

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIA A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO MECÁNICO
AUTOMOTRIZ**

PROYECTO TÉCNICO:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE PARA LA DETECCIÓN
DE FALLOS EN LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DEL VEHÍCULO,
APLICANDO LA TÉCNICA DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN”

AUTORES:

EDITSON DAVID CAJAS UYAGUARI
ALEXANDER EDUARDO CEVALLOS MIJAS

TUTOR:

ING. JUAN DIEGO VALLADOLID QUITOISACA, MSC.

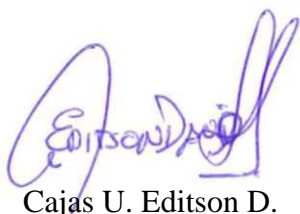
CUENCA, OCTUBRE 2017

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Editson David Cajas Uyaguari con documento de identificación N⁰ 190039467-5 y Alexander Eduardo Cevallos Mijas con documento de identificación N⁰ 110569722-9, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales, en virtud de que somos autores del Trabajo de Titulación denominado: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE PARA LA DETECCIÓN DE FALLOS EN LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DEL VEHÍCULO, APLICANDO LA TÉCNICA DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Mecánico Automotriz en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

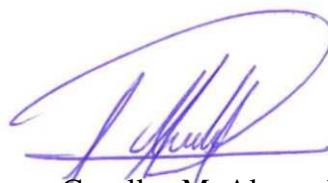
En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, octubre del 2017



Cajas U. Editson D.

CI: 190039467-5



Cevallos M. Alexander E.

CI: 110569722-9

CERTIFICACIÓN

Yo declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE PARA LA DETECCIÓN DE FALLOS EN LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DEL VEHÍCULO, APLICANDO LA TÉCNICA DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN”, realizado por los autores Editson David Cajas Uyaguari y Alexander Eduardo Cevallos Mijas, obteniendo el Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, octubre del 2017




Ing. Juan Diego Valladolid Quitoisaca, MSc.

CI: 010482121-0


DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Editson David Cajas Uyaguari con documento de identificación N° 190039467-5 y Alexander Eduardo Cevallos Mijas con documento de identificación N° 110569722-9, autores del trabajo de Titulación: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE PARA LA DETECCIÓN DE FALLOS EN LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DEL VEHÍCULO, APLICANDO LA TÉCNICA DE DIAGNÓSTICO POR IMAGEN”, certificamos que el total contenido de esta investigación es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, octubre del 2017



Cajas U. Editson D.
CI: 190039467-5



Cevallos M. Alexander E.
CI: 110569722-9

DEDICATORIA

Mi presente proyecto técnico lo dedico a mi padre Laureano que ha sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por haberme brindado la oportunidad, confianza, y recursos para lograrlo.

A mi padrino Rogelio León por, brindándome su amistad y apoyo, por ultimo a esos amigos “Liqui Moly SC” con los que compartimos momentos todos estos últimos años juntos.

Editson David Cajas Uyaguari

Mi proyecto de Grado dedico con todo mi amor y cariño a mis padres Héctor Eduardo y Flor Elena, quienes me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mis estudios. De igual forma a mi abuelita Luz Torres, quien hasta el día de hoy no deja por preocuparse por mí.

A mi querida hermana Elena Stefany que siempre ha estado junto a mi lado y es mi fuerza para seguir adelante. A mis familiares y amigos que tuvieron una palabra de apoyo para mi durante mis estudios.

Alexander Eduardo Cevallos Mijas

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a Dios por ayudarme a llegar obtener este triunfo tan especial y por todas las bendiciones que derrama en mí, durante mi vida.

Agradezco a mis padres, por el gran apoyo que me dan en mi formación académica y lograr el objetivo trazado para un futuro mejor y ser el orgullo para ellos y de toda la familia.

A mi abuelito Servilio Mijas, que ya no está a mi lado por ser un hombre honesto, respetuoso, generoso, solidario, y legal y todos estos valores me los impartió él en mi niñez y juventud. Pero su cariño permanecerá siempre en mi corazón.

Al director del proyecto de grado Ing. Diego Valladolid por compartir sus conocimientos y brindar su apoyo gentil para el desarrollo del proyecto.

Agradezco a mi compañero y amigo Editson Cajas por brindarme todo su apoyo y confianza durante el desarrollo de este trabajo.

Agradezco también a la Universidad Politécnica Salesiana quien me abrió sus puertas para mi formación profesional y humana. Y de igual forma a los docentes y autoridades de facultad de ingeniería Mecánica Automotriz.

Alexander Eduardo Cevallos Mijas

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi padre, por haberme apoyado a lo largo de todos estos años, por brindarme toda su confianza desde mis inicios como estudiante universitario. Al igual a mis hermanos Jhonny y Gavi que de una u otra manera han contribuido para poder estudiar en esta prestigiosa universidad.

Al director del proyecto de grado Ing. Diego Valladolid por compartir sus conocimientos y brindar su apoyo gentil para el desarrollo del proyecto.

Agradezco a mi compañero y amigo Eduardo Cevallos por brindarme su confianza y excelente forma de trabajo durante el desarrollo de este proyecto.

Agradezco también a la Universidad Politécnica Salesiana quien me abrió sus puertas para mi formación profesional y humana. Y de igual forma a los docentes y autoridades de facultad de ingeniería Mecánica Automotriz.

Editson David Cajas Uyaguari

RESUMEN

Durante el mantenimiento correctivo de los vehículos, existen fallos eléctricos y electrónicos que se confunden con los fallos mecánicos, debido a diagnósticos empíricos realizados a estos sistemas, lo que conlleva a una pérdida de tiempo determinar el origen del problema.

Debido a esto, el presente proyecto se enfoca en diseñar, construir e implementar un software para detección de fallos en los sistemas eléctricos y electrónicos del vehículo aplicando la técnica de diagnóstico por imagen, con la finalidad de poner a disposición una nueva forma de diagnóstico eficiente, sin peligro a elementos electrónicos frágiles como son los sensores, actuadores y circuitos internos de la PCM.

En el segundo capítulo, se realiza una introducción al problema en referencia al diagnóstico de componentes eléctricos y electrónicos del motor, para la determinación de las diferentes técnicas aplicadas a la detección de fallos, el cual ayuda a entender como la técnica de diagnóstico por imagen puede ser de gran ayuda en el campo automotriz.

El capítulo 3 se analiza en el plano XY las curvas V-I características de los principales componentes eléctricos y electrónicos del motor que origina la técnica de diagnóstico por imágenes mediante el uso de ecuaciones de corriente alterna, es decir, ley de Ohm, leyes de Kirchhoff, para ello se parte de elementos básicos de la electrónica como son: resistencias, capacitancias, inductancias, diodos, que ayudan a entender el funcionamiento de esta técnica.

En el capítulo 4 se explica el diseño del algoritmo y su implementación en un software de ingeniería, “Labview” mediante programación, que permite la visualización del resultado. Esto permite el manejo del software para que el usuario pueda de manera fácil y rápida aprender a diagnosticar con esta técnica.

Finalmente, se presenta un análisis de los resultados de curvas V-I de distintos sensores de vehículos, con sus respectivos sockets con el objetivo de evaluar el software, y generar conclusiones, recomendaciones, del proyecto realizado.

ABSTRACT

In the corrective maintenance of the vehicles, there are electrical and electronic faults that are confused with the mechanical failures, due to the empirical diagnoses realized in these systems, which entails a loss of time to determine the origin of the problem.

Due to this, the present project focuses on designing, constructing and implementing software for fault detection in the electrical and electronic systems of the vehicle, applying the technique of image diagnosis, in order to make available a new form of efficient diagnostic, without danger to fragile electronic elements such as sensors, actuators and internal circuits of the PCM.

In the second chapter, an introduction to the problem is made in reference to the diagnosis of electrical and electronic components of the motor, for the determination of the different techniques applied to the detection of failures, which helps to understand how the technique of diagnostic imaging can be of great help in the automotive field.

Chapter 3 analyzes in the XY plane the VI curves characteristics of the main electrical and electronic components of the motor that originates the technique of diagnostic by means of the use of equations of AC, that is to say, law of Ohm, laws of Kirchhoff, for it is based on basic elements of electronics such as: resistances, capacitances, inductances, diodes, which help to understand the operation of this technique.

Chapter 4 explains the design of the algorithm and its implementation in an engineering software, "Labview" by programming, which allows the visualization of the result. This allows the management of the software so that the user can easily and quickly learn to diagnose with this technique.

Finally, we present an analysis of the results of V-I curves of different vehicle sensors, with their respective sockets with the objective to evaluate the software, and to generate conclusions, recommendations, of the realized project.

.

ÍNDICE GENERAL

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	II
CERTIFICACIÓN.....	III
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VI
AGRADECIMIENTOS.....	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
ÍNDICE GENERAL.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XX
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	2
1 MARCO REFERENCIAL	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Justificación del trabajo de titulación	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Sistemas de Diagnóstico Automotriz.....	3
1.5 Técnica de TEST V-I.....	4
1.5.1 Equipos de diagnóstico por Imagen	5
CAPÍTULO II	6
2 TÉCNICAS USADAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE COMPONENTES ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS DEL MOTOR.....	6

2.1	Historia del sistema de inyección Electrónica	6
2.2	Instrumentos de comprobación y diagnóstico	6
2.2.1	Multímetro.....	7
2.2.2	Osciloscopio	8
2.2.3	Punta o Sonda Lógica.....	9
2.2.4	OBD (On Board Diagnostics) y Scanner Automotriz	9
2.3	Elementos Básicos de la electrónica.....	10
2.3.1	Resistencia.....	11
2.3.2	Condensador	11
2.3.3	Diodo	11
2.3.4	Transistor.....	12
2.3.5	El tiristor o rectificador controlado de silicio (SCR).....	13
2.4	Pruebas de los Componentes Básicos de la Electrónica.....	13
2.4.1	Resistencia.....	13
2.4.2	Condensador	13
2.4.3	Diodo	14
2.4.4	Transistor.....	14
2.4.5	Componentes digitales	16
2.5	Sensores	16
2.5.1	Sensor CKP (Crankshaft position sensor)	17
2.5.2	Sensor CMP (CamSHaft Position Sensor)	19
2.5.3	Sensor TPS (Throttle Position Sensor).....	22
2.5.4	Sensor MAP (Manifold Absolute Pressure Sensor)	24
2.5.5	Sensor MAF (<i>Mass Air Flow</i>)	27
2.5.6	Sensor ECT (Engine Coolant Temperature Sensor).....	29
2.5.7	Sensor IAT (Intake Air Temperature Sensor)	31
2.5.8	Sensor KS (Knock Sensor).....	33

2.5.9	Sensor O2 (Sonda- λ)	35
2.5.10	Lámpara de Pruebas Lógica	37
2.5.11	Técnica de Diagnóstico por imágenes con software FADOS9F1	37
CAPÍTULO III.....		40
3	ANÁLISIS DE CURVAS GENERADA POR LA TÉCNICA DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES.	40
3.1.1	Introducción.....	40
3.1.2	Componentes eléctricos y electrónicos	41
3.1.3	Combinaciones típicas de componentes eléctricos y electrónicos ...	50
CAPITULO IV.....		56
4	ELABORACIÓN DEL SOFTWARE DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES. 56	
4.1	Introducción.....	56
4.2	Software LabVIEW	56
4.2.1	Instrumento Virtual VI	57
4.2.2	Estructuras en LabVIEW.....	58
4.2.3	Paletas herramientas	59
4.2.4	Barra de herramientas de la ventana del Diagrama de Bloques y Panel Frontal	61
4.2.5	Creación de Programas VI	62
4.3	Proceso de diseño del software de diagnóstico por imagen.....	62
4.3.1	Diseño de algoritmo	62
4.3.2	Tarjeta NI-myDAQ	64
4.3.3	Ventana del Software	64
4.3.4	Programación G del software:	66
CAPITULO V		73
5	EVALUACIÓN DEL SOFTWARE PARA LA DETECCIÓN DE FALLOS EN DIFERENTES SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE VEHÍCULOS.....	73

5.1	Introducción	73
5.2	Uso del software	73
5.3	Evaluación de componentes básicos de la electrónica.....	75
5.3.1	Circuito Cerrado	75
5.3.2	Circuito Abierto.....	75
5.3.3	Resistencia.....	76
5.3.4	Condensador	77
5.3.5	Diodo Regular – Diodo Zener	77
5.4	Curvas V-I de sensores	78
5.4.1	Sensor TPS (Throttle Position Sensor).....	78
5.4.2	Sensor CKP (Crankshaft position sensor)	84
5.4.3	Sensor CMP (CamSHaft Position Sensor)	87
5.4.4	Sensor MAP (Manifold Absolute Pressure Sensor)	89
5.4.5	Sensor IAT (Intake Air Temperature Sensor)	93
5.4.6	Sensor ECT (Engine Coolant Temperature Sensor).....	95
5.4.7	Sensor de Golpeteo KS.....	97
5.4.8	Sensor O2 (Sonda- λ)	99
5.5	Curvas V-I de Actuadores.....	101
5.5.1	Inyectores	101
5.5.2	Bobina DIS	103
5.5.3	Válvula de control de marcha mínima “IAC”	104
CONCLUSIONES.....		107
RECOMENDACIONES		109
BIBLIOGRAFÍA.....		110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Osciloscopio Automotriz FINEST 1006.	8
Figura 2.2: Punta de prueba básica para la comprobación de voltaje, polaridad y estados lógicos mediante leds. Fuente: (Aranda, 2013).	9
Figura 2.3: Scanner Automotriz CARMAN. Fuente: Autores.	10
Figura 2.4: Simbología de los transistores NPN y PNP .Fuente: (INTECAP, 2006).	12
Figura 2.5: Símbolo del Tiristor. Fuente: (INTECAP, 2006).	13
Figura 2.6: Prueba del Transistor. Fuente: (Dentom, 2004).	14
Figura 2.7: Prueba de estado de los Transistores NPN y PNP. Fuente: (INTECAP, 2006).	15
Figura 2.8: Resultados de Prueba Transistor NPN y PNP. Fuente: (INTECAP, 2006).	16
Figura 2.9: Función Básica de un Sensor. Fuente: (BOSCH, 2002).	17
Figura 2.10: Sensor CKP. Fuente: (Samarins, 2017).	17
Figura 2.11: Señales del Osciloscopio del sensor. CKP. Fuente: Autores.	18
Figura 2.12: Sensor CMP. Fuente: (Auto Avance, 2017).	20
Figura 2.13: Señal del Sensor CMP Magnético. Fuente Autores.	21
Figura 2.14 Señal del sensor CMP tipo Hall. Fuente: Autores.	21
Figura 2.15: Sensores TPS implementados en vehículos de la marca FORD. Fuente: (BSG Automotive, 2017).	22
Figura 2.16: Onda de referencia del sensor TPS. Fuente: Autores.	23
Figura 2.17: Sensor MAP Palio Siena Sentra. Fuente: (DENSO AUTO PARTS, 2017).	24
Figura 2.18: Onda de referencia del sensor MAP. Fuente: Autores.	25
Figura 2.19: Señal del sensor MAP utilizando una bomba de vacío. Fuente: Autores.	26
Figura 2.20: Sensor MAF, vehículo Ford Focus. Fuente: (Auto Avance, 2017).	27
Figura 2.21: Tipos de Ondas de referencia del sensor MAF. Fuente: Autores.	28
Figura 2.22: Sensor ECT. Fuente: (DENSO AUTO PARTS, 2017).	29
Figura 2.23: Onda de Referencia del sensor ECT. Fuente: Autores.	30
Figura 2.24: Sensor IAT. Fuente: (Ali Expresss, 2017).	31

Figura 2.25: Onda de referencia sensor IAT. Fuente: Autores.	32
Figura 2.26: Sensor Knock Sensor. Fuente: (AUTOMOTRIZ, 2017).	33
Figura 2.27: Señal del sensor de golpeteo KS. Fuente: Autores.	34
Figura 2.28: Sensor de Oxígeno. Fuente: (DENSO AUTO PARTS, 2017).	35
Figura 2.29: Onda de referencia del Sensor de O ₂ S (ZIRC). Fuente: Autores.	35
Figura 2.30: Señales de regulación Lambda en mezcla pobre. Fuente: (Sánchez, 2012).	36
Figura 2.31: Señales de regulación Lambda en mezcla rica. Fuente: (Sánchez, 2012).	36
Figura 2.32: Gráfico de las curvas características V-I de los principales componentes electrónicos. Fuente: (Pro T Ar-Ge, 2017).	38
Figura 3.1: Circuito eléctrico para el diagnóstico por imagen.	40
Figura 3.2: Voltaje de fuente de alimentación del circuito de la figura 3.1.	41
Figura 3.3: Resistencia R a analizar.	42
Figura 3.4: Curva característica de la resistencia R que genera la técnica de diagnóstico de imagen.	43
Figura 3.5: Pendiente de la recta de una resistencia respecto a su valor óhmico.	44
Figura 3.6: Capacitancia C a analizar.	44
Figura 3.7: Curva característica de una capacitancia que genera el diagnóstico por imagen.	46
Figura 3.8: Comportamiento de la curva de la capacitancia de acuerdo a su valor farádico.	47
Figura 3.9: Inductor L a analizar.	47
Figura 3.10: Diodo D a analizar.	48
Figura 3.11: Aproximación del diodo usado para estudio de este caso. Fuente: (Olea, 2001).	48
Figura 3.12: Curva del diodo generado por el diagnóstico por imagen.	49
Figura 3.13: Curva del diodo Zener generado por el diagnóstico por imagen.	50
Figura 3.14: Circuito RC en paralelo a analizar.	51
Figura 3.15: Curva de un circuito RC paralelo generado por el diagnóstico por imagen.	52
Figura 3.16: Resistencia y diodo R-D en serie a analizar.	52
Figura 3.17: Curva de un circuito resistencia-diodo en serie generado por el diagnóstico por imagen.	53

Figura 3.18: Resistencia-diodo-diodo Zener en serie a analizar.....	54
Figura 3.19: Curva de un circuito resistencia-diodo-diodo Zener en serie generado por el diagnóstico por imagen.	55
Figura 4.1: Logo de LabVIEW.	56
Figura 4.2: Componentes del panel Frontal (Front panel). (1) Ventana del Panel Frontal. (2) Barra de Herramientas. (3) Paleta de Controles.....	57
Figura 4.3: Componentes del Diagrama de Bloque (Block Diagram).....	58
Figura 4.4: Forma del Icono de las Estructuras más principales.	59
Figura 4.5: Paleta de Herramientas.....	60
Figura 4.6: Barra de Herramientas de la ventana Del Diagrama de Bloque y Panel Frontal respectivamente.	61
Figura 4.7: Diagrama de flujo del algoritmo.	63
Figura 4.8: Conexión de circuito de diagnóstico por imagen a la tarjeta NI-myDAQ planteado.	64
Figura 4.9: Partes de la ventana de trabajo del software.	65
Figura 4.10: Programación G del software en Labview.	66
Figura 4.11: Diagrama de bloque que permite el envío de señales senoidales controlables por “Radio Buttons” mediante la tarjeta NI myDAQ.....	67
Figura 4.12: Partes de la ventana de trabajo del software.	68
Figura 4.13: Diagrama de bloque que permite la recepción de los voltajes senoidales de R1 y del elemento a testear.....	68
Figura 4.14: Diagrama de bloque que permite el congelamiento de la curva.	69
Figura 4.15: Diagrama de bloque que permite guardar curvas en la memoria del computador.....	70
Figura 4.16: Diagrama de bloque que permite abrir curvas guardadas con anterioridad.	70
Figura 4.17: Diagrama de bloque que permite visualizar el resultado gráfico con sus respectivos Property Node.	71
Figura 5.1: Conexión del testeador con la tarjeta My-DAQ.....	74
Figura 5.2: Diagnóstico a circuito interno de la PCM.	74
Figura 5.3: Diagnóstico al sensor.	74
Figura 5.4: Trazo de Curva V-I “Circuito Cerrado”.	75
Figura 5.5: Trazo de Curva V-I “Circuito Abierto”.....	76
Figura 5.6: Trazo de Curva V-I “Resistencia”.....	76

Figura 5.7: Trazo de Curva V-I “Capacitancia” .	77
Figura 5.8: Trazo de Curva V-I “Semiconductor”	77
Figura 5.9: Pines de conexión del sensor TPS, (a) Hyundai Sonata, (b) Chevrolet Grand Vitara 3p, (c) Chevrolet Corsa 1.4.	78
Figura 5.10: Trazo de Curva V-I entre pines Alimentación - Señal del sensor TPS.	79
Figura 5.11: Trazo de Curva V-I entre pines Alimentación – GND del sensor TPS.	80
Figura 5.12: Trazo de Curva V-I entre pines Señal – GND del sensor TPS.	81
Figura 5.13: Trazo de Curva V-I del Pin de Alimentación del socket del sensor TPS.	82
Figura 5.14: Trazo de Curva V-I del Pin de Señal del socket del sensor TPS.	83
Figura 5.15: Trazo de Curva V-I del Pin de GND del socket del sensor TPS.	83
Figura 5.16: Pines de conexión del sensor CKP, (a) Hyundai Sonata, (b) Chevrolet Corsa 1.4.	84
Figura 5.17: Trazo de Curva V-I entre pines Alimentación – GND del sensor CKP.	85
Figura 5.18: Trazo de Curva V-I entre pines Señal – GND del sensor CKP.	85
Figura 5.19: Trazo de Curva V-I entre pines -Alimentación - Señal del sensor CKP.	86
Figura 5.20: Trazo de Curva V-I del Pin de Alimentación del socket del sensor CKP.	86
Figura 5.21: Trazo de Curva V-I del Pin de Señal del socket del sensor CKP.	87
Figura 5.22: Trazo de Curva V-I del Pin de Señal del socket del sensor CKP.	87
Figura 5.23: Trazo de Curva V-I entre pines Alimentación – GND del sensor CMP.	88
Figura 5.24: Trazo de Curva V-I entre pines Señal – GND del sensor CMP.	88
Figura 5.25: Trazo de Curva V-I del Pin de Señal del socket del sensor CMP.	89
Figura 5.26: Trazo de Curva V-I del Pin de GND del socket del sensor CMP.	89
Figura 5.27: Pines de conexión del Sensor MAP-IAT.	90
Figura 5.28: Trazo de Curva V-I entre pines Alimentación – GND del sensor MAP.	90
Figura 5.29: Trazo de Curva V-I entre pines Señal – GND del sensor MAP.	91
Figura 5.30: Trazo de Curva V-I entre pines Alimentación – Señal del sensor MAP.	91

Figura 5.31: Trazo de Curva V-I del Pin de Señal del socket del sensor MAP.....	92
Figura 5.32: Trazo de Curva V-I del Pin de Alimentación del socket del sensor MAP.	92
Figura 5.33: Trazo de Curva V-I del Pin de GND del socket del sensor MAP.....	93
Figura 5.34: Trazo de Curva V-I entre pines Señal – GND del sensor IAT.....	93
Figura 5.35: Trazo de Curva V-I entre pines Alimentación – Señal del sensor IAT.	94
Figura 5.36: Trazo de Curva V-I del Pin de Señal del socket del sensor IAT.....	95
Figura 5.37: Pines de conexión del Vehículo Hyundai Sonata.....	95
Figura 5.38: Trazo de Curva V-I entre los dos terminales del sensor ECT.....	96
Figura 5.39: Trazo de Curva V-I del Pin de Alimentación del socket del sensor ECT.	96
Figura 5.40: Trazo de Curva V-I del Pin de GND del socket del sensor ECT.....	97
Figura 5.41: Pines de conexión del Vehículo Chevrolet Corsa 1.4.	97
Figura 5.42: Trazo de Curva V-I del Pin de Señal del socket del sensor KS.	98
Figura 5.43: Trazo de Curva V-I del Pin de GND del socket del sensor KS.	98
Figura 5.44: Pines de conexión del socket del sensor de Oxígeno.	99
Figura 5.45: Trazo de Curva V-I del Pin del socket de Alimentación del Elemento Calefactor del sensor Lambda.	99
Figura 5.46: Trazo de Curva V-I del Pin del socket de GND del Elemento Calefactor del sensor Lambda.....	100
Figura 5.47: Trazo de Curva V-I del Pin de Señal del socket del sensor Oxígeno.	100
Figura 5.48: Trazo de Curva V-I del Pin GND del socket del sensor Lambda.	101
Figura 5.49: Pines de conexión del Inyector.	102
Figura 5.50: Trazo de Curva V-I entre los dos Pines del Inyector.	102
Figura 5.51: Trazo de Curva V-I de los pines del socket del Inyector.	103
Figura 5.52: Pines de conexión de la Bobina tipo DIS.	103
Figura 5.53: Trazo de Curva V-I del primario, entre PIN A-C de la Bobina tipo DIS.	104
Figura 5.54: Trazo de Curva V-I del secundario de la Bobina tipo DIS.	104
Figura 5.55: Pines de conexión de la Válvula IAC.	105
Figura 5.56: Trazo de Curva V-I entre pines de Alimentación-Pulso de Activación de La Válvula IAC.	105

Figura 5.57: Trazo de Curva V-I de los pines de Alimentación del socket de La Válvula IAC.	106
Figura 5.58: Trazo de Curva V-I de los pines de Activación del socket de La Válvula IAC.	106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Rangos y precisión de un multímetro Automotriz. Fuente: (Dentom, 2004)	
.....	7
Tabla 4-1. Funciones de las Herramientas de la Paleta de Control.....	60
Tabla 4-2. Funciones de las herramientas del Bloque de Herramientas.	61
Tabla 4-3: Costo de implementación del sistema.	72

INTRODUCCIÓN

La técnica de diagnóstico por imagen que se implementa en este proyecto técnico, ayuda a descartar o confirmar la posibilidad de fallo principalmente de: sensores, actuadores y circuitos internos de la PCM. Pues en la actualidad, en el mantenimiento correctivo de vehículos, específicamente, en el diagnóstico de fallos electrónicos, existe diagnósticos muy empíricos que se realizan, que ocasiona una pérdida de tiempo valiosa en la reparación.

En el primer capítulo, se presenta un marco teórico referente a una breve clasificación de sensores como: fabricación, funcionamiento, tipo de señal, para poder delimitar las técnicas de diagnóstico aplicadas hasta el momento, así también del software FADOS, que se usa en el campo de la electrónica general como osciloscopio XY.

En el segundo capítulo se analiza en el plano XY, el origen de las curvas V-I, basando en ecuaciones de la corriente alterna tal como es: ley de ohm, ondas senoidales, leyes de Kirchhoff, de los componentes básicos de la electrónica, y después combinación de estos, que comúnmente se pueden encontrar en los sensores.

Para el tercer capítulo: se realiza una breve revisión de conocimiento básicos del funcionamiento y partes del software de programación LABVIEW, que se necesita para el diseño del software de diagnóstico por imagen. Además, se explica la programación empleada, enfocándose en sus partes fundamentales según su función y conexión con la tarjeta NI-myDAQ.

En el capítulo final, como evaluación del software, se realiza un análisis de curvas V-I tomadas como muestras a distintos sensores y circuitos internos de la PCM, para poder lograr un mejor entendimiento y manejo de esta técnica, generando así conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

1 MARCO REFERENCIAL

1.1 Antecedentes

En el mantenimiento correctivo de los vehículos, existen fallos eléctricos y electrónicos que se hacen difíciles detectarlos, debido a que hay cierta incertidumbre entre los fallos mecánicos y los fallos de componentes electrónicos, lo que conlleva a una pérdida de tiempo determinar el origen del problema.

En determinados casos, los fallos electrónicos en los vehículos no siempre están a simple vista, sino en códigos de falla en la unidad de control al momento de conectar un scanner, y como primera instancia se debe descartar daños en los sensores o actuadores. (Augeri, 2017).

En ciertas ocasiones no siempre el problema es un sensor, a veces existen falsos contactos o interferencias que solo se visualizan con osciloscopio, el cual debe ser bien interpretado por el técnico, muchos manuales de servicios cuentan con una forma de onda sugerida para cada componente y en otros vehículos es muy importante tener patrones de comparación (Augeri, 2017).

La técnica de diagnóstico por imagen en el campo automotriz no se ha desarrollado de forma exitosa, principalmente por que existen en el mercado dispositivos de diagnóstico por imagen, que incluyen sus propios softwares, pero su elevado costo no permite el fácil acceso en centros de revisión vehicular.

1.2 Justificación del trabajo de titulación

Con el desarrollo de este proyecto se logrará determinar el correcto funcionamiento de cualquier componente eléctrico y electrónico que hoy en día trabajan conjuntamente con la parte mecánica en vehículos modernos.

A través de este proyecto será fácil identificar que elemento activo, pasivo o de potencia, se encuentra fallando dentro del bloque de Entrada, Salida y Soporte de la Unidad de control del vehículo. Además, diagnosticaría si un sensor o actuador de un vehículo se encuentra en condiciones óptimas de trabajo o necesita ser remplazado.

Todas las pruebas que se realicen, para la verificación de cualquier componente eléctrico y electrónico del vehículo se efectuara sin ninguna alimentación a corriente, de forma segura y sin la necesidad del desmontaje de los mismos.

Con el diseño de este software se podrá reemplazar a los dispositivos de diagnóstico por imagen costosos que existen en el mercado, haciendo más accesible esta técnica a los profesionales del campo automotriz.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Diseñar e implementar un software que aplique la técnica de diagnóstico por imagen para la detección de fallos en los sistemas electrónicos del vehículo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar el estado del arte en referencia al diagnóstico de componentes eléctricos y electrónicos del motor, para la determinación de las diferentes técnicas aplicadas a la detección de fallos.
- Analizar en el plano XY las curvas características de los principales componentes eléctricos y electrónicos del motor que origina la técnica de diagnóstico por imágenes, mediante el uso de ecuaciones de corriente alterna, para la generación de patrones de comportamiento de las curvas.
- Diseñar un algoritmo e implementarlo en un software de ingeniería, mediante programación, que permita la visualización del resultado del diagnóstico por imágenes.
- Evaluar el software, comprobando en distintos componentes eléctricos y electrónicos del motor para su validación.

1.4 Sistemas de Diagnóstico Automotriz

Existen diferentes sistemas para comprobación y diagnóstico de componentes eléctricos y electrónicos del vehículo, que nos indican sobre la localización de averías y sobre la obtención de informaciones técnicas. Empecemos por los elementos de comprobación y diagnóstico necesarios.

Entre ellos se encuentran:

- **Multímetro Digital:** Es una herramienta útil en el campo automotriz, ya que permite medir diferentes magnitudes eléctricas. Este instrumento es el diseño de los amperímetros, voltímetros y óhmetros se basa en la utilización de un galvanómetro de D'Arsonval (Circuitos Electrónicos, 2017).
- **Osciloscopio:** Es una herramienta útil para medir tensiones, tiempo que tarda en tener lugar un suceso, medir frecuencia y observar las ondas necesarias para el diagnóstico de los problemas de un circuito. El osciloscopio presenta una señal electrónica en forma de gráfica, que varía con el tiempo la tensión. (GILMORE, 2006).
- **Diagnóstico con Escáner Automotriz:** Hoy en la actualidad el avance tecnológico de la industria automotriz es demasiado, y a su vez nace la idea de crear un dispositivo lector que ayude a la mayoría de fabricantes de vehículos al diagnóstico de fallas en vehículos.
- **Diagnóstico On-board Diagnostics (OBD):** El objetivo del sistema OBD es controlar las emisiones de los gases contaminantes del vehículo, a través de diferentes sistemas de control electrónico. (DAVID, 2017). El OBD en la actualidad ayuda a realizar un control del estado del motor y sus dispositivos electrónicos que lo conforman.
- **Diagnóstico con el analizador de gases:** Del proceso de mezcla de aire, combustible y chispa se obtiene diferentes gases como son: el CO (monóxido de carbono), HC (hidrocarburos no quemados), CO₂ (Dióxido de carbono), O₂ (Oxígeno), NOX (Óxidos nitrosos), con una prueba correcta de análisis de gases el técnico automotriz puede verificar el estado del motor o si algún componente eléctrico "sensor" se encuentra defectuoso como ejemplo sensor MAF. (AUTO EXACTO, 2017).

1.5 Técnica de TEST V-I

Esta Técnica consiste en aplicar una señal con un voltaje variable adecuado al componente bajo test y medir entonces la corriente resultante como función del mismo (V-I). A través de esta técnica el usuario obtiene un trazo gráfico, y puede conocer el componente que está siendo analizado según la curva obtenida. (Electronics, 2017).

1.5.1 Equipos de diagnóstico por Imagen

Board Master 8000

Este sistema contempla una serie de módulos utilizados para el diagnóstico como son los componentes de las tarjetas electrónicas que se encuentran en su interior, y este dispositivo es controlado por el software SYSTEM Ultimate. (Fideslec Academia Online de Reparación, 2017). Con la ayuda del mismo, se puede detectar fallos, tales como fugas de entrada, tensión de ruptura, circuito abierto o cortos al interior de dispositivos electrónicos.

Fados 9F1

Es un dispositivo diseñado para generar trazos de curva V-I de cualquier componente eléctrico y electrónico. Trabaja conjuntamente con un software de análisis en forma gráfica y un diagrama equivalente de componentes electrónicos con sus respectivas tolerancias (CISE electrònica, 2017).

Curve Tracer HM6042

Es un trazador de curvas, o comprobador de la curva, es un tipo de prueba electrónico de ingenieros que lo utilizan para analizar las características de dispositivos semiconductores. (Value Tronics, 2017)

El trazador de curvas Tektronix 571

Es un tester capaz de realizar medidas en corriente continua de varios tipos de semiconductores: transistores bipolares NPN y PNP, diodos, FET, tiristores y TRIACs. (Tektronix, 2017).

CAPÍTULO II

2 TÉCNICAS USADAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE COMPONENTES ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS DEL MOTOR

2.1 Historia del sistema de inyección electrónica

Desde su inversión el vehículo ha ido evolucionando de manera progresiva, reemplazando el sistema de alimentación por carburador a diferentes sistemas de Inyección Electrónica de Combustible, con la finalidad de entregar la cantidad exacta de combustible y reducir los gases contaminantes.

La inyección electrónica surge a partir del siglo XIX fundamentado por la tecnología de las bombas de inyección de motores diésel desarrollada por Magneti Marelli y Fiat, implementada por primera vez en el campo de aviación y finalmente industrializado por Bosch.

En vehículos livianos el transistor fue la clave para el desarrollo de la gestión electrónica de los motores, gracias a este componente electrónico Bosch pudo implementar diferentes sistemas de Inyección combustible que hoy en día trabajan en diferentes marcas de vehículos.

La electrónica en el vehículo cada día es más significativa para los ingenieros automotrices por la implementación de diferentes sistemas electrónicos en el vehículo que permiten controlar operaciones tales como el frenado, suspensión, dirección, seguridad, confort, comunicación, encendido, aceleración, entre otros sistemas. Hoy en día el avance tecnología de la electrónica es el factor clave para industria automotriz.

Gracias a la implementación del sistema de inyección electrónica nace diferentes técnicas de diagnóstico de componentes electrónicos, debido a que conforman parte de la gestión electrónica para enviar o recibir señales de la Unidad de Control.

2.2 Instrumentos de comprobación y diagnóstico

Para localizar averías, códigos de fallas, interpretación de señales en tiempo real, verificar circuitos abiertos, entre otros, a los componentes eléctricos y electrónicos del

motor se emplea instrumentos que se usan para el diagnóstico o estado de los mismos, mediante un proceso de medición, entre los más utilizados se encuentran:

- Multímetro
- Punta o Sonda Lógica
- Osciloscopio
- Equipos de diagnóstico “Scanner Automotriz”

2.2.1 Multímetro

Es conocido como un tester, o un instrumento imprescindible para un diagnóstico de componente eléctrico y electrónico del vehículo, debido a que permite realizar mediciones en diferentes escalas. Existen dos tipos de multímetros que son análogos los cuales proporcionan lectura por medio de una aguja y multímetros digitales los cuales proporcionan la lectura a través de una pantalla LCD. A demás un buen multímetro debe contar con las siguientes funciones que se detallaran en la tabla 2.1.

Tabla 2-1. Rangos y precisión de un multímetro Automotriz. Fuente: (Dentom, 2004)

Función	Rango	Exactitud
Voltaje DC	500 V	0,3%
Corriente DC	10 A	1,0%
Resistencia	0-10MΩ	0,5%
Voltaje AC	500 V	2,5%
Corriente AC	10 A	2,5%
Dwell	3,4,5,6,8 cilindros	2,0%
RPM	10.000 rpm	0,2%
Duty cycle	% on/off	0,2% kHz
Frecuencia	Por encima 100 KHz	0,01%

Las mediciones y pruebas básicas que se puede realizar a los componentes electrónicos del vehículo son las siguientes:

- Resistencia en los sensores
- Caídas de voltaje
- Circuito abierto
- Medición de voltaje y Amperaje

2.2.2 Osciloscopio

Es un equipo que nos permite visualizar señales eléctricas en tiempo real en forma de ondas que varían en función del tiempo. En el eje de la Y se representa la tensión (en voltios, mili voltios, micro voltios), y en el eje de las X se representa el tiempo (en segundos, milisegundos, microsegundos).



Figura 2.1: Osciloscopio Automotriz FINEST 1006.

El osciloscopio en el campo automotriz es de gran ayuda, debido a que se puede diagnosticar formas de ondas provenientes de los sensores y actuadores, verificar la corriente del sistema de encendido, amperaje de la bomba de combustible, señales de drivers de inyectores, entre otras aplicaciones.

El Osciloscopio debe permitir realizar las siguientes funciones:

- Analizar la forma de onda de diferentes sensores.
- Determinar el periodo y el voltaje de una señal.
- Indicar la frecuencia de una señal.
- Analizar que parte de la señal es corriente continua o alterna.
- Localizar averías en un circuito
- Medir la fase entre dos señales.

La principal ventaja de usar el osciloscopio es de permitir visualizar en el plano XY del oscilograma los cambios de tensión o frecuencia con respecto al tiempo de una señal analógica o digital, lo cual no se puede realizar con un multímetro.

2.2.3 Punta o Sonda Lógica

Es un instrumento que ayuda a verificar los circuitos del sistema eléctrico del vehículo, es alimentada por el acumulador para realizar las pruebas de nivel lógico a diferentes circuitos, los resultados se pueden dar a través de Leds de diferente color indicando el comportamiento del circuito a medir. En el campo automotriz existe Sonda lógicas básicas hasta las más avanzadas, que sirven para comprobar señales lógicas, verificar polaridades en distintos puntos del circuito y controlar continuidad en el cableado. (Aranda, 2013)

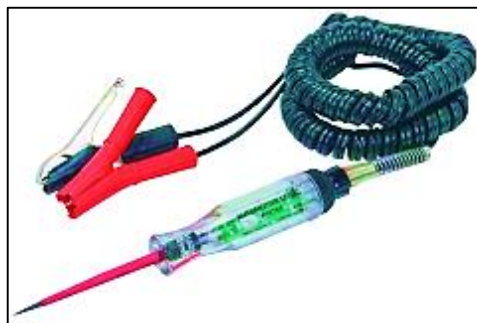


Figura 2.2: Punta de prueba básica para la comprobación de voltaje, polaridad y estados lógicos mediante leds. Fuente: (Aranda, 2013).

2.2.4 OBD (On Board Diagnostics) y Scanner Automotriz

Es un equipo de diagnóstico electrónico que permite comunicarse con la unidad de control electrónico del vehículo PCM, y poder acceder a los códigos de falla, obtener datos en tiempo real de diferentes componentes electrónicos del motor, pruebas a los sensores y actuadores.

La Comisión de Recursos del Aire de California (California Air Resources Board - CARB) comenzó la regulación de los Sistemas de Diagnóstico de a Bordo (On Board Diagnostic - OBD) para los vehículos vendidos en California, comenzando con los modelos del año 1988 (Soriano, 2017). Debido a esta situación se exigió a los fabricantes un aumento en las funciones de la herramienta de diagnóstico o scanner automotriz. La sociedad de Ingenieros Automotrices (Society of Automotive

Engineers – SAE) al observar el avance tecnológico en el campo automotriz estableció normas con el propósito de entregar a los fabricantes de cada marca de vehículos las cláusulas que deben cumplir para la compatibilidad entre el OBD y el scanner automotriz. SAE indicó que el equipo de diagnóstico conocido como scanner automotriz debe ser capaz de enlazar directamente con la red de comunicación del vehículo OBD, e ingresar a diferentes sistemas del vehículo como: control electrónico, motor, frenos ABS, sistemas de seguridad como el de Retención Suplementaria SRS, inmovilizadores, ECAS sistema de control electrónico de la suspensión por aire, caja automática, direcciones con asistencia electrónica, climatización, etc.



Figura 2.3: Scanner Automotriz CARMAN. Fuente: Autores.

Las principales funciones de los scanner automotrices son las siguientes:

- Comunicarse con la unidad de control la ECU y leer los códigos falla (DTC) de los sensores y actuadores que conforman parte del control de emisiones.
- Borrar los mismos códigos falla (DTC).
- Comprobar Actuadores de diferentes sistemas del vehículo.
- Realizar un autodiagnóstico general del estado automóvil.

2.3 Elementos Básicos de la electrónica

Son todos los elementos pasivos y activos que ayudan a la construcción de circuitos electrónicos, a través de la combinación de los mismos para generar aplicaciones en el campo de la industria.

2.3.1 Resistencia

La resistencia eléctrica es la oposición que ejerce un material al paso de los electrones. (H. HUBSCHER) Según el sistema internacional su unidad de medición es el ohmio.

2.3.2 Condensador

Un condensador es un componente eléctrico pasivo que tiene la capacidad de almacenar cargas eléctricas, donde las cargas son directamente proporcionales al valor del voltaje que se encuentran en sus placas. El valor medido según el sistema internacional son los Faradios.

2.3.3 Diodo

Un diodo es un componente eléctrico activo el cual permite dirigir el flujo de corriente en un solo sentido, hoy en día se fabrican varios tipos de diodos, y estos se clasifican según:

- a. Según el material con el cual se fabrican, estos pueden ser de Germanio o Silicio como son los diodos reguladores de voltaje y corriente.
- b. Las cantidades de oro se emplea al material semiconductor para su fabricación, logrando variar la corriente inversa de los diodos, un ejemplo de ello es el diodo Zener.
- c. Los rangos de frecuencia que operan los diodos.
- d. Según los rangos de potencia para determinar la cantidad de corriente que fluye a través del Diodo, al existir mayor flujo de corriente el rango de potencia será mayor.
- e. De acuerdo a la región de trabajo (polarización directa e inversa) para rectificar corriente alterna, el diodo debe trabajar en la región de polarización directa. En esta región la corriente circula del ánodo al cátodo. Para regular un voltaje de salida de un elemento generador eléctrico, el diodo debe trabajar en la región de polarización inversa. En esta región la corriente circula del cátodo al ánodo, siempre que el voltaje aplicado al diodo sea igual o mayor al voltaje inverso de ruptura. (INTECAP, 2006)

2.3.4 Transistor

Es un elemento eléctrico activo, que puede actuar como un aislante o conductor al mismo tiempo conocido como semiconductor, y se utiliza para transmitir una señal de salida en función a la respuesta de una señal de entrada, puede trabajar como interruptor o amplificador.

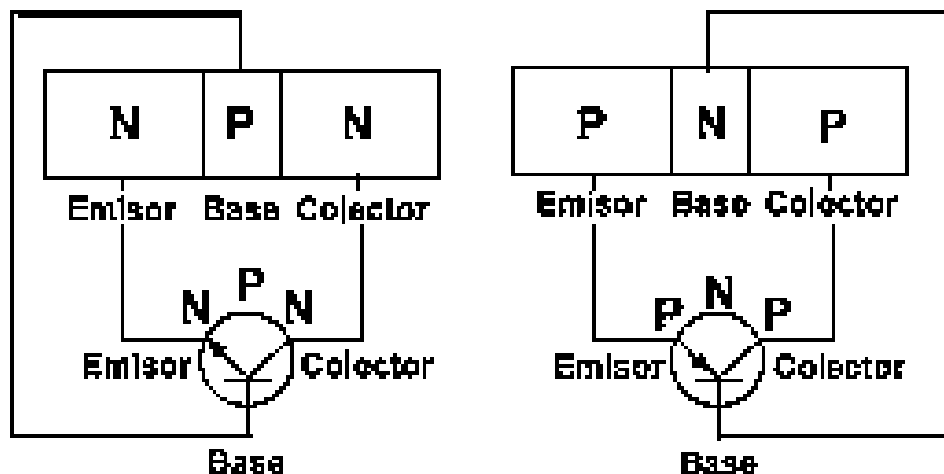


Figura 2.4: Simbología de los transistores NPN y PNP .Fuente: (INTECAP, 2006).

Los transistores se clasifican según:

- Tipo de unión, PNP y NPN que define el sentido técnico del flujo de la corriente, es decir que la flecha en un transistor siempre señalará hacia la posición negativa (N). (INTECAP, 2006) Dado un ejemplo, el transistor NPN, el flujo de corriente va desde la base positiva, hacia el emisor negativo y en caso del transistor PNP, su flujo de corriente va desde el emisor positivo, hacia la base negativo.
- Clasificación de los transistores por la potencia de trabajo, es decir que hay transistores que resisten bajas o grandes intensidades de corriente.
- Clasificación de los transistores por su funcionamiento y características principal de trabajo, entre ellos tenemos los transistores bipolares, el transistor de efecto de campo FET (Field-Effect Transistor) son semiconductores controlados por una pequeña señal de voltaje, para que fluya una corriente intensa o un alto voltaje, a diferencia de un bipolar es que controla el voltaje en un campo capacitivo.

2.3.5 El tiristor o rectificador controlado de silicio (SCR)

Los tiristores son dispositivos que se utilizan para rectificar corrientes eléctricas alternas y conmutar corrientes directas, con un mecanismo de control. (INTECAP, 2006) Los (SCR) son dispositivos unidireccionales o bidireccionales (TRIAC) o (DIAC), lo cual constan de un ánodo, un cátodo y una compuerta SCR la cual recibe un voltaje positivo para que conduzca la corriente, al retirar el voltaje de la compuerta el SCR se apaga.

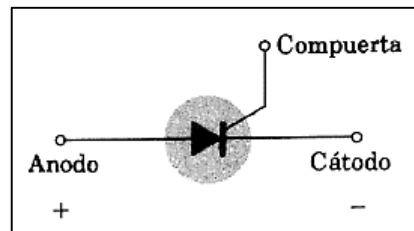


Figura 2.5: Símbolo del Tiristor. Fuente: (INTECAP, 2006).

Los SCR se clasifican por:

- La corriente máxima que atraviesa por él.
- El voltaje máximo (pico) en polarización inversa.
- La velocidad de cambios de conducción y no conducción.

2.4 Pruebas de los Componentes Básicos de la Electrónica

2.4.1 Resistencia

Medir el valor de la resistencia con un óhmetro o multímetro en la escala de resistencia y comparar el resultado con el valor escrito en la tabla de código de colores, según el componente resistivo analizar.

2.4.2 Condensador

Un condensador puede ser la dificultad para probar sin equipo especialista en tratar este propósito. Cargar el condensador hasta 12V y conectarlo a un voltímetro digital. La mayoría son medidores digitales tienen una resistencia interna de aproximadamente 10 MΩ calcular el tiempo de descarga de espera ($T = 5s$) y ver si el dispositivo cumple. Un condensador de un contacto debería tomar unos 5 segundos para descargar de esta manera. (Dentom, 2004)

Medición del ESR conocida como resistencia serie equivalente, es un óhmetro de corriente alterna que mide la resistencia equivalente en serie de dichos condensadores. Esta medición del ESR debe ser lo más baja posible cuando el condensador se encuentra en un buen estado.

2.4.3 Diodo

Muchos multímetros tienen la función de prueba de diodos. Colocamos un puntal negativo del multímetro al catodo y el puntal positivo al ánodo, el valor indicado en multímetro será de 0,4-0,7 V.

Se coloca los puntales del multímetro inverso su conexión el puntal positivo al catodo y el puntal negativo al ánodo, el resultado sería un circuito abierto caso contrario el diodo estaría defectuoso.

Se puede comprobar el estado del diodo con la luz de prueba, se conecta la punta positiva de la luz de prueba al cátodo y la negativa al ánodo, la lámpara debe encenderse. Al realizar esta prueba a la inversa la luz no debe encender, en caso de encender se concluye que el diodo se encuentra cortocircuitado.

2.4.4 Transistor

Este elemento electrónico puede ser verificado a través de un multímetro digital como muestra la figura 2.6 y se obtiene un voltaje entre Base – Emisor y entre Colector – Emisor según su base de datos o “datasheet” se obtiene los respectivos valores. Siendo un método de prueba de circuitos electrónicos en general. (Dentom, 2004)

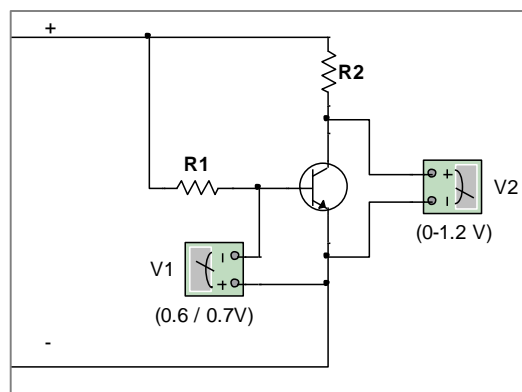


Figura 2.6: Prueba del Transistor. Fuente: (Dentom, 2004).

Otra prueba que se realiza es con un multímetro en la función de comprobación de diodos, se debe identificar los pines del transistor base, emisor y colector, además si es de tipo NPN o PNP. Para la verificación del transistor procedemos a conectar el multímetro como indica la figura 2.7.

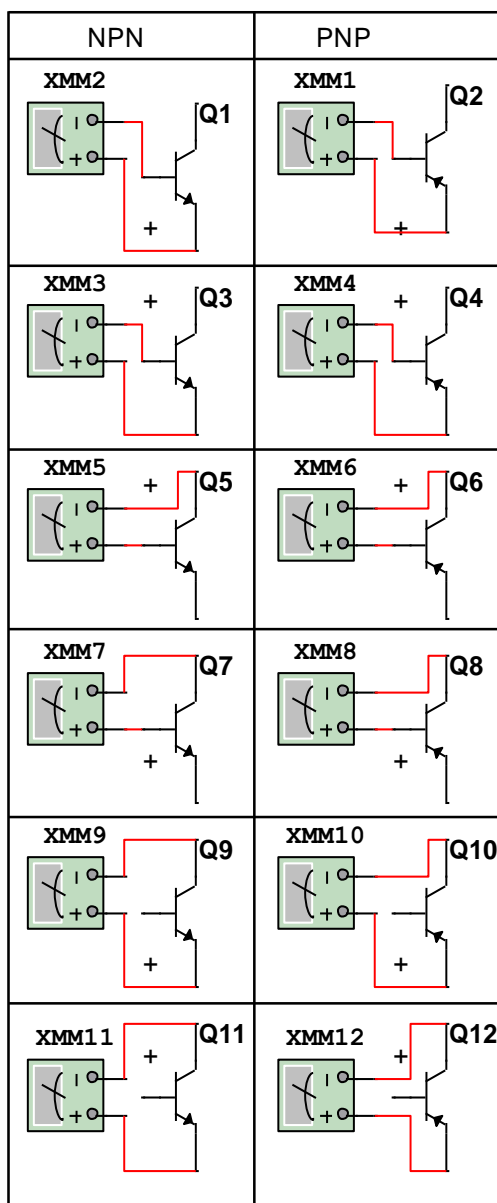


Figura 2.7: Prueba de estado de los Transistores NPN y PNP. Fuente: (INTECAP, 2006).

Los resultados de esta prueba deben ser los siguientes como indica la figura 2.8, indicando que el símbolo “X” indica no conduce y el símbolo “O” indica que conduce. Al realizar estas pruebas los resultados no concuerdan con los indicados en la figura 2.8 se indica que el transistor está defectuoso.

PINES	TRANSISTOR			
	NPN		PNP	
	BUENO	MALO	BUENO	MALO
CB	X	O	O	X
CE	X	O	O	X
BC	O	X	X	O
BE	O	X	X	O
EB	X	O	O	X
EC	X	O	O	X

Figura 2.8: Resultados de Prueba Transistor NPN y PNP. Fuente: (INTECAP, 2006).

2.4.5 Componentes digitales

Una sonda lógica se puede utilizar para diagnosticar el nivel lógico. Este es un dispositivo con una resistencia interna muy alta por lo que no afecta al sistema bajo prueba. Se utilizan dos luces de colores diferentes, uno se ilumina durante una ‘lógica 1’ y el otro para la ‘lógica 0’ indicando si existen pulsos. Los datos específicos son requeridos en la mayoría de los casos, pero las pruebas básicas se pueden llevar a cabo.

2.5 Sensores

Los sensores convierten una magnitud física o química (\emptyset), en una magnitud eléctrica E , teniendo en cuenta magnitudes perturbadoras Y_i . (BOSCH, 2002) La respuesta eléctrica de un sensor puede ser en forma de variación de resistencia, de tensión o de intensidad de corriente.

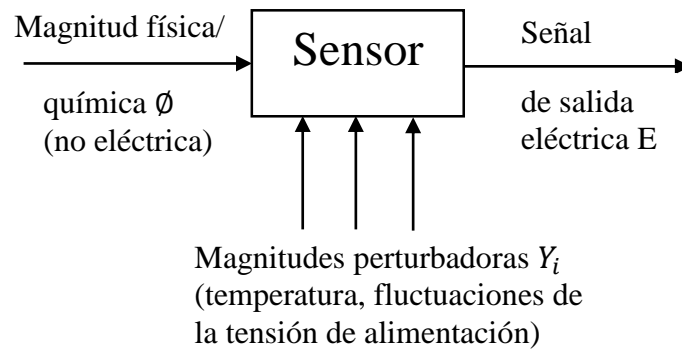


Figura 2.9: *Función Básica de un Sensor. Fuente: (BOSCH, 2002).*

Debido a la gran cantidad de sensores que existen en la industria, es necesario clasificarlos para lograr entender su funcionamiento.

2.5.1 Sensor CKP (Crankshaft position sensor)

Por medio de este sensor, la ECU se informa de la posición del cigüeñal y de las RPM del motor para hacer los ajustes necesarios al tiempo de encendido y el tiempo de inyección.

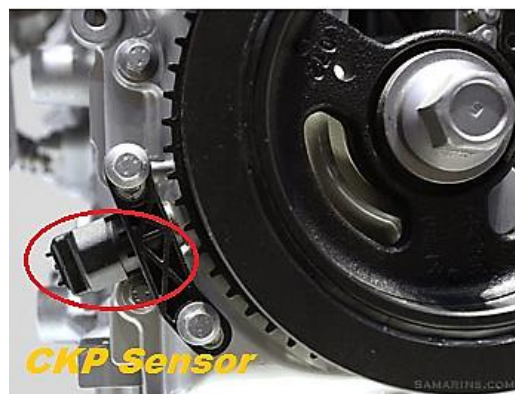


Figura 2.10: *Sensor CKP. Fuente: (Samarins, 2017).*

Técnicas de comprobación del Sensor CKP

Multímetro

- Se desconecta el sensor y con un multímetro en escala de voltios (DC) se conecta la punta negativa del multímetro a GND en el vehículo y con la punta positiva medimos los voltajes en cada pin del conector para verificar si llega

señal alimentación desde la ECU, 5 voltios para tipo Hall y 12 voltios tipo inductivo y tierra del sensor debe ser ≤ 60 mili voltios.

- En caso de ser un sensor inductivo, se desconecta la conexión del arnés y se comprueba la resistencia interna del sensor. Si el valor de resistencia interna va desde 100 a 1000 ohmios esto varía en función del fabricante o marcas de vehículos, si se encuentra dentro de estos parámetros el sensor está en buen estado. Valor de 0 ohmios indica un cortocircuito y uno de M ohmios, una interrupción.
- Con un multímetro en función frecuencia (Hz) y sensor conectado se pincha la salida de señal a la ECU, girar el motor por intermedio del motor de arranque, medirla frecuencia del mismo. Esta prueba debe existir una variación de frecuencia, será mayor cuanto mayor sea la velocidad de giro de la rueda fónica.

Osciloscopio

Se conecta la punta positiva del osciloscopio al terminal de salida de la señal, y la punta negativa a masa del sensor o directamente a masa del chasis.

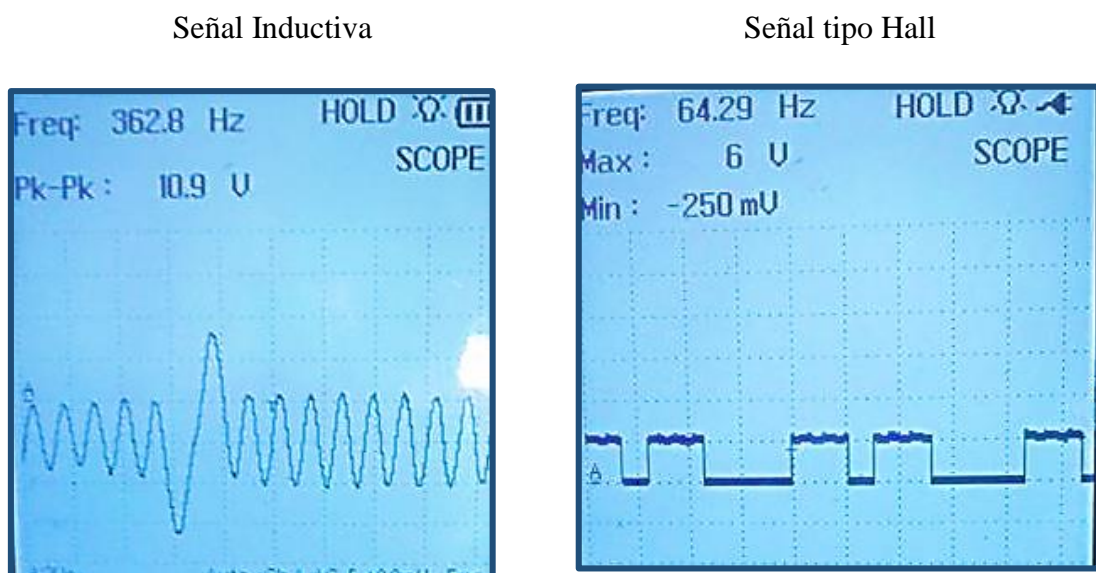


Figura 2.11: Señales del Osciloscopio del sensor. CKP. Fuente: Autores.

Los oscilogramas representan el espacio es más grande hace referencia al diente faltante, una vez el cigüeñal ha girado 360 grados “1 vuelta”, la señal del sensor inductivo representa una onda senoidal variando su amplitud y frecuencia al incrementar la velocidad del motor rpm, mientras que un sensor tipo Hall representa una onda cuadrada donde su amplitud, frecuencia deben ser estables, la amplitud debe ser igual al voltaje de alimentación. El osciloscopio puede observar en el eje Y representa el voltaje pico y el eje X representa el tiempo en segundos.

Al analizar con el osciloscopio el comportamiento de onda de un sensor inductivo, se observa una amplitud diferente en tres periodos de la señal, el fallo no es el componente eléctrico, sino de parte mecánica rueda fónica desbalanceada, dientes alabeados o sufrieron un impacto leve.

Scanner Automotriz

Cuando el sensor CKP entra a modo de fallo, la PCM grava los siguientes códigos de fallo OBD II según la norma SAE, que pueden ser los siguientes:

- P0340 ~P0340
- P0365 ~P0369
- P0390 ~P0394

Al presentarse este tipo de códigos es probable que exista una de las siguientes fallas tales como:

- No hay Señal del sensor hacia la unidad de control PCM.
- Dificultad al momento arranque.
- Señal alta en el sensor de posición del cigüeñal.
- Señal baja del sensor de posición del cigüeñal.

2.5.2 Sensor CMP (CamSHaft Position Sensor)

Este sensor se encuentra en vehículos con inyección secuencial, nos ayuda a determinar cuando el pistón del cilindro 1 se encuentre en fase de compresión o escape, durante el recorrido desde el PMS al PMI. Este sensor envía una señal eléctrica a la ECU para realizar ajustes al tiempo de inyección y el tiempo de encendido.

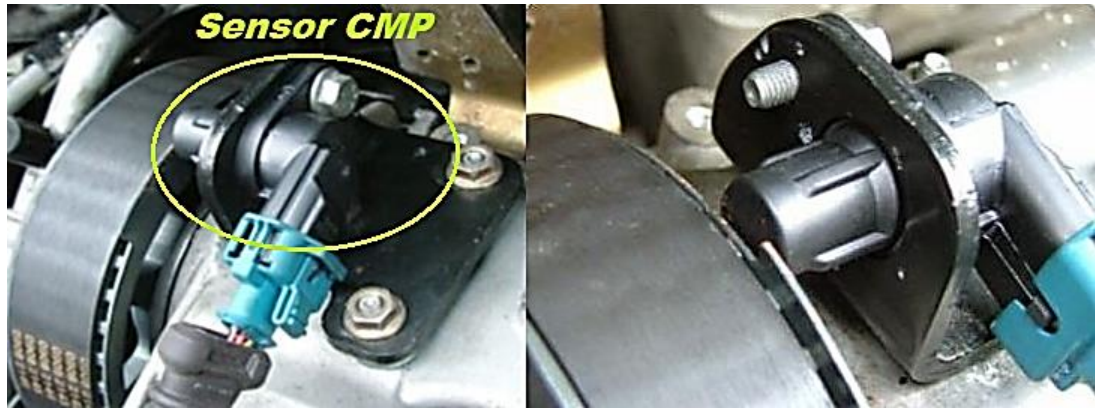


Figura 2.12: Sensor CMP. Fuente: (Auto Avance, 2017).

Técnicas de comprobación del Sensor CMP

Multímetro

- SE verifica la tensión de alimentación que envía la unidad de control al sensor. Conectar la punta positiva del multímetro al pin de alimentación del conector del sensor, y la punta negativa a masa del chasis, su valor teórico aproximadamente es 5 Voltios.
- Comprobar si los cables de conexión tienen contacto a masa. Se debe medir entre el conector del sensor y la masa del vehículo, con el conector de la unidad de control extraído debe dar un valor teórico 30 MΩ.
- Con un multímetro en función frecuencia (Hz) y sensor conectado se pincha a la salida de señal a la ECU, girar el motor por intermedio del motor de arranque, medirla frecuencia en el mismo. Esta prueba debe existir una variación de frecuencia, será mayor cuanto mayor sea la velocidad de la rueda fónica.

Osciloscopio

En sensor CMP magnético la amplitud es proporcional a la velocidad de rotación de la rueda del árbol de levas. Esta señal produce una serie de pulsos senoidales debido al diente patrón en la rueda. La frecuencia se basa en la velocidad de rotación de la rueda del árbol de levas.

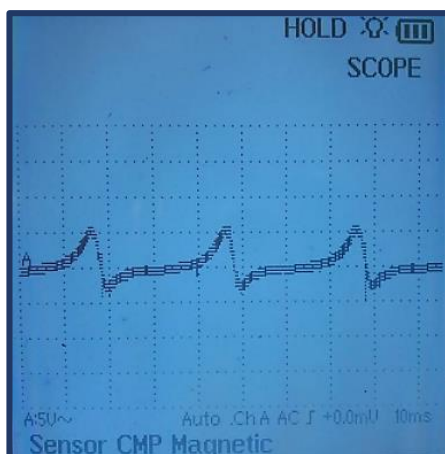


Figura 2.13: Señal del Sensor CMP Magnético. Fuente Autores.

En el sensor CMP Hall representan una onda cuadrada de baja frecuencia, la amplitud de onda para este tipo de sensores es de 0-5 y 0-12 voltios.



Figura 2.14 Señal del sensor CMP tipo Hall. Fuente: Autores.

En la figura 2.13 y 2.14 se puede observar que cada onda generada es un giro del árbol de levas y por lo tanto se puede observar que la frecuencia incrementa con la velocidad de giro del motor rpm.

Scanner Automotriz

Cuando el sensor CMP entra a modo de fallo, la PCM grava los siguientes códigos de fallo OBD II según la norma SAE, que pueden ser los siguientes:

- P0340 ~P0349
- P0365 ~P0369
- P0390 ~P0394

Al presentarse este tipo de códigos es probablemente a una de las siguientes fallas tales como:

- Circuito del sensor de posición del árbol de levas defectuoso.
- Señal de entrada baja en el circuito del sensor CMP.
- Señal de entrada alta en circuito del sensor CMP
- Señal intermitente de entrada a la PCM.

2.5.3 Sensor TPS (Throttle Position Sensor)

Su función es de informar a la unidad de control ECU las variaciones angulares de la mariposa del acelerador, indicando si el motor se encuentra operando en ralentí, media carga o plena carga.

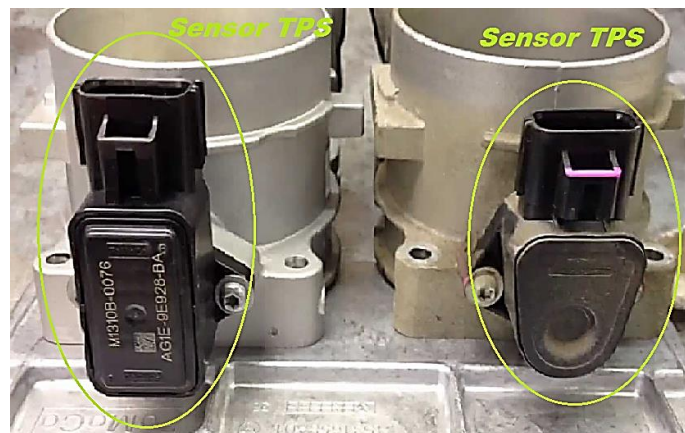


Figura 2.15: Sensores TPS implementados en vehículos de la marca FORD. Fuente: (BSG Automotive, 2017).

Técnicas de comprobación del Sensor TPS

Multímetro

- Verificar el voltaje de entrada 5 voltios DC de referencia.
- Comprobar continuidad masa.

- Al accionar el pedal del acelerador a plena carga, mariposa abierta se debe observar un voltaje de 4,6 – 4,8 voltios y sin accionamiento del pedal en ralentí, mariposa cerrada el voltaje debe ser de 0,7-1,0 voltios. (Santander, 2013). En ocasiones dependiendo del fabricante estos valores de voltaje pueden ser de manera invertida.
- Prueba de voltaje entre el terminal de 5 voltios y masa del conector de la ECU, esta prueba se realiza en caso de no obtener los 5 voltios en el terminal del sensor, si se obtiene los 5 voltios en el conector de la ECU el problema estará en el arnés del cable. Si no se obtiene los 5 voltios en el conector de la ECU, puede estar dañado un elemento interno de la placa de la ECU, o faltar alimentación de voltaje o de masa.

Osciloscopio

Cuando el motor se encuentra en ralentí el oscilograma dará un valor de 0,5 voltios, conforme al porcentaje que se va abriendo la mariposa del cuerpo de aceleración la tensión va incrementando, la mariposa en un 50 % de apertura la lectura del oscilograma varia hasta llegar a una tensión de 2.5 voltios, este valor da a conocer al técnico automotriz que el motor se encuentra trabajando a media carga, y la última prueba se hace con el pedal a fondo un 100% de apertura del cuerpo de aceleración la lectura del oscilograma nos da un valor de tensión de 4.5- 4,8 voltios, esto informa al técnico automotriz que el motor está operando a plena carga. La finalidad de esta lectura es verificar el sensor se encuentra enviando señales correctas a la PCM:

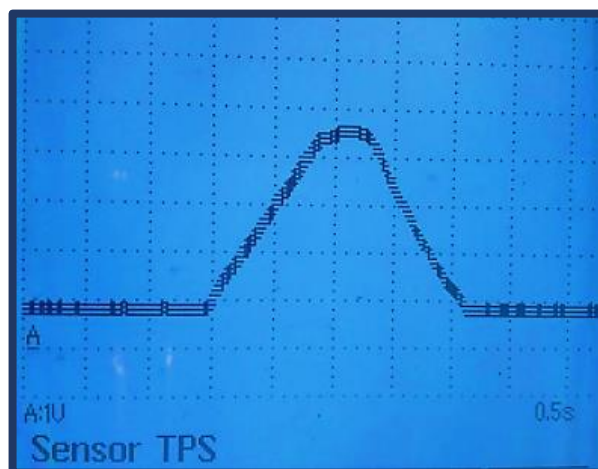


Figura 2.16: Onda de referencia del sensor TPS. Fuente: Autores.

Scanner Automotriz

Cuando el sensor TPS entra a modo de fallo, la PCM grava los siguientes códigos de fallo OBD II según la norma SAE, que pueden ser los siguientes:

- P0120 ~P0124
- P0220 ~P0229

Al presentarse este tipo de códigos es probablemente a una de las siguientes fallas tales como:

- Circuito del sensor de posición del acelerador anormal.
- Rango de operación de voltajes en el circuito del sensor TPS fuera de rango.
- Señal baja de entrada al circuito del sensor TPS.
- Señal alta de entrada al circuito del sensor TPS.

2.5.4 Sensor MAP (Manifold Absolute Pressure Sensor)

Ayuda a medir las variaciones de presión en el colector de admisión, que resulta la variación de carga y rotación del motor, y convierte este valor en salida de voltaje. (Santander, 2013) Este voltaje es recibido por la ECU para poder controlar el tiempo de ignición y ajustar la mezcla de aire-combustible en las diferentes condiciones de carga del motor y altitud sobre el nivel del mar.



Figura 2.17: Sensor MAP Palio Siena Sentra. Fuente: (DENSO AUTO PARTS, 2017).

Técnicas de comprobación del Sensor MAP

Multímetro

- Con la llave, abrir el encendido, seleccionar el multímetro en escala de voltaje (DC). Medir el voltaje de entrada del cable del sensor MAP. El voltaje debe ser aproximadamente 5 voltios.
- Para comprobar la señal de masa, poner el multímetro en la función de ohmímetro, conectar la punta positiva en el terminal de masa y la pinza negativa, a masa. La resistencia que debe marcar tiene que ser de $0\ \Omega$.
- Prueba del sensor MAP de 3 cables. Conectar una bomba de vacío ya sea en el sensor o colector de admisión, se conecta la pinza positiva del multímetro en terminal de salida de señal del sensor y la pinza negativa en el terminal masa del conector del sensor. Conectar el encendido. La tensión que debe marcar es aproximadamente de 4 voltios, se ejerce una depresión de 480 mm/Hg. La tensión debe marcar aproximadamente de 1,1 a 1,2 Voltios. (Sánchez, 2012)
- Prueba del sensor MAP de 4 cables. Comprobar la tensión de salida con el motor en marcha y el sensor conectado, el resultado en ralentí será de 1,3 a 1,9 voltios y plena carga de 4,0 a 4,5 voltios.

Osciloscopio

Conecta los terminales del cable del canal A y la masa del sensor MAP. Al encender el motor desde el ralentí la onda en el osciloscopio debe ir de 1,25 voltios y al abrir completamente la mariposa deber ir a 5 voltios, al caer la velocidad del motor en 2 segundos debe ir a 0 voltios. Esta prueba se vuelve a repetir como un ciclo, obteniendo como resultado la siguiente onda de referencia.

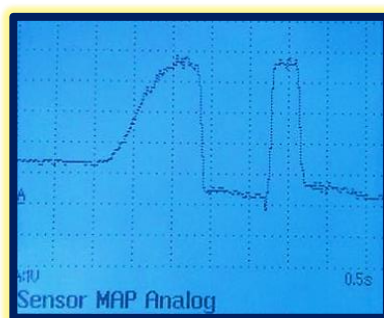


Figura 2.18: Onda de referencia del sensor MAP. Fuente: Autores.

Otra técnica de diagnóstico para verificar si el sensor se encuentra funcionando es usando una bomba de vacío, para verificar si está generando voltaje o analizar cómo se está comportando. En la Figura 2.19 a continuación se demuestra que al generar vacío aumenta la amplitud de la onda y al liberar el vacío de la bomba cae súbitamente.

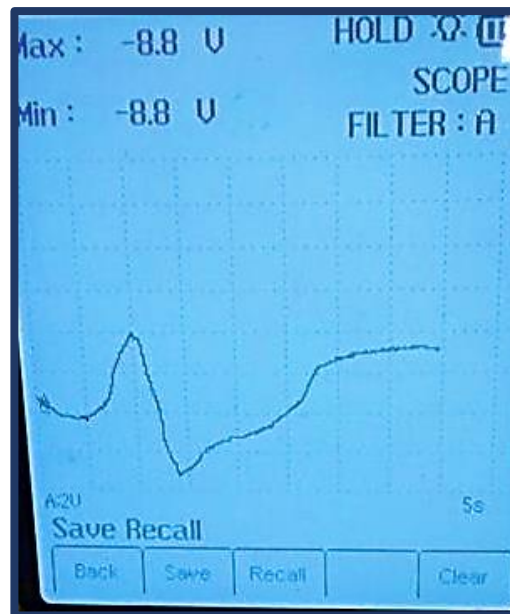


Figura 2.19: Señal del sensor MAP utilizando una bomba de vacío. Fuente: Autores.

Scanner Automotriz

Cuando el sensor MAP entra a modo de fallo, la PCM grava los siguientes códigos de fallo OBD II según la norma SAE, que pueden ser los siguientes:

- P0105 ~P0109

Al presentarse este tipo de códigos es probablemente a una de las siguientes fallas tales como:

- Circuito del sensor de presión absoluta de múltiple de admisión deficiente.
- Voltajes de operación del circuito de presión absoluta de múltiple de admisión fuera de rango.
- Señal de entrada baja en el circuito de presión absoluta de múltiple de admisión.
- Señal de entrada alta en el circuito de presión absoluta de múltiple de admisión.
- Excesivo consumo de combustible se vuelve mezcla rica.
- Fallo en las emisiones de gases contaminantes.

2.5.5 Sensor MAF (*Mass Air Flow*)

El medidor de flujo de aire mide directamente la cantidad de aire que se encuentra ingresando a los cilindros, este sensor se encuentra localizado en el tubo de admisión, al lado del filtro de aire. Consiste en un tubo, cuyo interior posee un Bypass donde hay dos cables, uno caliente y otro de temperatura ambiente. La masa de aire admitida por el motor provoca un enfriamiento del cable caliente, una variación de resistencia eléctrica y un aumento del voltaje medido por la ECU, esta señal es utilizada para controlar la mezcla aire – combustible.



Figura 2.20: Sensor MAF, vehículo Ford Focus. Fuente: (Auto Avance, 2017).

Técnicas de comprobación del Sensor MAF

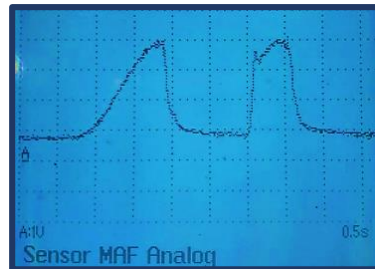
Multímetro

- Con el sensor conectado, comprobar la alimentación de la resistencia PTC (Positive Temperature Coefficient), (12V) y la alimentación proveniente de la unidad de control (5V).
- Con el sensor conectado y el motor en marcha, se conectará el multímetro entre los terminales de tierra y señal MAF, se obtendrá la señal de salida a ralentí 1~2 Voltios y a plena carga 4~4,5 V), de acuerdo a los datos establecidos de los fabricantes.

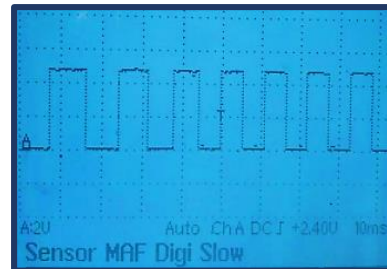
Osciloscopio

Conecte los terminales del cable del canal A uno a masa del sensor MAF y el otro al terminal de señal del sensor, acelere y desacelere el motor. Esto se realiza a diferentes rangos de revoluciones del motor obteniendo las siguientes ondas.

MAF Analógico



MAF Digital



MAF Karman

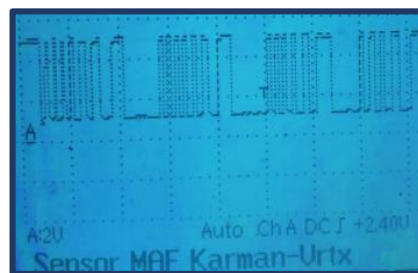


Figura 2.21: Tipos de Ondas de referencia del sensor MAF. Fuente: Autores.

Para sensores MAF analógicos la tensión debe variar dependiendo a la temperatura del aire de ingreso, en caso del sensor MAF digital su frecuencia aumenta cuando el flujo de aire aumenta o existe aceleraciones bruscas y se mantiene constante cuando el flujo de aire es constante formando una onda cuadrada, y para sensor MAF Karman la frecuencia aumenta cuando el flujo de aire aumenta y el ancho de pulso conocido como ciclo útil es controlado por el modo de aceleración.

Scanner Automotriz

Cuando el sensor MAF entra a modo de fallo, la PCM grava los siguientes códigos de fallo OBD II según la norma SAE, que pueden ser los siguientes:

- P0110 ~P0114

Al presentarse este tipo de códigos es probablemente a una de las siguientes fallas tales como:

- Circuito de temperatura del aire de admisión aterrizado.
- Rango de voltaje fuera del límite de operación en el circuito de temperatura del aire de admisión.
- Señal baja en el circuito de temperatura del aire de admisión.
- Señal alta en el circuito de temperatura del aire de admisión.
- Señal de entrada a la PCM intermitente.

2.5.6 Sensor ECT (Engine Coolant Temperature Sensor)

Este sensor es el encargado de informar a la unidad de control la temperatura de refrigerante del motor, con la finalidad de realizar cálculos para el suministro de combustible, sincronización del tiempo de inyección, control de la válvula EGR y la activación y desactivación del electro ventilador.



Figura 2.22: Sensor ECT. Fuente: (DENSO AUTO PARTS, 2017).

Técnicas de comprobación del Sensor ECT

Multímetro

- Verificar el voltaje de entrada del sensor, desconectar el conector eléctrico y abrir la llave de encendido el valor será de 4,9 voltios aproximadamente.
- Se mide la resistencia interna del sensor NTC (Negative Temperature Coefficient), a medida que su temperatura se incrementa su resistencia baja. Estos datos se pueden comparar según los fabricantes de cada marca de vehículo.

- Cuando el motor se encuentre en temperatura de operación el valor del voltaje es de 1 voltio aproximadamente.
- Comprobar el cableado hacia la unidad de control. Se coloca el multímetro en escala ohmímetro conectar la primera punta del multímetro entre el conector del sensor de temperatura y la segunda punta en el conector de la unidad de control extraído, su valor teórico aproximado debe ser de 0Ω .

Osciloscopio

Para esta prueba el conector del sensor debe estar colocado, conecte los terminales del cable del canal A y la masa del sensor ECT, al encender el motor la resistencia del mismo va a ir disminuyendo en función del aumento de la temperatura del motor.

Mantener el motor en un régimen de giro de 2500 rpm y ajustar el tiempo del osciloscopio a 50 seg/div para apreciar la operación del sensor ECT.

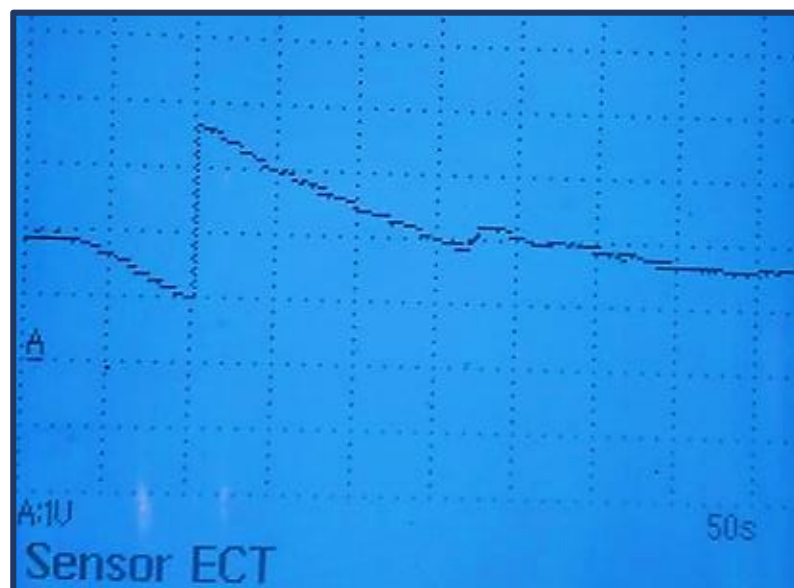


Figura 2.23: Onda de Referencia del sensor ECT. Fuente: Autores.

Un buen estado del sensor ECT, debe generar una señal con amplitud a cualquier temperatura, esta amplitud crecerá de manera súbita en el momento de encender el electro ventilador.

Un circuito abierto del sensor ECT aparecerá como una línea al voltaje de referencia y un circuito en corto del sensor ECT aparecerá como una línea al nivel de masa.

Scanner Automotriz

Cuando el sensor ECT entra a modo de fallo, la PCM grava los siguientes códigos de fallo OBD II según la norma SAE, que pueden ser los siguientes:

- P0115 ~P0116
- P0117 ~P0119

Al presentarse este tipo de códigos es probablemente a una de las siguientes fallas tales como:

- Sensor ECT se encuentra con síntomas de fallo en su circuito interno.
- Señal de entrada a la unidad de control con intermitencia.
- La señal de entrada del sensor ECT se mantiene baja.
- La señal de entrada del sensor ECT se mantiene alta.
- Activación de electro ventilares a máxima velocidad.

2.5.7 Sensor IAT (Intake Air Temperature Sensor)

Es el encargado de evaluar la temperatura ambiente al ingreso de la cámara de combustión, con la finalidad de informar a la unidad de control sobre la formación de la mezcla y la secuencia de encendido.

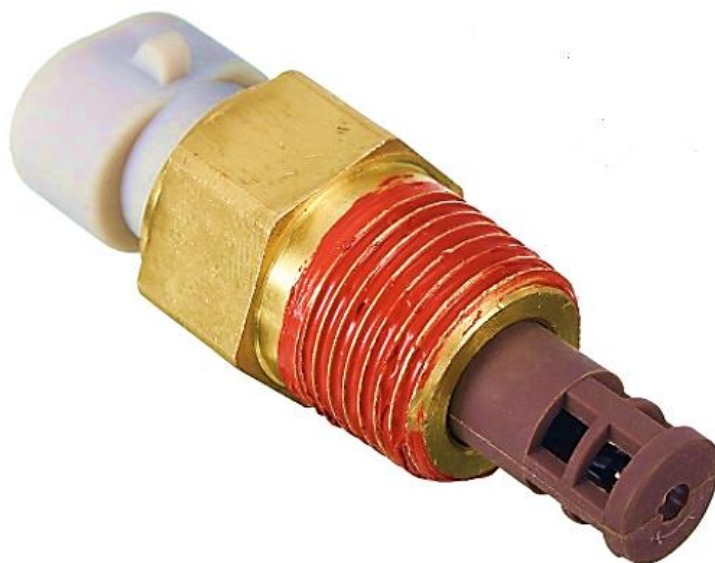


Figura 2.24: Sensor IAT. Fuente: (Ali Expresss, 2017).

Técnicas de comprobación del Sensor IAT

Multímetro

- Comprobar la tensión de alimentación, se coloca el multímetro en la escala (DC) y sin desconectar el sensor pinchar el conductor de señal del sensor y la otra punta del multímetro conectar a masa de chasis, abrir la llave de contacto, medir el valor de voltaje variando la temperatura.
- Cuando la temperatura del aire de admisión disminuye por factores climáticos, la resistencia NTC, aumenta haciendo también que la señal de tensión aumente hasta un valor aproximado de 3.5 voltios aproximadamente.
- Los rangos de resistencia del sensor IAT van desde 100.000Ω a -40°F (40°C), hasta cerca de 50Ω a 266°F (130°C).

Osciloscopio

Se conecta los terminales del canal A y la masa del sensor IAT, con la llave de encendido en ON y la ayuda de un spray con solvente evaporante, aplique en pequeñas cantidades a la entrada del múltiple de Admisión. La amplitud de la señal debe incrementarse cuando el sensor IAT detecte el paso del solvente evaporante.

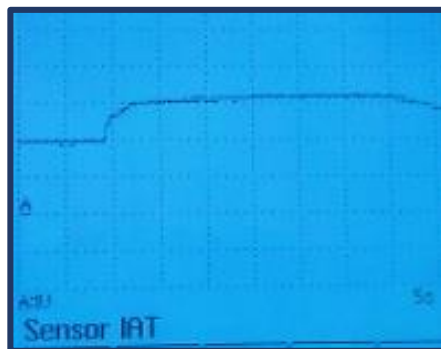


Figura 2.25: Onda de referencia sensor IAT. Fuente: Autores.

Scanner Automotriz.

Cuando el sensor IAT entra a modo de fallo, la PCM grava los siguientes códigos de fallo OBD II según la norma SAE, y las fallas presentadas son igual al del sensor MAF que presenta los mismos códigos de falla que son:

- P0110 ~P0114

2.5.8 Sensor KS (Knock Sensor)

El captador de picado es un sensor de tipo piezoeléctrico colocado sobre el bloque del motor y es capaz de informar que se ha producido una detonación en el interior del cilindro del motor mediante una señal de tensión a la ECU. (Sánchez, 2012) Con esta señal recibida la ECU realiza modificaciones en el encendido, adoptando una curva de avance inferior.



Figura 2.26: Sensor Knock Sensor. Fuente: (AUTOMOTRIZ, 2017).

Técnicas de comprobación del Sensor de Golpeteo KS

Multímetro

- Desconectar el conector eléctrico del sensor y seleccionar el multímetro en escalas de voltios (AC). Colocar el multímetro entre los terminales de señal y tierra del sensor. Con un pequeño objeto metálico golpee la carcasa del sensor. Cuando mayor sea la frecuencia de los golpes, mayor debe ser el voltaje (AC) indicado por el multímetro.
- En marcha mínima el voltaje (AC) debe ser cercano a 0 voltios, menor a 0,100 voltios AC. (Santander, 2013)
- Se verifica si hay continuidad en el circuito, con una punta del multímetro en pin Sensor Ground y la otra punta a masa de chasis.
- Conectar el ohmímetro entre el conector del sensor de picado y el conector de la unidad de control extraído. Su valor debe estar comprendido $<1 \Omega$ aproximadamente.
- Se procede a medir la resistencia entre el pin de la señal proveniente de la ECU y Tierra, debemos obtener un resultado de $5 M\Omega$ a una temperatura de 20 C.

Osciloscopio

1. Conectar las sondas de prueba de osciloscopio entre el terminal del módulo de control del motor del sensor de detonación y masa.
2. Se comprueba que el motor se encuentre en temperatura normal de funcionamiento, se procede a pisar el pedal de acelerador brevemente.
3. La forma de onda debe mostrar una señal de corriente alterna con un aumento de amplitud considerable, el voltaje pico y la frecuencia de la onda incrementará con la carga del motor y el aumento del rpm. En caso de no mostrar la señal de la onda se procede a golpear ligeramente cerca donde se encuentra ubicado el sensor, mientras más fuerte sea el golpe la amplitud será mayor. Si la señal en el osciloscopio no presenta ningún comportamiento se interpreta que existe un fallo del sensor o circuito correspondiente.

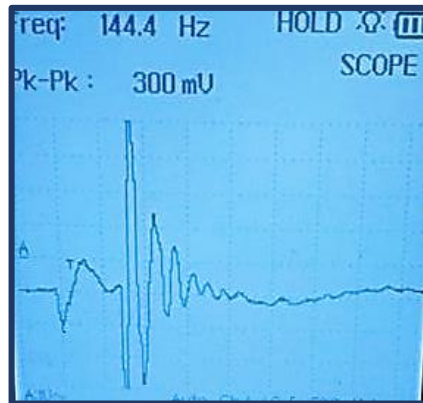


Figura 2.27: Señal del sensor de golpeteo KS. Fuente: Autores.

Scanner Automotriz

Cuando el sensor KS entra a modo de fallo, la PCM grava los siguientes códigos de fallo OBD II según la norma SAE, que pueden ser los siguientes:

- P0324 ~0334

Al presentarse este tipo de códigos es probablemente a una de las siguientes fallas tales como:

- Inexactitud de explosión en los cilindros.
- Circuito de sensor de detonación abierto.
- Respuesta lenta de operación en el circuito de sensor de detonación.

- La señal del sensor de detonación es baja, se encuentra fuera del rango.
- La señal del sensor de detonación es alta, se encuentra fuera del rango.

2.5.9 Sensor O2 (Sonda- λ)

Se encuentra localizado antes del catalizador, este sensor informa a la unidad de control ECU la concentración de oxígeno proveniente de la combustión. Permitiendo informar a la ECU realizar sus posibles correcciones en la mezcla de aire combustible.



Figura 2.28: Sensor de Oxígeno. Fuente: (DENSO AUTO PARTS, 2017).

Técnicas de comprobación del Sensor O2

Multímetro

Las técnicas que se realiza a un sensor de oxígeno de material de circonio son las siguientes:

- Cuando la relación aire-combustible es pobre $\lambda > 1$, la tensión de salida que se produce es baja de 100 mV.
- Si la relación es rica $\lambda < 1$, la tensión es elevada de 900 mV.
- El valor de tensión para $\lambda = 1$ es de 450 mV.

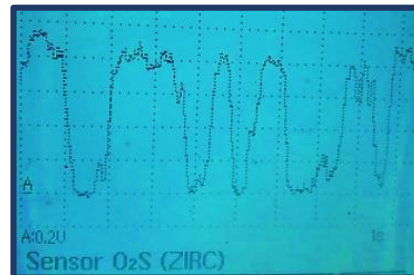


Figura 2.29: Onda de referencia del Sensor de O2S (ZIRC). Fuente: Autores.

Las técnicas que se realiza a un sensor de oxígeno de material de titanio son las siguientes:

- Cuando la relación aire-combustible es pobre $\lambda > 1$, la resistencia suele ser 1 y 1,5 K Ω este valor varía de acuerdo a la temperatura de los gases de salida de escape.
- Si la relación es rica $\lambda < 1$, el valor de la resistencia debe estar entre 3 - 6 M Ω .
- El valor obtenido es mayor a 30 Ω , el sensor lambda se encuentra en mal estado.

Osciloscopio

Cuando la mezcla es pobre, la cantidad de oxígeno en el escape es elevada y la tensión de la sonda lambda baja. Al ser esta tensión inferior a la de referencia, la salida del comparador hacia el microprocesador es de nivel alto (bit 1). (Sánchez, 2012).

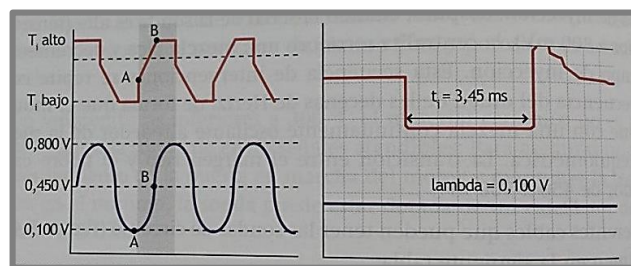


Figura 2.30: Señales de regulación Lambda en mezcla pobre. Fuente: (Sánchez, 2012).

Cuando la mezcla es rica la cantidad de oxígeno en el escape es reducida y la tensión de la sonda lambda alta. Al ser esta tensión superior a la de referencia, la salida del comparador hacia el microprocesador es de nivel bajo (bit 0). (Santander, 2013) Debido a esta ocasión el microprocesador disminuye el tiempo de inyección base.

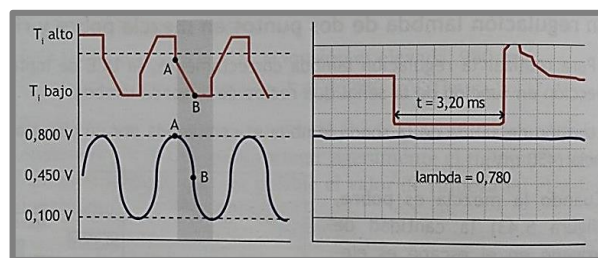


Figura 2.31: Señales de regulación Lambda en mezcla rica. Fuente: (Sánchez, 2012).

Scanner Automotriz

Cuando el sensor O2 entra a modo de fallo, la PCM grava los siguientes códigos de fallo OBD II según la norma SAE, que pueden ser los siguientes:

- P0130 ~P0147
- P0150 ~P0167

Al presentarse este tipo de códigos es probablemente a una de las siguientes fallas tales como:

- Voltaje bajo del sensor de O2 detectado por un determinado tiempo.
- Voltaje alto del sensor de O2 detectado por un determinado tiempo.
- Circuito del sensor de O2 se encuentra defectuoso.
- Elemento calefactor defectuoso.

2.5.10 Lámpara de Pruebas Lógica

Con la ayuda de la lámpara de pruebas se puede verificar la masa y alimentación de cada uno de los sensores que envían información a la unidad de control, a través del indicador luminoso. Esta técnica se puede verificar los contactos o cables que puedan estar interrumpidos entre el sensor y conector de la ECU. Esta comprobación se puede realizar a los siguientes sensores:

- CKP
- CMP
- TPS
- MAP
- MAF
- IAT
- ECT

2.5.11 Técnica de Diagnóstico por imágenes con software FADOS9F1

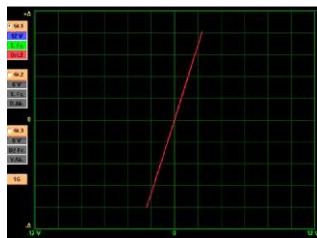
Todos los componentes eléctricos y electrónicos “sensores” pueden ser diagnosticados por el método diagnóstico de imágenes, a través del software que se encuentra en el mercado FADOS9F1 desarrollado por la empresa Prot Ar-Ge Endüstriyel Proje

Tasarım Teknolojik Ar-Ge Ltd. Sti. Fados es un dispositivo de análisis de Voltaje-Corriente basado en V-I.

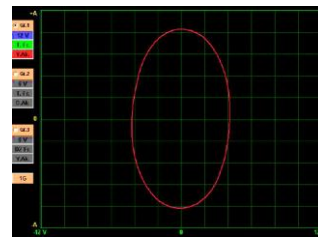
El software FADOS puede diagnosticar los siguientes Componentes Electrónicos que son los siguientes: Resistores, Condensadores, Diodos de Uso General, Zener y Diodos de Alta Tensión, Transistores (NPN, PNP, JFET, MOSFET), SCR, Circuitos Integrados y además se puede probar todos los componentes electrónicos en general.

Todos los componentes electrónicos se pueden probar partiendo de la información básica de los elementos principales de la electrónica que se detallan a continuación.

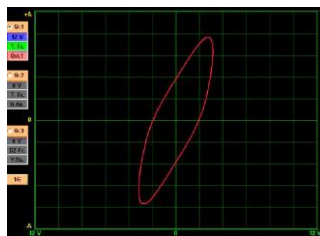
Curva V-I de la Resistencia



Curva V-I del Capacitor



Curva V-I del Inductor



Curva V-I del Diodo



Figura 2.32: Gráfico de las curvas características V-I de los principales componentes electrónicos. Fuente: (Pro T Ar-Ge, 2017).

En la figura 2.32 la curva V-I de la resistencia se indica en el eje de las “X”, la cantidad de tensión aplicada a la resistencia y en el eje de la “Y” la corriente inducida. El gráfico de resistencia se representa por una línea recta, y la pendiente de la recta varía de acuerdo al valor de ohm del Resistor analizada. El gráfico Resistor hace un ángulo de “0 - 90” desde la horizontal, un valor alto del Resistor el ángulo se aproximará a 0 grados.

Para la curva V-I del Condensador, la tensión es cero cuando la corriente es máxima y cuando la corriente es cero la tensión es máxima. Esto llega a producir una diferencia de fase entre la tensión y la corriente, debido a esto el elemento capacitor tienen a generar una gráfica circular o elíptica.

La grafica V-I del elemento inductor como muestra la figura 2.32 es similar a la gráfica de un Condensador elíptico o circular, donde el ancho de la elipse depende del valor del componente.

En la figura 2.32 la curva V-I del Diodo indica, si la tensión aplicada al diodo es menor que el voltaje umbral, el diodo no conduce y el gráfico se asemeja a un circuito abierto, y comienza a conducir y permitir el flujo de corriente sólo cuando el voltaje aplicado supera el valor umbral. El punto de conducción de la corriente se llama la “unión”, donde se genera un gráfico horizontal y verticalmente recto.

CAPÍTULO III

3 ANÁLISIS DE CURVAS GENERADA POR LA TÉCNICA DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES.

3.1.1 Introducción

En este capítulo se presenta el análisis en el plano XY, las curvas características de los principales componentes eléctricos y electrónicos que origina la técnica de diagnóstico por imágenes, mediante el uso de ecuaciones de corriente alterna.

Luego se plantea analizar combinaciones de componentes electrónicos típicos que se podrían encontrar en los sistemas eléctricos y electrónicos del motor de un vehículo cualesquiera.

Para efectuar el estudio de las curvas características del diagnóstico por imagen, se debe plantar su circuito (Ver figura 3.1), donde la fuente de alimentación es un generador de corriente alterna, el bloque Z es el elemento a testear, conectado en serie a una resistencia R1.

En el bloque Z se evalúa su voltaje, al mismo tiempo que en la resistencia R1 su intensidad.

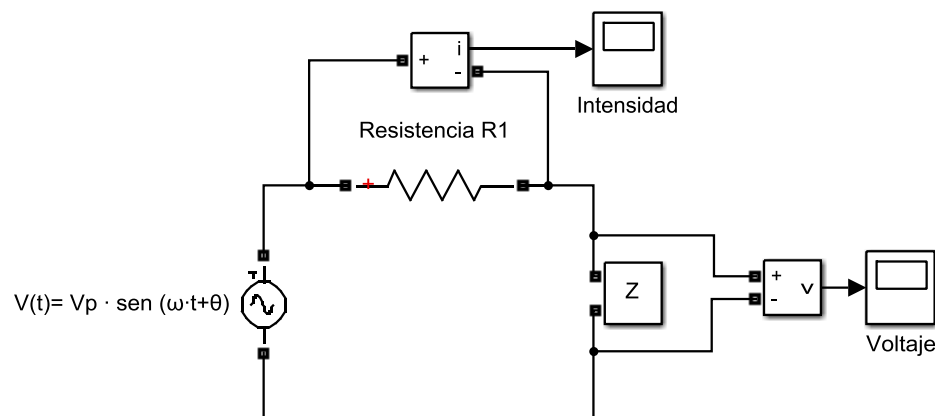


Figura 3.1: Circuito eléctrico para el diagnóstico por imagen.

El generador de corriente alterna del circuito de la figura 3.1, en un desfase de 0° , rige su comportamiento por la ecuación 3.1. Y su representación gráfica se muestra en la figura 3.2.

$$V(t) = V_p \cdot \text{sen}(\omega \cdot t) \quad (3.1)$$

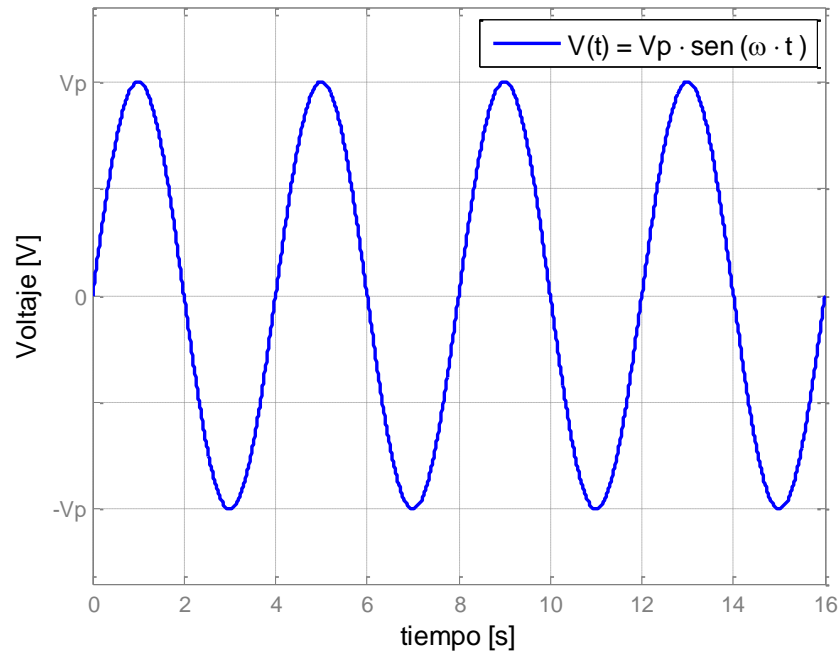


Figura 3.2: Voltaje de fuente de alimentación del circuito de la figura 3.1.

El mismo voltaje de la fuente de alimentación de la figura 3.1, transformado en dominio del fasor, se expresa de la siguiente manera (ecuación 3.2):

$$V(t) = (V_p \angle 0^\circ) \quad (3.2)$$

Por otra parte, para el elemento resistivo R1 de la figura 3.1, La impedancia se expresa de la siguiente manera (ecuación 3.3):

$$Z_{R1} = (R1 \angle 0^\circ) \quad (3.3)$$

“La impedancia: se mide en ohms y es una medida de cuanto “impedirá” el elemento el flujo de carga a través de la red” (Boylestad, 2003). En el apartado 3.1.2 se detalla más acerca de la impedancia de una resistencia.

3.1.2 Componentes eléctricos y electrónicos

En este apartado se plantea realizar un análisis de la generación de curvas para testeo de componentes eléctricos y electrónicos básicos, tales como son: resistencias, capacitores, inductores, diodos, diodos Zener.

Resistencias

El bloque Z de la figura 3.1 se reemplaza por el elemento a analizar, en este caso, una resistencia R (ver figura 3.3).

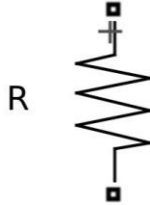


Figura 3.3: Resistencia R a analizar.

“Una resistencia, para todo propósito práctico, no es afectada por la frecuencia del voltaje o la corriente senoidales aplicados.” (Boylestad, 2003)

La impedancia del elemento a testear (ver figura 3.3) es la siguiente:

$$Z_R = (R \angle 0^\circ) \quad (3.4)$$

Al aplicar la segunda ley de Kirchhoff y la ley de ohm en el circuito planteado, se encuentra la intensidad total, la misma que será igual en la resistencia R1, por encontrarse en serie el circuito:

$$\sum_{k=1}^n \tilde{V}_k = 0$$

$$-(V_p \angle 0^\circ) + I_t \cdot (R \angle 0^\circ) + I_t \cdot (R1 \angle 0^\circ) = 0$$

$$I_t = \frac{V_p}{R1 + R} \angle 0^\circ$$

Para cálculo del voltaje en la resistencia R, se vuelve a utilizar la ley de Ohm.

$$V_R = I_T \cdot Z_R$$

$$V_R = \left(\frac{V_p}{R1 + R} \angle 0 \right) \cdot (R \angle 0^\circ)$$

$$V_R = \left(R \cdot \frac{V_p}{R1 + R} \angle 0^\circ \right)$$

Las ecuaciones 3.5 y 3.6, son la intensidad en la resistencia R1 y voltaje en resistencia R en el dominio del tiempo respectivamente. Las cuales no muestran un desfase en sus ondas senoidales. Si se representase estas dos ecuaciones en el plano XY, se genera una línea inclinada, típica de una resistencia (ver figura 3.4):

$$I_{R1}(t) = \frac{V_p}{R1 + R} \text{sen} (\omega \cdot t + 0^\circ) \quad (3.5)$$

$$v_R(t) = V_p \cdot \frac{R}{R1 + R} \text{sen} (\omega \cdot t + 0^\circ) \quad (3.6)$$

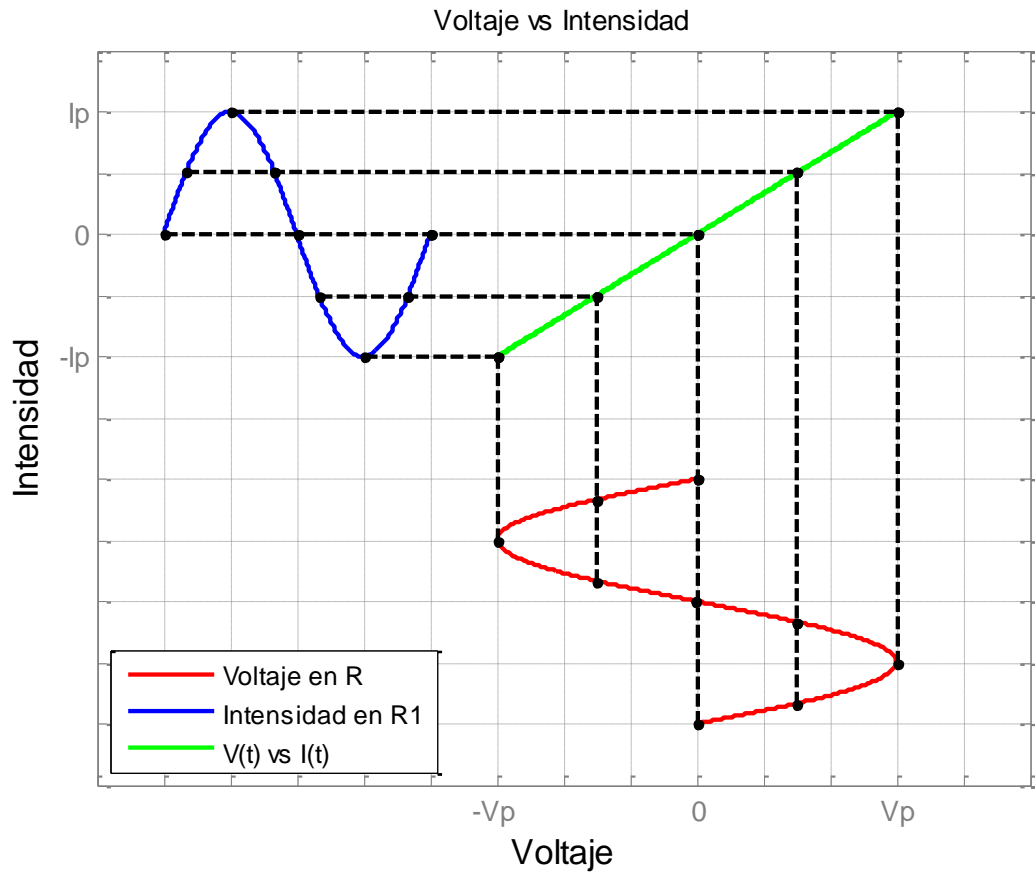


Figura 3.4: Curva característica de la resistencia R que genera la técnica de diagnóstico de imagen.

La pendiente de la línea generada es en función del valor óhmico de la resistencia a testear, como se muestra en la figura 3.5.

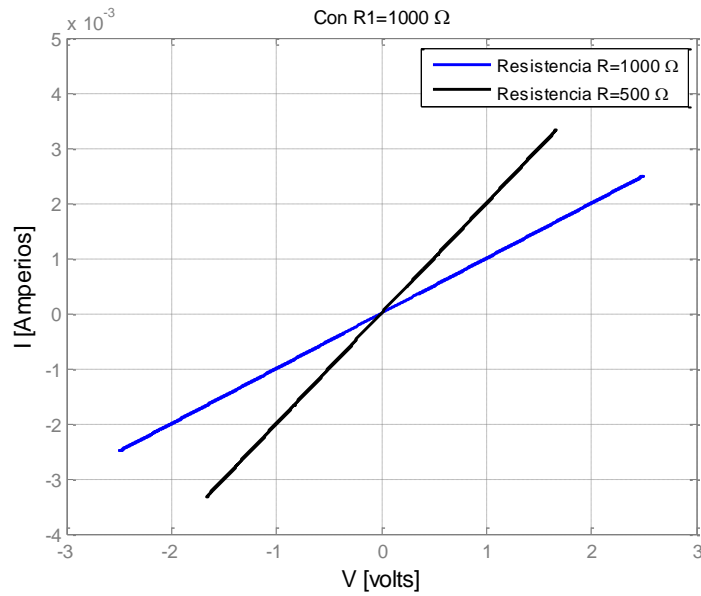


Figura 3.5: Pendiente de la recta de una resistencia respecto a su valor óhmico.

Capacitancia

El bloque Z de la figura 3.1 se reemplaza por una capacitancia C (ver figura 3.6), que es el elemento a analizar.

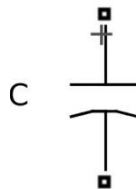


Figura 3.6: Capacitancia C a analizar.

En un capacitor, su voltaje y corriente esta relacionados mediante la ecuación siguiente:

$$i_c = C \frac{dv_c}{dt}$$

Al aplicar la diferenciación:

$$C \frac{dv_c}{dt} = C \cdot \frac{d}{dt} V_p \cdot \text{sen}(\omega \cdot t)$$

$$i_c = \omega \cdot C \cdot V_p \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

Dicho de otra manera, la ecuación anterior:

$$i_C = I_p \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + 90^\circ) \quad \rightarrow \quad I_p = \omega \cdot C \cdot V_p$$

Conclusión, el voltaje de un capacitor está retrasado por 90° con respecto a su intensidad. Lo cual indica que la impedancia del capacitor de la figura 3.6 se expresa como la ecuación 3.7:

$$Z_C = (X_C \angle -90^\circ) \quad \rightarrow \quad X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} \quad (3.7)$$

Al aplicar la segunda ley de Kirchhoff y la ley de ohm en el circuito planteado, se encuentra la intensidad total, la misma que será igual en la resistencia R1, por encontrarse en serie el circuito:

$$\sum_{k=1}^n \tilde{V}_k = 0$$

$$-(V_p \angle 0^\circ) + I_t \cdot (R1 \angle 0^\circ) + I_t \cdot (X_C \angle -90^\circ) = 0$$

$$I_t = \frac{V_p}{\sqrt{R1^2 + X_C^2}} \quad \angle \tan^{-1}\left(\frac{X_C}{R1}\right)$$

Para encontrar el voltaje en la capacitancia C se vuelve a usar la ley de ohm.

$$V_C = I_t \cdot Z_C$$

$$V_C = \left[V_p \cdot \frac{X_C}{\sqrt{R1^2 + X_C^2}} \angle \tan^{-1}\left(\frac{X_C}{R1}\right) - 90^\circ \right]$$

Las ecuaciones 3.8 y 3.9, son la intensidad en la resistencia R1 y voltaje en resistencia R en el dominio del tiempo, respectivamente. Las cuales muestran un desfase en sus ondas senoidales en 90° . Si se representase estas dos ecuaciones en el plano XY, se genera una circunferencia, típica de una capacitancia (ver figura 3.7):

$$I_{R1}(t) = \frac{V_p}{\sqrt{R1^2 + X_C^2}} \text{sen} \left(\omega \cdot t + \tan^{-1}\left(\frac{X_C}{R1}\right) \right) \quad (3.8)$$

$$v_C(t) = \frac{V_p \cdot X_C}{\sqrt{R_1^2 + X_C^2}} \operatorname{sen} \left[\omega \cdot t + \left(\tan^{-1} \left(\frac{X_C}{R_1} \right) - 90^\circ \right) \right] \quad (3.9)$$

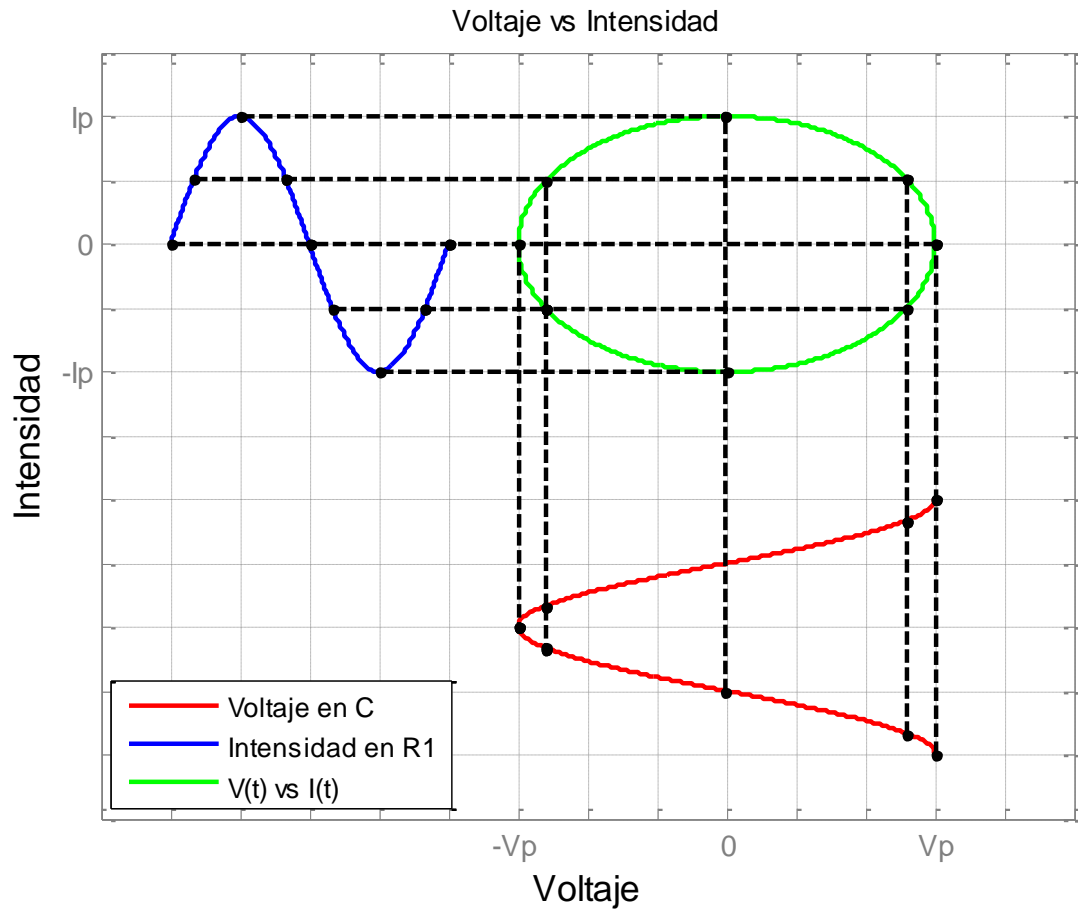


Figura 3.7: Curva característica de una capacitancia que genera el diagnóstico por imagen.

La forma circular generada es en función del valor farádico de la capacitancia a testear. En la figura 3.8 se realiza un ejemplo:

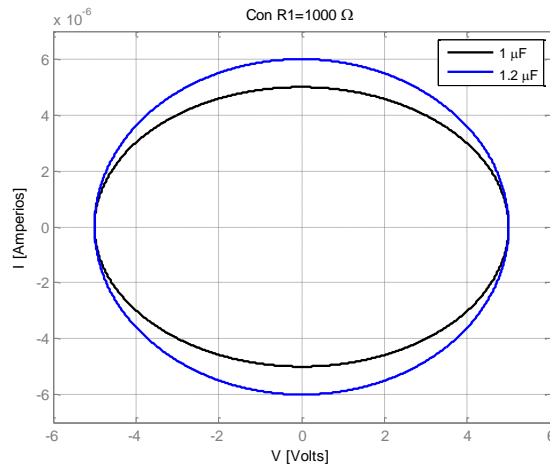


Figura 3.8: Comportamiento de la curva de la capacitancia de acuerdo a su valor farádico.

Inductancia

El bloque Z de la figura 3.1 se reemplaza por un inductor L (ver figura 3.9), que es el elemento a analizar.

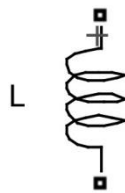


Figura 3.9: Inductor L a analizar.

En un inductor, su voltaje y corriente esta relacionados mediante la ecuación siguiente:

$$v_L = L \frac{di_L}{dt}$$

Al aplicar la diferenciación:

$$L \frac{di_L}{dt} = L \frac{d}{dt} I_p \text{sen}(\omega \cdot t)$$

$$v_L = L \cdot \omega \cdot I_p \cos(\omega \cdot t)$$

Dicho de otra manera, la ecuación anterior:

$$v_L = V_p \cdot \text{sen} (\omega \cdot t + 90^\circ) \quad \rightarrow \quad V_m = L \cdot \omega \cdot I_p \quad (3.10)$$

En conclusiones, el voltaje en un inductor está adelantando con su intensidad por 90° . Ahora la curva que se generara mediante diagnóstico por imágenes es similar a la de un capacitor, pues ahora el desfase entre su voltaje y corriente es contrario únicamente.

Diodo

El bloque Z de la figura 3.1 se reemplaza por un diodo D (ver figura 3.10), que es el elemento a analizar.

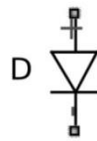


Figura 3.10: Diodo D a analizar.

El diodo únicamente impide el paso de corriente en sentido contrario, para este estudio se usara la siguiente aproximación: “La exponencial se aproxima a una vertical y a una horizontal que pasan por 0,7 V (este valor es el valor de la tensión umbral para el silicio, porque se supone que el diodo es de silicio, si fuera de germanio se tomaría el valor de 0,2 V)” (Olea, 2001).(ver figura 3.11)

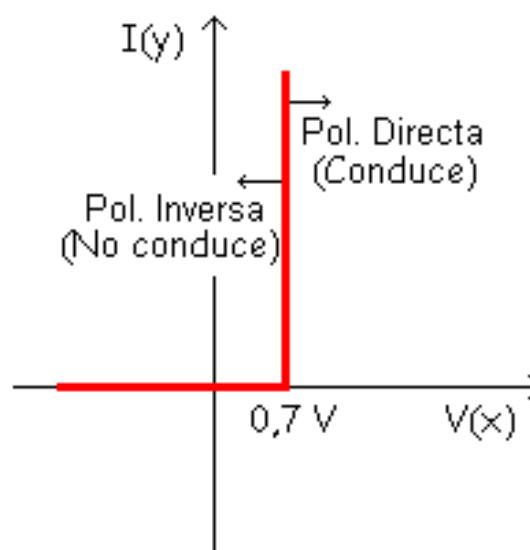


Figura 3.11: Aproximación del diodo usado para estudio de este caso. Fuente: (Olea, 2001).

Al aplicar la segunda ley de Kirchhoff y la ley de ohm en el circuito planteado, se encuentra la intensidad pico en corriente positiva, pues en sentido contrario el diodo D no transmite corriente ($I=0$):

$$\sum_{k=1}^n V_k = 0$$

$$-V_T + I_t \cdot R + V_D = 0$$

$$I_t = \frac{V_T - V_D}{R}$$

El Voltaje en el diodo D cuando la corriente es positiva se considera como un interruptor cerrado y su voltaje máximo es su caída de voltaje del diodo V_D . El voltaje en el diodo D en corriente negativa se considera un interruptor abierto y el voltaje es el mismo de la fuente.

Al representar las dos curvas de corriente en la resistencia R1 y voltaje en el diodo D se grafica la curva típica de un diodo que genera el diagnóstico por imagen (ver figura 3.12).

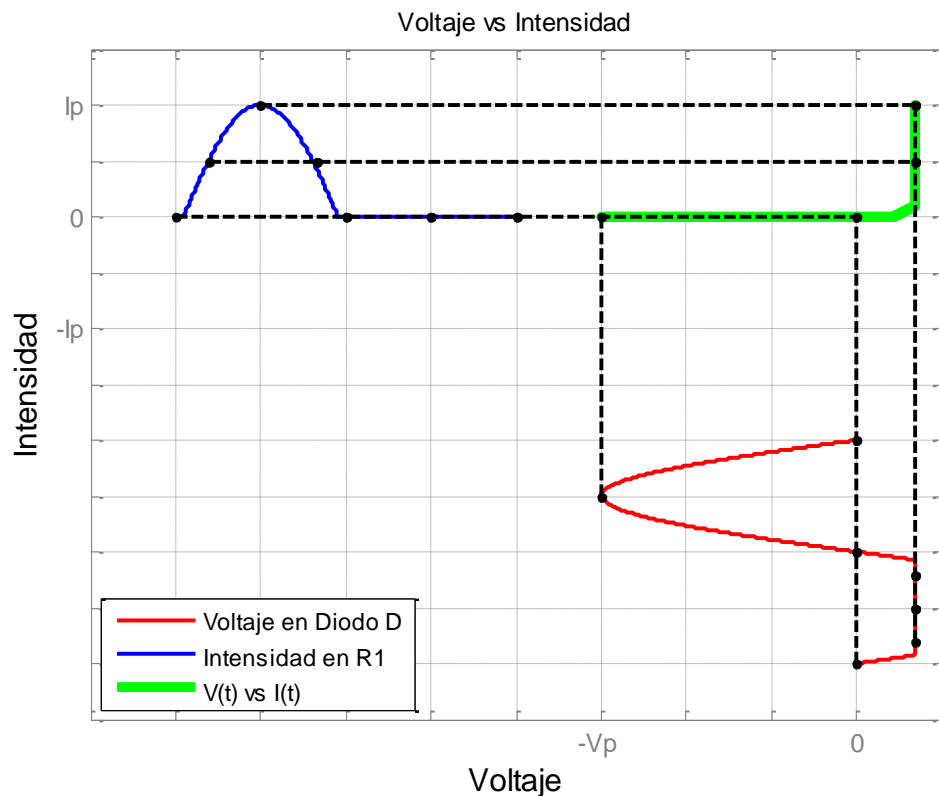


Figura 3.12: Curva del diodo generado por el diagnóstico por imagen.

Diodo Zener

El comportamiento del diodo Zener es idéntico al diodo normal, con la diferencia que posee un voltaje de ruptura inversa, lo que lleva a generar una curva como muestra en la figura 3.13:

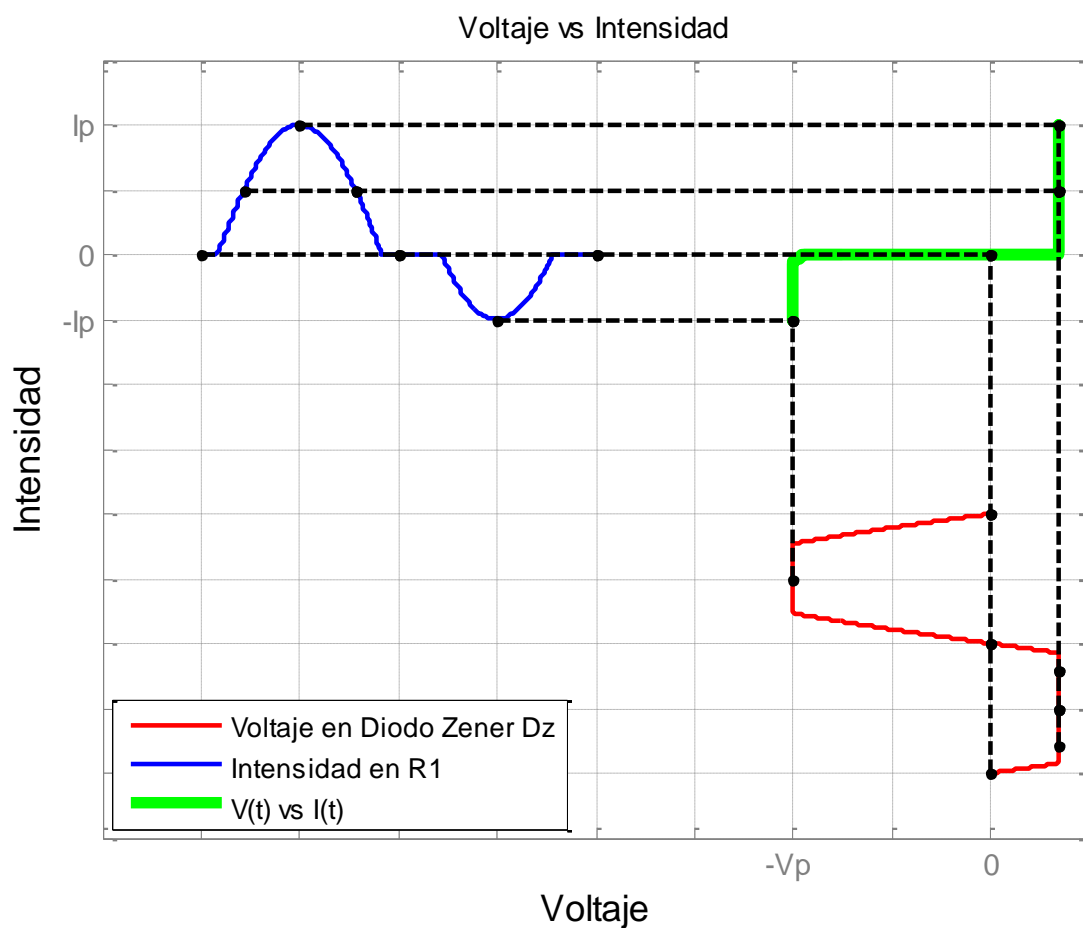


Figura 3.13: Curva del diodo Zener generado por el diagnóstico por imagen.

3.1.3 Combinaciones típicas de componentes eléctricos y electrónicos

Resistencia-Capacitancia en Paralelo

El bloque Z de la figura 3.1 se reemplaza por una resistencia R y capacitancia C en paralelo (ver figura 3.14), que es el elemento a analizar.

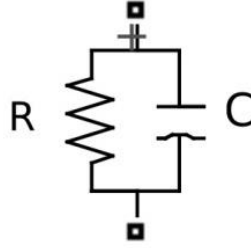


Figura 3.14: Circuito RC en paralelo a analizar.

Al aplicar la segunda ley de Kirchhoff y la ley de ohm en el circuito planteado, se encuentra la intensidad total, la misma que será igual en la resistencia R1, por encontrarse en serie el circuito:

$$\sum_{k=1}^n \tilde{V}_k = 0$$

$$-(V_p \angle 0^\circ) + I_t \cdot (R_1 \angle 0^\circ) + I_t \cdot \frac{(X_C \angle -90^\circ) \cdot (R \angle 0^\circ)}{(X_C \angle -90^\circ) + (R \angle 0^\circ)} = 0$$

$$I_t = V_p \cdot \sqrt{\frac{R^2 + X_C^2}{X_C^2 (R_1 + R)^2 + (R_1 \cdot R)^2}} \angle \tan^{-1} \left(\frac{R_1 \cdot X_C + X_C \cdot R}{R_1 \cdot R} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{X_C}{R} \right)$$

Para encontrar el voltaje en circuito RC en paralelo, se vuelve a usar la ley de ohm.

$$V_{RC} = I_t \cdot Z_{RC}$$

$$V_{RC} = V_p \cdot \frac{X_C \cdot R}{\sqrt{X_C^2 (R_1 + R)^2 + (R_1 \cdot R)^2}} \angle \tan^{-1} \left(\frac{R_1 \cdot X_C + X_C \cdot R}{R_1 \cdot R} \right) - 90^\circ$$

Las ecuaciones 3.11 y 3.12, son la intensidad en la resistencia R1 y voltaje en RC paralelo en función del tiempo respectivamente. Las cuales muestran un desfase ($\theta = \tan^{-1} \left(\frac{X_C}{R_1} \right) - 90$) en sus ondas senoidales. Si se representase estas dos ecuaciones en el plano XY, se genera una curva elíptica inclinada (ver figura 3.15):

$$I_{R1}(t) = V_p \cdot \sqrt{\frac{R^2 + X_C^2}{X_C^2 (R_1 + R)^2 + (R_1 \cdot R)^2}} \dots \quad (3.11)$$

$$\dots \times \text{sen} \left(\omega \cdot t + \tan^{-1} \left(\frac{R_1 \cdot X_C + X_C \cdot R}{R_1 \cdot R} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{X_C}{R} \right) \right)$$

$$v_{RC}(t) = V_p \cdot \frac{X_C \cdot R}{\sqrt{X_C^2 (R_1 + R)^2 + (R_1 \cdot R)^2}} \dots$$

$$\dots \times \text{sen} \left[\omega \cdot t + \tan^{-1} \left(\frac{R_1 \cdot X_C + X_C \cdot R}{R_1 \cdot R} \right) - 90^\circ \right] \quad (3.12)$$

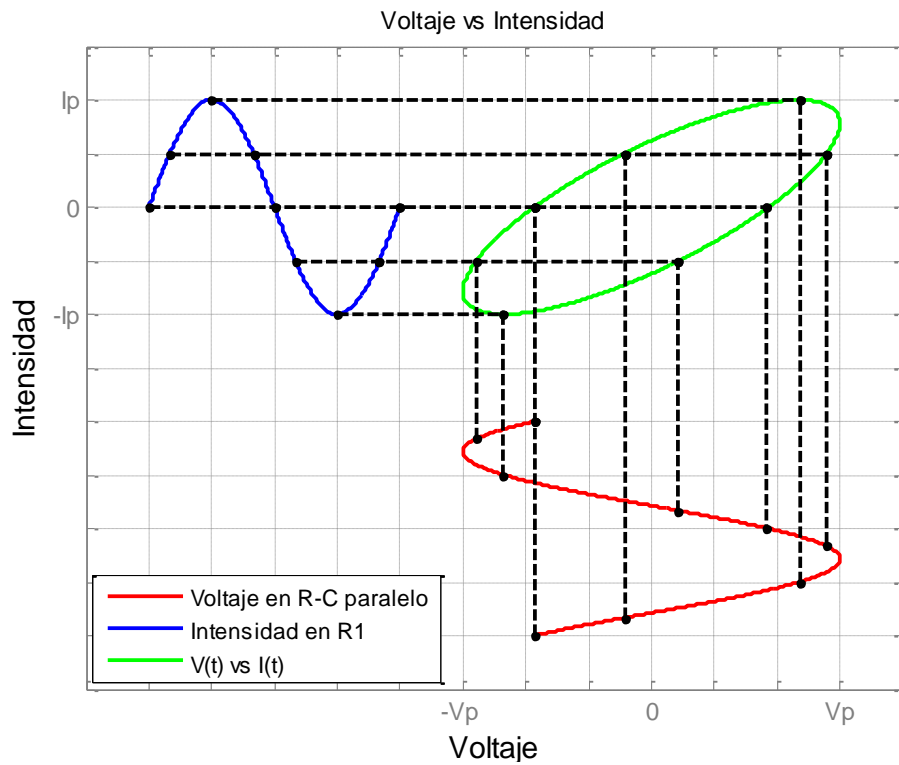


Figura 3.15: Curva de un circuito RC paralelo generado por el diagnóstico por imagen.

Resistencia-Diodo en serie

El bloque Z de la figura 3.1 se reemplaza por un diodo D y resistencia R en serie (ver figura 3.16), que es el elemento a analizar.

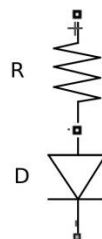


Figura 3.16: Resistencia y diodo R-D en serie a analizar.

Al aplicar la segunda ley de Kirchhoff y la ley de ohm en el circuito planteado, se encuentra la intensidad pico en corriente positiva, puesto que en sentido contrario el diodo no transmite corriente ($I=0$):

$$\sum_{k=1}^n V_k = 0$$

$$-V_T + I_t \cdot R_1 + (V_D + I_t \cdot R) = 0$$

$$I_t = \frac{V_T - V_D}{R_1 + R}$$

El Voltaje en el diodo cuando la corriente es positiva se considera como un interruptor cerrado y su voltaje máximo es:

$$V_{RD} = R \cdot I_T + 0,7$$

El voltaje en el diodo en corriente negativa se considera un interruptor abierto y el voltaje es el mismo de la fuente.

Al representar las curvas de corriente en la resistencia R1 y voltaje en D-R en serie, se genera una curva parecida al del diodo, pero con inclinación, como se muestra en la figura 3.17.

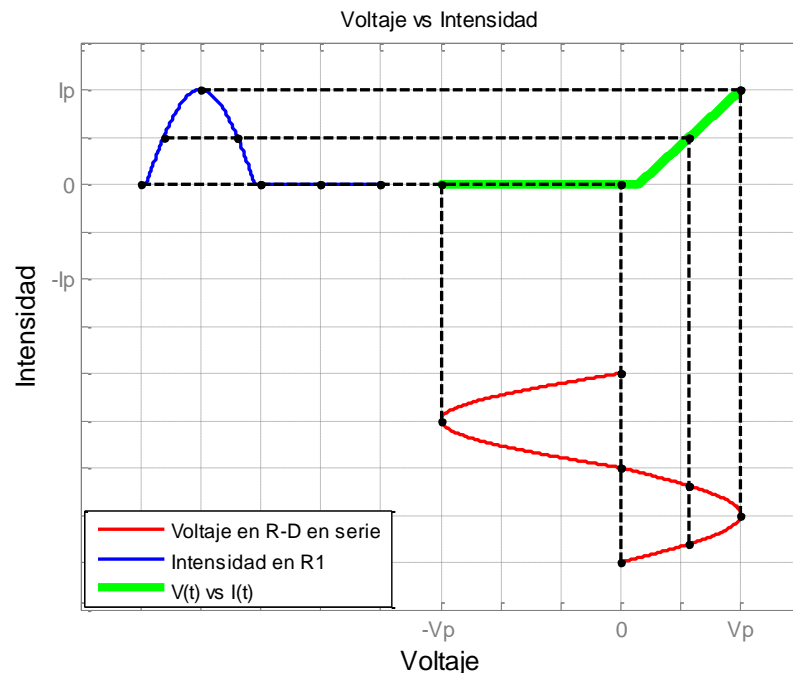


Figura 3.17: Curva de un circuito resistencia-diodo en serie generado por el diagnóstico por imagen.

Resistencia-Diodo-Diodo Zener en serie

El bloque Z de la figura 3.1 se reemplaza por un diodo D un diodo Zener Dz y una resistencia R en serie (ver figura 3.18), que es el elemento a analizar.

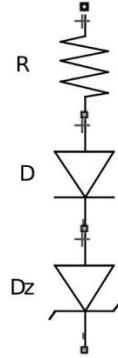


Figura 3.18: Resistencia-diodo-diodo Zener en serie a analizar.

Al aplicar la segunda ley de Kirchhoff y la ley de ohm en el circuito planteado, se encuentra la intensidad pico en corriente positiva, puesto que en sentido contrario el diodo no transmite corriente ($I=0$):

$$\sum_{k=1}^n V_k = 0$$

$$V_T = I_T \cdot R_1 + (V_D + V_{DZ} + I_T \cdot R)$$

$$I_T = \frac{V_T - (V_D + V_{DZ})}{R_1 + R}$$

El Voltaje en la resistencia-diodo-diodo Zener en serie, cuando la corriente es positiva se considera como un interruptor cerrado y su voltaje máximo es:

$$V_{RD} = R \cdot I_T + V_D + V_{DZ}$$

El voltaje en el diodo en corriente negativa se considera un interruptor abierto y el voltaje es el mismo de la fuente.

Al sumar las dos curvas de corriente en la resistencia R1 y voltaje en D se genera una curva como la indicada a continuación (figura 3.19).

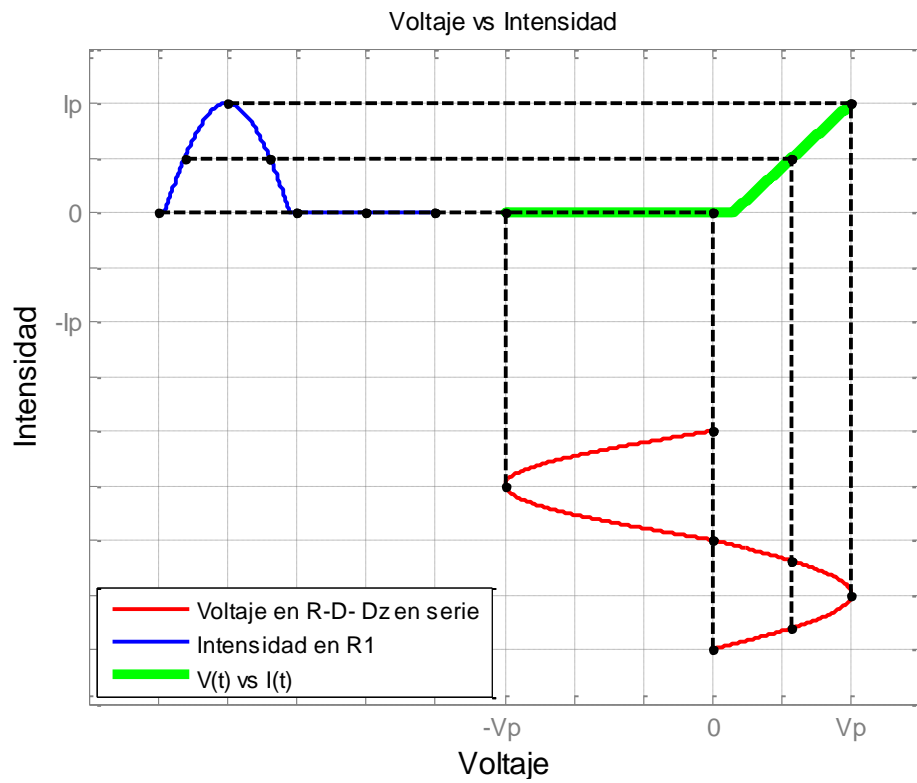


Figura 3.19: Curva de un circuito resistencia-diodo-diodo Zener en serie generado por el diagnóstico por imagen.

CAPITULO IV

4 ELABORACIÓN DEL SOFTWARE DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES.

4.1 Introducción

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) fue creado por la empresa National Instruments que comenzó en 1976 en Austin Texas (José Rafael Lajara Vizcaíno, 2007), fundada por el empresario James Truchard, productor discográfico Bill Nowlin y el licenciado Jeff Kodosky. LabVIEW se empezó a usar en equipos MAC por primera vez en 1986. (Paletos de la Electronica, 2017) En esta última generación la plataforma puede ser ejecuta en diferentes hardware o software que se encuentra en el mercado en la actualidad.

La plataforma de desarrollo LabVIEW maneja una programación grafica tipo G, utilizado para el control de diferentes componentes de la industria en el campo de la electrónica y mecatrónica, donde su programación se realiza en el diagrama de bloques con la finalidad de crear un instrumento virtual.

4.2 Software LabVIEW

El software de ingeniería LabVIEW maneja una codificación de alta prestación de tipo grafico o comúnmente conocida como programación tipo G para el control, análisis y presentación de datos en aplicaciones para el control del instrumento virtual. A diferencia de otros softwares de programación LabVIEW utiliza una programación de flujo de datos donde determina el orden de ejecución del programa y no utiliza un lenguaje de programación de texto.



Figura 4.1: Logo de LabVIEW.

4.2.1 Instrumento Virtual VI

La programación que el usuario realiza en LabVIEW se conoce como un instrumento virtual o VIs por sus siglas en inglés, por la razón que simula a instrumentos de la industria como ejemplo a un osciloscopio, multímetro, termómetro, vaciado de un tanque, controlador robótico, etc. Para cada función colocada en el VIs interactúe con el usuario se hace uso de tarjetas de adquisición de datos, tarjetas DSP, interfaces de comunicación USB, Bluetooth, GPIB, PXI, TCP/IP, UDP, etc.

Panel frontal (Front panel)

Sirve como interfaz del usuario, donde se puede controlar o manipular el programa cuando se ejecuta. A demás cuenta con controles que son las entradas representado por botones, donde el usuario puede cambiar datos. Los indicadores son representados por graficas que indican valores de salida del programa.

La paleta de controles se puede mostrar haciendo clic derecho sobre un área desocupada del Panel Frontal.

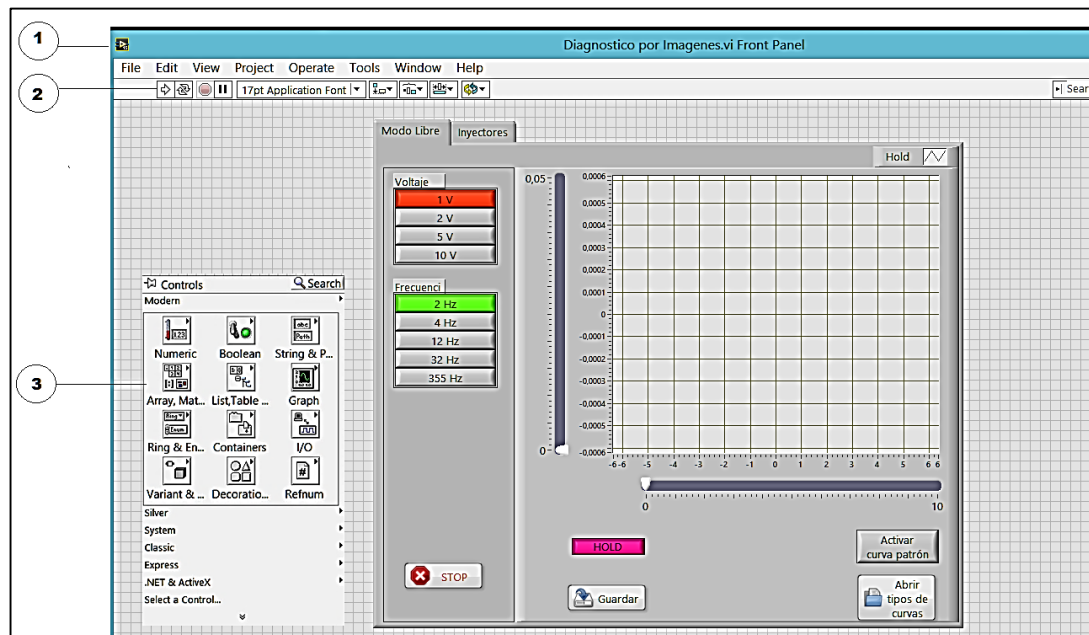


Figura 4.2: Componentes del panel Frontal (Front panel). (1) Ventana del Panel Frontal. (2) Barra de Herramientas. (3) Paleta de Controles

Diagrama de bloques (Block Diagram)

Contiene el código que ejecuta el software, donde el usuario puede observar la programación de forma representativa tipo G y analizar cómo se relaciona el cableado entre sí de cada componente del panel frontal. El lenguaje gráfico se genera en el diagrama de bloques instantáneamente una vez colocado los controles e indicadores en el panel frontal, para que posteriormente sean cableados según la programación que se vaya a ejecutar y los datos puedan fluir.

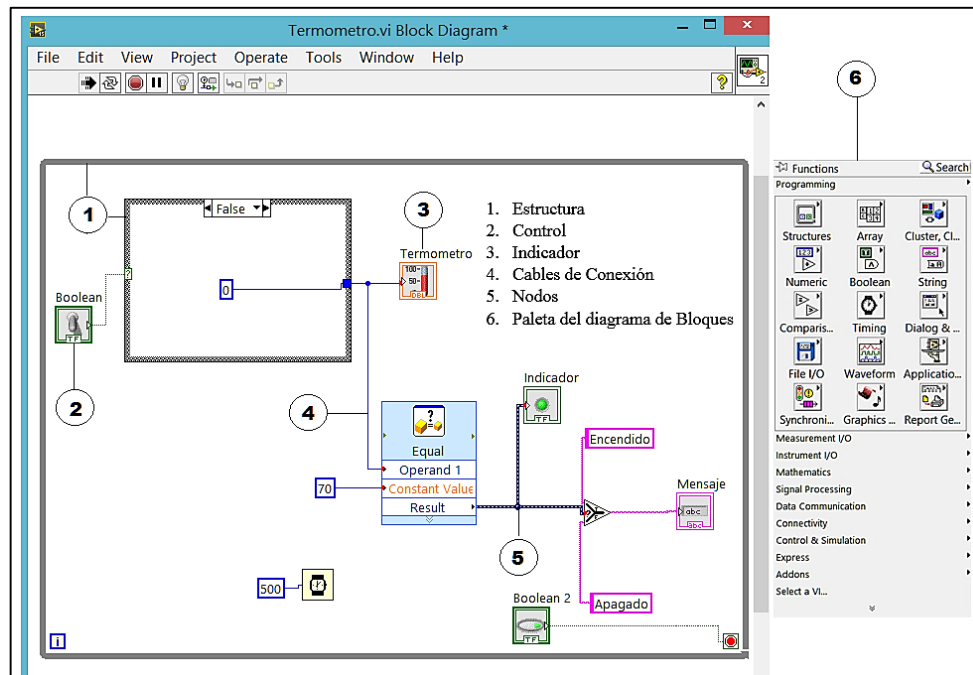


Figura 4.3: Componentes del Diagrama de Bloque (Block Diagram).

Panel de iconos y conectores (Icon/Connector):

La Finalidad de este panel es de poder colocar un VIs dentro de otro VIs esta acción se conoce como sub VI, que indica a un subprograma para relacionar y ejecutar una tarea de programación principal a la que forma parte el VIs.

4.2.2 Estructuras en LabVIEW

Las estructuras son capaces de controlar la ejecución del VI a través de colocar una programación gráfica tipo G al interior del bucle que se ejecuta, las estructuras más comunes son: Bucle While, Bucle For y Estructura CASE. Las mismas se entran en el “Diagrama de Bloques, paleta de funciones y la opción paleta Structures”.

- **Bucle While:** esta estructura nos permite repetir una sección de códigos has que se cumpla una condición determinada, y se utiliza cuando se desconoce el número de veces que tiene que ejecutar un subdiagrama. Este ciclo While se ejecuta cuando recibe un valor verdadero o “True”, o deja de ejecutar cuando recibe un valor Falso o “False”.
- **Bucle For:** esta estructura ejecutara una sección de códigos en determinado número de veces, esta estructura se utiliza cuando se sabe el número de veces que tiene que ejecutar un subdiagrama y sus iteraciones empezara desde 0,1,2,3, n veces y terminara en el valor que inicia “cero”.
- **Estructura CASE:** esta estructura se ejecuta para un diagrama o un subdiagrama, donde el usuario puede tomar dos opciones que dependen de una condición como es el “booleano” que permite seleccionar un valor verdadero o falso, o la “enumerativa” que permite elegir varias alternativas según el selector.

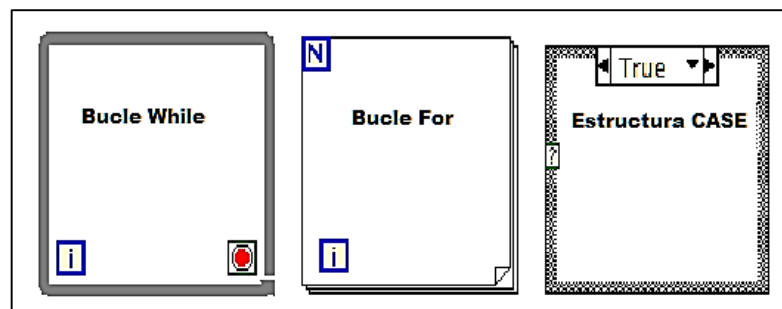


Figura 4.4: Forma del Icono de las Estructuras más principales.

4.2.3 Paletas herramientas

Esta paleta tiene la finalidad de ayudar a editar o modificar la programación en el diagrama de bloque, u operar sobre los controles e indicadores del panel frontal. Esta paleta dispone del selector automático de herramientas, su propósito es a la hora de desplazar el cursor del mouse por cada elemento que contiene el VI se seleccione de manera automática la herramienta a usar. Para mostrar la paleta de herramientas opción *SHIF* + *Clic derecho* o ventana principal “*View >> Tools Palette*”. Esta herramienta se encuentra disponible en el panel Frontal y Diagrama de Bloques.

4.2.4 Barra de herramientas de la ventana del Diagrama de Bloques y Panel Frontal

Estas barras nos sirven para realizar algunas funciones a nuestro instrumento virtual, como por ejemplo ejecutar el VI, alinear los iconos, buscar Ayuda, indicar cómo se comporta VI, configuración del tipo y tamaño de letra, parar nuestro VI, entre otros, etc.

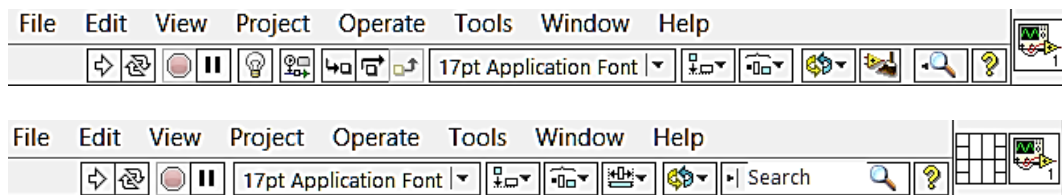









Figura 4.6: Barra de Herramientas de la ventana Del Diagrama de Bloque y Panel Frontal respectivamente.

A continuación, se indica la función de cada herramienta indicada en la Ventana del Diagrama de Bloques a la hora de ejecutar el VI. Para la ventana del Panel Frontal son las mismas herramientas a excepción de los botones de ejecución resaltada, retención de los valores y el de funciones paso.

Tabla 4-2. Funciones de las herramientas del Bloque de Herramientas.

Herramienta	Función
	Botón de ejecución del VI.
	Botón de ejecución continua del VI.
	Botón de Pausa.
	Botón de ejecución resaltada donde fluyen los datos.
	Botón que aborta la ejecución del VI.
	Retiene los valores de ejecución en los cables.
	Botones de funciones de Paso.

4.2.5 Creación de Programas VI

Al crear controles e indicadores en el Panel Frontal se crea automáticamente botones tipo G en el Diagrama de Bloques, para después ser conectados por cables según el flujo de programación que el usuario crea, esta programación se encuentra formada por los siguientes componentes:

- Controles: sirven de entrada de datos ingresados por el usuario.
- Funciones, Vis y estructuras: realiza una o varias operaciones con los datos ingresados por el usuario.
- Indicadores: son de salida para la visualización de datos en el panel frontal.

Para que la programación se ejecute dentro del VI se debe unir los elementos mediante cables, la conexión se realiza con la herramienta “*Connect Wire*”. Un cable tendrá una única fuente (control, constante o salida a otro elemento) y uno o varios destinos (indicador o entradas de otros elementos) de tipos compatibles. (José Rafael Lajara Vizcaíno, 2007) Una regla para realizar la conexión de cables es respetar la igualdad de colores de los mismos.

4.3 Proceso de diseño del software de diagnóstico por imagen.

4.3.1 Diseño de algoritmo

El uso del software para el diagnóstico por imagen, se debe basar en una interfaz amigable con el usuario, el cual debe tener como objetivo principal determinar si un “elemento” eléctrico o electrónico se encuentra en correcto estado, mediante la comparación de curvas patrones, que el mismo usuario deberá ir generando su aumento dependiendo la necesidad. El algoritmo necesario se indica a continuación:

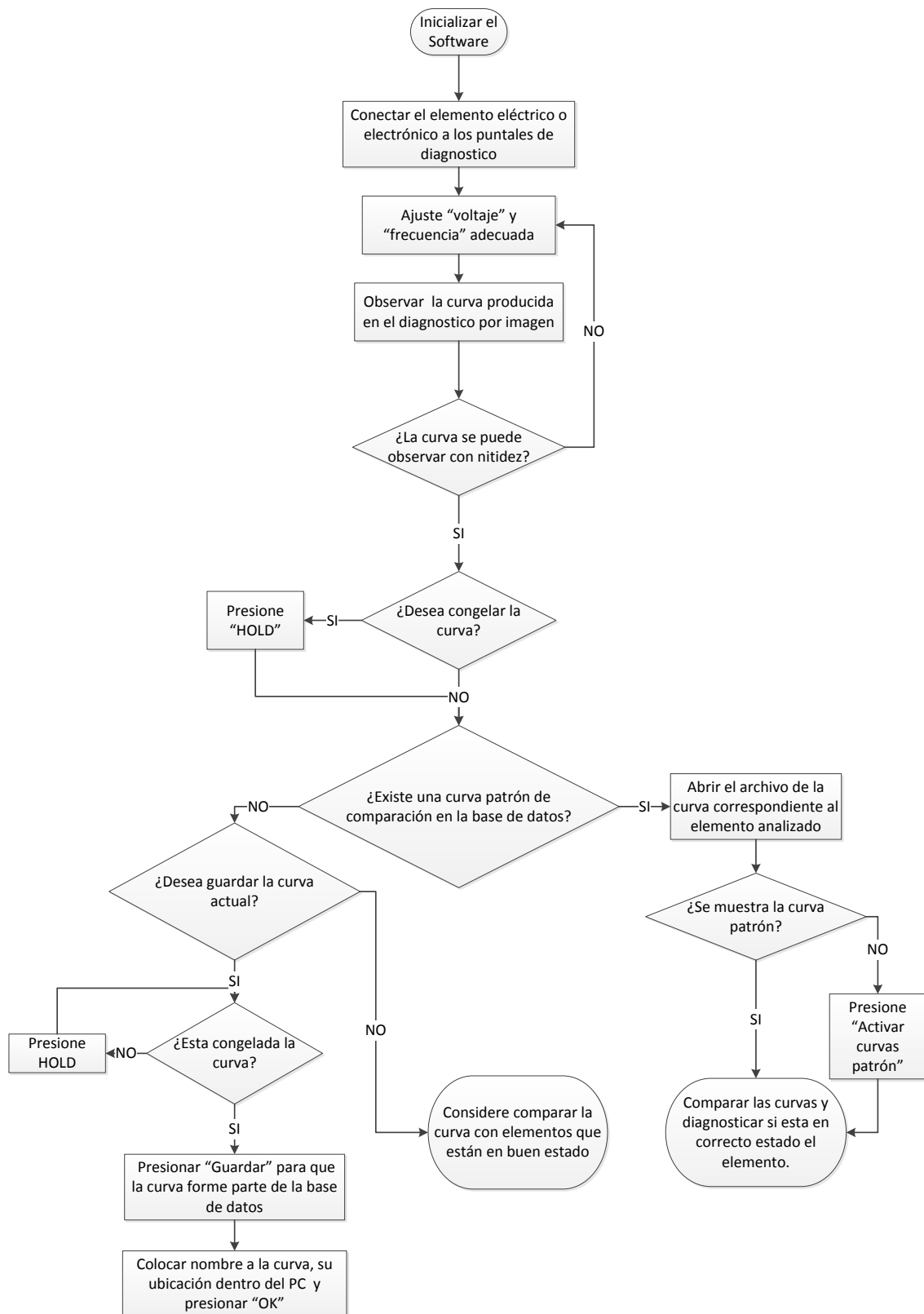


Figura 4.7: Diagrama de flujo del algoritmo.

4.3.2 Tarjeta NI-myDAQ

Para la adquisición de datos se usó la tarjeta My-DAQ de National Instruments que posee entradas y salidas analógicas que permiten la lectura de ondas senoidales en la resistencia R1 y en el elemento a testear. En la figura 4.8 se observa el diagrama de conexión con sus respectivos pines.

Se planea enviar la señal sinodal al circuito mediante la salida analógica A01 con su respectiva tierra GND.

En la resistencia R1 se mide su voltaje con las entradas analógicas AI0+ y AI0-, y en AI1+ y AI1- se mide el voltaje del elemento a testear.

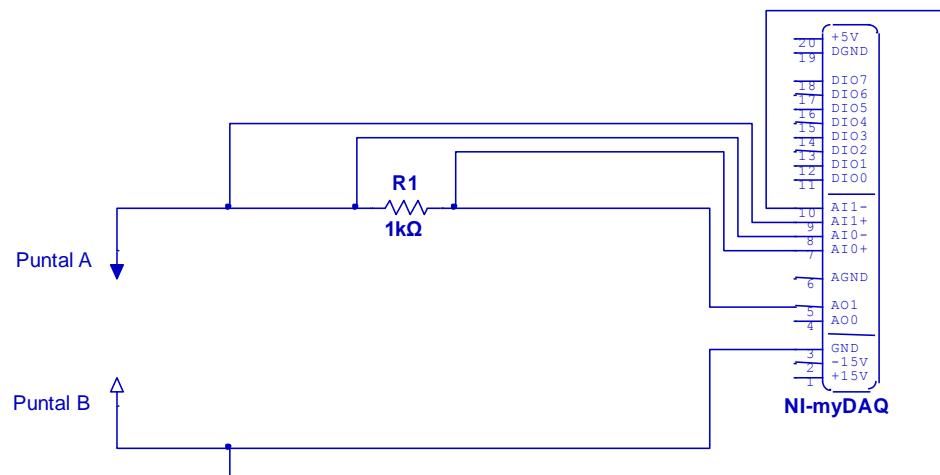


Figura 4.8: Conexión de circuito de diagnóstico por imagen a la tarjeta NI-myDAQ planteado.

4.3.3 Ventana del Software

En la ventana del software diseñado permite trazar curvas producto del diagnóstico por imagen, además posee opciones para guardar estas curvas, que a futuro pueden ser usadas para comparar elemento eléctrico o electrónico y determinar su buen estado.

La ventana de trabajo del software (ver figura 4.9) considera opciones que permiten al usuario tener un fácil diagnóstico por imagen, las partes que constituyen el software están descritas a continuación:

- **Selección de voltaje:** únicamente se encuentra activado en modo libre, y permite modificar el voltaje pico de la señal sinusoidal que envía la tarjeta NI-myDAQ al elemento en análisis.

- **Selección de frecuencia:** únicamente se encuentra activado en modo libre, y permite modificar la frecuencia de la señal sinusoidal que envía la tarjeta NI-myDAQ al elemento en análisis.
- **Stop:** se usa para que el software finalice su proceso de trabajo.
- **Hold:** congela la curva que en ese instante se encuentra en la ventana gráfica.
- **Guardar:** esta opción únicamente se encuentra activada cuando se ha presionado “HOLD”, y se usa para guardar curvas que a futuro sirva como comparación entre un elemento bueno y uno en mal estado.
- **Abrir tipos de curvas:** esta opción permite abrir curvas patronadas con anterioridad., con la finalidad de compararlas.
- **Activar curvas patrón:** visualiza la curva o también la oculta, esta opción trabaja conjuntamente con las curvas que se han abierto con anterioridad con la opción “Abrir curvas patrón”.
- **Ventana gráfica:** aquí se muestra la curva, fruto del resultado del diagnóstico por imagen del elemento analizado.

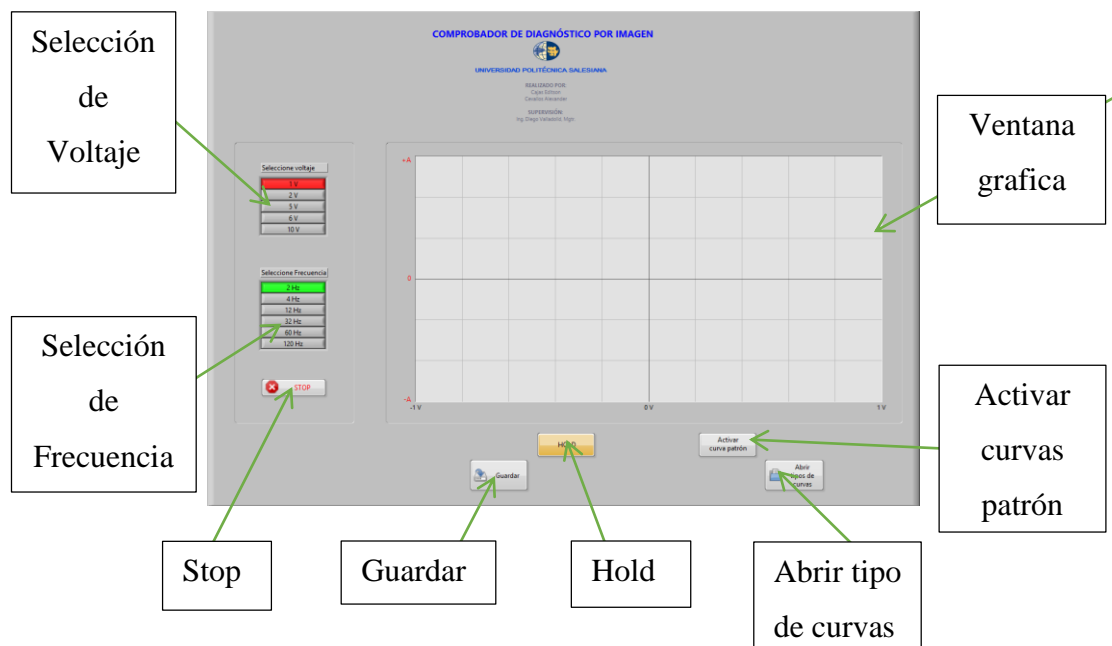


Figura 4.9: Partes de la ventana de trabajo del software.

4.3.4 Programación G del software:

La programación total del software se puede apreciar en la figura 4.10, para describirla se la separa de acuerdo a las funciones principales que realiza, tales como:

1. Envío de voltaje senoidal al circuito
2. Recepción de voltajes senoidales
3. Congelamiento de curvas
4. guardado de curvas
5. Abrir curvas guardadas
6. Visualización de resultado

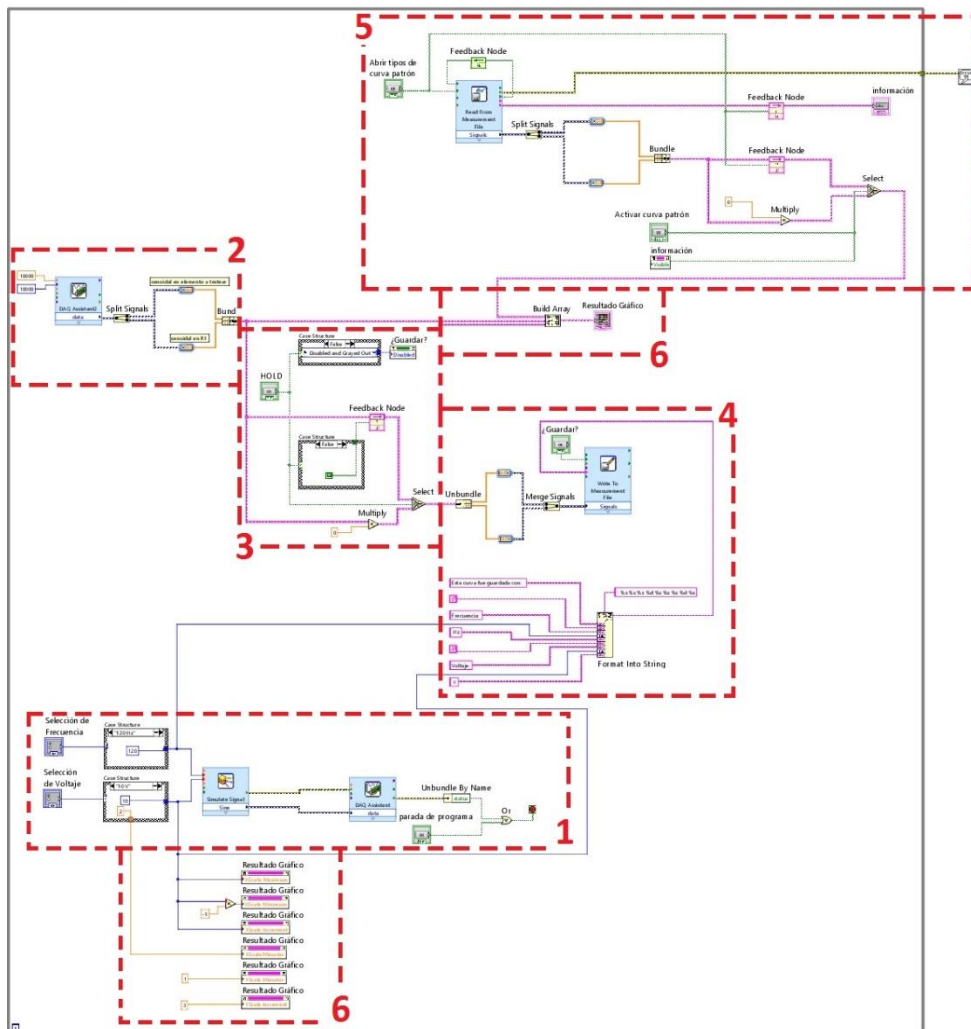


Figura 4.10: Programación G del software en Labview.

Envío de voltaje senoidal al circuito

El diagnóstico por imagen necesita enviar una onda senoidal al circuito de la figura 3.1 para poder simular el generador de corriente alterna, para ello, con el Express “DAQ Assistant” y el simulador de señales “Simulate Signal”, se permite realizar el envío de la onda sinodal al circuito mediante la salida analógica A01 y GND de la tarjeta NI-myDAQ.

Toda la programación debe ser incluida dentro de una estructura “While Loop” que permita que el software se siga ejecutando el tiempo deseado hasta que el usuario mediante el booleano “parada de programa” finalice la ejecución, o “or” en su defecto hasta que exista un error en el envío de la señal senoidal al circuito “Unbundle By Name” (Ver figura 4.11).

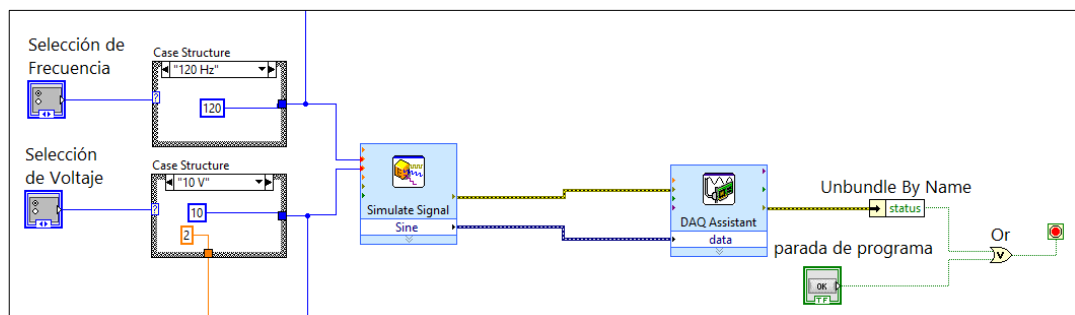


Figura 4.11: Diagrama de bloque que permite el envío de señales senoidales controlables por “Radio Buttons” mediante la tarjeta NI myDAQ.

El generador de señales “Simulate Signal” anteriormente mencionado, es el encargado de generar la señal senoidal, pero se necesita el control de su amplitud y frecuencia, lo cual, se realizan mediante “Selección de Frecuencia” y “Selección de voltaje” que son “Radio Buttons”, que en el panel frontal se visualizan como en la figura 4.12.

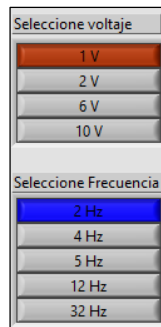


Figura 4.12: Partes de la ventana de trabajo del software.

Recepción de voltajes senoidales

En otra parte del diagrama de bloques, se necesita recibir los voltajes senoidales en la resistencia R1 y elemento a testear del circuito de la figura 3.1, entonces se crea un nuevo “DAQ Assistant2” y programa los pines AI0+ AI0-, AI1+ AI1- de la tarjeta NI-myDAQ.

Luego mediante “Split Signal” se separa las dos señales de voltaje, que al pasar por convertidores de datos dinámicos “Convert from Dynamic Data”, y mediante un clúster “Bundle” se prepara la señal para poder ser graficada en el plano XY en el “Resultado Grafico” (Ver figura 4.13).

Cabe recalcar la importancia de la frecuencia de muestreo, la cual a valores altos se puede evitar distorsión en el resultado grafico de las curvas, pero teniendo como desventaja el ralentizado del programa.

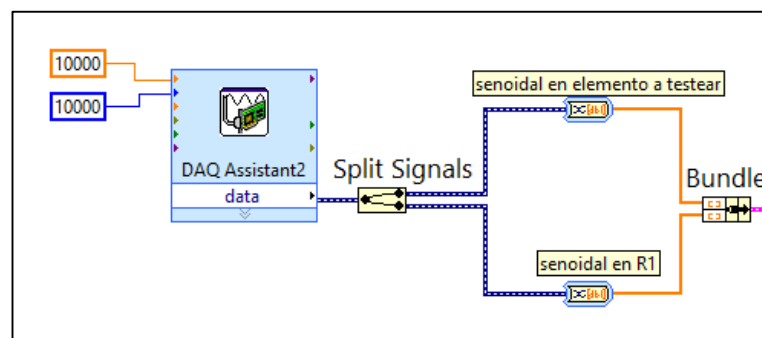


Figura 4.13: Diagrama de bloque que permite la recepción de los voltajes senoidales de R1 y del elemento a testear.

Congelamiento de curvas

El software cuenta con un congelamiento de señal HOLD, permitiendo realizar el guardado momentáneo de curvas, mediante el booleano “HOLD” esto se puede realizar gracias a una retroalimentación “Feedback Node” y un selector “Select” capaz de obtener los voltajes en ese instante (Ver figura 4.14).

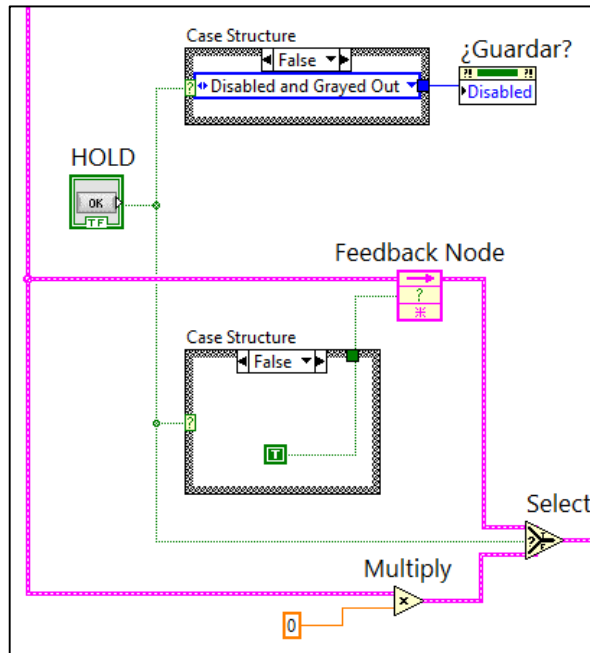


Figura 4.14: Diagrama de bloque que permite el congelamiento de la curva.

Guardado de curvas

El guardado en la memoria del computador se realiza mediante “Write Measurement file” que se activa mediante el booleano “¿Guardar?”, este último solo se encuentra activo en el panel frontal, cuando este activo el booleano “HOLD”. Las señales para el guardado de esta información, deben recibir el tratamiento inverso que se realiza a las señales a la salida del “DAQ Assistant2”, es decir, reemplazar el “Bundle” por el “Unbundle”, “Convert from Dynamic Data” por “Convert to Dynamic Data” y “Split Signal” por el “Merge Signal”.

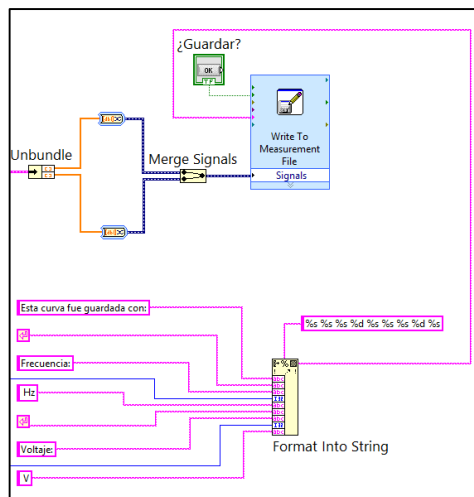


Figura 4.15: Diagrama de bloque que permite guardar curvas en la memoria del computador.

Abrir curvas guardadas

Para poder abrir las curvas guardadas en el Grafica, se emplea en la programación un “Read From Measurement File” que permite abrir los archivos guardados con anterioridad, este elemento se activara cuando el booleano “Abrir curvas” se lo active, y para mayor control del programa, se implementa otro booleano “Activar curvas patrón” permitiendo que se visualice o no la curva.

Es necesario indicar que, al momento de abrir las curvas, se realiza el mismo tratamiento de señal que cuando salen del “DAQ Assitant2”.

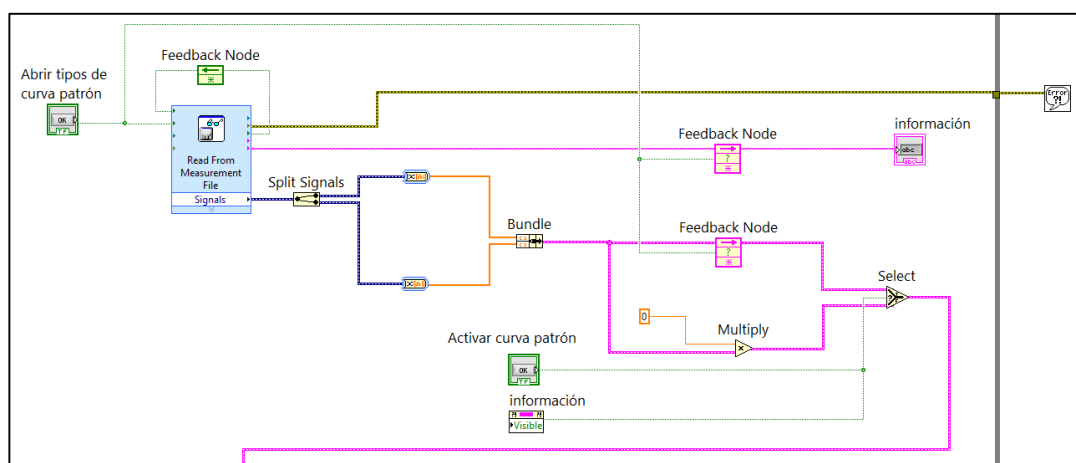


Figura 4.16: Diagrama de bloque que permite abrir curvas guardadas con anterioridad.

Visualización de resultado

El uso de la construcción de arreglos “Build Array”, permite que se puedan visualizar tres curvas en el mismo “Resultado Gráfico”, y para una correcta visualización de sus escalas se añade “Property Nodes”.

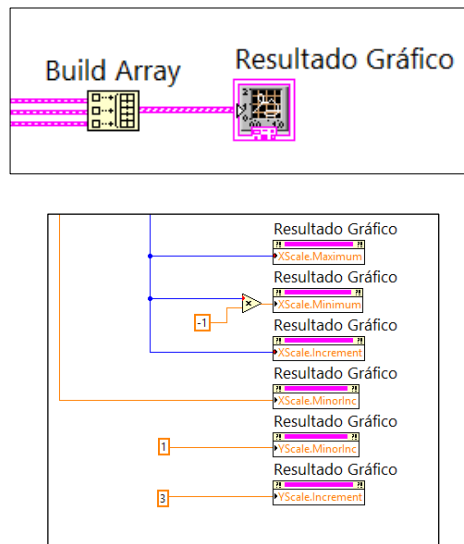


Figura 4.17: Diagrama de bloque que permite visualizar el resultado gráfico con sus respectivos Property Node.

4.3.5 Análisis de costo de implementación

El costo total de implementación de este software se expresa en la tabla 4-3, cabe recalcar que el costo aquí sumado de la tarjeta de adquisición de datos My-DAQ de National Instrument, es el costo sin descuento estudiantil, por lo cual, si se considera que se puede bajar aún más los costos, colocando esta técnica al alcance de estudiantes afines al diagnóstico por imagen a sistemas electrónicos del vehículo.

Con lo que respecta a el circuito básico, este aún puede bajar sus costos en lo que a su mano de obra se refiere, considerando softwares más costosos que en el mercado existen y que sirven para el mismo fin, resultando esta implementación más económica.

Tabla 4-3: Costo de implementación del sistema.

CANT.	DENOMINACIÓN	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
1	Tarjeta MyDAQ - National Instruments (sin descuento estudiantil)	640,00	640,00
1	Sonda Osciloscopio	6,00	6,00
1	Juego de Cables Dupont macho-macho (10 u)	2,50	2,50
1	Conector BNC hembra tipo chasis	0,60	0,60
1	Placa con circuito impreso	6,00	6,00
1	Peineta electrónica Hembra	0,70	0,70
1	Resistencia 1k	0,03	0,03
1	Caja (recubridora de circuito)	3,00	3,00
1	Mano de obra	12,67	12,67
1	Software y desarrollo	150,00	150,00
TOTAL			821,50

El costo del desarrollo del software se valora 150 dólares americanos, si se desea en algún momento producir en serie este equipo de diagnóstico, se debe bajar aún más este precio.

CAPITULO V

5 EVALUACIÓN DEL SOFTWARE PARA LA DETECCIÓN DE FALLOS EN DIFERENTES SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE VEHÍCULOS.

La implementación del software y validación que en este capítulo se trata, se basa en desarrollar un muestreo amplio de los principales componentes electrónicos del vehículo, tal que permita mejorar la técnica de diagnóstico por imagen, aplicada al campo automotriz, a más de empezar creando una fuente de información comparativa como lo son las curvas patrón de distintos vehículos, los cuales se analizaran sus curvas.

5.1 Introducción

El software implementado evalúa diferentes componentes eléctricos y electrónicos tales como: sensores, actuadores, circuitos internos de la PCM, circuitos básicos de la electrónica. Todos los componentes se evalúan a través del método trazado de curva, que indica una curva en el plano XY que ayudara demostrando su circuito equivalente que internamente se encuentra compuesto.

Adicional permite guardar curvas que servirán a futuro como patrones para realizar comparaciones con elementos electrónicos semejantes y así poder diagnosticar su estado.

5.2 Uso del software

Para utilizar el software se debe verificar que la Tarjeta MyDAQ se encuentre conectada al puerto USB del computador.

Conectar los pines del circuito de diagnóstico por imagen como indica la figura 5.1, al conector de la Tarjeta My DAQ.



Figura 5.1: Conexión del testeador con la tarjeta My-DAQ.

Para el uso del software se debe desconectar los bornes negativo y positivo de la batería del vehículo, por la razón que el método trazado de curva analiza los componentes eléctricos y electrónicos sin alimentación.

Para diagnosticar el circuito interno de la PCM, se desconecta el sensor deseado, luego se conecta el puntal B, a masa del chasis y el puntal A como indica la figura 5.2 al pin del socket.



Figura 5.2: Diagnóstico a circuito interno de la PCM.

Si se desea diagnosticar el sensor, se debe colocar el puntal A y puntal B en cada uno de los pines del socket para obtener diferentes curvas de voltaje-intensidad, como se indica en la figura 5.3.



Figura 5.3: Diagnóstico al sensor.

5.3 Evaluación de componentes básicos de la electrónica

Para evaluar el programa se debe saber interpretar la curva característica de cada elemento básico que forman parte de la electrónica como se especifica a continuación:

- Circuito Abierto
- Circuito Cerrado
- Resistencia
- Condensador
- Diodos

5.3.1 Circuito Cerrado

Al considerar en la figura 3.1, en el bloque Z un circuito cerrado, no existe diferencia de potencial (resistencia interna es cero), por lo tanto, su caída de voltaje en el bloque Z siempre será cero.

De esta forma el trazado de curva indica una línea vertical continua debido a que solo se puede obtener lectura de la onda senoidal de la intensidad en la resistencia R1.

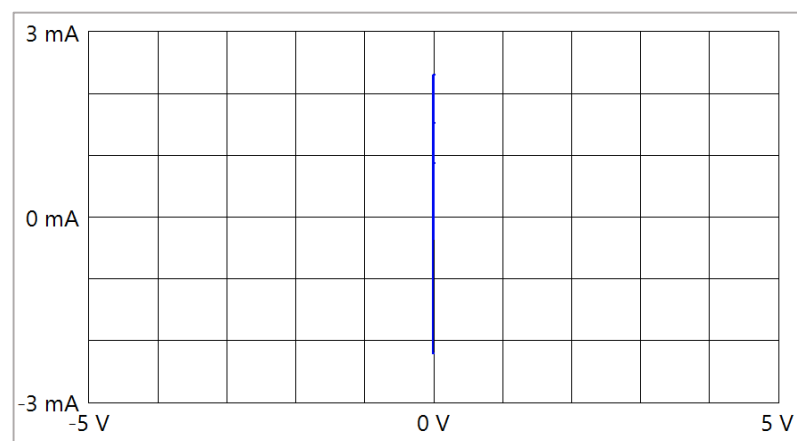


Figura 5.4: Trazo de Curva V-I “Circuito Cerrado”.

5.3.2 Circuito Abierto

Al considerar en la figura 3.1, en el bloque Z un circuito abierto, existe diferencia de potencial (resistencia interna es infinita), por lo tanto, su caída de voltaje en el bloque

Z si existe teniendo su misma amplitud de la fuente, mientras que la intensidad en la resistencia R1 será cero.

De esta forma el trazado de curva indica una línea horizontal continua debido a que solo se puede obtener lectura de la onda senoidal del voltaje.

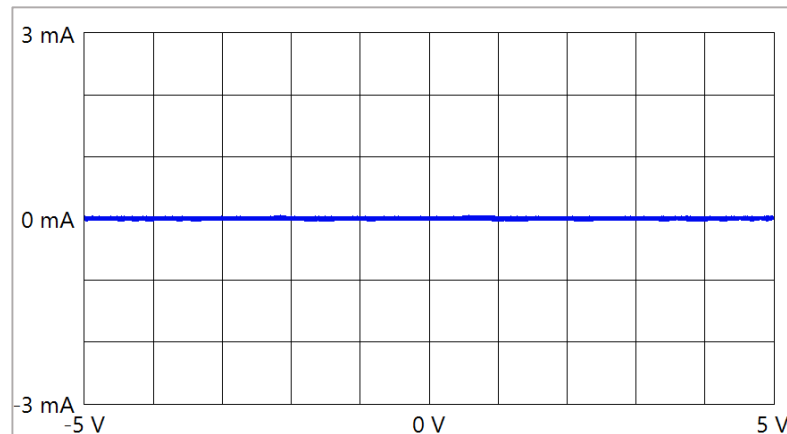


Figura 5.5: Trazo de Curva V-I “Circuito Abierto”.

5.3.3 Resistencia

El trazado de curva para un elemento resistivo da una línea inclinada, esta forma se produce debido a las ondas senoidales de intensidad y voltaje en la resistencia R1 y la resistencia testada respectivamente, se encuentran en fase, el grado de inclinación de curva da el valor de la resistencia.

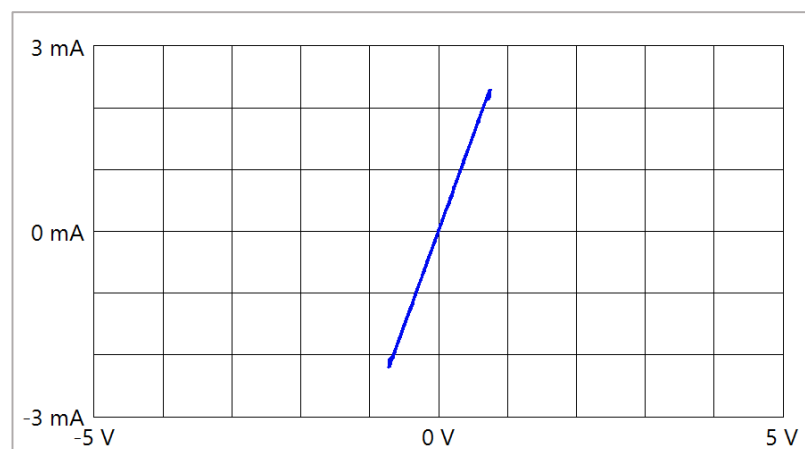


Figura 5.6: Trazo de Curva V-I “Resistencia”.

5.3.4 Condensador

El trazado de curva para un elemento capacitivo indica una forma elíptica, esta forma se produce debido a un desfase que existe de 90 grados en la onda senoidal del voltaje con respecto a la onda senoidal de la intensidad, el ancho de la forma elíptica indicara el valor farádico del elemento capacitivo.

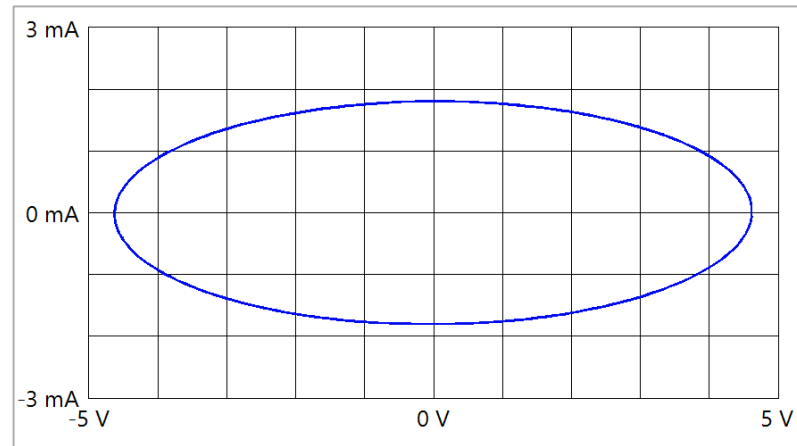


Figura 5.7: Trazo de Curva V-I “Capacitancia”.

5.3.5 Diodo Regular – Diodo Zener

El trazado de curva para un elemento semiconductor indica una forma de L como se indica en la figura 5.8 literal “a”, para el caso de un diodo Zener se observa una forma de dos L invertidas como en la figura 5.8 literal “b”.

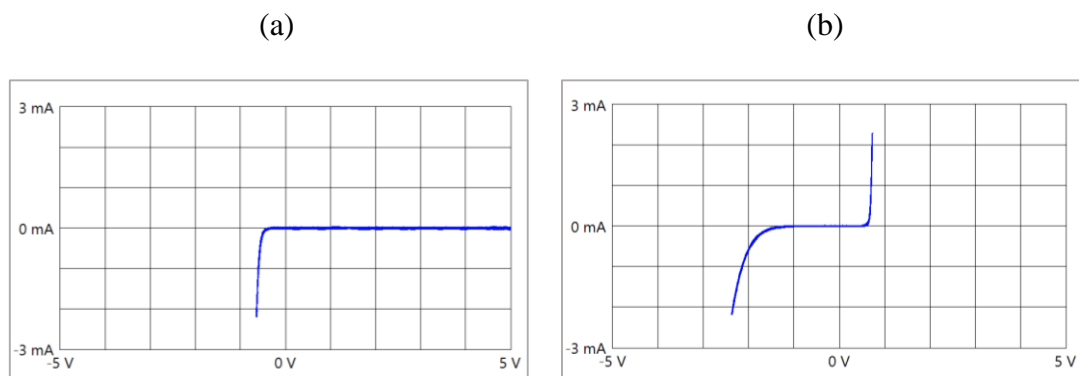


Figura 5.8: Trazo de Curva V-I “Semiconductor”.

5.4 Curvas V-I de sensores

El diagnóstico por imágenes se evalúa en diferentes sensores:

- Sensor TPS
- Sensor CKP
- Sensor CMP
- Sensor MAP
- Sensor IAT
- Sensor ECT
- Sensor KS
- Sensor de Oxígeno

Además, se analiza el trazado de curva del circuito interno de la PCM de los sensores. Para generar trazos de curva V-I se usa los siguientes vehículos: Hyundai Sonata, Grand Vitara 3p y Chevrolet Corsa 1.4.

5.4.1 Sensor TPS (Throttle Position Sensor)

Para conseguir trazos de curva se debe conocer los pines de conexión, en el caso del sensor TPS del vehículo Hyundai Sonata se encuentra conformado por tres pines siendo el PIN A "Señal", el PIN B "Alimentación" y el PIN C "GND" como se muestran a continuación en la Figura 5.9. El vehículo Grand Vitara el sensor TPS consta de tres Pines, donde el PIN A es "GND", el PIN B "Señal" y el PIN C "Alimentación". Para el vehículo Chevrolet Corsa 1.4 el sensor TPS consta de tres pines, donde el PIN A es "Señal", el PIN B "Alimentación" y el PIN C "GND".

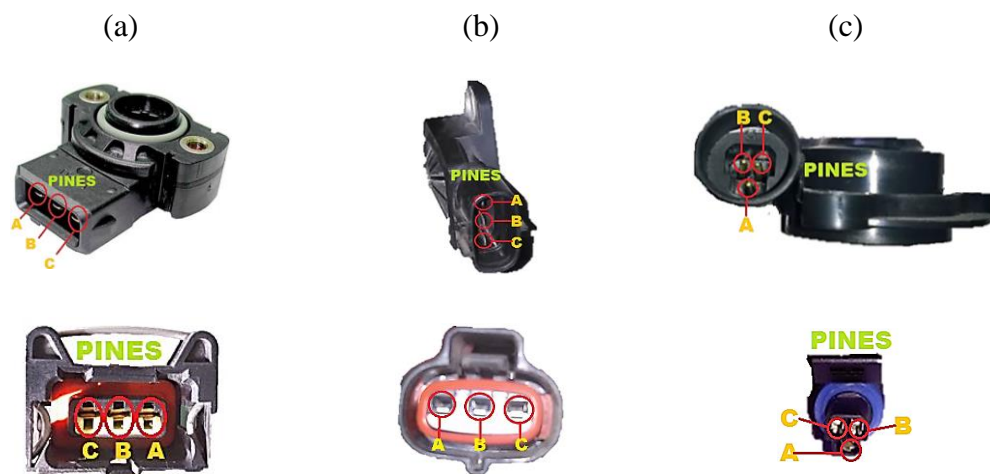
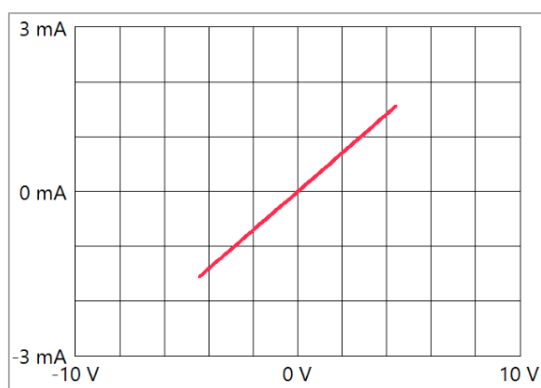


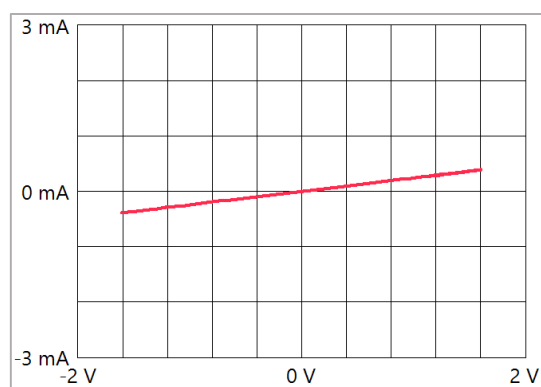
Figura 5.9: Pines de conexión del sensor TPS, (a) Hyundai Sonata, (b) Chevrolet Grand Vitara 3p, (c) Chevrolet Corsa 1.4.

En la figura 5.10 se analiza la curva V-I entre los terminales de alimentación y Señal, se observa una curva característica a la resistencia, esta curva se interpreta por la razón que el sensor TPS ejerce su función como un potenciómetro y varia su resistencia al cambiar su posición angular de la mariposa.

a) Hyundai Sonata



b) Chevrolet Grand Vitara 3P



c) Chevrolet Corsa 1.4

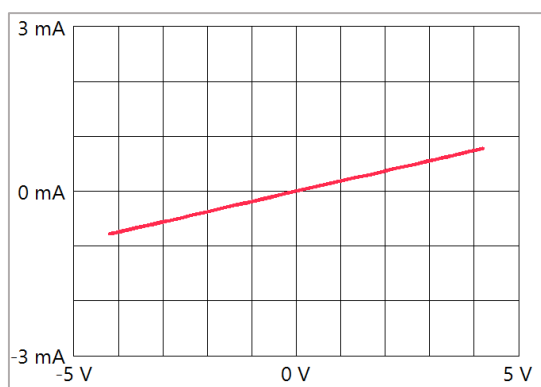
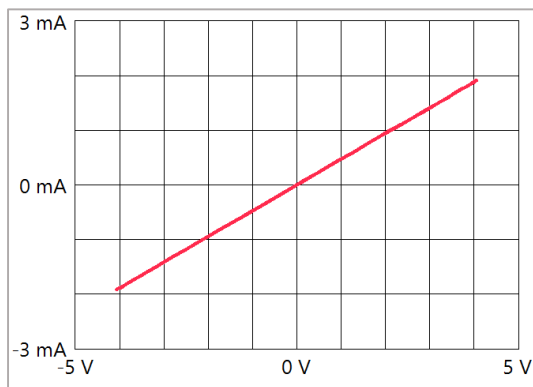


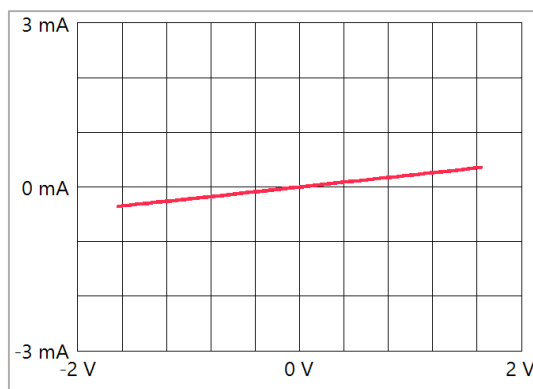
Figura 5.10: Trazo de Curva V-I entre pines Alimentación - Señal del sensor TPS.

En la figura 5.11 se analiza la curva V-I entre los terminales de Alimentación y GND del sensor, la curva característica indica a un elemento resistivo. La inclinación de la curva no varía al cambiar la posición angular de la mariposa.

a) Hyundai Sonata



b) Chevrolet Grand Vitara 3P



c) Chevrolet Corsa 1.4

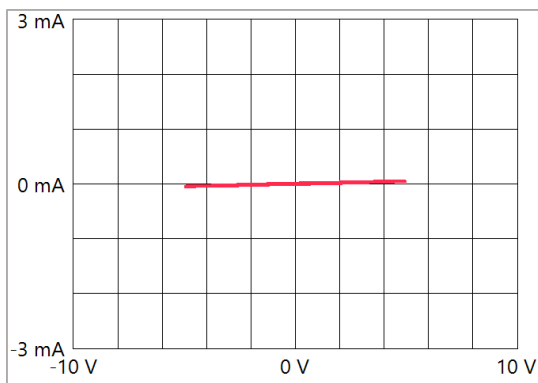


Figura 5.11: Trazo de Curva V-I entre pines Alimentación – GND del sensor TPS.

En la figura 5.12 se observa la curva V-I entre los terminales de Señal y GND del sensor, como resultado se obtiene una curva característica del elemento resistivo, para la comprobación del sensor con esta técnica trazado de curva se debe observar que a la hora de accionar el pedal del acelerador la curva de la resistencia varia su ángulo de inclinación obteniendo pendientes diferentes según la apertura o cierre del cuerpo de aceleración.

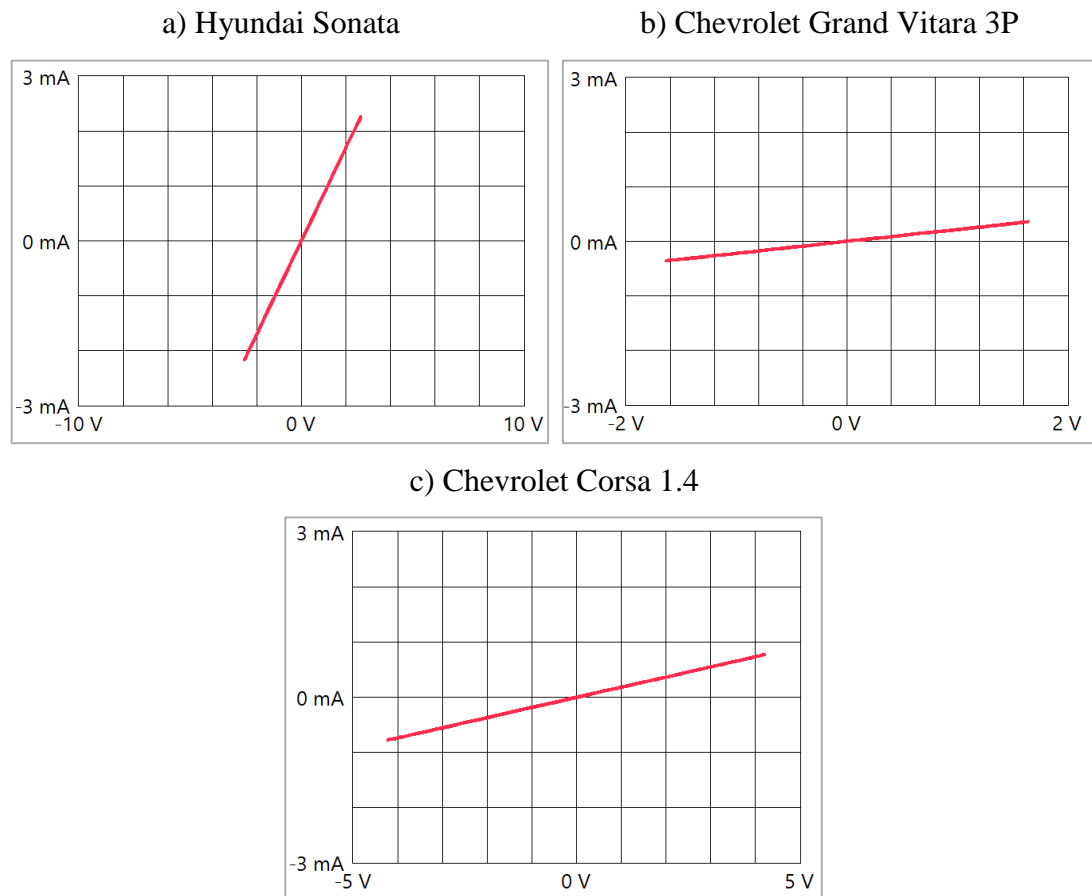


Figura 5.12: Trazo de Curva V-I entre pines Señal – GND del sensor TPS.

En la figura 5.13 se analiza el circuito interno de la PCM en el pin de alimentación del socket del TPS, para el caso del literal “a” y “b” se interpreta un circuito en paralelo de: un diodo en polarización directa y una resistencia en serie, un diodo en polarización inversa, una resistencia, una capacitancia. En el caso del literal “c” se forma un trazo de curva en paralelo de: un diodo en polarización directa en serie con una resistencia, una resistencia, una capacitancia. Estos patrones de curvas pueden

variar según el circuito interno de alimentación para cada fabricante de computadoras automotrices.

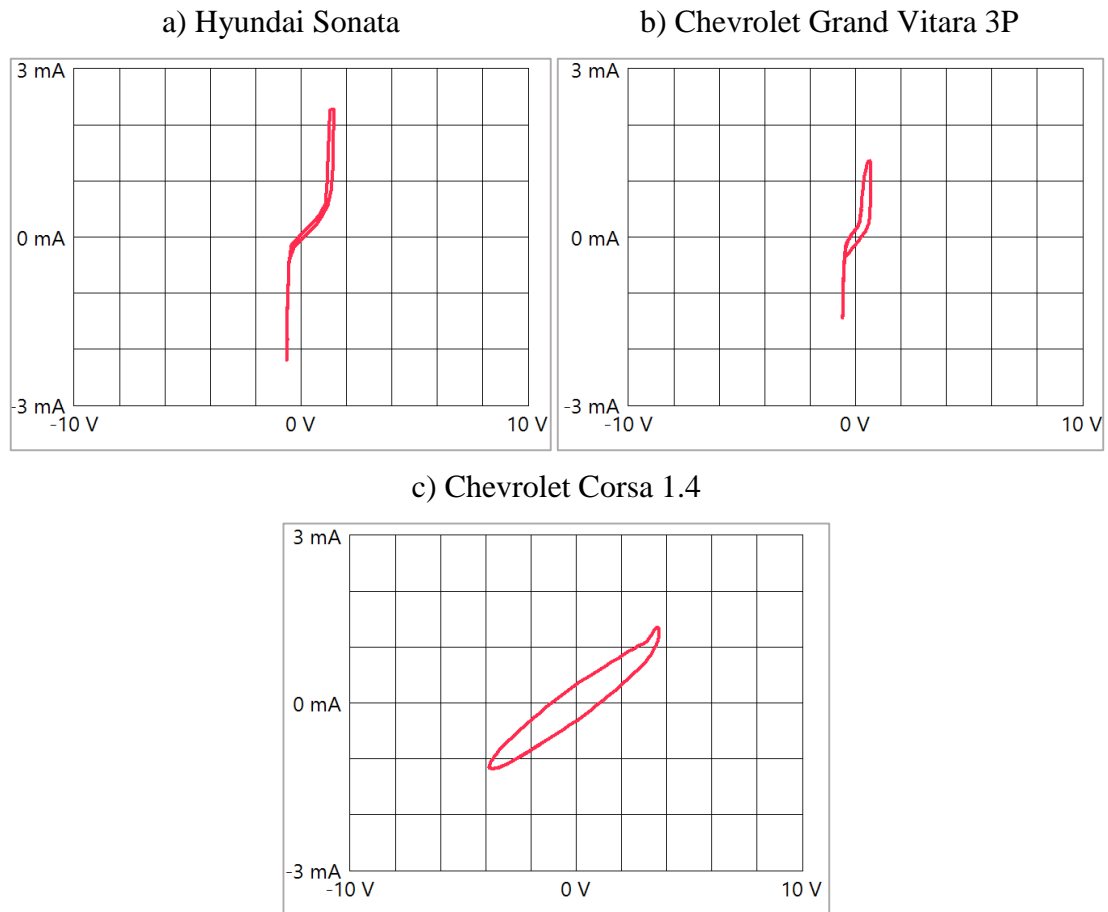


Figura 5.13: Trazo de Curva V-I del Pin de Alimentación del socket del sensor TPS.

En la figura 5.14 se observa la curva V-I del pin de Señal del socket del sensor, se analiza un circuito en paralelo de: un capacitor, diodo en polarización directa en serie con una resistencia, diodo en polarización inversa en serie con una resistencia. Este trazo de curva se muestra en los tres literales donde se indica el mismo circuito para procesar la señal del sensor al interior de la placa de la unidad de control.

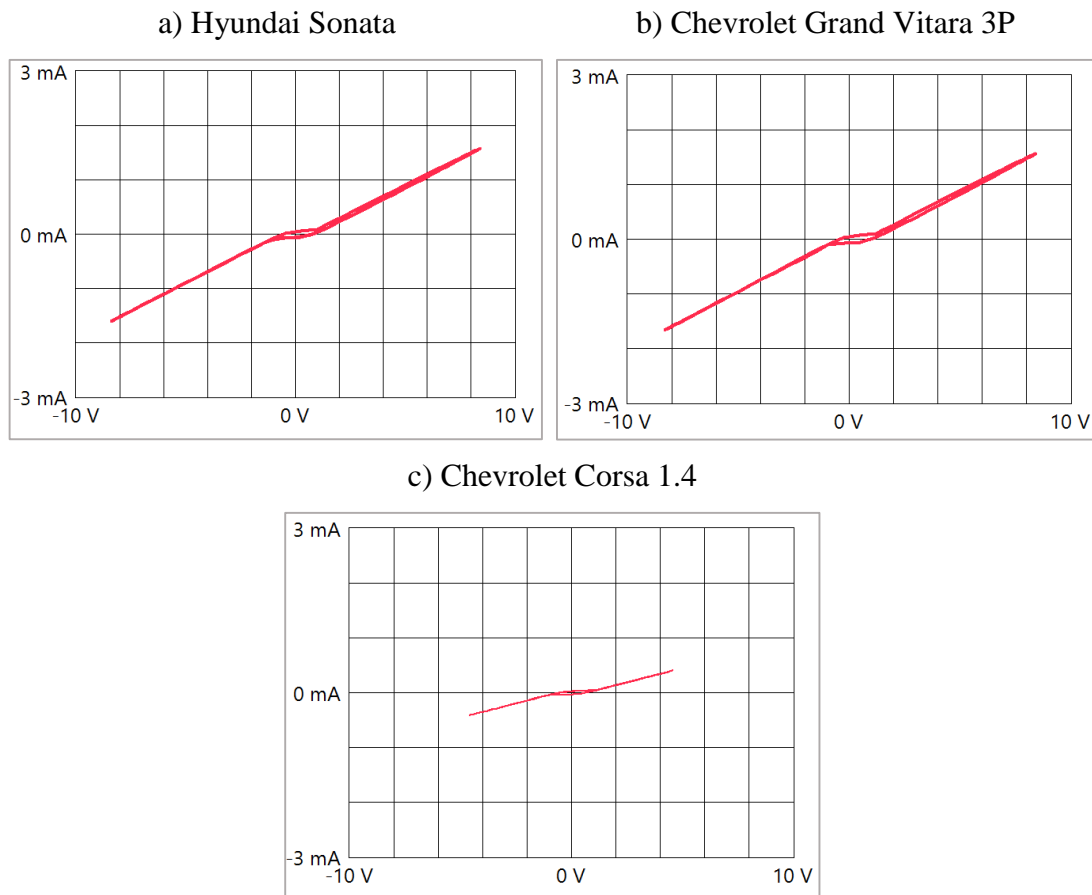


Figura 5.14: Trazo de Curva V-I del Pin de Señal del socket del sensor TPS.

Para el análisis del pin GND del socket del sensor se observa el resultado de una figura en circuito cerrado indicando continuidad, esta señal se genera para los tres vehículos que se analiza.

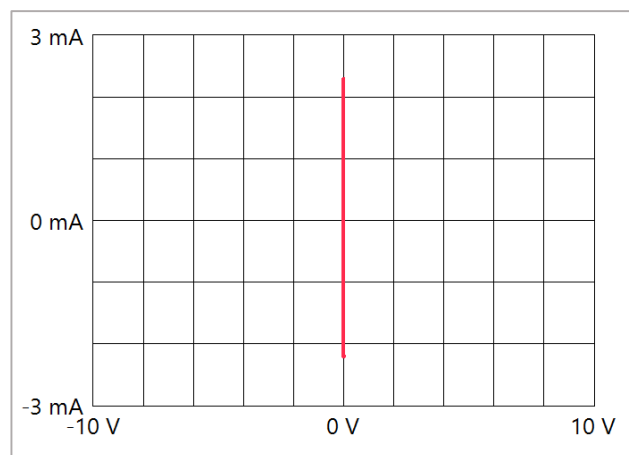


Figura 5.15: Trazo de Curva V-I del Pin de GND del socket del sensor TPS.

5.4.2 Sensor CKP (Crankshaft position sensor)

En este apartado se analizan dos tipos de sensores CKP, el uno es de efecto Hall perteneciente al vehículo Hyundai Sonata, el otro es inductivo perteneciente al vehículo Chevrolet corsa 1.4.

Para determinar trazos de curva V-I se debe conocer los pines de conexión, en el caso del sensor CKP del vehículo Hyundai Sonata se encuentra conformado por tres pines siendo el PIN A “GND”, el PIN B “Señal”, y el PIN C “Alimentación”. En el caso del sensor CKP del vehículo Chevrolet Corsa 1.4 se encuentra conformado por tres pines siendo el PIN A “GND”, el PIN B “Alimentación”, y el PIN C “Señal” como se indica a continuación en la Figura 5.16.

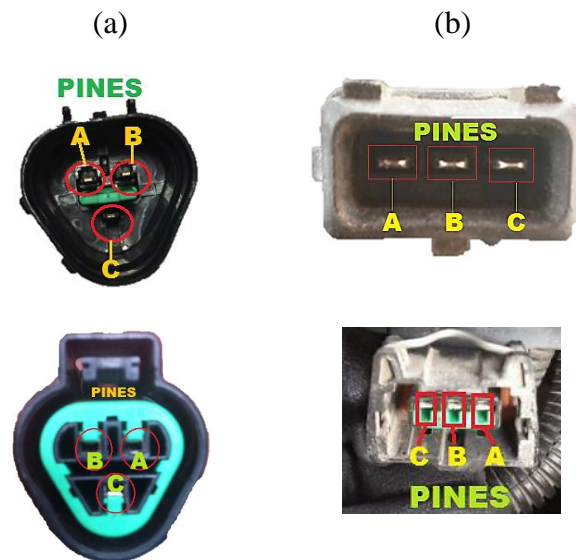


Figura 5.16: Pines de conexión del sensor CKP, (a) Hyundai Sonata, (b) Chevrolet Corsa 1.4.

En la figura 5.17 se analiza la curva voltaje-intensidad entre los terminales de Alimentación y GND del sensor. En el cual se puede apreciar que en el sensor de efecto Hall existe un circuito equivalente a un diodo en polarización directa en serie con una resistencia, mientras que en el sensor de efecto inductivo existe un circuito abierto.

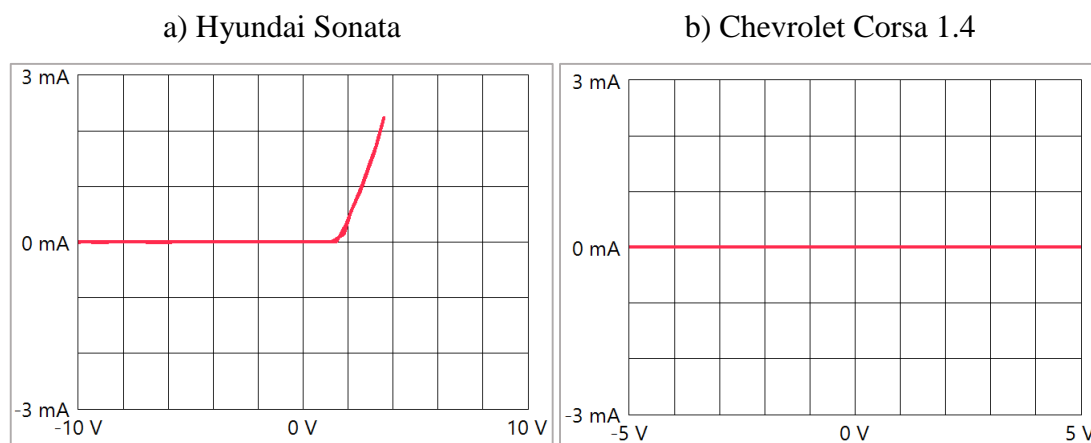


Figura 5.17: Trazo de Curva V-I entre pines Alimentación – GND del sensor CKP.

En la siguiente figura 5.18 se muestra el trazo de curva V-I entre pin de Señal – GND del sensor. En el cual se puede apreciar que en el sensor de efecto Hall existe un circuito equivalente a un diodo en polarización inversa, mientras que en el sensor de efecto inductivo existe un circuito abierto.

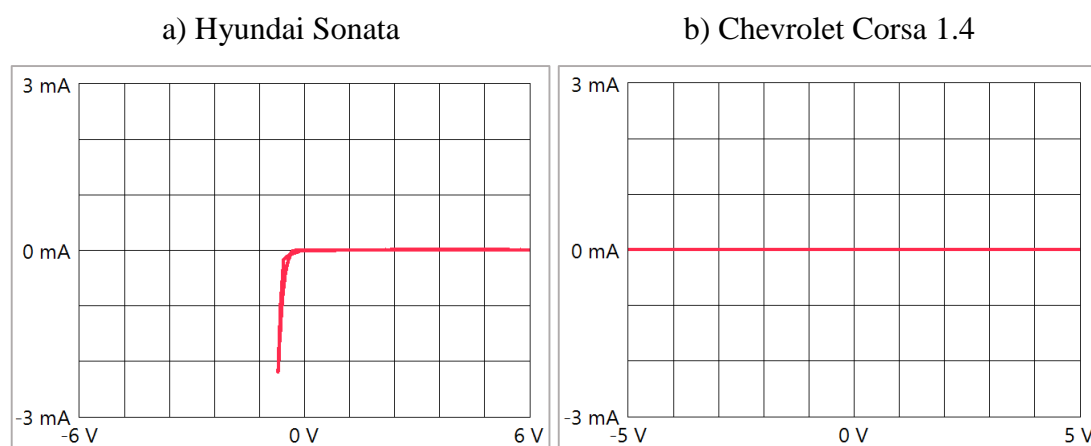


Figura 5.18: Trazo de Curva V-I entre pines Señal – GND del sensor CKP.

En la figura 5.19 se observa la curva V-I entre los pines de Alimentación- Señal del sensor CKP. Se puede apreciar que en el sensor de efecto Hall existe un circuito equivalente a un diodo en polarización directa en serie con una resistencia, mientras que en el sensor de efecto inductivo existe una inductancia debido a una bobina interna que posee el sensor.

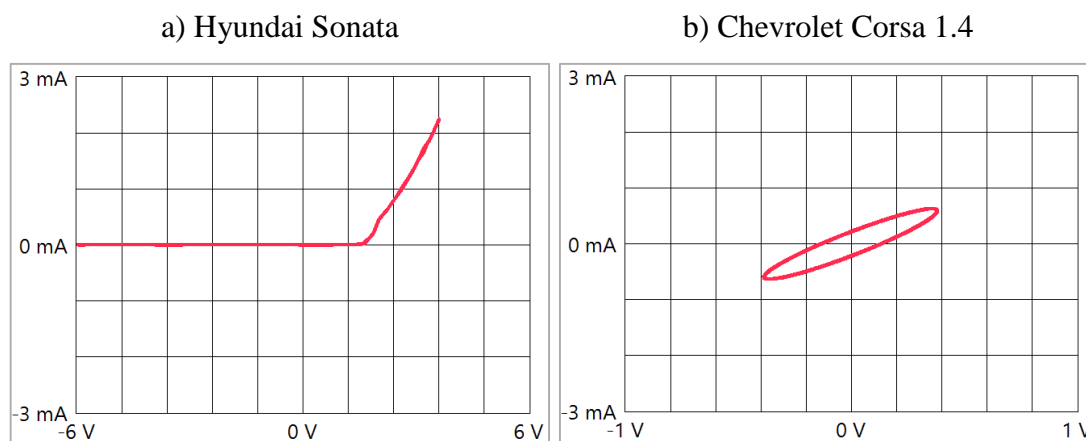


Figura 5.19: Trazo de Curva V-I entre pines -Alimentación - Señal del sensor CKP.

En la figura 5.20 se analiza la curva voltaje-intensidad del pin de Alimentación del socket del sensor. Para el socket del sensor de efecto Hall existe un circuito equivalente a una capacitancia, mientras que para el sensor de efecto inductivo su circuito equivalente es interpretado en paralelo: un diodo en polarización directa en serie con una resistencia, un diodo en polarización inversa en serie con otra resistencia del mismo valor óhmico.

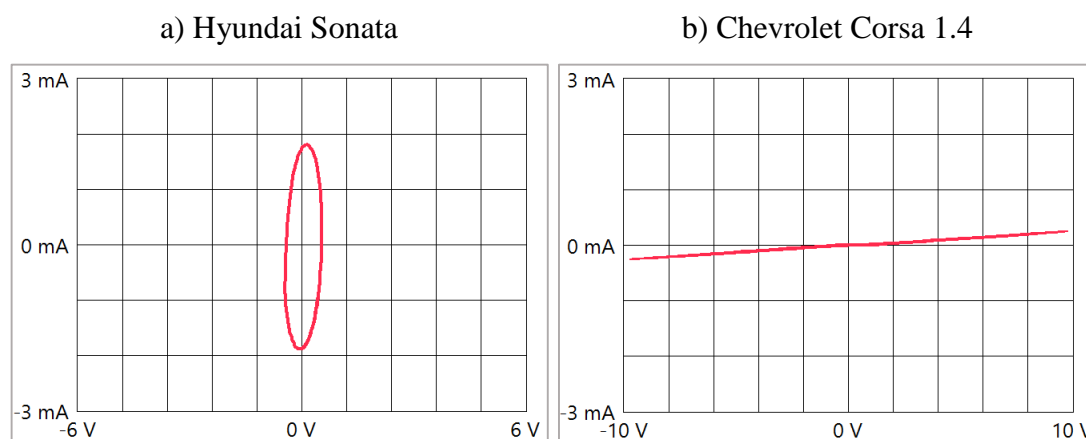


Figura 5.20: Trazo de Curva V-I del Pin de Alimentación del socket del sensor CKP.

En la figura 5.21 se observa la curva voltaje-intensidad del pin de señal del socket del sensor. El circuito equivalente para el sensor de efecto hall es en paralelo: un diodo en polarización inversa, una capacitancia, una resistencia. Para el caso del sensor de efecto inductivo se encuentra en paralelo: un diodo en polarización inversa en serie

con una resistencia, un diodo en polarización directa en serie con una resistencia del mismo valor óhmico.

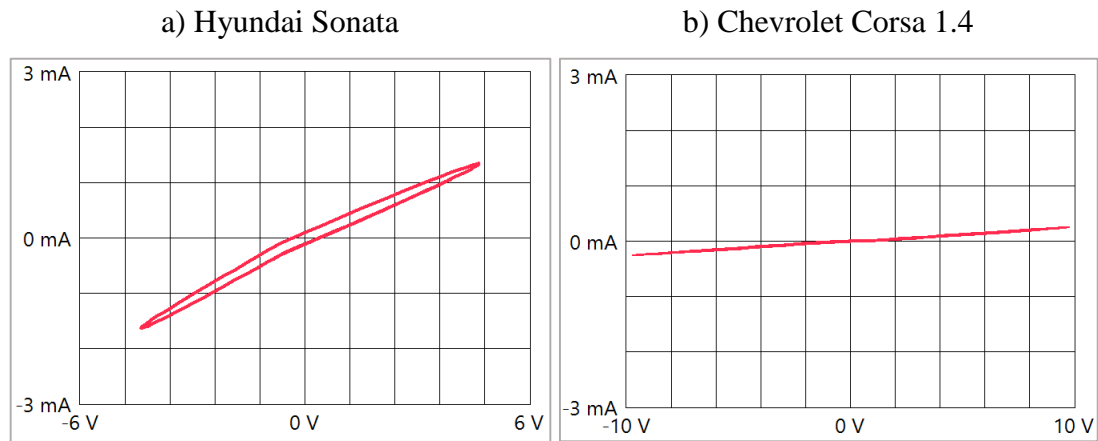


Figura 5.21: Trazo de Curva V-I del Pin de Señal del socket del sensor CKP.

En la figura 5.22 se observa la curva voltaje-intensidad del pin de GND del socket del sensor. Se interpreta un circuito equivalente a continuidad, el cual es igual para los dos tipos de sensores.

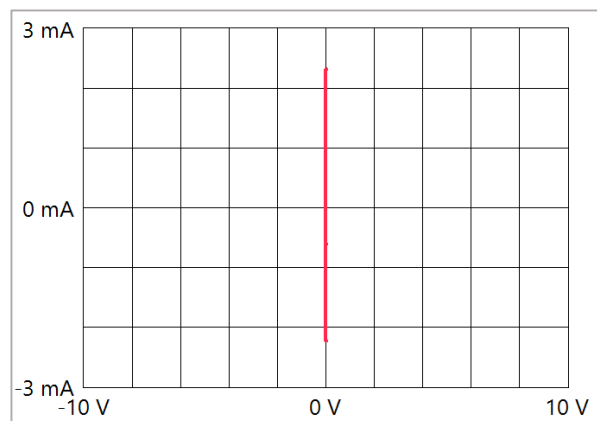


Figura 5.22: Trazo de Curva V-I del Pin de Señal del socket del sensor CKP.

5.4.3 Sensor CMP (CamShaft Position Sensor)

En la figura 5.23 se muestra el trazo de curva V-I entre los terminales de Alimentación y GND del sensor, como resultado se obtiene graficas que pertenecen al grupo de los semiconductores, para el literal “a” se determina un diodo en polarización directa y

una resistencia colocado en serie, en el literal “b” se observa un diodo Zener con una resistencia colocada en serie y una capacitancia colocada en paralelo.

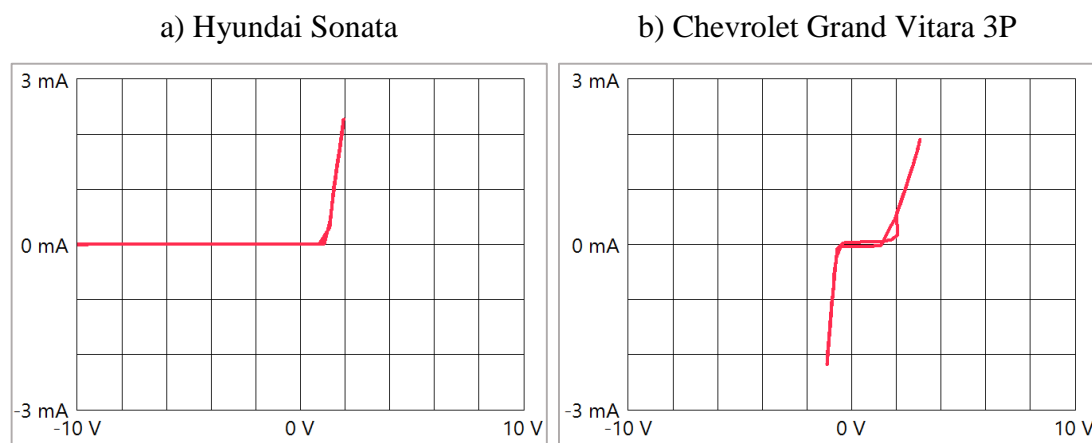


Figura 5.23: Trazo de Curva V-I entre pines Alimentación – GND del sensor CMP.

En la figura 5.24 se analiza la curva V-I entre los terminales de Señal y GND del sensor, se observa el trazo de la curva característica del diodo, el mismo se encuentra en polarización inversa al aplicar la corriente alterna. Se determina que el patrón de curvas obtenido para las dos marcas de vehículo genera el mismo trazo.

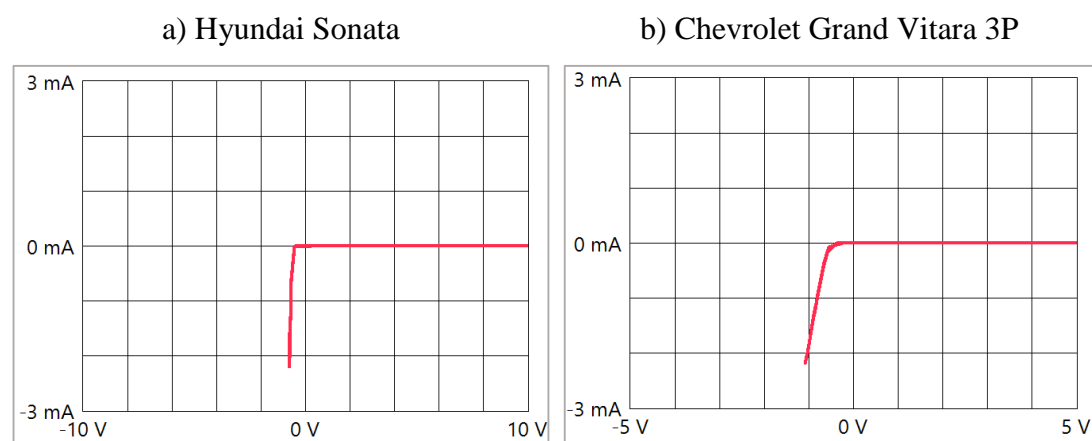


Figura 5.24: Trazo de Curva V-I entre pines Señal – GND del sensor CMP.

En la figura 5.25 se observa la curva V-I del pin de Señal del socket del sensor, para el literal “a” se indica un circuito equivalente a un diodo colocado en serie con una

resistencia y paralelo a una capacitancia y resistencia, para el caso del literal “b” se obtiene la presencia de una resistencia colocado en paralelo con una capacitancia, los dos trazos indican el circuito interno de la PCM para receptor la señal.

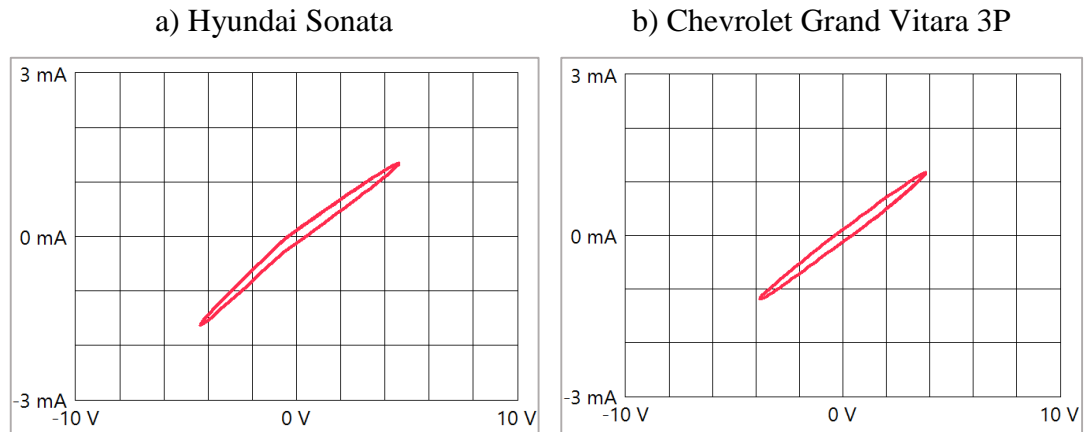


Figura 5.25: Trazo de Curva V-I del Pin de Señal del socket del sensor CMP.

Para el análisis del pin GND del socket del sensor se observa el resultado de una figura en circuito cerrado indicando un corto que representa la masa de blindaje de la PCM, esta señal se genera para los dos vehículos que se analiza.

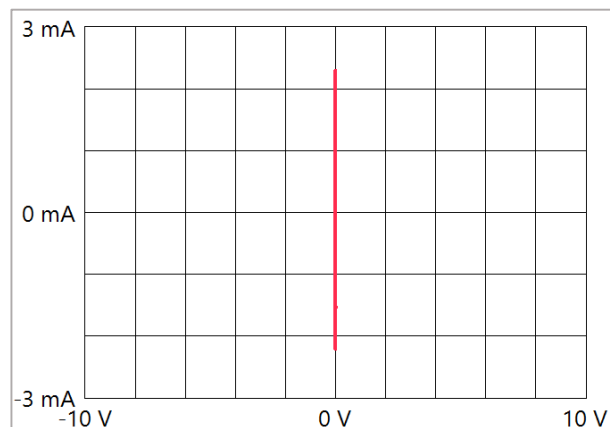


Figura 5.26: Trazo de Curva V-I del Pin de GND del socket del sensor CMP.

5.4.4 Sensor MAP (Manifold Absolute Pressure Sensor)

Para obtener trazos de curva V-I se debe conocer los pines de conexión, en el caso del sensor MAP del vehículo Hyundai Sonata se encuentra conformado por cuatro pines siendo el PIN A “Señal del MAP”, el PIN B “Alimentación”, el PIN C “Señal de la

IAT” y el PIN D “GND”, estos pines representan el mismo orden para el vehículo Chevrolet Corsa 1.4 como se indica a continuación en la Figura 5.27.

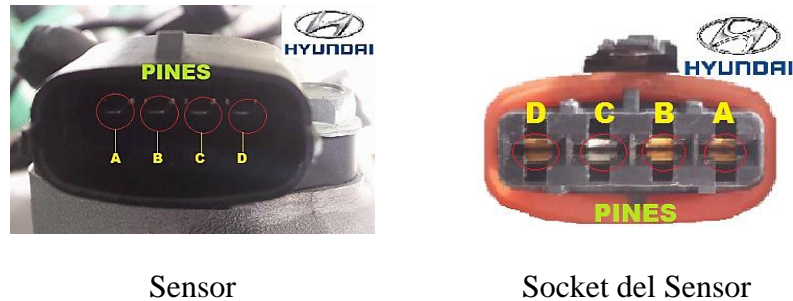


Figura 5.27: Pines de conexión del Sensor MAP-IAT.

En la figura 5.28 se analiza la curva V-I entre los terminales de alimentación y GND del sensor, se observa un circuito en paralelo de: un diodo en polarización directa, un diodo en polarización inversa, una resistencia, una capacitancia. Este trazo de curva se representa para las dos marcas de vehículo que se analiza.

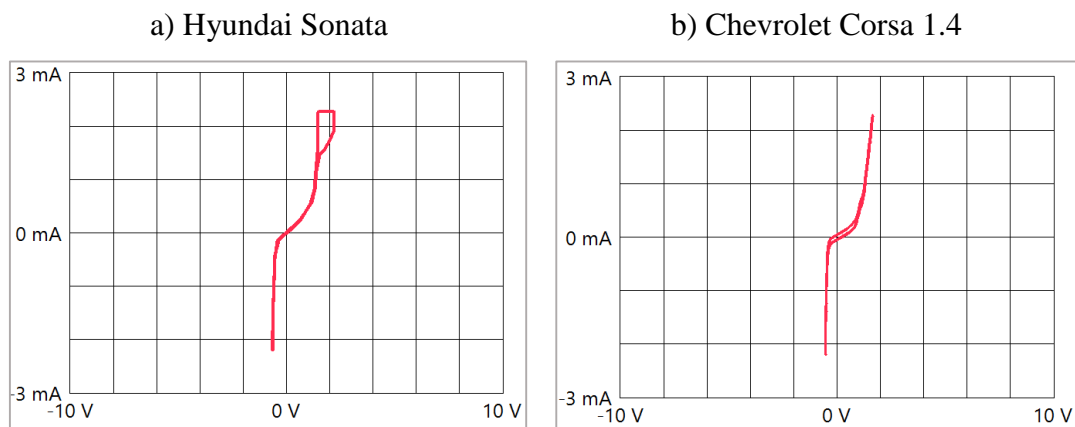


Figura 5.28: Trazo de Curva V-I entre pines Alimentación – GND del sensor MAP.

En la figura 5.29 se observa la curva V-I entre los terminales de Señal y GND del sensor, el trazo de curva representa un circuito equivalente para el caso (a) a un circuito en paralelo de: un diodo en polarización inversa en serie con una resistencia, un diodo en polarización inversa. Para el caso (b) un circuito en paralelo de: un diodo en

polarización inversa, un diodo en polarización directa en serie con un circuito paralelo de una resistencia y un capacitor.

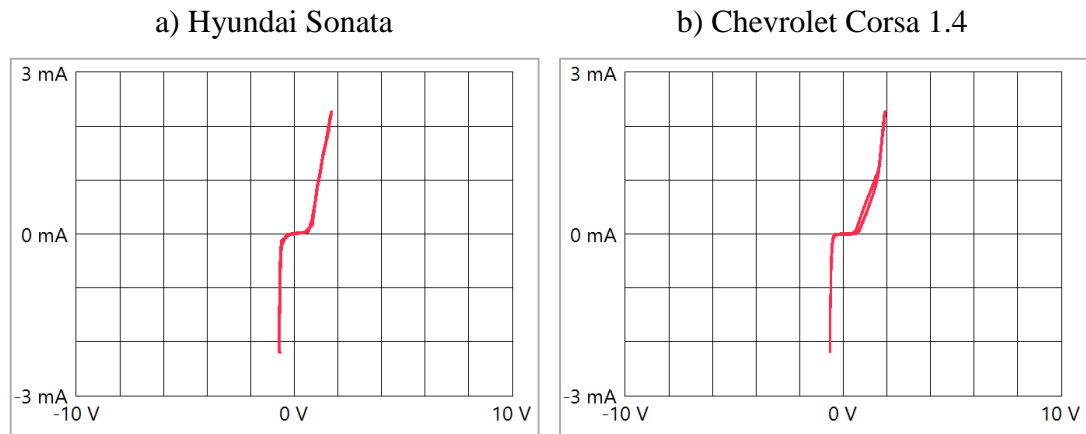


Figura 5.29: Trazo de Curva V-I entre pines Señal – GND del sensor MAP.

En la figura 5.30 se muestra la curva V-I entre los terminales de Alimentación y Señal del sensor, se determina un circuito en paralelo de: un diodo en polarización directa, un diodo en polarización inversa en serie con una resistencia. Los dos vehículos analizados presentan el mismo comportamiento.

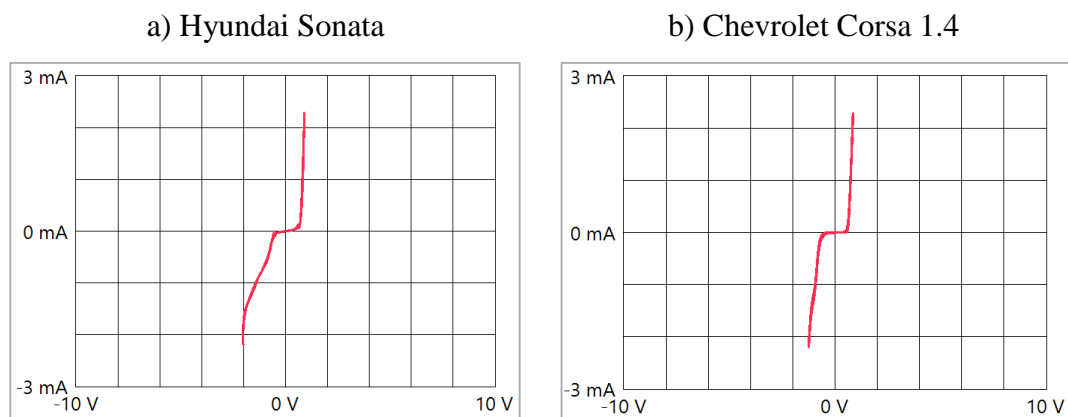


Figura 5.30: Trazo de Curva V-I entre pines Alimentación – Señal del sensor MAP.

En la figura 5.31 Se analiza la curva V-I entre el pin de señal del socket del sensor, como resultado se obtiene para el literal “a” indica un circuito en paralelo de: un diodo en polarización directa en serie con una resistencia, un diodo en polarización inversa,

una resistencia, un capacitor. Para el literal (b) se observa un circuito en paralelo de: un diodo en polarización directa en serie con una resistencia, un diodo en polarización inversa en serie con una resistencia, una resistencia, un capacitor.

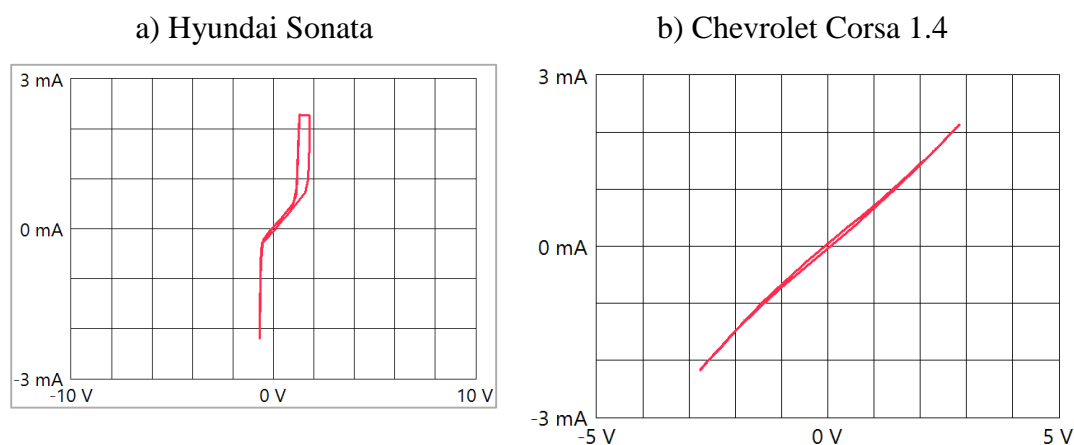


Figura 5.31: Trazo de Curva V-I del Pin de Señal del socket del sensor MAP.

En la figura 5.32 se observa la curva V-I entre el pin de alimentación del socket del sensor, se determina para el literal “a” la presencia de una resistencia y capacitancia colocada en paralelo, para el literal “b” se observa un circuito en paralelo de: un diodo en polarización directa en serie con una resistencia, una resistencia, una capacitancia.

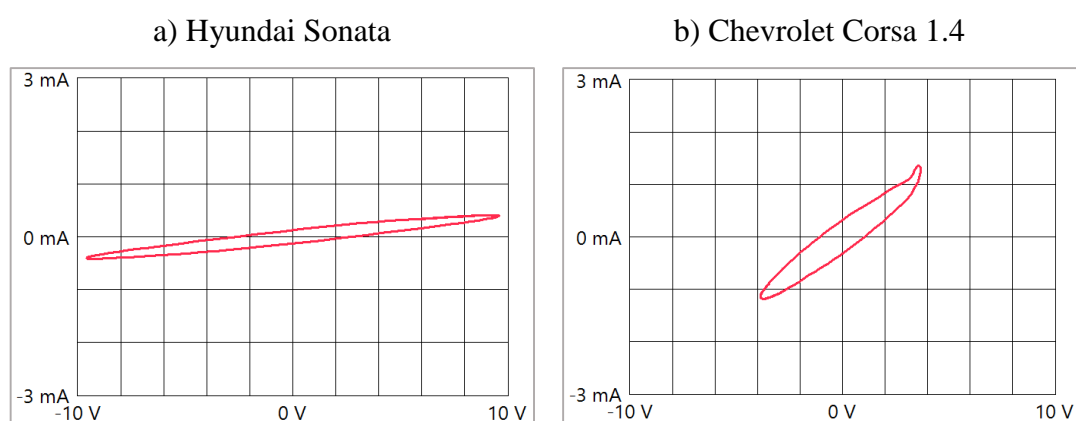


Figura 5.32: Trazo de Curva V-I del Pin de Alimentación del socket del sensor MAP.

Para el análisis del pin GND del socket del sensor se observa el resultado de una figura en circuito cerrado indicando continuidad, esta señal se genera para los dos vehículos que se analiza.

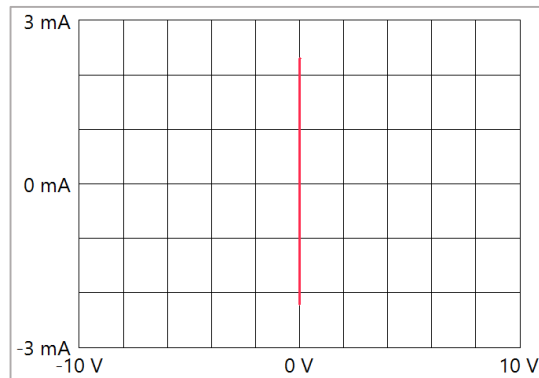


Figura 5.33: Trazo de Curva V-I del Pin de GND del socket del sensor MAP.

5.4.5 Sensor IAT (Intake Air Temperature Sensor)

Los trazos de curva V-I para el vehículo Hyundai Sonata y Chevrolet Corsa se obtienen de los pines de conexión como muestra la Figura 5.27.

En la figura 5.34 se analiza la curva V-I entre los terminales de Señal y GND del sensor, como resultado se obtiene la curva característica de un elemento resistivo debido a su composición interna conformado por un termistor NTC o PTC. Para la comprobación del sensor con esta técnica trazado de curva se verifica que al momento de suministrar aire a través del conducto donde se encuentra alojado el termistor, se observa un grado de inclinación de la curva V-I.

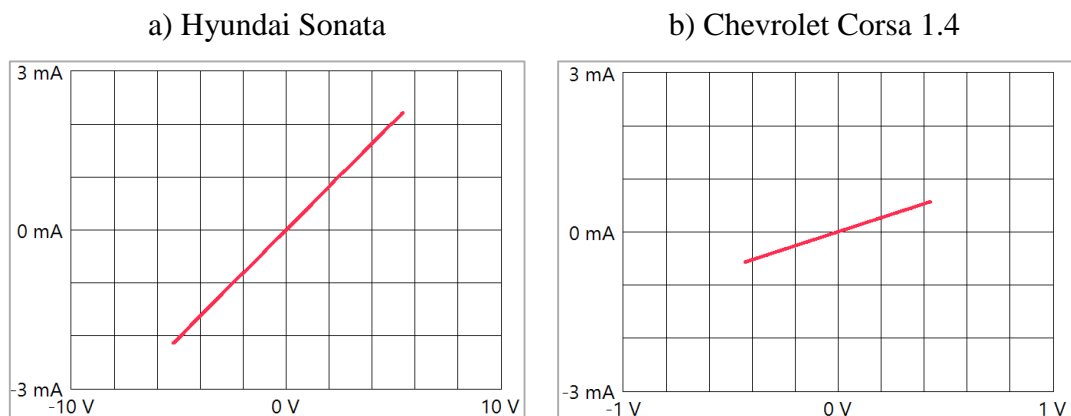


Figura 5.34: Trazo de Curva V-I entre pines Señal – GND del sensor IAT.

En la figura 5.35 se muestra la curva V-I entre los terminales de señal y alimentación del sensor. para el caso (a) se observa un circuito en paralelo de: un diodo en polarización directa en serie con una resistencia, un diodo en polarización inversa en serie con una resistencia, una resistencia. En el caso (b) se representa un circuito en paralelo de: un diodo en polarización directa en serie con una resistencia, un diodo en polarización inversa en serie con una resistencia.

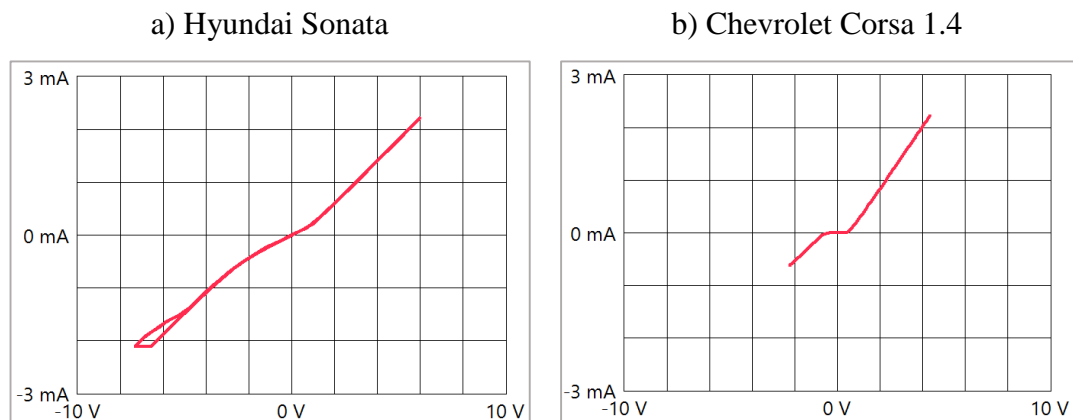


Figura 5.35: Trazo de Curva V-I entre pines Alimentación – Señal del sensor IAT.

En la siguiente figura 5.36 se muestra la curva V-I del pin de Señal del socket del sensor, se puede observar un circuito en paralelo de: un diodo en polarización directa en serie con una resistencia, un diodo en polarización inversa en serie con una resistencia, una resistencia, un capacitor. Los circuitos equivalentes para los dos tipos de vehículos son semejantes, su única diferencia es el valor de los elementos resistivos.

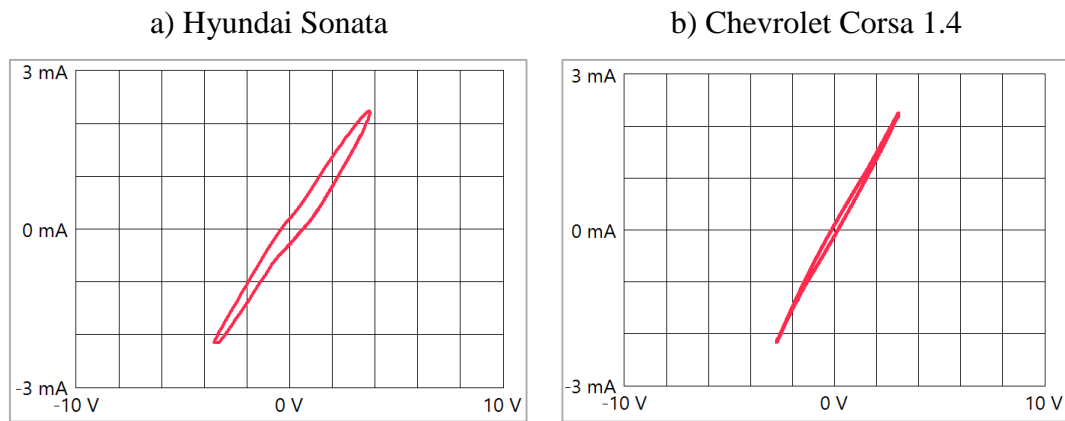
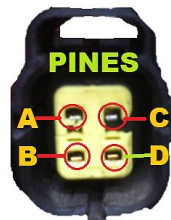


Figura 5.36: Trazo de Curva V-I del Pin de Señal del socket del sensor IAT.

5.4.6 Sensor ECT (Engine Coolant Temperature Sensor)

Para determinar los trazos de curva V-I se debe conocer los pines de conexión del socket del sensor, para el vehículo Hyundai Sonata pose 4 pines de los cuales dos son para el sensor ECT y los dos pines siguientes son para la temperatura del clúster, siendo el PIN A “Alimentación” y el PIN C “GND”. El pin “A” y el pin “C” son los que generan los trazos de curva y estos pines se muestran en la Figura 5. 37. Para el vehículo Chevrolet Grand Vitar consta de dos pines únicos tanto en el socket como el Sensor.



Socket del sensor ECT

Figura 5.37: Pines de conexión del Vehículo Hyundai Sonata.

En la figura 5.38 se analiza la curva V-I entre los dos terminales del sensor como resultado se obtiene la curva característica de una resistencia, por la razón que al interior del sensor utiliza un termistor. El trazo de curva puede variar la pendiente de la recta al incrementar la temperatura del congelante.

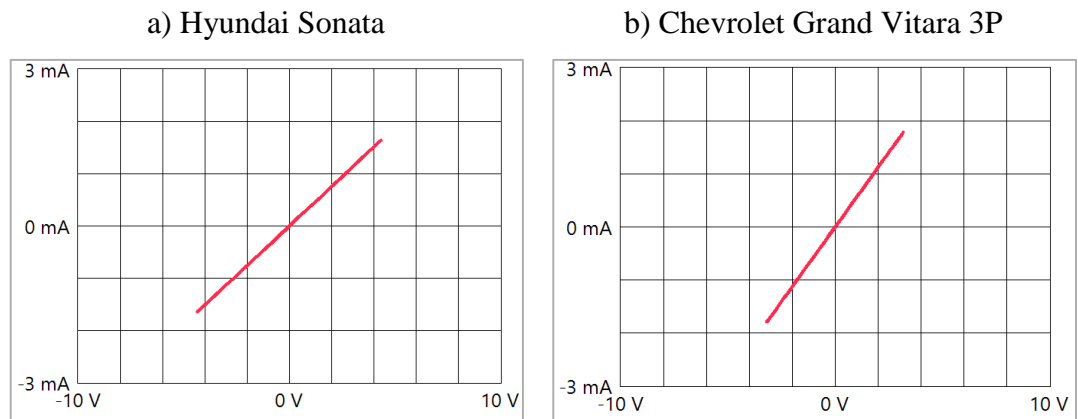


Figura 5.38: Trazo de Curva V-I entre los dos terminales del sensor ECT.

En la siguiente figura 5.39 se indica la curva V-I del pin de alimentación del socket, se obtuvo un circuito equivalente en paralelo de: un diodo en polarización directa en serie con una resistencia, un diodo en polarización inversa en serie con una resistencia, una resistencia, un capacitor. Para los dos casos analizados el circuito equivalente es similar, su única diferencia es un cambio del valor de la resistencia en serie que acompaña al diodo en polarización inversa. El resultado de los trazos se determina los elementos internos que conforman parte del circuito que regulan los 5 voltios.

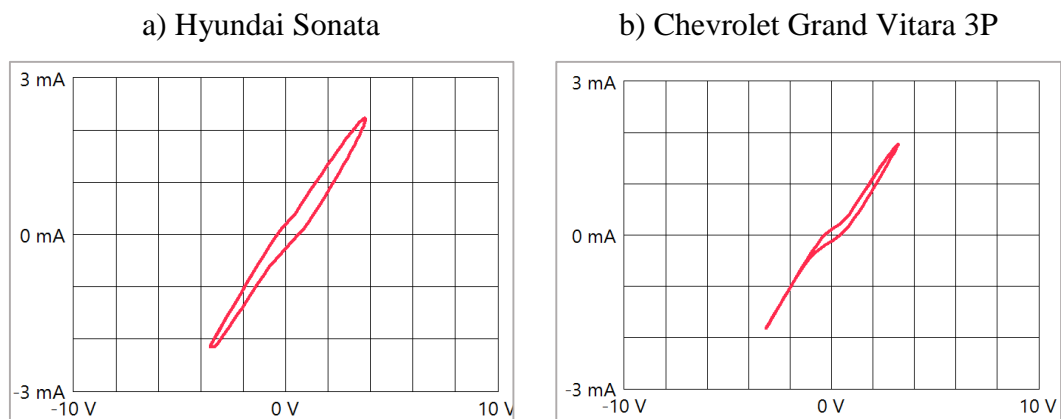


Figura 5.39: Trazo de Curva V-I del Pin de Alimentación del socket del sensor ECT.

Para el análisis del pin GND del socket del sensor se observa el resultado de una figura en circuito cerrado indicando continuidad, esta señal se genera para los dos vehículos que se analiza, y además indica que representa a la masa de blindaje de la PCM.

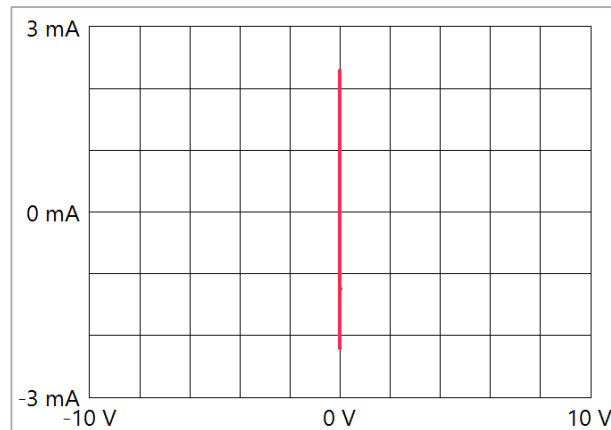


Figura 5.40: Trazo de Curva V-I del Pin de GND del socket del sensor ECT.

5.4.7 Sensor de Golpeteo KS

Para determinar los trazos de curva V-I se debe conocer los pines de conexión del socket del sensor, para el vehículo Chevrolet Corsa pose 2 pines a igual que el vehículo Hyundai Sonata, siendo el PIN A “GND” y el PIN B “Señal como se representa en la Figura 5.41.



Socket del sensor KS

Figura 5.41: Pines de conexión del Vehículo Chevrolet Corsa 1.4.

En la siguiente figura 5.42 para el literal “a” se indica la curva V-I del vehículo Hyundai Sonata del pin de Señal del socket, como resultado se analiza el trazo de curva de una resistencia indicando el circuito a la entrada de la PCM. En la figura del literal “b” se muestra la curva V-I del vehículo Chevrolet Corsa 1.4 obteniendo una capacitancia con una resistencia colocada en paralelo.

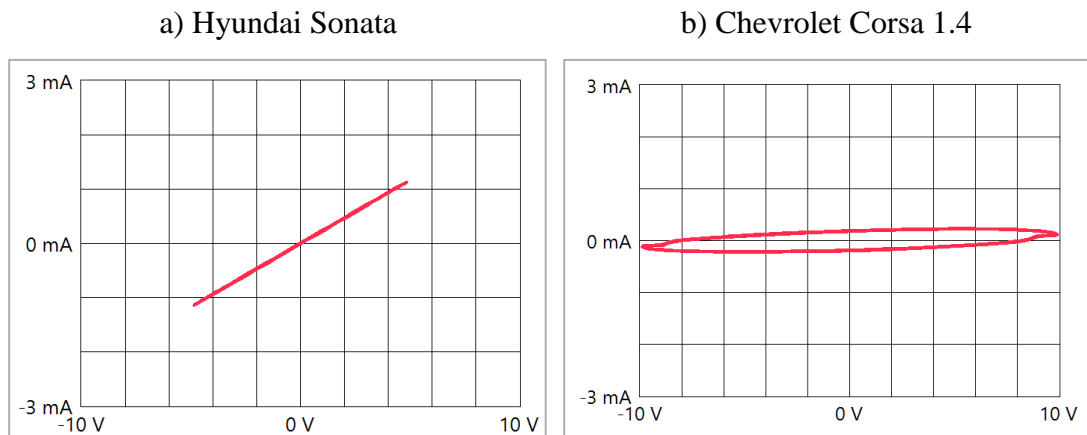


Figura 5.42: Trazo de Curva V-I del Pin de Señal del socket del sensor KS.

Para el análisis del pin GND del socket del sensor se observa el resultado de una figura en circuito cerrado indicando un corto lo cual representa la masa de blindaje de la PCM, esta señal se genera para el vehículo que se analiza.

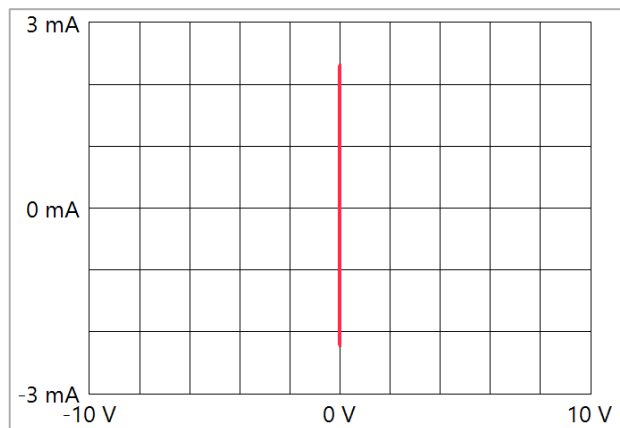


Figura 5.43: Trazo de Curva V-I del Pin de GND del socket del sensor KS.

El diagnóstico por imágenes no se puede evaluar en los terminales del sensor, debido que internamente se encuentra conformado por un material piezoeléctrico de cuarzo y no presenta ningún componente electrónico que envíe señal a la PCM, como resultado se obtuvo un circuito abierto entre las dos terminales.

5.4.8 Sensor O2 (Sonda-λ)

Para determinar las curvas V-I para el sensor de oxígeno se obtuvo de los pines de conexión del socket del sensor, cada pin representa lo siguiente PIN A “GND”, el PIN B “Señal”, el PIN C “GND del Elemento Calefactor” y el PIN D “Alimentación del Elemento Calefactor” como se muestra en la figura 5.44.

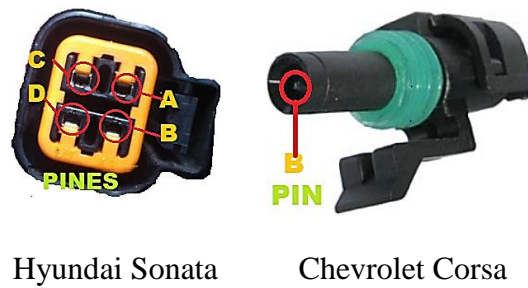


Figura 5.44: Pines de conexión del socket del sensor de Oxígeno.

En la figura 5.45 se analiza el trazo de curva V-I del vehículo Hyundai Sonata del Pin de alimentación del elemento calefactor “Heater (+)” como resultado se obtuvo un circuito equivalente a una capacitancia que indica el circuito interno de alimentación de la PCM a elemento calefactor.

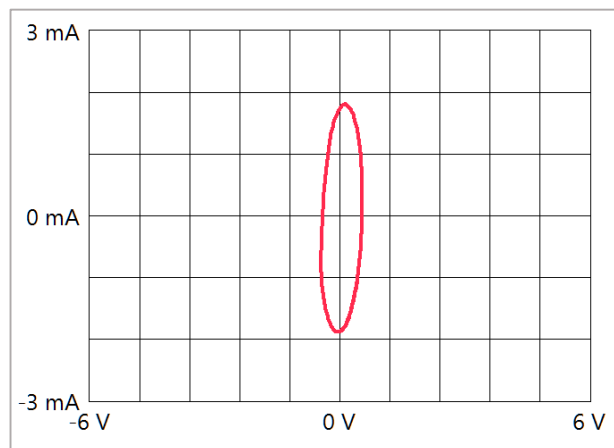


Figura 5.45: Trazo de Curva V-I del Pin del socket de Alimentación del Elemento Calefactor del sensor Lambda.

En la siguiente figura 5.46 se indica la curva V-I del Elemento Calefactor GND “Heater (-)” dando como resultado un circuito equivalente a un diodo en polarización inversa.

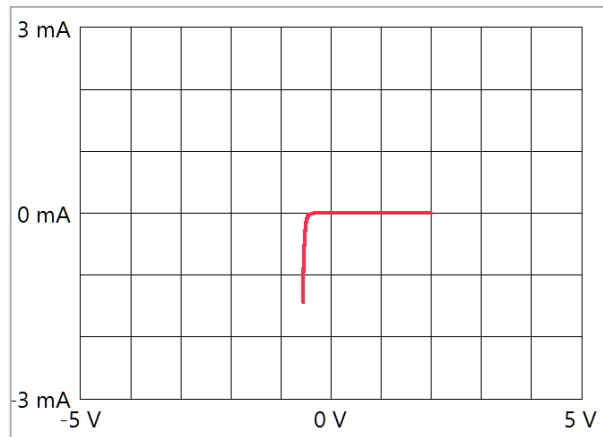


Figura 5.46: Trazo de Curva V-I del Pin del socket de GND del Elemento Calefactor del sensor Lambda.

En la figura 5.47 para el literal a, muestra el trazo de curva V-I que se encuentra conformado por un diodo colocado en polarización directa e inversa conjuntamente con una resistencia para cada diodo colocada en serie, además se observa una capacitancia que se encuentra en paralelo a cada diodo. Para el literal b se analiza el trazo de curva se encuentra conformado por la misma descripción del circuito equivalente del literal “a”, con la diferencia que el literal “b” tiene menor valor capacitivo, esta señal es la única que se puede obtener en el vehículo Chevrolet Corsa ya que posee una sola línea de cable.

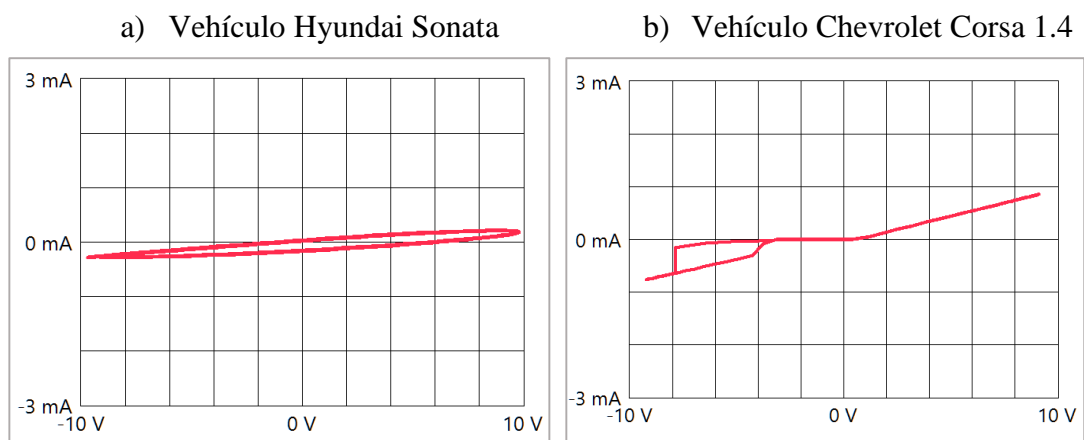


Figura 5.47: Trazo de Curva V-I del Pin de Señal del socket del sensor Oxígeno

En la figura 5.48 se observa el trazo de curva V-I del pin del socket del GND del sensor Lambda, donde se obtuvo un trazo de curva igual a la del circuito cerrado.

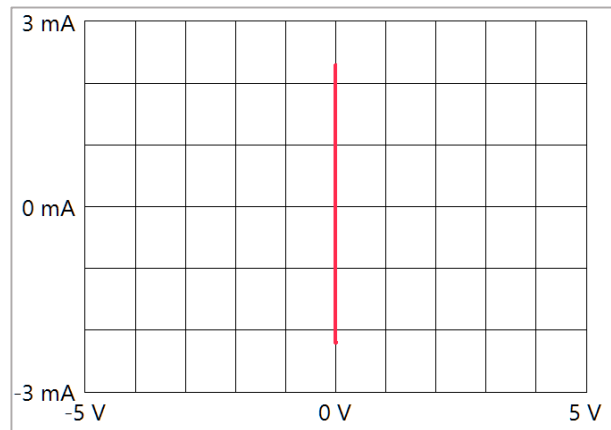


Figura 5.48: Trazo de Curva V-I del Pin GND del socket del sensor Lambda.

Para el análisis del sensor de oxígeno se puede generar curvas patrones V-I en los pines de conexión del socket del sensor, con la finalidad de obtener una base de datos y a futuro comparar los trazos de curva de los circuitos internos de la PCM. El diagnóstico por imagen no puede emplearse en el sensor por la razón que los iones de oxígeno no genera una diferencia de potencial.

5.5 Curvas V-I de Actuadores

El software a su vez también se evaluó en componentes que forman parte de la gestión electrónica del vehículo como son los actuadores, las pruebas y recolección de base de dato se realizó en un vehículo de la marca Chevrolet modelo Corsa 1.4, los elementos que se evaluó son los inyectores, bobina tipo DIS, y la válvula IAC.

5.5.1 Inyectores

Para recolectar trazos de curva se debe conocer los pines de conexión, en el caso del inyector se encuentra conformado por dos pines siendo el PIN 1 "Pin de Activación" y el PIN 2 "Pin de Alimentación" como se muestran a continuación en la Figura 5.49.



Injector



Socket del Injector

Figura 5.49: Pines de conexión del Injector.

En la figura 5.50 se enseña el trazo de curva V-I a una bobina, por la única razón que el actuador internamente se encuentra conformado por un bobinado para ejercer la función de una electroválvula. Esta curva patrón es empleado para cualquier inyector a gasolina.

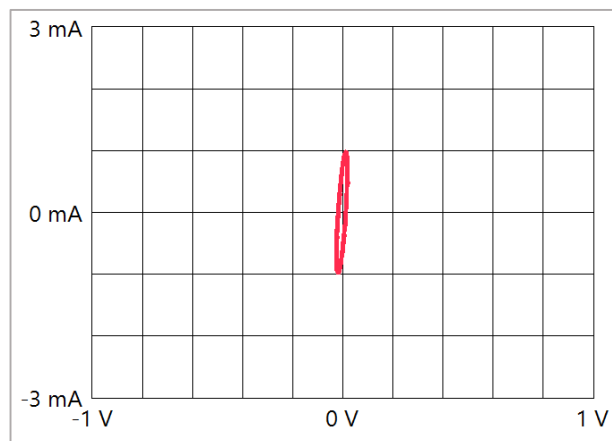


Figura 5.50: Trazo de Curva V-I entre los dos Pines del Injector.

En la figura 5.51 para el literal “a”, muestra el trazo de curva V-I referente a la curva característica de un diodo, este trazo se muestra por la razón que internamente el microprocesador de la PCM envía una señal de activación a un transistor tipo Darlington e internamente se encuentra un Dumper. Para el literal “b” indica un trazo de curva referente a un corto para la alimentación.

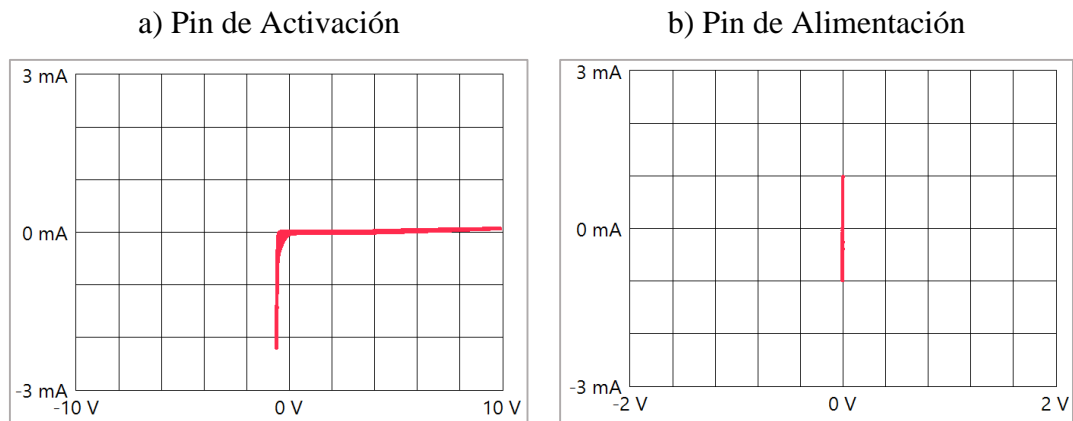


Figura 5.51: Trazo de Curva V-I de los pines del socket del Inyector.

5.5.2 Bobina DIS

Los trazos de curva V-I se obtuvo de los siguientes pines de conexión, el PIN A representa “Señal”, el PIN B “Alimentación” y el PIN C “GND”, como se muestran a continuación en la Figura 5.52.

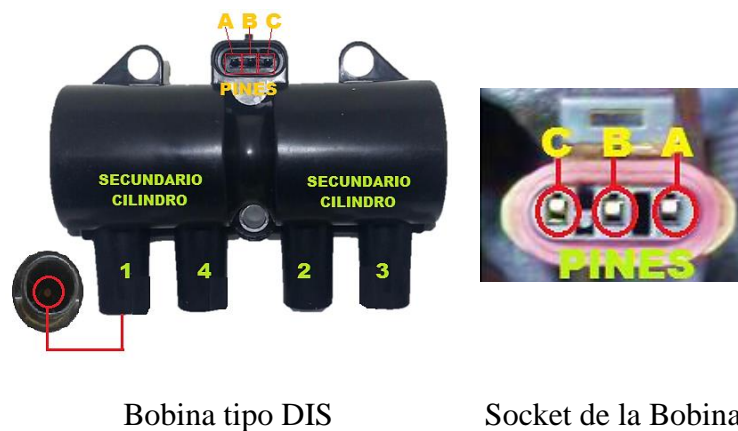


Figura 5.52: Pines de conexión de la Bobina tipo DIS.

En la figura 5.53 se analiza la curva V-I entre los pines de Señal – GND de la Bobina de encendido tipo DIS, como resultado se obtiene la curva característica de una inductancia, esta curva se genera debido a una baja resistencia de embobinado que pertenece al circuito primario.

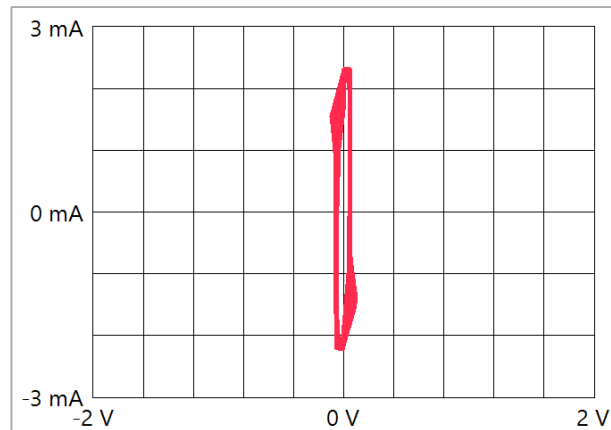


Figura 5.53: Trazo de Curva V-I del primario, entre PIN A-C de la Bobina tipo DIS.

En la figura 5.54 para el literal “a” y “b” se muestra el trazo de curva V-I a la curva característica de una inductancia, la inclinación de la curva se produce porque existe una resistencia mayor en el cable. La técnica de diagnóstico por imágenes permite la comparación y similitud de la curva entre secundario del cilindro 1-4 y del secundario del cilindro 2-3.

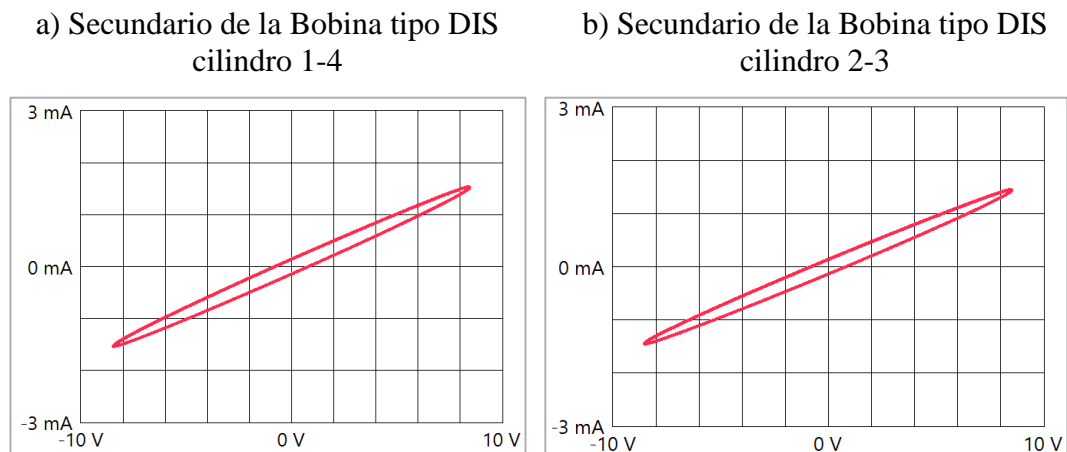


Figura 5.54: Trazo de Curva V-I del secundario de la Bobina tipo DIS.

5.5.3 Válvula de control de marcha mínima “IAC”

Para recolectar trazos de curva se debe conocer los pines de conexión, en el caso de la válvula IAC se encuentra conformado por cuatro pines siendo el PIN A “Pulso de Activación de la Bobina A”, PIN B “Alimentación de la bobina A”, el PIN C “Pulso

de Activación de la Bobina B” y el PIN D “Alimentación de la bobina B” como se indica en la Figura 5.55.

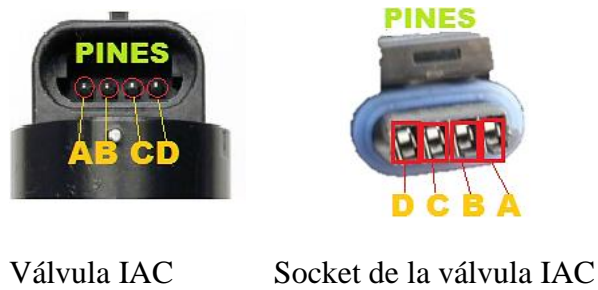


Figura 5.55: Pines de conexión de la Válvula IAC.

En la figura 5.56 para el literal “a” y “b” se indica un trazo de curva a una bobina, esta curva se genera por la razón que la válvula IAC internamente tiene un embobinado para hacer trabajar el motor paso a paso. El diagnóstico por imágenes permite realizar una comparación de similitud entre la Bobina A y Bobina B, en caso que no se presente el mismo trazo de curva se puede decir que el elemento se encuentra defectuoso.

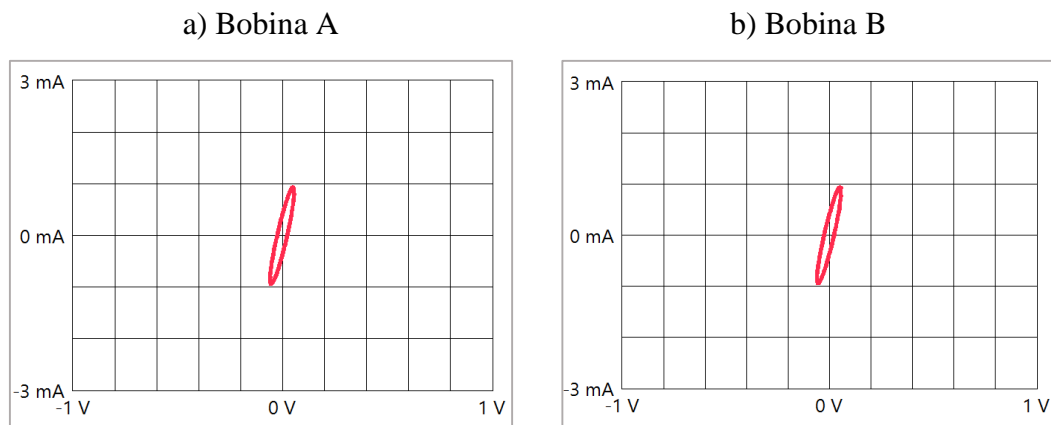


Figura 5.56: Trazo de Curva V-I entre pines de Alimentación-Pulso de Activación de La Válvula IAC.

En la siguiente figura 5.57 para el literal “a” y “b” se analiza la curva V-I del pin de alimentación del socket, obteniendo un trazo de curva a un semiconductor, comúnmente conocido como diodo Zener, la gráfica indica que se encuentra una

resistencia y un efecto capacitivo. Para el control del avance y retroceso del motor paso a paso, la PCM utiliza transistores puente H.

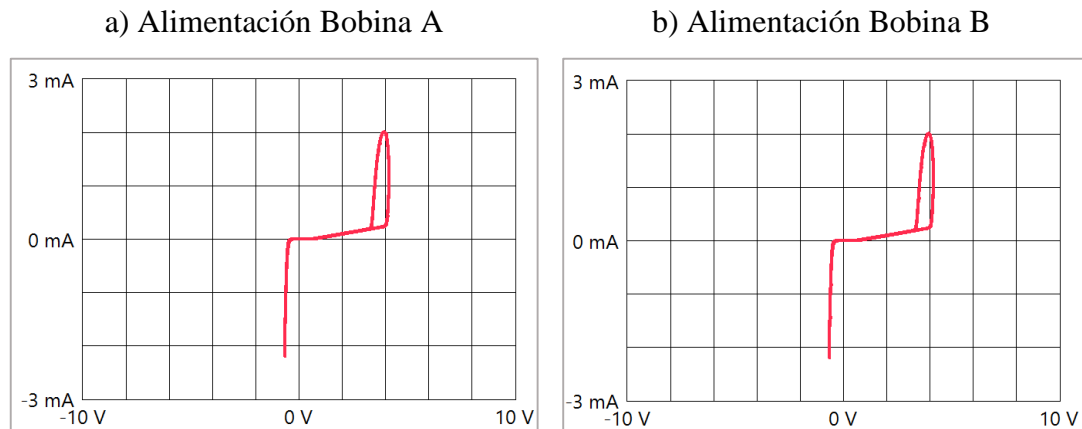


Figura 5.57: Trazo de Curva V-I de los pines de Alimentación del socket de La Válvula IAC.

En la siguiente figura 5.58 para el literal “a” y “b” se analiza la curva V-I del pin de activación del socket, como resultado se obtiene el mismo trazo de curva de la figura 5.57. La técnica de diagnóstico por imágenes puede comparar el circuito interno de activación para la Bobina A y la Bobina B, en caso de no existir similitud en las curvas se puede diagnosticar que existe un problema interno en el circuito de la PCM.

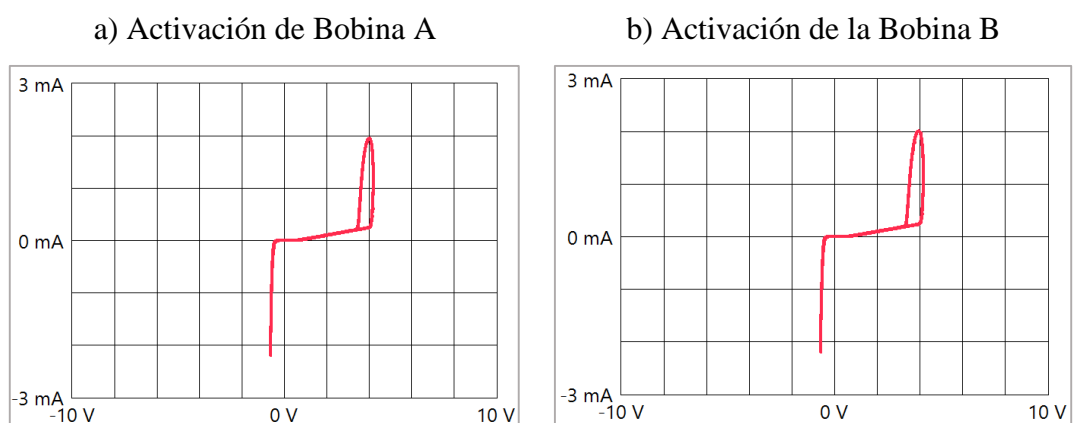


Figura 5.58: Trazo de Curva V-I de los pines de Activación del socket de La Válvula IAC.

CONCLUSIONES

Con el desarrollo del software para diagnóstico por imagen, se ha logrado que esta técnica sea más accesible económicamente, además ha permitido crear curvas patrón que servirán a futuro como una base de datos, misma que se deberá ir incrementando de acuerdo a las posibilidades del usuario, por otro lado, las curvas obtenidas han sido analizadas de tal modo que se permita determinar el estado de un sensor o actuador.

La tarjeta de adquisición de datos My-DAQ que se usa como medio de comunicación entre el circuito de diagnóstico por imagen y el computador, permite recolectar 20 K muestra por segundo, pero en la plataforma del software se ejecuta 10 K/s puntos de muestreo, pues al colocar un valor alto de la frecuencia de muestreo, la imagen tendrá una visualización satisfactoria para el usuario, pero con la desventaja que el programa se ralentiza generando molestias.

La técnica de diagnóstico por imagen es más eficiente para evaluar componentes electrónicos de los circuitos internos de la unidad de control PCM, por la razón que facilita al técnico automotriz interpretar a través de trazos de curvas si existe una irregularidad. Para ello se debe generar una base de datos para a futuro analizar y comparar con la imagen patrón si existe una semejanza.

Al realizar el diagnóstico de trazo de curvas en los sensores de oxígeno “Lambda” y golpeteo “KS” no se obtiene ningún trazo, esto se debe a la composición interna de cada uno de los sensores al no poseer componentes eléctricos. Estos sensores únicamente se evalúan en el socket con la finalidad de verificar el circuito interno de la PCM.

Para diagnosticar sensores TPS basta únicamente analizar entre los pines Señal- Tierra, para determinar su correcto funcionamiento.

Los sensores que funcionan como potenciómetros, se debe interpretar el grado de inclinación de la recta que generan debido a su resistencia, con respecto a su valor óhmico, puesto que una inclinación mayor o menor podría ser la diferencia entre su correcto o mal estado.

Las curvas V-I que generan los actuadores, tales como, inyectores, bobinas, válvula IAC, etc., pueden generar confusión, debido a la cantidad voltaje o frecuencia que se

suministre podrían variar entre una curva equivalente a continuidad o una inductancia, las dos podrían ser correctas, por lo que se recomienda en algunos casos suministrar 2 voltios y 120 Hz y así poder comparar con las curvas patrón ya generadas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda seguir guardando curvas V-I de los vehículos más comerciales en el Ecuador, para seguir incrementando la base de datos, así como también sensores de los motores diésel.

Se recomienda abaratar más los costos de esta técnica, usando una tarjeta de adquisición de datos como el Arduino Edison, ya que posee características similares a la My-DAQ.

Conocer y tener en cuenta los cambios que se producen en la curva V-I, al aumentar o disminuir el voltaje o frecuencia, lo que podría significar una variación en la curva, ya que esto puede hacer confundir en el diagnóstico, pues esto no necesariamente indica que el elemento se encuentra defectuoso. Por lo que previamente se recomienda conocer a breves rasgos el funcionamiento del elemento a analizar, esto ayudará a adelantarse a conocer la curva V-I resultante que se deberá generar.

No realizar el diagnóstico en los sensores de oxígeno “Lambda” y golpeteo “KS”, pues no se obtiene ningún trazo, esto se debe a la composición interna de cada uno de los sensores al no poseer componentes eléctricos. Con lo que únicamente se evaluará en el socket con la finalidad de verificar el circuito interno de la PCM. Para el diagnóstico de sensores TPS bastara analizar entre los pines Señal- Tierra, para determinar su correcto funcionamiento.

Para sensores que basen su funcionamiento en un potenciómetro, se deberá tener en cuenta el grado de inclinación de la recta, para diagnosticar la resistividad correcta para dicho elemento.

Tener en cuenta el uso de puntales de testeo positivo y negativo, ya que un intercambio de posición significara que la curva V-I se muestre girada.

BIBLIOGRAFÍA

- Ali Expresss*. (15 de Mayo de 2017). Obtenido de www.aliexpress.com
- Antonio Serna Ruíz, F. A. (2010). *Guía Práctica de Sensores*.
- Aranda, D. J. (2013). *Electrónica del Automovil*. Buenos Aires: E-Book.
- Augeri, F. (09 de Marzo de 2017). *CISE Electrónica*. Obtenido de <http://www.cise.com/portal/notas-tecnicas/item/757-diagn%C3%B3stico-por-im%C3%A1genes.html>
- Auto Avance*. (8 de Mayo de 2017). Obtenido de <http://www.autoavance.com>
- Auto Avance*. (09 de Marzo de 2017). Obtenido de <http://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/123-5-tecnicas-para-un-diagnostico-electronico-efectivo>
- AUTO EXACTO*. (10 de Marzo de 2017). Obtenido de <https://www.diagnostico-automotriz.com/>
- AUTOMOTRIZ, U. M. (25 de Abril de 2017). Obtenido de <http://mecatronicaautomotriz20092010.blogspot.com/>
- BOSCH. (2002). *Los sensores en el automóvil*. Reverte.
- Boylestad, R. L. (2003). Introducción al análisis de circuitos. En R. L. Boylestad, *Introducción al análisis de circuitos*. México: Pearson Educacion de México, S.A. de C.V.
- BSG Automotive*. (09 de Mayo de 2017). Obtenido de <http://www.bsgautomotive.com/>
- Circuitos Electrónicos*. (09 de Marzo de 2017). Obtenido de http://www.labc.usb.ve/paginas/mgimenez/Lab_Circ_Electronicos_Guia_Teorica/Cap6.pdf
- CISE electrónica*. (09 de Marzo de 2017). Obtenido de http://www.cise.com/portal/index.php?page=shop.product_details&flypage=garden_flypage.tpl&product_id=81&vmcchk=1&option=com_virtuemart&Itemid=54
- DAVID, C. M. (09 de Marzo de 2017). *“DIAGNOSTICO DE FALLAS AUTOMOTRICES MEDIANTE EL USO DE OBDII Y ESCANER*. Obtenido de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/38660/1/ConstantinoMendoza.pdf>

DENSO AUTO PARTS. (09 de Mayo de 2017). Obtenido de <http://densoautoparts.com>

Dentom, T. (2004). *Automobile Electrical and Electronic Systems*. Gran Bretaña: El Sevier.

Electronics, A. (09 de Marzo de 2017). *Setup Electrònica*. Obtenido de http://redeweb.com/_txt/640/74.pdf

Fideslec Academia Online de Reparaciòn. (09 de Marzo de 2017). Obtenido de <http://fidestec.com/blog/un-taller-de-electronica-en-una-sola-caja/>

GILMORE, C. M. (2006). *Instrumentos de Medida Elèctrica*. Barcelona: Revertè S.A.

H. HUBSCHER, J. K. (s.f.). *ELECTROTECNIA*. Barcelona: REVERTÉ.

INTECAP, I. T. (2006). *MANTENIMIENTO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS DEL AUTOMÓVIL*. Guatemala.

José Rafael Lajara Vizcaíno, J. P. (2007). *LabVIEW Entorno gráfico de programación*. Barcelona: Marcombo.

Nicolás Rondón, Oscar Torres, Edwin Niño, Eduardo Monterrosa, Johan Romero. (2012). *Miller Manual de Reparaciones de Automóviles* (2012 ed.). Barcelona, España: Grafos S.A.

Olea, A. A. (Febrero de 2001). *ELECTRÓNICA BÁSICA*. Recuperado el 10 de Mayo de 2017, de http://www.sc.ehu.es/sbweb/electronica/elec_basica/tema3/Paginas/Pagina7.htm

Paletos de la Electronica. (10 de Junio de 2017). Obtenido de <https://paletosdelaelectronica.wordpress.com/2014/09/22/introduccion-a-labview/>

Pro T Ar-Ge. (12 de Mayo de 2017). Obtenido de www.protarge.com

Samarins. (8 de Mayo de 2017). Obtenido de <http://www.samarins.com>

Sánchez, E. (2012). *Sistemas Auxiliares del Motor*. Madrid: MACMILLAN.

Santander, J. R. (2013). *Manual Técnico de Fuel Injection*. Guayaquil: Diseli.

Soriano, L. (19 de Abril de 2017). *Mecatronica Automotriz*. Obtenido de Mecatronica Automotriz: <http://Isoriano-mecatronicaautomotriz.blogspot.com/2011/12/obd-obdi-obdii.html>

Tektronix. (15 de Marzo de 2017). Obtenido de http://electronica.ugr.es/~amroldan/modulos/temas_tecnicos/aparatos_laboratorio/manual541.pdf

Value Tronics. (14 de Marzo de 2017). Obtenido de <https://www.valuetronics.com/detail/Used-hameg-hm6042.cfm>