



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**TEMA: INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE DIAGNÓSTICO
POR IMAGEN EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO
DE INYECCIÓN MPFI-CRDI**

AUTORES: EDUARDO LUIS GUANGAJE CATOTA

LUIS ORLANDO MURILLO MOLINA

DIRECTOR: ING. GERMÁN ERAZO

LATACUNGA

2016



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE INYECCIÓN MPFI-CRDI**” realizado por los señores **EDUARDO LUIS GUANGAJE CATOTA** y **LUIS ORLANDO MURILLO MOLINA**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a los señores **EDUARDO LUIS GUANGAJE CATOTA** y **LUIS ORLANDO MURILLO MOLINA** para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 03 de Marzo del 2016

WASHINGTON GERMÁN ERAZO LAVERDE

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, **EDUARDO LUIS GUANGAJE CATOTA**, con cédula de identidad N° 050351073-7, y **LUIS ORLANDO MURILLO MOLINA**, con cédula de identidad N° 050335042-3, declaramos que este trabajo de titulación “**INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE INYECCIÓN MPFI-CRDI**” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 03 de Marzo del 2016

Eduardo Luis Guangaje Catota
C.C.: 050351073-7

Luis Orlando Murillo Molina
CC.: 050335042-3



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **EDUARDO LUIS GUANGAJE CATOTA** y **LUIS ORLANDO MURILLO MOLINA**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE INYECCIÓN MPFI-CRDI**” cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra autoría y responsabilidad.

Latacunga, 03 de Marzo del 2016

Eduardo Luis Guangaje Catota
C.C.: 050351073-7

Luis Orlando Murillo Molina
CC.: 050335042-3

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico a María Catota y Segundo Guangaje mis padres quienes son la guía de mi sendero, siempre depositaron su apoyo y confianza en cada momento difícil de mi vida siendo los autores directos para alcanzar esta meta anhelada, para ustedes mi homenaje.

A mi abuelito Cesar (+) por todos sus consejos y ser mi ejemplo de vida, así como a mi primo Israel (+) por enseñarme el valor de la sencillez y humildad, sé que me ayudaron en todo este tiempo que duro la investigación.

Al Ing. Edison mi hermano por ser la luz que abre nuestro camino y por ser el primero en llenar de orgullo a la familia y como olvidar a mi hermano Byron que me ha demostrado el coraje y la valentía que se debe tener para enfrentarse a la vida, y por último, por ser los únicos que le ponen notas musicales al diario vivir.

Eduardo Luis Guangaje Catota

DEDICATORIA

A mis padres Augusto Murillo y Mónica Molina quienes son la luz y guía de mi camino, han depositado en mí todo su apoyo y confianza plasmando en mi principios y valores que me llevan cada día a ser una mejor persona; a mi abuela Lucila que siempre está ahí para apoyarme; a mis hermanas Fer, Ceci y Mishel, a mi sobrina Emily que siempre me motivan para seguir adelante y cumplir mis metas; al resto de mi familia y amigos que siempre me alientan para continuar adelante.

Para ellos esta dedicatoria, ya que por su gran apoyo y respaldo incondicional he logrado culminar satisfactoriamente esta etapa de mi vida.

Luis Orlando Murillo Molina

AGRADECIMIENTO

Por todas las bendiciones que he recibido durante el trajín del desarrollo de la investigación y la oportunidad de seguir creciendo en mi vida personal como profesional quiero agradecer a Dios.

Al personal Directivo, Docente y Administrativo de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, en especial al Ing. Germán Erazo que con sus consejos y su sabiduría guio la investigación y que desinteresadamente me brindo su conocimiento, amistad y ayuda en el desarrollo de este trabajo.

A toda mi familia que siempre está presente y es mi apoyo en los momentos de dificultad demostrando que la unión hace la fuerza y que juntos podemos superar cualquier conflicto, en especial a mi tío Arturo y su familia que ayudaron a la pronta recuperación de mi hermano Byron y así permitir que pueda concentrarme en mi trabajo.

A mis amigos por su muestra de afecto, interés y predisposición para ayudar en lo que se presente.

Eduardo Luis Guangaje Catota

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de felicidad, aprendizajes y experiencias.

Le doy gracias a mis padres por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida, sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

Gracias Ing. Germán Erazo por creer en Eduardo y en Mí, habernos brindado la oportunidad de desarrollar nuestro proyecto de grado bajo su tutoría, por todo el apoyo, facilidades y el valioso conocimiento que se nos fue otorgado.

A Eduardo mi compañero de proyecto y gran amigo por la confianza, apoyo y dedicación de tiempo para alcanzar esta meta en nuestras vidas.

Al Ing. Leonidas Quiroz por las facilidades prestadas para llevar a cabo el proyecto, haberme enseñado que a base de esfuerzos y sacrificios todo en la vida es posible, al Ing. José Quiroz que a más de ser un excelente profesional ha sabido un gran amigo.

Agradezco a mis amigos y amigas con los que compartí momentos inolvidables dentro y fuera de un aula de clases. A mis amigos y amigas con los que he crecido y aprendimos el significado de la palabra amistad.

Luis Orlando Murillo Molina

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ÍNDICE DE TABLAS	xxx
ÍNDICE DE ECUACIONES	xxxii
RESUMEN	xxxii
ABSTRACT	xxxiii
PRESENTACIÓN	xxxiv

CAPÍTULO I

INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE INYECCIÓN

MPFI-CRDI	1
1.1. Antecedentes de la investigación	1
1.1.1. Contextualización (macro, meso y micro).....	2
1.1.2. Análisis crítico	2
1.1.3. Prognosis	3
1.1.4. Control de la prognosis	3
1.1.5. Delimitación (temporal, espacial y contenido)	3
1.2. Planteamiento del problema.....	4
1.3. Descripción resumida del proyecto	5
1.4. Justificación e importancia.	5
1.4.1. Interés de la investigación	6

	x
1.4.2. Utilidad teórica (experimental).....	6
1.4.3. Utilidad práctica	6
1.4.4. Utilidad Metodológica	7
1.4.5. Factibilidad	7
1.5. Objetivos del proyecto.	7
1.5.1. Objetivo General.....	7
1.5.2. Objetivos específicos.....	7
1.5.3. Campo de acción.....	8
1.6. Metas.....	8
1.7. Hipótesis.....	8
1.8. Conclusión del capítulo	9

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN SISTEMAS CRDI-MPFI 10

2.1. Categorías fundamentales	10
2.2. Fundamento teórico.....	11
2.2.1. Mediciones de corriente con una resistencia de prueba	11
2.2.2. Figuras de Lissajous.....	12
2.2.3. Mediciones de frecuencia y fase con el modo X-Y.....	13
2.2.4. Despliegue de voltaje-corriente en dispositivos de dos terminales	16
2.2.5. Tipos de mediciones.....	20
2.2.6. Medición activa	21
2.2.7. Medición pasiva	23
2.2.8. Modo x-y en osciloscopio digital	25
2.2.9. Trazador de curvas para osciloscopio	27
2.2.10. Análisis de curvas de tensión y corriente.	30
2.2.11. Generación y análisis de curvas fundamentales	32
2.2.12. Interpretación de circuito abierto	32
2.2.13. Interpretación de circuito cortó	33
2.2.14. Análisis de la curva de la resistencia.....	34
2.2.15. Análisis del desfase entre la curva de voltaje-corriente del capacitor.....	34
2.2.16. Análisis de la curva diodo	36

2.2.17. Análisis de la curva del diodo zéner	37
2.2.18. Transistores	38
2.2.19. Transistor NPN y PNP	39
2.2.20. Transistor Darlington	42
2.2.21. Transistor Mosfet IRFZ44N	43
2.2.22. Técnica por traza de curvas	46
2.2.23. Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos.....	46
2.2.24. Diagnóstico por imágenes en base a generación de patrones por comparación circuital.	56
2.2.25. Diagnóstico por imágenes en base a comparación de patrones obtenidos por medición única.	57
2.3. Marco conceptual	59
2.3.1. Sistema de Control Electrónico de Inyección MPFI	59
2.3.2. Funcionamiento.	61
2.3.3. Etapas de funcionamiento	61
2.3.4. Sistema de Control Electrónico de Inyección CRDI	62
2.3.5. Estructura	62
2.3.6. Funcionamiento.	64
2.3.7. Inyección	64
2.3.8. Configuración de unidades de control	65
2.3.9. Componentes del sistema de control electrónico de inyección	66
2.3.10. Sensor de temperatura del refrigerante ECT (Engine Coolant Temperature), WTS (Water Temperature Sensor)	66
2.3.11. Sensor de temperatura del aire de la admisión IAT (Intake Air Temperature)	67
2.3.12. Sensor de temperatura del combustible FTS	68
2.3.13. Sensor de temperatura de gases de escape.....	69
2.3.14. Sensor de posición del cigüeñal CKP (Crankshaft Position).....	69
2.3.15. Sensor de posición del eje de levas CMP (Camshaft Position).	70
2.3.16. Sensor de posición del estrangulador TPS (Throttle Position Sensor)	71
2.3.17. Sensor de presión en el múltiple de admisión MAP (Manifold Absolute Pressure)	72

2.3.18. Sensor de presión del riel RPS	73
2.3.19. Sensor de presión del turbo BPS	74
2.3.20. Sensor de oxígeno EGO (Exhaust Gas Oxigen), HEGO (Heated Exhaust Gas Oxigen)	75
2.3.21. Sensor de flujo másico de aire MAF (Mass Air Flow).....	76
2.3.22. Sensor de velocidad del vehículo VSS (Vehicle Speed Sensor)....	77
2.3.23. Sensor de detonación KS (Sensor Knock)	77
2.3.24. Sensor del pedal del acelerador APS.....	78
2.3.25. Válvula de control de marcha mínima IAC (Idle Air Control)	80
2.3.26. Válvula de recirculación de gases EGR (Exhaust Gas Recirculation)	81
2.3.27. Válvula de emisiones evaporativas cánister.....	82
2.3.28. Válvula de control de presión del riel – RPCV.....	83
2.3.29. Turbo alimentador de geometría variable VGT	83
2.3.30. Bujías incandescentes.....	84
2.3.31. Bobina DIS (Direct Ignition System)	84
2.3.32. Bomba de combustible de gasolina.....	85
2.3.33. Bomba previa en inyección electrónica diésel.....	86
2.3.34. Inyector	87
2.3.35. Unidad de control	90
2.3.36. Estructura	90
2.3.37. Procesamiento de datos	91
2.3.38. Regeneración de señales	92
2.3.39. Procesamiento de señales	92
2.3.40. Microcontrolador	93
2.3.41. Memoria de programa y de datos.....	93
2.3.43. ROM (Read Only Memory).....	94
2.3.44. EPROM (Erasable Programmable ROM)	94
2.3.45. Flash-EPROM (FEPROM).....	94
2.3.46. Memoria variable o de trabajo	95
2.3.47. RAM (Random Access Memory).	95
2.3.48. EEPROM	95
2.3.49. Módulo de supervisión.....	96
2.3.50. Señales de salida	96

2.3.51. Señales de conmutación	96
2.4. Conclusión del capítulo	98

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN 99

3.1. Diseño de la investigación	99
3.2. Modalidad de la investigación	100
3.3. Metodología	100
3.4. Métodos y técnicas empleadas	100
3.4.1. Método de síntesis.....	101
3.4.2. Método experimental.....	101
3.4.3. Método de análisis	102
3.4.4. Método comparativo	102
3.5. Operacionalización de las variables.....	103
3.5.1. Variable Independiente: Patrón de imagen de circuitos electrónicos.....	104
3.5.2. Variable Dependiente: Diagnóstico del sistema de inyección PMFI-CRDI.	104
3.6. Trazador para osciloscopio digital	105
3.7. Diseño de trazador	105
3.7.1. Construcción del dispositivo	107
3.7.2. Configuración del osciloscopio para obtención de curvas voltaje-corriente.	109
3.8. Analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje- corriente	111
3.8.1. Constitución	111
3.8.2. Especificaciones	114
3.8.3. Características.....	115
3.8.4. Funcionamiento	116
3.9. Procedimiento.....	129
3.10. Conclusión del capítulo	134

CAPÍTULO IV**INVESTIGACIÓN, EXPERIMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS****PRUEBAS REALIZADAS 135**

4.1.	Instalación del software del equipo de diagnóstico	135
4.2.	Instalación del controlador para usb	137
4.3.	Conexión de puntas de prueba previo al diagnóstico	140
4.4.	Generación e interpretación de imagen patrón de sensores en el sistema de inyección electrónico MPFI	140
4.4.1.	Sensor de posición del cigüeñal CKP	140
4.1.2.	Sensor de posición del árbol de levas CMP.....	143
4.1.3.	Sensor de presión en el múltiple de admisión MAP	147
4.1.4.	Sensor de posición de la mariposa de aceleración TPS	152
4.1.5.	Sensor de oxígeno EGO	155
4.1.6.	Sensor de temperatura del refrigerante ECT	158
4.1.7.	Sensor de detonación KS	160
4.1.8.	Sensor de velocidad en la rueda WSS	162
4.1.9.	Sensor de temperatura del aire de admisión IAT	165
4.2.	Generación de imagen patrón de actuadores en el sistema de inyección electrónico MPFI	167
4.2.1.	Inyector	167
4.2.2.	Bobina DIS chispa perdida.....	170
4.2.3.	Válvula de control de marcha mínima IAC	175
4.2.4.	Bomba de combustible.....	179
4.2.5.	Válvula VSV de recirculación de gases de escape EGR	183
4.2.6.	Válvula VSV de control de emisiones evaporativas canister.....	185
4.3.	Generación e interpretación de imagen patrón de sensores en el sistema de inyección electrónico CRDI	188
4.4.1.	Test del sensor CKP	188
4.4.2.	Test del sensor CMP.....	191
4.4.3.	Test del sensor MAP-ATS.....	194
4.4.4.	Test del sensor MAF-IAT	198
4.4.5.	Test del sensor ECT	202
4.4.6.	Test del sensor VSS	204

4.4.7.	Test del sensor del pedal del acelerador APP	205
4.4.8.	Test del sensor de la temperatura del combustible.....	209
4.4.9.	Test del sensor de presión en el riel FRP	211
4.4.10.	Test del interruptor del pedal de freno, embrague y acelerador....	214
4.5.	Generación de imagen patrón de actuadores en el sistema de inyección electrónico CRDI	215
4.5.1.	Test del Inyector	215
4.5.2.	Test de la válvula reguladora de presión IPR	216
4.5.3.	Test en la válvula VS del turbo de geometría variable	218
4.5.4.	Test en las válvulas VS del estrangulador	219
4.5.5.	Bujía de pre-calentamiento	222
4.6.	Conclusión del capítulo	223

CAPÍTULO V

MARCO ADMINISTRATIVO..... 224

5.1.	Recursos.....	224
5.1.1.	Recursos humanos	224
5.1.2.	Recursos financieros.....	225
5.1.3.	Recursos materiales	225
5.1.4.	Recursos tecnológicos	226
5.2.	Análisis de costo del proyecto.....	226
5.3.	Costo neto del proyecto de investigación.....	227
5.4.	Análisis del costo-beneficio.....	227
5.5.	Cronograma	228

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....230

6.1.	Conclusiones	229
6.2.	Recomendaciones	231
	BIBLIOGRAFÍA.....	232
	NETGRAFÍA.....	233

ANEXOS.....	236
ANEXO A: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	
ANEXO B: DIAGRAMAS DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DEL VEHÍCULO CHEVROLET OPTRA	
ANEXO C: PROCESO DE INSTALACIÓN DEL SOFTWARE DEL OSCILOSCOPIO OWON PSD5022T	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Árbol de problemas.....	4
Figura 2	Medición de corriente con una resistencia de prueba.....	11
Figura 3	Generación de figuras de Lissajous.....	13
Figura 4	Conexiones para medir una frecuencia desconocida comparándola con una frecuencia conocida.....	14
Figura 5	Figuras de Lissajous Obtenidas al Medir Frecuencia y Fase..	14
Figura 6	Elipse obtenida en el osciloscopio en modo x-y con dos señales de la misma frecuencia pero desfasadas.	15
Figura 7	Medición de las características v-i de diodos con osciloscopio en entrada de una terminal y en modo x-y.	17
Figura 8	Conjunto de prueba para componentes en y fuera de circuito.	20
Figura 9	Osciloscopio OTC.	21
Figura 10	Funciones básicas de un instrumento en medición activa.	22
Figura 11	Analizador de pruebas de voltaje-corriente.....	23
Figura 12	Funciones básicas de un instrumento en medición pasiva.	24
Figura 13	Pantalla de osciloscopio en modo x-y.....	26
Figura 14	Alimentación de onda sinusoidal en el canal x del osciloscopio.	26
Figura 15	Alimentación de onda sinusoidal en el canal x del osciloscopio.	27
Figura 16	Características del método de traza de curvas.	28
Figura 17	Esquema básico de un trazador de curvas.....	29
Figura 18	Conexión del osciloscopio en la resistencia y el componente bajo test.....	30

Figura 19	Análisis de curvas de tensión y corriente de una resistencia bajo test.	31
Figura 20	Generación de curva voltaje/corriente.	31
Figura 21	Curvas o firmas básicas.....	32
Figura 22	Representación de circuito abierto.....	33
Figura 23	Representación de circuito en corto.....	33
Figura 24	Representación de una resistencia.....	34
Figura 25	Desfase entre la curva de voltaje e intensidad del capacitor ..	35
Figura 26	Representación de un capacitor.	35
Figura 27	Representación de un diodo.	37
Figura 28	Representación del diodo zéner.	38
Figura 29	Circuito equivalente del transistor NPN.	39
Figura 30	Curva obtenida entre la base y colector del transistor NPN....	39
Figura 31	Curva obtenida entre la base y emisor del transistor NPN	40
Figura 32	Curva obtenida entre el colector y emisor de un transistor NPN	40
Figura 33	Circuito equivalente del transistor NPN con dumper.....	41
Figura 34	Curva obtenida entre el colector y emisor del transistor NPN con diodo dumper.....	41
Figura 35	Circuito equivalente del transistor PNP con dumper de seguridad.....	41
Figura 36	Circuito del transistor Darlington.....	42
Figura 37	Curva obtenida entre el colector y emisor del transistor Darlington con diodo dumper.....	42
Figura 38	Curva obtenida entre la base y emisor del transistor Darlington.	43
Figura 39	Curva obtenida entre el colector y base de un transistor Darlington	43
Figura 40	Esquema del transistor IRFZ44N.....	43
Figura 41	Curva obtenida con el analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje-corriente en las terminales gate–source del transistor IRFZ44N	44

Figura 42	Curva obtenida con el analizador-osciloscopio multifunción de pruebas voltaje-corriente en el terminal gate del transistor mosfet soldado a la placa.....	45
Figura 43	Curva obtenida con el analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje-corriente en las terminales gate–drain del transistor IRFZ44N.....	45
Figura 44	Curva obtenida con el analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje-corriente en las terminales drain–source del transistor IRFZ44N	46
Figura 45	Análisis del circuito de activación del inyector a partir del terminal positivo del socket.....	47
Figura 46	Representación de circuito abierto en el terminal positivo del socket del inyector.	47
Figura 47	Análisis del circuito de activación del inyector a partir del terminal negativo del socket	48
Figura 48	Representación del dumper de protección del transistor Darlington en el terminal negativo del socket del inyector	48
Figura 49	Terminal positivo del socket del inyector que comparte con la ECU.	49
Figura 50	Terminal negativo del socket del inyector.	50
Figura 51	Circuito básico de activación del solenoide del VVT.....	50
Figura 52	Test en terminal positivo del socket del VVT.	51
Figura 53	Test en terminal negativo del socket del VVT.....	52
Figura 54	Representación del circuito de activación del VVT a partir del análisis de las curvas obtenidas en el socket.	52
Figura 55	Esquema de conexión de la bobina COP 4 cables.....	53
Figura 56	Test en terminal de realimentación (feedback).	54
Figura 57	Test en terminal de excitación de la bobina.....	54
Figura 58	Test en terminal de alimentación para la bobina COP.....	55
Figura 59	Test en terminal de masa para la bobina COP.	55
Figura 60	Test en bobina del inyector.....	57
Figura 61	Análisis de terminales iguales memoria EPROM 27C256	57
Figura 62	Test en circuito secundario de la bobina de ignición.....	58

Figura 63	Obtención de curva voltaje-corriente en el secundario de la bobina Dis chispa perdida.....	58
Figura 64	Análisis de terminales diferentes de la memoria EPROM 27C256	59
Figura 65	Sistema de inyección Motronic ME con EGAS.	60
Figura 66	Sectores del sistema de la gestión del motor con sistema de inyección common rail	63
Figura 67	Ejemplos de regulación de alta presión de sistemas common rail	63
Figura 68	Sensor de temperatura del refrigerante.	66
Figura 69	Sensor de temperatura de aire de admisión IAT	68
Figura 70	Sensor de temperatura del Hyundai Getz CRDI.	68
Figura 71	Sensor de temperatura de los gases de escape.....	69
Figura 72	Sensor de posición del cigüeñal	70
Figura 73	Sensor de posición del árbol de levas.	71
Figura 74	Sensor de posición del estrangulador.....	71
Figura 75	Sensor de presión en el múltiple de admisión.	72
Figura 76	Sensor de presión del riel.	73
Figura 77	Sensor de presión del turbo.....	74
Figura 78	Sensor lambda o de oxígeno.	75
Figura 79	Sensor de flujo másico de aire.....	76
Figura 80	Sensor de velocidad del vehículo.	77
Figura 81	Sensor de detonación.	78
Figura 82	Captador de posición del pedal del acelerador.....	79
Figura 83	Sensor del pedal del acelerador.	80
Figura 84	Válvula de control de marcha mínima.....	81
Figura 85	Válvula de recirculación de gases.....	82
Figura 86	Válvula de control de emisiones evaporativas del cánister.....	82
Figura 87	Válvula de control de presión del riel.	83
Figura 88	Turbo alimentador de geometría variable.	84
Figura 89	Bujía incandescente.....	84
Figura 90	Bobina DIS chispa perdida.	85
Figura 91	Bomba de combustible para sistemas de inyección a gasolina.	86

Figura 92	Bomba previa para sistemas de inyección diésel.	86
Figura 93	Inyector para sistemas de inyección a gasolina.....	87
Figura 94	Inyector piezoeléctrico integrado en la tubería.	88
Figura 95	Secuencia de activación en una inyección del piezoeléctrico integrado en la tubería.	89
Figura 96	Placa de circuitos impresos con los componentes electrónicos.....	90
Figura 97	Procesamiento de señales en la unidad de control.....	93
Figura 98	Señales MID.	96
Figura 99	Métodos de la investigación.....	101
Figura 100	Esquema eléctrico del trazador de curvas para osciloscopio digital.	106
Figura 101	Disposición del eje de voltaje y corriente del osciloscopio al usar con el trazador de curvas.	106
Figura 102	Componentes del trazador armado.....	107
Figura 103	Salidas para el osciloscopio del canal uno y dos respectivos.....	108
Figura 104	Salidas para las puntas de prueba del trazador de curvas. ...	108
Figura 105	Trazador de curvas voltaje-corriente.....	109
Figura 106	Configuración de la pantalla de osciloscopio OWON.....	109
Figura 107	Selección del modo x-y en osciloscopio OWON.....	110
Figura 108	Centrado del cursor en osciloscopio OWON.	110
Figura 109	Trazador de curvas conectado al osciloscopio OWON.....	110
Figura 110	Entradas de la parte frontal del analizador y osciloscopio multifuncion de pruebas voltaje-corriente.....	112
Figura 111	Entradas de la parte posterior del analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje-corriente.	112
Figura 112	Puntas de prueba de color roja y verde para la obtención de curvas voltaje-corriente.....	113
Figura 113	Cables adicionales, usb, sensor de temperatura y fuente variable de alimentación DC.	113
Figura 114	Analizador y osciloscopio multifuncion de pruebas voltaje- corriente.....	113
Figura 115	Pantalla de prueba de potencia (Alimentación) IR.....	117

Figura 116	Pantalla de pruebas voltaje-corriente.....	119
Figura 117	Identificación de transistor tipo NPN.....	122
Figura 118	Pantalla para registro de memoria de los puntos de prueba.....	123
Figura 119	Pantalla de registro de memoria de puntos de prueba mediante fotos.	125
Figura 120	Prueba comparativa.....	126
Figura 121	Visualización de grafico en tres configuraciones diferentes.	126
Figura 122	Detección de falla en configuración 3G.	127
Figura 123	Pantalla de osciloscopio.	127
Figura 124	Conexión del analizador de curvas.....	130
Figura 125	Desconexión de la alimentación eléctrica del vehículo.....	130
Figura 126	Conexión de la masa del equipo al cable negativo que conecta a la batería.....	130
Figura 127	Ubicación de elemento a realizar el test.....	131
Figura 128	Test con la punta del equipo.....	131
Figura 129	Socket que conecta al inyector.....	132
Figura 130	Curvas obtenidas en el socket del inyector.....	132
Figura 131	Ubicación de la masa del equipo a una de las terminales del inyector.....	132
Figura 132	Test con la punta de prueba en el inyector.....	133
Figura 133	Curva obtenida al realizar el test en el inyector.....	133
Figura 134	Equipo de trabajo.....	134
Figura 135	Equipo de diagnóstico.....	135
Figura 136	Fados9f1 setup.....	136
Figura 137	Carpeta de instalación del software.....	136
Figura 138	Esperando instalación.....	136
Figura 139	Instalación finalizada.....	137
Figura 140	Interface de presentación.....	137
Figura 141	Administrador de dispositivos.....	138
Figura 142	Actualizar controlador.....	138
Figura 143	Buscar software de controlador en el equipo.....	139
Figura 144	Drivers para windows ocho.....	139

Figura 145	Curva v-i del sensor CKP.....	141
Figura 146	Curva v-i en el cable de referencia baja del sensor CKP	141
Figura 147	Curva v-i en el cable de referencia alta del socket del sensor CKP.....	142
Figura 148	Curva v-i en el cable de tierra en el socket del sensor CKP	142
Figura 149	Curva v-t del sensor CKP	143
Figura 150	Curva v-i entre las terminales de señal y tierra en el sensor CMP	144
Figura 151	Curva v-i entre los terminales de alimentación y tierra en el sensor CMP	144
Figura 152	Curva v-i entre los terminales de alimentación y señal en el sensor CMP.	145
Figura 153	Curva v-i en el cable de señal del socket que conecta al sensor CMP.	145
Figura 154	Curva v-i en el cable de tierra del socket que conecta al sensor CMP	146
Figura 155	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor CMP	146
Figura 156	Curva v-t del sensor CMP.....	147
Figura 157	Curva v-i entre las terminales de alimentación y señal del sensor MAP.	148
Figura 158	Curva v-i entre las terminales de alimentación y referencia baja del sensor MAP.....	148
Figura 159	Curva v-i entre las terminales de señal y referencia baja del sensor MAP.....	149
Figura 160	Curva v-i en cable de señal en el socket del sensor MAP. ...	150
Figura 161	Curva v-i en el cable de alimentación en el socket del sensor MAP	150
Figura 162	Curva v-i en el cable de referencia baja en el socket del sensor MAP	151
Figura 163	Curva v-t del sensor MAP	151
Figura 164	Curva v-i entre los terminales de alimentación y referencia baja en el sensor TPS.....	152

Figura 165	Curva v-i entre los terminales de alimentación y señal en el sensor TPS.	152
Figura 166	Curva v-i entre los terminales de referencia baja y señal en el sensor TPS	153
Figura 167	Curva v-i en el cable de alimentación en el socket del sensor TPS.	153
Figura 168	Curva v-i en el cable de señal en el socket del sensor TPS.....	154
Figura 169	Curva v-i en el cable de referencia baja en el socket del sensor TPS.	154
Figura 170	Curva v-t del sensor TPS.....	155
Figura 171	Curva v-i en las terminales del socket del sensor de oxígeno.	156
Figura 172	Curva v-i en el cable de señal en el socket del sensor de oxígeno	156
Figura 173	Curva v-i en el cable de referencia baja en el socket del sensor de oxígeno	157
Figura 174	Curva v-t Del sensor de oxígeno	158
Figura 175	Curva v-i entre los terminales de alimentación y referencia baja en el sensor ECT.	158
Figura 176	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor ECT.....	159
Figura 177	Curva v-i en el cable de referencia baja del socket que conecta al sensor ECT.....	159
Figura 178	Curva v-t del sensor de temperatura ECT	160
Figura 179	Curva v-i en el cable de señal en el socket del sensor KS ...	161
Figura 180	Curva v-i en el cable de masa para protección de la señal en el socket del sensor KS	161
Figura 181	Curva v-i en el cable de referencia baja en el socket del sensor KS	162
Figura 182	Curva v-t del sensor KS	162
Figura 183	Curva v-i entre los terminales de alimentación y señal en el sensor WSS	163

Figura 184	Curva v-i en el cable de alimentación en el socket del sensor WSS.....	163
Figura 185	Curva v-i en el cable de señal en el socket del sensor WSS.....	164
Figura 186	Curva v-t del sensor WSS.....	165
Figura 187	Curva v-i entre los terminales de alimentación y referencia baja del sensor IAT	165
Figura 188	Curva v-i en el cable de referencia baja en el socket del sensor IAT	166
Figura 189	Curva v-i en el cable de alimentación en el socket del sensor IAT	166
Figura 190	Curva v-t del sensor IAT	167
Figura 191	Curva v-i en los terminales del inyector	167
Figura 192	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al inyector.....	168
Figura 193	Curva v-i en el cable de activación del socket que conecta al inyector	169
Figura 194	Curva v-t del inyector	170
Figura 195	Curva v-i entre los terminales de alimentación y activación de la bobina A del circuito primario.....	170
Figura 196	Curva v-i entre los terminales de alimentación y activación de la bobina B del circuito primario.....	171
Figura 197	Curva v-i entre las terminales de activación de las bobinas A y B del circuito primario DIS.....	171
Figura 198	Curva v-i en el secundario de la bobina A de tipo DIS.....	172
Figura 199	Curva v-i en el circuito secundario de la bobina B de tipo DIS.....	172
Figura 200	Curva v-i en el cable de activación del socket que conecta a la bobina A.....	173
Figura 201	Curva v-i en el cable de alimentación del socket para la bobina DIS	173
Figura 202	Curva v-i en el cable de activación del socket de la bobina B.....	174
Figura 203	Curva v-t de la bobina DIS.....	175

Figura 204	Curva v-i en los terminales de la bobina A de la válvula IAC.....	175
Figura 205	Curva v-i entre las terminales de la bobina B de la válvula IAC.....	176
Figura 206	Curva v-i del cable correspondiente a la bobina A baja del socket que conecta al IAC	176
Figura 207	Curva v-i del cable correspondiente a la bobina A alta del socket que conecta al IAC	177
Figura 208	Curva v-i del cable correspondiente a la bobina B baja del socket que conecta al IAC.	178
Figura 209	Curva v-i del cable correspondiente a la bobina B alta del socket que conecta al IAC	178
Figura 210	Curva v-t de la válvula IAC.	179
Figura 211	Curva v-i en el cable de señal de nivel de combustible en el socket que conecta la bomba de combustible.	180
Figura 212	Curva v-i en el cable de tierra para medir la señal del nivel de combustible.....	180
Figura 213	Curva v-i en el cable de alimentación del socket para la bomba de combustible.....	181
Figura 214	Curva v-i en el cable de tierra	181
Figura 215	Curva v-i en el cable del indicador de bajo nivel de combustible del socket que conecta la bomba	182
Figura 216	Curva v-i en el cable de referencia baja.....	182
Figura 217	Curva v-i en los terminales de la válvula VSV del EGR	183
Figura 218	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta la válvula VSV del EGR.....	184
Figura 219	Curva v-i en el cable de activación de la válvula VSV del EGR	184
Figura 220	Curva v-t de la válvula VSV del EGR.....	185
Figura 221	Curva v-i en las terminales de la válvula VSV del canister ...	186
Figura 222	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta la válvula VSV del canister	186
Figura 223	Curva v-i en el cable de activación del socket que conecta la válvula VSV del canister	187

Figura 224	Curva v-t de la válvula VSV del canister	188
Figura 225	Curva v-i del sensor de posición del cigüeñal.....	188
Figura 226	Curva v-i cable de referencia alta del sensor CKP.....	189
Figura 227	Curva v-i en el cable de referencia baja del sensor CKP	190
Figura 228	Curva v-i en el cable de masa del blindaje del sensor	190
Figura 229	Curva v-i en los terminales de masa y alimentación en el sensor CMP	191
Figura 230	Curva v-i en los terminales de masa y señal en el sensor CMP.....	192
Figura 231	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor CMP.....	192
Figura 232	Curva v-i en el cable de señal del socket que conecta al sensor CMP	193
Figura 233	Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al sensor CMP	193
Figura 234	Curva v-i entre los terminales de señal y masa del sensor MAP	194
Figura 235	Curva v-i entre los terminales de alimentación y masa del sensor MAP	195
Figura 236	Curva v-i entre los terminales de alimentación y masa del sensor AECT	195
Figura 237	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor MAP	196
Figura 238	Curva v-i en el cable de señal del socket que conecta al sensor MAP	197
Figura 239	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor EACT	197
Figura 240	Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al sensor MAP-AECT	198
Figura 241	Curva v-i entre los terminales de alimentación y masa del sensor MAF	198
Figura 242	Curva v-i en los terminales de señal y masa del sensor MAF	199
Figura 243	Curva v-i en el cable de alimentación del socket del MAF	199

Figura 244	Curva v-i en el cable de señal del socket que conecta al sensor MAF	200
Figura 245	Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al sensor MAF	200
Figura 246	Curva v-i entre los terminales de alimentación y masa del sensor IAT	201
Figura 247	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor IAT	201
Figura 248	Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al sensor IAT	202
Figura 249	Curva v-i en las terminales del sensor ECT	202
Figura 250	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor ECT.....	203
Figura 251	Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al sensor ECT	203
Figura 252	Curva v-i en los terminales del sensor VSS.....	204
Figura 253	Curva v-i en el cable de alimentación en el socket que conecta al sensor VSS.....	204
Figura 254	Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al sensor VSS.....	205
Figura 255	Curva v-i entre el terminal de masa y señal alta-baja en el sensor de posición del pedal del acelerador.....	205
Figura 256	Curva v-i entre los terminales de masa y señal alta-baja del sensor de posición del acelerador	206
Figura 257	Curva v-i entre los terminales de masa y alimentación del sensor de posición del acelerador	206
Figura 258	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor APP.....	207
Figura 259	Curva v-i en el cable de señal alta-baja del socket que conecta al sensor APP.....	208
Figura 260	Curva v-i en el cable de señal alta-baja del socket que conecta al sensor APP.....	208
Figura 261	Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al sensor APP.....	209

Figura 262	Curva v-i en las terminales del sensor de temperatura de combustible.....	209
Figura 263	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor de temperatura de combustible	210
Figura 264	Curva v-i en el cable de masa del sensor de temperatura de combustible.....	210
Figura 265	Curva v-i entre los terminales de alimentación y masa del sensor FRP	211
Figura 266	Curva v-i entre los terminales de señal y masa del sensor FRP.....	212
Figura 267	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor FRP.....	212
Figura 268	Curva v-i en el cable de señal del socket que conecta al sensor FRP.....	213
Figura 269	Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al sensor FRP.....	213
Figura 270	Curva v-i entre las terminales del interruptor del pedal del acelerador.....	214
Figura 271	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta el interruptor del pedal del acelerador	214
Figura 272	Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al interruptor del pedal del acelerador	215
Figura 273	Curva v-i entre las terminales del inyector	215
Figura 274	Curva v-i en los cables de alimentación y masa del socket que conecta al inyector	216
Figura 275	Curva v-i entre las terminales de la válvula IPR	216
Figura 276	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta a la válvula IPR	217
Figura 277	Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta a la válvula IPR.....	217
Figura 278	Curva v-i entre las terminales de la válvula VS del VGT.....	218
Figura 279	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta a la válvula VS del VGT	218

Figura 280	Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta a la válvula VS del VGT.....	219
Figura 281	Curva v-i entre las terminales de la válvula VSV del estrangulador.....	219
Figura 282	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta a la válvula VSV del estrangulador.....	220
Figura 283	Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta a la válvula VSV del estrangulador.....	220
Figura 284	Curva v-i entre las terminales de la válvula VSV del estrangulador.....	221
Figura 285	Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta a la válvula VSV del estrangulador.....	221
Figura 286	Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta a la válvula VSV del estrangulador.....	222
Figura 287	Curva v-i en la bujía de precalentamiento.....	222
Figura 288	Curva v-i en el cable de alimentación de la bujía de precalentamiento.....	223

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Comparación entre la medición activa y pasiva en el vehículo ...	25
Tabla 2	Métodos de investigación empleados	102
Tabla 3	Variable independiente	104
Tabla 4	Variable dependiente	104
Tabla 5	Especificaciones de detección de fallas, voltaje, resistencia y frecuencia	114
Tabla 6	Especificaciones de potencia y temperatura IR	114
Tabla 7	Especificaciones de osciloscopio PC	114
Tabla 8	Salida digital y analógica.....	115
Tabla 9	Recursos humanos	224
Tabla 10	Recursos materiales	225
Tabla 11	Recursos tecnológicos.....	226
Tabla 12	Costo neto del proyecto	227

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Función de la onda sinusoidal en el eje Y.....	15
Ecuación 2 Función de la onda sinusoidal en el eje X.....	15
Ecuación 3 Función de la onda sinusoidal sin desfase.....	15
Ecuación 4 Angulo de desfase de la figura de Lissajous.....	15
Ecuación 5 Cálculo de la corriente que circula por un diodo	16
Ecuación 6 Ley de Ohm.....	28

RESUMEN

La tecnología en el campo automotriz ha ido evolucionando a tal punto que uno de los sistemas más comprometidos con este avance es el sistema de inyección, en la presente investigación se detalla el proceso de diagnóstico para sistemas de control electrónico de inyección MPFI y CRDI denominado diagnóstico por imagen. Los sistemas de inyección MPFI y CRDI presentan muchas ventajas y a la vez requieren de nuevos métodos de diagnóstico que estén acorde con estos avances. Este método de diagnóstico consiste en la aplicación de corriente alterna de bajo valor al componente o circuito que va a ser analizado, la circulación de esta corriente a través del elemento bajo prueba da como resultado una gráfica en el plano cartesiano con ejes de voltaje y corriente, para ejecutar este proceso es necesario la asistencia de herramientas que permitan afrontar los problemas que se presenten en estos sistemas de inyección, para ello se cuenta con un Analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje – corriente. Este equipo permite a más de generar curvas de voltaje – corriente almacenar las mismas generando una base de datos de imágenes patrón que sirven para una posterior comparación con elementos o circuitos de iguales características, este proceso de diagnóstico es aplicable para todos los elementos del sistema de inyección mediante las técnicas por traza de curvas. Mediante la investigación de este proceso se puede dar un diagnóstico preciso y eficiente y con la ventaja de que es aplicable para todos los elementos electrónicos de un sistema de inyección.

PALABRAS CLAVE:

- **AUTOMÓVILES - DIAGNÓSTICO POR IMAGEN**
- **INYECCIÓN ELECTRÓNICA**
- **AUTOMÓVILES – CIRCUITOS ELÉCTRICOS**

ABSTRACT

Technology in the automotive field has evolved to the point that one of the most compromised systems with this development is the injection system, in this research a new diagnostic process for electronic control systems injection detailed MPFI and CRDI called diagnostic imaging. MPFI injection systems and CRDI have many advantages and both require new diagnostic methods that are consistent with these developments. This diagnostic method involves the application of alternating current low-value component or circuit to be analyzed, the circulation of this current through the element under test results in a graph in the Cartesian plane with axes voltage and current - the assistance of tools to address the problems that arise in these injection systems, for it is has a multifunction analyzer and oscilloscope voltage tests to run this process is necessary. This equipment allows more than generate voltage curves - current store the same generating a database of standard images that are used for later comparison with elements or circuits with similar characteristics, this diagnostic process is applicable to all system elements injection using techniques for trace curves. By investigating this process you can give a more accurate and efficient, with the advantage that it is applicable to all electronic elements of an injection system diagnosis.

KEYWORDS:

- **AUTOMOBILES - IMAGING**
- **ELECTRONIC INJECTION**
- **AUTOMOBILES - ELECTRICAL CIRCUITS**

PRESENTACIÓN

El ingeniero automotriz debe estar acorde a distintos métodos de diagnóstico que se pueden aplicar al sistema de control electrónico de inyección y que está presente en los vehículos en la actualidad.

La investigación presenta el método de diagnóstico por imagen en el sistema de control electrónico de inyección MPFI – CRDI que se caracteriza por determinar el estado de sensores, actuadores y ECU con invasión mínima. En Ecuador el método es desconocido por parte de profesionales de ahí la importación del estudio de este nuevo método de diagnóstico.

El trabajo de investigación está dividido en seis capítulos:

En el capítulo 1, se presenta los antecedentes de la investigación así como el análisis crítico en base al planteamiento del problema, y la descripción resumida del proyecto con los objetivos a alcanzar en el proyecto.

En el capítulo 2, se investiga fuentes bibliográficas que sustenten al marco teórico, la forma de obtención de la curva v-i en base a las figuras de Lissajous, los tipos de mediciones en el vehículo, la generación y análisis de curvas fundamentales de los elementos básicos, es decir diodo, resistencia entre otros. La técnica por traza de curvas en el sistema de control electrónico de inyección, y por último los elementos que constituyen cada sistema de inyección.

En el capítulo 3, refiere a la metodología para el desarrollo de la investigación es decir el diseño de la investigación, las técnicas empleadas y la operacionalización de las variables. Además el diseño y construcción del trazador para osciloscopio digital y la presentación del equipo analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje-corriente, su constitución y funcionamiento. El procedimiento para realizar el diagnóstico.

En el capítulo 4, se realiza la investigación, experimentación y análisis de las pruebas realizada en el sistema de control electrónico de inyección de los vehículos Chevrolet Optra y Mazda BT-50. Además de la instalación del software del equipo de diagnóstico y la conexión de las puntas de prueba previo al diagnóstico.

En el capítulo 5, referente al marco administrativo, los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto y el análisis de costo del proyecto.

Y por último en el capítulo 6, se presenta las conclusiones y recomendaciones que se obtuvo al realizar la investigación.

CAPÍTULO I

INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE INYECCIÓN MPFI-CRDI

1.1 Antecedentes de la investigación

El proceso de diagnóstico por imagen se efectúa mediante la aplicación de corriente alterna de bajo valor al componente o circuito a analizar que por circulación de dicha corriente referenciada a la masa del circuito grafica una imagen con los componentes electrónicos detectados y sus valores. La generación de esta imagen está vinculada al desfase entre la onda de tensión y la onda de corriente.

La imagen v-i se obtiene en cualquier parte del componente o circuito del sistema de inyección, así también en los pines de entrada y salida del módulo de control electrónico mediante el analizador-osciloscopio multifunción de pruebas de voltaje–corriente.

El sistema de control electrónico de inyección desde sus inicios ha tenido procesos de diagnóstico con la asistencia de herramientas de tecnología avanza, se está implementando procesos de diagnóstico que ayudan al usuario a evaluar el estado de cualquier componente o circuito electrónico dentro de un sistema de control de inyección MPFI–CRDI, lo que genera la investigación del proceso de diagnóstico por imagen para identificar los componentes defectuosos con una invasión mínima de los mismos.

El proceso de diagnóstico por imagen en el sistema de control electrónico de inyección MPFI-CRDI en base a la generación e interpretación de curvas características simplifica el proceso de comprobación de los elementos electrónicos.

1.1.1. Contextualización (macro, meso y micro)

Gran parte de sistemas modernos presentes en un vehículo, son gobernados por una unidad de mando, el alcance de la electrónica dentro de estos elementos cada vez es más avanzado, por ello es necesario conocer y preparar el campo de trabajo de esta área en función de dichos avances.

El trabajo de reparación ya no es tan sencillo, es necesario recurrir a equipos y herramientas sofisticadas que permitan afrontar estos problemas, de igual manera la ayuda de software de trabajo para programación, bases de datos, forman un conjunto de ayudas que sirven como apoyo para poder realizar primero un diagnóstico y luego una reparación acertada.

Los métodos de diagnóstico automotriz son complejos con un margen de error considerable al momento de evaluar el estado de los componentes en el sistema de inyección electrónica presente en los vehículos. Además de dificultar el análisis de dichos componentes también incrementa el rango normal de tiempo para determinar la causa del problema y su corrección.

El trabajo de investigación, permite mostrar varias técnicas avanzadas para el diagnóstico electrónico integral automotriz.

1.1.2. Análisis crítico

A nivel mundial, la industria automotriz se caracteriza por un constante proceso de innovación en los sistemas de inyección electrónica, esta innovación provoca que los métodos de diagnóstico tengan problemas para determinar la causa puntual de la avería y en ocasiones resultan ser obsoletos.

Factores como el tiempo, complejidad de elementos eléctricos y electrónicos son motivos para establecer un método para el diagnóstico automotriz que se encuentre acorde a las innovaciones tecnológicas.

1.1.3. Prognosis

El técnico automotriz al no actualizar sus conocimientos en nuevas tecnologías en sistemas de inyección electrónica y las alternativas para realizar el diagnóstico está expuesto a realizar procedimientos inadecuados y como consecuencia genera errores con la posibilidad de provocar aún más averías al manipular dichos componentes.

En Ecuador la industria automotriz el método de diagnóstico por imagen en base a la generación e interpretación de curvas voltaje - corriente no se está aplicando debido a la falta de profesionales que se interesen en esta alternativa de detección de averías.

1.1.4. Control de la prognosis

La importancia de la investigación se deriva en establecer un método para diagnosticar el sistema de control electrónico de inyección a fin de que el profesional de la industria automotriz adopte esta alternativa y pueda actualizar sus conocimientos, se busca aplicarlo al sistema de control electrónico de inyección MPFI–CRDI.

1.1.5. Delimitación (temporal, espacial y contenido)

(Augeri, 2015) afirma: “El sistema de análisis por imágenes permite al técnico automotriz realizar el diagnóstico de componentes y módulos de control ECUs, identificando los componentes fallados, como así también todo tipo de sensores y actuadores sin la necesidad del desmontaje de los mismos”.

(Augeri, 2015) menciona: “Los desarrollos abarcan sensores, actuadores diversos, módulos de control de gasolina y diésel, componentes enmascarados, partes internas de inversores de vehículos híbridos, redes can, y todo lo imaginable”.

Para la investigación se utiliza el equipo analizador-osciloscopio multifunción de pruebas de voltaje-corriente esto en la provincia de Cotopaxi, ciudad de Latacunga.

1.2 Planteamiento del problema

La nueva tecnología en los diferentes componentes del sistema de control electrónico de inyección MPFI - CRDI va modificando la estructura del mismo a tal punto que el diagnóstico y verificación se va dificultando, debido a que varios elementos son componentes enmascarados que no permiten su comprobación de una forma eficiente.

Por lo que de acuerdo a esta problemática se busca establecer un proceso de diagnóstico de los elementos de control electrónicos en sistema de inyección MPFI y CRDI que permita al profesional de la industria automotriz diagnosticar y verificar el estado de dichos elementos en base a la generación e interpretación de curvas características.

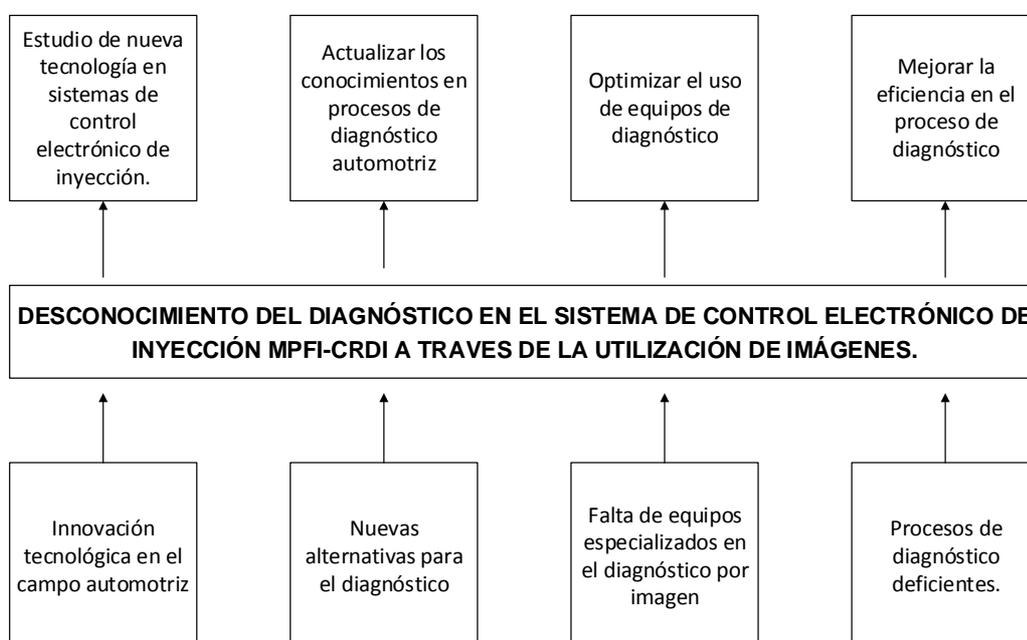


Figura 1 Árbol de problemas

1.3 Descripción resumida del proyecto

Se investiga fuentes bibliográficas referentes al diagnóstico por imagen en sistemas de control de inyección MPFI–CRDI de cada uno de sus componentes eléctricos y electrónicos.

Selección de componentes eléctricos y electrónicos para construir un trazador para obtener imágenes en función del voltaje-corriente con la asistencia de un osciloscopio.

Uso del analizador-osciloscopio multifunción de pruebas de voltaje-corriente para la obtención de una base de patrones de imágenes de los elementos del sistema de inyección MPFI–CRDI bajo condiciones normales de funcionamiento.

El proceso consiste en la comparación de la imagen de la curva generada sobrepuesta a las imágenes establecidas y en base a esta interpretación se deduce que elemento está fallando.

La forma de diagnosticar es aplicable para todos los componentes eléctricos, electrónicos del sistema de control electrónico de inyección MPFI y CRDI.

Identificación averías en los componentes del sistema de inyección electrónico MPFI–CRDI para que sean diagnosticados por el método de imagen en función de la base patrón generado.

1.4 Justificación e importancia.

A medida que la tecnología avanza en el campo de la industria automotriz se ve la necesidad de investigar nuevos métodos de diagnóstico que estén acorde a las nuevas tecnologías para dar un diagnóstico sofisticado y preciso en electrónica automotriz.

Este proceso de diagnóstico por imagen es de gran ayuda ya que se establece este método de identificación de las averías en componentes, es decir sensores y actuadores del sistema de control electrónico de inyección MPFI y CRDI sin la necesidad de desmontaje del mismo.

1.4.1. Interés de la investigación

En el diario (La Hora, 2011) en el artículo Vehículos a carburador se mantienen en Quito, menciona: Pese a que los vehículos nuevos con un sistema de inyección se imponen, los antiguos que operan a carburador hacen una respetable presencia en la calles de la ciudad. Se calcula que constituyen entre el 20 y 25% del parque automotriz de Quito.

Tomando en cuenta la mención anterior, en el Ecuador la mayor cantidad de vehículos posee un sistema de control electrónico de inyección, se investiga una nueva alternativa para diagnosticar los sistemas de vehículos MPFI – CRDI.

Este método es beneficioso ya que es un procedimiento menos invasivo a los componentes electrónicos, además se genera una base de datos de imágenes patrón que agilicen el diagnóstico.

1.4.2. Utilidad teórica (experimental)

Mediante la generación de figuras de Lissajous, mediciones, análisis circuital, interpretación de curvas voltaje – corriente, generación de patrones para su almacenamiento y comparación en vehículos con sistema de control de inyección electrónico se plantearon fundamentos que sustentan el uso de esta nueva alternativa de diagnóstico.

1.4.3. Utilidad práctica

Se presenta el método para diagnosticar componentes del sistema de control electrónico de inyección mediante el desarrollo experimental

utilizando el analizador-osciloscopio multifunción de pruebas de voltaje-corriente, a fin de investigar patrones de imágenes en circuitos electrónicos de control de inyección para optimizar el diagnóstico en sistemas MPFI-CRDI.

1.4.4. Utilidad Metodológica

Se desarrolla el procedimiento de prueba para generación e interpretación de curvas voltaje-corriente en vehículos con sistemas de control electrónico de inyección CRDI-MPFI, bajo condiciones normales de funcionamiento generando una base de datos en miras que el ingeniero automotriz conozca las ventajas que tiene este procedimiento. El material resultante puede ser utilizado como fuente bibliográfica para futuros trabajos de investigación.

1.4.5. Factibilidad

Es factible realizar la investigación desde el punto tecnológico ya que es posible disponer del equipo analizador - osciloscopio multifunción de pruebas de voltaje-corriente para obtener imágenes que representan el parámetro de funcionamiento de los componentes del sistema de control electrónico de inyección MPF CRDI.

1.5 Objetivos del proyecto.

1.5.1. Objetivo General

Investigar los patrones de imágenes de circuitos electrónicos de control para optimizar el diagnóstico del sistema de inyección MPFI-CRDI.

1.5.2. Objetivos específicos

- Recopilar información relacionada al diagnóstico por imagen en sistemas de control de inyección tanto para MPFI y CRDI.

- Diseñar y construir un trazador para la generación de curvas de los elementos electrónicos mediante el uso del osciloscopio digital.
- Usar el analizador - osciloscopio multifunción de pruebas de voltaje - corriente para diagnosticar el sistema de control electrónico de inyección MPFI-CRDI.
- Interpretar y comparar las curvas generadas por el analizador - osciloscopio multifunción de pruebas de voltaje-corriente con imágenes patrón establecidas.
- Diagnosticar el estado de: sensores, actuadores y computadora en un sistema de control de inyección electrónica MPFI y CRDI.

1.5.3. Campo de acción

Generación, interpretación y almacenamiento de imagen patrón en el sistema de control electrónico de inyección MPFI – CRDI en los vehículos Chevrolet Optra 1.8 transmisión automática y Mazda BT-50 transmisión manual, en la ciudad de Latacunga.

1.6 Metas.

- Establecer un proceso de diagnóstico por imagen en el sistema de control electrónico de inyección MPFI y CRDI con la asistencia de un analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje - corriente.
- Generar un documento científico enfocado en la base de imágenes patrón en condiciones normales de funcionamiento y con averías de los sistemas MPFI y CRDI en el periodo de un año para desarrollar diagnósticos eficientes.

1.7 Hipótesis.

¿El proceso de diagnóstico por imagen permitirá al ingeniero automotriz analizar el estado de los componentes electrónicos del sistema de control de inyección CRDI – MPFI con mayor precisión?

1.8 Conclusión del capítulo

Se presentó los antecedentes de la investigación, así como el problema a resolver estableciendo de forma justificada su desarrollo en el contexto macro, meso y micro, argumentado en una descripción resumida del proyecto. Se determinó la utilidad al realizar la investigación tratando los objetivos tanto generales como específicos para el desarrollo de la investigación.

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN SISTEMAS CRDI-MPFI

2.1. Categorías fundamentales

Se inicia el estudio del método de diagnóstico por imagen a partir de la comprobación de componentes electrónicos empleando el osciloscopio digital en modo x-y en conjunto con el trazador, tomando en consideración que las imágenes obtenidas se las conoce como figuras de Lissajous las cuales consisten de la alimentación de dos ondas sinusoidales al mismo tiempo al osciloscopio en las entradas vertical y horizontal respectivamente.

En este proceso hay que considerar que la generación de la imagen depende del tipo de circuito bajo test, así pues, si el proceso es interrumpido o no existe objeto de medida el resultado será una línea horizontal o por lo contrario si el componente bajo prueba presenta un cortocircuito la línea es vertical.

El proceso de diagnóstico por imagen empleando el trazador de curvas tiene limitaciones en la visualización de imágenes en circuitos más complejos por lo que es necesario el uso de un analizador - osciloscopio multifunción de pruebas de voltaje-corriente cuya función principal es el diagnóstico de estas magnitudes de medición, en conjunto con un software de análisis en forma gráfica y el diagrama equivalente de componentes electrónicos con específicas tolerancias.

Se describe los tres tipos de técnicas que se aplican para el diagnóstico dependiendo del circuito bajo test, el funcionamiento y componentes del sistema de control electrónico de inyección de tipo MPFI-CRDI.

2.2. Fundamento teórico

(Soriano, 2014) asevera que: “El análisis de firmas analógicas (también conocido como prueba v-i) es una poderosa técnica para el diagnóstico de fallas en placas de circuito impreso, y es el método de elección cuando se carece de los esquemas y la documentación de los circuitos, también cuando no se puede alimentar la placa con seguridad. La técnica se utiliza desde hace mucho tiempo, pero es todavía poco conocida o entendida.” (p.1)

(Soriano, 2014) indica: “El test v-i 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. En situaciones reales, el análisis comparativo de las señales analógicas se puede utilizar haciendo coincidir las firmas analógicas de una placa en buen estado y compararlas con las firmas de la placa bajo sospecha, una diferencia en las firmas podría indicar una falla potencial.” (p.1)

2.2.1. Mediciones de corriente con una resistencia de prueba

El osciloscopio es capaz de medir voltaje pero también realiza mediciones indirectas de corriente. Para determinar la circulación de corriente se utiliza una resistencia de prueba conocida para medir la caída de voltaje resultante, es decir actúa como divisor de voltaje.

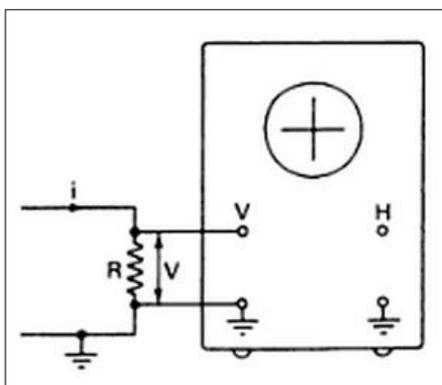


Figura 2 Medición de corriente con una resistencia de prueba

Fuente: (Stanley & Richard, 1992)

En la figura 2 se muestra la forma de conexión para determinar la corriente mediante una resistencia de prueba, con frecuencia se escoge una resistencia de 1Ω que no sea inductiva. Para aplicar este método se debe considerar el valor de la resistencia, es decir la resistencia debe ser capaz de manejar la cantidad de flujo de corriente aplicado.

2.2.2. Figuras de Lissajous

(Pallas, 2006) menciona: “Los osciloscopios analógicos permiten representar no sólo la evolución temporal de una señal sino también la evolución de una señal respecto a otra. Para ello se aplica a un canal vertical la señal que se va a representar y a otro canal, designado como x (a veces un segundo canal vertical), se le aplica la señal de referencia. A la vez, esta señal de referencia se envía al sistema de desviación horizontal, en vez de enviar a éste la señal del generador de barrido. Si las dos señales son armónicas, se obtienen las denominadas figuras de Lissajous”. (p.191)

Por lo tanto de la mención anterior si al osciloscopio se alimenta de dos ondas sinusoidales, es decir una a la entrada horizontal y otra a la entrada vertical y el osciloscopio se configura en modo x-y la imagen resulta ser una figura de Lissajous.

(Stanley & Richard, 1992) manifiestan: “Si las dos ondas sinusoidales son de la misma frecuencia y fase, la figura de Lissajous será una línea diagonal. Si las ondas sinusoidales son de la misma frecuencia, pero están 90° fuera de fase, la figura será una elipse (si las amplitudes son iguales también, en lugar de la elipse se tendrá un círculo)”. (p.190)

La figura 3 muestra como se producen las figuras de Lissajous a partir de la entrada de dos ondas sinusoidales.

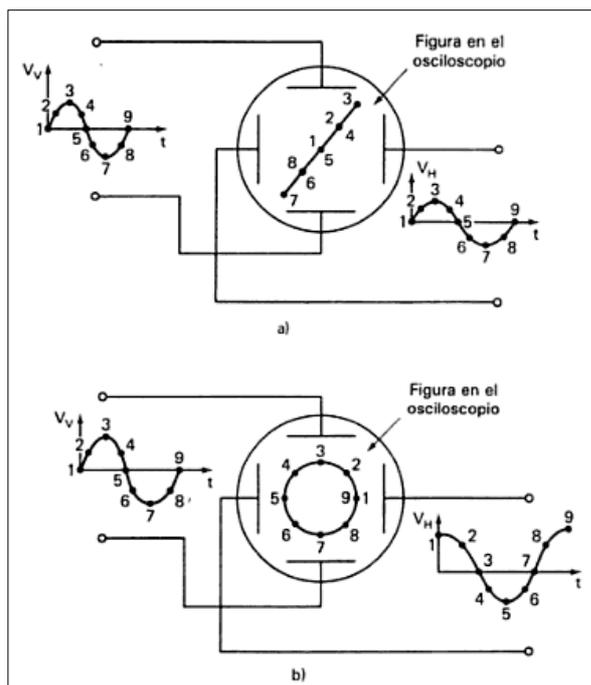


Figura 3 Generación de Figuras de Lissajous
Fuente: (Stanley & Richard, 1992)

- a) ondas sinusoidales de igual frecuencia y fase aplicadas a las placas verticales y horizontales; b) ondas sinusoidales de igual frecuencia y amplitud, pero con una diferencia de fase de 90° aplicada a las placas verticales y horizontales.

(Stanley & Richard, 1992) dicen que: “Los puntos numerados en esas figuras trazan la posición del haz de electrones como cambian con el tiempo y las magnitudes de las ondas sinusoidales aplicadas. Si las dos señales no tienen frecuencias iguales, la figura no será una diagonal, ni elipse ni círculo, sino será otra figura giratoria. Así, si la frecuencia de una señal se conoce, se puede encontrar la de la otra variando la fuente conocida de frecuencia hasta que se observe una figura de Lissajous estable”. (p.191)

2.2.3. Mediciones de frecuencia y fase con el modo x-y

Para realizar mediciones de frecuencia se aplica una fuente exacta y ajustable de frecuencia en la entrada horizontal del osciloscopio, se determina una frecuencia desconocida con mayor exactitud comparándola, en la figura 4 se realiza variando la frecuencia de la fuente exacta para obtener una figura de Lissajous estable de círculo o elipse, esto indica que

las frecuencias de las dos señales aplicadas son similares.

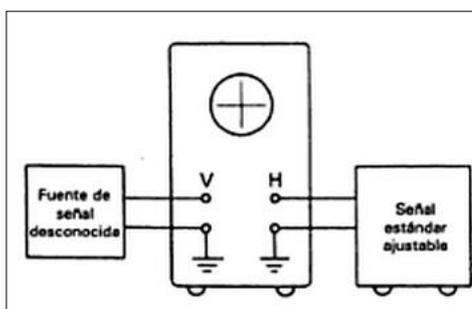


Figura 4 Conexiones para medir una frecuencia desconocida comparándola con una frecuencia conocida.

Fuente: (Stanley & Richard, 1992)

Por lo contrario si no se puede ajustar la frecuencia de la fuente, se debe ajustar la frecuencia conocida hasta obtener la figura de Lissajous de círculo o elipse con cierto número de curvas cerradas las mismas que nos da la relación entre el número de curvas horizontal y verticales dando como resultado la frecuencia desconocida, figura 5.

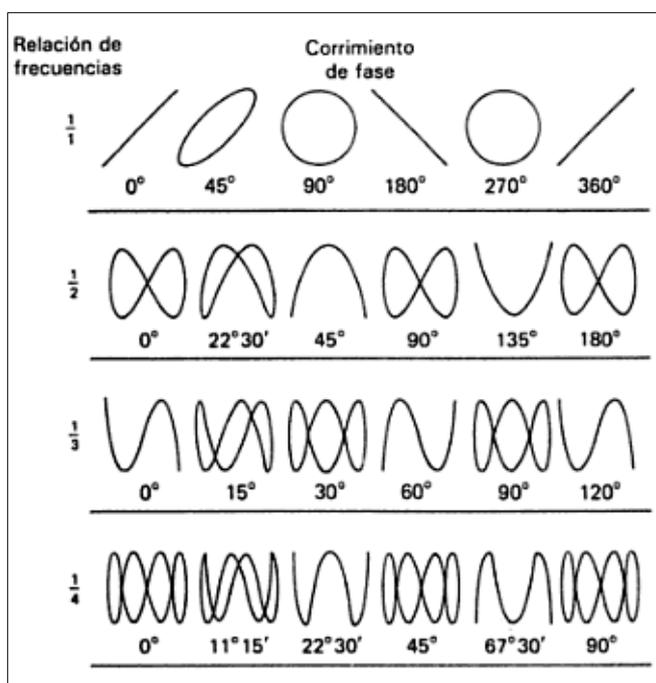


Figura 5 Figuras de Lissajous Obtenidas al Medir Frecuencia y Fase

Fuente: (Stanley & Richard, 1992)

Se puede medir la diferencia de fase de dos ondas sinusoidales, para realizar eso se toma a consideración que debe ser de la misma frecuencia. Si

se alimenta dos ondas sinusoidales de frecuencias iguales a un osciloscopio la figura resultante es un patrón de Lissajous estable. Así por ejemplo si son de la misma frecuencia y están desfasadas,

$$Y = Y_p \text{sen}(2\pi ft + \varphi)$$

Ecuación 1 Función de la onda sinusoidal en el eje Y.

$$X = X_p \text{sen}(2\pi ft + \varphi)$$

Ecuación 2 Función de la onda sinusoidal en el eje X.

Cuando $x=0$, el valor de Y es:

$$Y_0 = Y_p \text{sen}\varphi$$

Ecuación 3 Función de la onda sinusoidal sin desfase.

De manera que a partir de la elipse resultante figura 6 se puede obtener:

$$\varphi = \pm \arcsen \frac{Y_0}{Y_p} = \pm \arcsen \frac{\overline{CD}}{\overline{AB}}$$

Ecuación 4 Angulo de desfase de la figura de Lissajous.

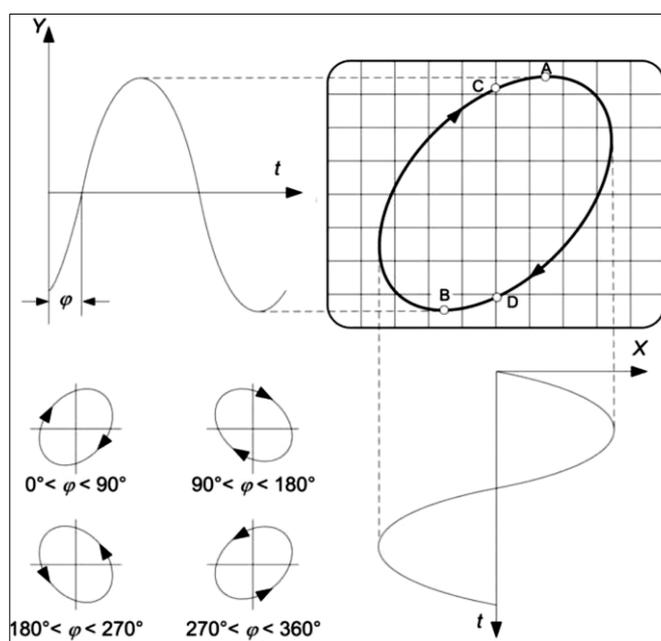


Figura 6 Elipse obtenida en el osciloscopio en modo x-y con dos señales de la misma frecuencia pero desfasadas.

Fuente: (Pallas, 2006)

(Pallas, 2006) sostiene: “El signo se determina a partir del sentido de giro del punto luminoso, de acuerdo con la clave de la figura 6. Para $\varphi = 0^\circ$ y $\varphi = 180^\circ$ se obtiene $CD = 0$, es decir, una línea recta; en el primer caso con una pendiente de 45° y en el segundo caso con una pendiente de 135° . Para $\varphi = 90^\circ$ y $\varphi = 180^\circ$ se obtiene $CD = AB$, es decir, una circunferencia cuya única diferencia es el sentido de giro del trazo en la pantalla. Para medir el segmento AB cómodamente basta poner el canal x a masa. En cualquier caso, los canales x e y deben tener el mismo acoplamiento (DC, AC)”. (p.192)

El sentido de giro del punto luminoso determina el signo del desfase.

2.2.4. Despliegue de voltaje-corriente en dispositivos de dos terminales

Generalmente, la determinación de las características de voltaje-corriente en dispositivos con dos y tres terminales es un paso preliminar hacia la aplicación de los dispositivos como elementos de circuito.

(Stanley & Richard, 1992) aseguran: “En el caso de dispositivos no lineales, como diodos y transistores, la figura de la característica voltaje-corriente es por lo general el medio más eficaz de mostrar los datos voltaje-corriente relacionada con la operación del dispositivo. Se puede emplear el osciloscopio para mostrar las características voltaje-corriente de los dispositivos de dos terminales empleando diodos semiconductores como vehículo de demostración”. (p.194)

Los diodos reales son dispositivos de dos terminales que tiene la característica voltaje-corriente no lineal. La corriente I_D que pasa por los diodos semiconductores se calcula aproximadamente mediante la ecuación.

$$I_D = I_0 \left(e^{\frac{qV}{kT}} - 1 \right)$$

Ecuación 5 Cálculo de la corriente que circula por un diodo

La constante I_D , es la corriente inversa de saturación (típicamente muy pequeña, $\approx 10^{-12}$ A); v es el voltaje aplicado al diodo; q es la carga del electrón $1,6 \times 10^{-19}$ C; K es la constante de Boltzmann $1,38 \times 10^{-23} \frac{J}{^\circ K}$; y T es la temperatura en $^\circ K$. Por lo tanto, la cantidad $\frac{q}{kT}$ es igual a 0.026 voltios a temperatura ambiente ($T = 300^\circ K = 26^\circ C$).

La forma gráfica de la característica voltaje-corriente de los diodos semiconductores, que describe la ecuación 5 se muestra en la figura 7 literal a. En esta figura se ve que cuando el voltaje a través del diodo, es positivo (condición de polarización directa) y es varias veces mayor que el valor de $\frac{q}{kT}$ (es decir, $v > \frac{q}{kT}$), la corriente aumenta rápidamente al aumentar el voltaje.

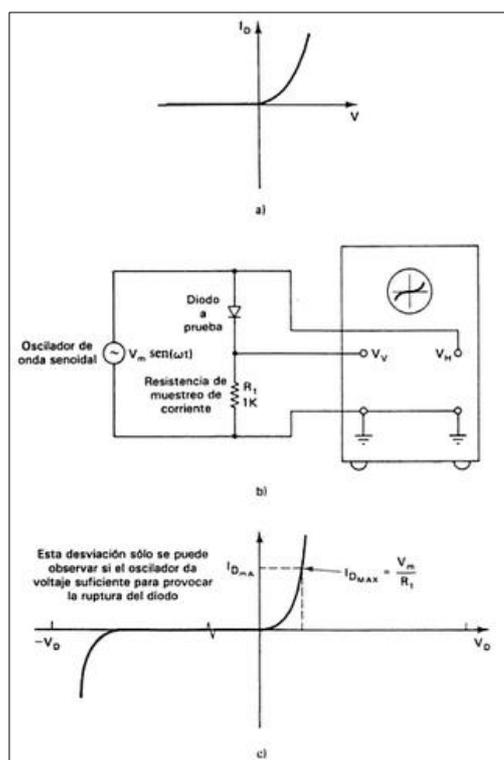


Figura 7 Medición de las características v-i de diodos con osciloscopio en entrada de una terminal y en modo x-y.

Fuente: (Stanley & Richard, 1992)

- a) Característica v-i, predicha por la ecuación 5; b) disposición de la prueba; c) imagen en el osciloscopio.

Cuando el voltaje aplicado es negativo (condición de polarización inversa)

la ecuación 5 predice que $I_D = I_O$. Por lo tanto, la corriente inversa del diodo es constante e independiente del voltaje de polarización inversa aplicado. La mayor parte de los diodos comerciales presentan un valor constante I_O , para valores negativos de voltaje. Sin embargo algunos diodos tienen un aumento pronunciado y quizá inaceptable en la corriente inversa al aumentar el voltaje inverso.

Además, a cierto voltaje inverso, los diodos reales presentan una desviación abrupta de la ecuación 5. Una gran corriente fluye en sentido inverso en este voltaje crítico que se llama voltaje inverso de ruptura y se dice que el diodo trabaja en la región de ruptura.

Se puede emplear un osciloscopio para mostrar en forma gráfica la relación voltaje - corriente del diodo. El circuito que se muestra en la figura 7 indica cómo hacerlo.

(Stanley & Richard, 1992) exponen que: “El circuito se puede emplear también para mostrar las características voltaje - corriente de virtualmente todos los dispositivos de dos terminales. El osciloscopio en la figura 7 se muestra uno con entrada de una sola terminal se emplea en modo de operación x-y. El oscilador de onda sinusoidal aplica un voltaje con 60 Hz de frecuencia a través del diodo”. (p.196).

Este voltaje también se aplica a la entrada horizontal del osciloscopio. La corriente a través del diodo I_D , se muestra como una deflexión vertical, porque es proporcional al voltaje que aparece a través de la resistencia de muestreo de la corriente R_1 del circuito. Si $R_1 = 1 K\Omega$, como en la figura 7, la sensibilidad vertical del voltaje de la figura en la pantalla (en V/div) se convierte automáticamente a mA/div.

(Stanley & Richard, 1992) sostienen que: “La resistencia R_1 hace también la función de limitar la máxima disipación de potencia en el diodo. Por ejemplo, si la amplitud de la onda sinusoidal aplicada es V_m , la corriente

máxima en el diodo se limita a $\frac{V_m}{R_1}$. La característica voltaje-corriente desplegada por este circuito en la pantalla del osciloscopio, se muestra en la figura 7 literal c. Como el osciloscopio en la figura 7 literal b está equipado con entrada de una terminal, la terminal menos de las entradas x & y del osciloscopio se deben conectar al mismo punto de tierra. Por lo tanto, se deben conectar las conexiones que muestra la figura 7b". (p.196)

Para que la figura voltaje-corriente del diodo aparezca como se muestra en la figura 7 literal c, la diferencia de fases entre las dos señales aplicadas a las placas deflectoras del osciloscopio debe ser cero. Si se crea una diferencia de fase no cero entre las dos señales, debido a que no sean idénticos los amplificadores vertical y horizontal en el osciloscopio, aparecerá una características voltaje-corriente que es una curva cerrada en lugar de una línea única. Esto se puede observar aumentando la frecuencia del oscilador a más de 10 kHz.

(Stanley & Richard, 1992) afirman: "Para determinar si una curvatura en la pantalla está originada por un corrimiento de fase debido a dos amplificadores diferentes, se puede sustituir una resistencia de carbón en lugar del diodo en el circuito de prueba. Si la figura voltaje - corriente resultante todavía es una elipse con la resistencia en su lugar (en lugar de una recta), es señal de que los amplificadores del osciloscopio son los causantes del corrimiento de fase". (p.196)

En la figura 8 muestra un circuito útil y las curvas resultantes en el osciloscopio, para probar cualquier dispositivo con dos terminales. Las curvas variarán dependiendo del valor del componente y de la frecuencia empleada.

(Stanley & Richard, 1992) mencionan: "Los principios básicos de este circuito se han incorporado en probadores comerciales que son muy versátiles. En circuitos digitales, se le llama análisis de firma a la técnica de aplicar una señal conocida a un circuito y observar entonces la salida a cada terminal del circuito. Se emplea la misma técnica en los circuitos analógicos

y digitales, pero de modo análogo. Conociendo la respuesta de un componente a un conjunto dado de señales, se puede determinar si el componente es, dentro de sus especificaciones, defectuoso o aceptable”. (p.196)

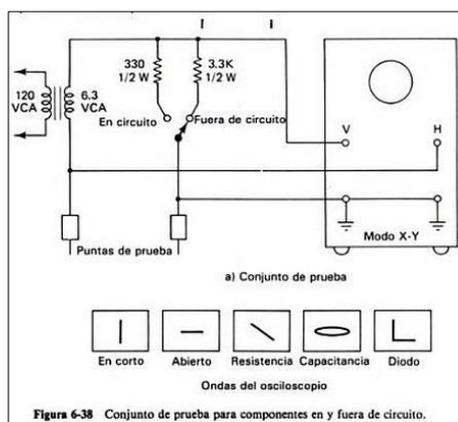


Figura 8 Conjunto de prueba para componentes en y fuera de circuito.
Fuente: (Stanley & Richard, 1992)

2.2.5. Tipos de mediciones

Es importante diferenciar entre la medición activa y la pasiva al momento de realizar el diagnóstico ya que son diferentes procedimientos que se deben seguir. El equipo de medición en circuitos electrónicos se utiliza para crear estímulos y medir el comportamiento de un componente o circuito bajo prueba.

Medir es asignar un valor numérico a una magnitud concreta (tensión, corriente, potencia, resistencia, etc.), de acuerdo con una regla predeterminada que esté basada en la experimentación.

(Pallas, 2006) sostiene: “que toda medida implica cuando menos tres funciones:

1. Detectar la magnitud de interés, empleando si hace falta un transductor, o un sensor que ofrezca una señal eléctrica útil a partir de la señal de entrada.

2. Procesar la señal obtenida por el detector para extraer la información deseada y ofrecerla al indicador en forma de una señal adecuada
3. Presentar la lectura, almacenarla, o transmitirla, o varias acciones a la vez.

Además, el componente, circuito, equipo o sistema donde se mide puede necesitar una excitación que permita obtener de él la respuesta (magnitud) que se desea analizar. En el caso de medidas eléctricas o electrónicas, hace falta una alimentación de energía eléctrica para cada uno de los subsistemas. El conjunto de elementos que constituye el camino que recorre la señal de medida desde la entrada hasta la salida, se denomina cadena de medida". (p.9)

2.2.6. Medición activa

Este tipo de medición se realiza con el osciloscopio figura 9 ya que este nos permite ver la evolución del voltaje dentro de un circuito electrónico por lo que es necesario que se encuentre alimentado de una fuente de voltaje externa a la del instrumento de medición.



Figura 9 Osciloscopio OTC.
Fuente: (albiz, 2010)

Este procedimiento consiste en el registro del funcionamiento de

sensores, actuadores con el motor de combustión interna en funcionamiento, la alimentación por parte de la batería del vehículo hacia los diferentes circuitos electrónicos que poseen el sistema de control electrónico de inyección, la ECU se encarga de alimentar a los diferentes sensores que generan la señal o flujo de datos que se registra en tiempo real las condiciones de funcionamiento del motor. Así también para actuadores la alimentación lo realiza la batería por medio de un relé.

Esta alimentación externa al osciloscopio excita a los circuitos, sistemas y componentes (sensores, actuadores y ECU), esta excitación genera señales de entrada por parte de los sensores hacia la ECU y salida por parte de la ECU hacia los actuadores, dichas señales son detectadas procesadas y presentadas por el osciloscopio automotriz OTC en curvas voltaje - tiempo para su respectivo análisis, figura 10.

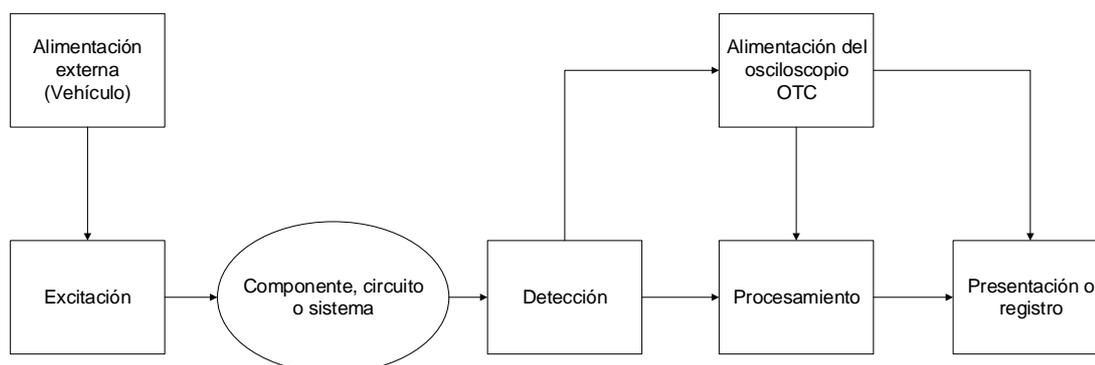


Figura 10 Funciones básicas de un instrumento en medición activa.

El osciloscopio automotriz es un instrumento que permite visualizar señales eléctricas y estimar sus diferentes parámetros: frecuencia, periodo, amplitud, valores máximos y mínimos, además se puede ver gráficamente como las señales cambian con el tiempo. Ya que cuenta con un eje vertical y, que representa el voltaje y un eje horizontal x que representa el tiempo.

La característica principal es la comparación en tiempo real entre las formas de onda reales y formas de onda de referencia en la misma pantalla para la prueba de componentes.

2.2.7 Medición pasiva

La medición pasiva consiste en realizar el proceso de diagnóstico sin alimentación de una fuente externa con la asistencia de un trazador de curvas el mismo que inyecta corriente alterna en un punto en específico dentro de un circuito electrónico o componente y así ver la respuesta del circuito en dicho punto con una imagen en función del voltaje y la corriente, figura 11.

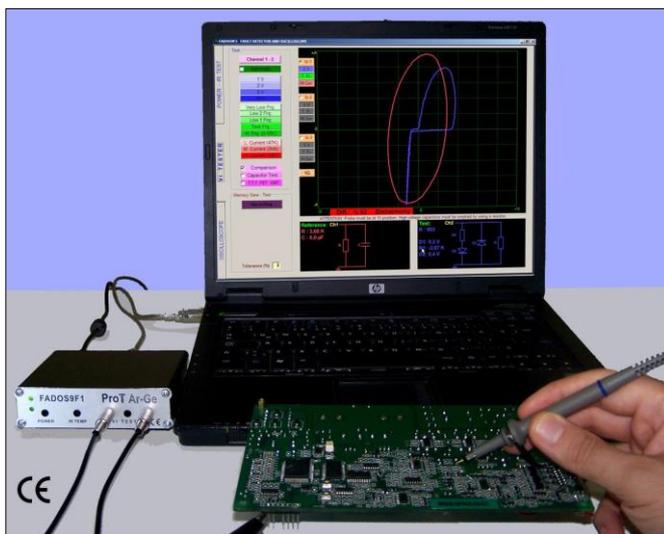


Figura 11 Analizador de pruebas de voltaje-corriente.
Fuente: (Augeri, 2015)

Para realizar este procedimiento hay que tomar en consideración aspectos tales como:

- Evitar la alimentación de corriente ya sea AC o DC de una fuente externa ya que el mismo analizador - osciloscopio multifunción de pruebas voltaje - corriente se encarga de alimentar de corriente AC al componente bajo test, por tanto desconectar la batería del vehículo a diagnosticar, puesto que puede averiar el equipo de diagnóstico.
- La masa del equipo se debe colocar al chasis del vehículo o ya sea el caso en el lugar donde se pueda realizar un buen contacto.

(Pallas, 2006) manifiesta: “Un instrumento generador o fuente reproduce o suministra, de un modo permanente durante su utilización, uno o más valores conocidos de una magnitud dada. Es el caso, por ejemplo, de un generador de señal, un generador patrón de tensión o de corriente, y una resistencia eléctrica patrón. Los instrumentos generadores se denominan también medidas materializadas (material measures, en inglés), y la magnitud en cuestión, magnitud suministrada. El menor cambio del mensurando, o de la magnitud suministrada, que produce un cambio perceptible en la indicación, se denomina resolución”. (p.9)

En la figura 12 el esquema representa la alimentación por parte del analizador-osciloscopio multifunción de pruebas voltaje - corriente.

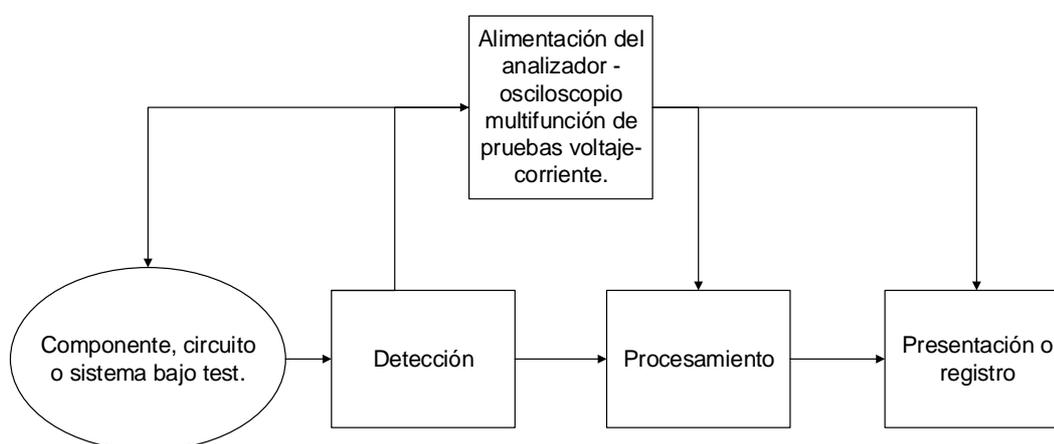


Figura 12 Funciones básicas de un instrumento en medición pasiva.

Es decir el mismo instrumento se encarga de alimentar de corriente alterna al circuito, sistema o componente, a la vez que realiza la detección de la señal, la procesa para luego realizar el registro o presentación de curvas voltaje - corriente.

El proceso inicia alimentando de corriente alterna al componente o circuito bajo test en un punto específico, en el área de detección se determina la variación del desfase de voltaje y corriente la misma que se la procesa y se presenta en la pantalla una curva en función del voltaje - corriente. En la tabla 1 se resumen aspectos importantes que diferencian la forma de obtención de la imagen.

Tabla 1

Comparación entre la medición activa y pasiva en el vehículo.

	Medición pasiva	Medición Activa
Equipo	Analizador-osciloscopio multifunción de pruebas voltaje-corriente	Osciloscopio automotriz OTC
Alimentación	Desconectar batería 12 voltios	Batería 12 voltios conectada
Motor del vehículo	Motor en contacto OFF (sin funcionar)	Motor en contacto ON (funcionando)
Forma de obtención de curva	Inyección de corriente alterna al componente o circuito.	Medición de voltaje similar a la de un multímetro.
Conexión para la toma de información	Cable de masa del equipo al chasis del vehículo. Punta de prueba al nodo del circuito electrónico o a los terminales del socket desconectado del sensor o actuador.	Cable de masa del equipo al chasis del vehículo. Punta de prueba al socket del sensor o actuador con ayuda de puntas para el osciloscopio.
Curva obtenida	Voltaje-corriente	Voltaje-tiempo
Aspectos para la interpretación	Análisis del esquema de circuito. Comparación con circuitos iguales dentro del mismo sistema. Generación de patrón para futura comparación.	Rango de voltaje de funcionamiento de sensores o actuadores. Tiempos de funcionamiento. Forma de la imagen.

2.2.8. Modo x-y en osciloscopio digital

En el (Manual Agilent Technologies, 2007) asegura que: “El modo horizontal x-y convierte al osciloscopio de una presentación de voltios-tiempo a una presentación de voltios versus voltios utilizando dos canales de entrada. El canal uno es la entrada del eje x, el canal dos es la entrada del eje y. Se pueden utilizar distintos transductores para mostrar en pantalla la tensión frente al desvío, flujo frente a presión, voltios frente a corriente o tensión frente a frecuencia. Este uso común del modo de presentación x-y mide la diferencia de fase entre dos señales de la misma frecuencia con el método Lissajous”. (p.126)

En la figura 13 se observa la pantalla de un osciloscopio digital en modo

x-y, cuya característica principal es el punto en el centro de ambos ejes.

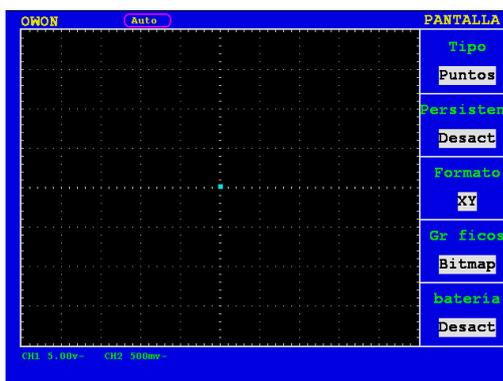


Figura 13 Pantalla de osciloscopio en modo x-y

a. Eje horizontal (x)

En el eje horizontal se grafica el voltaje que circula por el circuito o componente a verificar. En un circuito abierto el voltaje es máximo y la corriente es cero, por lo tanto en la gráfica muestra una línea horizontal que tiene máxima longitud, es decir cubre toda la retícula de la pantalla, figura 14.

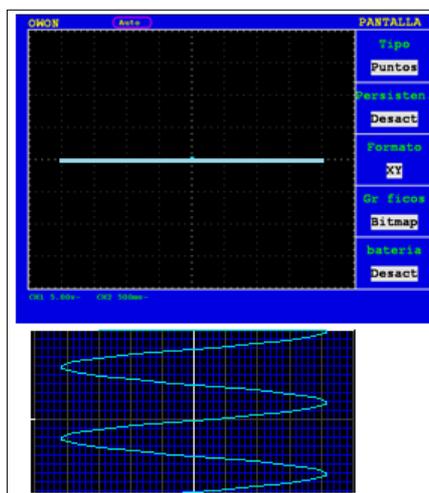


Figura 14 Alimentación de onda sinusoidal en el canal x del osciloscopio.

Al estar desactivo el barrido de tiempo en el osciloscopio, el resultado es una línea y no una figura sinusoidal ya que lo único que registra es el voltaje aplicado y por ser voltaje alterno varía de valores de voltaje positivo a negativo.

b. Eje vertical (y)

El eje vertical grafica la corriente que circula al momento de verificar un circuito o componente, el osciloscopio al ser un instrumento que es incapaz de medir corriente directamente se utiliza una resistencia que actué como divisor de voltaje. Si el componente a verificar es una resistencia, y la resistencia es cero en un circuito cerrado el voltaje aplicado en el eje x es cero, mientras tanto la corriente es máxima, copando toda la retícula del eje y, figura 15.

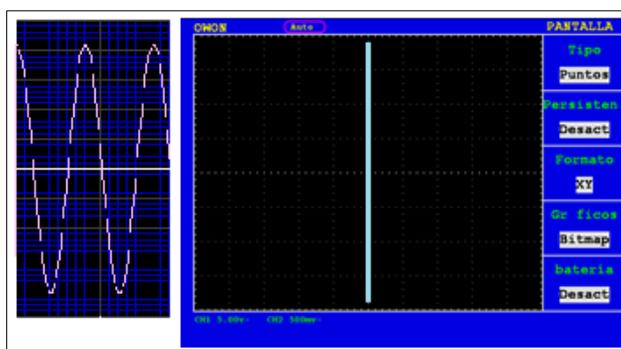


Figura 15 Alimentación de onda sinusoidal en el canal x del osciloscopio.

2.2.9. Trazador de curvas para osciloscopio

La ventaja cuando se testea un dispositivo con un trazador de curvas v-i, es que el dispositivo bajo prueba no requiere ser alimentado. Esto hace que la técnica sea ideal para la el diagnóstico de circuitos y elementos electrónicos.

Con las pruebas v-i una señal de precisión de onda sinusoidal de corriente limitada se aplica a los puntos correspondientes o componentes en el dispositivo bajo prueba, el resultado del flujo de corriente, caída de tensión y el desplazamiento de fase de la señal (es decir, la impedancia característica) son mostrados en pantalla. El flujo de corriente se muestra como una desviación de la traza vertical en la pantalla, mientras que el voltaje a través del componente se muestra como una desviación traza horizontal. La traza resultante en la pantalla se denomina firma analógica. Las características de

método de traza de curvas se las detalla en la figura 16.

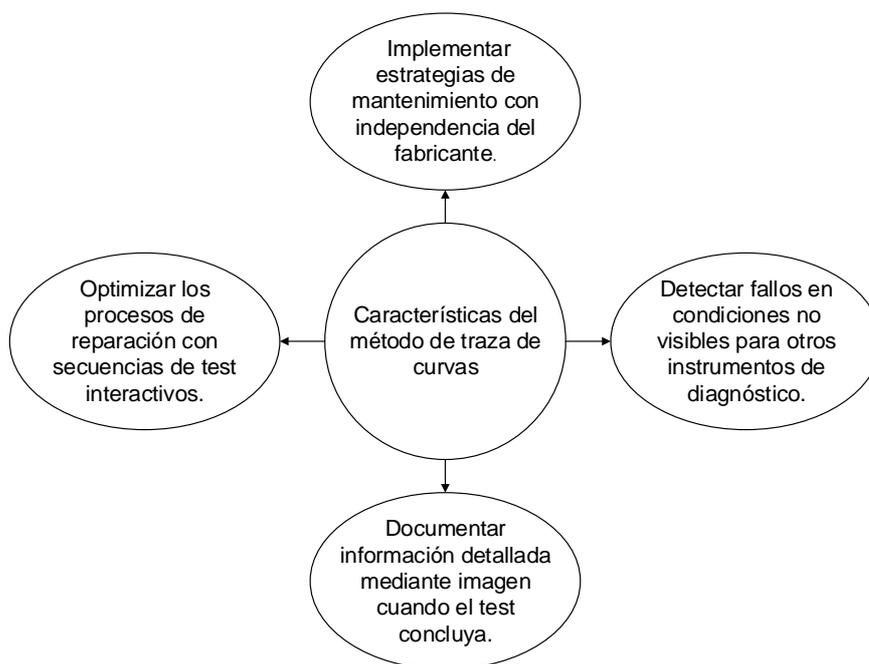


Figura 16 Características del método de traza de curvas.

Cada señal de prueba o rango tiene tres parámetros básicos:

1. La forma de onda de origen, tensión (Vs)
2. Impedancia de origen (Rs)
3. Frecuencia de la fuente (Fs),

Estos parámetros se varían para obtener la firma analógica descriptiva y revelando la firma analógica en diversos puntos de prueba.

A partir de la Ley de Ohm, se observa que la característica resultante que representa la impedancia del divisor de voltaje, es decir la impedancia es frecuencia relacionada para los componentes dependientes de la frecuencia, tales como condensadores e inductores, por lo que se requiere un estímulo de frecuencia variable para estos tipos de componentes.

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

Ecuación 6 Ley de Ohm

(Soriano, 2014) asevera: “Al utilizar esta técnica en una amplia gama de dispositivos bajo prueba, se requiere una amplia gama de resistencias de limitación de corriente. En el mundo real de diagnóstico de circuitos impresos, varios componentes pueden estar conectados a un nodo en particular y la firma característica resultante será un complejo compuesto de todas las curvas características de los componentes afines, por lo que es algo difícil entender estas firmas por completo. Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones usan las firmas v-i de manera comparativa, donde no es necesario la comprensión de la curva característica. Contrastando las firmas de una placa en buen estado contra otra bajo prueba es todo lo que se necesita para hacer la prueba por el camino más rápido, pero en el caso de que no dispongamos del circuito impreso en buen estado se puede seguir utilizando las curvas v-i y analizar las imágenes en busca de firmas que no compongan las suma de curvas características, encontrar así fallos catastróficos por sobretensiones, cortos o circuitos abiertos o firmas fluctuantes o inesperadas en distintos rangos de frecuencias”. (p.2)

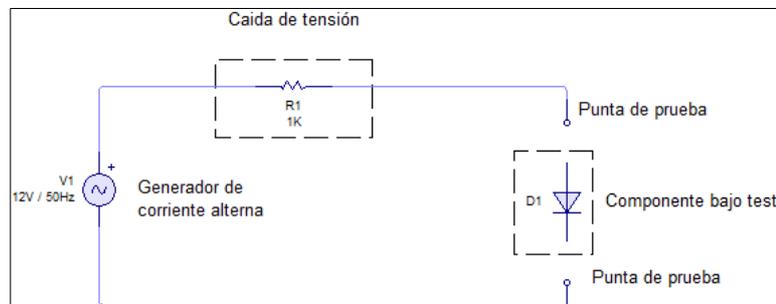


Figura 17 Esquema básico de un trazador de curvas.

El principio de operación de un trazador de curvas consiste de un generador de corriente alterna la misma que pasa por una resistencia R la que actúa como un divisor de voltaje que indica la corriente que circula por la misma, figura 17, mientras que en las puntas de prueba se mide el voltaje para la verificación de un componente eléctrico o electrónico (componente bajo test).

Para la obtención de la curva voltaje-corriente se toma la información de la resistencia en serie y del componente bajo test, figura 18 la cual con el uso

de un osciloscopio en configuración x-y, se genera una nueva curva en función del voltaje - corriente.

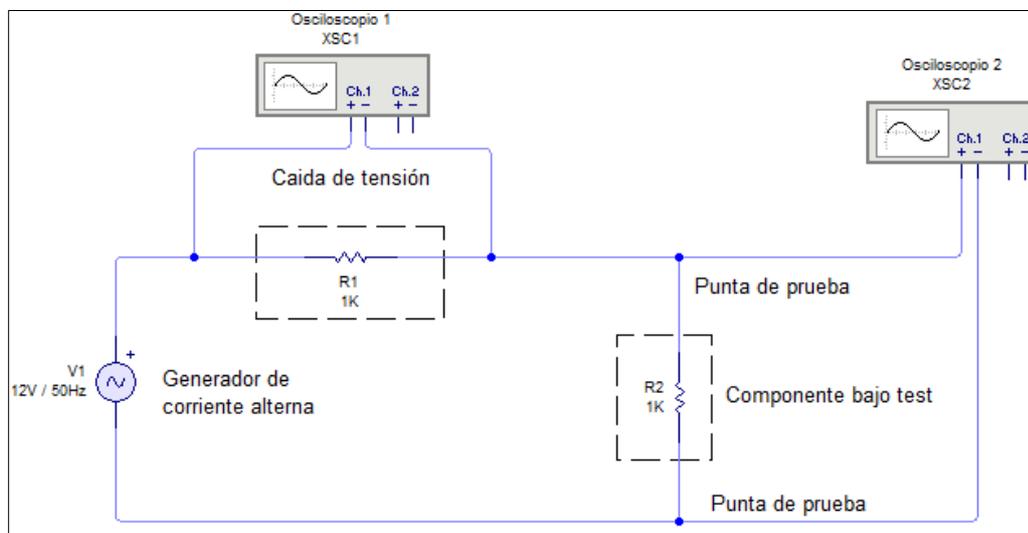


Figura 18 Conexión del osciloscopio en la resistencia y el componente bajo test.

En la figura 18 se muestra el osciloscopio 1 y 2 que miden corriente y voltaje respectivamente. La gráfica del osciloscopio 1 será proporcional a la corriente que circula por la resistencia en serie al componente bajo test y la gráfica del osciloscopio 2 proporcional la tensión sobre la resistencia bajo Test.

Es necesario enfatizar que la conexión para la obtención del valor de voltaje y corriente se realiza en un osciloscopio de dos canales, es decir el canal uno registra la corriente que circula mediante un divisor de voltaje en el eje y, mientras que en el canal dos registra voltaje aplicado al componente bajo test y lo muestra en el eje x.

2.2.10. Análisis de curvas de tensión y corriente.

(Augeri, 2015) Afirma: “Analizando las señales graficadas en los osciloscopios 1 y 2 de la figura 19 se determina que las curvas de tensión y corriente están en fase dado que se está realizando el test de una resistencia de igual valor. Vale decir que para cualquier tiempo que se tome se tendrán las señales pasando por los mismos puntos de la gráfica”.

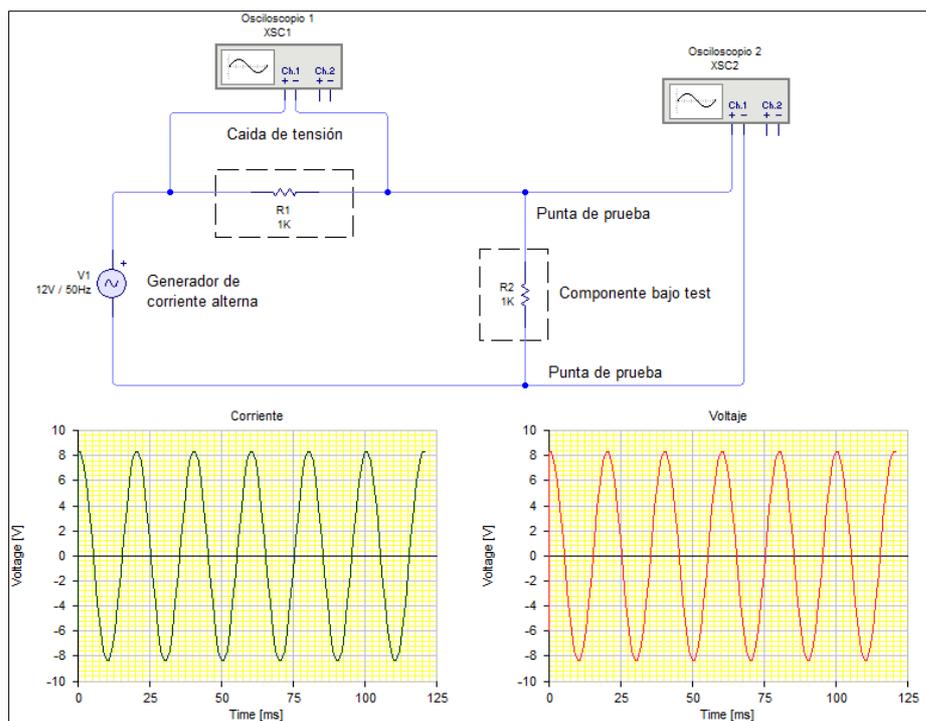


Figura 19 Análisis de curvas de tensión y corriente de una resistencia bajo test.

Para obtener la gráfica voltaje - corriente se lleva los valores de tensión y corriente para cada instante de tal forma de realizar un nuevo grafico de dos ejes, el eje vertical para corriente y el eje horizontal para voltaje. Los puntos correspondientes a las gráficas de corriente y voltaje obtenidos en los osciloscopios 1 y 2 respectivamente se proyectan en un plano ortogonal x-y generando intersecciones las mismas que dan como resultado una curva, figura 20.

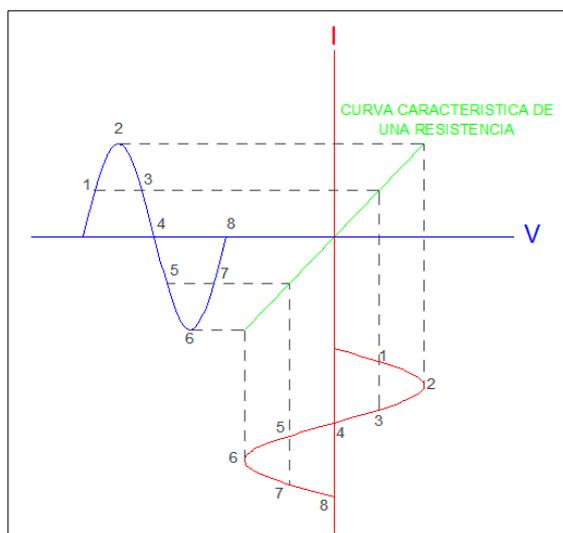


Figura 20 Generación de curva voltaje/corriente.

2.2.11. Generación y análisis de curvas fundamentales

Reconociendo estas cuatro firmas básicas en la pantalla (resistencia, bobina, diodo y condensador), es una de las claves del éxito para detectar fallos con esta técnica, figura 21.

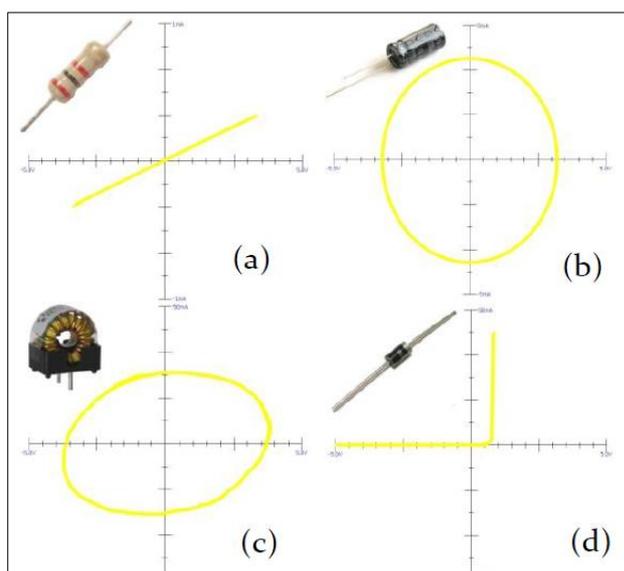


Figura 21 Curvas o firmas básicas.
Fuente: (Soriano, 2014)

La firma real en un nodo de circuito es un compuesto de las firmas de componentes básicos en ese punto en el circuito. Por ejemplo, un circuito con una resistencia y un condensador tendrá una firma que combinará la firma característica de la resistencia junto con la del condensador.

2.2.12. Interpretación de circuito abierto

El circuito abierto (resistencia infinita) mostraría una línea horizontal, porque la corriente es siempre cero independientemente del voltaje aplicado.

El circuito abierto está representado por una línea horizontal sobre el eje correspondiente al voltaje ya que no hay circulación de corriente, la línea horizontal se debe a que el punto del osciloscopio está oscilando de izquierda a derecha representando el valor del voltaje alterno y al no existir circulación de corriente alterna da como resultado una línea horizontal que representa

el voltaje máximo figura 22.

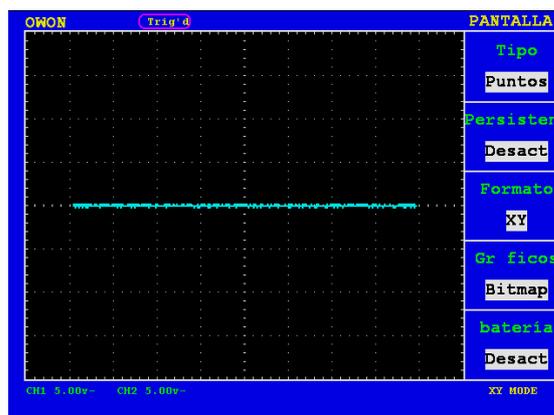


Figura 22 Representación de circuito abierto

2.2.13. Interpretación de circuito cortó

Un cortocircuito (resistencia $0\text{-}\Omega$) se muestra con una línea vertical, debido a que el flujo de corriente para cualquier tensión aplicada sería teóricamente infinita.

En circuitos en corto está representado por una línea vertical sobre el eje de corriente debido a que no existe voltaje en las puntas de prueba, ya que todo el voltaje cae en la resistencia que actúa como divisor de voltaje indicando así el valor de la corriente máxima, figura 23, esta línea es el resultado de la oscilación del punto del osciloscopio representando la corriente alterna que cicla entre sus valor máximo positivo y negativo.

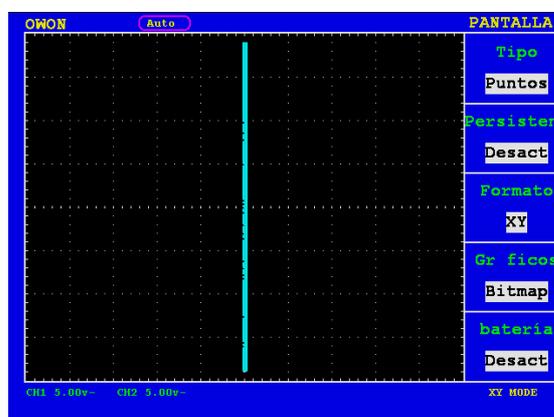


Figura 23 Representación de circuito en corto.

2.2.14. Análisis de la curva de la resistencia

La firma de una resistencia pura se indica con una línea recta en un ángulo de 0° a 90° y cuya pendiente es proporcional a la resistencia debido a que la corriente es proporcional a la tensión aplicada.

Se coloca la resistencia entre las puntas de prueba del trazador de curvas, se genera una recta inclinada la cual representa la resistencia. La inclinación de esta recta va depender del valor de la resistencia bajo test, da como resultado una recta inclinada debido a que tiene dos componentes; se está aplicando voltaje al componente bajo test (resistencia) y además hay circulación de corriente, figura 24.

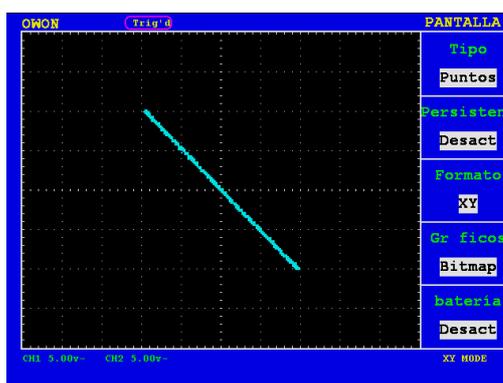


Figura 24 Representación de una resistencia.

La pendiente de la recta cuanto más vertical sea tiende a representar un corto circuito, mientras tanto cuanto más horizontal sea tiende a un circuito abierto. Las resistencias de mayor valor generan una línea más horizontal mientras la de menor valor resulta una línea más vertical tomando como referencia que en corto circuito la resistencia equivale a cero.

2.2.15. Análisis del desfase entre la curva de voltaje-corriente del capacitor

(Soriano, 2014) Afirma que: “La firma de un condensador es un círculo o una elipse aproximadamente. 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. La firma óptima es un círculo casi perfecto, que se puede obtener mediante la selección de la frecuencia y la impedancia de prueba apropiada. Típicamente cuanto mayor es la capacitancia menor es la impedancia y la frecuencia de la prueba”. (p.4)

La curva de corriente en los capacitores se avanza a la curva de voltaje figura 25, ya que inicialmente el capacitor esta descargado y al cargarse prevalece la corriente y el voltaje va aumentando gradualmente.

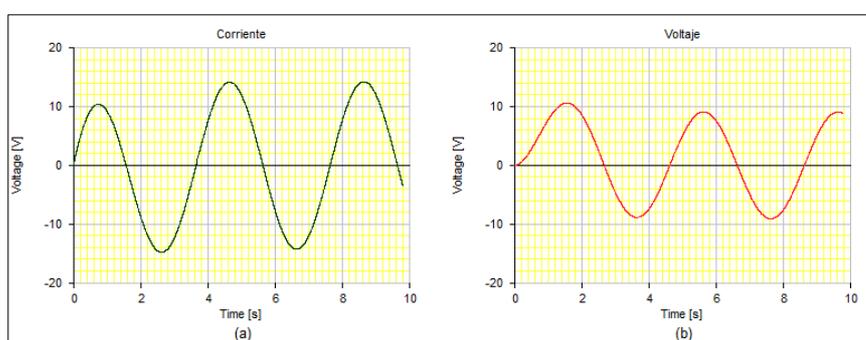


Figura 25 Desfase entre la curva de voltaje e intensidad del capacitor

Por lo tanto en capacitores las curvas de voltaje y corriente no están en fase, observando la figura 25 existe un desfase entre la onda de tensión y corriente, el voltaje máximo en el pico positivo en la curva de corriente se da a menor tiempo a comparación de la curva de voltaje, si se combinan las dos curvas para obtener los puntos de intersección y trazarlos en un gráfico voltaje - corriente da como resultado una elipse producto del desfase entre las dos curvas, figura 26.

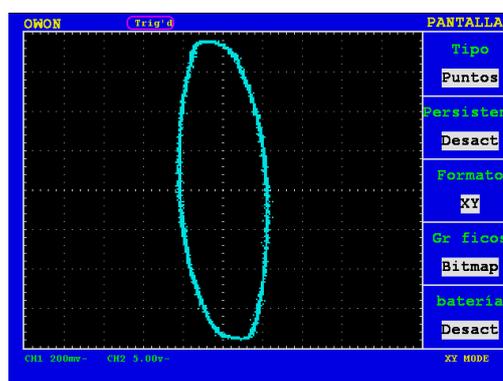


Figura 26 Representación de un capacitor.

Para condensadores de pequeña capacidad resulta una gráfica de una elipse con su eje mayor en el eje de voltaje. Esto se debe a que se carga rápido y mantiene el voltaje. Mientras que para capacitores de gran capacidad resulta una gráfica de una elipse con su eje mayor en el eje de corriente. Esto se debe a que necesita mayor corriente para cargarse.

Cuando un capacitor esta averiado existe fuga de corriente dando una elipse inclinada en referencia a sus ejes de voltaje y corriente.

2.2.16. Análisis de la curva diodo

La firma del diodo semiconductor se compone de dos o más líneas rectas, que se asemejan a un ángulo recto con la conducción en directo como con la polarización inversa. La firma del diodo de silicio se puede identificar fácilmente. La parte vertical de la gráfica muestra la zona de polarización directa y la tensión de activación, también se puede observar la caída de tensión. La zona curvada de la traza muestra el paso de totalmente apagado a plenamente funcionando a medida que aumenta la tensión aplicada. La parte horizontal de la curva es la región donde el diodo no conduce y efectivamente es un circuito abierto.

El defecto del diodo puede ser fácilmente identificado por una desviación de esta característica, por ejemplo, el diodo que presenta una significativa perdida en inversa tendría una curva diagonal en la región inversa similar a la de una resistencia.

Se aplica corriente alterna, en un sentido de la alterna el diodo conduce dando como resultado circulación de corriente mientras que en el otro sentido de la alterna el diodo deja de conducir dando como resultado lectura de voltaje figura 27. Cuando la corriente circula en un sentido el diodo entra en conducción mientras que cuando la corriente circula en el otro sentido el diodo está abierto dando como resultado una L que es su característica.

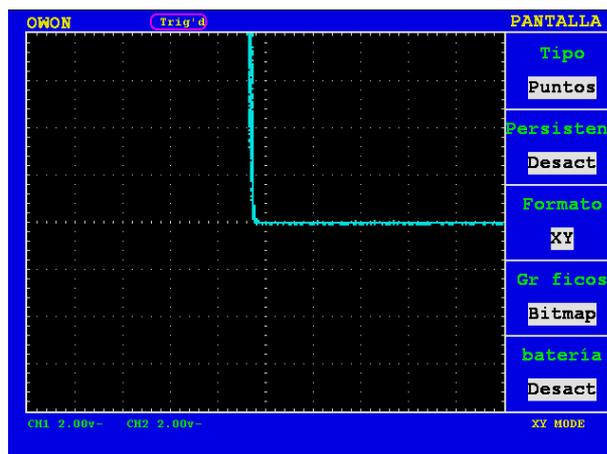


Figura 27 Representación de un diodo.

(Augeri, 2015) Menciona que: “Se puede observar que cuando la corriente pasa por el diodo. el diodo está en conducción por eso circula corriente dando la vertical desplazada del eje de corriente debido a la caída de tensión ya que los diodos al conducir consumen unos 0,7 voltios, la línea horizontal resulta de la ausencia de circulación de corriente formando la L indicando la semiconducción. Es decir, en un sentido de la alterna una caída de tensión fija con una corriente máxima y en el otro sentido de la alterna una tensión máxima con una corriente cero. Cuando el diodo está en fuga la línea horizontal de la L tiende a inclinarse debido a la circulación de corriente produciendo un efecto resistivo”.

2.2.17. Análisis de la curva del diodo zéner

Los diodos zéner conducen en ambas direcciones, la característica de corriente en directo es similar a la de un diodo normal y la característica en inverso es igual hasta que llega a la zona de ruptura o zona zéner, momento en el que aumenta rápidamente la corriente y la tensión se fija. Esto produce la curva de la figura 28. Para conseguir esta curva la tensión seleccionada debe ser mayor que la tensión zéner. El diodo zéner en mal estado puede que no tenga una inflexión bien definida y la parte horizontal en la región inversa puede que muestre efectos de pérdidas de manera similar a la del diodo.

Al observar la figura 28, cuando la corriente alterna circula en el sentido positivo la caída de tensión es 0,7 voltios pero cuando circula en el sentido negativo de la alterna la caída de tensión es 5 voltios, a diferencia del diodo normal que genera una línea horizontal indicando el voltaje aplicado ya que no existía circulación de corriente ahora existe circulación de corriente es decir cuando llega a 5 voltios inicia a circular la corriente negativamente. Para el sentido positivo resulta una caída de tensión constante de 0.7 voltios y la corriente aumenta mientras para el sentido negativo de la alterna, la corriente aumentaría con una caída de tensión de 5 voltios que sería el voltaje del zéner.



Figura 28 Representación del diodo zéner.

2.2.18 Transistores

Los transistores bipolares tienen una firma similar a la del diodo cuando se mide entre base - colector y base - emisor, si medimos entre colector - emisor la firma sería la de un circuito abierto.

(Soriano, 2014) sostiene que: “El generador de pulsos puede ser usado para aplicar una tensión de polarización a través de una resistencia adecuada a la base del transistor de modo que se puede observar la acción de conmutación. El generador de pulsos puede ser utilizado desde transistores RF muy sensibles o diodos de baja corriente schottky hasta robustos dispositivos de potencia tales como tiristores, transistores de potencia o triacs. Es particularmente interesante observar el punto de activación del

dispositivo mediante la reducción de la tensión del pulso". (p.4)

Los transistores con circuito abierto o uniones con fugas pueden ser fácilmente identificados por las marcadas diferencias entre las curvas.

2.2.19. Transistor NPN y PNP

Este tipo de transistores se comportan como si fuesen dos diodos, figura 29, se analiza con el trazador de curvas tenemos tres posibilidades para la obtención de imágenes con el trazador de curvas:

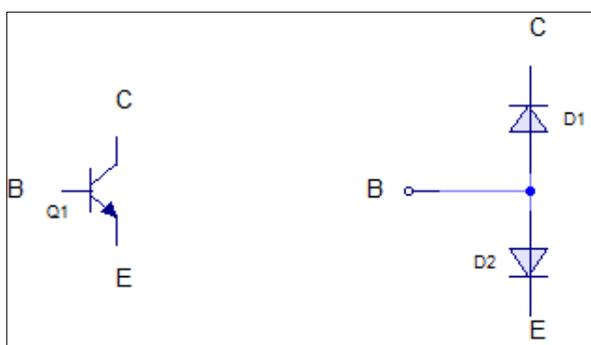


Figura 29 Circuito equivalente del transistor NPN.

Base - colector: la curva generada es la de un diodo normal ya que al analizar el circuito equivalente del transistor NPN, entre la base y colector se observa un diodo, figura 30.

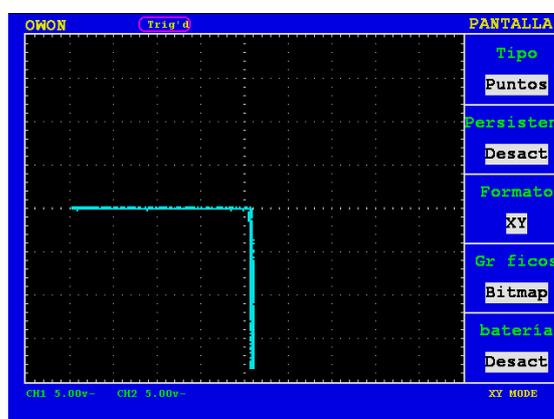


Figura 30 Curva obtenida entre la base y colector del transistor NPN.

Base – emisor: de la misma forma la curva generada es la de un diodo

normal, ya que al observar la figura 29 en el circuito equivalente entre la base y emisor existe un diodo.

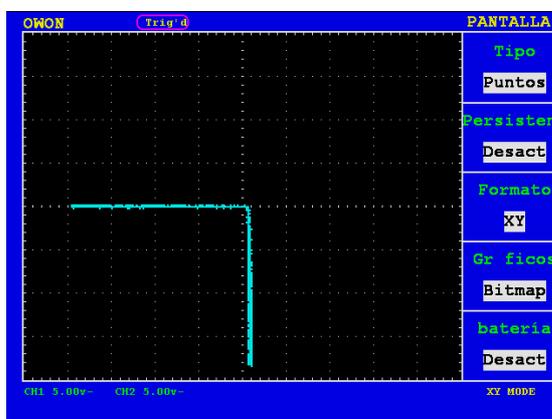


Figura 31 Curva obtenida entre la base y emisor del transistor NPN

Colector – emisor: no existe circulación de corriente se observa una curva horizontal indicando circuito abierto y analizando el circuito equivalente de la figura 29 entre colector y emisor existen dos diodos opuestos evitando la circulación de corriente por lo cual el trazador indica un circuito abierto, figura 32.

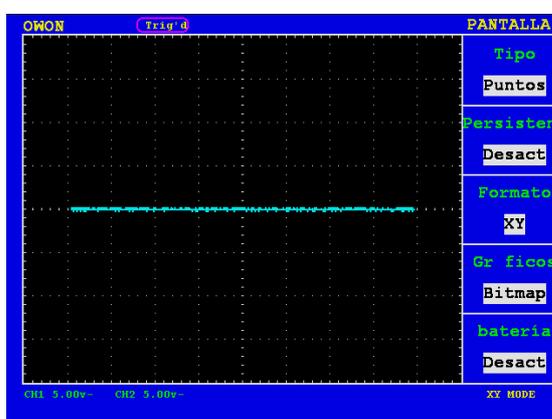


Figura 32 Curva obtenida entre el colector y emisor de un transistor NPN

Es muy frecuente encontrar transistores que tienen un diodo dumper internamente en el transistor entre colector y emisor en la figura 33 se puede observar un transistor con dumper de seguridad.

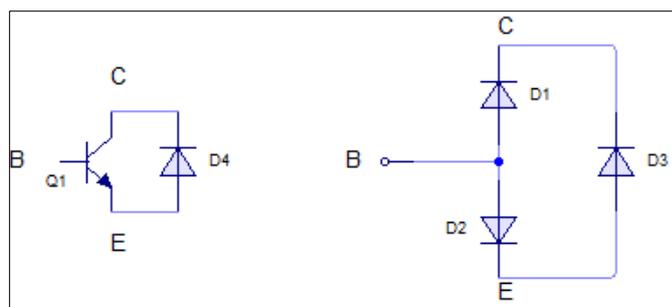


Figura 33 Circuito equivalente del transistor NPN con dumper.

Si posee diodo dumper y se analiza con el trazador de curvas, la respuesta no sería un circuito abierto, el resultado es la curva de un diodo entre el colector y emisor, figura 34.

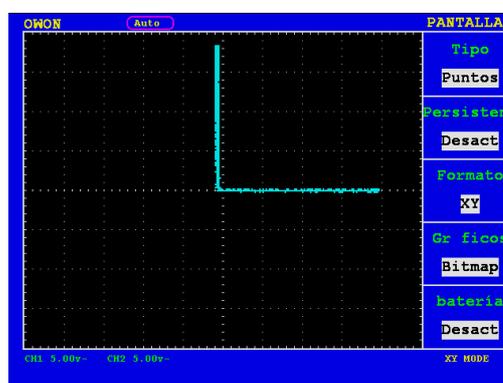


Figura 34 Curva obtenida entre el colector y emisor del transistor NPN con diodo dumper.

La diferencia a comparación con transistores PNP es que los diodos están conectados por el cátodo figura 35, puede tener dumper de seguridad depende del tipos de transistor. Las curvas obtenidas con el trazador son diodos tanto para: base – emisor, base – colector, y colector – emisor.

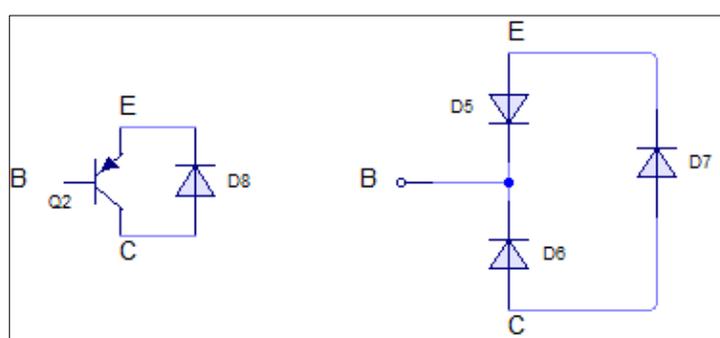


Figura 35 Circuito equivalente del transistor PNP con dumper de seguridad.

2.2.20. Transistor Darlington

Los transistores Darlington tienen doble transistor tipo NPN incorporado figura 36, uno activa al otro ya que están en cascada el primer transistor es de menor potencia a comparación del segundo, el emisor del primer transistor va conectado a la base del segundo transistor.

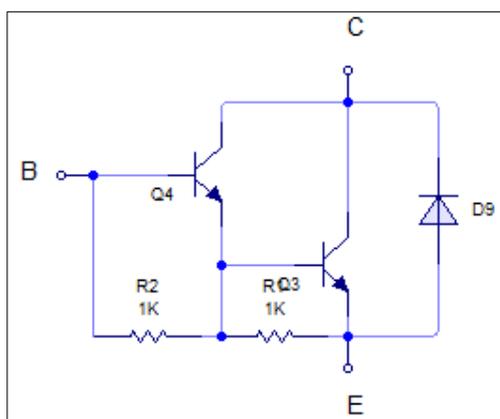


Figura 36 Circuito del transistor Darlington.

Realizando un análisis con el trazador de curvas se tiene tres posibilidades las que se detalla a continuación:

Colector – emisor: la curva resultante es la de un diodo, figura 37 que corresponde al dumper de seguridad y que coincide con el circuito de la figura 36.

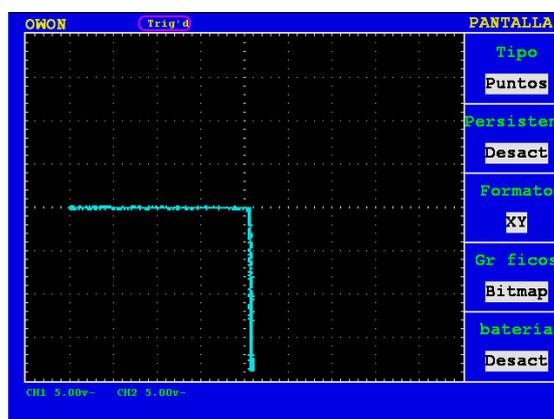


Figura 37 Curva obtenida entre el colector y emisor del transistor Darlington con diodo dumper

Base – emisor: Se analiza la figura 36, en un sentido de la corriente alterna nos muestra los dos diodos en serie mientras que en el otro sentido indicaría las dos resistencias en serie que es lo que muestra la figura 38.

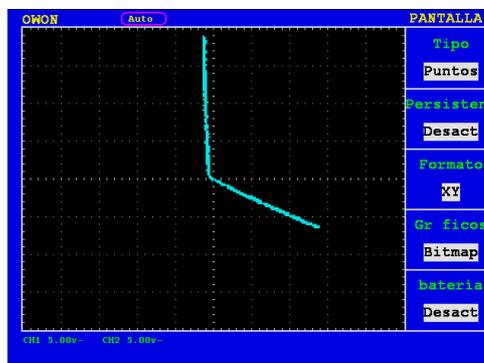


Figura 38 Curva obtenida entre la base y emisor del transistor Darlington.

Colector - base: Se puede observar en la figura 39 el diodo del primer transistor ya que es el único camino por donde puede circular la corriente si analizamos el circuito de la figura 36

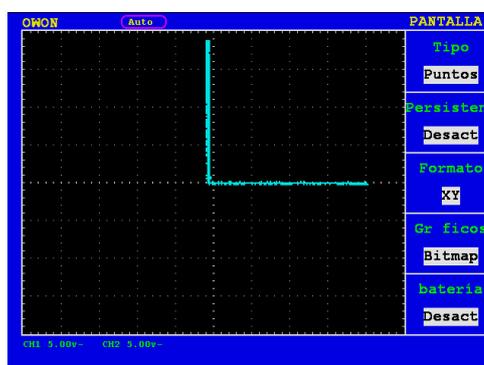


Figura 39 Curva obtenida entre el colector y base de un transistor Darlington

2.2.21. Transistor Mosfet IRFZ44N

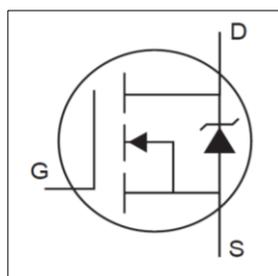


Figura 40 Esquema del transistor IRFZ44N.
Fuente: (International Rectifier, s.f.)

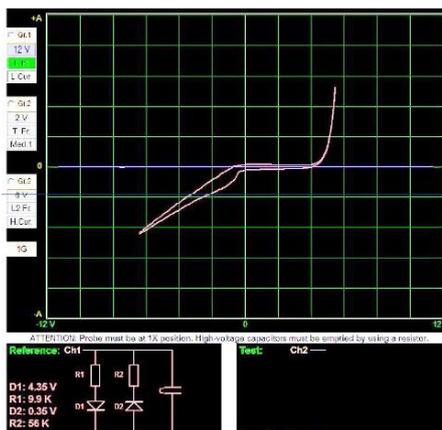


Figura 42 Curva obtenida con el analizador-osciloscopio multifunción de pruebas voltaje - corriente en el terminal gate del transistor mosfet soldado a la placa.

Fuente: (Augeri, 2015)

Gate – drain:

De la misma forma analizando la figura 43 se observa un círculo al realizar la prueba entre los terminales gate y drain denotando una menor capacidad a comparación de la figura 41.

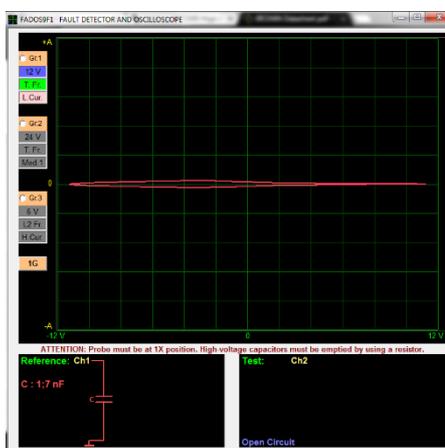


Figura 43 Curva obtenida con el analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje - corriente en las terminales gate – drain del transistor IRFZ44N

Drain – source:

Observando la figura 44 se determina la existencia del dumper de seguridad, en este caso un diodo zéner entre el source y drain, esto coincide con el esquema de la figura 40.

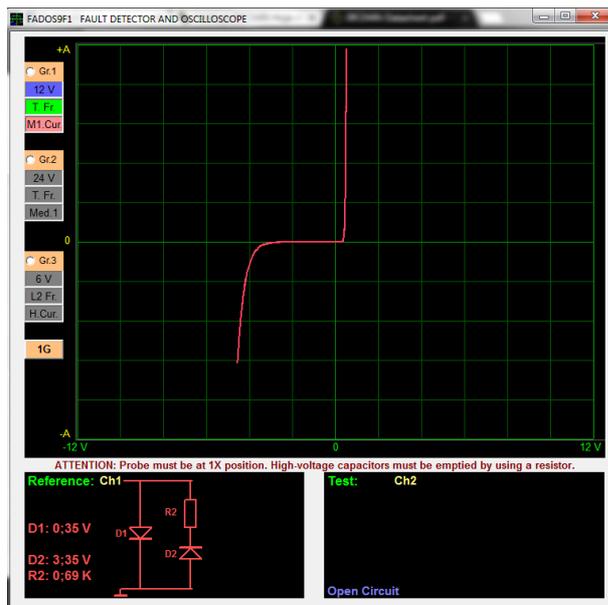


Figura 44 Curva obtenida con el analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje - corriente en las terminales drain – source del transistor IRFZ44N

2.2.22. Técnica por traza de curvas

Para aplicar esta técnica los componentes o circuitos bajo test deben encontrarse sin conexión a una fuente exterior es decir desconectar la batería que se encuentra en el vehículo, el sistema de traza de curvas es la encargada de alimentar el componente bajo test. A continuación se estudia las tres formas de diagnóstico por traza de curvas.

2.2.23. Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos.

Se realizar el análisis del circuito y en base a eso se esperar una curva determinada, y en base a la curva obtenida suponer el circuito que precede al punto donde se toma la medición. Esto se puede aplicar a nivel circuital en todos los sistemas eléctricos y electrónicos del vehículo, por ejemplo en los pines del módulo ya que en muchos pines en base a que son entradas o salidas se puede presumir la curva resultante sin tener referencia de lo que se encuentra en su interior, se determina si lo que se observa tiene lógica con un circuito de entrada o salida.

a. Comprobación analizando el circuito a partir del socket del inyector

Para realizar la comprobación se desconecta la alimentación de la batería de 12 voltios y desconectar el socket del inyector, figura 45, cabe recalcar que el circuito es ideal.

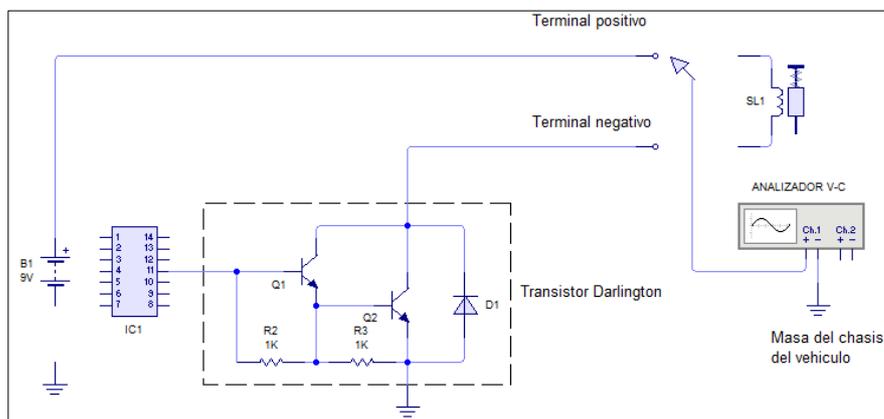


Figura 45 Análisis del circuito de activación del inyector a partir del terminal positivo del socket

El cable negativo del trazador de curvas se conecta a masa del chasis del vehículo. Se procede analizar cada uno de los terminales del socket que conecta al inyector. Para comprobar desde el socket, en el terminal positivo se conecta la punta de prueba del trazador de curvas se observa que se encuentra en circuito abierto ya que no existe circulación de corriente, figura 46 y lo podemos comprobar analizando el esquema de la figura 45.

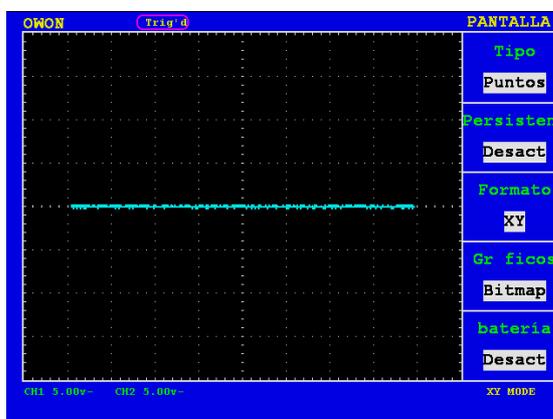


Figura 46 Representación de circuito abierto en el terminal positivo del socket del inyector.

Ahora conectando la punta de prueba del trazador de curvas en el terminal negativo figura 47 del socket se obtiene la curva de un diodo, el cual resulta ser el diodo dumper que se encuentra el transistor Darlington, figura 48.

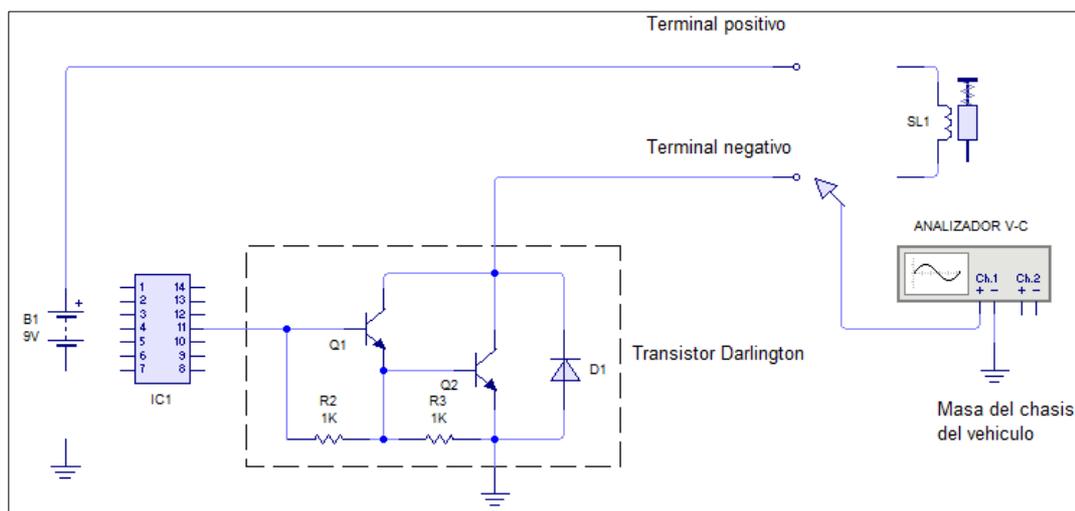


Figura 47 Análisis del circuito de activación del inyector a partir del terminal negativo del socket

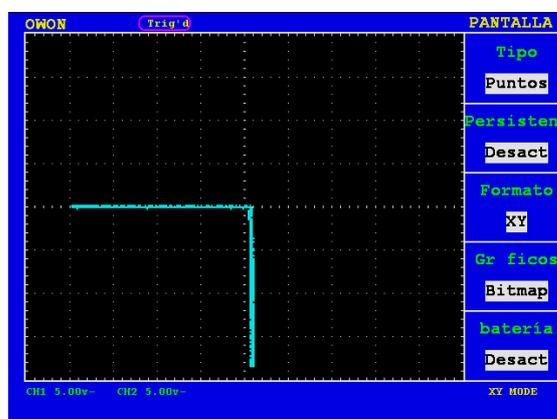


Figura 48 Representación del dumper de protección del transistor Darlington en el terminal negativo del socket del inyector

Otro ejemplo es el análisis en el vehículo Honda que tiene una característica en particular, en este modelo tiene inyectores que son de menor resistencia por lo que tiene resistencias en serie y activado mediante transistor que puede ser tipo Darlington con dumper, y al realizar el test con el analizador-osciloscopio multifunción de pruebas voltaje - corriente se tiene:

Terminal positivo del socket del inyector:

(Augeri, 2015) Menciona: “El positivo del inyector es el mismo que alimenta a la ECU por medio de un relé ya que la ECU por medio de este se alimenta a sí mismo, es decir comparte el cable positivo, por tanto cuando se realiza el test, se visualiza el capacitor de filtro de la ECU que se encuentra internamente del mismo, con una capacidad de $191\mu\text{F}$ del orden del circuito electrónico, figura 49”.

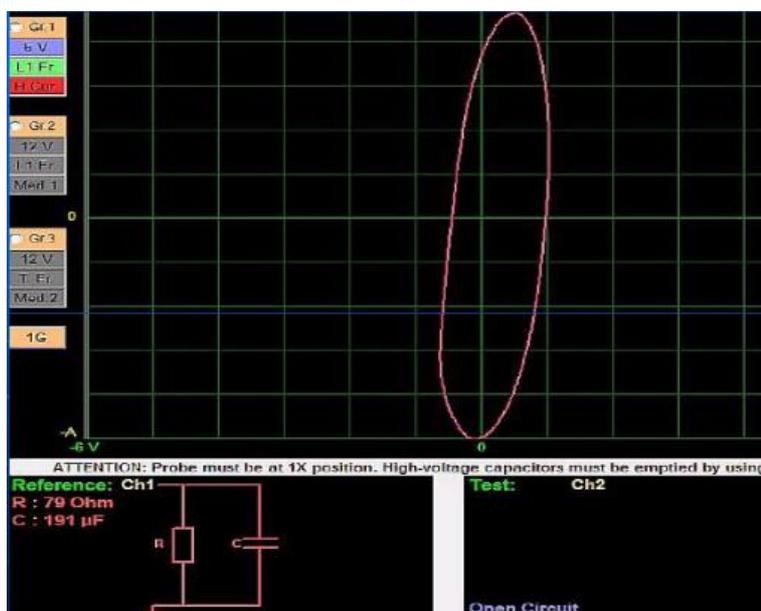


Figura 49 Terminal positivo del socket del inyector que comparte con la ECU.

Fuente: (Augeri, 2015)

Hay que tomar en cuenta que no se visualiza el relé ya que no se encuentra activo.

Terminal negativo del socket del inyector:

El resultado al realizar el test se visualiza la curva de un diodo que trabaja en el ciclo negativo de la corriente alterna y resulta ser el dumper de protección del transistor posiblemente Darlington, figura 50

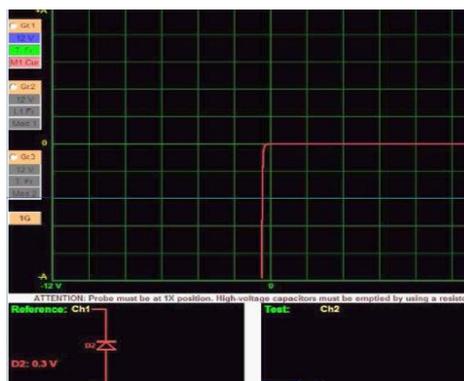


Figura 50 Terminal negativo del socket del inyector.
Fuente: (Augeri, 2015)

Hay que mencionar que para realizar el test en el circuito de activación del inyector también se puede aplicar la técnica de diagnóstico por imágenes en base a generación de patrones por comparación circuital, ya que es factible comparar circuitos iguales, es decir, comparar el circuito de activación del inyector uno con el inyector dos, tres o el cuarto.

b. Análisis del circuito a partir del socket del VVT

Se analiza el circuito en forma general sin tener en cuenta ningún esquema en particular, si analizamos el cableado del circuito de alimentación al solenoide puede estar conectado de la batería a través de un relé, también puede ser que esté conectado desde el switch de ignición esto depende del esquema de cableado del circuito. Este mismo cable que alimenta el solenoide por lo general puede alimentar a otros componentes, como también puede alimentar solo al solenoide dando una curva en circuito abierto, figura 51.

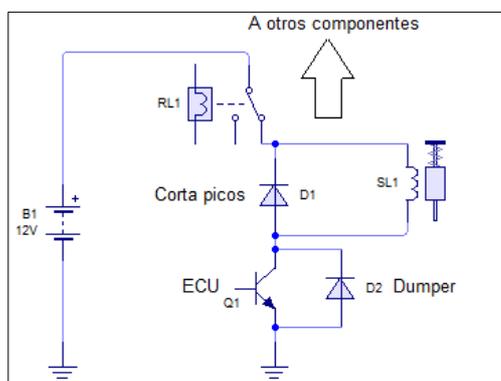


Figura 51 Circuito básico de activación del solenoide del VVT

Cuando el cable positivo alimenta además del solenoide a otros componentes que cierran el circuito es decir se encuentren conectados a masa la curva obtenida será diferente a un circuito abierto.

Mientras tanto en el cable negativo puede ir a la ECU a través de un transistor con dumper, una posibilidad adicional es que tenga un diodo en paralelo al solenoide para cortar los picos de tensión generados por el mismo, este diodo puede encontrarse fuera o dentro de la ECU como también puede tener un diodo zéner para limitar los picos de voltaje, figura 51.

Terminal positivo del socket del VVT

Al interpretar la curva, resulta ser una línea vertical indicando circuito en corto figura 52, lo que significa que el cable positivo no se encuentra abierto generando una baja resistencia a masa dado que el mismo cable está alimentando a otros componentes.



Figura 52 Test en terminal positivo del socket del VVT.
Fuente: (Augeri, 2015)

Terminal negativo del socket del VVT

Al indagar la curva, si se toma en cuenta que se aplica corriente alterna, en el ciclo negativo la curva tiene dirección hacia el eje de corriente negativo que representa el diodo dumper de seguridad, mientras que para el ciclo positivo se observa la curva de un diodo pero a un valor de voltaje mayor es

decir resulta la curva de un diodo zéner con una elipse denotando la forma de un condensador denotando la capacidad del gate, figura 53 por lo tanto es un transistor de tipo mosfet.

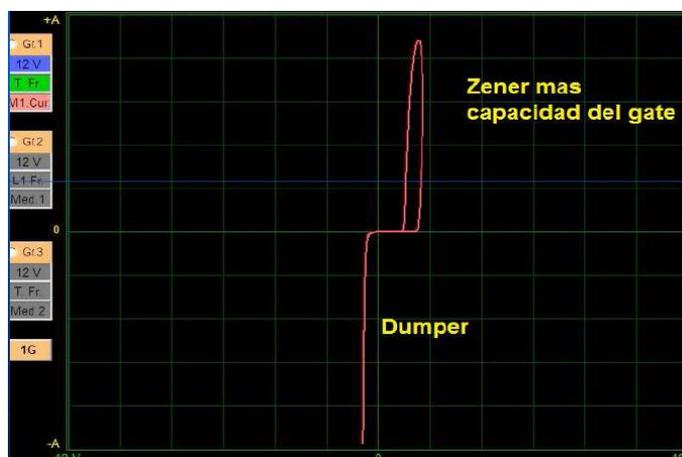


Figura 53 Test en terminal negativo del socket del VVT.
Fuente: (Augeri, 2015)

Al interpretar la curva obtenida del trazador el circuito es el siguiente:

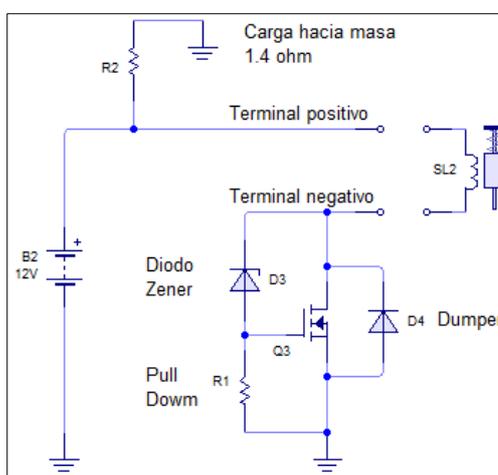


Figura 54 Representación del circuito de activación del VVT a partir del análisis de las curvas obtenidas en el socket.
Fuente: (Augeri, 2015)

En la inyección de la alterna en el terminal positivo existe una carga contra masa dando a notar que alimenta a otros circuitos que se encuentran conectados hacia masa. Para el terminal negativo indica la parte interna de la ECU revelando la existencia del diodo dumper de seguridad, además de un diodo zéner para limitar los picos de voltaje entre terminal gate y drain del

transistor, la elipse en la curva generada denota ser el transistor Mosfet puesto que es la capacidad generada que tiene el gate con respecto al source del transistor Mosfet además que este tipo de transistores tiene una resistencia pull down.

De la misma forma del inyector también se puede aplicar la técnica de diagnóstico por imágenes en base a generación de patrones por comparación circuital, en el socket del otro solenoide del VVT.

c. Comprobación analizando el circuito a partir del socket que conecta en la bobina COP

En caso de las bobinas COP se puede tener:

- Tres cables: Alimentación, masa y circuito de excitación de la ECU.
- Cuatro cables: Alimentación, masa, circuito de excitación de la ECU y Feedback (realimentación).

Este tipo de bobina COP de 4 cables tiene transistor incluido internamente y realimentación Feedback que es un sistema de censado hacia la ECU para determinar el correcto funcionamiento de la bobina, figura 55.

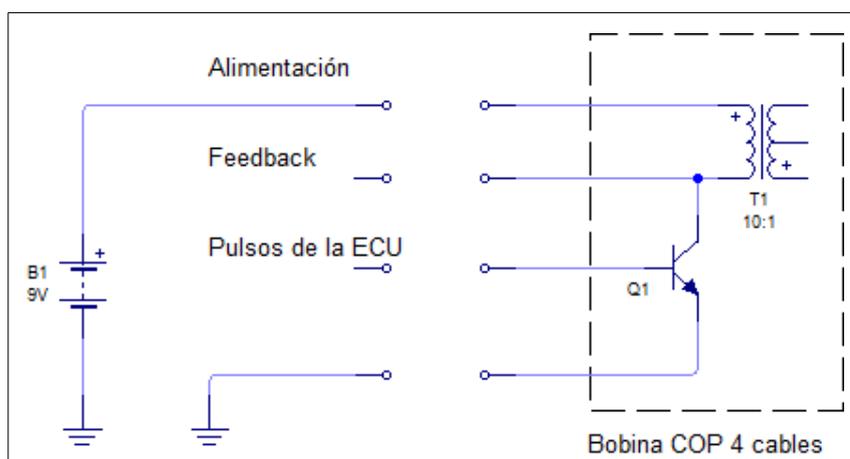


Figura 55 Esquema de conexión de la bobina COP 4 cables.

Test en terminal de realimentación

Al observar la curva obtenida se determina la ausencia de semiconductores y presencia de capacitor y resistencia que actúan como filtro de la señal es decir es un circuito de entrada a la ECU, figura 56.

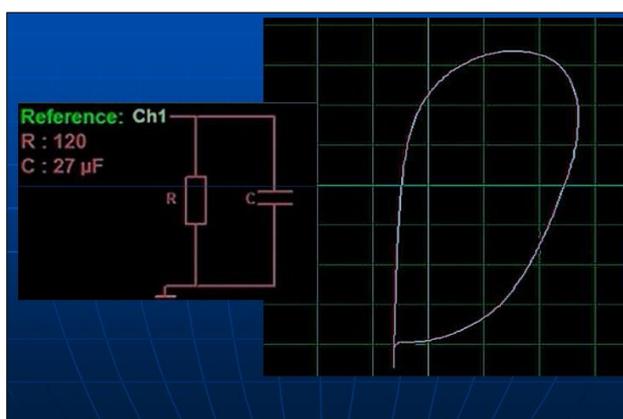


Figura 56 Test en terminal de realimentación (feedback).
Fuente: (Augeri, 2015)

Test en terminal de activación

Analizando la curva se determina la presencia de semiconductores y resistencias es decir es el circuito de salida de la ECU representando el transistor que activa la bobina, figura 57.

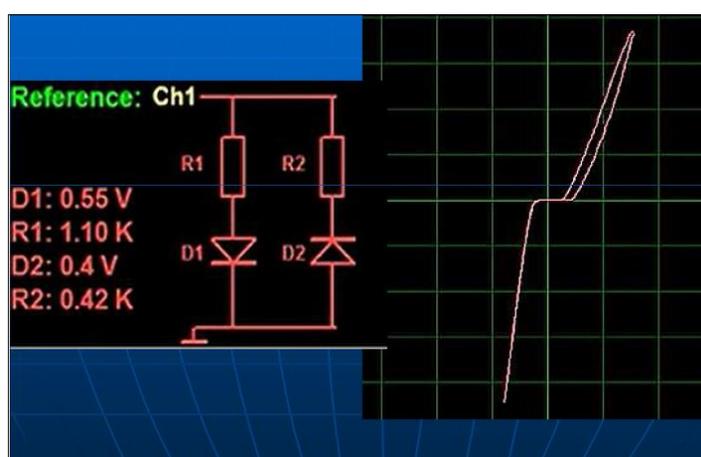


Figura 57 Test en terminal de excitación de la bobina.
Fuente: (Augeri, 2015)

Test en terminal de alimentación

Interpretando la curva se determina la circulación de corriente con una resistencia de 1.1Ω indicando que es el cable de alimentación, figura 58.



Figura 58 Test en terminal de alimentación para la bobina COP.
Fuente: (Augeri, 2015)

Test en terminal de masa

Indagando la curva al igual que el terminal del cable de alimentación se determina que existe circulación de corriente con una resistencia de 0.9Ω ya que al ser de una menor resistencia indica que se trata del cable de masa, figura 59.

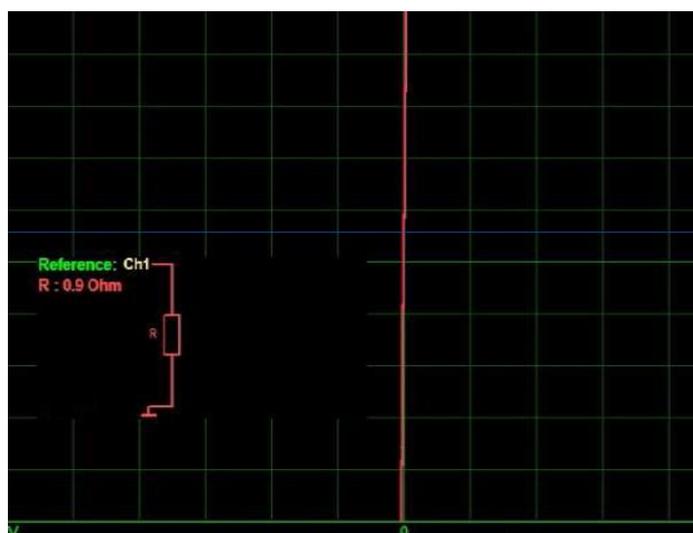


Figura 59 Test en terminal de masa para la bobina COP.
Fuente: (Augeri, 2015)

Es aplicable la técnica diagnóstico por imágenes en base a generación de patrones por comparación circuital, ya que pueden existir tres o más circuitos iguales para comparar evitando así el análisis del circuito.

2.2.24. Diagnóstico por imágenes en base a generación de patrones por comparación circuital.

En este método no es necesario analizar el circuito interno del punto donde se realiza la medición, ya que se compara con otros puntos donde encuentro el circuito del mismo tipo, ya existen muchos circuitos en el vehículo que son iguales por lo que un análisis del circuito sería innecesario.

a. Comprobación de la bobina del inyector

(Soriano, 2014) Menciona: “La firma de un inductor es circular o algo elíptica debido a la resistencia interna y puede mostrar histéresis. Inductores con valores relativamente altos tienen firmas elípticas, aplanadas y horizontales similares a la de los condensadores. La señal óptima sería un círculo casi perfecto. Los inductores pueden tener ferrita, hierro, latón o núcleos de aire que pueden ser o no ajustables. Inductores con el mismo valor pueden producir diferentes firmas si utilizan diferente materiales en el núcleo o si el núcleo se posiciona de manera diferente. Los inductores por lo general requieren una fuente de impedancia baja y frecuencias de prueba altas para exhibir una firma elíptica. Un inductor con circuito abierto puede ser fácilmente detectado por las notables diferencias entre las curvas v-i al comparar dos componentes iguales”. (p.4)

Generalmente la curva voltaje-corriente es similar a la de la bobina de encendido con la diferencia que este tipo de bobina ofrece menor resistencia a la circulación de corriente ya que la inclinación de la curva es menor con respecto al eje de corriente, figura 60. Para verificar si la curva es correcta hay que comparar con otro inyector del mismo tipo.

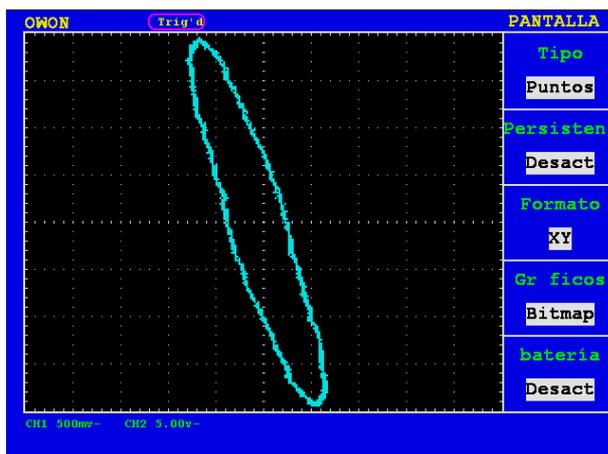


Figura 60 Test en bobina del inyector.

b. Comprobación de la memoria EPROM 27C256 terminales iguales

Analizando la configuración de pines de la memoria EPROM 27C256 posee 28 terminales de las cuales 15 terminales similares de entrada desde A0 hasta la A14 es decir son comparativos entre sí ya que el circuito es el mismo. Revisando las salidas tiene 8 terminales desde la O0 hasta la O7 que son iguales por lo tanto tiene el mismo circuito y son comparables entre sí, figura 61.

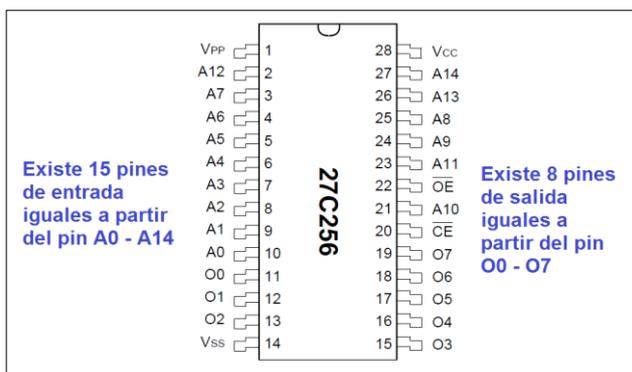


Figura 61 Análisis de terminales iguales memoria EPROM 27C256

2.2.25. Diagnóstico por imágenes en base a comparación de patrones obtenidos por medición única.

Se realiza una medición única para obtener un patrón ya que no se puede presumir ni comparar que circuito se presenta en ese punto, por ejemplo terminales determinados de un módulo, terminales de un circuito integrado.

Estos patrones son almacenados para una futura comparación en caso de diagnosticar un elemento igual de otro vehículo.

a. Comprobación del secundario de la bobina

Cuando se trata de una bobina la curva generada es similar a la de un capacitor con sus ejes inclinados respecto a los ejes de voltaje y corriente, figura 62. Se debe realizar un patrón puesto que no se puede comparar. En la figura 63, se determina la forma de conexión para obtener la curva voltaje - corriente.

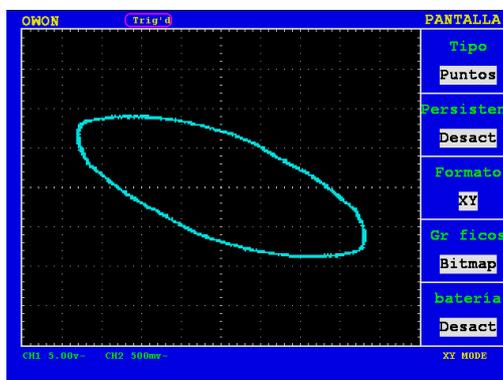


Figura 62 Test en circuito secundario de la bobina de ignición.



Figura 63 Obtención de curva voltaje - corriente en el secundario de la bobina DIS chispa perdida.

La inclinación de la curva se debe a que existe un desfase entre la curva de voltaje y la curva de corriente que forman la curva voltaje-corriente, es decir el voltaje se anticipa a la corriente además a esto se suma la resistencia que genera el alambre de la bobina.

b. Comprobación de la memoria EPROM 27C256 terminales diferentes.

Revisado la configuración de pines se tiene tres pines de medición única que son: el pin OE, pin CE y el pin vpp que no tienen circuitos similares por lo que se debe realizar un patrón de medición único para su respectiva comparación con otra memoria de la misma codificación, figura 64.

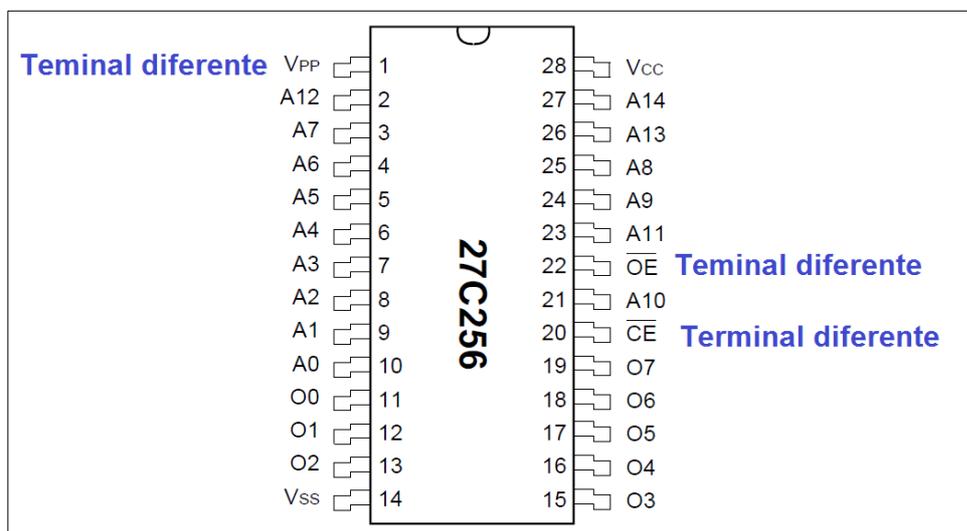


Figura 64 Análisis de terminales diferentes de la memoria EPROM 27C256

2.3. Marco conceptual

2.3.1 Sistema de Control Electrónico de Inyección MPFI

(Cardoso, 2011) Afirma: “Las siglas MPFI “sistema multipuertos de inyección electrónica”. Es decir, este tipo de inyección utiliza un inyector para cada cilindro, colocados lo más cerca posible de la válvula de admisión. La inyección por puerto múltiple, tiene la gran ventaja de que todos los cilindros del motor reciben igual calidad de mezcla”.

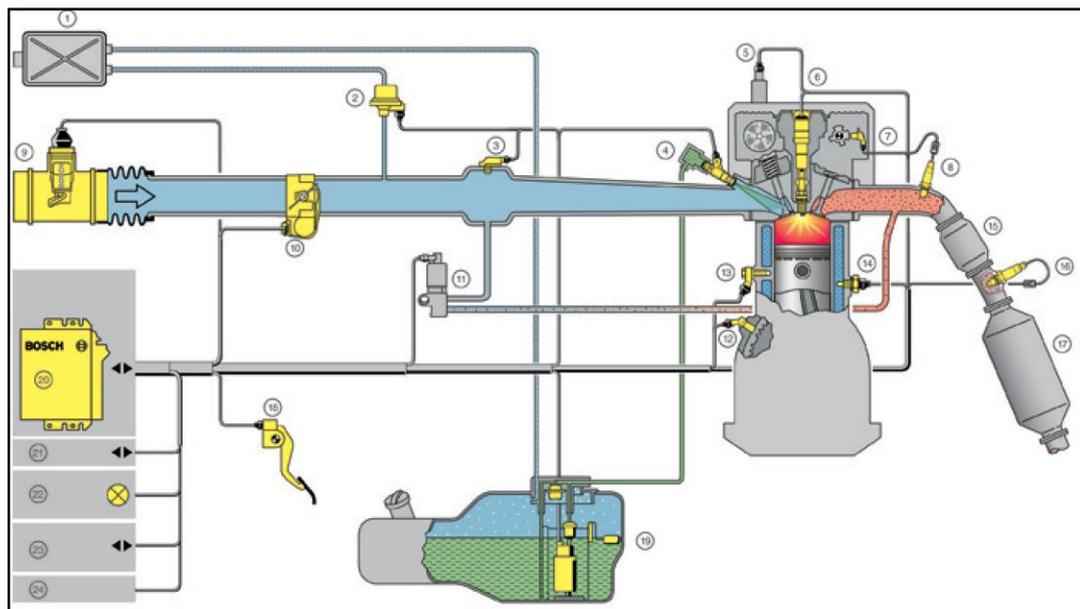


Figura 65 Sistema de inyección Motronic ME con EGAS.

Fuente: (Bosch, 2008)

Componentes del sistema de inyección motronic ME CON EGAS

- | | |
|--|--|
| 1. Depósito de carbón activo | 12. Transmisor del número de revoluciones. |
| 2. Válvula de purga de aire del depósito. | 13. Sensor de picado. |
| 3. Sensor de presión del tubo de admisión. | 14. Sensor de temperatura. |
| 4. Distribuidor de combustible / válvula de inyección. | 15. Catalizador previo. |
| 5. Variador del árbol de Levas. | 16. Sonda Lambda |
| 6. Bobina de encendido / Bujía de encendido. | 17. Catalizador principal. |
| 7. Módulo del acelerador. | 18. Módulo del acelerador. |
| 8. Sonda Lambda. | 19. Módulo de bomba y Depósito. |
| 9. Medidor de masa de aire. | 20. Unidad de mando electrónica. |
| 10. Dispositivo estrangulador (EGAS). | 21. CAN. |
| 11. Válvula retroalimentación de gases de escape. | 22. Lámpara de diagnóstico. |
| | 23. Interfaz para diagnóstico. |
| | 24. Bloqueo electrónico del arranque. |

(Cardoso, 2011) asegura que: “La diferencia entre un sistema MPFI con los sistemas carburados o los sistemas TBI, en los cuales los cilindros más cercanos al surtidor reciben mezclas ricas, y los que están más lejos reciben mezclas "pobres". Dado que estas condiciones originan un desbalance en el motor, es indispensable preparar o ajustar una mezcla equilibrada; solo así se mantendrá el rendimiento de los cilindros lejanos y, por lo tanto, seguirá ahorrándose combustible y ejerciéndose un control muy preciso de las emisiones contaminantes”.

2.3.2. Funcionamiento.

La inyección de combustible se creó para sustituir al carburador, pensando, por supuesto, en mejorar las funciones del automóvil. Este sistema introduce combustible atomizado directamente al motor, eliminando los problemas de encendido en frío que tenían los motores con carburador. La inyección electrónica es un sistema en que el combustible se suministra con cierta presión y a través de un medio electrónico (electroválvula o inyector), hacia el sistema de admisión del motor, con el fin de lograr una mejor distribución de la mezcla.

2.3.3. Etapas de funcionamiento

El principio de operación de la inyección electrónica es muy sencillo, tomando en cuenta que el objetivo final es lograr que los inyectores se abran durante un lapso determinado y pulverizar el combustible. Sin embargo, es importante considerar que dicho objetivo se logra a través de cuatro etapas:

1. Admisión de aire
2. Monitoreo y control electrónico
3. Inyección de combustible
4. Escape de gases

Un buen sistema de inyección ha de conseguir: Primero, mantener la mezcla aire-combustible en las circunstancias previstas por el fabricante.

Segundo, adaptarse rápidamente a los cambios de carga y revoluciones. Tercero, gestionar correctamente las situaciones especiales como son arranques en frío, aceleraciones y deceleraciones. Para ello distinguiremos tres modos de funcionamiento:

1. Modo normal, estable o estacionario
2. Modo de arranque en frío
3. Modo de cambios de ritmo o transitorio

2.3.4. Sistema de Control Electrónico de Inyección CRDI

Uno de los sistemas de inyección más perfeccionados es el sistema de inyección por acumulador common rail (CR).

(Bosch, 2005) Menciona: “La ventaja principal del sistema common rail son las amplias posibilidades de variación en la configuración de la presión de inyección y los momentos de inyección. Esto se consigue mediante la separación de la generación de presión (bomba de alta presión) y la inyección (inyectores). Como acumulador de presión se utiliza el conducto común”. (p.4)

2.3.5. Estructura

El sistema Common Rail comprende los siguientes grupos principales, se puede ver en la figura 66:

- Baja presión, con los componentes de alimentación de combustible.
- Alta presión, con la bomba de alta presión, el conducto común, los inyectores y las tuberías de combustible a alta presión.
- Sistema de regulación electrónica diésel (EDC), con los sensores, unidad de control y elementos de regulación (actores) del sistema.

Los inyectores del sistema Common Rail van equipados con una válvula de conmutación rápida (válvula electromagnética o regulador piezoeléctrico),

mediante la cual se abre y se cierra el inyector. De esta manera es posible controlar por separado el proceso de inyección para cada cilindro.

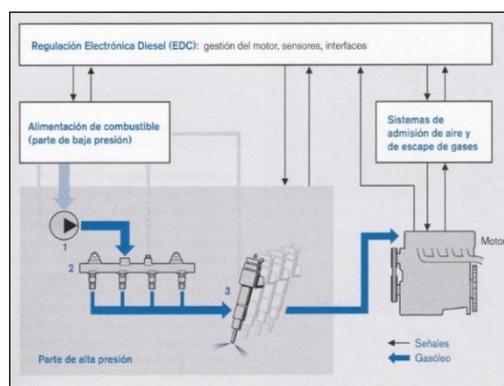


Figura 66 Sectores del sistema de la gestión del motor con sistema de inyección common rail
Fuente: (Bosch, 2005)

Todos los inyectores están conectados al conducto común. De aquí se deriva el nombre Common Rail. La característica especial del sistema Common Rail consiste en que la presión del sistema puede ajustarse dependiendo del momento de servicio del motor. El ajuste de la presión se efectúa mediante la válvula reguladora de presión o la unidad de dosificación, figura 67.

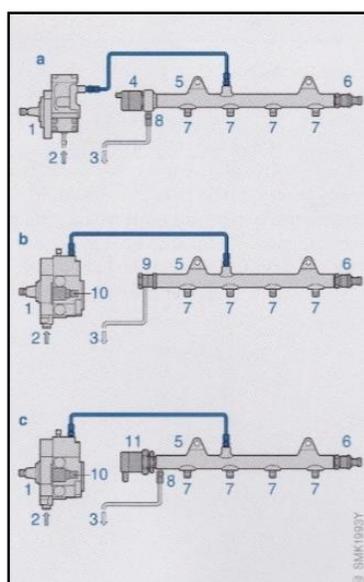


Figura 67 Ejemplos de regulación de alta presión de sistemas common rail
Fuente: (Bosch, 2005)

2.3.6. Funcionamiento.

(Bosch, 2015) afirma que: “En el sistema Common Rail, la generación y la inyección de presión se realizan por separado, lo que significa que el combustible está siempre disponible y en la presión necesaria para su inyección. La generación de presión se lleva a cabo en la bomba de alta presión”.

(Bosch, 2015) dice que: “La bomba comprime el combustible y lo envía hasta el orificio del raíl mediante un conducto de alta presión, que actúa como acumulador de alta presión común para todos los inyectores (a él se debe el nombre de "Common Rail", raíl común). Desde ahí, el combustible se distribuye en cada inyector que, a su vez, lo inyecta en la cámara de combustión del cilindro”.

2.3.7. Inyección

Los inyectores inyectan el combustible directamente en la cámara de combustión del motor. Reciben el combustible del conducto común a través de cortas tuberías de combustible a alta presión.

La unidad de control del motor controla la válvula de mando integrada en el inyector, encargada de la apertura y cierre del inyector.

(Bosch, 2005) sostiene: “La duración de la apertura del inyector y la presión del sistema determinan el volumen de combustible aportado. Con una presión constante, el caudal de combustible inyectado es proporcional al tiempo de conexión de la válvula de mando y, con ello, es independiente del número de revoluciones del motor o de la bomba, es decir inyección controlada en función del tiempo”. (p.7)

a. Funciones correctoras para el cálculo de la inyección

Para compensar las tolerancias del sistema de inyección y del motor se

dispone de una serie de funciones correctoras:

- Compensación del caudal de los inyectores.
- Calibración de volumen cero,
- Regulación de compensación de caudal,
- Adaptación del valor medio de caudal.

b. Funciones adicionales

Otras funciones adicionales de control y regulación sirven para una reducción de las emisiones de gases de escape y del consumo de combustible, o bien aumentan la seguridad y el confort. Ejemplos de ellas son:

- Regulación del reciclado de gases de escape.
- Regulación de la presión de sobrealimentación.
- Regulación de la velocidad de marcha,
- Bloqueo electrónico de arranque, etc.

2.3.8. Configuración de unidades de control

(Bosch, 2005) Afirma que: “Debido a que la unidad de control del motor sólo posee por regla general hasta ocho etapas finales para los inyectores, en los motores con más de ocho cilindros se utilizan dos unidades de control del motor. Estas unidades de control están interconectadas en un conjunto principal secundario mediante un interfaz CAN interno de elevada velocidad. De esta forma se consigue asimismo más capacidad para los microcontroladores. Algunas funciones van asignadas fijas a una unidad de control por ejemplo la regulación de compensación de caudal, mientras que otras pueden asignarse flexiblemente a la unidad de control en el momento de efectuar la configuración”. (p.8)

2.3.9. Componentes del sistema de control electrónico de inyección

2.3.10. Sensor de temperatura del refrigerante ECT (Engine Coolant Temperature), WTS (Water Temperature Sensor)

Para determinar la temperatura del funcionamiento del motor se utiliza un sensor en contacto permanente con el líquido de refrigeración, figura 68.

(Alonso J. , 2003) Menciona: “Este sensor es una resistencia NTC, cuyo valor óhmico varia con la temperatura, enviando una señal a la unidad de control que informa de la temperatura de funcionamiento del motor. Esta señal es tomada como magnitud correctora para calcular el tiempo de inyección en las fases de arranque y posterior calentamiento del motor, así como el avance del encendido. Además, en función de esta señal se adecua el régimen de ralentí durante la fase de calentamiento”. (p.120)

En algunas aplicaciones, la señal de temperatura del motor se utiliza también para el enriquecimiento en fase de aceleración en función de la temperatura del motor y el corte de inyección en retención para temperatura superior a 60°C.



Figura 68 Sensor de temperatura del refrigerante.
Fuente: (OBD CODES, 2015)

La temperatura baja del líquido refrigerante genera resistencia alta 100K Ω a 40°C, mientras que a temperatura alta genera una resistencia baja 70 Ω a 130°C.

- Voltaje de alimentación: 5V
- Voltaje de referencia baja: 0V

Un típico motor caliente debe estar alrededor de los 0.6 volts. Las lecturas en un motor frío, variarían dependiendo de la temperatura ambiente. Entre 3.5 volts a 32° F (0° C) y 2.5 volts a 90° F (32° C).

La ECU proporciona una señal de 5V al sensor a través de una resistencia de la ECU y hace medición de voltaje. El voltaje será alto con el motor frío y será bajo con el motor caliente. La temperatura del líquido refrigerante afecta la mayor parte de los sistemas controlados por la ECU. Si el sensor se encuentra averiado o su conexión la ECU toma como referencia para el control la señal que correspondería a una temperatura del motor de 90°C.

2.3.11. Sensor de temperatura del aire de la admisión IAT (Intake Air Temperature)

(Rueda, 2006) afirma: “Este sensor mide la temperatura ambiente. A medida que la temperatura del aire disminuye, aumenta la densidad, y como resultado la ECU debe inyectar más combustible y, respectivamente cuando aumenta la temperatura del aire se inyecta menos combustible. El sensor de temperatura del aire es una resistencia sensible a la temperatura o termistor de coeficiente negativo de temperatura (NTC), el cual tiene una resistencia de 400 a 500 ohms a 10°C y entre 150 y 200 ohms a 37°C”. (p.132)

Este sensor figura 69, cuando el aire de admisión se encuentra frío la resistencia del termistor es alta por lo tanto el voltaje es alto, si la resistencia del sensor disminuye hay caída de voltaje. Esta señal es utilizada para el control de:

- Liberación de combustible
- Control del aire en Ralentí
- Punto electrónico de encendido



Figura 69 Sensor de temperatura de aire de admisión IAT
Fuente: (Motorsport, 2011)

2.3.12. Sensor de temperatura del combustible FTS

En el (Manual Kia Motors, 2012) manifiesta que: “Al utilizar un sensor de temperatura de combustible figura 70, el ECM puede hacer correcciones de la duración de la inyección y la presión para compensar el cambio de densidad del combustible. El sensor de temperatura del combustible está ubicado en la línea de alimentación de combustible. En la medida que aumente la temperatura del combustible, el ECM modifica la relación de inyección y suministro, al mismo tiempo ajusta los parámetros de funcionamiento para la válvula de control de presión del riel”.

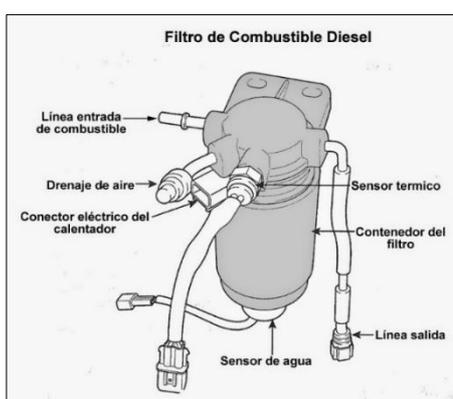


Figura 70 Sensor de temperatura del Hyundai Getz CRDI.
Fuente: (Mecánica básica de mi coche, 2014)

Como un combustible caliente tiene una menor cantidad de moléculas, y

un combustible más frío tiene una mayor cantidad de ellas, se requiere medir su temperatura para informas a la ECU, para que ella decida abrir el inyector un tiempo menor o mayor, para que permita inyectar una cantidad de combustible exacta en todas las condiciones de trabajo del motor.

2.3.13. Sensor de temperatura de gases de escape

(Bosch, 2002) Afirma: “Este sensor figura 71, se monta en puntos térmicamente críticos del sistema de escape. Se emplean también para regular sistemas de tratamiento de los gases de escape. La resistencia de medición es generalmente de platino (campo de medición -40°C a $+1000^{\circ}\text{C}$)” (p.21).

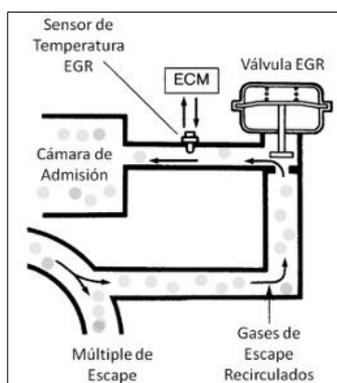


Figura 71 Sensor de temperatura de los gases de escape.
Fuente: (e-auto, 2015)

2.3.14. Sensor de posición del cigüeñal CKP (Crankshaft Position).

(Alonso J. , 2003) asegura: “La velocidad de rotación del motor y el posicionamiento instantáneo del cigüeñal son detectados en general mediante un captador inductivo colocado frente a los dientes mecanizados de la periferia del volante motor, figura 72. Se obtiene así una señal senoidal que informa a la unidad de control del régimen motor y otra de impulso más ancho que detecta el paso del pistón número uno por el p.m.s. En otras aplicaciones la señal del régimen motor es tomada de un generador de impulsos ubicado en el distribuidor de encendido de tipo efecto hall”. (p.119)

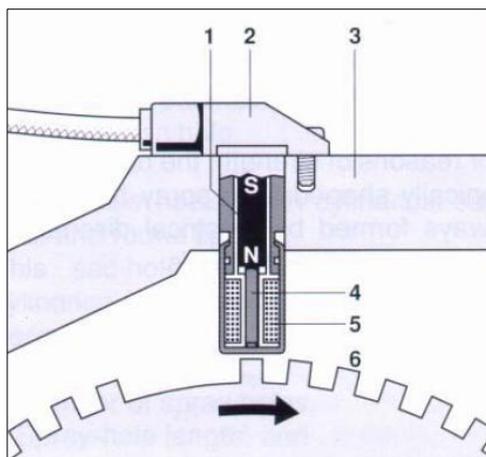


Figura 72 Sensor de posición del cigüeñal
Fuente: (Kia Motors, 2003)

Este sensor posee referencia alta y referencia baja directa con la ECU, el cable es blindado con la masa en la ECU para limitar las interferencias. El sensor CKP consiste de un colector de resistencia variable cuya función es generar voltaje alterno que es relacionado con la rotación del motor, es así:

- A 200mV de voltaje alterno el motor se encuentra abajo de 60 r.p.m.
- A 120v de voltaje alterno el motor se encuentra encima por encima de 6000 r.p.m.

2.3.15. Sensor de posición del eje de levas CMP (Camshaft Position).

(Rueda, 2006) Menciona: “Además de la señal del inductivo del cigüeñal, se requiere una segunda señal para la correcta sincronización de la inyección, generalmente es de tipo hall y acoplado al árbol de levas, figura 73. La determinación de las r.p.m. se efectúa a partir del sensor inductivo del cigüeñal. La señal tipo hall genera un pulso por vuelta, justo en el momento en que el pistón uno se encuentre en el p.m.s. y en fase de admisión, a diferencia de la señal inductiva del cigüeñal que indica el p.m.s del pistón uno, pero no en una fase determinada. Cuando el sistema detecta la coincidencia de ambas señales (pistón uno en p.m.s y admisión), genera un tren de pulso hacia los inyectores siguiendo el orden de inyección”. (p.87)



Figura 73 Sensor de posición del árbol de levas.
Fuente: (Ocaño, 2013)

2.3.16 Sensor de posición del estrangulador TPS (Throttle Position Sensor)

(Crouse, 2007) Menciona: “A fin de proporcionar a la ECU información sobre la posición del acelerador, se monta un sensor de posición del acelerador (TPS) sobre el cuerpo del mismo que es un potenciómetro, figura 74, que envía de manera continua una señal de voltaje variable a la ECU. Un potenciómetro es un resistor variable, que convierte un movimiento mecánico en un voltaje. En el sensor de posición del acelerador este voltaje está relacionado directamente (es decir, es proporcional) con la posición de la válvula del acelerador. Cuando el conductor oprime el pedal del acelerador, la válvula del acelerador se abre y mientras más se abra la válvula del acelerador, más elevada será la señal de voltaje que se envía del sensor de posición del acelerador a la ECU”. (p.320)



Figura 74 Sensor de posición del estrangulador.
Fuente: (Bosch, 2015)

En el sensor TPS los voltajes a tomar en cuenta son:

- Voltaje alimentación: 5V
- Voltaje señal: 0.5v a 4.6V
- Voltaje de referencia baja: 0V

En caso de una falla del TPS la ECU sustituye el valor incorrecto de la señal por una señal artificial basada en la rotación del motor, esto puede representar una marcha mínima elevada.

2.3.17. Sensor de presión en el múltiple de admisión MAP (Manifold Absolute Pressure)

(Bosch, 2004) asevera que: “El sensor MAP mide la alteración de presión en el colector de admisión resultante de la variación de carga de rotación del motor, y convierte en salida de voltaje, figura 75. La condición de mariposa de aceleración cerrada, debido a desaceleración del motor, ira a generar salida relativamente baja en el sensor MAP. La condición de la mariposa de aceleración abierta, ira generar salida alta. La señal de salida alta producida por la presión interna en el colector es igual la presión externa en el colector, por lo tanto hay medición del 100% de presión externa del aire. El valor del sensor MAP es opuesto al valor medido en un medidor de vacío, cuando la presión del colector es alta, el vacío es bajo el sensor de presión absoluta en el colector también es usado para medir la presión barométrica en algunas condiciones; lo que permita a la ECU efectuar automáticamente las compensaciones en diferentes altitudes”. (p.8)



Figura 75 Sensor de presión en el múltiple de admisión.
Fuente: (Puluc, 2014)

En el sensor MAP los voltajes a tomar en cuenta son:

- Voltaje alimentación: 5V
- Voltaje de señal: 0.8v a 2V
- Motor apagado: señal entre 3.8V a 4.8V
- Marcha ralentí: señal entre 1.2V a 1.8V
- Aceleración súbita: 3.8v a 4.8V
- Desaceleración: señal entre 0.5V y 1.2V
- Marcha de cruce: señal entre 1.2V a 1.8V
- Voltaje de referencia baja: 0V

Un valor más alto de presión, vacío bajo (alto voltaje) requiere mayor cantidad de combustible, en cuanto que presión más baja, vacío más alto (voltaje bajo) requiere menos cantidad de combustible.

2.3.18. Sensor de presión del riel RPS

En el (Manual Kia Motors, 2012) afirma: “Con el fin de suministrar una señal de voltaje al ECM que corresponda a la presión aplicada, el sensor de presión del riel debe medir la presión instantánea en el riel con adecuada precisión y lo más rápido posible, figura 76. El combustible fluye hacia el sensor de presión del riel a través de una abertura en el riel y al extremo, el que esta sellado por el diafragma del sensor”.

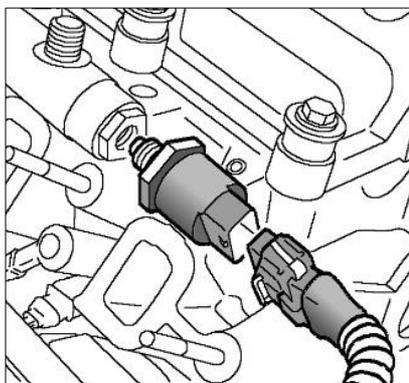


Figura 76 Sensor de presión del riel.
Fuente: (Landy Zone, 2012)

En el (Manual Kia Motors, 2012) menciona: El combustible presurizado alcanza al sensor del diafragma a través de un orificio ciego. El elemento sensor (dispositivo semiconductor) para convertir la presión en una señal eléctrica está montado en este diafragma. La señal generada por el sensor es ingresada al circuito de evaluación que la amplifica y envía la señal al ECM.

2.3.19. Sensor de presión del turbo BPS

En el (Manual Kia Motors, 2012) asegura que: “En los vehículos con turbo cargador de geometría variable (VGT), hay un sensor de presión del turbo (BPS) montado en el múltiple de admisión. El sensor es necesario para controlar la posición de las aletas dentro del turbo cargador” (p.17). Figura 77.



Figura 77 Sensor de presión del turbo.
Fuente: (BMW FAQ CLUB, 2011)

En el (Manual Kia Motors, 2012) afirma: El sensor está compuesto por un chip de silicio piezoresistivo y un circuito Integrado. Un vacío perfecto se aplica en un lado del chip de silicio y en el otro lado se aplica la presión del múltiple. La diferencia de presión flexa el chip de silicio, provocando un cambio en su resistencia y por ende un cambio en el voltaje de salida”. (p.17)

2.3.20. Sensor de oxígeno EGO (Exhaust Gas Oxygen), HEGO (Heated Exhaust Gas Oxygen)

(Bosch, 2004) Menciona: El sensor figura 78, está ubicado próximo a la culata del motor, en el colector de escape. Monitorea el contenido de oxígeno en el escape, es un elemento de circonio posicionado entre dos placas de platino. Al entrar en contacto con el oxígeno, el circonio se torna un conductor eléctrico. En las placas de platino ocurre una reacción química, haciendo formación de iones de oxígeno en las placas. En las dos placas de platino hay formación de iones de oxígeno, en el lado de referencia de aire del sensor hay formación de mayor cantidad de iones de oxígeno que en el lado de los gases de escape. El exceso de iones de oxígeno formado en el lado de referencia de aire produce un potencial eléctrico en relación a lado de los gases de escape. Cuando a mezcla aire/combustible esta rica aparecen menores iones de oxígeno en el lado de los gases de escape, en el sensor". (p.11)



Figura 78 Sensor lambda o de oxígeno.
Fuente: (Ocaño, 2013)

El voltaje del sensor de oxígeno puede ir de menos de 0.1v hasta 1.3v sin embargo, el intervalo típico de operación de un sensor de oxígeno está entre 100 y 900mV. Cuando el voltaje se acerca a 450mV, la relación aire combustible está cerca de la relación estequiometría ideal (14.7:1), si el voltaje es superior a 450mV, el contenido de oxígeno del gas de escape es bajo y la relación aire/combustible es rica. Si el voltaje es inferior a 450mV el contenido de oxígeno es elevado y la relación aire combustible es pobre. Mediante el uso de la señal del sensor de oxígeno la ECU ajusta el ancho de pulso del inyector para enriquecer o empobrecer la mezcla aire/combustible.

2.3.21. Sensor de flujo másico de aire MAF (Mass Air Flow)

Para medir de manera directa el flujo del aire de admisión, los motores de automóviles utilizan varios tipos de sensores de flujo de aire figura 79, que incluye los de alambre caliente y película caliente, cada uno de ellos mide de manera continua el volumen o la masa de aire que fluye a través del sensor de flujo de aire. Esta información es entonces envía a la ECU.



Figura 79 Sensor de flujo másico de aire.
Fuente: (Bosch, 2015)

Alambre caliente:

(Crouse, 2007) Sostiene: “Este es un sensor del tipo de masa de flujo de aire, que mide la masa del aire de admisión. Un alambre de platino se coloca en la trayectoria del flujo del aire y un sensor de temperatura del aire de admisión mide la temperatura (o la densidad) del aire de admisión. La ECM envía una corriente eléctrica a través del alambre de platino para mantenerlo a una temperatura constante por encima de la temperatura del aire de admisión. Sin embargo, mientras mayor sea el flujo de aire, más se enfriará el alambre caliente. Entonces el ECM debe incrementar la corriente para mantener el alambre a la temperatura especificada. Esta corriente variable se convierte en un voltaje variable que es enviado a la ECM. El voltaje es proporcional a la masa del aire que entra al motor”. (p.323)

El sensor de aire de película caliente consiste en una hoja o rejilla de metal o de níquel recubierta con un material de alta temperatura, su funcionamiento es similar al de alambre caliente. En el sensor MAF los voltajes a tomar en cuenta son:

- Voltaje alimentación: 5V
- Voltaje señal: 0.6v a 0.9V
- Acelerador a fondo: 3.5v a 4.2V
- Voltaje referencia baja: 0V

2.3.22. Sensor de velocidad del vehículo VSS (Vehicle Speed Sensor)

El sensor de velocidad es alimentado con 12V y es un sensor de efecto hall. El sensor proporciona a la ECU una señal de pulso, cuya frecuencia es proporcional a la velocidad del vehículo. Esta señal la utiliza la ECU para controlar la válvula de control de aire de marcha mínima IAC, disminuir la inyección de combustible cuando se frena el vehículo y desconectar el ventilador cuando el vehículo está en velocidad alta.

Por otro lado el sensor de velocidad del vehículo VSS proporciona una señal de corriente alterna al PCM la cual es interpretada como velocidad del vehículo. Este sensor es un generador de imán permanente montado en la caja de velocidades o en la cadena del velocímetro, figura 80. Al aumentar la velocidad del vehículo, la frecuencia y el voltaje aumentan, entonces el PCM convierte ese voltaje en Km/h, el cual usa para sus cálculos.



Figura 80 Sensor de velocidad del vehículo.
Fuente: (Guerra, 2012)

2.3.23. Sensor de detonación KS (Sensor Knock)

(Rueda, 2006) Menciona: “Esta atornillado en el bloque del motor debajo del colector de admisión. Es un cristal piezoeléctrico el cual genera una señal

cuando capta una detonación. Sirve para informar a la ECU la existencia de una detonación en alguno de los cilindros. La ECU con esta señal del sensor, atrasa el punto de ignición con el objetivo de solucionar la falla. Una vez desaparecida la detonación, la ECU vuelve al ángulo de avance inicial". (p.194)



Figura 81 Sensor de detonación.
Fuente: (Ocaño, 2013)

El sensor figura 81, de tipo piezoelectrico tiene la característica de generar una tensión eléctrica cuando se produce un golpe del pistón contra las paredes del cilindro, y esta señal se entrega a la ECU la misma que ordena el retardo del punto de encendido en el que se localizaba en ese momento.

Si el pistoneo continua, la ECU retarda unos grados más y así progresivamente, hasta que el sensor ya no detecte este fenómeno, momento en el cual decide nuevamente adelantar el punto de encendido para obtener del motor mayor potencia.

2.3.24. Sensor del pedal del acelerador APS

(Alonso J. , 2001) afirma: "Este captador figura 82, está unido al pedal del acelerador mediante un cable de acero que produce la rotación del eje A, al que se acopla en su extremo inferior el cursor de un potenciómetro B, cuya resistencia varia proporcionalmente con la posición del pedal del acelerador.

El potenciómetro transmite una señal de tensión a la unidad de control, mediante la cual se detecta la posición del acelerador. Un muelle antagonista genera la contrapresión necesaria en respuesta a la fuerza ejercida con el pie por el conductor. La unidad de control puede determinar y ajustar con precisión la cantidad de combustible que se debe inyectar para cualquier condición de funcionamiento del motor, tomando como referencia la señal de este sensor que juntamente con la señal de régimen determinan el caudal de inyección en función del régimen de giro y de la carga. Dispone también generalmente de un contacto de dos posiciones que permiten detectar los estados de reposo del acelerador y el comienzo de la fase de aceleración, que se inicia a partir de una rotación aproximada de 9°. (p.239)

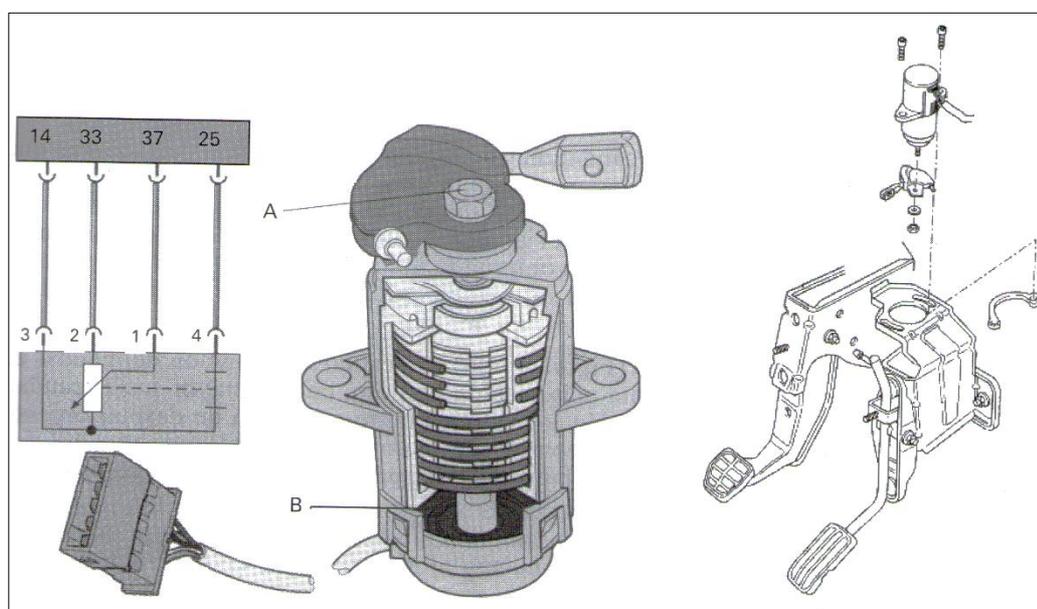


Figura 82 Captador de posición del pedal del acelerador.

El sensor de posición contiene dos potenciómetros que varían el voltaje de entrada al módulo de control basado en la posición del ángulo del eje del sensor, hay dos potenciómetros diferentes para asegurar que la información del sensor sea precisa. En la figura 83, se puede observar el sensor APS en el pedal del acelerador.



Figura 83 Sensor del pedal del acelerador.
Fuente: (VDO España, 2015)

2.3.25. Válvula de control de marcha mínima IAC (Idle Air Control)

(Rueda, 2006) asegura: “La válvula controladora de aire de marcha mínima figura 84, controla la rotación del motor en marcha mínima. La válvula IAC altera la rotación de la marcha mínima e impide que el motor se apague, ajustando la derivación del aire, de tal modo que compense las variaciones de carga del motor, consiste en un motor de dos bobinas de 12 voltios (bipolares). La válvula de embolo cónico se retrae para aumentar el flujo de aire o se extiende para reducirlo. La ECU controla por intermedio de la válvula IAC la rotación de marcha mínima. Los parámetros utilizados por la ECU para el cálculo de la rotación de la marcha mínima son:

- Presión absoluta en el colector de admisión.
- Temperatura de líquido refrigerante.
- Voltaje de la batería.
- Activación del aire acondicionado (A/C).

Por lo tanto, cuando el motor esta frio el voltaje de la batería esta por lo bajo de lo normal, la ECU aumenta la rotación de marcha mínima para que la temperatura y el voltaje alcancen sus valores correspondientes”. (p.232)



Figura 84 Válvula de control de marcha mínima.
Fuente: (Ocaño, 2013)

Para mantener las revoluciones estables del motor también se lo puede lograr con otros sistemas, como se utiliza una válvula rotativa, cuyas características de trabajo son diferentes al motor paso a paso analizado anteriormente, pero cumple con las mismas funciones.

2.3.26. Válvula de recirculación de gases EGR (Exhaust Gas Recirculation)

(Ribbens, 2008) Menciona: “La recirculación de gases de escape (EGR) se emplea para reducir las emisiones de NOx. La cantidad de EGR se regula mediante el controlador del motor. Cuando el controlador ha determinado la cantidad correcta de EGR con base a las mediciones de varios sensores del control de motor, el control envía una señal eléctrica al actuador EGR. Normalmente este actuador es una válvula de posición variable que regula la EGR como una función de la presión en el múltiple de admisión y la presión de los gases de escape.

Este actuador figura 85, es una válvula de diafragma operada por vacío con un resorte que mantiene la válvula cerrada si no se aplica vacío. El vacío que opera al diafragma es proporcionado por el múltiple de admisión y es controlado por una válvula operada por solenoide. Esta válvula solenoide es controlada por la salida del sistema de control. La cantidad de apertura de la válvula está determinada por la presión promedio sobre el lado de vacío del diafragma. Esta presión se regula pulsando el solenoide con una corriente

eléctrica de control de ciclo de servicio variable”. (p.230)

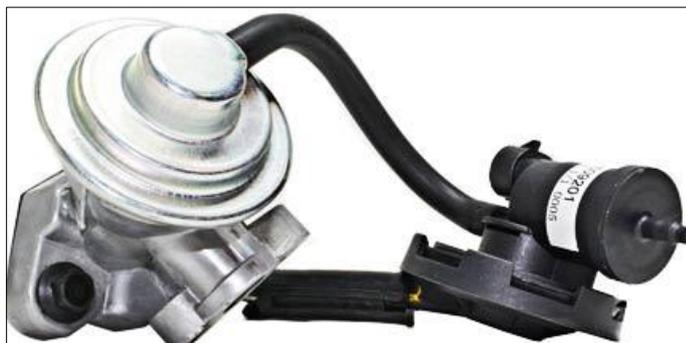


Figura 85 Válvula de recirculación de gases.
Fuente: (AUTO PARTS WAREHOUSE, 2014)

2.3.27. Válvula de emisiones evaporativas cánister

(Coello, 2005) Afirma: “Este control se lo realiza por medio de la misma computadora del sistema de inyección, la misma que decide el momento oportuno para utilizar estos vapores durante el trabajo del motor. La computadora envía pulsos a una válvula solenoide o válvula electromagnética figura 86, la cual abre el paso de la depresión del motor hacia la válvula, y los vapores almacenados en el filtro de carbón son absorbidos y consumidos por el motor. Esta operación de los vapores del depósito nunca se la realiza en revoluciones de ralentí, para no ahogar al motor o enriquecer demasiado la mezcla, sino principalmente en etapas de aceleración, es decir utilizando estos vapores combustibles, disminuyendo paralelamente el caudal de inyección que entrega la computadora a los inyectores”. (p.133)



Figura 86 Válvula de control de emisiones evaporativas del cánister.
Fuente: (TICO RACER, 2015)

2.3.28. Válvula de control de presión del riel – RPCV

En el (Manual Kia Motors, 2003) asegura: “La válvula de control de presión es responsable de mantener la presión en el riel a nivel constante. Este nivel es función de las condiciones de funcionamiento del motor. Si la presión de combustible es excesiva, se abre la válvula y el combustible se devuelve al tanque a través de la línea de retorno. Si la presión no es lo suficientemente elevada, se cierra la válvula y la bomba de alta presión aumenta la presión en el riel. La bola del asiento de la válvula está sujeta a la presión del acumulador de alta presión. Esta fuerza se junta al total de las fuerzas que actúan contra la bola desde el otro lado mediante el resorte y el electro imán, figura 87”. (p.38)

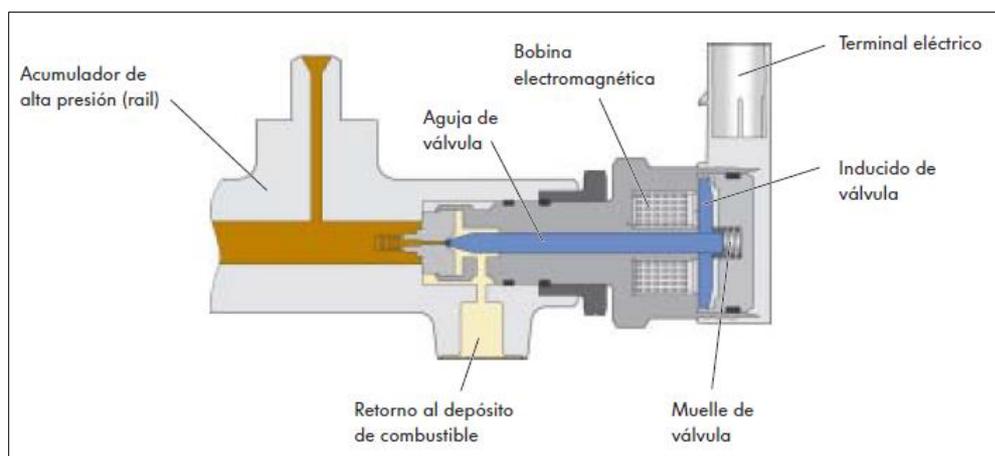


Figura 87 Válvula de control de presión del riel.
Fuente: (e-auto, 2015)

2.3.29. Turbo alimentador de geometría variable VGT

(Casanova Jiménez, 2014) Afirma: “El ECM controla una válvula solenoide (relación de trabajo) para efectuar un vacío en el actuador que a su vez está conectado a un varillaje que tira una placa base giratoria. Dentro de la placa base están conectadas las paletas mediante un mecanismo de levas a través del cual se establece el ángulo de inclinación de la paleta, figura 88”. (p.59)



Figura 88 Turbo alimentador de geometría variable.
Fuente: (KIA MOTORS, 2013)

2.3.30. Bujías incandescentes

(Bosch, 1999) Afirma: “Para un buen arranque en frío y para mejorar la fase de calentamiento relevante para los gases de escape, es responsable el control del tiempo de incandescencia. El tiempo de pre-incandescencia depende de la temperatura del líquido refrigerante. Las demás fases de incandescencia durante el arranque del motor o con el motor en marcha, son determinadas por una variedad de parámetros, entre otras cosas, por el caudal de inyección y por el número de revoluciones del motor. El control del tiempo de incandescencia se produce mediante un relé de potencia, figura 89”. (p.38)

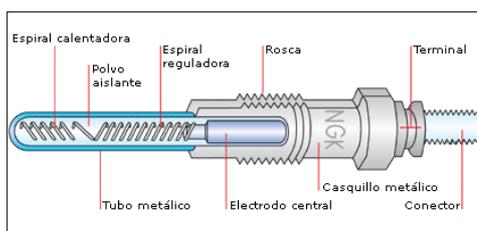


Figura 89 Bujía incandescente.
Fuente: (Gaton, 2014)

2.3.31. Bobina DIS (Direct Ignition System)

(Bosch, 2004) Menciona: “El sistema de encendido directo DIS, también conocido como modulo integrado electrónico de bobina (IC), consiste en la combinación de bobina y actuadores electrónicos, en un único modulo sellado. Las informaciones del avance y punto de encendido son

directamente liberados por el ECM al actuador del sistema electrónico de la bobina. El actuador de la bobina y el sistema electrónico cargan la bobina y limitan su corriente, para controlar la disipación de potencia primaria. Las bobinas tienen conexión de alto voltaje en cada extremidad de sus devanados secundarios, por lo tanto, cada bobina acciona dos bujías de encendido. El módulo DIS es capaz de recibir dos señales en secuencia de punto electrónico de encendido (EST). La señal EST A contiene las informaciones del encendido (punto y punto de avance) referentes a una bobina, y la señal EST B contiene las informaciones del encendido para la otra bobina”. (p.15)

Los tipos de encendido DIS que existen son:

- Encendido DIS simultáneo.-Utiliza una bobina por cada dos cilindros. La bobina forma conjunto con una de las bujías y se conecta mediante un cable de alta tensión con la otra bujía, figura 90.
- Encendido DIS directo.- Contiene una bobina por cada cilindro, montadas muy cerca de la culata.



Figura 90 Bobina DIS chispa perdida.
Fuente: (Naka Tech Racing, 2012)

2.3.32. Bomba de combustible de gasolina

(Coello, 2005) Menciona: “La bomba figura 91, no es más que un motor eléctrico de corriente continua, diseñado con bobinas de campo inicialmente y ahora de imanes permanentes de gran potencia, cuyo rotor o inducido impulsa a una bomba de rodillos, de paletas, o de piñones, similar una bomba

de aceite de motor. La bomba de rodillos es la más utilizada especialmente en bombas donde se requiere alimentar con un gran presión. Como la bomba adquiere una gran temperatura bastante alta durante su funcionamiento, se le ha diseñado para que esté inmersa en el mismo depósito, con lo cual el mismo combustible se encarga de enfriarla. También se ha utilizado este procedimiento, ya que la bomba, al no tener mucha fuerza para succionar el combustible, necesita estar alojado lo más cerca al depósito y en el nivel inferior de este, que es un lugar idóneo para su instalación. (p.12)



Figura 91 Bomba de combustible para sistemas de inyección a gasolina.
Fuente: (Felipe Eduardo, 2009)

2.3.33. Bomba previa en inyección electrónica diésel

(Domínguez & Ferrer, 2008) afirman: “La bomba de transferencia figura 92, suministra el combustible que es aspirado del depósito. Las impurezas del combustible son filtradas por un filtro para evitar el desgaste prematuro de los componentes de precisión y el combustible sobrante se devuelve al depósito de combustible a través del retorno de combustible”. (p.56)

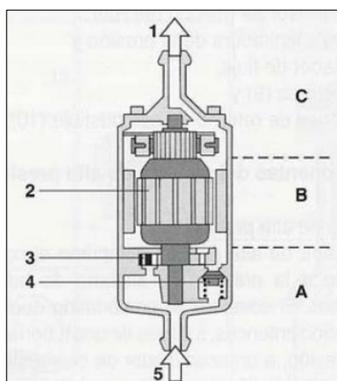


Figura 92 Bomba previa para sistemas de inyección diésel.
Fuente: (Bosch, 1999)

Partes de la bomba previa para sistemas de inyección diésel, figura 92:

A. Elemento de bomba, B. Electromotor, C. Tapa de conexión.

1. Lado de impulsión, 2. Inducido del motor, 3. Bomba celular de rodillos,
4. Limitador de presión, 5. Lado de aspiración.

(Bosch, 1999) asegura: “La bomba previa, una electrobomba de combustible con filtro previo (sistema CRDI Bosch CP1) o una bomba de combustible de engranajes (sistema CRDI Bosch CP3), aspira el combustible extrayéndolo del depósito de combustible y transporta continuamente el caudal de combustible necesario, en dirección a la bomba de alta presión”.(p.13)

2.3.34. Inyector

a) En sistemas de inyección electrónica a gasolina



Figura 93 Inyector para sistemas de inyección a gasolina.
Fuente: (Castro, 2012)

(Ribbens, 2008) Menciona: “Un inyector de combustible es (en esencia) una válvula operada por solenoide figura 93. La válvula se abre o se cierra para permitir o bloquear el flujo de combustible al motor. La válvula está conectada al elemento móvil del solenoide y es conmutada por la activación de este último. En un inyector de combustible donde no este fluyendo corriente, el elemento móvil del solenoide se mantiene hacia abajo contra el tope, cubriendo la apertura o boquilla. De esta forma se impide que el combustible fluya desde la cámara de combustible presurizada hacia la

apertura. Cuando fluye corriente a través de la bobina del solenoide, el elemento móvil se conmuta hacia arriba, la apertura queda expuesta y el combustible (bajo presión) se rocía a través de esta apertura”. (p.228)

b) Piezoeléctrico integrado en la tubería para sistema de inyección electrónico diésel

La estructura del inyector piezoeléctrico integrado en la tubería se divide esquemáticamente en los siguientes grupos constructivos, figura 94.

3. Módulo actor (3),
4. Acoplador hidráulico o multiplicador,
5. Válvula de control o servo válvula, y
6. Módulo de inyector.

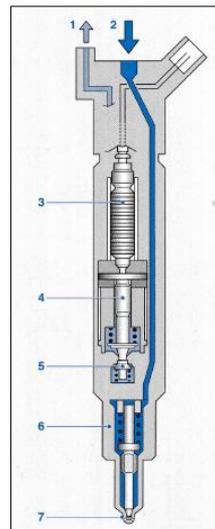


Figura 94 Inyector piezoeléctrico integrado en la tubería.
Fuente: (Bosch, 2005)

El sistema de inyección ofrece además la posibilidad de obtener muy cortas distancias entre los procesos de inyección. La cantidad y el acondicionamiento de la dosificación del combustible pueden representar hasta cinco procesos de inyección por ciclo de inyección, adaptándose así los requisitos a los momentos de servicio del motor.

c) Activación del inyector piezoeléctrico integrado en la a tubería Common Rail

La activación del inyector se efectúa mediante la unidad de control del motor, cuya etapa final ha sido diseñada especialmente para estos inyectores. Se prescribe una tensión de activación de referencia en función de la presión del conducto común del momento de servicio ajustado. La aplicación de corriente se efectúa en forma de impulso, figura 95 hasta alcanzarse una divergencia mínima entre la tensión de referencia y la tensión de regulación. El incremento de la tensión se transforma proporcionalmente en la carrera del actor piezoeléctrico.

Mediante la multiplicación hidráulica, la carrera del actor genera un incremento de la presión en el acoplador hasta que se elimina la igualdad de tuerzas en la válvula de mando y se abre la válvula. Tan pronto como la válvula de mando alcanza su posición final, comienza a descender la presión en la cámara de control a través de la aguja y se efectúa la inyección.

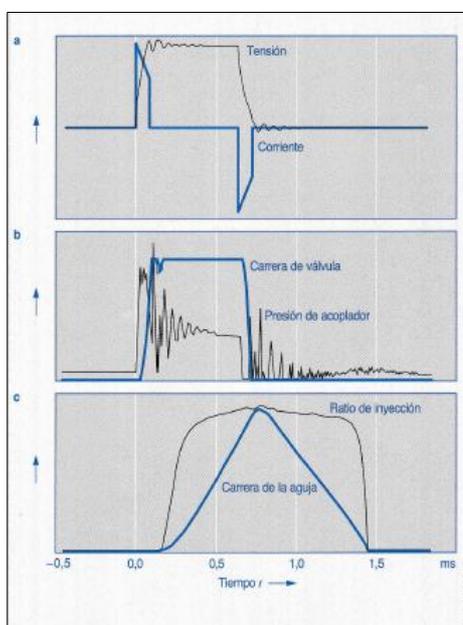


Figura 95 Secuencia de activación en una inyección del piezoeléctrico integrado en la tubería.

Fuente: (Bosch, 2005)

2.3.35. Unidad de control

Con la técnica digital se abren múltiples posibilidades para el control y la regulación en el automóvil. Muchos factores de influencia se pueden integrar simultáneamente, de modo que los sistemas se pueden hacer funcionar de manera óptima.

(Bosch, 2002) Afirma: “La unidad de control recibe las señales eléctricas de los sensores, las evalúa y calcula las señales de activación para los elementos actuadores. El programa de control, el software está almacenado en una memoria. De la ejecución del programa se encarga un microcontrolador. Los componentes de la unidad de control reciben el nombre de hardware”. (p.38)

2.3.36. Estructura

La placa de circuitos impresos con los componentes electrónicos figura 96, se encuentra dentro de una caja metálica. Los sensores, los actuadores y la alimentación de corriente están conectados a la unidad de control a través de un enchufe multipolar (4). Los pasos finales de alta potencia (6) para la activación directa de los actuadores están integrados en la caja de la unidad de control de tal forma que se garantiza una buena disipación térmica hacia la caja.

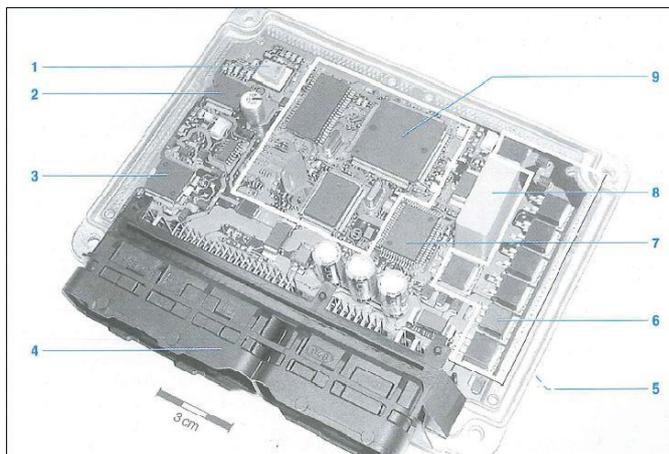


Figura 96 Placa de circuitos impresos con los componentes electrónicos.
Fuente: (Bosch, 2002)

Los componentes electrónicos de la figura 96 son: 1. Sensor de presión atmosférica 2. Fuente de alimentación con estabilización de tensión 3. Paso final de baja potencia 4. Enchufe de conexión 5. Interface CAN y circuitos generales de entrada y salida (ubicados en la parte inferior de la placa y por eso no visibles) 6. Pasos finales de alta potencia 7. ASIC para la activación de los pasos finales 8. Acumulador de tensión de refuerzo (Common Rail) 9. Núcleo del microcontrolador.

2.3.37. Procesamiento de datos

a) Señales de entrada

Los sensores junto con los actuadores constituyen, como periferia, el interface entre el vehículo y la unidad de control como unidad de procesamiento. Las señales eléctricas de los sensores se conducen a la unidad de control a través de un mazo de cables y el enchufe de conexión. Estas señales pueden tener diferentes formas:

b) Señales de entrada analógicas

Las señales de entrada analógicas pueden adoptar cualquier valor de tensión dentro de una gama determinada. Ejemplos de magnitudes físicas que están disponibles como valores de medición analógicos son la masa de aire aspirada, la tensión de la batería, la presión en el tubo de admisión y la de sobrealimentación, así como la temperatura del líquido refrigerante y la del aire de admisión.

(Bosch, 2002) afirma: “Los convertidores analógico-digitales en el microcontrolador de la unidad de control las convierten en valores digitales con los que puede operar el microprocesador” (p.39).

c) Señales de entrada digitales

Las señales de entrada digitales tienen sólo dos estados: alto-lógico 1 y

bajo-lógico 0. Ejemplos de señales de entrada digitales son las de conmutación conexión/desconexión o señales de sensores digitales como los impulsos de revoluciones de un sensor hall o de un sensor de célula magneto-resistiva. El microcontrolador las puede procesar directamente.

d) Señales de entrada en forma de impulsos

Las señales de entrada en forma de impulsos de sensores inductivos con informaciones sobre el número de revoluciones y la marca de referencia se regeneran en una parte propia del circuito de la unidad de control. A la vez se suprimen impulsos parásitos, y las señales en forma de impulsos son transformadas en señales digitales rectangulares.

2.3.38. Regeneración de señales

(Bosch, 2002) menciona: “Las señales de entrada se limitan con circuitos de protección a niveles de tensión admisibles. La señal útil se libera mediante filtración ampliamente de señales perturbadoras superpuestas y, en su caso, se adapta por amplificación a la tensión de entrada admisible del microcontrolador 0...5V. Según el grado de integración del sensor, la regeneración de señales se puede efectuar parcial o totalmente en el sensor”. (p.39)

2.3.39. Procesamiento de señales

La unidad de control es la central de mando para el desarrollo de las funciones de control del motor, figura 97.

El microcontrolador ejecuta los algoritmos de mando y regulación. Las señales de entrada puestas a disposición por los sensores e interfaces hacia otros sistemas sirven de magnitudes de entrada.

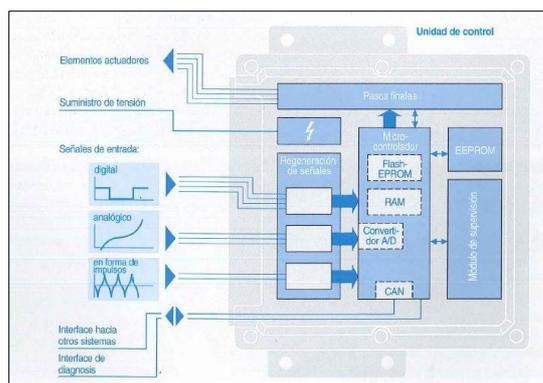


Figura 97 Procesamiento de señales en la unidad de control.
Fuente: (Bosch, 2002)

2.3.40. Microcontrolador

El microcontrolador es el elemento central de una unidad de control, el regula el desarrollo de las funciones. Además de la CPU (Central Processing Unit), en un microchip del microcontrolador también están integrados canales de entrada y de salida, unidades de temporización, RAM, ROM, interfaces en serie y otros componentes periféricos. Un cuarzo sincroniza el microcontrolador.

2.3.41. Memoria de programa y de datos

El microcontrolador necesita un programa, el software para el cálculo. Este programa está almacenado en una memoria en forma de valores numéricos binarios, divididos en juegos de datos.

La CPU lee estos valores, los interpreta como órdenes y ejecuta éstas en el orden establecido.

(Bosch, 2002) asegura: “El programa está almacenado en una memoria de valores fijos (ROM, EPROM o Flash-EPROM). Adicionalmente se almacenan en la memoria datos específicos de cada variante (datos individuales, curvas y diagramas característicos). Se trata de datos invariables que no pueden ser modificados durante el servicio del vehículo. Ellos influyen en los procesos de control y regulación del programa. La

memoria de programa puede estar integrada en el microcontrolador y, según la aplicación, puede estar ampliada con un componente separado por ejemplo mediante una EPROM o Flash-EPROM externas”. (p.40)

2.3.43. ROM (Read Only Memory).

Las memorias de programa pueden estar ejecutadas como memoria ROM. Se trata de una memoria de sólo lectura, cuyo contenido se fija durante su fabricación y ya no puede ser modificado.

La capacidad de memoria de la ROM integrada en el microcontrolador es limitada. Para aplicaciones complejas se necesita una memoria complementaria.

2.3.44. EPROM (Erasable Programmable ROM)

La EPROM se puede borrar mediante la irradiación de rayos UV y escribir de nuevo con un programador. La EPROM se ejecuta casi siempre como componente separado. La CPU responde a la EPROM a través del bus de direcciones/bus de datos.

2.3.45. Flash-EPROM (FEPROM)

La Flash-EPROM recibe a menudo el nombre de flash. Se puede borrar eléctricamente. Así se puede reprogramar una unidad de control en el taller de servicio al cliente sin tener que abrirla.

La unidad de control se conecta a la estación de reprogramación a través de un interface en serie. Si el microcontrolador contiene adicionalmente una memoria ROM, están almacenadas en ella las rutinas de programación para Flash.

(Bosch, 2002) Afirma: “Las Flash-EPROM pueden estar integradas también junto con el microcontrolador en un microchip (a partir de EDC16).

Por razón de las ventajas que presenta, la Flash- EPROM está sustituyendo a la EPROM convencional” (p.41).

2.3.46. Memoria variable o de trabajo

Se necesita una memoria de escritura/lectura (RAM) para almacenar datos variables, por ejemplo valores de cálculo y de señales.

2.3.47. RAM (Random Access Memory).

El almacenamiento de todos los valores actuales se efectúa en la RAM. Para aplicaciones complejas no es suficiente la capacidad de memoria de la RAM integrada en el microcontrolador, de modo que es necesario un componente RAM adicional. Éste está conectado al microcontrolador mediante el bus de direcciones/de datos.

Al desconectar la unidad de control a través del interruptor de encendido, la memoria RAM pierde todos los datos almacenados (memoria volátil).

2.3.48. EEPROM

La RAM pierde su información cuando se corta el suministro de corriente por ejemplo al desconectar el encendido. Los datos que no se deben perder como códigos para el inmovilizador y datos de la memoria de defectos se tienen que almacenar de forma duradera en una memoria no volátil.

La EEPROM es una EPROM borrable eléctricamente, en la que, a diferencia de la Flash-EPROM, cada célula de memoria puede borrarse individualmente. Se ha diseñado también para una mayor cantidad de ciclos de escritura. La EEPROM es aplicable como memoria no volátil de lectura y escritura.

2.3.49. Módulo de supervisión

La unidad de control dispone de un módulo de supervisión. El microcontrolador y el módulo de supervisión se controlan mutuamente mediante una función interrogadora-respondedora.

Sí se identifica un defecto, pueden inicializar ambos por separado las funciones de sustitución correspondientes, sin depender uno de otro.

2.3.50. Señales de salida

(Bosch, 2002) afirma: “Con las señales de salida el microcontrolador activa unos pasos finales que normalmente suministran suficiente potencia para la conexión directa de actuadores. También determinados pasos finales activan relés. Los pasos finales están protegidos contra cortocircuitos a masa o a tensión de la batería, así como contra destrucción a causa de sobrecarga eléctrica o térmica. El circuito de pasos finales integrado identifica estas irregularidades, así como interrupciones de cables, y las transmite al microcontrolador”. (p.42)

2.3.51. Señales de conmutación

Mediante las señales de conmutación es posible conectar y desconectar los elementos actuadores por ejemplo el ventilador del motor.

a) Señales MID (Modulación por Impulsos en Duración)

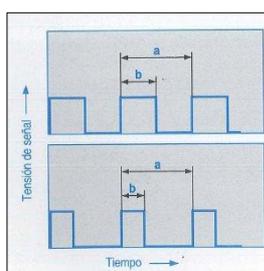


Figura 98 Señales MID.
Fuente: (Bosch, 2002)

Las señales de salida digitales pueden emitirse también como señales MID. Estas señales de Modulación por Impulsos en Duración son unas señales rectangulares de frecuencia constante pero con tiempo de conexión variable figura 98.

(Bosch, 2002) Afirma: “Con estas señales se pueden llevar los elementos actuadores a posiciones de funcionamiento discrecionales por ejemplo: la válvula de realimentación de gases de escape, el ventilador, los elementos de calefacción o el actuador de presión de sobrealimentación” (p.42).

b) Comunicación dentro de la unidad de control

Los componentes periféricos que apoyan al microcontrolador en su trabajo tienen que poder comunicarse con él. Esto se efectúa mediante un bus de direcciones/de datos. El microcontrolador emite por ejemplo a través del bus de direcciones la dirección RAM cuyo contenido memorizado debe leerse.

(Bosch, 2002) asegura: “A través del bus de datos se retransmiten seguidamente los datos correspondientes a la dirección. Los primeros desarrollos en el sector del automóvil trabajaban con una estructura de 8 bits. Esto significa que el bus de datos está compuesto por ocho conductores, a través de los cuales se pueden transmitir 256 valores. Con el bus de direcciones con estructura de 16 bits, usual en estos sistemas, se pueden activar 65 536 direcciones. Los sistemas complejos requieren actualmente 16 o incluso 32 bits para el bus de datos. Para ahorrar clavijas en los componentes, el bus de direcciones y de datos se puede agrupar en un sistema múltiplex, es decir, las direcciones y los datos se transmiten con un desfase temporal, utilizando las mismas líneas. Para los datos que no se han de transmitir tan rápidamente por ejemplo datos de la memoria de defectos se aplican interfaces en serie de una sola línea”. (p.42)

2.4. Conclusión del capítulo

Se investigó fuentes bibliográficas acerca del método de diagnóstico por imagen, que se inicia en el estudio de las figuras de Lissajous, medición de corriente con una resistencia de prueba, así como las firmas básicas de elementos que se encuentran en un circuito electrónico. La aplicación de la técnica por traza de curvas con ejemplos de aplicación. Funcionamiento de sensores, actuadores y la ECU en el sistema de control electrónico de inyección MPFI y CRDI.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se muestra la metodología para el desarrollo de la investigación, es decir el enfoque metodológico, la modalidad, el tipo de investigación. Por las características que posee la investigación se desarrolló el proceso de generación e interpretación de curvas voltaje - corriente a través de equipos de tecnología de punta para establecer una base de datos de imágenes patrón, así como también el tratamiento de las variables de investigación.

3.1 Diseño de la investigación

En la investigación se analiza el proceso de diagnóstico por imagen, como alternativa de diagnóstico para vehículos con sistemas de inyección de control electrónico MPFI-CRDI.

La investigación es experimental, se diseñó y construyó un trazador para la obtención de curvas voltaje-corriente con un osciloscopio digital como introducción al sistema de traza de curvas, además de un equipo analizador - osciloscopio multifunción de pruebas de voltaje - corriente como complemento para obtener una base de datos de imagen patrón.

(Van Dalen & Meyer, 2006) Menciona: “La investigación experimental consiste en la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular. Se trata de un experimento porque precisamente el investigador provoca una situación para introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esa variable, y su efecto en las conductas observadas. El investigador maneja deliberadamente la

variable experimental y luego observa lo que sucede en situaciones controladas”.

3.2 Modalidad de la investigación

La metodología de la investigación es un procedimiento general para obtener de una manera más precisa el objetivo de la investigación, es factible desarrollar a través de la investigación experimental, se considera el desarrollo del mismo en vehículos con sistemas de inyección de control electrónico MPFI-CRDI que permitan obtener curvas voltaje-corriente de cada componente electrónico con asistencia de un equipo.

La investigación experimental permite obtener curvas voltaje - corriente características de los componentes en buen estado para su comparación y determinar la diferencia con la curva obtenida del componente bajo test.

3.3 Metodología

(Ruiz, 2007) Menciona: “En el proceso de la investigación científica se utiliza diversos métodos y técnicas según la ciencia particular de que se trate y de acuerdo a las características concretas del objeto de estudio. Existen, sin embargo, métodos que pueden considerarse generales para todas las ramas de la ciencia en tanto que son procedimientos que se aplican en las distintas etapas del proceso de investigación con mayor o menor énfasis, según el momento en que éste se desarrolle. Estos métodos son el análisis y la síntesis, la inducción y la deducción”. (p.12)

3.4 Métodos y técnicas empleadas

Para la investigación se aplica las siguientes técnicas: observación y experimentación. La observación directa se aplica en la investigación con el objeto de tener un registro constate del procedimiento realizado en la obtención de curvas voltaje-corriente.

Mediante el uso del equipo analizador-osciloscopio multifunción de pruebas voltaje-corriente se realizó la experimentación para la obtención de imágenes para su respectivo análisis y comparación.

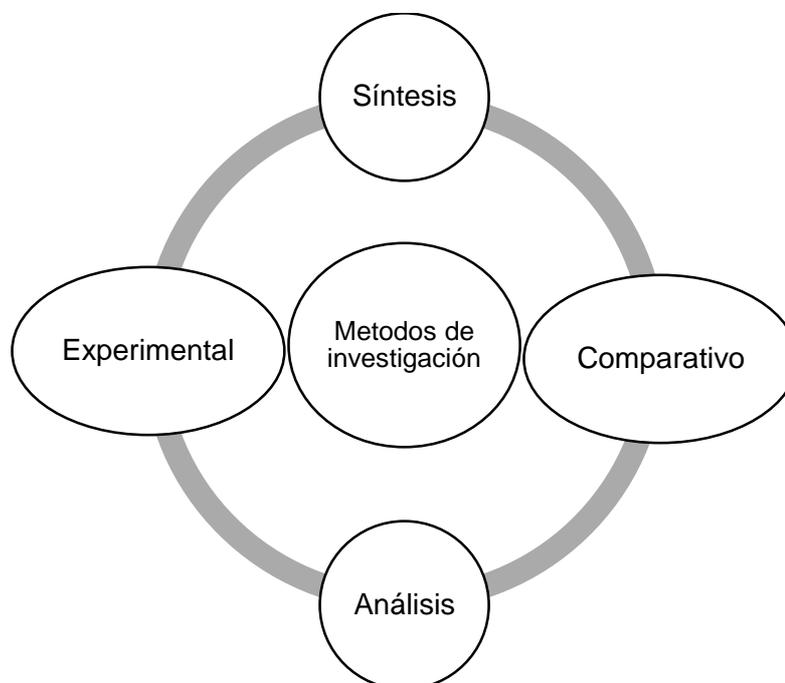


Figura 99 Métodos de la investigación

3.4.1 Método de síntesis

El proceso de diagnóstico por imagen conocido en el ámbito de la electrónica en el diagnóstico de componentes bajo el uso de curvas características es introducido como método de diagnóstico de circuitos electrónicos automotrices, con el fin de generar un proceso de diagnóstico para evaluar el estado de los elementos del sistema de control electrónico de inyección MPFI – CRDI

3.4.2 Método experimental

Para el desarrollo de las pruebas en el sistema de control electrónico de inyección se establece la verificación del estado sin ninguna variación en el funcionamiento del sistema consiguiendo así una base de datos de imágenes

patrón de los diferentes elementos que lo constituyen. Además bajo condiciones que permitan variaciones controladas dentro del sistema.

3.4.3. Método de análisis

Se distinguen los elementos de un fenómeno y se procede a revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado. A través de la generación de curvas voltaje-corriente se estudia la imagen para interpretarla y dependiendo del método de diagnóstico aplicado al caso se determina el proceso a seguir, ya sea análisis de circuito, comparación circuital o medición única.

3.4.4 Método comparativo

Una vez generado una base de imagen patrón y realizado el diagnóstico a partir de pruebas en el sistema de control de inyección electrónico MPFI – CRDI, permite realizar la comparación entre la base de imágenes y las curvas generadas en las pruebas ya mencionadas con el fin de analizar el estado de los componentes con mayor precisión.

Tabla 2

Métodos de investigación empleados

Metodología	Descripción	Equipo	Laboratorio
Método de síntesis	El proceso de diagnóstico por imagen conocido en el ámbito de la electrónica en el diagnóstico de componentes bajo el uso de curvas características es introducido como método de diagnóstico de circuitos electrónicos automotrices, con el fin de generar un proceso de diagnóstico para evaluar el estado de los elementos del sistema de control electrónico de inyección MPFI – CRDI	Analizador - osciloscopio multifunción de pruebas voltaje corriente. Computadora.	Autotrónica

CONTINÚA



Método experimental	Para el desarrollo de las pruebas en el sistema de control electrónico de inyección se establece la verificación del estado sin ninguna variación en el funcionamiento del sistema consiguiendo así una base de datos de imágenes patrón de los diferentes elementos que lo constituyen. Además bajo condiciones que permitan variaciones controladas dentro del sistema.	Analizador - osciloscopio multifunción de pruebas voltaje corriente. Vehículos. Herramientas.	Autotrónica Mecánica de patio
Método de análisis	Se distinguen los elementos de un fenómeno y se procede a revisar ordenadamente cada uno de ellos por separado. A través de la generación de curvas voltaje-corriente se estudia la imagen para interpretarla y dependiendo del método de diagnóstico aplicado al caso se determina el proceso a seguir, ya sea análisis de circuito, comparación circuital o medición única.	Analizador-osciloscopio multifunción de pruebas voltaje corriente. Computadora.	Autotrónica
Método comparativo	Una vez generado una base de imagen patrón y realizado el diagnóstico a partir de pruebas en el sistema de control de inyección electrónico MPFI – CRDI, permite realizar la comparación entre la base de imágenes y las curvas generadas en las pruebas ya mencionadas con el fin de analizar el estado de los componentes con mayor precisión.	Analizador - osciloscopio multifunción de pruebas voltaje corriente. Computadora. Vehículos.	Autotrónica Mecánica de patio

3.5 Operacionalización de las variables

La operacionalización de variables, centra su análisis en verificar conceptos, categoría, indicadores, ítems, técnicas e instrumentos utilizados en la investigación.

A continuación se presenta la operacionalización de cada una de las variables tomadas a consideración, tomado énfasis en el concepto, categoría, indicador, técnica y el instrumento que se utilizó para el desarrollo del proyecto de investigación y la forma de obtención de información al desarrollar las pruebas.

3.5.1 Variable Independiente: Patrón de imagen de circuitos electrónicos.

Tabla 3
Variable independiente

Concepto	Categoría	Indicador	Técnicas	Instrumento
Son imágenes (curvas características) almacenadas en una base de datos para ser comparadas con curvas de circuitos electrónicos de igual característica.	Curva característica	Voltaje	Inyección de corriente alterna	Equipo analizador voltaje - corriente
		Corriente	Inyección de corriente alterna	Equipo analizador voltaje - corriente
	Base de datos	Información gráfica del circuito a prueba	Almacena miento	Computadora

3.5.2 Variable Dependiente: Diagnóstico del sistema de inyección PMFI-CRDI.

Tabla 4
Variable dependiente

Concepto	Categoría	Indicadores	Técnicas	Instrumento
Pruebas que se realizan para verificar el estado de los componentes que forman parte de un sistema.	Análisis de circuitos	Tipo de circuito	Interpretación de la imagen obtenida	Equipo analizador voltaje - corriente
	Comparación de circuitos	Existencia de más de un circuito o componente igual	Comparación con otros puntos donde encuentro el mismo circuito	Equipo analizador voltaje - corriente
	Medición única	No existe circuito o componente igual	Almacenamiento para futura comparación	Equipo analizador voltaje - corriente

3.6. Trazador para osciloscopio digital

A continuación se detalla el diseño que se utilizó para la construcción del trazador, así mismo los elementos seleccionados con sus características, este trazador es una alternativa que permite iniciar el método de traza de curvas para prepararse al diagnóstico por imagen mediante la generación e interpretación de curvas características de elementos eléctricos y electrónicos básicos.

Dichas curvas se obtienen con la ayuda del osciloscopio OWON PDS5022T que entre sus características posee el modo x-y, cuya función es imprescindible para la obtención de curvas voltaje - corriente.

Para llevar a cabo el proceso de diagnóstico por imagen posteriormente se implementa un equipo analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje - corriente el cual posee funciones adicionales como la capacidad de generar una base de datos patrón entre otras que facilitan para realizar el diagnóstico.

3.7. Diseño de trazador

El diseño del trazador para osciloscopio consta de un transformador que permite reducir el voltaje de 110V a 12V de corriente alterna, se dispone de un potenciómetro conectado en serie con una resistencia fija de $1k\Omega$ la que actúa como elemento de seguridad limitando la circulación de corriente al componente bajo test.

Para determinar la circulación de corriente se conecta el canal 1 del osciloscopio en forma paralela al potenciómetro y resistencia que actúan como divisor de voltaje, figura 100, mientras que el canal 2 mide el voltaje aplicado al componente bajo prueba.

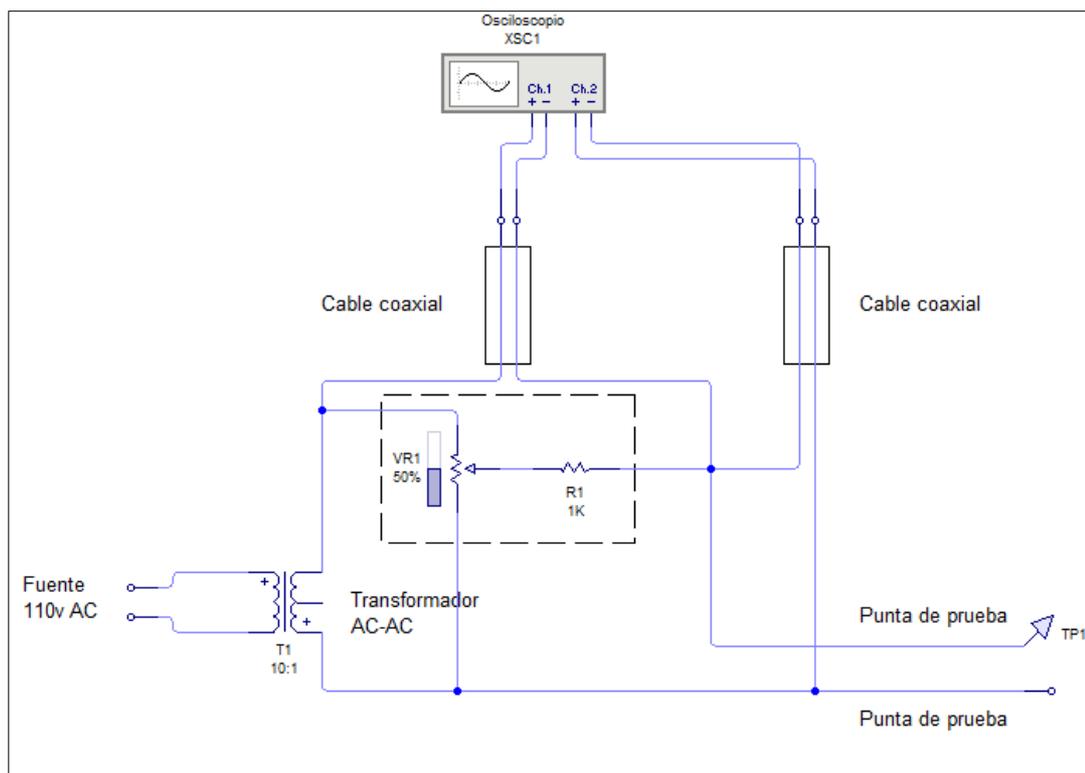


Figura 100 Esquema eléctrico del trazador de curvas para osciloscopio digital.

Para la generación de la curva voltaje - corriente es necesario que los canales del osciloscopio compartan masa, se debe tomar en cuenta que al compartir masa el eje que representa el voltaje se invierte; es decir, el voltaje positivo se grafica a la izquierda del eje que representa la corriente mientras que el voltaje negativo está representado a la derecha del eje de corriente como se muestra en la figura 101.

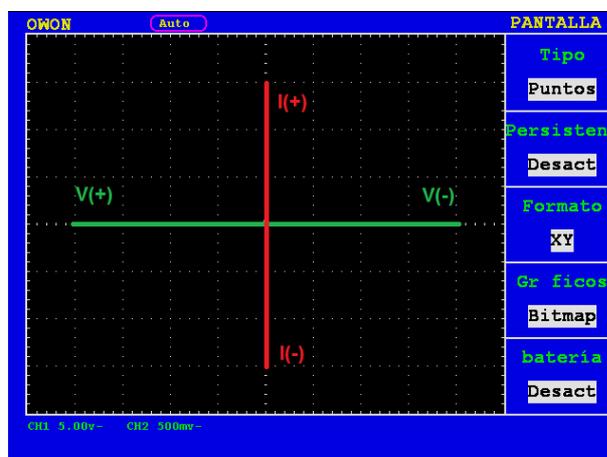


Figura 101 Disposición del eje de voltaje y corriente del osciloscopio al usar con el trazador de curvas.

3.7.1. Construcción del dispositivo

Para la construcción del trazador de curvas los elementos seleccionados se detallan a continuación:

- Transformador:
Entrada: 110/220V, 50/60Hz
Salida: 12V-0-12V, 300mA
- Potenciómetro B50K
- Resistencia 1k Ω
- Switch TIP 120
- Conectores de banana
- Conector F doble hembra
- Cable coaxial
- Conectores BNC



Figura 102 Componentes del trazador armado.

El circuito inicia con el switch, figura 102 encargado de activar/desactivar el trazador este conecta al transformador que reduce a 12V y 300mA de corriente alterna, el cable azul y negro del transformador están conectados al potenciómetro soldado en serie con la resistencia que a la vez esta soldado al conector de banana rojo; también el cable de color negro del transformador esta soldado al conector de banana de color negro.

Para obtener la señal de circulación de corriente se conecta con un cable rojo al terminal c del potenciómetro con el positivo del conector F doble hembra, mientras tanto que se suelda el cable negro al conector de banana rojo con negativo del conector F doble hembra que corresponde al canal 1 para el osciloscopio, figura 103.

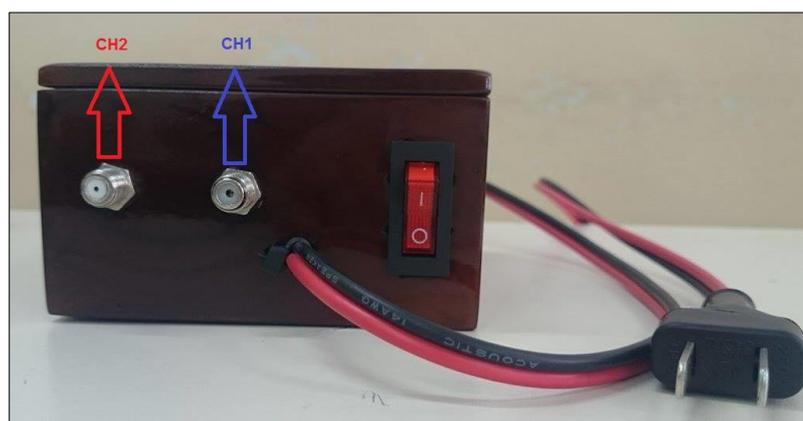


Figura 103 salidas para el osciloscopio del canal uno y dos respectivos.

La señal de voltaje es tomado desde el conector de banana de color negro al positivo del conector F doble hembra correspondiente al canal 2 para el osciloscopio, al compartir masa común el circuitos se conecta el negativo del conector F doble hembra que corresponde al canal1 con el negativo del conector F doble hembra para el canal 2, figura 104.

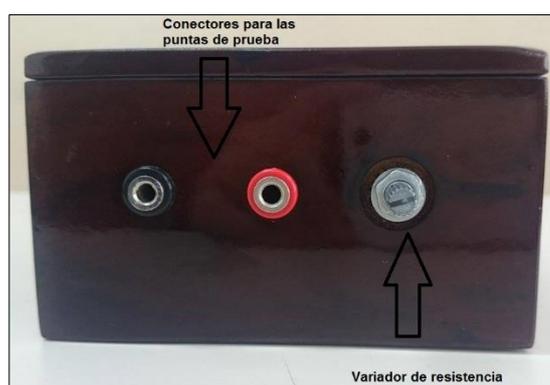


Figura 104 Salidas para las puntas de prueba del trazador de curvas.

Una vez terminado de armar y soldar todos los elementos del trazador como se muestra en la figura 105, el trazador está listo para conectar al osciloscopio para generar curvas voltaje - corriente.



Figura 105 Trazador de curvas voltaje - corriente.

3.7.2. Configuración del osciloscopio para obtención de curvas voltaje-corriente.

Para la obtención de curvas voltaje - corriente es necesario que el osciloscopio tenga la función x-y a continuación se detalla la forma de configurar el osciloscopio OWON PSD5022T:

Una vez encendido y activado los canales uno y dos se presiona la tecla DISPLAY que se encuentra en la sección menú, figura 106:

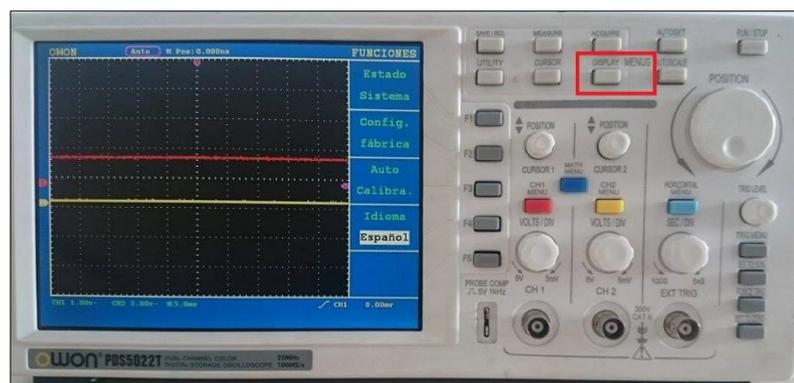


Figura 106 Configuración de la pantalla de osciloscopio OWON

En la pantalla del osciloscopio se muestra un menú como en la figura 107, en formato se selecciona el modo x-y presionando la tecla F3

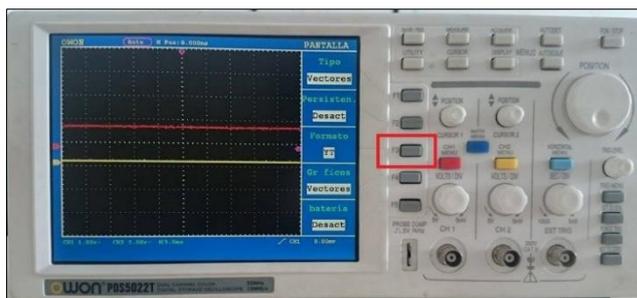


Figura 107 Selección del modo x-y en osciloscopio OWON

Seleccionado el modo x-y en la pantalla del osciloscopio aparece un punto como la figura 108, en cual se debe colocar en el centro con la ayuda de las perillas de posición de ambos canales hasta que el punto se encuentre en el centro del plano cartesiano (origen).

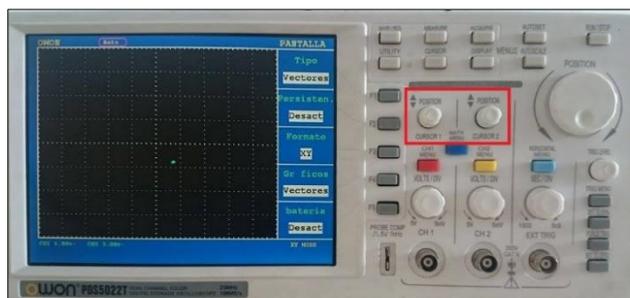


Figura 108 Centrado del cursor en osciloscopio OWON.

Ya configurado el osciloscopio y centrado el cursor conectar el trazador con la ayuda de los cables coaxiales en los canales uno y dos respectivamente, figura 109. En este caso entre las puntas de prueba se colocó un diodo zéner para obtener su curva característica en función del voltaje y la corriente.

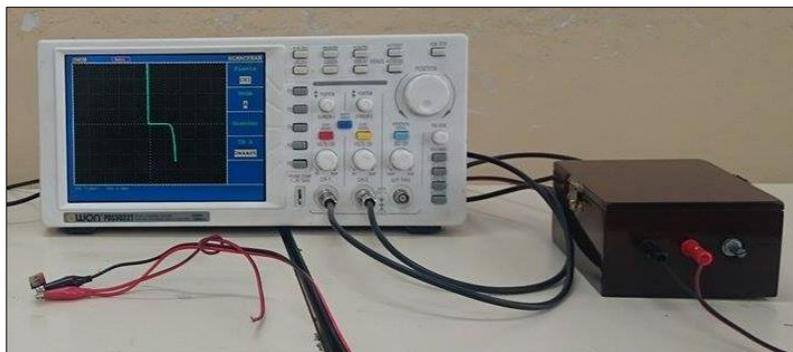


Figura 109 Trazador de curvas conectada al osciloscopio OWON.

3.8. Analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje-corriente

Este equipo ha sido diseñado como un dispositivo multifuncional de prueba corriente-voltaje y osciloscopio. Aunque su función principal es funcionar como un dispositivo de prueba voltaje - corriente, el software de ordenador analizando el gráfico voltaje - corriente muestra el diagrama de circuito equivalente del punto tocado en la pantalla y muestra dentro de ciertas tolerancias los valores de los materiales en este esquema.

El diagrama de circuito equivalente y los valores tienen como objetivo a ofrecer información al usuario y no es conveniente para el uso directamente como dispositivo de medición.

Utilizando la función de prueba doble canal voltaje-corriente se puede hacer comparaciones tocando los mismos puntos al mismo tiempo en las placas electrónicas en pleno funcionamiento o defectuosas (sospechosas) y usando este método, las fallas fuera de tolerancia pueden ser detectadas rápidamente.

Todos los gráficos voltaje - corriente se comparan por software con sensibilidad de 2.5 mV y analizando 720 puntos diferentes.

3.8.1. Constitución

El analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje-corriente en su parte frontal, figura 110 consta de las siguientes partes:

Salida de fuente de alimentación variable en voltaje y corriente para alimentar placas electrónicas, entrada para el sensor de temperatura infrarroja para determinar la temperatura del componente a prueba, entrada para la punta roja que nos sirve para medir y compara imágenes, entrada para la punta verde para medir y almacenar imágenes y por último la masa común.

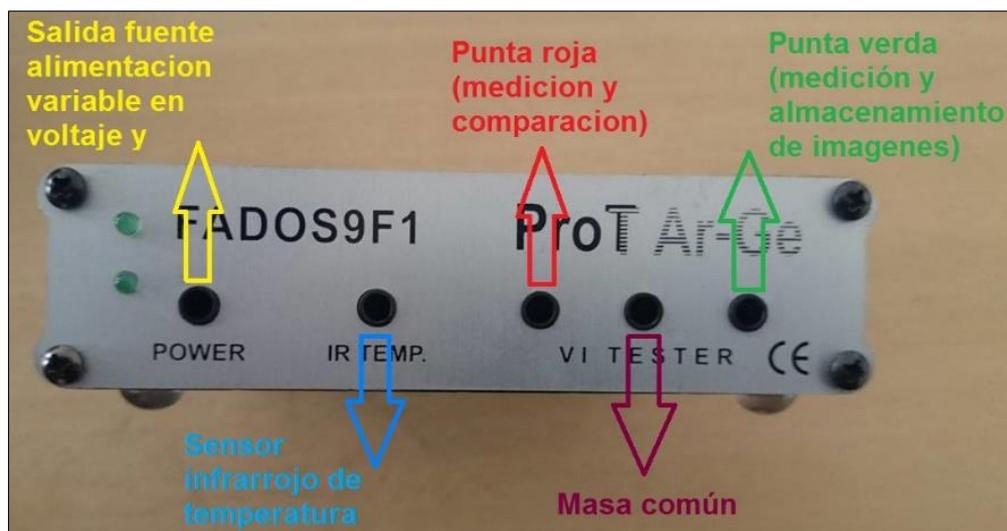


Figura 110 Entradas de la parte frontal del analizador y osciloscopio multifuncion de pruebas voltaje - corriente

En la parte posterior se encuentra la salida de puerto USB que conecta a la computadora para la visualización de las imágenes por medio de software y la alimentación de 18 a 20 voltios de corriente directa, figura 111.



Figura 111 Entradas de la parte posterior del analizador y osciloscopio multifuncion de pruebas voltaje - corriente.

El analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje - corriente posee dos puntas de color roja y verde respectivamente para la medición, comparación y almacenamiento de imágenes patrón, figura 112, cada punta posee el cocodrilo de masa adicional.



Figura 112 Puntas de prueba de color roja y verde para la obtención de curvas voltaje - corriente.

Además posee un sensor infrarrojo de temperatura para determinar la temperatura en funcionamiento del componente bajo test, así como dos cables de alimentación de fuente variable en voltaje y corriente y un cable de conexión para puerto USB para la comunicación del analizador y osciloscopio multifunción de pruebas voltaje - corriente con la computadora, figura 113.



Figura 113 Cables adicionales, USB, sensor de temperatura y fuente variable de alimentación DC.

Equipo armado para la obtención de curvas voltaje - corriente mediante la asistencia de un ordenador para la visualización de imágenes, figura 114.



Figura 114 Analizador y osciloscopio multifuncion de pruebas voltaje - corriente.

3.8.2. Especificaciones

Tabla 5

Especificaciones de detección de fallas, voltaje, resistencia y frecuencia.

Tipo	Detalle
Prueba de Voltaje:	$\pm 1V, \pm 2V, \pm 6V, \pm 12V, \pm 24V$
Prueba de Resistor:	Bajo: 47K Ω , Medio1: 3,5K Ω Medio2: 700 Ω Alto: 250 Ω
Frecuencias de prueba:	Muy baja frecuencia : 2 Hz Frecuencia Baja2 : 4 Hz Frecuencia Baja1 : 12 Hz Frecuencia de Prueba : 32.5 Hz Frecuencia Alta: 355.4 Hz
Número de Canales:	2 (Canal 1 y Canal 2)
Modo de Escaneo:	Manual y automático. Los pasos de selección automática: Voltaje, corriente y frecuencia.
Otras especificaciones:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diagrama de circuito equivalente 2. Medición de resistor, condensador, diodo 3. Registrar los datos y comparar con los datos registrados. 4. Visualización simultánea de 3 gráficos en diferentes ajustes.

Tabla 6

Especificaciones de potencia y temperatura IR.

Tipo	Detalle
Fuente de Alimentación DC:	Potencia de salida ajustable entre 0-16V 20- 1500mA.
Sensor Infrarrojo (IR):	Mide la diferencia entre 0 - 120 grados de acuerdo a la temperatura ambiente.

Tabla 7

Especificaciones de osciloscopio PC.

Tipo	Detalle
Frecuencia de muestreo:	400 K / S
Voltaje de Entrada:	Sonda 1X: $\pm 12 V$ Sonda 10X: $\pm 100 V$
Canal / ADC:	2 Canal / 12 Bit
Sensibilidad:	2,5 mV
Velocidad de Imagen:	0.02 mS/div...100 mS/div
Memoria Instantánea:	64 Kbyte

Tabla 8
Salida digital y analógica.

Tipo	Detalle
Salida:	Canal 2
Voltaje de salida:	-12V...+12V (ajustable)
Frecuencia (Digital):	de 0.2KHz a 25
Conexión:	Las sondas se pueden conectar a cualquier tipo de tomas. Sonda anillada amarilla es siempre el Canal 1 y sonda anillada azul es siempre el Canal 2. Sonda Cocodrilo es siempre masa común.
Dimensiones:	122mm L x 113mm W x 29mm H
Peso:	1100 gramos con todos los accesorios.

3.8.3. Características

Este equipo posee 9 funciones, que permiten realizar más de un método para el diagnóstico por imagen, a continuación se detalla:

- **Detección de fallas doble canal gráfico voltaje-corriente.**

Comparación de la tarjeta electrónica en pleno funcionamiento y defectuosa sin dar energía.

- **Fuente de alimentación DC programable.**

Dando energía a la placa electrónica, genera gráfico DC voltaje - corriente de las placas electrónicas.

- **Sensor de Temperatura de (IR) Infrarrojos.**

Se utiliza para la detección de los componentes sobrecalentados.

- **Dibujo de Circuito Equivalente.**

Diagrama de circuito resistencia, capacitor o diodo conectado al punto que se toca.

- **Evaluación del resistor, condensador y diodo.**

Función de medir el valor de los materiales en el punto que se toca.

- **Detección de fallas con la función de comparar de la memoria.**

Los datos de la placa en pleno funcionamiento se guardan en la memoria y se hace comparación con la placa defectuosa.

- **Osciloscopio digital doble canal**

Utilizable como osciloscopio cuando se necesita.

- **Señal de salida de onda cuadrada.**

Canal 1 como osciloscopio y canal 2 como generador de señales.

- **Salida de Tensión Analógica.**

Canal 1 como osciloscopio y canal 2 como salida de tensión analógica sensible.

3.8.4. Funcionamiento

a) Prueba de potencia (alimentación) y temperatura IR

Al ejecutar el programa; aparece la pantalla de prueba de potencia (alimentación) y temperatura IR. Fuente de Alimentación DC Programable se muestra en la pantalla. Todos los botones de control a utilizar en la Prueba de potencia (alimentación) y temperatura IR se encuentran colocados en el lado izquierdo del panel, figura 115. A continuación se detalla cada uno de los botones.

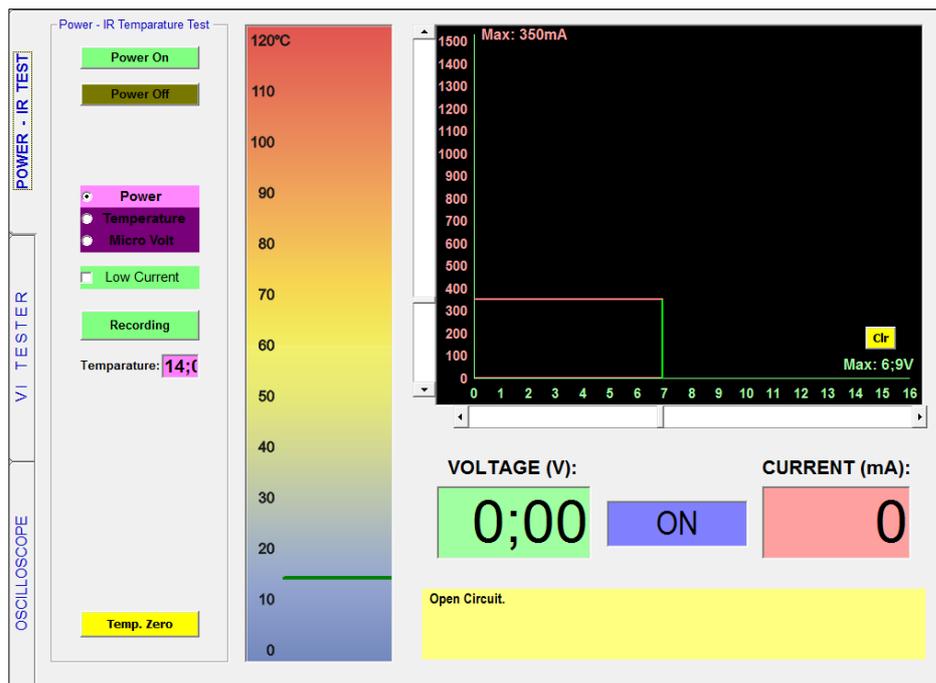


Figura 115 Pantalla de prueba de potencia (Alimentación) IR.

Power On (con energía): Este equipo da salida con los cables de alimentación DC. Si la placa electrónica consume más corriente que la corriente preestablecida, el programa limita la corriente y no permite que consuma más corriente.

Power Off (sin energía): Rompe la tensión.

Power Test (prueba de energía): Se utiliza para visualizar gráfica de corriente - tensión de la alimentación de tarjeta electrónica.

Power (energía): Se selecciona cuando se hace prueba de potencia DC y medición.

Temperature (prueba de temperatura): Se selecciona cuando se hace prueba de IR - temperatura y medición.

Micro Volt (microvoltaje): Se selecciona cuando se hace medición de microvoltio.

Low Current (baja tensión): Se selecciona cuando se hace medición entre 0 a 300 miliamperios.

Recording (grabación): Guarda creando formas de archivo o abre los archivos ya guardados.

Temperature (temperatura medida): Indica los valores de temperatura de los componentes.

Temp. Set (temperatura guardada): Indica el valor de temperatura del componente guardada en la memoria.

Temp. Tol. \pm (temperatura tolerancia): Indica el valor de temperatura \pm tolerancia. El usuario puede cambiar la tolerancia.

Test Point (punto de prueba): Indica el número de serie del punto de prueba.

Time (tiempo): Realiza la cuenta atrás de 90 segundos.

Auto Test (prueba automática): Si el punto de prueba se encuentra dentro del valor de tolerancia los siguientes datos aparecen automáticamente.

Next Point (punto siguiente): Abre el siguiente punto de prueba.

Temp. Zero (reajuste de temperatura): Se utiliza para prevenir sensor IR de la temperatura ambiente.

Voltage (voltaje): Indica la tensión máxima.

R: Indica la resistencia del circuito.

Current (mA) (corriente): Indica la corriente consumida por el circuito.

Línea gruesa verde: Indica los valores de temperatura de los componentes.

Línea fina verde: Indica Temperatura \pm Tolerancia, por ejemplo, si la temperatura del componente es C y su valor de tolerancia es 2, las líneas verdes muestran los valores entre 6 C y 10 C.

b) Prueba voltaje - corriente: características de la pantalla de detección de fallas

Mientras realiza pruebas con gráficas voltaje - corriente, no active la placa electrónica. Conecte la sonda de cocodrilo al chasis de la placa electrónica. Aplique la señal con la sonda al punto que toca con el dispositivo. La señal gráfica voltaje - corriente aparece en la pantalla. La señal escanea de voltaje negativo al voltaje positivo en el nivel de voltaje ajustado y en un circuito abierto, la señal aparece en el centro de la pantalla en una posición horizontal.

Todos los botones de control a utilizar en la detección de fallas fueron colocados en el lado izquierdo del panel, figura 116. A continuación se detalla cada uno de los botones:

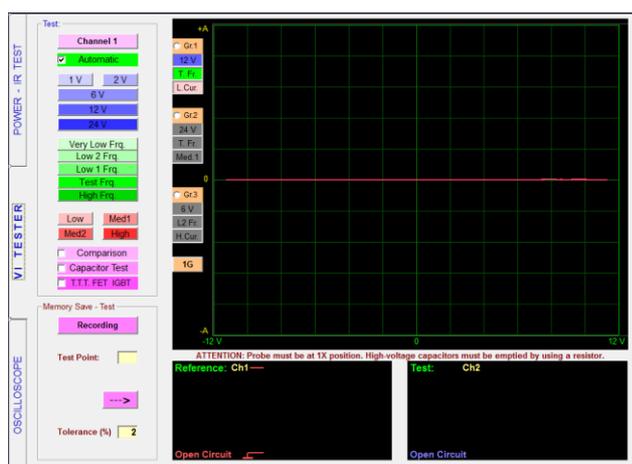


Figura 116 Pantalla de pruebas voltaje - corriente.

Channel (canal): Se utiliza para la selección de canales. Con el botón del canal se puede visualizar sólo 1er canal, sólo 2do canal o ambos al mismo tiempo.

Automatic (automático): Cuando se selecciona esta opción, de acuerdo con las características del punto tocado, los valores más adecuados de niveles de voltaje, frecuencia y corriente se determinan automáticamente. Haga clic de nuevo en el botón Automático con el fin de detener esta función.

Nivel de voltaje: En esta opción se puede seleccionar manualmente los niveles ± 1 V, ± 2 V, ± 6 V, ± 12 V, ± 24 V que se aplica a la placa. En una prueba sólo un nivel de tensión puede ser aplicable.

Nivel de frecuencia: En esta opción se puede seleccionar manualmente los niveles de frecuencia muy baja, frecuencia baja 2, frecuencia baja 1, frecuencia de prueba y frecuencia alta que se aplica a la placa. En una prueba sólo un nivel de frecuencia puede ser aplicable.

Nivel de corriente: En esta opción se puede seleccionar manualmente los niveles de corriente baja, corriente media 1, corriente media 2, Corriente alta que se aplica a la placa. En una prueba sólo un nivel de corriente puede ser aplicable.

Comparison (comparación): En esta opción, se puede comparar las sondas de los canales y los puntos de las placas defectuosas y en pleno funcionamiento.

Capacitor Test (prueba de capacidad): En esta opción se puede ver la calidad y capacidad de los condensadores.

TTT FET IGBT: En esta opción se puede determinar el tipo de los semiconductores tales como TTT FET IGBT etc.

Recording (guardar): Guarda creando formas de archivo o abre los archivos ya guardados.

Grf: Al seleccionar gráficos en 3 configuraciones diferentes (voltaje - frecuencia - corriente) permite el cambio rápido en cualquier momento.

1G, 2G, 3G: Las gráficas ajustadas en 1, 2 o 3 configuraciones diferentes se pueden visualizar simultáneamente en la pantalla.

Guardar: Guarda creando formas de archivo o abre los archivos ya guardados.

Punto de prueba: Indica el número de serie del punto de prueba.

Punto: Indica el nombre o código del punto de prueba.

←: Abre el punto de prueba anterior.

→: Abre el siguiente punto de prueba.

Referencia: Al guardar los datos a la memoria, los datos (referencias) del canal 1 se guardan en la memoria.

c) Transistor, triac, tiristor y Fet gráfica voltaje-corriente IGBT

Los transistores se componen de conexiones (combinaciones) de dos semiconductores. Están en orden secuencial. Uno de ellos está entre la base y el colector y el otro está entre la base y el emisor. En este equipo una de las sondas muestra la señal de disparo y la otra muestra la transmisión.

Si se completa el proceso de transmisión, haga clic en la opción T.T.T FET IGTB del menú de especificaciones de prueba, así, el software detectará el tipo del transistor como tipo N o tipo P.

La figura 117 muestra la señal típica del transistor NPN. Cuando colector y el emisor es de material de tipo N y la base es de material tipo P. Que no existe fuga en esa zona (exactamente horizontal) asegura la integridad del material.

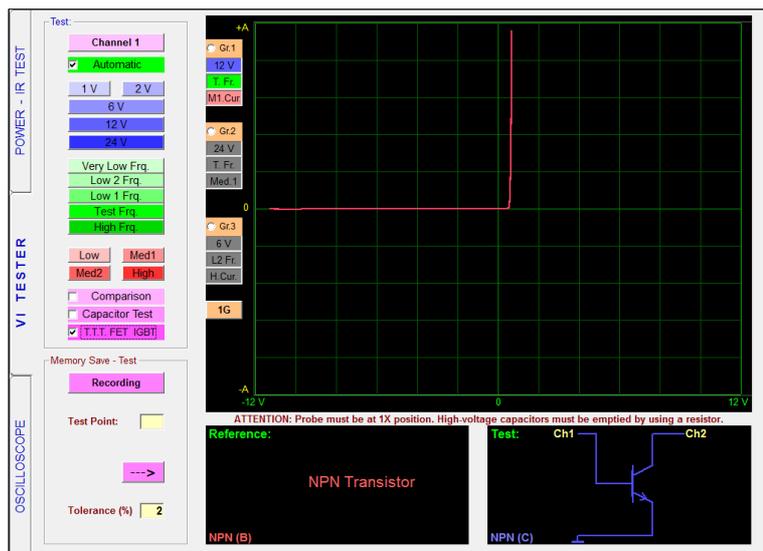


Figura 117 Identificación de transistor tipo NPN

Los FETS se componen de un canal que contiene material semiconductor y una puerta (gate) hecha de un material semiconductor que tiene exactamente las especificaciones opuestas. La puerta da forma al diodo con su conexión en ambos extremos de canal (source y drain) y esto puede ser probado con diodos.

Ambas sondas se utilizan en la prueba de elementos activos de 3 patas (pin). Una de las sondas muestra la señal de disparo y la otra muestra la transmisión. Si se completa el proceso de transmisión, haga clic en la opción T.T.T FET IGTB del menú de especificaciones de prueba, así, el software detectará el tipo de Fet – Mosfet como tipo N o tipo P FET. Triac, Tiristor e IGBTs son probados de la misma manera.

d) Registro en la memoria del circuito electrónico y comparación de la memoria

Una de las características de este equipo detector de fallas y osciloscopio es que puede guardar los puntos de los circuitos electrónicos en la computadora.

La capacidad para guardar del dispositivo depende de la capacidad del disco duro de la computadora.

Haciendo clic en la opción de prueba de registro del menú de especificaciones de prueba del equipo, abra el menú de guardar. Escribiendo el nombre o código del circuito, cree un nuevo archivo. Ahora escriba el nombre del punto (dato) como una nueva entrada. Luego, toque al punto a ser guardado con la sonda de canal 1 y haciendo clic en el botón guardar se puede completar el proceso de registro.

Si no escribe el nombre de los datos en la sección de nueva entrada, el software guarda como N001, N002 etc. Respectivamente, figura 118. Puede guardar un máximo de 999 datos en un archivo de registro. Si selecciona la opción agregar número el software añade números a los datos de forma automática y, si selecciona la opción de aumentar el software aumentará el número de forma automática.

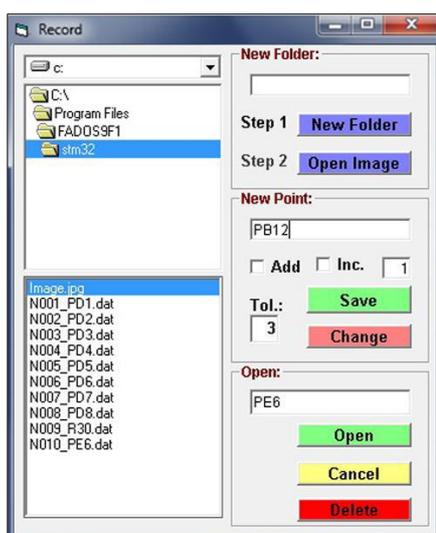


Figura 118 Pantalla para registro de memoria de los puntos de prueba.

Haciendo clic en la opción de prueba de registro del menú de especificaciones de prueba del equipo, seleccione los datos guardados del circuito que desea controlar y haga clic en el botón de abrir registros y ahora puede ver los datos guardados en el canal 1.

Toque al circuito de prueba con la sonda del canal 2. Si hace clic en prueba automática puede ver los datos compatibles. Si no hace clic en el botón de prueba automática debe seleccionar los próximos datos

manualmente haciendo clic en el botón punto siguiente puntos compatibles e incompatibles advierten con diferentes sonidos. Con esta función es posible realizar las pruebas de forma rápida y sin mirar la pantalla.

Nota: Los puntos de prueba de los circuitos electrónicos sólo se pueden guardar con el canal 1. En el menú de registro, abriendo los puntos de prueba guardados como referencia al canal 1, puede hacer prueba de comparación con los puntos del circuito defectuoso con el canal 2.

Añadir Nueva Carpeta: Con un nuevo nombre dado al circuito se abre una carpeta en el disco duro del ordenador.

Abrir Imagen: Carga la imagen del circuito

Nueva Entrada: Escribe el nombre de los datos que se guardan, si queda en blanco el software añade automáticamente números al archivo como "N001, N002".

Agregar Número: Agrega automáticamente número a los puntos de prueba.

Aumentar: Aumenta el número automáticamente.

Guardar: Con el nombre especificado guarda los valores del punto de prueba en el archivo especificado.

Cambiar: Para cambiar los datos guardados de un punto de prueba se selecciona el punto de prueba guardado y pulsando el botón de cambiar, el dato guardado del punto de prueba se cambia.

Abrir Registros: Abre los datos del punto de prueba marcado, como una referencia al canal 1.

Borrar: Borra los datos del punto de prueba de la computadora.

e) Registro en la memoria de los puntos de prueba con fotos

Abra una nueva carpeta para la placa, datos de la que serán guardados. Haga clic en subir imagen opción y seleccione la imagen. El software cambiará automáticamente el nombre de la imagen. Por ejemplo, si el nombre de la imagen es resim.jpg ', el software lo cambiará como "image.jpg " y se adjuntará a la carpeta. Si desea agregar imágenes al archivo, necesita cambiar el nombre de las imágenes como image.jpg.

El software sólo verifica los archivos con el nombre image.jpg. Después de cargar una imagen, podrá ver la foto del circuito en la esquina inferior derecha de la pantalla de la prueba voltaje-corriente. Los botones verdes en la imagen como +, - son para la opción de zoom. Seleccione el punto que guardará sobre la imagen. Luego, con la sonda de canal 1, toque el punto en la placa y haga clic en guardar. Con esta función, al realizar comparación de la memoria, usted será capaz de ver el lugar del punto de guardado en la placa, figura 119.

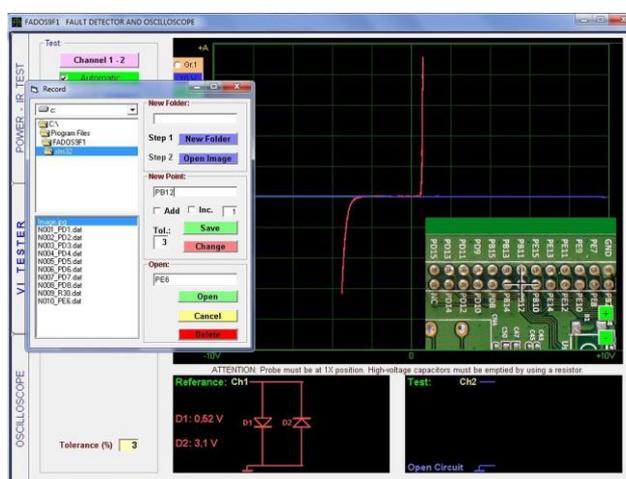


Figura 119 Pantalla de registro de memoria de puntos de prueba mediante fotos.

f) Prueba comparativa de los materiales en circuitos electrónicos

Cuando un material en el circuito se prueba, debido al paralelismo de estos materiales con otros en el circuito, se genera una señal mixta. Este

equipo hace prueba y compara los materiales creando esquema equivalente y señal de los materiales en placas electrónicas, figura 120.

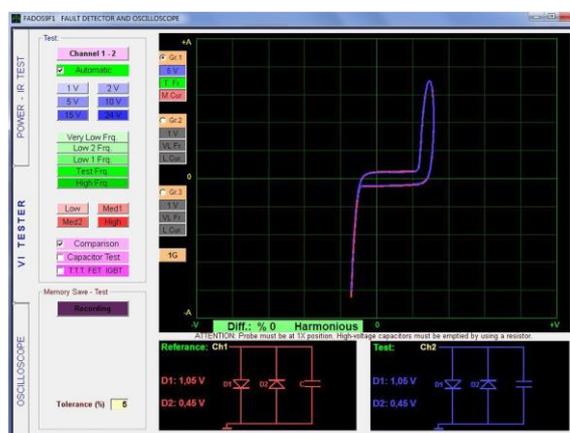


Figura 120 Prueba comparativa

Conectando la placa en pleno funcionamiento de su chasis al canal 1, y la placa sospechada, defectuosa al canal 2, puede probar y hacer comparación entre ellos. Antes de hacer comparación, comience el proceso de control desde la alimentación de placa, entradas & salidas y cualquier otro lugar en la placa que usted tiene sospecha.

g) Visualización de gráficos en tres configuraciones diferentes

En la pantalla de detección de fallas haciendo clic en el botón de 1G, y seleccionando diferentes niveles de voltaje frecuencia y corriente puede visualizar 2G y 3G es decir hasta 3 gráficos al mismo tiempo figura 121.

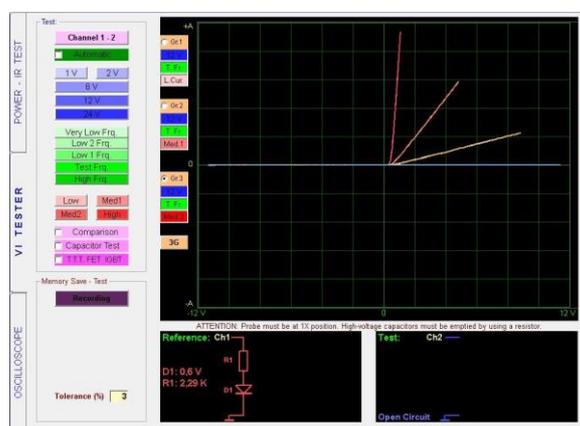


Figura 121 Visualización de grafico en tres configuraciones diferentes.

En la figura 122, con 3G, el nivel de tensión se ajusta en 12 V, nivel de frecuencia se ajusta a la frecuencia de prueba y fase corriente se establece en corriente baja, corriente media 1 y corriente media 2, respectivamente. Como en el ejemplo, se observa que el componente no muestra cualquier señal de falla a baja corriente, muestra señales de falla en el nivel de corriente media 1.

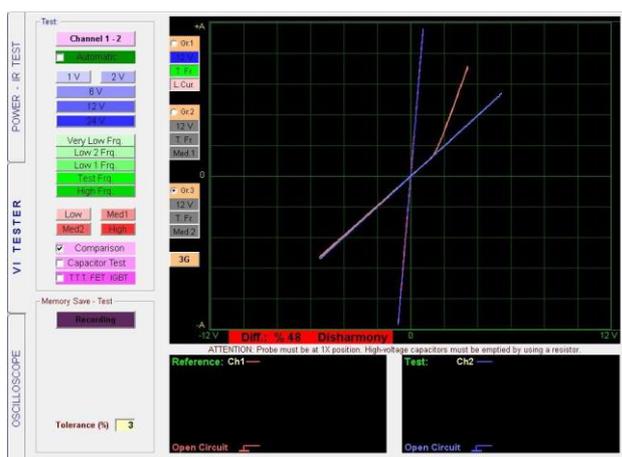


Figura 122 Detección de falla en configuración 3G.

h) Osciloscopio

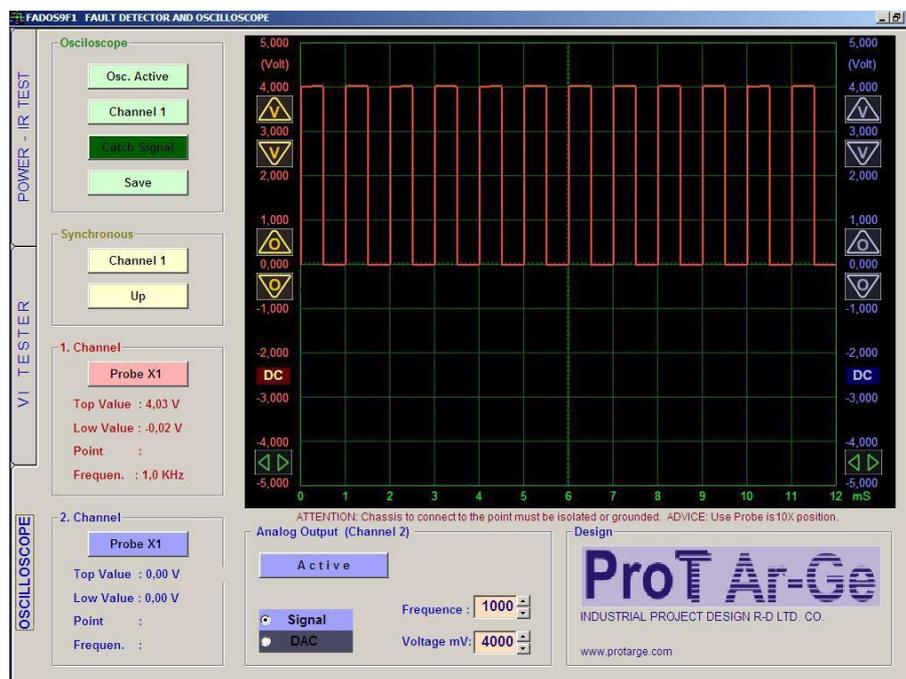


Figura 123 Pantalla de osciloscopio.

Osciloscopio Activo/Pasivo: El botón de Osciloscopio activa el osciloscopio o pausa la imagen actual y al hacer clic en el botón guardar, guarda dicha imagen en la memoria.

Channel (canal): Canal 1, Canal 2, o ambos se eligen respectivamente.

Automatic (manual/automático): Al seleccionar la opción manual, el software captura la señal de los valores especificados del límite inferior de (mV) y límite superior (mV). Al hacer clic en automático, cuando se interrumpe la señal, se captura automáticamente la última señal.

Save (guardar): Guarda los datos de osciloscopio o abre los datos guardados.

Channel 1 (canal 1): Determina el canal a través del cual se inicia la sincronización inicial.

Extremo Ascendente/Extremo Descendente: Inicia el síncrono en extremo ascendente o extremo descendente.

Probe X1(sonda X1): Ajusta los valores de tensión de la sonda como el respeto al coeficiente X1 o X10.

Valores superiores e inferiores: Valores máximos y mínimos en la pantalla.

Point (punto): Muestra los valores de voltaje del cursor de la posición de memoria en la alineación vertical.

Frekans (frecuencia): Muestra la frecuencia si el software puede detectar la señal entrante.

Active/Pasive (activo/pasivo): Al hacer clic en el botón, genera una salida de onda cuadrada o salida analógica desde el canal 2.

Signal/DAC (cuadrado/DAC): Puede seleccionar como onda cuadrada o tensión analógica.

Frecuence (frecuencia): Determina la frecuencia de salida de señal de onda cuadrada.

Voltage mV (voltaje mV): Determina la tensión de onda cuadrada o salida de tensión analógica.

Sensibilidad de pantalla voltaje: Ajusta la sensibilidad de la pantalla de voltaje. Sensibilidad de Datos del material no cambia.

Genera una vez o de forma continua. Los números muestran el valor de la tensión. Si hace doble clic en los números referencia 0V de ese canal se inicia desde el punto marcado.

Configuración inicial: Ajuste el punto inicial del lugar en el que se muestran los datos en la sección memoria.

Ajuste de cero: desplaza hacia arriba y abajo la ubicación del punto 0V de la imagen. Los números muestran el valor de la tensión. Si hace doble clic en los números, referencia 0V de ese canal se inicia desde el punto marcado.

Ajuste de la velocidad: Ajuste de tiempo/división. En Inglés se llama como time/división. En el eje horizontal (eje de tiempo) establece el tiempo por FPS.

3.9. Procedimiento

Armar el equipo de trabajo (analizador – osciloscopio de pruebas voltaje – corriente) conectar las puntas de prueba, cable de masa, alimentación del equipo y el cable usb que conecta a la PC para la visualización de las curvas voltaje – corriente, como se observa en la figura 124.



Figura 124 Conexión del analizador de curvas

Desconectar la fuente de alimentación del vehículo (bornes positivo y negativo de batería), figura 125.



Figura 125 Desconexión de la alimentación eléctrica del vehículo

Se coloca la masa común del equipo a un punto de masa del vehículo, en este caso el cable de masa que conecta al borne negativo de la batería, para la obtención de curvas en el socket que conecte ya sea a sensores o actuadores respectivamente, figura 126.



Figura 126 Conexión de la masa del equipo al cable negativo que conecta a la batería

Localizar el elemento a diagnosticar (sensor o actuador) y desconectar el socket que conecta al mismo, como ejemplo se toma el circuito del inyector, figura 127.



Figura 127 Ubicación de elemento a realizar el test

Colocar la punta de prueba en cada uno de los puntos del socket para la obtención de curvas voltaje – corriente, figura 128.



Figura 128 Test con la punta del equipo

Se genera una imagen en cada punto del socket figura 130, que se visualiza en la pantalla de la PC.

Para este caso se tiene dos puntos de obtención de información, el cable de alimentación 12v y el cable de activación del inyector por medio del transistor figura 129.

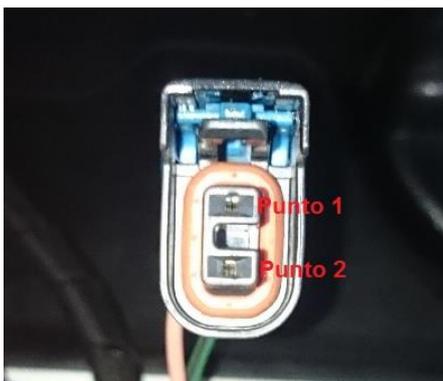


Figura 129 Socket que conecta al inyector

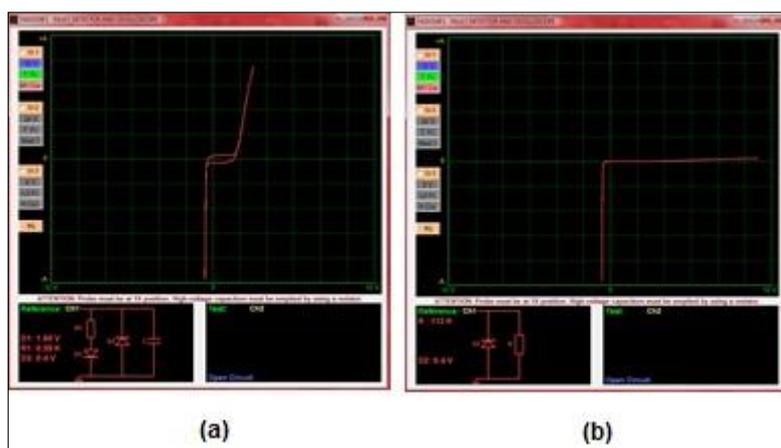


Figura 130 Curvas obtenidas en el socket del inyector.

Para obtener curvas en el sensor o actuador retirar la masa comun del equipo que se encuentra conectado a la masa del vehiculo, para proceder a colocar la masa del equipo en el terminal del sensor o actuador, en este caso en uno de los terminal del inyector, figura 131.



Figura 131 Ubicación de la masa del equipo a una de las terminales del inyector

Con la punta de prueba se obtiene las curvas voltaje - corriente en los terminales restantes para la obtención de la curva, en este caso se tiene un punto de medición en el inyector, figura 132.



Figura 132 Test con la punta de prueba en el inyector

La curva voltaje – corriente resulta ser la bobina interna que tiene el inyector, figura 133.

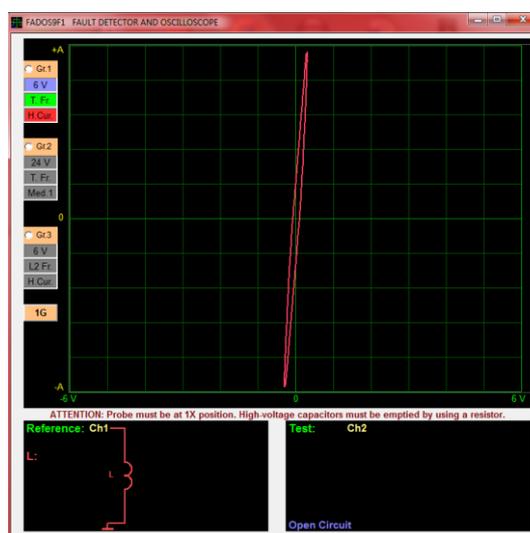


Figura 133 Curva obtenida al realizar el test en el inyector

Dependiendo el caso que se presenta se puede aplicar las tres técnicas para realizar el diagnóstico, además de generar una base patrón para una futura comparación de todo el sistema de control electrónico de inyección del vehículo, este proceso se lleva a cabo entre dos personas para la toma de información y su respectivo almacenamiento, figura 135.



Figura 134 Equipo de trabajo

3.10. Conclusión del capítulo

Se presentó la metodología para el desarrollo del proyecto de investigación, la operacionalización de las variables, además se describe el proceso de construcción del trazador para osciloscopio digital. El equipo analizador – osciloscopio de curvas voltaje-corriente presenta varias características que se describieron en este capítulo, así también el procedimiento para realizar las pruebas en el vehículo.

CAPÍTULO IV

INVESTIGACIÓN, EXPERIMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

En este capítulo se presenta la investigación realizada, los resultados obtenidos de la experimentación ejecutada en los vehículos Chevrolet Optra 1.8 y Mazda BT-50 con asistencia del analizador – osciloscopio multifunción de pruebas voltaje – corriente, así como el análisis que se aplicó tomando a consideración las tres técnicas de diagnóstico mencionadas en el capítulo dos, es necesario tomar en consideración que las pruebas se realizó tanto para sensores, actuadores y el socket que conecta a cada uno de los elementos del sistema de control electrónico de inyección, es decir la ECU del vehículo.

4.1 Instalación del software del equipo de diagnóstico

- 1 Conecte FADOS9F1 al ordenador a través del puerto usb, instale los controladores de cd, figura 135.



Figura 135 Equipo de diagnóstico

- 2 Haga clic en FADOS9F1 SETUP.exe e instale el programa, figura 136.



Figura 136 Fados9f1 setup

- 3 Seleccione la ubicación para realizar la instalación, clic en siguiente, figura 137.

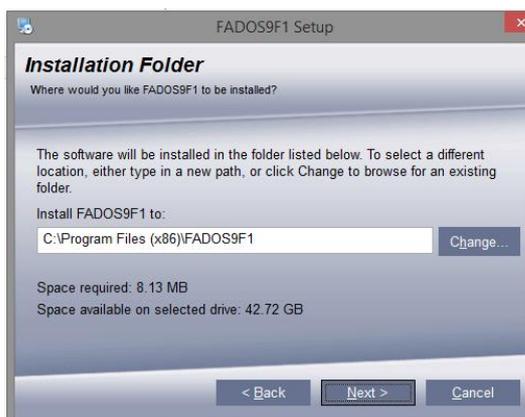


Figura 137 Carpeta de instalación del software

4. Aviso de confirmación de la ubicación de instalación, clic en siguiente, figura 138.



Figura 138 Esperando instalación

5. Clic en finalizar para terminar la instalación, figura 139.



Figura 139 Instalación finalizada

6. Ejecute FADOS9F1.exe, figura 140.



Figura 140 Interface de presentación

4.2 Instalación del controlador para usb

1. Conecte FADOS9F1 al PC. Puede instalar el controlador directamente en Windows XP cuando vea la notificación de "Nuevo Hardware Encontrado" a continuación, inserte el CD e instale el controlador.
2. Para Windows Vista y Windows 7, abra el administrador de dispositivos. Haga clic con el botón derecho en el icono mí PC en el escritorio y haga

clic en administrar y administrador de dispositivos, o también: Haga clic en menú Inicio luego panel de control.

En el panel de control, haga clic en el icono sistema y clic en el icono hardware, en hardware, haga clic en el administrador de dispositivos, figura 141.

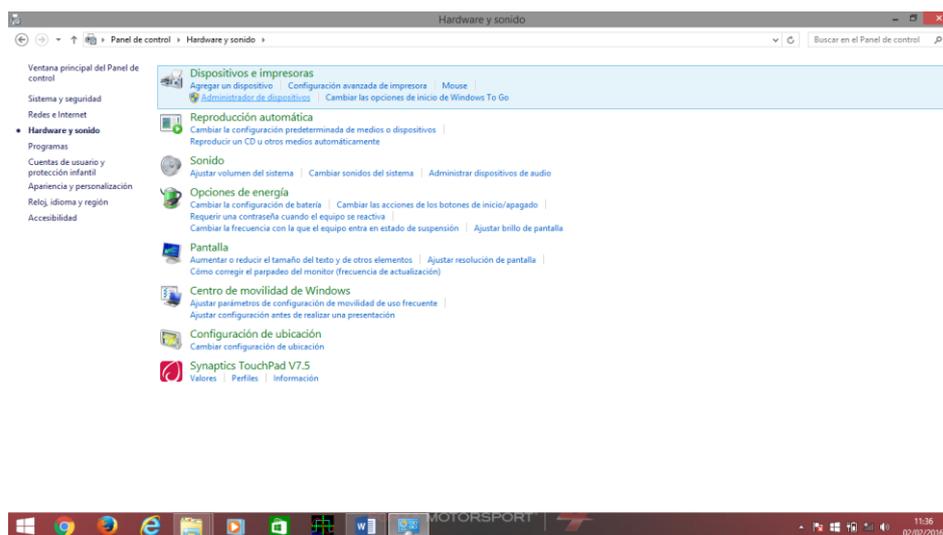


Figura 141 Administrador de dispositivos

3. Encuentra el texto “Prot Ar-Ge FADOS9F1 Detector de Fallas” en controladora de bus serie universal (USB) haga clic derecho y seleccione "actualizar controlador", figura 142.

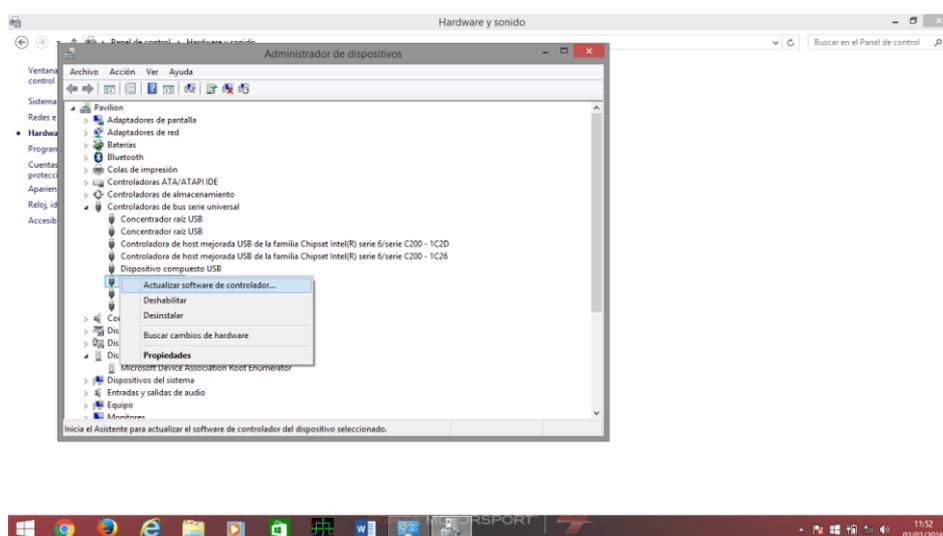


Figura 142 Actualizar controlador

4. Seleccione "buscar el mejor controlador" y haga clic en explorar y busque la carpeta del conductor de FADOS9F1, figura 143

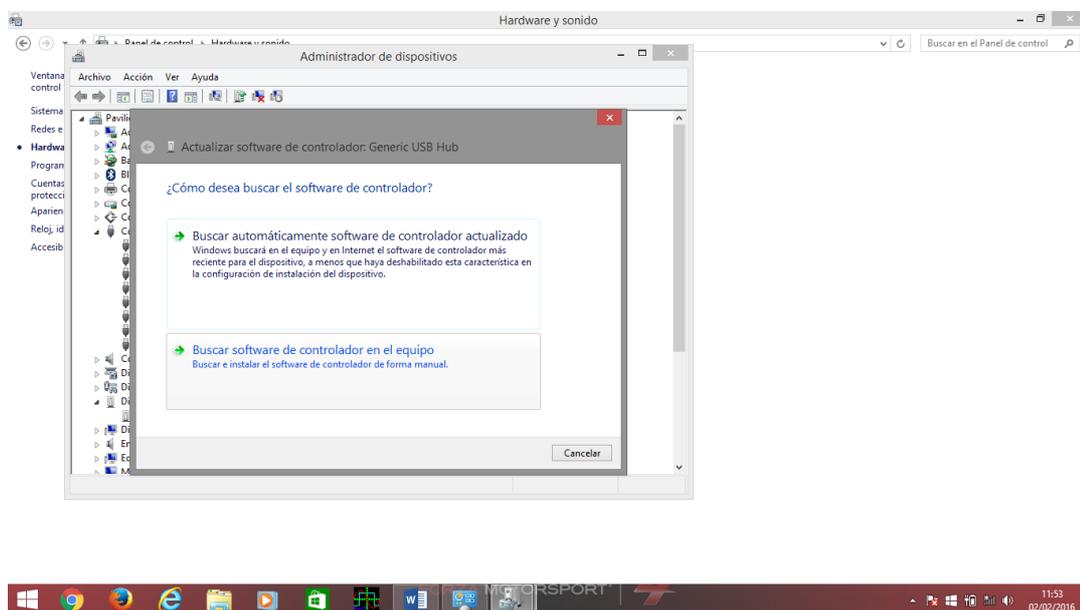


Figura 143 Buscar software de controlador en el equipo

5. Haga clic en OK e instale controlador, figura 144.

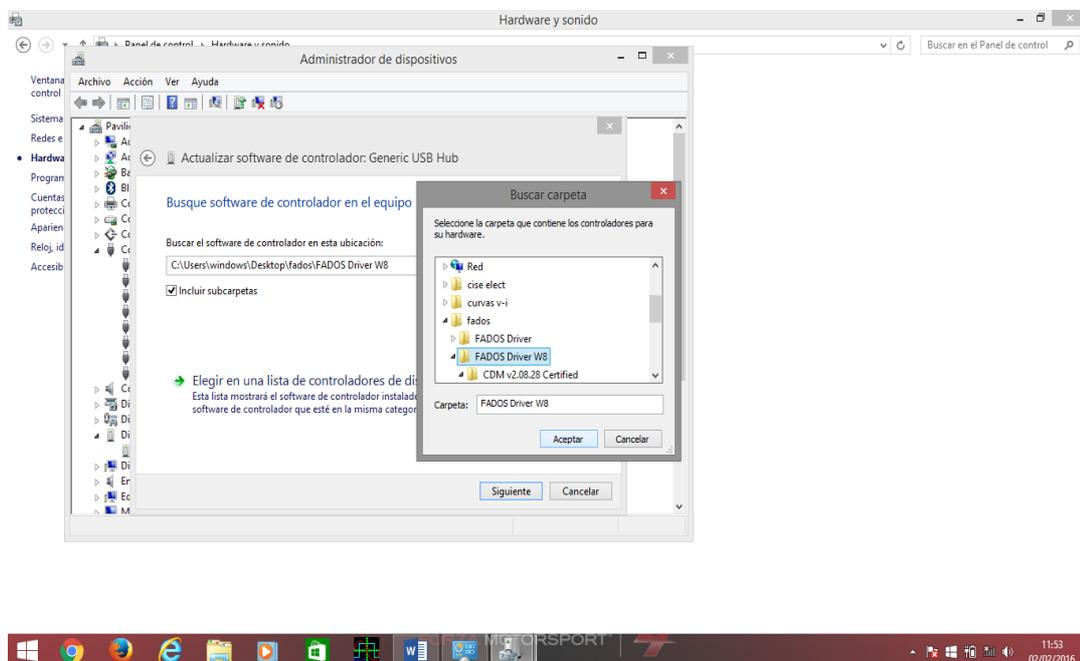


Figura 144 Drivers para windows ocho

4.3 Conexión de puntas de prueba previo al diagnóstico

- Conectar cable de alimentación DC del equipo a la toma de alimentación, fuente 110v y luego al equipo de diagnóstico.
- Sondas del equipo y sonda de com (cocodrilo) se pueden conectar a cualquier toma. Sonda anillada roja es siempre el canal uno y sonda anillada verde es siempre el canal dos. Sonda crocodile es siempre masa común.
- Cable usb se utiliza para la comunicación entre FADOS9F1 y el ordenador.
- Desconectar la alimentación, es decir la batería de 12v.
- Para realizar el test en socket la masa común (crocodile) del equipo se coloca en el cable de masa que conecta la batería.
- Por contrario si se realiza el test en sensores o actuadores el cable de masa común (crocodile) se conecta en una de las terminales ya sea de sensores y actuadores.
- Con la sonda o punta de prueba tocar la terminal para obtener las curvas voltaje - corriente

4.4. Generación e interpretación de imagen patrón de sensores en el sistema de inyección electrónico MPFI

4.4.1. Sensor de posición del cigüeñal CKP

En la figura 145 se observa la curva característica de la bobina, lo que indica que el sensor CKP es de tipo inductivo, en la parte inferior izquierda de la figura se muestra el circuito mínimo equivalente, en el cual se visualiza el símbolo de la bobina.



Figura 145 Curva v-i del sensor CKP

En la figura 146 se observa la curva característica del diodo que conduce al llegar a un valor fijo, la inclinación se debe a que se encuentra conectado con una resistencia colocada en serie, la curva corresponde al cable de referencia baja que conecta al sensor CKP.

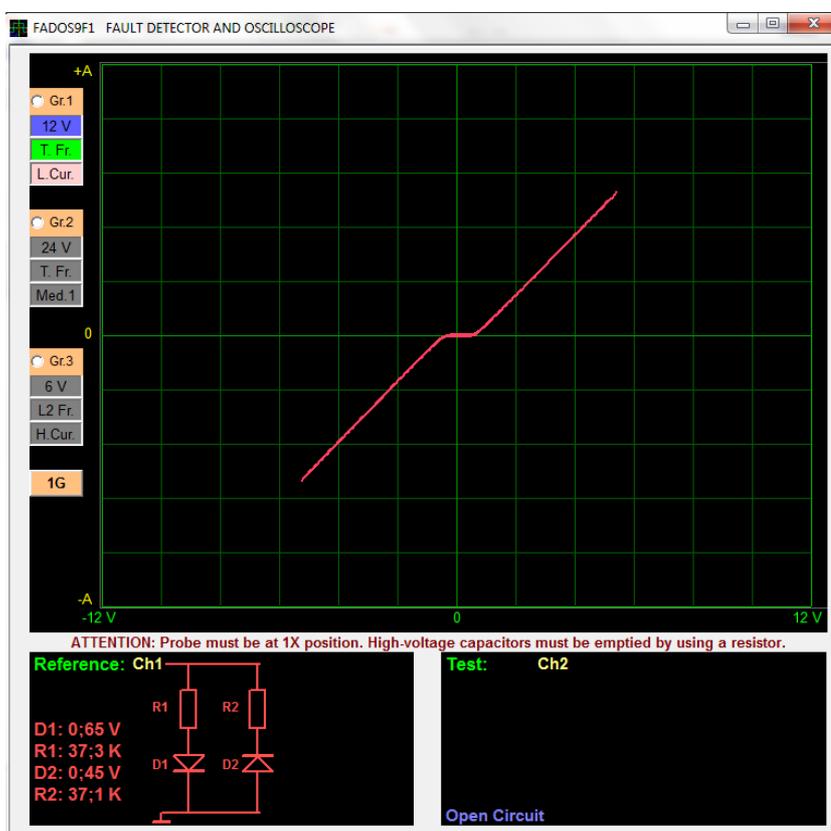


Figura 146 Curva v-i en el cable de referencia baja del sensor CKP

En la figura 147 se observa dos diodos conectados en paralelo pero con la particularidad que están conectados en forma opuesta, es decir, el diodo 1 está conectado a masa por el cátodo mientras tanto el diodo 2 está conectado por el ánodo, similar a la figura 146, la curva corresponde al cable de referencia alta que conecta al sensor CKP.

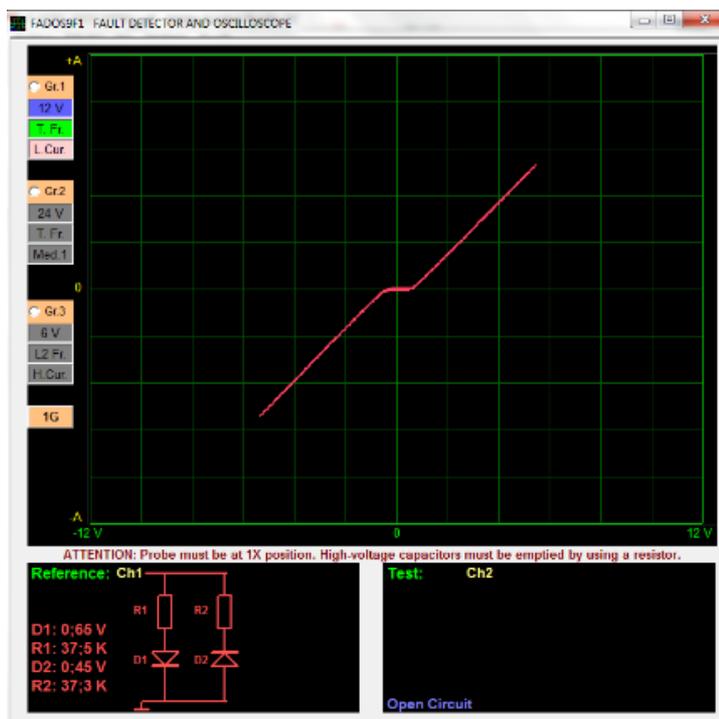


Figura 147 Curva v-i en el cable de referencia alta del socket del sensor CKP

En la figura 148 se observa un circuito en corto, es decir el cable conduce directamente a masa, por lo tanto es el cable de protección del blindaje no existe ningún elemento conectado en el mismo.

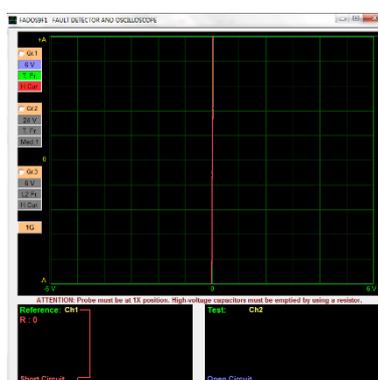


Figura 148 Curva v-i en el cable de tierra en el socket del sensor CKP

En el sensor CKP el mejor método para aplicar es: Diagnóstico por imagen en base a comparación de patrones obtenidos por medición única, puesto que no se puede comparar circuitos similares en el mismo vehículo.

Para el socket que conecta al sensor CKP se puede aplicar el método: Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos, siempre que se tenga el diagrama de conexión, o comparación de patrones por medición única.

En la figura 149 se observa la curva del sensor CKP tomada con osciloscopio, escala: $v= 2v$; $t= 10ms$, en ralentí.

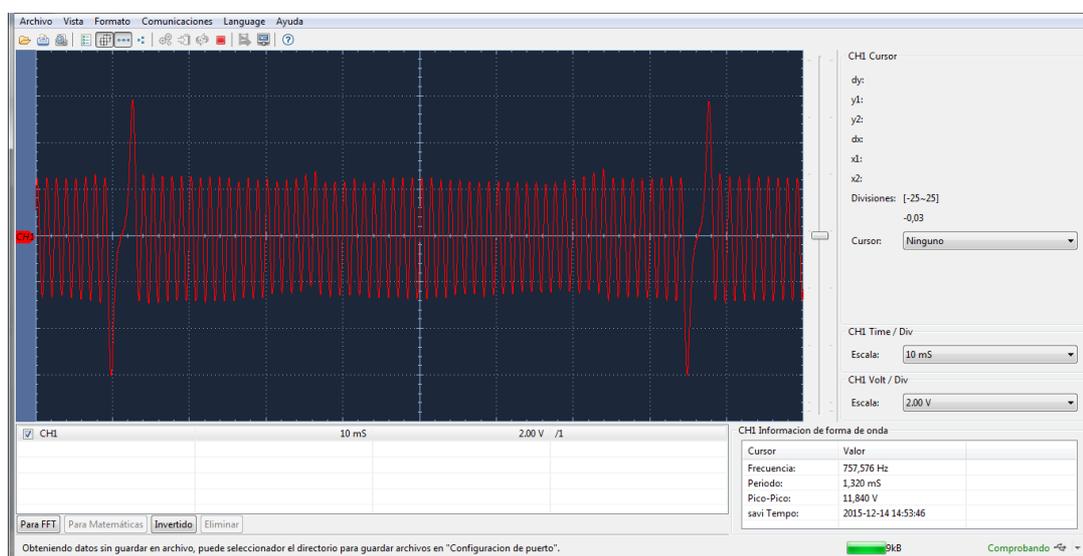


Figura 149 Curva v-t del sensor CKP

4.1.2. Sensor de posición del árbol de levas CMP

En la figura 150 se observa la curva característica del diodo entre los pines de señal y tierra del sensor, en el circuito equivalente muestra que el diodo se activa al llegar a un voltaje fijo, está conectado en polarización inversa, es decir el diodo conduce en el ciclo negativo de la corriente alterna aplicada.

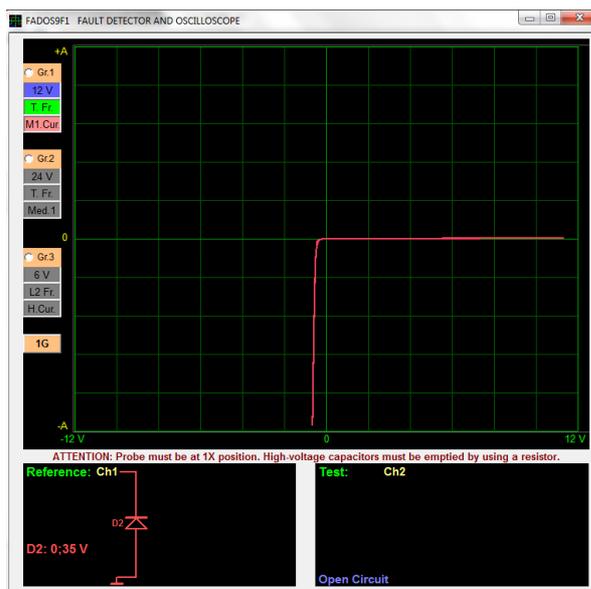


Figura 150 Curva v-i entre las terminales de señal y tierra en el sensor CMP

En la figura 151 se observa la curva voltaje – corriente de dos diodos zéner conectados en paralelo de forma opuesta que se activan con un voltaje mayor al del otro diodo, la inclinación se debe a que se encuentra conectado una resistencia en paralelo según el diagrama de circuito equivalente.

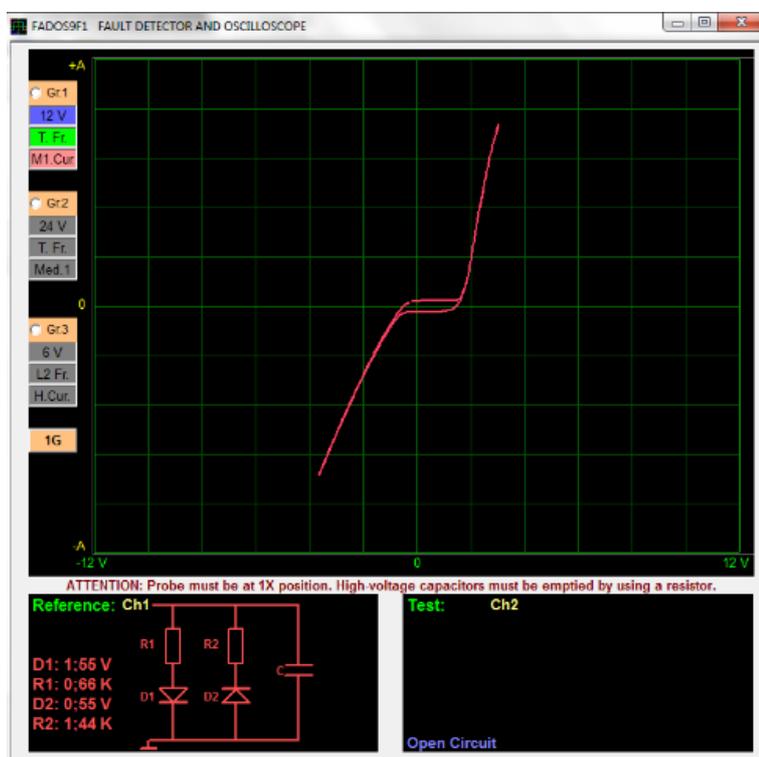


Figura 151 Curva v-i entre los terminales de alimentación y tierra en el sensor CMP

En la figura 152 se observa la figura compuesta de un diodo y capacitor como se muestra en el circuito mínimo equivalente.

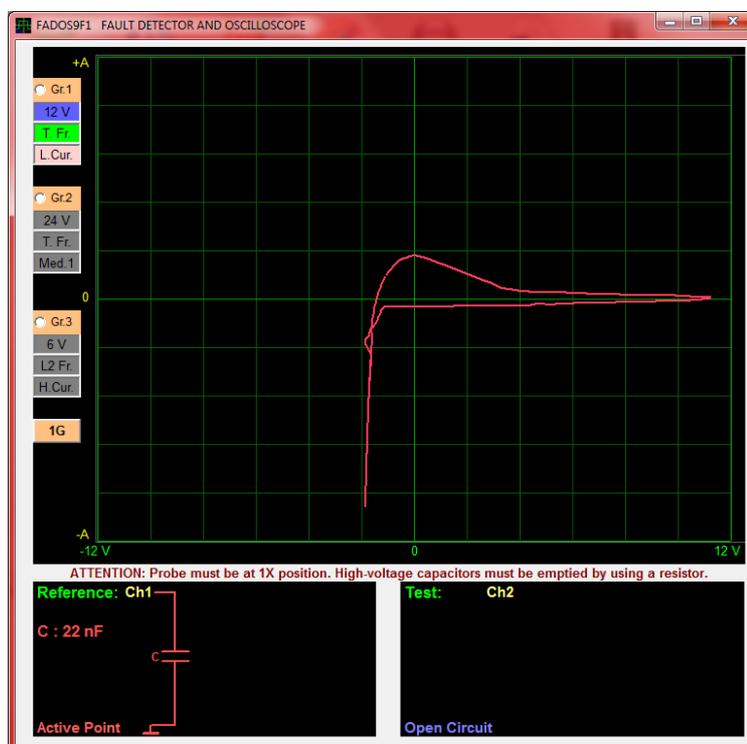


Figura 152 Curva v-i entre los terminales de alimentación y señal en el sensor CMP.

En la figura 153 se determina la existencia de una resistencia en el cable de señal del sensor CMP.

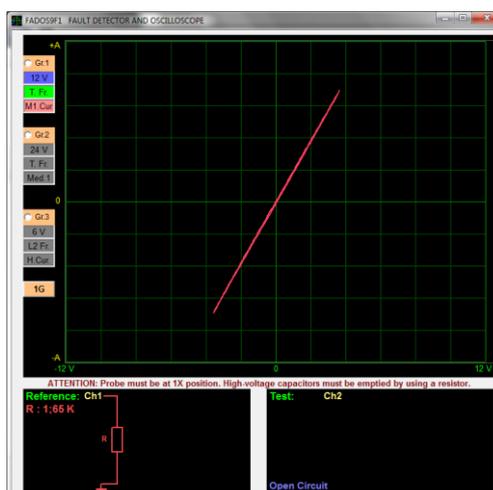


Figura 153 Curva v-i en el cable de señal del socket que conecta al sensor CMP.

En la figura 154 se determina que es el cable de masa del sensor CMP, la curva resultante es una línea vertical indicando corto, es decir no existe la presencia de ningún elemento en el cableado.

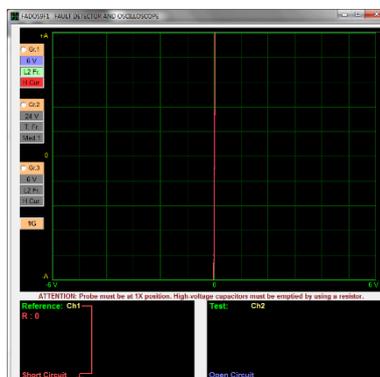


Figura 154 Curva v-i en el cable de tierra del socket que conecta al sensor CMP

En la figura 155 la curva obtenida, es la de un diodo que inicia la conducción en el voltaje negativo de la corriente alterna, este diodo se debe al transistor con dumper que cierra el circuito, en el voltaje positivo de la alterna se observa una pequeña capacidad de la bobina en paralelo con la resistencia ubicada dentro del relé.

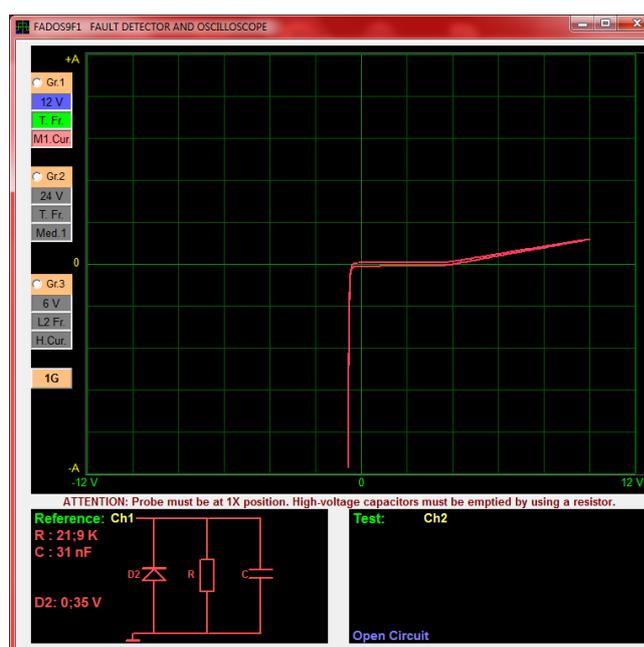


Figura 155 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor CMP

En el sensor CMP el mejor método para aplicar es: Diagnóstico por imagen en base a comparación de patrones obtenidos por medición única, es decir guardar una base patrón para futura comparación en otros vehículos de las mismas características.

En el socket del sensor CMP el mejor método para aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos, si posee el diagrama de conexión del sistema de inyección, también se puede suponer la curva que se puede obtener y en base a esta determinar si el circuito es lógico.

En la figura 156 se observa la curva del sensor CMP tomada con osciloscopio, escala: $v = 2v$; $t = 50ms$, en ralentí.

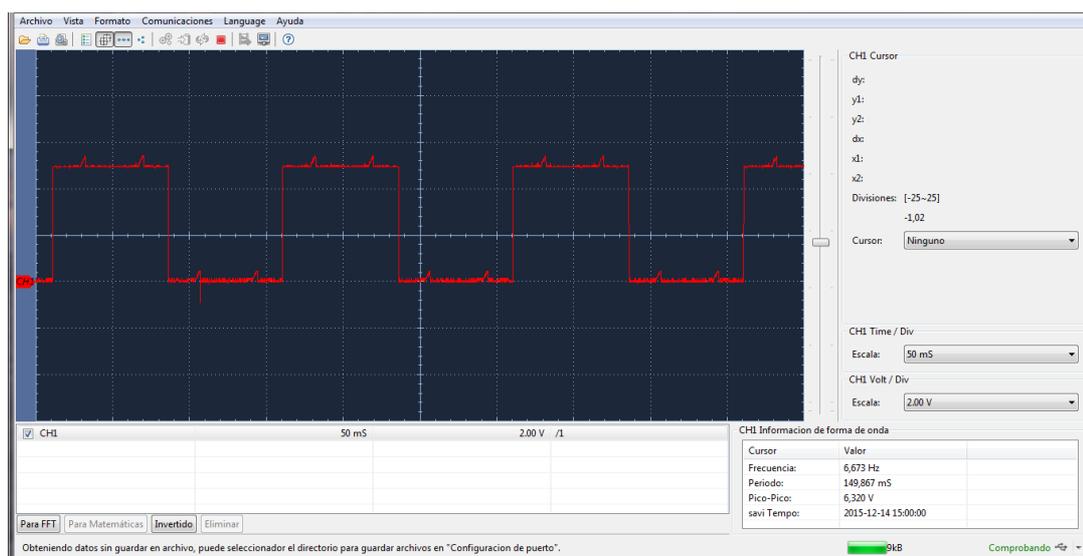


Figura 156 Curva v-t del sensor CMP

4.1.3. Sensor de presión en el múltiple de admisión MAP

En la figura 157 se observa que la curva está compuesta de un diodo en polarización inversa y un capacitor cuya representación está en el diagrama de circuito equivalente.

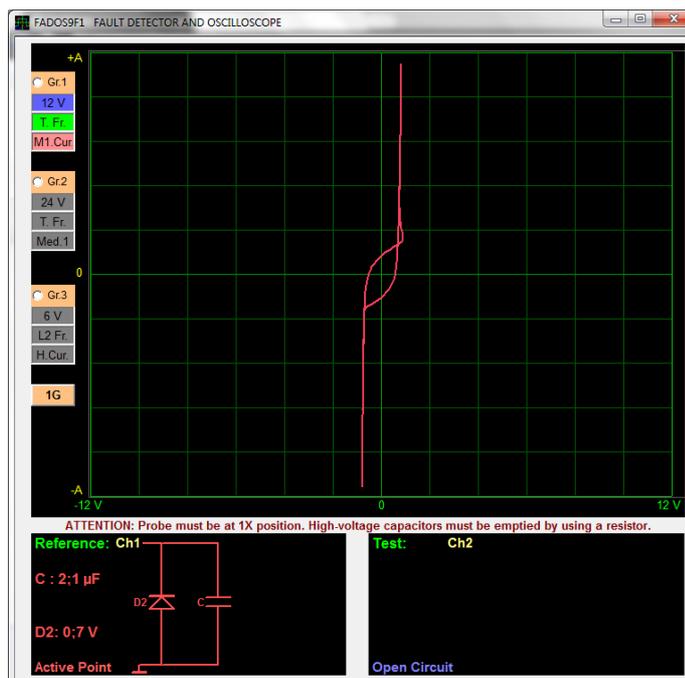


Figura 157 Curva v-i entre las terminales de alimentación y señal del sensor MAP.

En la figura 158 la curva obtenida se determina la presencia de diodos colocados en paralelo con el capacitor cuyo valor no está definido en el circuito mínimo equivalente.

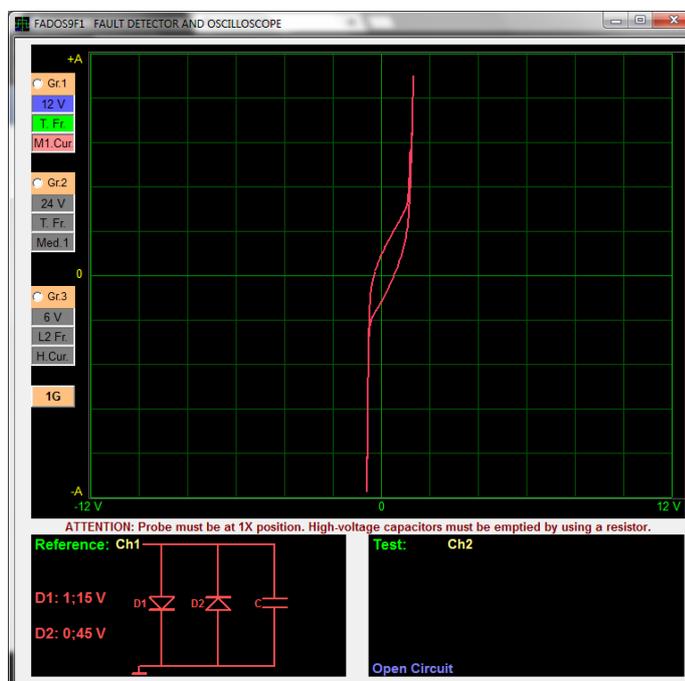


Figura 158 Curva v-i entre las terminales de alimentación y referencia baja del sensor MAP.

En la figura 159, en el circuito equivalente se observa que el diodo se encuentra conectado en serie con una resistencia que funcionan con el voltaje positivo de la corriente alterna aplicada, existe una pequeña capacidad pero no se determina su valor, además el diodo dos está en paralelo al diodo uno y su resistencia, pero en polarización inversa por lo que inicia su conducción con el voltaje negativo de la corriente alterna.

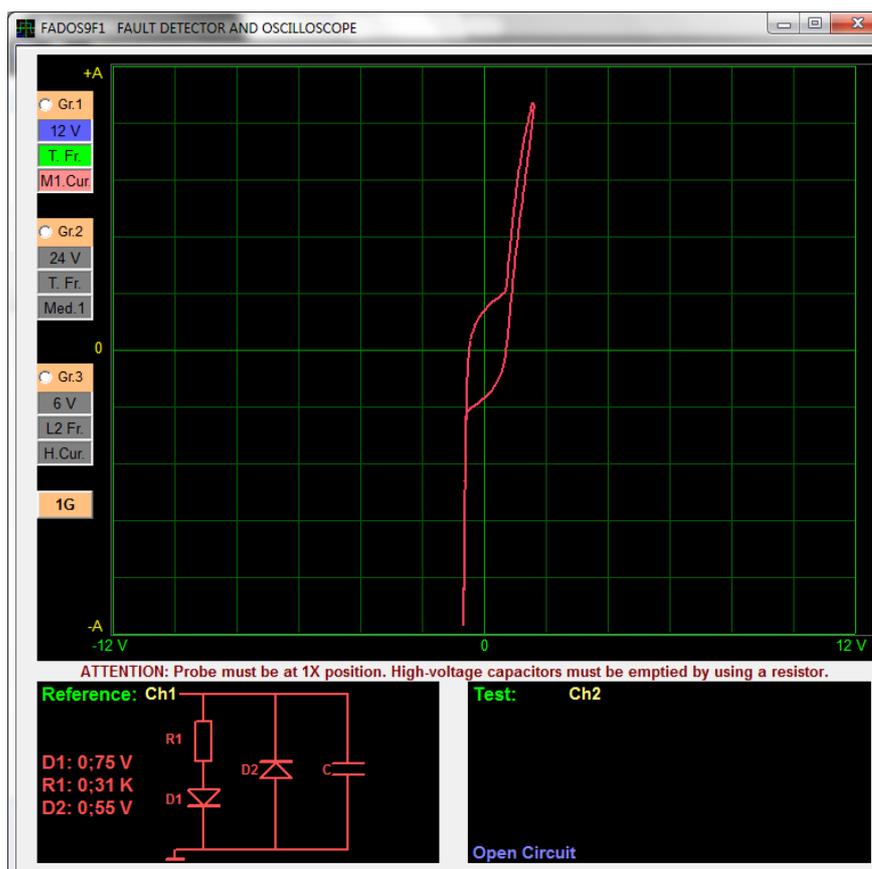


Figura 159 Curva v-i entre las terminales de señal y referencia baja del sensor MAP.

En la figura 160 se la curva de un capacitor de tantalio, la inclinación se deba a que está conectado a una resistencia en paralelo. Si analizamos lo que muestra el circuito mínimo equivalente, se tiene un diodo en polarización directa conectado a la resistencia los mismo que están en paralelo con otro diodo en polarización inversa conectado con otra resistencia y todos estos en paralelo al condensador cuyo valor no está especificado.

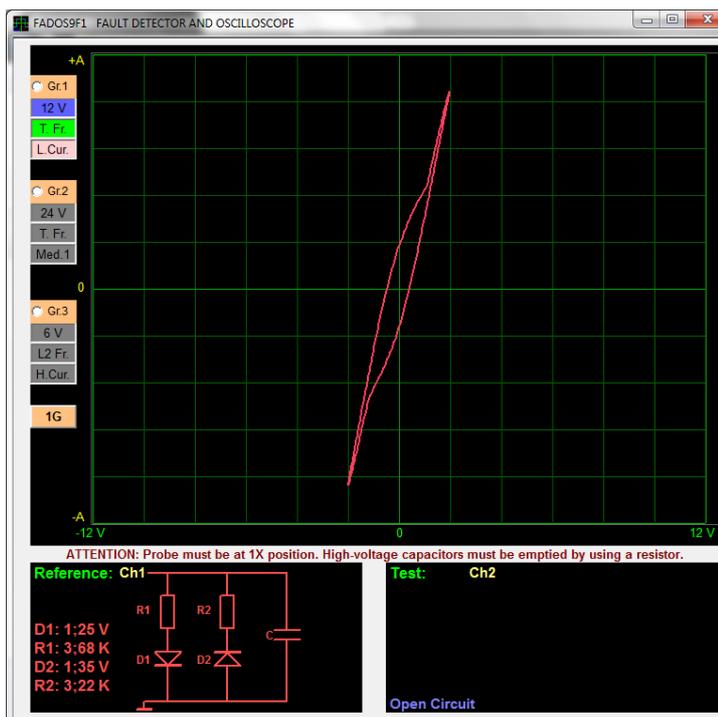


Figura 160 Curva v-i en cable de señal en el socket del sensor MAP.

En la figura 161 se observa la curva de un capacitor inclinado, si analizamos el circuito mínimo equivalente el capacitor está en paralelo a la resistencia proveniente del circuito fuente de la ECU.

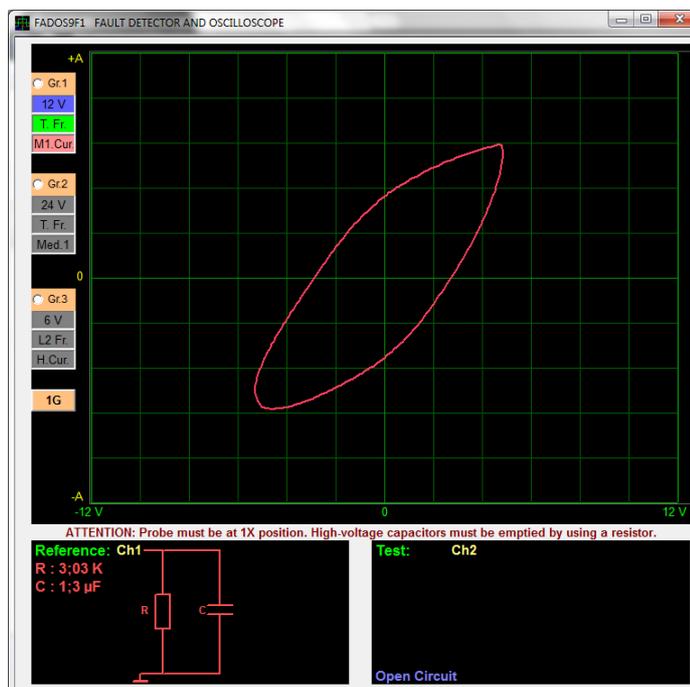


Figura 161 Curva v-i en el cable de alimentación en el socket del sensor
MAP

En la figura 162 se observa una línea vertical que representa la masa para el sensor, produciendo corto al realizar la medición.

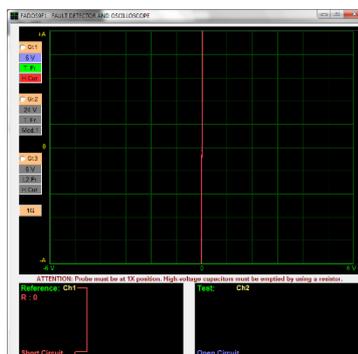


Figura 162 Curva v-i en el cable de referencia baja en el socket del sensor MAP

En el sensor MAP el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imagen en base a comparación de patrones obtenidos por medición única, puesto que en el sensor no se tiene referencia de los componentes internos que pueda tener así como diagramas para referenciar.

En el socket del sensor MAP el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos, ya que se puede predecir el circuito que se encuentra en el interior de la ECU, además de contar con el diagrama de conexión.

En la figura 163 se observa la curva característica del sensor MAP con osciloscopio, escala $v= 1v$; $t= 250ms$.

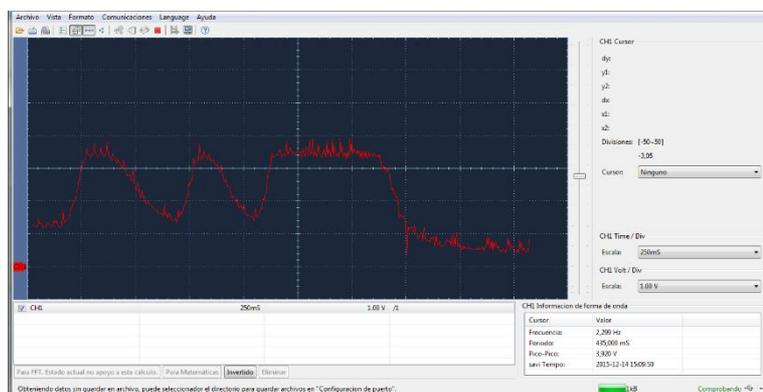


Figura 163 Curva v-t del sensor MAP

4.1.4. Sensor de posición de la mariposa de aceleración TPS

En la figura 164 se observa la curva característica de la resistencia entre el terminal de alimentación y referencia debido a que el sensor TPS es un potenciómetro que varía su resistencia de acuerdo a la posición angular del estrangulador.

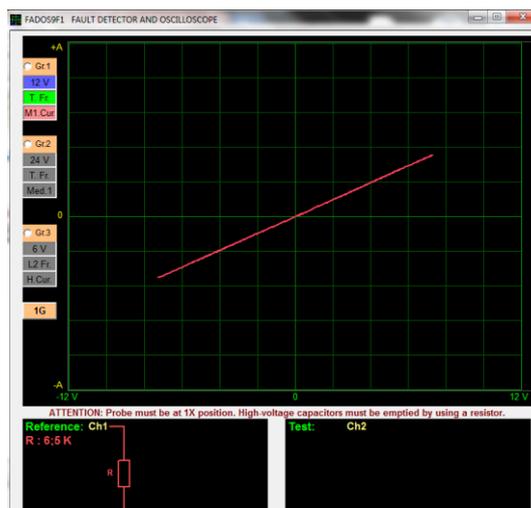


Figura 164 Curva v-i entre los terminales de alimentación y referencia baja en el sensor TPS

En la figura 165 se observa la curva de la resistencia entre el terminal de alimentación y señal del sensor.

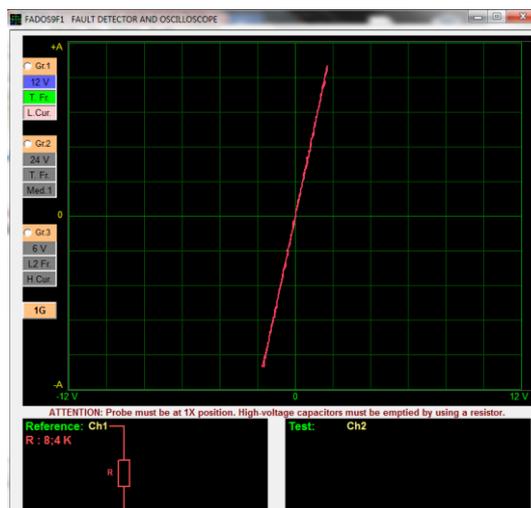


Figura 165 Curva v-i entre los terminales de alimentación y señal en el sensor TPS.

En la figura 166 se realiza la prueba entre los terminales de señal y referencia baja del sensor TPS, la curva resultante está representada por una resistencia.



Figura 166 Curva v-i entre los terminales de referencia baja y señal en el sensor TPS

En la figura 167 se observa la curva compuesta del capacitor y un diodo, esta curva esta inclinada en referencia a los ejes de voltaje y corriente, en el diagrama de circuito equivalente presenta un capacitor en paralelo con un diodo en polarización directa, se trata del circuito fuente ubicado en el interior de la ECU.

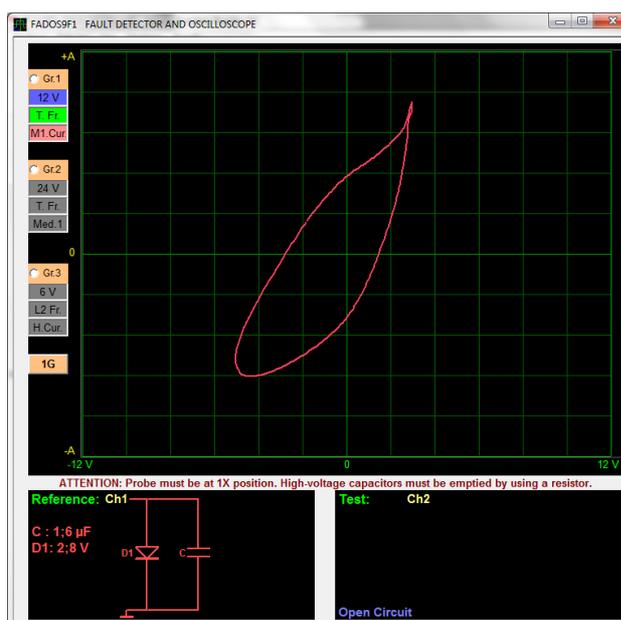


Figura 167 Curva v-i en el cable de alimentación en el socket del sensor TPS.

En la figura 168 la curva de un capacitor de tantalio y su inclinación se debe a la resistencia, si analizamos el circuito mínimo equivalente es similar a la figura 16 con la diferencia que las resistencias en serie tienen un valor alto, además la curva del condensador es menor, por lo tanto es un circuito de entrada a la ECU.

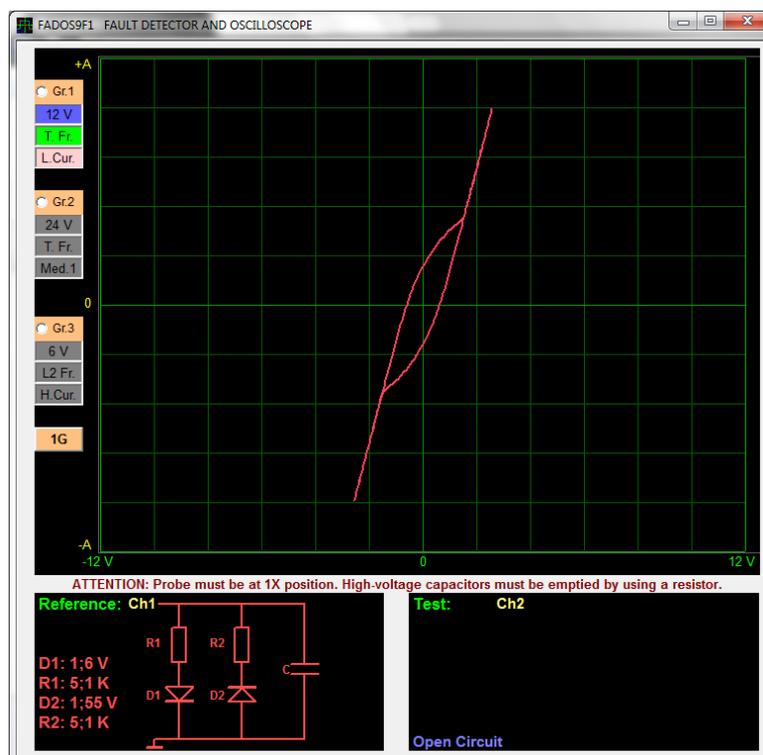


Figura 168 Curva v-i en el cable de señal en el socket del sensor TPS.

La figura 169 representa un circuito en corto es decir es el cable de masa del sensor.

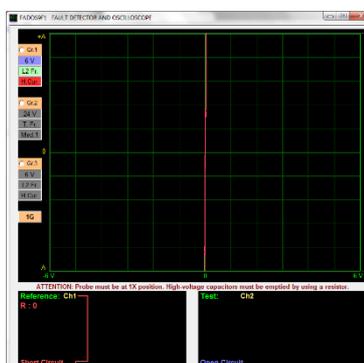


Figura 169 Curva v-i en el cable de referencia baja en el socket del sensor TPS.

En el sensor TPS el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos, además de este método se puede aplicar el diagnóstico por imagen en base a comparación de patrones obtenidos por medición única, para una futura comparación.

En el socket del sensor TPS el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos siempre y cuando se tenga el circuito de conexión, además de este método se puede aplicar el Diagnóstico por imagen en base a comparación de patrones obtenidos por medición única, para una futura comparación.

La figura 170 se observa la curva característica del sensor TPS con osciloscopio, escala: $v = 1$; $t = 1s$.

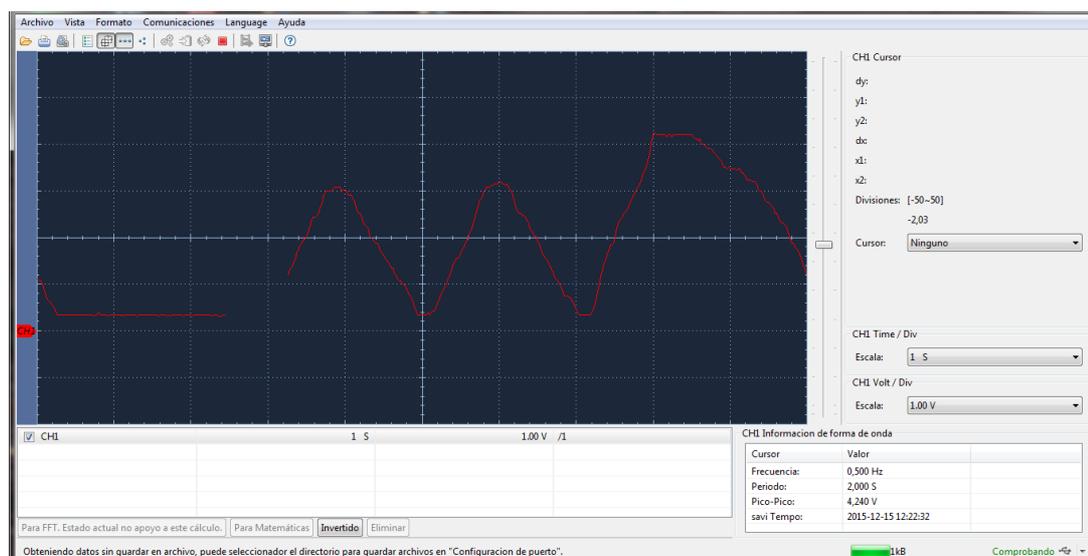


Figura 170 Curva v-t del sensor TPS.

4.1.5. Sensor de oxígeno EGO

En la figura 171 se determina circuito abierto debido a que entre las terminales de masa y señal no circular corriente alterna provocando la línea horizontal.

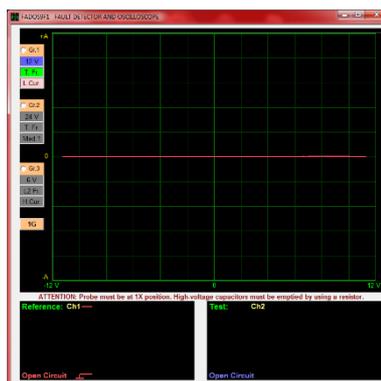


Figura 171 Curva v-i en las terminales del socket del sensor de oxígeno.

En la figura 172 se observa la curva que corresponde al cable de señal del sensor de oxígeno, si analizamos el circuito equivalente existe una resistencia colocada en serie con el diodo que se encuentra en polarización directa y que se pueden ver en el primer cuadrante es decir actúan en el voltaje positivo de la alterna, los mismos elementos están en paralelo al diodo dos en polarización inversa, además de un condensador en paralelo a los elementos antes mencionados pero su valor no se determina se grafica en el voltaje negativo de la corriente alterna.

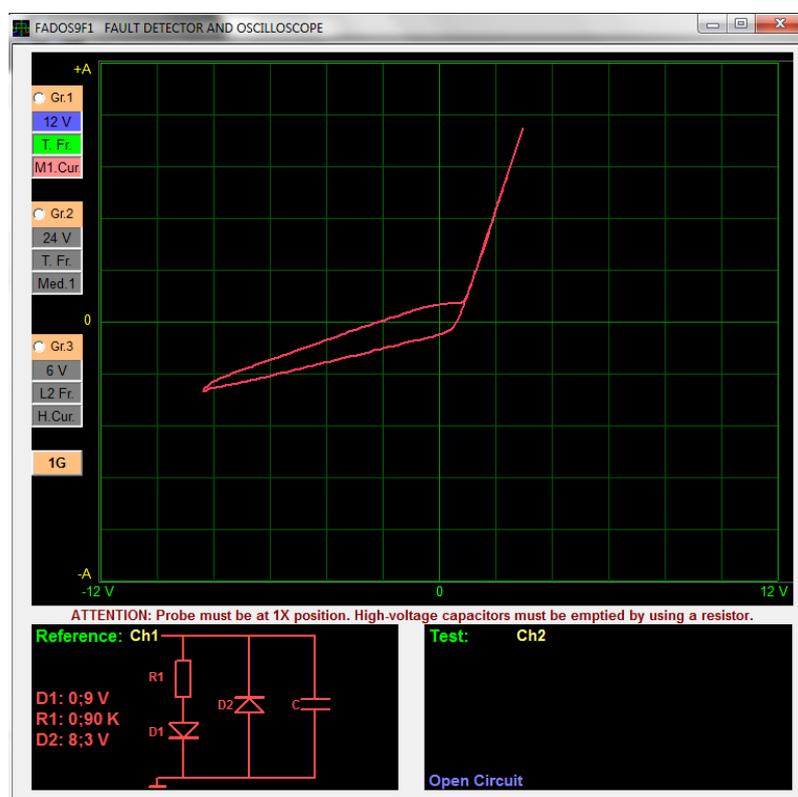


Figura 172 Curva v-i en el cable de señal en el socket del sensor de oxígeno

En la figura 173 correspondiente al cable de masa del sensor de oxígeno, analizando el circuito equivalente se observa en el voltaje positivo de la corriente alterna el diodo uno colocado en polarización directa que está en serie con la resistencia uno, mientras tanto en el voltaje negativo de la corriente alterna se observa el diodo dos en polarización inversa en serie con la resistencia dos que están en paralelo con un condensador de valor no definido.

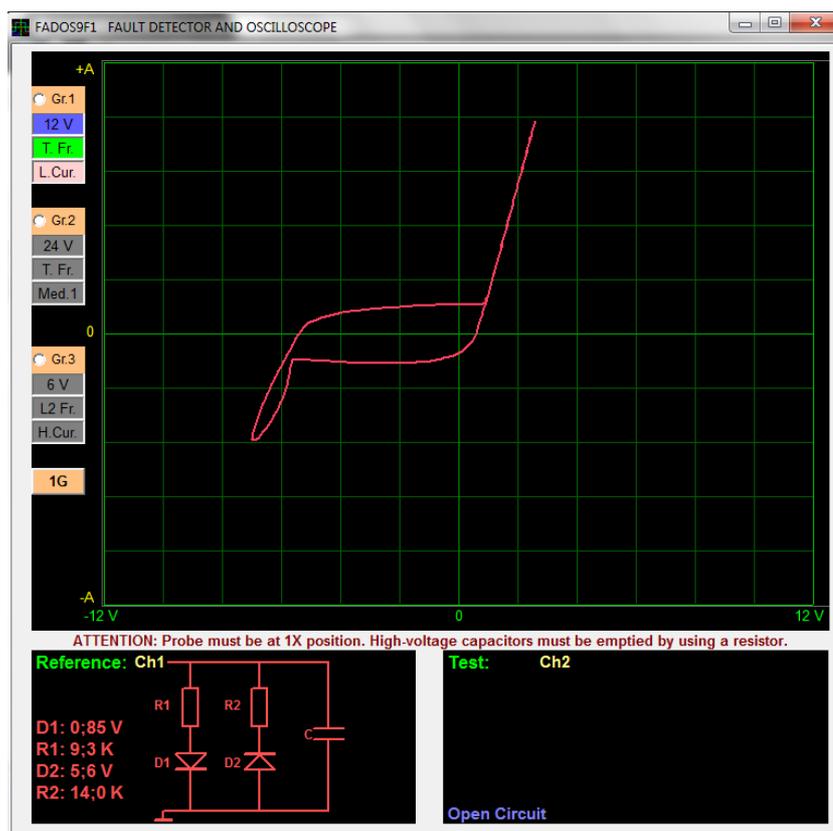


Figura 173 Curva v-i en el cable de referencia baja en el socket del sensor de oxígeno

En el sensor de oxígeno el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a comparación de patrones obtenidos por medición única, ya que no se puede presumir ni comparar que circuito se presenta en ese punto.

En el socket que conecta el sensor de oxígeno el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a comparación de patrones

obtenidos por medición única, ya que no se tiene referencia del circuito que controla el sensor, se debe generar la base patrón para futura comparación.

En la figura 174 se observa la curva característica del sensor de oxígeno con osciloscopio, escala: $v = 200\text{mV}$; $t = 250\text{ms}$

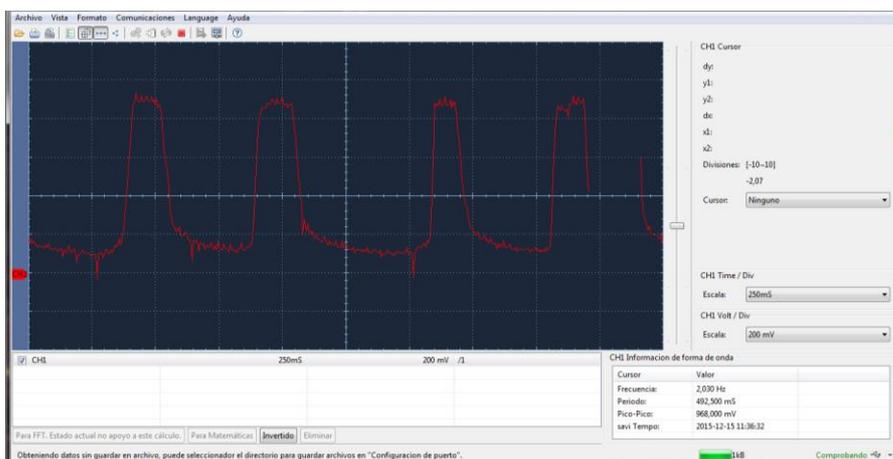


Figura 174 Curva v-t Del sensor de oxígeno

4.1.6. Sensor de temperatura del refrigerante ECT

En la figura 175 se observa la curva característica de la resistencia, es decir se trata del termistor tipo NTC del sensor de temperatura.

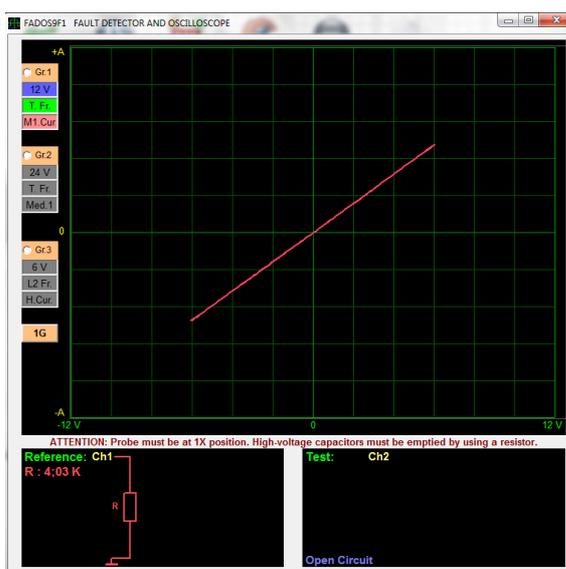


Figura 175 Curva v-i entre los terminales de alimentación y referencia baja en el sensor ECT.

En la figura 176 se observa la curva generada en el cable de alimentación del sensor de temperatura, analizando el circuito mínimo equivalente se determina la resistencia que actúa como divisor de voltaje para determinar la señal del sensor, el condensador colocado en paralelo al diodo del circuito fuente.

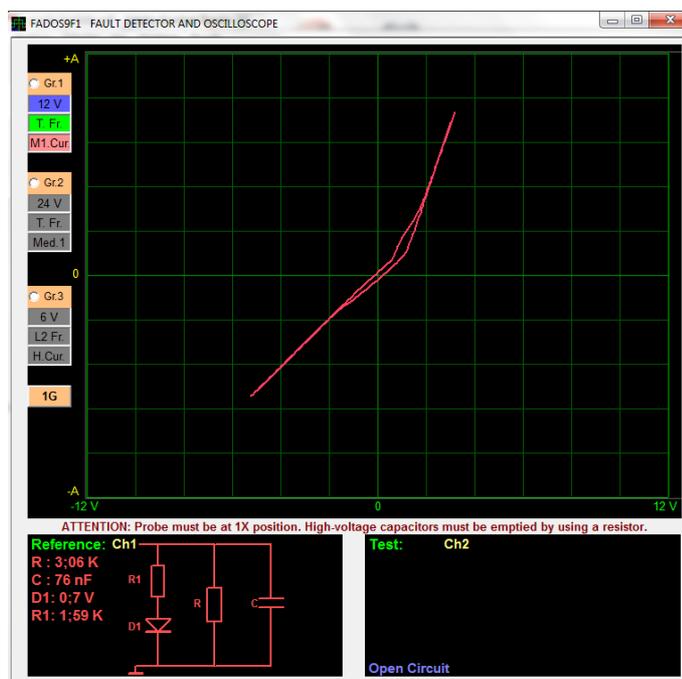


Figura 176 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor ECT.

En la figura 177 se realiza la prueba en el cable de masa del sensor de temperatura, resulta un circuito en corto, es decir el cable no está conectado a ningún elemento por lo que el grafico resulta ser una línea vertical.

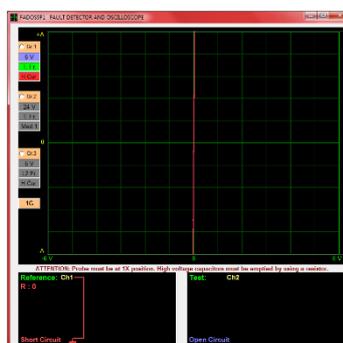


Figura 177 Curva v-i en el cable de referencia baja del socket que conecta al sensor ECT

En el sensor de temperatura ECT el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos, ya que se puede prever que el sensor es de tipo termistor.

En el socket que conecta al sensor de temperatura ECT el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos, puesto que en este tipo de circuito se puede anticipar la curva que se obtiene.

En la figura 178 se observa la curva característica del sensor de temperatura cuando el motor está enfriándose, con osciloscopio, escala: $v=1V$; $t=10s$

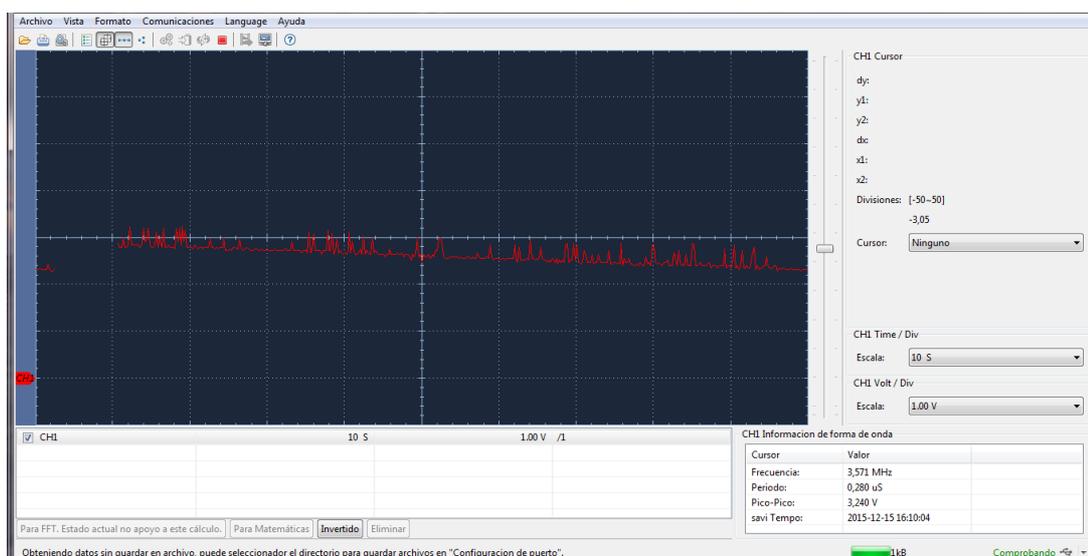


Figura 178 Curva v-t del sensor de temperatura ECT

4.1.7. Sensor de detonación KS

En la figura 179 la curva obtenida referente al cable de señal del sensor KS es la de un capacitor, la inclinación se debe a la resistencia colocada en paralelo, por lo tanto es un circuito de entrada a la ECU.

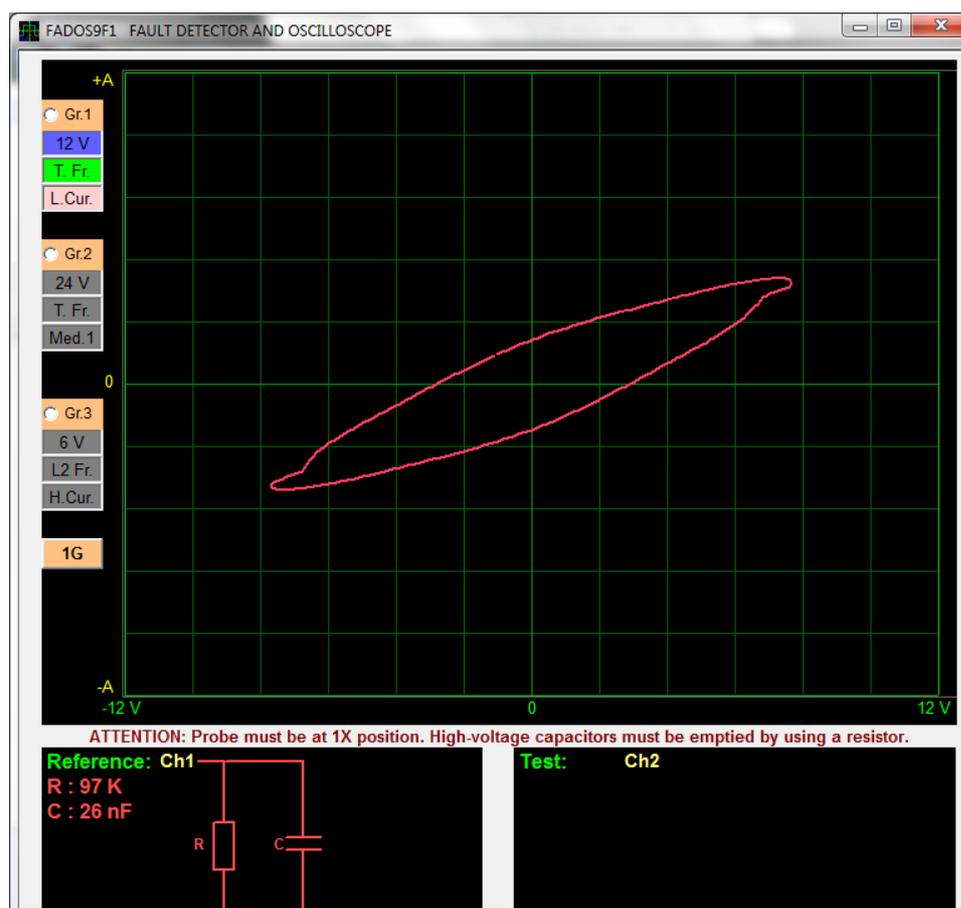


Figura 179 Curva v-i en el cable de señal en el socket del sensor KS

En la figura 180 se trata del cable de proteccion de la señal del sensor KS, por lo tanto resulta un circuito en corto el cable conduce a masa.

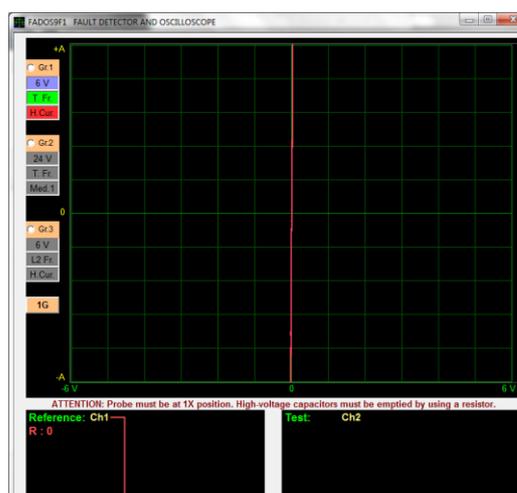


Figura 180 Curva v-i en el cable de masa para proteccion de la señal en el socket del sensor KS

En la figura 181 corresponde al cable de referencia baja del sensor KS por lo tanto resulta una línea vertical indicando circuito en corto.



Figura 181 Curva v-i en el cable de referencia baja en el socket del sensor KS

En el socket que conecta al sensor KS el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a comparación de patrones obtenidos por medición única, ya que no puede presumir ni comparar otro circuito similar.

En la figura 182 se observa la curva característica del sensor KS, con osciloscopio, escala: $v = 200\text{mv}$; $t = 10\text{ms}$.

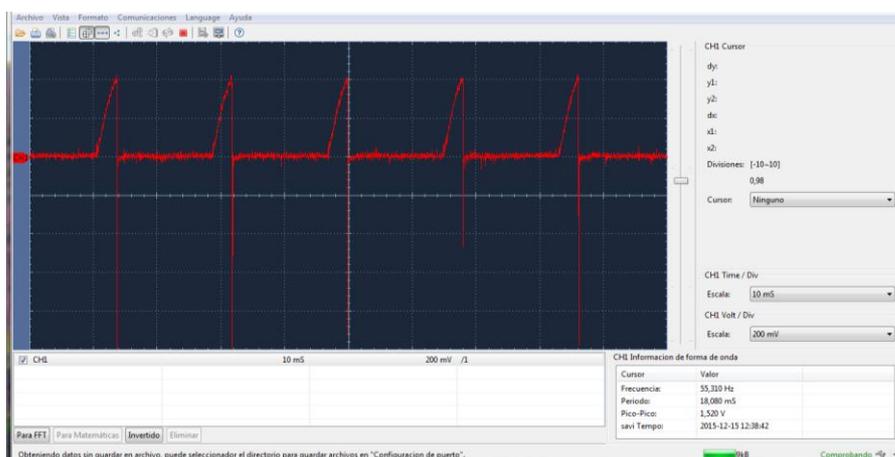


Figura 182 Curva V-t del sensor KS

4.1.8. Sensor de velocidad en la rueda WSS

En la figura 183 se observa la curva característica de la bobina, por lo tanto el sensor WSS es de tipo inductivo.



Figura 183 Curva v-i entre los terminales de alimentación y señal en el sensor WSS

En la figura 184 referente al cable de alimentación del sensor WSS, analizando el circuito mínimo equivalente se puede observar que, en el voltaje positivo de la corriente alterna aplicada, el diodo uno en polarización directa se encuentra en serie con la resistencia que se visualiza en el cuadrante uno, por lo contrario para el voltaje negativo de la corriente alterna el diodo dos en polarización inversa se encuentra en serie con la resistencia que se puede ver en el cuadrante tres todos estos elementos en paralelo al capacitor sin valor definido pero que se observa en la intersección de los ejes de voltaje y corriente.

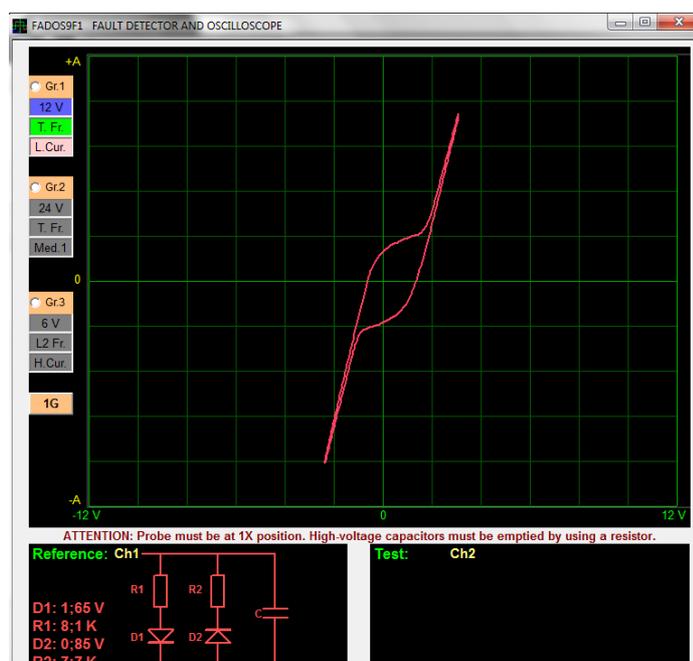


Figura 184 Curva v-i en el cable de alimentación en el socket del sensor WSS

En la figura 185 referente al cable de señal del sensor WSS se observa la curva compuesta de un capacitor en paralelo a la resistencia para acondicionar la señal, correspondiente al circuito de entrada a la ECU.

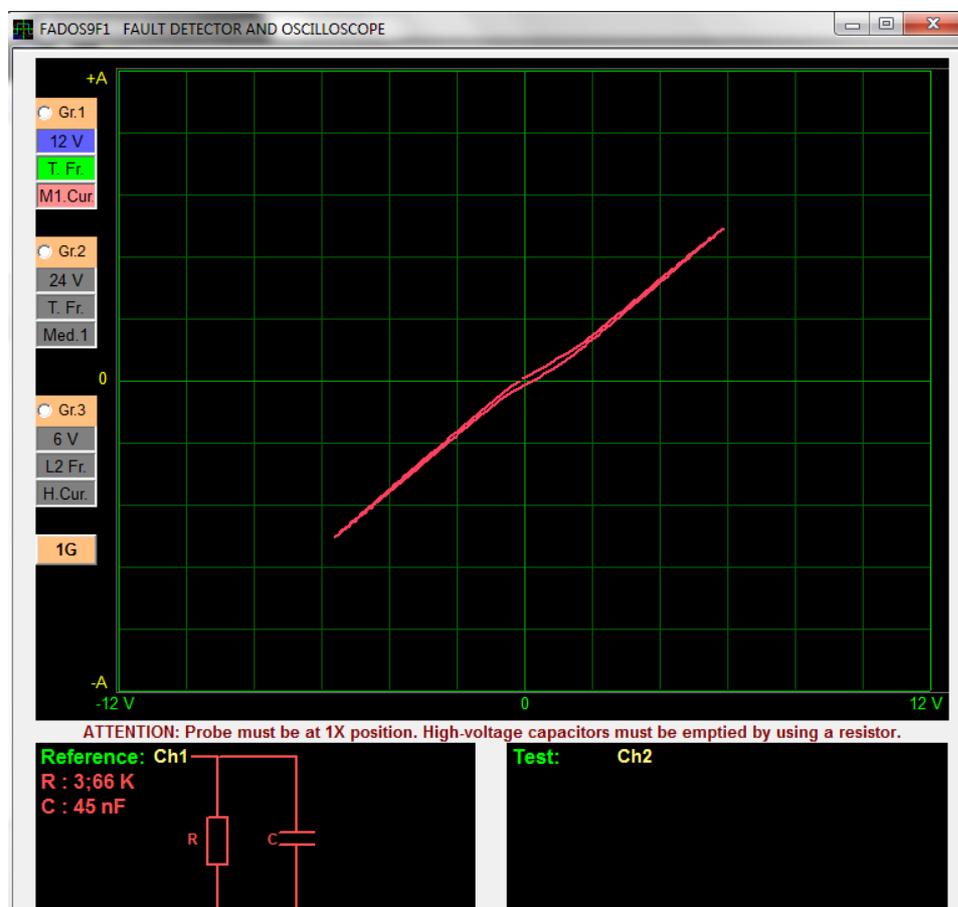


Figura 185 Curva v-i en el cable de señal en el socket del sensor WSS

En el sensor WSS el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos, ya que se puede analizar el circuito y esperar la curva determinada.

En el socket que conecta al sensor WSS el método que se debe aplicar es. Diagnóstico por imágenes en base a comparación de patrones obtenidos por medición única, puesto que no existe otro circuito que se pueda comparar.

En la figura 186 se observa la curva característica del sensor WSS, con osciloscopio, escala: $v = 200\text{mv}$; $t = 25\text{ms}$.

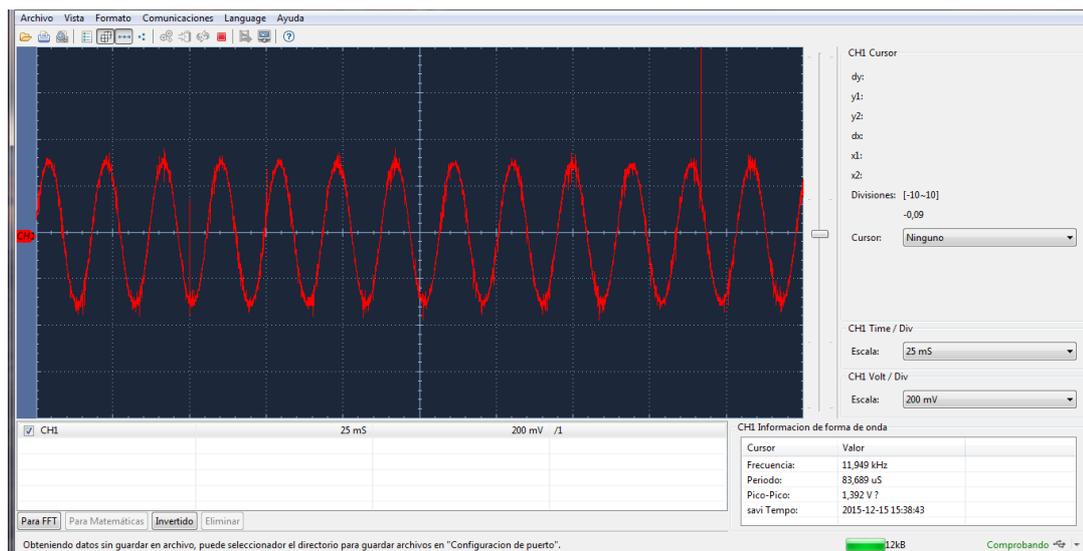


Figura 186 Curva v-t del sensor WSS

4.1.9 Sensor de temperatura del aire de admisión IAT

En la figura 187 referente al sensor de temperatura, la curva es característica de la resistencia debido a que el sensor de temperatura corresponde a un termistor.

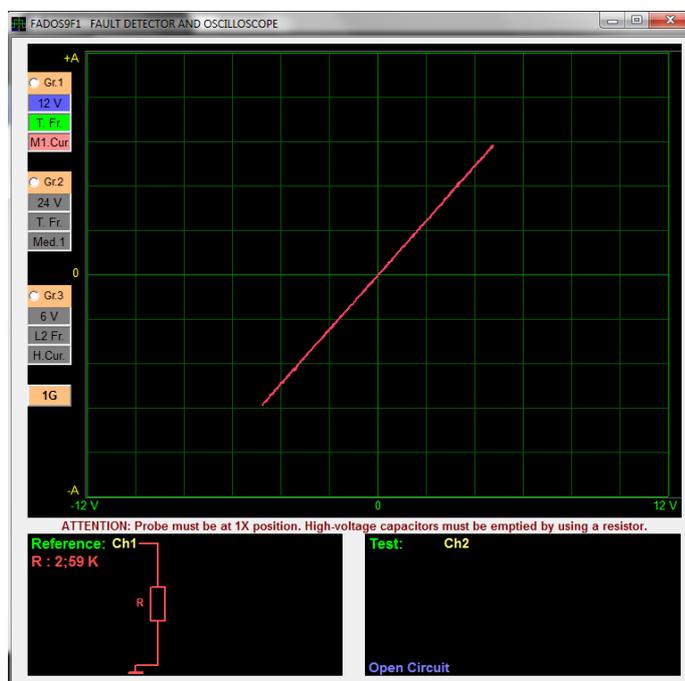


Figura 187 Curva v-i entre los terminales de alimentación y referencia baja del sensor IAT

En la figura 188 se determina un circuito en corto, por lo tanto se trata del cable de masa del sensor IAT.

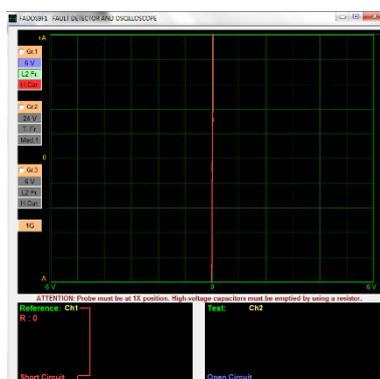


Figura 188 Curva v-i en el cable de referencia baja en el socket del sensor IAT

En la figura 189 referente al cable de alimentación del sensor de temperatura IAT, en el diagrama de circuito equivalente se determina la resistencia que actúa como divisor de voltaje para la determinar la temperatura, además está en paralelo con el condensador, se trata de un circuito de entrada de la ECU.

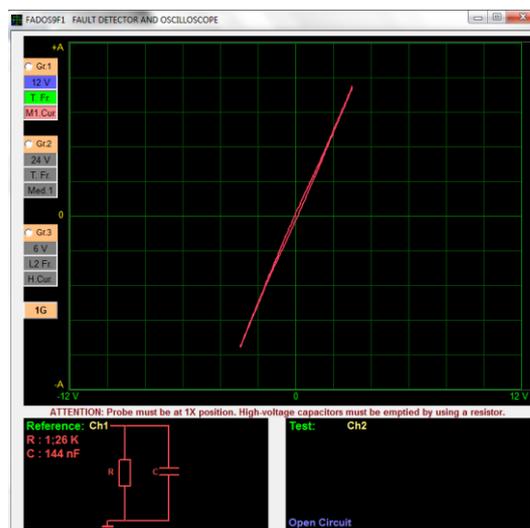


Figura 189 Curva v-i en el cable de alimentación en el socket del sensor IAT

En el sensor IAT el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos, puesto que se puede prever la curva a obtener.

En el socket que conecta al sensor IAT el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos, ya que se dispone del circuito que controla al sensor.

En la figura 190 se observa la curva característica del sensor IAT, con osciloscopio, escala: $v= 1v$; $t= 50ms$.

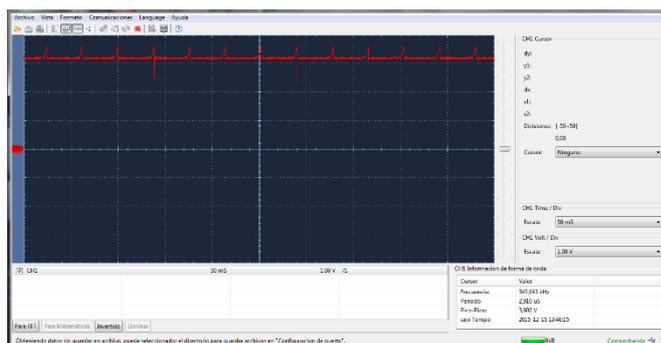


Figura 190 Curva v-t del sensor IAT

4.2. Generación de imagen patrón de actuadores en el sistema de inyección electrónico MPFI

4.2.1 Inyector

En la figura 191 referente a los terminales del inyector, se determina la curva de la bobina que posee este elemento.

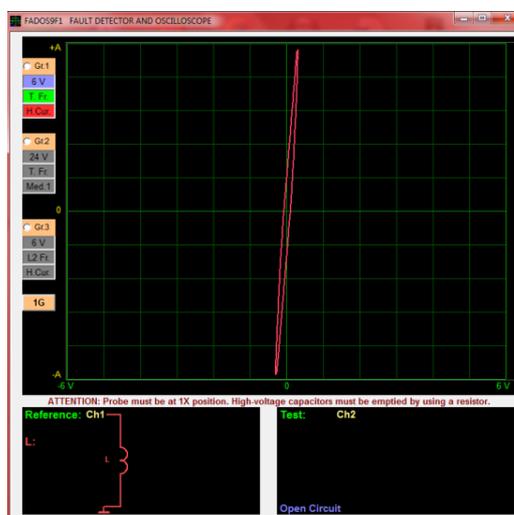


Figura 191 Curva v-i en los terminales del inyector

En la figura 192 referente al cable de alimentación del inyector, se determina la existencia de un diodo zéner que suprime los picos de voltaje del inyector, la pequeña capacidad se debe al relé de la bomba, puesto que de este mismo cable toma la alimentación para activarlo. Si analizamos el diagrama mínimo equivalente, el diodo uno que está colocado en serie con la resistencia uno corresponde a la parte de zéner, mientras que el diodo dos corresponde a la del diodo normal, se observa un capacitor en paralelo pero su valor no está definido.

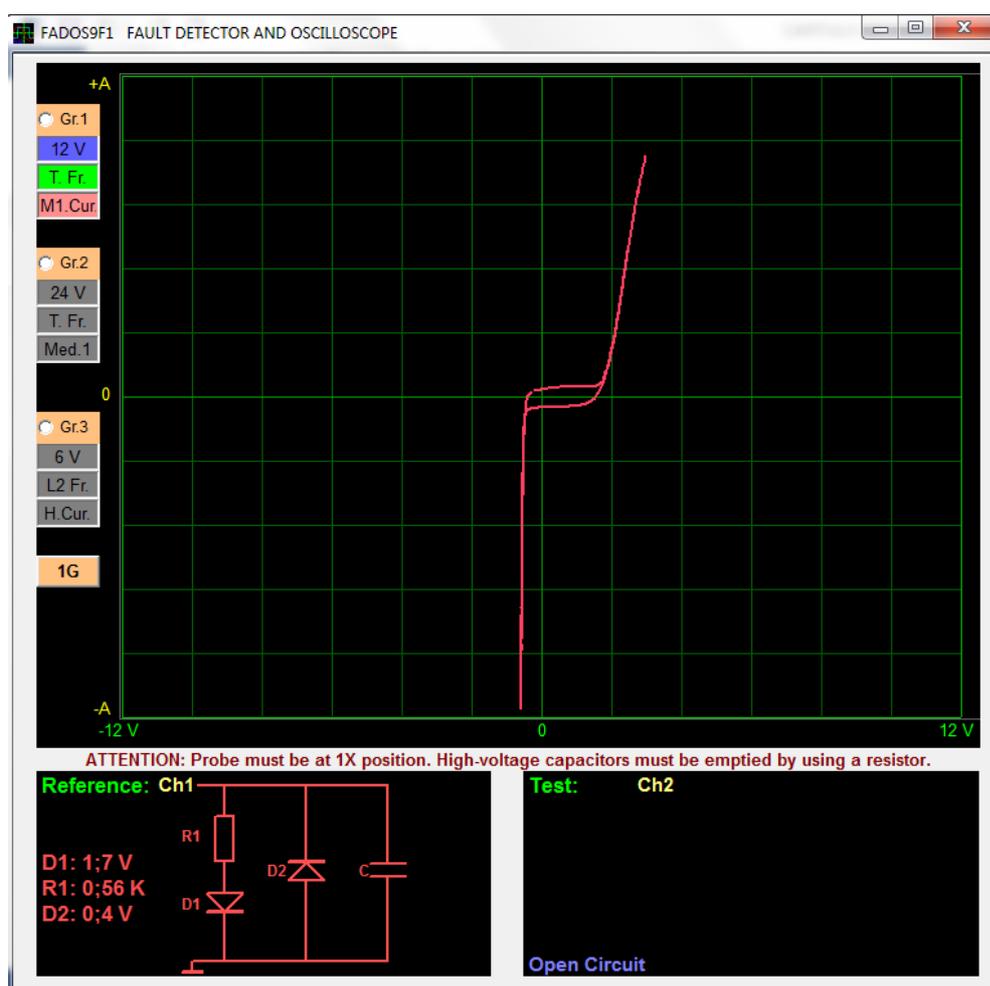


Figura 192 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al inyector

En la figura 193 referente al cable de masa del inyector, se determina la existencia de un diodo en paralelo a la resistencia, es decir se trata del dumper de protección del transistor que cierra el circuito de activación de inyector.

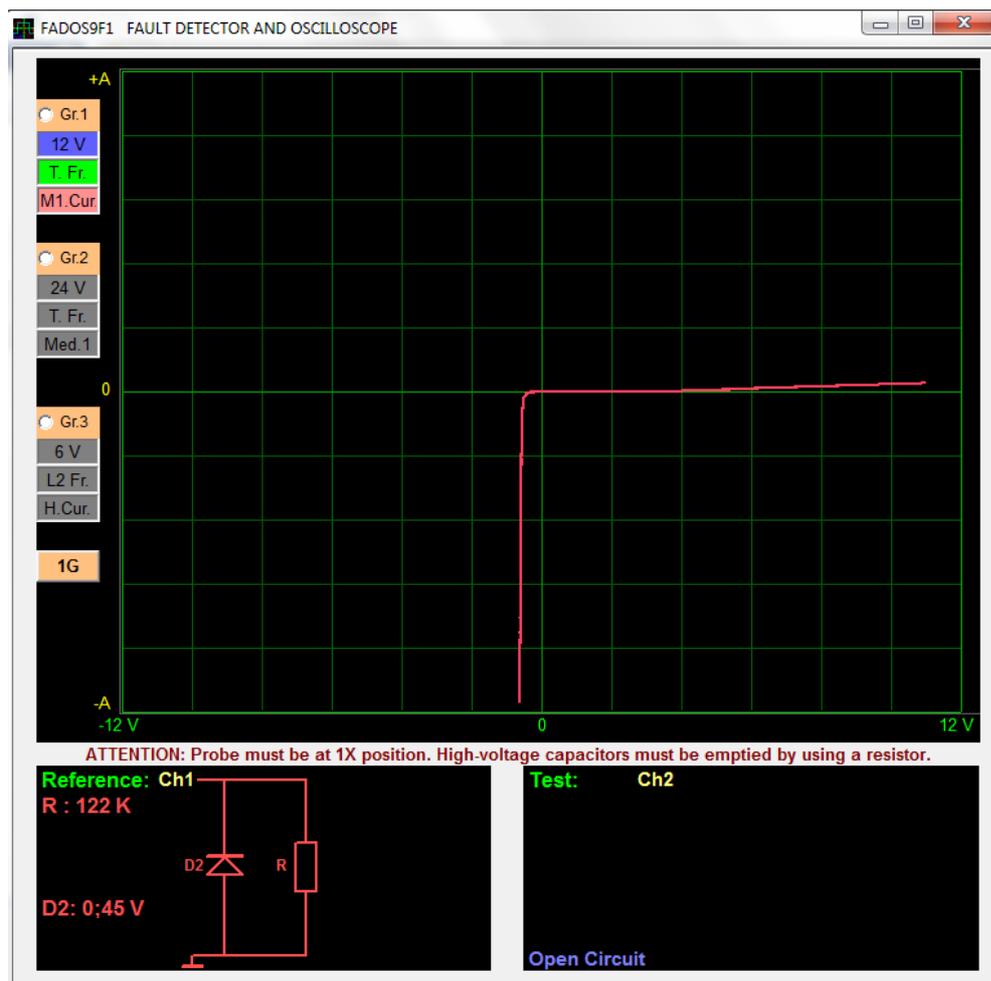


Figura 193 Curva v-i en el cable de activación del socket que conecta al inyector

En el inyector el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de patrones por comparación circuital, ya que podemos comparar con otro inyector dentro del mismo vehículo.

En el socket que conecta al inyector el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de patrones por comparación circuital, puesto que el vehículo cuenta con cuatro circuitos de activación para cada inyector y se las puede comparar entre sí.

En la figura 194 se observa la curva característica del inyector, con osciloscopio, escala: $v= 10v$; $t= 5ms$.

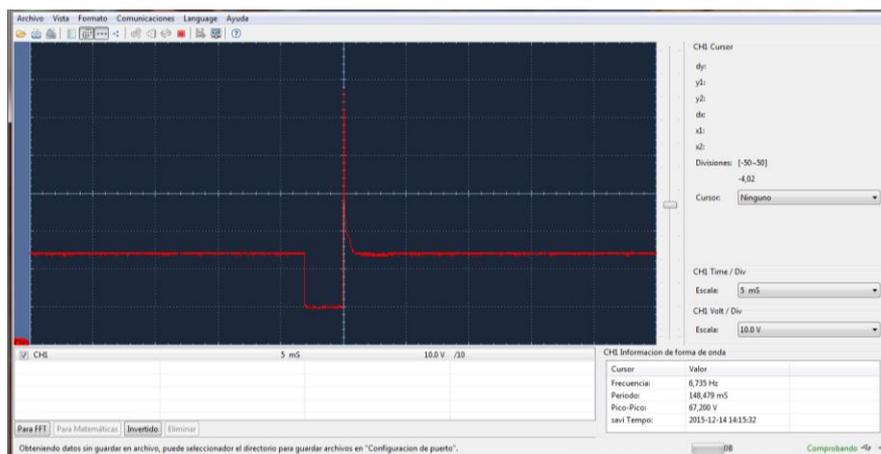


Figura 194 Curva v-t del inyector

4.2.2 Bobina DIS chispa perdida

En la figura 195 se determina la bobina A del circuito primario que corresponde a las bujías 1-4 en la bobina DIS, se puede observar que prevalece la corriente al voltaje.

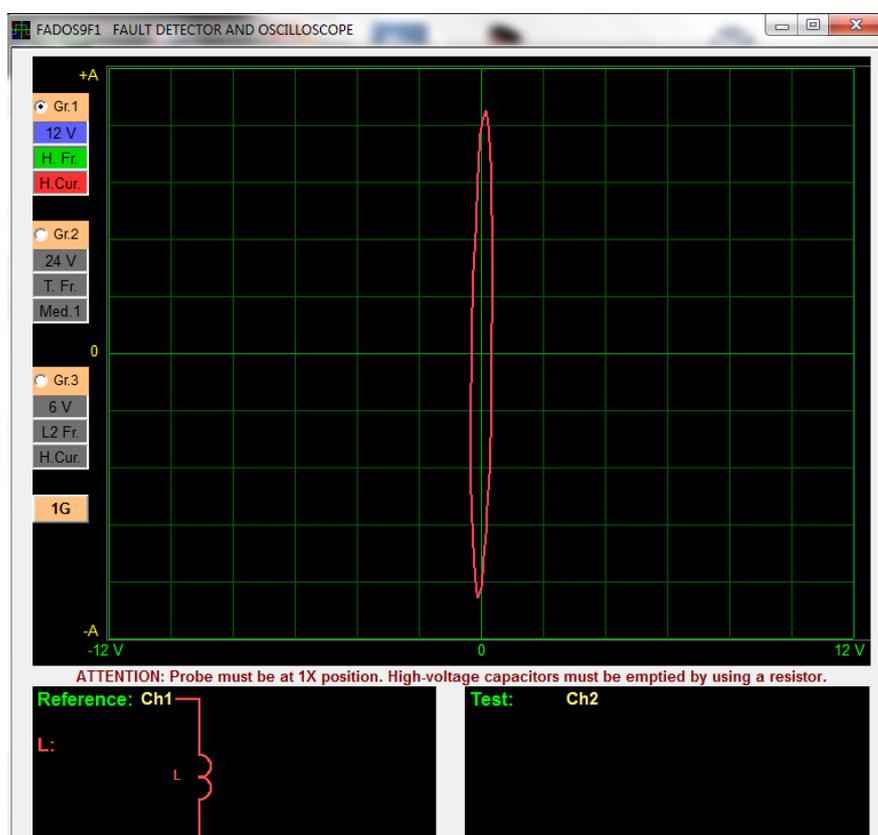


Figura 195 Curva v-i entre los terminales de alimentación y activación de la bobina A del circuito primario

En la figura 196 referente al circuito primario de la bobina DIS para la bujía 2-3, se observa que prevalece la corriente al voltaje, dando como resultado una elipse con su eje mayor en el eje de corriente.

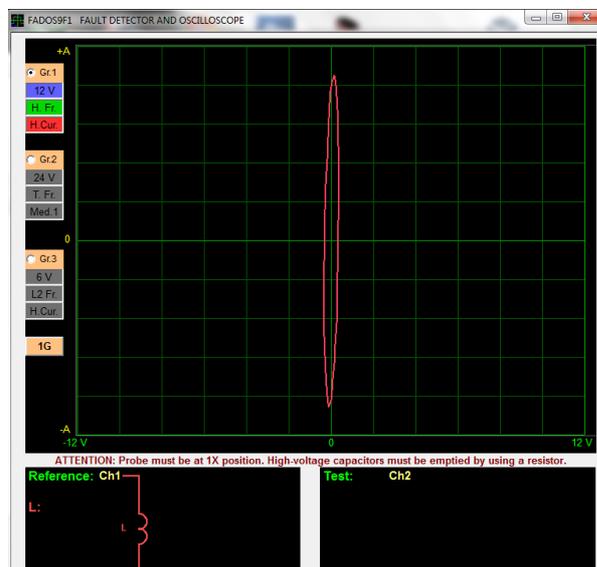


Figura 196 Curva v-i entre los terminales de alimentación y activación de la bobina B del circuito primario

En la figura 197 referente a la bobina DIS en el circuito primario, la curva corresponde a las terminales de activación de las dos bobinas, es decir la suma de cada bobina.

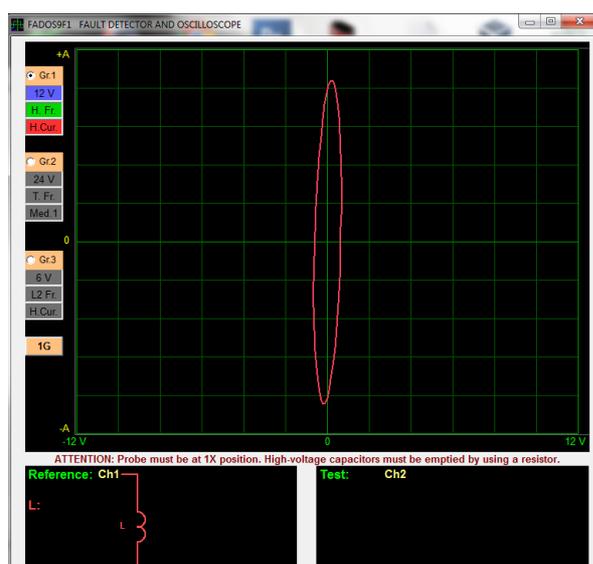


Figura 197 Curva v-i entre las terminales de activación de las bobinas A y B del circuito primario DIS.

En la figura 198 representa la bobina A para las bujías 1-4, la curva tiende a inclinarse debido a la resistencia propia del cable de cobre.

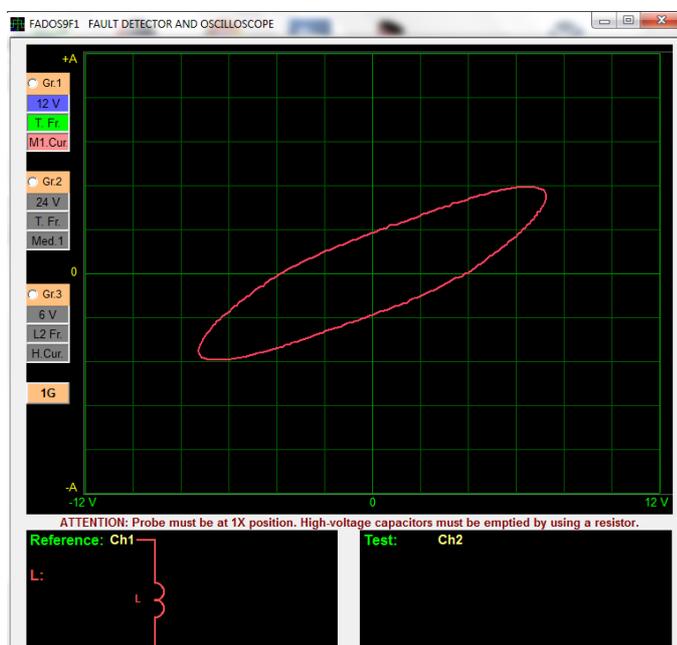


Figura 198 Curva v-i en el secundario de la bobina A de tipo DIS

En la figura 199 se observa la bobina B para las bujías 2-3 con características igual a la bobina A, se puede determinar que la corriente prevalece.

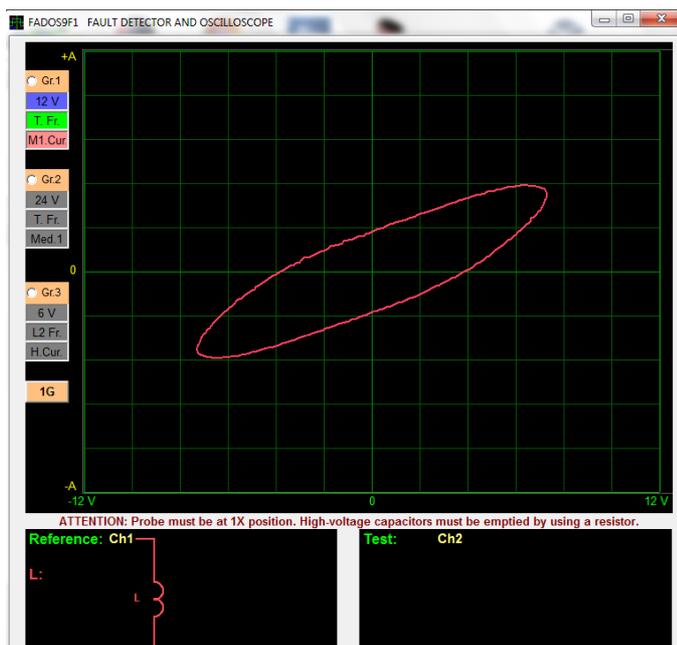


Figura 199 Curva v-i en el circuito secundario de la bobina B de tipo DIS.

En la figura 200 referente al cable de activación, si analizamos el circuito mínimo equivalente en el voltaje negativo de la corriente alterna aplicada grafica un diodo en polarización inversa colocado en serie con la resistencia, mientras que para el voltaje positivo de la corriente alterna existe un condensador en paralelo con la resistencia, corroborando lo que se grafica en la imagen.

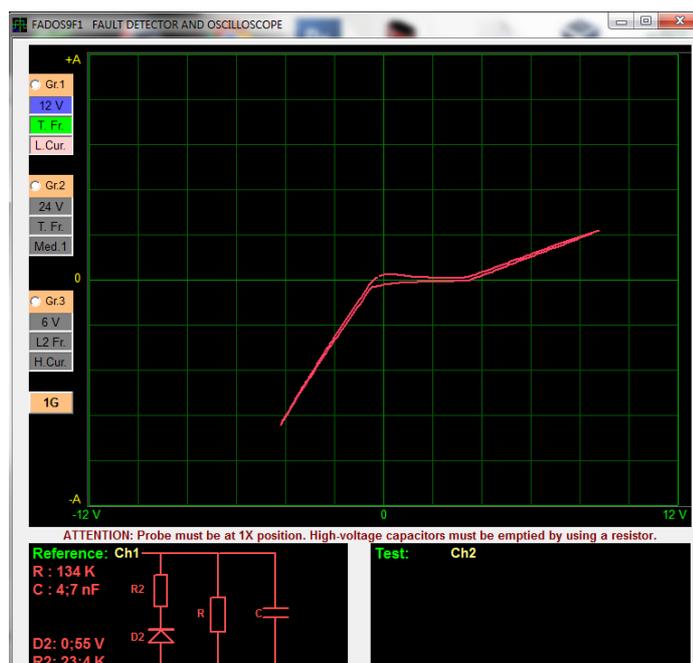


Figura 200 Curva v-i en el cable de activación del socket que conecta a la bobina A

En la figura 201 que corresponde al cable de alimentación para la bobina DIS, se determina circuito abierto, esto se debe a que la alimentación se realiza por medio de un relé y al no estar activado no existe circulación de corriente.

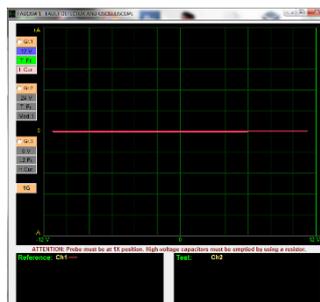


Figura 201 Curva v-i en el cable de alimentación del socket para la bobina DIS

En la figura 202 que corresponde al cable de activación de la bobina B, el análisis es el mismo que la figura 200 ya que el circuito de activación es igual.

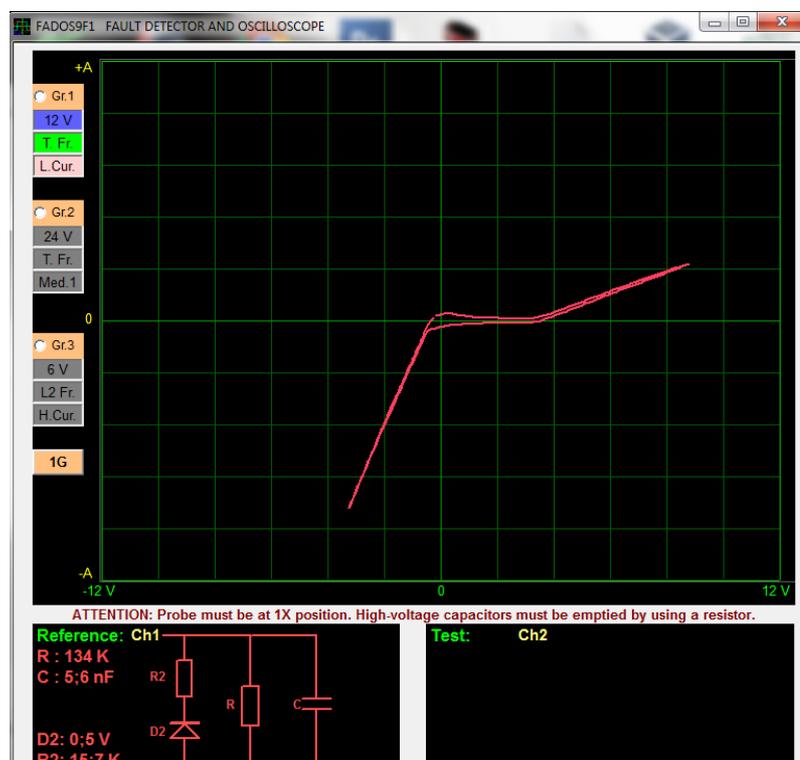


Figura 202 Curva v-i en el cable de activación del socket de la bobina B

En la bobina DIS el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de patrones por comparación circuital, puesto que la bobina DIS está constituida por un pack de bobina las cuales se puede comparar entre sí.

En el socket que conecta a la bobina DIS el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de patrones por comparación circuital, ya que se puede comparar los dos circuitos de activación de la bobina A y B.

En la figura 203 se observa la curva característica del circuito primario de la bobina DIS con osciloscopio, la curva rojo corresponde a la bobina A, mientras que la amarilla a la bobina B, escala: $v= 10v$; $t= 10ms$.

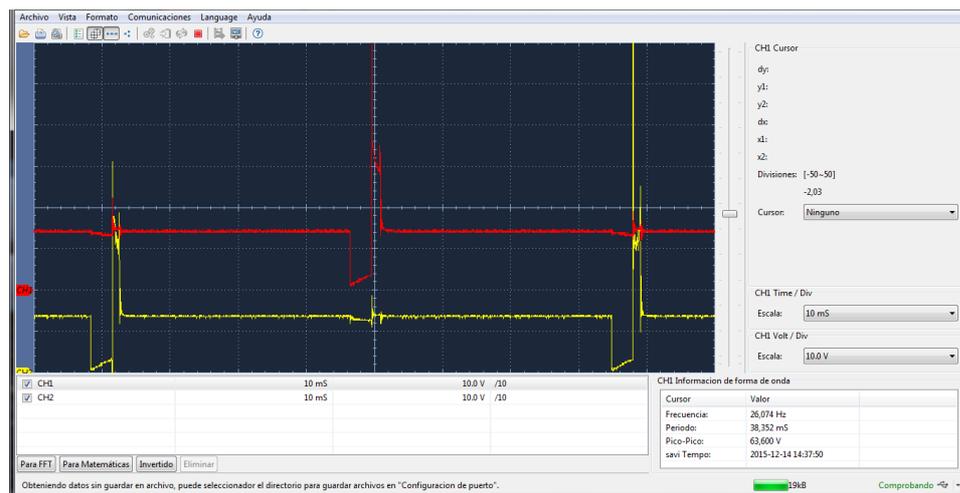


Figura 203 Figura 50 Curva v-t de la bobina DIS

4.2.3 Válvula de control de marcha mínima IAC

En la figura 204 se observa la curva de la bobina A, la inclinación se debe a la resistencia propia del alambre que lo constituye, además se nota que prevalece la corriente al voltaje.

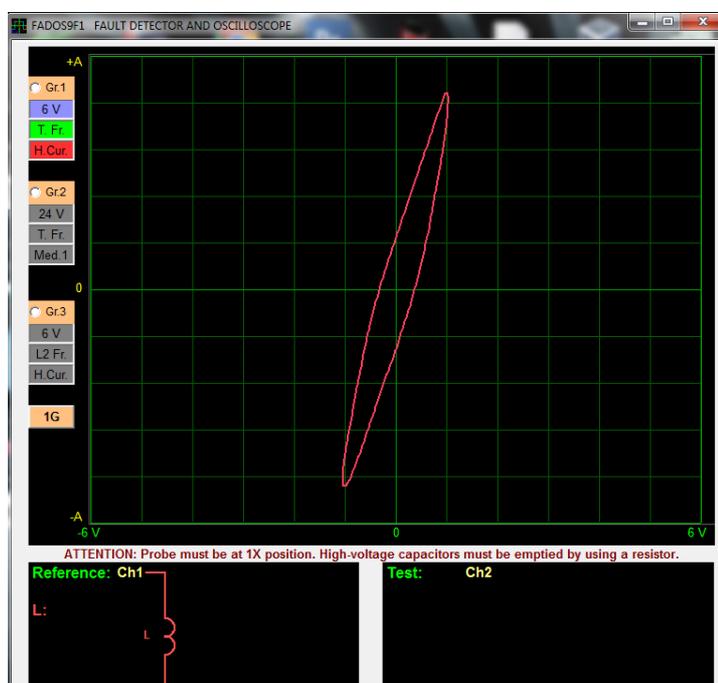


Figura 204 Curva v-i en los terminales de la bobina A de la válvula IAC

En la figura 205 referente a la bobina B de la válvula IAC en análisis es el mismo de la figura 204 puesto que se trata de la bobina de igual característica.

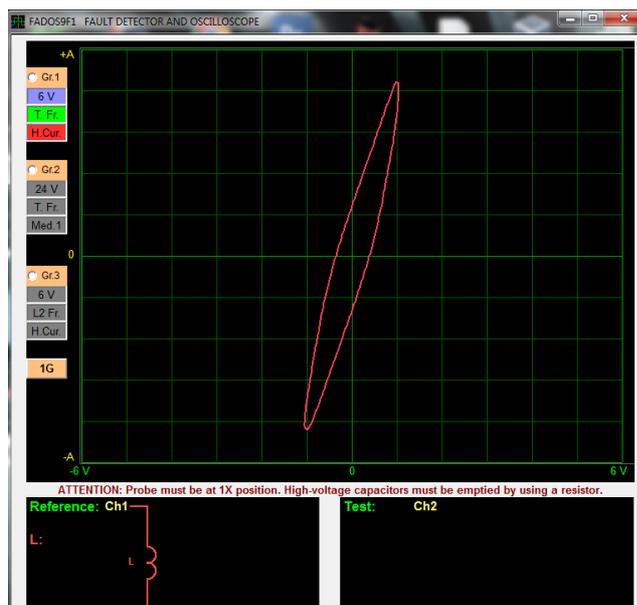


Figura 205 Curva v-i entre las terminales de la bobina B de la válvula IAC

En la figura 206 referente al cable de referencia baja de la bobina A se trata de un diodo zéner para cortar los picos de voltaje de la bobina de la válvula IAC con una pequeña capacidad, se trata de los transistores del puente H para controlar la válvula IAC.

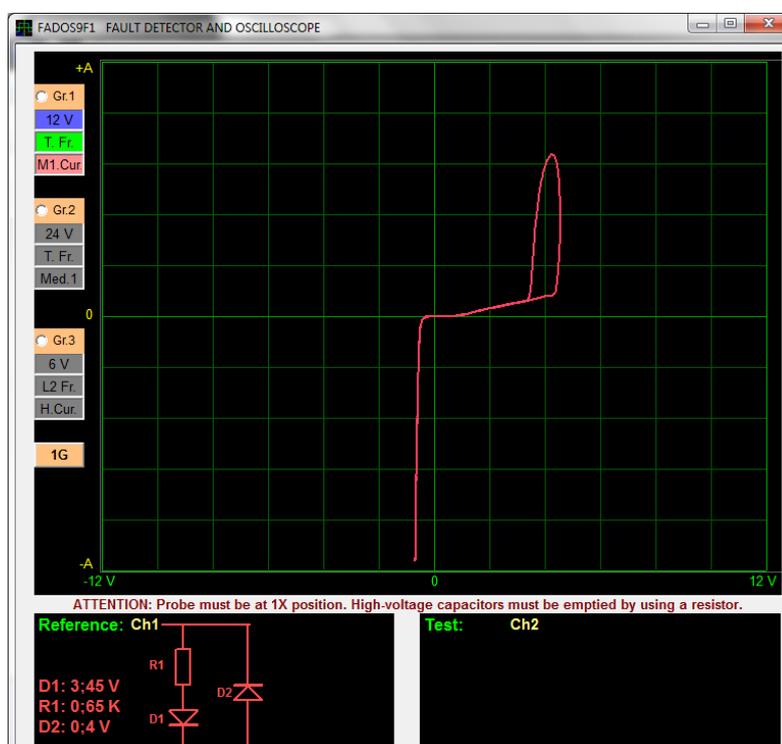


Figura 206 Curva v-i del cable correspondiente a la bobina A baja del socket que conecta al IAC

Si se analiza el diagrama mínimo equivalente de la figura 206, el diodo uno en serie con la resistencia indica el diodo zéner que suprime los picos de voltaje, la pequeña capacidad que se observa en la curva nos indica que puede tratarse de un transistor tipo mosfet, el diodo dos que se activa con el voltaje negativo de la corriente alterna aplicada se trata del dumper de seguridad del transistor.

En la figura 207 referente al cable de referencia alta de la bobina A, el análisis es el mismo de la figura 207, es decir se trata del puente H para controlar la válvula IAC.

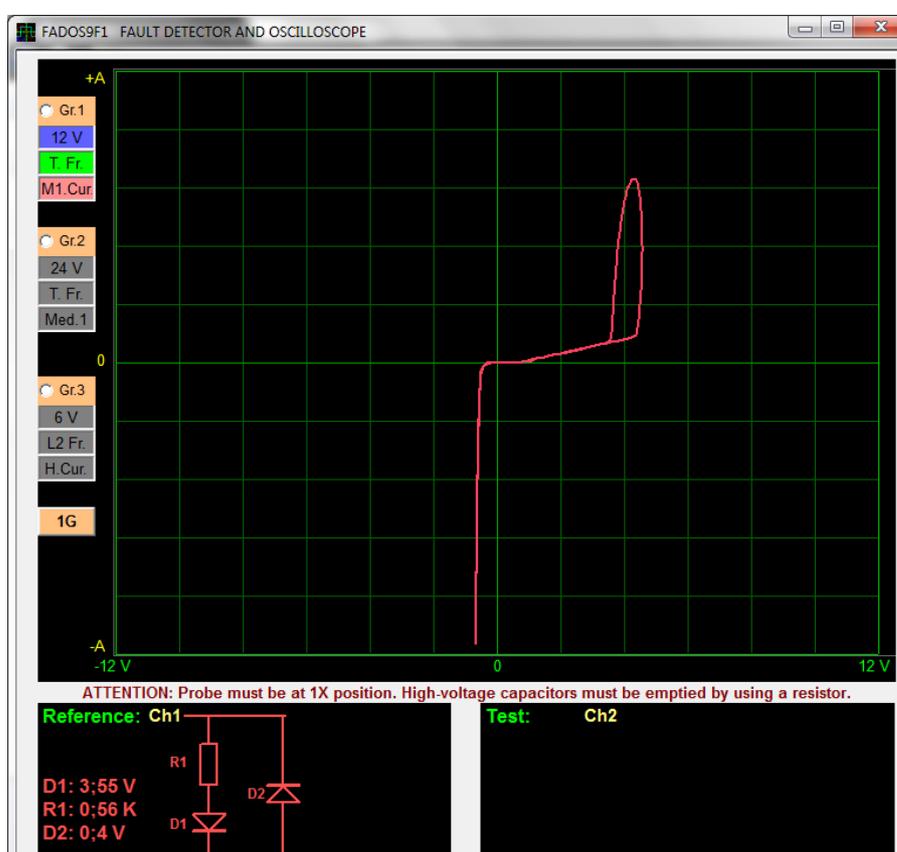


Figura 207 Curva v-i del cable correspondiente a la bobina A alta del socket que conecta al IAC

En la figura 208 referente al cable de referencia baja de la bobina B, el análisis es el mismo de la figura 206, es decir se trata del puente H para controlar la válvula IAC.

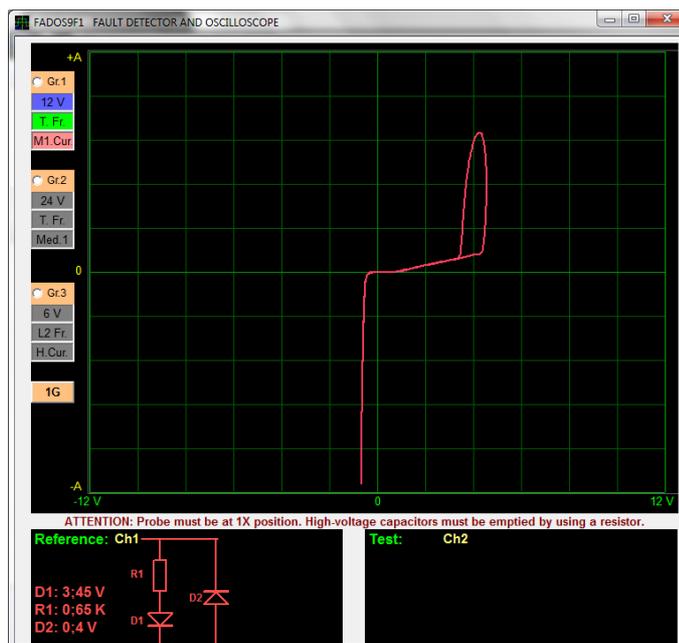


Figura 208 Curva v-i del cable correspondiente a la bobina B baja del socket que conecta al IAC.

En la figura 209 referente al cable de referencia alta de la bobina A, el análisis es el mismo, es decir se trata del puente H para controlar la válvula IAC.

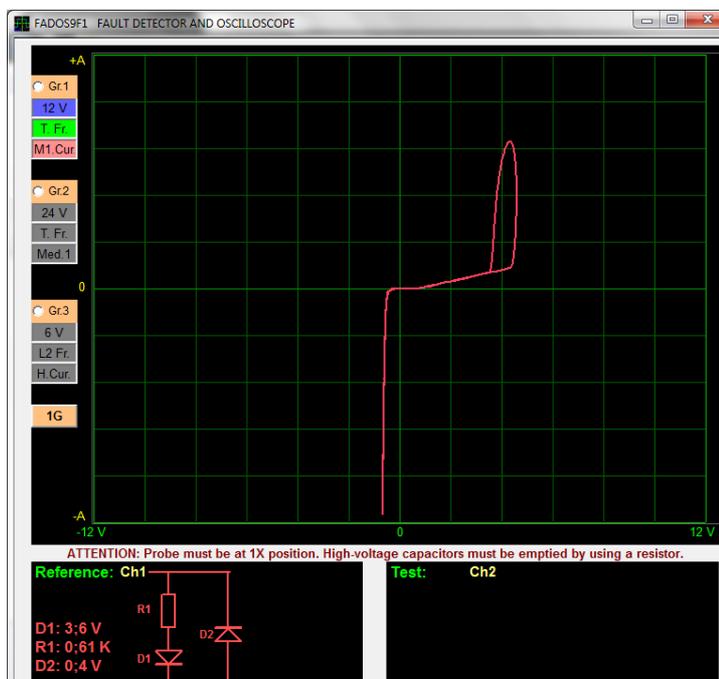


Figura 209 Curva v-i del cable correspondiente a la bobina B alta del socket que conecta al IAC

En la válvula IAC el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de patrones por comparación circuital, puesto que se la válvula posee dos bobinas que se puede comparar entre sí.

En el socket que conecta la válvula IAC el mejor método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de patrones por comparación circuital, ya que el circuito que controla la válvula resulta ser un puente H, resultando fácil la comparación entre los circuitos de activación.

En la figura 210 se observa la curva característica del funcionamiento de la válvula IAC con osciloscopio, escala: $v= 5v$; $t= 500ms$.

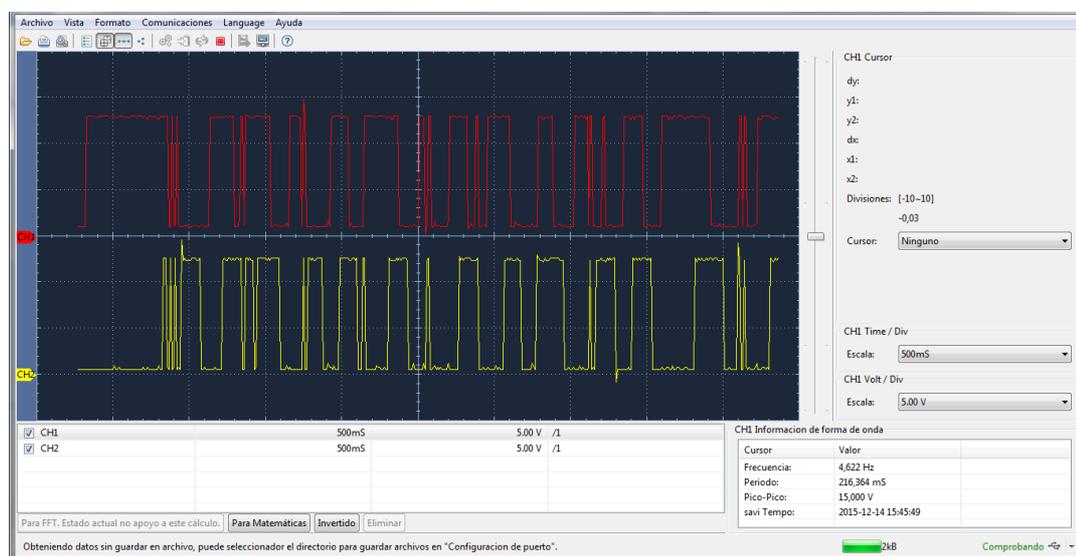


Figura 210 Figura 50 Curva v-t de la válvula IAC.

4.2.4 Bomba de combustible

En la figura 211 referente al cable de señal del nivel de combustible, si se analiza el circuito mínimo equivalente se determinar la existencia del capacitor colocado en paralelo a la resistencia de un voltaje relativamente alto, las mismas que están en paralelo al diodo dos en polarización inversa conectada en serie con otra resistencia, que es interpretado como un circuito de acondicionamiento.

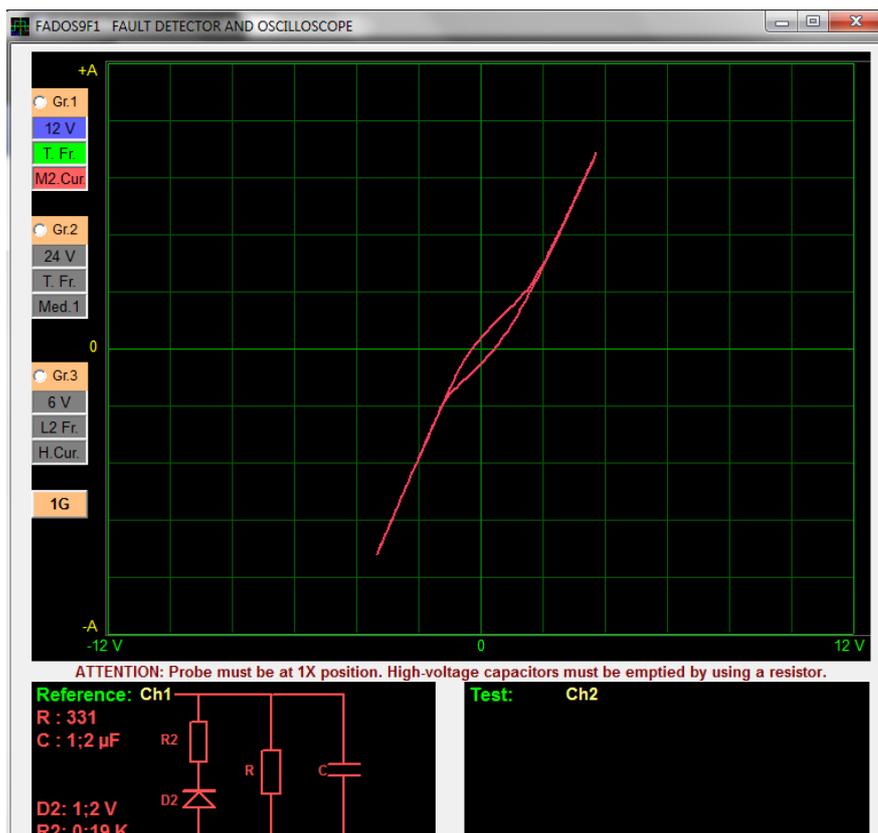


Figura 211 Curva v-i en el cable de señal de nivel de combustible en el socket que conecta la bomba de combustible.

En la figura 212, referente al cable de masa, se determina un circuito en corto es decir no existe ningún elemento conectado al mismo.

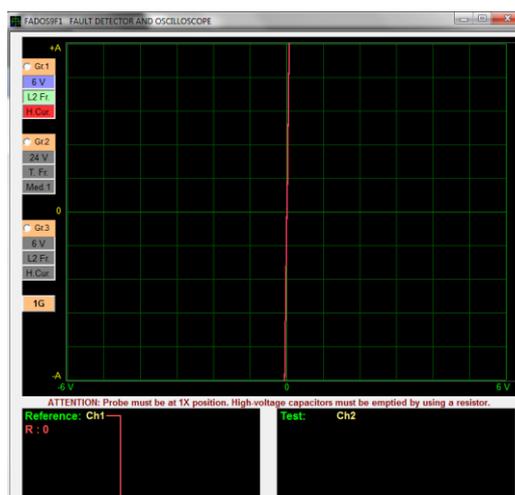


Figura 212 Curva v-i en el cable de tierra para medir la señal del nivel de combustible.

En la figura 213 referente al cable de alimentación para la bomba de combustible, el resultado es un circuito abierto puesto que la bomba se activa por medio de un relé y al no estar activado genera un línea horizontal y por tanto un circuito abierto.

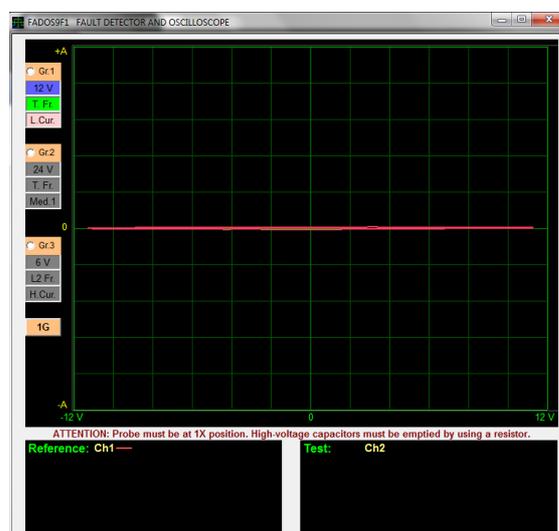


Figura 213 Curva v-i en el cable de alimentación del socket para la bomba de combustible.

En la figura 214 representa el cable de tierra para la bomba de combustible, el resultado es un circuito en corto con una resistencia de 0.8Ω .

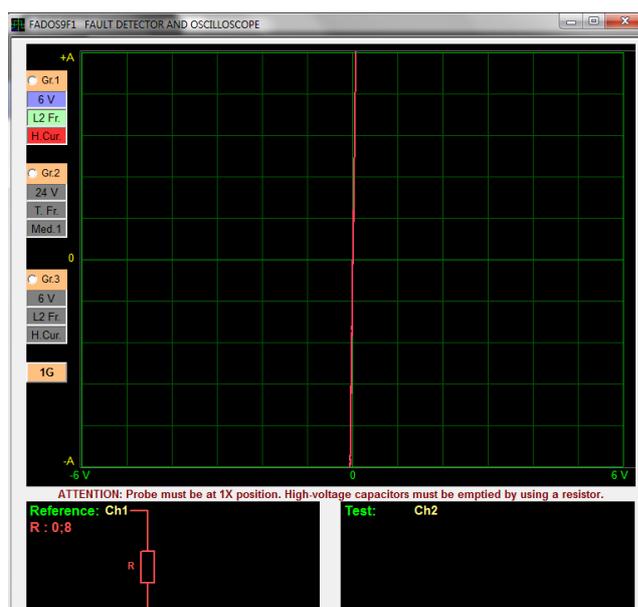


Figura 214 Curva v-i en el cable de tierra

En la figura 215 referente al cable de nivel bajo de combustible se observa la curva característica de la resistencia.

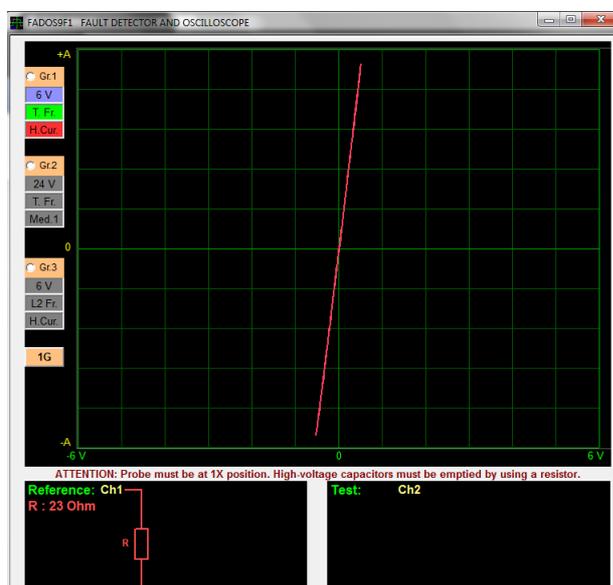


Figura 215 Curva v-i en el cable del indicador de bajo nivel de combustible del socket que conecta la bomba

En la figura 216 se observa un circuito en corto representado por una línea vertical, cabe recalcar que en el circuito mínimo equivalente presenta una resistencia de bajo valor lo que indica que puede existir algún elemento conectado a este cable de muy baja capacidad.

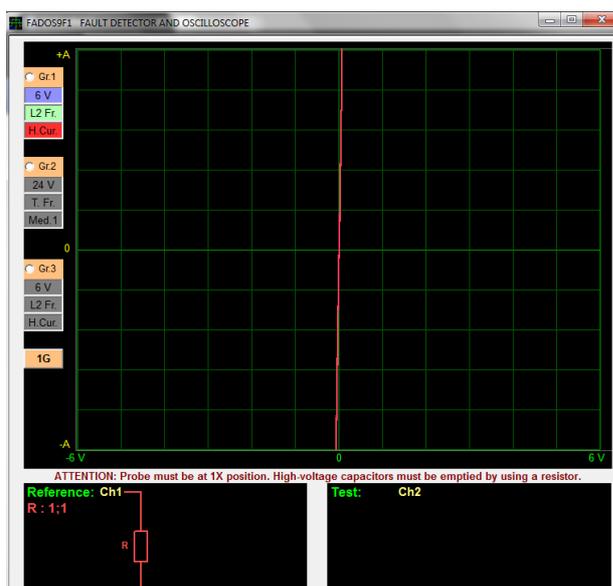


Figura 216 Curva v-i en el cable de referencia baja.

En el socket que conecta a la bomba de combustible el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos, siempre y cuando se tenga el diagrama de conexión de la ECU.

4.2.5 Válvula VSV de recirculación de gases de escape EGR

En la figura 217 tomada la información de los terminales de la válvula VSV que controla el EGR, se determina la existencia de la bobina.

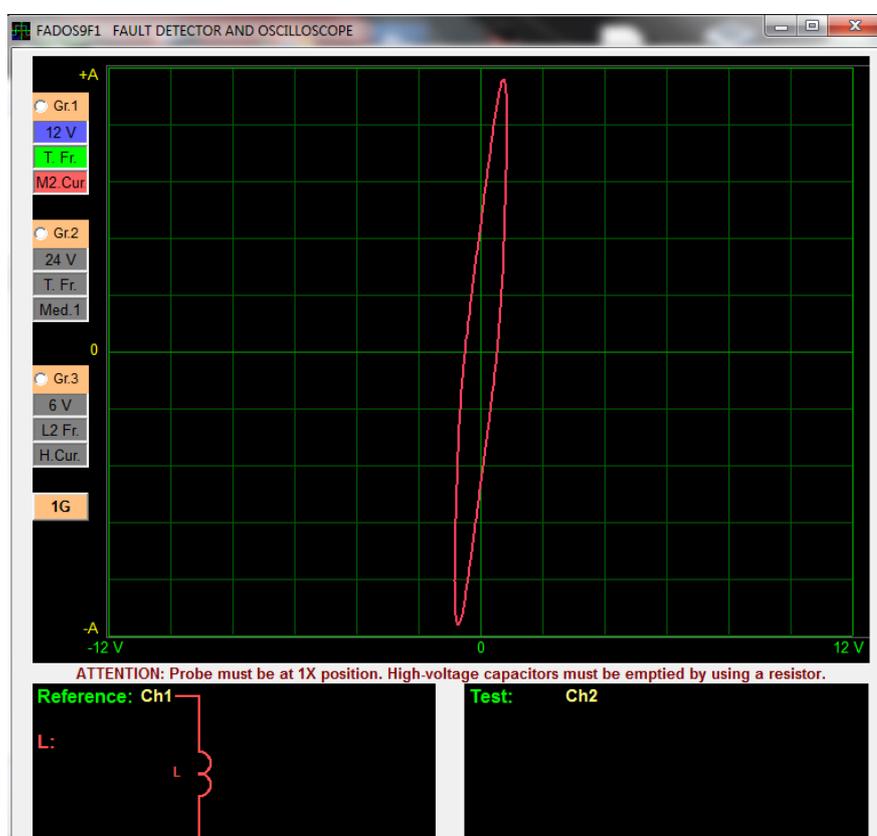


Figura 217 Curva v-i en los terminales de la válvula VSV del EGR

En la figura 218 referente al cable de alimentación de la válvula VSV se determina la curva idéntica al cable de alimentación del inyector, figura 192, esto se debe a que es el mismo cable de alimentación por lo tanto el análisis es el mismo y se puede comprobar observando el diagrama de conexión del vehículo.

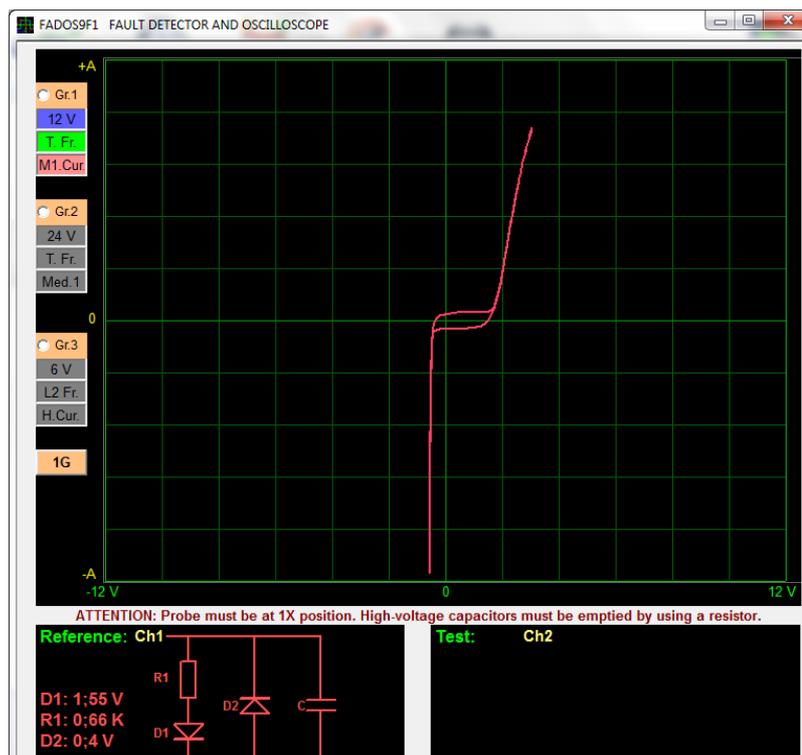


Figura 218 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta la válvula VSV del EGR

En la figura 219 se trata del cable que activa la válvula VSV del EGR, la curva resulta ser el diodo de protección del transistor (dumper) con un valor de voltaje bajo, en el circuito mínimo equivalente se observa una resistencia colocada en paralelo al diodo.

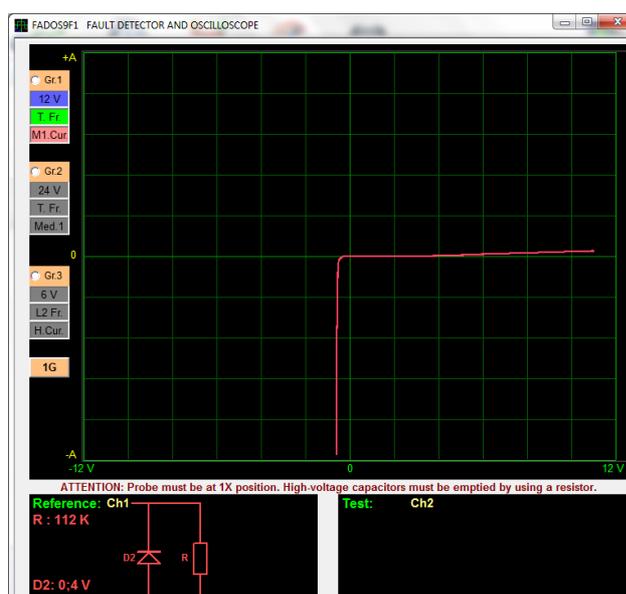


Figura 219 Curva v-i en el cable de activación de la válvula VSV del EGR

En la válvula de control del EGR el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos, ya que se puede presumir que circuito se encuentra en su interior.

En el socket que conecta la válvula del EGR el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos, puesto que se puede presumir el tipo de circuito, además de tener el diagrama de conexión de la ECU.

En la figura 220 se observa la curva característica del inyector, con osciloscopio, escala: $v=5v$; $t=25ms$.

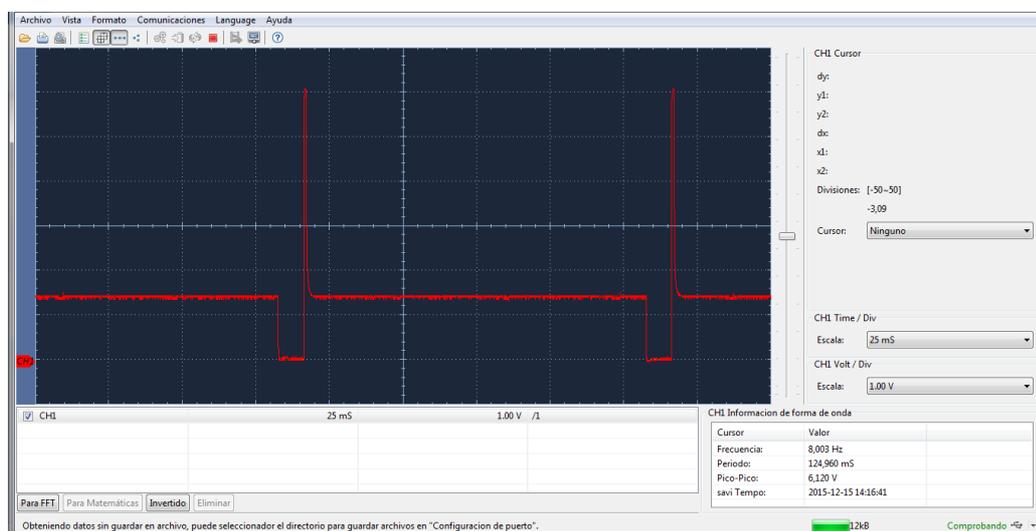


Figura 220 Curva v-t de la válvula VSV del EGR

4.2.6 Válvula VSV de control de emisiones evaporativas canister

En la figura 221 referente a los terminales de la válvula de control del canister, se observa la curva de la bobina, puesto que es una válvula solenoide.

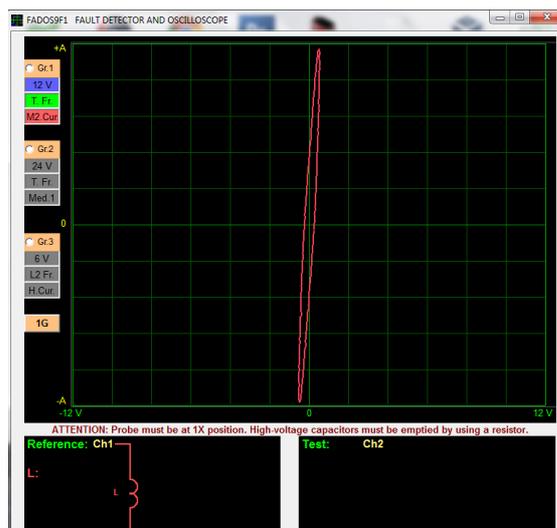


Figura 221 Curva v-i en las terminales de la válvula VSV del canister

En la figura 222 la curva resulta del cable de alimentación de la válvula de control del canister es igual al del inyector, es decir es el mismo caso de la válvula EGR, los tres elementos comparte alimentación según el diagrama de conexión de la ECU, por lo tanto la curva obtenida es equivalente.

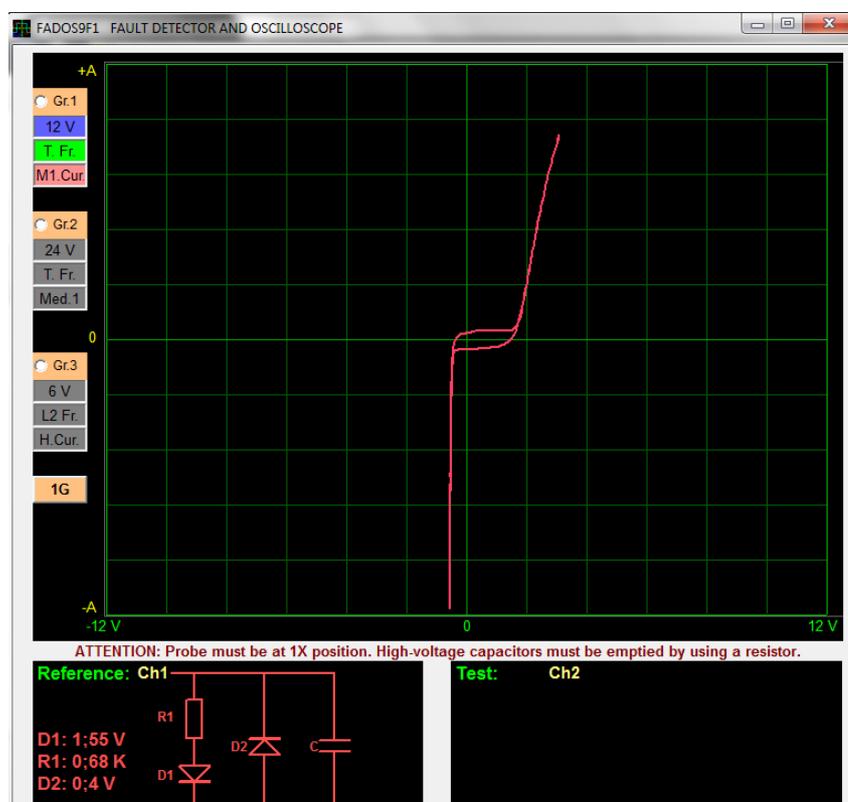


Figura 222 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta la válvula VSV del canister

En la figura 223 referente al cable de activación de la válvula del canister, se observa la curva característica del diodo, el mismo que se encuentra conectado en serie con la resistencia, esta curva corresponde al dumper de seguridad del transistor de la ECU.

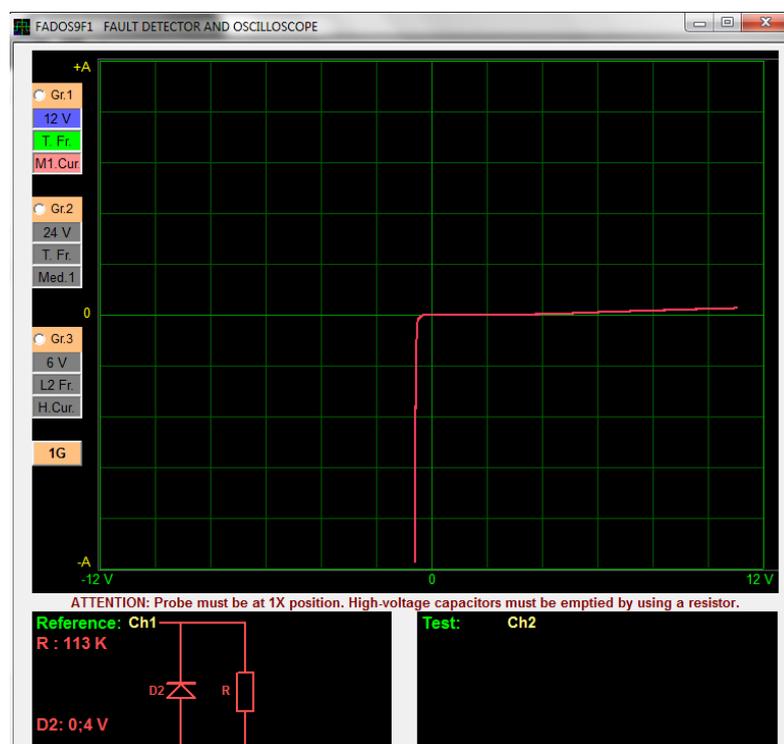


Figura 223 Curva v-i en el cable de activación del socket que conecta la válvula VSV del canister

En la válvula que controla el canister el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos, en este tipo de válvulas se puede suponer que se encontrara la curva de la bobina.

En el socket que conecta la válvula del canister el método que se debe aplicar es: Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos, puesto que se tiene el diagrama de conexión para referenciarse.

En la figura 224 se observa la curva característica de activación de la válvula que controla el canister con osciloscopio, escala $v= 1v$; $t= 25ms$.

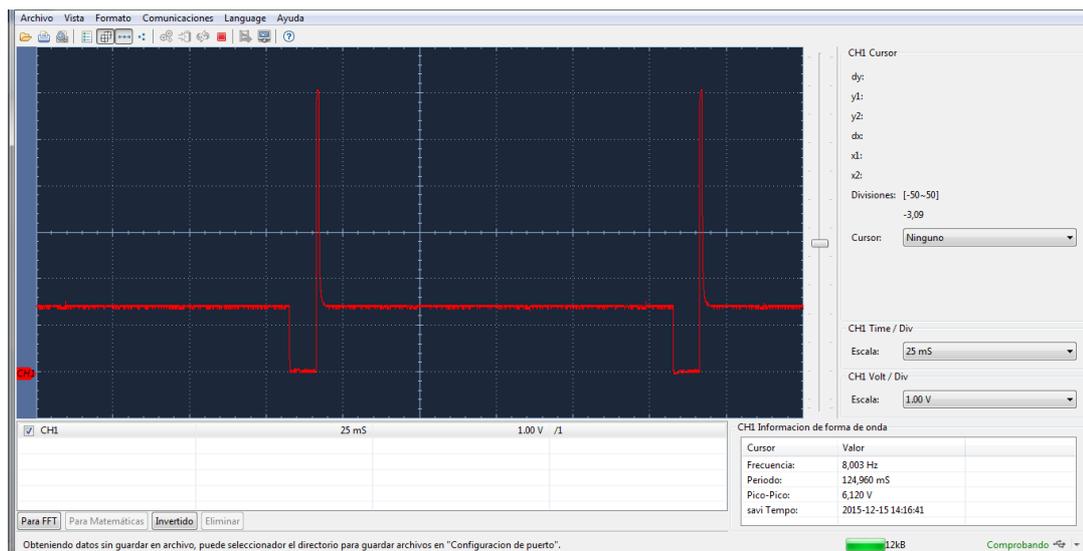


Figura 224 Curva v-t de la válvula VSV del canister

4.3. Generación e interpretación de imagen patrón de sensores en el sistema de inyección electrónico CRDI

4.4.1. Test del sensor CKP

En la figura 225 se observa la curva característica de la bobina, es decir el sensor es de tipo inductivo, la inclinación se debe a la resistencia que ofrece el alambre de cobre de la bobina.

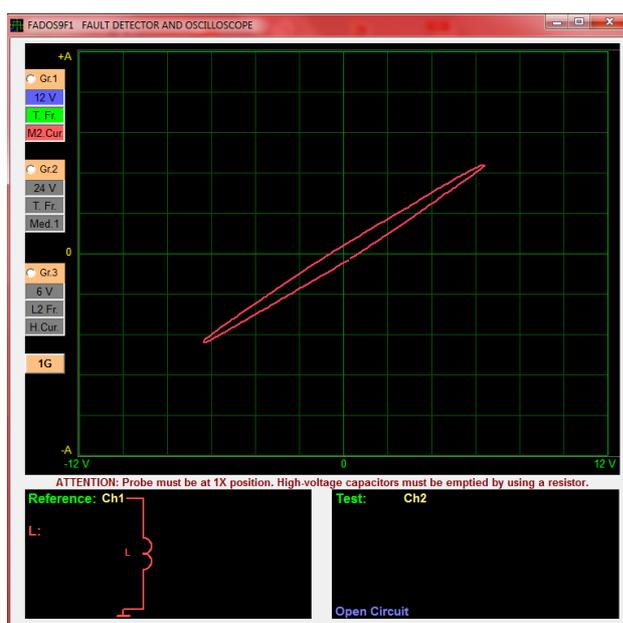


Figura 225 Curva v-i del sensor de posición del cigüeñal

En la figura 226 referente al cable de referencia alta del sensor CKP, si se analiza el circuito mínimo equivalente, en el voltaje positivo de la corriente alterna aplicada resulta un diodo en polarización directa colocado en serie con la resistencia de valor relativamente alto, mientras tanto, para el voltaje negativo de la corriente alterna aplica de la misma forma existe un diodo en polarización inversa que está en serie con la resistencia dos, generando la curva, la inclinación se debe a la resistencia colocada en paralelo además de un capacitor sin valor definido.

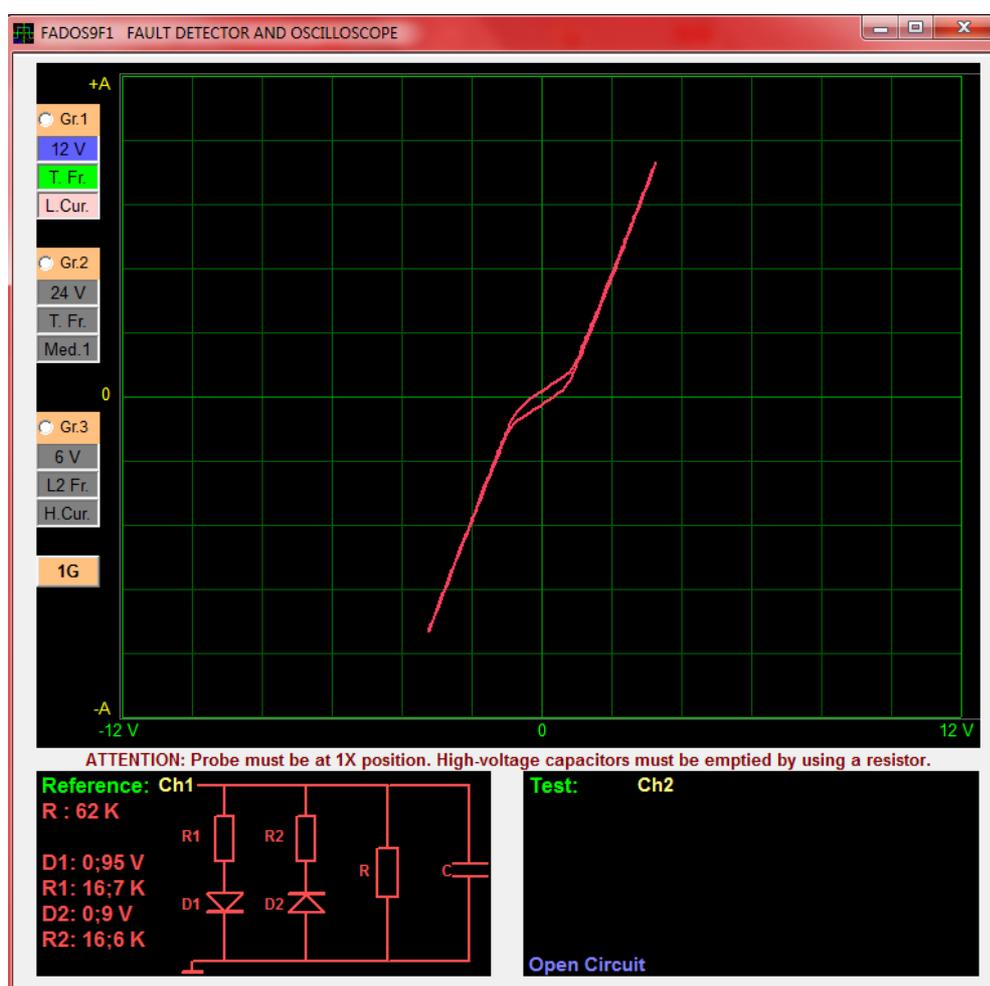


Figura 226 Curva v-i cable de referencia alta del sensor CKP

En la figura 227 en el cable de referencia baja, el análisis es similar al de la figura 226, algunos valores varían pero están dentro del margen apropiado.

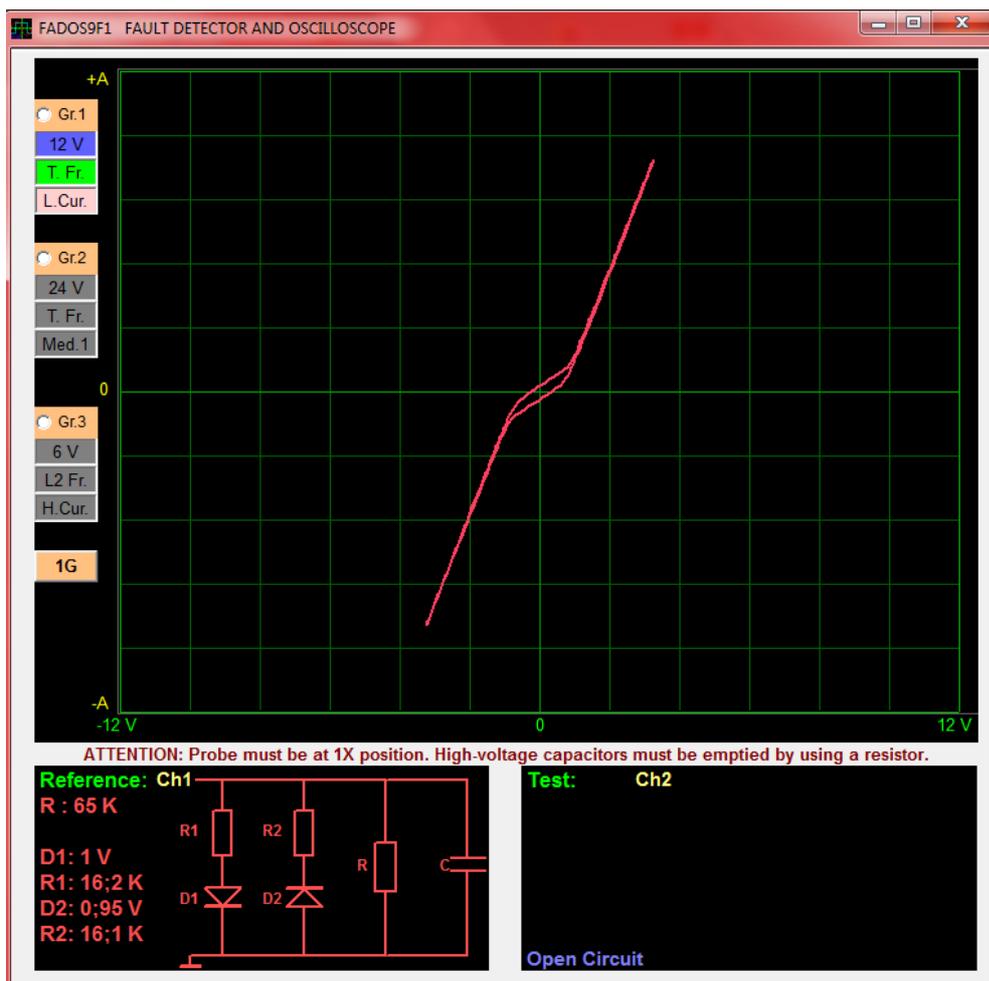


Figura 227 Curva v-i en el cable de referencia baja del sensor CKP

En la figura 228 representa el circuito en corto, es decir es el cable de masa para protección de la señal del sensor CKP

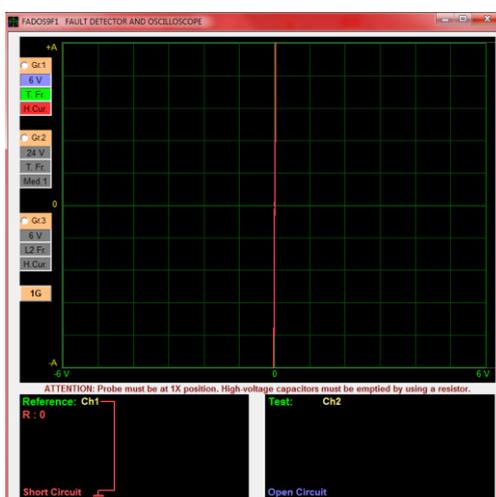


Figura 228 v-i en el cable de masa del blindaje del sensor

4.4.2. Test del sensor CMP

En la figura 229 referente a los terminales de alimentación y masa del sensor CMP analizando el circuito mínimo equivalente al aplicar la corriente alterna, el positivo de la alterna se grafica el diodo uno en polarización directa en serie a la resistencia, mientras que para en negativo de la alterna resulta la resistencia dos, provocando la curva característica del diodo con sus líneas inclinadas.

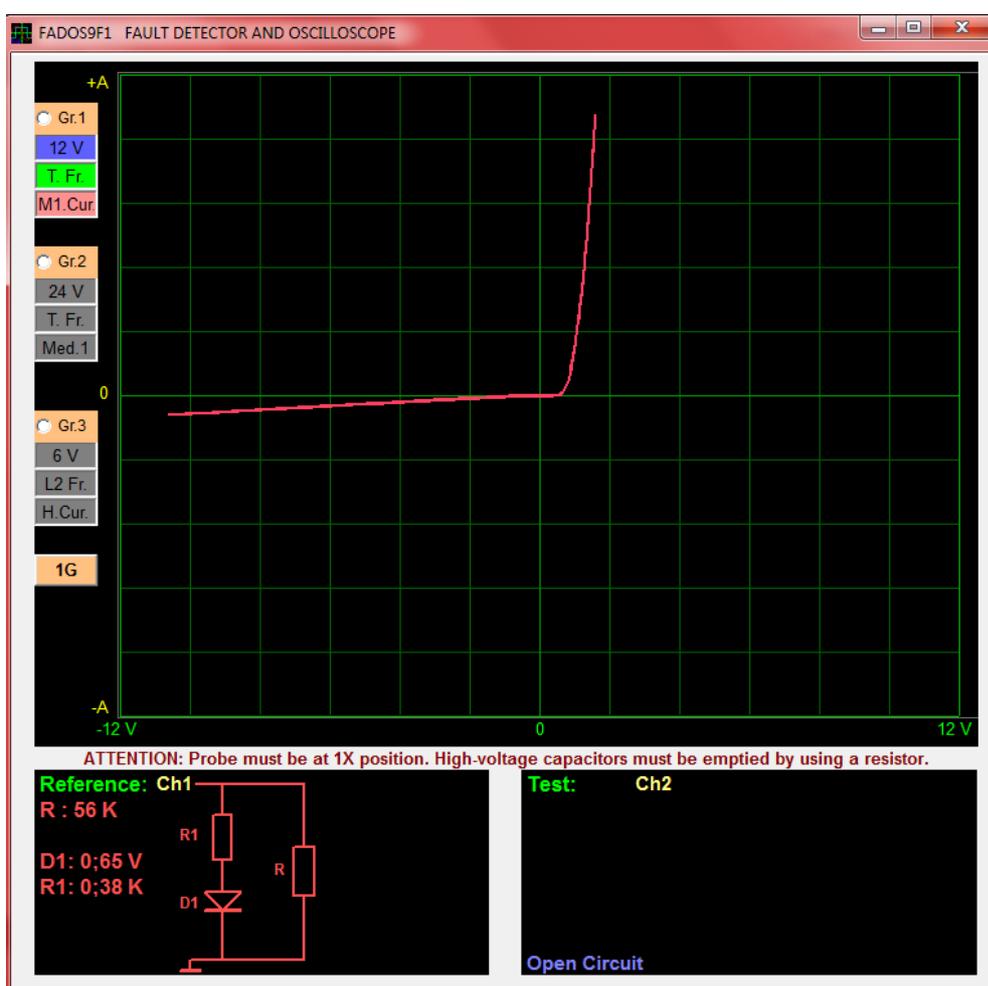


Figura 229 Curva v-i en los terminales de masa y alimentación en el sensor CMP

En la figura 230 realizado el test entre los terminales de señal y masa del sensor CMP, se determina un diodo en polarización inversa, es decir conduce con el voltaje negativo de la corriente alterna aplicada.

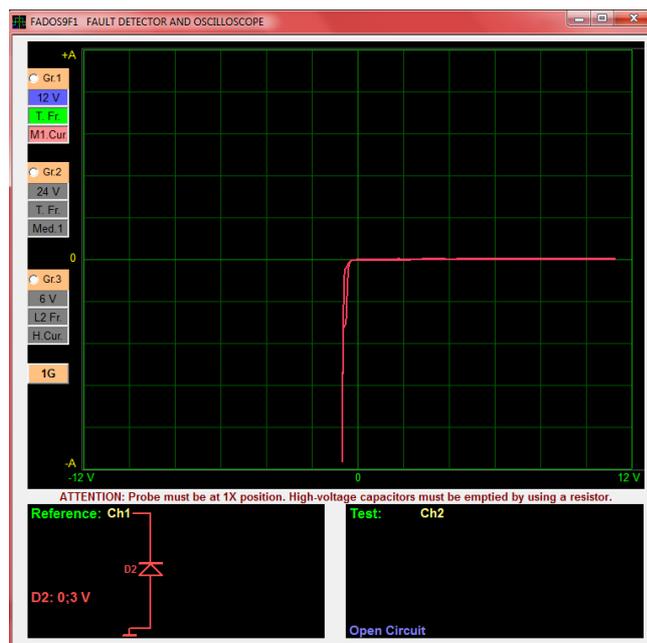


Figura 230 Curva v-i en los terminales de masa y señal en el sensor CMP

En la figura 231 referente al cable de alimentación para el sensor CMP, en el circuito mínimo equivalente, se observa el diodo en polarización inversa que está en paralelo a la resistencia y al condensador, por tanto se trata del circuito fuente ya que este sensor funciona con 5v de alimentación.

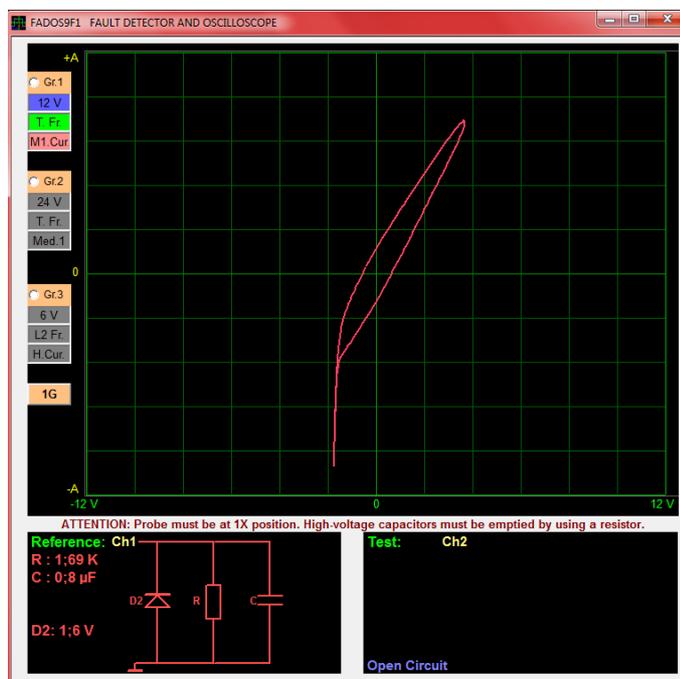


Figura 231 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor CMP

En la figura 232 realizado el test en el cable de señal se determina la existencia de una resistencia.

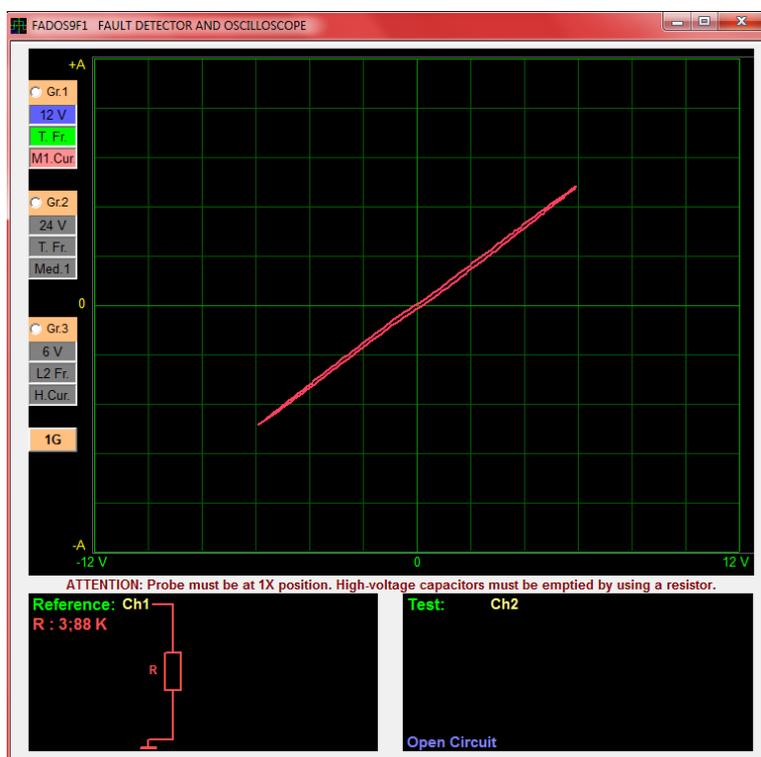


Figura 232 Curva v-i en el cable de señal del socket que conecta al sensor CMP

En la figura 233 se tiene la curva de un circuito en corto, por tanto se trata del cable de masa para el sensor CMP.

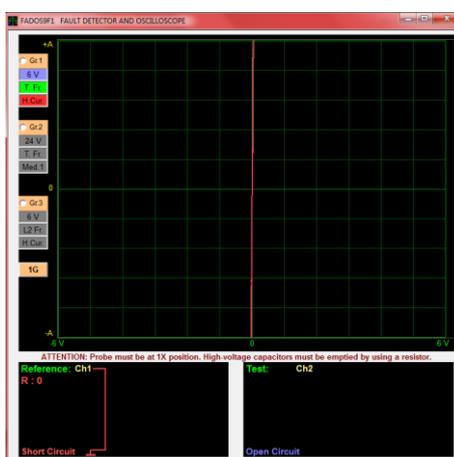


Figura 233 Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al sensor CMP

4.4.3. Test del sensor MAP-ATS

En la figura 234 referente a las terminales de señal y masa, en el circuito mínimo equivalente se determina la existencia del diodo en polarización inversa y colocado en paralelo a la resistencia, por tanto en el voltaje positivo de la corriente alterne se grafica la resistencia alterando la curva normal del diodo.

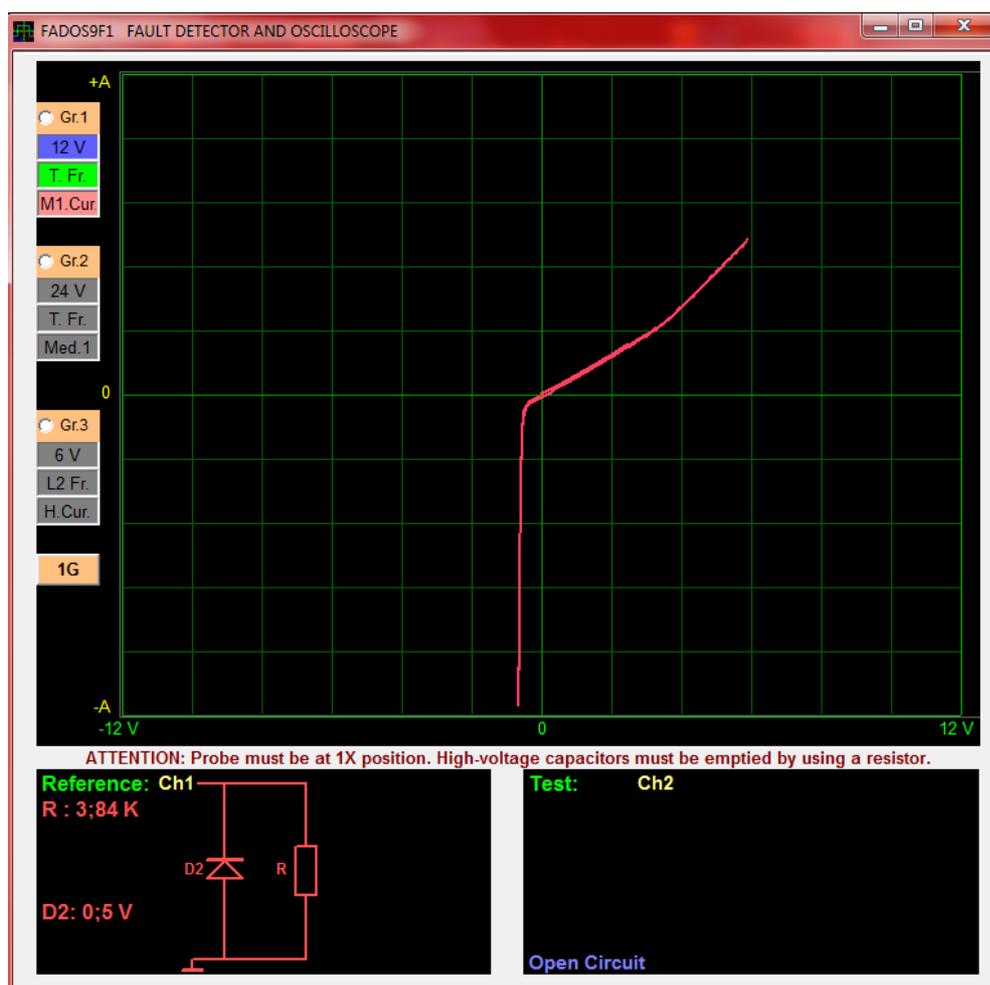


Figura 234 Curva v-i entre los terminales de señal y masa del sensor MAP

En la figura 235 se analiza entre los terminales de alimentación y masa, resultando al curva del diodo uno en polarización directa en paralelo al diodo dos en polarización inversa y la resistencia, como se observa en el circuito mínimo equivalente.

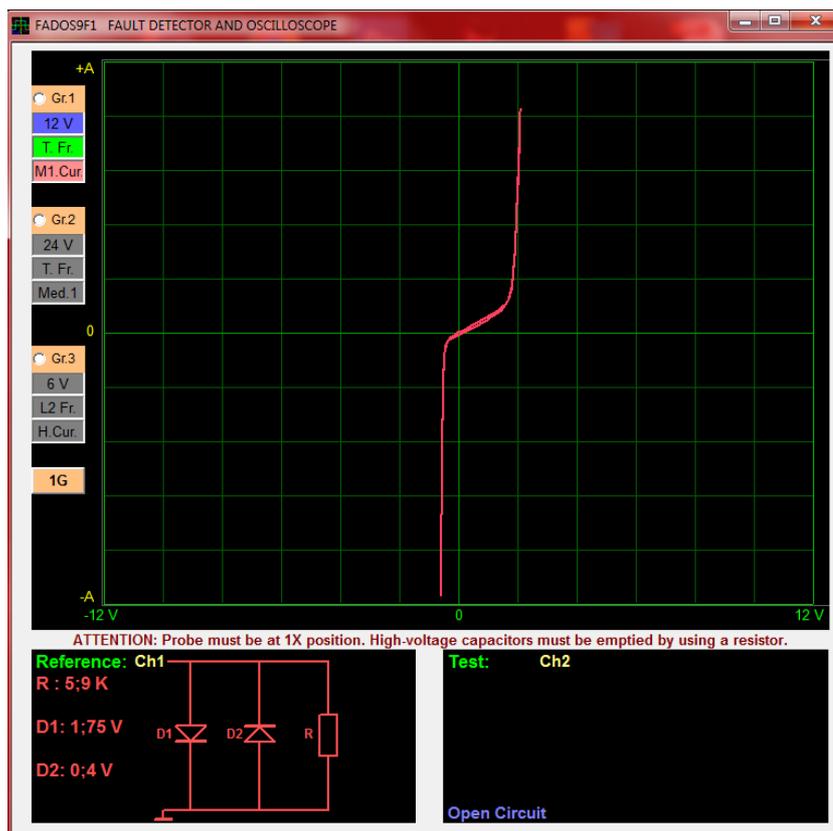


Figura 235 Curva v-i entre los terminales de alimentación y masa del sensor
MAP

En la figura 236 se hace referencia al sensor ATS, el resultado del test indica una resistencia, lo que indica que se trata de un sensor tipo termistor.

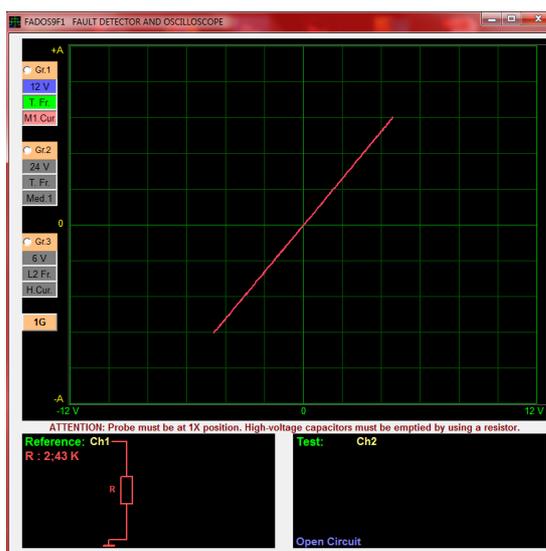


Figura 236 Curva v-i entre los terminales de alimentación y masa del sensor
ATS

En la figura 237 analizando el circuito mínimo equivalente, se determina la existencia de una resistencia en paralelo al capacitor, es decir se trata del circuito fuente de la ECU.

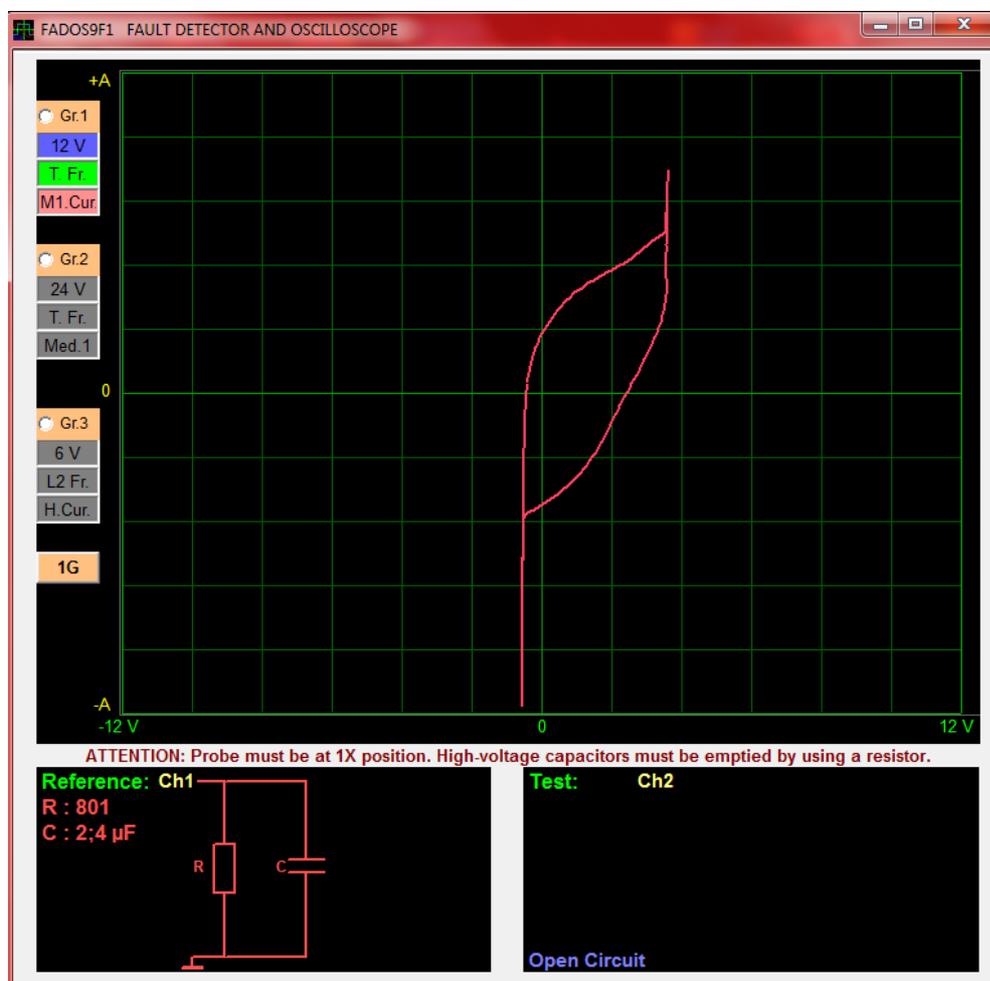


Figura 237 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor MAP

En la figura 238 se realiza el test en el cable de señal del sensor MAP, analizando el circuito mínimo equivalente se determina el diodo en polarización directa y que está colocado en serie con la resistencia de lo que genera la curva con el voltaje positivo de la corriente alterna aplicada, de la misma manera para el voltaje negativo de la corriente alterna se grafica el diodo en polarización inversa además de su resistencia en paralelo, un capacitor en paralelo pero su valor no está definido pero en la curva si está representado.

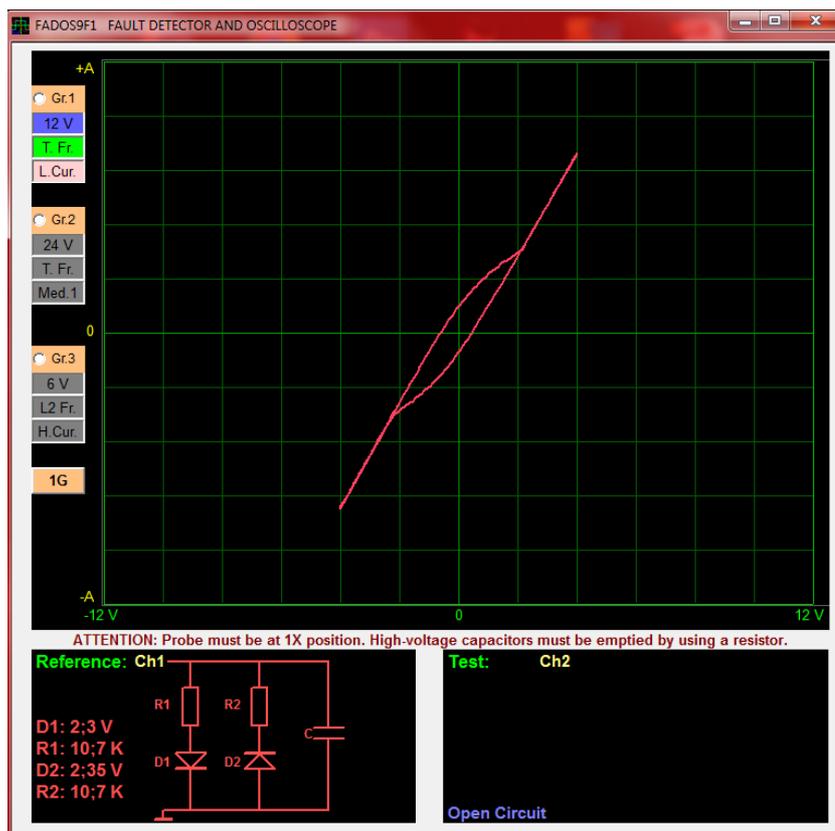


Figura 238 Curva v-i en el cable de señal del socket que conecta al sensor MAP

En la figura 239 referente al cable de alimentación del sensor ATS, se determina la resistencia en paralelo al condensador procedente del circuito fuente de la ECU.

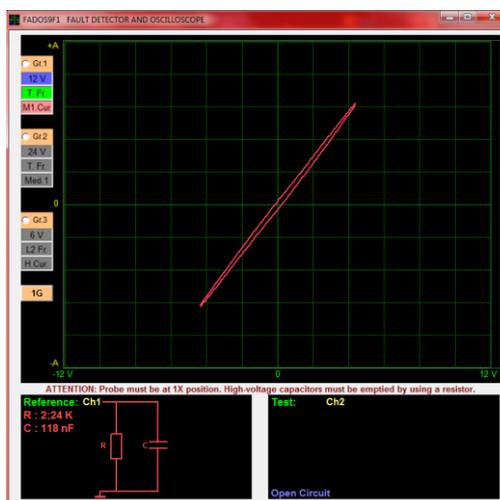


Figura 239 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor ATS

En la figura 240 se determina circuito en corto, por tanto se trata del cable de masa tanto para el sensor MAP como para el ATS, estos dos elementos comparten masa.



Figura 240 Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al sensor MAP-ATS

4.4.4. Test del sensor MAF-IAT

En la figura 241 el test entre los terminales de alimentación y masa del sensor MAF se determina dos diodos en paralelo pero en polarización inversa esto se observa en la curva, además del capacitor sin valor definido.

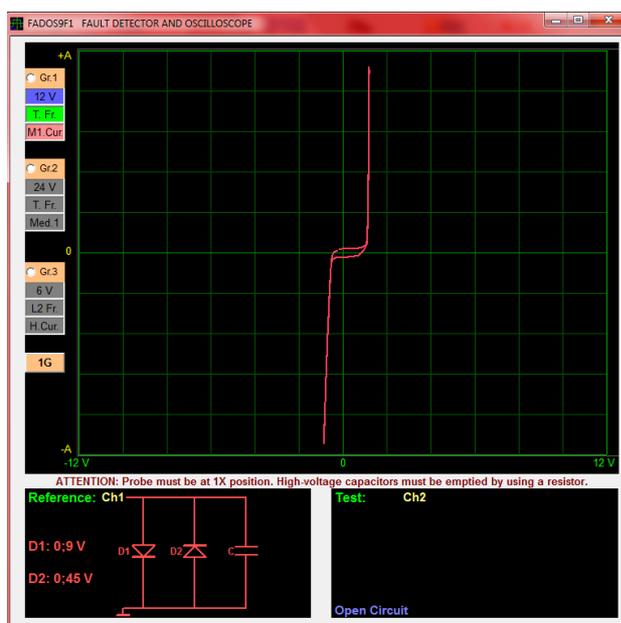


Figura 241 Curva v-i entre los terminales de alimentación y masa del sensor MAF

En la figura 242 la curva entre los terminales de señal y masa del sensor MAF resultan dos diodos en paralelo con la particularidad que se encuentra polarizados de forma diferente además cada uno de ellos tiene conexión en serie con resistencias.

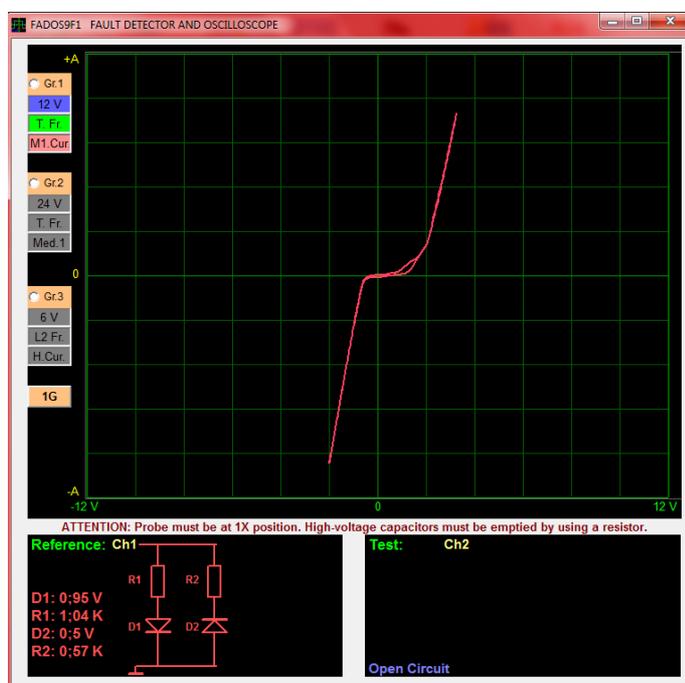


Figura 242 Curva v-i en los terminales de señal y masa del sensor MAF

En la figura 243 se observa la curva de un capacitor de un valor de 1568 μ F referente al cable de alimentación para el sensor MAF.

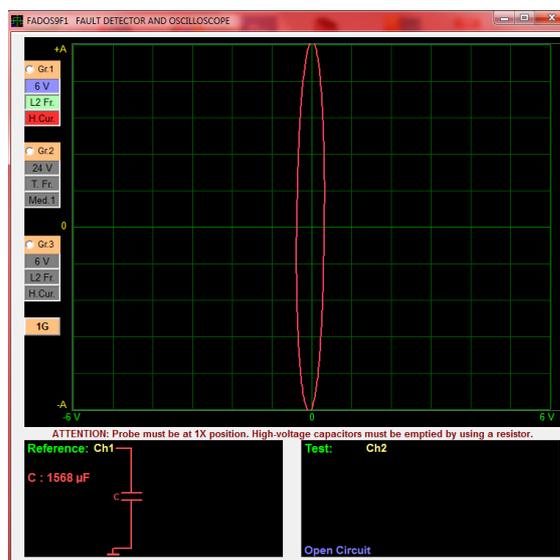


Figura 243 Curva v-i en el cable de alimentación del socket del MAF

En la figura 244 se realiza el test en el cable de señal del sensor MAF, se trata de un circuito de entrada a la ECU, si analizamos el circuito mínimo equivalente inicia con un diodo en polarización directa en serie con la resistencia, por lo contrario el diodo de polarización inversa en serie con la resistencia corroborando la curva obtenida.

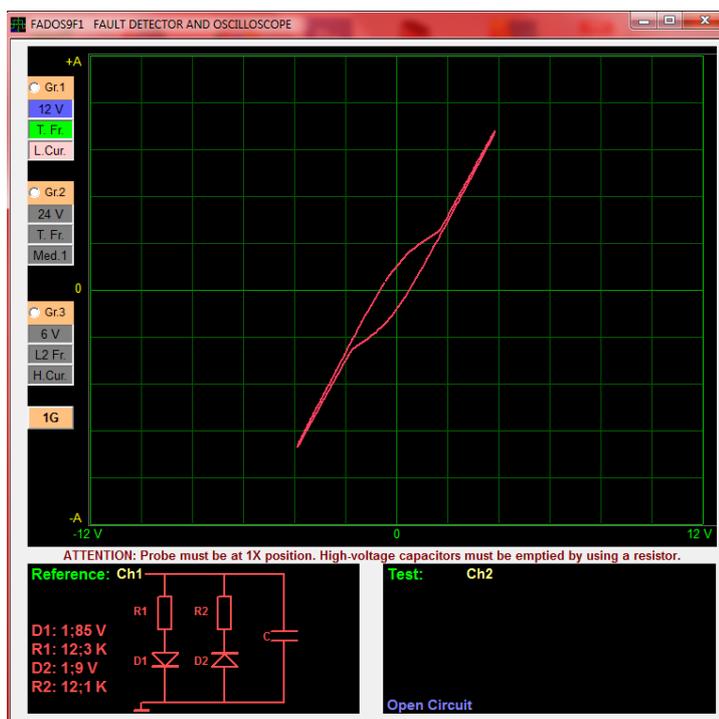


Figura 244 Curva v-i en el cable de señal del socket que conecta al sensor MAF

En la figura 245 trata de un circuito en corto por tanto se trata del cable de masa para el sensor MAF.

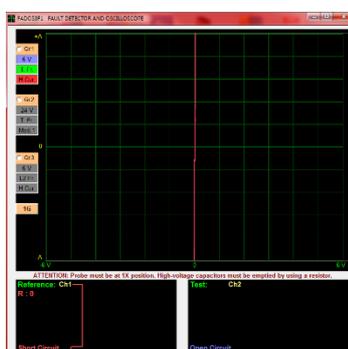


Figura 245 Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al sensor MAF

En la figura 246 se observa la curva característica de la resistencia, al tratarse de un sensor tipo termistor lo único que se determina es el valor de la resistencia.

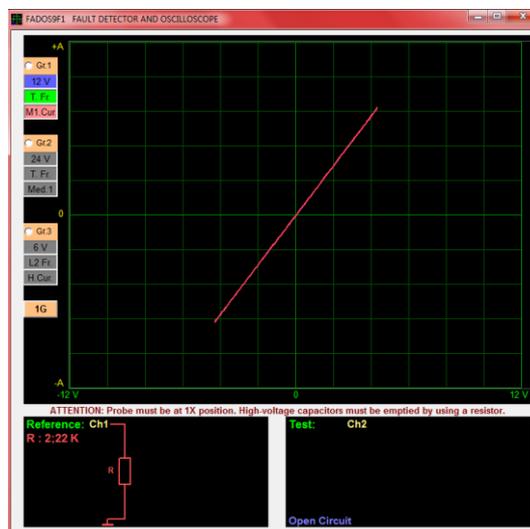


Figura 246 Curva v-i entre los terminales de alimentación y masa del sensor IAT

En la figura 247 referente al cable de alimentación del sensor IAT, en el circuito mínimo equivalente, la resistencia uno está en paralelo al condensador, es decir la curva es procedente del circuito fuente.

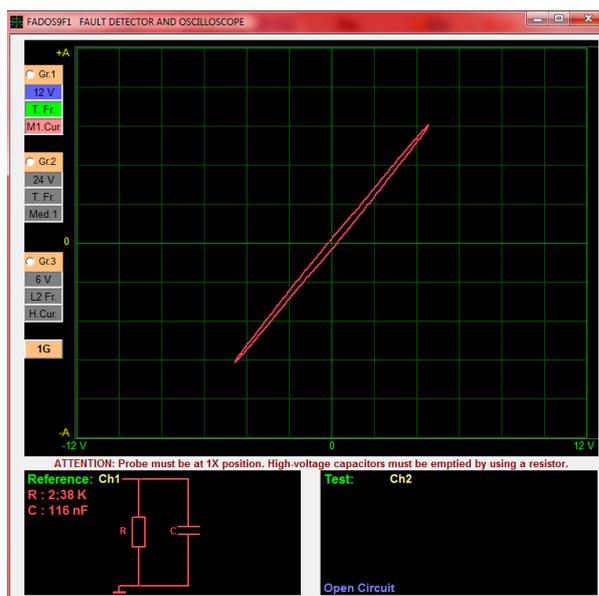


Figura 247 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor IAT

En la figura 248 se trata de la masa para el sensor IAT, dando un circuito en corto.

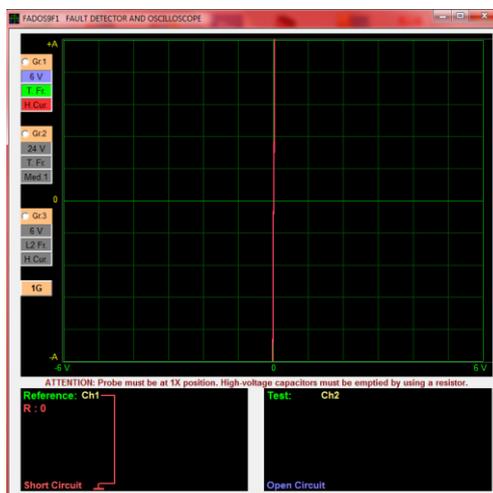


Figura 248 Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al sensor IAT

4.4.5. Test del sensor ECT

En la figura 249 hace referencia a la resistencia interna del sensor pues que es de tipo termistor.

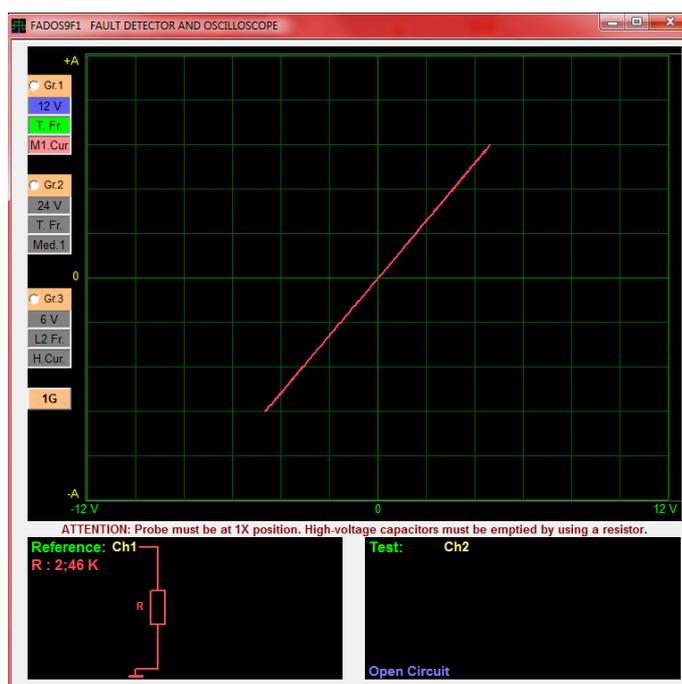


Figura 249 Curva v-i en las terminales del sensor ECT

En la figura 250 trata de la resistencia colocada en paralelo al condensador, con esta información se corrobora que se trata del circuito fuente de la ECU, la curva obtenida es la del capacitor su inclinación se debe a la resistencia.

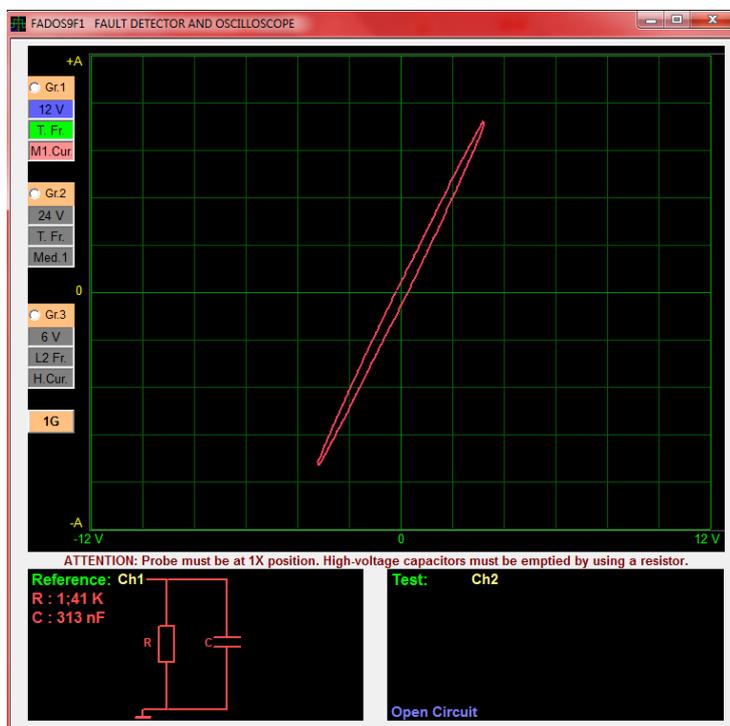


Figura 250 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor ECT

En la figura 251 al tratarse del cable de masa para el sensor nos da la línea vertical, es decir circuito en corto.

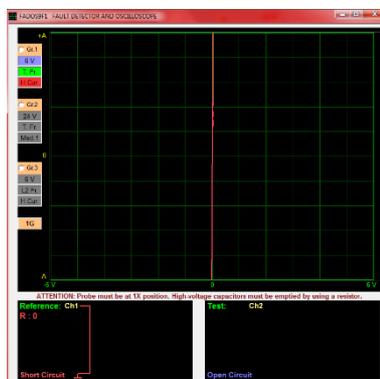


Figura 251 Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al sensor ECT

4.4.6. Test del sensor VSS

En la figura 252 se observa la curva característica de la bobina, por tanto se trata de sensor tipo inductivo.

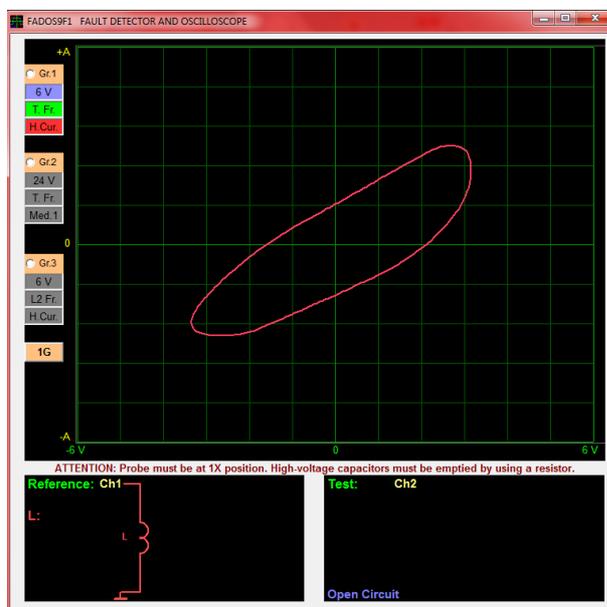


Figura 252 Curva v-i en los terminales del sensor VSS

En la figura 253 referente al cable de alimentación la curva corresponde a la de una resistencia.

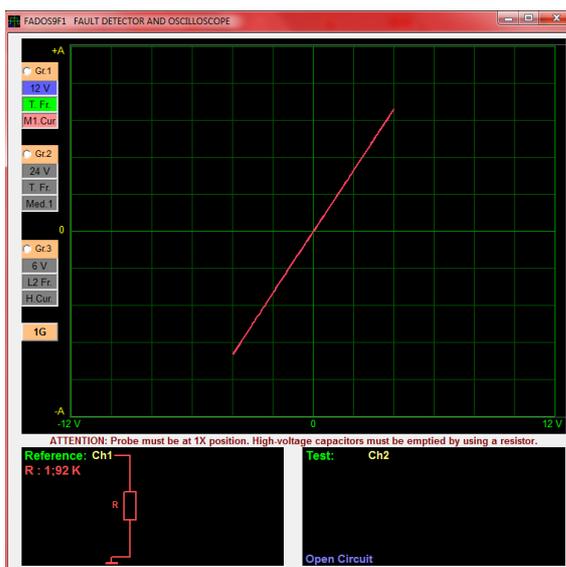


Figura 253 Curva v-i en el cable de alimentación en el socket que conecta al sensor VSS

En la figura 254 resulta un circuito en corto, se trata del cable de masa del sensor.

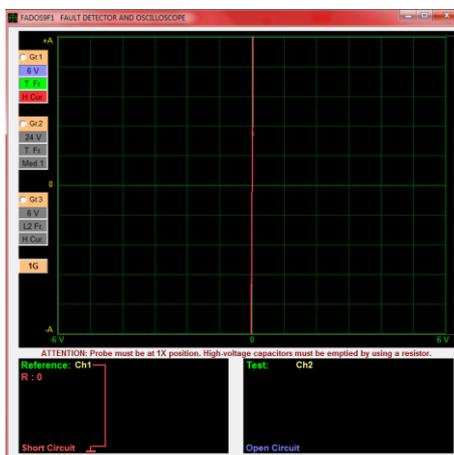


Figura 254 Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al sensor VSS

4.4.7. Test del sensor del pedal del acelerador APP

En la figura 255 que corresponde a los terminales de señal y masa del APP se determina la curva de la resistencia, este sensor está provisto por potenciómetros por lo tanto la curva es referente al potenciómetro o lo que es una resistencia variable.

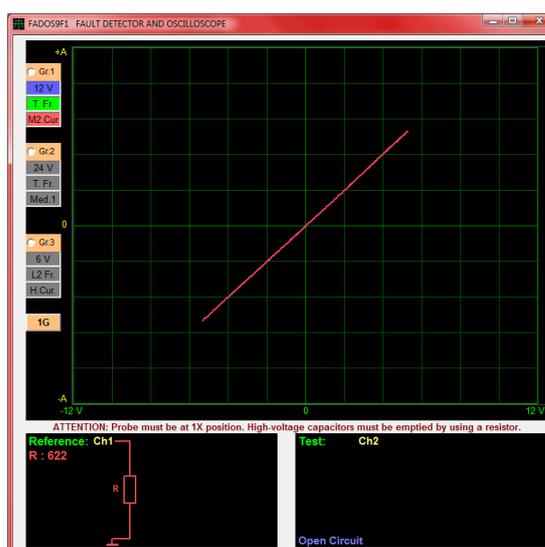


Figura 255 Curva v-i entre el terminal de masa y señal alta-baja en el sensor de posición del pedal del acelerador

En la figura 256 de la misma forma se observa la curva de la resistencia del potenciómetro.

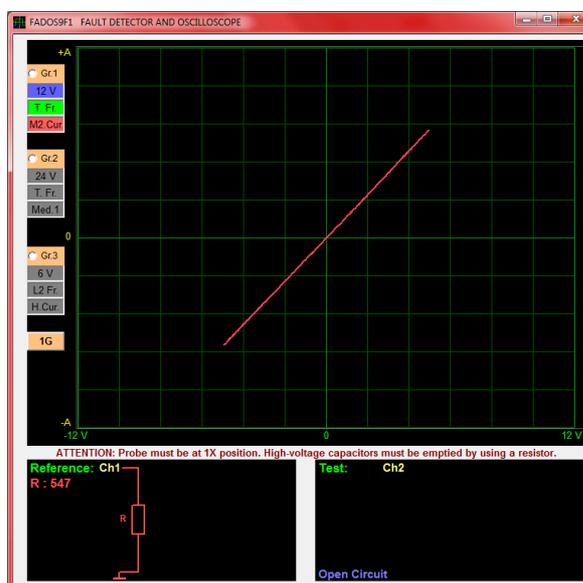


Figura 256 Curva v-i entre los terminales de masa y señal alta-baja del sensor de posición del acelerador

En la figura 257 se realiza el test entre los terminales de alimentación y masa del APP se obtiene la curva de la resistencia total de potenciómetro.

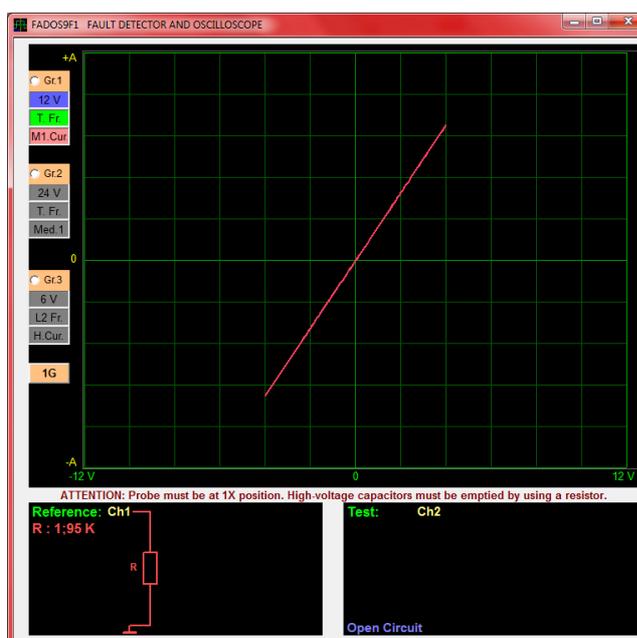


Figura 257 Curva v-i entre los terminales de masa y alimentación del sensor de posición del acelerador

En la figura 258 el test se realiza en el cable de alimentación para el sensor APP, analizando el circuito mínimo equivalente, para el ciclo positivo de la corriente alterna aplicada existe un diodo colocado en serie a la resistencia, para el ciclo negativo de la corriente alterna el diodo dos está en polarización inversa y por tanto conduce en el ciclo negativo de la corriente aplicada, además existe un capacitor en paralelo sin valor definido pero que en la curva se la puede observar.

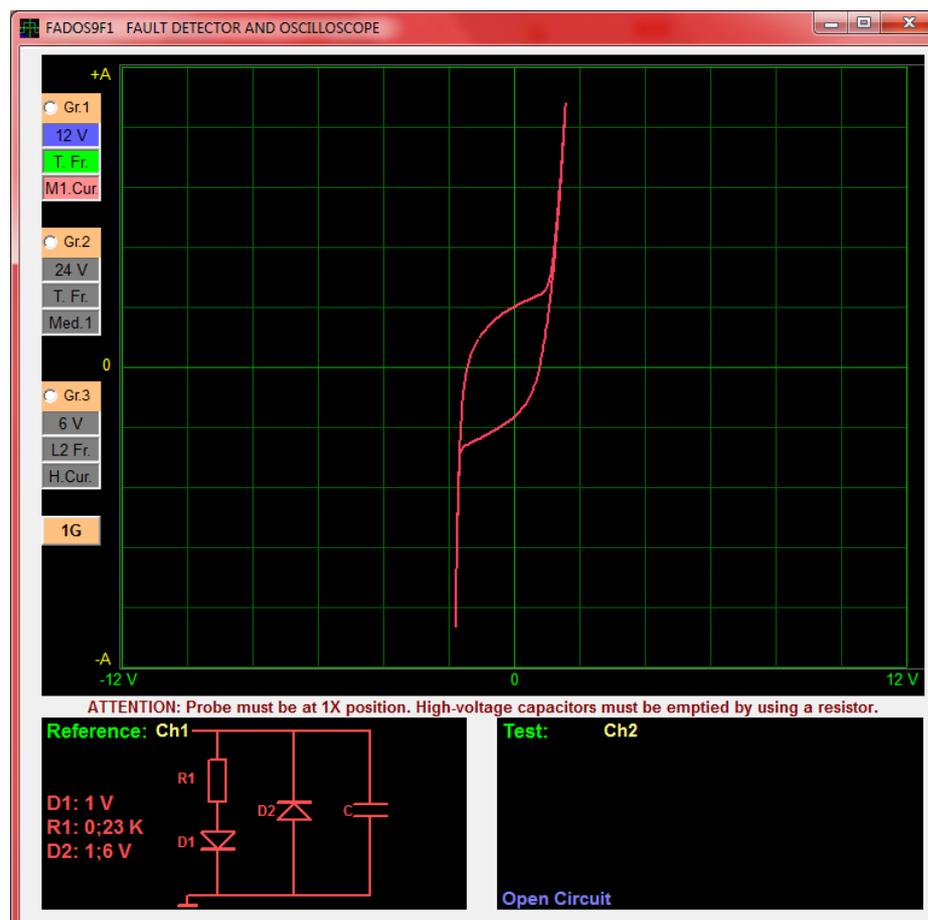


Figura 258 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor APP

En la figura 259 se referente al cable de señal alta - baja, el diagrama de circuito equivalentes la curva corresponde a dos diodos en paralelo con la particularidad que el uno conduce en polarización directa mientras que la otra en inversa, la inclinación de la curva se debe a la resistencia en serie a los diodos.

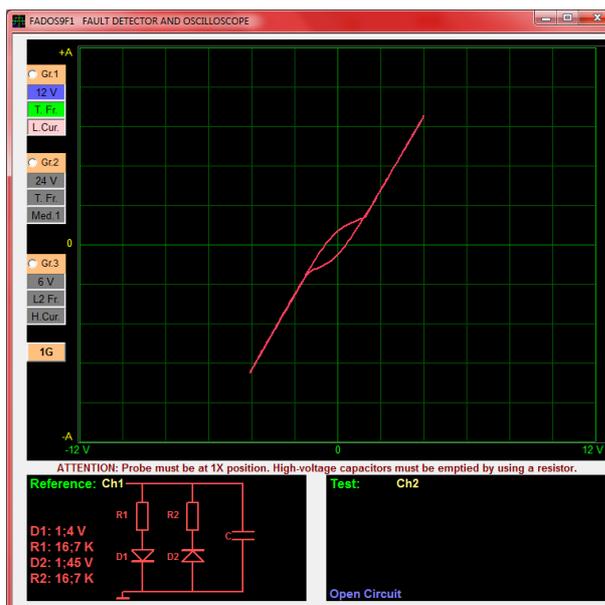


Figura 259 Curva v-i en el cable de señal alta-baja del socket que conecta al sensor APP

En la figura 260 el análisis es similar a la figura 259, por tanto se puede aplicar el método de: Diagnóstico por imágenes en base a generación de patrones por comparación circuital, ya que es el mismo circuito.

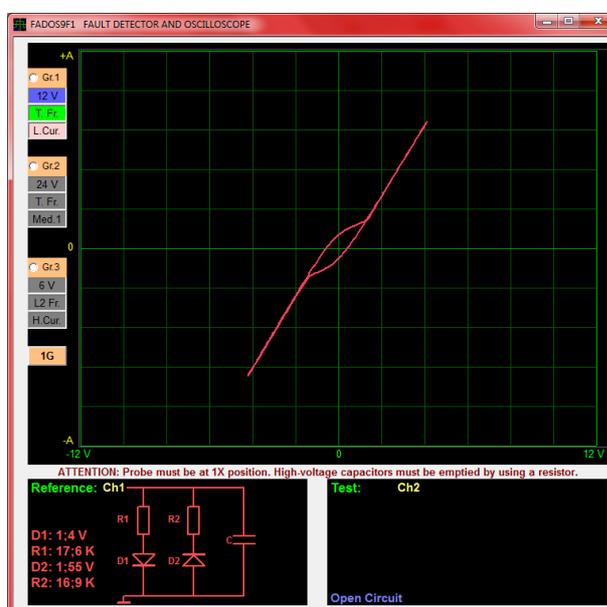


Figura 260 Curva v-i en el cable de señal alta-baja del socket que conecta al sensor APP

En la figura 261 el resultado es un circuito en corto, es decir se trata del cable de masa del sensor APP.

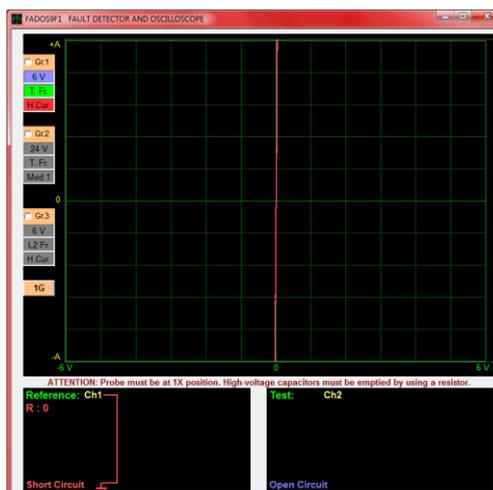


Figura 261 v-i en el cable de masa del socket que conecta al sensor APP

4.4.8. Test del sensor de la temperatura del combustible

En la figura 262 se observa la curva característica de la resistencia interna del sensor.

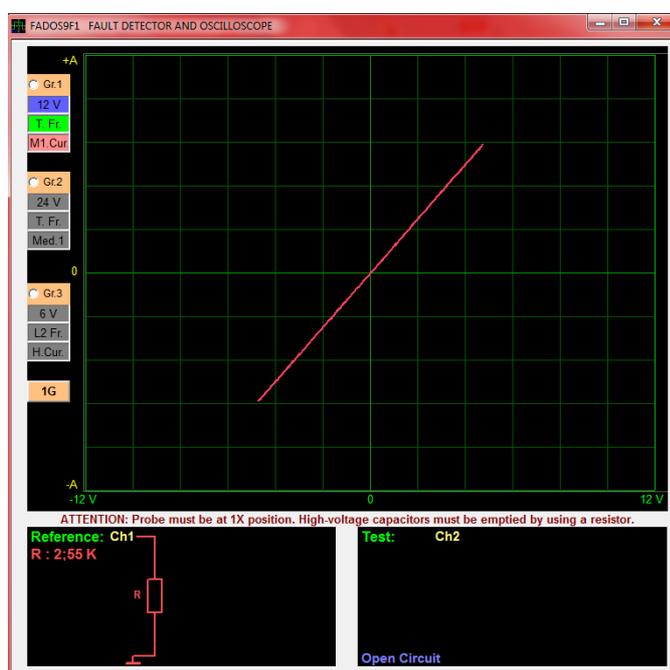


Figura 262 Curva v-i en las terminales del sensor de temperatura de combustible

En la figura 263 se observa la curva del capacitor, la inclinación se debe a la resistencia colocada en paralelo, el test se realizó en el cable de

alimentación del sensor es por esto que se observa el condensador del circuito fuente y la resistencia que sirve como divisor de voltaje.

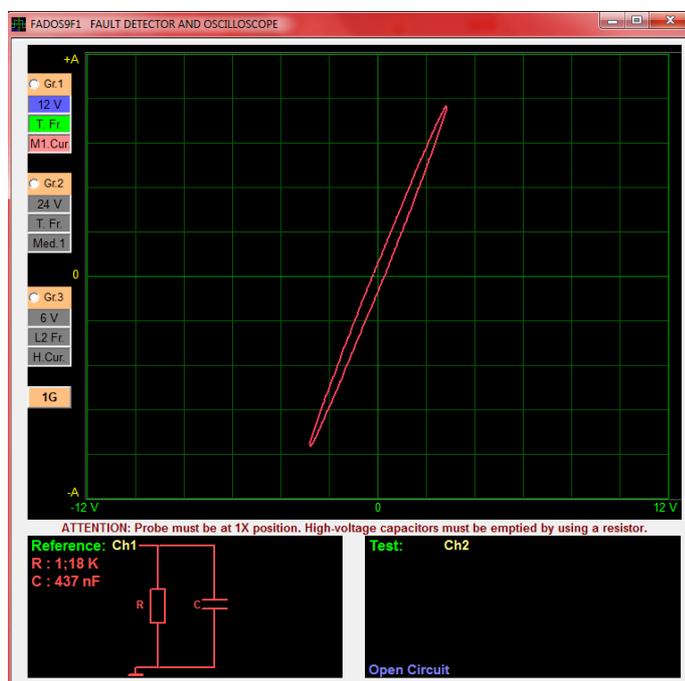


Figura 263 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor de temperatura de combustible

En la figura 264 se trata del cable de masa para el sensor, resultando un circuito en corto.

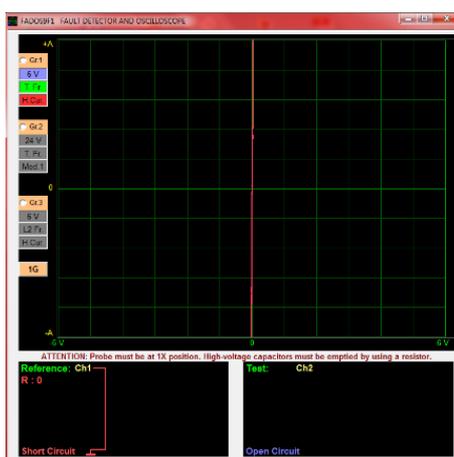


Figura 264 Curva v-i en el cable de masa del sensor de temperatura de combustible

4.4.9. Test del sensor de presión en el riel FRP

En la figura 265 se realiza el test entre las terminales de alimentación y masa del sensor FRP, se analiza el circuito mínimo equivalente para el voltaje positivo de la corriente alterna aplicada se grafica el diodo en serie con la resistencia de, existe el capacitor en paralelo sin valor definido, para el voltaje negativo se determina el diodo en polarización inversa.

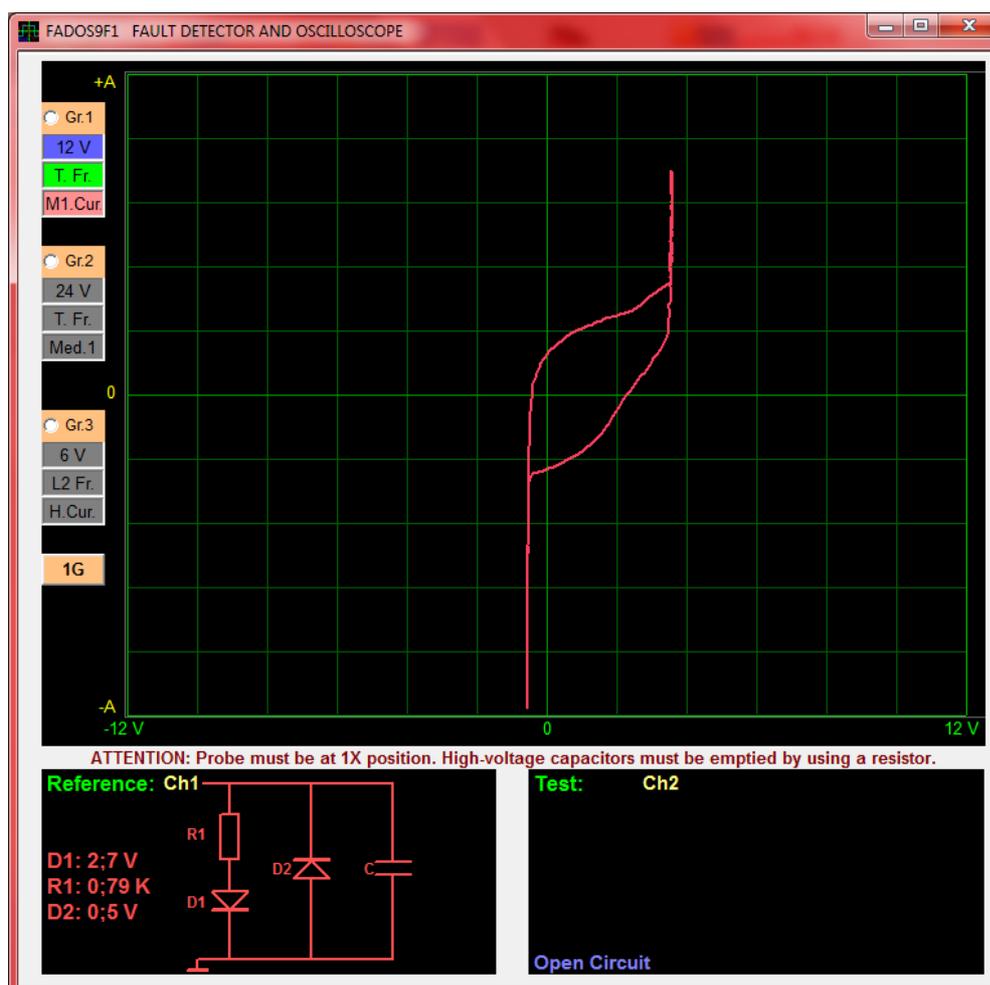


Figura 265 Curva v-i entre los terminales de alimentación y masa del sensor FRP

En la figura 266 se realiza el test entre las terminales de señal y masa, se determina la existencia del diodo en polarización inversa y conectada a la resistencia en paralelo.

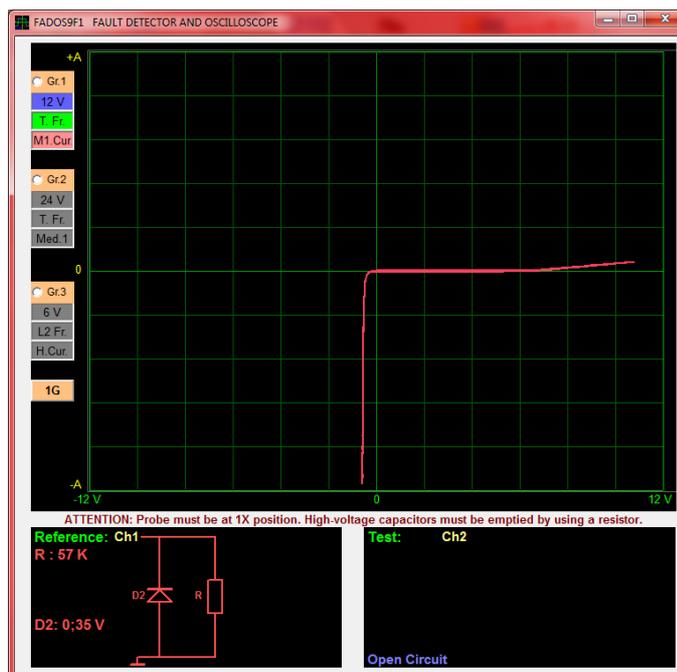


Figura 266 Curva v-i entre los terminales de señal y masa del sensor FRP

En la curva 267 analizando el circuito mínimo equivalente la curva se compone del diodo en polarización directa en paralelo al diodo en polarización inversa, en la figura se observa la capacidad de valor no definido, el cable es de alimentación al sensor FRP.

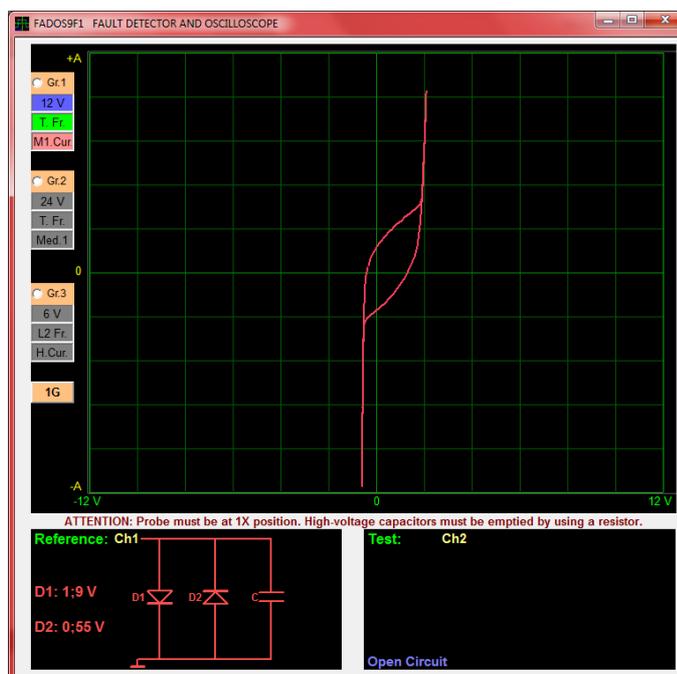


Figura 267 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta al sensor FRP

En la figura 268 se determina la existencia de la resistencia en el cable de señal del sensor FRP.

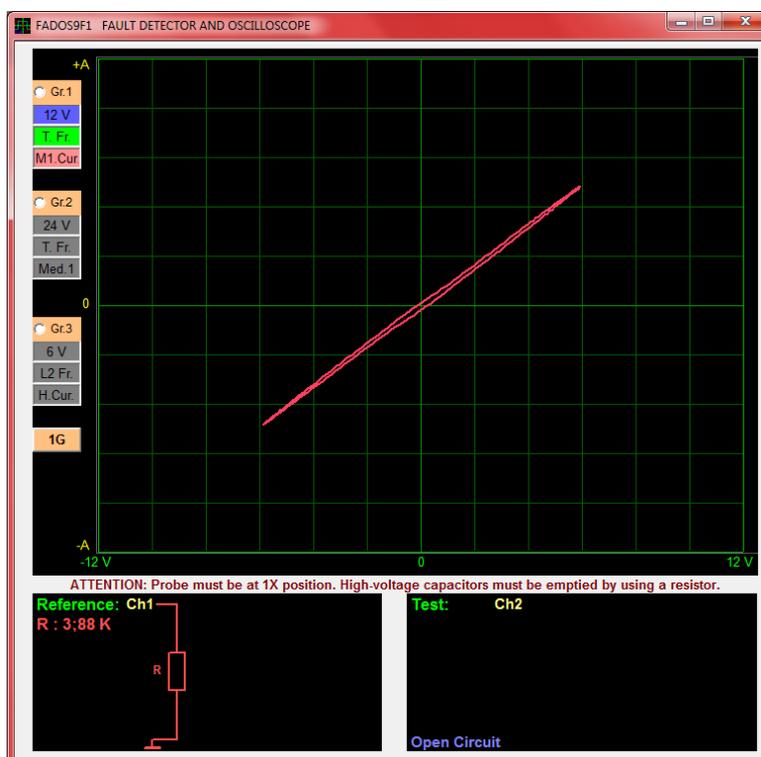


Figura 268 Curva v-i en el cable de señal del socket que conecta al sensor FRP

En la figura 269 se trata del cable de masa para el sensor FRP.

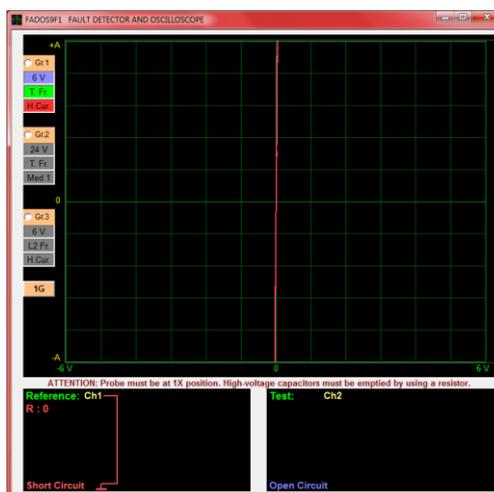


Figura 269 Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al sensor FRP

4.4.10. Test del interruptor del pedal de freno, embrague y acelerador

En la figura 270 se realiza el test en las terminales del interruptor del pedal del acelerador, este interruptor es de tipo normalmente cerrado, por tanto la curva esperada es la de un circuito en corto. Esta curva debe ser la misma para todos los pedales.



Figura 270 Curva v-i entre las terminales del interruptor del pedal del acelerador

En la figura 271 referente al cable de alimentación para el interruptor del pedal del acelerador, se determina la curva de una resistencia.

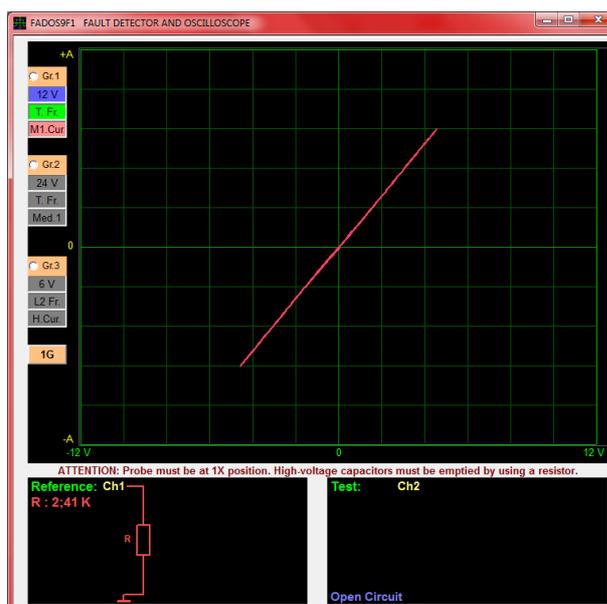


Figura 271 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta el interruptor del pedal del acelerador

En la figura 272 el test se realiza en el cable de masa del interruptor del pedal del acelerador, la curva esperada es la de un circuito en corto.



Figura 272 Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta al interruptor del pedal del acelerador

4.5. Generación de imagen patrón de actuadores en el sistema de inyección electrónico CRDI

4.5.1 Test del Inyector

En la figura 273 referente a los terminales del inyector, se observa un circuito en corto.

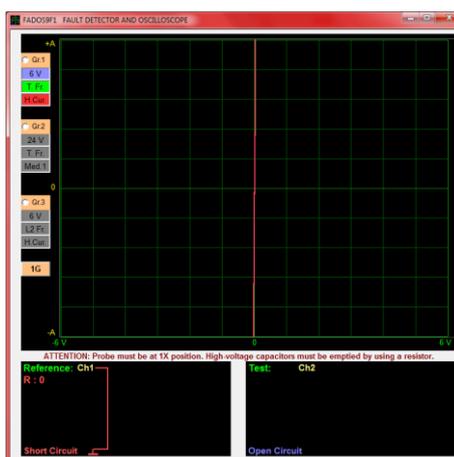


Figura 273 Curva v-i entre las terminales del inyector

En la figura 274 se realiza el test entre los cables de alimentación y masa que conectan al inyector, analizando el circuito mínimo equivalente, el diodo

en polarización inversa en serie con la resistencia, además del condensador, representando el circuito alimentación para el inyector.

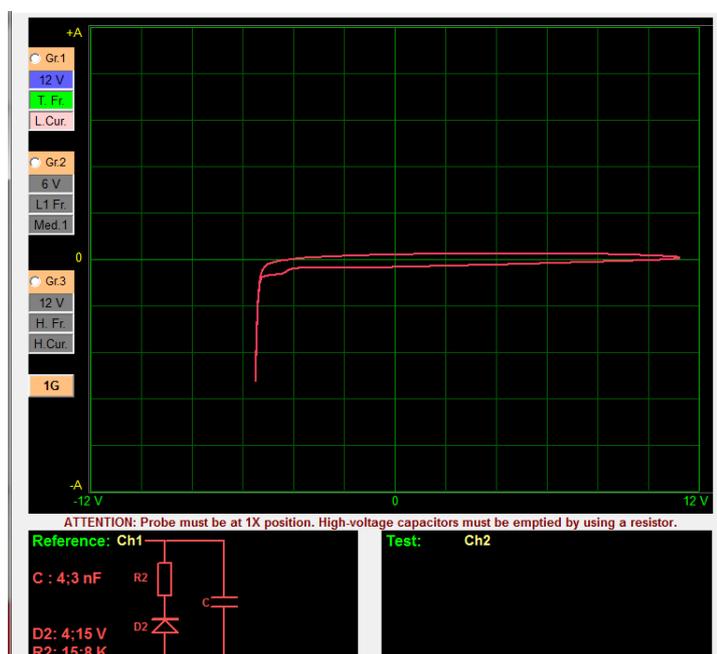


Figura 274 Curva v-i en los cables de alimentación y masa del socket que conecta al inyector

4.5.2 Test de la válvula reguladora de presión IPR

En la figura 275 se obtiene la curva característica de la bobina, el circuito mínimo equivalente muestra el símbolo de la bobina interna de la válvula IPR.

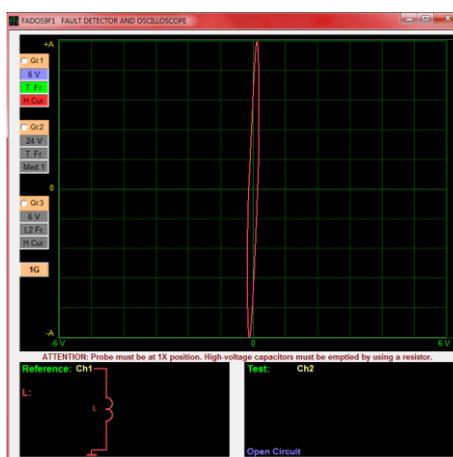


Figura 275 Curva v-i entre las terminales de la válvula IPR

En la figura 276 se realiza el test en el cable de alimentación para la válvula IPR, se observa la curva característica del condensador con el valor de $1574 \mu\text{F}$.

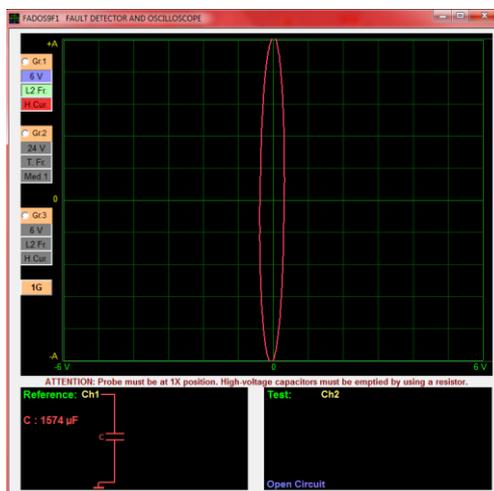


Figura 276 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta a la válvula IPR

En la figura 277 referente al cable de masa para la válvula IPR, se analiza el circuito mínimo equivalente, para el voltaje positivo de la corriente aplicada se grafica el diodo, mientras que para el voltaje negativo el diodo opuesto al anterior.

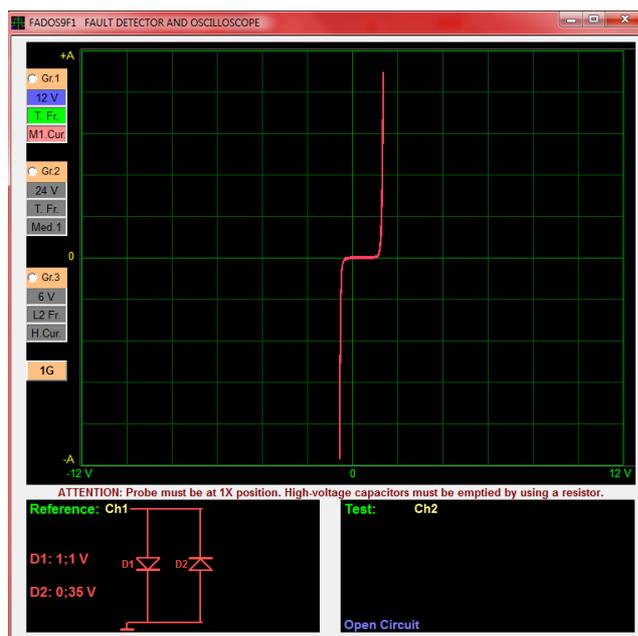


Figura 277 Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta a la válvula IPR

4.5.3. Test en la válvula VS del turbo de geometría variable

En figura 278 se determina la bobina interna de la válvula que controla el turbo compresor.

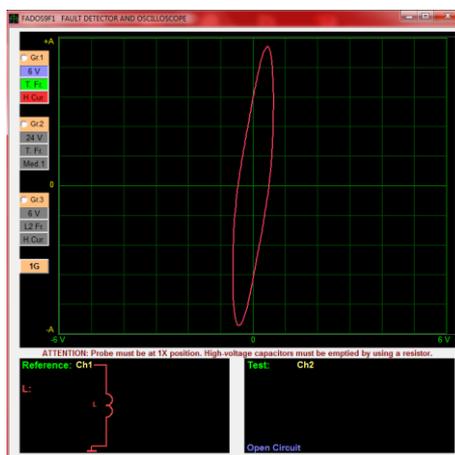


Figura 278 Curva v-i entre las terminales de la válvula VS del VGT

En la figura 279 se observa la curva del condensador utilizado para alimentar a la válvula VS del turbo compresor.

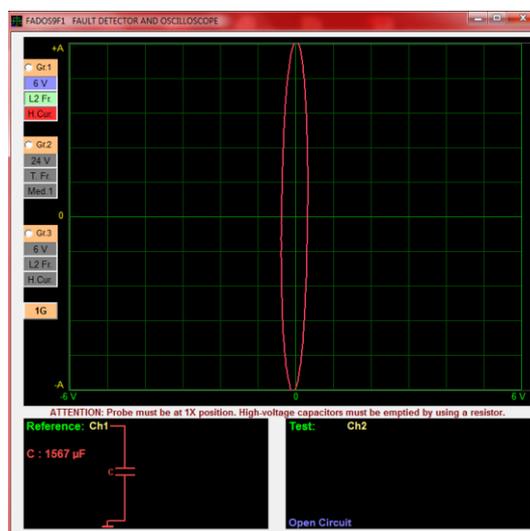


Figura 279 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta a la válvula VS del VGT

En la figura 280 el circuito de activación de la válvula VS del VGT es similar al de la válvula VS del IPR, por tanto se puede comparar entre los circuitos.

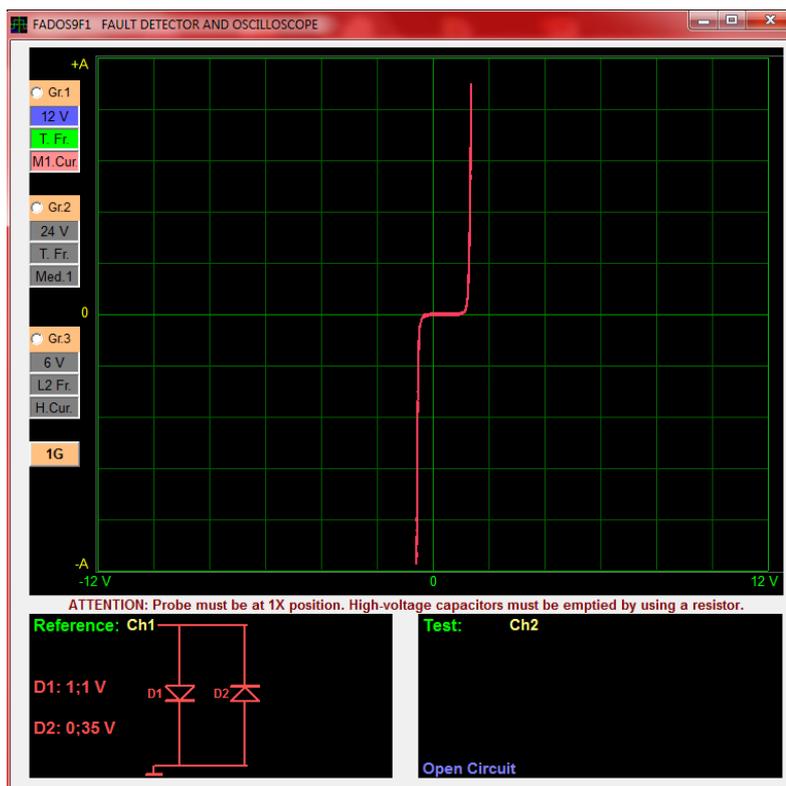


Figura 280 Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta a la válvula VS del VGT

4.5.4. Test en las válvulas VS del estrangulador

En la figura 281 se observa la curva del solenoide de la valvular VS.

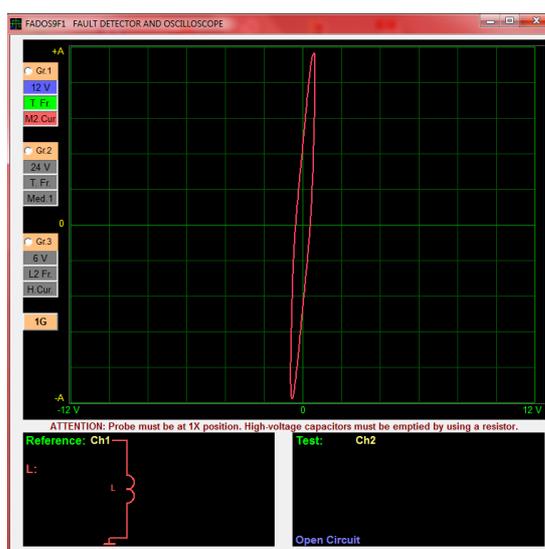


Figura 281 Curva v-i entre las terminales de la válvula VSV del estrangulador

En la figura 282 se observa la curva característica del condensador para alimentar la válvula.

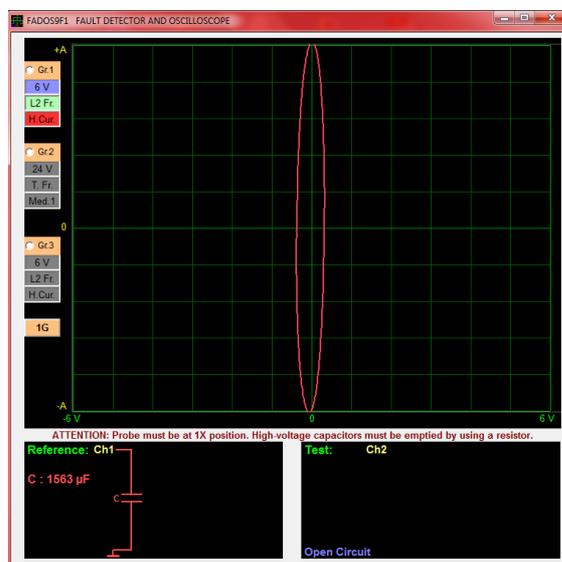


Figura 282 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta a la válvula VSV del estrangulador

En la figura 283 se observa el circuito de activación para la válvula.

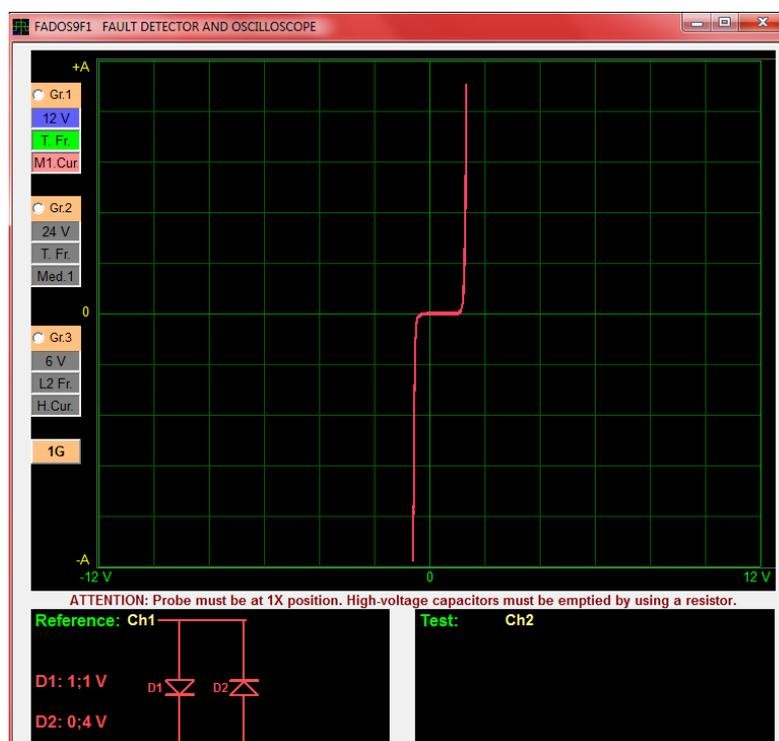


Figura 283 Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta a la válvula VSV del estrangulador

En la figura 284 se observa la curva procedente al solenoide de la válvula de la válvula VS.

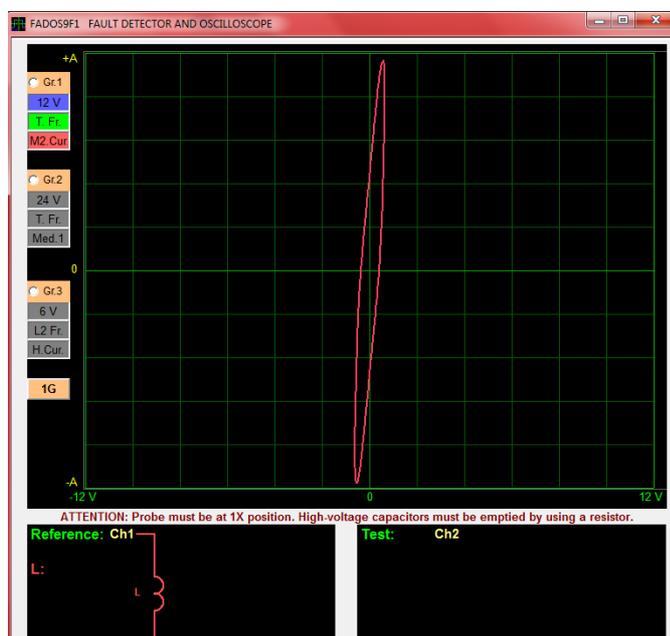


Figura 284 Curva v-i entre las terminales de la válvula VSV del estrangulador

En la figura 285 se observa la curva característica del condensador usado para alimentar la válvula.

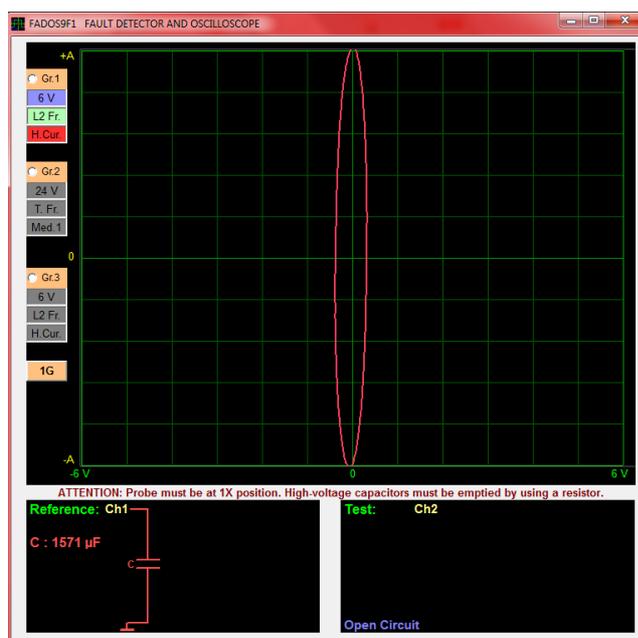


Figura 285 Curva v-i en el cable de alimentación del socket que conecta a la válvula VSV del estrangulador

En la figura 286 se observa el circuito de activación para la válvula.

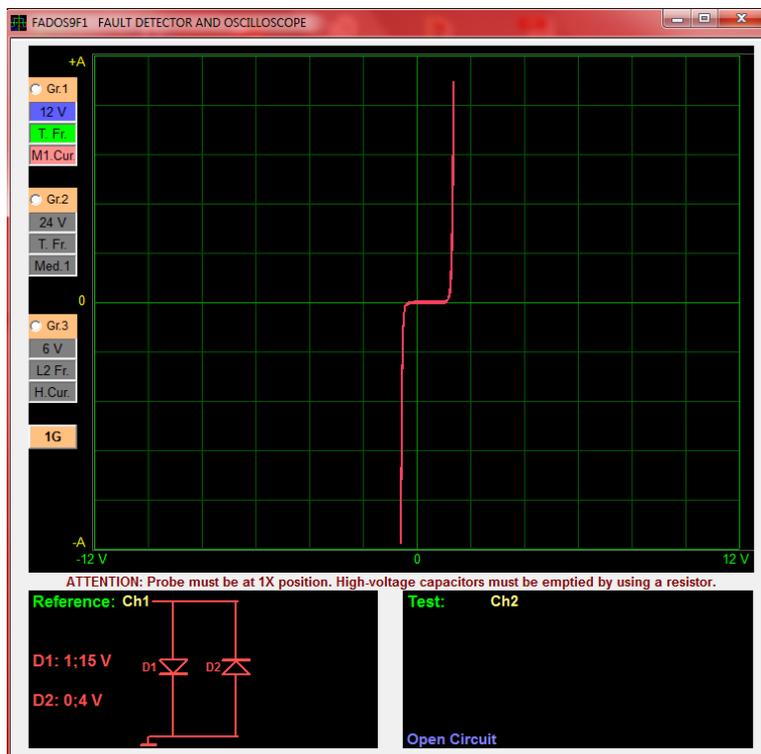


Figura 286 Curva v-i en el cable de masa del socket que conecta a la válvula VSV del estrangulador

4.5.5. Bujía de pre-calentamiento

La figura 287 la resistencia de la bujía de precalentamiento es de baja resistencia dando como resultado el circuito en corto.

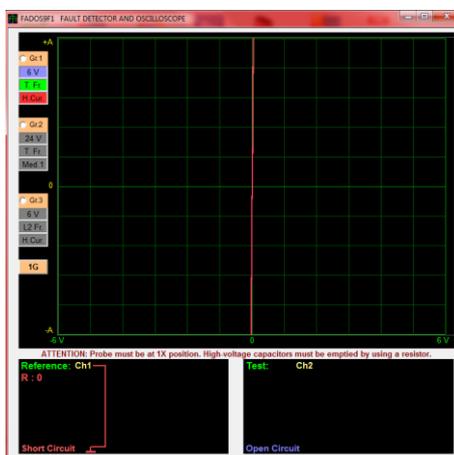


Figura 287 Curva v-i en la bujía de precalentamiento

En la figura 288 se determina la resistencia de 2.42 K Ω en el cable de alimentación para la bujía de precalentamiento.

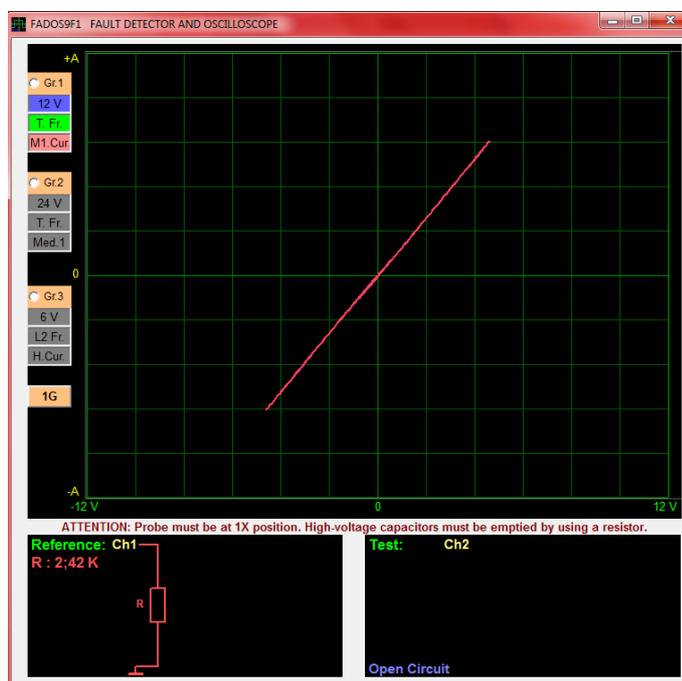


Figura 288 Curva v-i en el cable de alimentación de la bujía de precalentamiento

4.6. Conclusión del capítulo

Se realizó el análisis de las curvas obtenidas en la experimentación, para sensores, actuadores y ECU de cada vehículo, además de la generación de la base patrón para futura comparación, en el análisis se determinó la presencia de condensadores en lo que se refiere a la alimentación de sensores, en cables de señal estableció la presencia de semiconductores lo que hace referencia a circuitos de acondicionamiento de la señal que ingresa a la ECU y circuitos en corto en lo que se refiere a cable de masa para sensores y actuadores.

CAPÍTULO V

MARCO ADMINISTRATIVO

5.1 Recursos

A fin de llevar a cabo la ejecución de la investigación de manera eficiente y organizada, se presenta en este capítulo el análisis y optimización de recursos utilizados tales como: humanos, financieros, materiales y técnicos o tecnológicos, es necesario establecer cuáles son los medios materiales y humanos que serán necesarios para asegurar la ejecución del proyecto.

5.1.1 Recursos humanos

Para poner en marcha este proyecto denominado "INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRÓNICO DE INYECCIÓN MPFI-CRDI" hay que disponer de personas adecuadas y capacitadas para realizar las actividades y tareas previstas.

Siempre hay que dejar en claro el papel de cada uno de los miembros que ejecutan el proyecto y el hecho de asumir actividades diferentes no necesariamente significa que una parte establezca mayor importancia sobre las otras partes.

El recurso humano involucrado en el desarrollo del proyecto es el siguiente:

Tabla 9
Recursos humanos

Orden	Descripción	Cantidad	Función
1	Eduardo Luis Guangaje Catota	1	Investigador
2	Luis Orlando Murillo Molina	1	Investigador
3	Ing. MSc. Germán Erazo	1	Director del proyecto
4	Laboratoristas	2	Auxiliares de medición

5.1.2 Recursos financieros

Los recursos financieros hacen referencia al presupuesto de carácter económico necesario para la ejecución del proyecto. Como se conoce cada actividad tiene un costo que es asumido por las partes involucradas en el desarrollo del proyecto.

Los recursos financieros están involucrados en la adquisición y uso de recursos materiales y recursos tecnológicos.

5.1.3 Recursos materiales

Para el desarrollo del proyecto fue necesario el uso de equipos que se presentan a continuación:

Tabla 10
Recursos materiales

Orden	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo total
1	Transformador AC/AC 300mA	1	unidad	\$4.00	\$4.00
2	Cable coaxial	2	metros	\$1.50	\$3.00
3	Conectores BNC	6	Unidades	\$0.50	\$3.00
4	Potenciómetro	1	Unidad	\$0.60	\$0.60
5	Cable N°14	4	Metros	\$0.60	\$2.40
6	Interruptor	1	Unidad	\$2.00	\$2.00
7	Conectores de banana	4	Unidades	\$0.20	\$0.80
8	Cocodrilos	4	Unidades	\$0.20	\$0.80
9	Gasolina	6	galones	\$1.48	\$8.88
10	Diésel	2	galones	\$1.03	\$2.06
11	Impresiones	150	hojas	\$0.15	\$45
12	Vehículo Chevrolet Optra	1	unidad		
13	Vehículo Mazda BT-50	1	unidad		
Total					\$72.54

Es necesario aclarar que este tipo de recursos no siempre deben ser adquiridos, pero sí puede ser cubiertos o suplidos con lo que se dispone.

5.1.4 Recursos tecnológicos

Para cumplir con los objetivos de la investigación fue necesario la utilización de equipos que se mencionan a continuación:

Tabla 11
Recursos tecnológicos

Orden	Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo total
1	Analizador-osciloscopio multifunción de pruebas voltaje-corriente	1	Unidad	\$2000	\$2000
2	Osciloscopio Owon	1	Unidad		
3	Multímetro automotriz	1	Unidad		
4	Elevador	1	unidad		
5	Computador personal	1	Unidad		
6	Cámara fotográfica	1	unidad		
				Total	\$2000

5.2 Análisis de costo del proyecto

Para el desarrollo del proyecto se debe tomar a consideración, la adquisición del analizador – osciloscopio multifunción de pruebas voltaje – corriente, la construcción del trazador para osciloscopio, materiales y equipos técnicos y tecnológico. En base a este análisis se determina el presupuesto referente al cálculo anticipado de los gastos que requiere la ejecución del proyecto, a fin de hacer las previsiones económicas necesarias.

Este presupuesto incluye un aspecto relativo a los gastos de operación como: recursos materiales y recursos tecnológicos fácilmente deducibles de la magnitud del proyecto de investigación.

5.3 Costo neto del proyecto de investigación

Ya determinado los costos para el desarrollo de proyecto de investigación titulado como: “INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRONICO DE INYECCIÓN MPFI-CRDI”, se concluye que para la ejecución del proyecto el costo neto resulta ser de \$2172.54

Tabla 12
Costo neto del proyecto

Descripción	Costo
Recurso material	\$72.54
Recurso tecnológico	\$2000
Movilización	\$100
TOTAL	\$2172.54

5.4 Análisis del costo-beneficio

Este análisis tiene por objetivo determinar si el proyecto denominado, “INVESTIGACIÓN DEL PROCESO DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN EN EL SISTEMA DE CONTROL ELECTRONICO DE INYECCIÓN MPFI-CRDI” es viable en consideración del costo que implica el estudio de este proyecto.

Como todo proyecto implica inversiones monetarias iniciales, en este caso para la adquisición de equipo de diagnóstico y desarrollo de la investigación se determina los beneficios del estudio en relación a sus costos.

En relación a la investigación el costo para el desarrollo es razonable tomando a consideración los beneficios que conlleva estudiar este nuevo método de diagnóstico resultan ser numerosos, aportando con ello al complemento de los conocimientos de estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, además de estar acorde a las nuevas tecnologías en diagnóstico de sistemas de control electrónico de inyección.

5.5 Cronograma

El cronograma muestra en detalle cada una de las fases para la culminación total del proyecto de investigación.

CAPÍTULO VI

Conclusiones

- El diagnóstico por imagen tiene por principio las figuras de Lissajous que consiste de la alimentación de dos ondas sinusoidales al canal horizontal y vertical respectivamente del osciloscopio en modo xy, la imagen se produce de la combinación de la curva de tensión y corriente generando una nueva curva voltaje-corriente que se la conoce como análisis de firmas o pruebas v-i.
- Esta técnica consiste de medición pasiva ya que el mismo equipo se encarga de alimentar al componente bajo test y graficar la respuesta o firma del circuito en dicho nodo, esta firma es la combinación de las cuatro firmas básicas como son: resistencia una línea con pendiente, diodo una L debido a la semiconducción, bobina círculo con inclinación y capacitor círculo o elipse simétrico, además en circuito abierto la curva es la línea horizontal mientras tanto en circuito en corto la curva es la línea vertical.
- El diagnóstico por imagen en sistemas de control electrónico de inyección para MPFI y CRDI consiste en aplicar la técnica por traza de curvas que se fundamenta en tres tipos: Diagnóstico por imágenes en base a generación de curvas por análisis de circuitos, siempre que se tenga el diagrama del circuito se realiza el análisis y en función a eso se prevé la curva a obtener. Diagnóstico por imágenes en base a generación de patrones por comparación circuital, consiste en comparar circuitos iguales dentro del mismo vehículo. Y por último, Diagnóstico por imágenes en base a comparación de patrones obtenidos por medición única, se emplea cuando no se tiene el diagrama eléctrico o circuitos iguales para comparar, también para generar una base patrón para futura comparación de un vehículo de igual característica.
- Se diseñó y construyó el trazador para la generación de curvas de elementos electrónicos, es decir para la obtención de las firmas

básicas con la asistencia del osciloscopio OWON en modo xy, los elementos principales para la construcción son: transformador 110v a 12v y 300Ma, Potenciómetro, Resistencia de $1K\Omega$, cable coaxial y conectores BNC, en este diseño el eje de voltaje positivo está en el cuadrante dos ya que los dos canales comparten masa común.

- Se experimentó con el analizador – osciloscopio multifunción de pruebas voltaje – corriente para diagnosticar el sistema de control electrónico de inyección MPFI – CRDI en los vehículos Chevrolet Optra 1.8 y Mazda BT-50, generando una base patrón para futura comparación en vehículos de igual característica y obtención de curvas de cada elemento del sistema.
- Al interpretar las imágenes obtenidas se aplicó la técnica de traza de curvas dependiendo el caso, además se tomó a consideración el circuito mínimo equivalente que muestra el equipo en la interface de diagnóstico, así también la comparación de la base patrón generada en la investigación con un porcentaje de error de 0% entre curvas.
- Se realizó el diagnóstico de sensores, actuadores y computadora tanto en el vehículo Chevrolet Optra y Mazda BT-50, las cuales se encuentran en perfectas condiciones de funcionamiento ya que las curvas obtenidas son las esperadas, al existir una avería la curva obtenida será la distorsión de las firmas básicas en el nodo o punto de prueba, así como la obtención de circuitos en corto o circuitos abierto que tiene que ser analizados con el diagrama eléctrico del vehículo.

Recomendaciones

- Desconectar la batería de 12v del vehículo previo a la realización de este método de diagnóstico.
- Tomar en consideración donde colocar la masa crocodile del equipo, para diagnosticar sensores y actuadores colocar en uno de los terminales de los mismos, de preferencia el terminal de masa del sensor o actuador y con la punta de prueba determinar la curva en las terminales sobrantes.
- Para diagnosticar la ECU colocar la masa crocodile en el punto de masa de chasis del vehículo o de preferencia en el cable que conecta al borne negativo de la batería y con la punta de prueba tocar las terminales del socket que conecta al sensor o actuador.
- Para obtener las curvas v-i trabajar con escala automática para que el equipo seleccione la escala adecuada, si desea ver más a fondo la imagen variar los valores de voltaje, resistencia y frecuencia.
- Tomar en consideración que al realizar la comparación de curvas en la parte de drives de activación de inyectores, si el vehículo se encontraba funcionando previo al diagnóstico la curva se verá distorsionada ya que los drives se calientan, esperar un tiempo prudencial hasta que disminuyan su temperatura.
- No cambiar de lugar las puntas de prueba puesto que en el equipo ya viene designado su ubicación.
- En las puntas de prueba existe un botón para la selección de 1x y 10x, para realizar el diagnóstico el botón debe estar siempre en 1x de lo contrario la curva resultara un circuito abierto, y por tanto un mal diagnóstico.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. (2001). Técnicas del automovil. Sistemas de inyección de combustible en los motores diesel. Madrid: Paraninfo.
- Alonso, J. (2003). Técnicas del automóvil. Inyección de gasolina y dispositivos anticontaminación. Madrid: Paraninfo.
- Bosch, R. (1999). Control electrónico del motor para motores diesel. Stuttgart.
- Bosch, R. (2002). Regulación electrónica diesel (EDC). Stuttgart: Serie Amarilla.
- Bosch, R. (2004). Manual de inyección electrónica 2. Buenos Aires: Manuales NEGRI.
- Bosch, R. (2005). Sistema de inyección Diesel por acumulador Common Rail. Stuttgart: Serie Amarilla.
- Casanova Jiménez, A. (2014). Diseño e implementación de instrumental para un procedimiento de diagnóstico y reparación en taller de sistemas CRDI BOSCH CP1 y CP3 aplicados a la línea KIA (tesis de pregrado). Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Latacunga.
- Coello, E. (2005). Sistemas de inyección electrónica de gasolina. Quito: América.
- Crouse. (2007). Motores. Puesta a punto y rendimiento del motor. Colombia: Alfaomega.
- Domínguez, E., & Ferrer, J. (2008). Mecánica del vehículo (s.p). Editex.
- Kia Motors. (2003). Common Rail- Bosch. Santiago de Chile: Departamento de asistencia técnica de DIASA Ltda.
- Manual Agilent Technologies. (2007). Osciloscopio Agilent serie 5000. Malasia.
- Manual Kia Motors. (2012). Sistema de control del motor diesel 2. Chonan: Technical Service Training Center.
- Pallas, R. (2006). Instrumentos electrónicos básicos. España: Marcombo S.A.
- Ribbens, W. (2008). Electrónica Automotriz. México D.F. : Limusa.
- Rueda, J. (2006). Manual técnico de Fuel Injection. Colombia: Diseli.
- Stanley , W., & Richard, S. (1992). Guía para Mediciones Electrónicas y Practicas de Laboratorio. México D.F.: Pearson Educación.

NETGRAFÍA

Albiz. (2010). Recuperado el 15 de Octubre de 2015, de albiz: http://guayaquil-gu.all.biz/osciloscopio-otc-g5094#.Vov6k_nhDIU

Augeri, F. (23 de Junio de 2015). Cise Electrónica. Recuperado el 13 de Octubre de 2015, de Cise Electrónica: <http://www.cise.com/portal/component/k2/item/759-curso-online-diagn%C3%B3stico-por-im%C3%A1genes-en-electr%C3%B3nica-automotriz.html>

AUTO PARTS WAREHOUSE. (30 de Julio de 2014). Recuperado el 16 de Octubre de 2015, de AUTO PARTS WAREHOUSE: http://www.autopartswarehouse.com/egr_valves~pop.html

BMW FAQ CLUB. (21 de Abril de 2011). Recuperado el 20 de Octubre de 2015, de BMW FAQ CLUB: <http://www.bmwfaq.com/threads/electrovalvula-del-turbo-y-sensor-presion-del-turbo.738952/>

Bosch, R. (2008). Recuperado el 15 de Diciembre de 2015, de <http://www.bosch.com.ar/ar/autopeças/produtos/catalogos/inyeccion.pdf>

Bosch, R. (2015). Bosch Auto Parts. Recuperado el 24 de Noviembre de 2015, de Bosch Auto Parts: <https://www.boschautoparts.com/auto/air-management-sensors>

Bosch, R. (2015). Piezas de automólives Bosch. Recuperado el 27 de Noviembre de 2015, de Piezas de automólives Bosch: http://es.bosch-automotive.com/es/internet/parts/parts_and_accessories/motor_and_systems/diesel/common_rail_injection/common_rail_diesel_motorsys_parts.html

Cardoso, G. (30 de Noviembre de 2011). Scribd. Recuperado el 01 de Diciembre de 2015, de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/74205517/Sistema-de-Alimentacion-Mpfi>

Castro, R. (22 de Mayo de 2012). Enauto. Recuperado el 04 de Diciembre de 2015, de Enauto: <http://www.enauto.cl/sintomas-de-inyectores-sucios/>

e-auto. (2015). Recuperado el 22 de Octubre de 2015, de e-auto: <http://e-auto.com.mx/engew/>

Felipe Eduardo. (5 de Octubre de 2009). Tecnicos. Recuperado el 19 de Noviembre de 2015, de Tecnicos:

<http://autosacelerados.blogspot.com/2009/10/bombas-de-gasolina-la-bomba-de-gasolina.html>

Gaton, L. (21 de Junio de 2014). Actualidad Motor. Recuperado el 11 de Diciembre de 2015, de Actualidad Motor: <http://www.actualidadmotor.com/averia-en-los-calentadores-diesel-los-temidos-fallos-de-las-bujias-de-precalentamiento/>

Guerra, B. (06 de Junio de 2012). Sensores del auto 2bm. Recuperado el 26 de Octubre de 2015, de Sensores del auto 2bm: http://electronicdelautocbtis160.blogspot.com/2012_06_01_archive.html

International Rectifier. (s.f.). Datasheet Catalog.com. Recuperado el 23 de Noviembre de 2015, de Datasheet Catalog.com: <http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/irf/irfz44n.pdf>

KIA MOTORS. (2013). E.E.T. ENGINES. Recuperado el 15 de Diciembre de 2015, de E.E.T. ENGINES: <http://www.ersatzteile-autoteile.eu/en/kia-motors-parts-999/sorento-25-cr-di-1012/turbocharger-parts-1117/turbocharger-kia-sorento-25-cr-di-vgt-170174-hp-d4cb-28200-4a421-4294.html>

La Hora. (5 de Junio de 2011). Recuperado el 08 de Octubre de 2015, de La Hora: http://www.lahora.com.ec/index.php/noticias/show/1101152350/-1/Veh%C3%ADculos_a_carburador_se_mantienen_en_Quito.html#.VkDBSLcvfIU

Landy Zone. (5 de Febrero de 2012). Recuperado el 30 de Octubre de 2015, de Landy Zone: <https://www.landyzone.co.uk/land-rover/2003-td4-starting-problem.199125/>

Mecánica básica de mi coche. (10 de Mayo de 2014). Recuperado el 04 de Noviembre de 2015, de Mecánica básica de mi coche: <http://miautogetz.blogspot.com/>

Motorsport, T. (20 de Junio de 2011). Titan Motorsport. Recuperado el 14 de Octubre de 2015, de Titan Motorsport: <http://blog.titanmotorsports.com/?tag=gm-iat-sensor>

Naka Tech Racing. (06 de Enero de 2012). Recuperado el 05 de Noviembre de 2015, de Naka Tech Racing: <http://www.nakatech.com.ar/bobina-msd-dis/>

OBD CODES. (2015). Recuperado el 09 de Noviembre de 2015, de OBD CODES: <http://www.obd-codes.com/faq/ect-sensor.php>

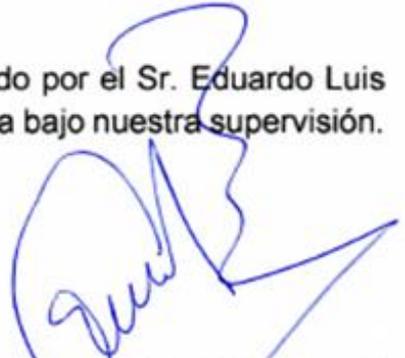
- Ocaño, D. (10 de Junio de 2013). Sistema electrónico del automóvil. Recuperado el 2 de Noviembre de 2015, de Sistema electrónico del automóvil: <http://barnierek.blogspot.com/2013/06/sensores-y-actuadores.html>
- Puluc, S. (2014). Coprtes.com. Recuperado el 25 de Noviembre de 2015, de Coprtes.com: <http://www.copartes.com/foros/articulo/6410/funcionamiento-del-sensor-map>
- Ruiz, R. (28 de Marzo de 2007). Historia y Evolución del Pensamiento Científico. Recuperado el 03 de Diciembre de 2015, de Historia y Evolución del Pensamiento Científico: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/historia-pensamiento-cientifico/historia-pensamiento-cientifico.shtml>
- Soriano, S. (2014). ABI Electronics. Recuperado el 30 de Septiembre de 2015, de ABI Electronics: https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi21qbSjbvJAhXELyYKHSWaC8EQFggbMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.avantec.cl%2Fincludes%2Fabrir_catalogo.php%3Fcod%3D1514&usg=AFQjCNFM7tPWNjDoeab32yMHe0tpnmO-UA
- TICO RACER. (11 de Mayo de 2015). Recuperado el 09 de Noviembre de 2015, de TICO RACER: <http://www.ticoracer.net/forum/mecanica-automotriz/105524-como-funciona-la-valvula-solenoide-de-control-de-purga-pscv.html>
- Van Dalen, D., & Meyer, W. (21 de Septiembre de 2006). Neomagico. Recuperado el 10 de Diciembre de 2015, de Neomagico: <http://noemagico.blogia.com/2006/092201-la-investigacion-experimental.php>
- VDO España. (2015). Recuperado el 10 de Noviembre de 2015, de VDO España: http://www.vdo.es/generator/www/es/es/vdo/main/products_solutions/special_oem_solutions/platform_products/pedals/pedals_es.html?activetab=3859506

ANEXOS

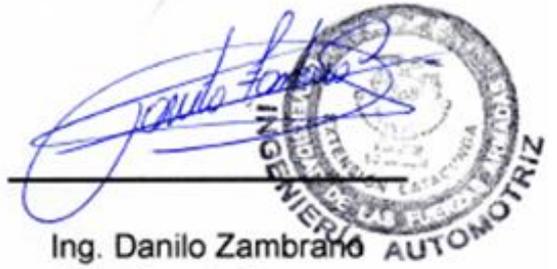
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

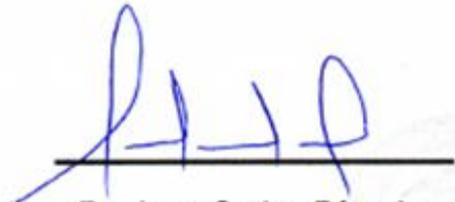
Se certifica que el siguiente trabajo fue desarrollado por el Sr. Eduardo Luis Guangaje Catota y el Sr. Luis Orlando Murillo Molina bajo nuestra supervisión.



Ing. Germán Erazo
Director del Proyecto



Ing. Danilo Zambrano
Director de Carrera



Dr. Juan Carlos Díaz A.
Secretario Académico

