



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO**

**AUTOMOTRIZ**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

**TEMA:**

**ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS DE  
UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN  
DEL OSCILOSCOPIO AUTOMPOTRIZ BOSCH FSA – 500**

**AUTOR(es):**

**JHONNY JOSÉ NARVÁEZ MORENO  
JHONATAN ISMAEL NARVÁEZ CLERQUE**

**DIRECTOR:**

**ING.CARLOS NOLASCO MAFLA YÉPEZ, MSc.**

**Ibarra, febrero 2019**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**  
**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En el cumplimiento del Art.144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica de Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100377888-1		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Narváez Moreno Jhonny José		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Caranqui, Emperador cacha 1-78 y Princesa Cori Cori		
<b>EMAIL:</b>	jhonny_narvaez_91@hotmail.es		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>		<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0989514130

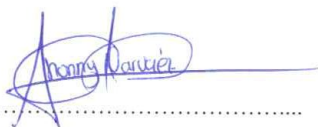
<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100356591-6		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Narváez Clerque Jonathan Ismael		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Av. Víctor Manuel peña herrera 1-40 y Jaime Roldos		
<b>EMAIL:</b>	jinarvaezc@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2645-041	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0983681628

<b>DATOS DE LA OBRA</b>			
<b>TÍTULO:</b>	Análisis de los sistemas eléctricos y electrónicos de un motor de combustión interna mediante la utilización del osciloscopio automotriz Bosch FSA – 500		
<b>AUTOR (ES):</b>	Narváez Moreno Jhonny José Narváez Clerque Jonathan Ismael		
<b>FECHA:</b>			
<b>SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO</b>			
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> x	<b>PREGRADO</b>	<b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ		
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Carlos Nolasco Mafla Yépez. MSc.		

## 2. Constancias

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

### LOS AUTORES:



Jhonny José Narváez Moreno



Jonathan Ismael Narváez Clerque

### CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TESIS

Por medio del presente yo MSc. Carlos Nolasco Mafla Yépez, certifico que los Señores Jhonny José Narváez Moreno, portador de la cédula de identidad Nro. 1003778881 y Jonathan Ismael Narváez Clerque portador de la cédula de identidad Nro. 1003565916. Han trabajado en el desarrollo del trabajo de grado: **ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DEL OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ**, previo a la obtención del título de Ingeniero en Mantenimiento Automotriz, lo cual ha realizado en su totalidad con responsabilidad.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.



.....  
Ing. Carlos Nolasco Mafla Yépez. MSc.

**DIRECTOR DE TESIS**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto está dedicado a mis padres, hermanas, y todos mis seres queridos quienes fueron el pilar principal para la construcción de mi vida personal y profesional, por brindarme su apoyo incondicional y confiar en mí durante todo el trayecto de mis estudios hasta llegar a cumplir un nuevo objetivo.

Quiero dedicar este trabajo a mi estimada jefa Jaqueline Rivas quien me brindó su apoyo incondicional y sabiduría día a día, quien actuó desde una perspectiva ética, no solo ordenando sino preocupándose también que tenga un bienestar y un surgimiento.

**JHONNY JOSÉ NARVÁEZ MORENO**

A mi madre, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años gracias mamá por ayudarme a lograr llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido un orgullo y honor de ser tu hijo eres la mejor mamá.

A mis hermanas, hermano y toda mi familia por su cariño y apoyo incondicional, durante este recorrido, por estar siempre conmigo en cada momento de mi vida por los consejos que me daban, por las palabras de aliento a seguir adelante gracias a cada uno de ellos por confiar en mí, por sus oraciones hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañaron en todos mis anhelos y metas.

A mi novia y mi hija que siempre estuvieron en las buenas y malas por el apoyo que siempre me dieron con sus consejos ustedes me dieron la fuerza para seguir y terminar este proceso y llegar a conseguir una de mis metas.

**JONATHAN ISMAEL NARVÁEZ CLERQUE**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer de una manera especial a mis padres José y Gloria por el apoyo brindado durante el proceso de mis estudios por inculcarme buenos valores y principios necesarios para poder aplicarlos en la vida diaria. A mis hermanas, amigos, compañeros y todas las personas que me brindaron una constante motivación durante el desarrollo del proyecto.

Agradezco a todos mis docentes que gracias a sus conocimientos y consejos inculcados durante el proceso de formación profesional me permitieron alcanzar un nuevo objetivo. Al Ingeniero Carlos Mafla por ser tutor, amigo y guía primordial para concluir el proyecto.

**JHONNY JOSÉ NARVÁEZ MORENO**

Gracias a mi madre Mirian Patricia, Dolores Márquez, y A mi novia Daniela por ser las principales promotoras de mi sueño, por confiar y creer en mi expectativa, por los consejos, valores, enseñanzas, principios que nos han inculcado.

También quiero agradecer a mi hija por ser la motivación a seguir adelante y darme la fuerza necesaria para alcanzar el éxito y cumplir un sueño más de mi vida.

Finalmente quiero expresar mi más grande agradecimiento al Ing. Carlos Mafla principal colaborador en todo este proceso de investigación, quien con sus conocimientos, enseñanzas y colaboración en todo momento permitió el desarrollo de esta tesis.

**JONATHAN ISMAEL NARVÁEZ CLERQUE**

## ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
FIGURAS 2 .....	xi
FIGURAS 3 .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
ANEXO I.....	xiii
ANEXO II .....	xiii
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
1.1 ANTECEDENTES .....	3
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	6
1.4 DELIMITACIÓN .....	6
1.4.1 DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	6
1.4.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL .....	6
1.5 OBJETIVOS.....	7
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
1.6 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.7 ELECTRÓNICA EN VEHÍCULOS .....	8
1.8 COMPONENTES ELÉCTRICOS .....	9
1.8.1 MOTOR DE ARRANQUE.....	9
1.8.1.1 Funcionamiento del motor de arranque .....	10
1.8.1.2 Función principal.....	10
1.8.2 ALTERNADOR .....	11
1.8.2.1 Función principal de un alternador.....	12
1.8.2.2 Componentes de un alternador .....	13
1.8.3 LA BOBINA DE ENCENDIDO .....	14
1.9 SENSORES .....	16
1.9.1 SENSOR O2. SENSOR DE OXIGENO (SONDA LAMBDA).....	16

1.9.2	SENSOR CKP. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL Y REVOLUCIONES POR MINUTO .....	17
1.9.3	SENSOR ECT. SENSOR DE LA TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR.....	21
1.9.4	SENSOR TPS. SENSOR DE POSICIÓN DEL ACELERADOR .....	23
1.9.5	SENSOR MAP. SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA.....	25
1.9.6	SENSOR MAF. SENSOR DE FLUJO DE LA MASA DE AIRE.....	27
1.10	ACTUADORES .....	28
1.10.1	INYECTOR.....	28
1.10.2	VÁLVULA DE CONTROL DE RALENTÍ.....	30
1.10.3	BOBINA DE ENCENDIDO .....	32
1.11	ECU (ENGINE CONTROL UNIT) .....	33
1.11.1	FUNCIÓN DE LA ECU .....	34
1.12	DIAGNÓSTICO DE VEHÍCULOS .....	35
1.13	ESCÁNER AUTOMOTRIZ.....	36
1.14	OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ .....	37
1.15	MULTÍMETRO.....	38
	CAPÍTULO II.....	39
2	MATERIALES Y METODOS .....	39
2.1	MATERIALES .....	39
2.1.1	EQUIPAMIENTO PARA MEDICIONES .....	39
2.1.2	DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO FSA 500.....	40
2.1.2.1	Presión del aire .....	40
2.1.2.2	Generador de señales .....	41
2.1.3	CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK .....	41
2.1.4	VEHÍCULO HYUNDAI ELANTRA.....	42
2.2	METODOLOGÍA.....	43
2.2.1	INTRODUCCIÓN AL MANEJO DEL EQUIPO .....	43
2.2.2	INICIAR PROGRAMA.....	44
2.2.2.1	Compacsoft [plus] .....	44
2.2.2.2	Systemsoft [plus] .....	44
2.2.3	CONFIGURACION DEL EQUIPO .....	45
2.2.4	IDENTIFICACION DEL VEHICULO .....	46



2.2.5	ESTRUCTURA DE LA PANTALLA DE LOS PASOS DE PRUEBA .....	47
2.2.6	CONDICIONES GENERALES DE MEDICIÓN .....	49
2.2.7	REGLETA DE CONEXIÓN .....	50
CAPITULO III .....		52
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	52
3.1	PASOS DE PRUEBA DEL EQUIPO FSA 500 EN UN MOTOR DIÉSEL .....	52
3.1.1	TENSIÓN DE LA BATERÍA, ARRANCADOR Y COMPRESIÓN RELATIVA ...	52
3.1.2	TENSIÓN DE LA BATERÍA Y CORRIENTE DEL MOTOR DE ARRANQUE ...	56
3.1.3	REGULADOR DE TENSIÓN / GENERADOR.....	58
3.1.4	ARRANCADOR / ARRANQUE .....	60
3.1.5	CAPTADOR DEL NÚMERO DE REVOLUCIONES (CKP) .....	62
3.1.6	TRANSDUCTOR DEL EJE DE LEVAS (CMP) .....	64
3.1.7	SENSOR DE PRESIÓN DEL COMMON RAIL.....	66
3.1.8	MEDIDOR DE MASA DE AIRE HFM6 (DIGITAL).....	69
3.2	PASOS DE PRUEBA DEL EQUIPO FSA 500 EN UN MOTOR (GASOLINA) .....	72
3.2.1	IDENTIFICACION DEL VEHICULO .....	72
3.2.2	TENSIÓN DE LA BATERÍA, ARRANCADOR Y COMPRESIÓN RELATIVA ...	73
3.2.3	TENSIÓN DE LA BATERÍA Y CORRIENTE DEL MOTOR DE ARRANQUE ...	76
3.2.4	Cable de dador CAN.....	78
3.2.5	REGULADOR DE TENSIÓN / GENERADOR.....	81
3.2.6	Arrancador / Arranque .....	83
3.2.7	CAPTADOR DEL NÚMERO DE REVOLUCIONES (CKP) .....	85
3.2.8	TRANSDUCTOR DEL EJE DE LEVAS (CMP) .....	87
3.2.9	MEDIDOR DE MASA DE AIRE HFM5 (ANÁLOGO) .....	89
3.2.10	TENSIÓN DEL ENCENDIDO PRIMARIO .....	91
3.2.11	TENSIÓN DEL ENCENDIDO SECUNDARIO .....	94
CAPITULO IV .....		96
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	96
4.1	CONCLUSIONES .....	96
4.2	RECOMENDACIONES.....	97
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....		98
2.	.....	98
ANEXOS.....		101

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura1. 1: Motor de arranque.....	9
Figura1. 2: Alternador y sus partes.....	12
Figura1. 3: partes de bobina .....	15
Figura1. 4: Señal del sensor de oxígeno .....	16
Figura1. 5: Diagrama eléctrico del sensor de oxígeno O2. ....	17
Figura1. 6: Sensor CKP.....	18
Figura1. 7: Señal del sensor óptico de posición del cigüeñal.....	19
Figura1. 8: Diagrama eléctrico del sensor CKP óptico .....	19
Figura1. 9. Señal del sensor de posición del cigüeñal tipo inductivo.....	20
Figura1. 10. Señal del sensor de posición del cigüeñal de efecto hall .....	21
Figura1. 11. Sensor ECT .....	21
Figura1. 12 Señal del sensor ECT .....	22
Figura1. 13 Diagrama eléctrico del sensor ECT.....	23
Figura1. 14: Sensor TPS.....	23
Figura1. 15: Señal del sensor TPS.....	24
Figura1. 16: Diagrama eléctrico del sensor TPS .....	25
Figura1. 17: Sensor MAP .....	25
Figura1. 18: Señal del sensor MAP .....	26
Figura1. 19: Diagrama eléctrico del sensor MAP .....	26
Figura1. 20: Sensor MAF .....	27
Figura1. 21: Señal del sensor MAF.....	27
Figura1. 22: Diagrama eléctrico del sensor MAF .....	28
Figura1. 23: Inyector .....	28
Figura1. 24: Señal del inyector.....	29
Figura1. 25: Válvula IAC .....	30
Figura1. 26: Señal de la válvula de control del aire de ralentí .....	31
Figura1. 27: Bobina de encendido.....	32
Figura1. 28: Señal de la bobina de encendido .....	33
Figura1. 29: Unidad de control de motor .....	33

Figura1. 30: Diagrama de la unidad de control del motor.....	34
Figura1. 31: Scanner Automotriz .....	37
Figura1. 32: Osciloscopio automotriz .....	37
Figura1. 33: Multímetro automotriz .....	38

## **FIGURAS 2**

Figura2. 1: Pantalla de inicio del software .....	45
Figura2. 2: Pantalla de inicio del software .....	46
Figura2. 3: Identificación del vehículo.....	46
Figura2. 4: Estructura de la pantalla de los pasos de prueba.....	48
Figura2. 5: Regleta de conexión.....	50

## **FIGURAS 3**

Figura3. 1: Conexión del equipo .....	53
Figura3. 2: Medición concluida.....	55
Figura3. 3: Conexión del equipo .....	56
Figura3. 4: Señal de la batería y corriente del motor de arranque.....	57
Figura3. 5: Conexión del equipo .....	58
Figura3. 6: Señal oscilante de la corriente de la batería .....	60
Figura3. 7: Conexión del equipo .....	61
Figura3. 8: Señal de la corriente del motor de arranque.....	62
Figura3. 9: Conexión del equipo .....	63
Figura3. 10: Señal del sensor (CKP) .....	64
Figura3. 11: Conexión del equipo .....	65
Figura3. 12: Conexión del equipo .....	66
Figura3. 13: Conexión del equipo .....	66
Figura3. 14: Señal del sensor de presión con el motor en contacto.....	67
Figura3. 15: Señal del sensor de presión con el motor en ralentí.....	68
Figura3. 16: Señal del sensor de presión con el motor en acelerado.....	69
Figura3. 17: Conexión del equipo .....	70
Figura3. 18: Señal del sensor de masa de aire HFM6 (digital) con el motor en marcha lenta..	71
Figura3. 19: Señal del sensor de masa de aire HFM6 (digital) con el motor acelerado.....	72
Figura3. 20: Identificación del vehículo.....	73
Figura3. 21: Conexión del equipo .....	74

Figura3. 22: Medición concluida.....	76
Figura3. 23: Conexión del equipo .....	77
Figura3. 24: Señal de la batería y corriente del motor de arranque.....	78
Figura3. 25: Conexión del equipo .....	79
Figura3. 26: Señal de la red CAN .....	80
Figura3. 27: Conexión del equipo .....	82
Figura3. 28: Señal oscilante de la corriente de la batería .....	83
Figura3. 29: Conexión del equipo .....	84
Figura3. 30: Señal de la corriente del motor de arranque.....	85
Figura3. 31: Conexión del equipo .....	86
Figura3. 32: Señal del sensor (CKP) .....	87
Figura3. 33: Conexión del equipo .....	88
Figura3. 34: Señal del sensor (CMP) .....	89
Figura3. 35: Conexión del equipo .....	90
Figura3. 36: Señal del sensor de masa de aire HFM5 (Análoga).....	91
Figura3. 37: Conexión del equipo .....	92
Figura3. 38: Señal del encendido primario.....	94
Figura3. 39: Conexión del equipo .....	95
Figura3. 40: Señal del encendido secundario .....	96

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características del motor de arranque .....	11
Tabla 2: Características técnicas del alternador .....	14
Tabla 3: Duración típica de los periodos del inyector .....	30
Tabla 4: Presión de aire. ....	40
Tabla 5: Generador de señales.....	41
Tabla 6: Ficha técnica camioneta Volkswagen Amarok .....	42
Tabla 7: Ficha técnica vehículo Hyundai Elantra.....	43
Tabla 8: Teclas programables en identificación del vehículo. ....	47
Tabla 9: Definición de las barras de herramientas del software.....	48
Tabla 10: Definición de cada uno de los conectores del equipo. ....	50
Tabla 11: Barra de teclas de softkey. Batería/arrancador/compresión. ....	55
Tabla 12: Pines del conector de la caja de prueba CAN. ....	81

## ÍNDICE DE ANEXOS

### ANEXO I

AI. 1: Osciloscopio Automotriz Modelo FSA 500.....	102
AI. 2: Pinza amperimétrica de 1000 Amperios .....	102
AI. 3: Transmisor de medición secundario.....	103
AI. 4: Cable adaptador primario .....	103
AI. 5: Cable divisor de tensión .....	104
AI. 6: Cable Multi-Mess (multimedición).....	104

### ANEXO II

AII. 1: Preparación de los equipos y vehículo de prueba .....	105
AII. 2: Obtención de datos de sensores y actuadores .....	105

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación trata sobre el análisis de componentes eléctricos y electrónicos de un motor a diésel y un motor a gasolina en los cuales la gestión electrónica es la encargada de regular totalmente su funcionamiento, para el desarrollo del proyecto se usará un osciloscopio automotriz Bosch modelo FSA 500, el cual consta de diferentes pasos de prueba y un osciloscopio de cuatro canales el cual permite el análisis de diferentes sensores al mismo tiempo óptima y eficiente. Los componentes principales en el sistema eléctrico son el motor de arranque, alternador, batería, por otra parte, en la gestión electrónica encontramos a la ECU y los diferentes sensores y actuadores que se encuentran alrededor del motor. Mediante el uso del osciloscopio automotriz se puede obtener valores de voltaje, corriente, resistencia, curvas de voltaje y valores de trabajo reales, los cuales se puede analizar e interpretar y en caso de producirse una avería se la puede corregir de una manera rápida y directa. Permite diagnosticar la comprensión de cada cilindro de una manera relativa utilizando el trazado de corriente del motor de arranque. Con este trabajo investigativo se pretende brindar una ayuda didáctica tanto a estudiantes como docentes con lo cual se pueda afianzar los conocimientos adquiridos en las aulas a través de los años de estudio.

## **ABSTRACT**

This research work is about the analysis of electrical and electronic components of a diesel engine and a gasoline engine in which the electronic management is responsible for fully regulate its operation, for the development of the project will use a Bosch automotive oscilloscope FSA 500 model, which consists of different test steps and a four-channel oscilloscope which allows the analysis of different sensors at the same time optimal and efficient. The main components in the electrical system are the starter motor, alternator, battery, on the other hand, in the electronic management we find the ECU and the different sensors and actuators that are located around the motor. Through the use of the automotive oscilloscope can be obtained values of voltage, current, resistance, voltage curves and actual work values, which can be analyzed and interpreted and in case of a breakdown can be corrected in a fast and direct . It allows diagnosing the understanding of each cylinder in a relative manner using the current trace of the starter motor. With this research work is intended to provide a teaching aid to both students and teachers with which you can strengthen the knowledge acquired in the classroom through the years of study.

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio muestra el análisis de los componentes eléctricos y electrónicos del vehículo tanto a diésel como a gasolina, los resultados de los análisis serán de gran ayuda tanto para estudiantes como también para los docentes al momento de realizar el proceso de diagnóstico automotriz.

En la revisión bibliográfica se trata sobre la parte eléctrica y electrónica del vehículo, su historia, evolución y herramientas utilizadas en el diagnóstico de las misma, se trata también de sensores y actuadores y sus diferentes tipos de ondas que se procederá analizarlas.

En la metodología de la investigación se describe a este trabajo como una investigación de tipo tecnológica ya que en esta investigación se usó un equipo de última generación en lo que respecta al diagnóstico automotriz. Procediendo con la elaboración de diferentes pasos de prueba de los componentes eléctricos y electrónicos, donde se obtienen resultados para luego ser analizados y comparados con los parámetros de funcionamiento propios de cada uno de los componentes.

En la sección de resultados y discusión se analizan y comparan cada una de las señales de los diferentes componentes eléctricos y electrónicos en las cuales se muestran valores de voltaje, Corriente, compresión, parámetros de funcionamiento y distintos oscilogramas de los sensores.





## CAPÍTULO I

### 1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 1.1 ANTECEDENTES

En la historia de la industria automotriz el avance de la tecnología es muy evidente y uno de los mejores avances es la parte electrónica por lo cual también se desarrollan herramientas de medición eléctrica y electrónica para su diagnóstico como es el osciloscopio el cual ha producido mayor impacto al momento de realizar un diagnóstico del sistema eléctrico y electrónico, debido a la versatilidad de su uso.

Con la invención del tubo de rayos catódicos (CTR) desarrollado en el siglo XIX. El físico alemán Karl Ferdinand invento el osciloscopio como curiosidad física en 1897, mediante la aplicación de una señal oscilante de deflector de placas con carga eléctrica en un fósforo recubierto de electrones, en ese momento, el invento estaba destinado principalmente para demostrar y explorar la física de los electrones (entonces conocidos como rayos catódicos), pero después se fueron ocupando para observar el comportamiento de algunos dispositivos electrónicos y circuitos complejos (Aguilar Peñaloza Jorge David, Diciembre, 2013).

Con el osciloscopio automotriz no solo se puede medir diferentes fenómenos eléctricos como son: voltaje, corriente, periodo, frecuencia, etc. Los cuales también son posibles de medir con un multímetro, sino que también gracias al osciloscopio automotriz permite observar lo que sucede en el tiempo de dichos fenómenos eléctricos y con esto poder analizar de una mejor manera detallando su funcionamiento. Gracias a esto el osciloscopio automotriz es una de las herramientas automotrices de uso diario de mayor aplicación al momento de realizar un diagnóstico.

En la historia de las mediciones eléctricas y electrónicas, el instrumento que ha producido mayor impacto ha sido el osciloscopio, debido a que es de utilidad no solamente para medir algunas variables de los fenómenos eléctricos (voltaje, corriente, frecuencia, periodo, etc.) sino que también permite observar el desarrollo en el tiempo de dichos fenómenos, con lo cual se pueden conocer y estudiar en forma más detallada. Debido a esto, el osciloscopio sigue siendo uno de los instrumentos de mayor aplicación en el trabajo diario (Aguilar Peñaloza Jorge David, Diciembre, 2013).

Sin duda alguna, uno de los instrumentos de medición más importantes dentro de cualquier laboratorio es el osciloscopio. El osciloscopio es básicamente un dispositivo de representación de gráficos. Permite de hecho “observar” señales eléctricas, las que generalmente se muestran en función del tiempo, permite visualizar fenómenos transitorios así como formas de ondas en circuitos eléctricos y electrónicos (Osorio, 2011).

A menudo, los errores digitales tienen sus raíces en problemas de integridad de la señal analógica. Para localizar la causa del fallo digital, con frecuencia es necesario recurrir a un osciloscopio que pueda mostrar detalles de la forma de onda, sus flancos y ruido, detectar y mostrar transitorios, y ayudar a medir de forma precisa relaciones temporales tales como los tiempos de establecimiento y retención (Tektronix, 2009).

Dependiendo de las capacidades del osciloscopio, se podrán efectuar procesados adicionales en los puntos de muestreo, lo que mejorará la presentación. También puede disponerse de un pre disparó, que permite ver eventos antes del punto de disparo. La mayoría de los osciloscopios digitales actuales proporcionan también una selección de medidas con parámetros automáticos, lo cual simplifica el proceso de medida (Tektronix, El XYZ de los osciloscopios).

Existen dos categorías de osciloscopios que son analógicos y digitales. El equipo analógico es utilizado para trabajar con voltajes que varían continuamente, mientras el digital pueden trabajar con números binarios discretos que se enfocan muestras de voltaje.

Como existen los de Un tocadiscos convencional son dispositivos analógicos, en cambio que un reproductor de discos compactos son dispositivos digitales.

Los osciloscopios se pueden clasificarse de una manera igual o similar en analógicos y como en digitales. Para varias o más aplicaciones, como resultado darán lo mismo un osciloscopio analógico y un digital. Sin duda, cada tipo de osciloscopio tiene características diferentes que le pueden ser más o menos convenientes para varias aplicaciones o en varios trabajos.

Los osciloscopios digitales pueden ser, además, clasificados como osciloscopios de memoria digital, o simplemente, osciloscopios digitales (DSO), osciloscopios de fósforo digital (DPO), y osciloscopios de muestreo (Tektronix, El XYZ de los osciloscopios).

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La necesidad de contar con un equipo de medición en la carrera de ingeniería automotriz que permita analizar las diferentes señales que emiten cada uno de los sistemas eléctricos y electrónicos y sensores de un motor a combustión interna la interpretación correcta de las señales eléctricas y electrónicas que emite el motor a diferentes regímenes de funcionamiento.

Ya que los avances tecnológicos en el campo automotriz se implementan nuevos equipos de trabajo constantemente buscando conseguir el mejor rendimiento más óptimo para el vehículo. Por tal motivo es de suma importancia hoy en día la utilización de equipos automotrices complementarios, que puedan facilitar la verificación del sistema electrónico del vehículo, pudiéndose obtener datos que permitan la corrección o toma de decisiones.

Esto desarrollará la necesidad de implementar herramientas que permitan la verificación de los diversos componentes eléctricos y electrónicos. Por tal razón es de suma

importancia que se incentive el uso de un medidor de señales eléctricas, ya que a diferencia de un escáner, el osciloscopio tiene la capacidad de medir e interpretar directamente dichas señales ya sean de sensores o actuadores, permitiéndole así al técnico realizar un diagnóstico, pero esto necesariamente tiene que ir de la mano con la investigación del tipo de ondas que genera cada componente para poder ser analizadas e interpretadas mediante las gráficas obtenidas en el display del instrumento.

Como factor principal, es la reducción de emisiones de gases contaminantes hacia el medio ambiente, prestaciones más exigentes y además de satisfacer las necesidades de sus usuarios. Con el fin de llevar una adecuada educación para los ocupantes de los vehículos.

El propósito de este proyecto para la realización se ha generado en base de datos que debido a la creciente demanda del uso de la tecnología en el campo automotriz. Llevará o donde se desarrollará la necesidad de implementar herramientas que permitan la verificación de los diversos componentes eléctricos y electrónicos en los motores que se encuentran en los talleres de la Universidad técnica del Norte.

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Es viable el análisis de los sistemas eléctricos y electrónicos un motor de combustión electrónica mediante la utilización del osciloscopio Bosch FSA 500?

### **1.4 DELIMITACIÓN**

#### **1.4.1 DELIMITACIÓN TEMPORAL**

Para el desarrollo de este proyecto se establece un periodo de 12 meses que comprende entre el mes de febrero del 2018 hasta el mes de febrero del 2019.

#### **1.4.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El análisis de los componentes eléctricos y electrónicos se realizará en las instalaciones del taller automotriz del campus universitario que se encuentra ubicado geográficamente en la ciudad de Ibarra, provincia de Imbabura.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar los sistemas eléctricos y electrónicos de un motor de combustión interna mediante la utilización de un osciloscopio automotriz Bosch FSA – 500.

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Medir la compresión relativa de cada cilindro indirectamente a través del trazado de la corriente del motor de arranque a un motor de encendido por compresión.
- Evaluar la tensión de la batería, corriente del motor de arranque y régimen de un motor a combustión.
- Analizar las señales y ondas de los sensores de un motor a combustión.

## **1.6 JUSTIFICACIÓN**

La importancia de realizar esta investigación se debe a que en la actualidad la gran mayoría de vehículos utilizan componentes eléctricos, electrónicos y su funcionamiento está dado en gran porcentaje en base a los sensores y actuadores implementados en el mismo. Por lo anteriormente expuesto se implementara un equipo de medición y se realizará un estudio exhaustivo de las señales generadas por los sensores y actuadores, las mismas que serán analizadas con el osciloscopio (RAFAEL, 2014).

Un osciloscopio es un instrumento que nos permite realizar diagnósticos más rápidos y certeros, pero su uso requiere dedicación, práctica y hasta una buena dosis de paciencia; sobre todo porque implica un buen manejo de los conceptos básicos de electrónica y del funcionamiento de los diferentes sistemas de un vehículo, destacando, por supuesto, el

motor de ciclo Otto de 4 tiempos. En otras palabras, se requieren sólidas bases en Electrónica (Leopoldo Parra Reynada, 2011).

Con el objetivo de identificar pruebas correctas e incorrectas generadas por los elementos, para de esta manera diagnosticar posibles fallas en los diversos sistemas del motor, las mismas que se podrán visualizar en la memoria del instrumento de medida para de esta manera hacer una comparación de las señales que se generan en tiempo real, con las señales del manual técnico.

el beneficio sera tolos los que conformemos la carrera de ingenieria automotriz se contara con los recursos disponibles en el modulo para ser utilizados en las distintas etapas del transcurso de la carrera y el compromiso de cada uno de nosotros sera estudiar, aprovechar al maximo hasta conseguir el triunfo y alcanzar como meta un titulo que permita involucrar de forma enmediatay con éxito al mundo laboral (ROJAS, 2014).

## **1.7ELECTRÓNICA EN VEHÍCULOS**

La creciente importancia de los componentes eléctricos y electrónicos del automóvil hace necesario un aprendizaje de los fundamentos de la electrotecnia orientado a la práctica ya que los avances técnicos de la industria del automóvil son tan vertiginosos que ni los propios especialistas pueden mantenerse siempre al día. El elevado nivel de exigencia de este ámbito profesional, en lo concerniente al equipamiento, el ahorro, la optimización de la seguridad, los sistemas de propulsión inteligente y la comunicación móvil en los vehículos, cautiva cada vez más al público y por eso vamos a analizar los sensores más importantes del vehículo (Romero, 2017)

Electrónica y la asistencia en la conducción: Hoy la electrónica asiste a las acciones del conductor con programas que supervisan y se adaptan al modo de conducir de cada uno. Es posible encontrar vehículos que ofrecen programas para diversas condiciones de conducción, ajuste de asientos y de clima, sistemas de sonido, etc., que aprenden automáticamente las preferencias del conductor.

Electrónica y seguridad: Elementos pasivos y activos, como sensores de aceleración que actúan con los airbags y equipamiento electrónico para asistencia a la conducción, sistemas

de posicionamiento GPS, detectores de distancia de otros vehículos y de ayuda a estacionar, son ejemplos modernos de electrónica aplicada (Camilla, 2007).

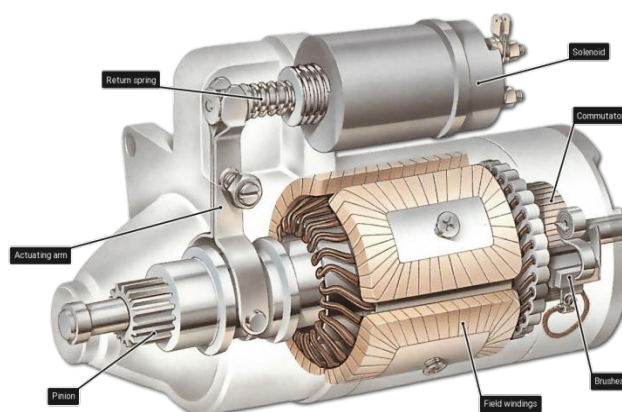
En los sistemas automotrices cada vez se sustituyen los sistemas mecánicos a electrónicos. Por ejemplo, la unidad de control electrónico es el corazón de un vehículo debido a sus múltiples funciones como el control de la combustión; hay una multitud de computadoras en todo el vehículo que controlan diferentes sistemas. Hoy en día un vehículo típicamente contiene alrededor de 25 a 35 microcontroladores, y los de lujo llegan a tener aproximadamente de 60 a 100 (Gaspariano, 2017).

## 1.8 COMPONENTES ELÉCTRICOS

### 1.8.1 MOTOR DE ARRANQUE

El motor de arranque es una máquina eléctrica que convierte la energía eléctrica en energía mecánica, que funciona según el descubrimiento de Ampere en su principio de reacción electromagnética, mismo principio que es aplicado para hacer girar el cigüeñal del motor de un automóvil y acelerarlo desde el reposo hasta una velocidad tal que el motor quede trabajando por sí mismo. Cabe mencionar que la potencia varía en los motores de combustión interna desde 4kw en las motocicletas hasta 11kw de los arrancadores a diésel.

El motor de arranque difiere de la mayoría de los motores eléctricos en que está diseñado solo para funcionar por pequeños intervalos de tiempo con una gran sobrecarga (Andrade, 2014). En la figura 1.1 se puede apreciar la estructura interna del motor de arranque con sus partes.



**Figura 1. 1:** Motor de arranque  
(Denton, 2016)



### **1.8.1.1 Funcionamiento del motor de arranque**

El sistema de arranque está constituido por el motor de encendido, el interruptor, el acumulador, y el cableado. El motor de arranque es activado con la energía del acumulador cuando se gira la llave de puesta en marcha, cerrando el circuito y haciendo que el motor gire. El motor de arranque conecta con el cigüeñal del motor de combustión por un piñón conocido como piñón de ataque de pocos dientes con una corona dentada reductora que lleva incorporada el volante de inercia del motor térmico. Cuando el volante gira más rápidamente que el piñón, el piñón se desacopla del motor de arranque mediante rueda libre que lo desengrana, evitando daños por exceso de revoluciones.

En el caso de los automóviles, el motor de arranque se desacopla mediante una palanca activada por un solenoide (un electroimán) que está sujeto al cuerpo del motor de arranque. En otros casos (motocicletas y aviación ligera) el relé va montado separado y sólo alimenta la corriente; el acople/desacople del piñón de ataque se realiza por inercia y rueda libre, con un estriado en espiral. Cuando arranca el motor térmico la diferencia de velocidades expulsa al piñón hacia atrás.

En los motores grandes (vehículos industriales, etc.) el piñón se desplaza junto con el inducido o rotor, por medios electromagnéticos. En un inicio engrana mediante una alimentación en paralelo de las bobinas inductoras. Cuando se acopla la fuerza se incrementa porque se alimenta con una bobina inductora en serie. El proceso termina cuando se corta la alimentación al relé, que también está integrado con el motor de arranque.

### **1.8.1.2 Función principal**

El motor de arranque funciona como un motor eléctrico, con un piñón y un dispositivo para guiar el piñón en la rueda dentada del volante. Exteriormente, la armadura, las zapatas polares y el devanado de excitación son semejantes a los del generador. El devanado de excitación se conecta en serie, funcionando como el motor gracias a la corriente principal se adapta bien a la marcha, debido a que, por su elevado par motor, consigue desde el

principio sobrepasar la resistencia impuesta por el motor. La relación de transmisión entre el anillo y la cremallera es de aproximadamente 20:1. En esta alta relación de transmisión el piñón no permanece engranado continuamente puesto que el motor de marcha alcanzaría una frecuencia de giro demasiado alta. Por ende, se necesita un dispositivo especial de desenganche, con el fin de que haya separación entre el motor principal y el de marcha, cuando la frecuencia de giro del motor sobrepase cierto valor (QuimiNet, El sistema de arranque automotriz, 2007).

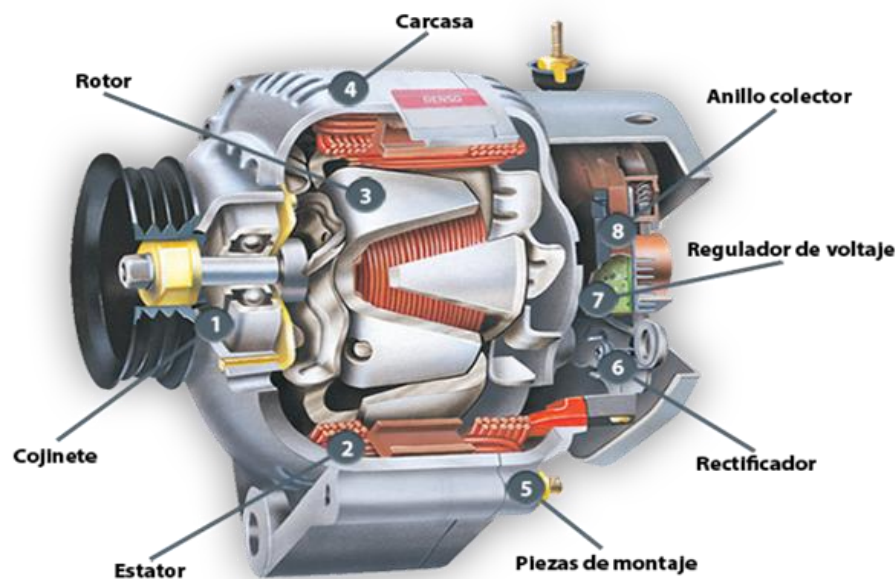
**Tabla 1.** Características del motor de arranque

Características

- Las escobillas son de gran resistencia, son de cobre.
- Al momento del arranque recibe entre 150 a 300 amperios por cm<sup>2</sup>. La presión de éstas sobre el colector es de 600 y 800 gr/cm<sup>3</sup>.
- El motor de arranque recibe corriente eléctrica, consumiendo unos 300 amperios cada vez que se acciona la llave, y proporcionado el giro del motor.
- Hace girar el cigüeñal a una velocidad mínima de 300 o 400 r.p.m., suficientes para vencer el roce y temperatura que tienen las partes internas del motor.

## 1.8.2 ALTERNADOR

Es un mecanismo que se encarga de transformar la energía mecánica en energía eléctrica (la cual es alterna). Es por ello que resulta necesario utilizar un dispositivo que regule el voltaje, además de un rectificador, debido a que la corriente que usan muchos sistemas es continua y se obtiene desde una batería o acumulador. Todo lo anterior lleva a que es una pieza esencial para un correcto funcionamiento del circuito electrónico de, por ejemplo, un vehículo (caymansseo, Qué es y cómo funciona un alternador?, 2017).



**Figura 1. 2:** Alternador y sus partes

(Denton, 2016)

En la figura 1.2 se muestra las diferentes partes que conforma un alternador, los alternadores están creados siguiendo el principio de que, en un conductor sometido a un campo magnético variable, durante un determinado tiempo se va a inducir una tensión eléctrica o fuerza electromotriz, cuya polaridad depende del sentido del campo y el valor del flujo que lo atraviesa. La cual proporciona corriente eléctrica a los distintos consumos del vehículo (Solis, 2010).

### 1.8.2.1 Función principal de un alternador

En un automóvil la función de un alternador es proporcionar energía continua (no alterna, para poder evitar golpes de tensión) al circuito electrónico del vehículo donde van todas las piezas. Donde la función de un alternador es transformar energía mecánica en eléctrica, Se debe tomar muy en cuenta que el alternador debe proporcionar la corriente necesaria al vehículo. Y debe suministrar de forma correcta la corriente eléctrica necesaria para la batería este cargada, Si esta energía eléctrica deducirse fuese alterna, podría determinar más energía de la necesaria lo que causaría diferentes partes dañadas o quemadas de todo el sistema eléctrico, o por otra parte la batería se sulfataría por obtener un 'sin fin' de energía eléctrica, siempre, por lo cual un alternador es muy importancia en un vehículo el

cual se encarga de suministrar la cantidad necesaria de corriente, en el momento exacto que lo requiera el sistema eléctrico. Al no ejecutarse en el momento preciso, las partes que se encuentran en el circuito eléctrico podrían quemarse por la energía excesiva que hay, o por falta de energía las partes del circuito no funcionarían.

### 1.8.2.2 Componentes de un alternador

**Regulador:** Mantiene la tensión máxima de salida del alternador (14,5 voltios), además de que regula los amperios que requieren la batería.

**Polea:** La polea recibe la fuerza mecánica mediante una correa, generalmente poli V. Esta polea se une con el eje del alternador y mueve el rotor que yace en su interior.

**Rectificador de diodos:** El rectificador se encarga de convertir la corriente de salida del alternador (corriente alterna) en corriente continua, la cual es factible para el uso del vehículo.

**Rotor (Inductor):** Esta es la parte móvil del alternador, la cual recibe corriente desde un regulador, debido a que está formado por un electroimán. La corriente la recibe mediante unos anillos rozantes que están situados en el eje.

**Estator (inducido):** Se trata de la parte fija en el que se encuentra el bobinado de 3 fases. Puede estar constituido en triángulo o en estrella.

**Rodamientos:** Son piezas mecánicas que permiten un correcto movimiento de las piezas. Tienen bolillas dentro, engrasadas, que permiten el movimiento y que justamente haya la menor fricción posible. Una pieza que está conectada a otra por un rodamiento va a girar sin problemas y con la menor fricción/desgaste posible.

**Tabla 2:** Características técnicas del alternador

<b>Alternador tipo: KC-A-- &gt;12V 50-90A</b>	
<b>K</b>	Código para el diámetro exterior del estator (126 mm OD).
<b>C</b>	Generador compacto.
<b>A</b>	Ausland (“Extranjero”. En alemán; países distintos de Alemania).
<b>&gt;</b>	Dirección de giro (sentido horario).
<b>12V</b>	Voltaje de funcionamiento del generador.
<b>50A</b>	A Salida estabilizada a 25 c a 1800 RPM./13,5 Voltios.
<b>90A</b>	Salida estabilizada a 25 c a 1800 RPM./13,5 Voltios.

Fuente: (Andrade, 2014)

### 1.8.3 LA BOBINA DE ENCENDIDO

La bobina es un componente del vehículo el cual mediante auto inducción genera una chispa (arco eléctrico) de alto voltaje. Transforma el voltaje a bordo de 12 voltios a un voltaje de 12000 a 40000 voltios para encender la mezcla de aire combustible al interior de los cilindros del motor. La chispa es transmitida mediante cables de bujías blindados con hilo de bronce o fibras de carbón hasta las bujías en las cuales se genera la chispa. El interior de una bobina costa de hilo de cobre esmaltado en su mayoría en vuelto un sin número de veces alrededor del núcleo. Los inductores son normalmente de acero magnético o circuitos integrados. Su cuerpo o carcasa es de plástico de gran resistencia o en el caso de las bobinas cilíndricas de aluminio con terminales de bronce o baño en cobre (LARENAS, 2013).



**Figura 1. 3:** Partes de bobina  
(Camilla, 2007)

En la figura 1.3 se encuentra la bobina con sus partes que la conforman, la finalidad de esta es elevar la tensión eléctrica a partir de una baja tensión (12 voltios), para conseguir la diferencia de tensión que creara la chispa en el electrodo de la bujía. La bobina de ignición suministra voltaje a las cuatro bujías continuamente.

El módulo de control del motor (ECU) comandará encender en circuito de la bobina esto permitirá que la corriente fluya a través de los bobinados de la bobina primaria para el ángulo de parada o tiempo adecuado. Cuando la ECU comanda el circuito de ignición (IGN) que se apague, esto interrumpirá el flujo de corriente a través de los devanados de la bobina primaria.

El campo magnético creado por los devanados de la bobina primaria se inducirá a través de los devanados de la bobina secundaria, los cuales inducen el pico del voltaje. El voltaje de la bobina secundaria viaja de la terminal de salida de la bobina a través del cable de bujía y de la apertura de la bujía al bloque del motor (PAULO CÉSAR MAIQUÍZA TITUAÑA, 2011).

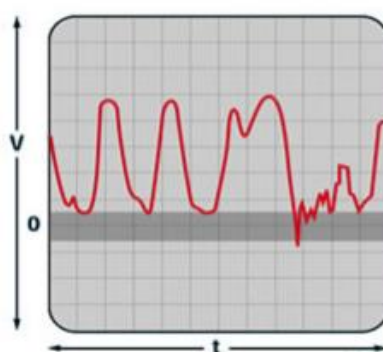
## 1.9 SENSORES

### 1.9.1 SENSOR O<sub>2</sub>. SENSOR DE OXIGENO (SONDA LAMBDA)

El sensor de oxígeno O<sub>2</sub>, o también llamado Sonda Lambda, es un sensor encargado de detectar la cantidad de oxígeno que existe a la salida de los gases de escape, debido a su función se encuentra ubicado en el múltiple de escape. El computador (ECU) toma como referencia una cantidad determinada de moléculas de oxígeno en los gases de escape de tal manera que, al existir una variación de estas, será un indicador de un mal funcionamiento del motor, debido al exceso o falta de combustible en la mezcla estequiometría. El sensor de oxígeno está funcionando todo el tiempo revisando la calidad de combustión, enviando una señal al computador el cual en cuestión de milésimas de segundo se encarga de corregir el exceso o la falta de combustible inyectado para mantener una relación de aire y combustible ideal en el buen funcionamiento del motor.

- **Parámetros de funcionamiento del sensor de oxígeno**

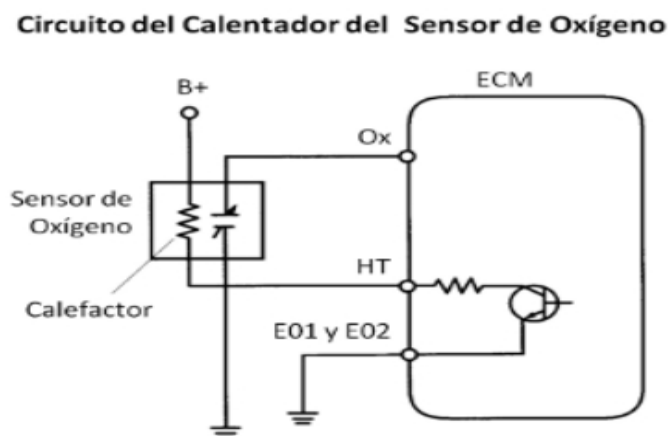
La señal eléctrica que emite el sensor de oxígeno es de (0,1 a 0,9V), cuando existe una alta cantidad de oxígeno a la salida de los gases de escape, significa una mezcla pobre y el sensor enviara una señal al computador de (0,65 a 0,9V). Por otra parte, cuando existe una baja cantidad de oxígeno a la salida de los gases de escape significa una mezcla rica y el sensor enviara una señal al computador de (0,1 a 0,45V).



**Figura 1. 4:** Señal del sensor de oxígeno  
(Romero, 2017)

En la figura 1.4 se muestra la señal del sensor de oxígeno en perfecto estado. Cuando el sensor de oxígeno o sonda lambda no funciona correctamente, ocasiona un alto consumo

de combustible, la cantidad de gases q emana el motor es alta y a su vez esta genera una pérdida de potencia significativa en el motor.



**Figura 1. 5:** Diagrama eléctrico del sensor de oxígeno O<sub>2</sub>.  
(CANDIANO, 2012)

## 1.9.2 SENSOR CKP. SENSOR DE POSICIÓN DEL CIGÜEÑAL Y REVOLUCIONES POR MINUTO

El sensor de posición del cigüeñal (CKP) es el encargado de registrar la velocidad del motor y la posición del cigüeñal. Este sensor reporta a la ECU la posición del cigüeñal y las revoluciones por minuto del motor para que junto con el reporte del sensor de posición del árbol de levas (CMP) la computadora ubique el cilindro número uno y así, sincronizar el tiempo de encendido. En la figura 1.6 se puede apreciar el sensor CKP de tipo inductivo.





**Figura1. 6:** Sensor CKP  
(CANDIANO, 2012)

La señal del sensor de posición del cigüeñal (CKP) es usada para fijar:

- Posición del cigüeñal.
- Velocidad del motor.
- Punto de encendido.
- Momento de la inyección.
- RPM del motor.

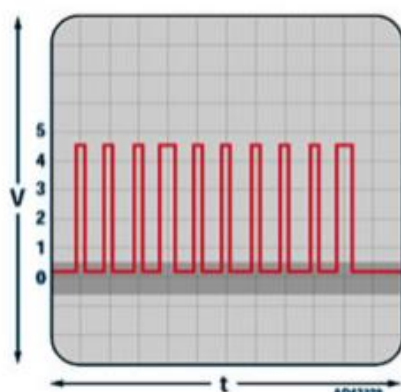
Dentro de la gama del sensor CKP podemos encontrar 3 tipos diferentes:

1. Sensor óptico.
2. Sensor inductivo.
3. Sensor de efecto hall.

**a) Sensor CKP óptico**

El tipo de sensor CKP óptico suele encontrarse en la parte interior del distribuidor, reporta la señal de revoluciones por minuto del motor y del punto muerto superior de cada uno de los cilindros, su medición se asemeja a la de un sensor de efecto hall.

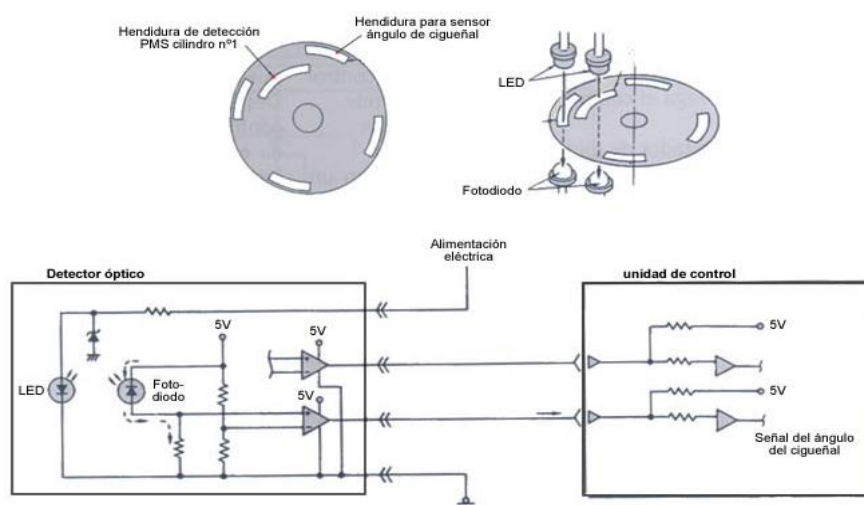
Un sensor óptico está conformado por un fotodiodo y un led, los cuales se activan por una placa que rota en un eje circular y deja pasar la luz emitida por el led, en la figura 1.7 se puede apreciar la forma de onda del sensor tipo óptico.



**Figura1. 7:** Señal del sensor óptico de posición del cigüeñal  
Fuente: (Romero, 2017)

En la figura 1.8 se muestra el diagrama eléctrico del sensor, generalmente posee tres cables de conexión correspondientes a:

- Alimentación 5V.
- Masa.
- Señal de RPM.



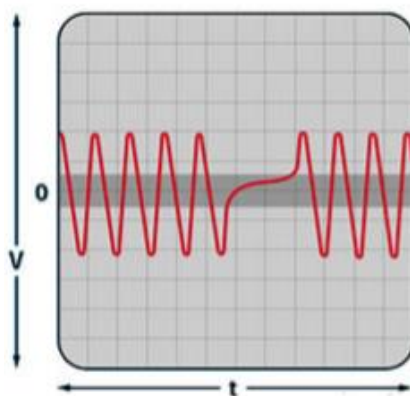
**Figura1. 8:** Diagrama eléctrico del sensor CKP óptico  
(CANDIANO, 2012)

### b) Sensor CKP inductivo

En sensores de tipo inductivo la señal es creada sin necesidad de ningún tipo de alimentación externa, únicamente se crea por un efecto inductivo causado por el magnetismo generado entre el plato de convertidor de torsión y el propio sensor, lo que significa que este sensor funciona solo si el vehículo se encuentra encendido ya que

necesita que el plato convertidor de torsion se mantenga girando de lo contrario el sensor no emitira ningun tipo de señal al ECU.

Un solo diente, o rueda dentada, induce un voltaje al embobinado del sensor. El sensor del árbol da información sobre la posición del motor al igual que sobre qué cilindro está en qué movimiento. El sensor del cigüeñal proporciona la velocidad del motor y también da la posición del motor, usando en muchos casos el “diente faltante” (Denton, 2015). El espacio que existe en la curva de medición se debe al diente faltante en el plato convertidor de tensión el cual se usa como referencia para que el ECU pueda determinar la posición del motor.



**Figura1. 9.** Señal del sensor de posición del cigüeñal tipo inductivo (Romero, 2017)

### c) Sensor CKP de efecto hall

El sensor CKP de efecto hall es básicamente un interruptor digital de ENCENDIDO/APAGADO. Este sensor se activa mediante un disco metálico giratorio con aberturas, el disco pasa entre el electroimán y el semiconductor.

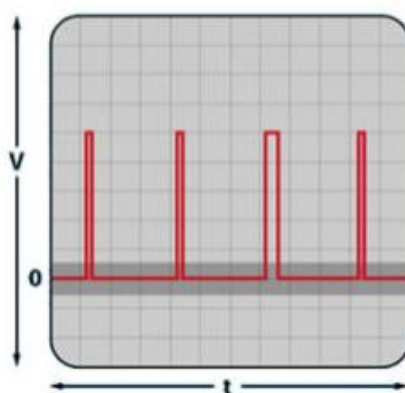
Existen dos tipos de señales de efecto hall según su amplitud.

- De (0 a 5)V.
- De (0 a 12)V.

Es muy importante que este tipo de onda generada llegue a 0V. o maximo a 1V. para que el computador lo pueda interpretar. La forma de onda que se genera en tantas señales como cilindros tenga el motor, las cuales nos indicara el momento en que cada uno de los pistones ha alcanzado el maximo de su recorrido.

Este tipo de sensores de efecto hall poseen tres cables de conexión.

- Alimentacion 5V. – 12V.
- Masa.
- Señal.



**Figura1. 10.** Señal del sensor de posición del cigüeñal de efecto hall  
(Romero, 2017)

### 1.9.3 SENSOR ECT. SENSOR DE LA TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE DEL MOTOR

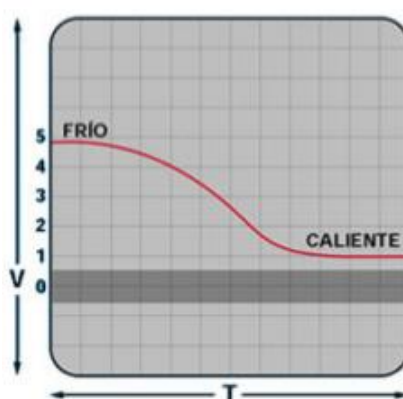
El principio de funcionamiento de un sensor de temperatura del refrigerante del motor se basa en usar un termistor el cual se encarga de medir la temperatura del refrigerante, a medida que haya cambios de temperatura del refrigerante provocara un cambio en la resistencia del termistor, por lo tanto, una señal eléctrica proporcional a la temperatura que se encuentra siendo medida.



**Figura1. 11.** Sensor ECT

(CANDIANO, 2012)

En la figura 2.11 se aprecia el sensor de temperatura del refrigerante del motor el cual se conecta a una resistencia en serie de valor fijo. La unidad de control del automóvil suministra 5v para el funcionamiento del circuito, de esta manera el módulo de control electrónico mide la variación de voltaje entre la resistencia de valor fijo y el sensor de temperatura del refrigerante, determinando la temperatura del refrigerante. En el momento que el sensor se encuentra frio la resistencia del sensor será alta de tal manera que la señal de tensión también será alta, a medida que el sensor empieza a calentarse su resistencia disminuye y disminuye también la señal de tensión. En la figura 1.12 se muestra la forma de onda del sensor al momento que se encuentra frio su tensión es alta y a medida que se calienta la tensión disminuye.

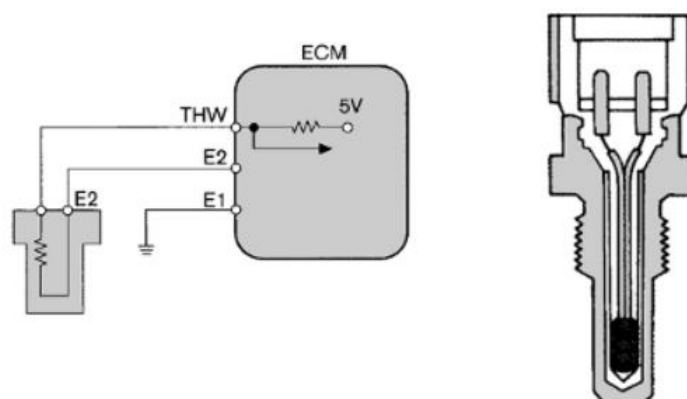


**Figura1. 12** Señal del sensor ECT  
(Romero, 2017)

- **Parámetros de funcionamiento del sensor ECT**

Por tanto, el cambio de resistencia alterará el voltaje visto en el sensor y se le puede monitorear en busca de discrepancias en toda su gama operativa. Al seleccionar una escala de tiempo de 500 segundos y conectar el osciloscopio al sensor, se puede monitorear el voltaje de salida. Encienda el motor y en la mayoría de los casos el voltaje empezará en la región de 3 a 4 V y caerá gradualmente. El voltaje dependerá de la temperatura del motor (Denton, 2015).

### Sensor ECT – Circuito



**Figura1. 13** Diagrama eléctrico del sensor ECT  
(CANDIANO, 2012)

### 1.9.4 SENSOR TPS. SENSOR DE POSICIÓN DEL ACELERADOR

El sensor TPS (Throttle Position Sensor) más conocido como sensor posición de la mariposa, es el responsable de informar al computador del vehículo la posición instantánea de la mariposa de aceleración. Ya que esta información es muy importante para que el modulo pueda determinar el tiempo de apertura de las boquillas, el avance de ignición, el control del cambio y diversos otros factores.

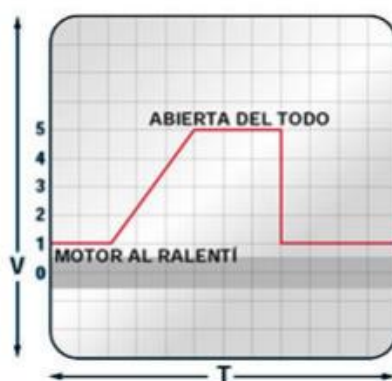


**Figura1. 14:** Sensor TPS  
(CANDIANO, 2012)

En la figura 1.14 se muestra el sensor TPS el cual se conecta mecánicamente al eje de la mariposa de aceleración; cuando se acciona el pedal del acelerador, el eje de la mariposa de aceleración gira, y en consecuencia la mariposa de aceleración se abre y se cierra.

- **Parámetros de funcionamiento del sensor TPS**

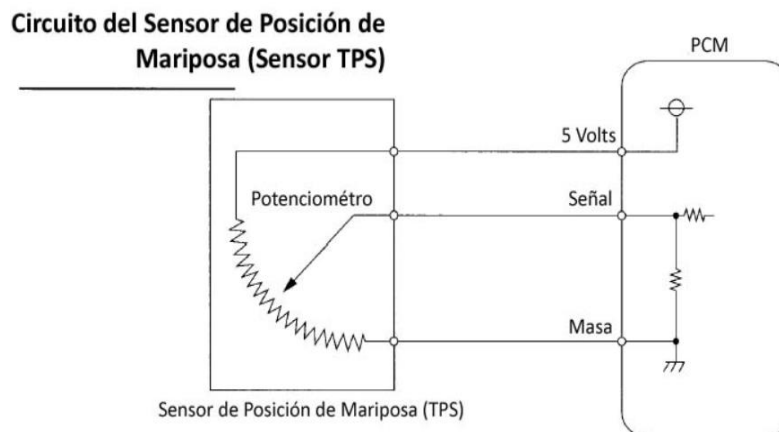
En la figura 1.15 se muestra la forma de onda del sensor, cuando la mariposa se encuentra cerrada tendremos una señal de 0.5V y al momento q la mariposa se abra en su totalidad tendremos una señal de 4.5V.



**Figura1. 15:** Señal del sensor TPS  
(Romero, 2017)

El sensor TPS consta principalmente de 3 cables:

- Cable positivo de alimentación referencia, suministrado por el módulo de mando normalmente 5V.
- Cable de señal q va al módulo de mando.
- Cable negativo.



**Figura1. 16:** Diagrama eléctrico del sensor TPS  
(CANDIANO, 2012)

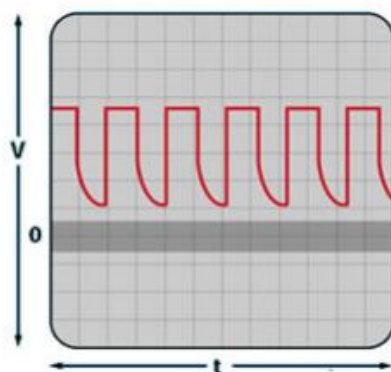
### 1.9.5 SENSOR MAP. SENSOR DE PRESIÓN ABSOLUTA



**Figura1. 17:** Sensor MAP  
(CANDIANO, 2012)

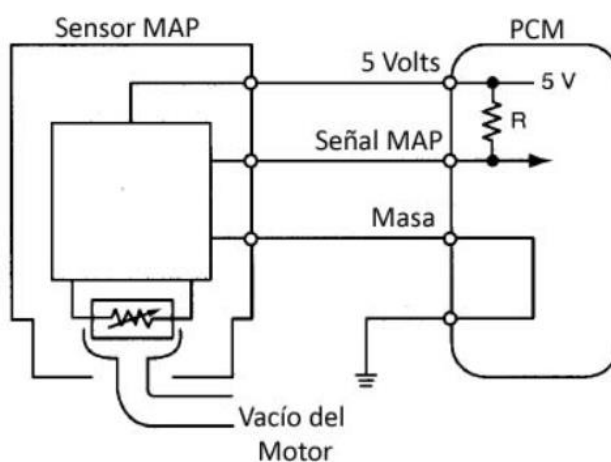
En la figura 1.17 se muestra el sensor MAP (Manifold Absolute Pressure) el cual es el encargado de detectar la presión absoluta de aire en el colector de admisión del automóvil y la transforma en una señal eléctrica la cual se envía a la computadora del vehículo la misma que usa este dato junto con el dato de las revoluciones por minuto para poder calcular el nivel de carga del motor y coordinar el tiempo de inyección de los inyectores de tal manera que se obtiene una buena mezcla estequiometrica de aire y gasolina.





**Figura1. 18:** Señal del sensor MAP  
(Romero, 2017)

El sensor MAP se localiza en el colector de admisión directamente o también puede ir conectado a través de tubo flexible o una manguera de vacío que conecta el sensor MAP a una fuente de vacío del colector de admisión.



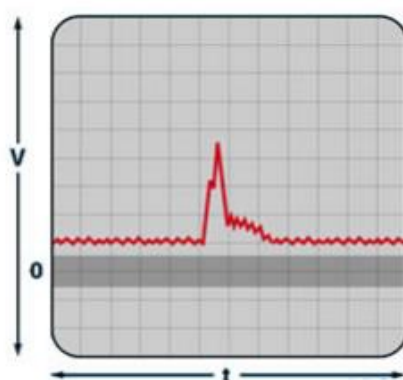
**Figura1. 19:** Diagrama eléctrico del sensor MAP  
(CANDIANO, 2012)

## 1.9.6 SENSOR MAF. SENSOR DE FLUJO DE LA MASA DE AIRE



**Figura1. 20:** Sensor MAF  
(CANDIANO, 2012)

En la figura 1.20 se muestra el sensor de flujo de aire MAF por sus siglas en inglés “Mass Air Flow” tiene una función muy importante que es la de medir la masa o cantidad de aire que está aspirando el motor en cada instante, el sensor lo transforma en una señal eléctrica y la envía a la computadora del vehículo. La señal emitida por el sensor MAF y el sensor MAP son fundamentales para calcular e inyectar la cantidad de combustible ideal.

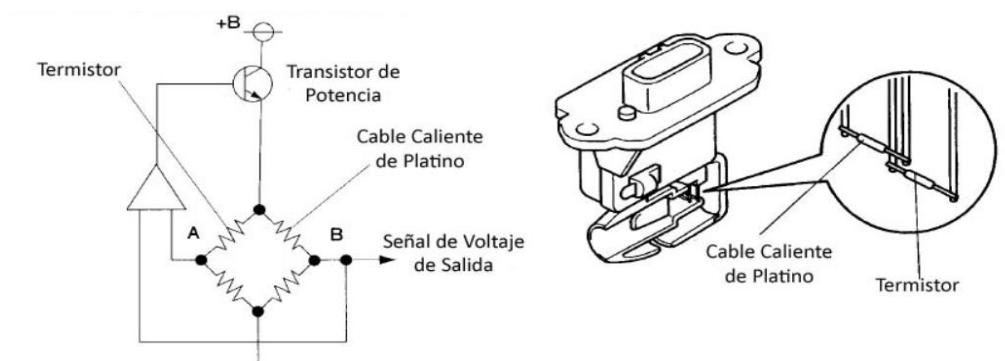


**Figura1. 21:** Señal del sensor MAF  
(Romero, 2017)

### Características. -

- Es un sensor con construcción simple, sin partes móviles como otros sensores de flujo de aire.
- Debido a su principio de funcionamiento, el sensor MAF no necesita de correcciones debido a la variación de la densidad del aire provocada por cambios de altitud o temperatura, mide directamente la masa de aire.
- La resistencia mecánica que el sensor MAF ofrece al paso de aire es baja.

Velocidad de reacción; cuando se produce un cambio en el flujo de masa de aire en la admisión del motor, el sensor MAF tarda de 1 a 3 ms para percibir e informar este cambio.



**Figura1. 22: Diagrama eléctrico del sensor MAF**

Fuente: (CANDIANO, 2012)

## 1.10 ACTUADORES

Los actuadores son dispositivos que transforman las señales que portan la información de ajuste, de baja potencia, en señales potentes correspondientes a la energía necesaria para intervenir en el proceso. Estos cada vez más proliferan el automóvil como consecuencia de la mayor implementación de nuevos sistemas electrónicos. Existen diferentes tipos de actuadores que son utilizados en campo de la Ingeniería Automotriz estos pueden ser de tipo neumático, eléctrico o hidráulico.

### 1.10.1 INYECTOR

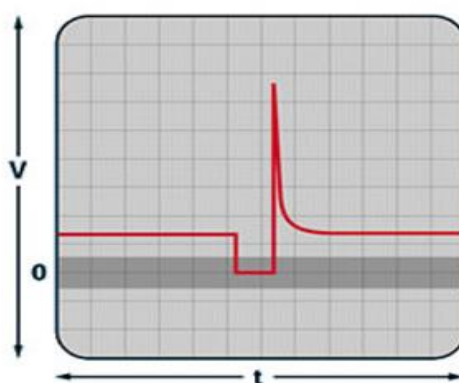


**Figura1. 23: Inyector**  
(RAFAEL, 2014)

En la figura 1.23 se muestra el inyector el cual es cargado de pulverizar el combustible en forma de aerosol que existe en la línea dentro del conducto de admisión. Es capaz de abrirse y cerrarse millones de veces sin escape de combustible es un elemento importante en el motor con una esencia refinada de electroválvula y que reacciona muy rápidamente al pulso eléctrico que la acciona.

Su función es el encargado de insertar una cantidad determinada de combustible dentro de la cámara de combustión en forma pulverizada, distribuyéndolo muy homogéneamente posible dentro del aire que se encuentra contenido en la cámara.

La comprobación de los inyectores se debe hacer cuando se detecte un funcionamiento deficiente de los mismos. Los síntomas de mal funcionamiento de los inyectores son: la emisión de humos negros por el escape, la falta de potencia del motor, calentamiento excesivo, aumento del consumo de combustible y ruido de golpeteo del motor. Puede localizarse el inyector defectuoso haciendo la prueba de desconectarle el conducto de llegada de combustible mientras el motor está en funcionamiento. (Cacuango., 2016) En la figura 1.24 se puede apreciar la forma de onda del inyector.



**Figura1. 24:** Señal del inyector  
(Romero, 2017)

Los sistemas de inyección intermitente de control electrónico trabajan adaptando el tiempo de apertura de los inyectores a la cantidad necesaria de combustible suministrada en diferentes condiciones del motor en el funcionamiento. En donde la duración de los impulsos eléctricos depende del módulo de control del motor eso se puede medir en milisegundos (ms) y oscila entre 1 y 14 esa es su referencia de funcionamiento. Con el

osciloscopio se puede ejecutar las mediciones del motor para verificar el impulso del inyector, lo que se puede utilizar para medir la duración.

En el funcionamiento del motor la duración del tiempo del impulso mediante el arranque y el ralentí frío es mayor que cuando está en ralentí caliente del motor, pero aumentara a medida que la carga del motor se incremente rápido. Esta consecuencia será especialmente si se pisa y se suelta a la misma ves el acelerador rápidamente varias veces seguidas.

**Tabla 3:** Duración típica de los periodos del inyector

ESTADO.	DURACIÓN.
2000 – 3000 r.p.m.	1 – 6 ms.
Ralentí.	1 – 6 ms.
Mariposa a plena carga.	6 – 35 ms.

### 1.10.2 VÁLVULA DE CONTROL DE RALENTÍ

Es una válvula electromecánica que es controlada por el Módulo de Control electrónico la válvula de control de ralentí realiza un papel muy fundamental en la regulación de las revoluciones del motor cuando se encuentra en ralentí, al administrar el ingreso de aire y regularle dentro de las cámaras de combustión del motor.

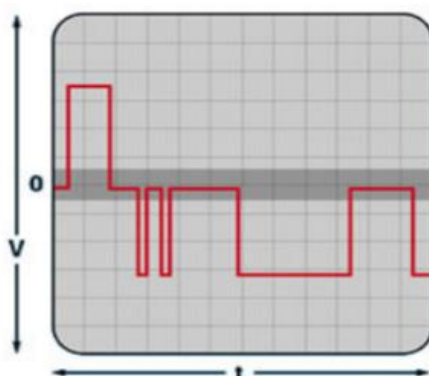


**Figura1. 25:** Válvula IAC  
(Andrade, 2014)

En la figura 1.25 se muestra la válvula IAC la cual tiene como función principal controlar el movimiento de forma de cono al momento que ingresa el aire dentro de las cámaras de combustión entregando una mayor o menor cantidad de aire según informe el ECM o

cuando el motor lo requiera, la válvula se encuentra ubicada sobre la parte del cuerpo de aceleración.

Al momento de encender el vehículo en frío, el ECM activa para que se abra esta válvula proporcionando el ingreso de aire ya sea una gran cantidad por medio de unos minutos, hasta que el motor posea una temperatura adecuada, esta se cierra progresivamente hasta obtener una temperatura normal de funcionamiento del motor-como puede ser de 82 grados Celsius. Durante esta apertura inicial el motor obtiene altas revoluciones- cercanas a 1200 RPM, en la fase de calentamiento, luego este disminuye hasta alcanzar entre unos 800RPM y 900RPM en forma de ralentí cuando allá obtenido una adecuada temperatura normal de funcionamiento. En la figura 1.26 se puede apreciar la forma de onda de la válvula de control del aire.



**Figura1. 26:** Señal de la válvula de control del aire de ralentí  
(Romero, 2017)

Existen tipos de válvulas de control del aire de ralentí diferente, cada uno realiza una forma de onda distinta. En cada periodo, el coeficiente de manipulación (o tiempo de funcionamiento) de la válvula este debería ir aumentando cuando haya una carga adicional del motor y se empiece a reducir las revoluciones al ralentí. Si exista variación del coeficiente de manipulación, y no se puede mantener el régimen al ralentí bajo carga, se utiliza un osciloscopio para una válvula defectuosa electromecánicos.

Si el tipo de onda muestra una línea recta en el exterior de la marca cero, o si la línea es constante al nivel de 5 o 12 V, este indica un fallo en la válvula de control del aire de ralentí en el circuito o en el módulo de control del motor de la señal de salida. El motor a medida que cambia responde a una señal oscilante enviada por el módulo de control del motor, lo que autoriza ejecutar pequeñas modificaciones sobre el número de revoluciones

al ralentí, en las soluciones obtenidas a las variaciones de carga y temperatura del motor en funcionamiento.

### 1.10.3 BOBINA DE ENCENDIDO

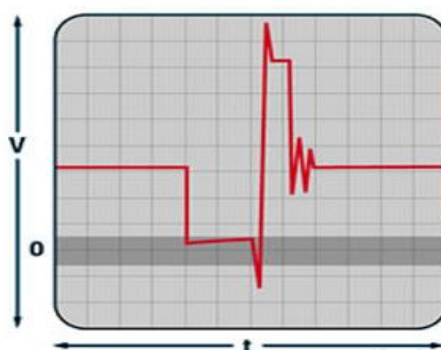


**Figura1. 27:** Bobina de encendido  
(Andrade, 2014)

En la figura 1.27 se puede apreciar la bobina de encendido, la cual es un transformador el cual tiene un devanado primario y un devanado secundario, el primario es en el cual se encuentra el positivo de contacto y la activación del PCM, y en el secundario tenemos los cables de alta tensión hasta las bujías. En el primario encontramos que el circuito se encuentra colocado permanente a positivo (Numero 1 de la gráfica), este positivo proviene directamente del interruptor de encendido, o en algunos casos desde un relé (RAFAEL, 2014).

La bobina del tipo DIS, es un transformador puro, en esta bobina tiene una activación del primario y en el secundario en donde consta de un circuito que circula por dos cilindros en el mismo periodo de funcionamiento.

Su función es distribuir una tensión de alto voltaje a cada una de las bujías del motor, a través de cables de alta tensión, para que realicen su trabajo y a la vez éstas puedan generar la chispa necesaria para la inflamación del combustible y así que se produzca el encendido del vehículo. En la figura 1.28 se muestra la forma de onda de la bobina de encendido.



**Figura1. 28:** Señal de la bobina de encendido  
(Romero, 2017)

### 1.11 ECU (ENGINE CONTROL UNIT)

Unidad de control de motor o ECU (sigla en inglés de Engine Control Unit) es una unidad de control electrónico que administra varios aspectos de la operación de combustión interna del motor. Las unidades de control de motor más simples sólo controlan la cantidad de combustible que es inyectado en cada cilindro en cada ciclo de motor. Las más avanzadas controlan el punto de ignición, el tiempo de apertura/cierre de las válvulas, el nivel de impulso mantenido por el turbocompresor, y control de otros periféricos. (Wikipedia, 2018).



**Figura1. 29:** Unidad de control de motor  
(Alaniz, 2014)

La cantidad de combustible es determinada por las unidades de control de motor, a través de sensores es monitorizando el motor y el punto de ignición son los parámetros.



Donde incluyen: sensor MAP, sensor de temperatura del aire, sensor de oxígeno sensor de posición del acelerador, y muchos otros. Antes las unidades de control del motor fuesen implantadas, la cantidad de combustible se realizaba por medio de un ciclo en un cilindro por un carburador o por una bomba de inyección.

La ECU controla todos los componentes del sistema de inyección, ya que se encuentra un software grabado con las características de funcionamiento para el motor, la ECU se divide en dos tipos de señales de entrada y salida siendo la señal de entrada que recogen los sensores y señales de salida todas aquellas que son enviadas hacia los actuadores.



**Figura1. 30:** Diagrama de la unidad de control del motor  
(Alaniz, 2014)

### 1.11.1 FUNCIÓN DE LA ECU

Las señales que recibe la ECU de los distintos sensores son evaluadas continuamente, en el caso de que falle alguna señal o sea defectuosa, la ECU adopta valores sustitutivos fijos que permitan la conducción del vehículo hasta que se pueda arreglar la avería. Si hay alguna avería en el motor esta se registrara en la memoria de la ECU. (Alaniz, 2014).

En caso de que exista una avería en motor la ECU informara al ocupante del vehículo de que algún sistema del motor está fallando, un testigo se enciende en el tablero de instrumentos que es enviada la información por la ECU. El testigo solo se enciende si existe un fallo en alguno elemento como son:

Sensor de impulsos (rpm).

Sensor de posición del pedal del acelerador.

Válvula EGR.

Sensor de elevación de aguja.

Válvula magnética de avance a la inyección.

Servomotor, regulador de caudal de combustible.

El testigo se enciende avisando al conductor que tiene que llevar el vehículo al taller para que le realicen una revisión técnica.

La ECU de carreras usualmente está equipado con un dispositivo de almacenamiento que se encarga de grabar los valores de todos los sensores que hay en el vehículo para un siguiente análisis utilizando un software muy especial en un ordenador. El almacenamiento de datos estos dispositivos pueden estar entre los 0.5 y 16 megabytes de capacidad de grabación de los datos. Esto puede ser muy útil para la puesta a punto del vehículo con se requiere conseguir la verificación de los datos de todos sensores buscando anomalías en los datos de las ECUs.

## **1.12 DIAGNÓSTICO DE VEHÍCULOS**

El diagnóstico de un vehículo consiste en identificar la naturaleza o la causa del problema que tiene el vehículo, utilizando principalmente la lógica conjuntamente con una serie de análisis y pruebas las cuales ayudan a determinar la causa y efecto para poder encontrar la mejor solución.

Si un sistema del vehículo no está operando de manera adecuada, debe ser reparado inmediatamente, en esta parte es donde entra el diagnóstico. Principalmente se debe reconocer que el sistema no está operando correctamente, tener un conocimiento previo de cómo funciona el sistema y de esta manera aplicar la lógica y las habilidades para detectar la razón de la falla y su posible solución.

Una nota importante sobre el diagnóstico es que los principios generales y las técnicas pueden ser aplicadas a cualquier sistema, físico o no. En cuanto se refiere a vehículos

pesados o ligeros que transportan pasajeros, este definitivamente es el caso. Como se discutió anteriormente, existe una necesidad de conocimiento del sistema particular, pero las habilidades de diagnóstico son transferibles (Denton, Diagnóstico avanzado de fallas automotrices, 2015).

### **1.13 ESCÁNER AUTOMOTRIZ**

En la actualidad el desarrollo e innovaciones en el parque automotriz es muy renovado, de tal manera que para realizar un diagnóstico eficaz a los componentes y sistemas del automóvil se requiere equipos modernos como es el caso de un escáner automotriz.

Hace muchos años los fabricantes de vehículos colocaron un conector de diagnóstico en los automóviles, esto gracias a que los automóviles cuentan en su mayoría con una computadora la cual se encarga de recibir información desde sus sensores e inmediatamente esta la procesa relacionándolos con los parámetros ya establecidos para poder deducir si trabajan apropiadamente o si llega a existir un fallo.

Universalmente existe un puerto de comunicación en los vehículos conocido como OBD por sus siglas en ingles “On Board Diagnostic” que significa diagnostico a bordo. La cantidad de información del diagnóstico disponible vía el OBD ha variado considerablemente desde su introducción a principios de la década de 1980. Las primeras versiones de OBD simplemente hacían que resplandeciera una luz indicadora de mal funcionamiento (MIL) si se detectaba un problema, pero no proporcionaban información alguna sobre el problema. Los modernos sistemas OBD utilizan un puerto de comunicaciones digitales estandarizado para proporcionar datos en tiempo real, además de una serie estandarizada de códigos de problemas de diagnóstico (DTC), los cuales permiten que un técnico identifique y remedie las fallas en el vehículo. Las versiones actuales son OBD2 y la europea EOBD2. El estándar OBD2 y el EOBD2 son muy parecidos (Denton, 2016).



**Figura1. 31:** Scanner Automotriz  
(Denton, 2016)

### 1.14 OSCILOSCOPIO AUTOMOTRIZ

Un osciloscopio automotriz es un instrumento electrónico de medición, el cual representa de manera gráfica en una pantalla las diferentes señales eléctricas que por su constitución no son perceptibles para el ojo humano, para luego poder analizar sus distintos parámetros como son: frecuencia, periodo, amplitud, los picos de voltaje altos y mínimos.

La grafica que se obtiene en la pantalla del osciloscopio muestra la evolución de las señales en el tiempo, la imagen es trazada sobre una pantalla en la que se reproduce un eje de coordenadas en el cual el eje vertical representa la tensión y el eje horizontal representa la variación de tiempo. De esta manera se puede examinar la relación que existe entre la tensión y el tiempo. El osciloscopio procesa la información almacenada para luego reconstruir la forma de onda en la pantalla.



**Figura1. 32:** Osciloscopio automotriz  
(Denton, 2016)

## 1.15 MULTÍMETRO

El multímetro o también conocido como Tester Automotriz Digital es un instrumento portátil de medición de magnitudes eléctricas que se proyectó para dar solución a diferentes problemas que puede presentar un automóvil en la parte eléctrica y electrónica. El nombre “Multímetro” se lo asigna debido a que puede realizar las mediciones de diferentes magnitudes eléctricas a diferentes escalas. Con el uso del multímetro se puede ejecutar mediciones tanto como de: tensión, resistencia, corriente alterna (AC) corriente continua (DC) e incluso en algunos modelos de multímetros tienen la opción de medir temperatura siendo un dispositivo muy versátil.



**Figura1. 33:** Multímetro automotriz  
(Camilla, 2007)

## **CAPÍTULO II**

### **2 MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1 MATERIALES**

Con la implementación de sistemas electrónicos en vehículos con motor diésel y gasolina, se dio paso a una gama de equipos de diagnóstico automotriz de última generación con los cuales se puede realizar un diagnóstico más asertivo y ofrecer una solución a las fallas que presenten los distintos sistemas electrónicos y componentes de los motores. Para realizar el diagnóstico de los sistemas eléctricos y electrónicos se utilizó los siguientes materiales:

- Osciloscopio Automotriz, Bosch, modelo FSA 500.
- Camioneta Volkswagen doble cabina 4x2, diésel, CDCA modelo Amarok.
- Vehículo Hyundai Elantra a gasolina con un sistema de encendido con boninas COP (coil on plug).

##### **2.1.1 EQUIPAMIENTO PARA MEDICIONES**

El osciloscopio automotriz FSA 500 es un equipo portátil de comprobación de vehículos en distintos talleres ya que es adecuado para la comprobación de diferentes vehículos con motor de gasolina, diésel, o walkel, puede comprobar completamente el sistema eléctrico y electrónica en turismos y furgonetas.

El osciloscopio automotriz FSA 500 registra señales del vehículo, para luego enviarlas a un ordenador portátil a través de bluetooth o a través de una interface USB. Previamente se debe tener instalado el programa FSA 500 Compacsoft [Plus] en el ordenador.

FSA 500 Compacsoft [Plus] contiene las siguientes funciones:

- Identificación del vehículo
- Ajustes.
- Paso de prueba para la comprobación de motores Otto y motores Diésel.
- Medición de multímetro para tensión, corriente y resistencia.
- Generador de señales.
- Prueba de componentes del vehículo.
- Trazador de curvas.
- Osciloscopio universal de 4 canales / 2 canales.
- Osciloscopio de encendido primario.
- Osciloscopio de encendido secundario.
- Mediciones de aislamiento con FSA 050 (accesorios especiales).

Para la evaluación de resultados de la medición se pueden guardar en el sistema de medición curvas de referencia detectadas como buenas, para poder usarlas en otros casos y compararlas con las mismas.

## 2.1.2 DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO FSA 500

### 2.1.2.1 Presión del aire

Para la medición de presión de vacío en los vehículos, se ha desarrollado muchas técnicas y dispositivos siendo uno de los más precisos e innovadores el osciloscopio automotriz Bosch FSA 500.

**Tabla 4:** Presión de aire.

<b>Características.</b>	<b>Valor / Rango.</b>
Almacenaje y transporte.	700hPa – 1060hPa
Función (a 25°C y 24h).	700hPa – 1060hPa
Exactitud de medición.	700hPa – 1060hPa

Fuente: (Bosch, 2016)

### 2.1.2.2 Generador de señales

El osciloscopio automotriz Bosch FSA 500 proporciona patrones de señales periódicas o no periódicas eléctricas que son representadas gráficamente para poder ser monitoreadas y analizar su funcionamiento este pueden ser analógico o digital.

**Tabla 5:** Generador de señales.

Función.	Especificación.
Amplitud.	-10V – 12V (carga < 10mA) contra masa
Formas de señal.	CC, seno, triangulo, rectángulo.
Rango de frecuencias.	1Hz – 1KHz
Corriente máxima de salida.	75 mA
Impedancia.	aprox. 60 Ohm
Simetría.	10% - 90% (triangulo, rectángulo)
Generación de curvas.	Tasa de salida hasta 100000valores/s Resolución 8 bit. Servicio unipolar / bipolar.
Aprueba de corto circuitos contra corriente ajena, estática.	< 50V
Aprueba de corto circuitos contra corriente ajena, dinámica.	< 500V / ms

Fuente: (Bosch, 2016)

### 2.1.3 CAMIONETA VOLKSWAGEN AMAROK

Para el desarrollo del proyecto se ha seleccionado la camioneta Volkswagen Amarok a diésel la cual consta con un sistema CRDi y se encuentra en las instalaciones de la universidad. En la tabla se muestra la ficha técnica de la misma.



**Tabla 6:** Ficha técnica camioneta Volkswagen Amarok

<b>MODELO</b>	<b>AMAROK</b>
Modelo (Continuación)	2,0 BiTDI CR
Montaje de Bomba Reglada	Mínimum Level
Año	2010
Motor	Código CDCA
Número de Cilindros	Tipo 4/DOHC
Cilindrada	cc 1968
Potencia	KW (DIN cv) RPM/ 120 (163) 4000 400 Nm / 1.500 - 2.000 r.p.m.
Relación de Compresión	1/16,5
Sistema de combustible	Marca Bosch
Sistema de combustible	Tipo EDC 17

Fuente: (Bosch, 2016)

#### 2.1.4 VEHÍCULO HYUNDAI ELANTRA

Para el desarrollo del proyecto se ha seleccionado un vehículo Hyundai modelo Elantra a gasolina con un sistema de encendido con boninas COP (coil on plug). En la tabla se muestra la ficha técnica del mismo.

**Tabla 7:** Ficha técnica vehículo Hyundai Elantra

<b>MODELO</b>	<b>ELANTRA</b>
Año	2013
Motor	Código G4ED
Número de Cilindros	Tipo 4/ en línea
Cilindrada	cc 1600
Potencia	147Nm / 6.200 r.p.m.
Torque	132Nm / 4,500 r.p.m.
Sistema de combustible	Marca Bosch 7.9.0
Combustible	Gasolina

Fuente: (Bosch, 2016)

## **2.2 METODOLOGÍA**

### **2.1.1 INTRODUCCIÓN AL MANEJO DEL EQUIPO**

Para empezar con un proceso de diagnóstico electrónico automotriz acertado y en poco tiempo, se debe contar principalmente con un equipo apropiado específicamente para diagnóstico. En este caso se usará un osciloscopio automotriz, un equipo completo el cual posee todas las características imprescindibles para poder realizar un trabajo más acertado. Al momento de tener todos los materiales que se necesitan, se continuara a ejecutar los siguientes pasos.

## **2.2.2 INICIAR PROGRAMA**

El analizador de motores FSA 500 cuenta con un software completo y actualizado que consta de dos partes CompacSoft [Plus] y SystemSoft[Plus] las cuales tienen una infinidad de información y opciones las cuales permiten realizar un diagnóstico más asertivo.

### **2.2.2.1 Compacsoft [plus]**

Esta parte del software está disponible como suscripción con cuatro actualizaciones al año el cual consta con:

- Nuevas comprobaciones de componentes.
- Nuevas funciones.
- Valores teóricos específicos del vehículo para pasos de prueba.
- Indicaciones de pruebas específicas del vehículo.
- Una base de datos del cliente.

### **2.2.2.2 Systemsoft [plus]**

Esta parte está incluida con el suministro básico del FSA 500 la cual contiene:

- Prueba de componentes.
- Pasos de prueba sin valores técnicos.
- Instrucciones generales sobre pruebas.
- Ayuda en línea.
- Una base de datos para guardar curvas comparativas.
- Software para el generador de señales, multímetro y osciloscopio.



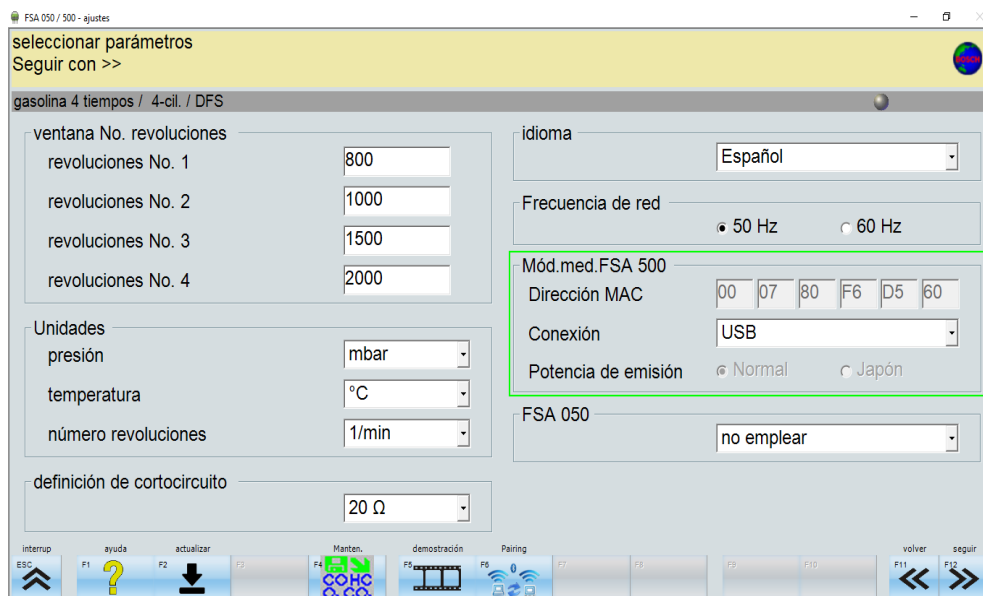
**Figura2. 1:** Pantalla de inicio del software

## 2.2.3 CONFIGURACION DEL EQUIPO

Antes de comenzar a trabajar, una vez encendido el equipo para aprovechar al máximo sus beneficios se debe configurar los siguientes parámetros:

- Ventana No. de revoluciones.
- Unidades de medida.
- Definición de corto circuito.
- Idioma.
- Frecuencia de red.
- Modo de conexión al ordenador.
- Equipos adicionales.

Una vez terminada la configuración de los parámetros, hacer click en “seguir” o precionar la tecla F12.

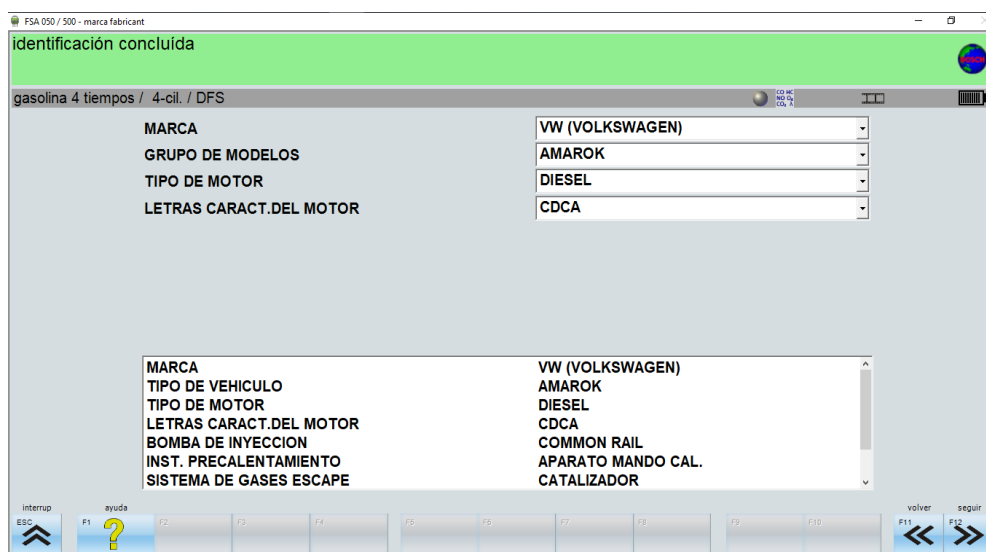


**Figura2. 2:** Pantalla de inicio del software

## 2.2.4 IDENTIFICACION DEL VEHICULO

Terminada la configuración del equipo el siguiente paso a seguir es la identificación del vehículo, para esto se debe tomar en cuenta.

- Marca del fabricante.
- Modelo del vehículo.
- Tipo de motor.
- Letras características del motor.



**Figura2. 3:** Identificación del vehículo

Una vez seleccionado el vehículo se ejecuta los pasos de prueba que tiene el osciloscopio automotriz FSA 500, la cantidad de pasos de prueba que se pueda analizar dependerá exclusivamente del modelo de vehículo que se procederá a diagnosticar.

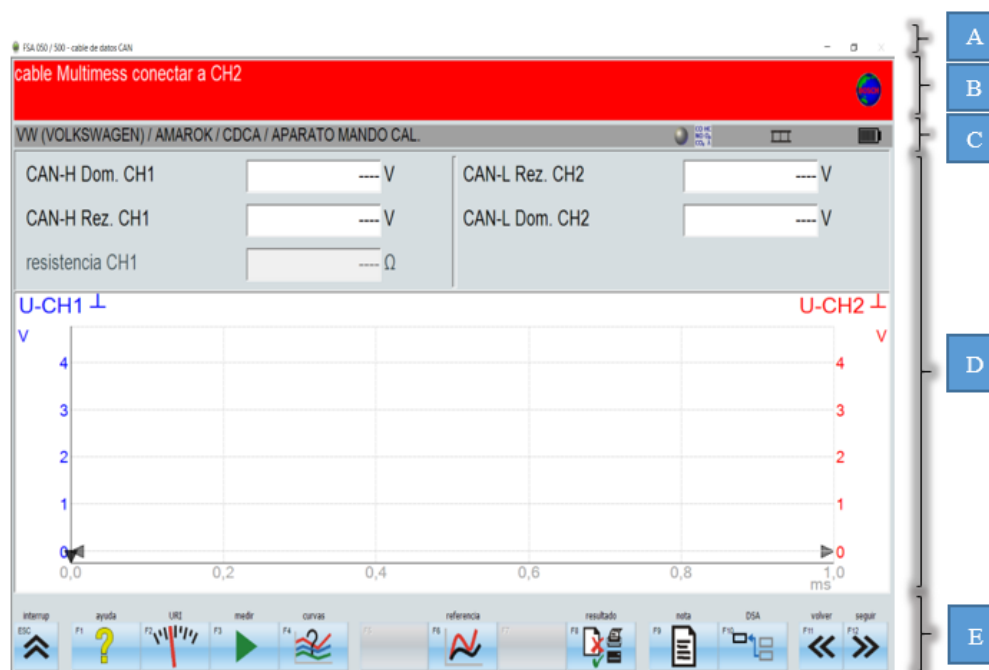
**Tabla 8:** Teclas programables en identificación del vehículo.

<b>F2</b>	<b>Información</b>	Se muestra información específica del vehículo seleccionado.
<b>F4</b>	<b>Mostrar/ocultar imágenes</b>	Se muestra o se oculta una imagen del vehículo seleccionado.
<b>F8</b>	<b>Indicación de modelo</b>	Se muestran los modelos en función de la marca que se encuentran en la base de datos, y se pueden aceptar.

Fuente: (Bosch, 2016)

### **2.2.5 ESTRUCTURA DE LA PANTALLA DE LOS PASOS DE PRUEBA**

En la figura 2.4 se muestra la pantalla del ordenador donde se encuentra conectado el osciloscopio automotriz FSA 500, se puede apreciar una serie de herramientas las cuales son componentes de la interfaz gráfica del equipo, las mismas sirven tanto para realizar una conexión adecuada al paso de prueba como también para realizar un análisis más asertivo del resultado de la medición.



**Figura 2. 4:** Estructura de la pantalla de los pasos de prueba

En la tabla 2.4, se define la ubicación, el nombre y función de cada una de las herramientas, para poder entender mejor la manera de trabajar con estas herramientas al momento de realizar una medición.

**Tabla 9:** Definición de las barras de herramientas del software.

<b>Sección A.</b>	<b>Barra de título.</b>	Se visualizan los pasos de prueba seleccionados.
<b>Sección B.</b>	<b>Campo de indicación.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Se indican informaciones o solicitudes de acción.</li> <li>❖ Cuando el globo terráqueo está girando, eso significa que el software FSA 500 está trabajando.</li> </ul>
<b>Sección C.</b>	<b>Barra de estado.</b>	Barra de estado con informaciones del vehículo y de la fuente de revoluciones para indicar los valores de gas. En el modo de demostración se visualiza el símbolo de demostración.

<b>Sección D.</b>	<b>Área de entrada/de salida.</b>	Se indican los resultados de la prueba (gráficos/numéricos).
<b>Sección E.</b>	<b>Barra de teclas fijas/programables.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ &lt;Esc&gt;, &lt;F1&gt;, &lt;F11&gt; y &lt;F12&gt; son teclas que tienen las mismas funciones en todos los pasos de programa (teclas fijas).</li> <li>❖ &lt;F2&gt; hasta &lt;F10&gt; son teclas cuyas funciones cambian (teclas programables).</li> </ul>

Fuente: (Bosch, 2016)

## 2.2.6 CONDICIONES GENERALES DE MEDICIÓN

Todas las indicaciones de prueba se refieren al paso de prueba indicado en el osciloscopio, después de finalizar la prueba, eliminar las intervenciones realizadas y, si conviene, borrar el código de error introducido en la unidad de mando.

Durante la conexión de los emisores, el motor debe estar apagado y el encendido desconectado, conectar los bornes negro y rojo del cable de conexión de la batería a la batería, el borne negro del cable de conexión de la batería debe permanecer conectado al borne B de la batería.

Las indicaciones de conexión son para una secuencia de ensayo aplicable en la mayoría de casos. En caso dado, los sensores deben conectarse de otro modo en algunos pasos. Tener en cuenta las indicaciones de conexión de los pasos, cuando hay varias indicaciones al mismo puesto enchufe sensor, se debe re enchufar el sensor, según aplicación.

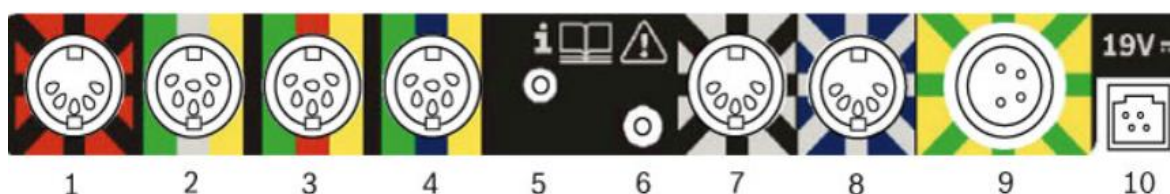
Los reenchufes pueden minimizarse empleando el "conmutador entrada CH1 y CH2", con este conmutador pueden quedar enchufados, respectivamente, dos sensores en CH1 o CH2. Quitar la varilla original de medición de aceite para poder introducir el sensor de temperatura del aceite en el mango de la varilla de medición de aceite, adaptar la longitud de la sonda de temperatura de aceite a la longitud de la varilla, empujando el cono de goma fijable y hermetizar el punto de medición, si el mango de la varilla de aceite no es accesible para la sonda, la temperatura del motor puede registrarse también con el sensor infrarrojo.



Conectar el cable de medición Multimes (CH1) para la medición de la tensión o de la resistencia en el objeto a medir, para la medición de tensión o bien para la emisión de señales, conectar el cable Multimes (CH2) al componente en "generador de señales". Si el número de revoluciones de ensayo deseado no se alcanza con una limitación del número de revoluciones estándar específica del motor, es necesario desactivar la limitación estándar durante la comprobación, efectuar dicha desactivación atendiendo a las especificaciones del fabricante y volver activar tras la comprobación. En general, la limitación del número de revoluciones estándar se reactiva tras un nuevo arranque del motor. Otras informaciones con la tecla "F1" en el paso de prueba respectivo.

### 2.2.7 REGLETA DE CONEXIÓN

El osciloscopio automotriz FSA 500 cuenta con una gama de accesorios, que sirven para realizar diferentes pasos de prueba en los componentes del motor. En la figura 2.5 se puede apreciar la regleta de conexión del equipo donde se conectan la gama de accesorios para realizar las mediciones.



**Figura2. 5:** Regleta de conexión  
(Bosch, 2016)

El osciloscopio automotriz FSA 500 consta con 10 conectores los cuales están enumerados en la figura 2.5, en cada uno de los conectores del equipo se conecta cables de medición específicos para cada paso de prueba a realizar, en la tabla 2.5 se define cada uno de ellos.

**Tabla 10:** Definición de cada uno de los conectores del equipo.

Posición.	Conexión.
1	Cable de conexión de la batería, Pinza roja (B+) – Pinza negra (B–).

<b>2</b>	Transmisor de valores de medición secundarios o pinzas de corriente de 30 Amperios y pinzas de corriente de 1000 Amperios, así como también el cable adaptador con sensor de presión de líquidos (ambas piezas como accesorios especiales).
<b>3</b>	Cable múltiple de medición CH2 (Multi-Mess), cable de medición con divisor de tensión, pinzas de corriente de 30 Amperios y pinzas de corriente de 1000 Amperios.
<b>4</b>	Cable múltiple de medición CH1 (Multi-Mess), cable de medición con divisor de tensión, pinzas de corriente de 30 Amperios y pinzas de corriente de 1000 Amperios.
<b>5</b>	Acoplamiento con tubo flexible para realizar mediciones de presión de aire.
<b>6</b>	<p>Activador a distancia.</p> <p>La tecla programable de inicio (F3) o de parada (F4) se pueden seleccionar con la tecla del activador a distancia en el software FSA 500 CompacSoft [plus].</p>
<b>7</b>	<p>Pinza de activación o cable adaptador para captador de pinza.</p> <p>Para la medición del número de revoluciones con el captador de pinza, el cable adaptador tiene que estar siempre conectado entre el casquillo de empalme FSA 500 y las conexiones del captador de pinza.</p>
<b>8</b>	Sensor de temperatura del aceite y sensor de temperatura de aire.
<b>9</b>	Cable de conexión borne 1/borne 15/TD/TN/EST. Verificación del encendido primario.
<b>10</b>	Conexión de la fuente de alimentación.

Fuente: (Bosch, 2016)

## CAPITULO III

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 PASOS DE PRUEBA DEL EQUIPO FSA 500 EN UN MOTOR DIÉSEL

Dentro de los pasos de prueba se puede realizar las siguientes comprobaciones:

- Tensión de la batería, arrancador y compresión relativa.
- Tensión de la batería y corriente del motor de arranque.
- Regulador de tensión (alternador).
- Motor de arranque.
- Captador del número de revoluciones (CKP).
- Transductor del eje de levas (CMP).
- Sensor presión del Common rail.
- Medidor de masa de aire HFM6 (digital).

##### 3.1.1 TENSIÓN DE LA BATERÍA, ARRANCADOR Y COMPRESIÓN RELATIVA

###### **Pasos de conexión:**

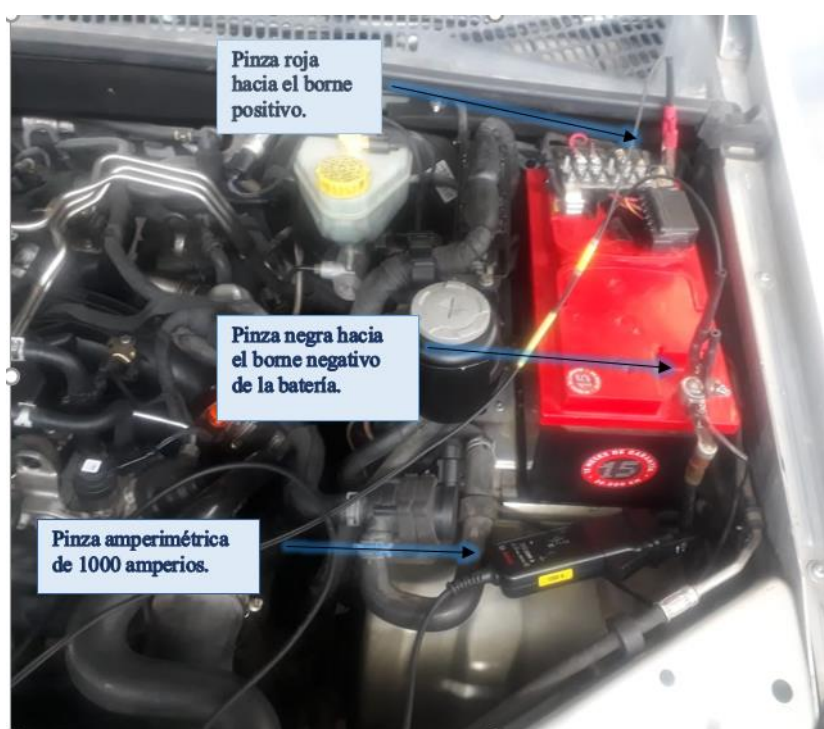
Para realizar la conexión del paso de prueba se debe realizar siempre que sea posible si dañar los sellos y el aislamiento, de no ser posible, se debe cerciorarse de realizar las reparaciones adecuadas para evitar posibles fallas.

- Para medir la tensión de la batería y el número de revoluciones se conecta las pinzas a los bornes de la batería, primero se conecta la pinza negra al borne negativo de la batería y después la pinza roja al borne positivo.
- Sujetar la pinza de medición de corriente de 1000 amperios (CH2) al cable que une la batería y el motor de arranque, al hacerlo se debe tener en cuenta la dirección de la flecha en la pinza amperimétrica.

Si la pinza se conecta al cable positivo de la batería la flecha debe señalar hacia el mismo, si la pinza amperimétrica se conecta al cable del borne negativo la flecha debe señalar en dirección opuesta al mismo, es importante que la pinza este totalmente cerrada.

Durante la ejecución de este paso de prueba debe impedirse que se ponga en marcha el motor mediante intervenciones adecuadas como, por ejemplo, quitando el fusible de la electrobomba de combustible, quitando el transductor de ejes de levas (CMP) o activando el bloqueo marcha.

El motor de arranque debe accionarse hasta q se muestren los resultados en la pantalla, en la base de datos de curvas se puede guardar el registro de la prueba de compresión e imprimirlo como informe de la misma.



**Figura3. 1:** Conexión del equipo

En este paso de prueba principalmente se determina el funcionamiento de la batería del vehículo, así como también el funcionamiento de motor de arranque, adicional a esto se puede medir la compresión de cada cilindro indirectamente a través del trazado de la corriente del motor de arranque.

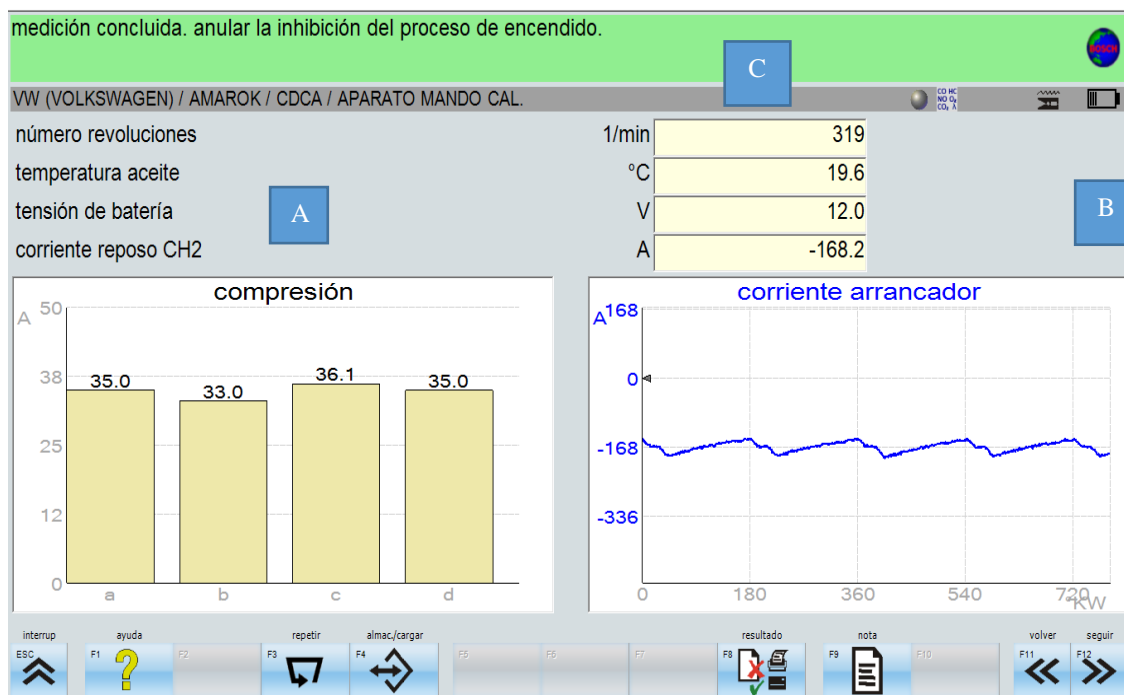
En la figura 3.2 sección A, se puede apreciar en la parte izquierda del ordenador la compresión relativa representada en forma de barras sin asignación de cilindros. Al momento de realizar la prueba de compresión relativa se basa en la corriente hacia el arrancador en el caso de que un cilindro tenga menor compresión la corriente hacia el arrancador será menor en comparación a los otros cilindros, si la compresión en este cilindro es muy baja, conlleva a que la absorción de corriente del arrancador en el cilindro siguiente será muy elevada y por consiguiente no se podrá evaluarlo. En este caso el cilindro con poca compresión se graficará en un color rojo en el diagrama de barras.

Con esta medición se puede analizar la compresión de cada uno de los cilindros en base al consumo eléctrico, si la diferencia de compresión entre cada uno es notoria se deberá realizar una prueba manual o realizar una medición de pérdida de presión en cada uno de los cilindros.

En la figura 3.2 sección B, por otra parte, a lado derecho de la pantalla se puede apreciar el trazado de la corriente del motor de arranque en función del cigüeñal, la cual fue captada por la pinza amperimétrica, en la parte inferior del trazado de corriente se puede apreciar en grados los giros que da el cigüeñal. La forma de onda muestra el consumo de corriente en el motor de arranque mientras el motor está girando.

En la figura 3.2 sección C, se puede apreciar en la parte superior de la pantalla nos muestra los valores de las revoluciones por minuto RPM al momento de dar arranque al motor, así como también la temperatura del aceite, tensión de la batería y corriente de reposo del motor de arranque.

Hay que en consideración que la prueba de batería / arrancador / compresión no se puede realizar a motores que excedan los 10 cilindros. Para motores de 12 cilindros este paso de prueba no se puede seleccionar.



**Figura3. 2:** Medición concluida

En la parte inferior de la pantalla que muestra el osciloscopio automatizado una vez terminada la medición, se puede apreciar una serie de botones los cuales se detallan en la tabla número 3.1.

**Tabla 11:** Barra de teclas de softkey. Batería/arrancador/compresión.

<b>F3</b>	<b>Repetir</b>	Se repite la medición. Se borra el valor de medición antiguo. Volver al modo de medición.
<b>F4</b>	<b>Guardar/ cargar</b>	Los resultados de medición se guardan con un nombre y pueden ser visualizados posteriormente para ser comparados (ver también <F5> Cambiar).
<b>F5</b>	<b>Cambiar</b>	Se puede comparar el resultado de medición actual con el resultado de una medición anterior. <F5> sólo se encuentra activo si se ha cargado un resultado de medición con <F4>.
<b>F8</b>	<b>Resultado</b>	Se pueden guardar los resultados de medición en la base de datos, cuando se ha realizado la salida por lectura en la identificación del vehículo de los datos del cliente de la base de datos. Además se puede indicar e imprimir el protocolo de medición.

<b>F9</b>	<b>Nota</b>	Se pueden introducir notas acerca del paso de comprobación. Las mismas se imprimen dentro del protocolo de comprobación.
-----------	-------------	--

Fuente: (Bosch, 2016)

### 3.1.2 TENSION DE LA BATERÍA Y CORRIENTE DEL MOTOR DE ARRANQUE

#### Pasos de conexión:

- Para medir la tensión de la batería y el número de revoluciones se conecta las pinzas a los bornes de la batería, primero se conecta la pinza negra al borne negativo de la batería y después la pinza roja al borne positivo.
- Durante la conexión de los cables a la batería, el motor debe estar apagado y quitar el contacto de encendido.
- Sujetar la pinza de medición de corriente de 1000 amperios (CH2) al cable que une la batería y el motor de arranque, al hacerlo se debe tener en cuenta la dirección de la flecha en la pinza amperimétrica.

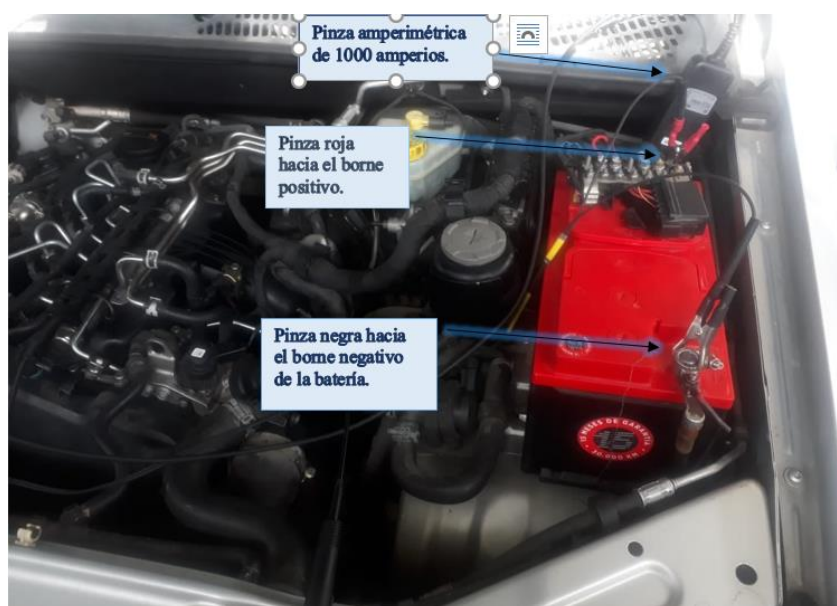


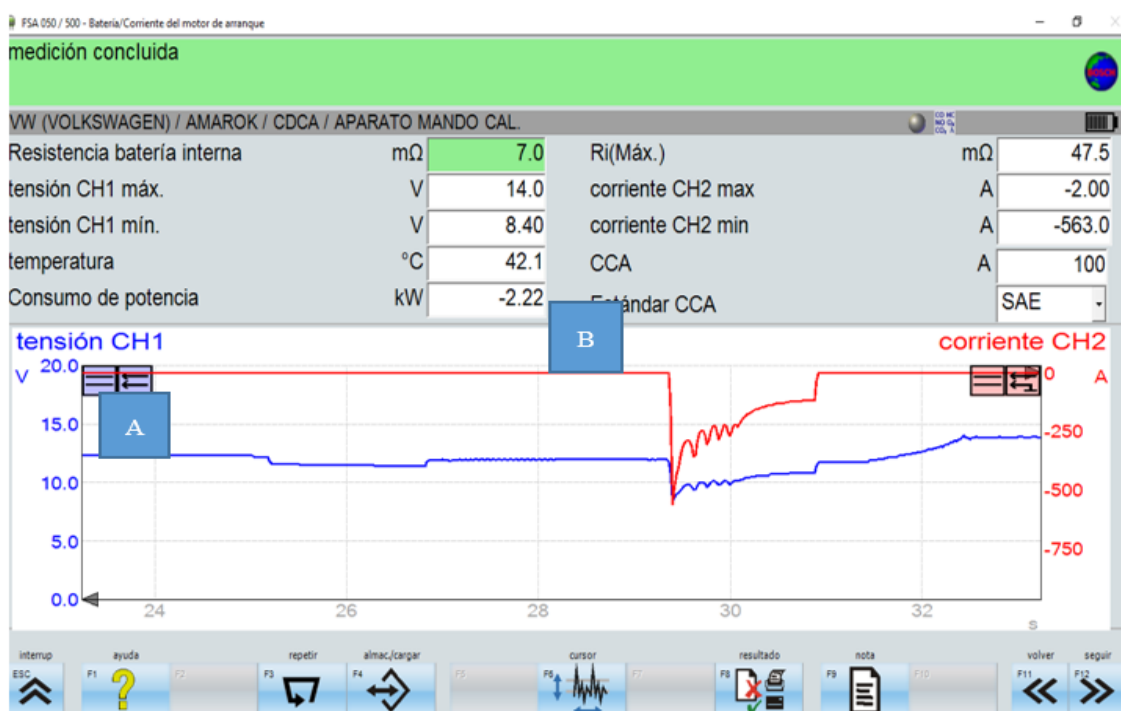
Figura3. 3: Conexión del equipo

En el paso de prueba Batería/Corriente de motor de arranque se mide la tensión y la resistencia de la batería, la corriente del motor del arranque, la temperatura y la potencia media absorbida por el motor de arranque durante todo el proceso de accionamiento del arranque.

En base a estas mediciones se puede definir conclusiones sobre el estado actual de la batería de arranque y del motor de arranque.

En la figura 3.4 sección A, se puede apreciar la tensión de la batería de 14 voltios la cual se encuentra en buen estado ya que es un voltaje estable sin picos y ondulaciones significativas, al momento que se acciona el motor de arranque la tensión de la batería baja a 8.40 voltios durante dura el proceso de encendido y vuelve a su valor normal lo que significa que la tensión y el estado de la batería se encuentra en perfecto estado.

En la figura 3.4 sección B. por otro lado se aprecia el consumo de corriente del motor de arranque que se necesita para romper la fricción estática del motor, por lo que el consumo de corriente inicial será elevado, en este caso es de 563 amperios y las siguientes ondulaciones mientras dura el encendido son en función del cigüeñal.



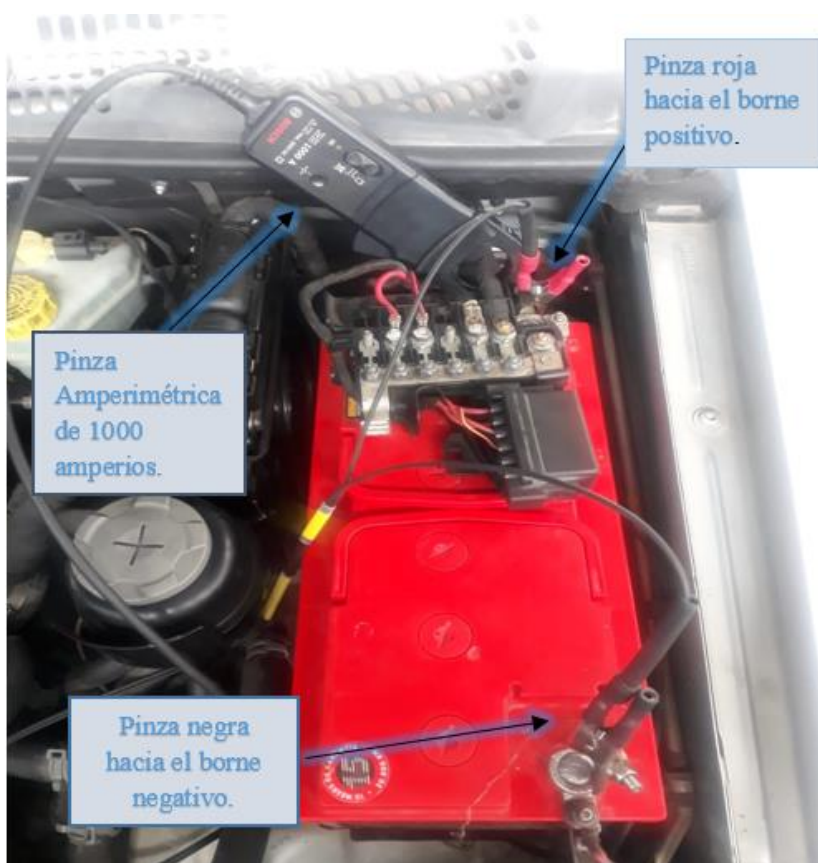
**Figura3. 4:** Señal de la batería y corriente del motor de arranque



### 3.1.3 REGULADOR DE TENSIÓN / GENERADOR

#### Pasos de conexión:

- Para la medición segura de las armónicas de la tensión de batería y el número de revoluciones se conecta las pinzas a los bornes de la batería, primero se conecta la pinza negra al borne negativo de la batería y después la pinza roja al borne positivo.
- Se conecta la pinza amperimétrica de 1000 amperios (CH2) a través del cable de carga (borne 51) entre el alternador y la batería, es importante que la pinza este completamente cerrada.



**Figura3. 5:** Conexión del equipo

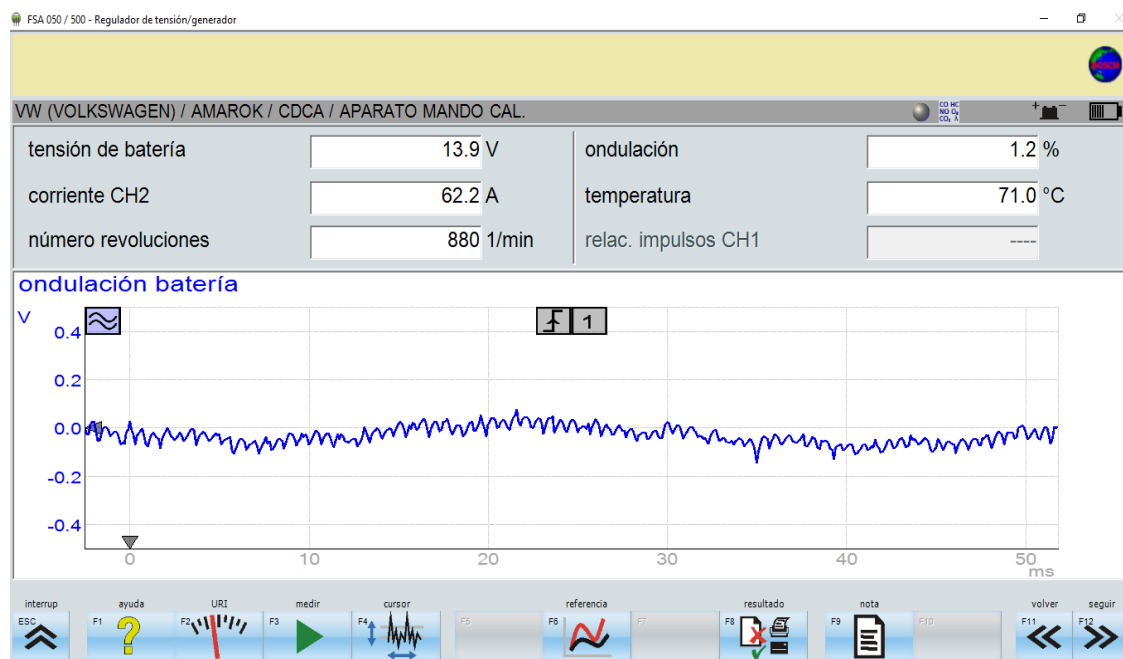
Con el paso de prueba del componente del alternador o generador, se mide la tensión de la batería, armónicas de la batería, corriente de carga del alternador, temperatura, número de revoluciones y ciclo de trabajo.

Al momento de realizar este paso de prueba se debe encender todos los consumidores eléctricos y dejar funcionar el motor aproximadamente a 3000 r.p.m. para verificar si existe una anomalía en la armónica.

En la figura 3.6 se aprecia la armónica de la batería, una buena forma de onda conocida, los topes uniformes con voltajes pico a pico alrededor de 100mV representan que los diodos del generador (alternador) y el embobinado del estator están trabajando correctamente, ya que no se muestran picos descendentes desiguales que sean significativos para interpretar que exista una falla.

En un caso dado, que la placada de diodos del alternador presente un fallo con un diodo positivo, la señal de onda alternada se vería alterada por picos positivos, caso contrario si se muestran picos negativos significa un daño en el diodo negativo de la placa. El paso de prueba para medir la corriente del alternador es muy importante para conocer en qué estado se encuentra, sin la necesidad de desmontarlo del vehículo.

Esta forma de onda debe mantenerse en todas las cargas eléctricas y velocidades del motor, si al momento de encender los consumidores eléctricos el voltaje pico a pico llega a sobrepasar los 500mV podría dañar o alterar el funcionamiento de los componentes eléctricos ya que este voltaje sería muy ofensivo.



**Figura3. 6:** Señal oscilante de la corriente de la batería

### 3.1.4 ARRANCADOR / ARRANQUE

#### Pasos de conexión:

- Se conecta las pinzas a los bornes de la batería, primero se conecta la pinza negra al borne negativo de la batería y después la pinza roja al borne positivo.
- Conectar la pinza de 1000 amperios (CH2) sobre el cable positivo del motor de arranque que va hacia la batería.
- El número de revoluciones del motor se registra por medio de la ondulación armónica de la corriente del arrancador. Esto presupone que se dispone de una pulsación de corriente (por la carga diferente del motor).

Durante la ejecución de este paso de prueba debe impedirse que se ponga en marcha el motor mediante intervenciones adecuadas como, por ejemplo, quitando el fusible de la electrobomba de combustible, quitando el transductor de ejes de levas (CMP) o activando el bloqueo marcha. En el paso de prueba del arrancador se debe tomar en cuenta que el número de revoluciones indicado corresponde al motor, no al arrancador.

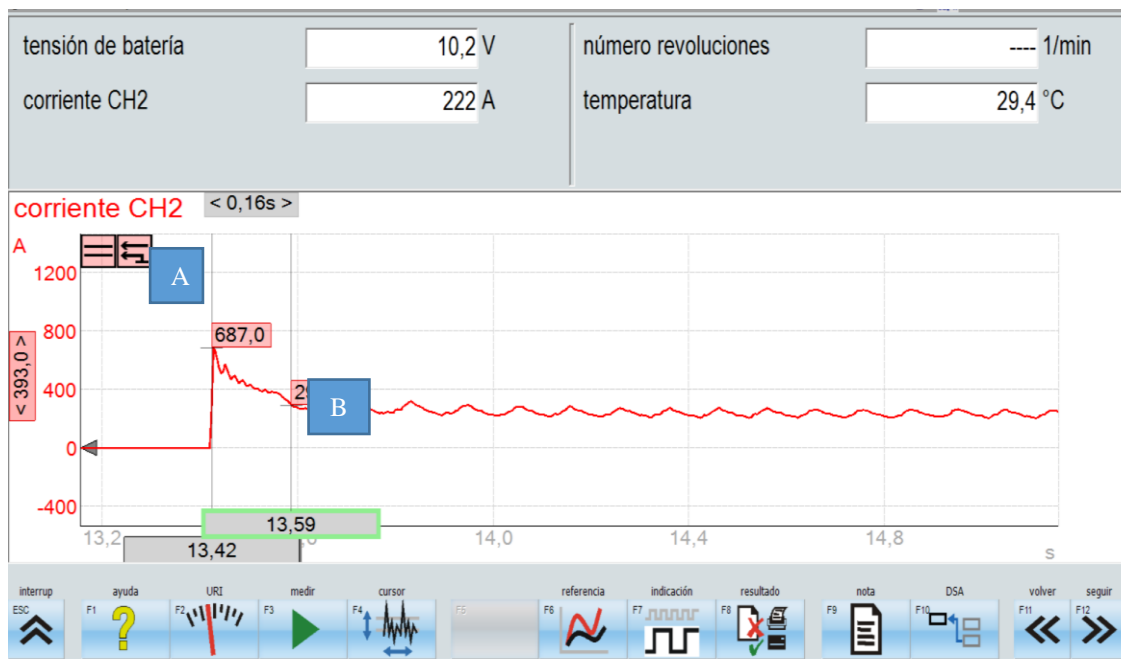


**Figura3. 7:** Conexión del equipo

En la figura 3.8 sección A, paso de prueba Arrancador / Arranque, se puede apreciar la forma de onda de la corriente consumida por el motor de arranque, al inicio se requiere una alta cantidad de corriente llegando a alcanzar un valor de 687 amperios, para dominar la fricción estática y la inercia de los componentes del motor mientras mayor sea la cantidad de corriente mayor será el par motor de arranque.

La fuerza de fricción e inercia tienden a reducir una vez girados los componentes del motor, dando paso a dominar las fuerzas en el cilindro que actúan en cada pistón.

En la figura 3.8 sección B se muestra cada forma de onda oscilante de giro, cada uno de los picos y valles en la fase de arranque representa el par motor de arranque que se requiere para superar la carrera de compresión de cada pistón el cual tiene un valor entre 200 y 300 amperios.

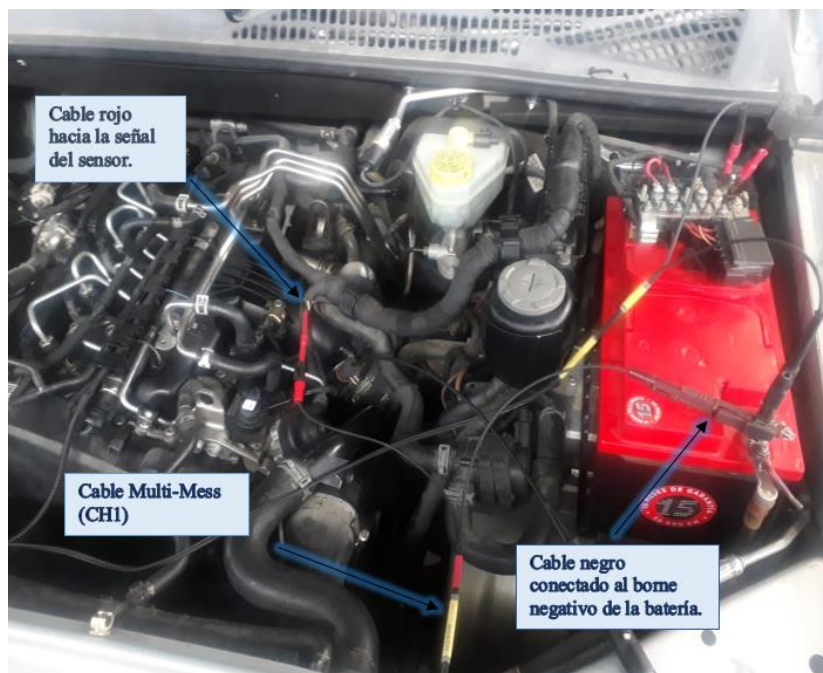


**Figura3. 8:** Señal de la corriente del motor de arranque

### 3.1.5 CAPTADOR DEL NÚMERO DE REVOLUCIONES (CKP)

#### Pasos de conexión:

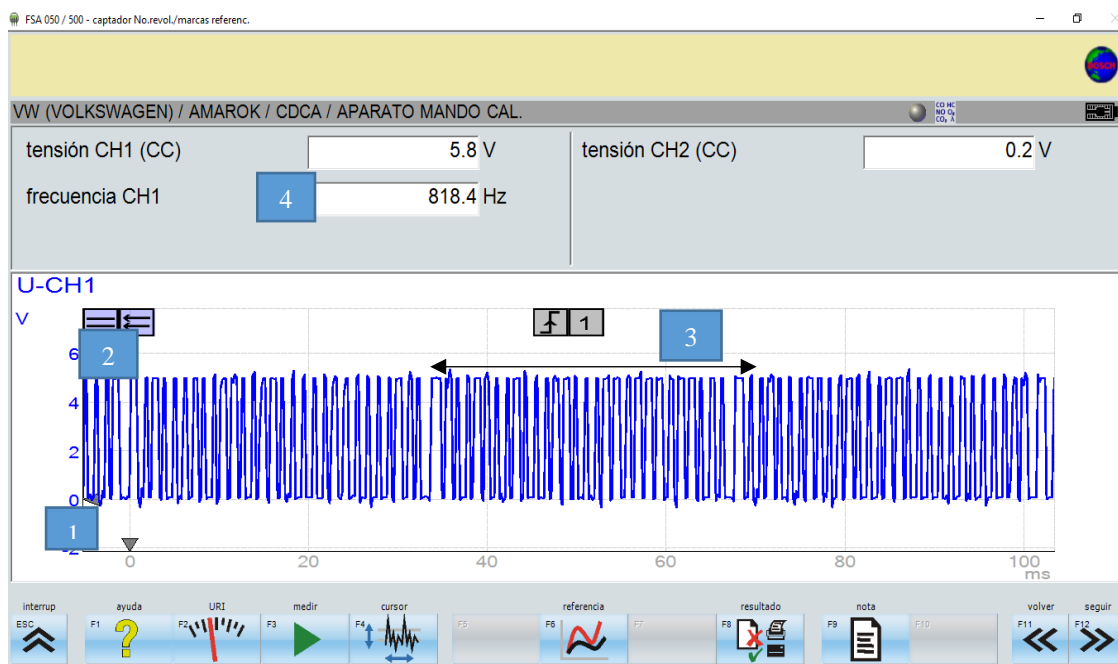
- Para realizar la medición de tensión y frecuencia se conecta el cable Multi-Mess (CH1) al cable de la señal del captador número de revoluciones y marcas de referencia (CKP) o directamente al sensor.
- En caso de ser necesaria una referencia a una segunda señal de un sensor, se debe conectar el cable Multi-Mess (CH2) al cable de la señal del nuevo sensor.
- Los canales de medición CH1 y CH2 están pre ajustados a "medición sin potencial" si se tienen señales de salida del captador con elevadas frecuencias de señal o cuando se debe investigar el desplazamiento de fase entre los dos canales de medición, debe conmutarse a "medición respecto a masa" (mayor ancho de señal).



**Figura3. 9:** Conexión del equipo

El objetivo de este paso de prueba es determinar el funcionamiento del sensor captador del número de revoluciones y marcas de referencia (hall e inductivo). En la figura 3.10 se puede apreciar la señal del sensor CKP.

- 1) El sensor tiene un pico de señal de 0V y un pico máximo de 5.8V.
- 2) Muestra los dientes faltantes del volante del cigüeñal.
- 3) Indica una revolución del cigüeñal, entre los dientes faltantes del cigüeñal. En esta forma de onda por ejemplo indica 58 dientes en una revolución del cigüeñal con 2 dientes faltantes que muestra la posición del cigüeñal.
- 4) Frecuencia, numero de revoluciones del cigüeñal en base a las RPM tomando en cuenta los dientes faltantes del volante.



**Figura3. 10:** Señal del sensor (CKP)

### 3.1.6 TRANSDUCTOR DEL EJE DE LEVAS (CMP)

#### Pasos de conexión:

- Para realizar la medición de tensión y frecuencia se conecta el cable Multi-Mess (CH1) al cable de la señal del transductor del eje de levas (CMP) o directamente al sensor.
- En un caso dado, puede ser necesario una referencia a una segunda señal del sensor o en el mismo sensor está instalado un transductor de eje de levas con dos señales de salida. En este caso se debe conectar el cable Multi-Mess (CH2) al segundo sensor.
- Para realizar la medición de las señales de salida del transductor del eje de levas el motor puede estar en marcha o bien durante el proceso de arranque.
- Los canales de medición CH1 y CH2 están pre ajustados a "medición sin potencial" si se tienen señales de salida del captador con elevadas frecuencias de señal o cuando se debe investigar el desplazamiento de fase entre los dos canales de medición, debe conmutarse a "medición respecto a masa" (mayor ancho de señal).



**Figura3. 11:** Conexión del equipo

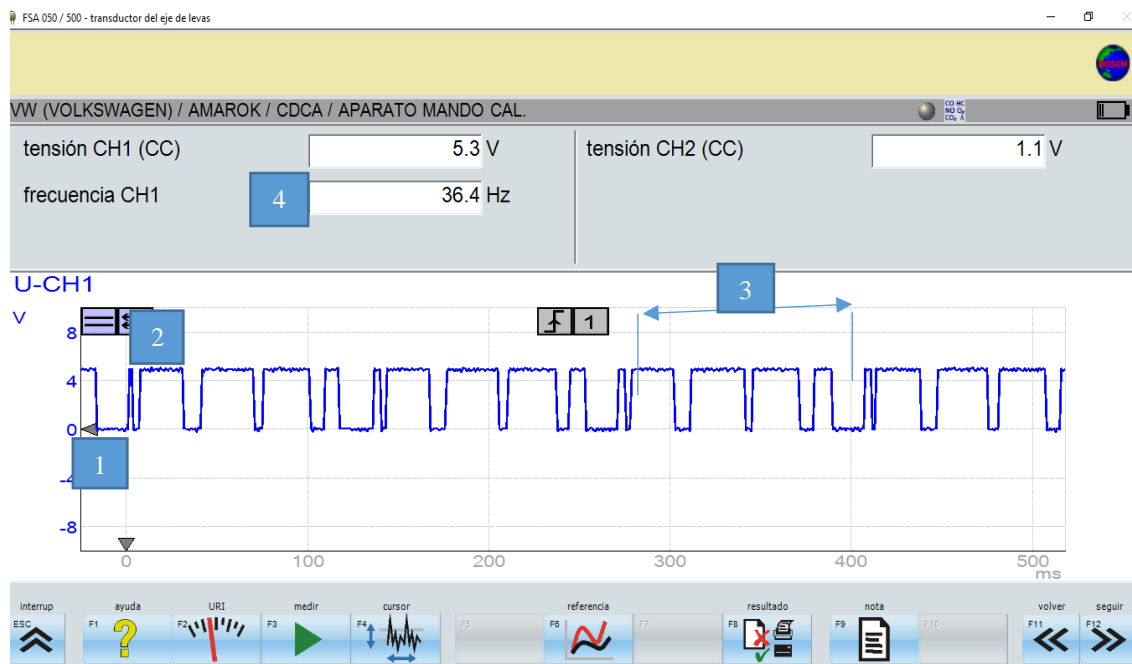
El objetivo de este paso de prueba es determinar el funcionamiento correcto del sensor de posición del árbol de levas (CMP) en función del voltaje de señal y la formación de onda con el motor en ralentí. En la figura 3.12 se puede apreciar la señal del sensor CMP.

- 1) Pico mínimo de la salida de la señal (0 Voltios).
- 2) Tensión máxima del transductor del eje de levas (5 Voltios).
- 3) Muestra el ciclo de trabajo que realiza el árbol de levas al girar una revolución, este patrón se vuelve a repetir para cada revolución que realiza.

La señal que emite el sensor de posición del cigüeñal es utilizada por el ECU para definir la secuencia adecuada de inyección.

- 4) Indica la frecuencia de trabajo que realiza el árbol de levas en milisegundos.





**Figura3. 12:** Conexión del equipo

### 3.1.7 SENSOR DE PRESIÓN DEL COMMON RAIL

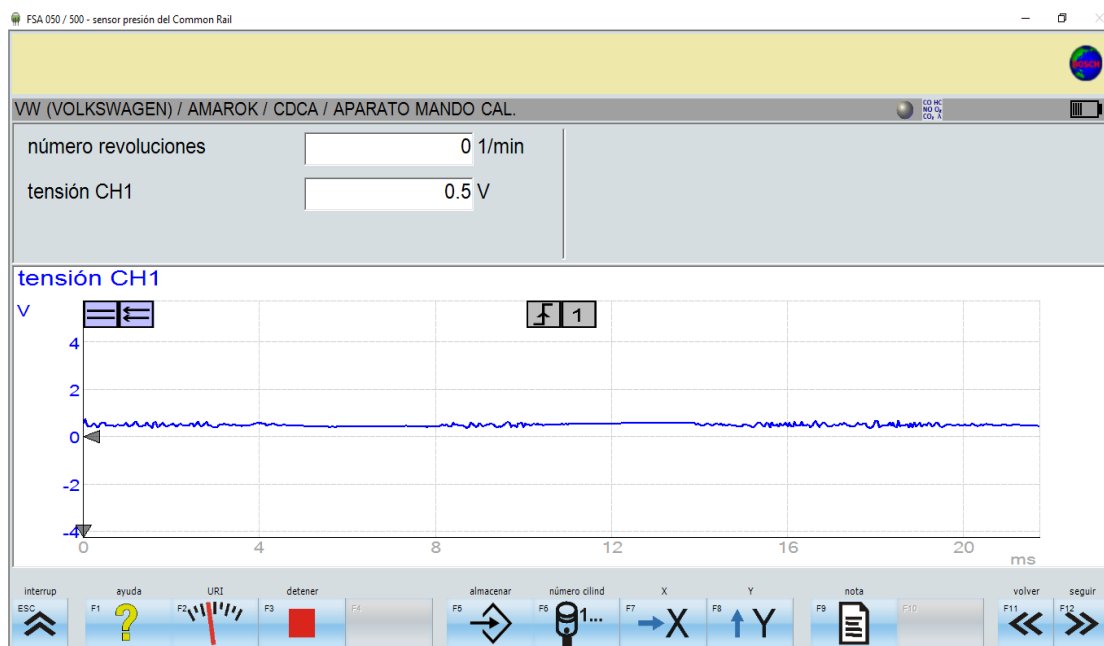
#### Pasos de conexión:

- Se conecta un extremo del cable Multi-Mess (CH1) al cable de señal del sensor common rail y el otro extremo a masa.
- Tener en cuenta el osciloscopio.



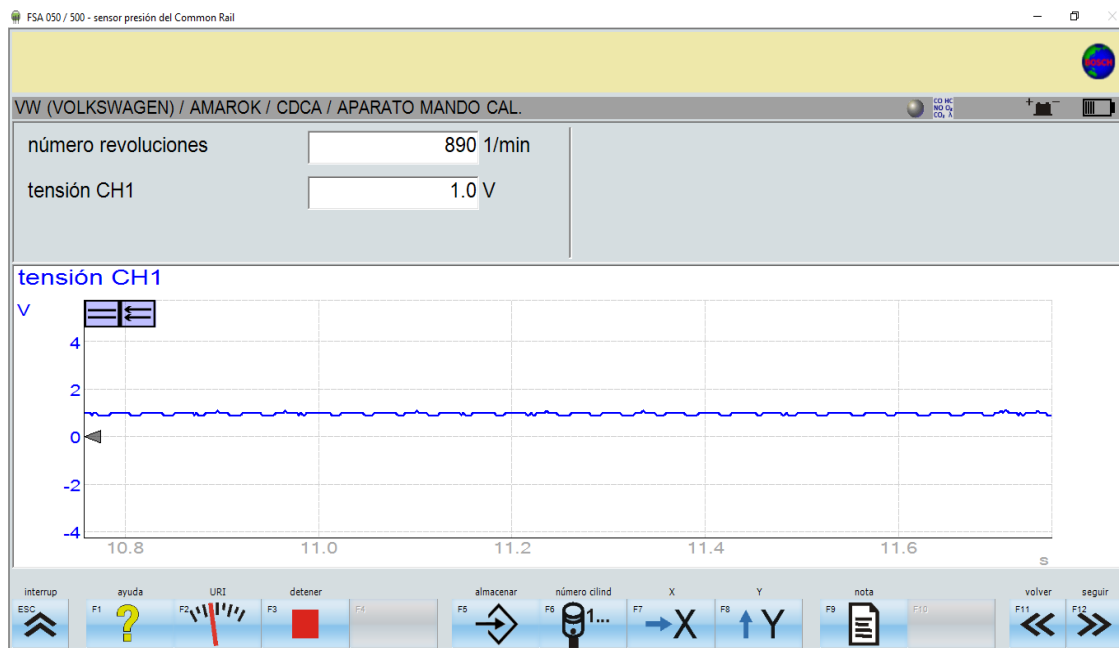
**Figura3. 13:** Conexión del equipo

En la figura 3.14 se aprecia la forma justo después de activar la llave en el modo de contacto donde la tensión q se obtiene es de 0.5V, esta tensión corresponde a un valor de 0 bares, normalmente este sensor nunca deberá leer 0V de tal manera que si mide ese valor indica que el sensor ha fallado.



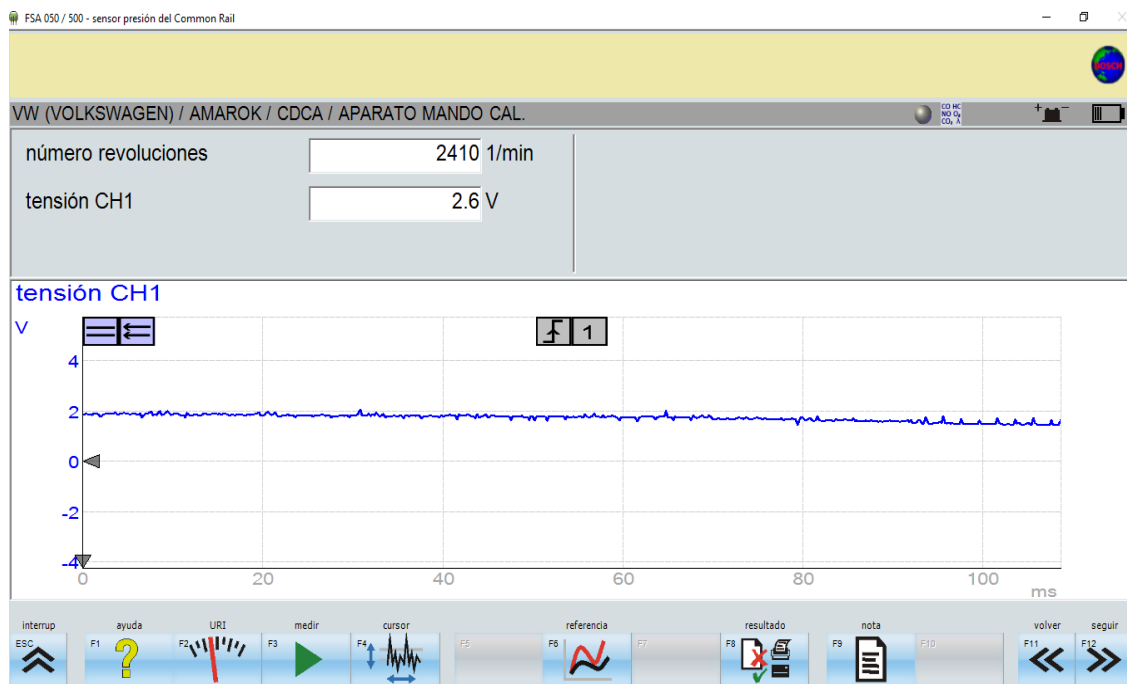
**Figura3. 14:** Señal del sensor de presión con el motor en contacto

En la figura 3.15 se muestra la forma de onda al encender el motor en un promedio de revoluciones de 850 a 950 rpm el voltaje se eleva aproximadamente de 1V a 1.5V, este voltaje corresponde a un valor de 280 bares, el cual es un valor habitual en ralentí.



**Figura3. 15:** Señal del sensor de presión con el motor en ralentí

En la figura 3.16 se muestra la forma de onda al acelerar el pedal a fondo, el PCM añade una inyección de combustible para acelerar el motor al máximo, donde se mantiene gracias al regulador de velocidad, donde la tensión se eleva aproximadamente 2.6V, se debe tomar en cuenta que la prueba se lleva a cabo con el motor sin carga. Con un motor totalmente cargado el voltaje se elevará muy por encima de los 2.6V no superando los 4.5V ya que este valor corresponde a unos 1600 bares.

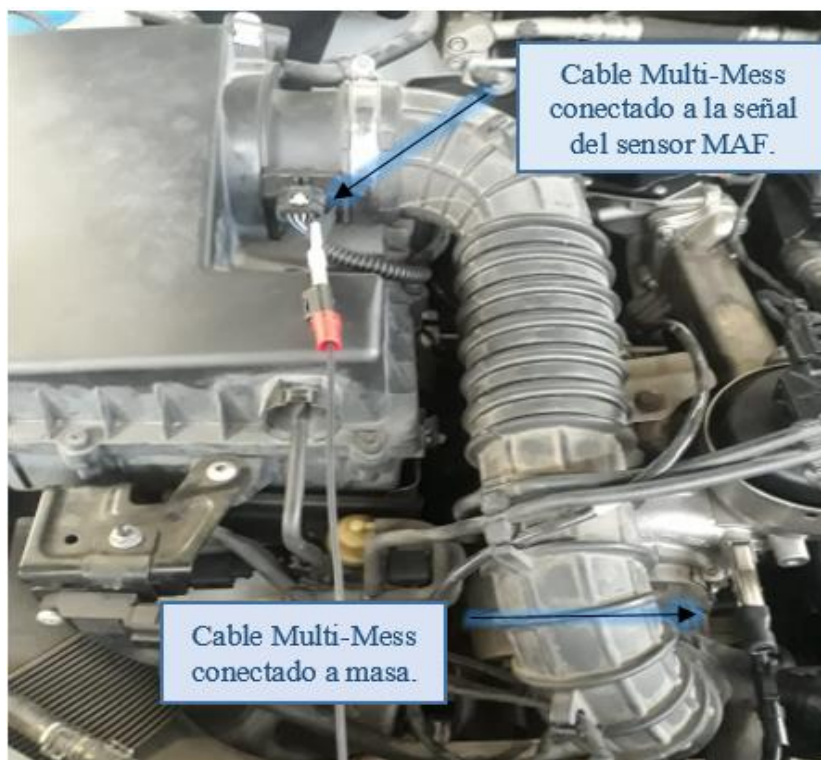


**Figura3. 16:** Señal del sensor de presión con el motor en acelerado

### 3.1.8 MEDIDOR DE MASA DE AIRE HFM6 (DIGITAL).

#### Pasos de conexión.

- Se conecta las pinzas a los bornes de la batería, primero se conecta la pinza negra al borne negativo de la batería y después la pinza roja al borne positivo para medir el número de revoluciones del motor.
- Se conecta el terminal amarillo del cable Multi-Mess (CH1) en la señal del sensor de masa de aire y el terminal negro en la masa del vehículo.



**Figura3. 17:** Conexión del equipo

En los siguientes desarrollos se muestra la comprobación de masa de aire por película caliente de tipo HFM 6 con conexión de enchufe de 4 polos, sin sensor de temperatura de aire aspirado externo.

El sensor de masa de aire por película caliente tiene una particularidad en su funcionamiento en relación a otros sensores de masa de aire, este sensor trabaja con hilo caliente el cual transforma el flujo de aire en tensión y esta se representa gráficamente como señal digital

En la figura 3.18 se puede apreciar la señal digital en la cual se puede analizar la forma de onda. Esta señal digital trabaja con una amplitud de 0 a 5 voltios todo el tiempo, por lo que, al aumentar las revoluciones la tensión no varía, en este caso lo que va a variar es la frecuencia al momento de poner el motor en marcha lenta o en aceleración.

El sensor de masa de aire por película caliente trabaja con una frecuencia muy rápida, por lo que se necesita ajustar los valores de tiempo de medición osciloscopio en el osciloscopio, en este caso para poder medir la frecuencia en marcha lenta en el motor se ajusta los valores a 1 milisegundo.

Con el tiempo ajustado correctamente, el quipo comienza a medir la frecuencia y el ciclo de trabajo. La unidad de medida de la frecuencia que se muestra en la pantalla es de KiloHertz (kHz) debido a que el sensor trabaja con una frecuencia muy rápida.

El resultado de la frecuencia con el motor a marcha lenta es de 2.4kHz lo que quiere decir que ese evento sucede 2400 veces por segundo, un valor de un sensor que está trabajando en perfectas condiciones. En esta parte también se puede apreciar si en la forma de onda existe alguna alteración lo que significaría desgaste en el sensor.



**Figura3. 18:** Señal del sensor de masa de aire HFM6 (digital) con el motor en marcha lenta

En la figura 3.19 se muestra la señal del sensor cuando el motor esta acelerado, en la cual se puede analizar que la tensión es constante y la frecuencia aumenta a 3.7kHz, lo que significa que ese evento sucede 3700 veces por segundo. Este valor sirve para analizar si al momento de acelerar existe alguna obstrucción en la entrada de aire la frecuencia tiende a disminuir.



**Figura3. 19:** Señal del sensor de masa de aire HFM6 (digital) con el motor acelerado

### 3.2 PASOS DE PRUEBA DEL EQUIPO FSA 500 EN UN MOTOR (GASOLINA)

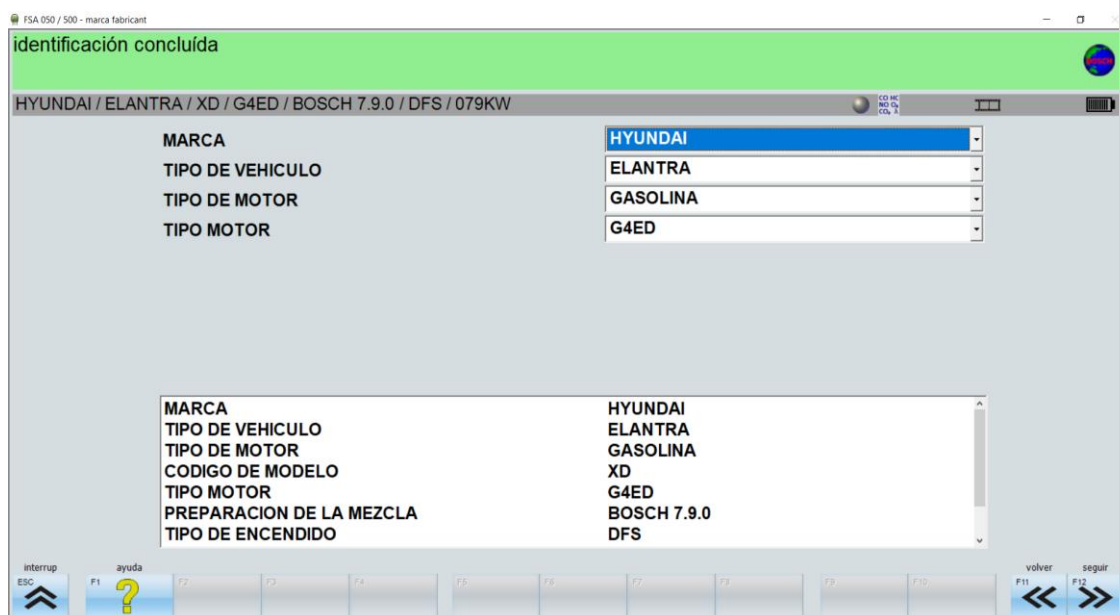
Dentro de los pasos de prueba se puede realizar las siguientes comprobaciones:

- Tensión de la batería, arrancador y compresión relativa.
- Tensión de la batería y corriente del motor de arranque.
- Cable de datos CAN.
- Regulador de tensión (alternador).
- Motor de arranque.
- Captador del número de revoluciones (CKP).
- Transductor del eje de levas (CMP).
- Tensión del encendido primario.
- Tensión del encendido secundario.
- Análisis de las señales con el osciloscopio de 4 canales.

#### 3.2.1 IDENTIFICACION DEL VEHICULO

Terminada la configuración del equipo el siguiente paso a seguir es la identificación del vehículo, para esto se debe tomar en cuenta.

- Marca del fabricante.
- Modelo del vehículo.
- Tipo de motor.
- Letras características del motor.



**Figura3. 20:** Identificación del vehículo

### 3.2.2 TENSION DE LA BATERÍA, ARRANCADOR Y COMPRESIÓN RELATIVA

#### Pasos de conexión:

Para realizar la conexión del paso de prueba se debe realizar siempre que sea posible si dañar los sellos y el aislamiento, de no ser posible, se debe cerciorarse de realizar las reparaciones adecuadas para evitar posibles fallas.

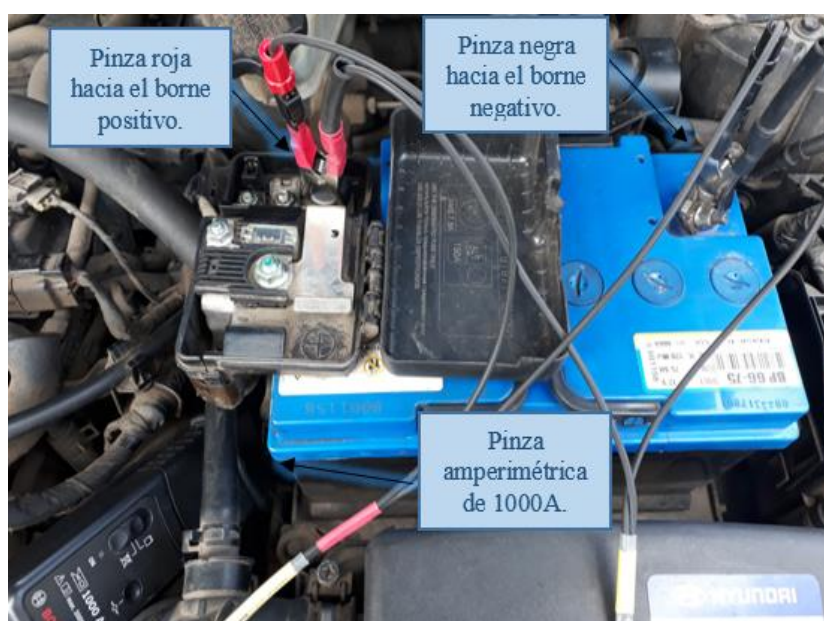
- Para medir la tensión de la batería y el número de revoluciones se conecta las pinzas a los bornes de la batería, primero se conecta la pinza negra al borne negativo de la batería y después la pinza roja al borne positivo.
- Sujetar la pinza de medición de corriente de 1000 amperios (CH2) al cable que une la batería y el motor de arranque, al hacerlo se debe tener en cuenta la dirección de la flecha en la pinza amperimétrica.



Si la pinza se conecta al cable positivo de la batería la flecha debe señalar hacia el mismo, si la pinza amperimétrica se conecta al cable del borne negativo la flecha debe señalar en dirección opuesta al mismo, es importante que la pinza este totalmente cerrada.

Durante la ejecución de este paso de prueba debe impedirse que se ponga en marcha el motor mediante intervenciones adecuadas como, por ejemplo, quitando el fusible de la electrobomba de combustible, quitando el transductor de ejes de levas (CMP) o activando el bloqueo marcha.

El motor de arranque debe accionarse hasta q se muestren los resultados en la pantalla, en la base de datos de curvas se puede guardar el registro de la prueba de compresión e imprimirlo como informe de la misma.



**Figura3. 21:** Conexión del equipo

En este paso de prueba principalmente se determina el funcionamiento de la batería del vehículo, así como también el funcionamiento de motor de arranque, adicional a esto se puede medir la compresión de cada cilindro indirectamente a través del trazado de la corriente del motor de arranque.

En la figura 3.22 sección A, se puede apreciar en la parte izquierda del ordenador la compresión relativa representada en forma de barras sin asignación de cilindros.

Al momento de realizar la prueba de compresión relativa se basa en la corriente hacia el arrancador en el caso de que un cilindro tenga menor compresión la corriente hacia el arrancador será menor en comparación a los otros cilindros, si la compresión en este cilindro es muy baja, conlleva a que la absorción de corriente del arrancador en el cilindro siguiente será muy elevada y por consiguiente no se podrá evaluarlo. En este caso el cilindro con poca compresión se graficará en un color rojo en el diagrama de barras.

Con esta medición se puede analizar la compresión de cada uno de los cilindros en base al consumo eléctrico, si la diferencia de compresión entre cada uno es notoria se deberá realizar una prueba manual o realizar una medición de pérdida de presión en cada uno de los cilindros.

En la figura 3.22 sección B, por otra parte, a lado derecho de la pantalla se puede apreciar el trazado de la corriente del motor de arranque en función del cigüeñal, la cual fue captada por la pinza amperimétrica, en la parte inferior del trazado de corriente se puede apreciar en grados los giros que da el cigüeñal. La forma de onda muestra el consumo de corriente en el motor de arranque mientras el motor está girando.

En la figura 3.22 sección C, se puede apreciar en la parte superior de la pantalla nos muestra los valores de las revoluciones por minuto RPM al momento de dar arranque al motor, así como también la temperatura del aceite, tensión de la batería y corriente de reposo del motor de arranque.

Hay que en consideración que la prueba de batería / arrancador / compresión no se puede realizar a motores que excedan los 10 cilindros. Para motores de 12 cilindros este paso de prueba no se puede seleccionar.

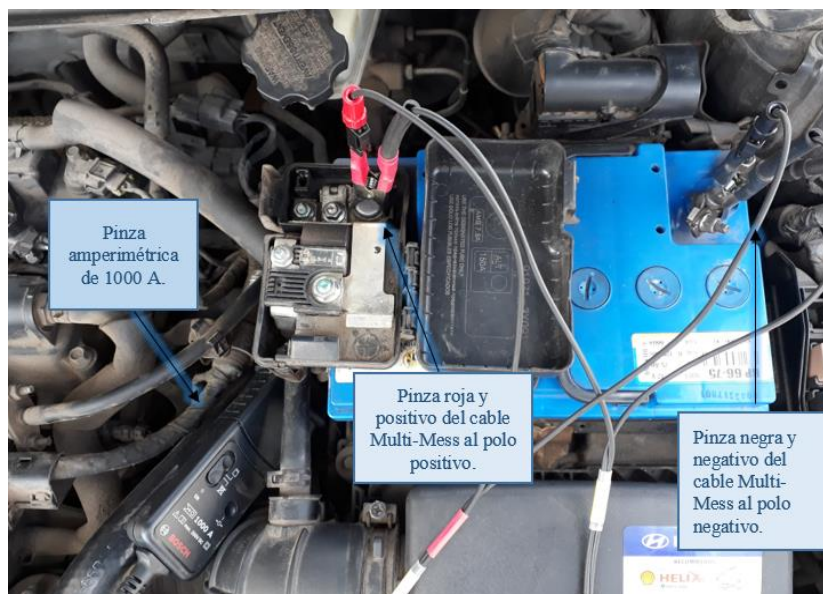


Figura3. 22: Medición concluida

### 3.2.3 TENSION DE LA BATERÍA Y CORRIENTE DEL MOTOR DE ARRANQUE

#### Pasos de conexión:

- Para medir la tensión de la batería y el número de revoluciones se conecta las pinzas a los bornes de la batería, primero se conecta la pinza negra al borne negativo de la batería y después la pinza roja al borne positivo.
- Durante la conexión de los cables a la batería, el motor debe estar apagado y quitar el contacto de encendido.
- Sujetar la pinza de medición de corriente de 1000 amperios (CH2) al cable que une la batería y el motor de arranque, al hacerlo se debe tener en cuenta la dirección de la flecha en la pinza amperimétrica.



**Figura3. 23:** Conexión del equipo

En el paso de prueba Batería/Corriente de motor de arranque se mide la tensión y la resistencia de la batería, la corriente del motor del arranque, la temperatura y la potencia media absorbida por el motor de arranque durante todo el proceso de accionamiento del arranque.

En base a estas mediciones se puede definir conclusiones sobre el estado actual de la batería de arranque y del motor de arranque.

En la figura 3.24 sección A, se puede apreciar la tensión de la batería de 13.5 voltios la cual se encuentra en buen estado ya que es un voltaje estable sin picos y ondulaciones significativas, al momento que se acciona el motor de arranque la tensión de la batería baja a 10.9 voltios durante dura el proceso de encendido y vuelve a su valor normal lo que significa que la tensión y el estado de la batería se encuentra en perfecto estado.

En la figura 3.24 sección B. por otro lado se aprecia el consumo de corriente del motor de arranque que se necesita para romper la fricción estática del motor, por lo que el consumo de corriente inicial será elevado, en este caso es de 324 amperios y las siguientes ondulaciones mientras dura el encendido son en función del cigüeñal.

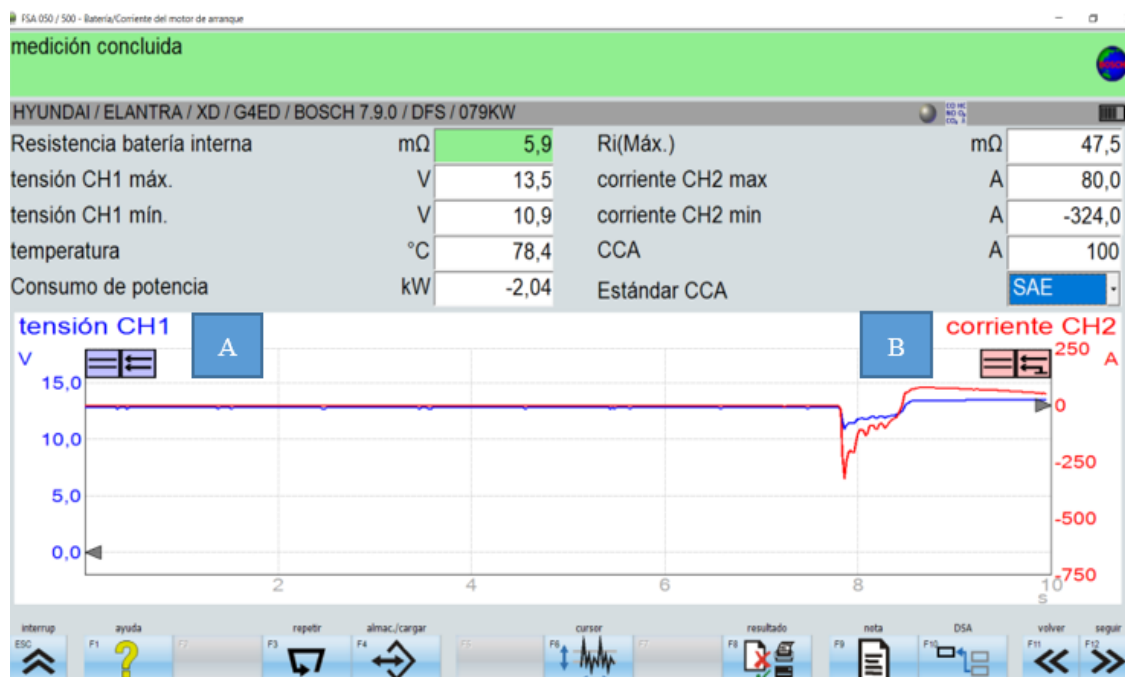


Figura3. 24: Señal de la batería y corriente del motor de arranque

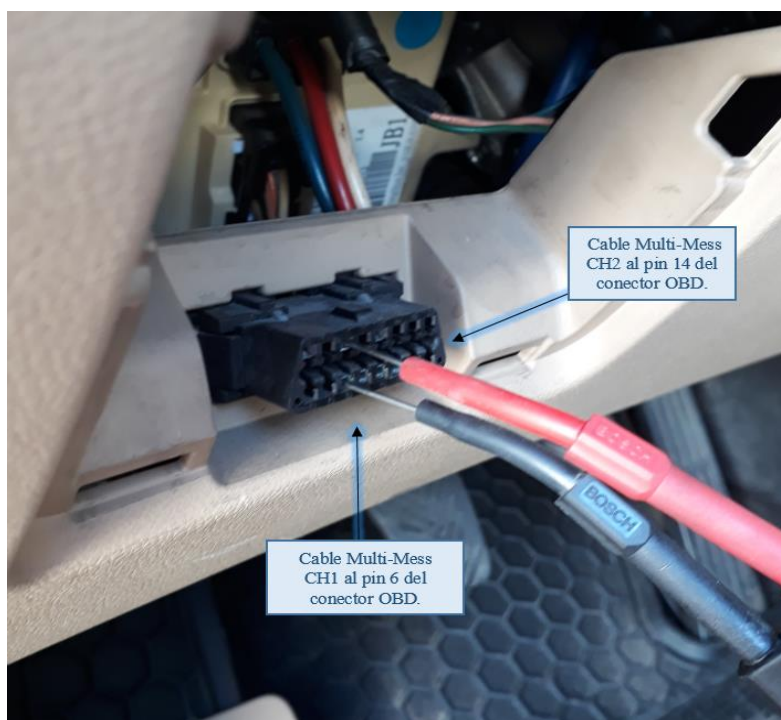
### 3.2.4 Cable de dador CAN

#### Pasos de conexión:

- Localizar el conector de enlace de diagnóstico del vehículo el cual consta de 16 pines.
- Conectar la clavija banana amarilla del cable Multimes (CH1) al cable de datos CAN-H (Pin 6).
- Conectar la clavija banana roja del cable Multimes (CH2) al cable de datos CAN-L (Pin 14).
- Conectar las clavijas banana negra y azul de los dos cables Multi-Mess a la masa.

Durante la medición no se debe desenchufar el bus de datos, las resistencias terminales y los cables de datos CAN pueden probarse en estado sin corriente, mediante la medición de

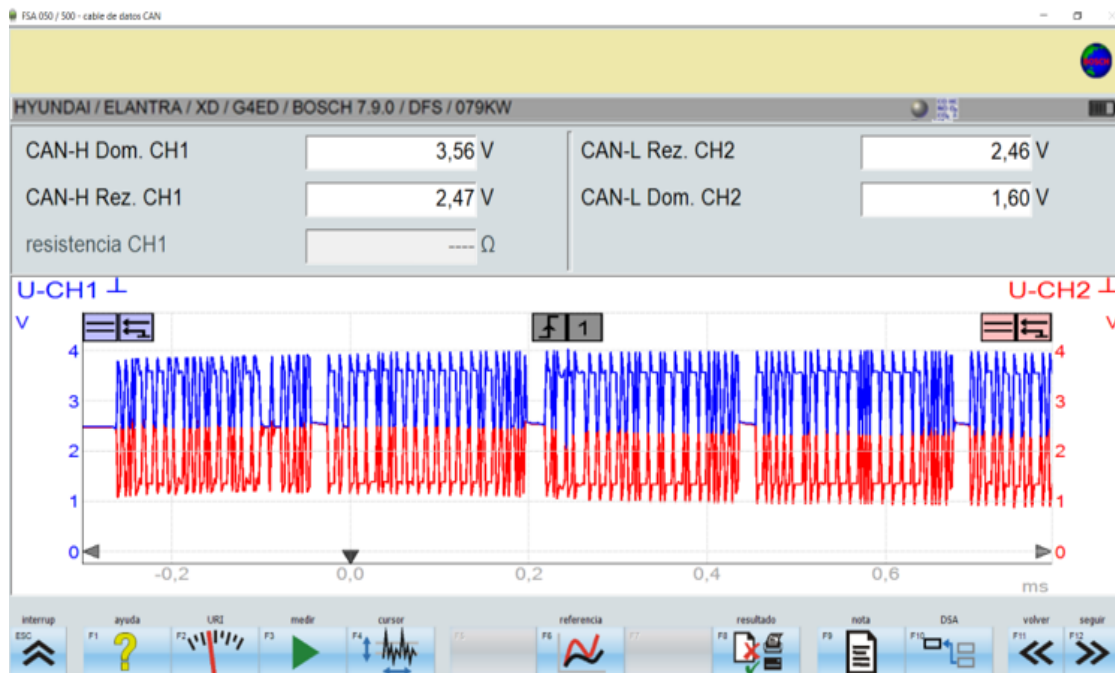
resistencia (CH1), para verificar continuidad y cortocircuito. Recuerde que gran parte de los datos en la red son críticos para la seguridad, por lo que NO use sondas de perforación de aislamiento en las líneas de bus CAN.



**Figura3. 25:** Conexión del equipo

En el paso de prueba de verificación de cables de datos CAN se mide las tensiones de las señales en los cables de datos en relación a la masa. En la figura 3.26 se muestra la señal de los cables CAN-H y CAN-L, en la sección 1 y 2 los valores de medición.

1. CAN-H Dom CH 1 = Valor alto del estado dominante del cable de señales CAN H.  
CAN-H Rez CH 1 = Valor bajo del estado recesivo del cable de señales CAN H.
2. CAN-L Dom CH 2 = Valor bajo del estado dominante del cable de señales CAN L.  
CAN-L Rez CH 2 = valor alto del estado recesivo del cable de señales CAN L.



**Figura3. 26:** Señal de la red CAN

En la figura 3.26, se muestra la pantalla del osciloscopio donde se puede apreciar y verificar que los datos se intercambian interrumpidamente a lo largo del bus CAN, se puede analizar también que los niveles de voltaje y máximo y mínimo sean correctos y que exista una señal presente en ambas líneas CAN.

La red de comunicación CAN utiliza una señalización diferencial, por lo que la señal en una línea debe ser una imagen reflejada de los datos en la otra línea. El principal motivo para diagnosticar las señales CAN es cuando el OBD ha indicado una falla CAN o para verificar la conexión CAN a un nodo CAN (ECU) sospechoso.

En la tabla 3.2 se aprecia como información adicional los 16 pines del conector OBD y están numerados de la siguiente manera:

**Tabla 12:** Pines del conector de la caja de prueba CAN.

<b>Pin 1</b>	485A (Información de propiedad del fabricante)
<b>Pin 2</b>	Bus + Line J1850
<b>Pin 3</b>	Actualización futura
<b>Pin 4</b>	Chassis GND (GROUND)
<b>Pin 5</b>	Signal GND (SIGNAL)
<b>Pin 6</b>	CAN High de SAE J2284
<b>Pin 7</b>	K Line de ISO9141-2 y Keyword 2000485A <sub>a</sub>
<b>Pin 8</b>	Actualización futura
<b>Pin 9</b>	485B (Información de propiedad del fabricante)
<b>Pin 10</b>	Bus - Línea J1850
<b>Pin 11</b>	Reloj
<b>Pin 12</b>	Actualización futura
<b>Pin 13</b>	Actualización futura
<b>Pin 14</b>	CAN Low de SAE J2284
<b>Pin 15</b>	Línea L de ISO9141-2 y Keyword 2000
<b>Pin 16</b>	Voltaje de la batería V + (suministro de voltaje de 4 amperios máx.)

Fuente: (Bosch, 2016)

### 3.2.5 REGULADOR DE TENSIÓN / GENERADOR

#### Pasos de conexión:

- Para la medición segura de las armónicas de la tensión de batería y el número de revoluciones se conecta las pinzas a los bornes de la batería, primero se conecta la pinza negra al borne negativo de la batería y después la pinza roja al borne positivo.
- Se conecta la pinza amperimétrica de 1000 amperios (CH2) a través del cable de carga (borne 51) entre el alternador y la batería, es importante que la pinza este completamente cerrada.





**Figura3. 27:** Conexión del equipo

Con el paso de prueba del componente del alternador o generador, se mide la tensión de la batería, armónicas de la batería, corriente de carga del alternador, temperatura, número de revoluciones y ciclo de trabajo.

Al momento de realizar este paso de prueba se debe encender todos los consumidores eléctricos y dejar funcionar el motor aproximadamente a 3000 r.p.m. para verificar si existe una anomalía en la armónica.

En la figura 3.28 se aprecia la armónica de la batería, una buena forma de onda conocida, los toques uniformes con voltajes pico a pico alrededor de 100mV representan que los diodos del generador (alternador) y el embobinado del estator están trabajando correctamente, ya que no se muestran picos descendentes desiguales que sean significativos para interpretar que exista una falla.

En un caso dado, que la placada de diodos del alternador presente un fallo con un diodo positivo, la señal de onda alternada se vería alterada por picos positivos, caso contrario si se muestran picos negativos significa un daño en el diodo negativo de la placa. El paso de prueba para medir la corriente del alternador es muy importante para conocer en qué estado se encuentra, sin la necesidad de desmontarlo del vehículo.

Esta forma de onda debe mantenerse en todas las cargas eléctricas y velocidades del motor, si al momento de encender los consumidores eléctricos el voltaje pico a pico llega a sobrepasar los 500mV podría dañar o alterar el funcionamiento de los componentes eléctricos ya que este voltaje sería muy ofensivo.



**Figura3. 28:** Señal oscilante de la corriente de la batería

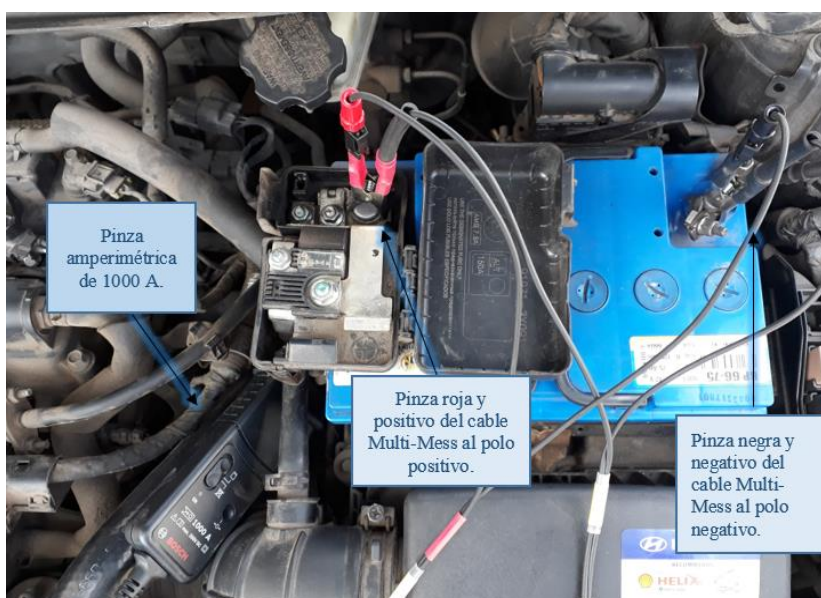
### 3.2.6 Arrancador / Arranque

#### Pasos de conexión:

- Se conecta las pinzas a los bornes de la batería, primero se conecta la pinza negra al borne negativo de la batería y después la pinza roja al borne positivo.
- Conectar la pinza de 1000 amperios (CH2) sobre el cable positivo del motor de arranque que va hacia la batería.
- El número de revoluciones del motor se registra por medio de la ondulación armónica de la corriente del arrancador. Esto presupone que se dispone de una pulsación de corriente (por la carga diferente del motor).

Durante la ejecución de este paso de prueba debe impedirse que se ponga en marcha el motor mediante intervenciones adecuadas como, por ejemplo, quitando el fusible de la

electrobomba de combustible, quitando el transductor de ejes de levas (CMP) o activando el bloqueo marcha. En el paso de prueba del arrancador se debe tomar en cuenta que el número de revoluciones indicado corresponde al motor, no al arrancador.

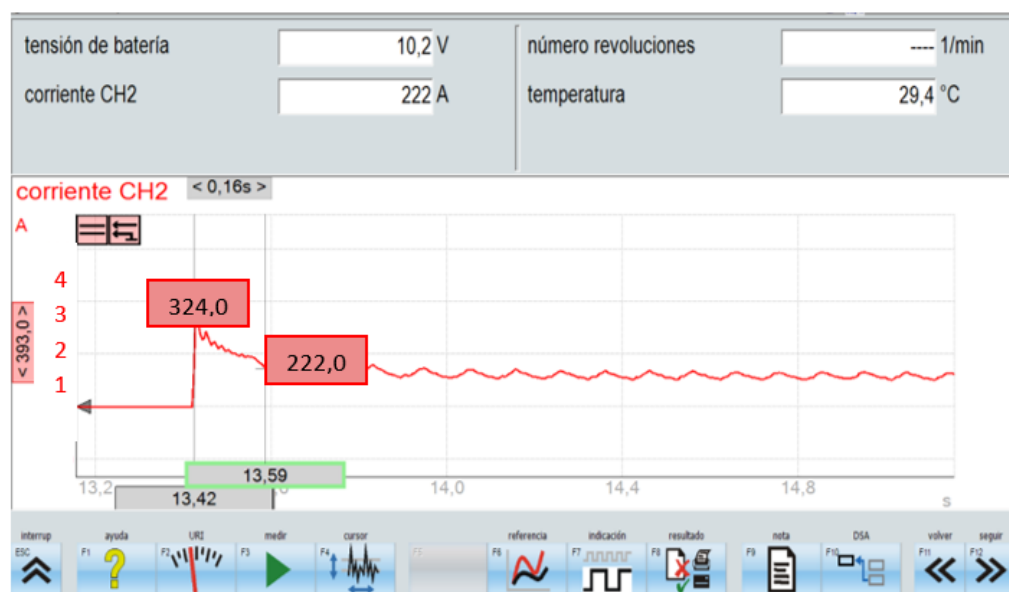


**Figura3. 29:** Conexión del equipo

En la figura 3.30 sección A, paso de prueba Arrancador / Arranque, se puede apreciar la forma de onda de la corriente consumida por el motor de arranque, al inicio se requiere una alta cantidad de corriente llegando a alcanzar un valor de 324 amperios, para dominar la fricción estática y la inercia de los componentes del motor mientras mayor sea la cantidad de corriente mayor será el par motor de arranque.

La fuerza de fricción e inercia tienden a reducir una vez girados los componentes del motor, dando paso a dominar las fuerzas en el cilindro que actúan en cada pistón.

En la figura 3.30 sección B se muestra cada forma de onda oscilante de giro, cada uno de los picos y valles en la fase de arranque representa el par motor de arranque que se requiere para superar la carrera de compresión de cada pistón el cual tiene un valor entre 200 y 300 amperios.

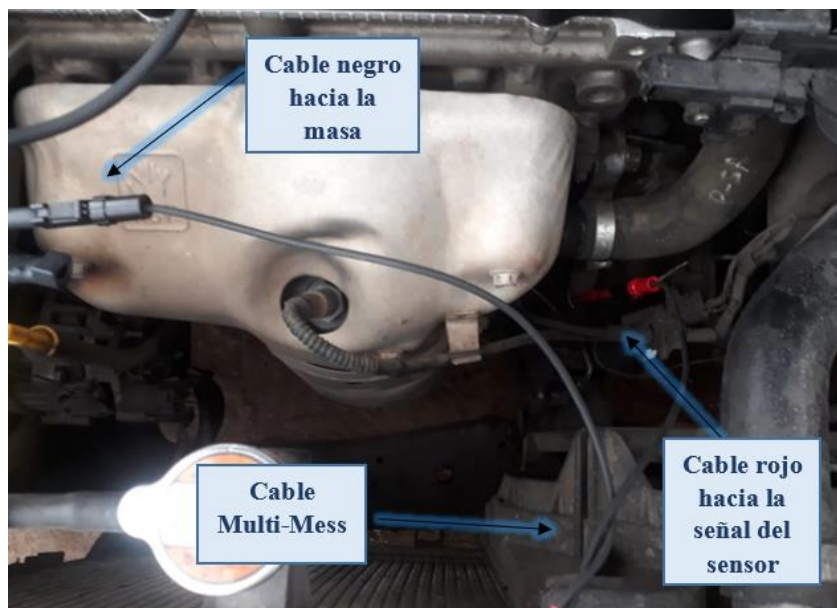


**Figura3. 30:** Señal de la corriente del motor de arranque

### 3.2.7 CAPTADOR DEL NÚMERO DE REVOLUCIONES (CKP)

#### Pasos de conexión:

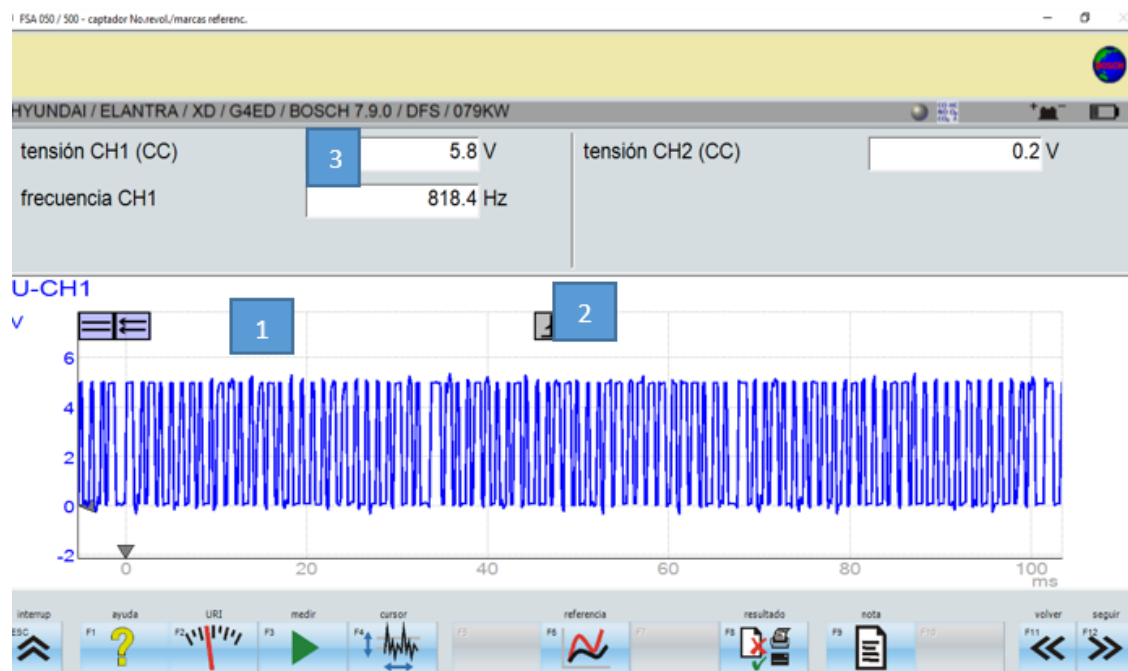
- Para realizar la medición de tensión y frecuencia se conecta el cable Multi-Mess (CH1) al cable de la señal del captador número de revoluciones y marcas de referencia (CKP) o directamente al sensor.
- En caso de ser necesaria una referencia a una segunda señal de un sensor, se debe conectar el cable Multi-Mess (CH2) al cable de la señal del nuevo sensor.
- Los canales de medición CH1 y CH2 están pre ajustados a "medición sin potencial" si se tienen señales de salida del captador con elevadas frecuencias de señal o cuando se debe investigar el desplazamiento de fase entre los dos canales de medición, debe conmutarse a "medición respecto a masa" (mayor ancho de señal).



**Figura3. 31:** Conexión del equipo

El objetivo de este paso de prueba es determinar el funcionamiento del sensor captador del número de revoluciones y marcas de referencia (hall e inductivo). En la figura 3.32 se puede apreciar la señal del sensor CKP.

- 1) El sensor tiene un pico de señal de 0V y un pico máximo de 5.8V.
- 2) Muestra los dientes faltantes del volante del cigüeñal.
- 3) Indica una revolución del cigüeñal, entre los dientes faltantes del cigüeñal. En esta forma de onda por ejemplo indica 58 dientes en una revolución del cigüeñal con 2 dientes faltantes que muestra la posición del cigüeñal.
- 4) Frecuencia, número de revoluciones del cigüeñal en base a las RPM tomando en cuenta los dientes faltantes del volante.

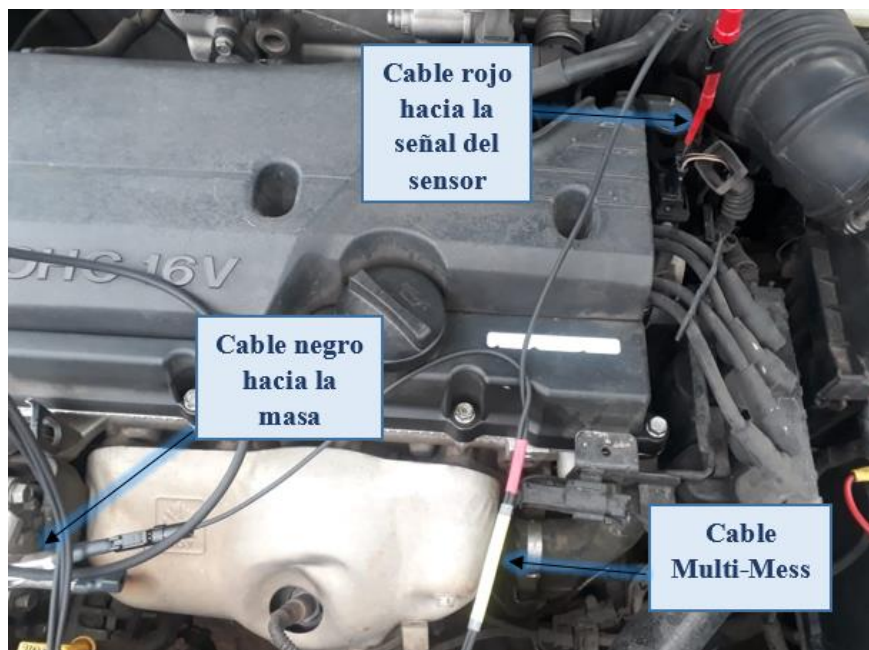


**Figura3. 32:** Señal del sensor (CKP)

### 3.2.8 TRANSDUCTOR DEL EJE DE LEVAS (CMP)

#### Pasos de conexión:

- Para realizar la medición de tensión y frecuencia se conecta el cable Multi-Mess (CH1) al cable de la señal del transductor del eje de levas (CMP) o directamente al sensor.
- En un caso dado, puede ser necesario una referencia a una segunda señal del sensor o en el mismo sensor está instalado un transductor de eje de levas con dos señales de salida. En este caso se debe conectar el cable Multi-Mess (CH2) al segundo sensor.
- Para realizar la medición de las señales de salida del transductor del eje de levas el motor puede estar en marcha o bien durante el proceso de arranque.
- Los canales de medición CH1 y CH2 están pre ajustados a "medición sin potencial" si se tienen señales de salida del captador con elevadas frecuencias de señal o cuando se debe investigar el desplazamiento de fase entre los dos canales de medición, debe conmutarse a "medición respecto a masa" (mayor ancho de señal).



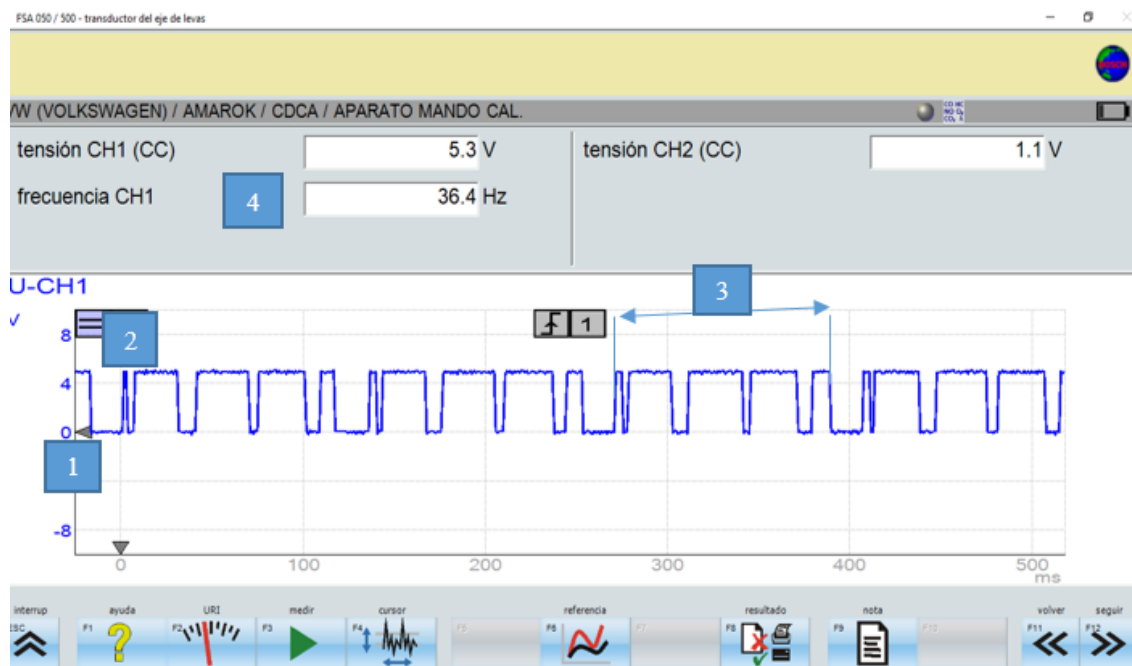
**Figura3. 33:** Conexión del equipo

El objetivo de este paso de prueba es determinar el funcionamiento correcto del sensor de posición del árbol de levas (CMP) en función del voltaje de señal y la formación de onda con el motor en ralentí. En la figura 3.34 se puede apreciar la señal del sensor CMP.

- 1) Pico mínimo de la salida de la señal (0 Voltios).
- 2) Tensión máxima del transductor del eje de levas (5 Voltios).
- 3) Muestra el ciclo de trabajo que realiza el árbol de levas al girar una revolución, este patrón se vuelve a repetir para cada revolución que realiza.

La señal que emite el sensor de posición del cigüeñal es utilizada por el ECU para definir la secuencia adecuada de inyección.

- 4) Indica la frecuencia de trabajo que realiza el árbol de levas en milisegundos.



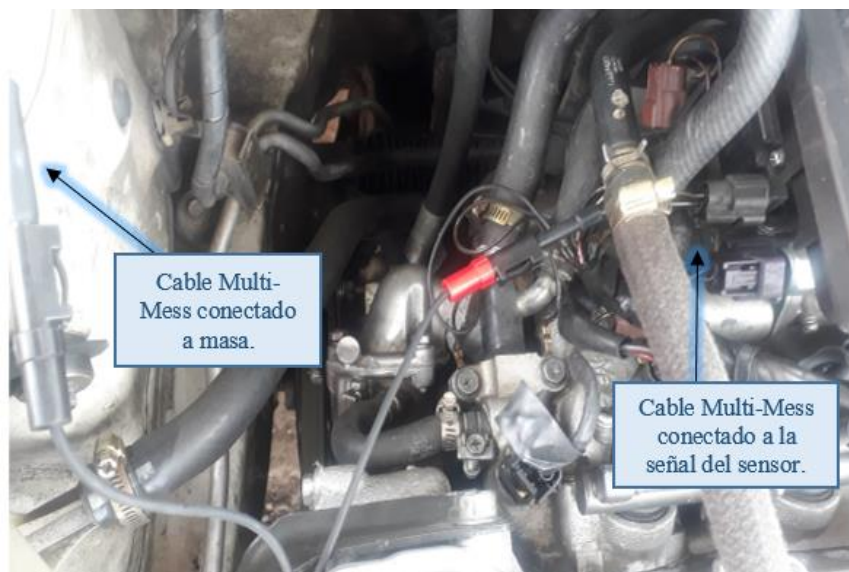
**Figura3. 34:** Señal del sensor (CMP)

### 3.2.9 MEDIDOR DE MASA DE AIRE HFM5 (ANÁLOGO)

#### Pasos de conexión.

- Se conecta las pinzas a los bornes de la batería, primero se conecta la pinza negra al borne negativo de la batería y después la pinza roja al borne positivo para medir el número de revoluciones del motor.
- Se conecta el terminal amarillo del cable Multi-Mess (CH1) en la señal del sensor de masa de aire y el terminal negro en la masa del vehículo.





**Figura3. 35:** Conexión del equipo

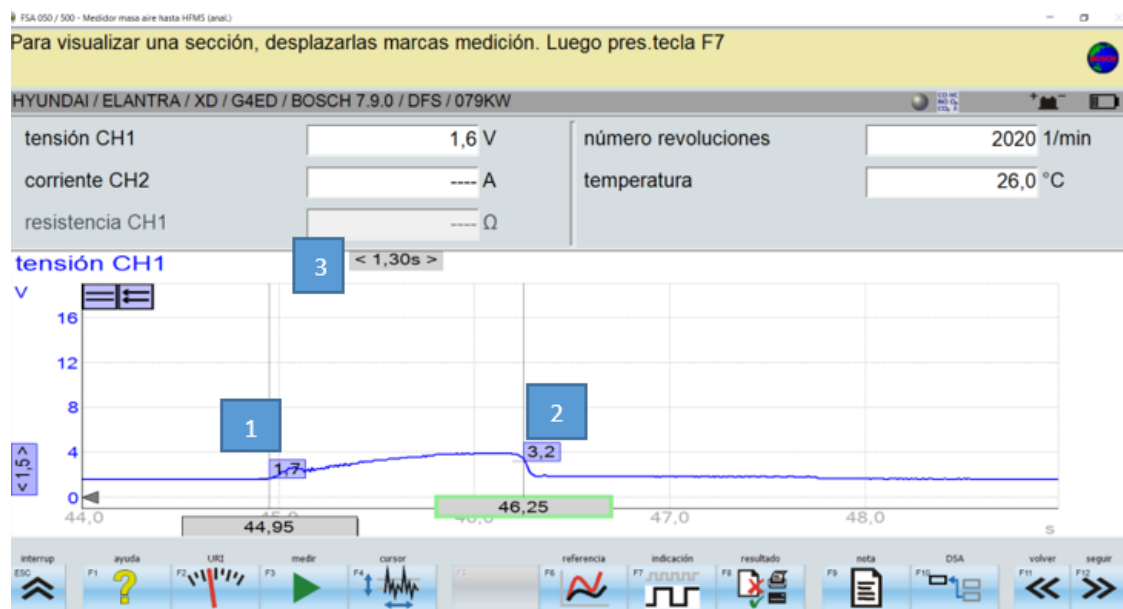
En el paso de prueba del sensor MAF análogo se puede realizar una medición de tensión del voltaje, se conecta el cable positivo del cable Multi-Mess a la señal del sensor y el cable negativo a masa, con el vehículo puesto en contacto se tiene un voltaje de 0.50 V lo cual significa q está dentro del rango moderado que es de 0.40 a 0.90 V dependiendo del vehículo.

Al momento de encender el motor en marcha lenta, el voltaje aumenta a un valor de 1.25 a 1.75 V, se acelera el motor para poder capturar una forma de onda y proceder a realizar el análisis, con la ayuda de los cursores se puede medir la amplitud de la onda.

En la figura 3.36 en la sección 1 se puede apreciar el voltaje en marcha lenta de 1.7 V y en la sección 2 el voltaje cuando el motor es acelerado, también se puede analizar en la figura el tiempo que se demora para salir de 1.7 a 3.2 V en la sección 3 se obtiene el tiempo de 1.30s lo que significa que el sensor se encuentra en perfecto estado, dependiendo del modelo del vehículo puede demorarse hasta 1.50s

Al momento en que se suelta el pedal del acelerador, el acelerador estrangula el suministro de aire y la señal de salida del sensor cae rápidamente. La inercia del movimiento de la aleta y el retorno del colector de admisión fuerza el voltaje de salida del sensor momentáneamente por debajo de las condiciones iniciales de inactividad. Una vez que el

motor se asienta en ralentí, la paleta recupera su posición de ralentí y la tensión de salida vuelve a la medida al inicio de la prueba.



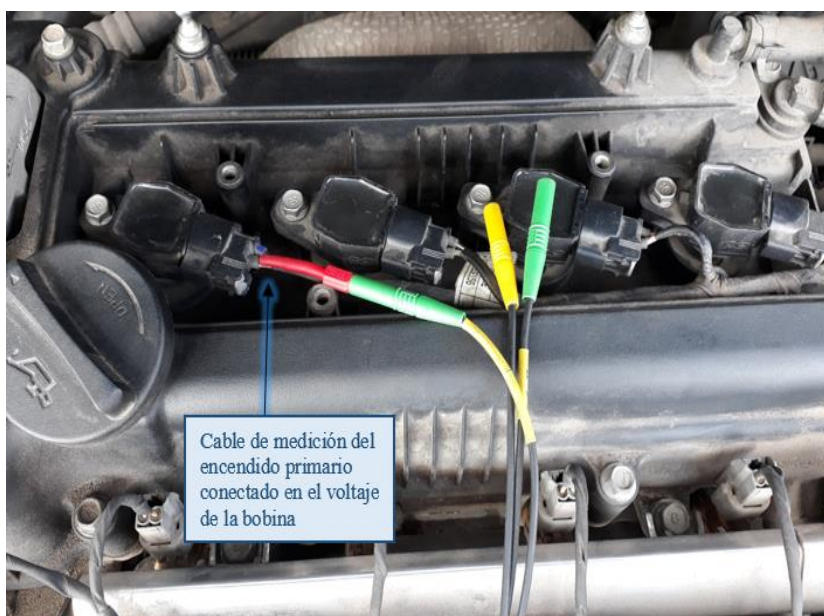
**Figura3. 36:** Señal del sensor de masa de aire HFM5 (Análoga)

### 3.2.10 TENSIÓN DEL ENCENDIDO PRIMARIO

#### Pasos de conexión

- Al momento de realizar la conexión de los emisores, el motor debe estar apagado y el encendido desconectado.
- Conectar los bornes negro y rojo del cable de conexión de la batería a la batería. El borne negro del cable de conexión de la batería debe permanecer conectado al borne B de la batería.
- Conectar el cable adaptador primario (borne 1 y borne 15) a bobina de encendido a comprobar. Conectar la conexión con la caracterización "Cil. 1/A" del cable adaptador primario.
- Arrancar el motor y dejarlo en ralentí.
- Con su forma de onda en vivo en la pantalla del osciloscopio detener el alcance y apagar el motor.
- Usar las herramientas de lupa, cursor y referencia que aparecen en la parte inferior de la pantalla para examinar su forma de onda.

Esta prueba implica medir un voltaje potencialmente peligroso. Asegúrese de seguir las instrucciones de seguridad y las prácticas de trabajo de los fabricantes y de que la tensión nominal para todos los accesorios que está utilizando cumpla o supere la tensión esperada.



**Figura3. 37:** Conexión del equipo

En la figura 3.38 se puede apreciar la forma de onda del encendido primario de la bobina, en la sección A, es el punto donde el voltaje comienza a ser aterrizado para generar un campo magnético. Se puede apreciar que el voltaje antes de llegar al punto A es el voltaje de la batería dirigiéndose hacia la bobina de encendido, por lo general este voltaje debería ser cercano al de la batería o al voltaje del sistema de carga.

Después de la sección A el voltaje cae casi a cero voltios, ya que el voltaje está siendo utilizado para atravesar la resistencia del embobinado, se puede usar este dato para analizar la forma de onda, si el voltaje no se acerca a cero voltios, podría significar que existen otras resistencias en el circuito compartiendo el empuje del voltaje, y transformándose en un problema en la bobina de encendido.

Desde la sección A hasta la sección B, es donde la bobina ha sido aterrizada y se acumulado un campo magnético lo suficientemente grande para generar una chispa fuerte, usando las herramientas de medición del osciloscopio automotriz FSA 500 se puede medir

el tiempo de aterrizaje para definir si es tiempo suficiente para generar un buen campo magnético.

En la sección B se muestra el tope limitador de corriente del sistema de encendido, en este punto se desactiva la tierra y el campo magnético colapsa produciendo una corriente eléctrica muy elevada en este caso llegando a los 400 voltios que alcanza a brincar el espacio en los electrodos en la bujía generando la chispa.

En la sección C se aprecia el tope máximo de voltaje generado por la bobina, un pico de tensión de 400 voltios una tensión muy alta, en muchos de los casos puede alcanzar rangos de hasta 600 voltios por lo que se debe manejar este tipo de mediciones con mucho cuidado.

Desde la sección B hasta la sección D es el tiempo en que la chispa está fluyendo a través de la calibración del electrodo de la bujía. A esta sección se la conoce como duración de chispa es otro dato importante para realizar un análisis ya que se puede medir el tiempo de la duración de chispa utilizando las herramientas de medición del osciloscopio.

En la sección E se muestran las oscilaciones de la bobina la cual consta de 3 a 4 oscilaciones si la bobina está en buen estado por otro lado si la bobina tiene 1 sola oscilación se puede definir que la bobina está perdiendo fuerza.

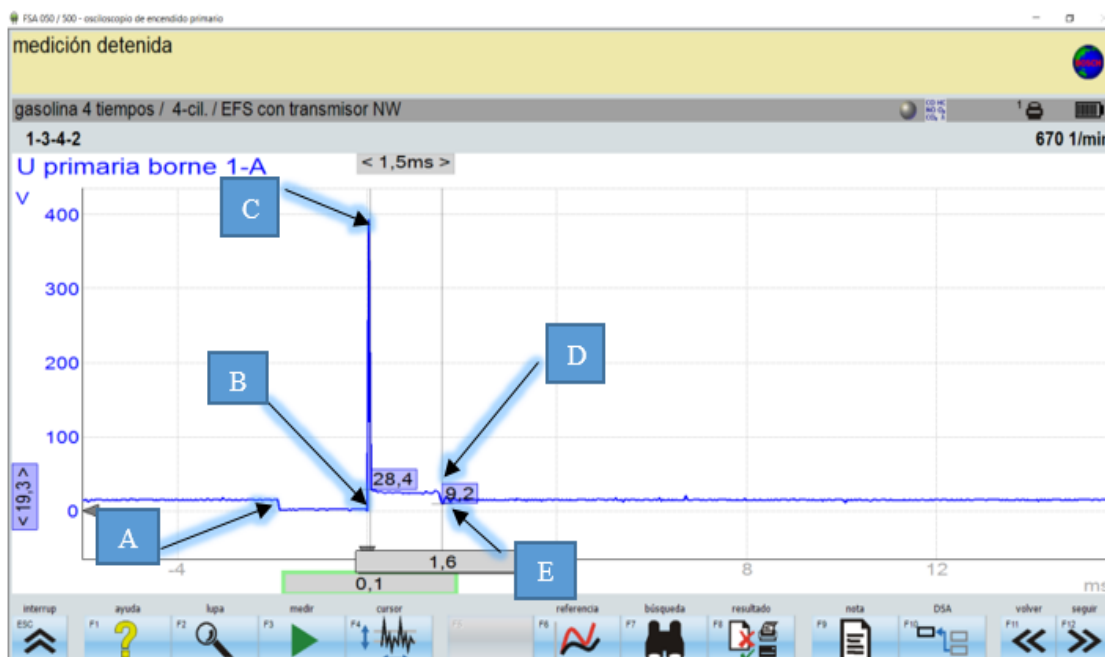


Figura3. 38: Señal del encendido primario

### 3.2.11 TENSIÓN DEL ENCENDIDO SECUNDARIO

#### Pasos de conexión.

- Registrar la señal secundaria con el transmisor de medición secundario universal sobre la bobina.
- Mantener el sensor en la fuente de la señal. Determinar la mayor intensidad de la señal por medio de la fuente de la señal con un ligero movimiento.
- Observar posicionar siempre igual el transmisor de medición secundario universal en las mediciones de comparación de cada cilindro.

Por motivos físicos (acoplamiento capacitivo), la tensión secundaria mostrada en cada bobina solo se puede valorar como la curva de la señal.



**Figura3. 39:** Conexión del equipo

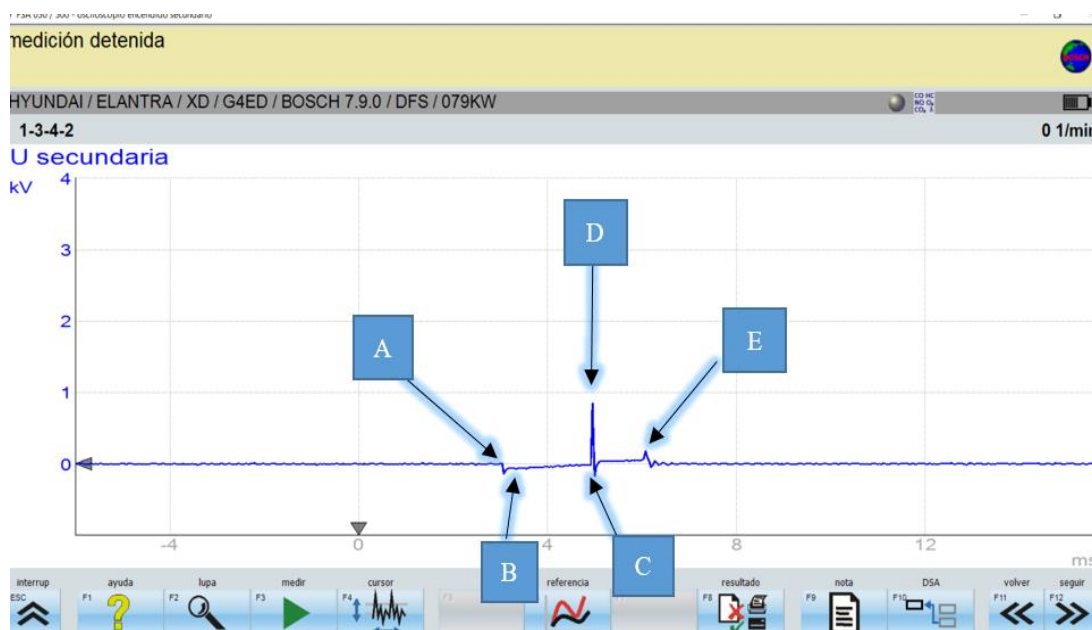
En la figura se muestra la forma de onda de la señal de la tensión del encendido secundario el cual es sumamente alto que se genera para suministrarse a las bujías, en esta forma de onda se puede analizar la duración de la chispa, la forma de onda y lo alto del disparo de los KV. La forma de onda secundaria se asemeja mucho a la forma de onda del encendido primario solo que el rango de voltaje es diferente.

En la figura 3.40 sección A es el punto donde la bobina está siendo aterrizada para acumular el campo magnético que será usado para disparar la chispa, en la sección B se muestra el tope limitador de corriente, donde una resistencia en el circuito limita el flujo de corriente para mantener a la bobina sin exceso de calor.

En la figura 3.40 sección C, es donde se retira la tierra de la bobina, el campo magnético se colapsa y la chispa se genera y se la puede apreciar en la sección D la cual muestra el alto nivel de voltaje de la chispa que cruza la calibración de la bujía. Esto es automático, el voltaje solo llega tan alto como resulte necesario para cruzar la calibración, tan alta como esta sea; 15 KV es el rango moderado.

En la figura 3.40 sección C hasta la sección E es el tiempo de duración de la chispa, este es el tiempo que le toma a la chispa fluir a través de la calibración del electrodo de la bujía. Si no fluye por el tiempo necesario, entonces la chispa no realizará un óptimo trabajo y no

será suficiente para quemar toda la mezcla dentro de la cámara de combustión. Caso contrario si el tiempo en el que fluye la chispa es demasiado significa que algo está mal en el circuito.



**Figura3. 40:** Señal del encendido secundario

## CAPITULO IV

### 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones detalladas a continuación se basan al análisis de los resultados de los diferentes pasos de prueba que se realizaron en la camioneta Volkswagen Amarok 4x2 a diésel y en el vehículo Hyundai Elantra.

- En el paso de prueba de tensión de la batería, arrancador y compresión relativa, se puede medir la compresión de cada cilindro indirectamente a través del trazado de

la corriente del motor de arranque sin la necesidad de desmontar partes mecánicas para acceder a los cilindros de una manera rápida ahorrando mucho tiempo.

- En lo que respecta al paso de prueba de corriente del motor de arranque, se llega a la conclusión que un motor a diésel necesita más corriente para romper la fricción estática, en este caso la camioneta Volkswagen Amarok a diésel necesita 563 Amperios a diferencia del vehículo Hyundai a gasolina que necesita 324 Amperios.
- La tensión en el sensor del common rail es relativo a la presión mientras mayor es el voltaje mayor será la cantidad de bares de presión en el riel, un valor de 0.5V equivale a 0 bares, la tensión aumenta a medida que aumenta las revoluciones Con un motor totalmente cargado el voltaje se elevará muy por encima de los 2.6V no superando los 4.5V ya que este valor corresponde a 1600 bares aproximadamente.
- La tensión de la señal enviada hacia la ECU de los sensores analizados mediante el uso del osciloscopio automotriz se encuentra dentro de un rango comprendido entre 0,5 V a 3,5 V. aunque observando los valores de voltaje en los oscilogramas de los sensores CMP y CKP se presentan picos de voltaje de 5 V, de lo que concluimos que el valor de voltaje de señal es regulado antes de ser enviada hacia la ECU para que esta pueda trabajar de una manera adecuada.

## 4.2 RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones que se presentan a continuación se basan para una mejor comprensión del funcionamiento y cuidado del equipo, así como también la buena interpretación de los resultados de las mediciones.

- Para realizar el proceso de diagnóstico automotriz en motores a gasolina tanto al momento de proceder con un desmontaje o efectuar una medición del encendido primario o secundario, se debe realizar con mucho cuidado ya que se



trata de componentes muy delicados los cuales trabajan con altos valores de tensión, las cuales presenta mucho riesgo para la integridad de la persona.

- El diagnóstico automotriz se debe realizar con un equipo completo y actualizado como es el osciloscopio automotriz Bosch modelo FSA 500, el mismo que permite obtener todas las mediciones necesarias de los distintos componentes eléctricos y electrónicos del vehículo, con los cuales se podrá resolver los problemas presentados en el diagnóstico de manera más asertiva y en menor tiempo.
- Para aprovechar al máximo el funcionamiento del osciloscopio Bosch FSA 500 se recomienda la adquisición de la pinza amperimétrica de 30 amperios, para realizar mediciones de corrientes bajas.
- Para vehículos con un sistema de encendido con distribución rotativa de alta tensión (ROV) el cual es un distribuidor de encendido convencional que distribuye los impulsos de encendido entre las bujías del motor en un orden definido mediante cables se necesita adquirir el cable transmisor de medición secundario.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Aguilar Peñaloza Jorge David, Martines Gómez. K. (2013) Osciloscopio y medidor virtual inalámbrico implementado con tecnología, NET utilizando sensores y microcontroladores AR, 30(1), 45-56.
2. Alaniz, Fabián. (2014). Unidad de control electrónica ECU, 35(1), 15-20.
3. Andrade, Andrés Iván Paredes. (2014). Diseño y construcción de un sistema de pruebas para motores de arranque y alternadores de vehículos livianos, 60(1), 28-50.
4. Bosch, Robert. (2016). Manual de la técnica del automóvil. España: REVERTÉ S.A.

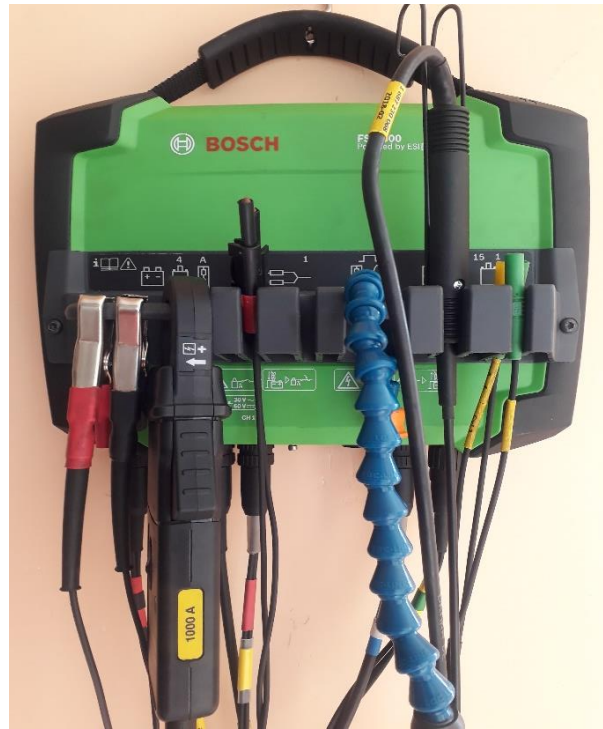
5. CANDIDIANO, Gabriel. (2012). Principios de electrónica sensores y actuadores. 125(1), 40-96.
6. Cacuangó, Luis William Sánchez. (2016). Levantamiento de los procedimientos de reparación de inyectores. UIDE. 85(1), 20-45.
7. Camilla, Luis. (2007). Autotrónica, electro industria. 60-90.
8. Caymansseo. (2017). Qué es y cómo funciona un alternador. 80(1), 30-40.
9. Denton, Tom. (2016). Automóvil sistemas eléctrico y electrónico del automovil. Mexico: MARCOCOMBO, S.A.
10. Denton, Tom. (2015). Diagnóstico avanzado de fallas automotrices. Mexico: Alfaomega.
11. Gaspariano, Roberto Ambrosio Lázaro, Luis Abraham. (2017). La importancia de la electrónica en el desarrollo del automóvil. 101(1), 35-60.
12. James D. Halderman. (2014). Diagnosis of automative electrical systems. Great Britain: Colour Press Ltd.
13. Juan Jesús Martín Hernández, Miguel Ángel P. (2008) Tecnología de la electricidad del automóvil. Madrid España: Graficas 4, S.A.
14. Larenas, Dario Javier Vasconez. (2013). Construcion de un sistema electronico con modulador de pulsos para analizar y determinar fallas en las bobinas de alto. 150(1), 50-80.
15. Leopoldo Parra Reynada. (2011). Diagnóstico y reparaciones automotrices con osciloscopio. 60-70.
16. Osorio, Nelson Morales. (2011). Laboratorio de ingeniería eléctrica. España: Alfaomega.
17. Paulo César Maiquiza Tituaña, Vicente Daniel Piñaloza Haro. (2011). Implementación de un banco didáctico con simulación de funcionamiento de un sistema de inyección electrónica bosch motronic para la escuela de ingeniería automotriz. 110(1), 40- 85.
18. QuimiNet. (2007). El sistema de arranque automotriz. 20(1), 5-15.
19. Rafael, Chávez Carrillo Álvaro. (2014). Diagnostico automotriz. Mexico: Dossat 2000.
20. Rafael, Chávez Carrillo Álvaro. (2014). Análisis de señales de los sensores y actuadores del automóvil por medio de un osciloscopio. Mexico: Dossat 2000.

21. Rojas, Cristaian Fabian. (2014). Implementacion de una estacion para el analisis de señales de corrientes alterna.
22. Romero, Ricardo. (2017). Sensores y dispositivos electrónicos en los vehículos. 55(1), 20-45.
23. Solis, Erick Walter Muños. (2010). Estudiode factibilidadde generacion elde energia electrica a traves de un vehiculo motorizado a gas. 70(1), 35-60.
24. Tektronix. (2015). Tutorial de osciloscopios. El XYZ de los osciloscopios. 60(1), 35-60.
25. Wikipedia. (2018). Unidad de control de motor. Recuperado en [https://es.wikipedia.org/wiki/Unidad de control de motor](https://es.wikipedia.org/wiki/Unidad_de_control_de_motor) (septiembre,2018).
26. José Manuel Alonso Pérez. (2001). Mecánica del automovil. España: S.A. EDICIONES.

**ANEXOS**

## ANEXO I

### EQUIPOS DE MEDICIÓN



**AI. 1:** Osciloscopio Automotriz Modelo FSA 500



**AI. 2:** Pinza amperimétrica de 1000 Amperios



**AI. 3:** Transmisor de medición secundario



**AI. 4:** Cable adaptador primario



**AI. 5:** Cable divisor de tensión



**AI. 6:** Cable Multi-Mess (multimedición)

## ANEXO II

### CAMPO DE MEDICIÓN DE DATOS



**AII. 1:** Preparación de los equipos y vehículo de prueba



**AII. 2:** Obtención de datos de sensores y actuadores