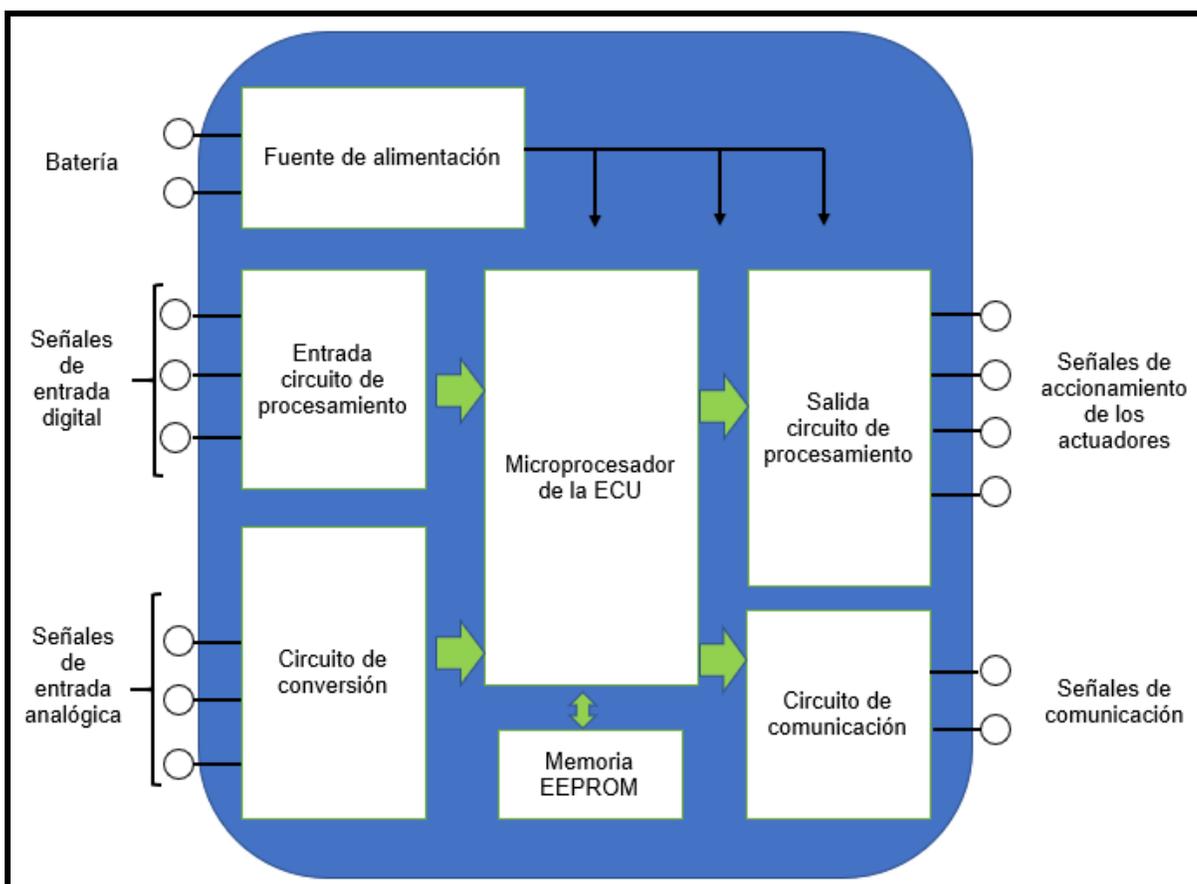
2.7. Procesamiento de datos

El procesamiento de datos es una función que se encarga de realizar la ECU, en este proceso se codifican las señales de entrada provenientes de los sensores, la unidad de control se encarga de procesarlas en señales de salida para controlar los actuadores presentes. Esta función se desarrolla mediante el software que se encuentre programado en la ECU, el encargado será el bloque de control donde se encuentran los

microprocesadores y las memorias que contienen los datos del vehículo. (Yukihide, 2014)

Figura 23

Procesamiento de las señales en la ECU



Nota. En la figura se indica las señales de entrada y salida de la ECU.

2.8. Señales electrónicas

Estas señales son producidas por los elementos electrónicos que se encuentran en el vehículo por ejemplo los sensores y actuadores que representan señales tanto de entrada como de salida en la computadora automotriz.

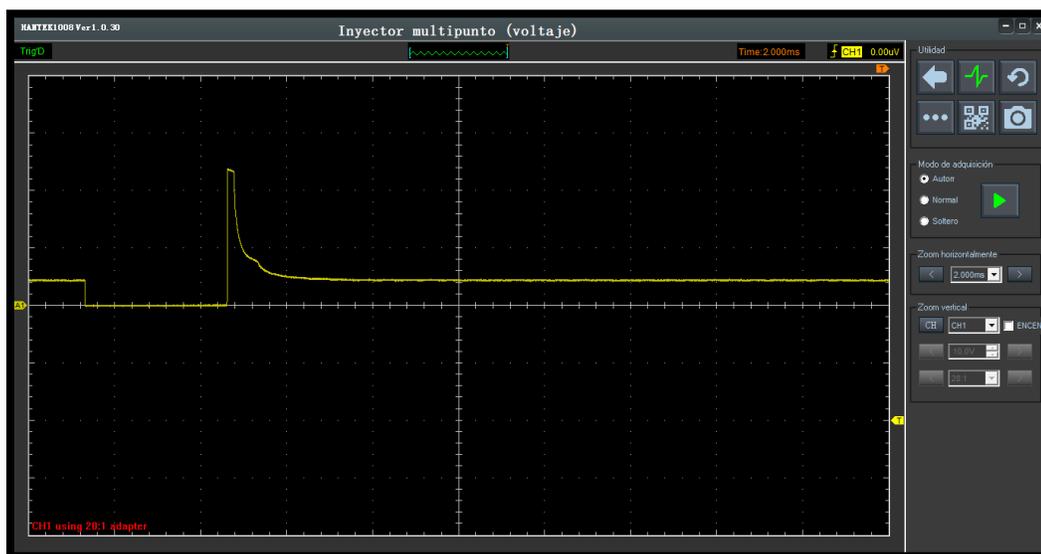
2.8.1. Señales de entrada

Las señales de entrada son las que se emiten desde los sensores hacia la ECU, una vez que llegan a la unidad de control son procesadas para la generación de nuevas señales de mando para los actuadores, las señales que emiten los sensores pueden ser de tipo analógico o digital.

2.8.1.1. Señales en forma de pulso. Estas señales provienen de sensores inductivos que dan información acerca de revoluciones o velocidad. Los sensores de tipo inductivos generan señales en forma de pulso, estos contienen datos sobre la velocidad de rotación y la marca de referencia que son acondicionadas en la propia etapa de la unidad de control electrónica. En esta etapa de la ECU se eliminan los pulsos falsos y las señales en forma de pulso se transforman en señales de forma digital. (Landhäuße et al., 2014)

Figura 24

Señal en forma de pulso



2.8.1.2. Señales analógicas. Una señal analógica es aquella que se produce por algún fenómeno electromagnético, pueden tomar infinidad de valores que son comprendidos entre dos variables como la amplitud y el periodo, la forma de esta señal es una onda continua. Las señales analógicas pueden ser producidas por algunas magnitudes físicas y eléctricas por ejemplo la presión, la temperatura, el voltaje, la intensidad, etc.

Figura 25

Señal analógica



Nota. Señal analógica generada con un osciloscopio Hantek 1008C.

Según Molina et al. (2019) mencionan que:

Estas señales se representan mediante corriente o tensión, y dentro de la electrónica analógica, las señales son aquellas que toman un número infinito de valores comprendidos entre dos límites establecidos en el tiempo. La mayoría de los fenómenos

físicos reales, entregan variables analógicas tales como la presión o la temperatura, entre otros. (p.19)

En el vehículo estas señales se generan por algunos sensores que asumen varios valores de voltaje. “Ejemplos de magnitudes físicas que están disponibles como valores medidos analógicos son la masa de aire de admisión, la tensión de la batería, la presión de sobrealimentación y del colector de admisión, la temperatura del aire de admisión y del refrigerante” (Landhäußer et al., 2014, p. 273).

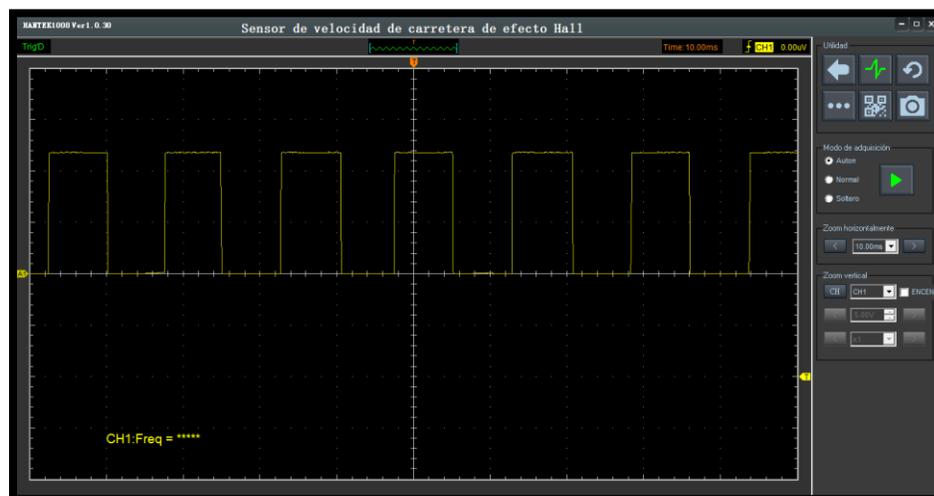
2.8.1.2.1. Convertidor AD. Se encarga de transformar las señales analógicas en digitales, esto debido a que los microcontroladores captan señales digitales para poder ser procesadas en señales de mando para los actuadores.

El circuito de conversión AD (también conocido como Convertidor AD) convierte las señales de entrada analógicas en valores digitales que se pueden introducir en los microordenadores. Los microordenadores calculan las cantidades de control de cada señal de entrada y controlan las señales de salida de acuerdo con los resultados de estos cálculos. El circuito de procesamiento de salida convierte las señales de salida de las microcomputadoras en formatos de señal capaces de controlar los actuadores, amplificar voltajes, etc. (Yukihide, 2014, p.2)

2.8.1.3. Señales digitales. Una señal digital es aquella que es producida por un fenómeno electromagnético, la característica que lo diferencia de la analógica es que esta señal toma valores fijos, (todo o nada). En estas señales digitales los valores fijos son el “1” y el “0”, que representan dos estados, por ejemplo, abierto o cerrado, verdadero o falso, encendido o apagado, etc. La transición que presentan los dos estados son llamados flancos de subida y de bajada.

Figura 26

Señal digital



Nota. Señal digital generada con un osciloscopio Hantek 1008C.

En los sistemas digitales se tiene como ejemplo a un ordenador que presenta dos estados o niveles de tensión eléctrica, uno alto y otro bajo o en inglés como (High y Low). Los dos niveles están sustituidos por ceros y unos, esto permite la aplicación de la lógica y la aritmética binaria. El estado alto es representado por un 1 y el otro estado bajo por un 0, en la aplicación lógica como positivo y negativo respectivamente. (Mariño y Villagómez, 2009)

Las señales de entrada digital solo tienen dos estados. Son “altos” o “bajos” (1 lógico y 0 lógico respectivamente). Ejemplos de señales de entrada digitales son señales de conmutación de encendido / apagado, o señales de sensores digitales, como los pulsos de velocidad de rotación de un generador Hall o un sensor magnetorresistivo. Estas señales son procesadas directamente por el microcontrolador ubicado en el circuito electrónico. (Landhäußer et al., 2014, p.273)

2.8.2. Señales de salida

Las señales de salida de la ECU automotriz son las encargadas de enviar el accionamiento o mando hacia los actuadores, estas señales van acuerdo a las condiciones que requiere el sistema para su funcionamiento correcto.

Las señales de salida son controladas por un microprocesador, estas señales se encargan de activar los controladores o transistores, mandan la energía necesaria a los actuadores conectados a la ECU y cumplan su función. De igual forma controlan relés para actuadores que ocupan gran cantidad de energía como es el ventilador.

(Landhäuße et al., 2014)

2.9. Componentes eléctricos - electrónicos de una ECU automotriz

Dentro de la unidad de control electrónica existen varios elementos que forman los circuitos o bloques, estos elementos pueden ser pasivos y activos.

2.9.1. Elementos pasivos

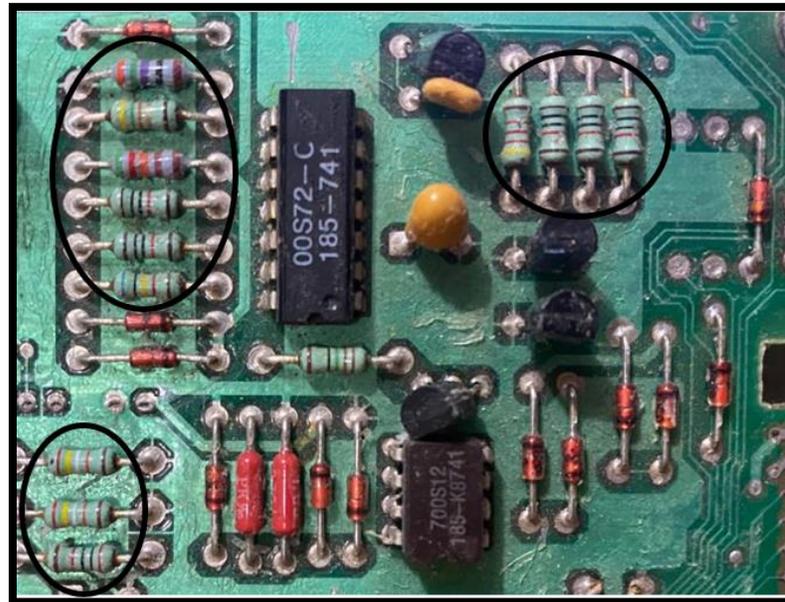
Los elementos pasivos son aquellos que no producen potencia, se encargan principalmente del control de la electricidad para que los elementos activos funcionen con normalidad, también son conocidos como semiconductores. Entre los más conocidos tales como los componentes resistivos, capacitivos e inductores.

Los dispositivos o elementos pasivos son aquellos que se encargan de consumir, bajar o guardar la cantidad de energía en una línea de circuito, no proporcionan nada de energía. En este grupo se encuentran resistencias, capacitores y bobinas. (Villaseñor y Hernández, 2013)

2.9.1.1. Resistencia. Es un elemento electrónico, el cual cumple con la función de controlar u oponerse al flujo de la corriente eléctrica, pueden ser de diferentes materiales conductores o semiconductores y la unidad que lo representa es el ohmio (Ω).

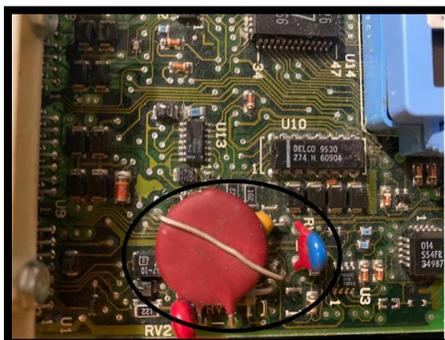
Figura 27

Resistencias



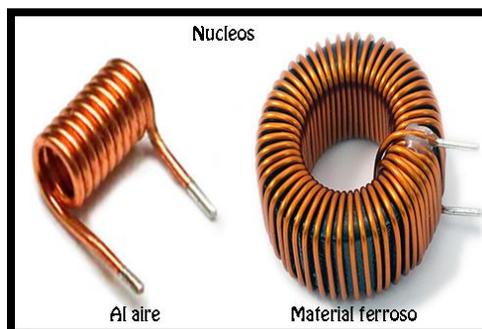
Nota. En la figura se observa algunas resistencias que constituyen la ECU.

2.9.1.2. Condensador. Es un componente pasivo llamado también capacitor, cumplen con la función de almacenar energía en su interior, está constituido por láminas conductoras y separadas por material dieléctrico. La unidad que mide el valor de la capacitancia es el faradio (F).

Figura 28*Condensadores*

Nota. En la figura se observa algunos condensadores que integran el circuito fuente de la ECU.

2.9.1.3. Inductor. El inductor es conocido también como bobina, se encarga de almacenar energía mediante la generación de un campo magnético y la unidad que lo representa es el henrio (H).

Figura 29*Bobinas*

Nota. Adaptado de *Bobinas [Fotografía]*, por H. Oliveros, 2014, Blogger (<http://herwing-oli.blogspot.com/2018/08/bobinas-las-bobinas-son-un-elemento.html>). CC BY 4.0

Por lo general las bobinas constan de dos terminales, están conformadas por un hilo o alambre de cobre enrollado que envuelve un núcleo, este núcleo puede de material ferroso o acero de tipo magnético capaz de elevar su propiedad de magnetismo.

2.9.2. Elementos activos

Los elementos activos son diferentes a los pasivos, estos entregan potencia para controlar o activar otros dispositivos. Estos elementos son de gran variedad, como ejemplo: amplificadores, memorias, microprocesadores, diodos, etc.

Según Villaseñor y Hernández (2013) afirma que: “Las fuentes de alimentación son elementos activos, ya que tiene la capacidad de entregar potencia a algún otro dispositivo o algún sistema externo a ellos” (p.33).

2.9.2.1 Memorias de la ECU. Son dispositivos electrónicos que se encuentran en una computadora automotriz, se encargan de almacenar o procesar datos de operación. Estas memorias pueden ser volátiles o no volátiles.

Algunas memorias pueden perder los datos que fueron almacenados si se pierde la energía que alimenta estos circuitos; a este tipo de memoria se le llama volátil. Un ejemplo de estas memorias es la memoria de acceso aleatorio o RAM, y las celdas que las forman son la base de la llamada lógica secuencial. Otra categoría de memoria es la llamada no volátil; este tipo de memoria mantiene los datos almacenados aun cuando se quita la energía que los alimenta. A este tipo de memorias corresponden las memorias de solo lectura ROM y sus variantes que pueden ser borradas, ya sea con luz ultravioleta, como las de EPROM, o eléctricamente, como las EEPROM y las ahora ubicuas memorias Flash tipo pluma o pendrives. (Mijarez, 2014, p.181)

2.9.2.1.1 Memoria RAM (Random Access Memory). La memoria RAM es conocida como una memoria volátil y tiene la función de almacenar datos de forma temporal, trabaja con valores actuales que pueden ser escritas o leídas en cualquier momento. Este tipo de memoria borra sus datos cuando se queda sin fuente de energía.

Según Mijarez (2014) menciona que: “Las memorias de acceso aleatorio (RAM) constituyen un tipo de memoria basado en semiconductores capaces de mantener los datos almacenados en estas mientras se encuentran alimentadas de corriente eléctrica” (p.184).

2.9.2.1.2. Memoria ROM (Read Only Memory). La memoria ROM es conocida como una memoria no volátil, este ya viene programada de fábrica, sus datos de operación ya vienen grabados, los cuales no pueden ser modificados y solo sirven de lectura. Esta memoria mantiene sus datos almacenados ya sea que se encuentre sin una fuente de energía.

Las memorias de tipo ROM son de dos tipos, el primer tipo abarca a las memorias de lectura que existe en la mayoría de circuitos y son las más utilizadas, el segundo tipo son las memorias de escritura que se caracterizan de ser más complicadas que las de lectura, no son muy utilizadas a menudo. Las memorias ROM no son volátiles y almacena datos en ausencia de energía eléctrica. (Sánchez y Taipe, 2018)

2.9.2.1.3. PROM. La PROM es un tipo de memoria ROM, el cual lleva los datos de operación almacenados desde fábrica y no pueden ser modificados ni reprogramados. La memoria PROM una vez averiada se procede a cambiarlo por una nueva.

2.9.2.1.4. EPROM. Esta memoria pertenece al grupo de las memorias de tipo ROM, los datos almacenados pueden ser reprogramados de manera electrónica, es decir se pueden borrar los datos las veces que se requiera y volverlos a grabar. Para el borrado de datos se utiliza luz ultravioleta, el cual se expone en una ventana ubicada en la parte superior de su estructura como se puede ver en la siguiente figura.

Figura 30

Memoria EPROM



Nota. Adaptado de *Memoria EPROM [Fotografía]*, por M. Parilli, 2020, Tecnoinformatic.com (<https://tecnoinformatic.com/c-informatica-basica/memoria-eprom/>). CC BY 4.0

2.9.2.1.5. EEPROM. Se caracteriza por ser una memoria borrable y grabable eléctricamente, en la actualidad son las más utilizadas debido a su facilidad y rapidez de programación para el técnico.

Las funciones de grabar y borrar datos se realizan eléctricamente a partir del propio grabador y bajo el control programado de una computadora. Es bastante cómoda e inmediata la operación de grabado y la de borrado. No cuentan con una ventana de

cristal en el área de superior de la memoria. Los microcontroladores dotados de memoria EEPROM una vez instalados en el circuito, tienen la ventaja de grabarse y borrarse cuantas las veces que se desee sin la necesidad de ser retirados de comentado circuito. (Aguayo, 2004, p.9)

2.9.2.1.6. Memoria FLASH. Se habla de una memoria no volátil, de poco consumo, que se puede redactar y eliminar. Trabaja como una ROM y una RAM, sin embargo, consume menos y es de menor tamaño. La ventaja de la memoria FLASH es que puede programarse en el circuito, la cual la hace más conveniente al momento de comparar con una ROM. Es más instantánea y de más grande densidad que la EEPROM. La opción FLASH está recomendada ante la EEPROM una vez que se rigurosa gran proporción de memoria de programa no volátil. Es más rápida y tolera mayor número de ciclos de escritura/borrado. (Aguayo, 2004, p.9)

2.9.2.1.7. Memoria DIL. Este tipo de memoria ha sido unos de los primeros utilizados para los vehículos equipados con inyección electrónica a partir del año 1990. Como se observa en “la figura a continuación” este tiene 2 líneas con patas o pines de ingreso, estas tienen la posibilidad de ser de 28 ó 32 pines. Una marca o muesca se puede apreciar en un lado corto de la memoria, esta marca se tiene como una guía para orientarnos en la numeración de los pines que contenga, esta guía indica la localización del pin 1 de la memoria. Además, se encuentra una ventana en el medio del elemento el cual sugiere la posibilidad de borrar los datos de la misma con luz ultravioleta. (AutoAvance, 2013)

Figura 31

Memoria tipo DIL

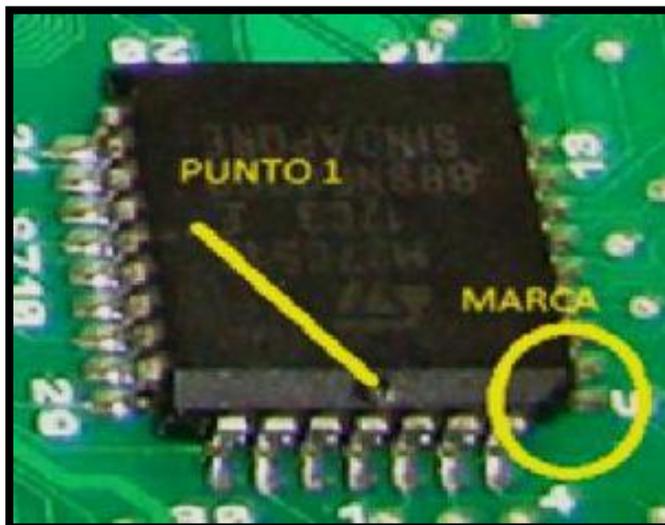


Nota. Adaptado de *Memoria tipo DIL [Fotografía]*, por Auto Avance, 2013, Auto Avance (<https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/167-procesamiento-de-datos-controladores-y-memorias-computadoras-automotrices/>). CC BY 4.0

2.9.2.1.8. Memoria PLCC. Este encapsulado ha sido el segundo usado en las ECUS automotrices, cuenta con un tamaño limitado y la configuración de sus terminales ocupa los 4 lados a diferencia de su antepasado (DIL) la proporción de terminales podría ser de 32, 44, 48 patas. Lo especial de esta configuración es que las patas o pines se hallan hacia adentro y su montaje es superficial a la placa principal. Esto menora el espacio que ocupa la misma y aporta más capacidad en su interior. Esta clase de memorias se eliminan de manera eléctrica. Sobre la mitad de un lateral tiene una marca que indica la posición del pin 1. Tienen la posibilidad de ser encontradas montadas de manera directa sobre un zócalo en la placa del circuito. (AutoAvance, 2013)

Figura 32

Memoria tipo PLCC



Nota. Adaptado de *Memoria tipo PLCC*[Fotografía], por Auto Avance, 2013, Auto Avance (<https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/167-procesamiento-de-datos-controladores-y-memorias-computadoras-automotrices/>). CC BY 4.0

2.9.2.1.9. Memoria SOP. Este encapsulado pertenece al grupo de los más usados actualmente, tiene una capacidad de memoria de 2 a 32 megas en el campo automotriz, este encapsulado consiguió tanto en su precio, como en capacidad y espacio un compromiso adoptado por los elaboradores de electrónica automotriz. La proporción de pines usados es de 44 ó 48 terminales distribuidos en dos lados de la memoria, además tiene una marca el cual sugiere la ubicación del terminal 1. Esta Memoria puede eliminar datos eléctricamente. (AutoAvance, 2013)

Figura 33

Memoria tipo SOP



Nota. Adaptado de *Memoria tipo SOP [Fotografía]*, por Auto Avance, 2013, Auto Avance (<https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/167-procesamiento-de-datos-controladores-y-memorias-computadoras-automotrices/>). CC BY 4.0

2.9.3. Nomenclatura de las memorias

La nomenclatura de una memoria identifica las características que dispone la misma, se representa mediante un código que indica donde indica la marca del fabricante, capacidad, tipo y así datos importantes que ayudan al momento de adquirir una similar.

Figura 34

Código de la memoria



Nota. Adaptado de *Nomenclatura de una memoria [Fotografía]*, por Auto Avance, 2013, Auto Avance (<https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/167-procesamiento-de-datos-controladores-y-memorias-computadoras-automotrices/>). CC BY 4.0

Código: AM 29 F 200 BB -70SE

(AM): Marca del fabricante

(29): Familia a la que pertenecen, entre ellas se encuentran a la 27 y la 29, donde cada una tiene características como las velocidades de acceso, compuertas, estructuras, circuitos, etc.

(F): En esta sección se encuentra a la letra C ó F. La letra C=5V, indica la alimentación que dispone como indicador si dicha memoria lo posee. La letra F=Flash, indica que el borrado es de forma eléctrica y se lo configura mediante la programación de las memorias EEPROM.

(200): Este número indica la capacidad de almacenamiento que posee la memoria, estas pueden ser para las de tipo DIL, PLCC y SOP. Se puede encontrar una serie de rangos que van entre los 128 K bytes y los 8192 K bytes.

(BB): Se refiere al tipo de arquitectura tiene internamente.

(-70SE): Se refiere al tiempo que se demora en ubicar y leer la información que se encuentra almacenada. El número representa nanosegundos y el signo es menor, es decir, el tiempo que indica en el ejemplo es menor a 70 nanosegundos.

Capítulo III

3. Método de diagnóstico por imágenes

En este capítulo se establece la descripción de los equipos, softwares y herramientas de trabajo que se utilizaron para realizar el diagnóstico de las computadoras automotrices, conjuntamente se describe cada computadora con la distribución de pines y las imágenes que se obtienen de los circuitos.

Los equipos utilizados para el diagnóstico de las computadoras son los siguientes: FADOS9F1, Osciloscopio Hantek 1008C y trazador de imágenes. El software trabaja en conjunto con los equipos mencionados y la base de datos TEU de la biblioteca automotriz virtual.

3.1. FADOS9F1

El FADOS9F1 es uno de los equipos que se puede utilizar en el diagnóstico de computadoras automotrices, es un analizador y osciloscopio multifunción para pruebas de elementos electrónicos. Su función principal es realizar pruebas de voltaje-corriente a elementos electrónicos para verificar su estado mediante imágenes de Lissajous, este equipo trabaja conjuntamente con un software que puede ser instalado en cualquier computador o laptop. Posee características fundamentales, la primera es la de generar una alimentación DC de 0 a 16 voltios con una corriente de hasta 1500mA. La segunda es que posee un sensor infrarrojo para medir temperatura de elementos electrónicos bajo test. Por último, posee dos puertos de medición con puntas rojo y verde para la obtención de imágenes mencionado anteriormente.

Figura 35

Equipo FADOS9F1

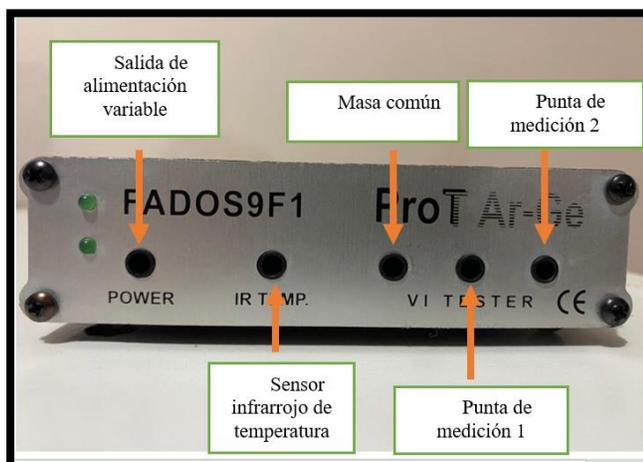


3.1.1. Descripción del FADOS9F1

El equipo consta de dos caras de puertos de conexión. En la primera cara se ubica al puerto de salida de alimentación variable, el puerto de sensor infrarrojo de temperatura, puertos para las punta roja y verde, por último, se localiza al puerto de masa común. A continuación, se observa la primera cara.

Figura 36

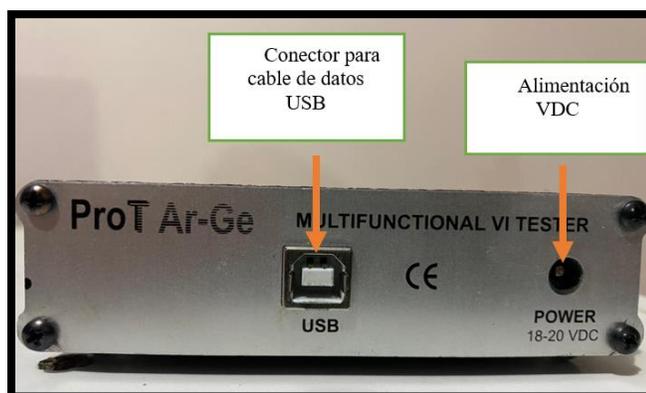
Primera cara de puertos de conexión del FADOS



En la segunda cara se ubica el puerto de conexión de alimentación VDC para energizar el equipo y el puerto del cable USB para el traslado de datos al computador. A continuación, se encuentra la segunda cara.

Figura 37

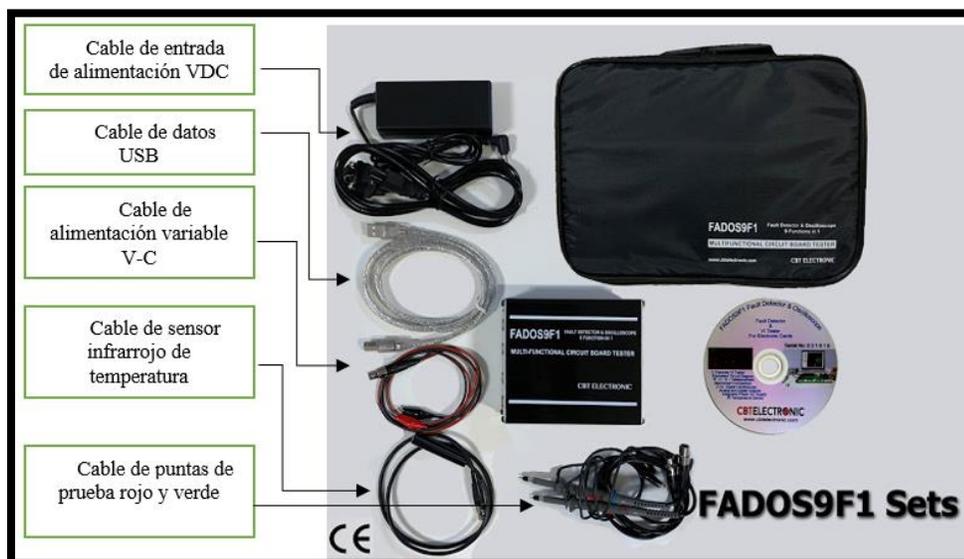
Segunda cara de puertos de conexión del FADOS



Su kit completo se observa a continuación con todos sus cables de conexión y disco de instalación del software.

Figura 38

Kit completo del equipo FADOS9F1



3.1.2. Funciones del Equipo

Este equipo cumple con varias funciones para realizar un diagnóstico a los circuitos electrónicos, es capaz de realizar hasta nueve funciones presentes en la “siguiente tabla”.

Tabla 4

Descripción de las funciones del FADOS9F1

Ítem	Funciones	Descripción
1	Doble canal de detección de fallas mediante un probador V/I.	Se detecta las averías mediante la comparación de las señales de voltaje-corriente de un circuito que esté trabajando y uno defectuoso, sin la necesidad de energizar los circuitos.

Ítem	Funciones	Descripción
2	Detección de fallas con la función de comparación de memoria	Los datos del circuito en pleno funcionamiento se guardan en la memoria permitiendo la comparación con otro circuito defectuoso.
3	Diagrama del circuito equivalente	Diagrama de circuito R, C o Diodo conectado al punto que se toca.
4	Mostrar los valores de los elementos electrónicos	Muestra valores de resistencia, capacidad y diodos tensiones umbral correspondiente a las condiciones de los nodos de contacto
5	Osciloscopio Digital de dos canales	Se puede utilizar el equipo como un osciloscopio
6	Salida analógica de tensión	El canal 2 se utiliza como una salida de voltaje DC -10V +10V.
7	Salida de onda cuadrada	El canal 2 se utiliza como un generador de onda cuadrada 0,2 a 25KHz
8	Fuente de alimentación DC programable	El voltaje de salida es ajustable de 0 a 16 voltios con una corriente de 20-1500 mA, para energizar a un circuito y generar corriente DC en una gráfica de voltaje-corriente.
9	Sensor en la sonda de temperatura IR	Detecta los componentes más calientes y dibuja un mapa de calor del circuito.

3.1.3. Especificaciones Técnicas

Tabla 5

Especificaciones para las pruebas de voltaje, resistencia, frecuencia y detección de fallas

Tipo	Características de trabajo
Escala de voltaje de trabajo	$\pm 1V, \pm 2V, \pm 6V, \pm 12V, \pm 24V$
Pruebas de resistencia	Bajo: $47K\Omega$, Medio1: $3,5K\Omega$, Medio2: 700Ω , Alto: 250Ω
Canales de medición	2 canales
Modos Escaneo	Manual y automático
Selección automática	Voltaje, resistencia y frecuencia
Otros detalles	Diagrama de circuito equivalente. Mediciones equivalentes de las resistencia, condensador y diodos. Registro de datos para compararlos con los datos registrados. Visualización simultánea de 3 gráficos en diferentes escalas.

Tabla 6*Especificaciones de fuente de alimentación y sensor de temperatura*

Tipo	Características de trabajo
Fuente de alimentación DC	Salida de voltaje ajustable entre 0 a 16V y Salida de corriente entre 20 a 1500mA.
Sensor de temperatura IR	Mide la temperatura en un rango de 0 a 120° C

Tabla 7*Especificaciones de osciloscopio*

Tipo	Características de trabajo
Frecuencia de muestro	400 K/S
Tensión de entrada	Sonda 1X a ± 12 V Sonda 10X a ± 100 V
Canal ADC (Convertidor Analógico-Digital)	Canal 2 / 12 bits
Voltaje de sensibilidad	2,5 mV
Velocidad de Imagen	0.02 ms/div - 100 ms/div
Memoria instantánea	64 Kbyte

Tabla 8*Especificaciones de salida analógica y digital*

Tipo	Características de trabajo
Salida	Canal 2
Voltaje de salida	-12Va +12V ajustable
Frecuencia digital	0.2 a 25 KHz
Conexiones	Las sondas que vienen con el equipo pueden ser conectada a cualquier puerto. La sonda con el anillo rojo es canal 1 siempre. La sonda con anillo verde es canal 2 siempre.
Peso del equipo	1100 gr con los accesorios

3.2. Instalación del Software FADOS9F1

A continuación, se habla del procedimiento de instalación del software en la PC con un sistema operativo Windows 10.

Se conecta el cable USB del equipo a la PC y se introduce el CD.

Figura 39

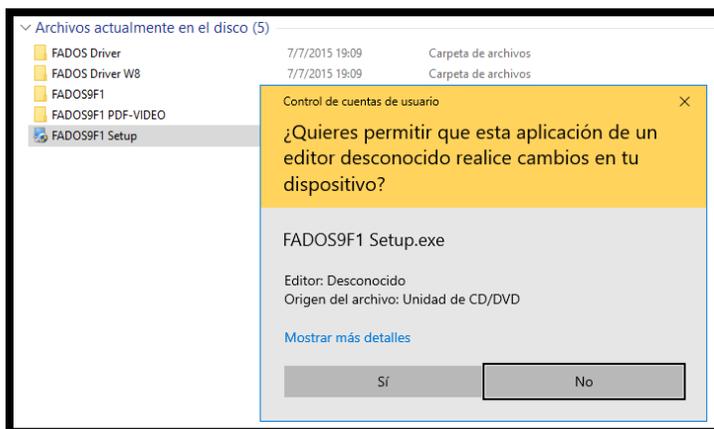
Instalación del FADOS9F1 a la PC



Dar clic en FADOS9F1 Setup para la instalación del programa a la PC y clicar en sí.

Figura 40

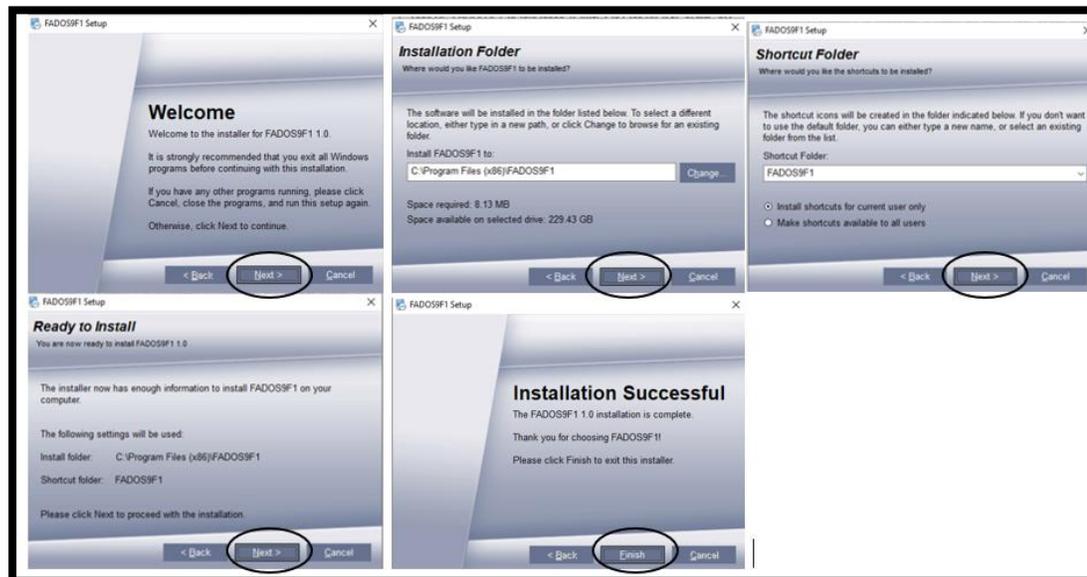
Contenido del CD



Una vez que aparezcan estos cuadros, dar clic en siguiente.

Figura 41

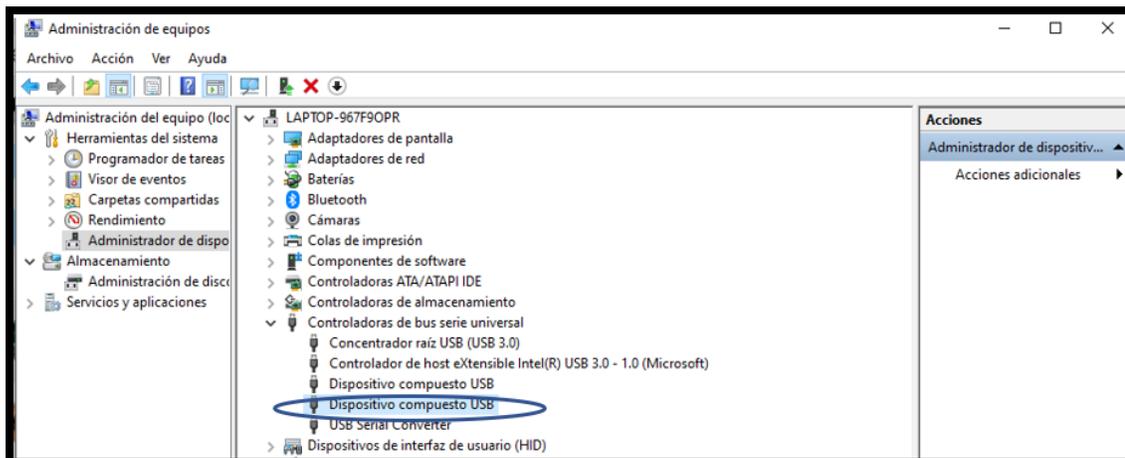
Pasos para la instalación



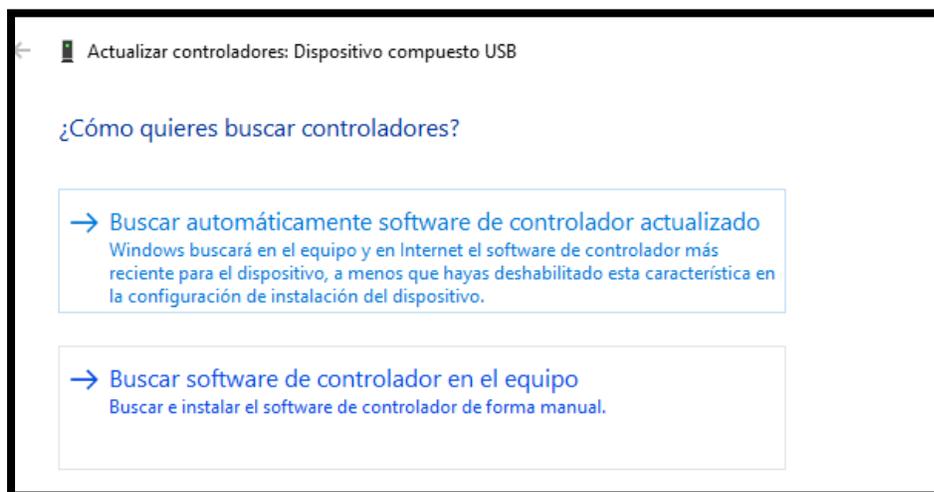
- Se procede abrir en la PC Administración de equipos.

Figura 42

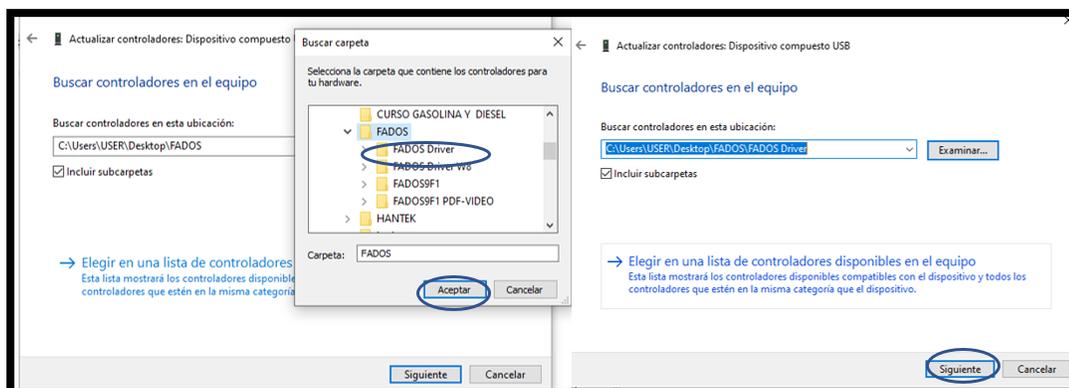
Administrador de equipos de la PC



- Dar clic en buscar software de controlador en el equipo.

Figura 43*Configuración de controlador del equipo*

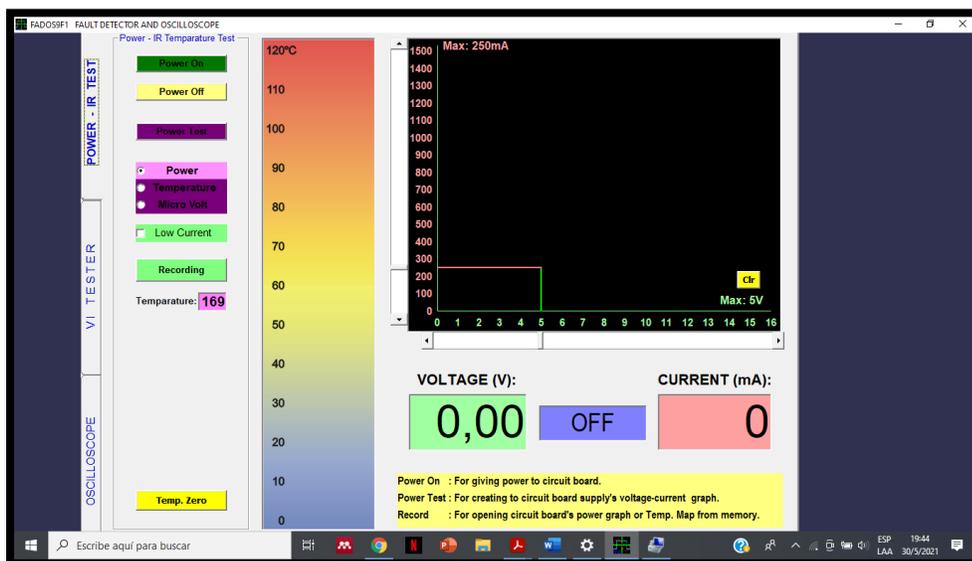
Seleccionar la carpeta de FADOS Driver, clicar en aceptar y siguiente.

Figura 44*Selección de FADOS Driver*

Ejecutar el programa FADOS9F1 y clicar en VI TESTER

Figura 45

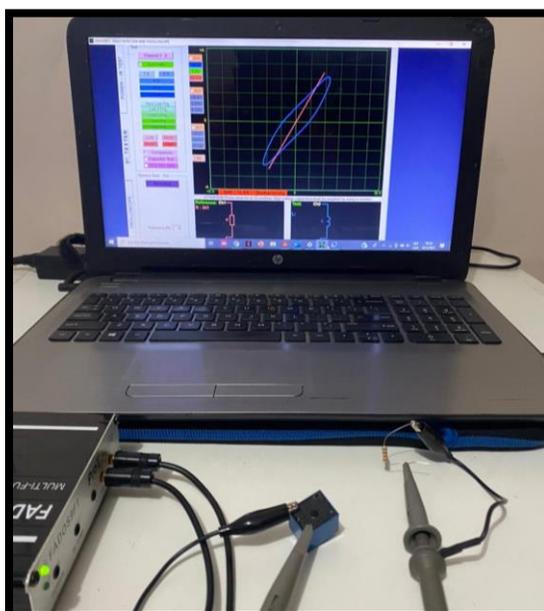
Programa en la PC



Realizar la prueba del programa con algún elemento electrónico

Figura 46

Prueba de funcionamiento



3.3. Osciloscopio Hantek 1008C

El equipo Hantek es un osciloscopio automotriz de 8 canales con conexión a PC vía USB, tiene una resolución vertical de 12 bits y es compatible con varias marcas de vehículos.

Figura 47

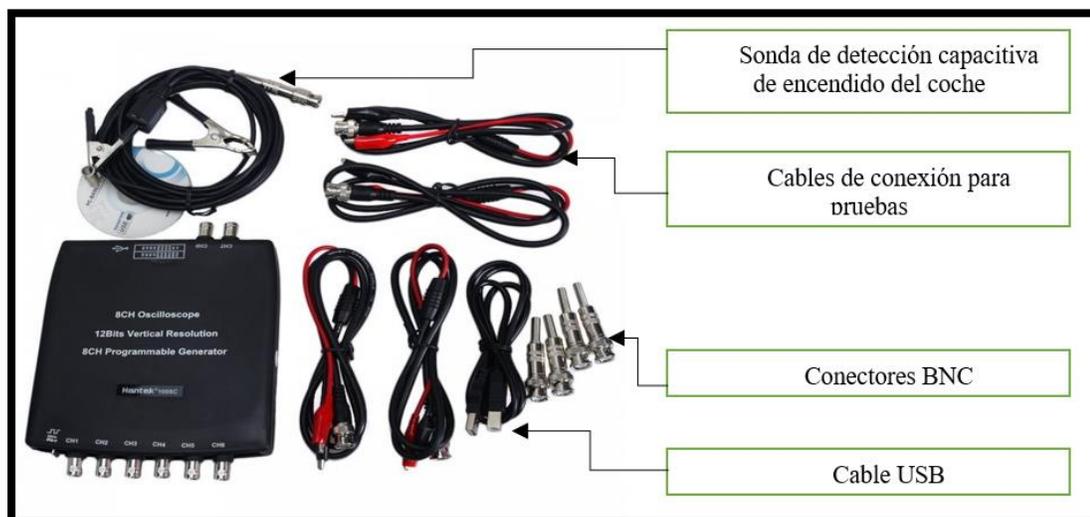
Osciloscopio Hantek 1008C



El osciloscopio automotriz Hantek 1008C tiene su propio software para realizar varios diagnósticos y pruebas. Con la ayuda de este equipo se puede realizar diagnósticos por imágenes con la ayuda de un trazador de imágenes que se puede construir manualmente.

Figura 48

Conectores del osciloscopio Hantek



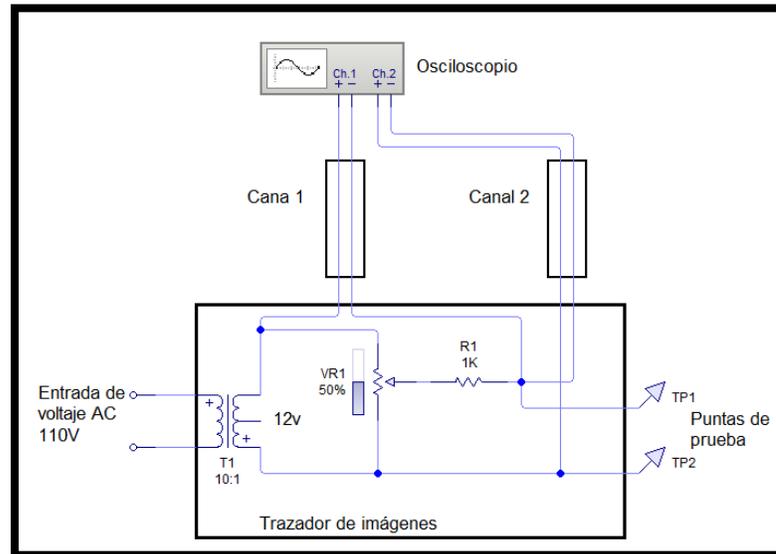
El kit completo del equipo Hantek 1008C viene con cables de conexión, el equipo tiene cuatro cables con puntas de cocodrilo para hacer las pruebas de osciloscopio, el cable de sonda capacitiva de encendido del coche y 4 conectores BNC para que pueda conectarse con cualquiera de los ocho canales y un cable USB para conectarse a la PC.

3.4. Trazador de imágenes

Este equipo se lo realiza de forma manual, el cual se encarga de establecer las curvas características en la pantalla de un osciloscopio de algún elemento electrónico, es decir con la ayuda de este equipo de obtiene imágenes de Lissajous que representan que tipo de elemento electrónico es y en qué estado puede estar.

Figura 49

Circuito del trazador de imágenes



El trazador de imágenes trabaja en conjunto con un osciloscopio, está compuesto por un circuito eléctrico que consta de un transformador de voltaje de 110V a 12V AC. El canal 1 del osciloscopio va conectado a un potenciómetro de 50K Ω que se encuentra conectado de forma paralela con una resistencia de 1K Ω , que se encargan de controlar la corriente que circula en los elementos electrónicos bajo test. El canal 2 del osciloscopio se encarga de medir el voltaje de los elementos electrónicos que están a prueba.

Una vez diseñado el circuito trazador se procede a la construcción del equipo, para eso se necesita de los siguientes materiales:

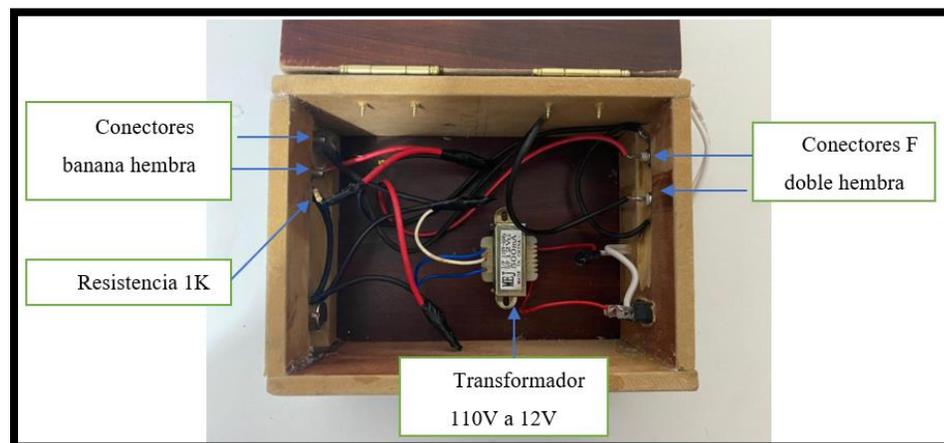
- Un transformador de 110V a 12V AC
- Un potenciómetro 50K
- Una resistencia 1K

- Cable coaxial
- Conectores BNC
- Conectores F doble hembra
- Conectores banana macho
- Conectores banana hembra
- Un interruptor
- Cable para conexiones
- Enchufe macho
- Caja para el circuito

La vista interna del circuito se puede observar en la “siguiente figura”, donde se encuentran algunos elementos ya mencionados, como el transformador, los conectores hembra banana, los conectores F doble hembra, la resistencia y la conexión del circuito.

Figura 50

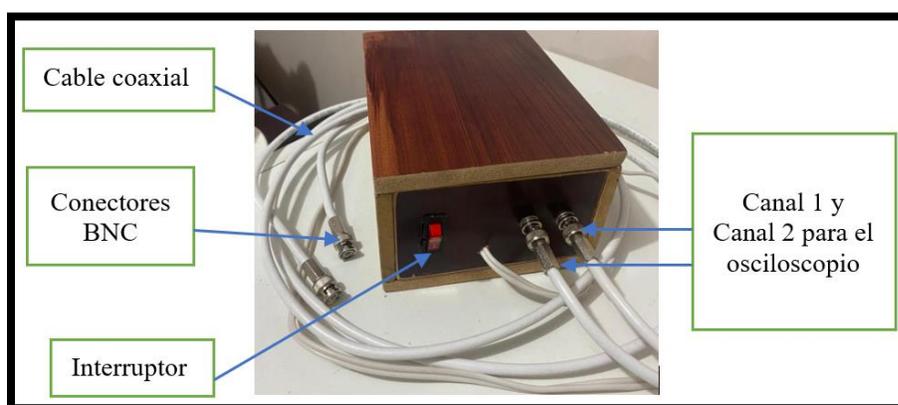
Circuito interno del trazador de imágenes



En la “figura a continuación”, se aprecia un lado del trazador de imágenes donde se ubica más elementos del circuito como el cable coaxial, los conectores BNC y el interruptor de encendido del equipo.

Figura 51

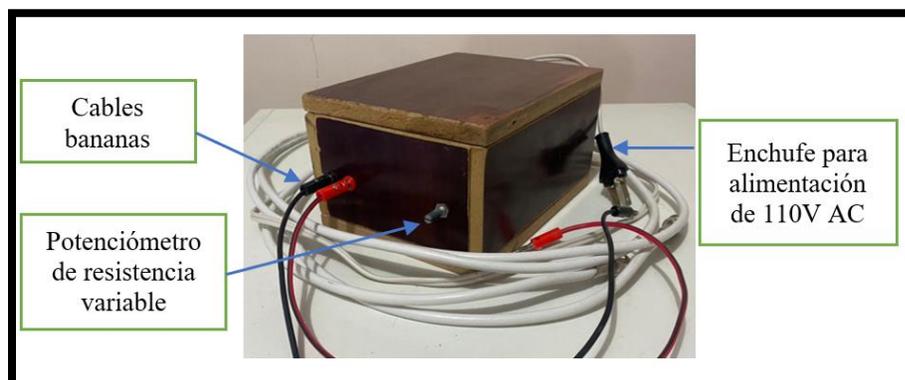
Vista lateral 1 del trazador



En la segunda vista lateral, se aprecia los elementos restantes del circuito, como el potenciómetro de resistencia variable, los conectores banana de pruebas y el enchufe de alimentación AC.

Figura 52

Vista lateral 2 del trazador

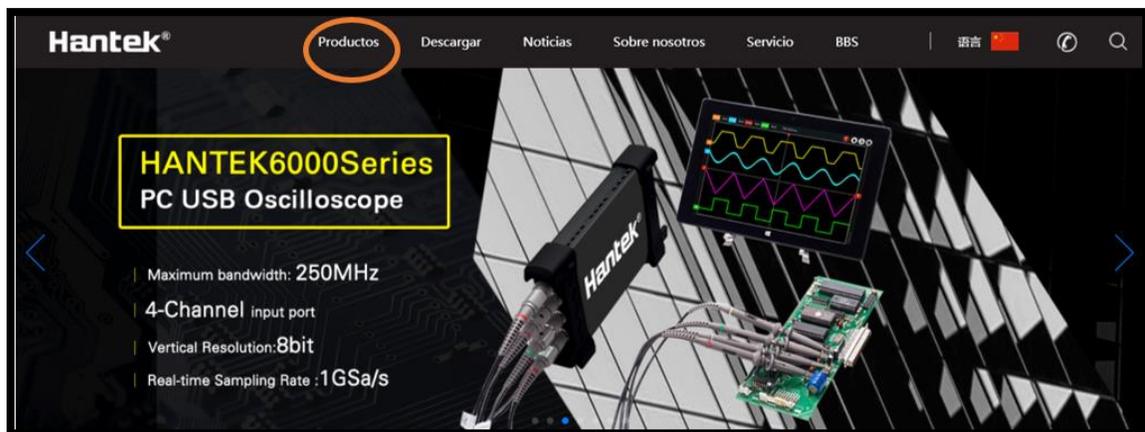


3.5. Instalación software Hantek

Para la instalación del software del equipo hantek se puede realizar de dos maneras diferentes. La primera es mediante el cd que viene dentro del kit del equipo y segunda es mediante la web. Para el trabajo de investigación se ha realizado mediante la web. Se procede a abrir nuestro navegador y se busca la página hantek.com. A continuación, seleccionar el producto.

Figura 53

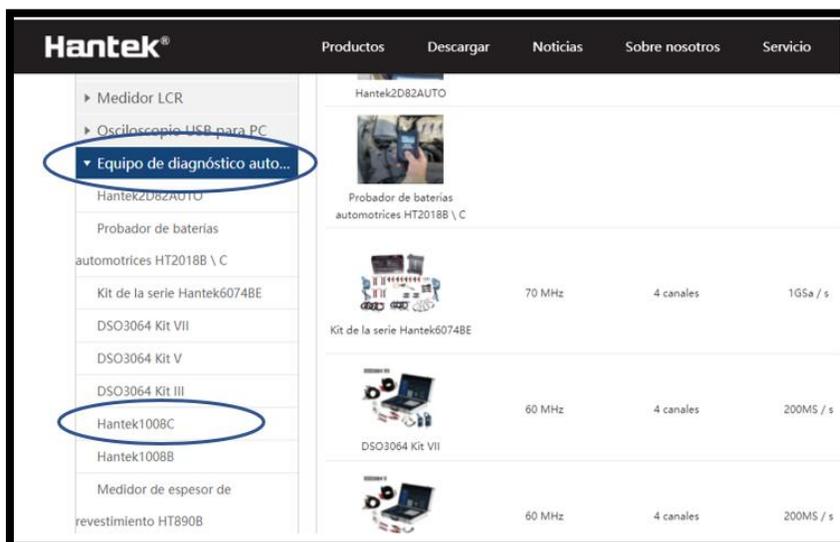
Página oficial del equipo Hantek



Una vez ubicado en productos, seleccionar equipos de diagnóstico automotriz y buscar Hantek 1008C. En este apartado se encuentra el equipo con la descripción general y la pestaña para continuar con la descarga.

Figura 54

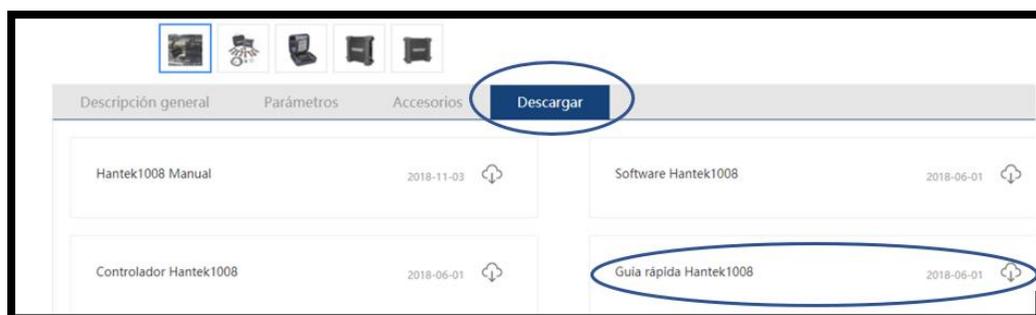
Selección de producto Hantek 1008C



Clicar en descargar y seleccionar guía rápida Hantek 1008

Figura 55

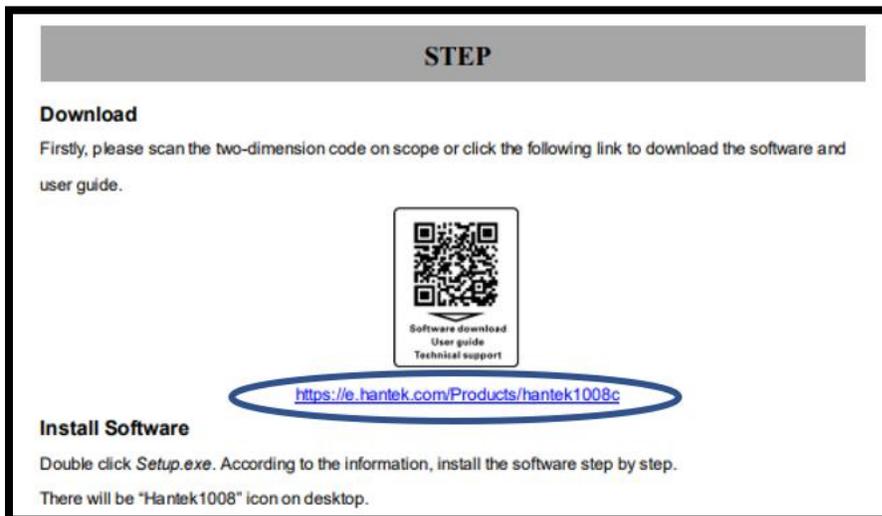
Apartado para descargas



Al momento de seleccionar guía rápida, se abrirá un archivo pdf, este archivo contendrá algunas especificaciones del equipo y un enlace para los archivos de instalación del software.

Figura 56

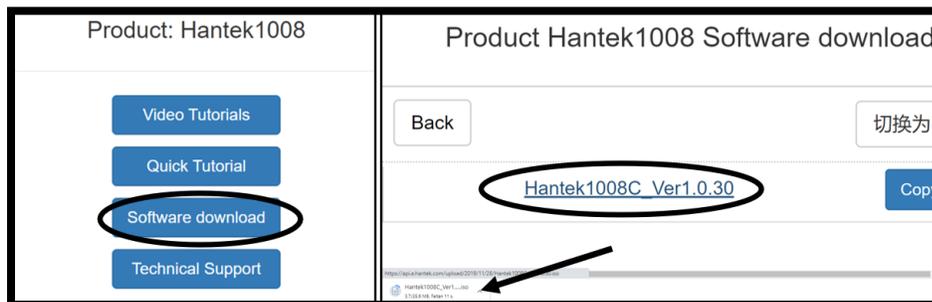
Enlace para descargar los archivos del software



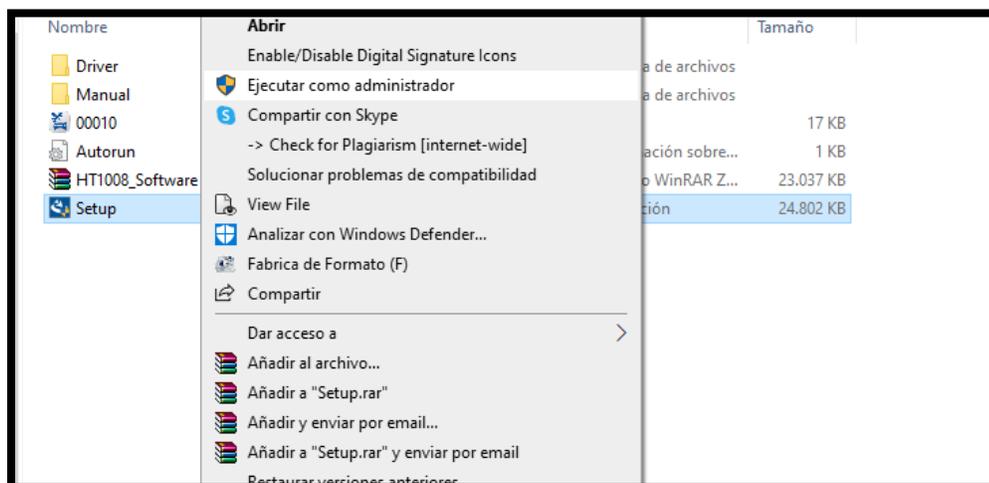
Al ingresar al enlace se desplaza un apartado, seleccionar software download y descargar el archivo que se encuentra en la opción seleccionada.

Figura 57

Selección para la descarga del software

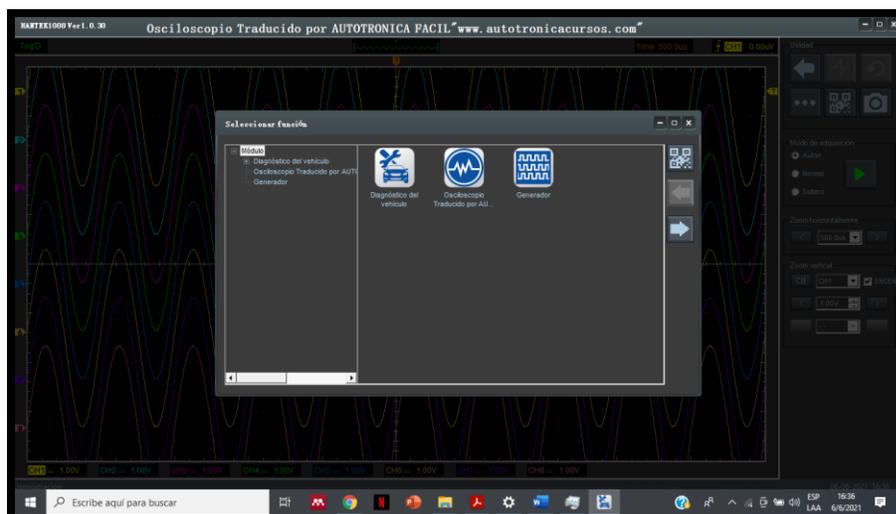


El archivo descargado es un WinRAR, se procede a extraer los archivos y a ejecutar como administrador el setup. Clicar en siguiente todos los cuadros de opciones que aparezcan hasta finalizar con la instalación.

Figura 58*Ejecución del software*

Una vez instalado el programa se procede a conectar el equipo Hantek 1008C.

El programa ejecutado se verá de la siguiente manera como en la “figura a continuación”, clicar en la opción de osciloscopio para configurarlo.

Figura 59*Software Hantek 1008C*

Se observa que todos los canales del osciloscopio están activos, clicar en opciones, seleccionar configuración y clicar en horizontal.

Figura 60

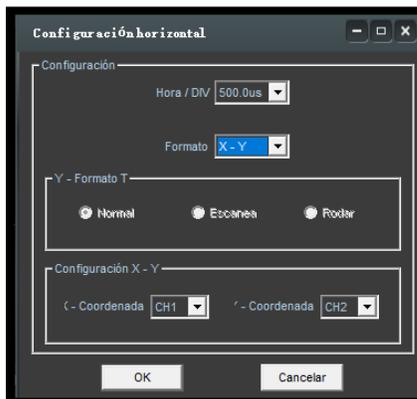
Configuración del programa



Se abrirá una pestaña de la configuración horizontal de osciloscopio, en el formato seleccionar el modo X-Y y los canales que va utilizar para generar las imágenes.

Figura 61

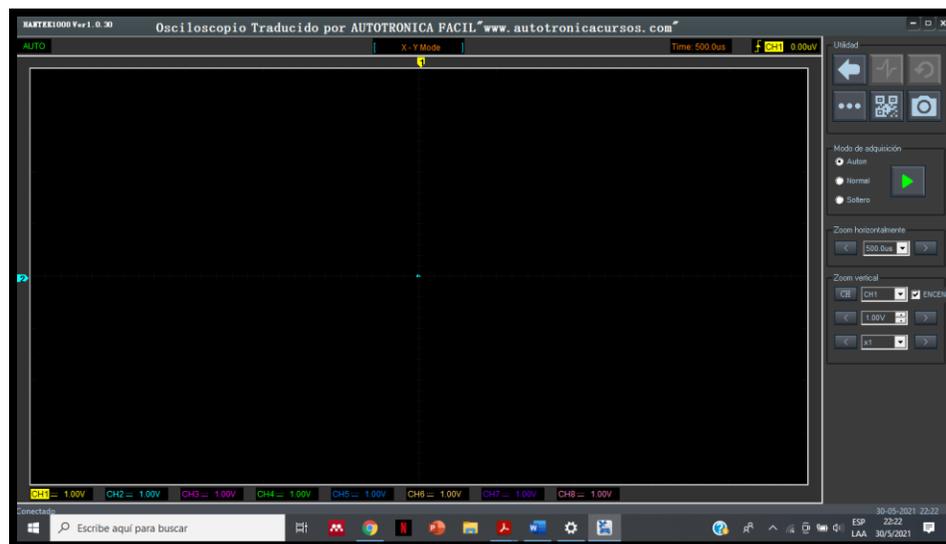
Configuración del programa parte 2



Una vez configurado el formato X-Y del hantek, aparecerá una pantalla vacía como se observa en la “siguiente figura”.

Figura 62

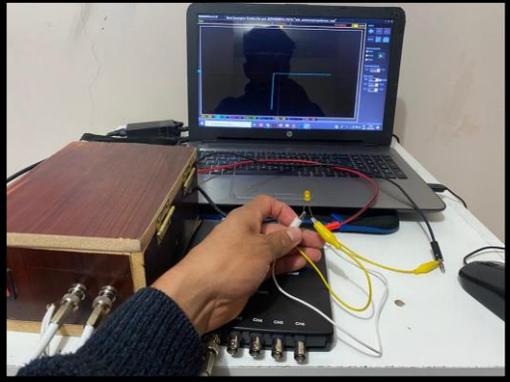
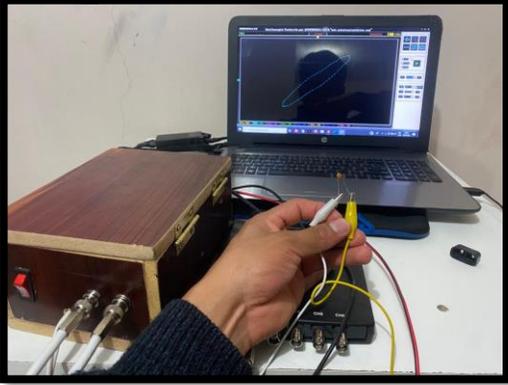
Configuración del programa parte 3



Para obtener la firma básica de un componente electrónico, se conecta el trazador de imágenes, antes de eso se verifica que los conectores BNC se encuentren instalados de manera adecuada en el osciloscopio y en el trazador. Se procede a probar con algún elemento electrónico que se tenga a la mano. En la “siguiente tabla” se observa las imágenes obtenidas.

Tabla 9

Firmas básicas obtenidas con el equipo Hantek 1008C

Descripción	Imagen
Firma básica de una resistencia	
Firma básica de un diodo	
Firma de un condensador	

3.6. TEU Automotriz

El TEU Automotriz es una biblioteca virtual, se refiere a la base de datos que contiene los manuales de una gran variedad de marcas de vehículos, aquí se encuentra la información de los diagramas eléctricos y pines de la ECU. La información se encuentra en una memoria o disco duro de 2TB.

Figura 63

TEU Automotriz



Al conectar el disco duro aparecerá una carpeta donde encuentra el software TEU automotriz, se ejecuta como administrador y se ingresa con la clave: 123456, se abrirá un menú principal como se observa en “la figura a continuación”. Los programas que aparecen en pantalla sirven como fuente de datos para algunas marcas de vehículos.

En la pestaña principal seleccionar ECM PINOUT 2020, aquí se encuentra una lista de varias marcas automotrices que contienen los manuales de los pines de la ECU, estos manuales se encuentran en formato PDF para mayor facilidad de uso.

Figura 64

Menú principal TEU Automotriz



Figura 65

Menú principal los ECM por marcas



Si no se logra encontrar en esta pestaña la distribución de pines de alguna marca o modelo, dirigirse nuevamente al menú principal del TEU donde se procede a buscar la marca que se requiera la información, en estos apartados por marca se

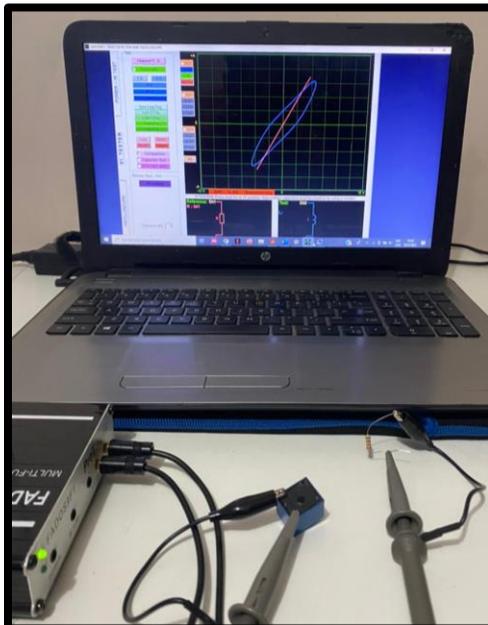
encuentran manuales de información de datos generales del vehículo, para ello se procede a buscar en sistemas eléctricos los diagramas y la distribución de pines de la ECU.

3.7. Obtención de los Patrones de Imágenes

Para obtener las imágenes que generan los diferentes circuitos que conforman una computadora automotriz, en primera instancia se realiza un estudio de las ondas que produce los osciloscopios, de igual amplitud variando el ángulo de desfase, cuando el osciloscopio se coloca en modo X-Y las señales se intersecan produciendo lo que se denomina imágenes Lissajous.

Figura 66

Obtención de las firmas básicas en el osciloscopio fados de una bobina y una resistencia



Las firmas básicas son el inicio de la conjugación de imágenes compuestas, como por ejemplo los elementos electrónicos presentes en una placa, en este apartado se habla de diferentes líneas de conexión e imágenes compuestas producidos en diferentes secciones de la ECM los cuales se han dividido en 4 los cuales son:

3.7.1. Circuito Fuente

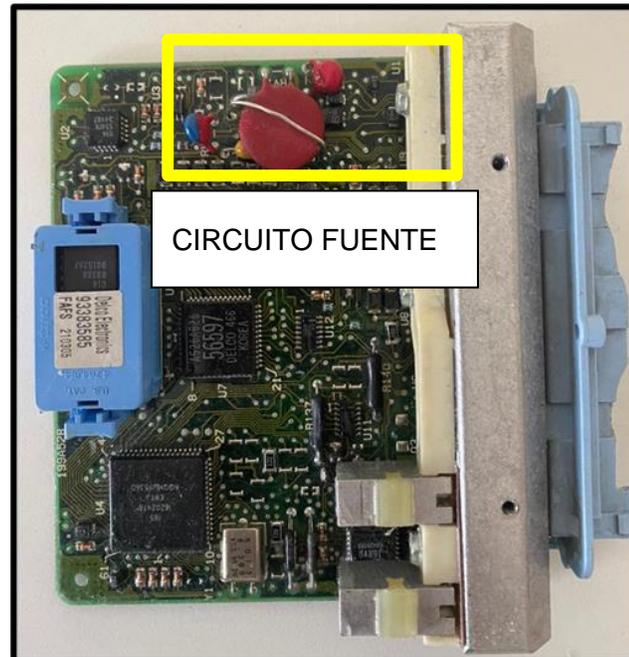
El circuito fuente conocido también como un regulador de voltaje está compuesto de los siguientes elementos: resistencias, condensadores y diodos, los mismos que sirven para generar y eliminar los picos de voltaje necesario para el funcionamiento de los sensores y actuadores.

El voltaje de referencia que necesita un sensor puede ser de 5 ó 12 v según lo requiere, el mismo que se produce en la sección presente, la computadora es la encargada de recibir el voltaje directo de la batería de 12 v, se necesita un divisor de tensión y a su vez también un amplificador para lo que son alimentaciones de los actuadores, ejemplo los inyectores que necesitan una alta inyección de corriente para su correcto funcionamiento.

Para el presente estudio se ha evaluado un cierto número de computadoras en donde se identificaron las diferentes secciones que componen la ECM, a continuación, se presenta la ECU del vehículo corsa Win 1.4 l.

Figura 67

Vista superior de la placa madre de la computadora del Corsa Win

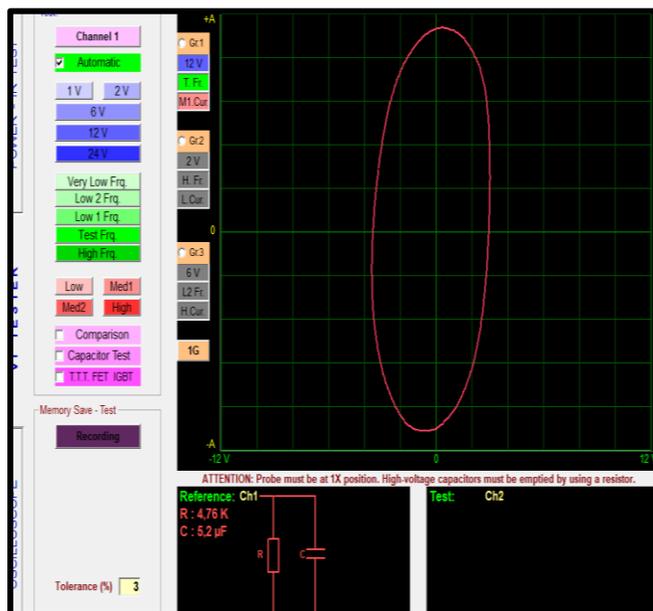


Nota: para identificar en la sección amarilla de la figura 1, se está señalando un circuito fuente, se identifica por la presencia de condensadores con un valor alto de capacitancia.

Los circuitos equivalentes no es la composición interna de la línea del circuito si no que es la equivalencia de toda la sección o línea evaluada en esta parte de la ECU, debe estar compuesta por diodos que realizan la parte de control o circuitos integrados que regulan la tensión para enviar a los sensores y actuadores, también debe estar presente resistencias y condensadores que sirven como filtros eliminando los picos de voltaje de esta manera se entrega una alimentación más estable evitando fallos en las mediciones del estado de motor de combustión interna.

Figura 68

Circuito fuente de la ECU del Corsa Win, conformada por una resistencia y un capacitor



En la figura 3, se puede interpretar que en la parte ensanchada es producida por parte del condensador y la resistencia produce una inclinación en la firma y de esta manera se puede describir la forma que genera el circuito fuente de la ECU específicamente del automóvil Corsa Win 1.4 I.

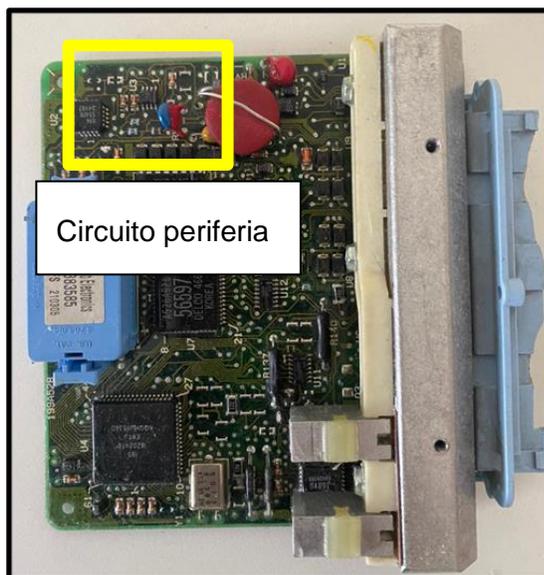
Cabe recalcar que los automóviles utilizados son los que le dan el uso para los diferentes pines, ya que se puede dar el caso de que existan 2 computadoras de diferentes marcas de automóviles, pero el mismo origen de fabricación en donde las gráficas es igual y se puede realizar las comparaciones para determinar una avería una respecto a la otra, esto se describirá en el siguiente capítulo con más profundidad.

3.7.2. Circuito Periferia.

Es el encargado de recibir la señal por parte de los sensores para ser filtrada y esta señal pueda ser llevada al microprocesador, por lo que en la placa se puede ser identificada por la presencia de varias resistencias y condensadores, una diferencia con el circuito fuente es la que no posee capacitores de que tienen una capacitancia elevada, antes bien se caracteriza por la presencia de varias resistencias de protección, como ejemplo la ECM del Corsa Win presentado a continuación.

Figura 69

Vista superior de la placa, identificando el circuito periferia

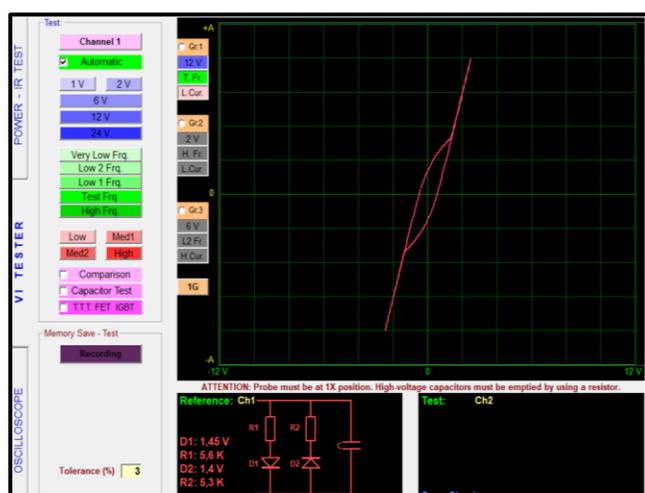


Nota: esta sección puede ser identificada por la presencia de varias resistencias y condensadores que son los encargados de filtrar la señal, y se encuentra en la parte superior izquierda de la placa con respecto a la figura descrita.

Para el caso de la ECM del Corsa se obtuvo una imagen en donde se puede describir todos los elementos mencionados anteriormente, para el análisis se determinó la función de cada componente que se presentaran a continuación.

Figura 70

Imagen obtenida de la señal del sensor TPS



En la presente figura se puede observar la presencia de diodos, resistencia y un condensador, al ser un circuito equivalente son elementos que el trazador identifica en la línea de circuito, en cuando a la gráfica se puede determinar una línea inclinada con un ensanchamiento en el centro esto es producto de la presencia de un condensador que no posee un valor determinado por lo que la prioridad del trazador son la de diodos y resistencias, se puede hablar de un circuito integrado y que la gráfica del mismo son 2 diodos en sentido opuesto y las resistencia sirven como protección evitando fallos futuros.

Estos circuitos integrados pueden ser descritos como amplificadores y comparadores los mismo que deben entregar una señal digital, ya que ciertos sensores

trabajan analógicamente esta señal debe ser transformada para ser procesada por la siguiente sección que es el de control donde se encuentra el procesador y las memorias.

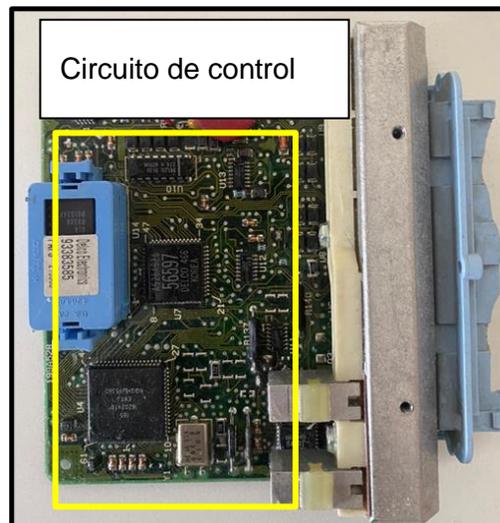
El condensado siempre va realizar la función de filtrar la señal para entregarla al procesador el mismo que tomen decisiones que están acorde a las condiciones del motor de combustión interna, logrando una mayor eficiencia y autonomía.

3.7.3. Circuito de Control

En esta sección en particular se trata de las memorias y procesadores que presenta la ECU corsa, de acuerdo a la señal entregada de parte del circuito periferia, el mismo con la señal puede determinar las condiciones óptimas de trabajo del motor, en donde le puede decir a los actuadores que se mantengan más tiempo abierto, o las electroválvulas IAC y la EGR que se habrán o se cierran de esta manera se realiza una combustión más estequiométrica alargando la vida útil de los componentes.

Figura 71

Circuito de control conformado por memorias y procesadores



Ya que esta sección esta conjuntamente con la de periferia en la gráfica pueden ser que se observen diodos y resistencias a continuación se presenta la gráfica de un circuito de control.

Figura 72

Imagen del circuito de control de la válvula IAC



La válvula IAC debe ser controlada para el paso del aire de acuerdo a las condiciones con las que está el motor en tiempo real, en la imagen presente se observa la presencia de diodos que forman parte de los circuitos de procesamiento para la toma de decisiones con respecto a las condiciones, las resistencias son las encargadas de proteger a las líneas de procesador ya que al tener una fuga de señal por fallos de otros componentes es recomendable cambiar un resistor que un procesador ya que la diferencia de precios es elevada y los capacitores realizan la parte de filtro de señal que producen los sensores.

En cuando a sensores grafica se puede observar una línea inclinada con un ensanchamiento en el centro esto se debe a que los diodos al estar polarizados en sentido se trata de un transistor utilizado en forma de interruptor de mayor precisión y

rapidez, comienza en parte negativa de los plano X y Y ya que el trabajo lo hace en 0.6 v de parte de D1 este mismo se acerca a 0 en donde el diodo no conduce voltaje, por otra parte el D2 funciona a los 2 v y comienza en 0 esperando el voltaje de funcionamiento esto se puede determinar gráficamente gracias a las cuadrículas que están divididas en 2 v para este caso en particular, a los extremos de la imagen se observa líneas inclinadas producidas por las resistencias R1 y R2 y al ser de 6.6 k y 7.4 k ohmios respectivamente la tendencia va a ser semejante y con esto se puede describir el control de un actuador por parte de la ECM.

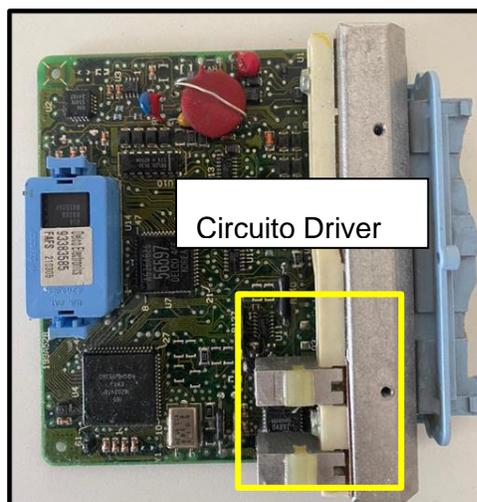
3.7.4. Circuito Driver

Esta sección se caracteriza por la presencia de transistores que realizan la conexión a masa de manera rápida y eficiente, para el caso de los inyectores que trabajan con corrientes elevadas no se recomienda trabajar con los transistores BJT, ya que por su poca precisión fueron descontinuados para el sector automotriz, su cambio se lo realizó por transistores combinados y respectiva protección y en la actualidad se utiliza transistores de tipo MOSFET, ya que su característica es trabajar en tensiones y corriente elevadas, de esta manera las gráficas que se obtuvieron fueron de las 2 clases para la computadora del Corsa analizada que se presentaran a continuación.

Para encontrar la sección de control por lo general existen unos transistores de mayor magnitud con respecto a los convencionales y los mismos a los que se conjuntan con los disipadores de calor, ya que el enemigo principal de los transistores y circuitos integrados es el calor es fundamental tener disipadores de calor como se presenta a continuación.

Figura 73

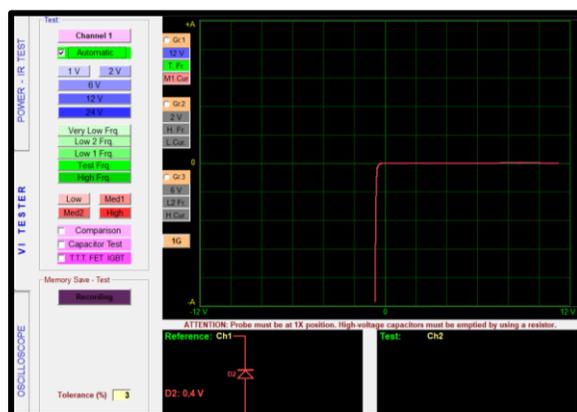
Circuito driver con la presencia de transistores



Nota: en este caso a simple vista no se observan los transistores, pero si los disipadores de calor de los mismo, esta ECU según el manual tiene 2 controles de inyectores y físicamente presenta 2 transistores de esta manera se confirma el estudio de la ECM de Corsa.

Figura 74

Imagen del transistor de control de la Luz MIL



El circuito equivalente da como resultado un diodo de 0.4v, al tratarse de un transistor tipo MOSFET entre el drenaje y el consumidor existe la presencia de un diodo polarizado inversamente, en la gráfica se puede mencionar que se mantiene en 0 v una línea vertical y cuando existe un voltaje superior de 0.4 v cambia la curva a una horizontal, ya que las divisiones son de alrededor de 2 v, gráficamente se determina el voltaje de funcionamiento, en esta sección se realiza el paso de corriente y voltaje en este caso el control del masa de la luz mil que viene a ser un actuador.

3.8. Distribución de Pines de las Computadoras Analizadas.

3.8.1. ECU Luv D-MAX 2.4

Esta computadora consta de 64 pines de los cuales se dividen en dos secciones, cada pin es asignado con una función específica para el control de los actuadores y la interpretación de cada sensor.

Figura 75

ECU Luv D-MAX 2.4

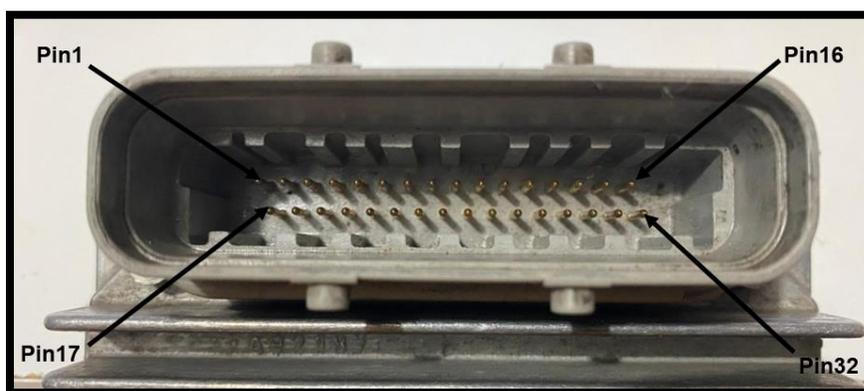


Las dos secciones fueron designadas con los siguientes nombres J1 y J2, cada uno consta de 32 pines que serán presentados en las siguientes tablas, donde se detalla la función que cumplen.

3.8.1.1. Terminal J1

Figura 76

Forma del terminal J1 del conector ECM (vista interior)



Nota. Vista interior de conector macho J1 de la ECM.

Tabla 10

Distribución de pines conector J1 ECU Luv D-Max

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
J1-1	Tierra de la computadora	J1-17	Tierra de la computadora
J1-2	Tierra de la computadora	J1-18	Control del módulo de bobina Cilindro 2 y 3
J1-3	Señal del sensor de detonaciones	J1-19	Control del módulo de bobina Cilindro 1 y 4

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
J1-4	Sin Conexión	J1-20	Sin conexión
J1-5	Válvula de solenoide de purga del bote	J1-21	Señal del sensor de posición del cigüeñal
J1-6	Masa del sensor de posición del cigüeñal	J1-22	Control del inyector N° 2
J1-7	Señal de salida del sensor de posición del estrangulador	J1-23	Sin Conexión
J1-8	Control del inyector N° 3	J1-24	Señal del sensor MAP
J1-9	Control del inyector N° 1	J1-25	Sin Conexión
J1-10	Sin conexión	J1-26	Sin Conexión
J1-11	Control del inyector N° 4	J1-27	Señal del sensor de temperatura ECT
J1-12	Sin conexión	J1-28	Bobina de la válvula de control del aire de ralentí (IACV) Bobina A Alta
J1-13	Bobina de la válvula de control del aire de ralentí (IACV) Bobina B Alta	J1-29	Bobina de la válvula de control del aire de ralentí (IACV) Bobina B baja
J1-14	Sin Conexión	J1-30	Bobina de la válvula de control del aire de ralentí (IACV) Bobina A baja

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
J1-15	Alimentación del sensor de posición del estrangulador	J1-31	Alimentación de corriente del MAP
J1-16	Masa del censer MAP	J1-32	Masa de los sensores: ECT, KS, TPS

Nota: adaptado de *distribución de pines del conector J1 de la ECM*, manual del fabricante ISUZU Luv D-MAX 2.4, 2002, TEU automotriz.

3.8.1.2. Terminal J2

Figura 77

Forma del terminal J2 del conector ECM (vista interior)



Nota. Vista interior de conector macho J2 de la ECM.

Tabla 11*Distribución de pines conector J2 ECU Luv D-Max*

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
J2-1	Masa de sensor IAT	J2-17	Regulación de CO (Convertidor catalítico W/O)
J2-2	Suministro de corriente de batería	J2-18	Suministro de corriente de batería
J2-3	Suministro de corriente de ignición	J2-19	Sin conexión
J2-4	Enlace de datos N° 6	J2-20	Interruptor de presión de la servo-dirección
J2-5	Sin conexión	J2-21	Señal del sensor (EGO)
J2-6	Masa del sensor EGO	J2-22	Señal del sensor (IAT)
J2-7	Sin conexión	J2-23	Señal del sensor VSS
J2-8	Sin conexión	J2-24	Sin Conexión
J2-9	Sin conexión	J2-25	Señal de la salida del tacómetro
J2-10	Señal de regulación de CO (Convertidor catalítico W/O)	J2-26	Termo relé
J2-11	Control del relé de la bomba de combustible.	J2-27	Sin Conexión
J2-12	Sin conexión	J2-28	Sin Conexión

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
J2-13	Control del relé del compresor A/C	J2-29	Sin Conexión
J2-14	Sin Conexión	J2-30	Conector de enlace de datos N° 2
J2-15	Sin Conexión	J2-31	Calefactor del sensor EGO
J2-16	Sin Conexión	J2-32	Lampara comprobadora del motor

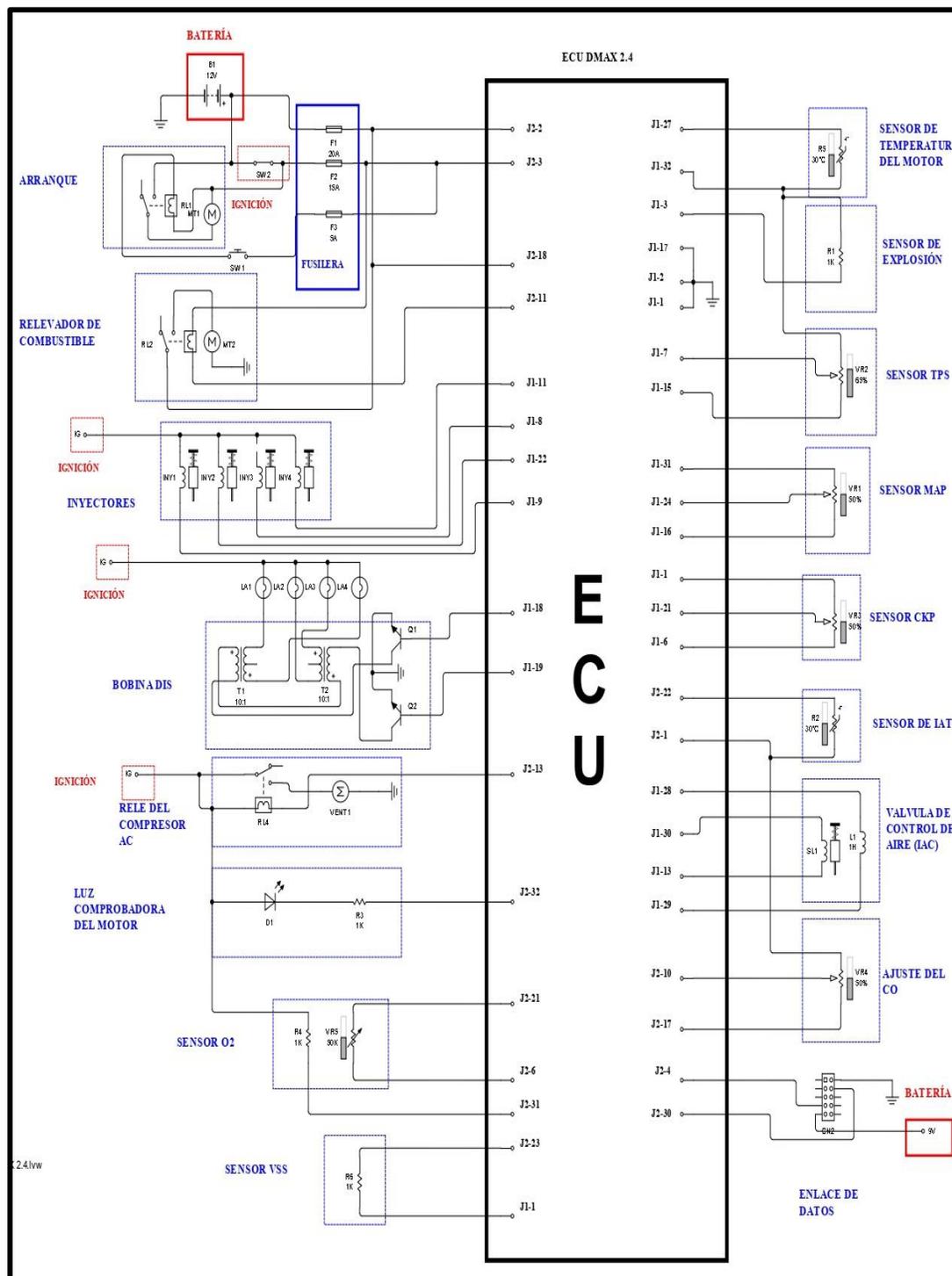
Nota: adaptado de *distribución de pines conector J2 de la ECM*, manual del fabricante ISUZU Luv D-MAX 2.4, 2002, TEU automotriz.

3.8.1.3. Circuito de la ECU del Isuzu Dmax 2.4. Para realizar la elaboración del circuito, el grupo de investigación se basó en el software automotriz LIVE WIRE, donde se tuvo que identificar cada pin y su función que realiza, también se determinó las entradas y salidas, por lo que se consiguió un diagrama acercándose a la realidad con todas las líneas de los sensores y actuadores, pines de masa y de alimentaciones por parte de la batería.

El proceso que se hizo fue el de identificar cada masa y alimentación en la distribución de pines realizada anteriormente, de esta manera se colocó con mayor facilidad los sensores de 2 y 3 cables que se representan como resistencias variables y potenciómetros respectivamente en la hoja de trabajo del programa, para el caso de los actuadores se utilizó solenoides, lámparas y relés ya que son esos los elementos por defecto que da el software utilizado.

Figura 78

Circuito de la ECM de la Luv Dmax 2.4



3.8.2. ECU Jeep Cherokee

La presente computadora consta de 60 pines los mismos que van de acuerdo a la numeración de forma ascendente y de izquierda a derecha como se presentara en las figuras siguientes, cada pin realiza una función específica para interpretar y controlar los diferentes sensores y actuadores que conforman la presente ECU.

Figura 79

ECU JEEP Cherokee 4.0 L



En este caso la pinería de la ECU posee 2 secciones que no son representadas, ya que su orden es de comienzo desde la parte superior derecha y va de forma ascendente a continuación, se describirá con más detalle las funciones que realiza cada pin de acuerdo al a diseño del fabricante.

Figura 80

Vista frontal de los 60 pines de la ECU del JEEP CHEROKEE



Nota. Vista interior del conector macho de la ECU.

Tabla 12

Distribución de pines conector de la ECU Jeep Cherokee

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
1	Señal del sensor MAP	31	Sin conexión
2	Señal del sensor ECT	32	Lampara comprobadora del motor
3	Alimentación de batería	33	Sin conexión
4	Tierra de sensores	34	Control del embrague del aire acondicionado
5	Tierra de la ECU	35	Sin conexión
6	Fuente de alimentación 5 v	36	Sin conexión

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
7	Fuente de alimentación de 8v	37	Sin conexión
8	Sin conexión	38	Control del inyector N°5
9	Alimentación de encendido	39	Controlador de la válvula de control del aire. (IAC) N° 1
10	Sin conexión	40	Controlador de la válvula de control del aire. (IAC) N° 3
11	Tierra de la ECU	41	Señal del sensor de oxígeno
12	Tierra de la ECU	42	Sin conexión
13	Control del inyector N° 4	43	Señal de tacómetro
14	Control del inyector N° 3	44	Señal de sensor del árbol de levas
15	Control del inyector N° 2	45	Señal de recepción de datos SCI
16	Control del inyector N° 1	46	Sin conexión
17	Sin conexión	47	Señal del sensor de velocidad
18	Sin conexión	48	Sin conexión
19	Control de la bobina de encendido N° 1	49	Sin conexión
20	Controlador de campo del alternador.	50	Sin conexión
21	Señal del sensor IAT	51	Control del relé principal

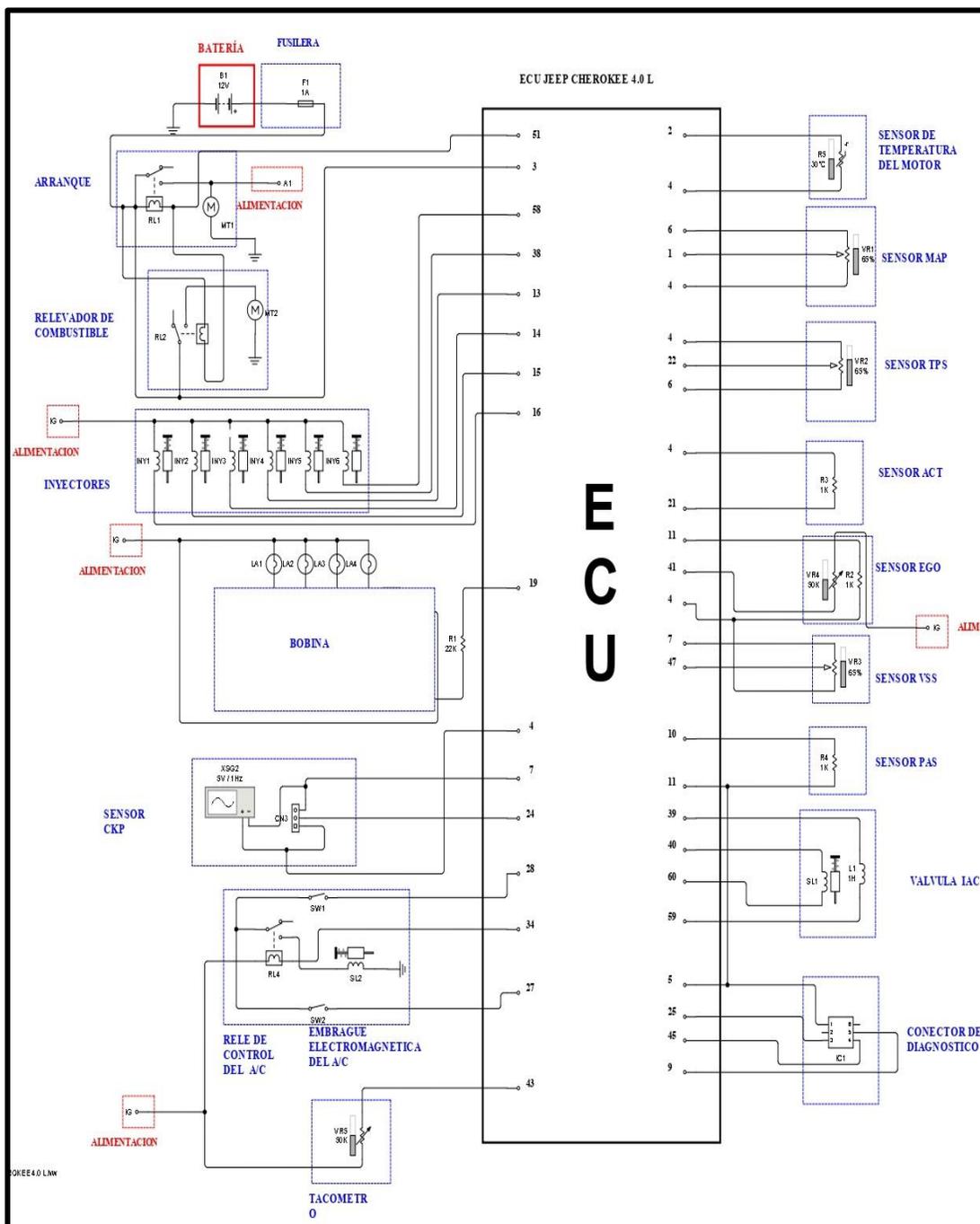
Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
22	Señal del sensor TPS	52	Sin conexión
23	Sin conexión	53	Sin conexión
24	Señal del sensor CKP	54	Controlador de lámpara de cambio ascendente
25	Señal de la transmisión de datos SCI	55	Sin conexión
26	Sin conexión	56	Sin conexión
27	Interruptor del aire acondicionado	57	Salida del relé principal
28	Interruptor del aire acondicionado	58	Control del inyector N° 6
29	Interruptor de posición del pedal de freno	59	Controlador de la válvula de control del aire. (IAC) N° 4
30	Interruptor del inhibidor	60	Controlador de la válvula de control del aire. (IAC) N° 2

Nota. Manual del fabricante JEEP CHEROKEE, 1993, TEU automotriz.

3.8.2.1. Circuito en Live Wire de la ECU del Vehículo Jeep Cherokee

Figura 81

Circuito de la ECU del Jeep Cherokee 4.0 L



3.8.3. ECU Corsa MPFI 1.4 2001

En la computadora del CORSA se tuvo que analizar cómo están distribuidos los pines, para este caso se encontró que tiene 56 terminales los cuales están agrupados por 4 secciones con siguientes letras A, B, C y D a continuación se muestra los terminales como se encuentran físicamente en la ECU.

Figura 82

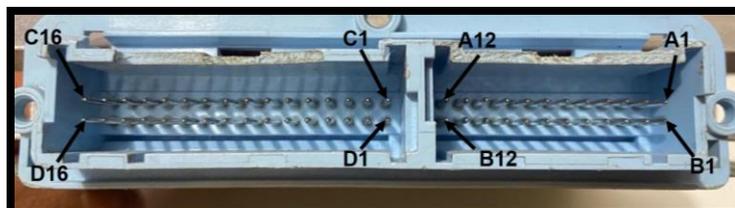
Vista del conector macho de la ECU del CORSA MPFI 1.4 L



A continuación, se muestra la posición en la que se encuentra cada sección de los terminales y la numeración, identificando con mayor rapidez. los terminales que controlan y reciben datos de los sensores y actuadores

Figura 83

Vista frontal de los terminales de la ECU Corsa



Nota. Vista interior del conector macho de la ECU.

Tabla 13

Alimentación de energías y tierras de la ECM

Terminal	Función de circuito/ terminal
B1	Alimentación de voltaje de batería
C16	Alimentación de voltaje de batería
C4	Alimentación del voltaje de ignición
A12	Alimentación de tierra
B10	Alimentación de voltaje de tierra
D1	Alimentación de voltaje de tierra

Nota: adaptado de manual del fabricante CHEVROLET Corsa, 1994, TEU automotriz.

Tabla 14

Distribución de los terminales de los sensores y actuadores de la ECM

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
A1	Sin conexión	C5	Control de la macha mínima
A2	señal del sensor CKP	C6	Control de la macha mínima
A3	Control del relé del embrague de compresor A/C	C7	Sin conexión
A4	Control del relé del ventilador de radiador	C8	Control de la macha mínima

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
A5	Control del relé de ventilador del radiador	C9	Control de la macha mínima
A6	Sin conexión	C10	Sin conexión
A7	Señal del sensor MAP	C11	Control de los inyectores N° 2 y 3
A8	Señal del sensor TPS	C12	Sin conexión
A9	Sin conexión	C13	Puente de octanaje
A10	Sin conexión	C14	Puente de octanaje
A11	Tierra controlada MAP, ECT Y sensor de oxígeno	C15	Control de los inyectores N° 1 y 4
A12	Alimentación de tierra al ECM	C16	Alimentación de batería
B1	Alimentación de 12v de batería	D1	Masa
B2	Señal del sensor de velocidad	D2	Alimentación de tierra al sensor TPS
B3	Señal del sensor CKP	D3	Señal del sensor ACT
B4	Sin conexión	D4	Sin conexión
B5	Sin conexión	D5	Interruptor de A/C
B6	Señal de activación de la bomba de combustible	D6	Sin conexión
B7	Datos seriales bidireccionales	D7	Sin conexión
B8	Alimentación de 5v a los sensores MAP, TPS	D8	Diagnóstico

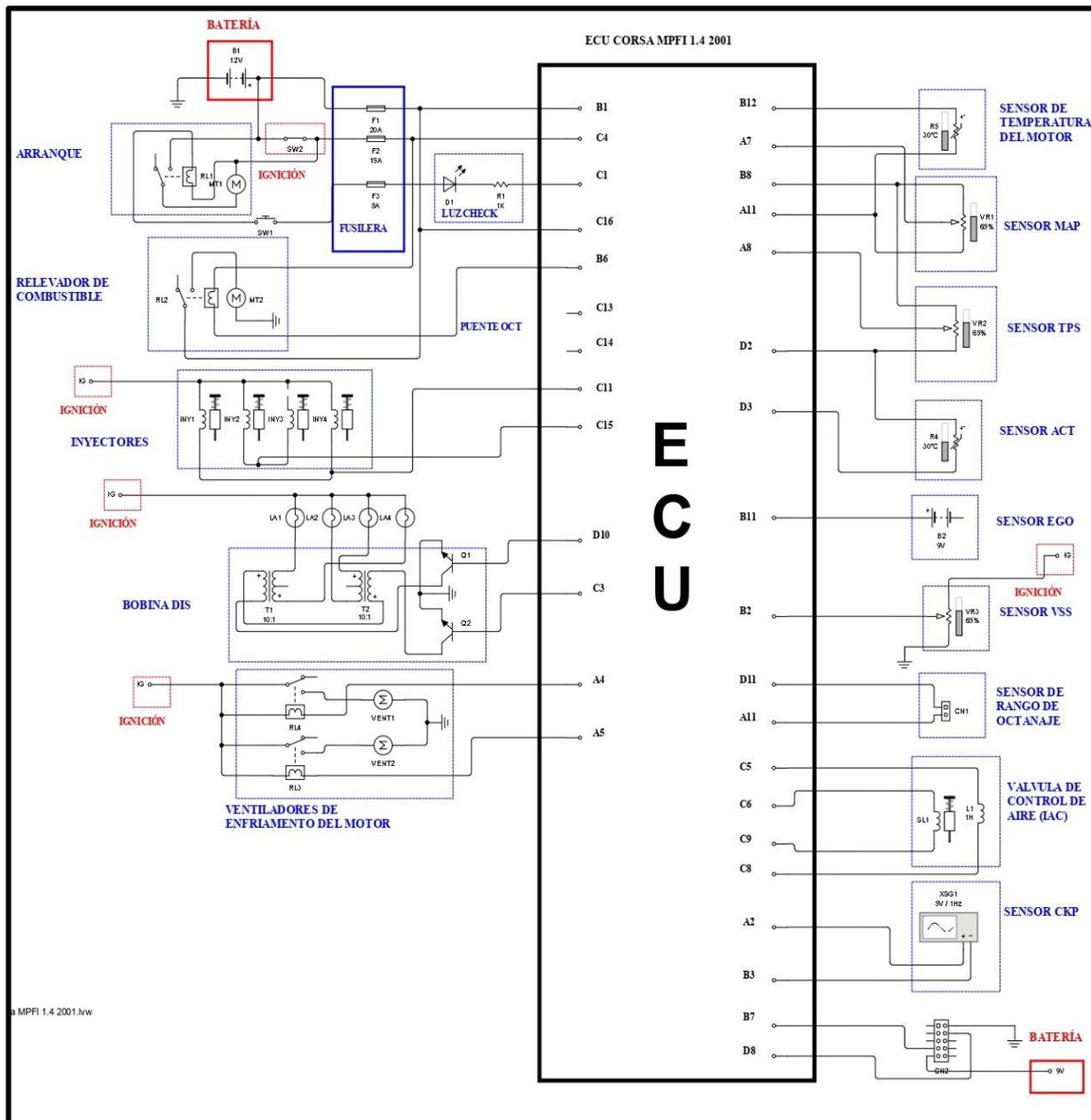
Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
B9	Sin conexión	D9	Sin conexión
B10	Alimentación de tierra al ECM	D10	Control de la bomba de encendido
B11	Señal del sensor de oxígeno	D11	Rango de octanaje
B12	Señal del sensor ECT	D12	Sin conexión
C1	Luz indicadora del motor	D13	Sin conexión
C2	Señal del tacómetro	D14	Sin conexión
C3	Control de la bomba de encendido	D15	Sin conexión
C4	Alimentación del voltaje de ignición	D16	Sin conexión

Nota: adaptado de manual del fabricante CHEVROLET Corsa, 1994, TEU automotriz.

3.8.3.1. Circuito en Live Wire de la ECU del Corsa Win MPFI.

Figura 84

Circuito de la ECU del Corsa Win



3.8.4. ECU Cummins

Figura 85

Vista de los conectores macho de la ECU de la marca CUMMINS



El computador de la marca CUMMINS presenta 84 terminales los cuales son agrupados en 3 secciones de 28 pines que son:

3.8.4.1. A. Conector de Sensores. Como se presenta en la imagen y en tabla siguiente, se detalla cada función que tienen cada terminal en esta primera sección (entrada) la computadora es la encargada de recibir toda la información que les arrojan todos los sensores que conforman la misma.

Figura 86

Conector "A" de sensores



Nota. Vista frontal del conector macho sección A de la ECM.

Tabla 15*Sección "A" conector de sensores de la ECM Cummins*

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
A1	Tierra 1 del sensor de posición del motor	A15	Seña 1 del sensor de posición del motor
A2	Alimentación del sensor MAP	A16	Señal de prueba de diagnóstico
A3	Señal ce desactivación J1587	A17	Señal del sensor de temperatura del refrigerante
A4	Enlace de datos de la HTA de servicio J1587 (+)	A18	Señal de nivel alto de refrigerante
A5	Enlace de datos de control J1922 (+)	A19	Señal de ventilador manual
A6	Señal del sensor de temperatura del aceite	A20	Enlace de datos control J1939 (-)
A7	Señal del sensor de presión de aceite	A21	Tierra del blindaje
A8	Señal del interruptor de presión de FREON	A22	Enlace de datos de la HTA de servicio de J1587 (-)
A9	Señal de nivel bajo de refrigerante	A23	Enlace de datos de control J1922 (-)
A10	Enlace de datos de control J1939 (+)	A24	Señal del sensor del aire ambiente
A11	Tierra 2 del sensor de posición del motor	A25	Señal del sensor temperatura del aire del múltiple

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
A12	Alimentación de sensor de temperatura del refrigerante	A26	Señal del sensor de presión del múltiple de admisión
A13	Tierra del sensor de presión de aire ambiente.	A27	Señal el sensor presión del aire ambiente
A14	Señal 2 del sensor de posición del motor.	A28	Sin conexión

Nota: adaptado de *vista frontal de la sección A de sensores*, manual del fabricante CUMMIS 1997, TEU automotriz.

3.8.4.2. B. Conector OEM. En esta sección se encuentran los equipos originales del fabricante por lo que en cada terminal se describe la función que realiza para que la ECM interprete y pueda tomar decisiones en el funcionamiento del vehículo y su autonomía.

Figura 87

Conector "B" del OEM



Nota. Vista frontal del conector macho sección B de la ECM.

Tabla 16*Sección "B" conector de sensores de la ECM Cummins*

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
B1	Entrada de la lampara de protección del motor	B15	Señal de activación de PTO remota
B2	Señal ON/OFF del control de cruceo	B16	Entrada de la lampara de diagnóstico roja
B3	Señal de sensor de velocidad del vehículo	B17	Señal de tacómetro digital
B4	Señal del interruptor del embrague	B18	Alimentación de 5v de sensor de posición del acelerador.
B5	Señal del selector 1 del freno de motor	B19	Tierra del sensor de posición del acelerador
B6	Señal de validación de ralentí en ralentí	B20	Señal de bloqueo del acelerador
B7	Tierra del sensor de velocidad	B21	Señal de torque alterno
B8	Enlace de datos del vehículo J1587 (-)	B22	Señal de control de cruceo
B9	Señal de validación de ralentí fuera de ralentí	B23	Señal de disminución ralentí
B10	Tierra común del interruptor	B24	Sin conexión

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
B11	Señal del sensor de posición de acelerador	B25	Entrada de la lampara de diagnóstico Roja
B12	Señal de control de cruceo	B26	Sin conexión
B13	Señal de freno de servicio	B27	Enlace de datos el vehículo J1587 (+)
B14	Señal de incremento de ralentí	B28	Señal del selector 2 del freno de motor

Nota: adaptado de *vista frontal de la sección B del conector OEM*, manual del fabricante CUMMIS 1997, TEU automotriz.

3.8.4.3. C. Conector de Actuadores.

Figura 88

Conector "C" de los actuadores de la ECM CUMMINS



Nota. Vista frontal del conector macho sección C de la ECM.

Tabla 17*Sección "C" conector de sensores de la ECM Cummins*

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
C1	Alimentación del inyector cilindro N° 1	C15	Alimentación del inyector cilindro N° 4
C2	Tierra de inyector cilindro N° 5	C16	Alimentación de 12v de cierre de combustible
C3	Alimentación del inyector cilindro N° 3	C17	Alimentación de embrague de ventilador N° 2
C4	Tierra de inyector cilindro N° 6	C18	Cabeza de bobina N° 2 del freno de motor
C5	Alimentación del inyector cilindro N° 2	C19	Cabeza de bobina N° 1 del freno motor
C6	Tierra de inyector cilindro N° 4	C20	12 VDC de batería sin interruptor
C7	Alimentación del embrague de ventilador N° 1 refrigerante	C21	12 VDC de batería sin interruptor
C8	Alimentación del relevador de boqueo de motor de arranque	C22	12 VDC de batería sin interruptor
C9	Tierra de la batería	C23	12 VDC de batería sin interruptor

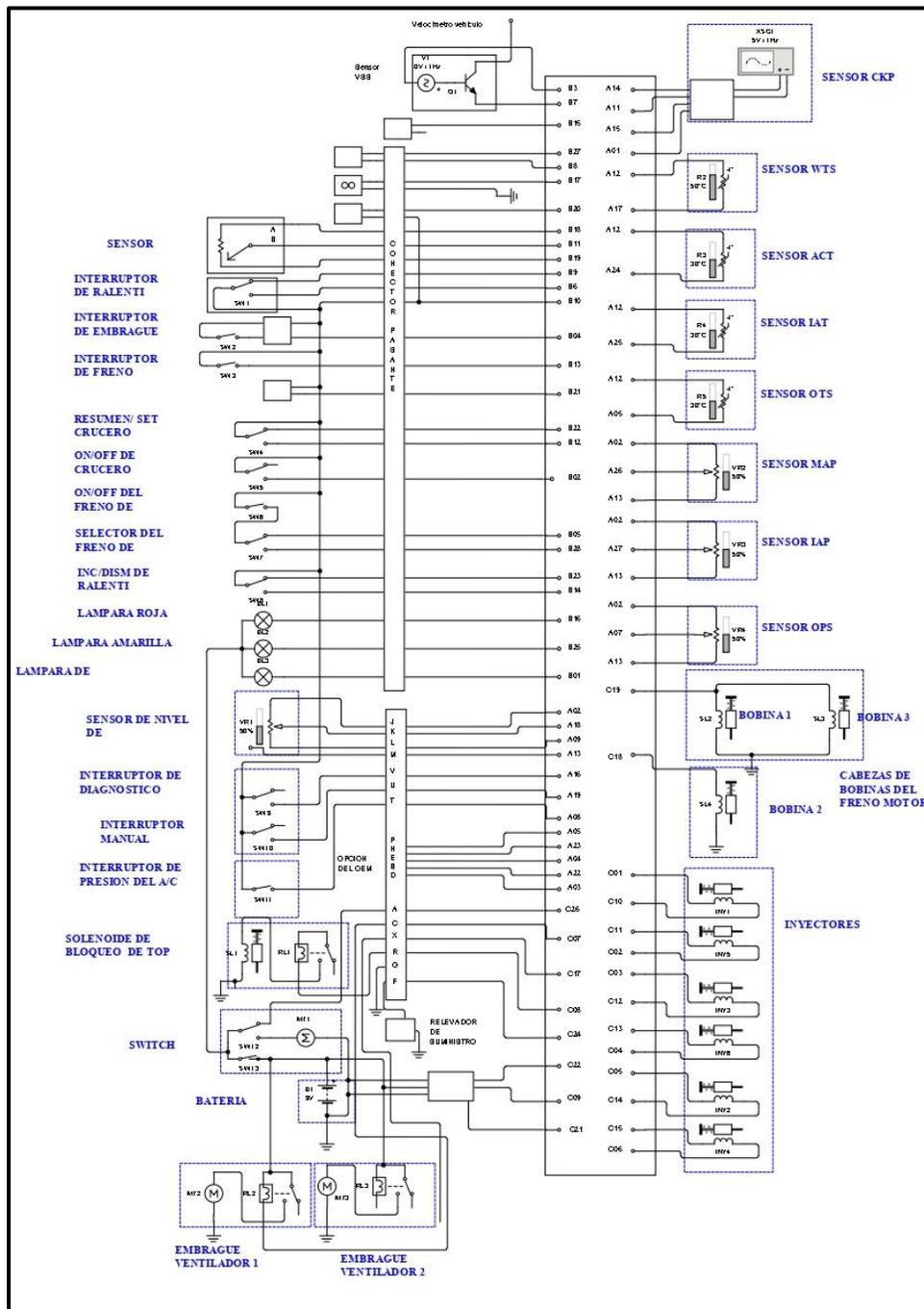
Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
C10	Tierra de inyector cilindro N° 1	C24	Alimentación de aro de accesorios del vehículo
C11	Alimentación del inyector cilindro N° 5	C25	Tierra de la batería
C12	Tierra de inyector cilindro N° 3	C26	Señal del interruptor de llave del vehículo
C13	Alimentación del inyector cilindro N° 6	C27	Tierra de la batería
C14	Tierra de inyector cilindro N° 2	C28	Sin conexión

Nota: adaptado de *vista frontal de la sección C de actuadores*, manual del fabricante CUMMIS 1997, TEU automotriz.

3.8.4.4. Circuito de la ECU del Cummins.

Figura 89

Circuito de la ECU de la CUMMINS



3.8.5. ECU Chevrolet Spark

La ECU del vehículo Chevrolet Spark tiene un total de 90 pines, los cuales están separados en dos conjuntos. Los pines de esta unidad vienen distribuidos en tres filas cada conjunto y son enumerados del 1 al 90 de forma ordenada.

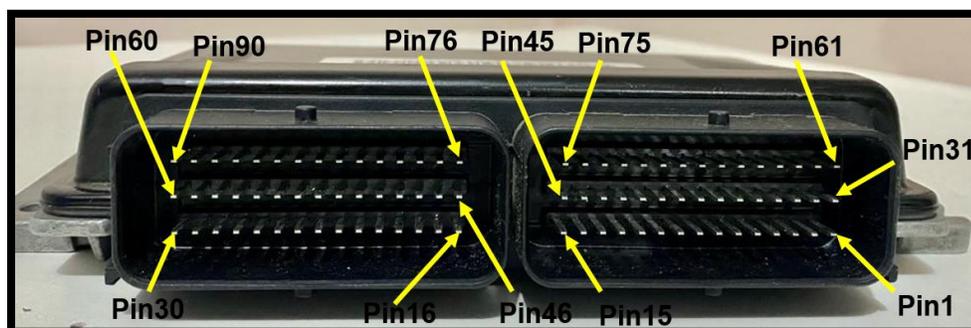
Figura 90

ECU Chevrolet Spark



Figura 91

Forma del conector hembra de la ECM (Vista frontal)



Nota. Vista frontal del conector macho de la ECU Spark de 90 pines.

A continuación, se presenta la distribución de pines de la ECU con su respectiva descripción.

Tabla 18

Distribución de pines de la ECU Chevrolet Spark

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
1	Sin uso	46	Referencia baja
2	Sin uso	47	Sin uso
3	Tierra	48	Sin uso
4	Sin uso	49	Temperatura del evaporador A/C
5	Control de solenoide de recirculación de gases de escape (EGR)	50	Referencia de 5 voltios
6	Control de relé de la bomba de combustible	51	Señal de velocidad del vehículo (transmisión manual)
7	Control de relé principal o control de relé de encendido	52	Señal de solicitud de aire acondicionado
8	Sin uso	53	Señal del sensor de velocidad de la rueda de carretera irregular

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
9	Control de relé de ventilador de enfriamiento de alta velocidad	54	Señal del sensor de posición del cigüeñal (CKP)
10	Control de relé de ventilador de enfriamiento de baja velocidad	55	Señal del interruptor inactivo
11	Escudo de tierra	56	Datos de serie de palabras clave
12	Referencia baja	57	Sin uso
13	Referencia baja	58	Sin uso
14	Sensor de oxígeno calentado (HO2S) 2 referencia baja	59	Control del inyector de combustible 1
15	Sin uso	60	Control del inyector de combustible 3
16	Referencia baja	61	Control de velocidad de ralentí (ISC) Control bajo del motor
17	Referencia baja	62	Control de velocidad de ralentí (ISC) Control alto del motor
18	Sin uso	63	Sin uso
19	Referencia baja	64	Señal del sensor de oxígeno calentado (HO2S) 2

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
20	Señal del sensor de presión de refrigerante A/C	65	Control de solenoide de purga del recipiente EVAP
21	Señal del sensor de nivel de combustible	66	Voltaje de encendido 1
22	Señal del sensor de posición del árbol de levas (CMP)	67	Tierra
23	Datos de serie de palabras clave: ECM	68	Señal de velocidad del motor
24	Tierra	69	Control de solenoide de recirculación de gases de escape (EGR) – Si está equipado
25	Escudo de tierra	70	Sin uso
26	Datos en serie - ECM	71	Control de la lámpara indicadora de mal funcionamiento (MIL) - Si está equipado
27	Señal de interruptor de octanaje	72	Lámpara de advertencia de temperatura
28	Tierra	73	Sin uso
29	Voltaje de encendido 1	74	Señal del sensor de posición del acelerador (TPS)

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
30	Voltaje positivo de la batería	75	Señal de presión absoluta del colector (MAP)
31	Control de bobina de encendido (IC) - Cilindros 2 y 3	76	Señal del sensor de temperatura del refrigerante del motor (ECT)
32	Control de bobina de encendido (IC): cilindros 1 y 4	77	Sin uso
33	Tierra	78	Señal del sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)
34	Sin uso	79	Referencia de 5 voltios
35	Señal O2S / HO2S	80	Sin uso
36	Sin uso	81	Señal de interruptor de octanaje: si está equipado
37	Control de solenoide de la válvula de ajuste del múltiple de admisión – Si está equipado	82	Sin uso
38	Sin uso	83	Señal del interruptor de presión de la dirección asistida (si está equipado)

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
39	Control de la lámpara indicadora de mal funcionamiento (MIL)	84	Referencia baja
40	Control del medidor de combustible	85	Referencia baja del sensor de posición del cigüeñal (CKP)
41	Control del embrague A/C	86	Sin uso
42	Señal del sensor de detonación (KS)	87	Sin uso
43	Señal de posición del motor del control de velocidad de ralentí (ISC)	88	Sin uso
44	Señal O2S / HO2S	89	Control del inyector de combustible 4
45	Posición de la válvula de recirculación de gases de escape (EGR) Señal del sensor	90	Control del inyector de combustible 2

Nota. Tomado de *Manual Chevrolet Spark (2005)*, TEU automotriz.

3.8.6. ECU Renault Megane

La ECU del vehículo Renault Megane tiene un total de 90 pines, los cuales están separados en 2 conjuntos, cada pin tiene asignado una función para la activación de sensores y actuadores de acuerdo a las necesidades del vehículo.

Figura 93

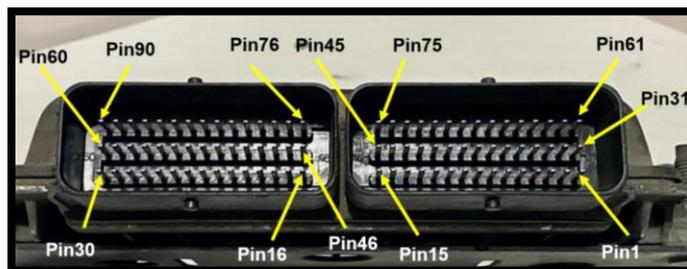
ECU Renault Megane



Los pines de la ECU vienen distribuidos en 3 filas cada conjunto, vienen en enumerados del 1 al 90 de forma ordenada como en “la figura a continuación”.

Figura 94

Forma del terminal del conector ECM (Vista frontal)



Nota. Tomado de vista frontal de conector macho de la ECM Renault Megane

A continuación, se presenta la distribución de pines de la ECU con su respectiva descripción.

Tabla 19

Distribución de pines de la ECU Renault Megane

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
1	Bobina de encendido del cilindro 2 y 3	46	Módulo de control de ventilador A/C
2	No utilizado	47	Sin uso
3	Tierra	48	Sin uso
4	Válvula de purga del cartucho	49	Señal del sensor ACT
5	Sin uso	50	Sin uso
6	Sin uso	51	Sin uso
7	Sin uso	52	Sin uso
8	Relé electroventilador radiador baja velocidad	53	Señal del sensor VSS
9	Temperatura del refrigerante de emergencia de la lámpara de señal	54	Tierra del sensor CKP
10	Acondicionador de señal apagado	55	Sin uso
11	Combustible de señal	56	Sin uso
12	Señal de control 1 en el control de ralentí	57	Sin uso
13	Señal de sensor de temperatura del refrigerante	58	Inmovilizador

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
14	Sin uso	59	Inyector Cilindro 1
15	Tierra sensor MAP	60	Inyector Cilindro 3
16	Señal sensor MAP	61	Sin uso
17	Sin uso	62	Sin uso
18	Señal del sensor de presión del refrigerante A/C	63	Calentador 1 sensor EGO
19	Tierra blindada Sensor KS	64	Sin uso
20	Señal sensor KS	65	Calentador 2 sensor EGO
21	Sin uso	66	Relé
22	Sin uso	67	Sin uso
23	Sin uso	68	Relé
24	Señal sensor CKP	69	Sin uso
25	Sin uso	70	Señal de tacómetro
26	Conector de línea diagnóstico	71	Sin uso
27	Sin uso	72	Motor paso a paso de ralentí IAC
28	Tierra	73	Tierra ECT
29	Alimentación de la ignición	74	Voltaje de Referencia TPS
30	Alimentación	75	Tierra del sensor TPS
31	Sin uso	76	Sonda Lambda del catalizador (si está instalado)
32	Bobina de encendido cilindro 1 y 4	77	Tierra sensor ACT

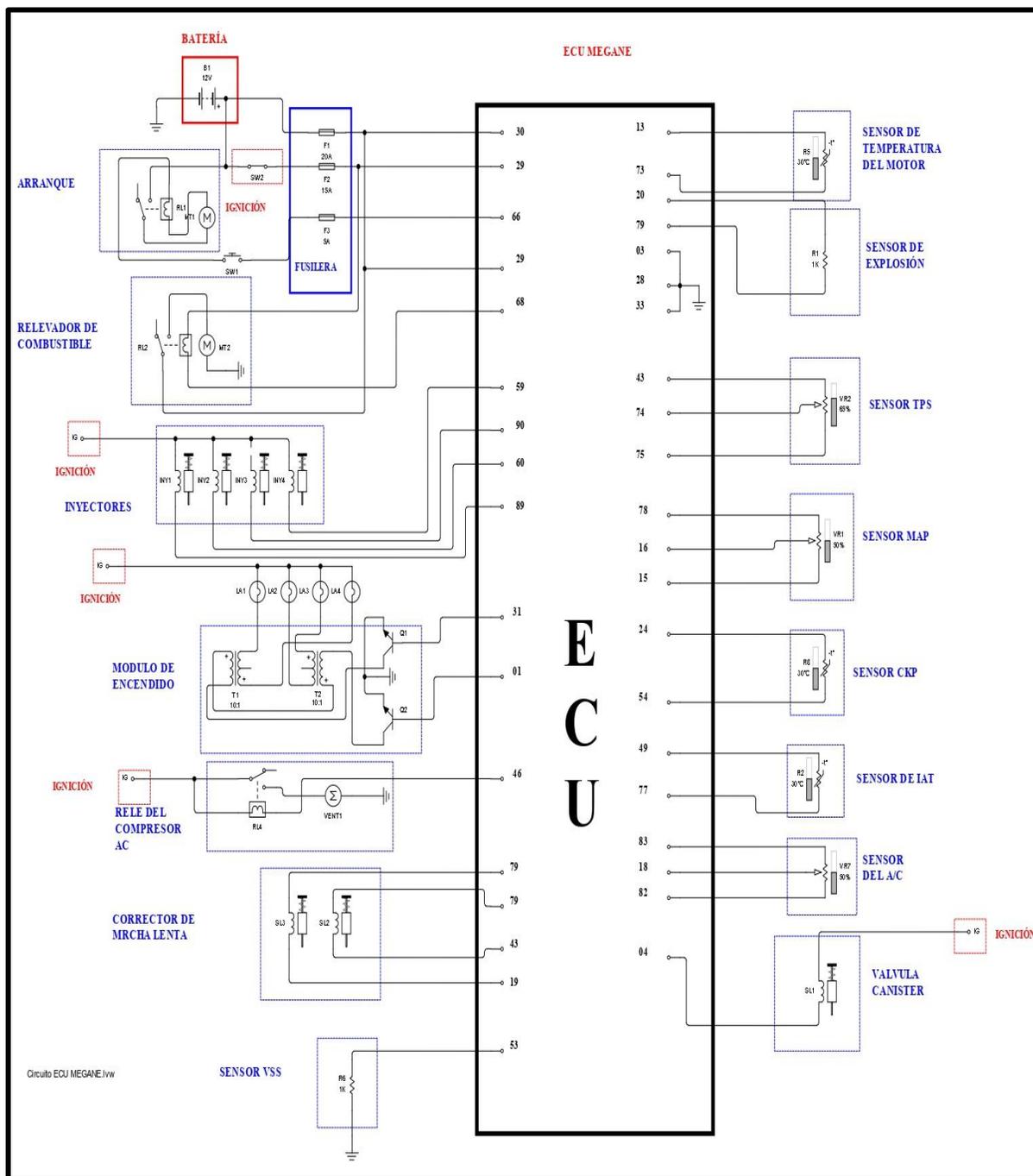
Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
33	Tierra	78	Voltaje de referencia MAP
34	Testigo de la unidad de control	79	Tierra sensor KS
35	Sin uso	80	Tierra sensor EGO
36	Sin uso	81	Sin uso
37	Sin uso	82	Tierra sensor de presión del refrigerante A/C
38	Relé electroventilador radiador alta velocidad	83	Referencia sensor de presión del refrigerante A/C
39	Relé	84	Sin uso
40	Sin uso	85	Señal del sensor de presión de dirección hidráulica
41	Motor paso a paso de ralentí IAC	86	Sin uso
42	Motor paso a paso de ralentí IAC	87	Sin uso
43	Señal del sensor TPS	88	Sin uso
44	Sonda Lambda del catalizador (si está instalado)	89	Inyector Cilindro 4
45	Señal del sensor EGO	90	Inyector Cilindro 2

Nota. Tomado de Manual Renault Megane 1999, TEU automotriz.

3.8.6.1. Circuito del Renault Megane.

Figura 95

Circuito Renault Megane



3.8.7. ECU Luv V6

La ECU del vehículo Isuzu Luv V6 tiene un total de 80 pines, los cuales están separados en 2 conjuntos en los laterales de la carcasa, cada pin tiene asignado una función para la activación de sensores y actuadores de acuerdo a las necesidades del vehículo.

Figura 96

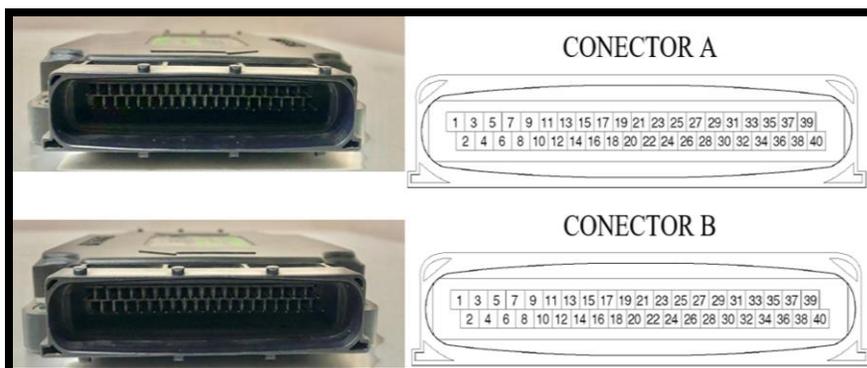
ECU Isuzu Luv V6



Los pines de la ECU vienen enumerados del 1 al 40 cada conjunto, tiene su numeración de forma alternada, en “la figura a continuación” se observa cómo está distribuido cada pin.

Figura 97

Distribución de pines de la ECU Isuzu Luv V6



Nota. Tomado de *vista frontal del conector macho de la ECM Luv V6 2000, TEU* automotriz.

Tabla 20

Distribución de pines del conector A de la ECU Isuzu Luv V6

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
A1	Sin uso	A21	Sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT
A2	Sin uso	A22	Tierra
A3	Sin uso	A23	Sensor de ángulo del cigüeñal CKP
A4	Tierra carcasa	A24	Fuente de alimentación
A5	Sin uso	A25	Tierra (CA)
A6	Sin uso	A26	Sin uso
A7	Tierra	A27	Sin uso
A8	Tierra	A28	Auto apagado
A9	Sin uso	A29	Sin uso
A10	Sin uso	A30	Bobina de encendido 5
A11	Sin uso	A31	Bobina de encendido 3
A12	Sin uso	A32	Bobina de encendido 1
A13	Sin uso	A33	Tierra (energía)
A14	Sin uso	A34	Inyector de combustible 5
A15	Sin uso	A35	Inyector de combustible 3
A16	Sin uso	A36	Inyector de combustible 1

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
A17	Sin uso	A37	Tierra carcasa
A18	Sin uso	A38	Sin uso
A19	Sensor de temperatura del aire de admisión MAT	A39	Sin uso
A20	Sensor de presión barométrica	A40	Sin uso

Nota. Tomado de Manual Isuzu Luv V6 2000, TEU automotriz.

Tabla 21

Distribución de pines del conector B de la ECU Isuzu Luv V6

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
B1	Sin uso	B21	Sensor de oxígeno
B2	Sin uso	B22	Tierra sensor O2
B3	Inyector de combustible 2	B23	Sin uso
B4	Inyector de combustible 4	B24	Sin uso
B5	Inyector de combustible 6	B25	Diagnóstico
B6	Tierra (energía)	B26	Sensor de posición del acelerador
B7	Bobina de encendido 2	B27	Alimentación CAM / TPS
B8	Bobina de encendido 4	B28	Sensor de ángulo de leva CMP
B9	Bobina de encendido 6	B29	Sin uso
B10	Sin uso	B30	Interruptor de presión

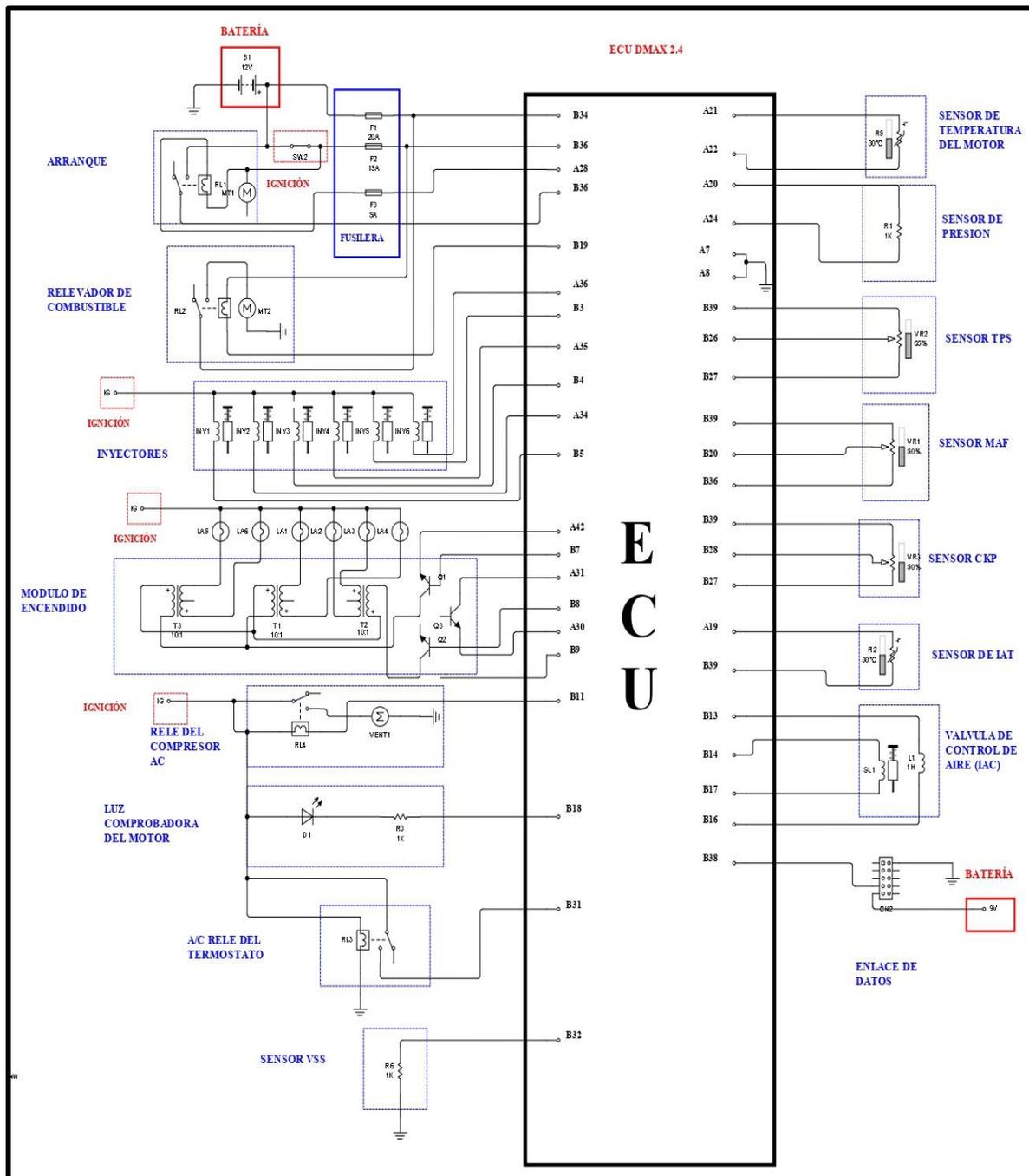
Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
B11	Embrague de Relé A/C	B31	A/C Solicitud
B12	Señal de tacómetro	B32	Sensor de velocidad del vehículo VSS
B13	Motor de control de aire en ralentí IAC 1	B33	Interruptor de ignición
B14	Motor de control de aire en ralentí IAC 2	B34	Fuente de alimentación de respaldo
B15	Solenoides de purga del recipiente	B35	Gestión de par
B16	Motor de control de aire en ralentí IAC 3	B36	Fuente de alimentación
B17	Motor de control de aire en ralentí IAC 4	B37	Fuente de alimentación
B18	Lámpara MIL	B38	Sin uso
B19	Relé de la bomba de combustible	B39	Tierra (CAM/TPS/MAF)
B20	Sensor de flujo de aire MAF	B40	Sin uso

Nota. Tomado de *Manual Isuzu Luv V6 2000*, TEU automotriz.

3.8.7.1. Circuito de la ECU Isuzu Luv V6.

Figura 98

Circuito de la ECU Isuzu LUV V6



3.8.8. ECU Chrysler Sbec III

La ECU del Chrysler Sbec III tiene un total de 80 pines, los cuales están separados en 2 conjuntos ordenados numéricamente, cada pin es asignado para una función en especial para el control de sensores y actuadores del vehículo.

Figura 99

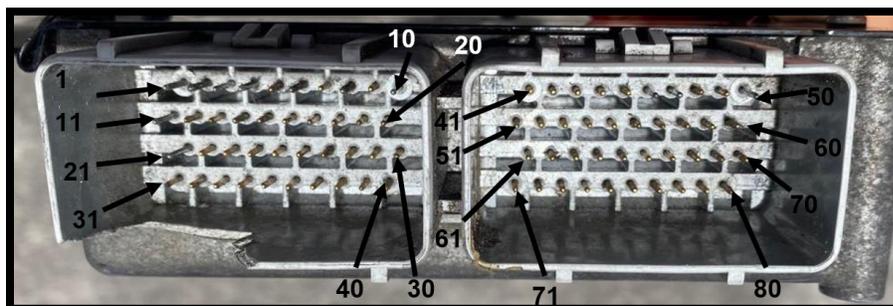
ECU Chrysler



La distribución de pines de esta unidad de control está ordenada de forma numérica del 1 al 80 como se puede observar en la siguiente figura.

Figura 100

Forma del terminal del conector ECM (Vista del arnés hembra del ECM)



Nota. Vista frontal del conector hembra de la ECU Chrysler

Tabla 22*Distribución de pines del conector ECU Chrysler*

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
1	Sin uso	41	Control de velocidad
2	Sin uso	42	Sin uso
3	Señal de activación de la bobina de encendido #2	43	Tierra de sensores
4	Sin uso	44	Voltaje de 8 volts para los sensores CMP, CKP y VSS
5	Alimentación del control de velocidad	45	Detección del conmutador de la presión de dirección
6	Salida del relevador del paro automático	46	Alimentación de voltaje constante al PCM
7	Señal de activación del inyector de combustible #3	47	Tierra al PCM
8	(+) del impulsor de campo del alternador	48	Sin uso
9	Sin uso	49	Impulsor del control de aire de ralentí
10	Tierra	50	Tierra al PCM
11	Señal de activación de la bobina de encendido #1	51	Señal del sensor de oxígeno

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
12	Impulsor de bobina del conmutador de presión de aceite del motor	52	Señal del sensor de temperatura del aire de admisión
13	Señal de activación del inyector de combustible #1	53	Sin uso
14	Sin uso	54	Sin uso
15	Sin uso	55	Control del relevador del ventilador del radiador
16	Señal de activación del inyector de combustible #4	56	Control de velocidad del solenoide de control de velocidad
17	Señal de activación del inyector de combustible #2	57	Señal de activación del motor de ralentí
18	Control del calefactor del sensor de oxígeno	58	Sin uso
19	Sin uso	59	Bus del PCI
20	Alimentación de voltaje de ignición	60	Sin uso
21	Sin uso	61	Alimentación de voltaje de 5 volts al sensor MAP y TPS
22	Sin uso	62	Detección de solicitud de par

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
23	Conmutador de embrague	63	Detección de solicitud de gestión de par
24	Sin uso	64	Control del relevador del embrague del compresor A/A
25	Señal del sensor de detonación	65	Transmisión de SCI
26	Señal del sensor de temperatura del refrigerante del motor	66	Señal del sensor de velocidad del vehículo
27	Tierra del sensor de oxígeno	67	Control del relevador de paro automático
28	Sin uso	68	Control del solenoide de limpieza y EVAP
29	Sin uso	69	Sin uso
30	Señal del sensor de oxígeno 1 HO2S	70	Detección del conmutador de la bomba de detención
31	Control del relevador de arranque del motor	71	Detección del conmutador del nivel de líquido de frenos
32	Señal del sensor de posición del cigüeñal CKP	72	Detección del conmutador de la bomba de detección de fugas

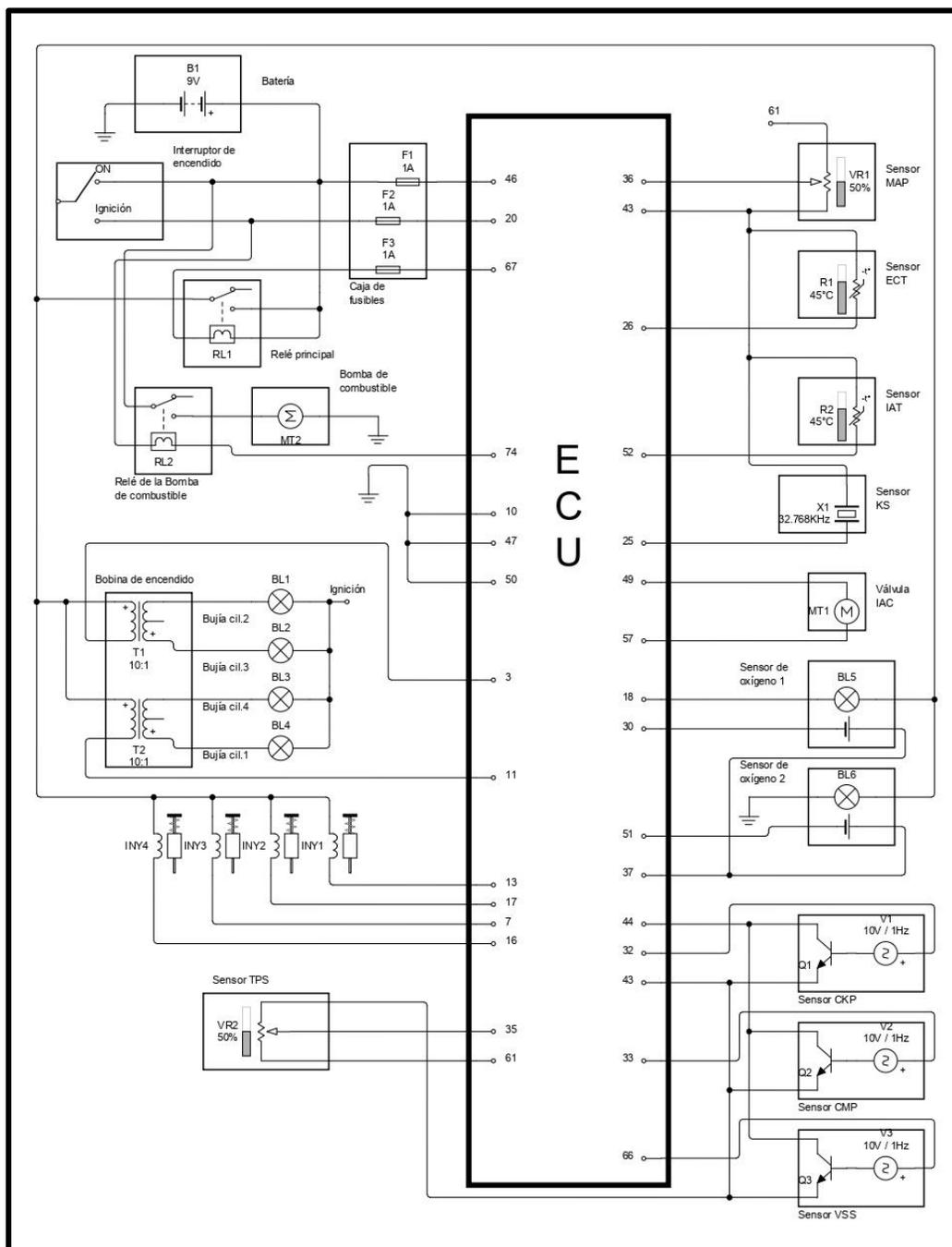
Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
33	Señal del sensor de posición del árbol de levas CMP	73	Sin uso
34	Sin uso	74	Control del relevador de la bomba de combustible
35	Señal del sensor de la mariposa de aceleración TPS	75	Receptor del SCI
36	Señal de sensor de presión absoluta del múltiple de admisión MAP	76	Detección del conmutador de ínter bloqueo del embrague Detección del conmutador de posición de estacionamiento y punto muerto Detección de TRS T41
37	Sin uso	77	Control de solenoide de las fugas de gas
38	Detección de la activación del aire acondicionado	78	Control de solenoide del embrague del convertidor
39	Paquete RT	79	Sin uso
40	Sin uso	80	Control de velocidad del solenoide del respiradero

Nota. Tomado de *Manual de reparación ECU Chrysler 1995*, REU automotriz.

3.8.8.1. Circuito de la ECU Chrysler Sbec III.

Figura 101

Circuito de la ECU Chrysler Sbec III



3.8.9. ECU Chevrolet Gran Vitara

La ECU del Chevrolet Gran Vitara tiene un total de 119 pines, los cuales están separados en 4 conjuntos, cada pin es asignado para una función en especial para el control de sensores y actuadores del vehículo.

Figura 102

ECU Chevrolet Gran Vitara

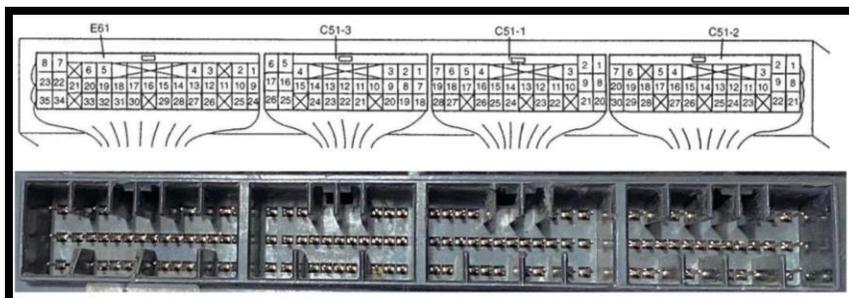


Nota. Tomado de Manual Chevrolet Grand Vitara

Cada conjunto de pines está asignado con una letra los cuales son A con 35 pines, B con 26 pines, C con 28 pines y D con 30 pines.

Figura 103

Forma del terminal del conector ECM (Vista del lado del cableado preformado)



Nota. Tomado de *vista del lado del cableado preformado Manual Chevrolet Grand Vitara 1998, TEU automotriz.*

A continuación, se presenta la distribución de pines de la ECU con su respectiva descripción:

Tabla 23

Distribución de pines del conector A ECU Chevrolet Grand Vitara

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
A1	Alimentación eléctrica de resistencia CO (si está instalada)	A19	Sin uso
A2	Alimentación eléctrica de reserva	A20	Luz O/D off
A3	Sin uso	A21	Luz Power
A4	Sin uso	A22	Relé motor ventilador A/C (si está instalado)
A5	Terminal de salida de ciclo eléctrico	A23	Relé bomba combustible
A6	Tacómetro	A24	Resistencia (-) ajuste CO (si está instalado)
A7	Luz CHECK ENGINE	A25	Sin uso
A8	Señal corte A/C (si está instalado)	A26	Sin uso
A9	Relé principal	A27	Sin uso
A10	Resistencia de ajuste CO (si está instalado)	A28	Sin uso
A11	Sin uso	A29	Terminal interruptor diagnóstico

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
A12	Conector enlace de datos	A30	Módulo control ABS
A13	Sin uso	A31	Interruptor cambio potencia
A14	Terminal interruptor de diagnóstico	A32	Interruptor de luces
A15	Interruptor desempañador trasero	A33	Interruptor de corte sobremarcha
A16	Interruptor ventilador calentador	A34	Interruptor luz de parada (freno)
A17	Señal A/C (si está instalado)	A35	Sin uso
A18	Sin uso		

Nota. Tomado de *Manual Chevrolet Grand Vitara 1998*, TEU automotriz.

Tabla 24

Distribución de pines del conector B ECU Chevrolet Grand Vitara

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
B1	Sensor temperatura aire admisión	B14	Sin Uso
B2	Sensor temperatura del refrigerante del motor	B15	Alimentación eléctrica
B3	Sin uso	B16	Sin Uso
B4	Alimentación eléctrica	B17	Tierra
B5	Tierra sensor MAF	B18	Señal arranque motor
B6	Tierra	B19	Sin uso

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
B7	Interruptor presión dirección asistida	B20	Interruptor de encendido
B8	Sin uso	B21	Tierra sensor TPS
B9	Sensor posición mariposa TPS	B22	Sin uso
B10	Sensor flujo de aire MAF	B23	Tierra sensor ECT
B11	Sensor de oxígeno calentado (si está instalado)	B24	Tierra de H2OS (si está instalado)
B12	Tierra para cable blindado HO2S (si está instalado)	B25	Tierra de sensor IAT
B13	Alimentación eléctrica TPS	B26	Tierra

Nota. Tomado de *Manual Chevrolet Grand Vitara* 1998, TEU automotriz.

Tabla 25

Distribución de pines del conector C ECU Chevrolet Grand Vitara

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
C1	Solenoides de cambio B	C15	Interruptor de posición D
C2	Solenoides de cambio A	C16	Interruptor de posición N
C3	Sin uso	C17	Interruptor de posición R
C4	Sin uso	C18	Interruptor de posición P
C5	Sin uso	C19	Sin uso
C6	Sin uso	C20	Tierra de cable blindado sensor de velocidad salida A/T

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
C7	Sin uso	C21	Tierra de cable blindado sensor de velocidad entrada A/T
C8	Solenoide TCC	C22	Sensor (-) ajuste de salida A/T
C9	Sin uso	C23	Sensor (+) ajuste de salida A/T
C10	Sensor (-) velocidad de entrada A/T	C24	Sin uso
C11	Sensor (+) velocidad de entrada A/T	C25	Sin uso
C12	Sin uso	C26	Interruptor 4WD baja
C13	Sin uso	C27	Interruptor de posición L
C14	Sin uso	C28	Interruptor de posición 2

Nota. Tomado de *Manual Chevrolet Grand Vitara 1998*, TEU automotriz.

Tabla 26

Distribución de pines del conector D ECU Chevrolet Grand Vitara

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
D1	Inyector 2	D16	Válvula EGR bobina 1 velocidad gradual
D2	Inyector 1	D17	Válvula de purga recipiente EVAP
D3	Válvula IAC Bobina 1 velocidad gradual	D18	Sin uso

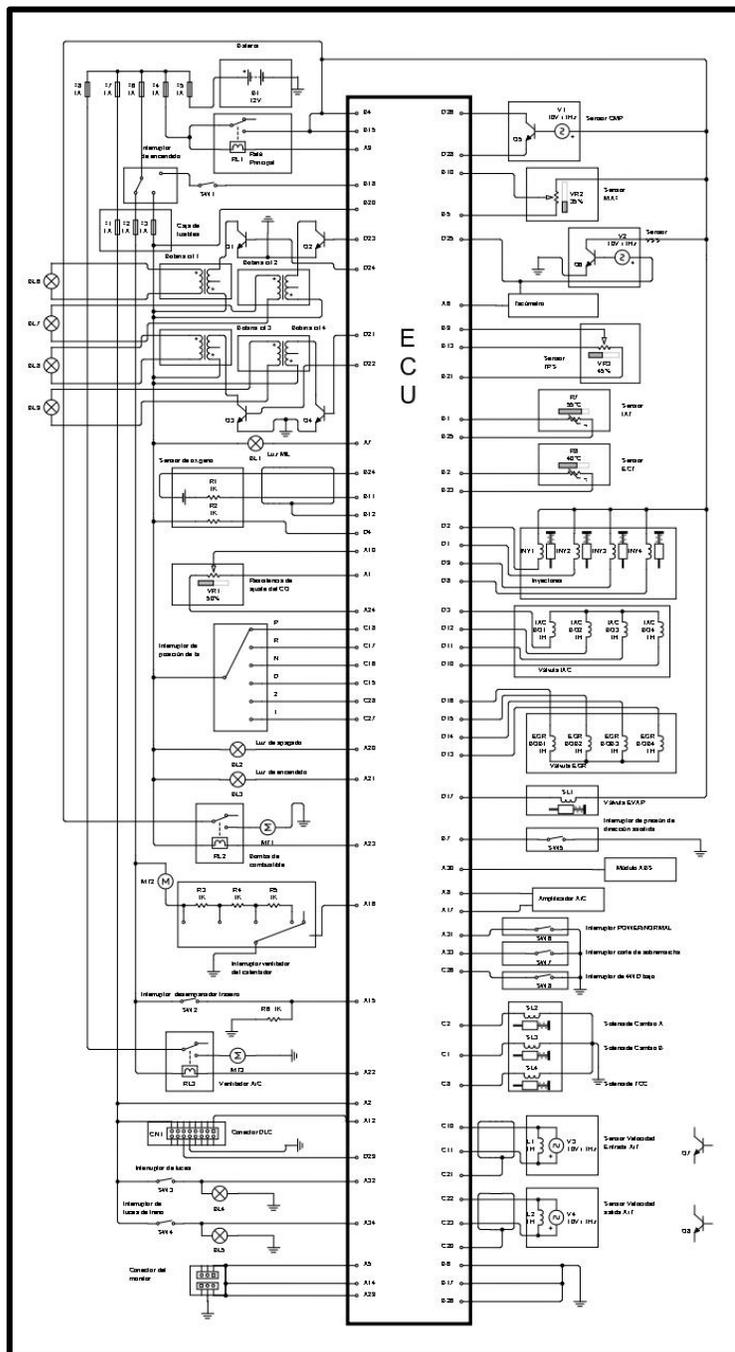
Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
D4	Calentador de HO2S (si está instalando)	D19	Sin uso
D5	Sin uso	D20	Sin uso
D6	Sin uso	D21	Conjunto de bobina de encendido para N° 4
D7	Sin uso	D22	Conjunto de bobina de encendido para N° 3
D8	Inyector 4	D23	Conjunto de bobina de encendido para N° 2
D9	Inyector 3	D24	Conjunto de bobina de encendido para N° 1
D10	Válvula IAC Bobina 4 velocidad gradual	D25	Sensor de velocidad vehículo
D11	Válvula IAC Bobina 3 velocidad gradual	D26	Sensor CMP (+)
D12	Válvula IAC Bobina 2 velocidad gradual	D27	Sin uso
D13	Válvula EGR bobina 4 velocidad gradual	D28	Sensor CMP (-)
D14	Válvula EGR bobina 3 velocidad gradual	D29	Tierra para DLC
D15	Válvula EGR bobina 2 velocidad gradual	D30	Sin uso

Nota. Tomado de *Manual Chevrolet Grand Vitara 1998*, TEU automotriz.

3.8.9.1. Circuito de Chevrolet Grand Vitara.

Figura 104

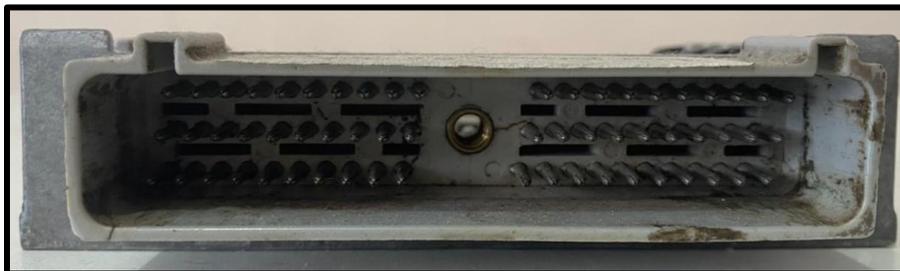
Circuito del Chevrolet Gran Vitara



3.8.10. ECU Ford Bronco

Figura 105

ECU Ford Bronco



En la computadora del BRONCO se tuvo que analizar cómo están distribuidos los pines, para este caso se encontró que tiene 60 terminales los cuales están agrupados por 6 secciones con 10 terminales respectivamente, a continuación, se indican los terminales como se encuentran enumerados en la ECU.

Figura 106

Vista del conector macho ECM Ford Bronco



Nota. Vista frontal del conector macho de la ECM Bronco

Tabla 27*Distribución de pines de la ECU Bronco*

Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
1	Alimentación principal	31	Válvula filtro de carbón activado
2	Sin uso	32	Sin uso
3	Sensor de velocidad	33	Sin uso
4	Señal de la bobina de ING	34	Sin uso
5	Sin uso	35	Sin uso
6	Sin uso	36	Señal de chequeo de la alimentación del módulo de ING
7	Sensor de temperatura refrigerante	37	Señal del relé de inyección positivos de contacto.
8	Señal de chequeo de alimentación de la bomba de combustible y calefactor HEGO	38	Sin uso
9	Sin uso	39	Sin uso
10	Señal de relé del A/C conectado - desconectado	40	Masa
11	Sin uso	41	Sin uso
12	Sin uso	42	Sin uso
13	Sin uso	43	Sin uso
14	Sin uso	44	Sin uso
15	Sin uso	45	Señal del MAP

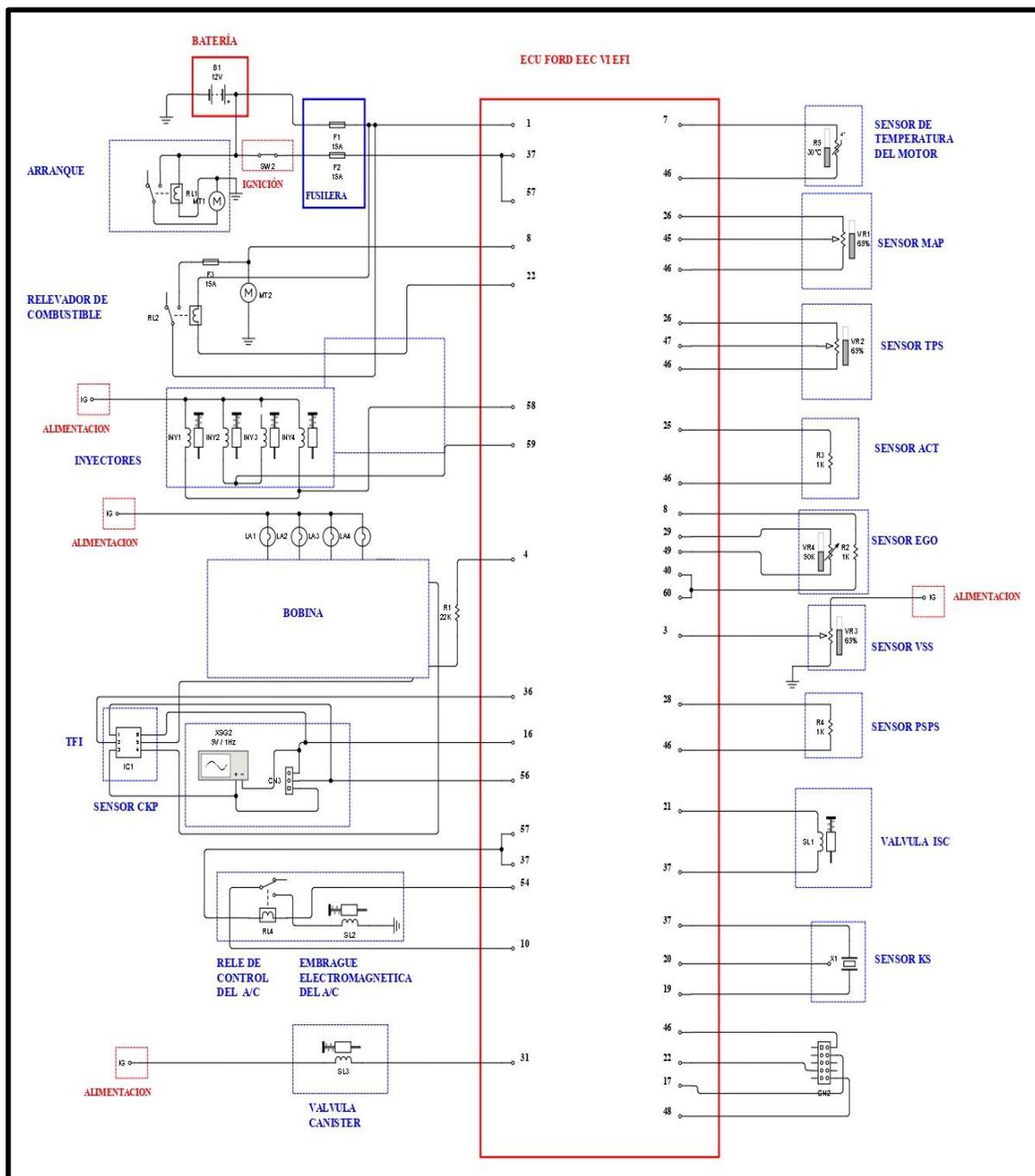
Terminal	Descripción	Terminal	Descripción
16	Masa (ING)	46	Masa de los sensores
17	Salida de diagnóstico	47	Señal de la mariposa del acelerador
18	Sin uso	48	Salida de diagnóstico
19	Sensor de efecto Hall	49	Sin uso
20	Masa general	50	Sin uso
21	Salida válvula correctora de marcha lenta (ISC)	51	Sin uso
22	Relé de la bomba de combustible (pone masa la computadora)	52	Sin uso
23	Sensor de efecto Hall	53	Sin uso
24	Sin uso	54	Posición máxima de A/C
25	Sensor de temperatura del aire (ACT)	55	Sin uso
26	Voltaje de referencia TPS	56	Señal del sensor de Hall
27	Sin uso	57	Señal del relé de inyección
28	Sensor de presión de la dirección hidráulica.	58	Salida de señal a los inyectores Nro. 1 y 2
29	Señal del sensor lambda	59	Salida de señal a los inyectores Nro. 3 y 4
30	Señal P/N	60	Masa

Nota. Tomado de *Manual Ford Bronco 1990*, TEU automotriz.

3.8.10.1. Circuito de la ECU Bronco.

Figura 107

Circuito de la ECU Bronco



Capítulo IV

4. Análisis del diagnóstico de computadoras automotrices por el método de trazado de imágenes

El funcionamiento correcto de una ECU automotriz es muy esencial en un vehículo de inyección electrónica, esta unidad es muy importante ya que se encarga de controlar todos los sensores y actuadores que se dispone. Para comprobar si la ECU se encuentra en un estado óptimo de funcionamiento existen diversos tipos de diagnóstico, entre ellos está el método por imágenes de Lissajous.

4.1. Procedimiento para la obtención de imágenes

Para la obtención de imágenes de una computadora automotriz es necesario conocer su distribución de pines que se describió en el capítulo anterior, una vez conocida se procede a realizar la obtención de imágenes de los pines.

Figura 108

Conexión a los pines con las puntas de prueba



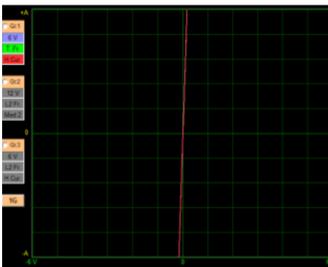
Nota. En la presente imagen se observa la conexión de pines de la ECU con los conectores de diagnóstico del osciloscopio multifuncional (FADOS9F1) y la imagen obtenida en el software del equipo.

4.2. Obtención e interpretación de imágenes patrón de las computadoras en buen estado de funcionamiento.

4.2.1. ECU Renault Megane

Tabla 28

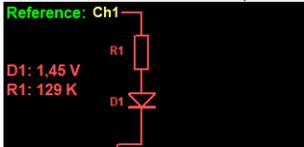
Tierras de la computadora

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
28,33,3	TIERRAS		

En los pines 28,33 y 3 corresponden a las tierras de la computadora, por lo cual se conectaron entre ellos y dio como resultado una línea vertical, eso significa que hay continuidad entre los pines. En el circuito equivalente se observa una pequeña resistencia debido a sus líneas de conexión.

Tabla 29

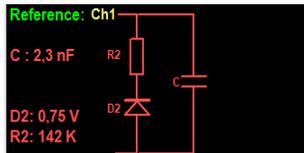
Alimentación de las bobinas de los cilindros 1 y 4

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
32 y 29	Bobina de encendido cil. 1-4 alimentación		 Reference: Ch1 D1: 1,45 V R1: 129 K

El pin 32 corresponde al control de la bobina y el pin 29 corresponde al voltaje de ignición. La imagen obtenida comienza con una línea horizontal producida por la presencia de un diodo polarizado directamente, la línea se inclina por la presencia de la resistencia. Existe un pequeño ensanchamiento en la figura debido a la presencia de una pequeña capacitancia, pero no puede ser representada por el circuito mínimo equivalente.

Tabla 30

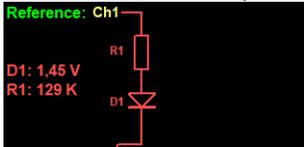
Control de las bobinas de los cilindros 1 y 4

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
32 y 3	Bobina de encendido cil. 1-4 control		 Reference: Ch1 C: 2,3 nF D2: 0,75 V R2: 142 K

El pin 32 corresponde al control de la bobina y el pin 3 corresponde a la masa de la computadora. La imagen comienza con una línea inclinada con un pequeño ensanchamiento debido a la presencia de una capacitancia y una resistencia, se forma después una línea horizontal debido a la presencia de un diodo polarizado inversamente. En el circuito se puede suponer la presencia de un transistor que realiza el control de las bobinas.

Tabla 31

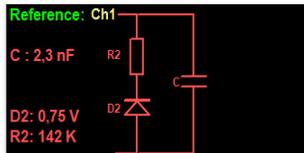
Alimentación de las bobinas de los cilindros 2 y 3

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
1 y 29	Bobina de encendido cil.2-3 alimentación		 Reference: Ch1 D1: 1,45 V R1: 129 K

El pin 1 corresponde al control de la bobina y el pin 29 corresponde al voltaje de ignición. La imagen obtenida comienza con una línea horizontal producida por la presencia de un diodo polarizado directamente, la línea se inclina por la presencia de la resistencia. Existe un pequeño ensanchamiento en la figura debido a la presencia de una pequeña capacitancia, pero no puede ser representada por el circuito mínimo equivalente.

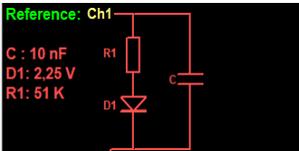
Tabla 32

Control de las bobinas de los cilindros 2 y 3

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
1 y 3	Bobina de encendido cil.2-3 control		 Reference: Ch1 C: 2,3 nF D2: 0,75 V R2: 142 K

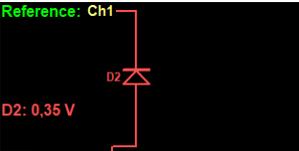
El pin 1 corresponde al control de la bobina y el pin 3 corresponde a la masa de la computadora. La imagen comienza con una línea inclinada con un pequeño ensanchamiento debido a la presencia de una capacitancia y una resistencia, se forma después una línea horizontal debido a la presencia de un diodo polarizado inversamente. En el circuito se puede suponer la presencia de un transistor que realiza el control de las bobinas.

Tabla 33*Alimentación del inyector del cilindro 1*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
59 y 29	Inyector cil.1 alimentación		 Reference: Ch1 C : 10 nF D1: 2.25 V R1: 51 K

El pin 59 corresponde al control del inyector 1 y el pin 29 corresponde al voltaje de ignición. La imagen comienza con una elipse horizontal por la presencia de una capacitancia y un diodo, la figura se inclina por la presencia de una resistencia.

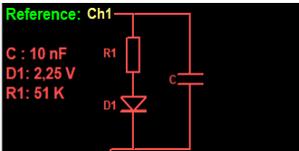
Tabla 34*Control del inyector del cilindro 1*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
59 y 3	Inyector cil.1 alimentación control		 Reference: Ch1 D2: 0,35 V

El pin 59 corresponde al control del inyector 1 y el pin 3 corresponde a la masa de la computadora. La imagen representa el patrón básico de un diodo, en el cual se asimila la presencia de un transistor tipo MOSFET con un dámper de protección que realiza el control del inyector.

Tabla 35

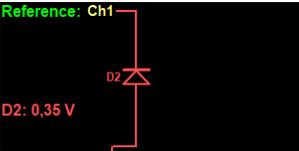
Alimentación del inyector del cilindro 2

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
90 y 29	Inyector cil.2 alimentación		 Reference: Ch1 C : 10 nF D1: 2.25 V R1: 51 K

El pin 90 corresponde al control del inyector 2 y el pin 29 corresponde al voltaje de ignición. La imagen comienza con una elipse horizontal por la presencia de una capacitancia y un diodo, la figura se inclina por la presencia de una resistencia.

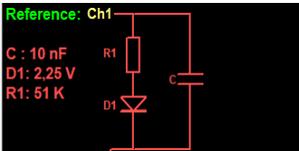
Tabla 36

Control del inyector del cilindro 2

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
90 y 3	Inyector cil.2 alimentación control		 Reference: Ch1 D2: 0,35 V

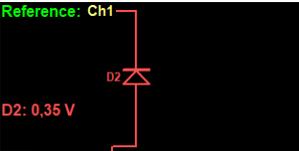
El pin 90 corresponde al control del inyector 1 y el pin 3 corresponde a la masa de la computadora. La imagen representa el patrón básico de un diodo, en el cual se asimila la presencia de un transistor tipo MOSFET con un dámper de protección que realiza el control del inyector.

Tabla 37*Alimentación del inyector del cilindro 3*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
60 y 29	Inyector cil.3 alimentación		 Reference: Ch1 C : 10 nF D1: 2.25 V R1: 51 K

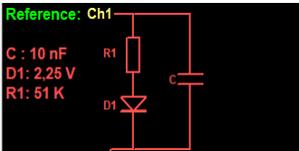
El pin 60 corresponde al control del inyector 3 y el pin 29 corresponde al voltaje de ignición. La imagen comienza con una elipse horizontal por la presencia de una capacitancia y un diodo, la figura se inclina por la presencia de una resistencia.

Tabla 38*Control del inyector del cilindro 3*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
60 y 3	Inyector cil.3 alimentación control		 Reference: Ch1 DZ: 0,35 V

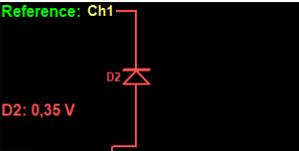
El pin 60 corresponde al control del inyector 3 y el pin 3 corresponde a la masa de la computadora. La imagen representa el patrón básico de un diodo, en el cual se asimila la presencia de un transistor tipo MOSFET con un dámper de protección que realiza el control del inyector.

Tabla 39*Alimentación del inyector del cilindro 4*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
89 y 29	Inyector cil.4 alimentación		 Reference: Ch1 C : 10 nF D1: 2.25 V R1: 51 K

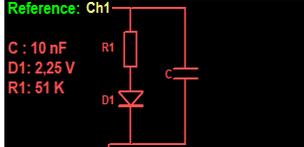
El pin 89 corresponde al control del inyector 4 y el pin 29 corresponde al voltaje de ignición. La imagen comienza con una elipse horizontal por la presencia de una capacitancia y un diodo, la figura se inclina por la presencia de una resistencia.

Tabla 40*Control del inyector del cilindro 4*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
89 y 3	Inyector cil.4 alimentación control		 Reference: Ch1 D2: 0,35 V

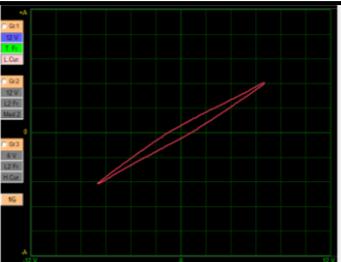
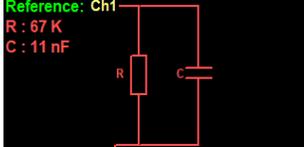
El pin 89 corresponde al control del inyector 4 y el pin 3 corresponde a la masa de la computadora. La imagen representa el patrón básico de un diodo, en el cual se asimila la presencia de un transistor tipo MOSFET con un dámper de protección que realiza el control del inyector.

Tabla 41*Señal del sensor de velocidad VSS*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
53 y 28	Señal sensor VSS		 Reference: Ch1 C : 10 nF D1: 2,25 V R1: 51 K

El pin 53 corresponde a la señal del sensor y el pin 28 corresponde a la masa del sensor. La figura comienza con una media elipse horizontal debido a la presencia de un capacitor que sirve como filtro de la señal, continúa con una inclinación por la presencia de una resistencia de protección.

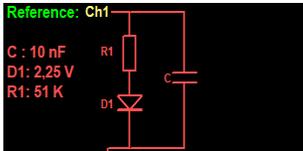
Tabla 42*Voltaje de referencia del sensor de velocidad VSS*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
28 y 29	Voltaje referencia VSS		 Reference: Ch1 R : 67 K C : 11 nF

El pin 28 corresponde a la masa de la computadora y el pin 29 corresponde a la alimentación. Se produce una elipse inclinada por la presencia de capacitor encargado de eliminar los picos de voltaje y una resistencia que regula la tensión hacia el sensor.

Tabla 43

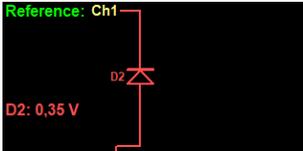
Alimentación electroválvula cánister

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
4 y 29	Electroválvula cánister alimentación		 Reference: Ch1 C : 10 nF D1: 2,25 V R1: 51 K

El pin 4 corresponde al control de la electroválvula y el pin 29 corresponde a la alimentación. Al tratarse de un circuito fuente encargado de suministrar el voltaje necesario, el circuito mínimo equivalente debe estar conformado de resistencias, capacitores y diodos. La imagen se genera de acuerdo a los elementos presentes.

Tabla 44

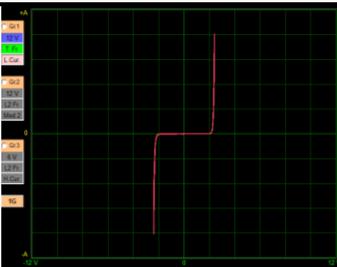
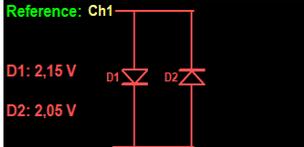
Control de la electroválvula cánister

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
4 y 28	Electroválvula cánister control		 Reference: Ch1 D2: 0,35 V

El pin 4 corresponde al control de la electroválvula y el pin 28 corresponde a la masa de la computadora. La imagen representa un diodo que forma parte de un transistor el cual realiza el control a masa de la válvula.

Tabla 45

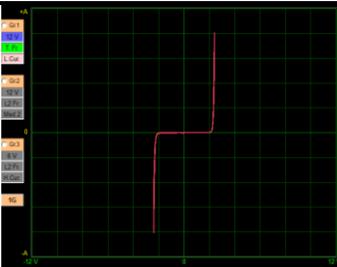
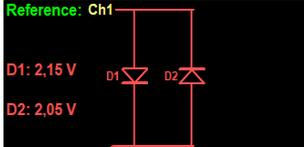
Control válvula IAC alto

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
41 y 72	Motor paso a paso IAC alto		 Reference: Ch1 D1: 2,15 V D2: 2,05 V

El pin 41 y 72 representa el circuito de control de la válvula IAC (alto). En la figura se representa dos diodos polarizados inversamente, uno conectado a la alimentación y el otro a masa. El circuito mínimo equivalente representa un transistor (dos diodos polarizados inversamente).

Tabla 46

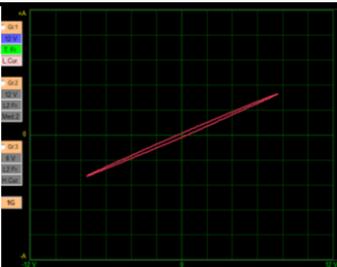
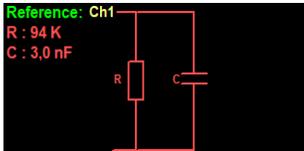
Control válvula IAC bajo

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
42 y 12	Motor paso a paso IAC bajo		 Reference: Ch1 D1: 2,15 V D2: 2,05 V

El pin 42 y 12 representa el circuito de control de la válvula IAC (bajo). En la figura se representa dos diodos polarizados inversamente, uno conectado a la alimentación y el otro a masa. El circuito mínimo equivalente representa un transistor (dos diodos polarizados inversamente)

Tabla 47

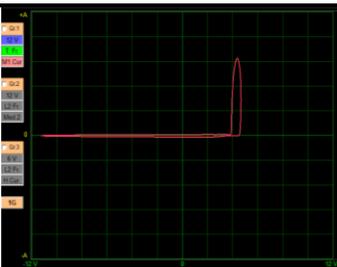
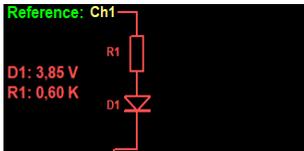
Conector de diagnóstico

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
56 y 26	Conector de diagnóstico		 Reference: Ch1 R : 94 K C : 3,0 nF

El pin 56 y 26 se conectan a la línea de diagnóstico, donde la imagen representa una línea inclinada con un pequeño ensanchamiento debido a la presencia de una resistencia y un capacitor que protegen al microcontrolador de esta línea.

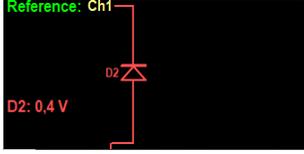
Tabla 48

Alimentación del relé principal

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
39 y 66	Relé principal alimentación		 Reference: Ch1 D1: 3,85 V R1: 0,60 K

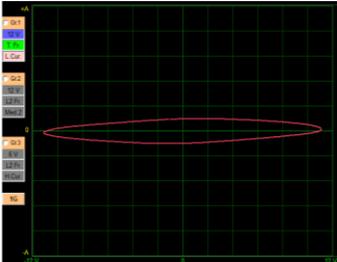
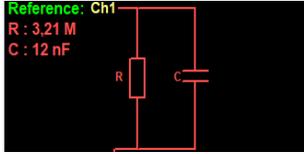
El pin 39 corresponde a la tierra de relé principal mientras que el pin 66 corresponde a la alimentación de la bobina, al analizar los terminales encargados de excitar la bobina se encuentra con la presencia de un diodo y una resistencia y en la gráfica se determina que el diodo es el que predomina ya que el valor de resistencia se acerca a cero, la misma se asimila a un diodo conectado directamente.

Tabla 49*Control del relé principal*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
39 y 3	Relé principal control		

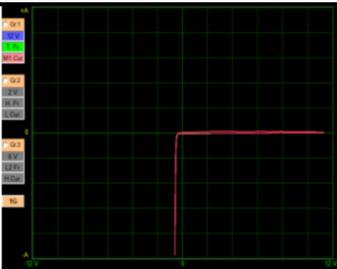
El pin 39 corresponde al control del relé principal mientras que el pin 3 corresponde a la masa de la computadora, en la figura se representa el patrón de un diodo donde asume la presencia de transistor que realiza el control de masa del relé principal.

Tabla 50*Alimentación del relé de la bomba de combustible*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
68 y 29	Relé bomba de combustible alimentación		

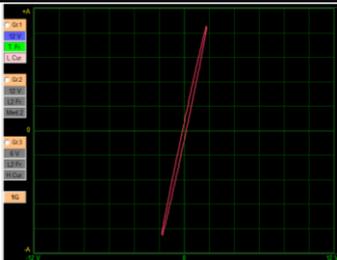
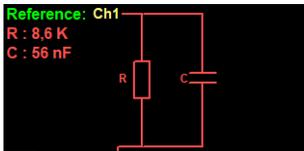
El pin 68 corresponde a la tierra de relé de la bomba de combustible, mientras que el pin 29 corresponde a la alimentación de la bobina, al analizar los terminales encargados de excitar la bobina se encuentra con la presencia de una resistencia y un condensador. En la gráfica se observa una elipse horizontal con una ligera inclinación debido a los elementos presentes.

Tabla 51*Control del relé de la bomba de combustible*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
68 y 3	Relé bomba de combustible control		

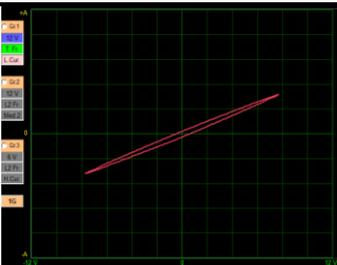
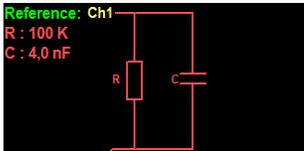
El pin 68 corresponde a la tierra de relé principal, mientras que el pin 3 corresponden a la masa de la computadora, en la figura se representa el patrón de un diodo donde asume la presencia de transistor que realiza el control de masa del relé principal.

Tabla 52*Señal del sensor de posición del cigüeñal CKP*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
54 y 24	Señal CKP		

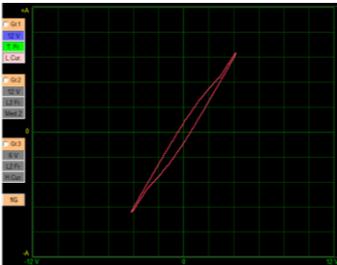
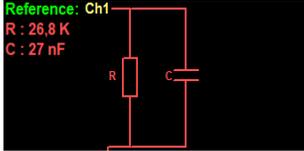
El pin 54 corresponde a la masa del sensor, mientras que el pin 24 corresponde a la señal del sensor. En la imagen se observa una elipse inclinada con un pequeño ensanchamiento, esto debido a la presencia de una resistencia y un capacitor de baja capacitancia.

Tabla 53*Señal del sensor de detonación KS*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
20 y 79	Señal sensor KS		 Reference: Ch1 R : 100 K C : 4.0 nF

El pin 79 corresponde a la masa del sensor, mientras que el pin 20 corresponde a la señal del sensor. En la imagen se observa una elipse inclinada con un pequeño ensanchamiento esto, debido a la presencia de una resistencia y un capacitor de baja capacitancia.

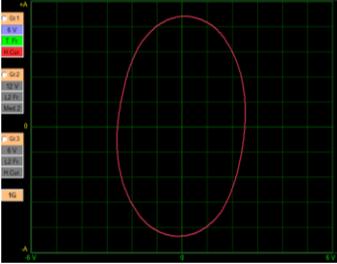
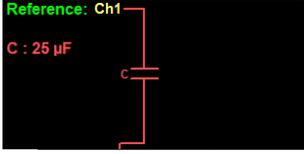
Tabla 54*Señal del sensor de presión de absoluta del múltiple MAP*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
15 y 16	Señal sensor MAP		 Reference: Ch1 R : 26.8 K C : 27 nF

El pin 15 corresponde a la masa del sensor, mientras que el pin 16 corresponde a la señal del sensor. En la imagen se observa una línea inclinada con un pequeño ensanchamiento, esto debido a la presencia de una resistencia y un capacitor de baja capacitancia.

Tabla 55

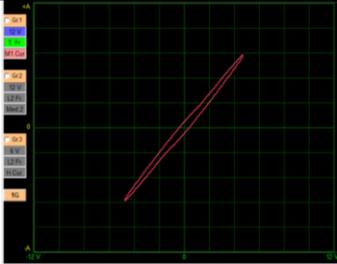
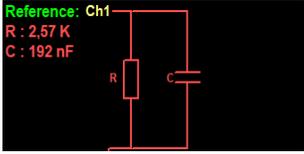
Voltaje de referencia del sensor de presión de absoluta del múltiple MAP

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
15 y 78	Voltaje referencia MAP		

El pin 15 corresponde a la masa del sensor, mientras que el pin 78 a la alimentación de 5 voltios. En la imagen se observa una elipse vertical con valor alto de capacitancia, ya que pertenece al circuito fuente.

Tabla 56

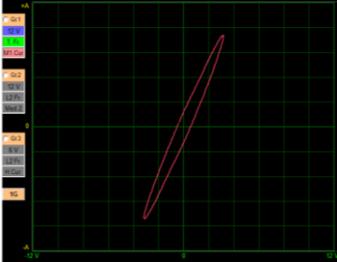
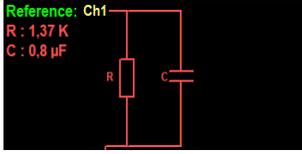
Voltaje de señal del sensor de temperatura del aire de admisión ACT

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
49 y 77	Señal sensor ACT		

El pin 77 corresponde a la masa del sensor, mientras que el pin 49 corresponde a la señal de sensor. En la imagen se observa una elipse inclinada con un pequeño ensanchamiento, debido a la presencia de una resistencia y un capacitor con bajo valor de capacitancia.

Tabla 57

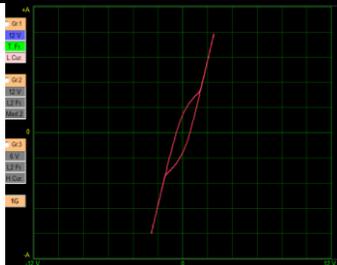
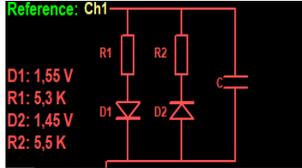
Voltaje de señal del sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
13 y 73	Señal sensor ECT		 Reference: Ch1 R: 1,37 K C: 0,8 µF

El pin 73 corresponde a la masa del sensor, mientras que el pin 13 corresponde a la señal de sensor. En la imagen se observa una elipse inclinada con un pequeño ensanchamiento, debido a la presencia de una resistencia y un capacitor con bajo valor de capacitancia.

Tabla 58

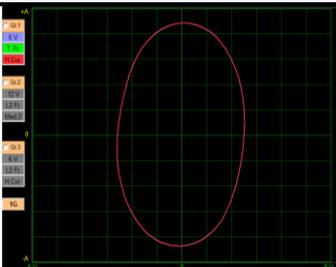
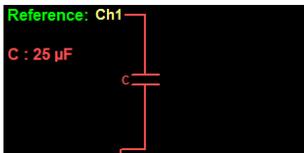
Voltaje de señal del sensor de posición del acelerador TPS

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
43 y 75	Señal sensor TPS		 Reference: Ch1 D1: 1,55 V R1: 5,3 K D2: 1,45 V R2: 5,5 K

El pin 75 corresponde a la masa del sensor, mientras que el pin 43 corresponde a la señal de sensor. En la imagen se observa una línea inclinada con un pequeño ensanchamiento en el medio, debido a la presencia de una resistencia, diodos polarizados de forma opuesta y un capacitor de baja capacitancia.

Tabla 59

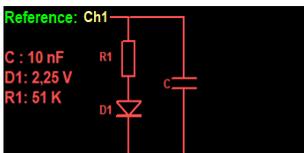
Voltaje de referencia del sensor de posición del acelerador TPS

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
74 y 75	Voltaje de referencia TPS		 Reference: Ch1 C : 25 μ F

El pin 75 corresponde a la masa del sensor, mientras que el pin 74 a la alimentación de 5 voltios. En la imagen se observa una elipse vertical por su valor alto de capacitancia, ya que pertenece al circuito fuente.

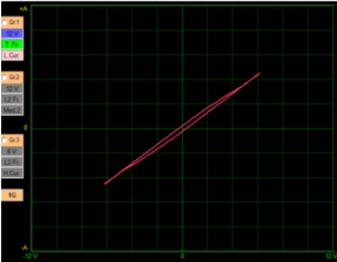
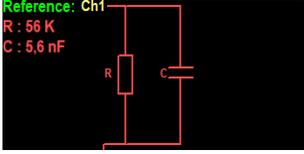
Tabla 60

Calentador del sensor de oxígeno EGO

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
63 y 29	Calentador sensor EGO		 Reference: Ch1 C : 10 nF D1: 2,25 V R1: 51 K

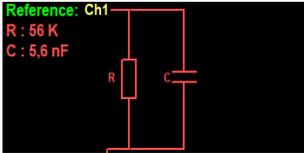
El pin 63 corresponde a la masa del calentador, mientras que el pin 29 a la alimentación. En la imagen se observa una media elipse horizontal con una inclinación, esto debido a la presencia de una resistencia, un diodo y un capacitor que se encuentran en el circuito fuente.

Tabla 61*Voltaje de señal del sensor de oxígeno EGO*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
80 y 45	Señal sensor EGO		 Reference: Ch1 R : 56 K C : 5,6 nF

El pin 80 corresponde a la masa del sensor, mientras que el pin 45 a la señal del sensor. En la imagen se observa una elipse inclinada con un pequeño ensanchamiento, debido a la presencia de una resistencia y un capacitor con bajo valor de capacitancia.

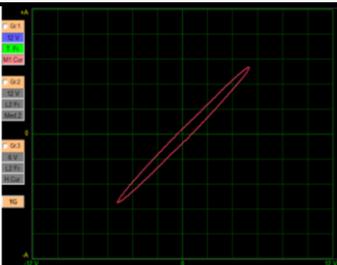
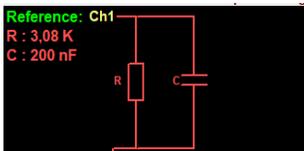
Tabla 62*Sonda lambda del catalizador*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
44 y 76	Sonda lambda catalizador		 Reference: Ch1 R : 56 K C : 5,6 nF

El pin 76 corresponde a la masa del sensor, mientras que el pin 44 a la señal del sensor. En la imagen se observa una elipse inclinada con un pequeño ensanchamiento, debido a la presencia de una resistencia y un capacitor con bajo valor de capacitancia.

Tabla 63

Señal del interruptor de dirección hidráulica PSPS

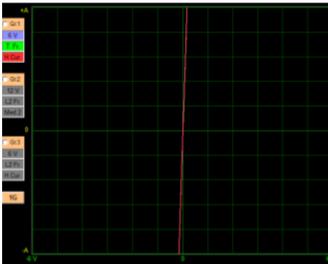
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
85 y 33	Señal de interruptor PSPS (dirección hidráulica)		

El pin 73 corresponde a la masa, mientras que el pin 85 a la señal. En la imagen se observa una elipse inclinada con un pequeño ensanchamiento, debido a la presencia de una resistencia y un capacitor con bajo valor de capacitancia.

4.2.2. ECU Luv V6

Tabla 64

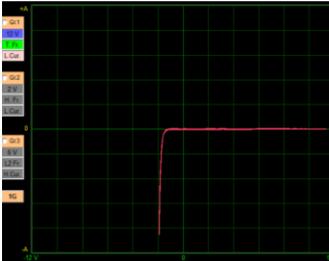
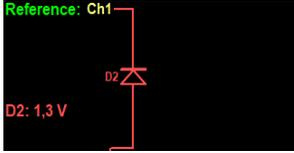
Tierras de la computadora

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A7, A8, A22	Tierras		

En los pines A7, A8, A22 corresponden a las tierras de la computadora, por lo cual se conectaron entre ellos y dio como resultado una línea vertical, eso significa que hay continuidad entre los pines. En el circuito equivalente se observa una pequeña resistencia debido a sus líneas de conexión.

Tabla 65

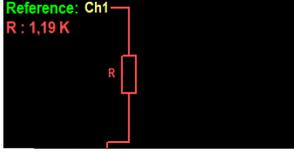
Control del relé principal

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B29 Y A7	Relé principal control		

El pin B29 corresponde al control del relé principal mientras que el pin A7 corresponde a la masa de la computadora, en la figura se representa el patrón de un diodo donde asume la presencia de transistor que realiza el control de masa del relé principal.

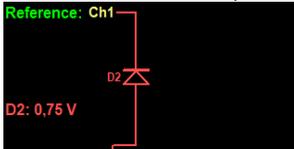
Tabla 66

Alimentación del relé principal

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B29 Y B36	Relé principal Alimentación		

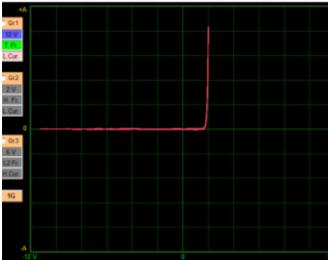
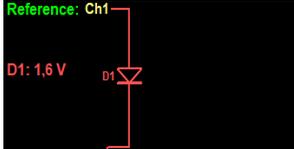
El pin B29 corresponde al control del relé principal mientras que el pin B36 corresponde a la fuente de alimentación, en la figura se representa el patrón de una resistencia donde asume la presencia del circuito fuente que ayuda a regular el voltaje para este actuador.

Tabla 67*Control de la luz MIL*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B18 Y A7	Luz MIL control		

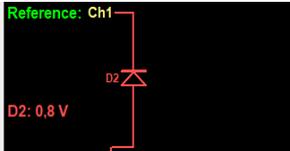
El pin B18 corresponde al control de la Luz MIL mientras que el pin A7 corresponde a la masa de la computadora, en la figura se representa el patrón de un diodo donde asume la presencia de un transistor que realiza el control de masa de este actuador.

Tabla 68*Alimentación de la luz MIL*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B18 Y B36	Luz MIL alimentación		

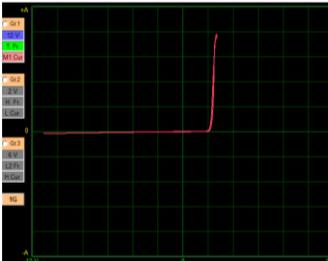
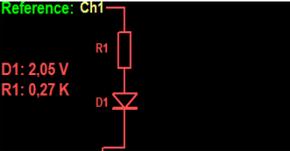
El pin B18 corresponde al control del relé principal mientras que el pin B36 corresponde a la fuente de alimentación, en la figura se representa el patrón de un diodo y tiene mayor relevancia en el circuito equivalente. El voltaje que requiere este actuador es controlado por el circuito fuente.

Tabla 69*Control de la bomba de combustible*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B19 y A7	Relé bomba de combustible control		

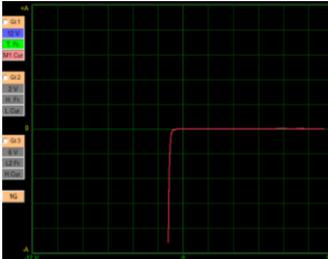
El pin B19 corresponde al control del relé de la bomba mientras que el pin A7 corresponde a la masa de la computadora, en la figura se representa el patrón de un diodo donde asume la presencia de un transistor que realiza el control de masa de este actuador.

Tabla 70*Alimentación del relé de la bomba de combustible*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B19 Y B36	Relé bomba de combustible alimentación		

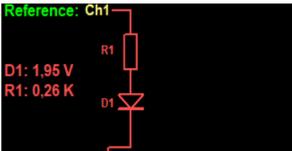
El pin B19 corresponde al control del relé de la bomba mientras que el pin B36 corresponde a la fuente de alimentación, en la figura se representa el patrón de un diodo con una resistencia donde se puede observar una pequeña inclinación en la línea vertical de la firma. El voltaje que requiere este actuador es controlado por el circuito fuente.

Tabla 71*Control del inyector del cilindro 1*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A36 Y A7	Inyector cil.1 control		

El pin A36 corresponde al control del inyector del cilindro 1 mientras que el pin A7 corresponde a la masa de la computadora, en la figura se representa el patrón de un diodo donde asume la presencia de un transistor que realiza el control de masa de este actuador.

Tabla 72*Alimentación del inyector del cilindro 1*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A36 Y B36	Inyector cil.1 alimentación		

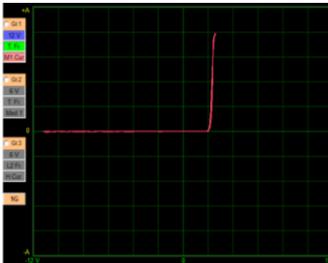
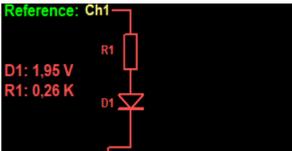
El pin A36 corresponde al control del inyector del cilindro 1 mientras que el pin B36 corresponde a la fuente de alimentación, en la figura se representa el patrón de un diodo con una resistencia donde se puede observar una pequeña inclinación en la línea vertical de la firma. El voltaje que requiere este actuador es controlado por el circuito fuente.

Tabla 73*Control del inyector del cilindro 2*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B3 Y A7	Inyector cil.2 control		

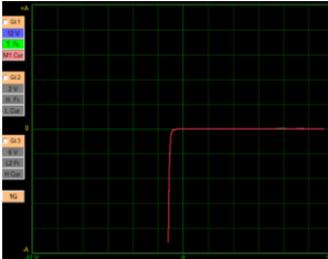
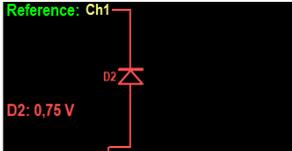
El pin B3 corresponde al control del inyector del cilindro 2 mientras que el pin A7 corresponde a la masa de la computadora, en la figura se representa el patrón de un diodo donde asume la presencia de un transistor que realiza el control de masa de este actuador.

Tabla 74*Alimentación del inyector del cilindro 2*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B3 Y B36	Inyector cil.2 alimentación		

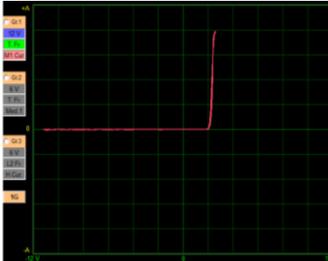
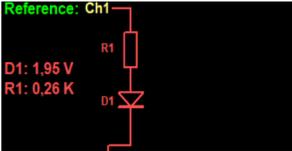
El pin B3 corresponde al control del inyector del cilindro 2 mientras que el pin B36 corresponde a la fuente de alimentación, en la figura se representa el patrón de un diodo con una resistencia donde se puede observar una pequeña inclinación en la línea vertical de la firma. El voltaje que requiere este actuador es controlado por el circuito fuente.

Tabla 75*Control del inyector del cilindro 3*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A35 Y A7	Inyector cil.3 control		

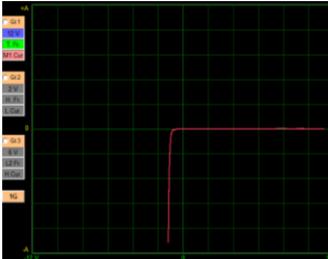
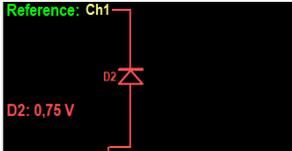
El pin A35 corresponde al control del inyector del cilindro 3 mientras que el pin A7 corresponde a la masa de la computadora, en la figura se representa el patrón de un diodo donde asume la presencia de un transistor que realiza el control de masa de este actuador.

Tabla 76*Alimentación del inyector del cilindro 3*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A35 Y B36	Inyector cil.3 alimentación		

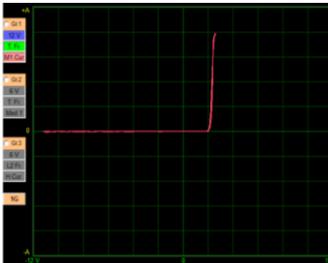
El pin A35 corresponde al control del inyector del cilindro 3 mientras que el pin B36 corresponde a la fuente de alimentación, en la figura se representa el patrón de un diodo con una resistencia donde se puede observar una pequeña inclinación en la línea vertical de la firma. El voltaje que requiere este actuador es controlado por el circuito fuente.

Tabla 77*Control del inyector del cilindro 4*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B4 Y A7	Inyector cil.4 control		

El pin B4 corresponde al control del inyector del cilindro 4 mientras que el pin A7 corresponde a la masa de la computadora, en la figura se representa el patrón de un diodo donde asume la presencia de un transistor que realiza el control de masa de este actuador.

Tabla 78*Alimentación del inyector del cilindro 4*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B4 Y B36	Inyector cil.4 alimentación		

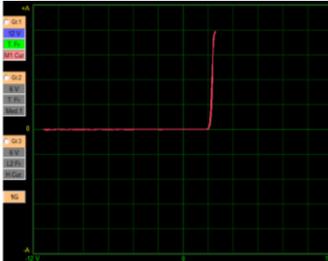
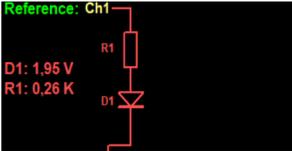
El pin B4 corresponde al control del inyector del cilindro 4 mientras que el pin B36 corresponde a la fuente de alimentación, en la figura se representa el patrón de un diodo con una resistencia donde se puede observar una pequeña inclinación en la línea vertical de la firma. El voltaje que requiere este actuador es controlado por el circuito fuente.

Tabla 79*Control del inyector del cilindro 5*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A34 Y A7	Inyector cil.5 control		

El pin A34 corresponde al control del inyector del cilindro 5 mientras que el pin A7 corresponde a la masa de la computadora, en la figura se representa el patrón de un diodo donde asume la presencia de un transistor que realiza el control de masa de este actuador.

Tabla 80*Alimentación del inyector del cilindro 5*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A34 Y B36	Inyector cil.5 alimentación		

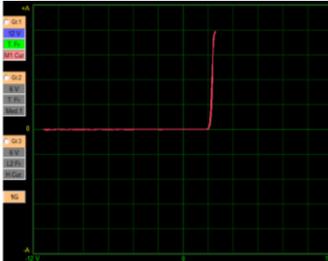
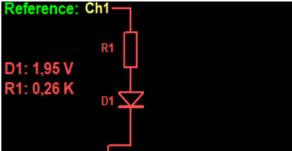
El pin A34 corresponde al control del inyector del cilindro 5 mientras que el pin B36 corresponde a la fuente de alimentación, en la figura se representa el patrón de un diodo con una resistencia donde se puede observar una pequeña inclinación en la línea vertical de la firma. El voltaje que requiere este actuador es controlado por el circuito fuente.

Tabla 81*Control del inyector del cilindro 6*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B5 Y A7	Inyector cil.6 control		

El pin B5 corresponde al control del inyector del cilindro 6 mientras que el pin A7 corresponde a la masa de la computadora, en la figura se representa el patrón de un diodo donde asume la presencia de un transistor que realiza el control de masa de este actuador.

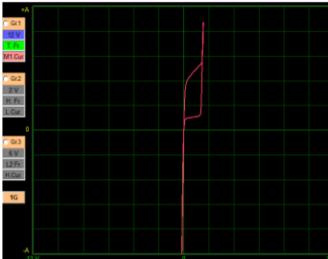
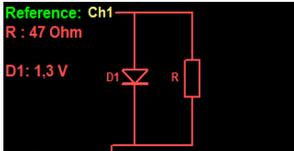
Tabla 82*Alimentación del inyector del cilindro 6*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B5 Y B36	Inyector cil.6 alimentación		

El pin B5 corresponde al control del inyector del cilindro 1 mientras que el pin B36 corresponde a la fuente de alimentación, en la figura se representa el patrón de un diodo con una resistencia donde se puede observar una pequeña inclinación en la línea vertical de la firma. El voltaje que requiere este actuador es controlado por el circuito fuente.

Tabla 83

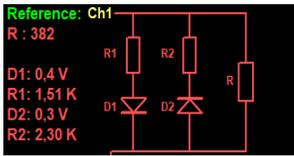
Control de la bobina del cilindro 1

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A32 Y A7	Bobina cil. 1 control		 Reference: Ch1 R : 47 Ohm D1: 1,3 V

El pin A32 corresponde al control de la bobina del cilindro 1 mientras que el pin A7 corresponde a la masa de la computadora, en la figura se representa dos líneas verticales unidas por dos líneas inclinadas que forman una abertura, se asume la presencia de los elementos del circuito equivalente. En este circuito existe un transistor que realiza el control de masa de este actuador.

Tabla 84

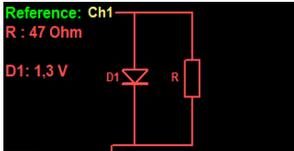
Alimentación de la bobina del cilindro 1

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A32 Y B36	Bobina cil. 1 alimentación		 Reference: Ch1 R : 382 D1: 0,4 V R1: 1,51 K D2: 0,3 V R2: 2,30 K

El pin A32 corresponde al control de la bobina del cilindro 1 mientras que el pin B36 corresponde a la fuente de alimentación, en la figura se representa un patrón combinado de líneas con diferentes sentidos con pequeñas aberturas que se forman por los elementos del circuito equivalente. El voltaje que requiere este actuador es controlado por el circuito fuente.

Tabla 85

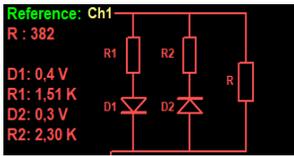
Control de la bobina del cilindro 2

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B7 Y A7	Bobina cil.2 control		 Reference: Ch1 R : 47 Ohm D1: 1,3 V

El pin B7 corresponde al control de la bobina del cilindro 2 mientras que el pin A7 corresponde a la masa de la computadora, en la figura se representa dos líneas verticales unidas por dos líneas inclinadas que forman una abertura, se asume la presencia de los elementos del circuito equivalente. En este circuito existe un transistor que realiza el control de masa de este actuador.

Tabla 86

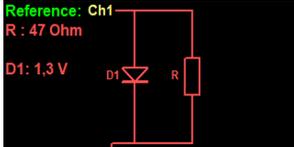
Alimentación de la bobina del cilindro 2

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B7 Y B36	Bobina cil.2 alimentación		 Reference: Ch1 R : 382 D1: 0,4 V R1: 1,51 K D2: 0,3 V R2: 2,30 K

El pin B7 corresponde al control de la bobina del cilindro 2 mientras que el pin B36 corresponde a la fuente de alimentación, en la figura se representa un patrón combinado de líneas con diferentes sentidos con pequeñas aberturas que se forman por los elementos del circuito equivalente. El voltaje que requiere este actuador es controlado por el circuito fuente.

Tabla 87

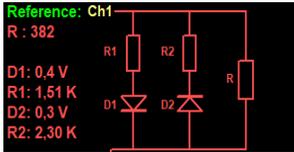
Control de la bobina del cilindro 3

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A31 Y A7	Bobina cil.3 control		 Reference: Ch1 R : 47 Ohm D1: 1,3 V

El pin A31 corresponde al control de la bobina del cilindro 3 mientras que el pin A7 corresponde a la masa de la computadora, en la figura se representa dos líneas verticales unidas por dos líneas inclinadas que forman una abertura, se asume la presencia de los elementos del circuito equivalente. En este circuito existe un transistor que realiza el control de masa de este actuador.

Tabla 88

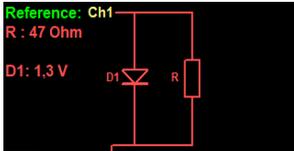
Alimentación de la bobina del cilindro 3

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A31 Y B36	Bobina cil.3 alimentación		 Reference: Ch1 R : 382 D1: 0,4 V R1: 1,51 K D2: 0,3 V R2: 2,30 K

El pin A31 corresponde al control de la bobina del cilindro 3 mientras que el pin B36 corresponde a la fuente de alimentación, en la figura se representa un patrón combinado de líneas con diferentes sentidos con pequeñas aberturas que se forman por los elementos del circuito equivalente. El voltaje que requiere este actuador es controlado por el circuito fuente.

Tabla 89

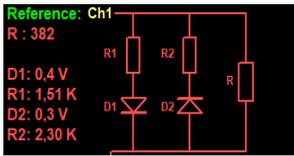
Control de la bobina del cilindro 4

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B8 Y A7	Bobina cil.4 control		

El pin B8 corresponde al control de la bobina del cilindro 4 mientras que el pin A7 corresponde a la masa de la computadora, en la figura se representa dos líneas verticales unidas por dos líneas inclinadas que forman una abertura, se asume la presencia de los elementos del circuito equivalente. En este circuito existe un transistor que realiza el control de masa de este actuador.

Tabla 90

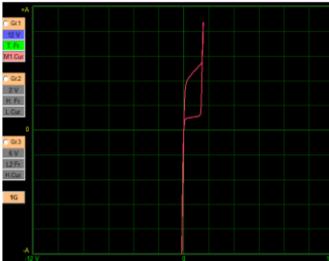
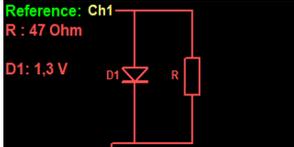
Alimentación de la bobina del cilindro 4

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B8 Y B36	Bobina cil.4 alimentación		

El pin B8 corresponde al control de la bobina del cilindro 4 mientras que el pin B36 corresponde a la fuente de alimentación, en la figura se representa un patrón combinado de líneas con diferentes sentidos con pequeñas aberturas que se forman por los elementos del circuito equivalente. El voltaje que requiere este actuador es controlado por el circuito fuente.

Tabla 91

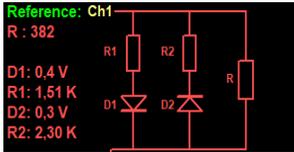
Control de la bobina del cilindro 5

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A30 Y A7	Bobina cil.5 control		 Reference: Ch1 R : 47 Ohm D1: 1,3 V

El pin A30 corresponde al control de la bobina del cilindro 5 mientras que el pin A7 corresponde a la masa de la computadora, en la figura se representa dos líneas verticales unidas por dos líneas inclinadas que forman una abertura, se asume la presencia de los elementos del circuito equivalente. En este circuito existe un transistor que realiza el control de masa de este actuador.

Tabla 92

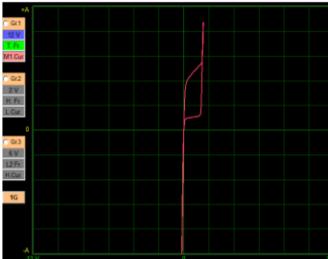
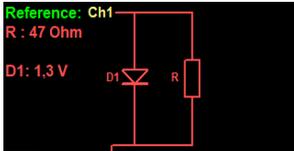
Alimentación de la bobina del cilindro 5

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A30 Y B36	Bobina cil.5 alimentación		 Reference: Ch1 R : 382 D1: 0,4 V R1: 1,51 K D2: 0,3 V R2: 2,30 K

El pin A30 corresponde al control de la bobina del cilindro 5 mientras que el pin B36 corresponde a la fuente de alimentación, en la figura se representa un patrón combinado de líneas con diferentes sentidos con pequeñas aberturas que se forman por los elementos del circuito equivalente. El voltaje que requiere este actuador es controlado por el circuito fuente.

Tabla 93

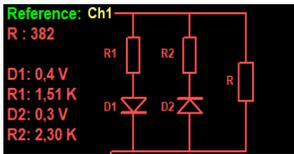
Control de la bobina del cilindro 6

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B9 Y A7	Bobina cil.6 control		

El pin B9 corresponde al control de la bobina del cilindro 6 mientras que el pin A7 corresponde a la masa de la computadora, en la figura se representa dos líneas verticales unidas por dos líneas inclinadas que forman una abertura, se asume la presencia de los elementos del circuito equivalente. En este circuito existe un transistor que realiza el control de masa de este actuador.

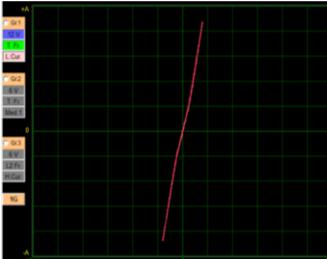
Tabla 94

Alimentación de la bobina del cilindro 6

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B9 Y B36	Bobina cil.6 alimentación		

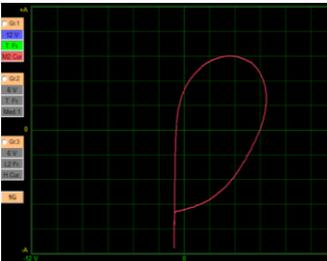
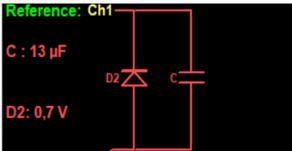
El pin B9 corresponde al control de la bobina del cilindro 6 mientras que el pin B36 corresponde a la fuente de alimentación, en la figura se representa un patrón combinado de líneas con diferentes sentidos con pequeñas aberturas que se forman por los elementos del circuito equivalente.

Tabla 95*Señal del sensor de ángulo de leva CMP*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B28 Y B39	Señal sensor de ángulo de leva CMP		

El pin B28 corresponde a la señal del sensor mientras que el pin B39 corresponde a la masa del sensor, en la figura se representa el patrón de una resistencia que tiene mayor relevancia en el circuito equivalente. El voltaje de señal de este sensor es recibido por el circuito periferia.

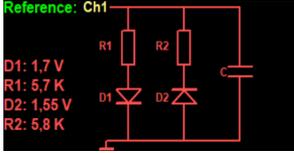
Tabla 96*Voltaje de referencia del sensor de ángulo de leva CMP*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B39 Y B27	Referencia sensor de ángulo de leva CMP		

El pin B27 corresponde fuente de alimentación del sensor mientras que el pin B39 corresponde a la masa del sensor, en la figura se representa una media elipse formada por un condensador, una línea vertical inclinada ligeramente formado por un diodo y una resistencia, circuito equivalente representa algunos elementos ubicados en el circuito fuente.

Tabla 97

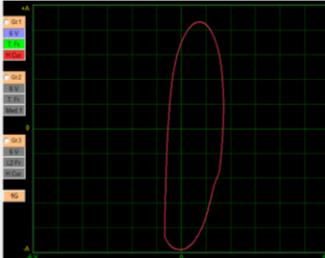
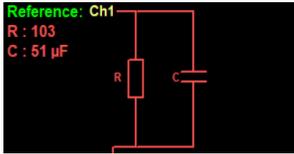
Señal del sensor de flujo de masa de aire MAF

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B20 Y B39	Señal sensor MAF		

El pin B20 corresponde a la señal del sensor mientras que el pin B39 corresponde a la masa del sensor. En la figura se representa una línea inclinada debido a la presencia de resistencias y diodos, en el medio de la línea hay una abertura que indica la presencia de una capacitancia. La señal de este sensor es recibida por el circuito periferia.

Tabla 98

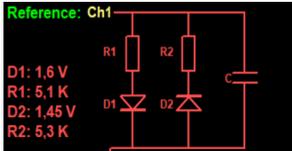
Voltaje de referencia del sensor de flujo de masa de aire MAF

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B36 Y B39	Referencia sensor MAF		

El pin B36 corresponde a la fuente de alimentación del sensor mientras que el pin B39 corresponde a la masa del sensor. En la figura se observa una elipse, su contorno está formada por una línea recta poco inclinada, esto se debe a la presencia de resistencia y capacitancia que se encuentran en un circuito fuente.

Tabla 99

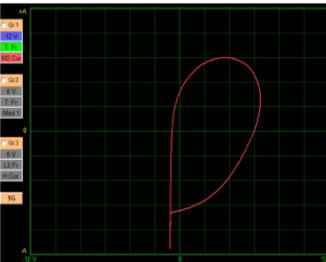
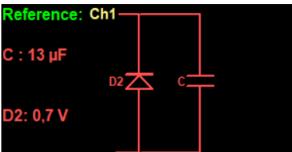
Señal del sensor de posición de acelerador TPS

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B26 Y B39	Señal sensor TPS		 Reference: Ch1 D1: 1,6 V R1: 5,1 K D2: 1,45 V R2: 5,3 K

El pin B26 corresponde a la señal del sensor mientras que el pin B39 corresponde a la masa del sensor. En la figura se representa una línea inclinada debido a la presencia de resistencias y diodos, en el medio de la línea hay una abertura que indica la presencia de una capacitancia. La señal de este sensor es recibida por el circuito periferia.

Tabla 100

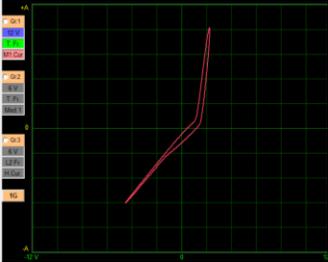
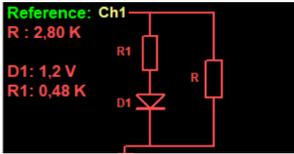
Voltaje de referencia sensor de posición de acelerador TPS

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B39 Y B27	Referencia sensor TPS		 Reference: Ch1 C : 13 μ F D2: 0,7 V

El pin B27 corresponde fuente de alimentación del sensor mientras que el pin B39 corresponde a la masa del sensor, en la figura se representa una media elipse formada por un condensador, una línea vertical inclinada ligeramente formado por un diodo y una resistencia, circuito equivalente representa algunos elementos ubicados en el circuito fuente

Tabla 101

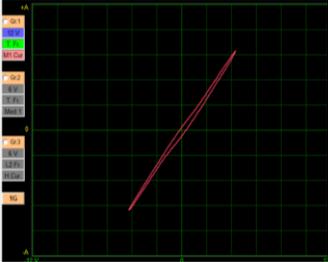
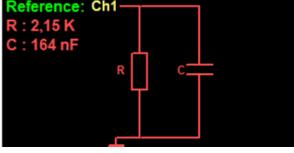
Voltaje de señal del sensor de temperatura del refrigerante del motor ECT

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A21 Y A22	Señal sensor ECT		 Reference: Ch1 R : 2,80 K D1: 1,2 V R1: 0,48 K

El pin A21 corresponde a la señal sensor mientras que el pin A22 corresponde a la masa del sensor. En la figura se representa líneas verticales e inclinadas con pequeñas aberturas que son formadas por resistencias, diodos y la presencia de capacitancia. El voltaje de señal del sensor es recibido por el circuito periferia.

Tabla 102

Voltaje de señal Sensor de temperatura de aire de entrada IAT

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A19 Y B39	Señal sensor IAT		 Reference: Ch1 R : 2,15 K C : 164 nF

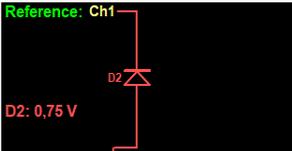
El pin A19 corresponde a la señal sensor mientras que el pin B39 corresponde a la masa del sensor. En la figura se representa una línea inclinada formada por una resistencia, se encuentra una pequeña abertura por la presencia de capacitancia. El circuito equivalente mostrado contiene ciertos elementos del circuito periferia encargados de recibir y filtrar la señal.

Tabla 103*Control válvula IAC A alto*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B13 Y A7	Válvula IAC A alto		

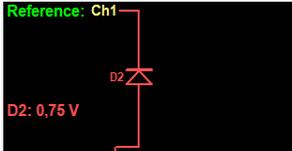
El pin B13 corresponde control de la válvula IAC A alto mientras que el pin A7 corresponde a la masa de computadora. En la figura se representa el patrón de un diodo, en este circuito se encuentra un transistor que realiza el control de masa del actuador.

Tabla 104*Control válvula IAC A bajo*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B16 Y A7	Válvula IAC A bajo		

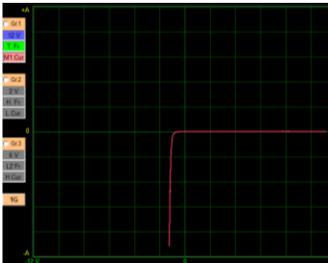
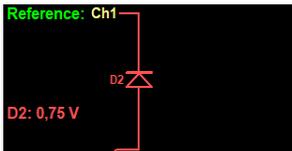
El pin B16 corresponde control de la válvula IAC A bajo mientras que el pin A7 corresponde a la masa de computadora. En la figura se representa el patrón de un diodo, en este circuito se encuentra un transistor que realiza el control de masa del actuador.

Tabla 105*Control válvula IAC B bajo*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B17 Y A7	Válvula IAC B bajo		

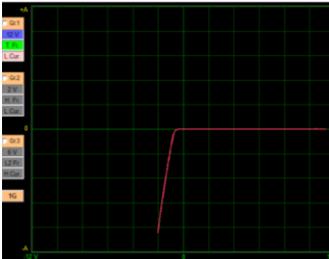
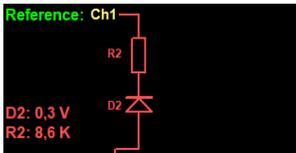
El pin B17 corresponde control de la válvula IAC B bajo mientras que el pin A7 corresponde a la masa de computadora. En la figura se representa el patrón de un diodo, en este circuito se encuentra un transistor que realiza el control de masa del actuador.

Tabla 106*Control válvula IAC B alto*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B14 Y A7	Válvula IAC B alto		

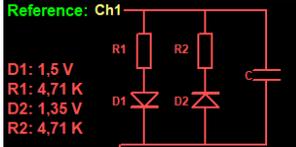
El pin B14 corresponde control de la válvula IAC A alto mientras que el pin A7 corresponde a la masa de computadora. En la figura se representa el patrón de un diodo, en este circuito se encuentra un transistor que realiza el control de masa del actuador.

Tabla 107*Señal del sensor de velocidad del vehículo VSS*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B32 Y A7	Señal sensor VSS		 Reference: Ch1 D2: 0,3 V R2: 8,6 K

El pin B32 corresponde a la señal del sensor mientras que el pin A7 corresponde a la masa de computadora. En la figura se representa una línea vertical inclinada formada por una resistencia, seguido por una línea horizontal que construyen un ángulo casi recto por la presencia de un diodo.

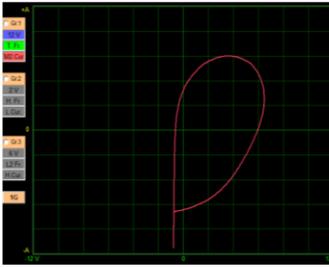
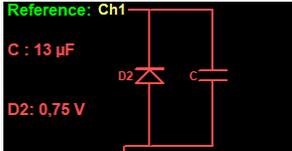
Tabla 108*Señal del sensor de presión barométrica*

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A20 Y A22	Señal sensor presión barométrica		 Reference: Ch1 D1: 1,5 V R1: 4,71 K D2: 1,35 V R2: 4,71 K

El pin A20 corresponde a la señal del sensor mientras que el pin A22 corresponde a la masa del sensor. En la figura se representa una línea inclinada debido a la presencia de resistencias y diodos, en el medio de la línea hay una abertura que indica la presencia de una capacitancia. La señal de este sensor es recibida por el circuito periferia.

Tabla 109

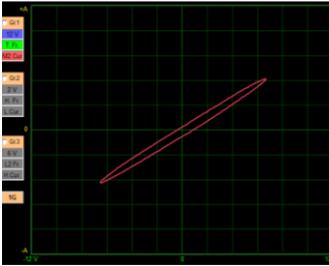
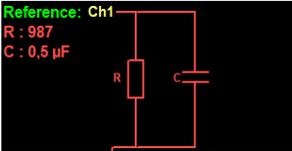
Voltaje de referencia del sensor de presión barométrica

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A24 Y A22	Referencia sensor presión barométrica		 Reference: Ch1 C : 13 μ F D2: 0.75 V

El pin A24 corresponde fuente de alimentación del sensor mientras que el pin A22 corresponde a la masa del sensor, en la figura se representa una media elipse formada por un condensador, una línea vertical inclinada ligeramente formado por un diodo y una resistencia, circuito equivalente representa algunos elementos ubicados en el circuito fuente.

Tabla 110

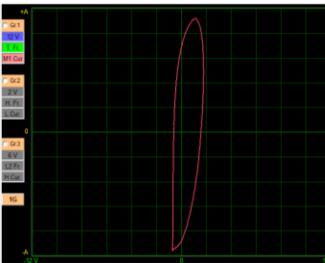
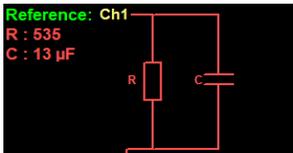
Señal del sensor de posición del cigüeñal CKP

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A23 Y A25	Señal sensor ángulo del cigüeñal CKP		 Reference: Ch1 R : 987 C : 0.5 μ F

El pin A23 corresponde a la señal del sensor mientras que el pin A25 corresponde a la masa del sensor, en la figura se representa una elipse inclinada, la elipse el provocado por la presencia de una capacitancia y la inclinación es debido a la presencia de una resistencia, estos elementos son ubicados en el circuito periferia encargados de recibir y filtrar la señal.

Tabla 111

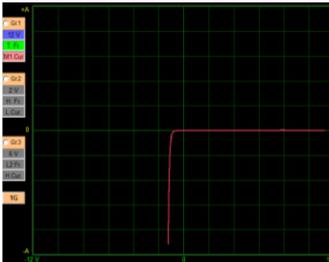
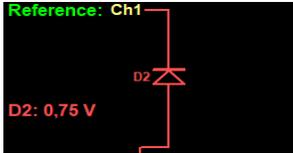
Voltaje de referencia del sensor de posición del cigüeñal CKP

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A24 Y A25	Referencia del sensor de ángulo del cigüeñal CKP		

El pin A24 corresponde a la fuente de alimentación del sensor mientras que el pin A25 corresponde a la masa del sensor. En la figura se representa una elipse con una pequeña inclinación, formado por la presencia de capacitancia y una línea recta vertical formando la elipse debido a la presencia de una resistencia que pertenecen al circuito fuente.

Tabla 112

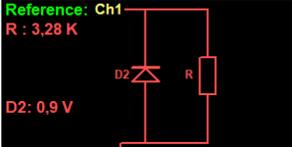
Control del relé del compresor del A/C

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A7 Y B11	Control relé compresor A/C		

El pin B11 corresponde al control del relé del A/C mientras que el pin A7 corresponde a la masa del sensor. En la figura se representa el patrón de un diodo, en el circuito se ubica un transistor hace el control de la masa para activar le compresor.

Tabla 113

Señal del tacómetro

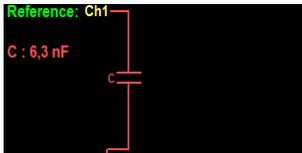
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A7 Y B12	Señal del tacómetro		 Reference: Ch1 R: 3,28 K D2: 0,9 V

El pin B12 corresponde a la señal del tacómetro mientras que el pin A7 corresponde a la masa de la computadora. En la figura se representa la unión de una línea vertical con una línea inclinada que tiene una pequeña abertura, los elementos que forman este patrón son un diodo con una resistencia, también se puede hablar de la presencia de capacitancia.

4.2.3. ECU Chevrolet Spark

Tabla 114

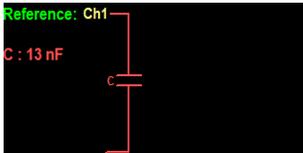
Pines de alimentación del relé de la bomba de combustible

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 7 y 30	Relé de la bomba de combustible		

El pin 30 correspondiente a la alimentación de la ECU SPARK y el 7 al terminal de control, de acuerdo al circuito equivalente se presenta un condensador de 6.3 nF lo que señala una baja capacidad por lo tanto se asume que la elipse debe ser aplanada y horizontal de acuerdo a la teoría. Al hablar de la alimentación ya que pertenece al circuito fuente, entonces los elementos que se deben generar son: diodos, capacitores y resistencias, como se habla es una equivalencia el trazador asume la presencia de un capacitor.

Tabla 115

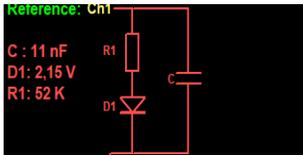
Pines de control del relé de la bomba de combustible

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 7 y 3	Alimentación del relé de combustible		

El pin 7 que corresponde a control del relé mientras que el 3 a una masa de la computadora esta conexión se la realiza con el fin de encontrar el transistor presente en el circuito driver el mismo que va desde el pin de control a masa, en este caso se presenta un capacitor que puede ser parte de protección del transistor.

Tabla 116

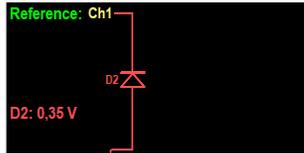
Pines de alimentación de la ECU para el inyector del cilindro 1

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 59 y 29	Inyector cil. 1 alimentación ignición		

El pin 59 que corresponde a control del relé mientras que el pin 29 corresponde a la alimentación de la ECU hacia el actuador, como se trata del circuito fuente, la equivalencia es una resistencia un diodo y un capacitor como se muestra en el circuito equivalente.

Tabla 117

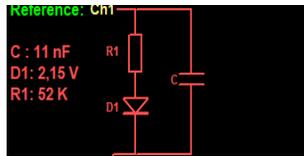
Pines de control de la ECU para el inyector del cilindro 1

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 59 y 3	Inyector cil.1 transistor		

El pin 59 asignado como el control del inyector N° 1 y el pin 3 asignado como una masa general, en este caso solo se presenta un solo diodo conectado inversamente, esto es debido a que en algunos transistores utilizados en el sector automotriz son de tipo Darlington o MOSFET que poseen un circuito de protección.

Tabla 118

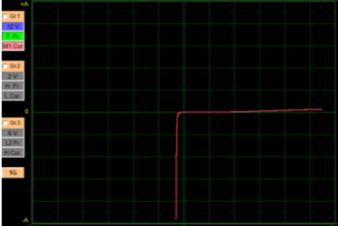
Pines de alimentación de la ECU para el inyector del cilindro 2

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 90 y 29	Inyector cil.2 alimentación ignición		

El pin 90 que corresponde a control del relé mientras que el pin 29 corresponde a la alimentación de la ECU hacia el actuador, la imagen se describe de la siguiente manera el ensanchamiento es producido por el capacitor de baja capacidad, mientras que la inclinación y el punto donde cambia de dirección es producida por la presencia de un diodo que tiene su voltaje de activación alrededor de 2.15 V y una resistencia.

Tabla 119

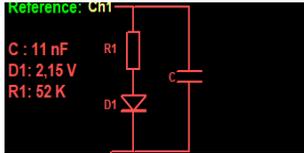
Pines de control de la ECU para el inyector del cilindro 2

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 90 y 3	Inyector cil.2 transistor		

El pin 90 asignado como el control del inyector N° 1 y el pin 3 asignado como una masa general, en este caso solo se presenta un solo diodo conectado inversamente, esto es debido a que en algunos transistores utilizados como interruptores en el sector automotriz son de tipo Darlington o MOSFET.

Tabla 120

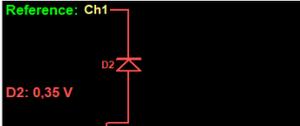
Pines de alimentación de la ECU para el inyector del cilindro 3

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 60 y 29	Inyector cil.3 alimentación ignición		

El pin 60 que corresponde a control del relé mientras que el pin 29 corresponde a la alimentación de la ECU hacia el actuador, como se trata del circuito fuente, la debe existir la presencia de una resistencia un diodo y un capacitor como se muestra en el circuito equivalente, la imagen se describe de la siguiente manera el ensanchamiento es producido por el capacitor de baja capacidad

Tabla 121

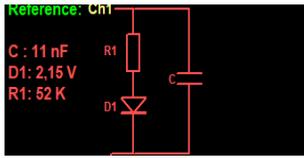
Pines de control de la ECU para el inyector del cilindro 3

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 60 y 3	Inyector cil.2 transistor		

El pin 60 asignado como el control del inyector N° 1 y el pin 3 asignado como una masa general es parte del driver de la computadora por lo que la teoría menciona que debe existir la presencia de dos diodos conectados inversamente, pero en este caso solo se presenta un solo diodo conectado inversamente.

Tabla 122

Pines de alimentación de la ECU para el inyector del cilindro 4

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 89 y 29	Inyector cil.3 alimentación ignición		

El pin 89 que corresponde a control del relé mientras que el pin 29 corresponde a la alimentación de la ECU hacia el actuador, como se trata del circuito fuente, la debe existir la presencia de una resistencia un diodo y un capacitor como se muestra en el circuito equivalente, la imagen se describe de la siguiente manera el ensanchamiento es producido por el capacitor de baja capacidad.

Tabla 123

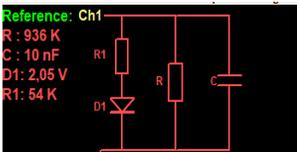
Pines de control de la ECU para el inyector del cilindro 4

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 89 y 3	Inyector cil.2 transistor		

El pin 89 asignado como el control del inyector N° 1 y el pin 3 asignado como una masa general es parte del driver de la computadora por lo que la teoría menciona que debe existir la presencia de dos diodos conectados inversamente, pero en este caso solo se presenta un solo diodo conectado inversamente, esto es debido a que en algunos transistores utilizados como interruptores en el sector automotriz son de tipo Darlington o MOSFET que poseen un circuito de protección.

Tabla 124

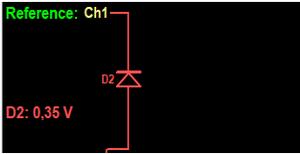
Pines de alimentación de la ECU para la luz indicadora del motor

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 29 y 39	Luz mil alimentación		

El pin 39 asignado como el control de la luz indicadora del motor y el pin 29 corresponde a la alimentación de la ECU hacia el actuador, como se trata del circuito fuente, la debe existir la presencia de una resistencia un diodo y un capacitor como se muestra en el circuito equivalente.

Tabla 125

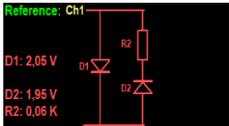
Pines de control de la ECU para el inyector del cilindro 4

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 39 y 3	Luz indicadora del motor		

El pin 39 asignado como el control de la luz indicadora del motor y el pin 3 asignado como una masa general es parte del driver de la computadora por lo que la teoría menciona que debe existir la presencia de dos diodos conectados inversamente, pero en este caso solo se presenta un solo diodo conectado inversamente.

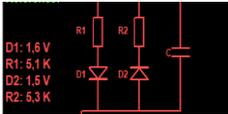
Tabla 126

Pines de control de la ECU para la válvula ISC

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 62 y 61	Válvula ISC		

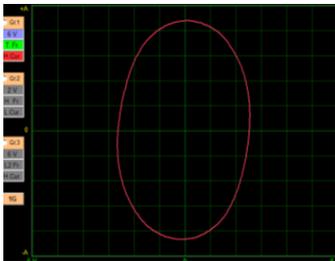
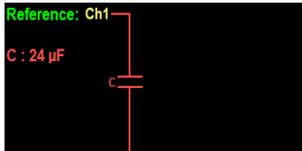
El pin 62 asignado como el control de la válvula ISC mientras que el pin 61 es la masa, estos 2 terminales realizan el control de ralentí en marcha mínima, en estos 2 pines existe un transistor que controla la posición, por ende el circuito equivalente debe contar con la presencia de 2 diodos conectados inversamente tal cual se observa, la imagen comienza en la parte inferior izquierda en la área de activación del D2 de 1.96 V posterior existe una línea horizontal esto es causada por la presencia de la resistencia que un valor bajo.

Tabla 127*Pines de control del sensor de la ISC*

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 43 y 19	Señal de posición válvula (ISC)		 D1: 1.6 V R1: 5.1 K D2: 1.5 V R2: 5.3 K

El pin 59 recibe la señal del sensor mientras que el pin 43 es la masa del sensor, para este todas las señales son recibidas por el circuito de periferia el mismo que filtra la señal analógica y la convierte en una señal digital para ser procesada por el microcontrolador.

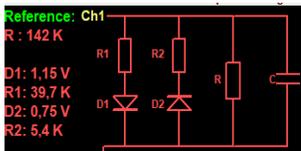
Tabla 128*Pines de referencia del sensor de la ISC*

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 79 y 19	Referencia de sensor de posición válvula (ISC)		 Reference: Ch1 C : 24 µF

El pin 79 es la referencia del sensor 5V mientras que 19 es la masa del sensor, la sección encarga del voltaje de referencia es el circuito fuente en donde se presentan diodos, resistencias y capacitores todos con su función específica, en este caso el circuito equivalente es solo un capacitor ya que es el encargado de eliminar los picos de voltaje y puede que este al último esto dependerá del fabricante, como solo se habla de un solo elemento por ende su firma básica es la una elipse vertical ya que posee una capacitancia elevada de 24 µF, y existe una diferencia de amplitudes.

Tabla 129

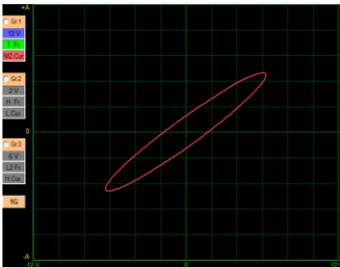
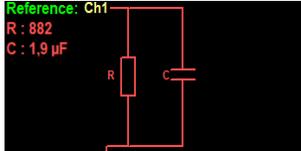
Pines de la ECU SPARK de la señal del sensor VSS.

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 51 y 3	Señal VSS		 Reference: Ch1 R : 142 K D1: 1,15 V R1: 39,7 K D2: 0,75 V R2: 5,4 K

El pin 51 es la entrada del sensor VSS mientras que el pin 3 es la tierra del sensor, el circuito al que pertenece es el de periferia en donde se reciben las señales provenientes del sensor por lo tanto existe la presencia de diodos resistencias y capacitores como se observa en el circuito equivalente, la imagen es de la unión de dos líneas inclinadas con diferente pendiente.

Tabla 130

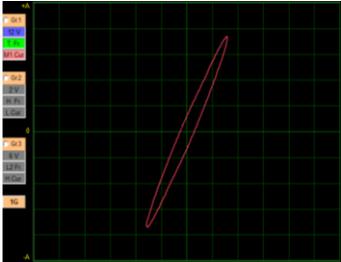
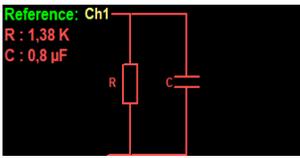
Pines de la ECU SPARK de la señal del sensor ECT.

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 76 y 19	Señal sensor ECT		 Reference: Ch1 R : 882 C : 1,9 µF

El pin 76 es la entrada del sensor ECT mientras que el pin 19 es la tierra del sensor, el circuito al que pertenece es el de periferia en donde se reciben las señales provenientes del sensor por lo tanto existe la presencia de resistencias y capacitores que son los encargados de filtrar la señal.

Tabla 131

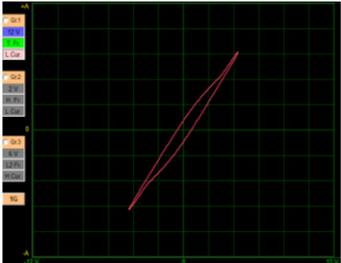
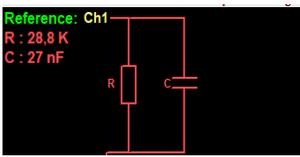
Pines de la ECU SPARK de la señal del sensor IAT.

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 13 y 78	Señal sensor IAT		 Reference: Ch1 R : 1,38 K C : 0,8 µF

El pin 78 es la entrada del sensor IAT mientras que el pin 13 es la tierra del sensor, el circuito al que pertenece es el de periferia en donde se reciben las señales provenientes del sensor por lo tanto existe la presencia de resistencias y capacitores que son los encargados de filtrar la señal e invarla al microprocesador.

Tabla 132

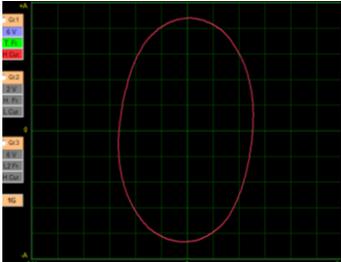
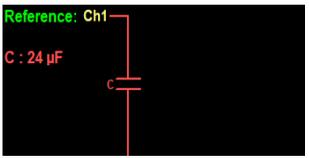
Pines de la ECU SPARK de la señal del sensor MAP.

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 75 y 13	Señal sensor MAP		 Reference: Ch1 R : 28,8 K C : 27 nF

El pin 75 es la entrada del sensor MAT mientras que el pin 13 es la tierra del sensor, el circuito al que pertenece es el de periferia en donde se reciben las señales provenientes del sensor por lo tanto existe la presencia de resistencias y capacitores que son los encargados de filtrar la señal e invarla al microprocesador, como se observa en el circuito equivalente.

Tabla 133

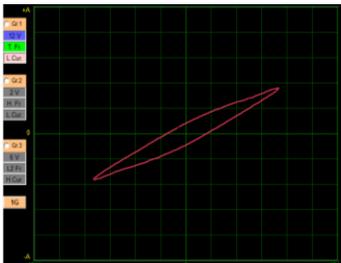
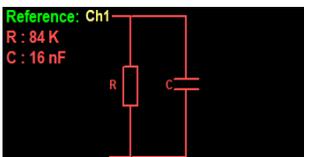
Pines de la ECU SPARK del voltaje de referencia del sensor MAP.

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 50 y 13	Voltaje referencia sensor MAP		

El pin 50 es la referencia del sensor 5V mientras que el pin 13 es la masa del sensor, la sección encargada del voltaje de referencia es el circuito fuente en donde se presentan diodos, resistencias y capacitores todos con su función específica, en este caso el circuito equivalente es solo un capacitor ya que es el encargado de eliminar los picos de voltaje y puede que este al último esta línea esto dependerá del fabricante.

Tabla 134

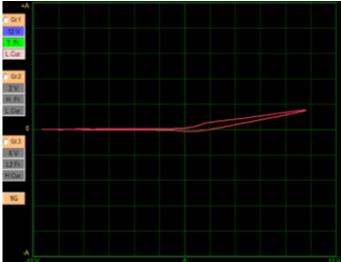
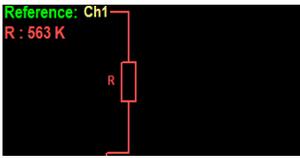
Pines de la ECU SPARK de la señal del sensor EGO.

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 44 y 13	Señal sensor EGO		

El pin 44 es la entrada del sensor ECT mientras que el pin 13 es la tierra del sensor, el circuito al que pertenece es el de periferia en donde se reciben las señales provenientes del sensor por lo tanto existe la presencia de resistencias y capacitores que son los encargados de filtrar la señal.

Tabla 135

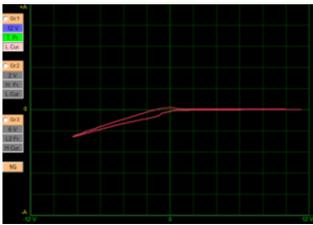
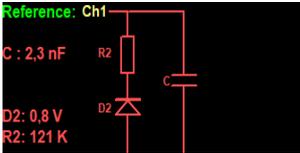
Pines de alimentación de los cilindros 1 y 4.

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 31 y 29	Cil. 1y4 alimentación ignición		

El pin 31 es el control de las bobinas del cilindro 1 y 4, mientras que el pin 29 es la alimentación por parte de la ECU hacia el actuador, en este tramo de la ECU interviene el circuito fuente que es el encargado de suministrar el voltaje para energizar la bobina, por ende, los elementos presentes deben contar con la presencia de resistencias, diodos y capacitores.

Tabla 136

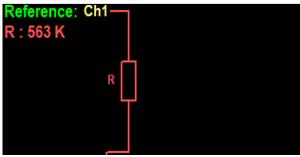
Pines de control de las bobinas de los cilindros 1 y 4.

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 31 y 3	Bobina cil. 1y4 control		

El pin 31 es el control de las bobinas del cilindro 1 y 4, mientras que el pin 3 es la masa por parte de la ECU hacia el driver(transistor), en este tramo de la ECU interviene el circuito driver que es el encargado de controlar la tierra del actuador por ende debe existir la presencia de 2 diodos inversamente, pero esto puede cambiar de acuerdo con la fabricación de cada fabricante.

Tabla 137

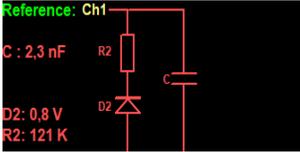
Pines de alimentación de los cilindros 2 y 3.

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 32 y 29	Cil. 2 y 3 alimentación ignición		 Reference: Ch1 R: 563 K

El pin 32 es el control de las bobinas del cilindro 2 y 3, mientras que el pin 29 es la alimentación por parte de la ECU hacia el actuador, en este tramo de la ECU interviene el circuito fuente que es el encargado de suministrar el voltaje para energizar la bobina, por ende, los elementos presentes deben contar con la presencia de resistencias, diodos y capacitores.

Tabla 138

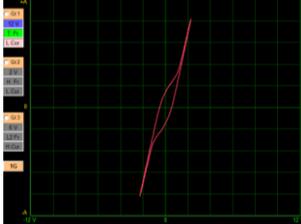
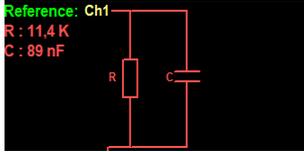
Pines de control de las bobinas de los cilindros 2 y 3.

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 32 y 3	Bobina cil. 1y4 control		 Reference: Ch1 C: 2,3 nF D2: 0,8 V R2: 121 K

El pin 32 es el control de las bobinas del cilindro 1 y 4, mientras que el pin 3 es la masa por parte de la ECU hacia el driver(transistor), en este tramo de la ECU interviene el circuito driver que es el encargado de controlar la tierra del actuador por ende debe existir la presencia de 2 diodos inversamente, pero esto puede cambiar de acuerdo con la fabricación de cada fabricante.

Tabla 139

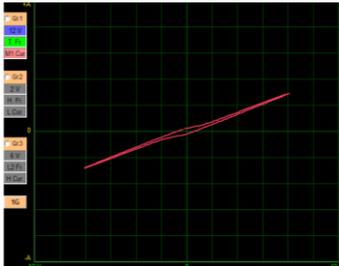
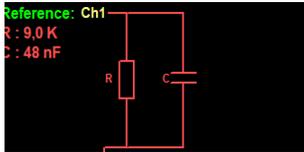
Pines de señal del sensor CKP alto.

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 54 y 25	señal sensor CKP alto		

El pin 54 es la entrada del sensor CKP mientras que el pin 25 es la tierra del sensor, el circuito al que pertenece es el de periferia en donde se reciben las señales provenientes del sensor por lo tanto existe la presencia de resistencias y capacitores que son los encargados de filtrar la señal e invarla al microprocesador, como se observa en el circuito equivalente.

Tabla 140

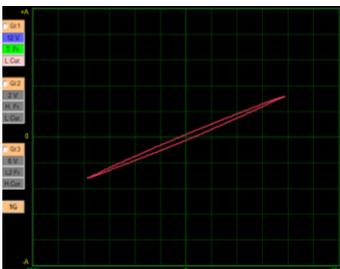
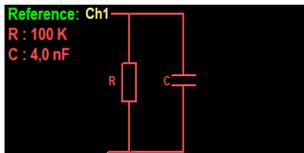
Pines de señal del sensor CKP bajo.

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 85 y 25	Señal sensor CKP bajo		

El pin 85 es la entrada del sensor CKP bajo mientras que el pin 25 es la tierra del sensor, el circuito al que pertenece es el de periferia en donde se reciben las señales provenientes del sensor por lo tanto existe la presencia de resistencias y capacitores que son los encargados de filtrar la señal e invarla al microprocesador, como se observa en el circuito equivalente.

Tabla 141

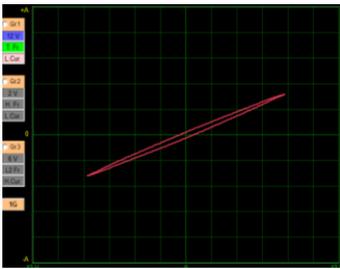
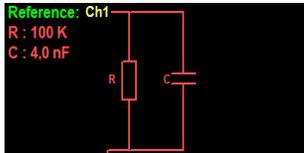
Pines de señal del sensor KS.

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 12 y 42	Señal sensor KS		 Reference: Ch1 R : 100 K C : 4,0 nF

El pin 42 es la entrada del sensor CKP bajo mientras que el pin 12 es la tierra del sensor, el circuito al que pertenece es el de periferia en donde se reciben las señales provenientes del sensor por lo tanto existe la presencia de resistencias y capacitores que son los encargados de filtrar la señal e invarla al microprocesador, como se observa en el circuito equivalente.

Tabla 142

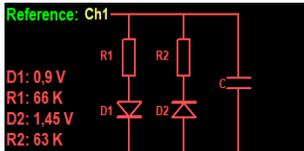
Pines de señal del interruptor de la dirección asistida.

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 83 y 3	Del interruptor de presión de la dirección asistida (si está equipado)		 Reference: Ch1 R : 100 K C : 4,0 nF

El pin 83 es la entrada del interruptor de presión de la dirección asistida mientras que el pin 3 es la tierra, el circuito al que pertenece es el de periferia en donde se reciben las señales provenientes del sensor por lo tanto existe la presencia de resistencias y capacitores que son los encargados de filtrar la señal e invarla al microprocesador.

Tabla 143

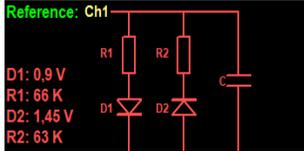
Pines de control del solenoide EVAP de alimentación.

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 65 y 29	Solenoide EVAP alimentación		 Reference: Ch1 D1: 0,9 V R1: 66 K D2: 1,45 V R2: 63 K

El pin 65 es el control del EVAP mientras que el pin 29 es la tierra, el circuito al que pertenece al driver por ende realiza el control a tierra y debe estar presente por dos diodos conectados inversamente, pero al tratarse de un circuito integrado debe tener protecciones por lo que debe estar presente resistencias con la ayuda de un capacitor.

Tabla 144

Pines de control de la válvula EGR.

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines 5 y 29	válvula EGR control		 Reference: Ch1 D1: 0,9 V R1: 66 K D2: 1,45 V R2: 63 K

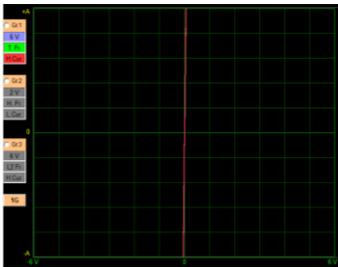
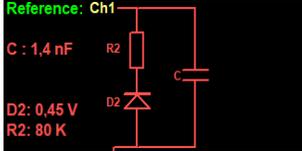
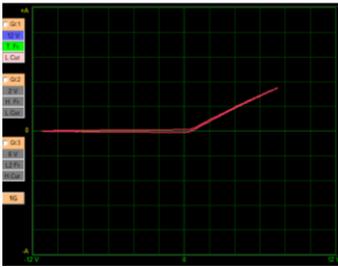
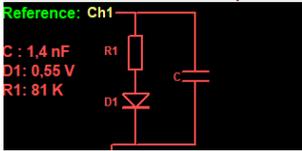
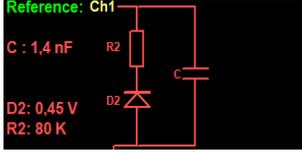
El pin 65 es el control del EVAP mientras que el pin 29 es la tierra, el circuito al que pertenece al driver por ende realiza el control a tierra y debe estar presente por dos diodos conectados inversamente, pero al tratarse de un circuito integrado debe tener protecciones por lo que debe estar presente resistencias con la ayuda de un capacitor.

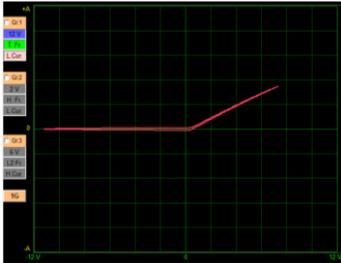
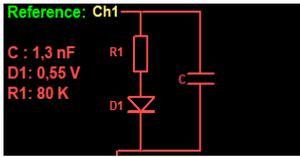
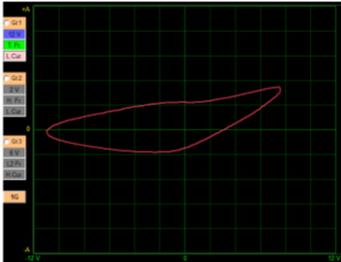
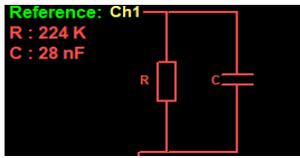
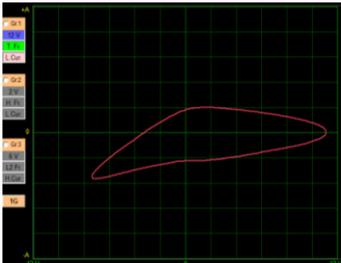
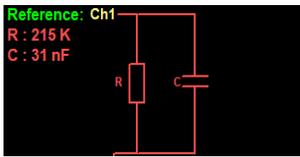
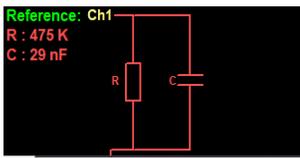
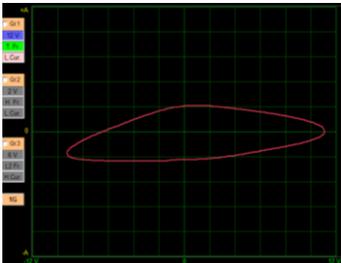
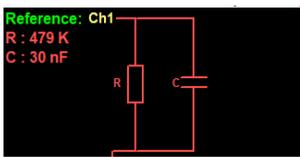
4.3. Obtención de imágenes de las computadoras diagnosticadas

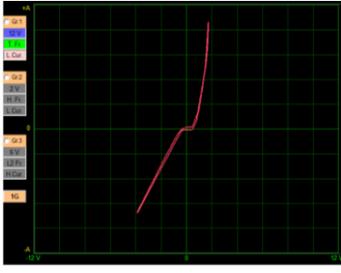
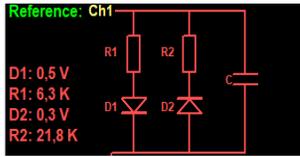
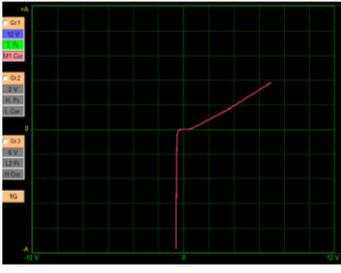
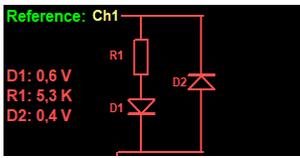
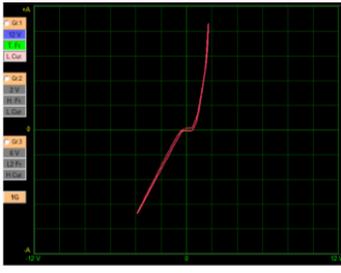
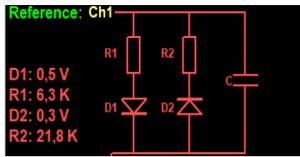
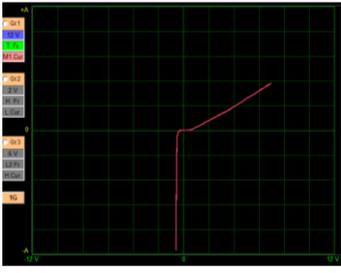
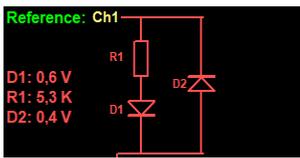
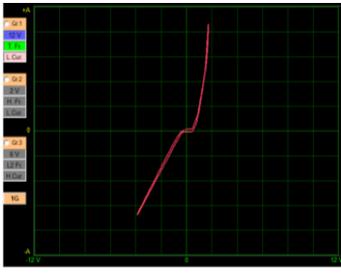
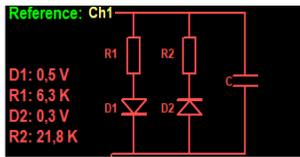
4.3.1. ECU Chrysler Sbec II

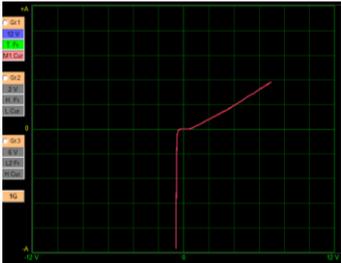
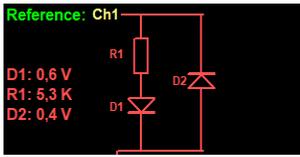
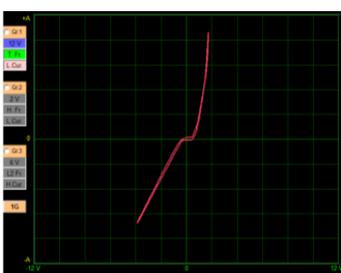
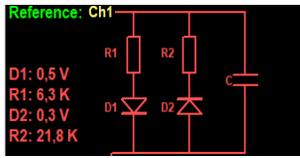
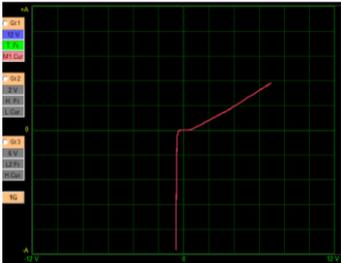
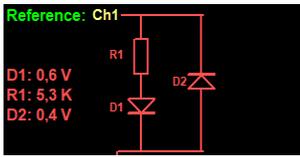
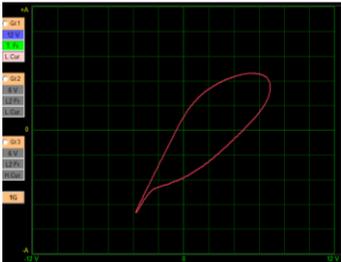
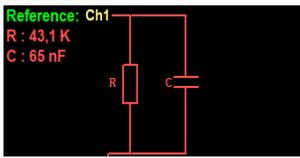
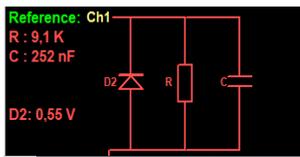
Tabla 145

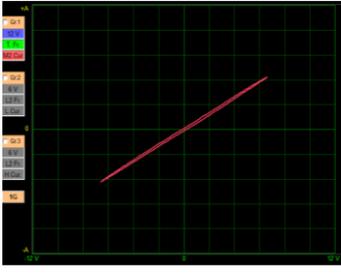
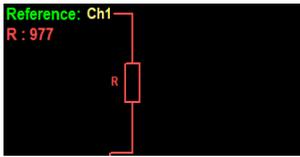
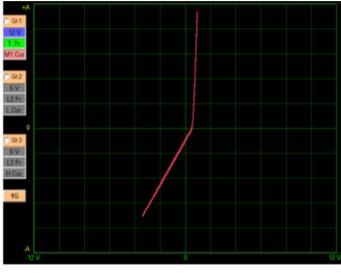
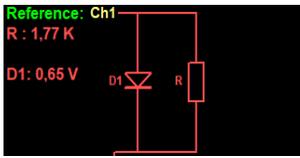
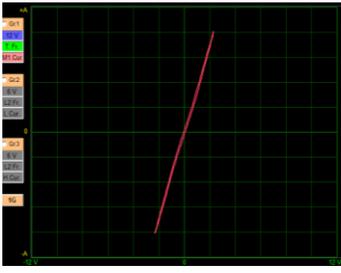
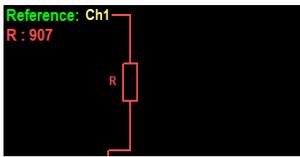
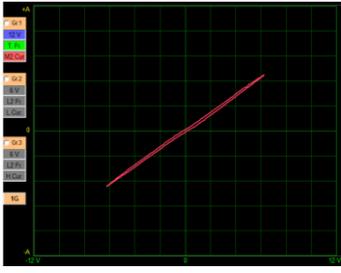
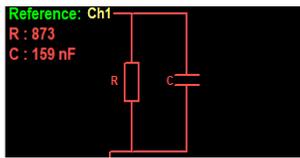
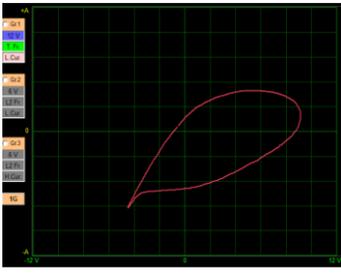
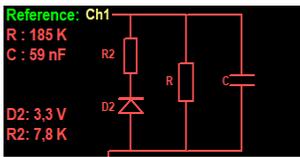
Obtención de imágenes de la ECU Chrysler

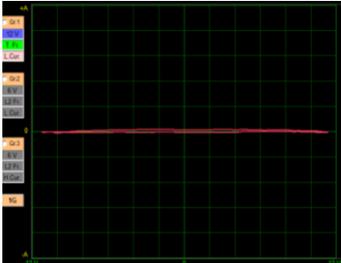
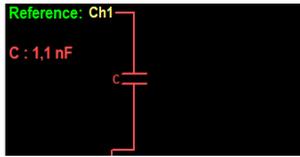
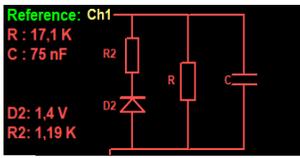
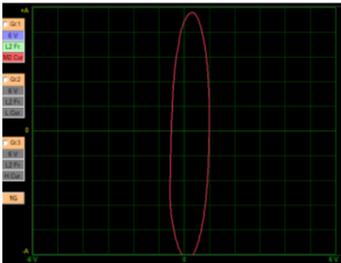
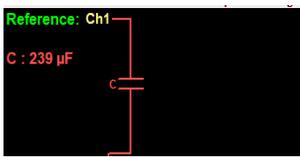
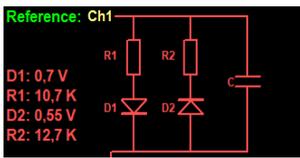
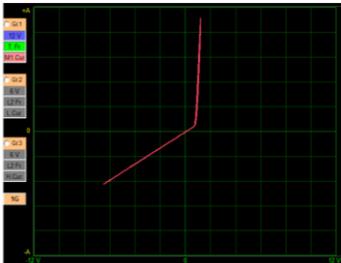
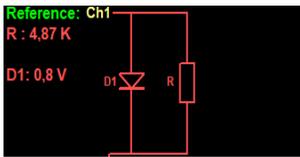
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
10,47,50	Tierras		
67 y 20	Alimentación del relé principal		
67 y 10	Control del relé principal		
74 y 46	Alimentación relé bomba de combustible		

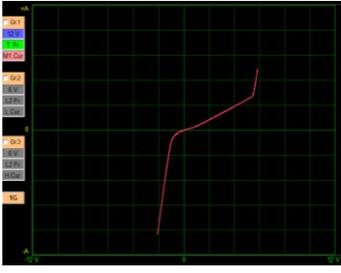
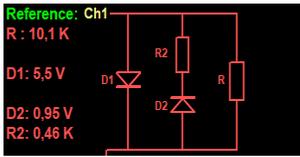
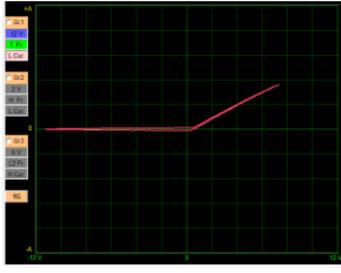
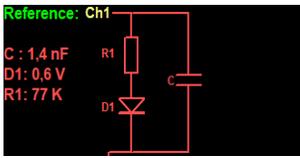
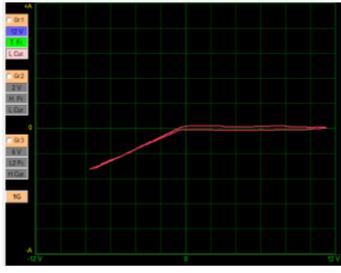
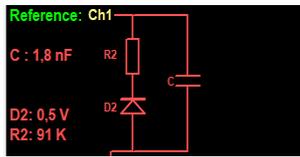
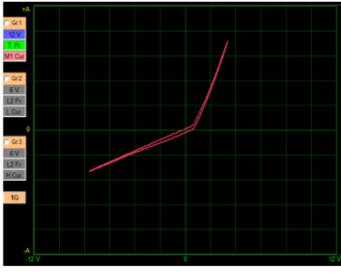
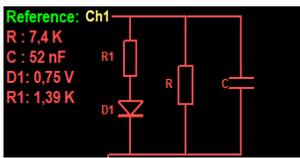
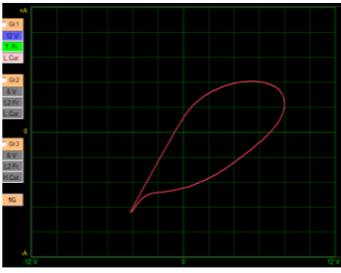
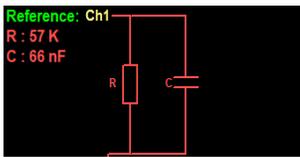
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
74 y 10	Control relé bomba de combustible		 Reference: Ch1 C : 1,3 nF D1: 0,55 V R1: 80 K
3 y 20	Alimentación bobina bujía cilindro 2 y 3		 Reference: Ch1 R : 224 K C : 28 nF
3 y 10	Control bobina bujía cilindro 1 y 4		 Reference: Ch1 R : 215 K C : 31 nF
11 y 20	Alimentación bobina bujía cilindro 2 y 3		 Reference: Ch1 R : 475 K C : 29 nF
11 y 10	Control bobina bujía cilindro 2 y 3		 Reference: Ch1 R : 479 K C : 30 nF

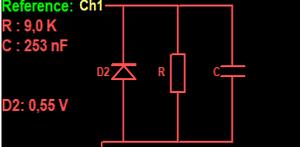
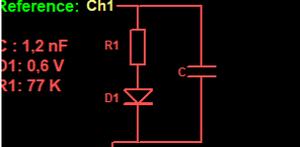
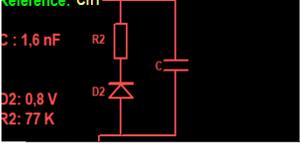
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
13 y 20	Alimentación inyector 1		 Reference: Ch1 D1: 0,5 V R1: 6,3 K D2: 0,3 V R2: 21,8 K
13 y 10	Control inyector 1		 Reference: Ch1 D1: 0,6 V R1: 5,3 K D2: 0,4 V
17 y 20	Alimentación inyector 2		 Reference: Ch1 D1: 0,5 V R1: 6,3 K D2: 0,3 V R2: 21,8 K
17 y 10	Control inyector 2		 Reference: Ch1 D1: 0,6 V R1: 5,3 K D2: 0,4 V
7 y 20	Alimentación inyector 3		 Reference: Ch1 D1: 0,5 V R1: 6,3 K D2: 0,3 V R2: 21,8 K

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
7 y 10	Control inyector 3		 Reference: Ch1 D1: 0,6 V R1: 5,3 K D2: 0,4 V
16 y 20	Alimentación inyector 4		 Reference: Ch1 D1: 0,5 V R1: 6,3 K D2: 0,3 V R2: 21,8 K
16 y 10	Control inyector 4		 Reference: Ch1 D1: 0,6 V R1: 5,3 K D2: 0,4 V
43 y 35	Voltaje de señal TPS		 Reference: Ch1 R : 43,1 K C : 65 nF
43 y 61	Voltaje de referencia TPS		 Reference: Ch1 R : 9,1 K C : 252 nF D2: 0,55 V

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
43 y 66	Voltaje de señal VSS		 Reference: Ch1 R: 977
43 y 44	Voltaje de referencia VSS, CMP y CKP		 Reference: Ch1 R: 1,77 K D1: 0,65 V
43 y 33	Voltaje de señal CMP		 Reference: Ch1 R: 907
43 y 32	Voltaje de señal CKP		 Reference: Ch1 R: 873 C: 159 nF
51 y 30	Señal sensor de oxígeno 1		 Reference: Ch1 R: 185 K C: 59 nF D2: 3,3 V R2: 7,8 K

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
18 y 46	Calefactor sensor de oxígeno 1 (inestable)		 Reference: Ch1 C : 1,1 nF
51 y 37	Señal sensor de oxígeno 2		 Reference: Ch1 R : 17,1 K C : 75 nF D2: 1,4 V R2: 1,19 K
(10, 47, 50) a (46)	Calefactor sensor de oxígeno 2		 Reference: Ch1 C : 239 µF
49 y 57	Válvula IAC		 Reference: Ch1 D1: 0,7 V R1: 10,7 K D2: 0,55 V R2: 12,7 K
25 y 43	Voltaje señal KS		 Reference: Ch1 R : 4,87 K D1: 0,8 V

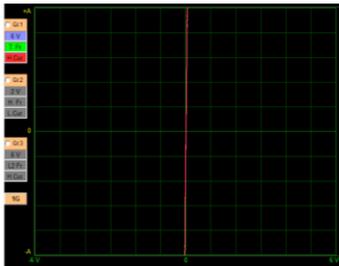
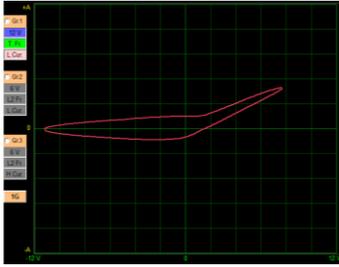
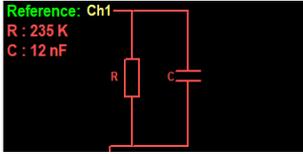
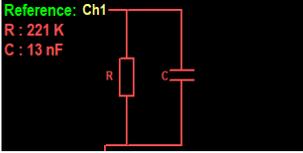
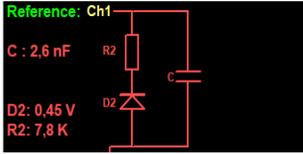
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
52 y 43	Voltaje señal IAT		<p>Reference: Ch1 R: 10,1 K D1: 5,5 V D2: 0,95 V R2: 0,46 K</p> 
31 y 10	Control relé del motor de arranque		<p>Reference: Ch1 C: 1,4 nF D1: 0,6 V R1: 77 K</p> 
31 y 20	Relé del motor de arranque alimentación		<p>Reference: Ch1 C: 1,8 nF D2: 0,5 V R2: 91 K</p> 
26 y 43	Voltaje señal ECT		<p>Reference: Ch1 R: 7,4 K C: 52 nF D1: 0,75 V R1: 1,39 K</p> 
36 y 43	Voltaje señal MAP		<p>Reference: Ch1 R: 57 K C: 66 nF</p> 

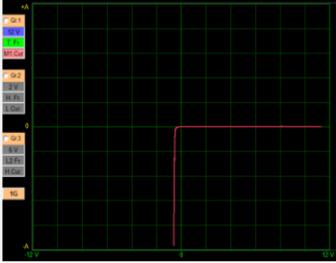
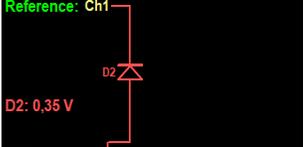
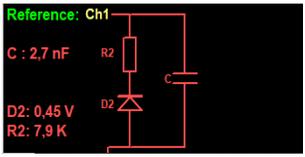
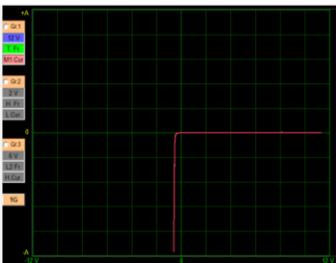
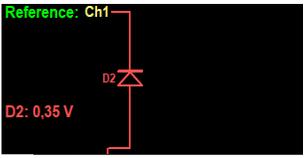
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
61 y 43	Voltaje referencia MAP		 <p>Reference: Ch1 R : 9,0 K C : 253 nF D2: 0,55 V</p>
55 y 10	Control del relevador del ventilador		 <p>Reference: Ch1 C : 1,2 nF D1: 0,6 V R1: 77 K</p>
55 y 20	Relevador del ventilador alimentación		 <p>Reference: Ch1 C : 1,6 nF D2: 0,8 V R2: 77 K</p>

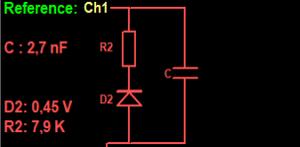
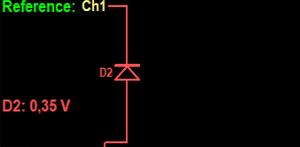
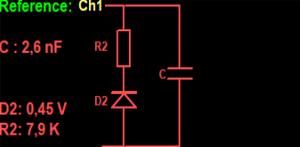
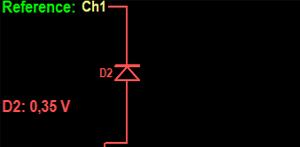
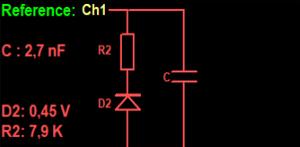
4.3.2. ECU Jeep Cherokee

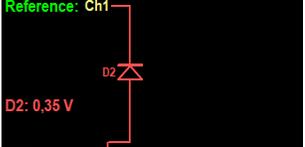
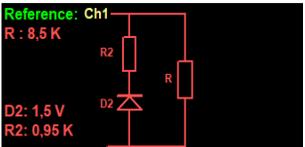
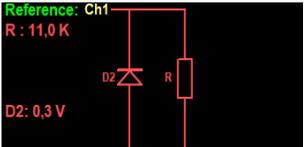
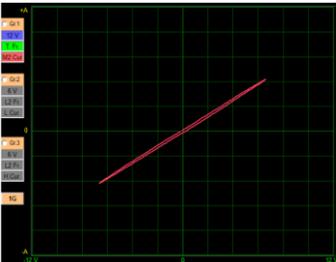
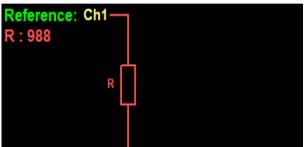
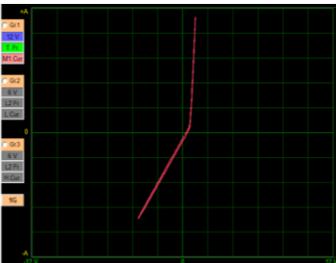
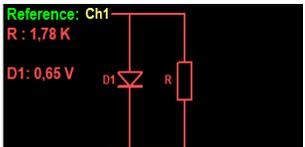
Tabla 146

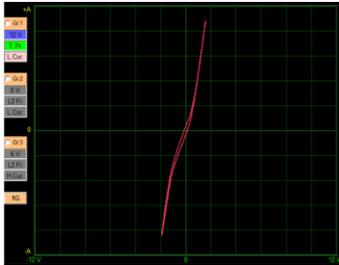
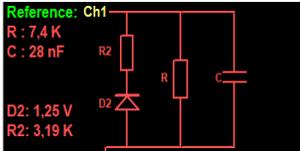
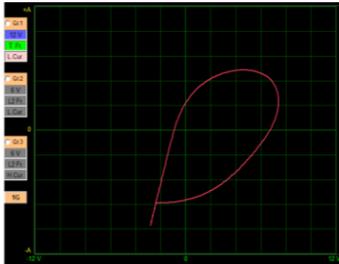
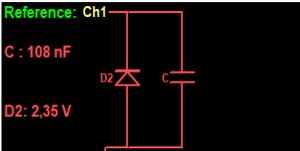
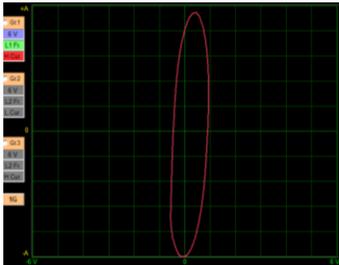
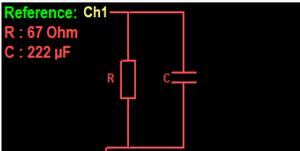
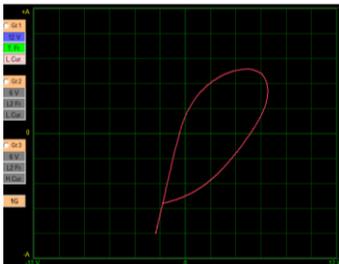
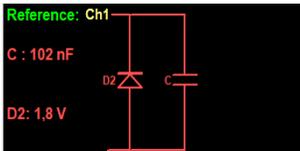
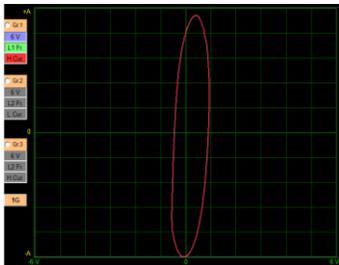
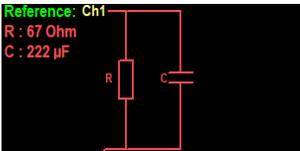
Obtención de imágenes de la ECU Jeep Cherokee

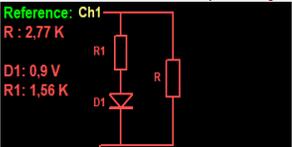
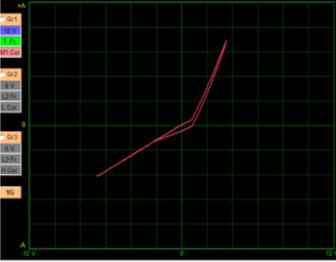
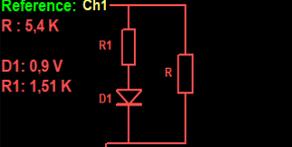
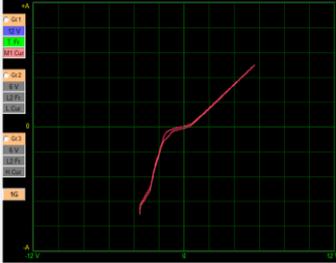
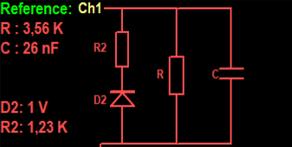
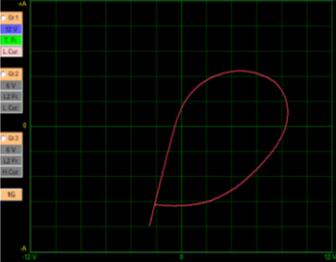
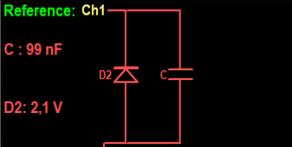
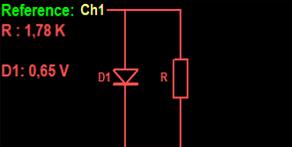
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
11,12,5	Tierras		 Reference: Ch1 R: 0 Short Circuit
51 y 9	Relé de la bomba de combustible alimentación		 Reference: Ch1 R: 235 K C: 12 nF
51 y (tierras 11,12,5)	Relé de la bomba de combustible control		 Reference: Ch1 R: 221 K C: 13 nF
9 y 16	Conductor inyector 1 alimentación		 Reference: Ch1 C: 2,6 nF D2: 0,45 V R2: 7,8 K

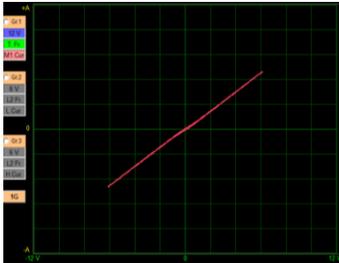
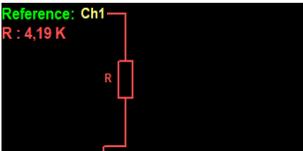
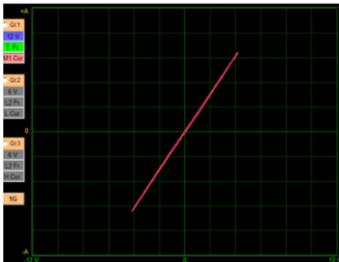
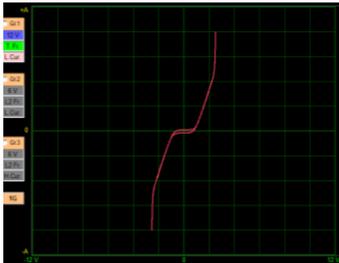
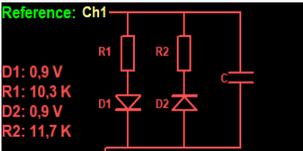
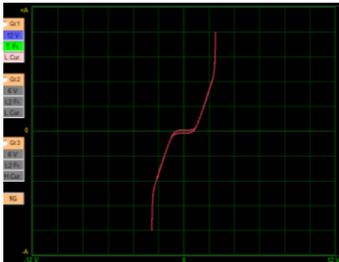
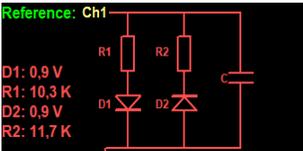
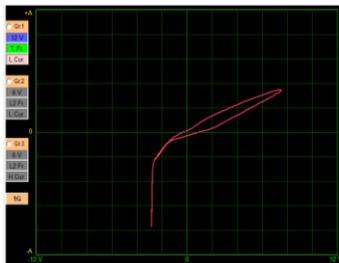
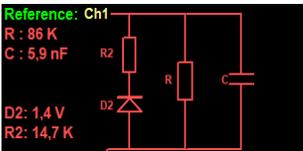
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
16 y (tierras 11,12,5)	Conductor inyector 1 control		 Reference: Ch1 D2: 0,35 V
9 y 15	Conductor inyector 2 alimentación (averiado)		 Reference: Ch1 Open Circuit
15 y (tierras 11,12,5)	Conductor inyector 2 control (averiado)		 Reference: Ch1 Open Circuit
9 y 14	Conductor inyector 3 alimentación		 Reference: Ch1 C : 2,7 nF D2: 0,45 V R2: 7,9 K
14 y (tierras 11,12,5)	Conductor inyector 3 control		 Reference: Ch1 D2: 0,35 V

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
9 y 13	Conductor inyector 4		 <p>Reference: Ch1 C : 2,7 nF R2 : 7,9 K D2: 0,45 V</p>
13 y (tierras 11,12,5)	Conductor inyector 4 control		 <p>Reference: Ch1 D2: 0,35 V</p>
9 y 38	Conductor inyector 5		 <p>Reference: Ch1 C : 2,6 nF R2 : 7,9 K D2: 0,45 V</p>
38 y (tierras 11,12,5)	Conductor inyector 5 control		 <p>Reference: Ch1 D2: 0,35 V</p>
9 y 58	Conductor inyector 6		 <p>Reference: Ch1 C : 2,7 nF R2 : 7,9 K D2: 0,45 V</p>

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
58 y (tierras 11,12,5)	Conductor inyector 6 control		 Reference: Ch1 D2: 0,35 V
19 y 9	Bobina de ignición alimentación		 Reference: Ch1 R: 8,5 K D2: 1,5 V R2: 0,95 K
19 y (tierras 11,12,5)	Bobina de ignición control		 Reference: Ch1 R: 11,0 K D2: 0,3 V
4 y 24	Voltaje de señal CKP		 Reference: Ch1 R: 988
4 y 7	Voltaje de referencia CKP		 Reference: Ch1 R: 1,78 K D1: 0,65 V

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
9 y 43	Tacómetro		<p>Reference: Ch1 R: 7,4 K C: 28 nF</p>  <p>D2: 1,25 V R2: 3,19 K</p>
1 y 4	Voltaje de señal MAP		<p>Reference: Ch1 C: 108 nF</p>  <p>D2: 2,35 V</p>
1 y 6	Voltaje de referencia MAP		<p>Reference: Ch1 R: 67 Ohm C: 222 µF</p> 
4 y 22	Voltaje de señal TPS		<p>Reference: Ch1 C: 102 nF</p>  <p>D2: 1,8 V</p>
4 y 6	Voltaje de referencia TPS		<p>Reference: Ch1 R: 67 Ohm C: 222 µF</p> 

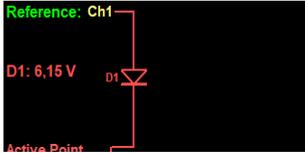
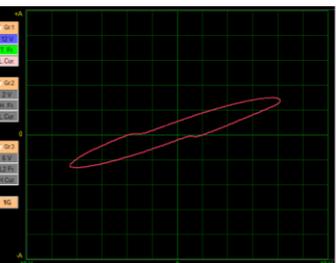
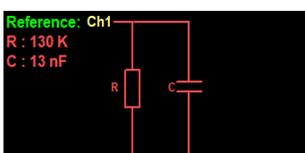
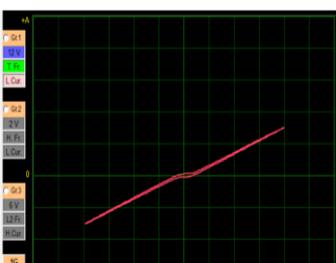
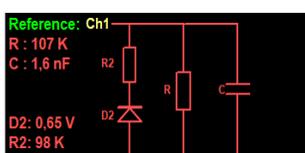
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
4 y 2	Voltaje de señal ECT		 <p>Reference: Ch1 R : 2,77 K D1: 0,9 V R1: 1,56 K</p>
4 y 21	Voltaje de señal IAT		 <p>Reference: Ch1 R : 5,4 K D1: 0,9 V R1: 1,51 K</p>
9 y 11	Calefactor sensor de oxígeno		 <p>Reference: Ch1 R : 3,56 K C : 26 nF D2: 1 V R2: 1,23 K</p>
4 y 41	Señal sensor de oxígeno		 <p>Reference: Ch1 C : 99 nF D2: 2,1 V</p>
4 y 7	Voltaje de referencia VSS		 <p>Reference: Ch1 R : 1,78 K D1: 0,65 V</p>

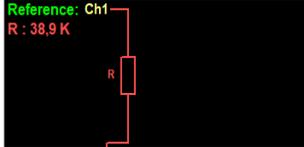
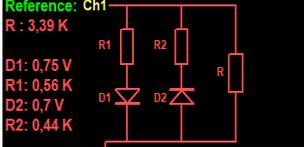
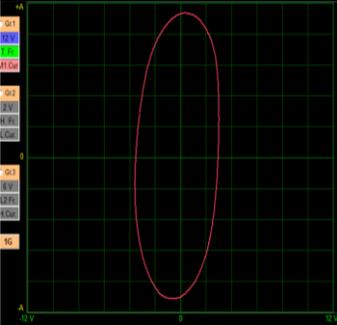
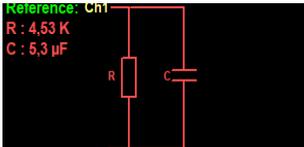
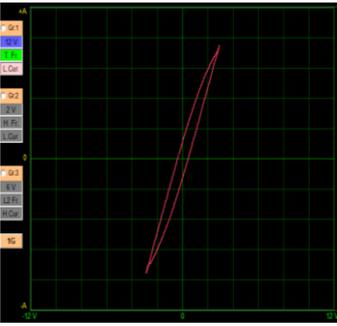
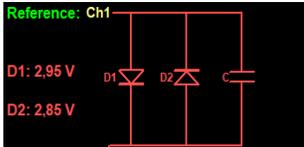
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
47 y 4	Voltaje de señal VSS		 Reference: Ch1 R : 4,19 K
10 y 11	Sensor dirección asistida		 Reference: Ch1 R : 2,07 K
59 y 39	Válvula IAC (1 y 4)		 Reference: Ch1 D1: 0,9 V R1: 10,3 K D2: 0,9 V R2: 11,7 K
60 y 40	Válvula IAC (2 y 3)		 Reference: Ch1 D1: 0,9 V R1: 10,3 K D2: 0,9 V R2: 11,7 K
25 y 45	Conector DCL		 Reference: Ch1 R : 86 K C : 5,9 nF D2: 1,4 V R2: 14,7 K

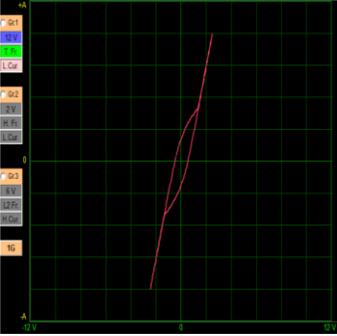
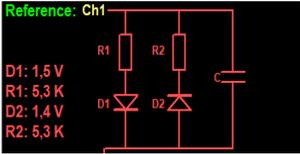
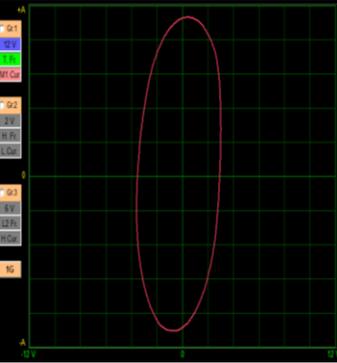
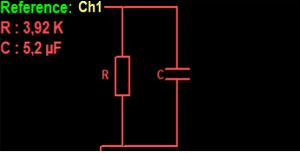
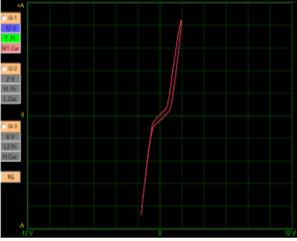
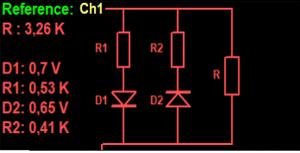
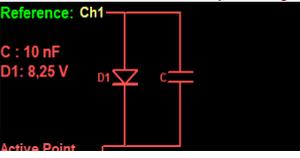
4.3.3. ECU Corsa

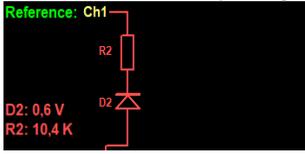
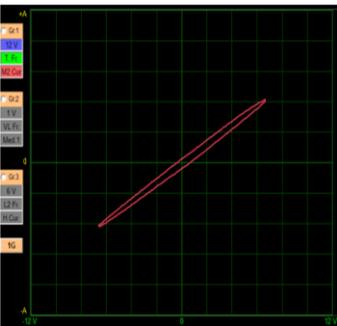
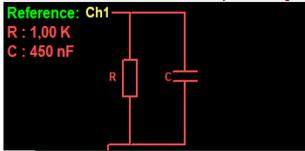
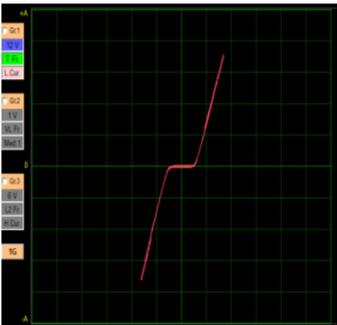
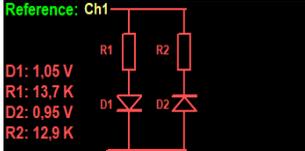
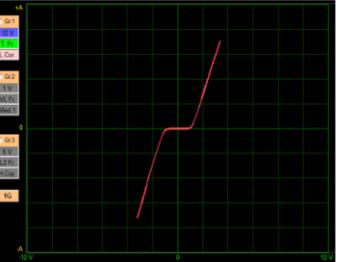
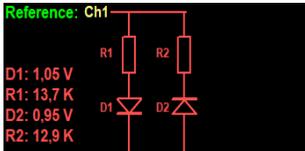
Tabla 147

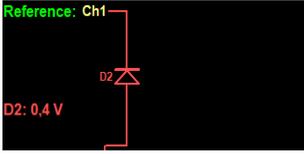
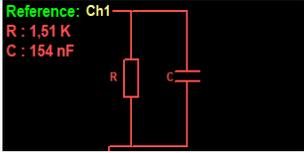
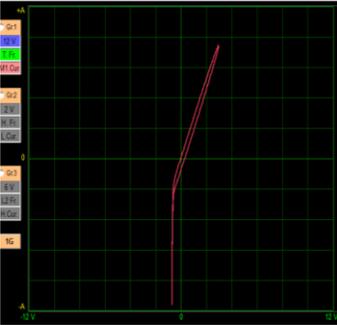
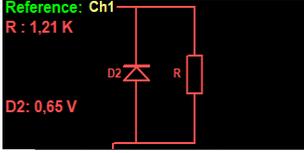
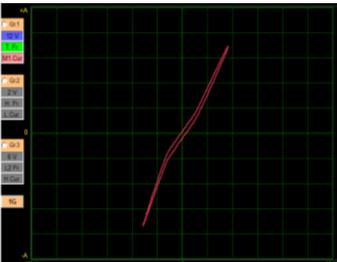
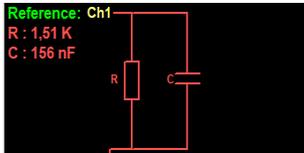
Obtención de imágenes de la ECU Corsa

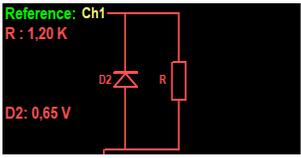
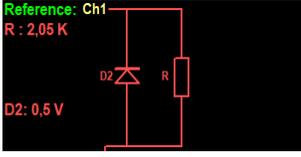
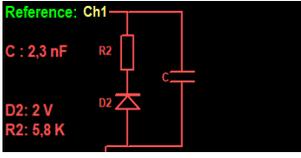
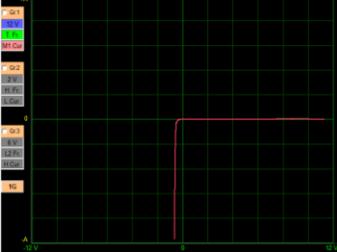
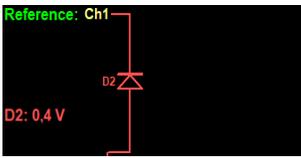
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito EQ ECU
D1, A12	Tierras		
B10 con las otras tierras	Presenta interferencias		
B6 y B1	Alimentación relé bomba de combustible		
B6 y D1	Control relé bomba de combustible		

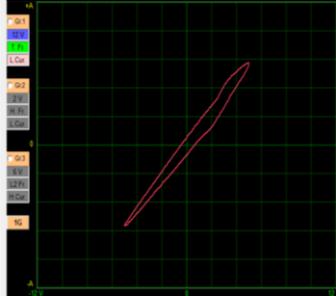
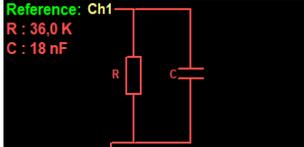
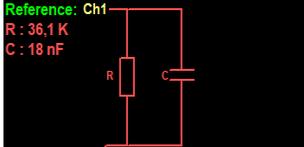
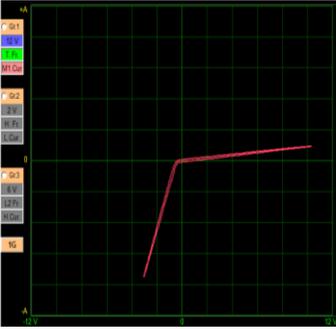
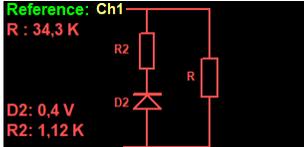
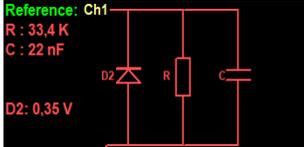
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito EQ ECU
A2 y B4	Voltaje de señal del sensor CKP		 <p>Reference: Ch1 R : 38,9 K</p>
A11 y B12	Voltaje de señal del sensor ECT		 <p>Reference: Ch1 R : 3,39 K D1: 0,75 V R1: 0,56 K D2: 0,7 V R2: 0,44 K</p>
A8 y B11	Voltaje de referencia del sensor MAP		 <p>Reference: Ch1 R : 4,53 K C : 5,3 µF</p>
A7 y A11	Voltaje de señal del sensor MAP		 <p>Reference: Ch1 D1: 2,95 V D2: 2,85 V</p>

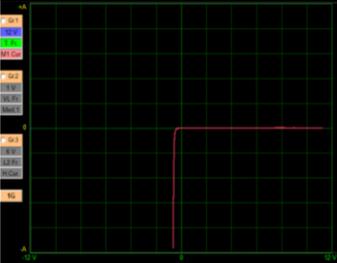
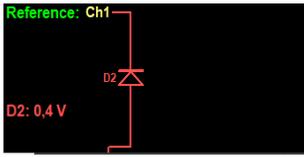
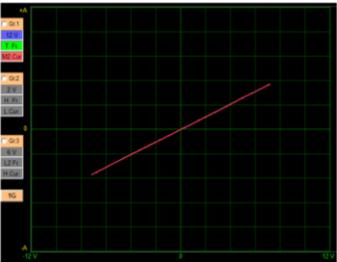
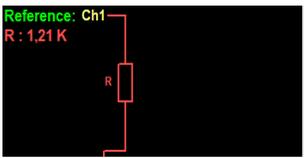
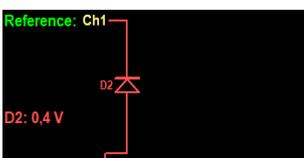
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito EQ ECU
A8 y D2	Voltaje de señal del sensor TPS		 <p>Reference: Ch1 D1: 1,5 V R1: 5,3 K D2: 1,4 V R2: 5,3 K</p>
B8 y D2	Voltaje de referencia del sensor TPS		 <p>Reference: Ch1 R : 3,92 K C : 5,2 µF</p>
D2 y D3	Voltaje de señal del sensor IAT		 <p>Reference: Ch1 R : 3,26 K D1: 0,7 V R1: 0,53 K D2: 0,65 V R2: 0,41 K</p>
B11 y D1	Voltaje de señal del sensor EGO		 <p>Reference: Ch1 C : 10 nF D1: 8,25 V Active Point</p>

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito EQ ECU
B2 y D1	Voltaje de señal del sensor VSS		 <p>Reference: Ch1 R2: 10,4 K D2: 0,6 V</p>
A11 y D11	Señal del sensor de octanaje		 <p>Reference: Ch1 R: 1,00 K C: 450 nF</p>
C8 y C9	Válvula IAC alto		 <p>Reference: Ch1 D1: 1,05 V R1: 13,7 K D2: 0,95 V R2: 12,9 K</p>
C5 y C6	Válvula IAC bajo		 <p>Reference: Ch1 D1: 1,05 V R1: 13,7 K D2: 0,95 V R2: 12,9 K</p>

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito EQ ECU
A4 y D1	Control relé del ventilador 2 del radiador		 <p>Reference: Ch1 D2: 0,4 V</p>
D10 y C4	Alimentación de la bobina (cilindros 1 y 4)		 <p>Reference: Ch1 R : 1,51 K C : 154 nF</p>
D10 y D1	Control de la bobina (cilindros 1 y 4)		 <p>Reference: Ch1 R : 1,21 K D2: 0,65 V</p>
C3 y C4	Alimentación de la bobina (cilindros 2 y 3)		 <p>Reference: Ch1 R : 1,51 K C : 156 nF</p>

Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito EQ ECU
C3 y D1	Control de la bobina (cilindros 2 y 3)		 <p>Reference: Ch1 R : 1,20 K D2: 0,65 V</p>
C2 y D1	Tacómetro		 <p>Reference: Ch1 R : 2,05 K D2: 0,5 V</p>
C1 y C4	Luz mil alimentación		 <p>Reference: Ch1 C : 2,3 nF D2: 2 V R2: 5,8 K</p>
C1 y D1	Luz mil control		 <p>Reference: Ch1 D2: 0,4 V</p>

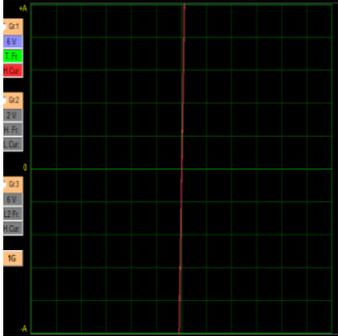
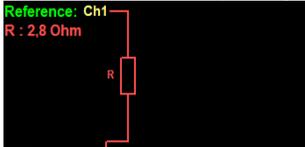
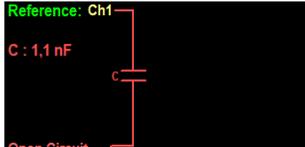
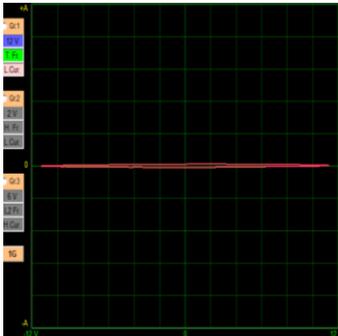
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito EQ ECU
C11 y C4	Inyectores 2 y 3 alimentación		 <p>Reference: Ch1 R : 36,0 K C : 18 nF</p>
C11 y A12	Inyectores 2 y 3 control		 <p>Reference: Ch1 R : 36,1 K C : 18 nF</p>
C15 y C4	Inyectores 1 y 4 alimentación		 <p>Reference: Ch1 R : 34,3 K D2 : 0,4 V R2 : 1,12 K</p>
C15 y A12	Inyectores 1 y 4 control		 <p>Reference: Ch1 R : 33,4 K C : 22 nF D2 : 0,35 V</p>

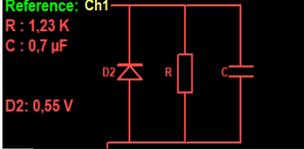
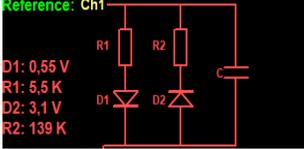
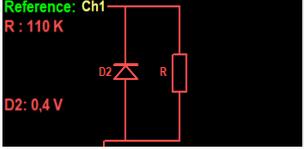
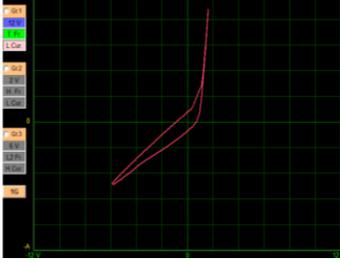
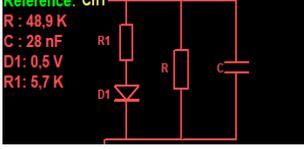
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito EQ ECU
A3 y A1	Control relé de corte del a/c		
D5 y D1	Señal de activación del a/c		
D10 y D1	Señal control de la bobina (cilindros 1 y 4)		
C3 y D1	Señal control de la bobina (cilindros 2 y 3)		

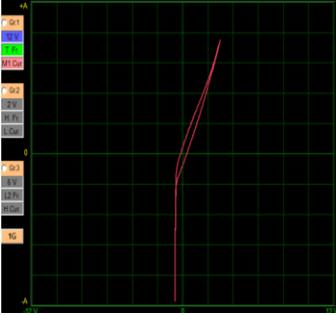
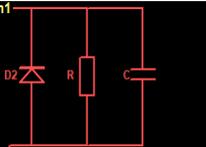
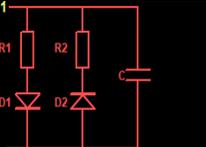
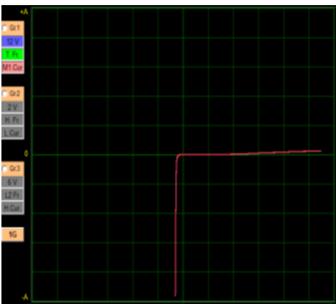
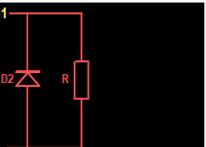
4.3.4. ECU Luv Dmax 2.4 L

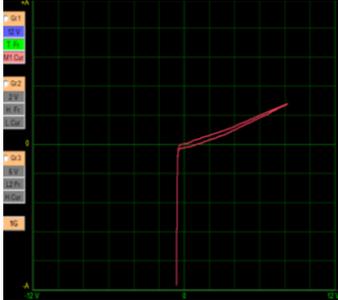
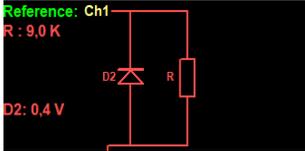
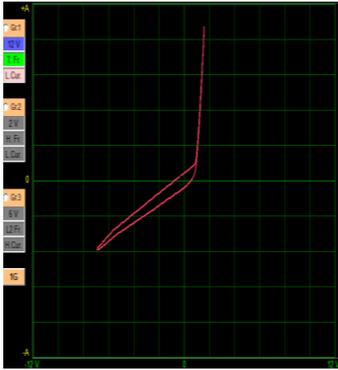
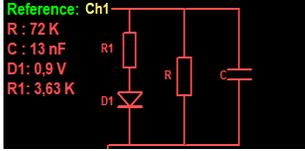
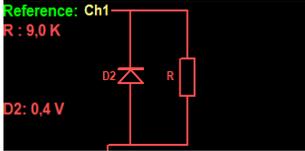
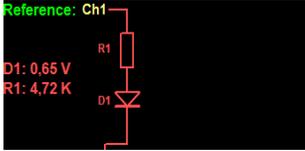
Tabla 148

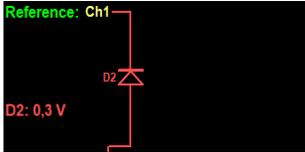
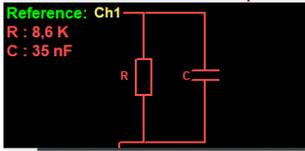
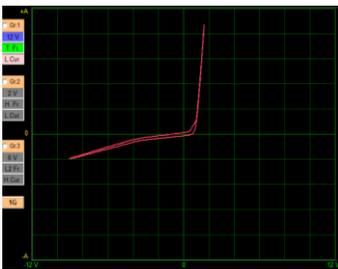
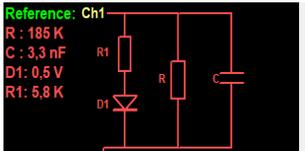
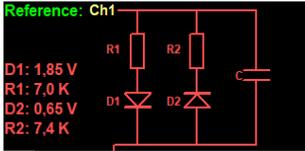
Obtención de imágenes de la ECU Luv Dmax 2.4 L

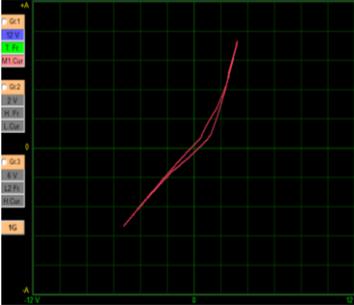
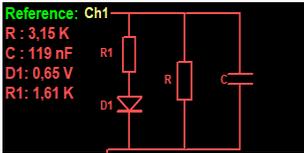
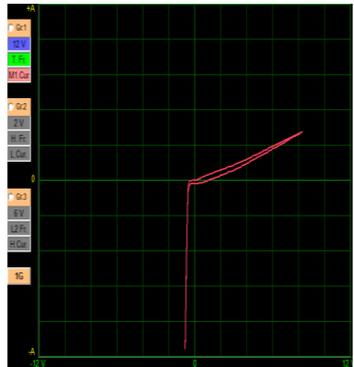
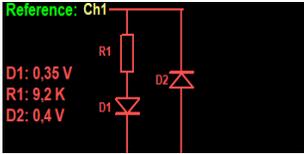
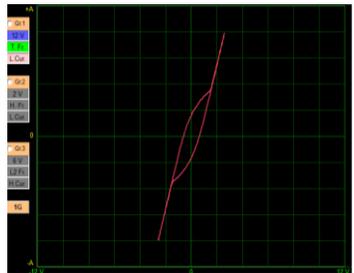
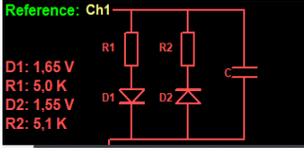
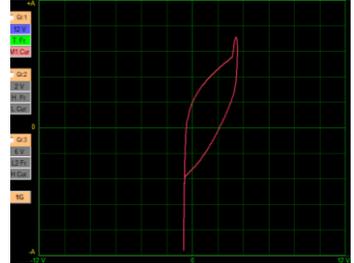
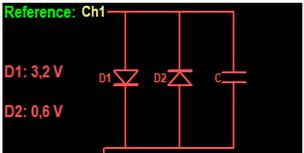
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
J1-1, J1-2, J1-17	Tierras		 Reference: Ch1 R : 2,8 Ohm
J2-11 A (J2-3)	Relé de combustible alimentación		 Reference: Ch1 C : 1,1 nF Open Circuit
Pines J2-11 A (J1-1)	Tierras relé de combustible		 Reference: Ch1 C : 1,1 nF Open Circuit

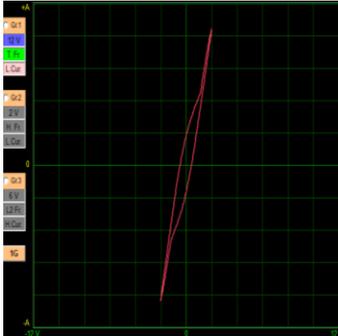
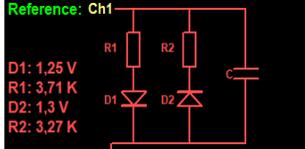
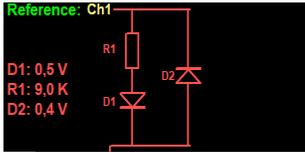
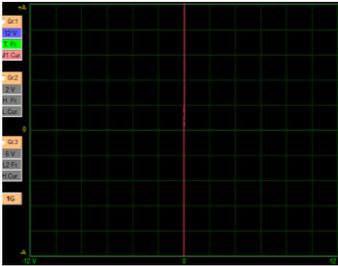
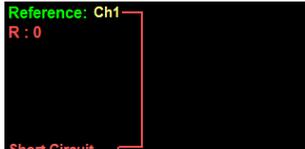
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
(J1-9) A (J1-1)	Control inyector 1		 <p>Reference: Ch1 R : 1,23 K C : 0,7 μF D2: 0,55 V</p>
Pines (J1-22) A (J2-3)	Alimentación inyector 2		 <p>Reference: Ch1 D1: 0,55 V R1: 5,5 K D2: 3,1 V R2: 139 K</p>
PINES (J1-22) A (J1-1)	Control inyector 2		 <p>Reference: Ch1 R : 110 K D2: 0,4 V</p>
Pines (J1-8) A (J2-3)	Alimentación inyector 3		 <p>Reference: Ch1 R : 48,9 K C : 28 nF D1: 0,5 V R1: 5,7 K</p>

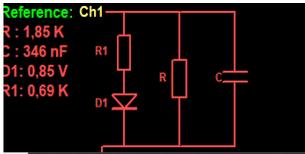
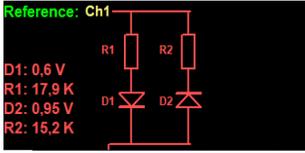
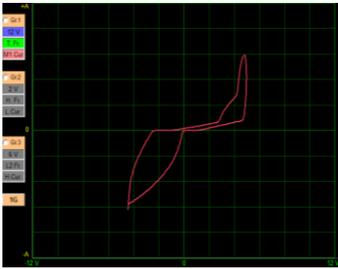
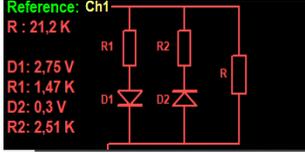
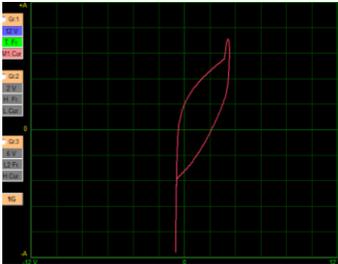
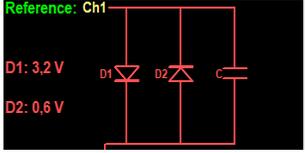
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines (J1-8) A (J1-1)	Control inyector 3		 <p>Reference: Ch1 R : 1,23 K C : 0,7 µF D2: 0,55 V</p>
Pines (J1-11) A (J2-3)	Alimentación inyector 4		 <p>Reference: Ch1 D1: 0,55 V R1: 5,5 K D2: 3,1 V R2: 139 K</p>
Pines (J1-11) A (J1-1)	Control inyector 4		 <p>Reference: Ch1 R : 110 K D2: 0,4 V</p>
(J1-18) A (J2-3)	Alimentación módulo de bobina CIL. 2 y 3		 <p>Reference: Ch1 Open Circuit</p>

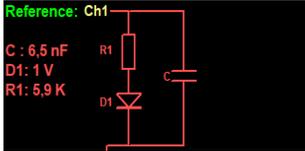
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
(J1-19) A (J2-3)	Control módulo de bobina CIL. 2 y 3		 Reference: Ch1 R : 9,0 K D2: 0,4 V
Pines (J1-19) A (J2-3)	Alimentación de módulo de bobinas CIL. 1 y 4		 Reference: Ch1 R : 72 K C : 13 nF D1: 0,9 V R1: 3,63 K
Pines (J1-19) A (J1-1)	Control del módulo de bobinas CIL. 1 y 4		 Reference: Ch1 R : 9,0 K D2: 0,4 V
(J2-13) A (J2-3)	Alimentación relé del compresor a/c		 Reference: Ch1 D1: 0,65 V R1: 4,72 K

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
Pines (J2-13) A (J1-1)	Control relé del compresor a/c		 Reference: Ch1 D2: 0,3 V
(J2-21) A (J2-6)	Voltaje de señal del sensor de oxígeno		 Reference: Ch1 R : 8,6 K C : 35 nF
(J2-31) A (J2-3)	Calefactor del sensor de oxígeno		 Reference: Ch1 R : 185 K C : 3,3 nF D1: 0,5 V R1: 5,8 K
(J2-23) A (J1-1)	Voltaje de señal del sensor VSS		 Reference: Ch1 D1: 1,85 V R1: 7,0 K D2: 0,65 V R2: 7,4 K

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
(J1-27) A (J1-32)	Voltaje de señal del sensor ECT		 <p>Reference: Ch1 R : 3,15 K C : 119 nF D1: 0,65 V R1: 1,61 K</p>
(J1-3) A (J1-32)	Voltaje de señal del sensor KS		 <p>Reference: Ch1 D1: 0,35 V R1: 9,2 K D2: 0,4 V</p>
(J1-7) A (J1-32)	Voltaje de señal del sensor TPS		 <p>Reference: Ch1 D1: 1,65 V R1: 5,0 K D2: 1,55 V R2: 5,1 K</p>
(J1-15) A (J1-32)	Voltaje de referencia del sensor TPS		 <p>Reference: Ch1 D1: 3,2 V D2: 0,6 V</p>

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
(J1-24) A (J1-16)	Voltaje de señal del sensor MAP		
(J1-31) A (J1-16)	Voltaje de referencia del sensor MAP		
(J1-21) A (J1-1)	Voltaje de señal del sensor CKP		
J1-1 y demás tierras) A (J1-6)	Voltaje de referencia del sensor CKP		

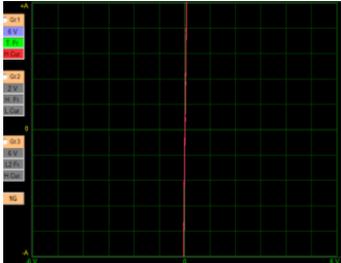
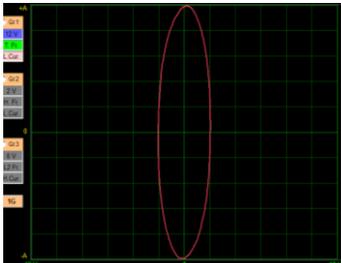
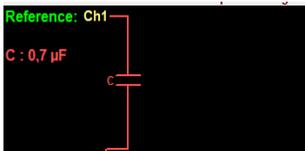
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
(J2-1) A (J2-22)	Voltaje de señal del sensor IAT		 Reference: Ch1 R: 1,85 K C: 346 nF D1: 0,85 V R1: 0,69 K
(J1-28 y J1-30)	Control válvula IAC (A)		 Reference: Ch1 D1: 0,6 V R1: 17,9 K D2: 0,95 V R2: 15,2 K
(J1-13, J1-29)	Control válvula IAC (B)		 Reference: Ch1 R: 21,2 K D1: 2,75 V R1: 1,47 K D2: 0,3 V R2: 2,51 K
(J2-10) A (J2-1)	Voltaje de señal ajuste CO		 Reference: Ch1 D1: 3,2 V D2: 0,6 V

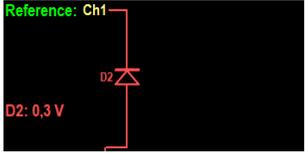
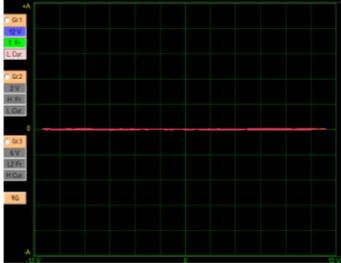
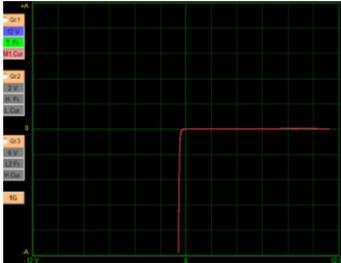
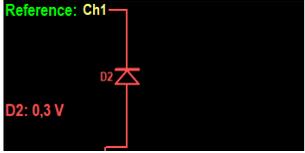
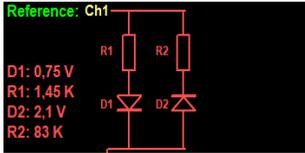
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
(J2-17) A (J2-1)	Voltaje de referencia ajuste CO		 Reference: Ch1 C : 6,5 nF D1: 1 V R1: 5,9 K

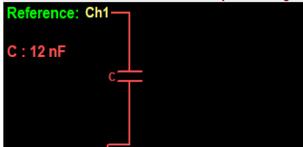
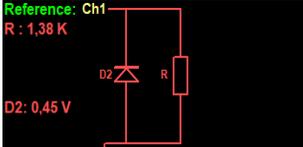
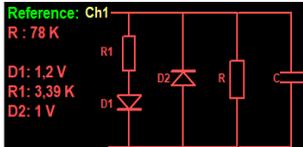
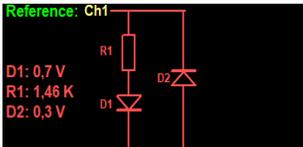
4.3.5. ECU Ford Bronco

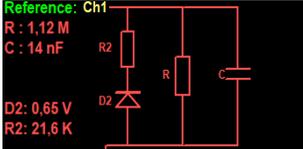
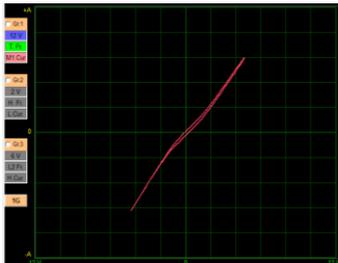
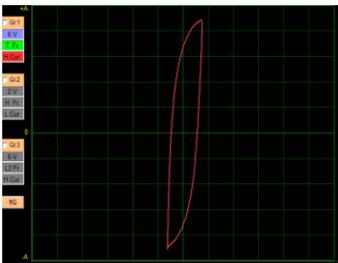
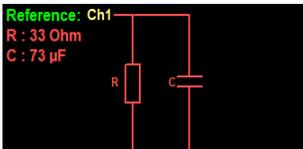
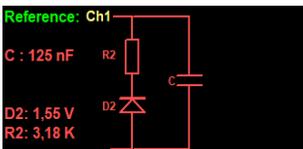
Tabla 149

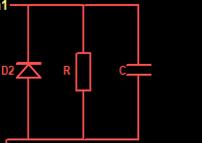
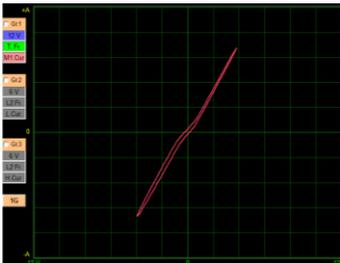
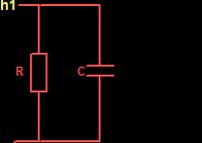
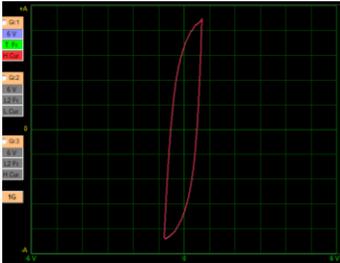
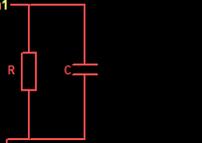
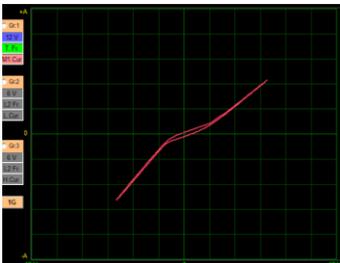
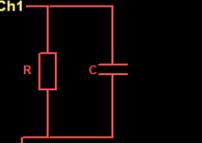
Obtención de imágenes de la ECU Ford Bronco

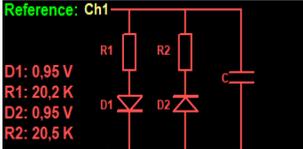
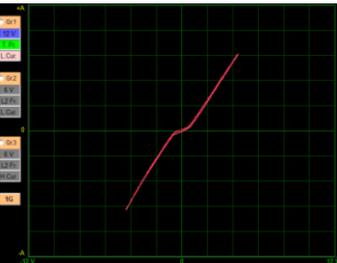
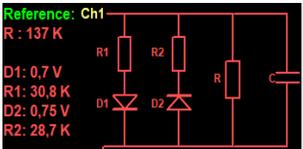
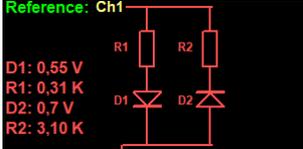
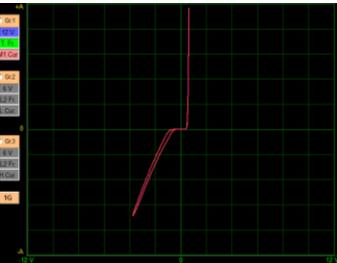
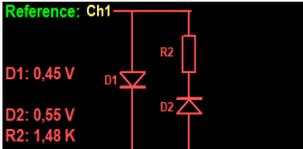
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
40,6	Tierras		 Reference: Ch1 R : 0 Short Circuit
20 y (40,60)	Tierras		 Reference: Ch1 C : 0,7 µF

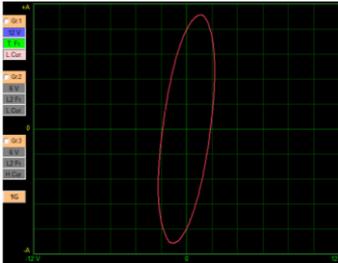
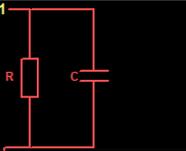
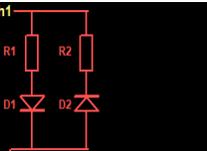
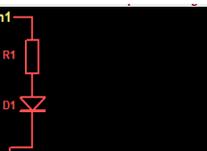
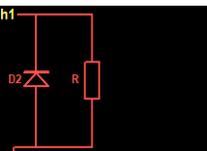
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
59 y 40	Control inyectores cilindros 2 y 3		 Reference: Ch1 D2: 0,3 V
58 y 37	Alimentación inyectores cilindros 1 y 4		 Reference: Ch1 Open Circuit
58 y 40	Control inyectores cilindros 1 y 4		 Reference: Ch1 D2: 0,3 V
31 y 37	Alimentación de la válvula cánister		 Reference: Ch1 D1: 0,75 V R1: 1,45 K D2: 2,1 V R2: 83 K

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
3 y 40	Señal VSS		 <p>Reference: Ch1 C : 12 nF</p>
3 y 37	Referencia del sensor VSS		 <p>Reference: Ch1 R : 1,38 K D2: 0,45 V</p>
22 y 1	Alimentación de la bomba de combustible		 <p>Reference: Ch1 R : 78 K D1: 1,2 V R1: 3,39 K D2: 1 V</p>
22 y 40	Control de la bomba de combustible		 <p>Reference: Ch1 D1: 0,7 V R1: 1,46 K D2: 0,3 V</p>

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
29 a 49	Señal del sensor de oxígeno		 <p>Reference: Ch1 R : 1,12 M C : 14 nF D2: 0,65 V R2: 21,6 K</p>
8 y 40	Calefactor sensor de oxígeno		 <p>Reference: Ch1 R : 2,36 K</p>
46 y 26	Voltaje referencia TPS		 <p>Reference: Ch1 R : 33 Ohm C : 73 μF</p>
46 y 47	Voltaje de señal TPS		 <p>Reference: Ch1 C : 125 nF D2: 1,55 V R2: 3,18 K</p>

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
46 a (7)	Voltaje de señal ECT		<p>Reference: Ch1 R : 15,5 K C : 111 nF</p> <p>D2: 1,2 V</p> 
46 a (45)	Voltaje de señal MAP		<p>Reference: Ch1 R : 1,83 K C : 106 nF</p> 
46 a (26)	Voltaje de referencia MAP		<p>Reference: Ch1 R : 35 Ohm C : 66 µF</p> 
48 a (17)	Conector de diagnóstico		<p>Reference: Ch1 R : 3,92 K C : 52 nF</p> 

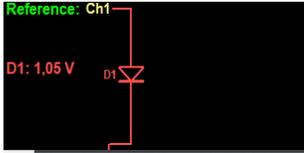
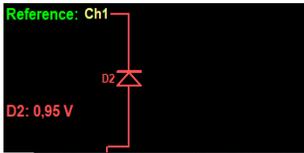
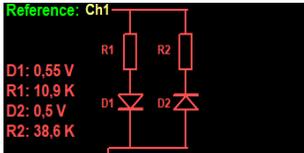
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
4 y 40	Control de ignición		 <p>Reference: Ch1 D1: 0,95 V R1: 20,2 K D2: 0,95 V R2: 20,5 K</p>
56 a (16)	Voltaje de señal CKP		 <p>Reference: Ch1 R: 137 K D1: 0,7 V R1: 30,8 K D2: 0,75 V R2: 28,7 K</p>
36 a (16)	Voltaje de referencia CKP		 <p>Reference: Ch1 D1: 0,55 V R1: 0,31 K D2: 0,7 V R2: 3,10 K</p>
21 a (37)	Válvula ISC o IAC		 <p>Reference: Ch1 D1: 0,45 V D2: 0,55 V R2: 1,48 K</p>

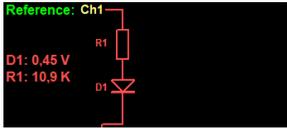
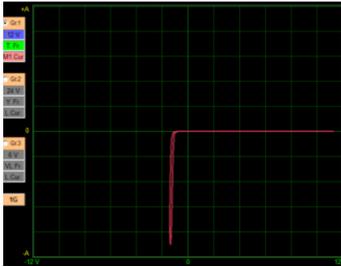
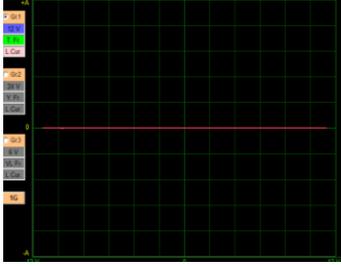
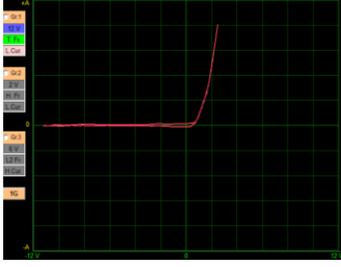
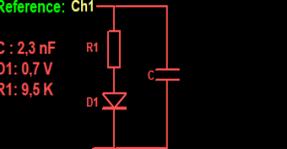
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
20 a 23	Sensor KS2		<p>Reference: Ch1 R : 19,2 K C : 0,5 μF</p> 
10 a 40	Señal del A/C		<p>Reference: Ch1 D1: 0,75 V R1: 1,45 K D2: 2,1 V R2: 83 K</p> 
54 y 57	Alimentación relé A/C		<p>Reference: Ch1 R1: 1,1 V R1: 1,33 K</p> 
54 y 40	Control relé A/C		<p>Reference: Ch1 R : 94 K D2: 0,4 V</p> 

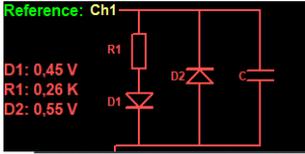
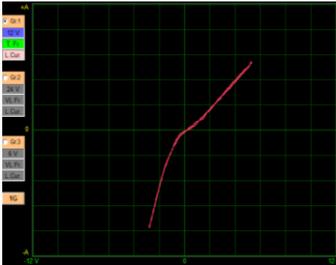
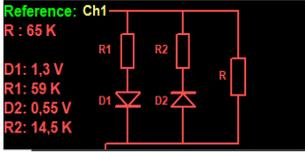
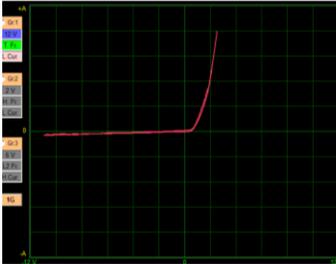
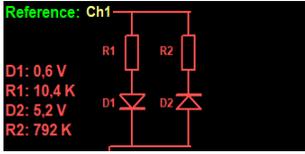
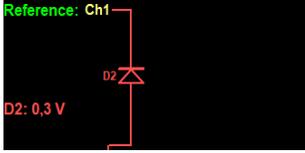
4.3.6. ECU Gran Vitara

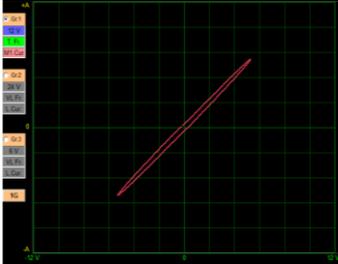
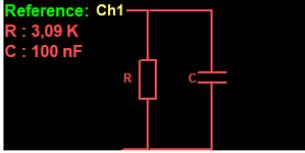
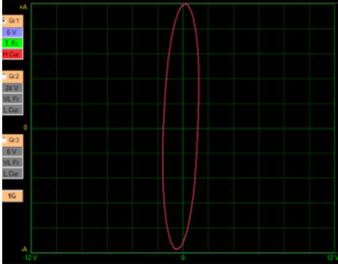
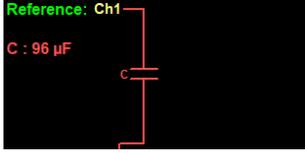
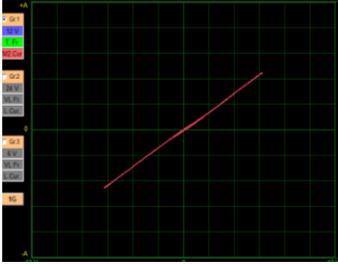
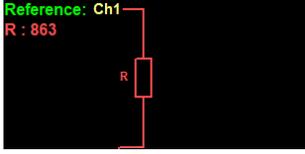
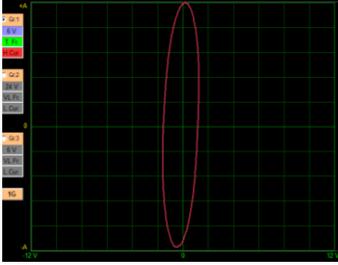
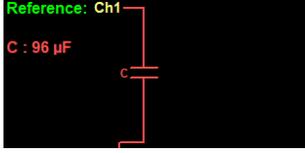
Tabla 150

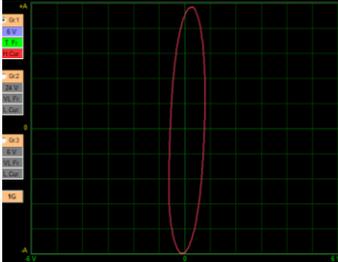
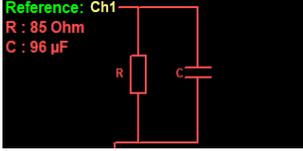
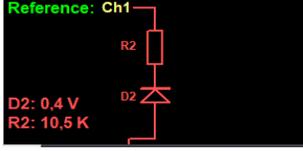
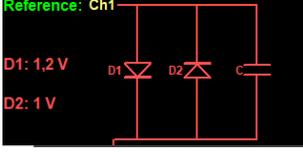
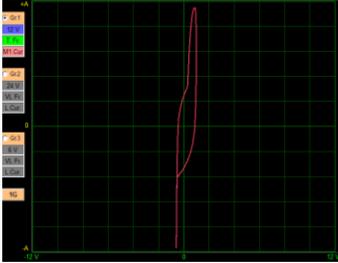
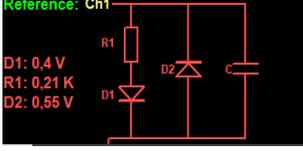
Obtención de imágenes de la ECU Gran Vitara

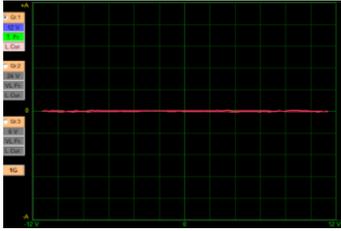
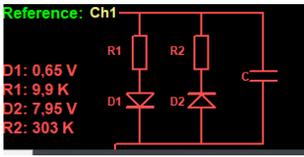
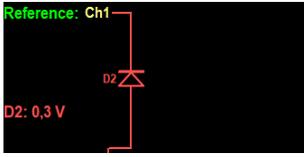
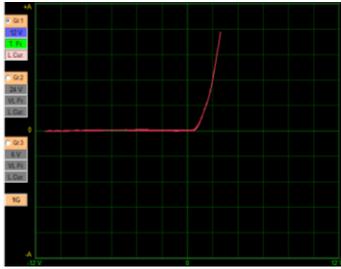
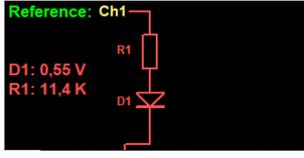
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A23 Y B4	Alimentación del relé de la bomba de combustible		
A23 y B6	Relé de combustible		
B20 A (D21, D22, D23 y D24)	Alimentación de bobinas CIL. 1, 2, 3 y 4 (todas graficas iguales respectivamente)		

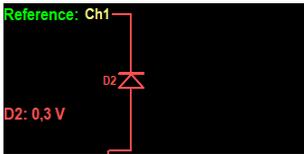
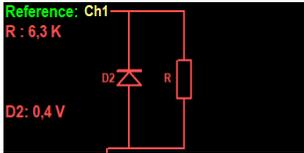
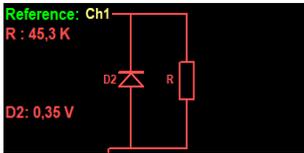
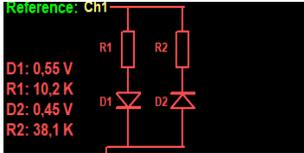
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A7 Y B20	Alimentación luz MIL		 Reference: Ch1 D1: 0,45 V R1: 10,9 K
A7 Y B17	Control luz mil		 Reference: Ch1 D2: 0,3 V
B11 Y B24	Sensor de oxígeno (averiado)		 Reference: Ch1 Open Circuit
D4 Y B20	Calentador H2O		 Reference: Ch1 C: 2,3 nF D1: 0,7 V R1: 9,5 K

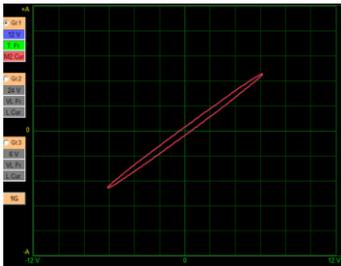
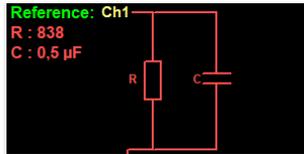
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
A1 Y A24	Voltaje de referencia ajuste CO		 Reference: Ch1 D1: 0,45 V R1: 0,26 K D2: 0,55 V
B20 Y (A16)	Interruptor del ventilador calentador		 Reference: Ch1 R : 65 K D1: 1,3 V R1: 59 K D2: 0,55 V R2: 14,5 K
B20 A (A22)	Relé ventilador A/C		 Reference: Ch1 D1: 0,6 V R1: 10,4 K D2: 5,2 V R2: 792 K
B6 Y A22	Control relé ventilador a/c		 Reference: Ch1 D2: 0,3 V

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
D26 A (D28)	Voltaje de señal CMP		
D28 A (B4)	Voltaje de referencia CMP		
B5 A (B10)	Voltaje de señal MAF		
B5 A (B4)	Voltaje de referencia MAF		

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
D25 A (B6)	Voltaje de referencia VSS		 <p>Reference: Ch1 R : 85 Ohm C : 96 μF</p>
D25 A (A6)	Tacómetro		 <p>Reference: Ch1 D2: 0,4 V R2: 10,5 K</p>
B21 A (B9)	Voltaje de señal TPS		 <p>Reference: Ch1 D1: 1,2 V D2: 1 V</p>
B21 A (B13)	Voltaje de referencia TPS		 <p>Reference: Ch1 D1: 0,4 V R1: 0,21 K D2: 0,55 V</p>

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B2 A (B23)	Voltaje de señal ECT (ojo)		
B20 A (D1, D2, D8 y D9)	Alimentación de los inyectores CIL. 1, 2, 3 y 4		
PINES B6 Y (D1, D2, D8 y D9)	Control de inyectores CIL. 1, 2, 3 y 4 (las 4 imágenes de los inyectores son iguales)		
B20 A (D10, D11, D12 y D3)	Alimentación de las válvulas IAC bobinas 1, 2, 3 y 4		

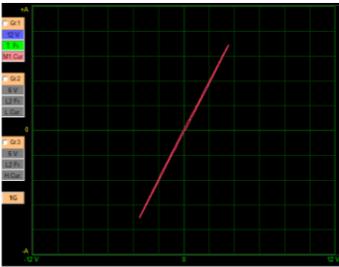
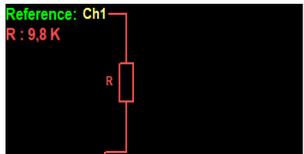
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
B6 A (D10, D11, D12 y D3)	Control válvula IAC bobinas 1, 2, 3 y 4 (imágenes son iguales a excepción D3)		 Reference: Ch1 D2: 0,3 V
D3 CON B6	Control defectuoso bobina 4 válvula IAC		 Reference: Ch1 R : 6,3 K D2: 0,4 V
B20 A (D13, D14, D15 y D16)	Válvula EGR bobinas 1, 2, 3 y 4		 Reference: Ch1 R : 45,3 K D2: 0,35 V
PINES B6 A (D13, D14, D15 y D16)	Control válvula EGR bobinas 1, 2, 3 y 4 (todas las imágenes iguales, están en buen estado)		 Reference: Ch1 D1: 0,55 V R1: 10,2 K D2: 0,45 V R2: 38,1 K

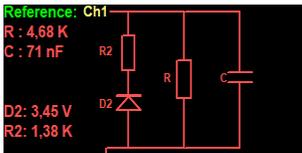
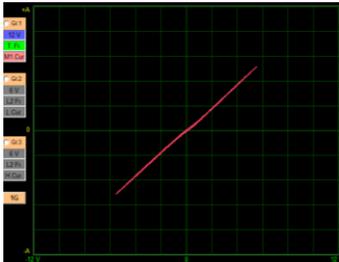
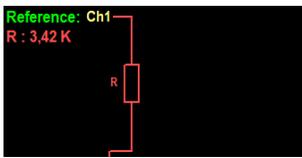
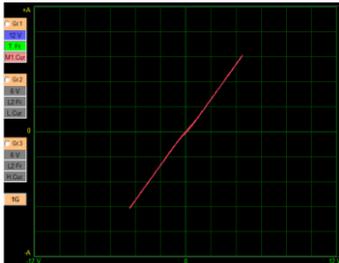
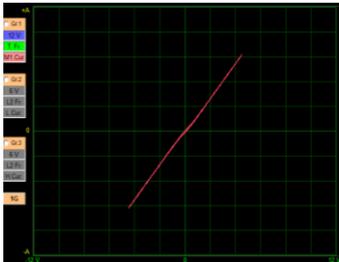
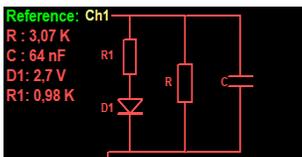
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
D17 Y B6	Control válvula purga EVAP		

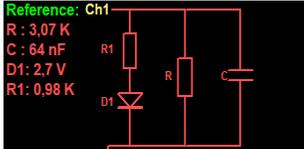
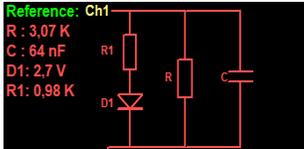
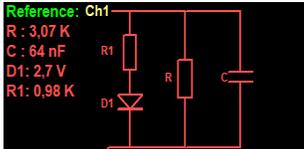
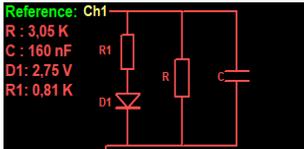
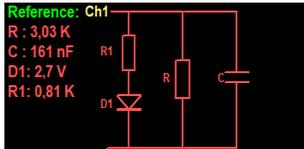
4.3.7. ECU Cummins Celect Plus

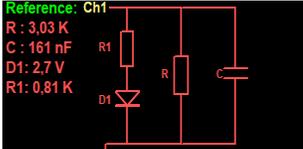
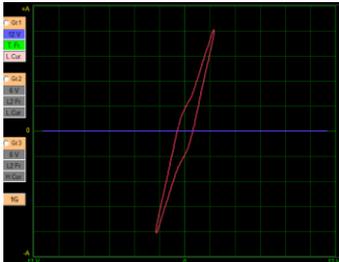
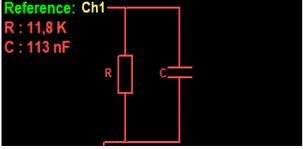
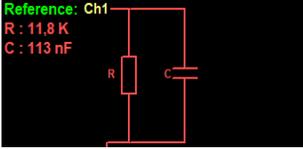
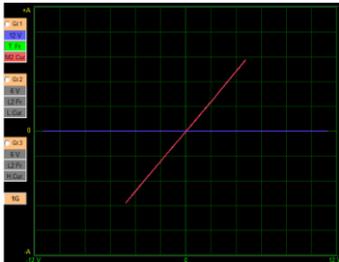
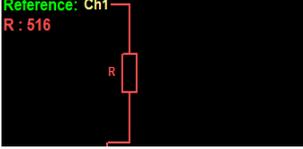
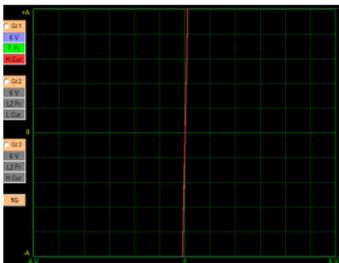
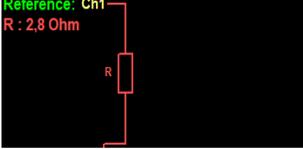
Tabla 151

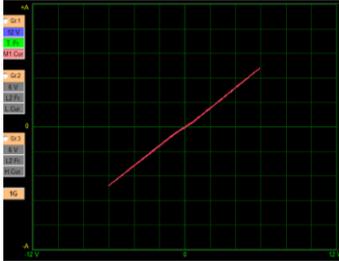
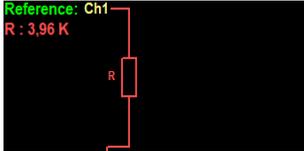
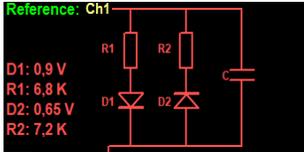
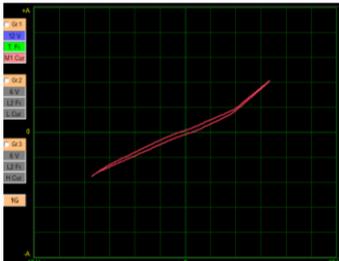
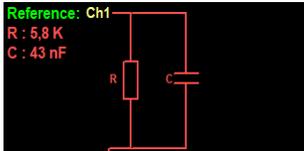
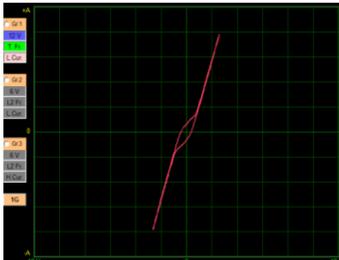
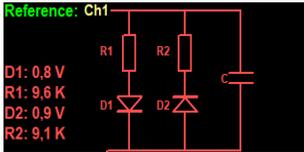
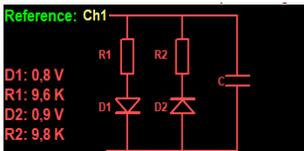
Obtención de imágenes de la ECU Cummins Celect Plus

Sección A			
Terminales	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
14 y 11	Señal 2 de posición del motor		
15 y 1	Señal 1 de posición del motor		

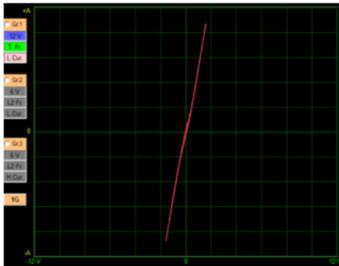
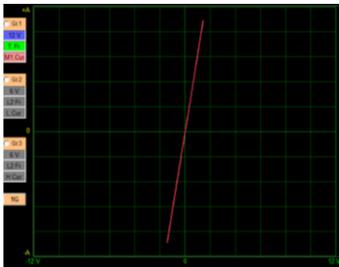
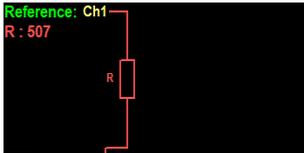
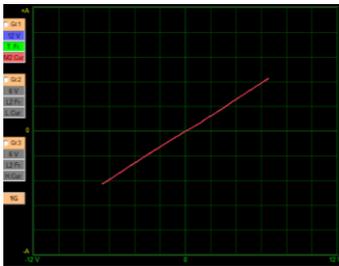
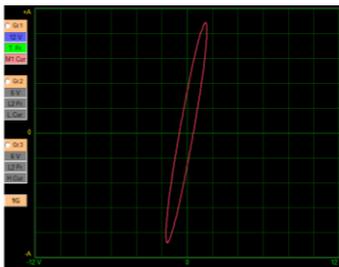
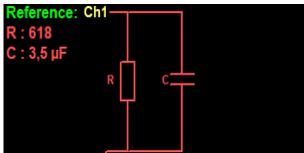
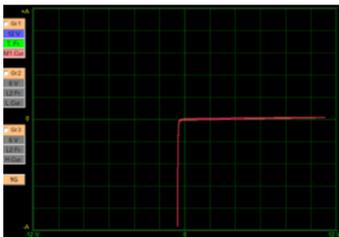
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
12 y 17	Señal de la temperatura del refrigerante ECT		 Reference: Ch1 R : 4,68 K C : 71 nF D2: 3,45 V R2: 1,38 K
12 y 24	Señal de la temperatura del aire ambiente IAT		 Reference: Ch1 R : 3,42 K
12 y 25	Señal de la temperatura del aire de múltiple MAT		 Reference: Ch1 R : 2,32 K
12 y 6	Señal de la temperatura del aceite del motor EOT		 Reference: Ch1 R : 2,31 K
2 y 13	Voltaje de referencia presión del múltiple de admisión MAP		 Reference: Ch1 R : 3,07 K C : 64 nF D1: 2,7 V R1: 0,98 K

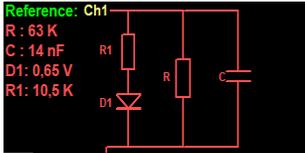
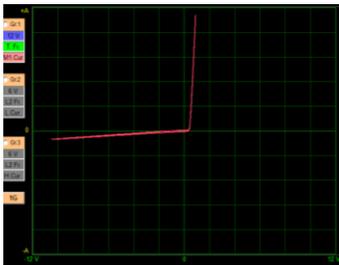
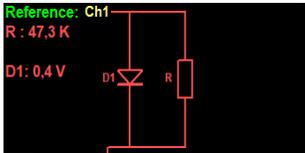
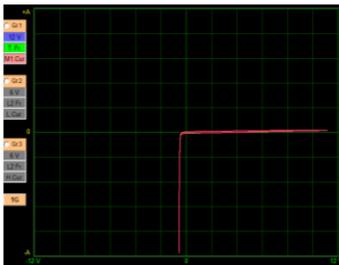
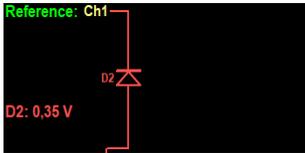
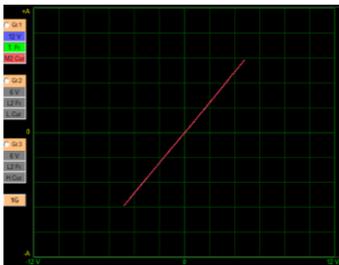
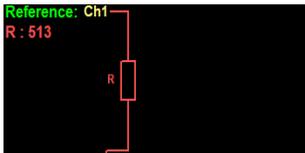
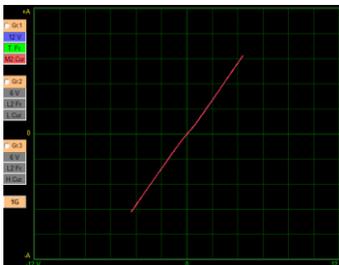
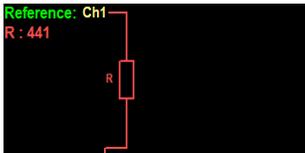
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
2 y 13	Voltaje de referencia presión del aire de ambiente IAP		 Reference: Ch1 R: 3,07 K C: 64 nF D1: 2,7 V R1: 0,98 K
2 y 13	Voltaje de referencia presión de aceite del motor EOP		 Reference: Ch1 R: 3,07 K C: 64 nF D1: 2,7 V R1: 0,98 K
2 y 13	Voltaje de referencia nivel del refrigerante		 Reference: Ch1 R: 3,07 K C: 64 nF D1: 2,7 V R1: 0,98 K
26 y 13	Señal presión del múltiple de admisión MAP		 Reference: Ch1 R: 3,05 K C: 160 nF D1: 2,75 V R1: 0,81 K
13 y 27	Señal presión del aire de ambiente IAP		 Reference: Ch1 R: 3,03 K C: 161 nF D1: 2,7 V R1: 0,81 K

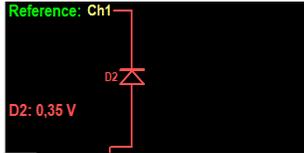
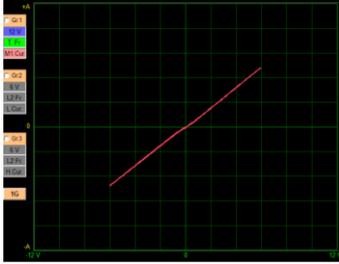
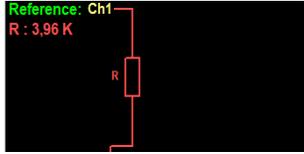
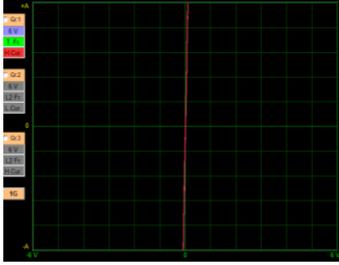
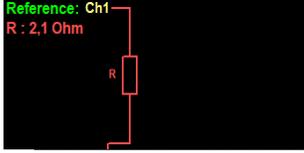
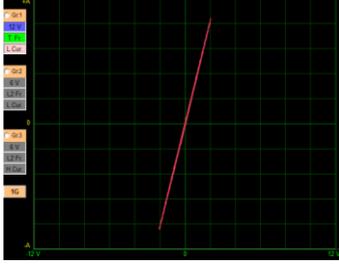
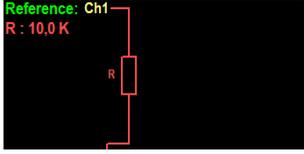
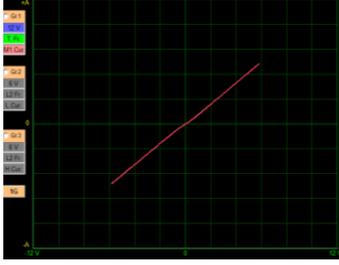
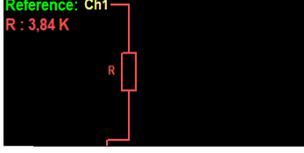
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
13 y 7	Señal presión de aceite del motor EOP		 Reference: Ch1 R : 3,03 K C : 161 nF D1: 2,7 V R1: 0,81 K
13 y 18	Señal nivel alto de refrigerante		 Reference: Ch1 R : 11,8 K C : 113 nF
13 y 9	Señal nivel bajo de refrigerante		 Reference: Ch1 R : 11,8 K C : 113 nF
10 y 20	Enlace de datos de control j1939		 Reference: Ch1 R : 516
10b y 16a	Señal de prueba de diagnóstico		 Reference: Ch1 R : 2,8 Ohm

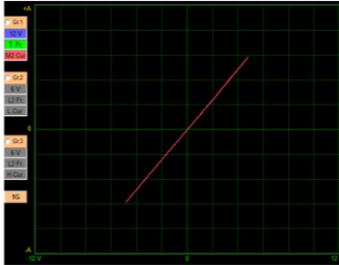
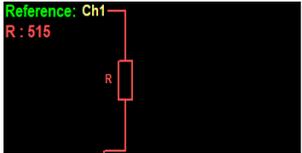
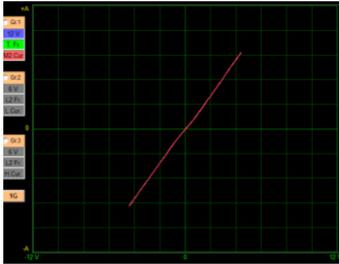
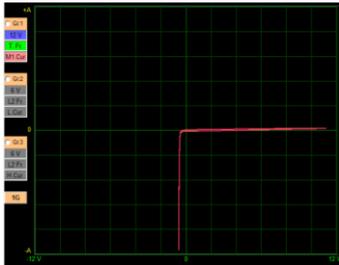
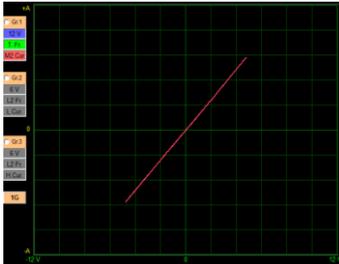
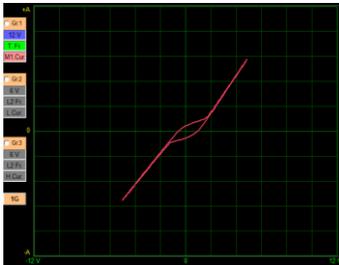
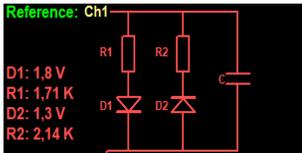
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
10b y 19a	Señal de ventilador manual		 Reference: Ch1 R : 3,96 K
10b y 3a	Señal de interruptor de presión de freón		 Reference: Ch1 D1: 0,9 V R1: 6,8 K D2: 0,65 V R2: 7,2 K
5 y 23	Enlace de datos de control j1922		 Reference: Ch1 R : 5,8 K C : 43 nF
4 y 22	Enlace de datos de la hta. De servicio j1587		 Reference: Ch1 D1: 0,8 V R1: 9,6 K D2: 0,9 V R2: 9,1 K
8 y 22	Señal de desactivación j1587		 Reference: Ch1 D1: 0,8 V R1: 9,6 K D2: 0,9 V R2: 9,8 K

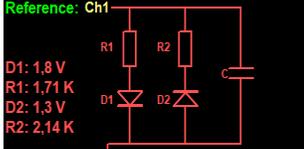
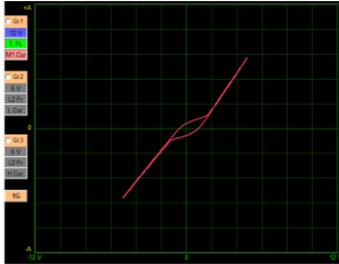
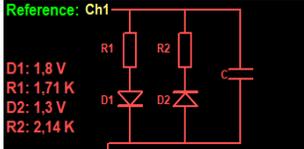
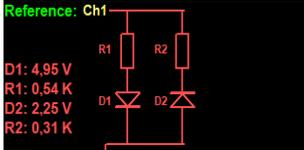
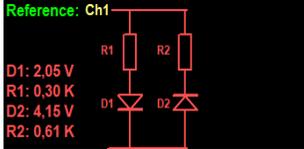
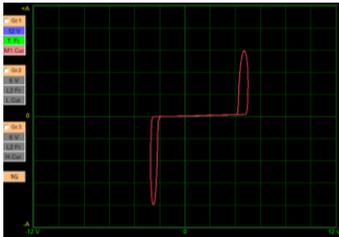
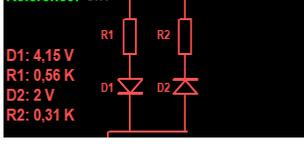
Sección B

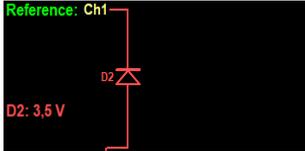
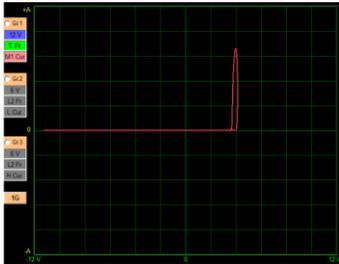
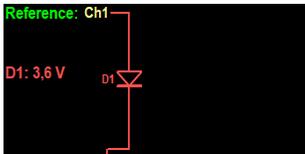
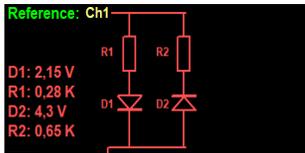
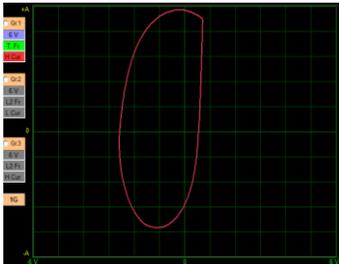
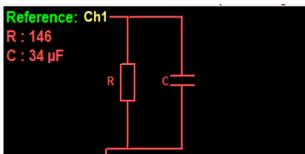
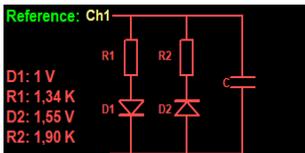
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
3 y 7	Señal del sensor de velocidad del vehículo VSS		
15 y 10	Señal de activación remota		
27 y 8	Enlace de datos del vehículo j1587		
17b y 27c	Señal digital del tacómetro		
10 y 20	Señal de bloqueo del acelerador/caída alterna		

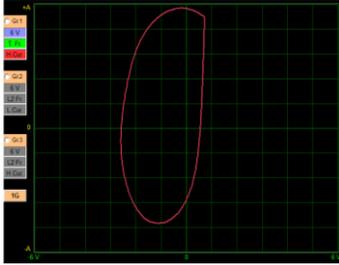
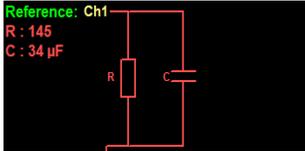
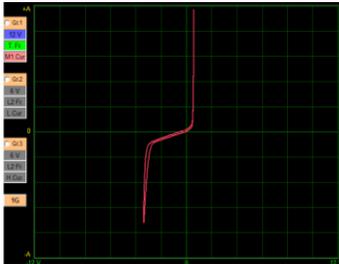
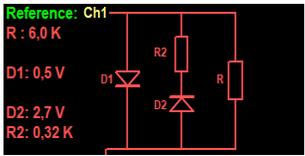
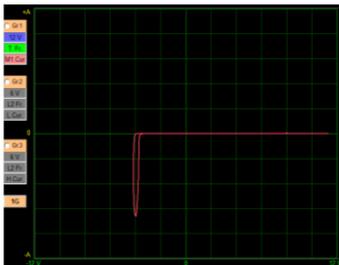
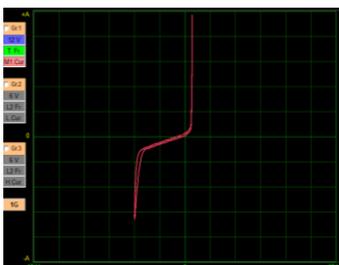
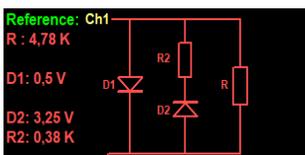
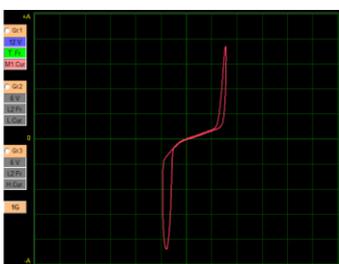
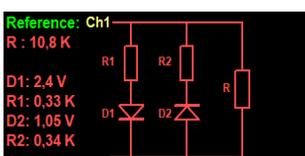
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
19 y 18	Voltaje de referencia de la posición del acelerador app		 Reference: Ch1 R: 63 K C: 14 nF D1: 0,65 V R1: 10,5 K
19 y 11	Señal de la posición del acelerador app		 Reference: Ch1 R: 47,3 K D1: 0,4 V
10 y 9	Señal de validación de ralentí fuera de ralentí		 Reference: Ch1 D2: 0,35 V
10 y 6	Señal de validación de ralentí en ralentí		 Reference: Ch1 R: 513
10 y 4	Señal de embrague		 Reference: Ch1 R: 441

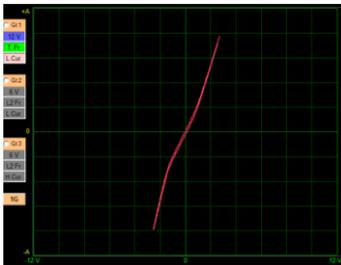
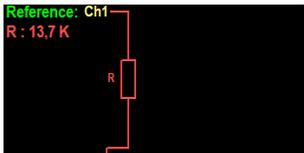
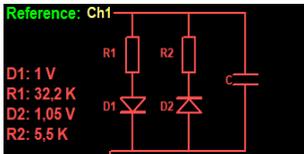
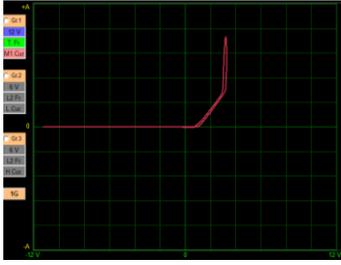
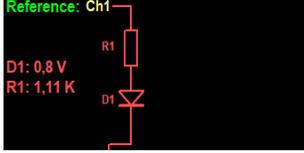
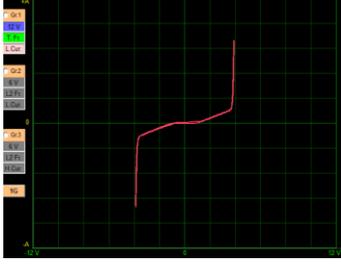
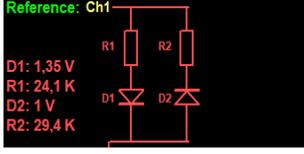
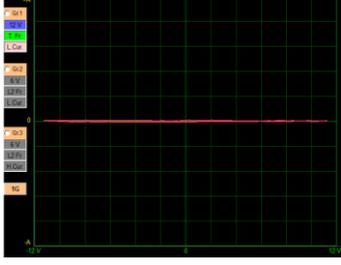
Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
10 y 13	Señal de freno de servicio		 Reference: Ch1 D2: 0,35 V
10 y 21	Señal de torque alterno		 Reference: Ch1 R : 3,96 K
10 y 22	Señal de control de crucero 1		 Reference: Ch1 R : 2,1 Ohm
10 y 12	Señal de control de crucero 2		 Reference: Ch1 R : 10,0 K
10 y 2	Señal de control de crucero 3		 Reference: Ch1 R : 3,84 K

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
10 y 5	Señal del selector 1 del freno de motor		
10 y 28	Señal del selector 2 del freno de motor		
10 y 23	Señal de disminución de ralentí/diagnóstic o		
10 y 14	Señal de incremento de ralentí/diagnóstic o		
22c y 16b	Lámpara roja de diagnóstico		

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
22c y 25b	Lámpara amarilla de diagnóstico		<p>Reference: Ch1</p> <p>D1: 1,8 V R1: 1,71 K D2: 1,3 V R2: 2,14 K</p> 
22c y 1b	Lámpara de protección del motor		<p>Reference: Ch1</p> <p>D1: 1,8 V R1: 1,71 K D2: 1,3 V R2: 2,14 K</p> 
Sección C			
26 y (27 o 25)	Alimentación de cierre de combustible		<p>Reference: Ch1</p> <p>D1: 4,95 V R1: 0,54 K D2: 2,25 V R2: 0,31 K</p> 
9 y 26	Señal de interruptor de la llave de encendido		<p>Reference: Ch1</p> <p>D1: 2,05 V R1: 0,30 K D2: 4,15 V R2: 0,61 K</p> 
7 y (27 o 25)	Alimentación de embrague de ventilador 1		<p>Reference: Ch1</p> <p>D1: 4,15 V R1: 0,56 K D2: 2 V R2: 0,31 K</p> 

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
17 y (27 o 25)	Alimentación de embrague de ventilador 2		 Reference: Ch1 D2: 3,5 V
19 y (27 o 25)	Conjunto 1 bobina del freno de motor		 Reference: Ch1 D1: 3,6 V
18 y (27 o 25)	Conjunto 2 bobina del freno de motor		 Reference: Ch1 D1: 2,15 V R1: 0,28 K D2: 4,3 V R2: 0,65 K
23 y (27 o 25)	Alimentación de batería sin interruptor		 Reference: Ch1 R: 146 C: 34 µF
22 y (27 o 25)	Alimentación de batería sin interruptor		 Reference: Ch1 D1: 1 V R1: 1,34 K D2: 1,55 V R2: 1,90 K

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
21 y (27 o 25)	Alimentación de batería sin interruptor		 Reference: Ch1 R: 145 C: 34 μ F
20 y (27 o 25)	Alimentación de batería sin interruptor		 Reference: Ch1 R: 6,0 K D1: 0,5 V D2: 2,7 V R2: 0,32 K
8 y (27 o 25)	Alimentación relé motor de arranque		 Reference: Ch1 D2: 3,55 V
8 y (27 o 25)	Alimentación de paro de accesorios del vehículo		 Reference: Ch1 R: 4,78 K D1: 0,5 V D2: 3,25 V R2: 0,38 K
1 y 10	inyector cilindro 1		 Reference: Ch1 R: 10,8 K D1: 2,4 V R1: 0,33 K D2: 1,05 V R2: 0,34 K

Terminal	Función	Figura de Lissajous	Circuito equivalente
2 y 11	Inyector cilindro 5		 Reference: Ch1 R: 13,7 K
3 y 12	Inyector cilindro 3		 Reference: Ch1 D1: 1 V R1: 32,2 K D2: 1,05 V R2: 5,5 K
4 y 13	Inyector cilindro 6		 Reference: Ch1 D1: 0,8 V R1: 1,11 K
5 y 14	Inyector cilindro 2		 Reference: Ch1 D1: 1,35 V R1: 24,1 K D2: 1 V R2: 29,4 K
6 y 15	Inyector cilindro 4 (sin señal)		 Reference: Ch1 Open Circuit

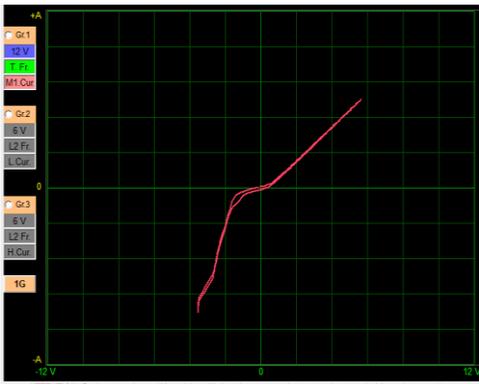
4.4. Comparación de imágenes de las computadoras diagnosticadas

Se realiza la comparación de las imágenes defectuosas entre las computadoras en buen y mal estado, y a su vez entre las imágenes de la misma computadora.

4.4.1. Imágenes defectuosas del ECU Chrysler Sbec II

Tabla 152

Comparación de imágenes para el diagnóstico de la ECU Chrysler Sbec III

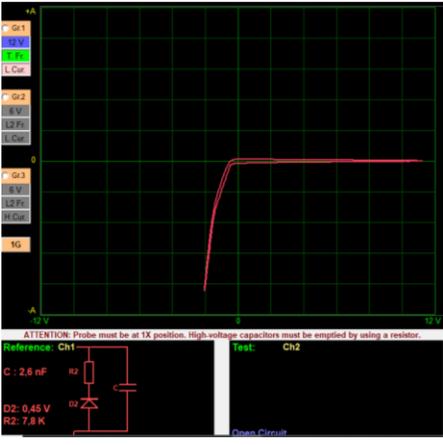
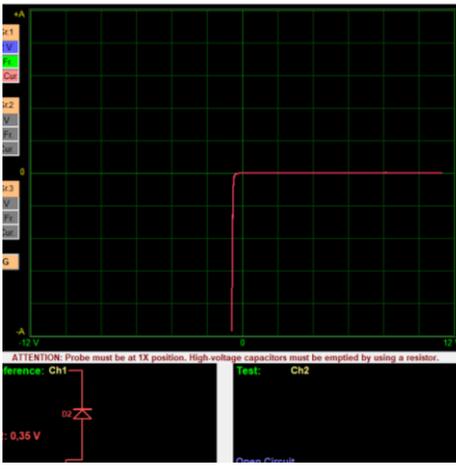
Imagen defectuosa	Imagen Patrón
<p>Pines 18 y 46 Calefactor sensor de oxígeno 1 (inestable)</p>	<p>Pines 9 y 11 (Jeep Cherokee) Calefactor sensor de oxígeno</p>
 <p>Reference: Ch1 C: 1.1 nF</p> <p>Test: Ch2</p>	 <p>Reference: Ch1 R: 3.56 K C: 26 nF</p> <p>D2: 1 V R2: 1.23 K</p> <p>Open Circuit</p>

En el diagnóstico de la ECU Chrysler se presentó una falla en el circuito del calefactor del sensor EGO 1, donde la imagen dio como resultado una línea horizontal inestable. En nuestra base de datos se encontró la imagen patrón del calefactor en la ECU Jeep Cherokee.

4.4.2. Imágenes defectuosas de la ECU Jeep Cherokee

Tabla 153

Comparación de imágenes para el diagnóstico de la ECU Jeep Cherokee

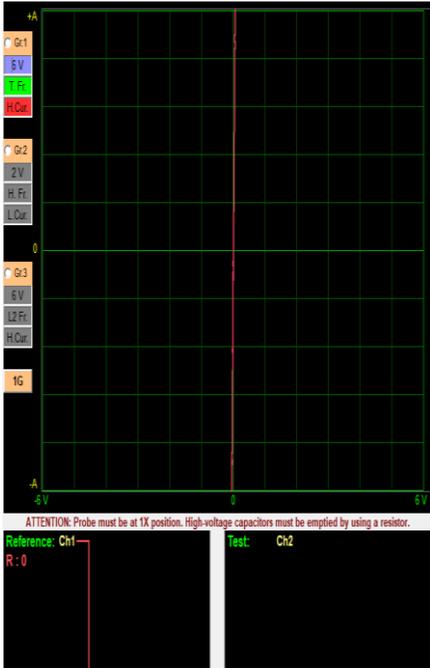
Imagen defectuosa	Imagen Patrón
<p>Pines 9 y 15 Conductor inyector 2 alimentación (averiado)</p>	<p>Pines 9 y 14 Conductor inyector 3 alimentación (Jeep Cherokee)</p>
	
<p>Pines 15 y (tierras 11,12,5) Conductor inyector 2 control (averiado)</p>	<p>14 y (tierras 11,12,5) Conductor inyector 3 control (Jeep Cherokee)</p>
	

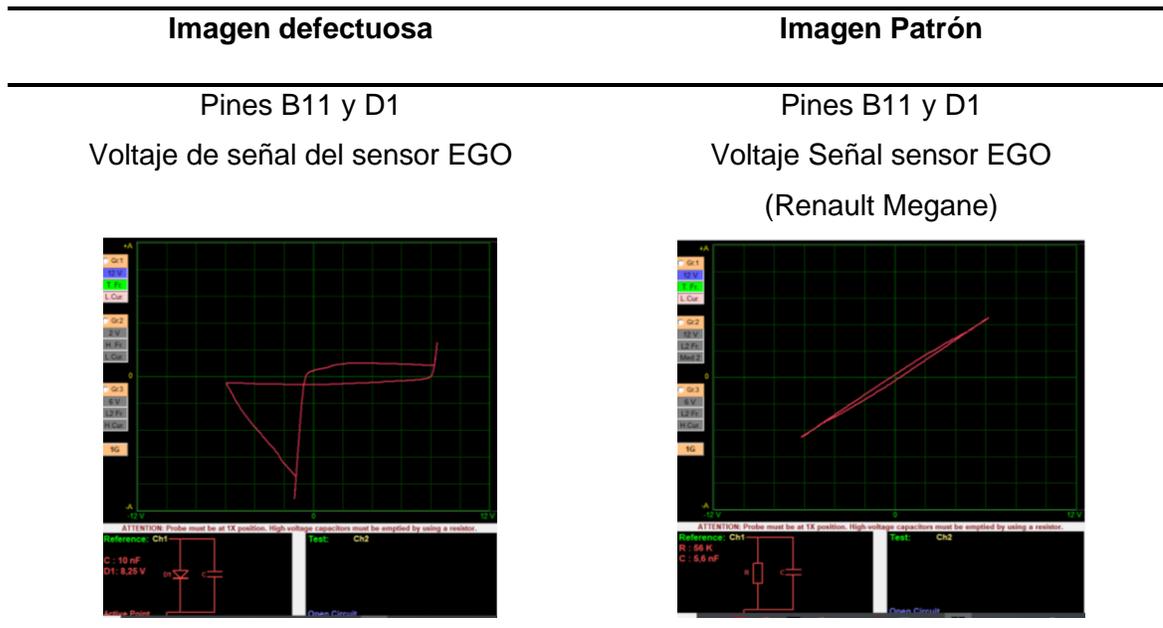
En el diagnóstico de la ECU Jeep Cherokee se presentó una falla en el circuito de alimentación y de control del inyector 2, donde la imagen dio como resultado una línea horizontal que se asume como un circuito abierto. En nuestra base de datos se encontró la imagen patrón del inyector en la misma ECU, los demás inyectores presentaban la misma imagen patrón.

4.4.3. Imágenes defectuosas de la ECU Corsa

Tabla 154

Comparación de imágenes para el diagnóstico de la ECU corsa

Imagen defectuosa	Imagen Patrón
Pines B10 con las otras tierras Presenta interferencias	Pines D1, A12 Tierras
	



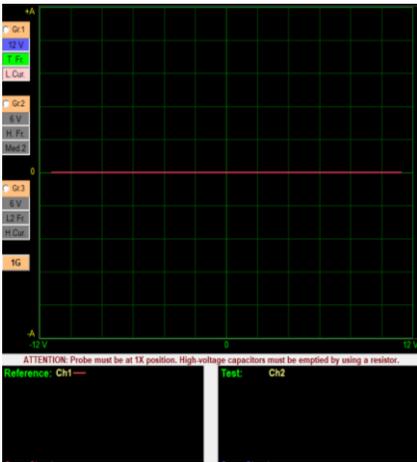
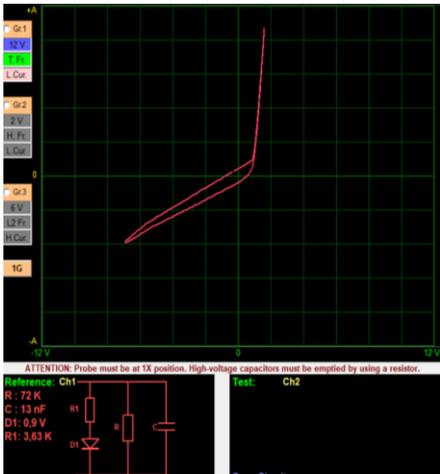
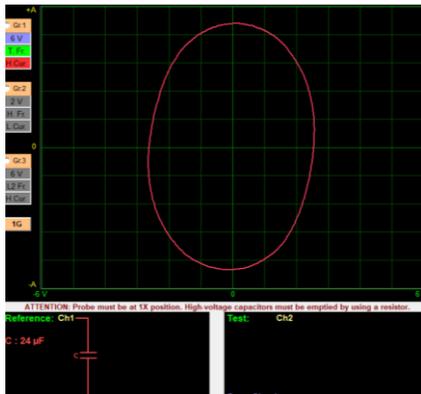
En el diagnóstico de la ECU Corsa se presentó falla en el circuito que conecta las masas de computadora, donde dos masas presentaban continuidad y la otra presentaba interferencia. Para realizar el control de masa de algunos actuadores y sensores había que utilizar las masa que presentaban continuidad.

En el circuito de voltaje de señal del sensor EGO presentaba una imagen incoherente, se puede asumir la interferencia de otros elementos electrónicos. En nuestra base de datos se encontró la imagen patrón de este circuito en la ECU Renault Megane.

4.4.4. Imágenes defectuosas de la ECU Luv D Max

Tabla 155

Comparación de imágenes para el diagnóstico de la ECU Luv D Max

Imagen defectuosa	Imagen Patrón
<p>Pines (J1-18) A (J2-3) Alimentación módulo de bobina CIL. 2 y 3</p>	<p>Pines (J1-19) A (J2-3) Alimentación módulo de bobina CIL. 1 y 4 (Luv D Max)</p>
	
<p>Pines (J1-31) A (J1-16) Voltaje de referencia sensor MAP</p>	<p>Pines 50 y 13 Voltaje referencia sensor MAP (ECU Spark)</p>
	

El diagnóstico de la ECU D Max presenta falla en el circuito de la alimentación de la bobina del cilindro 2 y 3, donde se presenta un circuito abierto. La comparación se realiza con la misma computadora del circuito del cilindro 1 y 4.

En el circuito de referencia del sensor MAP presenta un cortocircuito debido a que la imagen se presenta como una línea vertical, la comparación se realiza con la ECU Spark en el circuito de referencia del sensor MAP, donde la imagen patrón da como resultado una elipse.

En el circuito de control de la válvula IAC B, presenta una interferencia debido a una falla en uno de los elementos de esta línea. La comparación de este de este circuito se realiza con el circuito de la otra válvula IAC A de la misma computadora.

4.4.5. Imágenes defectuosas de la ECU Ford Bronco

Tabla 156

Comparación de imágenes para el diagnóstico de la ECU Ford Bronco

Imagen defectuosa	Imagen Patrón
Pines 58 y 37	Pines 59 37
Alimentación inyectores cilindros 1 y 4	Alimentación inyectores cilindros 2 y 3 (Ford Bronco)
 <p data-bbox="363 1774 781 1866">Reference: Ch1 Test: Ch2</p>	 <p data-bbox="932 1774 1369 1866">Reference: Ch1 Test: Ch2</p>

El diagnóstico de la ECU Ford Bronco presenta falla en el circuito de la alimentación de los inyectores del cilindro 1 y 4, donde se presenta un circuito abierto. La comparación se realiza con la misma computadora del circuito del cilindro 1 y 4.

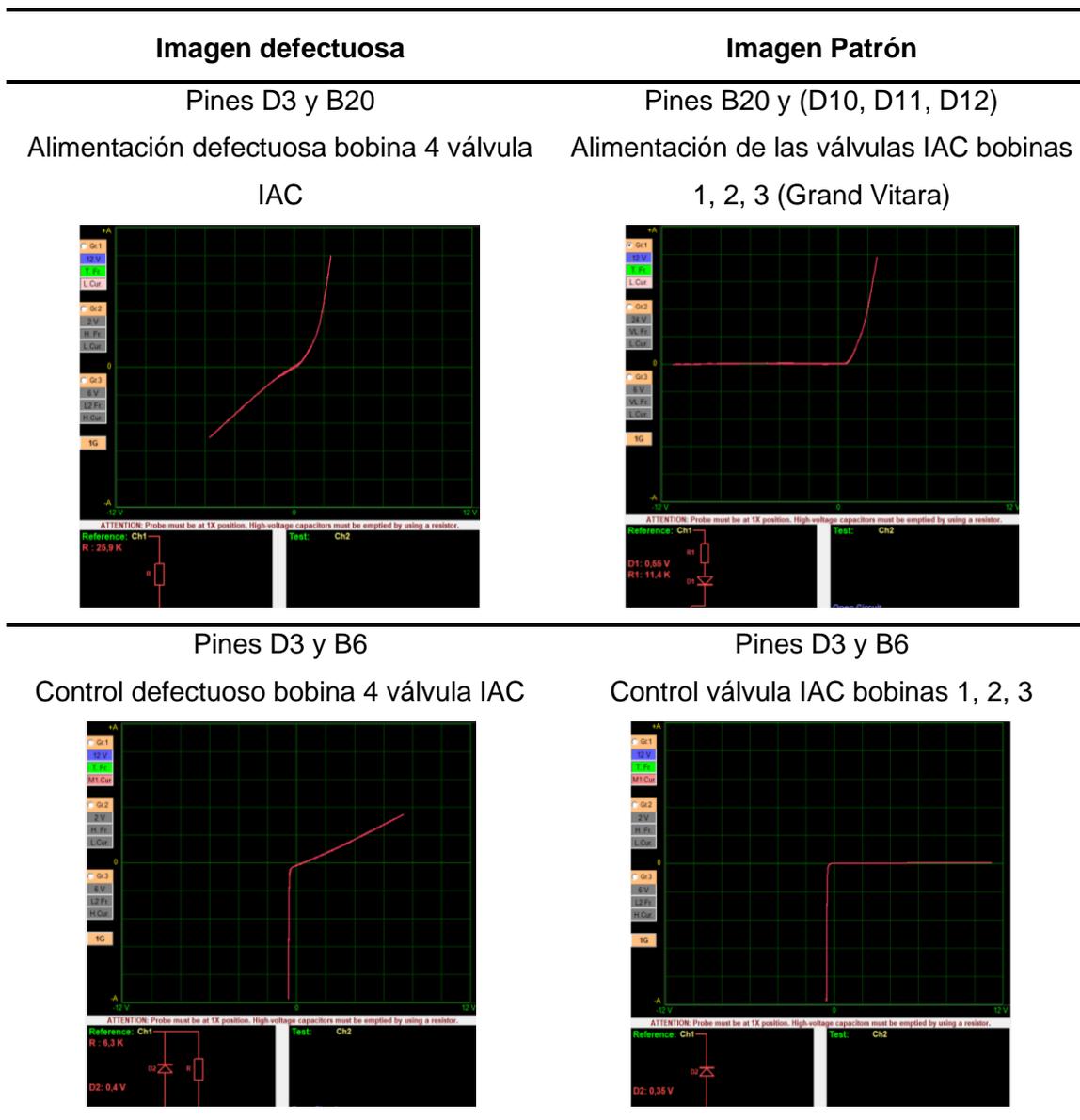
En el circuito de entrada del sensor de detonación KS1 se presenta como abierto. La comparación se realiza con la misma computadora en el circuito del sensor KS2, donde la imagen patrón se presenta como una elipse.

4.4.6. Imágenes defectuosas de la ECU Grand Vitara

Tabla 157

Comparación de imágenes para el diagnóstico de la ECU Grand Vitara

Imagen defectuosa	Imagen Patrón
<p>Pines B11 y B24 Sensor de oxígeno (averiado)</p>	<p>Pines 80 y 45 Señal sensor EGO (Renault Megane)</p>



El diagnóstico de la ECU Grand Vitara presenta falla en el circuito de entrada para el voltaje de señal del sensor de oxígeno, donde se presenta un circuito abierto. La comparación se realiza con la imagen patrón de la computadora Renault Megane.

En el circuito de entrada del voltaje de señal del sensor ECT se presenta como abierto, la comparación se realiza con la ECU Renault Megane, donde se indica la imagen patrón de este circuito.

En el circuito de control y de alimentación de la válvula IAC para el cilindro 3, presenta una interferencia debido a una falla en uno de los elementos de esta línea. La comparación de este de este circuito se realiza con el circuito de las otras válvulas IAC de los demás cilindros que están presentes en la misma computadora.

4.4.7. Imágenes defectuosas de la ECU Cummins

Tabla 158

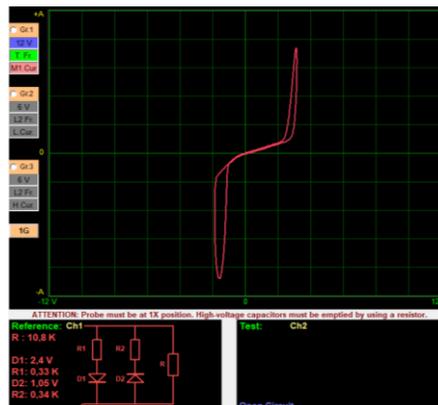
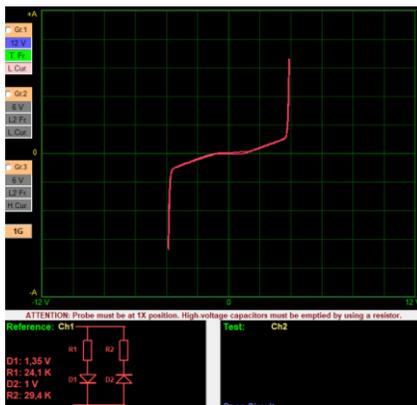
Comparación de imágenes para el diagnóstico de la ECU Cummins

Imagen defectuosa	Imagen Patrón
Pines 2 y 11 Inyector cilindro 5	Pines 1 y 10 Inyector cilindro 1
3 y 12 Inyector cilindro 3	Pines 1 y 10 Inyector cilindro 1

Imagen defectuosa
Imagen Patrón

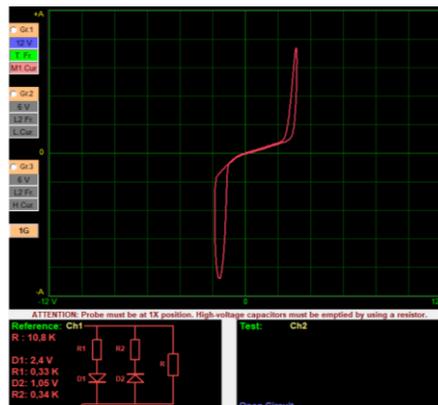
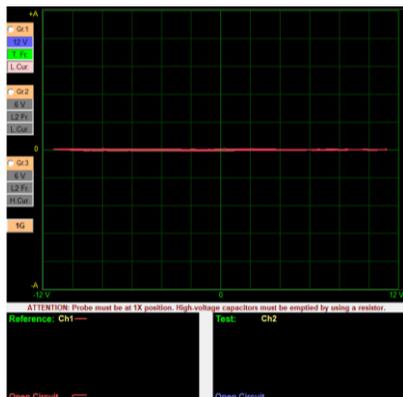
Pines 5 y 14
Inyector cilindro 2

Pines 1 y 10
Inyector cilindro 1



Pines 6 y 15
Inyector cilindro 4 (sin señal)

Pines 1 y 10
Inyector cilindro 1



El diagnóstico de la ECU Cummins presenta fallas en el circuito de control de los inyectores 2, 3, 4, 5 y 6, se encuentra varias interferencias de elementos electrónicos e incluso se presenta en una línea de control un circuito abierto. La comparación se realiza en la misma computadora, la imagen patrón del circuito de control del inyector 1 se encuentra en buen estado.

Capítulo V

5. Marco administrativo

Para realizar la presente investigación de manera organizada y detallada, y que el proyecto sea factible, se detalla a continuación el análisis y optimización de los recursos humanos, materiales y tecnológicos.

5.1. Recursos humanos

El recurso humano que intervendrá en la ejecución de la investigación es el siguiente:

Tabla 159

Recursos humanos

Ord.	Descripción	Cantidad	Función
1.	Columba Suntaxi Bryan Danny	1	Investigador
2.	Columba Suntaxi Kevin Wladimir	1	Investigador
3.	Ing. Washington Germán Erazo Laverde	1	Colaborador Científico
3.	Ing. José Lizandro Quiroz Erazo	1	Colaborador Científico
4.	Ing. Leonidas Antonio Quiroz Erazo	1	Colaborador Científico

5.2. Recursos materiales

Para el desarrollo de la investigación es necesario establecer los materiales principales y los vehículos a utilizar, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 160*Tabla de Recursos Materiales*

Ord.	Cantidad	Detalle	Costos unitarios	Costo total USD
1.	1	Herramientas	\$ 70	\$ 70
2.	1	Materiales Electrónicos	\$ 50.00	\$ 50
3.	5	Computadoras Automotrices	\$ 200	\$ 1000
4.	1	Documentación	\$ 50.00	\$ 50
5.	1	Imprevistos	\$ 100	\$ 100
TOTAL				\$ 1270.00

5.3. Recursos tecnológicos

Para la realización correcta de la investigación es necesario contar con equipos tecnológicos que se mencionan a continuación:

Tabla 161*Recursos Tecnológicos*

Ord.	Detalle	Cantidad	Costo Unitario	Costo
1	Horas de internet	200	\$0.50	\$ 100.00
2	Copias e impresiones	400	\$0.05	\$ 20.00
3	Computador personal	1	\$700	\$ 800.00
4.	Auto data	1	\$300	\$300
TOTAL				\$ 1220.00

5.4. Costo neto del proyecto

El costo neto del proyecto titulado como: “DIAGNÓSTICO AVANZADO DE COMPUTADORAS AUTOMOTRICES POR EL MÉTODO DE TRAZADO DE IMÁGENES”, resulta de la suma total de los recursos a utilizar y la movilidad.

Tabla 162

Costo Neto del Proyecto

Descripción	Costo total USD
Recursos materiales	\$ 1270.00
Recursos tecnológicos	\$ 1210.00
Movilidad	\$ 10.00
TOTAL	\$ 2490.00

Capítulo VI

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones

- Para concluir, en el presente proyecto se alcanzó satisfactoriamente el desarrollo del diagnóstico avanzado de computadoras a través del método de trazado de imágenes, para la cual se llevaron a cabo diferentes tipos de generación de trazos en todas las computadoras analizadas, los mismo que sirven para comprobar la hipótesis planteada, es decir lograr un diagnóstico de computadoras a través de las figuras de Lissajous.
- Se determinó los parámetros fundamentales en el diagnóstico avanzado por imágenes de computadoras automotrices, los cuales son: marca y modelo de la computadora, distribución de pines, circuitos que conforman la ECU y equipo de diagnóstico para la obtención de imágenes de Lissajous.
- Los circuitos que constituyen la computadora automotriz son 4, circuito de periferia encargado de recibir el voltaje de señal de los sensores, circuito fuente que suministra el voltaje adecuado a sensores y actuadores, circuito de control donde se encuentran los microprocesadores y memorias, por último, el circuito driver encargado del control de masa en los actuadores presentes en el vehículo.
- Las figuras de Lissajous se forman cuando dos ondas perpendiculares se intersecan, las mismas que pertenecen al movimiento armónico simple; se debe tener en cuenta que las frecuencias deben ser iguales ya que no tiene relevancia analizar dos ondas con diferentes frecuencias es conlleva a que una

firma cambie de forma a través del ángulo de desfase y también la amplitud, esto dependerá del elemento electrónico diagnosticado con el voltaje y corriente suministrado.

- La información técnica especializada de circuitos electrónicos del automóvil se obtuvo en el manual de fabricante de cada computadora diagnosticada, donde se encuentra la distribución de pines y los circuitos electrónicos que controla la computadora.
- Se construyó un trazador de imágenes para la generación de firmas básicas de Lissajous en un osciloscopio Hantek 1008C en modo x-y, los componentes que lo conforman son: un transformador de 110 V AC a 12 VAC y 300 mA, un potenciómetro de 50K Ω , una resistencia de 1K Ω , un interruptor, conectores BNC macho y hembra, cable de tipo coaxial, cable para conexiones, conectores banana macho y hembra.
- Se obtuvo los patrones de Lissajous mediante el uso del FADOS9F1 donde se realizó la interpretación de las imágenes obtenidas de cada computadora, se consideró la combinación de firmas básicas que formaban la imagen del circuito diagnosticado, además con la ayuda del circuito de equivalente proporcionado por el software del equipo de diagnóstico se consideraba los elementos que forman la imagen.
- La verificación de los circuitos eléctricos que constituyen la ECU se realizó mediante el análisis de cada imagen combinada por firmas de elementos básicos, en el circuito fuente su imagen se da por resistencias y capacitores, en el circuito periferia su imagen se da por resistencias, diodos y capacitores, en el circuito de control su imagen se da por diodos y elementos de protección

como resistencias, por último el circuito driver se da por diodos polarizados inversamente que representan a un transistor y elementos de protección como resistencias.

- La base de datos se obtuvo de las computadoras en buen y mal estado, permitió la comparación de imágenes semejantes entre los pines de los mismos circuitos de cada computadora, de esta manera el diagnóstico se vuelve es preciso rápido y eficiente.

6.2. Recomendaciones

- Para identificar con mayor rapidez la numeración de los pines de la computadora, es recomendable ubicar las masas con el equipo de diagnóstico, se debe comprobar que exista continuidad entre estos pines y la figura de Lissajous el software debe dar como resultado una línea vertical.
- Las puntas de pruebas del FADOS9F1 debe estar en la escala 1x para realizar el diagnóstico de la computadora, si la escala está ubicada en 10x la imagen tiende a ser defectuosa y causar confusiones en el diagnóstico.
- Para realizar el diagnóstico se debe colocar la computadora en una superficie dieléctrica, esto debido a que algunas carcasas se conectan conjuntamente con la tierra del vehículo y al momento de colocarlas en superficies metálicas se produce interferencias que cambian la forma de la imagen de Lissajous.
- En la obtención de imágenes de la computadora se recomienda en el software utilizar la escala automática, esto debido a que la forma de la imagen va de acuerdo a los parámetros programados por el mismo software, es decir que el equipo va proporcionar el voltaje y corriente necesario.

- Investigar la reparación de computadoras automotrices mediante el diagnóstico de obtención de imágenes de Lissajous, ya que este método no es invasivo y ayuda a determinar la falla que se presenta en la ECU con mayor precisión.

Bibliografía

- Aguayo, P. (10 de noviembre de 2004). *Introducción al microcontrolador* [Archivo PDF]. Recuperado el 10 de diciembre de 2020 de <http://files.itm201512.webnode.es/200000038-6e59e6f573/Microcontrolador.pdf>
- Alam, S. (2019). *Securing Vehicle Electronic Control Unit (ECU) Communications and Stored Data* [Tesis de Maestría, Queen's University]. https://www.researchgate.net/publication/327828954_Securing_Vehicle_Electronic_Control_Unit_ECU_Communications_and_Stored_Data#pf13
- Auto Avance (24 de agosto de 2013). *Tipos de Memorias y Programación de Computadoras Automotrices Ecus*. Auto Avance. Recuperado el 2 de febrero del 2021 de <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/167-procesamiento-de-datos-controladores-y-memorias-computadoras-automotrices/>
- Bosch, R. (2010). *Sistemas de inyección electrónica* [Archivo PDF]. Recuperado el 12 de enero de 2021 de http://www.boschautopartes.com/media/la/aa_sites_la/products_and_services/automotive_parts/gasoline_1/download_5/HIRES_PDF_59963.pdf
- CHEVROLET (1994). *Manual del fabricante CHEVROLET Corsa*. Fabricante CHEVROLET.
- CHEVROLET (2005). *Manual del fabricante CHEVROLET Spark*. Fabricante CHEVROLET.

CHRYSLER (1995). *Manual del fabricante CHRYSLER Sbec III*. Fabricante CHRYSLER.

Cortes Osorio, J. A. Montoya, N. F. y Chaves Osorio, J. A. (2008). *Herramientas pedagógicas aplicadas en la enseñanza de las figuras de Lissajous*. Universidad Tecnológica de Pereira Colombia.

CUMMINS (1997). *Manual del fabricante CUMMINS Celect Plus*. Fabricante CUMMINS.

Fernández, J. y Zhumi, J. (2019). *Patrón de gráficas de los sensores del motor otto utilizando la técnica de diagnóstico por imagen* [Tesis de Ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17825>

FORD (1990). *Manual del fabricante FORD Bronco V8 5.0*. Fabricante FORD.

Guangaje, E. y Murillo, L. (2016). *Investigación del proceso de diagnóstico por imagen en el sistema de control electrónico de inyección mpfi-crdi* [Tesis de Ingeniería, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/12407>

Ham, W., Ko, M. y Park, S. (2017). A framework for simulation-based engine-control unit inspection in manufacturing pase. *Revista Control Engineering Practice*, 59(1), 137-148. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0967066116302787>

Herrewegen, J. y García, F. (2018). Beneath the Bonnet: A Breakdown of Diagnostic Security. *Computer Security*, 11098(23), 305-324. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-99073-6_15

ISUZU (2000). *Manual del fabricante ISUZU Luv V6 3.2*. Fabricante ISUZU.

ISUZU (2002). *Manual del fabricante ISUZU Luv D-MAX 2.4*. Fabricante ISUZU.

JEEP (1993). *Manual del fabricante JEEP Cherokee*. Fabricante JEEP.

Landhäußer, F., Heinzelmann, M., Michalske, A., Lorente Susaeta, M., Grosser, M., Feger, J., Martin Fink, L., Gerwing, W., Grabmaier, k., Illg, B., Kurz, J., Mayer, R., Ottenbacher, D., Werner, A., Wiesner, J. y Walther, M. (2014). Electronic Control Unit (ECU). *Diesel engine Management*, 1(1), 272-277.
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-03981-3>

Mariño, D. y Villagómez, D. (2009). *Diseño y construcción de un Módulo Interface con la ECU para el Control de Operación de las Rpm del Motor* [Tesis de Ingeniería, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE].
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/2927>

Mijares Castro, R. (2014). *Electrónica*. Grupo Editorial Patria.

Molina Cruz, D., Cedeño Ferrin, J., Marcillo Parrales, K., Marcillo Parrales, A., Ortiz Hernández, M., Mero Lino, E. y Merchán García, F. (2019). *Módulo con controladores lógicos programables para la enseñanza-aprendizaje de electrónica*. 3 Ciencias.

Pallas Areny, R. (2006). *Instrumentos Electrónicos Básicos*. MARCOMBO S.A.

Parilli, M. (1 de octubre de 2020). *Memoria EPROM: Significado y características*. Tecnoinformatic.com. Recuperado el 15 de enero de 2021 de
<https://tecnoinformatic.com/c-informatica-basica/memoria-eprom/>

- Pupala, R. y Shukla, J. (febrero de 2018). Review Paper on Vehicle Diagnosis with Electronic Control Unit. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 3(2), 117-123. <https://ijisrt.com/wp-content/uploads/2018/02/Review-Paper-on-Vehicle-Diagnosis-with-Electronic-Control-Unit-1.pdf>
- RENAULT (1999). *Manual del fabricante RENAULT Megane*. Fabricante RENAULT.
- Rodríguez, J. (2019). Análisis Electrónico De Una Unidad De Control De Motor (Ecu) Ford-WV Tipo EEC-IV. *Revista científica Ingeniera: Ciencia, Tecnológica e Innovación*, 6(1). <https://orcid.org/0000-0003-4201-4497>
- Ruiz, I. (2014). *Electrónica Analógica*. Calameo. Recuperado el 23 de diciembre de 2020 de <https://es.calameo.com/read/00483181336ebefe2330c>
- Ruiz, R. (2007). *El Método Científico y sus Etapas*. México.
- Sánchez, J. y Taípe, 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 ECU'S*. [Tesis de Ingeniería, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/14152?show=full>
- Schulte, T., Kiffe, A. y Puschmann, F. (2012). HIL Simulation of Power Electronics and Electric Drives for Automotive Applications. *Electronics*, 16(2), 130-135. <https://doisrpska.nub.rs/index.php/electronics/article/view/248/196>

- Serravalle, J. (11 de febrero de 2011). *Bloques de trabajo en una ECU automotriz*. Cise Electrónica. Recuperado el 25 de enero de 2021 de <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/327-bloques-de-trabajo-en-una-ecu-automotriz.html>
- Soriano, S. (2014). *Una imprimación de los análisis de firmas analógicas* [Archivo PDF]. Recuperado el 2 de febrero de 2021 de <https://www.avantec2.cl/imagenes/pdf/Conceptos%20de%20An%C3%A1lisis%20de%20Firmas%20Anal%C3%B3gicas.pdf>
- Stanley, W. y Smith, R. (1992). *Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio*. UNAM.
- SUZUKI (1998). *Manual del fabricante SUZUKI Grand Vitara*. Fabricante SUZUKI.
- Vélez, B. y Caiza, O. (2017). *Investigación de diagnóstico por imagen del grupo inversor-propulsor de vehículos híbridos* [Tesis de Ingeniería, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE]. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/13962>
- Villaseñor, J. y Hernández, F. (2013). *Circuitos eléctricos y aplicaciones digitales*. Pearson.
- Yukihide, N. (2014). ECU Technologies from Components to ECU Configuration. *Encyclopedia of Automotive Engineering*, 1(1), 1-15. <https://doi.org/10.1002/9781118354179.auto213>

Anexos

Anexo A. Cálculo de las amplitudes de figuras básicas de Lissajous