



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“Modelación y parametrización del trazado de figuras de Lissajous para el diagnóstico y reparación de módulos automotrices”.

Muquinche Masapuncho, Adrián Paul

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

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

Ing. Erazo Laverde, Washington Germán

25 de enero de 2022

Latacunga

Reporte de verificación de contenido





Document Information

Analyzed document	Tesis_Adrian Muquinche_ ING ERAZO FINAL.pdf (D156721145)
Submitted	2023-01-23 16:30:00
Submitted by	Cristian Laverde
Submitter email	claverde@uteq.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	claverde.uteq@analysis.orkund.com

Firmado digitalmente por WASHINGTON GERMAN ERAZO LAVERDE



Sources included in the report

W	URL: https://www.avantec2.cl/imagenes/pdf/Conceptos%20de%20An%C3%A1lisis%20de%20Firmas%20Anal%C3%B3... Fetched: 2023-01-23 16:49:00	 3
W	URL: https://autosoporte.com/estructura-de-la-ecu-automotriz/ Fetched: 2023-01-23 16:49:00	 1
W	URL: https://www.revistaautocrash.com/electromecanica-principales-actuadores-en-el-vehiculo-y-sus-p... Fetched: 2023-01-23 16:49:00	 1
W	URL: https://rogerbit.com/wprb/2019/12/%E2%9A%A1-fuente-compacta-variable-de-voltaje-con-circuito-l... Fetched: 2023-01-23 16:49:00	 1

Entire Document

"Modelación y parametrización del trazado de figuras de Lissajous para el diagnóstico y reparación de módulos automotrices".
Muquinche Masapuncho Adrián Paul Departamento De Ciencias De La Energía Y Mecánica Carrera de Ingeniería Automotriz Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Automotriz Ing. Erazo Laverde, Washington Germán 7 de febrero de 2022 Latacunga

1 Reporte de verificación de contenido

2 Certificación

3 Responsabilidad de autoría

4 Autorización de publicación

5 Dedicatoria El presente trabajo lo dedico a mi Dios, que en todo el trayecto de mis estudios superiores me ha acompañado y ayudado a alcanzar esta meta. A mis familiares, padres, hermana, tios y primos por su apoyo emocional y económico que me han brindado.

6 Agradecimiento A Dios por brindarme la sabiduría, salud y protección que me ha permitido finalizar mis estudios superiores, a mi familia en general por todo lo que han sembrado en mi especialmente a mi madre que ha estado muy pendiente de mí en esta toda esta etapa. A los docentes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga por brindarme todos sus conocimientos, y a los amigos y compañeros que durante toda la carrera nos hemos ayudado mutuamente para culminar nuestros estudios.



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Ingeniería Automotriz
Certificación

Certifico que el trabajo de titulación: **"Modelación y parametrización del trazado de figuras de Lissajous para el diagnóstico y reparación de módulos automotrices"** fue realizado por el señor **Muquinche Masapuncho, Adrián Paul**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 20 de enero del 2022

Ing. Erazo Laverde, Washington Germán.

C. C.: 0501432637

Responsabilidad de autoría



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Ingeniería Automotriz
Responsabilidad de Autoría

Yo, **Muquinche Masapuncho, Adrián Paul**, con cédula de ciudadanía n°1805304159, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Modelación y parametrización del trazado de figuras de Lissajous para el diagnóstico y reparación de módulos automotrices** es de mi 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, 20 de enero del 2022

Sr. Muquinche Masapuncho, Adrián Paul

C.C.: 1805304159



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Ingeniería Automotriz
Autorización de Publicación

Yo **Muquinche Masapuncho, Adrián Paul**, con cédula de ciudadanía n°1805304159, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Modelación y parametrización del trazado de figuras de Lissajous para el diagnóstico y reparación de módulos automotrices** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 20 de enero del 2022

Sr. Muquinche Masapuncho, Adrián Paul

C.C.: 1805304159

Dedicatoria

El presente trabajo lo dedico a mi Dios, que en todo el trayecto de mis estudios superiores me ha acompañado y ayudado a alcanzar esta meta.

A mis familiares, padres, hermana, tíos y primos por su apoyo emocional y económico que me han brindado.

Agradecimiento

A Dios por brindarme la sabiduría, salud y protección que me ha permitido finalizar mis estudios superiores, a mi familia en general por todo lo que han sembrado en mi especialmente a mi madre que ha estado muy pendiente de mí en esta toda esta etapa.

A los docentes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga por brindarme todos sus conocimientos, y a los amigos y compañeros que durante toda la carrera nos hemos ayudado mutuamente para culminar nuestros estudios.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula	1
Reporte de verificación de contenido.....	1
Certificación	2
Responsabilidad de autoría	3
Autorización de publicación	4
Dedicatoria	5
Agradecimiento.....	6
Índice de contenido	7
Índice de figuras	12
Índice de tablas.....	15
Índice de ecuaciones.....	19
Resumen.....	21
Abstract	22
Capítulo I: Generalidades	23
Antecedentes Investigativos	23
Planteamiento del problema.....	24
Descripción Resumida	25
Justificación e importancia.....	26
Objetivos	27
<i>Objetivo general</i>	27
<i>Objetivos específicos</i>	27
<i>Metas</i>	28

<i>Hipótesis</i>	28
<i>Variable Independiente</i>	28
<i>Variable Dependiente</i>	29
Capitulo II: Marco Teórico	30
Obtención de las figuras de Lissajous	30
Método Tensión – Intensidad (V-I)	34
<i>Parámetros en circuito en corto</i>	34
<i>Parámetros en circuito abierto</i>	36
<i>Parámetros en una resistencia</i>	36
<i>Parámetros en un capacitor</i>	38
<i>Parámetros en un inductor</i>	41
<i>Parámetros en un diodo</i>	42
<i>Parámetros en un transistor bipolar</i>	43
Trazador de curvas para obtención de figuras de Lissajous	43
<i>Oscilador senoidal</i>	45
Oscilador de corrimiento de fase.....	46
Oscilador de puente Wein.	47
<i>Fuente de tensión</i>	48
Osciloscopio, modo “X-Y”	50
Módulo de control electrónico del motor	51
<i>Bloques en una ECM</i>	54
Bloque de entrada.....	55
Bloque de salida.	56
Bloque de procesamiento.	57
Bloque de soporte.	57
Sensores	58
Actuadores	60

Reemplazo de elementos en módulos automotrices	61
Desoldadura de elementos electrónicos en placa PCB	61
Proceso de soldadura	62
Soldadura SMD	63
Capítulo III: Trazador de curvas	66
Levantamiento de requisitos	66
Descripción general del trazador	66
Modelación del trazador de curvas	67
<i>Diseño de la fuente regulable de tensión</i>	68
Alimentación AC/DC.	68
Selección del transformador.....	68
Selección de los diodos rectificadores.	69
Selección del capacitor.	70
Circuito AC/DC.....	71
<i>Fuente regulable de tensión</i>	72
Circuito fuente regulable.....	74
<i>Diseño del oscilador senoidal</i>	75
Cálculo del valor de R.....	76
Cálculo del valor de Rf.	77
Selección del amplificador operacional.	77
<i>Circuito oscilador</i>	78
<i>Pruebas en protoboard</i>	80
Consideraciones.....	83
Construcción del trazador	83
<i>Creación de placa</i>	83
<i>Construcción de la carcasa del trazador</i>	84
<i>Montaje de elementos</i>	85

<i>Protocolo de utilización</i>	87
Capítulo IV: Pruebas y Análisis de resultados	89
Obtención de firmas de elementos electrónicos	89
<i>Resistencia</i>	89
<i>Resistencia SMD</i>	91
<i>Capacitor</i>	93
<i>Bobinas</i>	95
Testeo de sensores y actuadores del automóvil	97
<i>Sensor CKP inductivo</i>	97
<i>Sensor TPS</i>	99
Diagnóstico y análisis de módulos automotrices	102
<i>Distribución de pines de los módulos analizados</i>	102
Lada Niva 2002.....	102
Grand Vitara	104
Generación e interpretación de patrones de imágenes de módulos automotrices .	107
<i>ECM de Lada Niva</i>	108
<i>ECM de Grand Vitara</i>	125
Diagnóstico de módulos automotrices	142
<i>Procedimiento de diagnóstico en el automóvil</i>	142
<i>Procedimiento de diagnóstico de modulo automotriz</i>	142
Procedimiento de reparación de módulos automotrices.....	143
Diagnóstico de Nissan Sentra.	144
<i>Diagnóstico en automóvil</i>	145
<i>Distribución de pines de ECU de Nissan Sentra</i>	146
<i>Diagrama de circuito fuente</i>	146
<i>Diagnóstico de ECU</i>	147
<i>Reparación de ECU</i>	150

Comparación de mediciones	155
Comprobación en automóvil.....	156
Capítulo V: Marco administrativo	158
Presupuesto y financiamiento	158
<i>Recursos Humanos</i>	158
<i>Recursos Materiales</i>	158
<i>Recursos tecnológicos</i>	159
Costo neto del proyecto.....	160
Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones	161
Conclusiones	161
Recomendaciones	163
Bibliografía	165
Anexos.....	168

Índice de figuras

Figura 1 <i>Planteamiento del problema</i>	25
Figura 2 <i>Obtención de las figuras de Lissajous</i>	30
Figura 3 <i>Ejemplo mecánico para formar figuras de Lissajous</i>	31
Figura 4 <i>Figura de Lissajous proyectada con datos iniciales ($t = 0$)</i>	32
Figura 5 <i>Firma característica de un cortocircuito</i>	35
Figura 6 <i>Firma característica de un circuito abierto</i>	36
Figura 7 <i>Firma característica de una resistencia</i>	37
Figura 8 <i>Elementos de una elipse horizontal</i>	39
Figura 9 <i>Firma característica de un capacitor</i>	40
Figura 10 <i>Elementos de una elipse vertical</i>	40
Figura 11 <i>Firma característica de un inductor</i>	41
Figura 12 <i>Firma característica de un diodo</i>	42
Figura 13 <i>Firma característica de un transistor bipolar NPN</i>	43
Figura 14 <i>FADOS9F1</i>	44
Figura 15 <i>Esquema básico de un trazador de curvas convencional</i>	45
Figura 16 <i>Arreglo de un oscilador de corrimiento de fase</i>	46
Figura 17 <i>Arreglo de un oscilador de puente Wein</i>	47
Figura 18 <i>Regulador de voltaje de salida positivo fijo LM78XX</i>	49
Figura 19 <i>Regulador de voltaje de salida positivo ajustable LM317</i>	49
Figura 20 <i>Osciloscopio en el modo X-Y</i>	51
Figura 21 <i>Esquema de entradas y salidas de una ECM o PCM automotriz</i>	52
Figura 22 <i>Esquema de la arquitectura de una ECM automotriz</i>	54
Figura 23 <i>Bloques o aéreas de una ECM</i>	55
Figura 24 <i>Bloque de entrada en una ECM</i>	56
Figura 25 <i>Bloque de salida una ECM</i>	56

Figura 26 <i>Bloque de procesamiento de una ECM</i>	57
Figura 27 <i>Bloque de soporte de una ECM</i>	58
Figura 28 <i>Sensor pasivo IAT</i>	59
Figura 29 <i>Sensor activo CKP</i>	59
Figura 30 <i>Actuador electromagnético: Inyector</i>	60
Figura 31 <i>Reemplazo de elementos en módulo automotriz</i>	61
Figura 32 <i>Desoldadura de elementos con bomba extractora</i>	62
Figura 33 <i>Acabado de un proceso de suelda correcto</i>	63
Figura 34 <i>Selección de punta del equipo</i>	64
Figura 35 <i>Estaño colocado en la punta del soldador</i>	64
Figura 36 <i>Deslizamiento del soldador sobre los pines</i>	65
Figura 37 <i>Esquema del trazador de curvas</i>	67
Figura 38 <i>Circuito de alimentación AC/DC</i>	71
Figura 39 <i>Diagrama de pines del LM317T</i>	73
Figura 40 <i>Diagrama de la fuente regulable</i>	74
Figura 41 <i>Esquema del oscilador</i>	76
Figura 42 <i>Diagrama de pines del amplificador LM358P</i>	78
Figura 43 <i>Circuito oscilador</i>	79
Figura 44 <i>Pruebas en protoboard - obtención de senoides</i>	81
Figura 45 <i>Pruebas en protoboard – conexión de sondas test</i>	82
Figura 46 <i>Pruebas en protoboard – obtención de figura de Lissajous</i>	82
Figura 47 <i>Impresión de placa PCB del trazador</i>	84
Figura 48 <i>Construcción de carcasa del trazador</i>	85
Figura 49 <i>Parte interior del trazador</i>	86
Figura 50 <i>Parte externa del trazador</i>	87
Figura 51 <i>Medición de resistencia con trazador de curvas</i>	89

Figura 52 <i>Firma resultante de una resistencia de 3,3 kΩ</i>	90
Figura 53 <i>Medición de una resistencia SMD con trazador de curvas</i>	91
Figura 54 <i>Medición de un capacitor electrolítico con trazador de curvas</i>	93
Figura 55 <i>Medición de un bobinado</i>	95
Figura 56 <i>Medición de sensor CKP inductivo</i>	98
Figura 57 <i>Medición de sensor TPS</i>	100
Figura 58 <i>Distribución de pines de Jeep Lada Niva 2002</i>	102
Figura 59 <i>Distribución de pines de Grand Vitara</i>	104
Figura 60 <i>Circuito fuente de ECU – Nissan Sentra</i>	147
Figura 61 <i>Instrumentos para reparación de ECU.</i>	150
Figura 62 <i>Insumos para reparación de ECU.</i>	151
Figura 63 <i>Luz mil encendida en tablero</i>	156
Figura 64 <i>Comprobación voltaje de referencia en sensores</i>	157

Índice de tablas

Tabla 1 Figuras de Lissajous	29
Tabla 2 Módulos automotrices.....	29
Tabla 3 Requerimientos del trazador.....	67
Tabla 4 Elementos del bloque de alimentación AC/DC.....	72
Tabla 5 Características principales del LM317T	72
Tabla 6 Elementos de la fuente regulable de tensión.....	75
Tabla 7 Características de LM358P	77
Tabla 8 Elementos del circuito oscilador.....	80
Tabla 9 Protocolo de utilización de equipo.....	88
Tabla 10 Matematización de la firma de una resistencia SMD.....	92
Tabla 11 Matematización de la firma de un capacitor electrolítico	94
Tabla 12 Matematización de un bobinado	96
Tabla 13 Matematización de sensor CKP de tipo inductivo.....	98
Tabla 14 Matematización de sensor TPS al 0% de variación.....	100
Tabla 15 Matematización de sensor TPS al 100% de variación.....	101
Tabla 16 Descripción de pines - ECU de Lada Niva 2002	102
Tabla 17 Descripción de pines conector A - ECU de Grand Vitara	104
Tabla 18 Descripción de pines conector B - ECU de Grand Vitara	105
Tabla 19 Descripción de pines conector C - ECU de Grand Vitara	106
Tabla 20 Descripción de pines conector D - ECU de Grand Vitara	107
Tabla 21 Conexiones a masa – ECU Lada Niva.....	108
Tabla 22 Bobinas 1 y 4, alimentación - ECU de Lada Niva.....	108
Tabla 23 Bobinas 1 y 4, control a masa - ECU de Lada Niva.....	109
Tabla 24 Bobinas 2 y 3, alimentación - ECU de Lada Niva.....	109
Tabla 25 Bobinas 2 y 3, control a masa - ECU de Lada Niva.....	110

Tabla 26	<i>Inyector 1, alimentación - ECU de Lada Niva</i>	110
Tabla 27	<i>Inyector 1, control a masa - ECU de Lada Niva</i>	111
Tabla 28	<i>Inyector 2, alimentación - ECU de Lada Niva</i>	111
Tabla 29	<i>Inyector 2, control a masa - ECU de Lada Niva</i>	112
Tabla 30	<i>Inyector 3, alimentación - ECU de Lada Niva</i>	112
Tabla 31	<i>Inyector 3, control a masa - ECU de Lada Niva</i>	113
Tabla 32	<i>Inyector 4, alimentación - ECU de Lada Niva</i>	113
Tabla 33	<i>Inyector 4, control a masa - ECU de Lada Niva</i>	114
Tabla 34	<i>Control a masa válvula IAC pin A - ECU de Lada Niva</i>	114
Tabla 35	<i>Control a masa válvula IAC pin B - ECU de Lada Niva</i>	115
Tabla 36	<i>Control a masa válvula IAC pin C - ECU de Lada Niva</i>	115
Tabla 37	<i>Control a masa válvula IAC pin D - ECU de Lada Niva</i>	116
Tabla 38	<i>Válvula EVAP, alimentación - ECU de Lada Niva</i>	116
Tabla 39	<i>Válvula EVAP, control a masa - ECU de Lada Niva</i>	117
Tabla 40	<i>Sensor detonación - ECU de Lada Niva</i>	117
Tabla 41	<i>Sensor de posición de cigüeñal - ECU de Lada Niva</i>	118
Tabla 42	<i>Sensor de posición de árbol de levas - ECU de Lada Niva</i>	118
Tabla 43	<i>Señal del sensor TPS - ECU de Lada Niva</i>	119
Tabla 44	<i>Sensor TPS, voltaje de referencia - ECU de Lada Niva</i>	119
Tabla 45	<i>Señal del sensor IAT - ECU de Lada Niva</i>	120
Tabla 46	<i>Señal del sensor WTS - ECU de Lada Niva</i>	120
Tabla 47	<i>Sensor MAF, voltaje de referencia - ECU de Lada Niva</i>	121
Tabla 48	<i>Señal del sensor MAF - ECU de Lada Niva</i>	121
Tabla 49	<i>Señal del sensor EGO - ECU de Lada Niva</i>	122
Tabla 50	<i>Calefactor del sensor EGO - ECU de Lada Niva</i>	122
Tabla 51	<i>Relé de bomba de combustible, control de masa - ECU de Lada Niva</i>	123

Tabla 52 <i>Control de luz mil - ECU de Lada Niva</i>	123
Tabla 53 <i>Alimentación de ignición - ECU de Lada Niva</i>	124
Tabla 54 <i>Alimentación permanente - ECU de Lada Niva</i>	124
Tabla 55 <i>Conexiones a masa – ECU de Grand Vitara</i>	125
Tabla 56 <i>Bobina 1, alimentación – ECU de Grand Vitara</i>	125
Tabla 57 <i>Bobina 1, control a masa - ECU de Grand Vitara</i>	126
Tabla 58 <i>Bobina 2, alimentación – ECU de Grand Vitara</i>	126
Tabla 59 <i>Bobina 2, control a masa - ECU de Grand Vitara</i>	127
Tabla 60 <i>Bobina 3, alimentación – ECU de Grand Vitara</i>	127
Tabla 61 <i>Bobina 3, control a masa - ECU de Grand Vitara</i>	128
Tabla 62 <i>Bobina 4, alimentación – ECU de Grand Vitara</i>	128
Tabla 63 <i>Bobina 4, control a masa - ECU de Grand Vitara</i>	129
Tabla 64 <i>Inyector 1, alimentación – ECU de Grand Vitara</i>	129
Tabla 65 <i>Inyector 1, control a masa - ECU de Grand Vitara</i>	130
Tabla 66 <i>Inyector 2, alimentación – ECU de Grand Vitara</i>	130
Tabla 67 <i>Inyector 2, control a masa - ECU de Grand Vitara</i>	131
Tabla 68 <i>Inyector 3, alimentación – ECU de Grand Vitara</i>	131
Tabla 69 <i>Inyector 3, control a masa - ECU de Grand Vitara</i>	132
Tabla 70 <i>Inyector 4, alimentación – ECU de Grand Vitara</i>	132
Tabla 71 <i>Inyector 4, control a masa - ECU de Grand Vitara</i>	133
Tabla 72 <i>Control válvula IAC bobina 1 – ECU de Grand Vitara</i>	133
Tabla 73 <i>Control válvula IAC bobina 2 – ECU de Grand Vitara</i>	134
Tabla 74 <i>Control válvula IAC bobina 3 – ECU de Grand Vitara</i>	134
Tabla 75 <i>Control válvula IAC bobina 4 – ECU de Grand Vitara</i>	135
Tabla 76 <i>Válvula EVAP, alimentación – ECU de Grand Vitara</i>	135
Tabla 77 <i>Válvula EVAP, control a masa - ECU de Grand Vitara</i>	136

Tabla 78	<i>Relé de bomba de combustible, alimentación – ECU de Grand Vitara.....</i>	136
Tabla 79	<i>Relé de bomba de combustible, control a masa - ECU de Grand Vitara</i>	137
Tabla 80	<i>Sensor IAT – ECU de Grand Vitara.....</i>	137
Tabla 81	<i>Sensor refrigerante del motor (WTS) - ECU de Grand Vitara.....</i>	138
Tabla 82	<i>Sensor TPS, voltaje de señal – ECU de Grand Vitara.....</i>	138
Tabla 83	<i>Sensor TPS, voltaje de referencia - ECU de Grand Vitara</i>	139
Tabla 84	<i>Sensor MAF, voltaje de referencia – ECU de Grand Vitara.....</i>	139
Tabla 85	<i>Sensor MAF, señal del sensor - ECU de Grand Vitara.....</i>	140
Tabla 86	<i>Señal del sensor de oxígeno – ECU de Grand Vitara</i>	140
Tabla 87	<i>Calefactor del sensor de oxígeno - ECU de Grand Vitara</i>	141
Tabla 88	<i>Sensor CMP – ECU de Grand Vitara</i>	141
Tabla 89	<i>Descripción de pines de Nissan Sentra.....</i>	144
Tabla 90	<i>Procedimiento de diagnóstico en automóvil – Nissan Sentra</i>	145
Tabla 91	<i>Diagnóstico de ECU – Nissan Sentra.....</i>	148
Tabla 92	<i>Proceso de reparación de ECU.....</i>	151
Tabla 93	<i>Comparación de mediciones después de la reparación</i>	155
Tabla 94	<i>Tabla de recursos humanos.....</i>	158
Tabla 95	<i>Tabla de Recursos Materiales.....</i>	159
Tabla 96	<i>Tabla recursos tecnológicos</i>	159
Tabla 97	<i>Costo neto del proyecto</i>	160

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 <i>Función paramétrica en el eje X</i>	31
Ecuación 2 <i>Función paramétrica en el eje Y</i>	32
Ecuación 3 <i>Relación velocidad angular y frecuencia</i>	33
Ecuación 4 <i>Función paramétrica resultante en el eje X</i>	33
Ecuación 5 <i>Función paramétrica resultante en el eje Y</i>	34
Ecuación 6 <i>Ley de Ohm</i>	35
Ecuación 7 <i>Valor de la intensidad cuando R tiende a ser cero</i>	36
Ecuación 8 <i>Valor de la pendiente relacionando valores de voltaje y corriente</i>	38
Ecuación 9 <i>Ecuación canónica de una elipse horizontal</i>	38
Ecuación 10 <i>Ecuación extrapolada para un condensador de baja capacitancia</i>	39
Ecuación 11 <i>Ecuación canónica de una elipse vertical</i>	40
Ecuación 12 <i>Ecuación extrapolada para un condensador de alta capacitancia</i>	41
Ecuación 13 <i>Frecuencia en un oscilador de corrimiento de fase</i>	46
Ecuación 14 <i>Relación de resistores y capacitores del oscilador de puente Wein</i>	47
Ecuación 15 <i>Frecuencia de salida del oscilador de puente Wein</i>	47
Ecuación 16 <i>Frecuencia del oscilador de puente Wein</i>	48
Ecuación 17 <i>Voltaje de salida de LM317</i>	50
Ecuación 18 <i>Cálculo de V_{rms}</i>	68
Ecuación 19 <i>Cálculo de RT</i>	69
Ecuación 20 <i>Calculo del voltaje pico real</i>	69
Ecuación 21 <i>Voltaje del capacitor</i>	70
Ecuación 22 <i>Valor de capacitancia</i>	70
Ecuación 23 <i>Cálculo del valor de R_2 para 2 V</i>	73
Ecuación 24 <i>Cálculo del valor de R</i>	76
Ecuación 25 <i>Cálculo del valor de R_f</i>	77

Ecuación 26 Cálculo de resistencia (Rs).....	90
---	----

Resumen

En la presente investigación se detalla la modelación y parametrización del trazado de figuras de Lissajous para el diagnóstico y reparación de módulos automotrices, se comienza explicando el fundamento matemático del método de trazo de imágenes siendo el movimiento armónico simple, ya en la práctica el método consiste en aplicar ondas senoidales a un elemento electrónico, como resultado se obtendrá una firma característica que tiene componentes en X e Y. Se diseñó y construyó el dispositivo trazador de imágenes el cual trabaja con alimentación externa de 120 voltios alternos y permite inyectar ondas senoidales estables que van desde los -2 voltios a +15 voltios con una frecuencia estimada de 580 Hz, para la visualización de las firmas fue necesario conectar el dispositivo trazador a un osciloscopio Hantek 1008C. Se realizaron tests en elementos electrónicos que componen un módulo; como resistencias, capacitores, inductores realizando cálculos de las firmas para corroborar los valores de los elementos. Tomando las firmas de los pines de las ECUs, se analizaron y describieron las figuras para tomarlas como patrón para futuras investigaciones y reparaciones. Con el diagnóstico por imágenes realizado en una ECU de Nissan Sentra se determinó averías de cortocircuito y resistencia abierta, después de la reparación se tomó los tests notando una gran diferencia entre las figuras de antes y después de la reparación, montando la ECU en el automóvil se arrancó el auto y encendió el motor corroborando la efectividad del trabajo en el módulo.

Palabras clave: trazo de imágenes, figuras de Lissajous, módulo automotriz.

Abstract

In the present investigation the modeling and parameterization of the drawing of Lissajous figures for the diagnosis and repair of automotive modules is detailed, it begins by explaining the mathematical foundation of the method of drawing images being the simple harmonic movement, already in practice the method consists in applying sinusoidal waves to an electronic element, as a result a characteristic signature will be obtained that has components in X and Y. The image tracer device was designed and built, which works with an external supply of 120 alternating volts and allows to inject stable sinusoidal waves that they range from -2 volts to +15 volts with an estimated frequency of 580 Hz, for the visualization of the signatures it was necessary to connect the tracer device to a Hantek 1008C oscilloscope. Tests were carried out on electronic elements that make up a module; such as resistors, capacitors, inductors performing signature calculations to verify the values of the elements. Taking the signatures of the pins of the ECUs, the figures were analyzed and described to take them as a pattern for future investigations and repairs. With the diagnosis by images carried out in a Nissan Sentra ECU, short-circuit and open resistance faults were determined, after the repair the tests were taken, noting a great difference between the figures before and after the repair, mounting the ECU in the car the car was started and the engine started, corroborating the effectiveness of the work in the module.

Keywords: image tracing, Lissajous figures, automotive module.

Capítulo I

Generalidades

Antecedentes Investigativos

El desarrollo de técnicas de diagnóstico versátiles que permitan valorar de manera rápida y efectiva los elementos eléctricos y electrónicos del automóvil:

El proceso de medición pasiva es una de las técnicas que se puede utilizar de manera fiable al diagnosticar componentes eléctrico-electrónicos; al no requerir la energización de los elementos, esta técnica conviene mucho 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” (Columba & Columba, 2021, pág. 51).

El diagnóstico aplicando la técnica Tensión vs Intensidad: “Consiste en aplicar una señal con un voltaje variable adecuado al componente bajo test y a continuación medir la corriente resultante obteniendo un gráfico (firmas V-I) del mismo” (Soriano, 2014, pág. 1).

Según Fernandez & Zhumi (2019) para visualizar las firmas análogas es necesario la utilización de un osciloscopio en su modo X-Y. Al aplicar dos señales senoidales, una en el eje de las abscisas “X” y otra en el eje de las ordenadas “Y”, ambas al constituirse en planos ortogonales y existir una correlación de las mismas (señales con frecuencia y desfase igual) se generarán las denominadas “Figuras de Lissajous” (pág. 28).

La modelación de un trazador de curvas que permita realizar diagnóstico por imágenes:

Un trazador de curvas que permita realizar el diagnóstico por imágenes basa su funcionamiento en aplicar una corriente alterna, de tensión variable controlada, al elemento bajo test (Soriano, 2014, pág. 1), al modelar un trazador de curvas es necesario que las ondas senoidales a inyectar al elemento tenga 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” (Columba & Columba, 2021, pág. 52).

La comparación, el análisis y parametrización de las figuras de Lissajous mediante patrones para valorar el estado de un elemento:

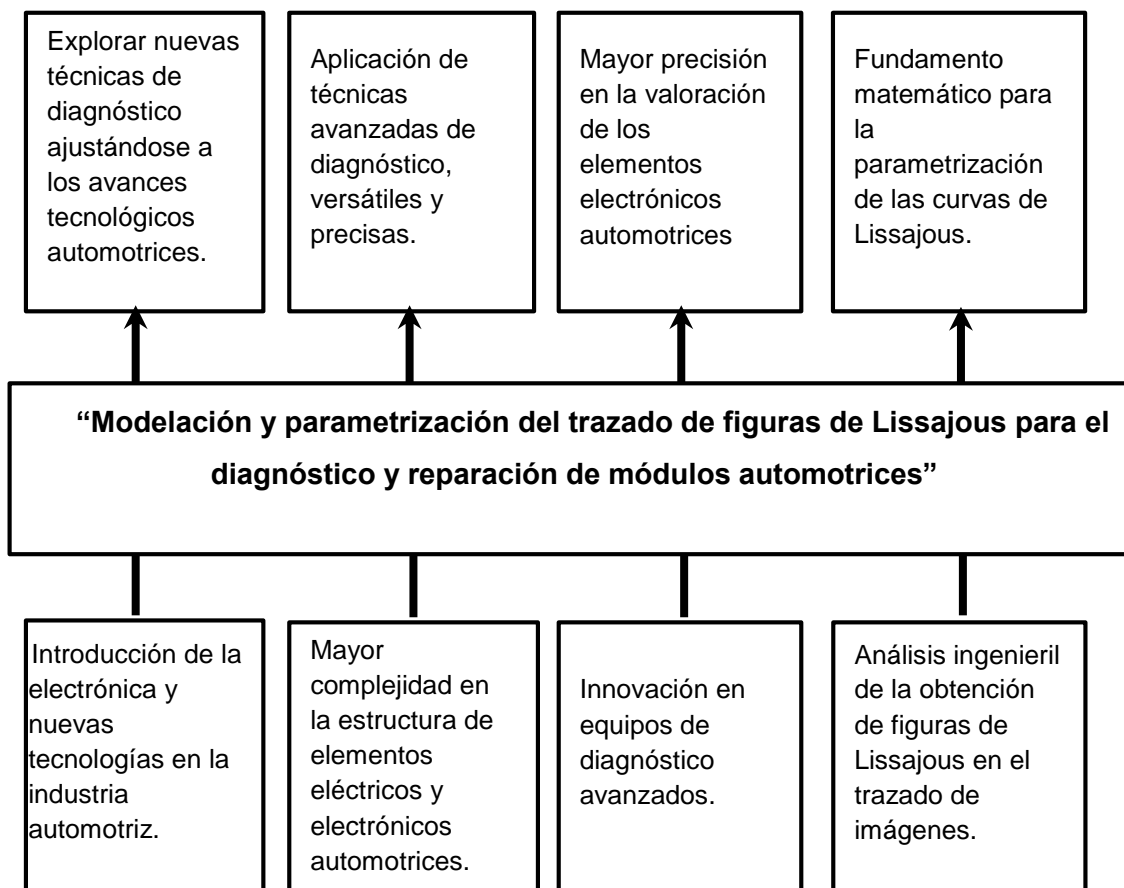
En situaciones reales, el análisis comparativo de las señales analógicas se puede utilizar haciendo coincidir las firmas analógicas de una PCB en buen estado y compararlas con las firmas de la PCB bajo sospecha, una diferencia en las firmas podría indicar una falla potencial. (Soriano, 2014, pág. 1)

Planteamiento del problema

Las innovaciones tecnológicas que presenta la industria automotriz, cada año avanzan a pasos agigantados, esto supone el suplir las exigencias y necesidades de los consumidores, pero además presentan un reto para los concesionarios y talleres que se dedican a la reparación de autos. Ya que hoy en día, en el automóvil, todo es comandado por elementos eléctricos y/o electrónicos (módulos); para una reparación es necesario de capacitación en diagnóstico electrónico especializado.

La introducción de elementos electrónicos en las partes automotrices hace necesario la incursión en nuevas tecnologías de diagnóstico que permitan realizar un diagnóstico rápido, pero a la vez muy acertado. La aplicación de la técnica intensidad vs voltaje se establece con este fin ya que va de la mano de un fundamento científico-matemático de gran precisión.

En función de la problemática, se establece un protocolo de diagnóstico avanzado de los elementos electrónicos automotrices mediante el uso de la técnica “corriente vs intensidad” que permita la valoración de los elementos bajos test a la par de la parametrización de diagnóstico automotriz que permita solucionar el problema de investigación: Modelación y parametrización del trazado de curvas de Lissajous para el diagnóstico y reparación de módulos automotrices.

Figura 1*Planteamiento del problema***Descripción Resumida**

La presente investigación se llevará a cabo en la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga, en donde se captará la información necesaria acerca de la técnica de diagnóstico “Voltaje- Intensidad” mediante recopilación en libros, papers, revistas y/o manuales que den realce a la investigación.

Se investigará el principio matemático en el que se fundamenta la obtención de las firmas básicas análogas de las curvas de Lissajous determinando los valores y parámetros característicos de las mismas.

Se investigará las firmas básicas características que se obtienen de los elementos que conforman un módulo automotriz, así como la valoración de los mismos.

Se analizará la arquitectura de un módulo de control automotriz, así como su lógica de funcionamiento y las funciones que cumplen cada circuito o bloque dentro del módulo.

Se modelará y construirá el trazador de curvas a través del uso de componentes digitales que permitan obtener señales senoidales estables que afiancen el diagnóstico por imágenes.

Se parametrizará las firmas análogas mediante cálculos que permitan obtener valores de diferencia del estado y rendimiento de los elementos bajo test.

Se realizará un reporte de diagnóstico del estado de los elementos testeados mediante análisis de comparación a la par de cálculos fundamentados.

Se estudiará técnicas de reemplazo de elementos en módulos automotrices para establecer un protocolo adecuado para generar el proceso de reparación.

Justificación e importancia

Con la introducción de nuevas y avanzadas tecnologías en el sector automotriz se han modelado y desarrollado nuevos automóviles integrando elementos eléctricos comandados y monitoreados por módulos electrónicos que permiten al automotor trabajar de forma más eficiente y además cumplir exigencias de confort para los consumidores, todas estas implementaciones sofisticadas obligan a explorar nuevos métodos de diagnóstico que se equiparen a los avances tecnológicos de la industria automotriz.

Al explorar nuevas técnicas de diagnóstico, la técnica de corriente vs voltaje es una opción que cumple con los requerimientos de precisión y seguridad, al no tener que alimentar con voltaje los elementos bajos test, pero permitiendo una valoración muy acertada del componente.

Mediante la parametrización de las firmas básicas de Lissajous se permite valorar el estado de placas PCB automotrices que se encuentran bajo sospecha de avería con respecto a otras que se conoce que se encuentran en buen estado.

Este método de diagnóstico por imágenes se presenta como una nueva técnica versátil e innovadora que permite, a las entidades que se dedican a la reparación de elementos electrónicos automotrices, además de valorar de forma acertada elementos, generar patrones de datos de las firmas de Lissajous para futuros diagnósticos realizar un diagnóstico rápido, pero a la vez muy factible.

Objetivos

Objetivo general

Modelar y parametrizar el trazador de figuras de Lissajous para el diagnóstico y reparación de módulos automotrices.

Objetivos específicos

Captar la información necesaria acerca de la técnica de diagnóstico "Voltaje- Intensidad" mediante recopilación en libros, papers, revistas y/o manuales que den realce a la investigación.

Investigar el principio matemático en el que se fundamenta la obtención de las firmas básicas análogas de las curvas de Lissajous.

Investigar las firmas básicas características que se obtienen de los elementos que conforman un módulo automotriz, así como la valoración de los mismos.

Analizar la arquitectura de un módulo de control automotriz, así como su lógica de funcionamiento y las funciones que cumplen cada circuito o bloque dentro del módulo.

Construir el trazador de curvas a través del uso de componentes digitales que permitan obtener señales senoidales estables que afiancen el diagnóstico por imágenes.

Parametrizar las firmas análogas mediante cálculos que permitan obtener valores de diferencia del estado y rendimiento de los elementos bajo test.

Generar una base de datos de los elementos testeados en la presente investigación con el fin de en futuros diagnóstico tener patrones claros para realizar un diagnóstico rápido y acertado.

Realizar la reparación de módulos automotrices aplicando el diagnóstico de trazo por imágenes.

Metas

Desarrollar la modelación y construcción del trazador de curvas para realizar el test de elementos aplicando la técnica de “voltaje-intensidad”, evaluando así el estado de elementos eléctricos y electrónicos automotrices con un 90% de eficiencia.

Generar el proceso de reparación de módulos automotrices aplicando técnicas de reemplazo de componentes soldados en placas PCB.

Hipótesis

¿La modelación y parametrización del trazado de figuras de Lissajous permitirá efectuar un diagnóstico y reparación acertada de módulos automotrices?

Variables de la investigación

Variable Independiente

Figuras de Lissajous

Tabla 1*Figuras de Lissajous*

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
<i>Consiste en firmas analógicas características de elementos eléctricos y electrónicos cuyo fundamento es matemático.</i>	<i>Firmas características</i>	<i>Firmas de semiconductores</i>	<i>Patrón</i>	<i>Experimentación Parametrización Matematización</i>	<i>Protocolo de diagnóstico</i>
		<i>Firmas de inductores</i>	<i>Patrón</i>	<i>Experimentación Parametrización Matematización</i>	<i>Protocolo de diagnóstico</i>
		<i>Firmas de resistencias</i>	<i>Patrón</i>	<i>Experimentación Parametrización Matematización</i>	<i>Protocolo de diagnóstico</i>
		<i>Firmas de elementos compuestos</i>	<i>Patrón</i>	<i>Experimentación Parametrización Matematización</i>	<i>Protocolo de diagnóstico</i>
			<i>Tensión vs Corriente</i>	<i>Voltaje vs Amperaje</i>	<i>Experimentación Parametrización Matematización</i>
	<i>Fundamento matemático</i>	<i>Ecuaciones que permiten demostrar las curvas</i>	<i>Curvas características</i>	<i>Experimentación Parametrización Matematización</i>	<i>Protocolo de diagnóstico</i>

Variable Dependiente

Módulos automotrices

Tabla 2*Módulos automotrices*

Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
<i>Un módulo automotriz procesa las señales de sensores, para realizar cálculos que permitan controlar diversos actuadores</i>	<i>Fuente</i>	<i>Tensión / Intensidad</i>	<i>Patrón</i>	<i>Medición Experimentación</i>	<i>Protocolo de diagnóstico</i>
	<i>Drivers</i>	<i>Tensión / Intensidad</i>	<i>Patrón</i>	<i>Medición Experimentación</i>	<i>Protocolo de diagnóstico</i>
	<i>Periferia</i>	<i>Tensión / Intensidad</i>	<i>Patrón</i>	<i>Medición Experimentación</i>	<i>Protocolo de diagnóstico</i>
	<i>Circuito de datos</i>	<i>Tensión / Intensidad</i>	<i>Patrón</i>	<i>Medición Experimentación</i>	<i>Protocolo de diagnóstico</i>

Capítulo II

Marco Teórico

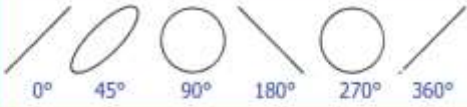
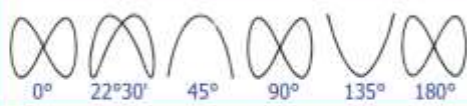
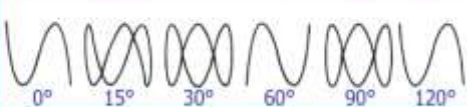

Obtención de las figuras de Lissajous

El trazado de imágenes tiene como fundamento la obtención de las figuras de Lissajous las cuales se obtienen con la ayuda de un osciloscopio configurado en el modo “X e Y”, si a cada canal, horizontal y vertical respectivamente, se le aplican señales periódicas, la gráfica que se obtendrá indicará la relación entre desfase y frecuencia de una con respecto a la otra (Rodríguez, 2001, pág. 49).

De esta manera se puede apreciar la evolución de una señal con respecto a la otra, así como su variación de frecuencia y desfase; a continuación, en la figura 2 se puede apreciar las diferentes figuras de Lissajous donde se muestra diferentes relaciones de frecuencias y desfases de las ondas.

Figura 2

Obtención de las figuras de Lissajous

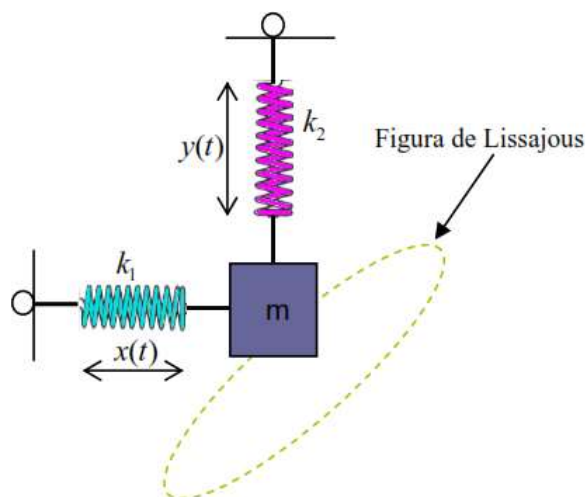
Relación de frecuencias	Corrimiento de fase
1 : 1	 0° 45° 90° 180° 270° 360°
1 : 2	 0° $22^\circ30'$ 45° 90° 135° 180°
1 : 3	 0° 15° 30° 60° 90° 120°
1 : 4	 0° $11^\circ15'$ $22^\circ30'$ 45° $67^\circ30'$ 90°

Nota. Tomado de *INTRODUCCIÓN A LAS MEDICIONES ELÉCTRICAS* (pág. 49), por Rodríguez, 2001.

Las figuras de Lissajous tienen su fundamento matemático en el movimiento armónico simple (MAS), ya que la figura sigue la trayectoria de un punto móvil cuyas coordenadas se proyectan en el plano rectangular "X e Y" (Cortés y otros, 2008, pág. 4), un ejemplo mecánico de este movimiento se lo puede observar en la figura 3.

Figura 3

Ejemplo mecánico para formar figuras de Lissajous



Nota. Tomado de Herramientas pedagógicas aplicadas en la enseñanza de las figuras de Lissajous, por Cortés et al., (pág. 4), 2008

Las ecuaciones para este sistema vienen dadas de la siguiente manera:

Para la ecuación paramétrica en el eje horizontal "X" en función del tiempo se presenta la siguiente ecuación:

Ecuación 1

Función paramétrica en el eje X

$$x(t) = \text{sen}(\omega_1 t + \varphi_1)$$

Donde:

ω_1 : Es la velocidad angular de la onda inyectada en el eje "x", (rad/s)

t : Representa el tiempo, (s)

φ_1 : Posición angular inicial de la onda del eje “x”

Mientras que la ecuación en el eje “Y” se representa por la ecuación número 2:

Ecuación 2

Función paramétrica en el eje Y

$$y(t) = \text{sen}(\omega_2 t + \varphi_2)$$

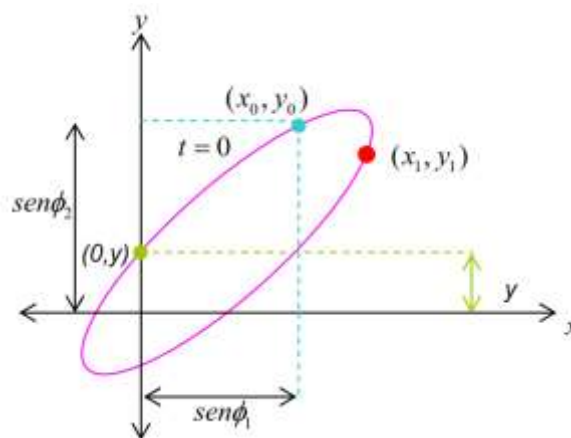
Donde:

ω_2 : Es la velocidad angular de la onda inyectada en el eje “x”, (rad/s)

φ_2 : Posición angular inicial de la onda del eje “y”

Figura 4

Figura de Lissajous proyectada con datos iniciales ($t = 0$)



Nota. Tomado de *Herramientas pedagógicas aplicadas en la enseñanza de las figuras de Lissajous*, por Cortés et al., (pág. 5), 2008

Estas ecuaciones se la pueden definir en el plano rectangular cartesiano de forma más explícita como se muestra en la figura 4, en donde al reemplazar con datos iniciales; es decir; cuando $t = 0$, las expresiones resultantes serian:

$$x(0) = \text{sen}(\varphi_1)$$

$$y(0) = \text{sen}(\varphi_2)$$

Y analizando el corte en eje de las ordenadas cuando $x = 0$, se obtiene que:

$0 = \text{sen}(\omega_1 t + \varphi_1)$, donde:

$$t = -\frac{\varphi_1}{\omega_1}$$

Reemplazando este valor en la ecuación 2 se tiene que:

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

$$y = \text{sen}\left(\varphi_2 - \left(\frac{\omega_2}{\omega_1}\right)\varphi_1\right), \text{ donde:}$$

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

Donde δ representa el desfase de las ondas.

De lo anterior las ecuaciones 1 y 2 pueden quedar representadas de la siguiente forma en las ecuaciones resultantes 4 y 5 donde se ha reemplazado los valores de ω_1 y ω_2 por la relación entre la frecuencias de cada onda (ecuación 3).

Ecuación 3

Relación velocidad angular y frecuencia

$$\omega = 2\pi f$$

Donde:

f : Es frecuencia, (Hz)

Ecuación 4

Función paramétrica resultante en el eje X

$$x(t) = \text{sen}(2\pi f_1 t)$$

Donde:

f_1 : Es la frecuencia de la onda inyectada en el eje "x", (Hz)

Ecuación 5

Función paramétrica resultante en el eje Y

$$y(t) = \text{sen} (2\pi f_2 t + \delta)$$

Donde:

f_2 : Es la frecuencia de la onda inyectada en el eje "y", (Hz)

δ : Es el desfase de las ondas (rad.)

Método Tensión – Intensidad (V-I)

Utilizando el método V-I en la pantalla del osciloscopio se mostrara el grafico tensión versus intensidad o figura de Lissajous; en el eje X se representa el voltaje y en el eje Y la intensidad de corriente; dependiendo del componente a testear, del flujo de corriente y cambios en el voltaje, la gráfica representada variara, razón por la cual es importante reconocer las formas de las firmas representativas de los elementos electrónicos que componen una placa PCB automotriz como son: resistencias, inductores, condensadores y semiconductores (Soriano, 2014, pág. 3).

Al examinar una placa electrónica con la técnica V-I se debe tener en cuenta que al testear un nodo de conexión en realidad este punto es la conexión de varios elementos básicos electrónicos por lo cual la firma mostrada será el compuesto de las figuras de dichos elementos (Soriano, 2014, pág. 3).

Parámetros en circuito en corto

Un circuito en corto o cortocircuito, donde su resistencia es de cero ohms (continuidad) es representado en la gráfica V-I por un trazo vertical paralelo al eje de las ordenadas; esto se debe a que el flujo de corriente para cualquier tensión es infinito, el trazo es el resultado de un punto del osciloscopio de la corriente alterna que oscila entre su valor pico positivo y negativo, en la figura 5 se puede ver la firma característica de un circuito abierto.

Figura 5

Firma característica de un cortocircuito



Nota. Tomado de *Investigación del diagnóstico por imagen del grupo inversor – propulsor de vehículos híbridos*, por Vélez & Caiza, (pág. 27), 2017.

Con la aplicación de la ley de ohm (ecuación 6) se puede corroborar lo que se menciona, que la corriente tiende a ser infinita, reemplazando el valor de la resistencia por un valor 0 ohms (ecuación 7).

Ecuación 6

Ley de Ohm

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

Donde:

R : Es resistencia, (Ohms)

V : Es la tensión aplicada (Voltios)

I : Intensidad de corriente (Amperios)

Ecuación 7

Valor de la intensidad cuando R tiende a ser cero

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

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

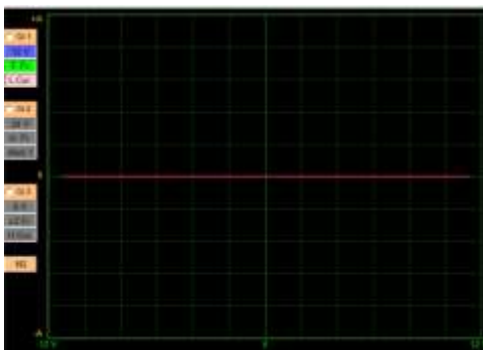
$$I = \infty \text{ (infinito)}$$

Parámetros en circuito abierto

Un circuito abierto, donde su resistencia es infinita, se representará en la gráfica V-I mediante un trazo horizontal, al ser su corriente siempre cero no afectará el voltaje que se le aplique en el testeo, la gráfica es el resultado de un punto del osciloscopio que oscila de derecha a izquierda representando el voltaje alterno sin la circulación de corriente, en la figura 6 se puede ver la firma característica de un circuito abierto.

Figura 6

Firma característica de un circuito abierto



Nota. Tomado de *INVESTIGACIÓN DEL DIAGNÓSTICO POR IMAGEN DEL GRUPO INVERSOR – PROPULSOR DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS* por Vélez & Caiza, (pág. 27), 2017.

Parámetros en una resistencia

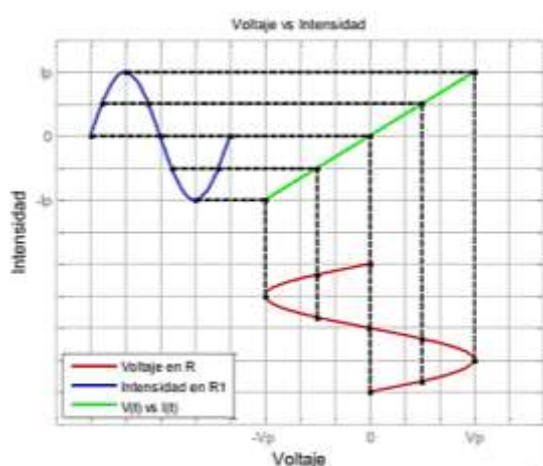
La representación de un resistor en el gráfico V-I se da mediante una línea inclinada, el valor de la pendiente de esta curva está relacionado al valor de la resistencia del elemento

testeado; la traza representa la relación de voltaje vs intensidad como se enuncia la ley de ohm (ecuación 6).

Valores de resistencia altos mostraran gráficas que tiendan a dirigirse o inclinarse al eje de las abscisas; por el contrario, resistores con menor valor de resistencia tenderán a irse hacia el eje de las ordenadas, teniendo en cuenta que una línea vertical con un valor de 0Ω es el caso de menor resistencia posible, en la figura 7 se puede ver la firma característica de una resistencia.

Figura 7

Firma característica de una resistencia



Nota. Tomado de *Patrón de Gráficas de los Sensores del Motor Otto Utilizando la Técnica de Diagnóstico por Imágen*, por Molina & Zhumi, (pág. 26), 2019.

De la figura 7 se puede decir que el valor de la pendiente de la traza corresponderá a la ecuación número 8, donde se relaciona al voltaje pico, positivo y negativo, así como los valores de corriente de igual forma.

Ecuación 8

Valor de la pendiente relacionando valores de voltaje y corriente

$$m = \frac{I_p - I_{p'}}{V_p - V_{p'}}$$

Donde:

I_p : Es el valor pico positivo de corriente (Amperios)

$I_{p'}$: Es el valor pico negativo de corriente (Amperios)

V_p : Es la tensión pico positiva (Voltios)

$V_{p'}$: Es la tensión pico negativa (Voltios)

Parámetros en un capacitor

La traza de un capacitor, se asemeja a un círculo perfecto o una elipse, esto depende del valor de la capacitancia del elemento, “condensadores con valores relativamente bajos tienen firmas elípticas aplanadas y horizontales mientras que los condensadores con valores relativamente altos tienen firmas elípticas, aplanadas y verticales” (Soriano, 2014, pág. 4).

Cuando el condensador tiene un valor de capacitancia bajo, la traza de Lissajous que lo representa, tiene su eje mayor en el de voltaje (eje X) ya que, la corriente con la que se carga el capacitor es baja y el voltaje se mantiene. Por otro lado, cuando el capacitor tiene su capacitancia alta el eje mayor está en el de corriente (eje Y) ya que, la corriente con la que se carga debe ser alta.

Según la matemática geométrica, la ecuación que correspondería a una elipse es la ecuación 9 que es la representación canónica de una elipse horizontal, con su centro en el origen (0,0).

Ecuación 9

Ecuación canónica de una elipse horizontal

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Donde:

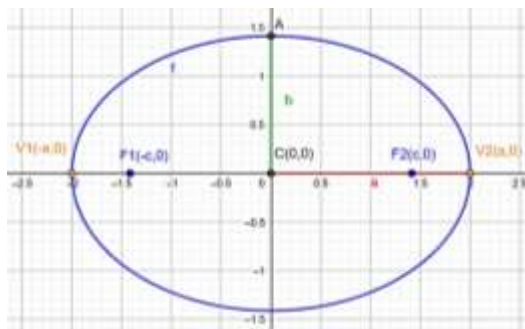
a : Es la distancia desde el centro $(0,0)$ hacia cualquiera de los vértices $V1$ o $V2$.

b : Es la distancia desde el centro $(0,0)$ hacia el punto A .

En la figura 8 se puede ver los elementos de una elipse, “donde $a > b$, ya que el eje focal esta sobre el eje X puesto que es una elipse horizontal. Los focos tiene coordenadas $F1(-c, 0)$, $F2(c, 0)$ y los vértices $V1(-a, 0)$ y $V2(a, 0)$ ” (Ibañez & García, 2014, pág. 276), como se ve dichos elementos corresponderían a una firma de un capacitor con un valor de capacitancia bajo ya que la elipse es horizontal.

Figura 8

Elementos de una elipse horizontal



Extrapolando la ecuación 9 para el presente estudio quedaría como se enuncia en la ecuación número 10, los valores de a y $-a$ como b y $-b$ corresponderían a los valores de Vp , $-Vp$ y Ip , $-Ip$ como se pueden ver en la figura 9.

Ecuación 10

Ecuación extrapolada para un condensador de baja capacitancia

$$\frac{V^2}{Vp^2} + \frac{I^2}{Ip^2} = 1$$

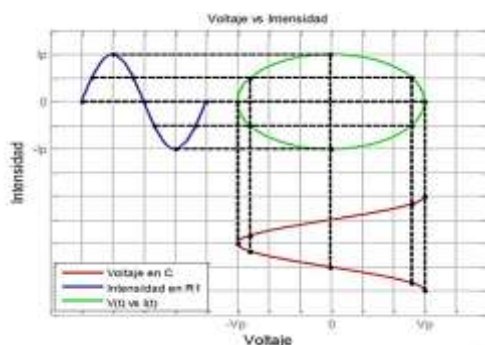
Donde:

Ip : Es el valor pico positivo de corriente (Amperios)

Vp : Es la tensión pico positiva (Voltios)

Figura 9

Firma característica de un capacitor



Nota. Tomado de *Patrón de Gráficas de los Sensores del Motor Otto Utilizando la Técnica de Diagnóstico por Imagen*, por Molina & Zhumi, (pág. 28),2019.

Si el valor de la capacitancia de un capacitor es relativamente alto la ecuación correspondería a una elipse canónica vertical (figura 10), cuya ecuación corresponde a la numero 11, donde $b > a$.

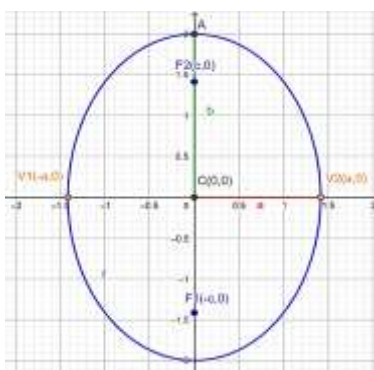
Ecuación 11

Ecuación canónica de una elipse vertical

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Figura 10

Elementos de una elipse vertical



De la misma forma extrapolando la ecuación de la elipse horizontal para el presente estudio la fórmula para una traza de un capacitor cuya elipse sea vertical correspondería a la ecuación número 12.

Ecuación 12

Ecuación extrapolada para un condensador de alta capacitancia

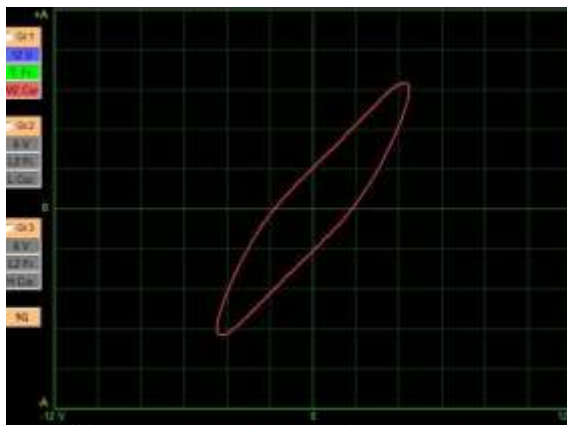
$$\frac{V^2}{Vp^2} + \frac{I^2}{Ip^2} = 1$$

Parámetros en un inductor

La representación de una bobina o inductor es similar a la de un capacitor teniendo como diferencia que la gráfica presentara una inclinación que va a variar en función de la resistencia del inductor y también dependiendo del valor de la inductancia esta desplazara al eje horizontal o vertical de la elipse, en la figura11 se puede apreciar la firma característica de un inductor.

Figura 11

Firma característica de un inductor



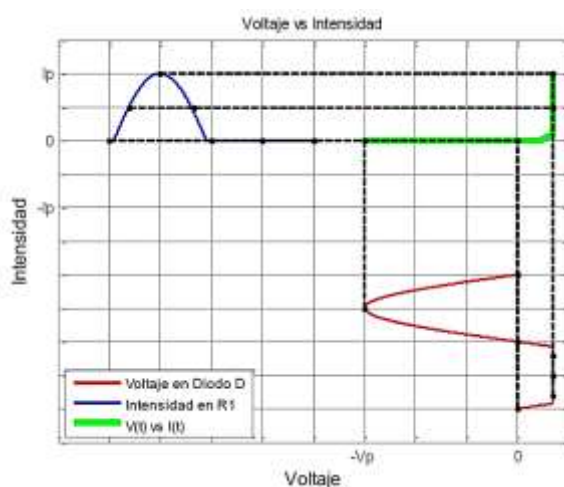
Nota. Tomado de *Diagnóstico avanzado de computadoras automotrices por el método de trazado de imágenes*, por Columba & Columba, (pág. 64), 2021.

Parámetros en un diodo

La firma característica de un diodo (figura 12) no se puede representar exactamente por alguna ecuación matemática específica, lo que se debe tener en cuenta es que la traza debe estar compuesta por dos rectas, una horizontal que representa la zona no conductora del diodo, y una vertical que es la zona en la cual el diodo conduce.

Figura 12

Firma característica de un diodo



Nota. Tomado de *Patrón de Gráficas de los Sensores del Motor Otto Utilizando la Técnica de Diagnóstico por Imagen*, por Molina & Zhumi, (pág. 27), 2019.

Ambas rectas forman un tipo de grafica en “L” don se presentan los estados de conducción y no conducción del diodo; la gráfica tiene una pequeña curvatura donde se separan la zona de polarización con la de no polarización.

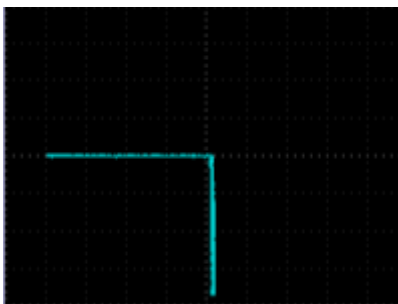
Cuando un diodo se encuentra en mal estado es característico que la zona de no polarización (recta horizontal) presenta una desviación inclinada similar a la de una resistencia, eso significa que permite el paso de corriente en polarización inversa produciendo así un efecto resistivo (Guangaje & Murillo, 2016, pág. 37).

Parámetros en un transistor bipolar

La grafica de respuesta al testear un transistor bipolar es similar a la de un diodo, teniendo las puntas del trazador colocadas entre base-colector y base-emisor; al medir entre emisor y colector se representaría un circuito abierto. De igual forma que el diodo cuando un transistor presenta una avería la gráfica resultante podría tener una variación inclinada en su zona de no polarización, en la figura 13 se presenta la figura de Lissajous de un transistor bipolar tipo NPN.

Figura 13

Firma característica de un transistor bipolar NPN



Nota. Tomado de *INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE INYECCIÓN MPFI-CRDI*, por Guangaje & Murillo, (pág. 75), 2016

Trazador de curvas para obtención de figuras de Lissajous

Los elementos electrónicos como semiconductores, inductores o capacitores presentan un comportamiento no lineal; es decir, que la relación tensión-intensidad no puede ser descrita mediante una ecuación diferencial lineal, por lo cual su resolución es compleja. Estos elementos al estar expuestos a diferentes valores de corriente y voltaje se comportan de forma distinta por lo cual la evaluación de los mismo se hace más compleja (Acosta & Leonhardt, 2018, pág. 10).

Un trazador de curvas para la obtención de figuras de Lissajous tiene como propósito inyectar tensión y corriente mediante dos ondas senoidales de igual frecuencia y amplitud, no tiene caso analizar ondas de diferente frecuencia ya que un dispositivo trazador de curvas inyecta ondas con las condiciones descritas anteriormente (Columba & Columba, 2021, pág. 52).

Como se describe, un trazador de curvas para el diagnóstico por imágenes debe inyectar ondas de igual frecuencia y amplitud, ya que solo en estas condiciones será posible obtener las ondas características de los elementos electrónicos que vienen integrados en las placas PCBs automotrices, un módulo especializado en trazado de curvas para diagnóstico por imágenes de elementos automotrices con estas características es el módulo FADOS9F1.

El FADOS9F1 (figura 14) es un analizador, que a la par de un software para ordenador, es capaz de obtener las firmas de Lissajous de los elementos electrónicos básicos y de circuitos compuestos; muestra la relación voltaje versus intensidad de forma gráfica a la par de un diagrama equivalente con un grado de tolerancias específicas en porcentaje (CISE Electrónica, 2017) .

Figura 14

FADOS9F1



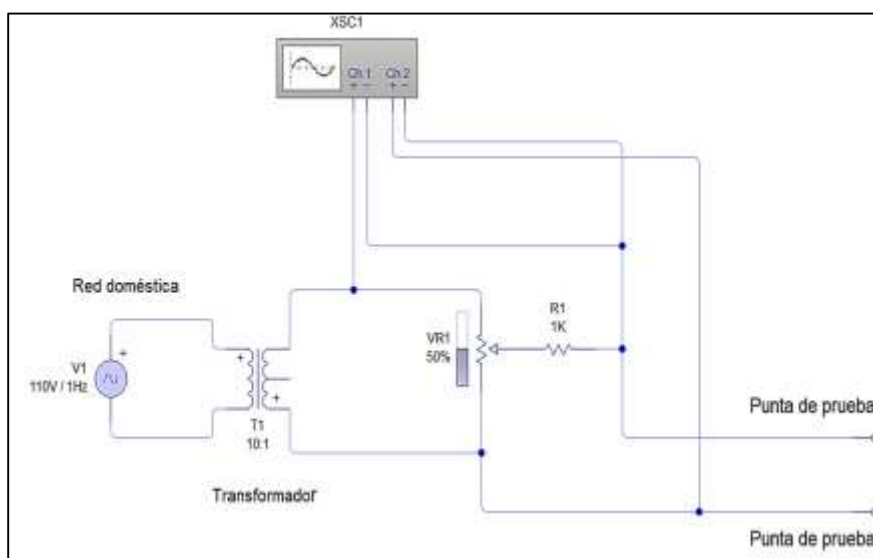
Nota. El modulo FADOS viene con un software para ordenador. Tomado de Pro T Ar-Ge. (s.f.).

Oscilador senoidal

Una de las forma más simple de obtener señales senoidales para realizar un diagnóstico por imágenes es utilizando un transformador de 110V a 12V de corriente alterna y un potenciómetro conectado en serie con una resistencia fija de $1\text{ k}\Omega$ limitando la corriente al componente bajo test (Guangaje & Murillo, 2016, pág. 105), esto conectado a los canales de un osciloscopio; el esquema de este trazador de curvas se lo puede ver en la figura 15.

Figura 15

Esquema básico de un trazador de curvas convencional



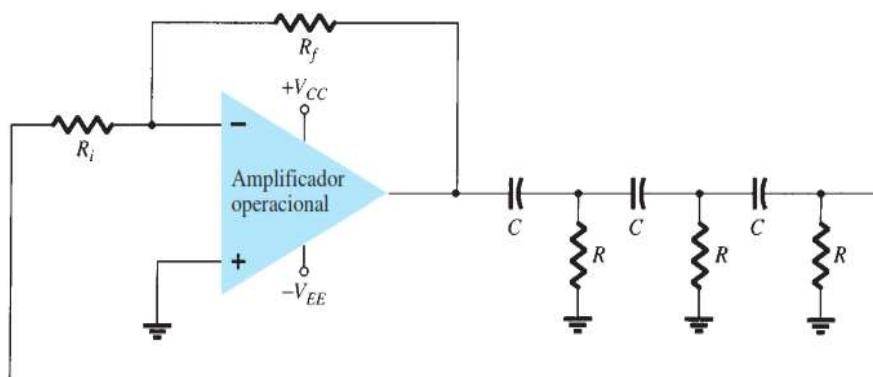
Este circuito no es complejo, pero como se puede observar este trazador necesita estar conectado a una red eléctrica doméstica la que proporciona los 110V AC; al ser así, no existe una fiabilidad en que las ondas senoidales proporcionadas sean totalmente estables razón por la cual es más factible recurrir a la electrónica.

Un oscilador de ondas senoidales electrónico mantiene estable la corriente que suministra. Existen algunos arreglos para construir un oscilador senoidal de estas características: el oscilador de corrimiento de fase y el oscilador de puente Wein.

Oscilador de corrimiento de fase. Este oscilador llamado también de realimentación utiliza tres circuitos RC en su lazo de realimentación capaces de producir idealmente un desfase de 90° por cada circuito, con la ayuda de un amplificador operacional (integrado), que adiciona un desfase de 180° , se produce un desfase total de 360° generando así la oscilación alrededor del lazo de realimentación (Floyd, 2008, pág. 808), el esquema de este oscilador se lo puede ver en la figura 16.

Figura 16

Arreglo de un oscilador de corrimiento de fase



Nota. Tomado de *Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos*, por Boylestad & Nashelsky, (pág. 758), 2009.

El valor de la frecuencia con la cual trabaja este oscilador responde a la ecuación número 13 donde los valores de R y C son los mismos que deben componer al arreglo de la figura número 16.

Ecuación 13

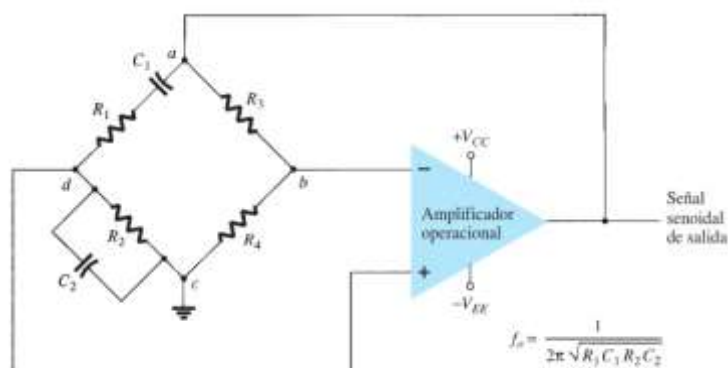
Frecuencia en un oscilador de corrimiento de fase

$$f_r = \frac{1}{2\pi \sqrt{6} R C}$$

Oscilador de puente Wein. Este arreglo utiliza un amplificador operacional y un puente RC, en la figura 17 se puede ver el esquema de este oscilador, los resistores R1 y R2 en conjunto con los capacitores C1 Y C2 son los que establecen la frecuencia de oscilación y los resistores R3 y R4 son los que forman la trayectoria de realimentación, además si se ignora el efecto de carga del amplificador operacional e impedancias de salida el circuito responde a las ecuaciones 14 y 15. (Boylestad & Nashelsky, 2009, pág. 759).

Figura 17

Arreglo de un oscilador de puente Wein



Nota. Tomado de *Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos*, por Boylestad & Nashelsky, (pág. 759), 2009.

Ecuación 14

Relación de resistores y capacitores del oscilador de puente Wein

$$\frac{R_3}{R_4} = \frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_4}$$

Ecuación 15

Frecuencia de salida del oscilador de puente Wein

$$f_o = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_1 C_1 R_2 C_2}}$$

Y si los valores de $R_1 = R_2 = R$ y $C_1 = C_2 = C$ la frecuencia del oscilador responde a la ecuación 16.

Ecuación 16

Frecuencia del oscilador de puente Wein

$$f_0' = \frac{1}{2\pi R C}$$

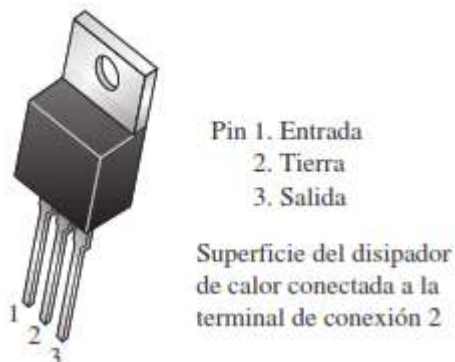
Este oscilador debe tener la característica de que la relación $\frac{R_3}{R_4}$ debe ser igual o mayor a 2, esto para que se tenga una mayor ganancia del lazo y el circuito oscile con la frecuencia calculada con la ecuación 16 (Boylestad & Nashelsky, 2009, pág. 759).

Fuente de tensión

Para alimentar al oscilador es necesario de una fuente de alimentación en corriente continua, para obtener una fuente de tensión es necesaria la utilización de reguladores de tensión; en el mercado existen varios reguladores de tensión que permiten obtener tensiones fijas a partir de un cierto rango de valores de voltaje de entrada, es así como la serie de los LM78XX es representativa de estos tipos de reguladores de voltaje de salida positiva fija; por ejemplo, el LM7805 (figura 18) es un regulador de +5,0 V. cuyo valor variara en un +/- 4% es decir , el voltaje de salida será de 4,8 V. o 5,2 V. permaneciendo constante en ese intervalo (Floyd, 2008, pág. 863).

Figura 18

Regulador de voltaje de salida positivo fijo LM78XX

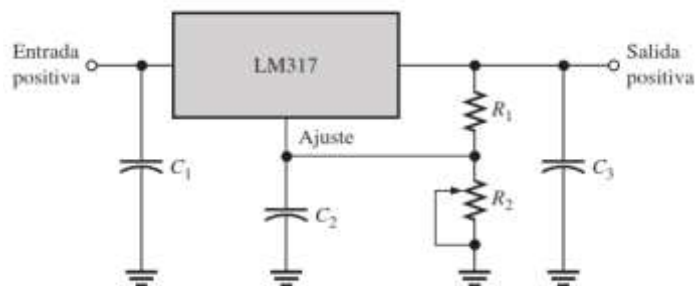


Nota. Tomado de *Dispositivos Electrónicos*, Floyd, (pág. 320), 2008.

Aparte de los reguladores de tensión fija, en el mercado existen otros tipos de reguladores que permiten de forma versátil obtener varios voltajes de salida, dependiendo de los requerimientos que se deseen. La configuración de uno de este tipo de reguladores (figura 19) es del LM317 que es un regulador de voltaje lineal positivo ajustable; el regulador posee tres terminales, dos de entrada y salida respectivamente y uno de ajuste, los capacitores (C_1 , C_2 y C_3) son de desacoplamiento, el resistor fijo R_1 y el resistor variable R_2 permite ajustar el voltaje de salida (Floyd, 2008, pág. 864).

Figura 19

Regulador de voltaje de salida positivo ajustable LM317



Nota. Tomado de *Dispositivos Electrónicos*, Floyd, (pág. 321), 2008.

Para determinar el voltaje de salida en la salida positiva se utiliza la ecuación 17, donde existe un voltaje de referencia ($V_{ref.}$) de 1,25 V constante entre el terminal de entrada y el de ajuste, de igual forma existe una corriente en la terminal de ajuste llamada $I_{adj.}$ de aproximadamente $50 \mu A$.

Ecuación 17

Voltaje de salida de LM317.

$$V_{sal} = V_{ref} \left(1 + \frac{R2}{R1} \right) + I_{adj} \times R2$$

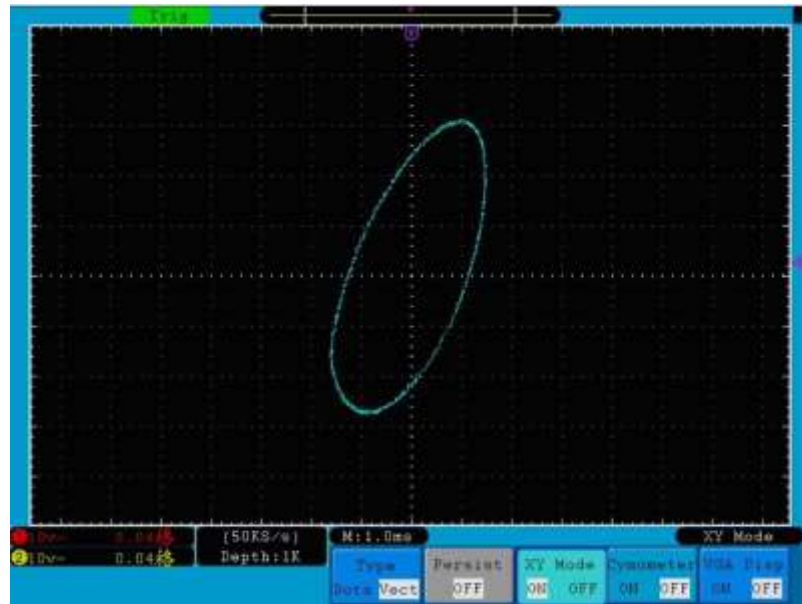
Osciloscopio, modo “X-Y”

Los osciloscopios digitales tienen un modo de operación denominado “X-Y”, el cual nos permite ajustar solamente tensiones por división (V/div) tanto en el eje X como Y. Este modo trabaja midiendo dos señales que son inyectadas en dos canales del osciloscopio, una señal en el sistema vertical y la otra señal en el sistema horizontal, este método es utilizado para medir el desplazamiento de fase de ambas señales (diferencia en tiempo entre señales periódicas similares) (Tektronix, 2001, pág. 50).

Al utilizar la opción X-Y quedan desactivadas algunas funciones del osciloscopio como: referencia o forma de onda digital, cursor, control de base de tiempo y control del disparo (PeakTech, 2017, pág. 51), en la figura 20 se puede ver el modo XY seleccionado en el osciloscopio.

Figura 20

Osciloscopio en el modo X-Y



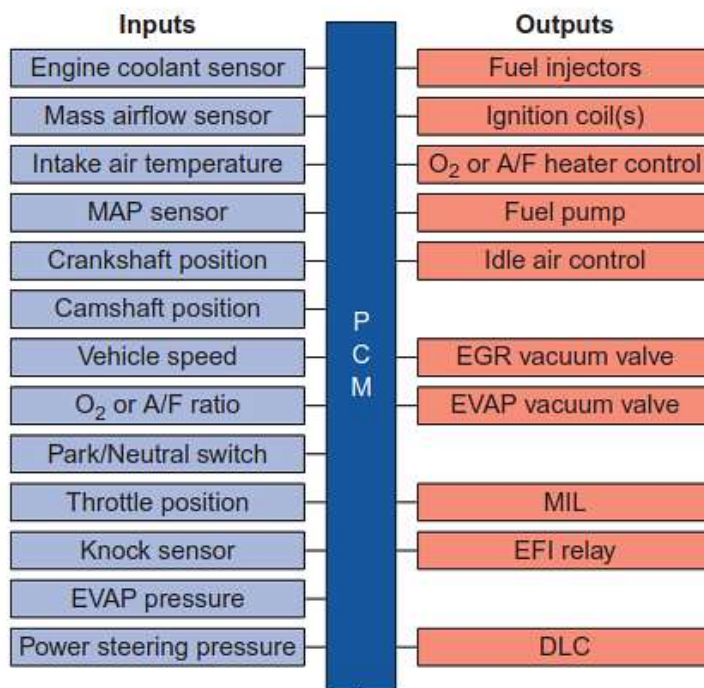
Nota. Tomado de *Manual de uso - Osciloscopios digitales*, por PeakTech (pág. 51), 2017.

Módulo de control electrónico del motor

La ECM (Engine Control Module) es como bien se traduce su nombre un módulo controlador del motor, para cumplir la misión de controlar, dicho modulo necesita la información de varios parámetros físicos como de posición, temperatura, presión; entre otros, esta información es obtenida mediante sensores que van acoplados al motor los cuales envían la información digital o analógica, según el sistema requiera, para que por la acción de un microcontrolador, integrado en la ECM, estas señales sean procesadas para la activación de drivers de control de actuadores como inyectores, bobinas, válvulas, relevadores y demás; un ejemplo de esta lógica se puede ver en el esquema de la figura 21 donde los inputs o entradas son las señales de los sensores y los outputs son las salidas a los actuadores.

Figura 21

Esquema de entradas y salidas de una ECM o PCM automotriz



Nota. Tomado de *AUTOMOTIVE TECHNOLOGY A SYSTEMS APPROACH*. Por Erjavec, (pág. 731), 2010.

Específicamente la PCM es la centralita que regula y condiciona varios sistemas del automovil:

Entre éstos se cuenta el control del ángulo de cierre, la regulación del encendido, la inyección del combustible, la regulación de picado, la regulación Lambda, la regulación de la presión de carga, la regulación del ralentí y la regulación de recirculación de los gases de escape. (HELLA, 2005, pág. 54)

Para cumplir estas funciones la centralita posee una arquitectura definida como se puede ver en la figura 22, la cual permite en primera instancia la alimentación de 5 voltios a la placa PCB, lo cual mediante un circuito denominado fuente y un regulador se hace posible.

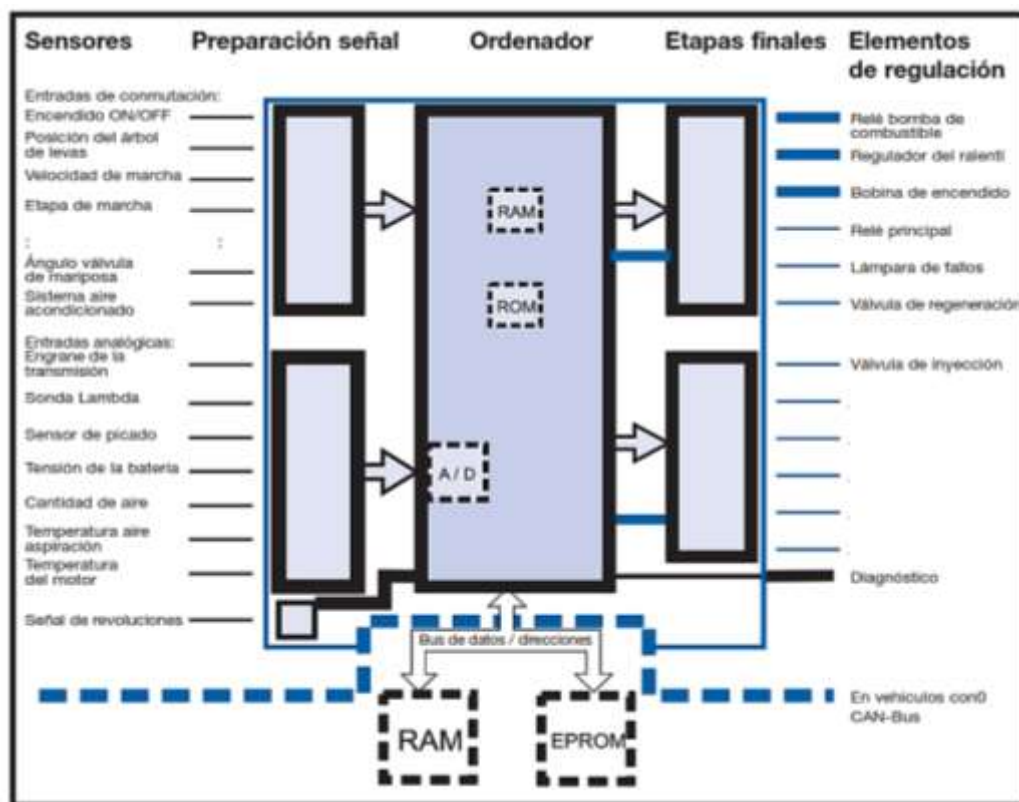
Las señales de los sensores, antes de llegar al micro procesador deben ser tratadas por una etapa denominada *preparación de señal*, las señales se conducen mediante amplificadores y convertidores de señal; una vez que llegan al microprocesador mediante un convertidor analógico/digital la señal puede ser procesada, para esto el *ordenador* necesita de un programa o software:

Este programa se almacena en una memoria no volátil (ROM o EPROM) en esta memoria no volátil se encuentran almacenados, además, los campos característicos y líneas características del motor para el control del motor. Para realizar la función de algunos equipamientos específicos del vehículo, el fabricante del vehículo o el taller realiza una codificación de variantes. (HELLA, 2005, pág. 55)

Para la activación de los actuadores es necesario que las señales de activación pasen por *etapas finales*, “los impulsos digitales transmitidos al microprocesador servirán para elaborar las ordenes de salida que serán transmitidas hacia el convertidor digital/analógico para desde aquí accionar el actuador correspondiente con una señal analógica” (Domínguez & Ferrer, 2012, pág. 78), o pasando por una etapa de potencia constituida por drivers de activación para de ahí comandar a los *elementos de regulación* o actuadores.

Figura 22

Esquema de la arquitectura de una ECM automotriz



Nota. Tomado de *La electrónica del automóvil, explicada con claridad. HELLA Ideas para el automóvil del futuro*, por HELLA (pág. 54), 2005.

Bloques en una ECM

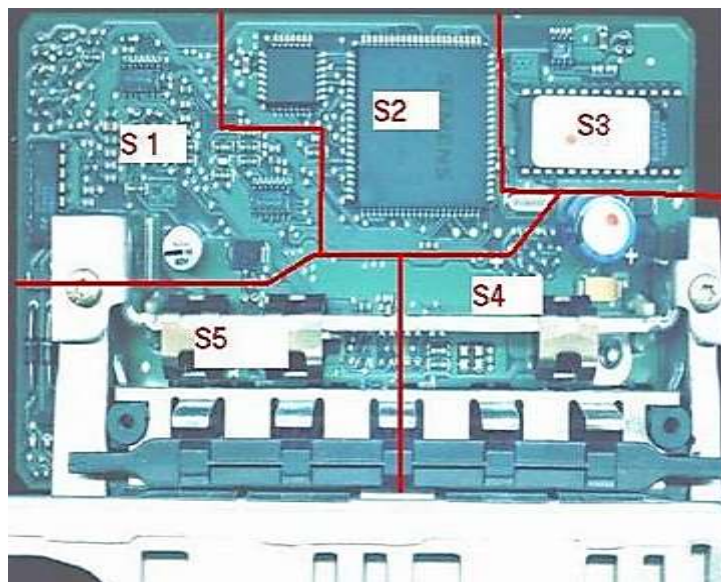
Según Serravalle (2021) para “simplificar el entendimiento del circuito completo de una ECU automotriz, resulta particularmente importante, efectuar una división del circuito general en áreas o bloques, con funciones diferenciadas”, entonces la ECM se divide en 4 bloques específicos como son (figura 23):

1. Bloque de entrada (S1)
2. Bloque de salida (S5)
3. Bloque de procesamiento (S2 y S3)

4. Bloque de soporte (S4)

Figura 23

Bloques o áreas de una ECM



Nota. Tomado de *CISE electrónica*, por Serravalle, (2021).

Bloque de entrada. En el bloque de entrada o también denominado de periferia, se pueden encontrar los circuitos de tratamiento de las señales de los sensores y de filtrado de las mismas, aquí además se encuentran comparadores, amplificadores que reciben las señales de sensores tratándolas previamente para ser enviadas al microprocesador. Específicamente “los circuitos que se encuentren en este camino hacia el microprocesador serán los que se denominaran bloque de entrada” (Serravalle, 2021, pág. 1). En la figura 24 se puede apreciar el bloque de entrada o periferia.

Figura 24

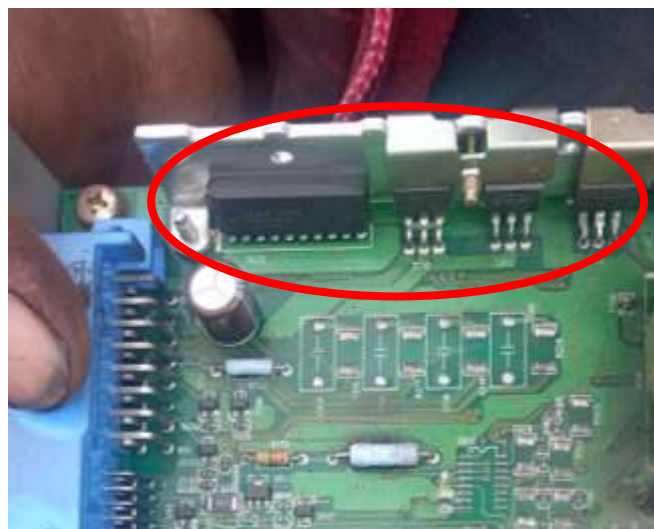
Bloque de entrada en una ECM



Bloque de salida. De la misma forma que las señales de entrada necesitan ser tratadas antes de llegar al ordenador, las señales de salida también deben ser acondicionadas por amplificadores o etapas de potencia, integrando transistores o también llamados drivers (figura 25), los cuales llevarán las señales de activación de los actuadores como los inyectores, bobinas, válvulas, relevadores entre otros (Serravalle, 2021, pág. 2).

Figura 25

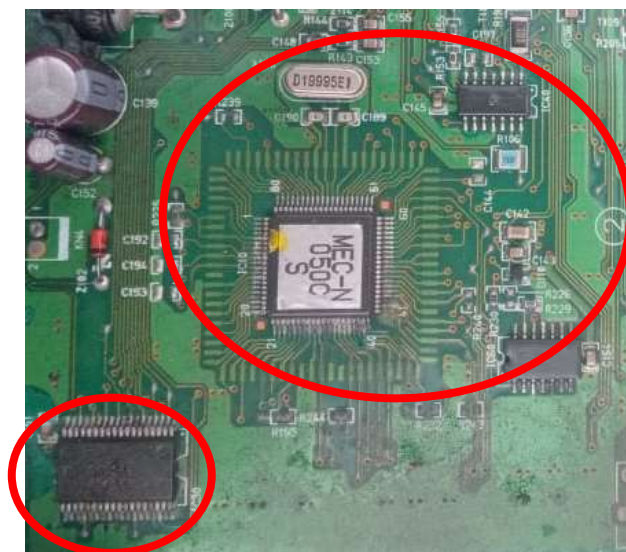
Bloque de salida una ECM



Bloque de procesamiento. Esta área la constituyen el microprocesador las memorias ROM, RAM y EPROM (figura 26) estos elementos realizan todas las operaciones programadas y preestablecidas mediante un software interno permitiendo así controlar toda la unidad; en este bloque se pueden también realizar la conversión de señales analógicas a digitales.

Figura 26

Bloque de procesamiento de una ECM



Bloque de soporte. Este bloque es característico por ser el encargado de suministrar la alimentación de voltaje a toda la placa de la ECM mediante el circuito fuente (figura 27), así alimenta a los circuitos internos como a las memorias y el ordenador; esta área la componen diodos, resistencias, condensadores, reguladores de voltaje (Serravalle, 2021).

Figura 27

Bloque de soporte de una ECM



Sensores

Según Domínguez (2012) “los sensores son capaces de convertir cualquier parámetro físico, químico o biológico en una magnitud eléctrica. Esta magnitud eléctrica es transmitida a la unidad de control y sirve como información para el funcionamiento de los sistemas eléctricos” (pág. 79).

Los sensores pueden ser pasivos o activos, los primeros “cuando la magnitud a detectar se limita a modificar alguno de los parámetros eléctricos característicos del elemento sensor, tales como resistencia o capacidad” (Domínguez & Ferrer, 2012, pág. 79), un claro ejemplo es el sensor de temperatura de aire o IAT (figura 28); por otro lado, el sensor es activo cuando este al detectar una magnitud física genera una señal eléctrica por sí mismo, un ejemplo de sensor activo es el sensor del cigüeñal o CKP (figura 29).

Figura 28

Sensor pasivo IAT



Nota. Tomado de HELLA Tech World (s.f.).

Figura 29

Sensor activo CKP



Nota. Tomado de *Circuito eléctricos auxiliares del vehículo*, por Domínguez & Ferrer, (pág. 75), 2012.

Algunos otros sensores dentro del automotor son los siguientes:

- Sensor de temperatura de aire del múltiple - MAT
- Sensor de posición del árbol de levas - CMP
- Sensor de punto muerto de pistón - TDC
- Sensor de velocidad - VSS
- Sensor de presión de aceite - OPS
- Sensor de temperatura refrigerante - ECT
- Sensor de oxígeno - O2
- Sensor de presión absoluta del múltiple - MAP

- Sensor de detonación - KS
- Sensor de flujo de masa de aire - MAF
- Sensor de posición del acelerador - TPS
- Sensor de presión de riel de combustible - FRP

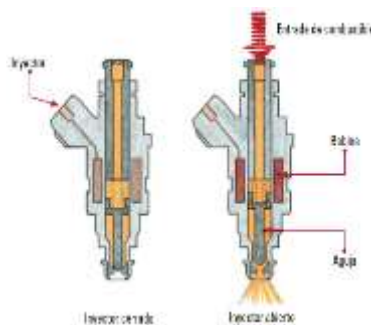
Actuadores

Un actuador son todos aquellos elementos que reciben la información de salida del ECM y se encargan de transformar dicha información en una operación física; “la fuerza que ejerce el actuador proviene de tres fuentes posibles: presión neumática, presión hidráulica y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide)” (Auto Crash, 2015), según su funcionamiento los actuadores se pueden clasificar o dividir en:

1. Electromagnéticos: relevadores, inyectores (figura 30), electroválvulas.
2. Calefactores: bujías de precalentamiento, resistencias calefactoras.
3. Electromotores: bomba de combustible, válvula IAC, motores paso a paso.
4. Pantallas de cristal líquido: pantallas LCD, cuadro de instrumento digital.

Figura 30

Actuador electromagnético: Inyector



Nota. Tomado de Principales actuadores en el vehículo y posibles fallos, por Auto Crash (pág. 1), 2015

Reemplazo de elementos en módulos automotrices

Un módulo de control automotriz es una placa de circuito impreso (PCB) la cual es una base que contiene varios elementos electrónicos y eléctricos interconectados mediante conductores en forma de rieles o pistas delgadas de cobre; en la placa del módulo existen elementos como memorias, microprocesadores, diodos, condensadores, resistencias, entre otros; los cuales están conectados mediante nodos o puntos de solda de estaño de gran precisión.

Para realizar un proceso de reparación de una placa PCB automotriz es necesario conocer los equipos a utilizar en la reparación y las técnicas adecuadas, sabiendo que los nodos de solda deben ser lo más exactos posibles también se debe considerar la temperatura de trabajo de los equipos sabiendo que algunos elementos de la placa son sensibles al calor (figura 31).

Figura 31

Reemplazo de elementos en módulo automotriz



Nota. Tomado de *Métodos para Flasheo de memorias y reprogramación de ECUS* por Auto Avance, (2016).

Desoldadura de elementos electrónicos en placa PCB

Para el proceso se utiliza la estación de solda de cautín de “lápiz” y para un mejor trabajo se utiliza además una bomba extractora de estaño y se sigue el siguiente procedimiento (figura 32):

1. Escoger la boquilla adecuada para el extractor de suelda, “diámetro interno de la boquilla debe ser del mismo tamaño que el diámetro del pin o incluso ligeramente mayor (máx. 0.3mm)” (Technology & Chemical, S.L., 2015, pág. 12).
2. Calentar la sección a intervenir hasta que la soldadura pase a estado líquido.
3. Colocar la boquilla extractora cerca del pin y extraer la suelda.

Figura 32

Desoldadura de elementos con bomba extractora



Nota. Tomado de *Manual de soldadura Ersa*, por Technology & Chemical, S.L, (pág. 1), 2015.

Proceso de soldadura

El proceso de soldadura tiene tres fases: mojado, refusión y union, el factor imperante es la temperatura de trabajo, lo óptimo es elegir la menor temperatura en la cual se pueda llevar a cabo las tres acciones por lo cual, una estación de temperatura controlada es recomendable para el proceso (Technology & Chemical, S.L., 2015, pág. 10).

Los pasos para realizar una soldadura son:

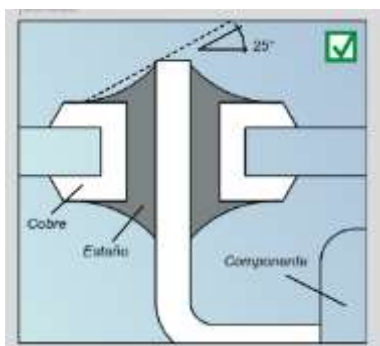
1. Limpiar la zona a soldar precalentandola con pasta FLUX.
2. Fundir el hilo de estaño en la zona cubriendo todo el espacio donde debe ir la suelda.

3. Retirar el hilo y justo despues la punta del equipo evitando sobrecalentamiento.
 4. Dejar que la soldadura se solidifique evitando vibraciones innecesarias
- (Technology & Chemical, S.L., 2015, pág. 10).

Si utilizamos el equipo y la punta de suelda adecuada el proceso no debe durar menos de 2 segundos y un máximo de 5 segundos (Technology & Chemical, S.L., 2015, pág. 11), esto si la placa intervenida es de una sola capa, si el elemento tiene varias capas de soldadura el proceso tomara más tiempo, en la figura 33 se puede ver el proceso.

Figura 33

Acabado de un proceso de suelda correcto



Nota. En la imagen se ve que la punta del equipo se debe aplicar a 25° de inclinación para dejar un acabado propio de un correcto proceso de suelda. Tomado de *Manual de soldadura Ersa*, por Technology & Chemical, S.L, (pág. 11), 2015.

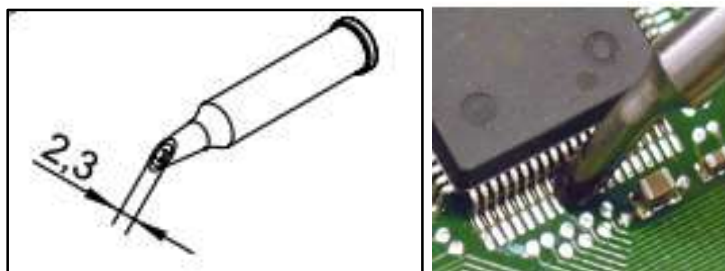
Soldadura SMD

Un elemento SMD es un dispositivo de montaje superficial el cual va colocado directamente en las pistas de conexión directamente no como tradicionalmente se colocaban los elementos en agujeros, esta tecnología es actualmente la más utilizada en la integración de elementos electrónicos en módulos automotrices, por esta razón es necesario conocer los pasos para realizar una soldadura de elementos SMD.

1. Seleccionar la punta adecuada del equipo, su diámetro debe ser el adecuado conforme al elemento a intervenir (figura 34).

Figura 34

Selección de punta del equipo

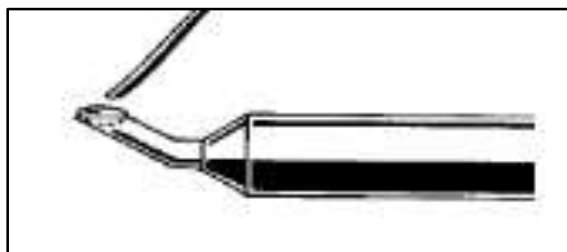


Nota. Tomado de *Manual de soldadura Ersa*, por Technology & Chemical, S.L, (pág. 14), 2015.

2. Colocar la temperatura del equipo en un rango de 285° a 360° (seleccionar la mínima temperatura que permita realizar el proceso sin inconveniente).
3. Untar con pasta FLUX la sección a soldar y coloque el hilo de estaño en la parte cóncava de la punta hasta que se forme una gota (figura 35).

Figura 35

Estaño colocado en la punta del soldador

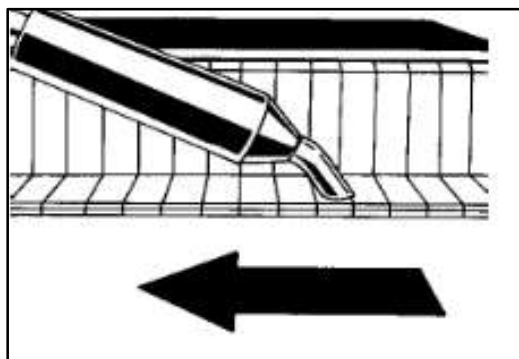


Nota. Tomado de *Manual de soldadura Ersa*, por Technology & Chemical, S.L, (pág. 14), 2015.

4. Deslizar la punta lentamente sobre los puntos de suelda sin realizar excesiva presión (figura 33) y repita el anterior paso para soldar todos los pines restantes.

Figura 36

Deslizamiento del soldador sobre los pines



Nota. Tomado de *Manual de soldadura Ersa*, por Technology & Chemical, S.L, (pág. 14), 2015.

Capítulo III

Trazador de curvas

Levantamiento de requisitos

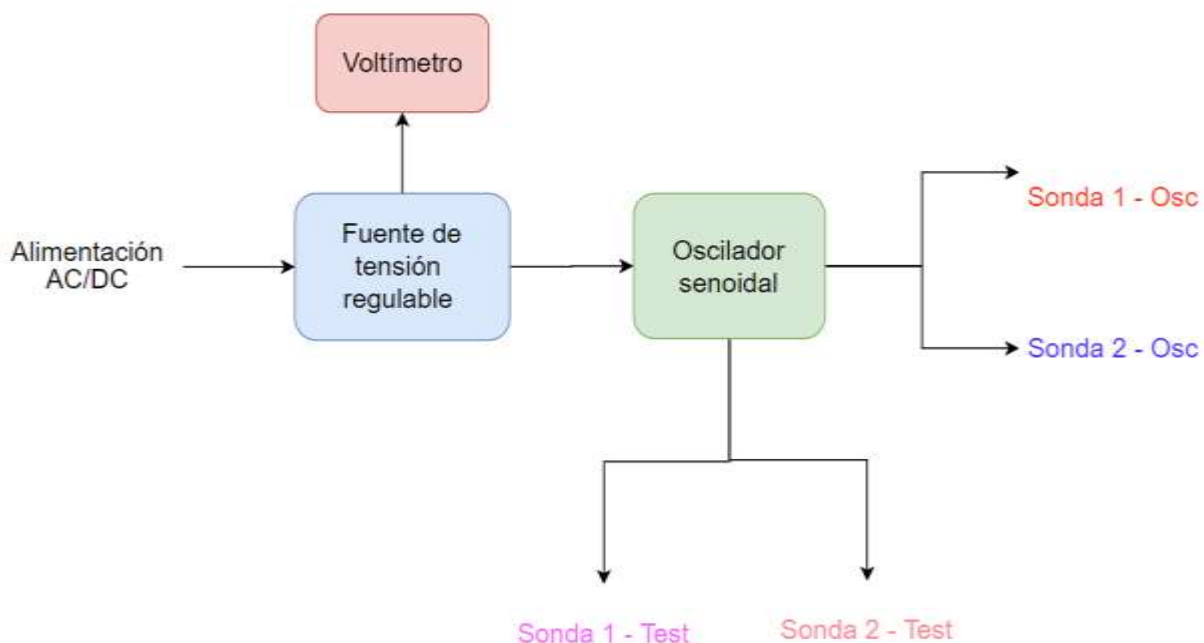
Para el diseño y construcción del trazador de imágenes se considera varios requisitos o características que debe poseer el mismo, el trazador va a trabajar con una interface de osciloscopio externa; a continuación, se enlistan las características:

- Alimentación externa domestica de 120 V/AC
- Mandos que permitan controlar el equipo
- Testigos que indiquen la activación, así como el voltaje con el que trabaja el trazador.
- Puertos que permitan la conexión a la interface de osciloscopio, así como a las puntas de prueba para diagnóstico.

Descripción general del trazador

El trazador en la figura 37 está compuesto de: la alimentación es de 120 V/AC a 60Hz mediante un arreglo de transformadores y semiconductores que convierten la corriente alterna (AC) en corriente continua (DC), esta última alimenta a la fuente de tensión que permite que el trazador varíe su voltaje entre 0 V/DC a 15 V/DC dependiendo de la selección del operario mediante un mando de control, existe un voltímetro que permite observar los valores de tensión en los que trabaja el equipo.

A la salida de la fuente de tensión regulable se encuentra el oscilador senoidal, este provoca que la corriente directa se desfase y comience a oscilar dando lugar a ondas senoidales estables con valores picos entre -15V/AC y 15V/AC a 15 mA, las mismas que se inyectan al elemento bajo diagnóstico por medio de las sondas de test figura 37: Sonda 1 – Test y Sonda 2 - Test; los canales 1 y 2 del osciloscopio se conectan al oscilador mediante los puertos: Sonda 1 – Osc y Sonda 2 – Osc, respectivamente.

Figura 37*Esquema del trazador de curvas***Modelación del trazador de curvas**

Al modelar el trazador se determinan los valores de los parámetros a obtener de cada etapa que permitirán que el trazador pueda obtener de manera efectiva las firmas de las placas PCB's automotrices; en la tabla 3 se muestran dichos parámetros con sus valores correspondientes.

Tabla 3*Requerimientos del trazador*

Parámetro	Valor	Unidad	Observación
Tensión de alimentación	120	V/AC	Alimentación externa doméstica.
Corriente de alimentación	300	mA/DC	Corriente de alimentación en la salida AC/DC
Tensión de trabajo	2 a 15	V/DC	Es la tensión con la que trabaja la fuente regulable.

Parámetro	Valor	Unidad	Observación
Tensión de oscilación	-15 a +15	Vp/AC	Voltajes picos en los que trabaja el bloque oscilador.
Frecuencia de oscilación	580	Hz	Las dos ondas senoidales deben poseer la misma frecuencia.

Diseño de la fuente regulable de tensión

Alimentación AC/DC. El trazador al ser un dispositivo con fines de utilización para laboratorio se lo diseña a modo que la toma de energía sea a una red eléctrica doméstica; por lo cual, se utiliza un arreglo de transformadores, puente de diodos y capacitores que permitirán rectificar la corriente alterna y obtener una señal continua.

Selección del transformador. Para la selección del transformador es necesario determinar el voltaje real medio efectivo (V_{rms}) ya que este valor es el que comercialmente se describe en cada transformador, para ello se utiliza la ecuación 18, el voltaje pico tiene un valor de 15 voltios que es la tensión de trabajo con el que va a operar el dispositivo.

Ecuación 18

Cálculo de V_{rms}

$$V_{rms} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

Donde:

V_p : Voltaje pico = 15 V/AC

$$V_{rms} = \frac{15 \text{ VAC}}{\sqrt{2}} = 10,1 \text{ V AC}$$

$$V_{rms} = 12 \text{ V/AC (Valor comercial)}$$

A partir del valor de V_{rms} obtenido se calcula con la ecuación 19 la relación de transformación (RT) del transformador.

Ecuación 19*Cálculo de RT*

$$RT = \frac{VP}{Vrms}$$

Donde:

VP: Voltaje en el primario = 120 V/AC

$$RT = \frac{120 \text{ V/AC}}{12 \text{ V/AC}} = 10$$

$$RT = 10:1$$

Se debe seleccionar un transformador de 120 V/AC a 12 V/AC cuya relación de transformación es de 10:1.

Selección de los diodos rectificadores. Para la selección del tipo de diodo que conformara el puente de diodos, se calcula el voltaje pico real que se halla en la salida del transformador seleccionado utilizando la ecuación 20.

Ecuación 20*Calculo del voltaje pico real*

$$Vpr = Vrms \times \sqrt{2}$$

$$Vpr = 12 \text{ V} \times \sqrt{2}$$

$$Vpr = 16,97 \text{ V}$$

Se selecciona un diodo 1N4007 que soporta una tensión máxima de 50 voltios pico y 1 amperio de corriente, las características de este elemento se encuentran en el anexo 1.

Selección del capacitor. Para seleccionar el capacitor se debe encontrar el voltaje que debe tener el mismo para ello se aplica la ecuación 21 que es el voltaje pico real menos la caída de tensión en el puente de diodos (el puente de diodos provoca una caída de 1,4 voltios); para calcular el valor de la capacitancia se utiliza la ecuación 22.

Ecuación 21

Voltaje del capacitor

$$VC = V_{pr} - 1,4 V$$

$$VC = (16.97 - 1,4) = 15,6 V$$

$$VC = 25 V \text{ (valor comercial)}$$

Ecuación 22

Valor de capacitancia

$$C = \frac{I_f}{F \times V_r}$$

Donde:

I_f : Corriente de alimentación= 300 mA

F : Frecuencia = 120 Hz (frecuencia que toma la onda después del puente rectificador)

V_r : Voltaje de rizo = 10% del VC

$$C = \frac{300mA}{120 Hz \times 10\% \times 25V} = 0,001 F$$

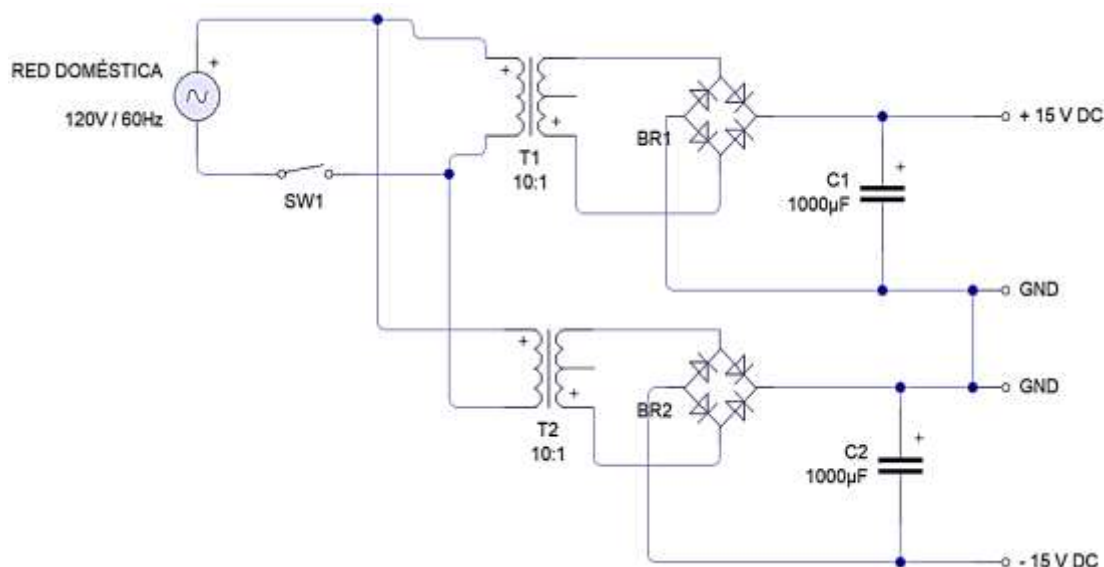
$$C = 1000 \mu F$$

Se selecciona un capacitor de 1000 μF a 25 voltios, la descripción de las características del condensador se encuentran en el anexo 2.

Circuito AC/DC. Para obtener una onda senoidal que tenga una zona positiva y una negativa es necesario partir de una corriente directa positiva y negativa, la zona negativa se obtiene conectando dos tomas de alimentación en serie; entonces la disposición de la alimentación AC/DC vendría dada como se muestra en la figura 38.

Figura 38

Circuito de alimentación AC/DC



Un interruptor de encendido (SW1) permite la activación del circuito que toma la energía de la red doméstica, cada puente rectificador (BR1 y BR2) rectifica la señal alterna que se obtiene en la salida de los secundarios de cada transformador (T1 y T2), cada señal es filtrada por los capacitores C1 y C2; en la salida del primer arreglo se obtiene +15 V/DC; el polo de tierra del primer arreglo se conecta al positivo del segundo arreglo (terminales GND), en el polo negativo del segundo arreglo se obtiene -15 V/DC.

En la tabla 4 se muestra los elementos y cantidades que se utilizan en el circuito de alimentación AC/DC.

Tabla 4*Elementos del bloque de alimentación AC/DC*

Elemento	Cantidad	Descripción
Transformador	2	120 V/AC a 12 V/AC
Diodo	8	1N4001
Capacitor electrolítico	2	1000 μF a 25V
Interruptor de encendido	1	On/Off

Fuente regulable de tensión

Al conocer las tensiones que se desea obtener, de 2 a 15 voltios (descritas en la tabla de requerimientos del trazador), se selecciona un regulador que permita ajustar su voltaje y que este dentro del rango de los requerimientos de tensiones.

Para la fuente de voltaje se considera el LM317T que es un regulador que permite ajustar su tensión de salida alcanzando valores desde los 1,2 voltios a 37 voltios, voltajes que están dentro de los requerimientos; las características de este regulador se muestran en la tabla 5.

Tabla 5*Características principales del LM317T*

Parámetro	Valor	Unidad
Tensión de operación	1.2 a 37	V/DC
Corriente de máxima de operación	1,5	A
Temperatura de operación	0 a 125	°C

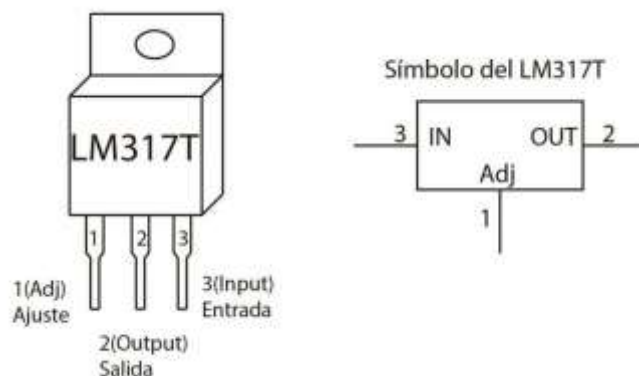
Nota: Las características detalladas del regulador se las puede encontrar en el anexo 3

El diagrama de pines del LM317T se lo puede observar en la figura 39 en donde los pines:

- 1 de ajuste: ajusta el valor de tensión a obtener en la salida.
- 2 de salida: obtiene el voltaje regulado deseado.
- 3 de entrada: alimenta del voltaje que va a ser regulado por el LM317T.

Figura 39

Diagrama de pines del LM317T



Nota. En la figura se puede ver la distribución de pines de un LM317. Tomado de (Roger Bit, 2019).

Elegido el regulador, es necesario seleccionar una resistencia variable (R_2) que permita obtener de forma los voltajes requeridos; para ello, aplicando la ecuación 23 para tensiones de 2 V y 15 V respectivamente, se encuentra el rango del potenciómetro a seleccionar.

Ecuación 23

Cálculo del valor de R_2 para 2 V

$$R_2 = \frac{V_{sal} - V_{ref}}{\frac{V_{ref}}{R_1} + I_{adj}}$$

Donde:

V_{sal} : Voltaje en la salida = 2 V a 15 V

V_{ref} : Voltaje de referencia=1,25 V (valor por defecto del regulador)

I_{adj} : Corriente de ajuste=50 μA (valor definido para este regulador)

R1: Resistencia fija= 220 Ω

$$R2 \text{ (para 2 voltios)} = \frac{2 \text{ V} - 1,25 \text{ V}}{\frac{1,25 \text{ V}}{220 \Omega} + 50 \times 10^{-6} \text{ A}} = 130,84 \Omega$$

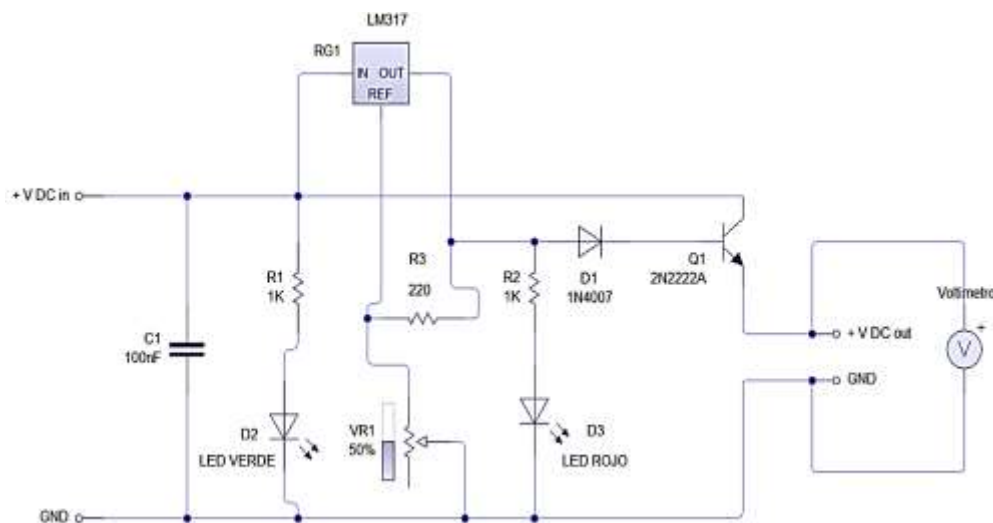
$$R2 \text{ (para 16 voltios)} = \frac{15 \text{ V} - 1,25 \text{ V}}{\frac{1,25 \text{ V}}{220 \Omega} + 50 \times 10^{-6} \text{ A}} = 2573,35 \Omega$$

Los rangos obtenidos de resistencia van desde los 654,24 Ω a los 2,5 k Ω por lo que se selecciona un potenciómetro comercial de 5 k Ω cuyo valor varía desde los 105 Ω a 5 k Ω .

Circuito fuente regulable. En la figura 40 se puede observar la integración de los elementos que componen el circuito regulable de tensión; el capacitor C1 sirve de filtrado, el pin IN del regulador LM317T se conecta al positivo del circuito AC/DC, el led verde D1 permite visualizar que el equipo esta encendido, con el resistor variable VR1 conectado al pin REF se varia la tensión en la salida (pin OUT), dicha tensión activa el led rojo D2 que se ilumina o se atenúa dependiendo de la tensión presente, el emisor del transistor Q1 es la salida del circuito fuente (V DC out) cuyo voltaje alimentara al circuito oscilador, este voltaje se visualizara en el voltímetro.

Figura 40

Diagrama de la fuente regulable



En la tabla 6 se muestra los elementos y cantidades que se utilizan en el circuito de la fuente regulable de tensión.

Tabla 6

Elementos de la fuente regulable de tensión

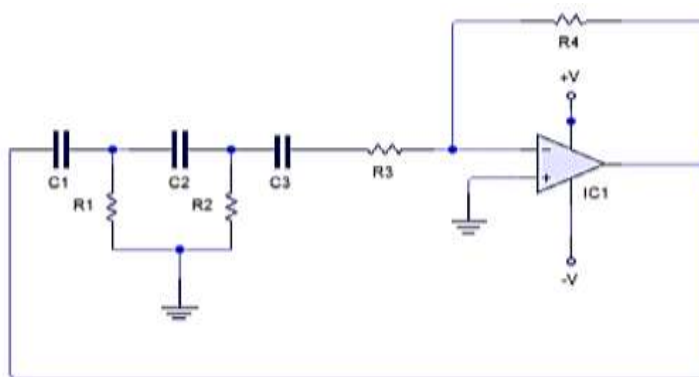
Elemento	Cantidad	Descripción
Regulador LM317T	1	-
Potenciómetro	1	5 k Ω
Resistencia	2	1 k Ω
Capacitor cerámico	2	100 nF
Diodo led verde	1	-
Diodo led rojo	1	-
Diodo	1	2N2222A
Resistencia	1	220 Ω
Voltímetro	1	0 a 100 V/DC

Diseño del oscilador senoidal

Para el diseño del oscilador senoidal se considera el arreglo de un oscilador por corrimiento de fase (figura 41) cuya frecuencia dependerá de los arreglos *RC* (*resistencia/capacitor*), cada arreglo proporciona un desfase de 60° a la señal de corriente continua y realizando una realimentación al amplificador operacional se adiciona un desfase de 180° provocando un desfase total de 360° dando lugar así a una onda senoidal.

Figura 41

Esquema del oscilador



Nota. Los valores $R1 = R2 = R3 = R$, $C1 = C2 = C3 = C$ y $R4 = Rf$

Cálculo del valor de R. Para el cálculo de **R** en cada uno de los arreglos **RC** , se debe tomar la frecuencia de diseño del trazador a la que se desee que oscile la onda y tomar el valor de un capacitor comercial y con la ecuación 24 se calcula el valor de **R**.

Ecuación 24

Cálculo del valor de R

$$R = \frac{1}{2\pi \sqrt{6} Fr C}$$

Fr: Frecuencia = 580 Hz

C: Capacitancia = 0,1 μF

$$R = \frac{1}{2\pi \sqrt{6} \times 580 \times 0,1 \times 10^{-6}}$$

$$R = 1,1 \text{ k}\Omega$$

$$R = 1,2 \text{ k}\Omega \text{ (valor comercial)}$$

Cálculo del valor de R_f . A partir del valor de R se determina la resistencia en el lazo de realimentación (R_f), esta resistencia determinara la ganancia del lazo; es decir, la relación del voltaje de entrada y el voltaje de salida; se desea que la ganancia sea igual a la unidad ($V_{in} = V_{out}$), aplicando la ecuación 25 se obtiene el valor de R_f .

Ecuación 25

Cálculo del valor de R_f

$$R_f = 29 R$$

$$R_f = 29 (1,2 \text{ k}\Omega)$$

$$R_f = 34,8 \text{ k}\Omega$$

$$R_f = 39 \text{ k}\Omega \text{ (valor comercial)}$$

Selección del amplificador operacional. Determinados los valores de C , R y R_f , se debe seleccionar el operacional con el que se va a trabajar, para ello se toma en cuenta el intervalo de tensión al que se va a trabajar de: 2 a 15 voltios; el LM358P es el óptimo para utilizarlo en la presente aplicación, en la tabla 7 se presenta las principales características del amplificador operacional seleccionado.

Tabla 7

Características de LM358P

Parámetro	Valor	Unidad
Tensión de entrada	-0,3 / \pm 32	V
Corriente de operación	350	μ A
Frecuencia máxima	700	kHz
Temperatura de trabajo	0 / 70	$^{\circ}$ C

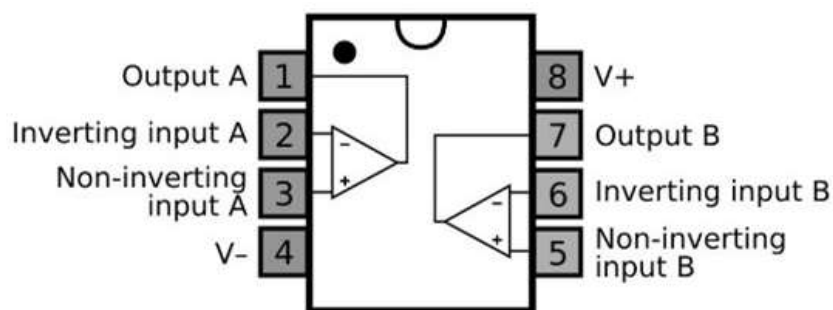
Nota. Las características más detalladas del LM358P se muestran en el anexo 4.

El diagrama de pines del LM358P se lo puede observar en la figura 42 en donde cada de los pines corresponde a:

- 1: salida del amplificador A.
- 2: entrada invertida del amplificador A.
- 3: entrada no invertida del amplificador A.
- 4: alimentación negativa.
- 5: entrada no invertida del amplificador B.
- 6: entrada invertida del amplificador B.
- 7: salida del amplificador B.
- 8: alimentación positiva.

Figura 42

Diagrama de pines del amplificador LM358P



Nota. Tomado de (ECStudio, s.f.)

Circuito oscilador

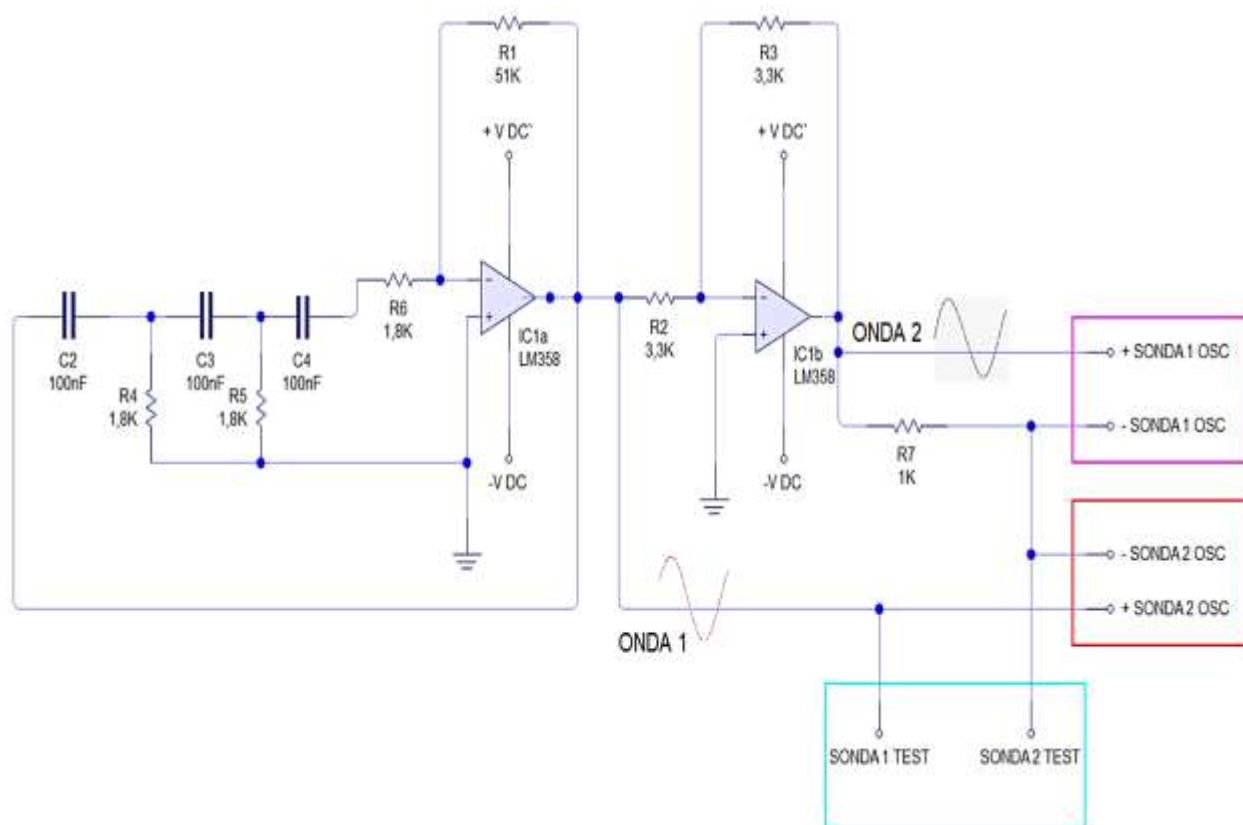
Realizando las conexiones respectivas y utilizando los elementos seleccionados en el diseño podemos ver el circuito final del oscilador que se muestra en la figura 43, en la primera sección del circuito se puede ver los arreglos RC que producen el desfase de 180° a la corriente continua, en la salida del operacional se puede ver la conexión que muestra la primera onda (ONDA 1); esta onda es inyectada al segundo operacional por medio de una resistencia (R1), en esta segunda sección se realiza una realimentación al operacional

conectando igualmente una resistencia (R3), esto permitirá que se origine una segunda onda (ONDA 2).

Las sondas del osciloscopio (SONDA 1 y 2 OSC) se los debe conectar tal y como se muestra en el esquema, aquí se debe destacar que en esta conexión la punta negativa de los dos canales del osciloscopio es compartida y además es también una de las puntas del test (SONDA TEST 2), la sonda positiva del segundo canal (+ SONDA 2 OSC) se conecta tanto a la salida del primer operacional como a la SONDA TEST 1.

Figura 43

Circuito oscilador



En la tabla 8 se muestra los elementos y cantidades que se utilizan en el circuito oscilador.

Tabla 8*Elementos del circuito oscilador*

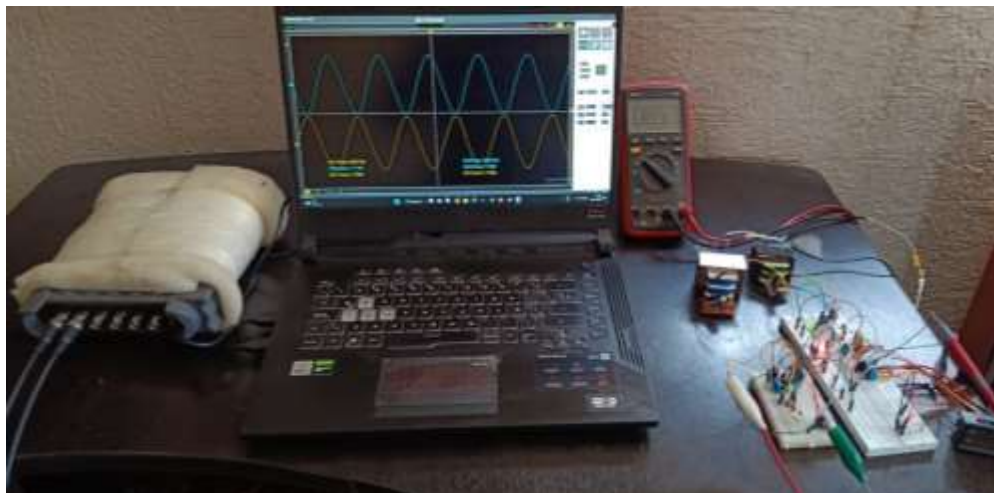
Elemento	Cantidad	Descripción
Capacitor	3	100 nF
Resistencia	3	1,2 k Ω
Resistencia	1	39 k Ω
Resistencia	2	3,3 k Ω
Resistencia	1	1 k Ω
LM358P	2	-
Sondas osciloscopio	2	Jack entrada tipo banana
Sondas test	2	Jack entrada tipo banana

Pruebas en protoboard

Previo a la integración, en placa PCB, de los circuitos electrónicos que componen el trazador, se monta la circuitería en protoboard para verificar el funcionamiento óptimo de los mismos. Considerando los esquemas realizados en el diseño, en la figura 44 se puede observar el trazador armado.

Figura 44

Pruebas en protoboard - obtención de senoides



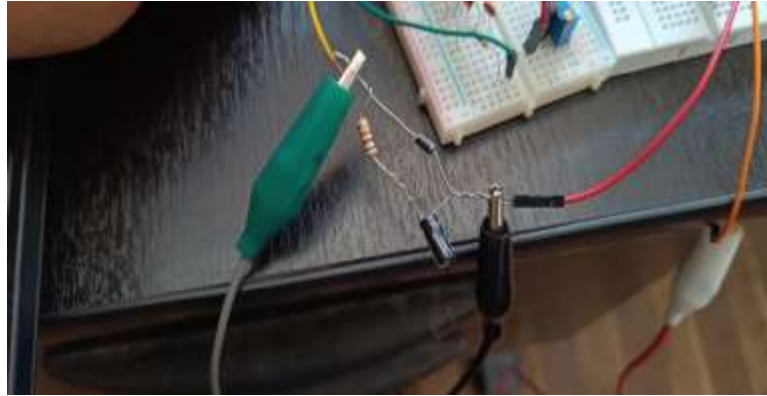
Conectando dos de los canales del osciloscopio de interfaz a las salidas del oscilador, en el modo “Y-T”, se debe visualizar las dos formas de ondas senoidales que deben ser estables, ambas con la misma frecuencia e igual amplitud, las ondas deben tener una zona positiva y negativa, la amplitud de las senoides variara solamente cuando el operario así lo desee esto con operación del potenciómetro que controla la tensión a la que trabaja el equipo.

Comprobado que el oscilador esta formando las senoides, se configura la interfaz en el modo “X-Y”, para observar las firmas de Lissajous, realizando las conexiones respectivas se conectan los dos canales del osciloscopio, del trazador saldrán las dos puntas de prueba que conectarán a los elementos a testear.

Se elije elementos electrónicos y se los conecta a las puntas test del trazador, en la figura 45 se puede observar la conexión de una resistencia en serie con un capacitor, en paralelo a estos se encuentra conectado un diodo, en las puntas de la conexión están las sondas test.

Figura 45

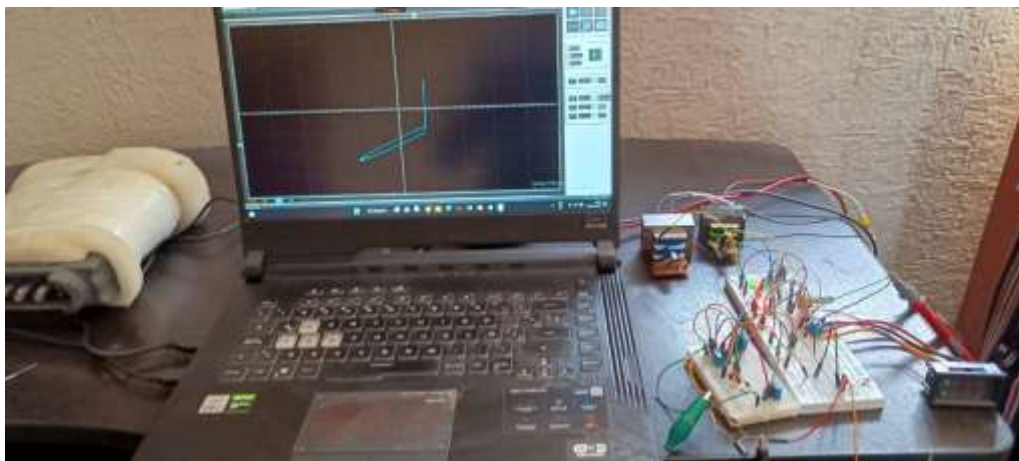
Pruebas en protoboard – conexión de sondas test



En la figura 46 se puede observar la figura de Lissajous correspondiente a la conexión de la figura 45, la sección inclinada corresponde a la resistencia, la enmarcación de una elipse en dicha inclinación corresponde al capacitor, y la línea vertical después de la inclinación corresponde a la zona conductora del diodo; de esta forma corroboramos que el trazador montado en protoboard está funcionando.

Figura 46

Pruebas en protoboard – obtención de figura de Lissajous



Consideraciones

Al testear con el trazador se debe considerar los siguientes aspectos:

- Los elementos a diagnosticar; es decir, si es una resistencia, un diodo, un transistor o algún otro elemento electrónico, esto para prever las figuras que se deberían graficar en el osciloscopio.
- La configuración del osciloscopio, en el eje X, que es el que muestra el voltaje, se puede configurar en 5 V/d. Si al variar el voltaje con el potenciómetro la figura no se aprecia, se puede disminuir a 1 V/d o 500 mV/d, hasta que la gráfica se perciba de forma que pueda ser analizada.
- La configuración en el eje Y, que muestra la intensidad, de igual forma se configura a manera que pueda apreciarse la figura, teniendo en cuenta que cada 1 V/d es equivalente a 1 mA/d.
- La configuración del tiempo se recomienda que este en 500 *us* ó 1 *ms*.

Construcción del trazador

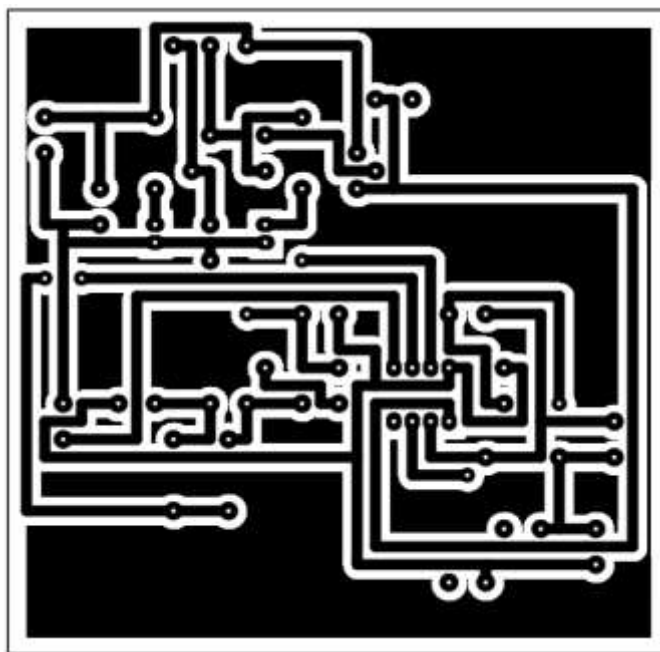
La construcción del trazador inicia con la impresión de la placa electrónica, para después soldar los elementos a la misma, todos los circuitos con los indicadores, adaptadores y elementos de control se los integra en una caja que permita montar todos los elementos.

Creación de placa

La creación de la placa electrónica se realiza formando el circuito en Livewire que permita, a partir del esquema del circuito formar la placa PCB con los elementos reales, en el anexo 5 se puede ver el esquema de todos los circuitos que integran el aparato, en la figura 47 se puede ver la circuitería para la impresión de la placa electrónica para el trazador desarrollada en software.

Figura 47

Impresión de placa PCB del trazador



Construcción de la carcasa del trazador

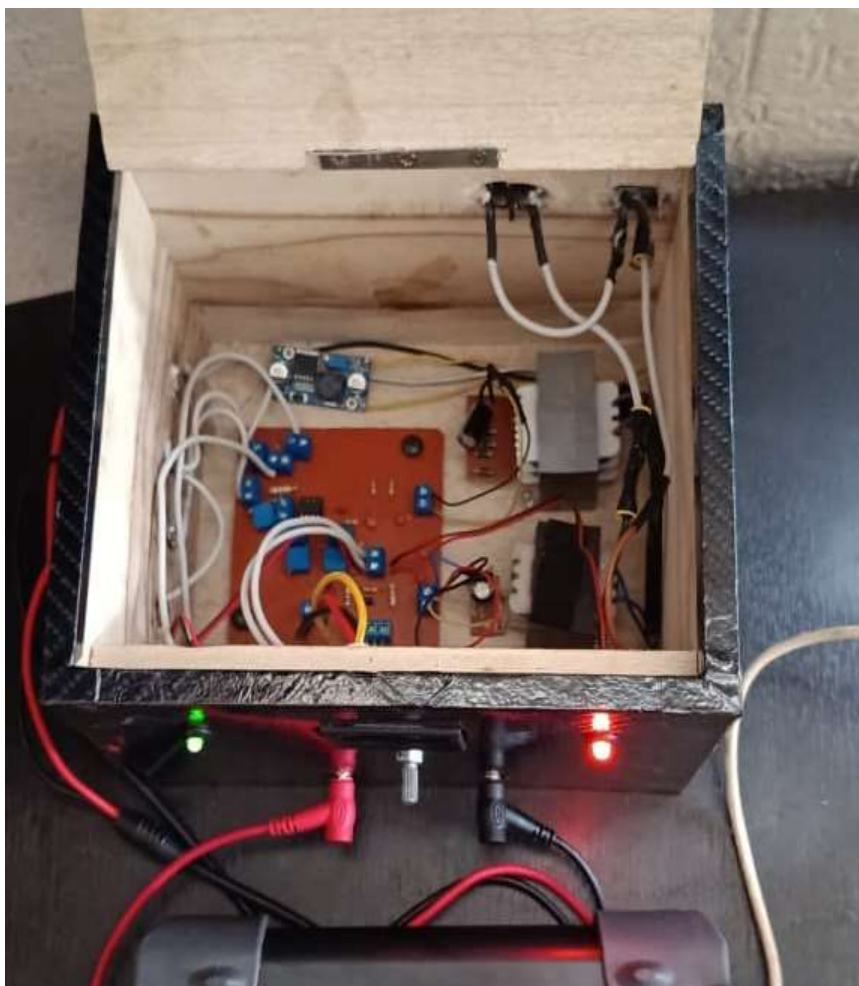
Se construye la caja considerando los elementos que se ubicaran en la parte interna y externa, la caja se construye de madera y toma medidas de 220 x 155 x 190 mm, se realizan los orificios y aberturas para montar todos los elementos, y después se recubre la caja con una mica de carbono para mejorar la estética del aparato, esto se puede ver en la figura 48.

Figura 48

Construcción de carcasa del trazador

***Montaje de elementos***

Después se integra la placa electrónica conjuntamente con el resto de elementos en la caja, todos los elementos de la circuitería eléctrica y electrónica se los ubica en la parte interior de la carcasa con todos los cables de conexión, en la figura 49 se puede apreciar la parte interna del aparato.

Figura**49***Parte interior del trazador*

Ya en la sección externa del dispositivo, figura 50; en la parte posterior se ubican el adaptador para la alimentación de corriente alterna y el interruptor de encendido y apagado del aparato; en la parte frontal se ubican el multímetro, los dos leds indicadores, el potenciómetro de variación de voltaje y las entradas hembra de conectores tipo banana para las sondas test.

En la parte izquierda se encuentran los conectores hembras que permitirán la conexión de las sondas de los canales 1 y 2 del osciloscopio.

Figura 50

Parte externa del trazador

**Protocolo de utilización**

Para comenzar a utilizar el equipo se debe seguir el siguiente protocolo de utilización del equipo, descrito en la tabla 9.

Tabla 9*Protocolo de utilización de equipo*

Ord.	Instrucción
1	Conectar el equipo a la red eléctrica y encenderlo, comprobar que los indicadores led se enciendan.
2	Variar el potenciómetro y verificar que el voltaje se muestre en la pantalla de voltímetro
3	Conectar cables de adaptación tipo banana a puntas de prueba en las salidas de testeo del trazador
4	Conectar el osciloscopio de interfaz al trazador en los terminales ubicados en la parte izquierda del equipo.
5	Ubicar las puntas test en los terminales o puntos de conexión del elemento a diagnosticar
6	Ajustar el voltaje de manera que se pueda apreciar de forma correcta la figura de Lissajous.
7	Matematizar o comparar la firma descrita en base a los parámetros denotados por la forma y los bordes de la figura de Lissajous.
8	Valorar si el elemento testeado se encuentra o no en buenas condiciones o se encuentra dentro de rango.
9	Se documentan las figuras obtenidas, así como los valores de los parámetros analizados.
10	Una vez utilizado el equipo se procede a apagarlo y desconectarlo de la red eléctrica, también se desinstala los cables del osciloscopio, así como las sondas de testeo.

Capítulo IV

Pruebas y Análisis de resultados

Obtención de firmas de elementos electrónicos

Al medir elementos electrónicos se conoce previamente las firmas representativas que se debería obtener; así que, se determina mediante matematización, relacionado los parámetros de corriente y voltaje, los valores de cada elemento según corresponda. Esto es posible ya que cada firma es una figura que puede ser representada mediante una ecuación matemática.

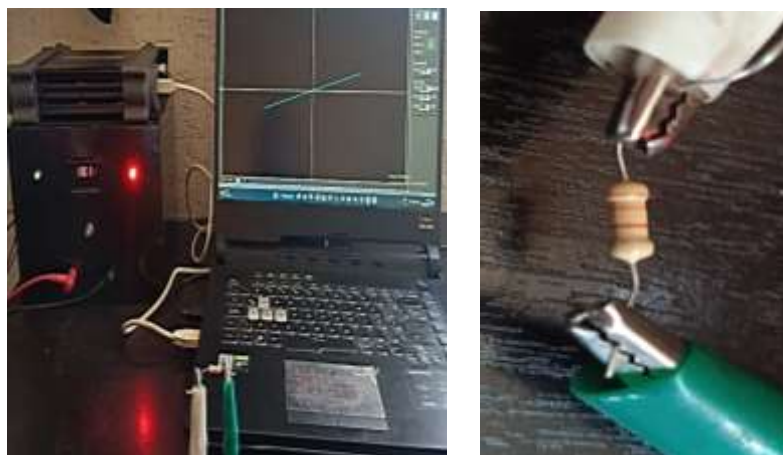
Resistencia

Al medir una resistencia se tiene claro que su firma debe ser una línea inclinada, esta inclinación será más pronunciada hacia el eje “Y” o eje “X” dependiendo de su valor en ohmios.

La resistencia a medir es la presentada en la figura 51 cuyo código de colores es: anaranjado, anaranjado, rojo y dorado correspondiendo a un valor es de $3,3\text{ k}\Omega$; lo que se busca es corroborar dicho valor mediante los parámetros obtenidos de la firma de esta resistencia.

Figura 51

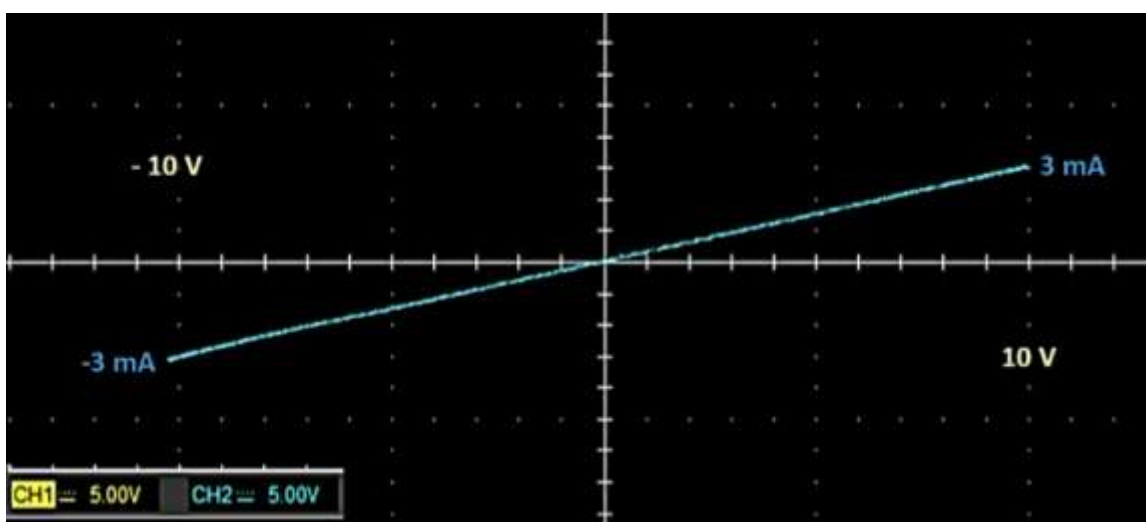
Medición de resistencia con trazador de curvas



En la figura 52 se puede ver la firma resultante, la configuración del osciloscopio esta tanto para el canal 1 y 2 en 5 voltios/división, en el canal que representa el eje "Y" (corriente) se toma que un voltio es el equivalente a un miliamperio la relación voltaje/intensidad es de 1 V/ 1 mA; además el trazador se encuentra configurado a un voltaje de 10 voltios, con la ecuación 21 se calcula el valor de la resistencia medida

Figura 52

Firma resultante de una resistencia de 3,3 kΩ



Ecuación 26: Cálculo de resistencia (R_s)

$$R_s = (m)^{-1} = \left(\frac{I - I'}{V - V'} \right)^{-1}$$

Donde:

I : Valor positivo de corriente (3 mA)

I' : Valor negativo de corriente (-3 mA)

V : Tensión positiva (10 V)

V' : Tensión negativa (-10 V)

$$R_s = \left(\frac{(3 + 3) \text{ mA} \times 10^{-3}}{(10 + 10) \text{ V}} \right)^{-1} = 3333,333 \Omega$$

$$R_s = 3,3 \text{ k}\Omega$$

El valor de $3,3\text{ k}\Omega$ se corrobora como correcto ya que en un inicio según la codificación de la resistencia testada si corresponde al mismo valor.

Resistencia SMD

En la figura 53 se muestra la medición de una resistencia de montaje superficial (SMD) cuya codificación numérica es “101” correspondiendo a un valor nominal de 100 ohmios; en la tabla 10 se muestra la matematización de la resistencia donde se obtienen los parámetros de intensidad y voltaje de la firma obtenida, la ecuación resultante y el cálculo de la resistencia para corroborar su valor.

Figura

53

Medición de una resistencia SMD con trazador de curvas

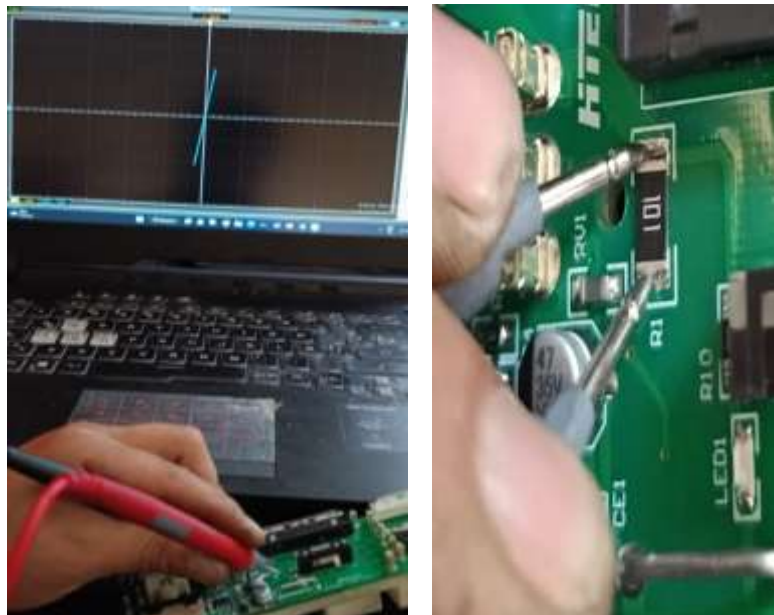
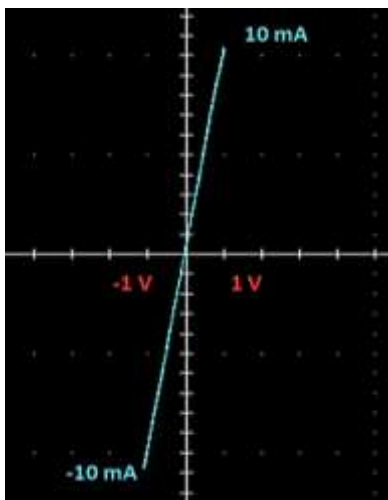


Tabla 10

Matematización de la firma de una resistencia SMD

Resistencia SMD (100 Ω)

Configuración osciloscopio

Eje X - Canal 1: 5 V / d

Eje Y - Canal 2: 5 V / d (1 V \cong 1mA)

Tiempo: 500 us

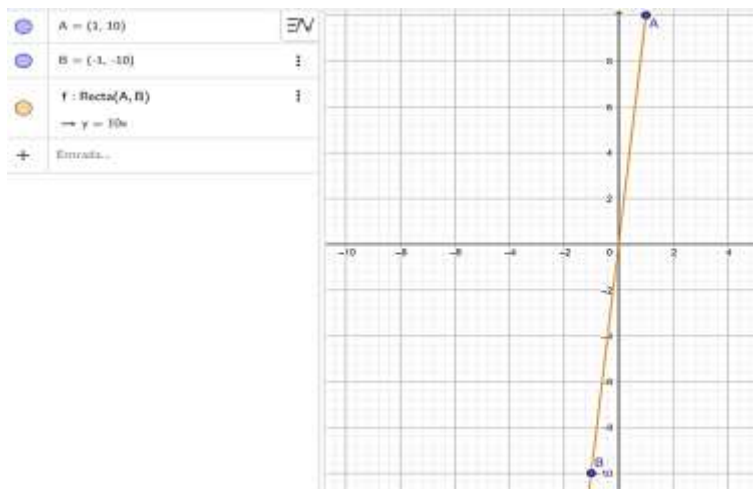
Voltaje del trazador

10 V

Frecuencia

578 Hz

Ecuación

 $10x - y = 0$ 

Resistencia SMD (100 Ω)	
	$R = (m)^{-1} = \left(\frac{I - I'}{V - V'} \right)^{-1}$
Cálculo de la resistencia (R)	$R = \left(\frac{(10 + 10) \text{ mA} \times 10^{-3}}{(1 + 1) \text{ V}} \right)^{-1}$ $R = 100 \Omega$
Conclusión (valor obtenido)	Dentro del rango

Capacitor

La forma de la firma característica de un capacitor es una elipse por lo que se puede asociar la misma a la ecuación canónica propia de la misma, en la figura 54 se puede observar la figura de Lissajous de un capacitor electrolítico de $0,1 \mu F$. En la tabla 11 se muestra la matematización del capacitor electrolítico.

Figura 54

Medición de un capacitor electrolítico con trazador de curvas

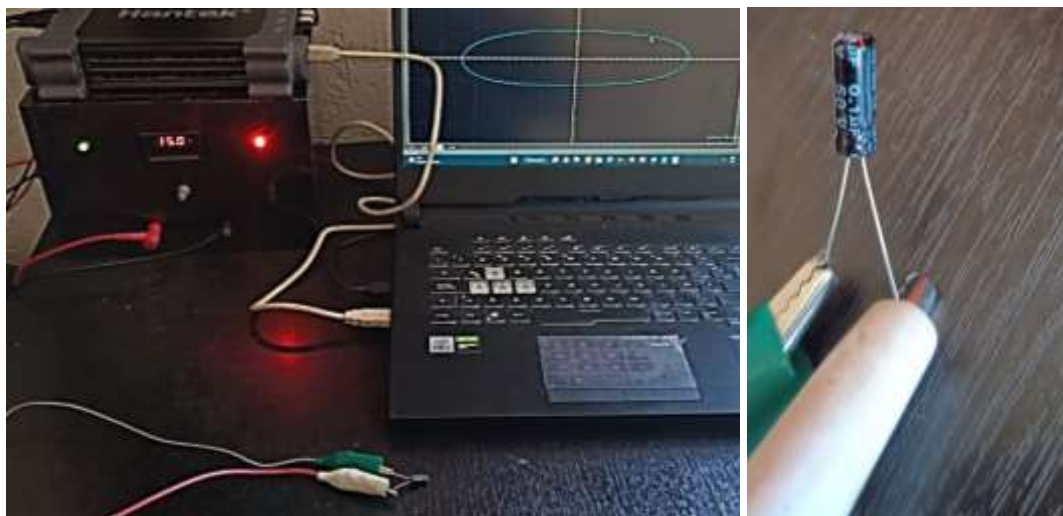
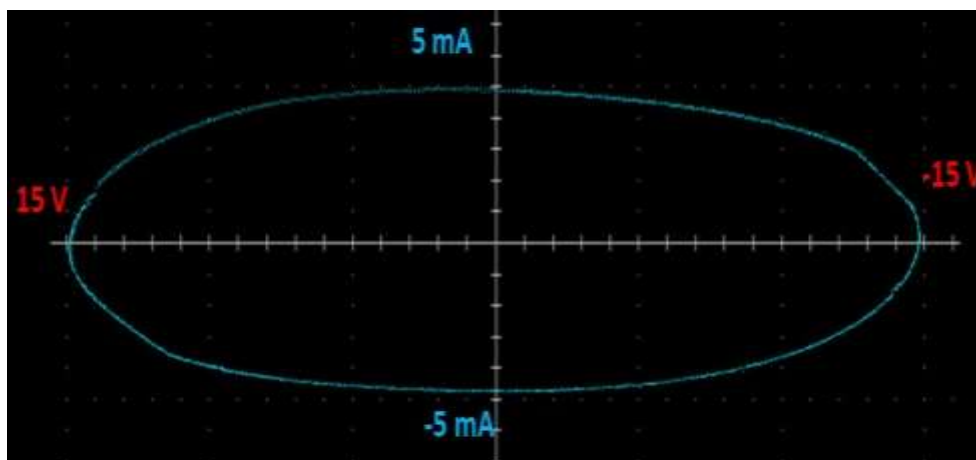


Tabla 11

Matematización de la firma de un capacitor electrolítico

Capacitor electrolítico (0,1 uF)



Configuración osciloscopio

Eje X - Canal 1: 5 V / d

Eje Y - Canal 2: 5 V / d (1 V \cong 1mA)

Tiempo: 500 μ s

Voltaje del trazador

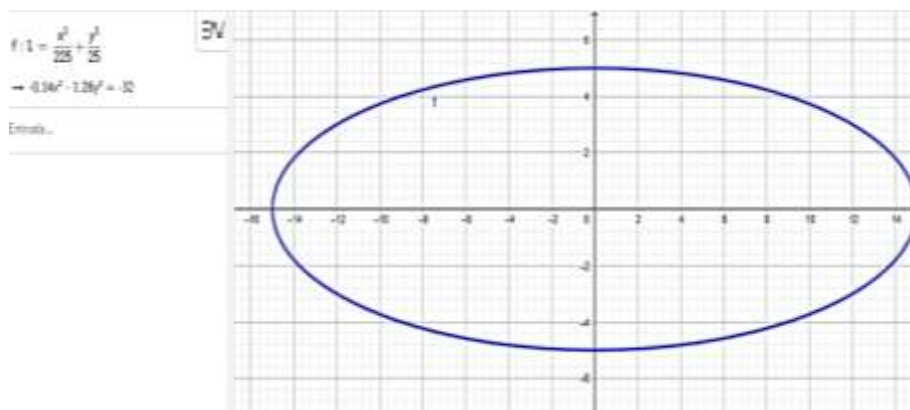
15 V

Frecuencia

574,7 Hz

Ecuación canónica

$$\frac{V^2}{225} + \frac{I^2}{25} = 1$$



Capacitor electrolítico (0,1 uF)	
Cálculo del capacitor	$C = \frac{i}{2\pi \times f \times V} = \frac{0,005 A}{2\pi \times 574,7 Hz \times 15 V}$ $C = 9,231 \times 10^{-8} F \cong 0,1 \mu F$
Conclusión (valor obtenido)	Dentro del rango

Bobinas

Al medir un bobinado se tiene como referencia que la gráfica debe presentar una elipse inclinada, el inductor medido de la figura 55 es de un relé conectado en sus terminales 85 y 86, cuyo valor de resistencia esta entre 170Ω , cabe resaltar que para obtener la medición de inductancia es necesario conectar una de las puntas del trazador en serie con una resistencia de valor conocido (100Ω). En la tabla 12 se muestran los parámetros de la firma obtenida.

Figura 55

Medición de un bobinado

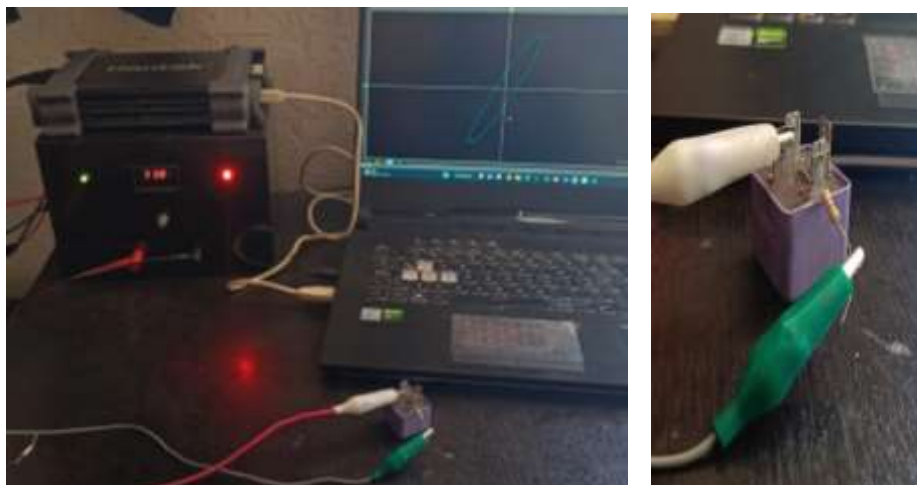
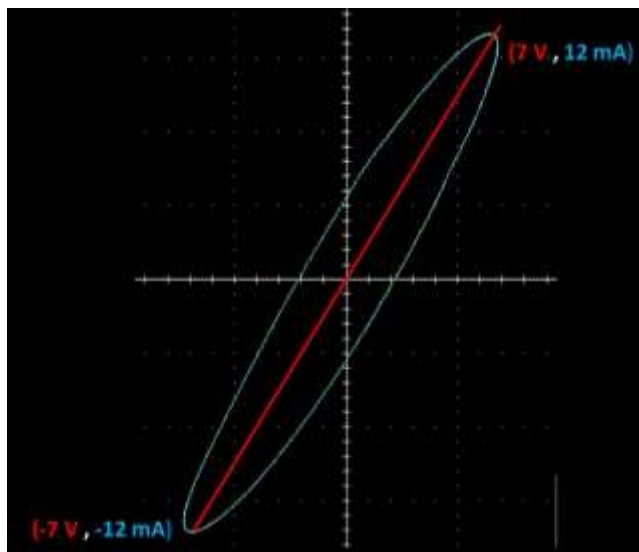


Tabla 12

Matematización de un bobinado

Bobinado terminales 85 y 86 de relé



Configuración osciloscopio

Eje X - Canal 1: 5 V / d

Eje Y - Canal 2: 5 V / d (1 V \cong 1 mA)Tiempo: 500 μ s

Voltaje del trazador

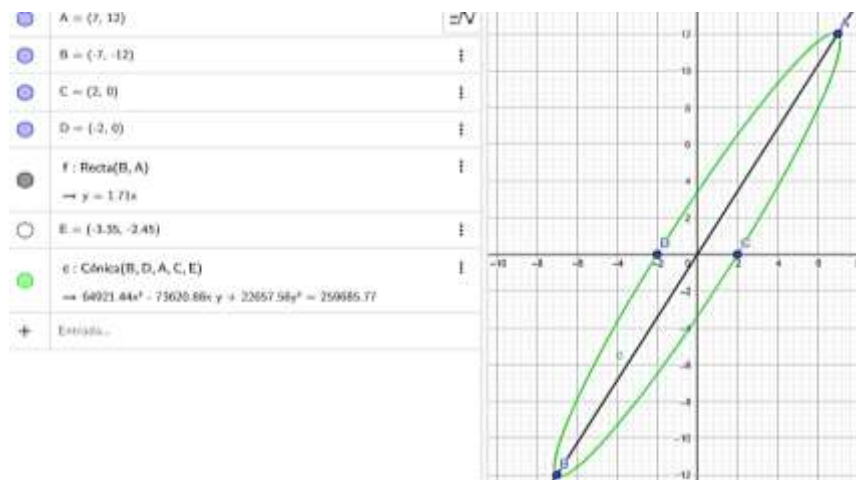
11,8 V

Frecuencia

639 Hz

Ecuación resultante

$$6,49 \cdot 10^4 X^2 - 7,36 \cdot 10^4 XY + 2,26 \cdot 10^4 Y^2 = 2,59 \cdot 10^5$$



Bobinado terminales 85 y 86 de relé	
Calculo de inductancia (L)	$L = \frac{R \times \sqrt{3}}{2 \times \pi \times f} = \frac{100\Omega \times \sqrt{3}}{2 \times \pi \times 639} = 0,0431 H$ $Re = (2 \times \pi \times f \times L)$
Calculo de reactancia (Re)	$Re = 2 \times \pi \times 639 Hz \times 0,0431 H$ $Re = 173,2 \Omega$
Conclusión (valor obtenido)	Dentro del rango

Testeo de sensores y actuadores del automóvil

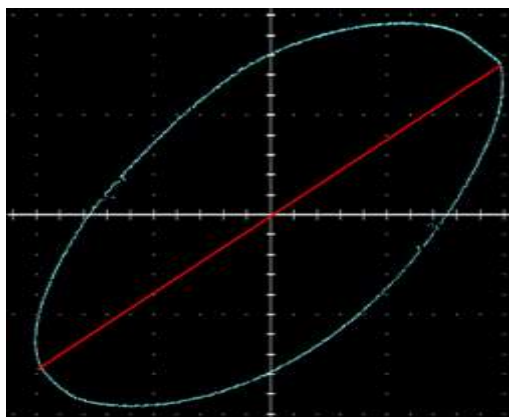
Para realizar los test de elementos como sensores y actuadores de un automóvil se toma en cuenta la naturaleza del elemento; es decir, si el componente es una bobina, una resistencia u algún otro semiconductor para tener en claro la figura de Lissajous que se podría obtener; para valorar cada componente es necesario tomar los valores que deberían poseer el elemento cuando se encuentra en buen estado y comparar con los valores obtenidos después del test.

Sensor CKP inductivo

Al testear un sensor de posición de cigüeñal de tipo inductivo lo que se prevé es obtener una elipse ya que este tipo de sensor lleva un bobinado interno, en la tabla 13 se muestra la firma de un sensor CKP de Chevrolet Corsa Win (figura 55), cuyo valor de resistencia cuando se encuentra en buenas condiciones, está entre los 500 a 600 Ω . Este valor se debe corroborar si el elemento se encuentra en buenas condiciones, caso contrario se concluye que los valores se encuentran fuera de rango.

Figura 56*Medición de sensor CKP inductivo***Tabla 13***Matematización de sensor CKP de tipo inductivo*

Sensor CKP inductivo – Corsa Win (500 – 600 Ω)

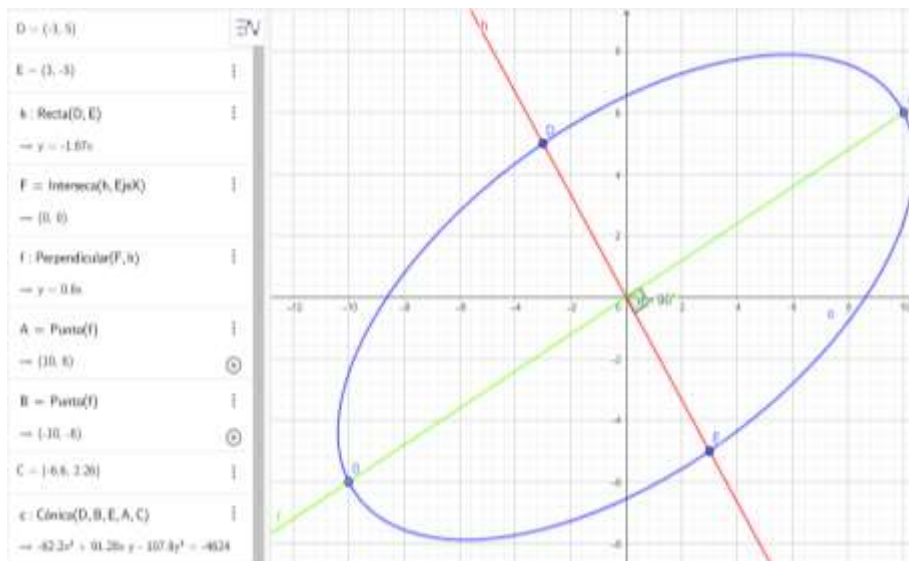


Configuración osciloscopio	Eje X - Canal 1: 5 V /d Eje Y - Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA)
Voltaje del trazador	Tiempo: 500 us 15 V
Frecuencia	685 Hz

Sensor CKP inductivo – Corsa Win (500 – 600 Ω)

Ecuación resultante

$$6,49 \cdot 10^4 X^2 - 7,36 \cdot 10^4 XY + 2,26 \cdot 10^4 Y^2 = 2,59 \cdot 10^5$$

**Cálculo de inductancia (L)**

$$L = \frac{R \times \sqrt{3}}{2 \times \pi \times f} = \frac{100\Omega \times \sqrt{3}}{2 \times \pi \times 560} = 0,040 \text{ H}$$

$$Re = (2 \times \pi \times f \times L)$$

Cálculo de reactancia (Re)

$$Re = 2 \times \pi \times 639 \text{ Hz} \times 0,0431 \text{ H}$$

$$Re = 173,2 \Omega$$

Conclusión (valor obtenido)

Dentro del rango

Sensor TPS

Al medir un sensor de posición del estrangulador (figura 56) se conoce que es un sensor de tipo potenciómetro por lo que al variar su posición también su resistencia variará, esto se verá reflejado en la figura de Lissajous, el trazador está conectado a los pines A y C del TPS. En la tabla 14 se muestra la matematización del sensor cuando el sensor TPS está al 0% y en la tabla 15 se muestra el sensor TPS cuando ha variado al 100%.

Figura 57

Medición de sensor TPS

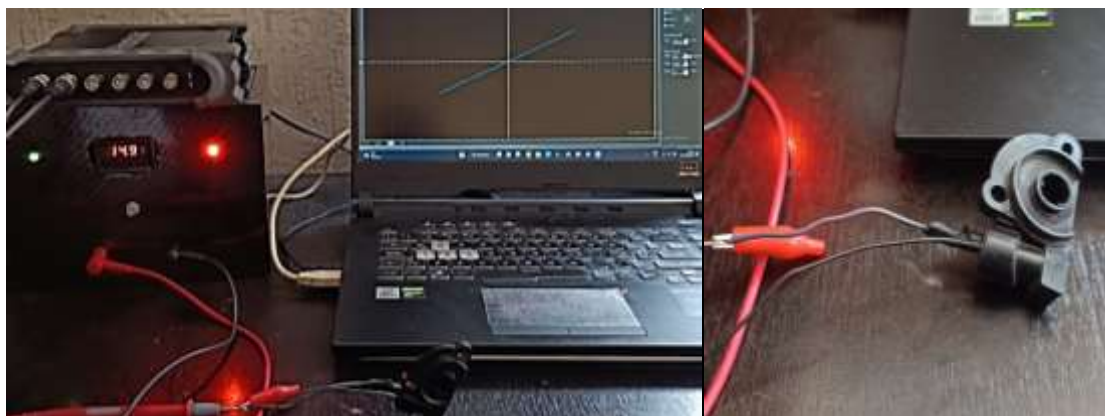
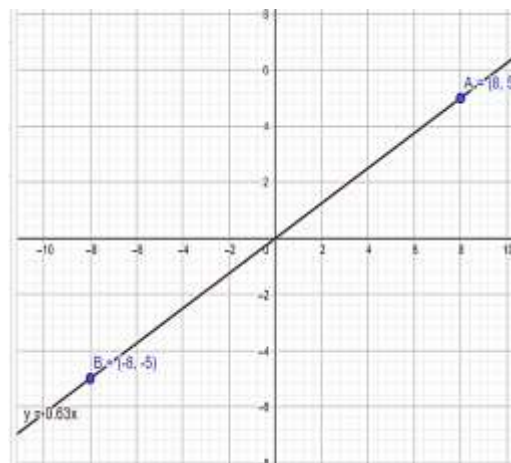
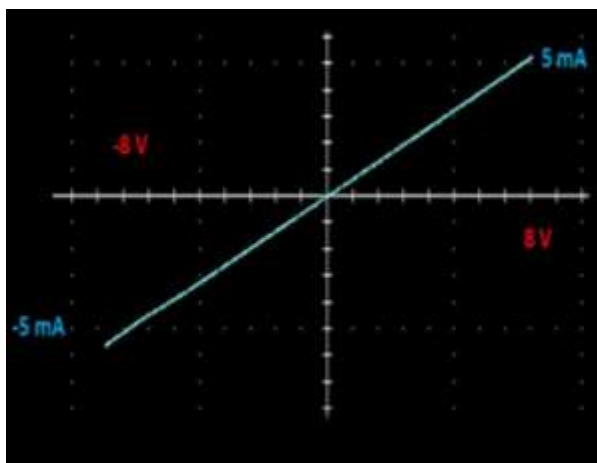


Tabla 14

Matematización de sensor TPS al 0% de variación

Sensor TPS – 0% de variación

**Configuración osciloscopio****Voltaje del trazador****Frecuencia**

Eje X - Canal 1: 5 V / d

Eje Y - Canal 2: 5 V / d (1 V \cong 1mA)Tiempo: 500 μ s

8,38 V

600

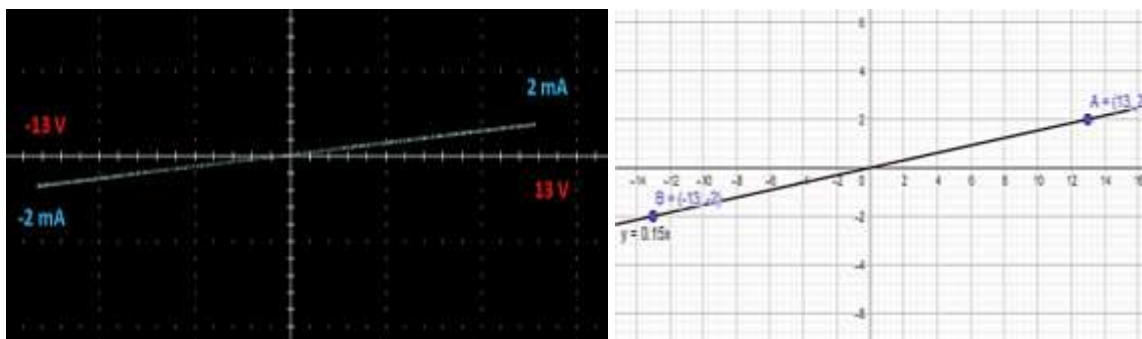
Sensor TPS

	$R = (m)^{-1} = \left(\frac{I - I'}{V - V'}\right)^{-1}$
Cálculo de la resistencia (R)	$R = \left(\frac{(5 + 5) \text{ mA} \times 10^{-3}}{(8 + 8) \text{ V}}\right)^{-1}$ $R = 1,6 \text{ k}\Omega$
Conclusión (valor obtenido)	Dentro del rango

Tabla 15

Matematización de sensor TPS al 100% de variación

Sensor TPS – 100% de variación



Configuración osciloscopio	Eje X - Canal 1: 5 V / d Eje Y - Canal 2: 5 V / d (1 V \cong 1 mA) Tiempo: 500 us
Voltaje del trazador	8,38 V
Frecuencia	600
Cálculo de la resistencia (R)	$R = \left(\frac{(2 + 2) \text{ mA} \times 10^{-3}}{(13 + 13) \text{ V}}\right)^{-1}$ $R = 6,5 \text{ k}\Omega$
Conclusión (valor obtenido)	Dentro del rango

Diagnóstico y análisis de módulos automotrices

Distribución de pines de los módulos analizados

Lada Niva 2002

En la figura 58 se muestra la distribución de pines del Lada Niva y en la tabla 16 se muestra la descripción de cada pin.

Figura 58

Distribución de pines de Jeep Lada Niva 2002



Tabla 16

Descripción de pines - ECU de Lada Niva 2002

Nº pin	Descripción	Nº pin	Descripción
1	Control de ignición de cilindros 1 y 4	7	Señal de sensor de flujo de masa de aire
2	-	8	Señal del sensor de posición de árbol de levas
3	Control de relé de bomba eléctrica de combustible	9	Señal del sensor de velocidad del automóvil
4	Control de válvula de ralentí, pin A	10	Masa para el sensor O2
5	Control válvula EVAP	11	Entrada del sensor de detonación
6	-	12	Salida de voltaje de alimentación de captadores

Nº pin	Descripción	Nº pin	Descripción
13	Entrada de codificación de las variantes	35	Control de activación del inyector 3
14	Alimentación de masa	36	Control de activación de relé principal
15	Control de luz testigo MIL	37	Alimentación positiva permanente
16	Control de activación del inyector 4	38	-
17	Control de activación del inyector 1	39	Control de válvula de ralentí, pin C
18	Alimentación positiva permanente	40	-
19	Alimentación de masa, circuitos lógicos	41	Calefactor de sensor O2
20	-	42	-
21	Control de ignición de cilindros 2 y 3	43	Salida de señal de rotación del cigüeñal
22	Control de válvula de ralentí, pin B	44	Sensor de temperatura de aire
23	Control de relé de aire acondicionado	45	Señal del sensor de temperatura del refrigerante
24	Alimentación de masa	46	Control de activación del relé del electro ventilador de refrigeración
25	-	47	-
26	Salida tierra de captadores	48	Señal del sensor de posición del árbol de levas, pin A
27	Alimentación positiva de ignición	49	Señal del sensor de posición del árbol de levas, pin B
28	Señal del sensor O2	50	-
29	Señal del sensor O2 de diagnóstico	51	Mando del calefactor de O2
30	Entrada del sensor de detonación	52	-
31	Entrada de señal de captador de carretera en mal estado	53	Señal de entrada del sensor de posición del estrangulador
32	Señal de consumo de combustible	54	Control de válvula de ralentí, pin D
33	-	55	Línea "K" de diagnóstico
34	Control de activación del inyector 2		

Nota. En el anexo 6 se puede ver el diagrama de conexiones de la ECM. Tomado de Manual de Mantenimiento y reparación Iada VAZ 21214-36, (pág. 1), 2013

Grand Vitara

En la figura 59 se muestra la distribución de pines del Grand Vitara, esta ECU posee cuatro conjuntos de terminales A, B, C, D; cada conjunto esta descrito en las tablas 17, 18, 19 y 20, respectivamente.

Figura 59

Distribución de pines de Grand Vitara

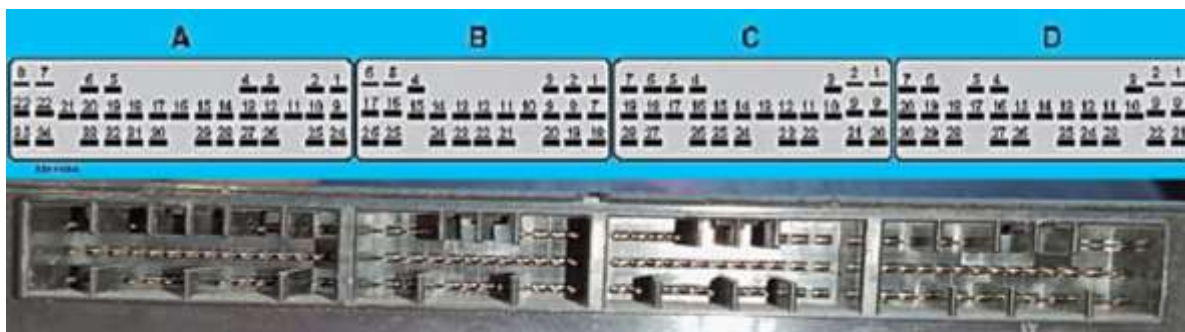


Tabla 17

Descripción de pines conector A - ECU de Grand Vitara

Nº pin	Descripción	Nº pin	Descripción
A1	Resistencia del ajuste de la mezcla (si lleva)	A10	Resistencia del ajuste de la mezcla (si lleva)
A2	Alimentación permanente 12V	A11	Sin uso
A3	Calefactor del sensor de oxígeno 2 (si lleva)	A12	Conector de transmisión de datos
A4	Sin uso	A13	Sin uso
A5	Sin uso	A14	Sin uso
A6	Tacómetro	A15	Interruptor de luneta térmica
A7	Testigo de averías del motor	A16	Módulo de control del A/C
A8	Relé del embrague del compresor del A/C	A17	Sensor de presión del refrigerante del A/C
A9	Relé de control del motor	A18	Sin uso

Nº pin	Descripción	Nº pin	Descripción
A19	Indicador de tracción total	A28	Sin uso
A20	Testigo de supermarcha	A29	Señal de sensor de flujo de masa de aire
A21	Testigo de modo de la transmisión	A30	Módulo de control ABS
A22	Señal del sensor O2 de diagnóstico	A31	Selección de modo de la transmisión
A23	Relé de la bomba de combustible	A32	Señal negativa para el sensor O2
A24	Masa de sensor calentado de oxígeno 2 (si lleva)	A33	Interruptor de selección de supermarcha
A25	Sin uso	A34	Interruptor de pedal de freno
A26	Sin uso	A35	Sin uso
A27	Sin uso		

Nota. Tomado de *Manual Chevrolet Grand Vitara*, por TEU Automotriz, (pág. 26), 1998.

Tabla 18

Descripción de pines conector B - ECU de Grand Vitara

Nº pin	Descripción	Nº pin	Descripción
B1	Señal del sensor de temperatura del aire de admisión	B8	Señal del sensor de presión absoluta
B2	Señal del sensor de temperatura del aire de admisión	B9	Señal del sensor de posición de la mariposa
B3	Señal de sensor de detonación	B10	Señal de sensor de masa de flujo de aire
B4	Relé de control del motor	B11	Señal de sensor calentado de oxígeno 1
B5	Masa de sensor MAF	B12	Masa de sensor calentado de O2-1
B6	Masa	B13	Alimentación del sensor de posición de la mariposa
B7	Interruptor de presión de la dirección asistida	B14	Alimentación del sensor de presión absoluta del colector

Nº pin	Descripción	Nº pin	Descripción
B15	Relé de control del motor	B21	Masa del sensor de posición de la mariposa
B16	Sin uso	B22	Sin uso
B17	Masa	B23	Masa del sensor de temperatura del refrigerante
B18	Señal de arranque del motor	B24	Relé del motor del ventilador del condensador de A/C
B19	Sin uso	B25	Masa del sensor de temperatura del aire de admisión
B20	Interruptor de encendido	B26	Masa de sensor CMP

Nota. Tomado de *Manual Chevrolet Grand Vitara*, por TEU Automotriz, (pág. 27), 1998.

Tabla 19

Descripción de pines conector C - ECU de Grand Vitara

Nº pin	Descripción	Nº pin	Descripción
C1	Solenoides de control de cambio B	C15	Interruptor de cambio de marcha D
C2	Solenoides de control de cambio A	C16	Interruptor de cambio de marcha N
C3	Sin uso	C17	Interruptor de cambio de marcha R
C4	Sin uso	C18	Interruptor de cambio de marcha P
C5	Sin uso	C19	Sin uso
C6	Sin uso	C20	Aterrizaje a tierra de sensor de velocidad salida de A/T
C7	Sin uso	C21	Aterrizaje a tierra de sensor de velocidad entrada de A/T
C8	Solenoides del control de cambio C	C22	(-) sensor de velocidad de salida de A/T
C9	Sin uso	C23	(+) sensor de velocidad de salida de A/T
C10	(+) Sensor velocidad de entrada de A/T	C24	Sin uso
C11	(-) Sensor velocidad de entrada de A/T	C25	Sin uso
C12	Sin uso	C26	Interruptor de cambio de 4WD a baja
C13	Sin uso	C27	Interruptor de cambio de marcha L
C14	Sin uso	C28	Interruptor de cambio de marcha 2

Nota. Tomado de *Manual Chevrolet Grand Vitara*, por TEU Automotriz, (pág. 28), 1998.

Tabla 20

Descripción de pines conector D - ECU de Grand Vitara

Nº pin	Descripción	Nº pin	Descripción
D1	Inyector 2	D16	Actuador de la válvula de recirculación de gases de escape, bobina 1
D2	Inyector 1	D17	Válvula de control de emisiones por evaporación
D3	Válvula de control de aire de ralentí, 1	D18	Sin uso
D4	Calefactor del sensor de oxígeno 1 (si lleva)	D19	Sensor de posición del cigüeñal
D5	Sin uso	D20	Sensor de posición del cigüeñal
D6	Sin uso	D21	Bobina de encendido 4
D7	Sin uso	D22	Bobina de encendido 3
D8	Inyector 4	D23	Bobina de encendido 2
D9	Inyector 3	D24	Bobina de encendido 1
D10	Válvula de control de aire de ralentí, 4	D25	Sensor de velocidad del vehículo
D11	Válvula de control de aire de ralentí, 3	D26	Señal del Sensor CMP
D12	Válvula de control de aire de ralentí, 2	D27	Sin uso
D13	Actuador de la válvula de recirculación de gases de escape, bobina 4	D28	Masa
D14	Actuador de la válvula de recirculación de gases de escape, bobina 3	D29	Masa para línea del conector de datos
D15	Actuador de la válvula de recirculación de gases de escape, bobina 2	D30	Sin uso

Nota. En el anexo 7 se puede ver el diagrama de conexiones de la ECM de Grand Vitara. Tomado de *Manual Chevrolet Grand Vitara*, por TEU Automotriz, (pág. 29), 1998.

Generación e interpretación de patrones de imágenes de módulos automotrices

Para generar las firmas en cada uno de los pines de los módulos automotrices, se considera la distribución de los mismos descritos anteriormente; a continuación, en las siguientes tablas se describen las firmas obtenidas de cada uno de los pines de los módulos estudiados, los ECMS al encontrarse en buen estado las firmas descritas sirven de base de datos para futuros diagnósticos.

ECM de Lada Niva**Tabla 21***Conexiones a masa – ECU Lada Niva*

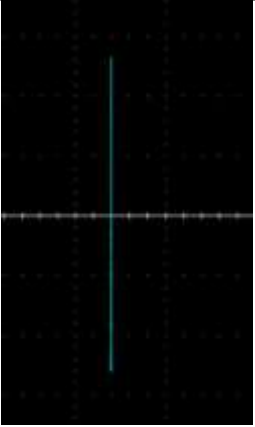
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
14-19-24	Los pines 14,19 y 24 corresponden a las alimentaciones de masa a la computadora, en la firma se observa una línea vertical extendiéndose en el eje de corriente indicando que existe un cortocircuito.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 8,4 V	

Tabla 22*Bobinas 1 y 4, alimentación - ECU de Lada Niva*

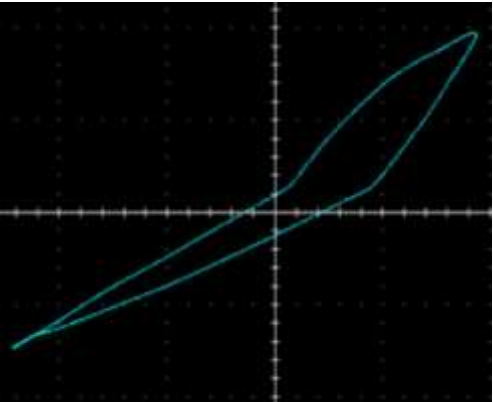
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
1-37	El pin 1 corresponde a la activación de las bobinas 1 y 4 y el pin 37 es la alimentación por ignición, en la firma se aprecia una forma de polarización de un diodo que en su inicio comienza con una inclinación, propio de una resistencia, las aberturas nos indican la presencia de capacitancia en el circuito.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 12,6 V	

Tabla 23

Bobinas 1 y 4, control a masa - ECU de Lada Niva

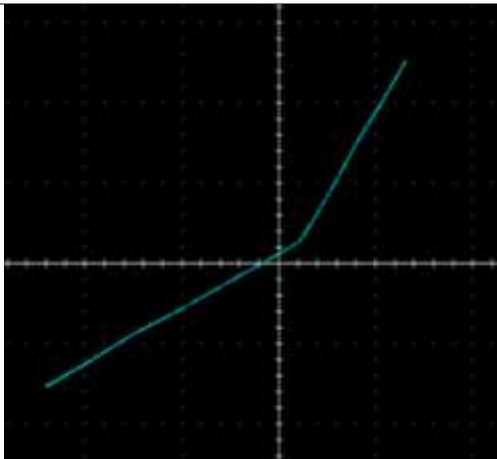
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
1-14	El pin 1 corresponde a la activación de las bobinas 1 y 4 y el pin 37 es la alimentación a masa, en la firma se ve la forma de polarización de un diodo, se nota la presencia de dos resistencias por las dos inclinaciones de la figura.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 12,6 V	

Tabla 24

Bobinas 2 y 3, alimentación - ECU de Lada Niva

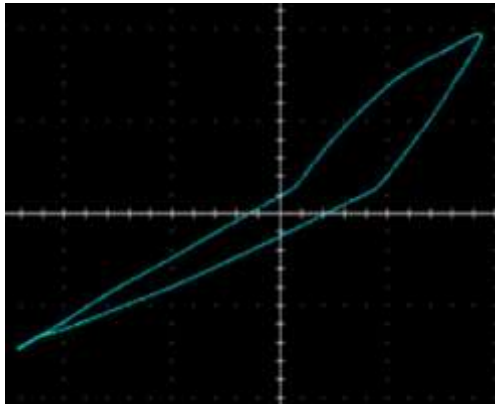
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
21-37	El pin 211 corresponde a la activación de las bobinas 2 y 3 y el pin 37 es la alimentación por ignición, en la firma se aprecia una forma de polarización de un diodo que en su inicio comienza con una inclinación, propio de una resistencia, las aberturas nos indican la presencia de capacitancia en el circuito.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 12,6 V	

Tabla 25

Bobinas 2 y 3, control a masa - ECU de Lada Niva

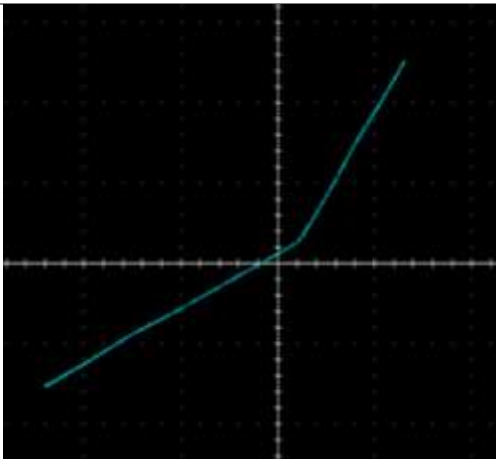
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
21-14	El pin 21 corresponde a la activación de las bobinas 2 y 3 y el pin 14 es la alimentación a masa, en la firma se ve la forma de polarización de un diodo, se nota la presencia de dos resistencias por las dos inclinaciones de la figura.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 12,6 V	

Tabla 26

Inyector 1, alimentación - ECU de Lada Niva

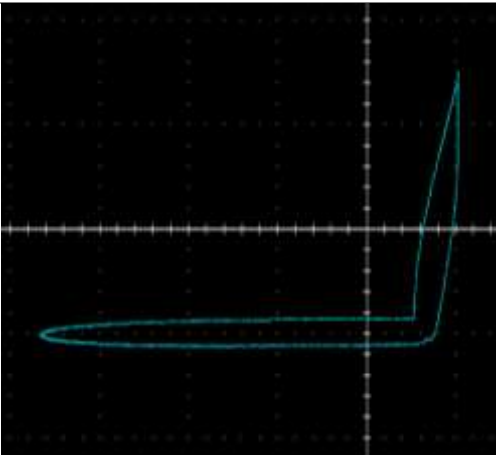
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
17 - 37	El pin 17 es la activación del inyector 1 y el pin 37 es la alimentación por ignición, la firma indica la polarización de un diodo, las aberturas indican la presencia de capacitancia y una inclinación propio de una resistencia.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 11 V	

Tabla 27*Inyector 1, control a masa - ECU de Lada Niva*

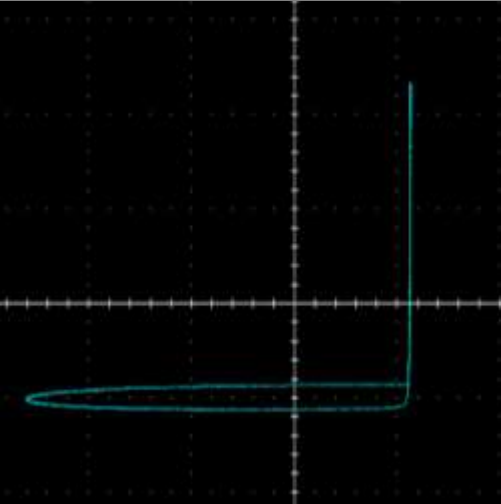
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
17 - 24	El pin 17 es la activación del inyector 1 y el pin 24 es alimentación de masa, en la figura se ve la polarización de un diodo, en su inicio la figura ovalada determina la presencia de un capacitor de baja capacitancia.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 11 V	

Tabla 28*Inyector 2, alimentación - ECU de Lada Niva*

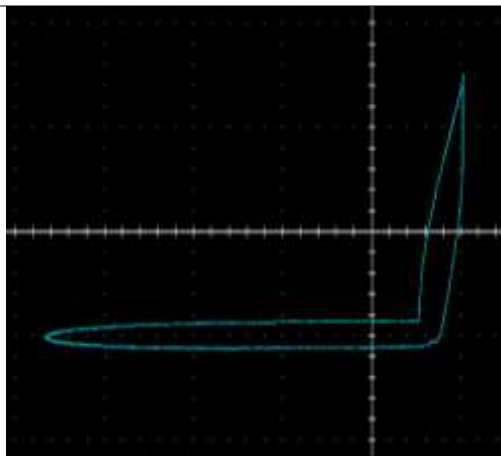
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
34 - 37	El pin 34 es la activación del inyector 2 y el pin 37 es la alimentación por ignición, la firma indica la polarización de un diodo, las aberturas indican la presencia de capacitancia y una inclinación propio de una resistencia.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 11 V	

Tabla 29

Inyector 2, control a masa - ECU de Lada Niva

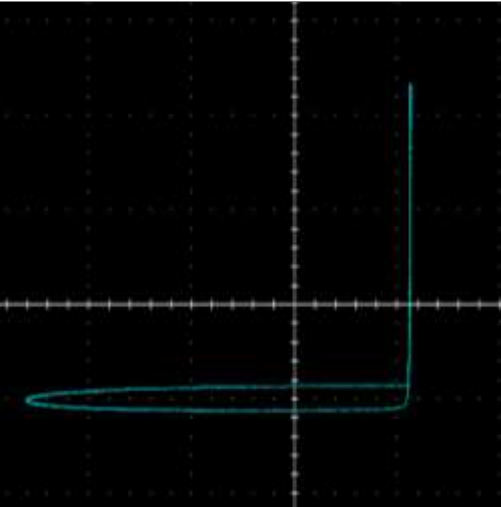
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
34 - 24	El pin 34 es la activación del inyector 2 y el pin 24 es alimentación de masa, en la figura se ve la polarización de un diodo, en su inicio la figura ovalada determina la presencia de un capacitor de baja capacitancia.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 11 V	

Tabla 30

Inyector 3, alimentación - ECU de Lada Niva

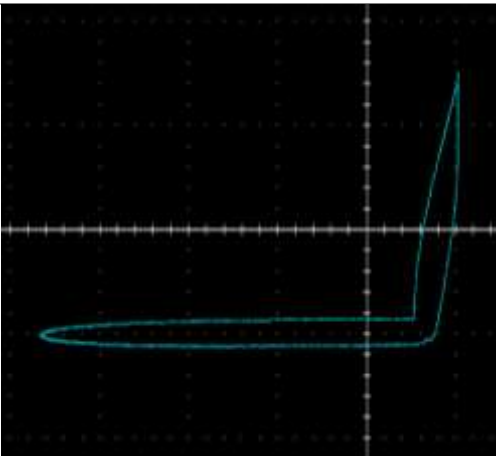
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
35 - 37	El pin 35 es la activación del inyector 3 y el pin 37 es la alimentación por ignición, la firma indica la polarización de un diodo, las aberturas indican la presencia de capacitancia y una inclinación propio de una resistencia.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 11 V	

Tabla 31*Inyector 3, control a masa - ECU de Lada Niva*

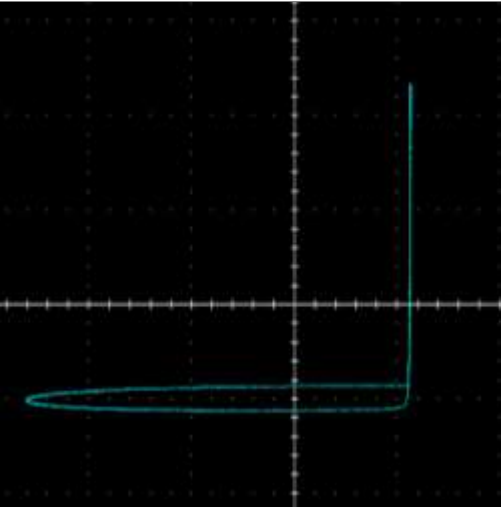
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
35 - 24	El pin 35 es la activación del inyector 3 y el pin 24 es alimentación de masa, en la figura se ve la polarización de un diodo, en su inicio la figura ovalada determina la presencia de un capacitor de baja capacitancia.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 11 V	

Tabla 32*Inyector 4, alimentación - ECU de Lada Niva*

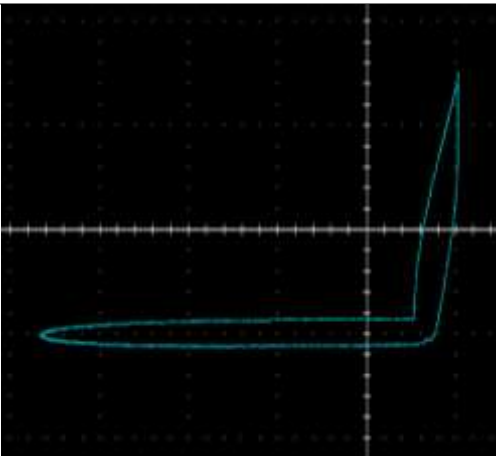
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
16 - 37	El pin 16 es la activación del inyector 4 y el pin 37 es la alimentación por ignición, la firma indica la polarización de un diodo, las aberturas indican la presencia de capacitancia y una inclinación propio de una resistencia.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 11 V	

Tabla 33

Inyector 4, control a masa - ECU de Lada Niva

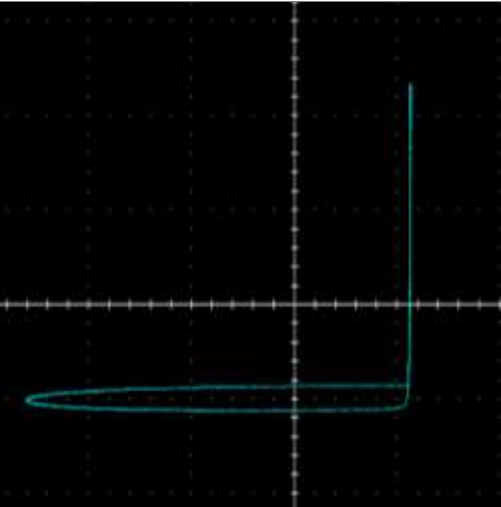
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
16 - 24	El pin 16 es la activación del inyector 4 y el pin 24 es alimentación de masa, en la figura se ve la polarización de un diodo, en su inicio la figura ovalada determina la presencia de un capacitor de baja capacitancia.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 11 V	

Tabla 34

Control a masa válvula IAC pin A - ECU de Lada Niva

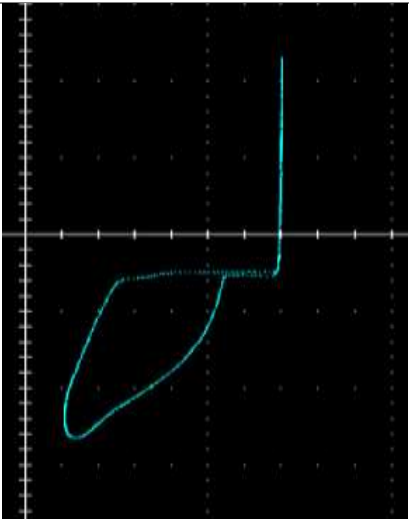
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
4 - 24	El pin 4 es el control de la IAC del pin A y el pin 24 es alimentación de masa, en la firma se ve la presencia de un diodo zener, en el inicio de la figura se observa una abertura inclinada indicando la presencia de una resistencia y un capacitor.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 9,5 V	

Tabla 35

Control a masa válvula IAC pin B - ECU de Lada Niva

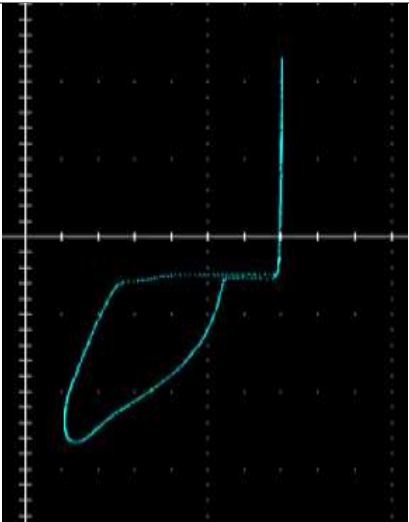
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
22 - 24	El pin 22 es el control de la IAC del pin B y el pin 24 es alimentación de masa, en la firma se ve la presencia de un diodo zener, en el inicio de la figura se observa una abertura inclinada indicando la presencia de una resistencia y un capacitor.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 9,5 V	

Tabla 36

Control a masa válvula IAC pin C - ECU de Lada Niva

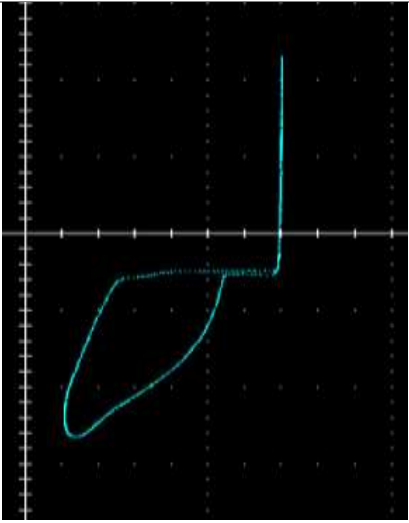
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
39 - 24	El pin 39 es el control de la IAC del pin C y el pin 24 es alimentación de masa, en la firma se ve la presencia de un diodo zener, en el inicio de la figura se observa una abertura inclinada indicando la presencia de una resistencia y un capacitor.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 9,5 V	

Tabla 37*Control a masa válvula IAC pin D - ECU de Lada Niva*

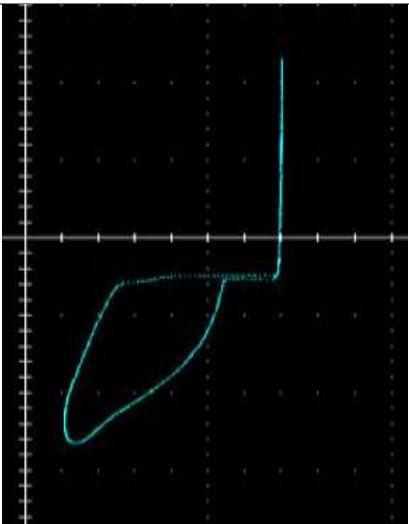
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
54 - 24	El pin 54 es el control de la IAC del pin D y el pin 24 es alimentación de masa, en la firma se ve la presencia de un diodo zener, en el inicio de la figura se observa una abertura inclinada indicando la presencia de una resistencia y un capacitor.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 9,5 V	

Tabla 38*Válvula EVAP, alimentación - ECU de Lada Niva*

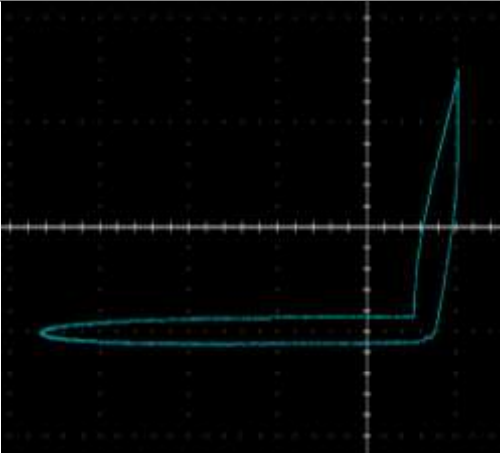
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
5 - 37	El pin 5 es la activación de la EVAP y el pin 37 es la alimentación por ignición, la firma indica la polarización de un diodo, las aberturas indican la presencia de capacitancia y una inclinación propio de una resistencia.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 11 V	

Tabla 39

Válvula EVAP, control a masa - ECU de Lada Niva

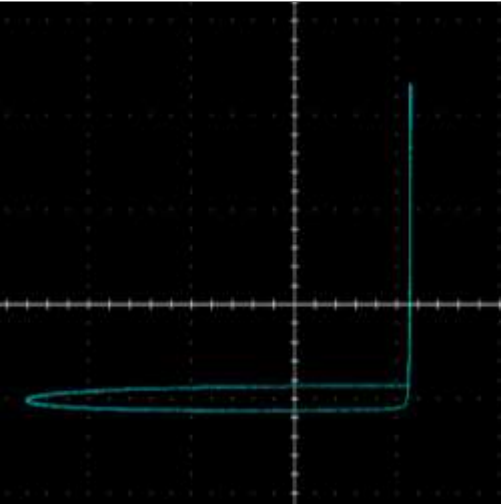
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
5 - 24	El pin 5 es la activación del inyector 4 y el pin 24 es alimentación de masa, en la figura se ve la polarización de un diodo, en su inicio la figura ovalada determina la presencia de un capacitor de baja capacitancia.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 11 V	

Tabla 40

Sensor detonación - ECU de Lada Niva

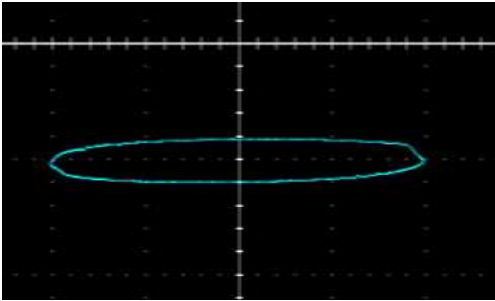
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
11 - 30	Los pines 11 y 30 corresponden a la masa y señal del sensor de detonación , se puede ver en la figura una elipse que se extiende en el eje horizontal indicando la presencia de un capacitor de bajo valor.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 10 V	

Tabla 41*Sensor de posición de cigüeñal - ECU de Lada Niva*

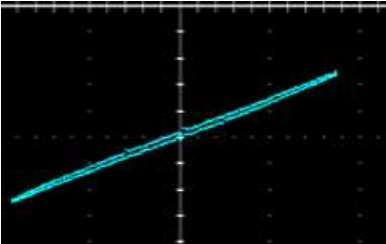
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
48 - 49	Los pines 48 y 49 corresponden a la masa y señal del sensor de posición del cigüeñal, se puede ver en la figura una inclinación propia de una resistencia, además se ve una pequeña abertura pero no muy pronunciada indicando la presencia de un capacitor de muy bajo valor.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 9 V	

Tabla 42*Sensor de posición de árbol de levas - ECU de Lada Niva*

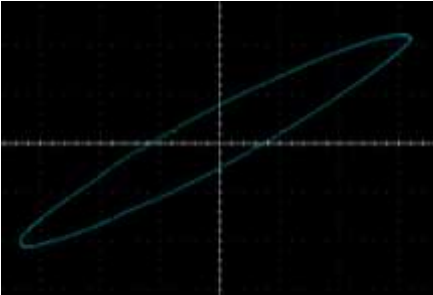
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
8 - 37	Los pines 8 y 37 corresponden a la masa y señal del sensor de posición del árbol de levas, se puede ver en la figura una elipse inclinada indicando inductancia es decir la presencia de una bobina.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 15 V	

Tabla 43*Señal del sensor TPS - ECU de Lada Niva*

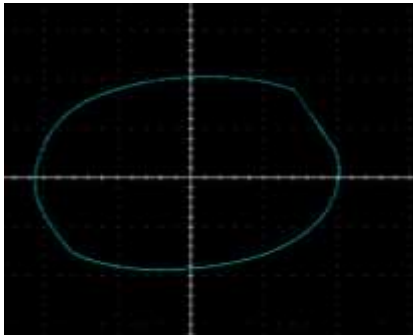
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
26 - 53	El pin 26 corresponde a la masa del sensor y el pin 53 corresponde a la señal del sensor, la firma describe una elipse horizontal, esto muestra la presencia de un capacitor cuyo valor es bajo.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 10 V	

Tabla 44*Sensor TPS, voltaje de referencia - ECU de Lada Niva*

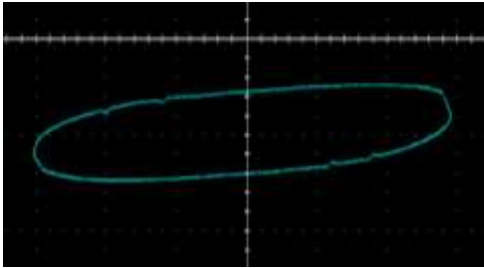
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
12 - 53	El pin 12 corresponde al voltaje de alimentación de 5 voltios y el pin 53 es la señal del sensor, se observa en la figura una elipse inclinada indicando la presencia de un capacitor, la inclinación hacia el eje horizontal indica presencia de una resistencia de alto valor.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 14,5 V	

Tabla 45

Señal del sensor IAT - ECU de Lada Niva

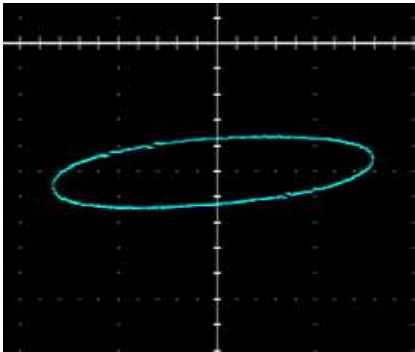
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
44 - 26	El pin 44 corresponde al voltaje de alimentación del sensor y a la vez el de señal y el pin 26 es la masa del sensor, se observa en la figura una elipse inclinada indicando la presencia de un capacitor, la inclinación hacia el eje horizontal indica presencia de una resistencia de alto valor.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 2 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 8 V	

Tabla 46

Señal del sensor WTS - ECU de Lada Niva

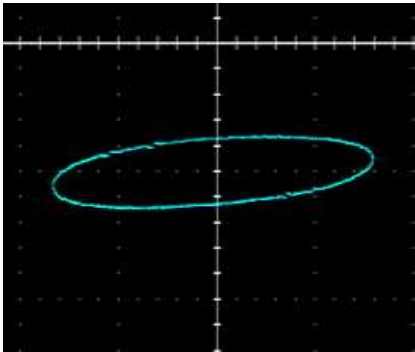
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
45 - 26	El pin 44 corresponde al voltaje de alimentación del sensor y a la vez el de señal y el pin 26 es la masa del sensor, se observa en la figura una elipse inclinada indicando la presencia de un capacitor, la inclinación hacia el eje horizontal indica presencia de una resistencia de alto valor.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 2 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 8 V	

Tabla 47*Sensor MAF, voltaje de referencia - ECU de Lada Niva*

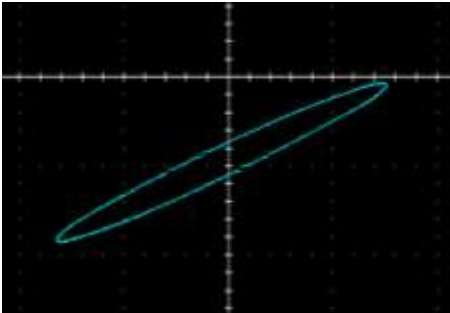
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
7 - 37	El pin 7 corresponde al a la señal del sensor y el pin 37 corresponde a la alimentación de ignición, se puede ver en la figura una elipse inclinada indicando inductancia es decir la presencia de una bobina.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 2 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 8 V	

Tabla 48*Señal del sensor MAF - ECU de Lada Niva*

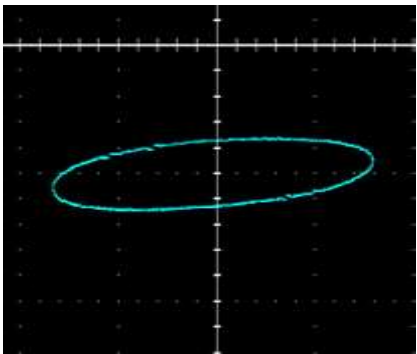
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
7 - 26	El pin 7 corresponde al a la señal del sensor y el pin 26 corresponde a la masa del sensor, se observa en la figura una elipse inclinada indicando la presencia de un capacitor, la inclinación hacia el eje horizontal indica presencia de una resistencia de alto valor.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 2 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 8 V	

Tabla 49

Señal del sensor EGO - ECU de Lada Niva

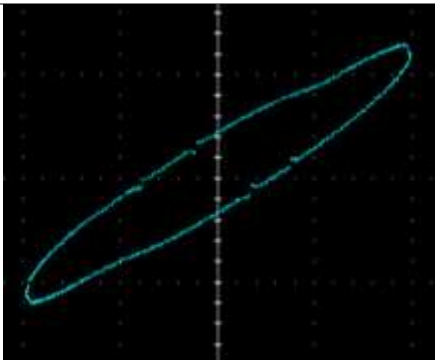
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
28 - 10	El pin 28 corresponde al a la señal del sensor y el pin 10 corresponde a la masa del sensor, se puede ver en la figura una elipse inclinada indicando inductancia es decir la presencia de una bobina.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 1 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 10 V	

Tabla 50

Calefactor del sensor EGO - ECU de Lada Niva

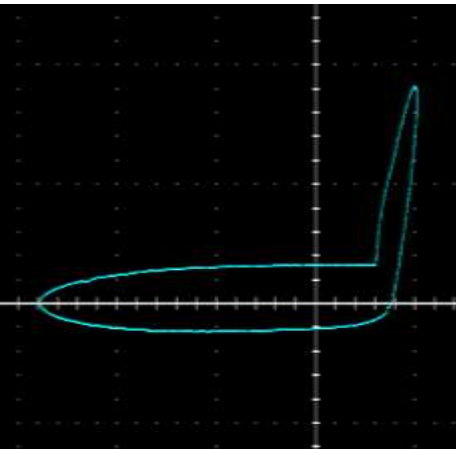
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
51 - 37	El pin 51 corresponde al control de masa del calefactor y el pin 37 es la alimentación de ignición, la firma indica la polarización de un diodo, las ensanchaduras indican la presencia de un capacitor de baja capacitancia, la inclinación en la zona de polarización es propio de una resistencia de valor relativamente bajo.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 14 V	

Tabla 51*Relé de bomba de combustible, control de masa - ECU de Lada Niva*

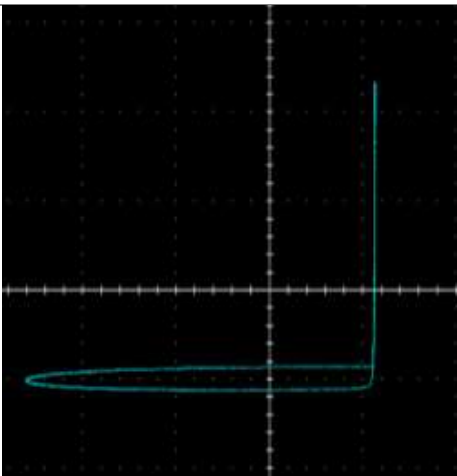
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
5 - 24	El pin 3 es la activación del relé y el pin 24 es alimentación de masa, en la figura se ve la polarización de un diodo, en su inicio la figura ovalada determina la presencia de un capacitor de baja capacitancia.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 11 V	

Tabla 52*Control de luz mil - ECU de Lada Niva*

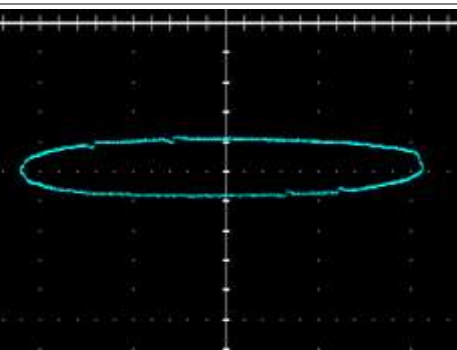
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
15 - 24	El pin 15 corresponde al control de la luz mil y el pin 24 es alimentación de masa , se puede ver en la figura una elipse que se extiende en el eje horizontal indicando la presencia de un capacitor de bajo valor.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 11 V	

Tabla 53

Alimentación de ignición - ECU de Lada Niva

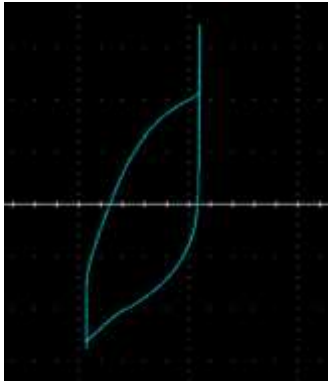
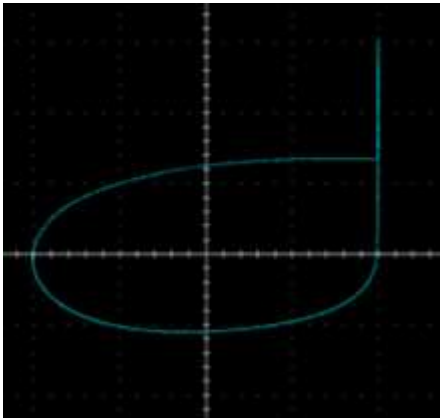
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
24 - 37	El pin 24 corresponde a la alimentación de masa y el pin 37 es la alimentación de ignición, en la figura se puede ver la polarización de un diodo zener, la ensanchadura vertical indicada la presencia de un capacitor de alto valor, la alta capacitancia es característico del circuito fuente.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 12,8 V	

Tabla 54

Alimentación permanente - ECU de Lada Niva

Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
18 - 24	El pin 18 corresponde a la alimentación permanente y el pin 24 es la alimentación de masa, en la figura se puede ver la polarización de un diodo, la presencia de una elipse horizontal en el inicio de la firma indica la presencia de un capacitor de bajo valor, este circuito lo utiliza la ECU para la memoria de los procesadores.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 12,8 V	

ECM de Grand Vitara**Tabla 55***Conexiones a masa – ECU de Grand Vitara*

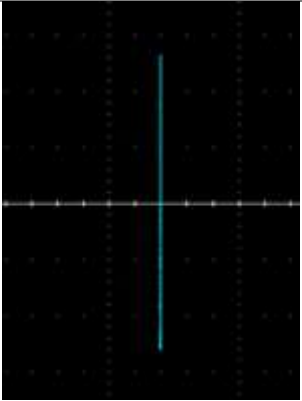
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B6-B17	Los pines B6 y B17 corresponden a las alimentaciones de masa a la computadora, en la firma se observa una línea vertical extendiéndose en el eje de corriente indicando que existe un cortocircuito.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 8,4 V	

Tabla 56*Bobina 1, alimentación – ECU de Grand Vitara*

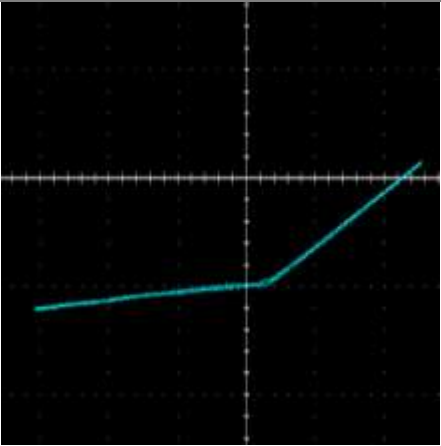
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B20-D24	El pin B20 corresponde a alimentación de ignición y el pin D24 es el control de la bobina 1, en la firma se ve la forma de polarización de un diodo, las dos inclinaciones presentes al inicio y al final de la figura indica la presencia de dos resistencias en el circuito.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 2 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 57*Bobina 1, control a masa - ECU de Grand Vitara*

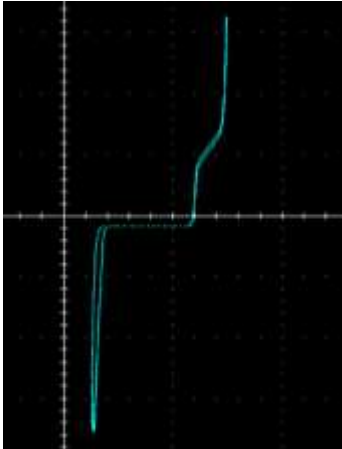
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B6-D24	El pin B6 corresponde a alimentación de masa y el pin D24 es el control de la bobina 1, en la firma se ve la forma de un diodo zener, al inicio la ensanchadura indica la presencia de capacitancia, después de la polarización existe una línea inclinada denotando la presencia de una resistencia.	Canal 1: 2 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 58*Bobina 2, alimentación – ECU de Grand Vitara*

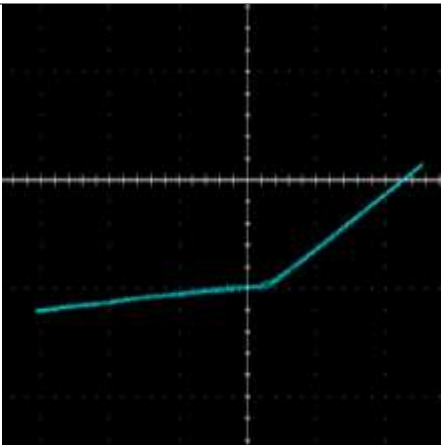
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B20-D23	El pin B20 corresponde a alimentación de ignición y el pin D23 es el control de la bobina 2, en la firma se ve la forma de polarización de un diodo, las dos inclinaciones presentes al inicio y al final de la figura indica la presencia de dos resistencias en el circuito.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 2 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 59

Bobina 2, control a masa - ECU de Grand Vitara

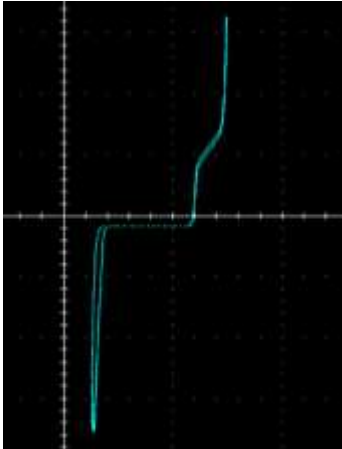
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B6-D23	El pin B6 corresponde a alimentación de masa y el pin D23 es el control de la bobina 2, en la firma se ve la forma de un diodo zener, al inicio la ensanchadura indica la presencia de capacitancia, después de la polarización existe una línea inclinada denotando la presencia de una resistencia.	Canal 1: 2 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 60

Bobina 3, alimentación – ECU de Grand Vitara

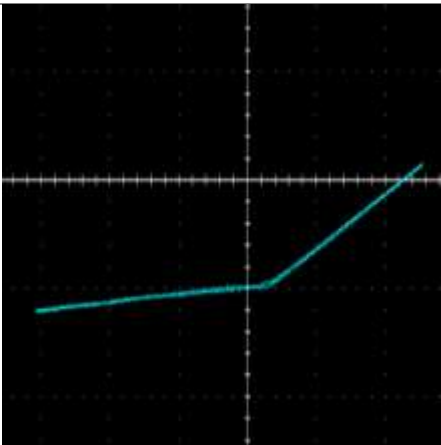
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B20-D22	El pin B20 corresponde a alimentación de ignición y el pin D22 es el control de la bobina 3, en la firma se ve la forma de polarización de un diodo, las dos inclinaciones presentes al inicio y al final de la figura indica la presencia de dos resistencias en el circuito.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 2 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 61

Bobina 3, control a masa - ECU de Grand Vitara

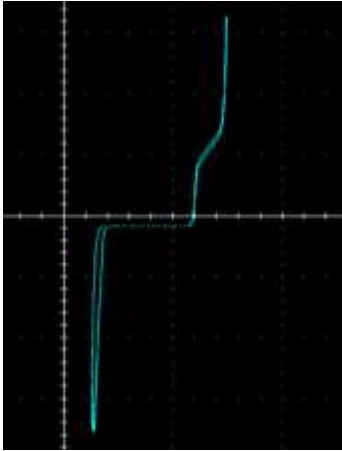
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B6-D22	El pin B6 corresponde a alimentación de masa y el pin D22 es el control de la bobina 3, en la firma se ve la forma de un diodo zener, al inicio la ensanchadura indica la presencia de capacitancia, después de la polarización existe una línea inclinada denotando la presencia de una resistencia.	Canal 1: 2 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 62

Bobina 4, alimentación – ECU de Grand Vitara

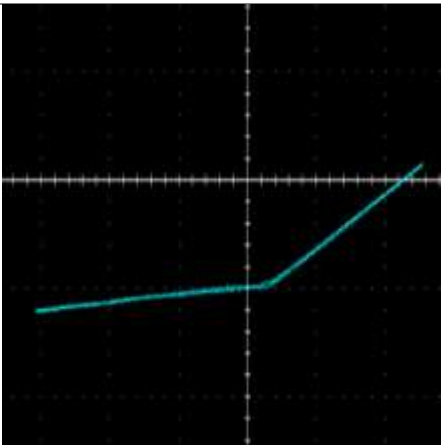
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B20-D21	El pin B20 corresponde a alimentación de ignición y el pin D21 es el control de la bobina 4, en la firma se ve la forma de polarización de un diodo, las dos inclinaciones presentes al inicio y al final de la figura indica la presencia de dos resistencias en el circuito.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 2 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 63

Bobina 4, control a masa - ECU de Grand Vitara

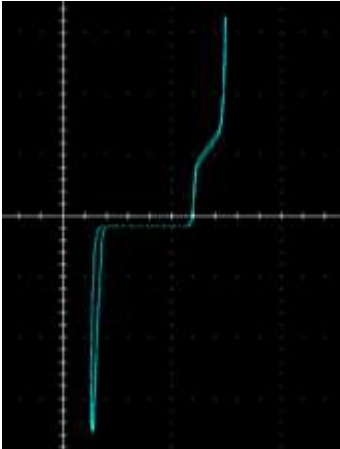
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B6-D21	El pin B6 corresponde a alimentación de masa y el pin D21 es el control de la bobina 4, en la firma se ve la forma de un diodo zener, al inicio la ensanchadura indica la presencia de capacitancia, después de la polarización existe una línea inclinada denotando la presencia de una resistencia.	Canal 1: 2 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 64

Inyector 1, alimentación – ECU de Grand Vitara

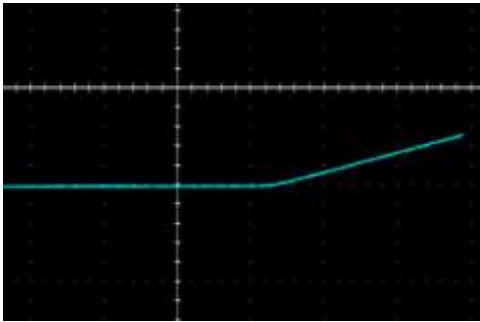
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B20-D2	El pin B20 corresponde a alimentación de ignición y el pin D2 es el control del inyector 1, en la firma se ve la forma propia de un diodo, después de la polarización del diodo se aprecia una línea inclinada hacia la horizontal que es propio de una resistencia relativamente alta.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 65

Inyector 1, control a masa - ECU de Grand Vitara

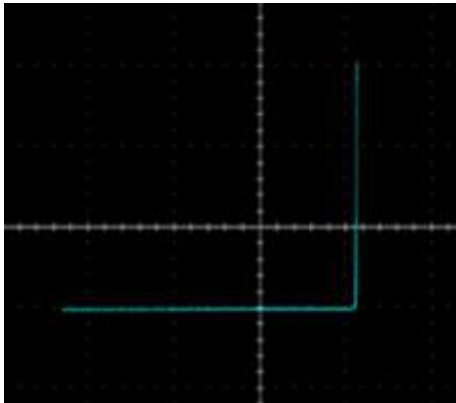
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B6-D2	El pin B6 corresponde a alimentación de masa y el pin D2 es el control del inyector 1, en la firma se ve el patrón de un diodo que representa la presencia de un transistor de potencia que hace el control de masa para la activación del inyector.	Canal 1: 2 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 66

Inyector 2, alimentación – ECU de Grand Vitara

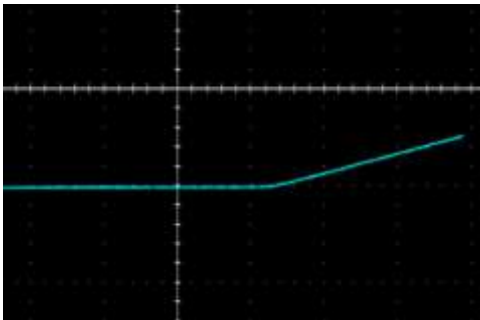
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B20-D1	El pin B20 corresponde a alimentación de ignición y el pin D1 es el control del inyector 2, en la firma se ve la forma propia de un diodo, después de la polarización del diodo se aprecia una línea inclinada hacia la horizontal que es propio de una resistencia relativamente alta.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 67

Inyector 2, control a masa - ECU de Grand Vitara

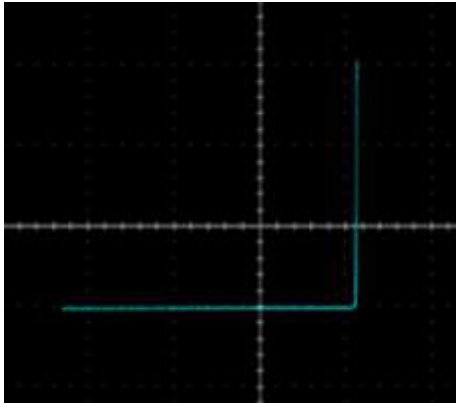
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B6-D1	El pin B6 corresponde a alimentación de masa y el pin D1 es el control del inyector 2, en la firma se ve el patrón de un diodo que representa la presencia de un transistor de potencia que hace el control de masa para la activación del inyector.	Canal 1: 2 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 68

Inyector 3, alimentación – ECU de Grand Vitara

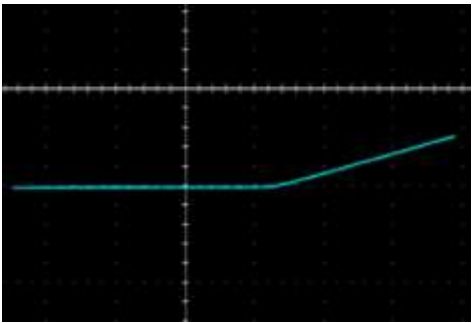
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B20-D9	El pin B20 corresponde a alimentación de ignición y el pin D9 es el control del inyector 3, en la firma se ve la forma propia de un diodo, después de la polarización del diodo se aprecia una línea inclinada hacia la horizontal que es propio de una resistencia relativamente alta.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 69

Inyector 3, control a masa - ECU de Grand Vitara

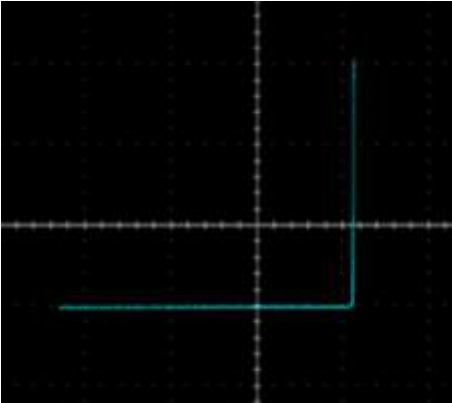
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B6-D9	El pin B6 corresponde a alimentación de masa y el pin D9 es el control del inyector 3, en la firma se ve el patrón de un diodo que representa la presencia de un transistor de potencia que hace el control de masa para la activación del inyector.	Canal 1: 2 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 70

Inyector 4, alimentación – ECU de Grand Vitara

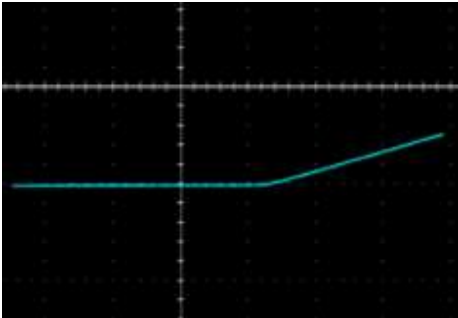
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B20-D8	El pin B20 corresponde a alimentación de ignición y el pin D8 es el control del inyector 4, en la firma se ve la forma propia de un diodo, después de la polarización del diodo se aprecia una línea inclinada hacia la horizontal que es propio de una resistencia relativamente alta.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 71

Inyector 4, control a masa - ECU de Grand Vitara

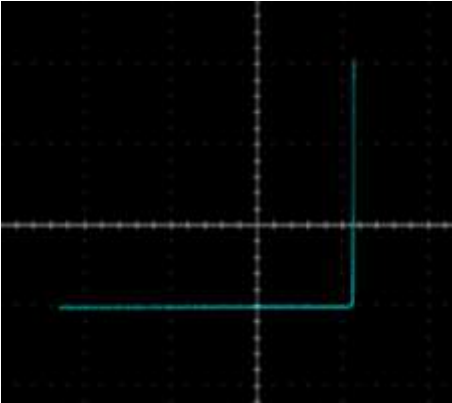
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B6-D8	El pin B6 corresponde a alimentación de masa y el pin D8 es el control del inyector 4, en la firma se ve el patrón de un diodo que representa la presencia de un transistor de potencia que hace el control de masa para la activación del inyector.	Canal 1: 2 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 72

Control válvula IAC bobina 1 – ECU de Grand Vitara

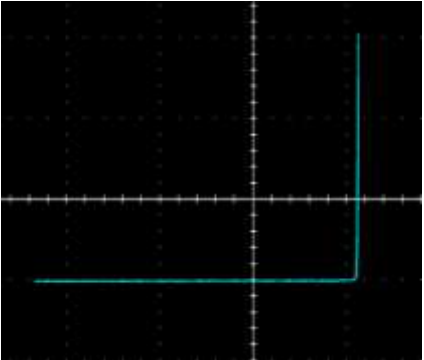
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B6-D3	El pin B6 corresponde a alimentación de masa y el pin D3 es el control de la IAC bobina 1, en la firma se ve el patrón de un diodo que representa la presencia de un transistor de potencia que hace el control de masa para la activación de la bobina 1 de la válvula IAC.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 73

Control válvula IAC bobina 2 – ECU de Grand Vitara

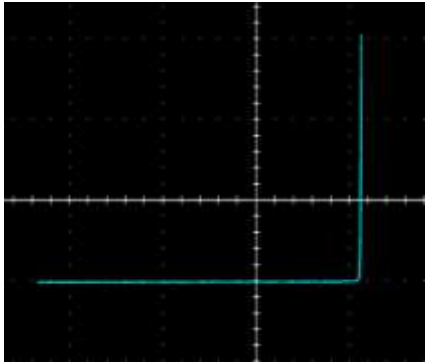
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B6-D12	El pin B6 corresponde a alimentación de masa y el pin D12 es el control de la IAC bobina 2, en la firma se ve el patrón de un diodo que representa la presencia de un transistor de potencia que hace el control de masa para la activación de la bobina 2 de la válvula IAC.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 74

Control válvula IAC bobina 3 – ECU de Grand Vitara

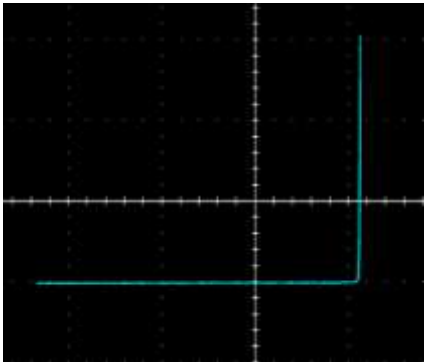
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B6-D11	El pin B6 corresponde a alimentación de masa y el pin D11 es el control de la IAC bobina 3, en la firma se ve el patrón de un diodo que representa la presencia de un transistor de potencia que hace el control de masa para la activación de la bobina 3 de la válvula IAC.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 75

Control válvula IAC bobina 4 – ECU de Grand Vitara

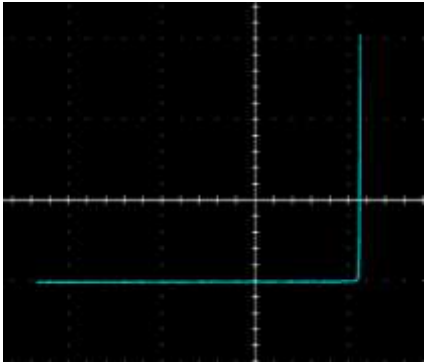
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B6-D10	El pin B6 corresponde a alimentación de masa y el pin D10 es el control de la IAC bobina 4, en la firma se ve el patrón de un diodo que representa la presencia de un transistor de potencia que hace el control de masa para la activación de la bobina 4 de la válvula IAC.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 76

Válvula EVAP, alimentación – ECU de Grand Vitara

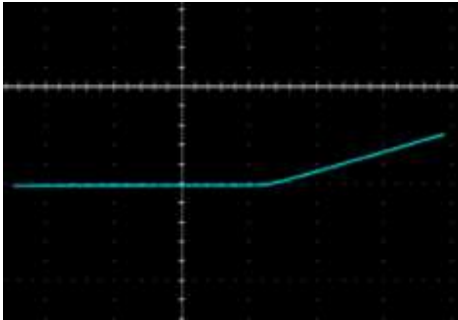
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B20-D17	El pin B20 corresponde a alimentación de ignición y el pin D17 es el control de la EVAP, en la firma se ve la forma propia de un diodo, después de la polarización del diodo se aprecia una línea inclinada hacia la horizontal que es propio de una resistencia relativamente alta.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 15 V	

Tabla 77

Válvula EVAP, control a masa - ECU de Grand Vitara


Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B6-D17	El pin B6 corresponde a alimentación de masa y el pin D17 es el control de la EVAP, en la firma se ve el patrón de un diodo que representa la presencia de un transistor de potencia que hace el control de masa para la activación del inyector.	Canal 1: 2 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 15 V	

Tabla 78

Relé de bomba de combustible, alimentación – ECU de Grand Vitara

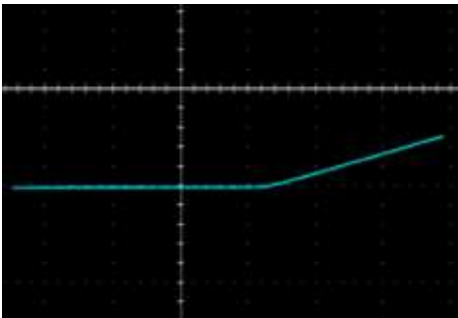
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B20-A23	El pin B20 corresponde a alimentación de ignición y el pin A23 es el control del relé de la bomba de combustible, en la firma se ve la forma propia de un diodo, después de la polarización del diodo se aprecia una línea inclinada hacia la horizontal que es propio de una resistencia relativamente alta.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 15 V	

Tabla 79

Relé de bomba de combustible, control a masa - ECU de Grand Vitara

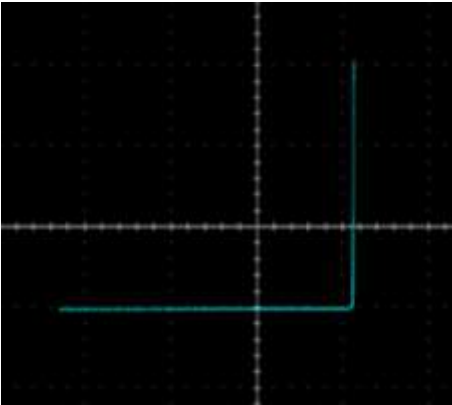
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B6-A23	El pin B6 corresponde a alimentación de masa y el pin A23 es el control del relé de la bomba de combustible, en la firma se ve el patrón de un diodo que representa la presencia de un transistor de potencia que hace el control de masa para la activación del inyector.	Canal 1: 2 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 15 V	

Tabla 80

Sensor IAT – ECU de Grand Vitara

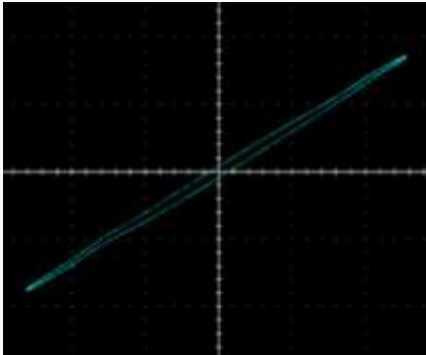
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B25-B1	El pin B25 corresponde a alimentación de masa del sensor y el pin B1 es la alimentación positiva y señal del sensor IAT, en la firma se puede ver una curva inclinada propio de una resistencia con una ensanchadura que muestra la presencia de un capacitor en el circuito.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 15 V	

Tabla 81

Sensor refrigerante del motor (WTS) - ECU de Grand Vitara

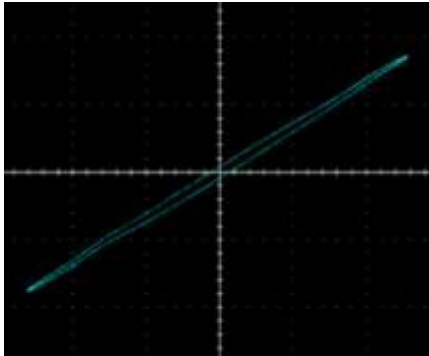
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B25-B2	El pin B25 corresponde a alimentación de masa del sensor y el pin B1 es la alimentación positiva y señal del sensor WTS, en la firma se puede ver una curva inclinada propio de una resistencia con una ensanchadura que muestra la presencia de un capacitor en el circuito.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 15 V	

Tabla 82

Sensor TPS, voltaje de señal – ECU de Grand Vitara

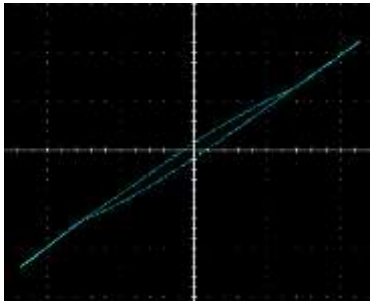
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B13-B9	El pin B13 corresponde a la alimentación de 5 voltios y el pin B9 es la señal del sensor, en la firma se puede ver una curva inclinada propio de una resistencia con una ensanchadura que muestra la presencia de un capacitor en el circuito.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 1 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 15 V	

Tabla 83

Sensor TPS, voltaje de referencia - ECU de Grand Vitara

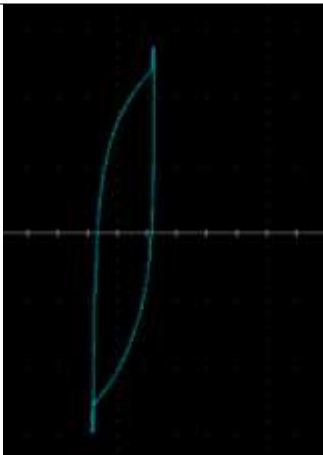
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B21-B13	El pin B21 corresponde a la alimentación de masa del sensor y el pin B13 es la alimentación de 5 voltios, en la firma se puede ver el patrón de un diodo zener por la extensión de sus vértices, la ensanchadura en el eje vertical muestra la presencia de un capacitor en el circuito.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 11 V	

Tabla 84

Sensor MAF, voltaje de referencia – ECU de Grand Vitara

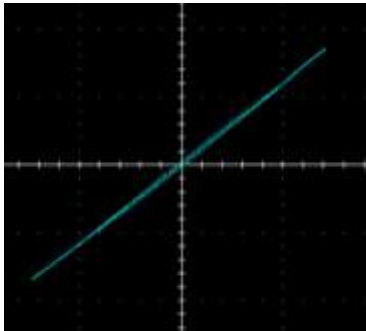
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B5-B10	El pin B5 corresponde a la alimentación de masa del sensor y el pin B10 es la señal del sensor, en la firma se puede ver una curva inclinada propio de una resistencia con una ensanchadura que muestra la presencia de un capacitor en el circuito.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 8 V	

Tabla 85

Sensor MAF, señal del sensor - ECU de Grand Vitara

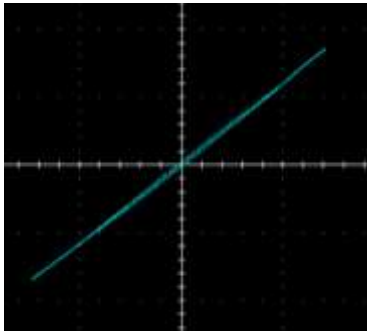
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B4-B10	El pin B5 corresponde a la alimentación de masa del sensor y el pin B10 es la señal del sensor, en la firma se puede ver una curva inclinada propio de una resistencia con una ensanchadura que muestra la presencia de un capacitor en el circuito.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 8 V	

Tabla 86

Señal del sensor de oxígeno – ECU de Grand Vitara

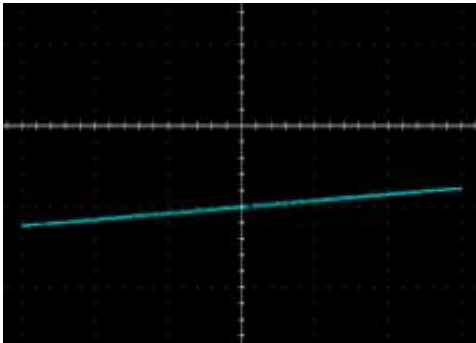
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B22-B11	El pin B22 corresponde a la alimentación de masa del sensor y el pin B11 es la señal del sensor, en la firma se puede ver una línea que se inclina muy pronunciadamente hacia el eje horizontal pero no totalmente, esto indica la presencia de una resistencia de muy alto valor asemejándose el patrón al de un circuito abierto.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 2 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 15 V	

Tabla 87

Calefactor del sensor de oxígeno - ECU de Grand Vitara

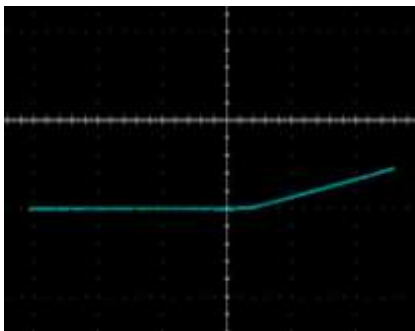
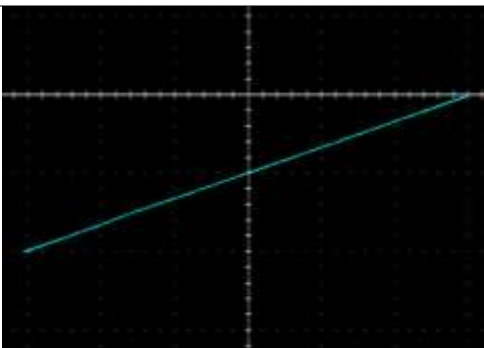
Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
B20-D4	El pin B20 corresponde a alimentación de ignición y el pin D4 es el control de activación del calefactor, en la firma se ve la forma propia de un diodo, después de la polarización del diodo se aprecia una línea inclinada hacia la horizontal que es propio de una resistencia relativamente alta.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 5 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 13 V	

Tabla 88

Sensor CMP – ECU de Grand Vitara

Pines de conexión	Descripción	Configuración Osc.	Firma
D26-D28	Los pines D26 y D28 corresponden al sensor del árbol de levas, en la imagen se puede ver una línea inclinada indicando que en el circuito existe una resistencia.	Canal 1: 5 V /d Canal 2: 2 V /d (1 V \cong 1mA) Tiempo: 500 us V. Traz: 15 V	

Nota. En el anexo 8 se puede ver las gráficas tomadas con el trazador construido y las tomadas con el equipo FADOS9F1.

Diagnóstico de módulos automotrices

Procedimiento de diagnóstico en el automóvil

Si se sospecha que el automóvil tiene alguna falla provocada por mal funcionamiento del módulo de control de motor se procede a diagnosticar el mismo respetando el siguiente protocolo:

- Ubicar los fusibles principales que alimentan a la ECU
- Abrir contacto y comprobar el estado de los fusibles con un foco de prueba o multímetro.
- Realizar una inspección visual al maso de cables que ingresan a los conectores del módulo de control de motor.
- Ubicar en el diagrama de pines del módulo, las alimentaciones principales.
- Comprobar la presencia de corriente permanente de batería, de ignición y de masa.

Si se cumple todo lo anterior y se descarta alguna otra posible avería que no tenga relación con la ECU, se procede a desmontar el módulo para la inspección por trazo de imágenes.

Procedimiento de diagnóstico de modulo automotriz

Al diagnosticar la avería en una ECU se recopila toda información técnica posible acerca del módulo como: distribución de pines de conexión, diagramas eléctricos, codificaciones de los elementos; teniendo esto en cuenta se sigue el siguiente procedimiento.

- Ubicar las puntas test en los pines de la ECU del circuito a diagnosticar.
- Variar el voltaje del trazador y ajustarlo de manera que se pueda apreciar en optima proporción la figura de Lissajous.
- Matematizar en base a los parámetros denotados por la forma y los bordes de la figura.

- Buscar en bases de datos la firmas de Lissajous que se asocien a la ECU que se está diagnosticando para compararlas.
- Analizar la comparación y valorar si las formas de las firmas obtenidas se encuentran dentro o fuera de su rango de trabajo.
- Desmontar la carcasa del módulo para realizar comprobaciones e la parte interna de la placa.
- En la placa se realiza una inspección visual en la sección de los circuitos que se encontraron con falla.
- Se siguen las pistas desde el pin de conexión hasta los elementos afectados.
- Se observa el tipo de componente electrónico, codificación o valor para prever la firma a obtener.
- Se ubica el trazador en los terminales de los componentes que conforman el circuito bajo sospecha.
- Se analiza y se determina si la firma corresponde al elemento testado.

Si se encuentra a partir de los análisis de las firmas de Lissajous, el o los elementos con falla se procede a la reparación de la placa.

Procedimiento de reparación de módulos automotrices

Al ser los módulos automotrices placas PCB electrónicas se debe tener mucha precaución al trabajar en las mismas, para ello se debe seguir el siguiente procedimiento en la reparación de estos módulos.

- Al encontrar el o los elementos averiados se busca su datasheet para encontrar un reemplazo igual o similar.
- Se prepara la sección a trabajar aislando con cinta las secciones circundantes.
- Utilizando una estación de suelda se ajusta la temperatura con la que se va a trabajar.

- Para reemplazar el elemento se elige el mejor método de desmontaje y soldadura más apropiado.
- Una vez reemplazado se toman nuevamente las medidas con el trazador.
- Si los patrones de las figuras se asumen como correctos se procede a montar la ECU en el auto para probar.
- Se verifica que la falla ya no está presente dejando el auto funcionar por algún tiempo considerable.
- Finalmente se realizan los acabados finales de la reparación.

Diagnóstico de Nissan Sentra.

A continuación, se presenta un caso de diagnóstico de un Nissan Sentra del año 2001 con motor B13 de 16 válvulas, al cual no le llegaba el voltaje de referencia a los sensores desde el módulo de control del motor consecuentemente el auto no encendía; se procedió a seguir el protocolo de diagnóstico para descartar o confirmar la posibilidad de avería de la ECU. Previo a esto se recopiló la información de la distribución de pines del módulo, presentado en la tabla 89.

Tabla 89

Descripción de pines de Nissan Sentra

Nº pin	Descripción	Nº pin	Descripción
2	Señal para el tacómetro	29	Alimentación de masa a sensores
4	Control de relé principal	32	Señal de sensor de velocidad
6	Alimentación a masa	36	Alimentación de ignición
13	Alimentación a masa	38	Alimentación de ignición
16	Señal del sensor de flujo de aire	39	Alimentación de masa
17	Masa del sensor de flujo de aire	46	Alimentación permanente de batería
18	Señal de sensor de temperatura del refrigerante	47	Alimentación de ignición / activación de relé
19	Señal del sensor de oxígeno	48	Alimentación a masa

Nº pin	Descripción	Nº pin	Descripción
20	Señal de posición del estrangulador	101	Activación inyector 1
21	Alimentación de masa a sensores	103	Activación inyector 3
26	Señal sensor de temperatura de aire	107	Alimentación de masa
27	Señal del sensor de detonación	108	Alimentación de masa
109	Alimentación de ignición / activación de relé	112	Activación de inyector 4
110	Activación de inyector 2	116	Alimentación de masa



Nota. En el anexo 9 se puede ver el diagrama de conexión de esta ECU. Tomado de *ECU diagram pinout Nissan Sentra*, por PLX Devices, (2005).

Diagnóstico en automóvil

Siguiendo el procedimiento de diagnóstico en el automóvil se realizaron las siguientes comprobaciones descritas en la tabla 90.

Tabla 90

Procedimiento de diagnóstico en automóvil – Nissan Sentra

Descripción	Observación	Imagen de referencia	Conclusión
Comprobación de fusibles que alimentan a la ECU	Fusible 9: 10 Amp. Fusible 14: 10 Amp.		Buen estado
Inspección visual a maso de cables	Reconexión de ECM		Buen estado

Descripción	Observación	Imagen de referencia	Conclusión
Comprobación de alimentaciones positivas	Permanente: Pin 46 Ignición: Pin 47		Buen estado
Comprobación alimentaciones negativas	Pines: 116, 107, 108, 39, 48, 6, 13		Buen estado

Distribución de pines de ECU de Nissan Sentra

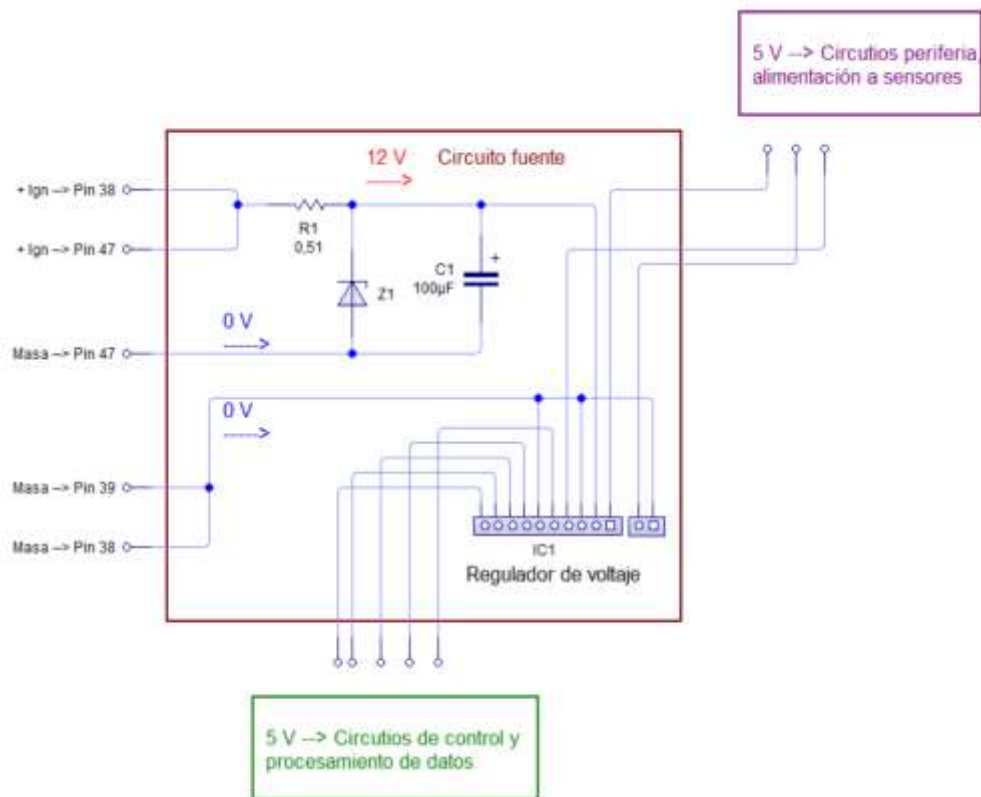
Comprobado que la avería era la ECU se procedió a desmontarla y a aplicar el procedimiento de diagnóstico del módulo.

Diagrama de circuito fuente

Se recopiló información acerca de la circuitería interna de la ECU diagnosticada, específicamente del circuito fuente, en la figura 60 se puede ver los elementos que conforma dicho circuito.

Figura 60

Circuito fuente de ECU – Nissan Sentra



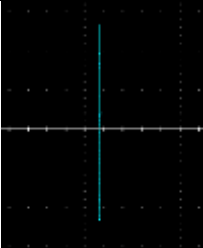
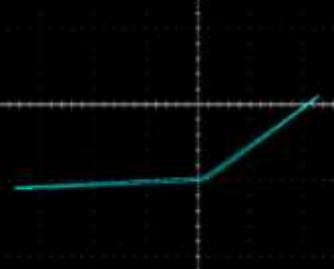


Nota. Los elementos principales del circuito fuente son R1, Z1, C1 y IC1 siendo este último el encargado de regular el voltaje a 5 V para el resto de circuitos del módulo. En el anexo 10 se puede ver el circuito completo de la ECU de Nissan Sentra.



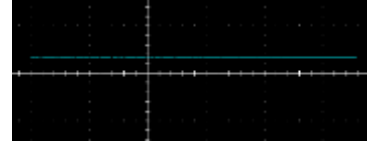

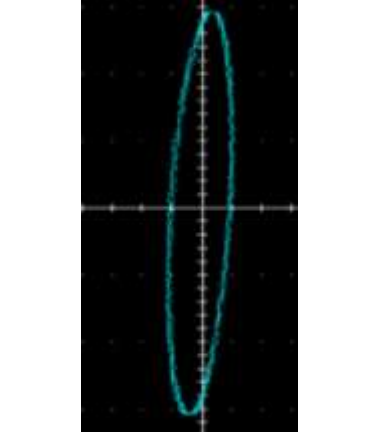
Diagnóstico de ECU

La distribución de pines y el diagrama del circuito fuente nos ayudara para realizar el procedimiento de diagnóstico por trazo de imágenes que se muestra en la tabla 91.

Tabla 91

Diagnóstico de ECU – Nissan Sentra

Descripción	Observación	Imagen de referencia	Análisis
Se ubicó las puntas test en los pines de la ECU del circuito a diagnosticar.	Pin 46: C.Bat.		Existe un circuito cerrado entre la alimentación permanente y la masa de la ECU es decir existe un cortocircuito.
	Pin 47: Masa		
Se desmontó las carcasa del módulo	V. Traz: 10V		Si bien se observa una figura, no existe la presencia de capacitancia que es característico del circuito fuente de esta ECU.
	Pin 38: Ignición		
	Pin 47: Masa		
Se realizó una inspección visual a la placa, ubicando las pistas desde el pin de conexión hasta los elementos afectados.	V. Traz: 13		-
	Pista (-) = Pin 47, masa		
	Pista (+) = Pin 46, C.Bat		Visualmente se puede ver un cortocircuito provocado en esa zona de la placa, siguiendo las dos pistas que estaban unidas, estas corresponden a los pines de corriente permanente y de masa.

Descripción	Observación	Imagen de referencia	Análisis
Se realizó una inspección visual a la placa, ubicando las pistas desde el pin de conexión hasta los elementos afectados.	Pin 38: Ignición Pin 47: Masa		Se puede ver la presencia de humedad en los elementos que forman parte del circuito fuente, la resistencia principal R1 se nota deteriorada.
Se ubicaron las puntas del trazador en los terminales de la resistencia R1.	Valor nominal de R1 (en buen estado) : $0,51 \Omega$	 	La figura que describe una línea horizontal, mostrando un circuito abierto, es decir la resistencia estaba internamente interrumpida, desde ese punto la corriente deja de fluir hacia el resto del circuito fuente.
Se ubicaron las puntas del trazador en los puntos de conexión del capacitor C1.	Valor de $100 \mu\text{F}$	 	Ubicando las puntas directamente en los terminales de conexión del capacitor, se aprecia una elipse vertical propia de un capacitor de elevado valor por lo cual se descarta una posible avería en este elementos del circuito fuente.

Reparación de ECU

Después de analizar las firmas y determinar que existía un cortocircuito entre la alimentación permanente de batería y masa, además de que existía un circuito abierto en la resistencia principal; se procedió a realizar la reparación.

Para realizar la reparación es necesario contar con los instrumentos e insumos necesarios, en la figura 61 se muestran los instrumentos y en la figura 62 se muestran los insumos utilizados.

Figura 61

Instrumentos para reparación de ECU.



Nota. 1. Estación de suelda de temperatura regulable, 2. Mano auxiliar con lupa, 3. Pinza de puntas delgadas, 4. Punzón, 5. Cepillo, 6. Extractor de soldadura.

Figura 62

Insumos para reparación de ECU.



Nota. 1. Cinta Masking, 2. Alcohol Isopropílico, 3. Estaño, 4. Flux.

Con todo lo necesario para la reparación se realiza el proceso de reparación el cual se detalla en la tabla

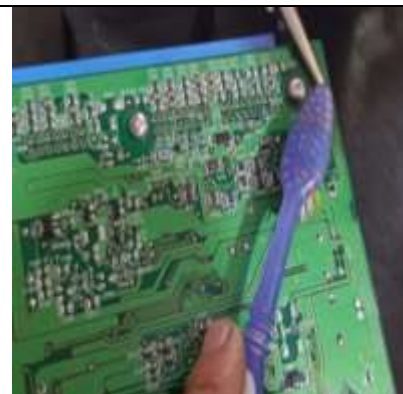
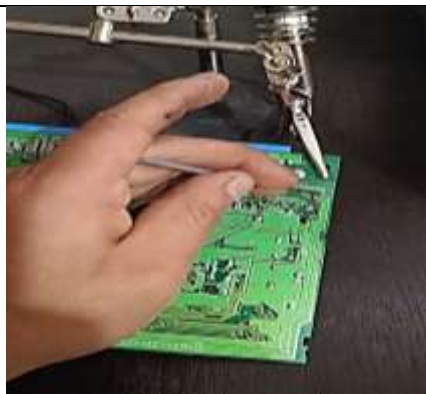
Tabla 92

Proceso de reparación de ECU

Descripción	Imágenes de referencia
<p>1. Sujetada la PCB en la mano auxiliar, se realiza la limpieza en las zonas afectadas con el alcohol isopropílico y el cepillo.</p>	

Descripción**Imágenes de referencia**

2. Con la ayuda de la punta metálica se separó las pistas cortocircuitadas y se limpió la zona nuevamente.



3. Para reemplazar la resistencia R1, se separó la zona a trabajar con cinta masking para no afectar con el calor del caudín el resto de la placa.



4. Se colocó flux en los puntos de conexión de la resistencia y se ubicó la punta del caudín para fundir el estaño de los terminales.



Descripción	Imágenes de referencia
<p>5. Con la ayuda del extractor se fue retirando el estaño fundido y con la pinza se fue halando la resistencia para que se libere.</p>	
<p>6. Una vez retirada la resistencia se limpió los orificios de conexión del estaño sobrante tanto en parte superior como inferior al ser la placa de doble cara.</p>	
<p>7. Para instalar la resistencia nueva se colocó nuevamente flux en las dos caras de la placa, con la punta del cautín se fue calentando la zona e insertando la resistencia progresivamente.</p>	

Descripción	Imágenes de referencia
8. Ingresada la resistencia se realizó el acabado de la suelda y se cortan las puntas sobrantes de la resistencia.	
9. Se limpió con alcohol toda la zona que fue intervenida, para evitar un futuro cortocircuito, además se colocó una pega aislante utilizada en placas electrónicas.	

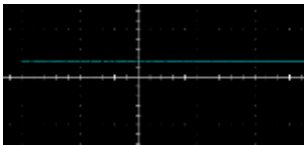

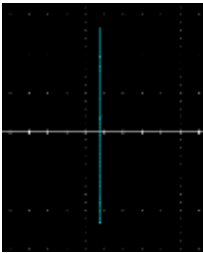
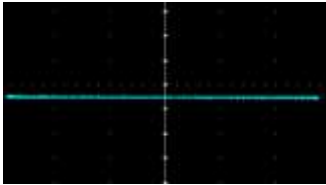
Nota. Con la estación de suelda en el proceso de desoldadura se trabajó a una temperatura de 450°C y en la soldadura se trabajó a 350°C.

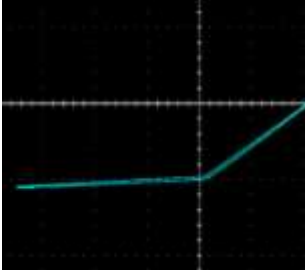
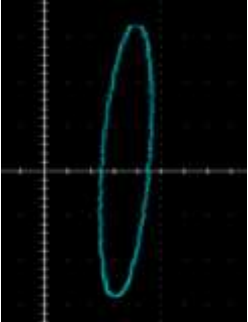
Comparación de mediciones

Una vez que se realizó la reparación se procedió a tomar las mediciones con el trazador para compararlas con las firmas obtenidas antes de la reparación con el fin de analizar las variaciones, en la tabla se muestran los resultados-

Tabla 93

Comparación de mediciones después de la reparación

Conexión del trazador	Firma / Antes	Firma / Después	Análisis
Terminales de resistencia			Después de haber realizado la reparación, la firma descrita por la resistencia es similar a la de un circuito cerrado, esto es debido a que el valor de la resistencia es demasiado bajo ($0,51\Omega$) acercándose al valor de 0Ω que representaría un cortocircuito, pero cabe resaltar que esta resistencia sirve como fusible en esta ECU así que es indispensable.
Pin 46: C.Bat. Pin 47: Masa			En los pines de corriente permanente y masa donde existía un cortocircuito se puede ver que después de la intervención ambos circuitos están aislados esto se denota por la línea horizontal que representa un circuito abierto.

Conexión del trazador	Firma / Antes	Firma/ Después	Análisis
Pin 38: Ignición Pin 47: Masa			Después de haber reemplazado la resistencia la firma del circuito fuente es propia un capacitor, podemos ver la diferencia de las firmas en su formas ya que antes de ser reparada no presentaba la ensanchadura y después de la reparación se pudo cerrar el circuito y mostrar la elipse indicando la presencia de capacitancia.

Comprobación en automóvil

Una vez que se compararon las firmas obtenidas antes y después de la intervención se procede a montarla en el automóvil para la comprobación. Una vez conectada la ECU se procedió a abrir contacto y verificar que la luz mil esté encendida en el tablero como se observa en la figura 63, ya que esto da indicio de que la ECU se ha activado.

Figura 63

Luz mil encendida en tablero



También se comprobó que la alimentación en los sensores este presente, en la figura se puede ver la toma de voltaje en el pin de voltaje de referencia del sensor TPS.

Figura 64

Comprobación voltaje de referencia en sensores



Finalmente se encendió el automóvil y se lo mantuvo encendido durante un tiempo considerable verificando que el motor no presente ninguna otra anomalía, se colocó la ECU en su ubicación respectiva y se dio por finalizada la reparación.

Capítulo V

Marco administrativo

Presupuesto y financiamiento

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.

Recursos Humanos

El recurso humano que intervendrá en la ejecución de la investigación es el siguiente presentando en la tabla 94:

Tabla 94

Tabla de recursos humanos

Ord.	Descripción	Cantidad	Función
1.	Muquinche Masapuncho Adrián Paul	1	Investigador
2.	Ing. Washington German Erazo Laverde	1	Colaborador Científico

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 95:

Tabla 95*Tabla de Recursos Materiales*

Ord.	Cantidad	Detalle	Costos unitarios	Costo total USD
1.	1	Herramientas y equipos	\$ 200	\$ 200
2.	1	Materiales Electrónicos	\$ 15	\$ 30
3.	2	Computadoras Automotrices	\$ 150	\$ 300
4.	1	Documentación	\$ 10.00	\$ 10
			TOTAL	\$ 540

Recursos tecnológicos

Para la realización correcta de la investigación es necesario contar con equipos tecnológicos que se mencionan a continuación en la tabla 96:

Tabla 96*Tabla recursos tecnológicos*

Ord	Detalle	Cantidad	Costo Unitario	Costo
1	Horas de internet	100	\$0.25	\$ 25
2	Copias e impresiones	200	\$0.05	\$ 10
3	Computador personal	1	\$500	\$ 500
			TOTAL	\$ 535

Costo neto del proyecto.

El costo neto del proyecto titulado como: “Modelación y parametrización del trazado de figuras de Lissajous para el diagnóstico y reparación de módulos automotrices”, resulta de la suma total de los recursos a utilizar y la movilidad como se muestra en la tabla 97.

Tabla 97*Costo neto del proyecto*

Descripción	Costo total USD
Recursos materiales	\$ 540
Recursos tecnológicos	\$ 535
TOTAL	\$ 1075

Capítulo VI

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Se captó la información necesaria para comprender la técnica de diagnóstico “voltaje versus intensidad”, la cual consiste en inyectar dos ondas senoidales a un elemento electrónico, utilizando un osciloscopio se podrá apreciar una firma denominada de Lissajous la cual se extiende en el eje X que representa el voltaje y en el eje Y que marca la intensidad de corriente, lo que se hace es tomar una firma patrón de un elemento en buen estado para compararla con la firma del elemento bajo sospecha determinando por comparación el estado de la misma.

Se investigó el principio matemático de las firmas análogas siendo el movimiento armónico simple (MAS) su fundamento, el cual utiliza un punto móvil que se mueve en el plano rectangular “X” e “Y” describiendo la figura de Lissajous, este movimiento puede ser representado mediante ecuaciones paramétricas que relacionan funciones de senos y cosenos que varían dependiendo de la velocidad angular y el tiempo.

Se investigó las formas de las firmas características de los elementos que generalmente integran un módulo automotriz. Al existir la presencia de una resistencia la figura de Lissajous se presenta como una línea inclinada, un capacitor dará la forma de una elipse, un diodo y transistor forman una especie de “L” y una bobina formara una elipse inclinada; cada forma variara dependiendo de los valores de cada elemento.

Se analizó la arquitectura y lógica de funcionamiento de un módulo automotriz, la estructura se divide en cuatro bloques; el bloque de soporte o circuito fuente, se encarga de alimentar y regular la corriente de batería para alimentar a la placa cuyo voltaje de trabajo es generalmente de 5 voltios, el bloque de entrada o periferia, filtra y trata las señales que envían los sensores para enviarlas al microprocesador, el bloque de salida o de potencia, amplifica las señales que controla a los actuadores se caracteriza por integrar transistores de potencia, y por

último el bloque de procesamiento, que integra las memorias y microprocesadores que reciben y envían información para el control de todo el circuito.

Se construyó el trazador de curvas utilizando elementos electrónicos digitales, el dispositivo inyecta ondas senoidales estables que pueden variar desde -2 voltios a +2 voltios y -15 voltios a +15 voltios, las ondas pueden alcanzar una frecuencia de 580 Hz, trabaja con una alimentación externa de 120 voltios en corriente alterna que el dispositivo transforma en directa regulable; el circuito que hace posible la generación de las ondas es el circuito oscilador que integra un arreglo de resistencias, capacitores y el integrado LM358P que produce el desfase de 180° y 360° a la corriente continua para formar las ondas.

Se corrobora el valor de una resistencia SMD cuyo código es 101 correspondiendo a un valor de 100Ω , con la firma obtenida se tomó los parámetros de voltaje y corriente con los cuales se obtuvo la ecuación representativa siendo, $y = -10x$, aplicando la fórmula de la pendiente a la menos uno se obtiene la valor de resistencia de $0,1\text{ k}\Omega$ equivalente a 100Ω ; este proceso se realizó para capacitores, inductores y sensores del automóvil testeados.

Se realizaron tablas de análisis de las firmas obtenidas de los módulos de Lada Niva y de Grand Vitara, obteniendo patrones de las firmas entre las cuales destacan: de la fuentes de alimentación cuyas firmas presentaban elipses verticales e inclinaciones propio de capacitores de alto valor y resistencias; control de masa o del bloque de salida cuyas firmas fueron propias de diodos, transistores, resistencias de bajo valor y del bloque periferia de sensores representado por elipses horizontales propio de capacitores y resistencias de bajo valor.

Se realizó el proceso de diagnóstico de un automóvil Nissan Sentra que no encendía, la luz mil estaba apagada y no había voltaje de referencia en los sensores, se procedió a la revisión de los fusibles, alimentaciones positivas y negativas en el conector del módulo del motor, realizando una inspección física a los cables y descartando cualquier otra posibilidad de avería en el automóvil se desmontó el modulo para el diagnóstico.

Se generó el proceso diagnóstico y reparación del módulo automotriz de control del automóvil Nissan Sentra, mediante el diagnóstico por imágenes se encontró un cortocircuito entre la fuente del módulo y masa, además de que la resistencia principal de la fuente estaba abierta; se aisló el corto circuito y se reemplazó la resistencia, en esta última acción se destaca la utilización de la estación de suelda a 400° C, reparadas las averías se procedió a tomar nuevamente las firmas y a compararlas con las anteriores obteniendo gran diferenciación especialmente en el fuente del módulo teniendo en un inicio una firma de circuito en corto y después de la reparación una elipse vertical. Instalado el módulo nuevamente en el automóvil se verificó la presencia de voltaje en los sensores, procediendo a arrancar el vehículo se encendió el motor sin ninguna anomalía concluyendo de esta manera la reparación.

Recomendaciones

Al utilizar el trazador se debe configurar el osciloscopio de manera que la figura se pueda visualizar estable, se recomienda configurar el tiempo a 500 μ s.

La configuración de los canales 1 y 2 en el osciloscopio, para diagnóstico de módulos automotrices se recomienda mantenerla en 5 voltios por división, si no se aprecia la firma se deberá disminuir el voltaje.

Se recomienda revisar información técnica previa de los módulos a trabajar, diagramas de pines, circuitería interna y especificaciones de elementos ayudaran a tener mayor precisión y confiabilidad en el diagnóstico.

Para una óptima reparación del módulo y mayor precisión del trabajo se deben utilizar los instrumentos adecuados, la estación de suelda de temperatura regulable, el extractor de suelda, el flux, son imprescindibles en la reparación.

Considerar bases de datos de firmas tomadas en investigaciones anteriores para comprarlas con las que se tomen de los módulos automotrices a testear.

Bibliografía

- Acosta, D., & Leonhardt, F. (2018). *TRAZADOR DE CURVAS DE SEMICONDUCTORES*. Buenos Aires.
- Auto Crash. (21 de Noviembre de 2015). *Auto Crash*. Auto Crash: <https://www.revistaautocrash.com/electromecanica-principales-actuadores-en-el-vehiculo-y-sus-posibles-fallos/>
- AutoAvance. (25 de Enero de 2016). *AutoAvance*. AutoAvance: <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/202-metodos-para-flasheo-de-memorias-y-reprogramacion-de-ecus/>
- Boylestad, R., & Nashelsky, L. (2009). *Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos*. México: Pearson Educación.
- CISE Electrónica. (26 de Enero de 2017). *CISE Electrónica*. CISE Electrónica: <http://cise.com/portal/empresa/introduccion/item/761-diagn%C3%B3stico-por-im%C3%A1genes.html>
- Columba, B., & Columba, K. (2021). *Diagnóstico avanzado de computadoras automotrices por el método de trazado de imágenes*. Latacunga.
- Cortés, J., Montoya, N., & Chávez, J. (2008). *HERRAMIENTAS PEDAGÓGICAS APLICADAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS FIGURAS DE LISSAJOUS*. Pereira: Scientia Et Technica.
- Domínguez, E., & Ferrer, J. (2012). *Circuito eléctricos auxiliares del vehículo*. Madrid: EDITEX.
- Donado, A. (4 de Mayo de 2022). *Autosoporte*. Autosoporte: <https://autosoporte.com/estructura-de-la-ecu-automotriz/>
- ECStudio. (s.f.). *ECStudio*. ECStudio: <https://ecstudiosystems.com/discover/circuits/pinouts/lm358-pinout/>
- Erjavec, J. (2010). *AUTOMOTIVE TECHNOLOGY A SYSTEMS APPROACH*. New York, USA: DELMAR CENGAGE LEARNING.

- Fernandez, J., & Zhumi, J. (2019). *Patrón de gráficas de los sensores del motor Otto utilizando la técnica de diagnóstico por imagen*. Cuenca.
- Floyd, T. (2008). *Dispositivos Electrónicos*. México: Pearson Educación.
- Guangaje, E., & Murillo, L. (2016). *INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN DEL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE INYECCIÓN MPFI-CRDI*. Latacunga, Ecuador.
- HELLA. (2005). La electrónica del automóvil, explicada con claridad. *HELLA Ideas para el automóvil del futuro*, 2, 108.
- HELLA. (s.f.). *HELLA TECH WORLD. Aliado del taller*.
<https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Sensores-y-actuadores/Sensor-de-temperatura-del-aire-de-admision-4326/>
- Ibañez, P., & García, G. (2014). *Matemáticas III Con Enfoque por Competencias*. México: CENGAGE Learnig.
- Industrial Project Design R&D Ltd. Co. (s.f.). *Pro T Ar-Ge*. Pro T Ar-Ge:
<http://www.protarge.com/es/products/FADOS9F1>
- Manual de mantenimiento y reparación lada VAZ 2124-36*. (2013).
- Molina Fernández, J. L., & Zhumi Gunca, J. E. (2019). *Patrón de Gráficas de los Sensores del Motor Otto Utilizando la Técnica de Diagnóstico por Imágen*.
- PeakTech. (2017). *Manual de uso - Osciloscopios digitales*. Ahrensburg, Alemania.
- PLX Devices. (2005). *ECU Diagram Pinout Nissan Sentra*.
- Rodríguez, P. (2001). *INTRODUCCIÓN A LAS MEDICIONES ELÉCTRICAS*. Buenos Aires: ALSINA.
- Roger Bit. (16 de 12 de 2019). <https://rogerbit.com/wprb/2019/12/%E2%9A%A1-fuente-compacta-variable-de-voltaje-con-circuito-integrado-lm317t-para-protoboard/>
- Serravalle, J. (11 de Febrero de 2021). *CISE electrónica*. <http://www.cise.com/porta/notas-tecnicas/item/327-bloques-de-trabajo-en-una-ecu-automotriz.html>

- Soriano, S. (13 de Junio de 2014). *Una imprimación de los análisis de firmas analógicas*.
<https://www.avantec2.cl/imagenes/pdf/Conceptos%20de%20An%C3%A1lisis%20de%20Firmas%20Anal%C3%B3gicas.pdf>
- Technology & Chemical, S.L. (2015). *Manual de soldadura Ersa*. Chevigny-Saint-Sauveur.
- Tektronix. (2001). *El XYZ de los osciloscopios*. Oregón, USA.
- TEU Automotriz. (1998). *Manual Chevrolet Grand Vitara*.
- Vélez Salazar, B. D., & Caiza Caiza, O. L. (2017). *INVESTIGACIÓN DEL DIAGNÓSTICO POR IMAGEN DEL GRUPO INVERSOR – PROPULSOR DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS*. Latacunga.

Anexos