



Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas de encendido del automóvil con asistencia electrónica de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado.

Bonilla Borja, Esteban Josue y Tamaquiza Chacha, Juan Diego

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de Integración Curricular Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Automotriz

Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio

23 de febrero del 2023

Latacunga



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, **“Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas de encendido del automóvil con asistencia electrónica de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado.”** fue realizado por los señores **Bonilla Borja, Esteban Josue y Tamaquiza Chacha, Juan Diego**, el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 23 de febrero del 2023

Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio Msc

C. C. 0502509995



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Responsabilidad de autoría

Nosotros, **Bonilla Borja, Esteban Josue y Tamaquiza Chacha, Juan Diego**, con cédulas de ciudadanía n° 0504014440 y 1805214960, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas de encendido del automóvil con asistencia electrónica de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado**, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 23 de febrero del 2023

.....
Bonilla Borja, Esteban Josue

C.C: 0504014440

.....
Tamaquiza Chacha Juan Diego

C.C: 180521496



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Autorización de publicación

Nosotros, **Bonilla Borja Esteban Josue y Tamaquiza Chacha Juan Diego**, con cédulas de ciudadanía n° 0504014440 y 1805214960, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas de encendido del automóvil con asistencia electrónica de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 23 de febrero del 2022

.....
Bonilla Borja, Esteban Josue

C.C: 0504014440

.....
Tamaquiza Chacha Juan Diego

C.C: 180521496

Dedicatoria

En primer lugar quiero dedicar este trabajo a Dios por seguir con vida y permitirme llegar a cumplir con cada una de mis metas propuestas, por darme la inspiración y fuerza para continuar en este proceso de llegar a culminar uno de los anhelos más deseados en mi vida.

A mis padres que con su amor, trabajo, perseverancia y sacrificio en todos estos años supieron forjar y tolerar cada una de mis decisiones, logros que me propusieron, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mis Angelitos que desde el cielo cuidan y guían cada uno de mis pasos, que en vida me enseñaron que el trabajo duro, el esfuerzo, la dedicación y la perseverancia son la mejor decisión para luchar y seguir adelante, y de muertos me enseñaron que la vida golpea pero a pesar de los obstáculos siempre seguir por más.

A mi familia y amigos por estar siempre presentes, acompañándome, guiándome y por el apoyo moral, que nos brindan a lo largo de la etapa de mi vida.

A todos mis profesores que supieron impartir sus conocimientos y vivencias en cada una de las materias que formaron mis conocimientos y han hecho que el trabajo se realice con éxito, quienes nos supieron colaborar, motivar y apoyar en todo este difícil proceso.

BONILLA BORJA, ESTEBAN JOSUE

Dedicatoria

A Dios por bendecirme en cada proceso de mi vida, por la salud, bienestar y conocimiento entregado.

A Juan y Agustina mis padres queridos por al apoyo incondicional en mi vida y en cada etapa de este trayecto. A Fabián, Isabel y Gabriela por ser mis guías, apoyarme y aconsejarme en todo momento.

A todas aquellas personas y amigos que indirectamente me ayudaron, inspiraron y motivaron a sacar adelante cada situación, haciendo posible mi formación personal y profesional.

TAMAQUIZA CHACHA, JUAN DIEGO

Agradecimiento

Agradezco a Dios, a mis padres por haberme dado la vida y permitirme llegar a este momento importante, cumpliendo así una etapa más en mi vida.

A mi familia y amigos que me apoyan de una u otra manera, estuvieron a mi lado brindándome el apoyo en toda esta trayectoria.

A Eli, por su apoyo en cada uno de los momentos difícil y la motivación cuando requería de ánimos para salir adelante por brindarme de una mano donde apoyarme y aconsejarme en toda mi etapa universitaria.

Mi reconocimiento a la Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" por haberme brindado oportunidades y enriquecerme en conocimientos, a sus docentes y de especial manera al Ing. Leonidas Quiroz quien con su valiosa dirección ha sabido guiar en forma muy acertada para mi formación profesional.

BONILLA BORJA, ESTEBAN JOSUE

Agradecimiento

Agradezco a Dios por la vida y las bendiciones para poder culminar este proceso.

A mis padres Juan y Agustina por guiarme y darme consejos para sobrellevar este proceso en cada momento que lo necesité.

A mis hermanos Fabian, Isabel y Gabriela por sus palabras, consejos y todo el apoyo que me pudieron dar en mi vida y en cada momento de este trayecto.

A todos los docentes de esta prestigiosa Universidad que tuve la oportunidad de adquirir de sus conocimientos y valiosos consejos, al Ingeniero Leonidas Quiroz por recibir de su cátedra y dirigir la ejecución de este trabajo de titulación

TAMAQUIZA CHACHA, JUAN DIEGO

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula	1
Reporte de Verificación de Contenido.....	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
Agradecimiento.....	9
Índice de contenido	10
Índice de figuras	15
Índice de tablas.....	21
Resumen.....	23
Abstract	24
Capítulo I: Planteamiento del problema de la investigación.....	25
Antecedentes.....	25
Planteamiento del problema.....	26
Justificación e importancia	27
Descripción del proyecto.....	28
Objetivos del Proyecto.....	31
<i>Objetivo General</i>	<i>31</i>

<i>Objetivos Específicos</i>	31
Hipótesis	32
Variables de la investigación.....	32
<i>Variable Dependiente</i>	32
<i>Variable Independiente</i>	33
Capítulo II: Fundamentación Teórica.....	34
Sistema de Encendido DIS	34
Sistema de encendido DIS simultáneo	34
Generación de chispa en el encendido DIS.....	35
Tensión inducida en una bobina doble.....	35
Conjunto Módulo/Bobina DIS	36
Oscilogramas de encendido	36
Avance de encendido.....	38
Sensores esenciales del encendido.....	39
<i>Sensor de régimen de giro CKP</i>	39
<i>Sensor de posición del árbol de levas CMP</i>	39
Componentes del encendido.....	40
<i>Batería</i>	40
<i>Cables de alta tensión</i>	40
<i>Bujías de encendido</i>	41
<i>Códigos de identificación</i>	42

<i>Aspecto de las bujías de encendido</i>	43
Normas Técnicas	44
<i>NTE INEN 1498:2015</i>	44
<i>NTE INEN 2204:2017</i>	44
Equipo de grabación	45
<i>USB Autoscope IV</i>	45
<i>Distribución de puertos</i>	45
<i>Scripts</i>	46
<i>Modo encendido</i>	46
Equipos de medición	48
<i>Analizador De Gases Brain Bee Mahle AGS – 688</i>	48
<i>Contador de RPM MGT – 300 EVO</i>	49
Capítulo III: Estudio de la visualización y grabación de las señales del sistema de encendido	50
Puesto a punto del vehículo de prueba	50
Protocolo para el análisis de emisiones de gases	56
Protocolos para las pruebas del sistema de encendido	57
Ejecución de los protocolos	62
<i>Prueba de emisiones de gases del vehículo de prueba</i>	62
<i>Parámetros de comparación emisiones</i>	65
<i>Parámetros de normalización de emisiones para MEP</i>	66
<i>Pruebas en condiciones de buen funcionamiento del sistema de encendido</i>	66

<i>Prueba del módulo de encendido</i>	70
<i>Diagrama eléctrico del sensor de régimen de giro CKP</i>	72
<i>Diagrama eléctrico del sensor de efecto hall CMP</i>	74
<i>Prueba de la bobina DIS</i>	76
<i>Prueba de cables de alta tensión</i>	81
<i>Prueba de bujías de encendido</i>	88
Pruebas en condiciones de fallo del sistema de encendido	91
<i>Prueba de batería</i>	91
<i>Prueba de módulo/bobina DIS</i>	93
<i>Prueba de bobina DIS</i>	96
<i>Prueba de cables de alta tensión</i>	100
<i>Prueba de bujías de encendido</i>	105
Capítulo IV: Análisis de la visualización y grabación de las señales en sistemas de encendido para el diagnóstico avanzado	111
Datos – Análisis de gases Test Oficial – MEP	111
Datos – Análisis del estado de batería	112
Datos – Análisis del estado módulo/bobina DIS	115
Datos – Análisis del módulo de encendido	115
Datos – Análisis de la bobina de encendido	119
Datos – Comparación con los parámetros de emisiones de gases	126
Datos – Análisis de la prueba del estado de cables de alta tensión	130
Datos – Comparación con los parámetros de emisiones de gases	148

Datos – Análisis de la prueba del estado de bujías de encendido.....	155
Datos – Comparación con los parámetros de emisiones de gases.....	169
Diagnóstico Avanzado	174
Comprobación de la hipótesis.....	185
Capítulo V: Marco Administrativo.....	186
Recursos.....	186
<i>Recursos humanos</i>	186
<i>Recursos tecnológicos</i>	187
<i>Recursos materiales</i>	187
Presupuesto.....	188
<i>Costo neto del proyecto</i>	188
Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones.....	189
Conclusiones.....	189
Recomendaciones.....	193
Bibliografía	196
Anexos.....	200

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Bobina de encendido de chispa doble DIS</i>	34
Figura 2 <i>Circuito de encendido DIS</i>	35
Figura 3 <i>Conjunto Módulo/Bobina DIS</i>	36
Figura 4 <i>Oscilograma de encendido primario y secundario</i>	37
Figura 5 <i>Señales que recibe y emite la ECM</i>	38
Figura 6 <i>Señal generada por un sensor CKP de efecto Hall</i>	39
Figura 7 <i>Estructura de los cables de alta tensión</i>	40
Figura 8 <i>Constitución de una bujía de encendido</i>	41
Figura 9 <i>Bujías de encendido según el grado térmico</i>	41
Figura 10 <i>Codificación Bujía Super 4</i>	42
Figura 11 <i>USB Autoscope IV</i>	45
Figura 12 <i>Analizador De Gases Brain Bee Mahle AGS – 688</i>	48
Figura 13 <i>Contador de RPM MGT – 300 EVO</i>	49
Figura 14 <i>Protocolo para puesta a punto mecánica del vehículo de prueba</i>	53
Figura 15 <i>Protocolo para puesta a punto del sistema de encendido del vehículo de prueba</i> ...54	
Figura 16 <i>Protocolo para puesta a punto electrónico del vehículo de prueba</i>	55
Figura 17 <i>Protocolo para análisis de gases</i>	56
Figura 18 <i>Protocolo de uso del USB Autoscope</i>	57
Figura 19 <i>Protocolo para prueba de la batería Script EIPower</i>	58
Figura 20 <i>Protocolo para prueba del Módulo/Bobina DIS</i>	59
Figura 21 <i>Protocolo para prueba de cables de alta tensión</i>	60
Figura 22 <i>Protocolo para la prueba de bujías de encendido</i>	61
Figura 23 <i>Pantalla de los parámetros prueba al mínimo – ralentí</i>	62
Figura 24 <i>Colocación de la sonda en el tubo de escape</i>	63
Figura 25 <i>Pantalla de los parámetros prueba al mínimo ralentí, prueba en aceleración a 2500 RPM</i> ..63	

Figura 26	<i>Informe emitido por el Software del analizador de gases.....</i>	<i>64</i>
Figura 27	<i>Conexión de alimentación del equipo y software.....</i>	<i>67</i>
Figura 28	<i>Selección del modo EIPower en el software del equipo.....</i>	<i>67</i>
Figura 29	<i>Conexión realizada para la obtención del Script EIPower.....</i>	<i>68</i>
Figura 30	<i>Oscilograma de batería en condiciones de buen funcionamiento, Script EIPower ...</i>	<i>69</i>
Figura 31	<i>Reporte de batería en condiciones de buen funcionamiento, Script EIPower</i>	<i>70</i>
Figura 32	<i>Diagrama del circuito eléctrico de encendido del motor EDW CFZ.....</i>	<i>71</i>
Figura 33	<i>Diagrama eléctrico del sensor CKP del motor EDW CFZ.....</i>	<i>73</i>
Figura 34	<i>Diagrama eléctrico del sensor CMP del motor EDW CFZ.....</i>	<i>74</i>
Figura 35	<i>Conexión del equipo y configuración del modo osciloscopio</i>	<i>75</i>
Figura 36	<i>Oscilograma de las señales de mando para el salto de chispa.....</i>	<i>76</i>
Figura 37	<i>Medición de la chispa de bobina con sensor capacitivo Cx-M.....</i>	<i>77</i>
Figura 38	<i>Chispa de la bobina generado en la torrera 1.....</i>	<i>78</i>
Figura 39	<i>Chispa de la bobina generado en la torrera 3.....</i>	<i>79</i>
Figura 40	<i>Chispa de la bobina generado en la torrera 4.....</i>	<i>80</i>
Figura 41	<i>Chispa de la bobina generado en la torrera 2.....</i>	<i>80</i>
Figura 42	<i>Conexión del equipo, vehículo y software.....</i>	<i>81</i>
Figura 43	<i>Configuración del software en modo Encendido COP DIS</i>	<i>82</i>
Figura 44	<i>Identificación de pico positivo y negativo.....</i>	<i>83</i>
Figura 45	<i>Selección del orden de encendido y visualización de las señales</i>	<i>83</i>
Figura 46	<i>Oscilograma de encendido secundario.....</i>	<i>84</i>
Figura 47	<i>Oscilograma de encendido, tiempo de saturación</i>	<i>85</i>
Figura 48	<i>Oscilograma de encendido, tiempo de quemado.....</i>	<i>85</i>
Figura 49	<i>Oscilograma de encendido secundario óptimo</i>	<i>86</i>
Figura 50	<i>Configuración del software para el Script CSS</i>	<i>88</i>
Figura 51	<i>Conexión del equipo, sensor CKP y anillo sincronizador.....</i>	<i>89</i>

Figura 52	<i>Datos referentes a l tipo de motor del vehículo de prueba.....</i>	90
Figura 53	<i>Oscilograma de contribución de los cilindros, bujías en buen estado.....</i>	90
Figura 54	<i>Oscilograma de batería en condiciones de fallo, Script EIPower.....</i>	92
Figura 55	<i>Reporte de batería en condiciones de fallo, Script EIPower.....</i>	93
Figura 56	<i>Conexión de resistencias en el socket de prueba.....</i>	93
Figura 57	<i>Instalación del socket de prueba en el módulo de encendido.....</i>	94
Figura 58	<i>Conexión del equipo y configuración en modo osciloscopio.....</i>	95
Figura 59	<i>Oscilograma de las señales de mando en condiciones de fallo.....</i>	95
Figura 60	<i>Medición de la chispa de bobina con sensor capacitivo Cx-M.....</i>	97
Figura 61	<i>Chispa de la bobina generado en la torrera 1.....</i>	97
Figura 62	<i>Chispa de la bobina generado en la torrera 3.....</i>	98
Figura 63	<i>Chispa de la bobina generado en la torrera 4.....</i>	99
Figura 64	<i>Chispa de la bobina generado en la torrera 2.....</i>	99
Figura 65	<i>Oscilograma de encendido, cable N°1 con desgaste normal.....</i>	101
Figura 66	<i>Oscilograma de encendido, cable N°2 recubierto con aceite.....</i>	102
Figura 67	<i>Oscilograma de encendido, cable N°3 con alta resistencia.....</i>	103
Figura 68	<i>Oscilograma de encendido, cable N°4 sulfatado – oxidado.....</i>	104
Figura 69	<i>Oscilograma de contribución de los cilindros, bujía N°1 con desgaste normal.....</i>	105
Figura 70	<i>Oscilograma de contribución de los cilindros, bujía N°2 cubierta por agua.....</i>	107
Figura 71	<i>Oscilograma de contribución de los cilindros, bujía N°3 recubierta por aceite.....</i>	108
Figura 72	<i>Oscilograma de contribución de los cilindros, bujía N°4 carbonizada.....</i>	109
Figura 73	<i>Gráfica comparativa – Nivel de carga.....</i>	113
Figura 74	<i>Gráfica comparativa – Tensión bajo caga.....</i>	114
Figura 75	<i>Gráfica comparativa – Corriente de inicio real.....</i>	114
Figura 76	<i>Oscilograma de las señales EST, Óptimo.....</i>	116
Figura 77	<i>Oscilograma de las señales EST, Fallo.....</i>	116

Figura 78	<i>Gráfica comparativa – Voltaje de señal EST</i>	118
Figura 79	<i>Gráfica comparativa – Periodo de las señales EST</i>	119
Figura 80	<i>Oscilograma chispa de bobina, condiciones de buen funcionamiento</i>	119
Figura 81	<i>Oscilograma chispa de bobina, condiciones de fallo</i>	120
Figura 82	<i>Oscilograma del secundario en condiciones de fallo, con resistencias en las líneas EST.</i> ..	121
Figura 83	<i>Identificación de las zonas del Oscilograma del secundario en condiciones de fallo, con resistencias en las líneas EST</i>	122
Figura 84	<i>Gráfica comparativa – Señales de chispa con Sensor Cx-M</i>	124
Figura 85	<i>Gráfica comparativa – Periodo de las señales de chispa con Sensor Cx-M</i>	125
Figura 86	<i>Gráfica comparativa – Análisis de gases puesto apunto y condición de fallo, CO</i> .	126
Figura 87	<i>Gráfica comparativa – Análisis de gases puesto apunto y condición de fallo, CO2</i> ...	127
Figura 88	<i>Gráfica comparativa – Análisis de gases puesto apunto y condición de fallo, O2</i>	128
Figura 89	<i>Gráfica comparativa – Análisis de gases puesto apunto y condición de fallo, HC.</i> ..	129
Figura 90	<i>Gráfica comparativa – Análisis de gases puesto apunto y condición de fallo, Lambda</i>	129
Figura 91	<i>Oscilograma del secundario en condiciones de buen funcionamiento</i>	131
Figura 92	<i>Análisis del oscilograma secundario, en condiciones de buen funcionamiento</i>	131
Figura 93	<i>Desfile Plug-In del oscilograma secundario, cable N°1 con desgaste normal</i>	134
Figura 94	<i>Análisis del oscilograma, cable N°1 con desgaste normal</i>	135
Figura 95	<i>Desfile Plug-In del oscilograma secundario, cable N°2 recubierto por aceite</i>	136
Figura 96	<i>Análisis del oscilograma, cable N°2 recubierto por aceite</i>	137
Figura 97	<i>Desfile Plug-In del oscilograma secundario, cable N°3 con alta resistencia</i>	138
Figura 98	<i>Análisis del oscilograma, cable N°3 con alta resistencia</i>	139
Figura 99	<i>Desfile Plug-In del oscilograma secundario, cable N°4 sulfatado – oxidado</i>	140
Figura 100	<i>Análisis del oscilograma, cable N°4 sulfatado – oxidado</i>	140
Figura 101	<i>Gráfica comparativa – Voltaje de disparo, Cable 1</i>	143
Figura 102	<i>Gráfica comparativa – Voltaje de quemado, Cable 1</i>	143

Figura 103	<i>Gráfica comparativa – Voltaje de disparo, Cable 2</i>	144
Figura 104	<i>Gráfica comparativa – Voltaje de quemado, Cable 2</i>	144
Figura 105	<i>Gráfica comparativa – Voltaje de disparo, Cable 3</i>	145
Figura 106	<i>Gráfica comparativa – Voltaje de quemado, Cable 3</i>	146
Figura 107	<i>Gráfica comparativa – Voltaje de disparo, Cable 4</i>	146
Figura 108	<i>Gráfica comparativa – Voltaje de quemado, Cable 4</i>	147
Figura 109	<i>Gráfica comparativa – Análisis de gases óptimo y fallo, CO</i>	151
Figura 110	<i>Gráfica comparativa – Análisis de gases óptimo y fallo, CO₂</i>	151
Figura 111	<i>Gráfica comparativa – Análisis de gases óptimo y fallo, O₂</i>	152
Figura 112	<i>Gráfica comparativa – Análisis de gases óptimo y fallo, HC</i>	153
Figura 113	<i>Gráfica comparativa – Análisis de gases óptimo y fallo, Lambda</i>	154
Figura 114	<i>Script CSS con la eficiencia del motor</i>	156
Figura 115	<i>Script CSS de un motor con falla en el cilindro 1 con una bujía con desgaste normal</i>	158
Figura 116	<i>Aceleración en ralentí y lenta caída del cilindro 1</i>	159
Figura 117	<i>Aceleración lenta y brusca caída del cilindro 1</i>	159
Figura 118	<i>Script CSS de un motor con falla en el cilindro 2 bujía cubierta por aceite</i>	161
Figura 119	<i>Aceleración media caída del cilindro 2</i>	161
Figura 120	<i>Script CSS de un motor con falla en el cilindro 3 con una bujía carbonizada</i>	162
Figura 121	<i>Aceleración lenta caída del cilindro 3</i>	163
Figura 122	<i>Aceleración media caída del cilindro 3</i>	163
Figura 123	<i>Script CSS de un motor con falla en el cilindro 4 con una bujía recubierta en aceite</i>	165
Figura 124	<i>Aceleración lenta caída del cilindro 4</i>	166
Figura 125	<i>Aceleración media caída del cilindro 4</i>	166
Figura 126	<i>Script CSS de un motor con 2 bujías nuevas y 2 bujías en mal estado</i>	168
Figura 127	<i>Aceleración media caída del cilindro 1 y caída en ralentí en el cilindro 2</i>	169
Figura 128	<i>Gráfica comparativa puesto a punto y bujías en condiciones de fallo, O₂</i>	171

Figura 129	<i>Gráfica comparativa puesto a punto y bujías en condiciones de fallo, HC.....</i>	171
Figura 130	<i>Gráfica comparativa puesto a punto y bujías en condiciones de fallo, CO.....</i>	173
Figura 131	<i>Gráfica comparativa puesto a punto y bujías en condiciones de fallo, O2</i>	173
Figura 132	<i>Gráfica comparativa puesto a punto y bujías en condiciones de fallo, HC.....</i>	174
Figura 133	<i>Gráfica comparativa de los componentes del sistema de encendido diagnosticado.....</i>	185

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Aspectos característicos de las bujías de encendido</i>	43
Tabla 2	<i>Kit de accesorios del equipo USB Autoscope IV</i>	47
Tabla 3	<i>Rangos de medición del Analizador De Gases AGS – 688</i>	48
Tabla 4	<i>Ficha técnica del vehículo de prueba</i>	50
Tabla 5	<i>Parámetros permitidos para la normalización de emisiones para MEP</i>	66
Tabla 6	<i>Parámetros de una bobina de encendido DIS</i>	87
Tabla 7	<i>Datos del análisis Test Oficial – prueba al mínimo</i>	111
Tabla 8	<i>Datos del análisis Test Oficial – prueba en aceleración</i>	112
Tabla 9	<i>Parámetros de batería en condiciones de buen funcionamiento y de fallo</i>	113
Tabla 10	<i>Parámetros obtenidos del Módulo de encendido</i>	117
Tabla 11	<i>Datos de voltajes de chispa captados con sensor Cx-M en la bobina</i>	123
Tabla 12	<i>Prueba en condiciones de fallo – Módulo/Bobina DIS</i>	126
Tabla 13	<i>Comparación de parámetros obtenidos del oscilograma secundario</i>	142
Tabla 14	<i>Datos análisis de gases – Cable N°1 con desgaste normal</i>	148
Tabla 15	<i>Datos análisis de gases – Cable N°2 recubierto por aceite</i>	149
Tabla 16	<i>Datos análisis de gases – Cable N°3 con alta resistencia</i>	149
Tabla 17	<i>Datos análisis de gases – Cable N°4 sulfatado – oxidado</i>	150
Tabla 18	<i>Valores medidos en analizador de gases para condición de vehículo puesto a punto</i>	155
Tabla 19	<i>Valores medidos en analizador de gases para condición de fallo con bujía con desgaste</i>	157
Tabla 20	<i>Valores medidos en analizador de gases para condición de fallo, bujía cubierta de agua</i>	160
Tabla 21	<i>Valores medidos en analizador de gases para condición de fallo con bujía carbonizada</i>	162
Tabla 22	<i>Valores medidos en analizador de gases para condición de fallo con bujía mojada</i>	164
Tabla 23	<i>Valores medidos en analizador de gases en condición de fallo con bujías en mal estado</i>	167
Tabla 24	<i>Valores medidos en analizador de gases, condición de fallo con dos bujías nuevas</i>	167
Tabla 25	<i>Comparación de valores medidos en analizador de gases para condición óptimas y fallo</i>	170

Tabla 26	<i>Comparación de valores medidos con analizador de gases de condiciones óptimas y fallo</i>	172
Tabla 27	<i>Integración de datos para el diagnóstico avanzado pruebas en ralentí</i>	175
Tabla 28	<i>Integración de datos para el diagnóstico avanzado pruebas en aceleración</i>	180
Tabla 29	<i>Recursos humanos</i>	186
Tabla 30	<i>Recursos tecnológicos</i>	187
Tabla 31	<i>Recursos materiales</i>	187
Tabla 32	<i>Costo neto del proyecto</i>	188

Resumen

La investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas de encendido del automóvil con asistencia electrónica de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado, permite identificar un proceso patrón para utilizar de una manera eficiente equipos de diagnóstico automotriz que permitirá analizar las señales del sistema de encendido del vehículo de combustión interna con asistencia electrónica. Se desarrolló protocolos para la obtención de datos en tiempo real y en funcionamiento del vehículo de prueba mediante métodos de referencia de gestión eléctrica – electrónica mediante conexiones de sensores por alta tensión como modulo/bobina DIS, cables de bujía, bujías, batería, en condiciones óptimas y de fallo, que se visualizaran en modo “Desfile de encendido, CSS, EIPower” determinando fallos de mayor relevancia del sistema de encendido del automóvil con asistencia electrónica. A partir de la relación de datos de gestión del sistema de encendido y resultados de emisiones de gases HC, O₂, CO y CO₂, así como, la relación másica de aire – combustible “lambda” en el vehículo a prueba de acuerdo a parámetros establecidos en la NTE INEN, desarrollar una metodología de diagnóstico avanzado.

Palabra clave: análisis de gases, diagnóstico avanzado, asistencia electrónica, CSS, EIPower

Abstract

The investigation of the visualization, recording and analysis of signals in electronically assisted automotive ignition systems of internal combustion engines by means of advanced diagnostics, allows identifying a standard process to efficiently use automotive diagnostic equipment that will allow analyzing the signals of the ignition system of the internal combustion vehicle with electronic assistance. Protocols were developed to obtain data in real time and in operation of the test vehicle by means of reference methods of electrical-electronic management through high voltage sensor connections such as DIS module/coil, spark plug wires, spark plugs, battery, in optimal and fault conditions, which will be visualized in "Ignition Parade, CSS, EIPower" mode, determining the most relevant faults of the ignition system of the electronically assisted car. From the relationship of ignition system management data and results of HC, O₂, CO and CO₂ gas emissions, as well as the mass ratio of air - fuel " λ " in the vehicle under test according to parameters established in the NTE INEN, develop an advanced diagnostic methodology.

Keywords: gas analysis, advanced diagnostics, electronic assistance, CSS, EIPower

Capítulo I

Planteamiento del problema de la investigación

Antecedentes

El desarrollo de las nuevas metodologías para el diagnóstico del automóvil a través de equipos de alta tecnología, desarrolla las competencias y capacidades de técnicos, ingenieros y personas vinculadas al mantenimiento automotriz otorgando de una mejor capacidad de análisis del estado de los sistemas complementarios de los motores de combustión interna, mediante la visualización, grabación y análisis de las señales en el sistema de encendido del vehículo, en particular sensores CKP, CMP, módulo de encendido, bobina, cables de alta tensión y bujías de encendido al establecer los parámetros de variación en el sistema post – tratamiento de emisiones y mecánica del motor. (Dentob, 2016).

El uso eficiente de información en tiempo real, asegura un diagnóstico eficiente sobre el estado y operación de los sistemas eléctricos, electrónicos y mecánicos del vehículo, lo que permite realizar la diagnosis rápida y óptima de los motores de ciclo Otto y Diésel. (Criollo & Matute, 2014)

Con el uso eficiente de hardware y software crea un sistema que proporciona la captura continua de datos, ampliando en gran medida la funcionalidad de la visualización, grabación y análisis de las señales en los sistemas auxiliares de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado, para el procesamiento a través de técnicas BATCH para lotes de grandes volúmenes de datos y procesamiento en STREAM por modelo de flujo de datos coligados a hechos que fluyen continuamente a través de una red de transformación que componen el sistema vehicular. (AUTOSCOPE, 2019).

Para el sistema de encendido del automóvil con asistencia electrónica, donde interactúan parámetros característicos de funcionamiento como; la variación del tiempo de

quemado, calibración de bujías, procesos de combustión, residuos de la combustión, comprobando que dichos parámetros se alineen hacia el ajuste de la potencia al régimen que indica el fabricante, por medio del procesamiento de datos a través de técnicas BATCH y el procesamiento en STREAM para el flujo de datos por medio de metodologías de visualización y grabación de señales, permita el análisis de fallas de real importancia, a través del uso adecuado de información en tiempo real, se asegure que el diagnóstico, análisis y mantenimiento del sistema de encendido electrónico se efectúe de manera eficiente. (Calleja, 2015)

Planteamiento del problema

El desarrollo tecnológico de los sistemas vehiculares tanto en motores de ciclo otto y diésel, acompañado del crecimiento del parque automotor mundial, crea una demanda de servicio postventa vinculado al mantenimiento del automóvil, es así que se busca optimizar los procesos de diagnosis a través de técnicas que garanticen la fiabilidad del diagnóstico de averías con altos gados de eficiencia y optimización de tiempos, de tal manera que se reduzcan costes de mantenimiento, así como, las regulaciones ambientales nacionales y aprobación de los procesos previos a la matriculación vehicular; crea la necesidad de buscar alternativas de diagnóstico de averías mediante el uso eficiente de equipos y técnicas en el servicio de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de los sistemas vehiculares de los automóviles en el sector público y privado. (Agencia Nacional de Transito, 2019).

De tal manera que se expone posibles medidas y soluciones a la problemática planteada, se propone la investigación de métodos de visualización, grabación y análisis de las señales de los sistemas de encendido del automóvil con asistencia electrónica. (Beru, 2022).

El desarrollo de metodologías de visualización, grabación y análisis de las señales del sistema de encendido con asistencia electrónica, será un medio de diagnosis ante parámetros de incumplimiento como el uso de diferentes tipos de bujías y bobinas de encendido, así como

la calibración inadecuada de las bujías y la falta de mantenimiento correctivo en los motores de encendido provocado, por ende, se les atribuye el incumplimiento de la normativa vigente respecto a los hidrocarburos producidos, el desempeño óptimo del motor bajo diferentes variantes de bobinas de encendido, número de electrodos en las bujías, consumo de combustible ante a falta de energía entregada hacia las bujías, avances tecnológicos en la construcción de las bujías y bobinas con las exigencias que requiere el motor y la calidad de las mismas que se posee en el mercado. (HELLA, 2018).

Los sistemas de encendido electrónico, en la actualidad se está empleando con mayor frecuencia en automotores de gama media y alta, al jugar un papel muy importante para la reducción de gases contaminantes emitidos hacia el ambiente, con la coordinación electrónica de sensores y actuadores encargados de ajustar le mezcla aire y combustible a fin de alcanzar una máxima eficiencia y rendimiento del motor en relación a los tiempos de quemado, DWELL, procesos y residuos de la combustión. (Calleja, 2015).

Al promover el análisis de esta investigación se contempla la posibilidad de generar una metodología que permita obtener parámetros de funcionamiento para el sistema de encendido del automóvil con asistencia electrónica, de tal manera que al comparar con una base de datos se logre dar un diagnóstico preciso del sistema, solventando así inconvenientes relacionados con la excesiva emisión de gases contaminantes, pérdida de potencia y desempeño del motor. (Pérez, 2011).

Justificación e importancia

El presente trabajo hará énfasis en el diagnóstico preciso y eficiente de las fallas que puede presentar dentro del sistema de encendido del automóvil con asistencia electrónica, mediante el uso del equipo de diagnóstico en tiempo real USB Autoscope IV, permitiendo analizar gran cantidad de datos que se presenta en el sistema de encendido electrónico, garantizando el diagnóstico preciso y en corto tiempo. (Beru, 2022).

En la actualidad, el parque automotor ha sufrido grandes complicaciones y limitaciones debido a la pérdida de potencia y gases contaminantes que se emiten hacia el medio ambiente producto de la variación del tiempo de encendido, procesos y residuos de la combustión que no tienen un diagnóstico preciso y eficaz, por tal motivo se desea implementar un método de diagnóstico avanzado que permita obtener, analizar y comparar parámetros de funcionamiento del motor de combustión interna con las regulaciones del fabricante del automotor, realizando pruebas de funcionamiento de elementos, sensores y actuadores que intervienen en el sistema de encendido electrónico. (Alonso, 2014).

El alcance del trabajo se basa en la visualización, grabación y análisis de las señales del sistema de encendido del automóvil con asistencia electrónica, mediante el uso del equipo de diagnóstico en tiempo real.

Descripción del proyecto

El presente trabajo de integración curricular sobre: “Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas de encendido del automóvil con asistencia electrónica de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado”, se consideró lo siguiente:

Se fundamentó teóricamente todos los elementos que intervienen en el sistema de encendido del automóvil con asistencia electrónica, considerando fuentes bibliográficas confiables mediante bases de datos digitales, normativas, manuales y artículos referentes.

Se determinó un procedimiento estándar para el uso eficiente de equipos de medición y diagnóstico automotriz para la visualización de señales del sistema encendido del automóvil en motores de combustión interna a gasolina con asistencia electrónica.

Se desarrolló un protocolo para la obtención de datos del en sistemas de encendido del automóvil con asistencia electrónica acorde al método de referencia para obtención de datos de

gestión eléctrica – electrónica por conexión de los sensores de alta tensión al sistema de encendido con: distribuidor, con bobina ubicada dentro del distribuidor, a través de oscilogramas de alta tensión del sistema de encendido con: distribuidor, en buen estado, sistema de encendido con distribuidor, presentando un mal funcionamiento, mostrados en modo “Desfile de encendido”.

Se determinó los fallos de mayor importancia en el sistema de encendido del automóvil con asistencia electrónica, considerando el protocolo de comunicación SAE: J2300 de procedimientos de cumplimiento de pruebas de herramientas de diagnósticos; así como, ISO: 14229 de Servicios de diagnóstico unificado en vehículos terrestres, 14230 de los sistemas de diagnóstico, 27145: Implementación del diagnóstico armonizado mundial buscando una sola regulación (World Wide Harmonized On board Diagnostics WWH-OBD) de Conexión entre el vehículo y equipos de prueba en tiempo real y flujo de datos.

Se tabuló información de las señales y parámetros de operación y funcionamiento del sistema de encendido del automóvil con asistencia electrónica a través de técnicas BATCH y STREAM de lotes de grandes de datos de los pulsos de encendido en oscilogramas del primario y secundarios en condición normal y fallo de tal manera de desarrollo una metodología en varias condiciones de mal funcionamiento del sistema.

Se ejecutó la grabación y almacenamiento de grandes volúmenes de datos del sistema de encendido del automóvil con asistencia electrónica de manera continua de digitalización de datos y flujo de datos digitalizados se almacena directamente en el disco duro de la PC en tiempo real como medio de sensores: óptico externo si el vehículo no está equipado con un sensor de cigüeñal; sincronización por chispa en sistema de encendido con distribuidor y sincronización por chispa en el sistema de encendido COP.

Se desarrolló un método de análisis rápido de los motores de combustión interna utilizando “Eficiencia” de informe del script CSS, para la bobina de encendido de los cilindros en condición normal y defectuoso; luz entre los electrodos de la bujía y “Avance” de informe del script CSS, desde un vehículo con el avance de encendido ajustado incorrectamente. El ángulo de encendido es demasiado avanzado a lo largo del rango de funcionamiento, a través de equipos de medición y diagnóstico avanzado en tiempo real con la combinación del hardware y el software.

Se trabajó en una alternativa sostenible por interpretación avanzada con flujos de datos en tiempo real, acorde a las necesidades de diagnóstico del sistema de encendido a través los oscilogramas de tensión en el circuito secundario, a través de la onda en el circuito de alta tensión del sistema de encendido en forma de “Desfile de los cilindros” o “Orden”, que permitió al ingeniero automotriz, técnico y personas vinculadas al mantenimiento del automóvil realizar diagnóstico de componentes y sistemas automotrices, identificando los componentes con fallo, a través de modos como: osciloscopio analógico, analizador lógico y plugin con módulos de software conectables, cuando en la pantalla se muestra el oscilograma desde las entradas analógicas involucradas, permite mejorar la visibilidad de las ondas mostradas y automáticamente realizar el análisis en tiempo real como herramienta de documentación.

Se aplicó un método de diagnóstico tipo gráfico, analítico y lógico por oscilogramas de encendido en distintos tipos de sistema de encendido bajo patrones estándar, datos en flujo de almacenamiento y tiempo real del tiempo de quemado, parámetro se refiere a la cantidad de tiempo que permanece la chispa encendida para poder detonar la mezcla de aire/combustible requerido para que la combustión sea eficiente con mediciones fidedignas de estos parámetros, con el propósito principal de identificar y solucionar fallos de los componentes electrónicos del vehículo, en los sistemas de encendido y otros factores como señal del secundario, tiempo de rampa, etc.

Objetivos del Proyecto

Objetivo General

Investigar la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas de encendido del automóvil con asistencia electrónica de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado.

Objetivos Específicos

Realizar un protocolo de diagnóstico de los sistemas de encendido con asistencia electrónica a través de técnicas BATCH para lotes de grandes volúmenes de datos.

Determinar un procedimiento estándar para el uso eficiente de equipos de medición y diagnóstico automotriz para la visualización de señales del sistema encendido del automóvil.

Conocer los parámetros del diagnóstico más eficaz del sistema de encendido electrónico en los motores de combustión interna.

Desarrollar un protocolo para la obtención de datos del en sistemas de encendido del automóvil con asistencia electrónica para obtención de datos de gestión eléctrica – electrónica mostrados en modo “Desfile de encendido”.

Determinar fallos en el sistema de encendido del automóvil con asistencia electrónica, a través de procedimientos de pruebas de herramientas de diagnósticos, unificado en vehículos por conexión entre el vehículo y equipos de prueba en tiempo real y flujo de datos.

Realizar el procesamiento de datos en tiempo real de los sistemas de encendido con asistencia electrónica mediante la técnica STREAM por modelo de flujo de datos para optimizar el diagnóstico de averías.

Tabular información de señales y parámetros de operación y funcionamiento del sistema de encendido del automóvil con asistencia electrónica a través de técnicas BATCH y STREAM de oscilogramas del primario y secundarios en condición de normal y fallo.

Grabar y almacenar datos del sistema de encendido del automóvil con asistencia electrónica de manera continua de digitalización de datos y flujo de datos digitalizados se almacena directamente en el disco duro de la PC en tiempo real.

Interpretar datos en tiempo real, acorde a las necesidades de diagnóstico del sistema de encendido a través los oscilogramas para realizar diagnóstico de componentes y sistemas automotrices, identificando los componentes con fallo, a través de modos como: osciloscopio analógico, analizador lógico y plugin como herramienta de documentación.

Aplicar métodos de diagnóstico tipo gráfico, analítico y lógico por oscilogramas de encendido en distintos tipos de sistema de encendido bajo patrones estándar, datos en flujo de almacenamiento y tiempo real con el propósito principal de identificar y solucionar fallos de los componentes electrónicos del vehículo, en los sistemas de encendido.

Hipótesis

¿El procesamiento de la información mediante las técnicas BATCH y STREAM en tiempo real del sistema de encendido electrónico generará un método de diagnóstico avanzado con eficiencia del 95% considerando los parámetros de voltaje de disparo y voltaje de quemado del sistema de encendido?

Variables de la investigación

Variable Dependiente

Equipo de visualización, grabación y análisis de las señales para el sistema de encendido electrónico.

Variable Independiente

Análisis oscilogramas del sistema de encendido con asistencia electrónica.

Capítulo II

Fundamentación Teórica

Sistema de Encendido DIS

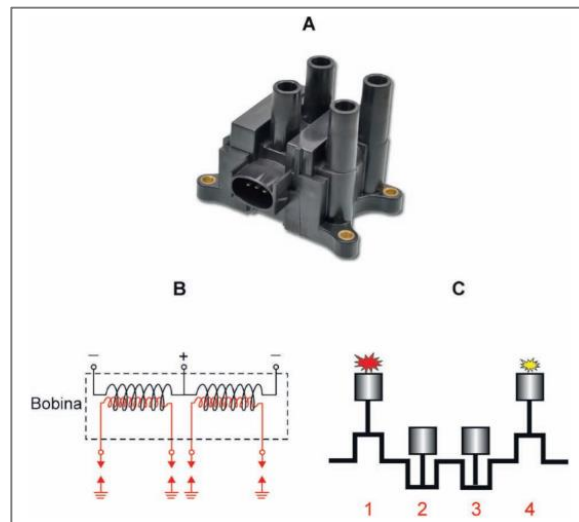
Este sistema de encendido electrónico, lleva la alta tensión a cada bujía directamente desde la bobina, por lo que se les atribuye en el argot como sistema DIS (Direct Ignition System) y encendido estático (Distributorless Ignition System). (Calleja, 2015).

Sistema de encendido DIS simultáneo

Utiliza una bobina capaz de abastecer a dos cilindros a la vez, la combustión no se produce en ambos, si no que se efectúa cuando un cilindro se encuentra en fase de compresión y otro en fase de escape, por lo que se denomina también encendido de chispa perdida. (Pérez, 2011).

Figura 1

Bobina de encendido de chispa doble DIS



Nota. Se observa la estructura de una bobina DIS (A), su circuito interno (B) y el salto de chispa en el cilindro 1 fase de compresión, cilindro 4 fase de escape (C). Tomado de (Calleja, 2015).

Conjunto Módulo/Bobina DIS

En los sistemas de encendido DIS existen diferentes configuraciones y ubicación del módulo de encendido, para el vehículo de ensayo de este trabajo se dispone de un solo conjunto como se indica a continuación.

Figura 3

Conjunto Módulo/Bobina DIS



Nota. Se muestra la estructura del conjunto Módulo/Bobina DIS del vehículo de prueba y la identificación de las torretas de alta tensión hacia su cilindro correspondiente. Tomado de (Bosch, 2022).

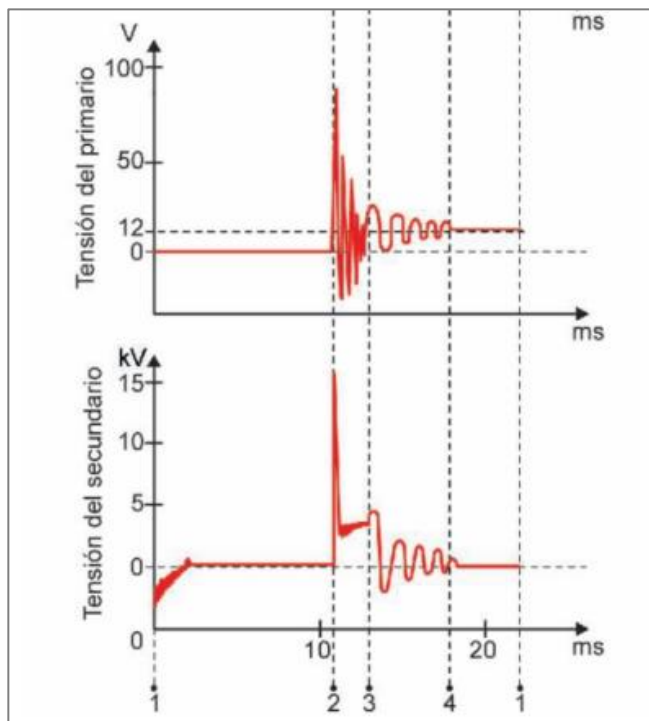
Destacar que, en este tipo de bobina no se puede obtener el oscilograma primario, ya que el socket de conexión que se observa en el módulo, contiene dos señales de mando EST, alimentación de 12 V y masa únicamente, por lo que solo se encontrará el oscilograma del circuito secundario.

Oscilogramas de encendido

El estudio e interpretación de los oscilogramas de encendido conlleva a la obtención de resultados óptimos en un diagnóstico de encendido electrónico.

Figura 4

Oscilograma de encendido primario y secundario



Nota. En la gráfica de la figura superior se observa el oscilograma del primario, la escala vertical en V y la horizontal en ms. En la gráfica inferior se muestra el oscilograma secundario, la escala vertical en kV y la horizontal en ms. Tomado de (Calleja, 2015).

En el oscilograma primario hay que destacar el voltaje inicial de operación de 12 V, al llegar al punto 2 el embobinado se conecta a tierra produciendo una corriente del orden de 6 a 8 A. Durante este tiempo la bobina se prepara para saltar la brecha en el electrodo de la bujía que lo efectúa en el punto 2. (Dentob, 2016)

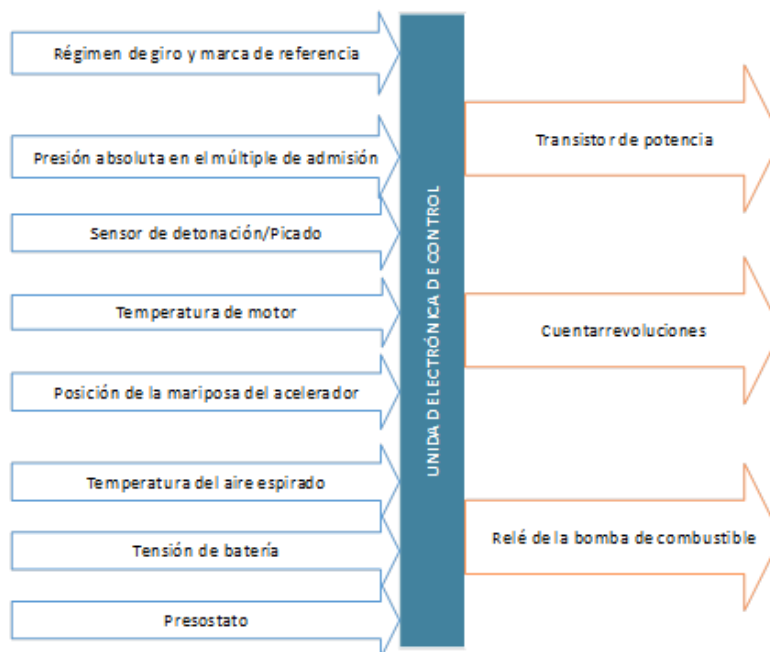
Al alcanzar dicho valor de amperaje se produce el punto de encendido o voltaje de disparo, desde ese punto se inicia el tiempo de quemado y se efectúa con el voltaje de quemado del orden de 2 a 4 kV. (Dentob, 2016)

Avance de encendido

El control de avance de encendido es un parámetro dinámico, ante las condiciones operativas del motor, existe un avance inicial comprendido como ángulo de avance inicial y viene dado por el fabricante del motor (15°). Si se hace saltar la chispa justo en el ángulo de avance inicial (10° APMS) que estipula el fabricante, da tiempo a que la inflamación inicie y se propague mientras el pistón sube, cuando el pistón pasa el PMS y empieza a bajar, recibe en su cara superior toda la fuerza de la explosión de 10° a 15° DPMS. (Jesus, 2005).

Figura 5

Señales que recibe y emite la ECM



Nota. Se detalla los sensores que interviene para el control de avance del sistema de encendido. Tomado de (Calleja, 2015).

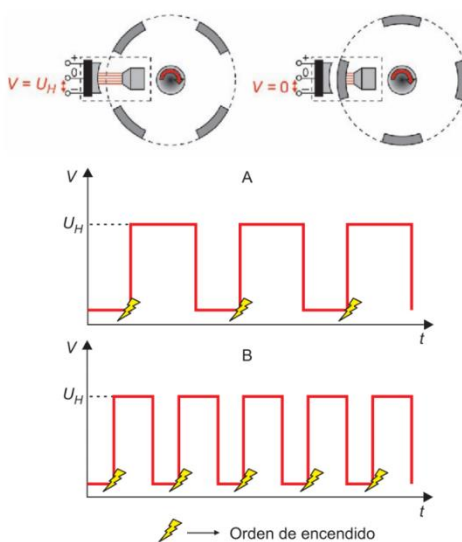
Sensores esenciales del encendido

Sensor de régimen de giro CKP

Por medio del sensor CKP, la ECM conoce el régimen de giro del motor y por medio de ello calcula el avance en función de las RPM. Para este tipo de encendido DIS se presenta el sensor de tipo efecto Hall.

Figura 6

Señal generada por un sensor CKP de efecto Hall



Nota. A través de la figura se observa el funcionamiento de un generador de efecto Hall, oscilograma obtenido a bajas revoluciones A y en altas revoluciones B. Tomado de (Calleja, 2015).

Sensor de posición del árbol de levas CMP

Este sensor también es de efecto Hall y funciona bajo el mismo principio, por medio de este sensor se conoce las RPM del motor y debe estar sincronizado con el sensor de régimen CKP para que el encendido se de en el punto exacto.

Componentes del encendido

Batería

Este dispositivo electroquímico se encarga de almacenar y suministrar la energía necesaria para alimentar al circuito primario de encendido, su tensión nominal es de 12 V, capacidad de 77Ah. (Bosch, 2022).

Cables de alta tensión

Se encargan de conducir la alta tensión de encendido de la bobina a la bujía. Entre las propiedades que deben tener están; resistencia a la humedad, aceite, temperatura, combustible y resistencia mecánica. (Calleja, 2015).

Figura 7

Estructura de los cables de alta tensión



Nota. Se detallan las características constructivas de los cables de tipo; cobre con resistencia antiparasitaria, con resistencia de carbono y con reactancia inductiva, los más empleados en los sistemas de encendido DIS corresponde a cables de cobre con resistencia parasitaria.

Tomado de (Calleja, 2015).

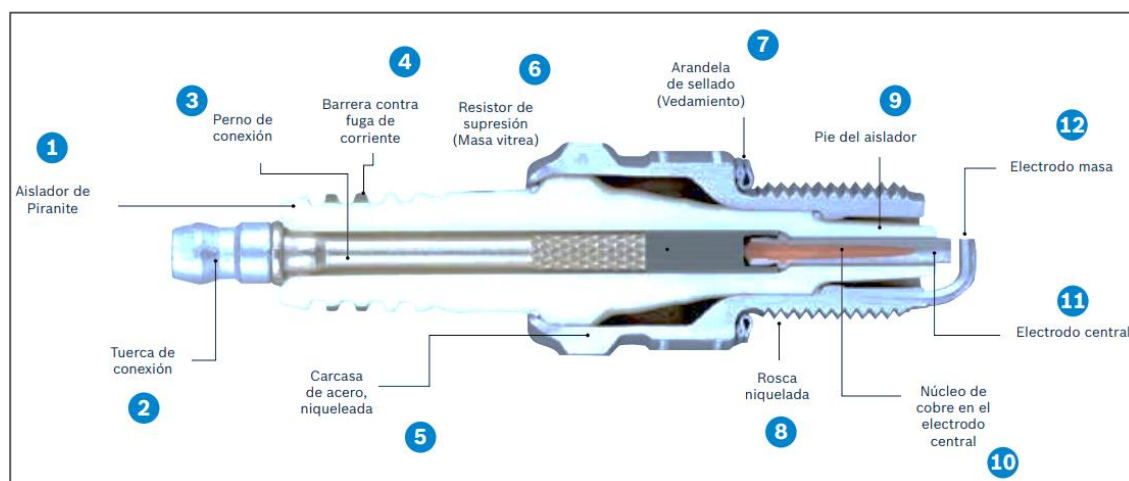
Los cables de cobre con resistencia parasitaria tienen un valor de 1 a 6 $k\Omega$.

Bujías de encendido

La alta tensión proveniente del secundario es enviada a las bujías, donde en este dispositivo la corriente eléctrica salta en forma de arco eléctrico entre sus electrodos, inflamando la mezcla aire – combustible. (Alonso, 2014)

Figura 8

Constitución de una bujía de encendido



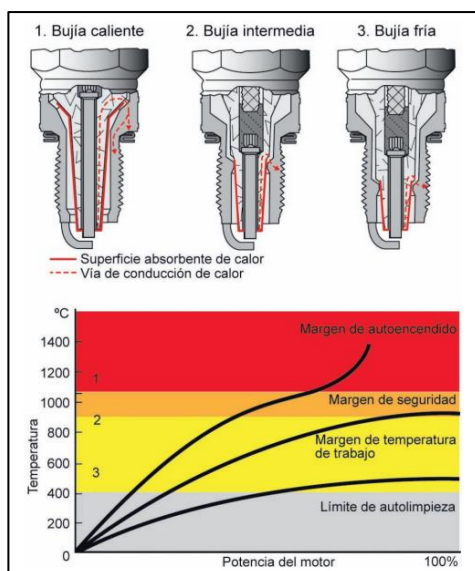
Nota. Se observa la composición interna de una bujía de encendido y sus partes elementales, la cual debe ser resistente a la electricidad, temperatura y tensiones mecánicas. Tomado de (BOSCH, 2021).

Se identifican bujías calientes (grado térmico alto), bujías intermedias (grado térmico medio), bujías frías (grado térmico bajo), donde el pie del aislador es muy corto por lo que el calor se evacúa de inmediato y se emplean en motores de alta potencia. (Calleja, 2015)

Existen algunas clasificaciones para las bujías, contempladas según la forma, número, disposición y material de los electrodos.

Figura 9

Bujías de encendido según el grado térmico

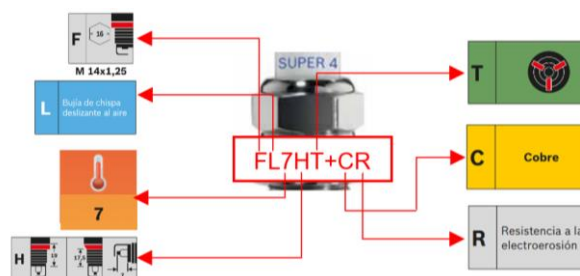


Nota. En la figura se identifica el comportamiento térmico de las bujías según el pie del aislador, por medio de este parámetro se puede utilizar para motores de baja o alta potencia. Tomado de (Calleja, 2015).

Códigos de identificación

Figura 10

Codificación Bujía Super 4



Nota. Se detalla la nomenclatura correspondiente a las características técnicas que posee una bujía utilizada en un sistema de encendido DIS. Tomado de (BOSCH, 2021).








En la codificación de la figura 10, F representa la forma de asiento y rosca, L la ejecución, 7 el índice de grado térmico, H la longitud de la rosca/posición de chispa, T la



ejecución de los electrodos, C el material de los electrodos y R tipo de ejecución al ser una bujía de 3 electrodos no indica una calibración, por lo que trabaja con una resistencia a la electroerosión. (BOSCH, 2021).

Aspecto de las bujías de encendido

Tabla 1

Aspectos característicos de las bujías de encendido

Aspecto	Imagen	Causa	Solución
Normal		Pie del aislador de color blanco o amarillo hasta pardo.	Motor está a punto.
Cubierta de hollín		Mezcla rica, filtro de aire sucio, bujía muy fría.	Ajustar la mezcla, revisar filtro.
Engrasada		Exceso de aceite, rines y guías desgastadas.	Revisar motor, emplear aceite adecuado y cambiar bujías.
Ferro ceno		Aditivos del combustible con hierro.	Cambiar bujías.
Depósitos de plomo		Aditivos con plomo en el combustible.	Cambiar bujías.
Formación de ceniza		Componentes de aleación del aceite.	Poner a punto el motor, cambiar bujías.
Central parcialmente fundido		Sobrecarga térmica, ajuste demasiado al encendido.	Revisar motor, encendido y cambiar bujías.

Aspecto	Imagen	Causa	Solución
Central y masa fundidos		Sobrecarga térmica, ajuste demasiado al encendido.	Revisar motor, encendido y cambiar bujías.
Central desgastado		No se han cambiado en el periodo correcto.	Cambiar bujías.

Nota. En la tabla se identifica el aspecto del aislador, electrodo central y electrodo de masa, por medio de las características de coloración y desgaste se prevé un diagnóstico rápido de lo que puede suceder en el motor y sistema de encendido. Tomado de (BOSCH, 2021).

Normas Técnicas

NTE INEN 1498:2015

Esta norma establece “los métodos de ensayo que se aplican a las baterías de plomo-ácido para uso en vehículos automotores” utilizando como bases la normativa SAE J 537 Referente al almacenamiento de la batería. (NORMATIVA TECNICA ECUATORIANA, 2013).

NTE INEN 2204:2017

Esta norma establece “los límites permitidos de emisiones contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres (vehículos automotores) que emplean gasolina”. (NORMATIVA TÉCNICA ECUATORIANA, 2017).

Se encuentra en detalle los procedimientos y equipamientos con los cuales se ejecuta la revisión técnica, para la medición de emisiones de gases de escape, así como sus instrumentos de medición; analizador de gases, medidor de RPM, etc.

Equipo de grabación

USB Autoscope IV

Este equipo permite visualizar, grabar y analizar todas las señales presentes en sistemas eléctricos y electrónicos de los vehículos, además de localizar averías en los sistemas de encendido, distribución de gases y el análisis del estado mecánico del motor. (CEA, 2016).

Figura 11

USB Autoscope IV



Nota. Se observa la estructura del equipo USB Autoscope IV, consta de 9 canales y sus conectores son de tipo XLR universal. Tomado de (CEA, 2016).

Distribución de puertos

En el lado frontal consta de nueve puertos, de los cuales, los canales numerados del 1 al 4 se utilizan para señales de hasta 30 V, los canales 5 y 6 se utilizan para señales de hasta 300 V, con la incorporación de atenuadores si es necesario y en el lado posterior, la conexión USB hacia el computador para el uso del programa. Los canales 7, 8 y 9 se utilizan específicamente para el diagnóstico de las señales del sistema de encendido, mediante las pinzas capacitivas.

Scripts

- ⇒ **Script EIPower.** Por medio de este modo destinado para el diagnóstico completo del sistema de carga y arranque, sistema de suministro de energía al vehículo. Este Script brinda información detallada de sobre el estado de la batería, motor de arranque, alternador y consumidores eléctricos del vehículo, mediante el análisis del oscilograma de corriente de batería. (Service, 2016).
- ⇒ **Script CSS.** A través de la implementación de este modo, destinado para el diagnóstico de causas de falta de uniformidad de los cilindros de un motor, a través de la comparación de su eficiencia en diferentes regímenes de funcionamiento. (Service, 2016).









Modo encendido

Este modo es empleado para verificar el funcionamiento y los parámetros de operación a través del oscilograma tanto primario como secundario, en este caso de estudio se realizará mediante el análisis del oscilograma secundario, por medio de los sensores capacitivos DIS CX 6 conectados en los cables de alta tensión. (Autoescope, 2014).

Por medio de este modo se puede obtener el desfile Plug-In de encendido para el análisis de los oscilogramas en cada cilindro del motor, con ello al iniciar la grabación los oscilogramas se mostrarán de acuerdo al orden de encendido.

Para un orden de encendido 1-3-4-2 los oscilogramas se obtendrán en el mismo orden, además con la señal del anillo sincronizador en el cable del cilindro 1 se comprobará que dicho oscilograma pertenezca al cilindro correcto para su análisis.

Tabla 2*Kit de accesorios del equipo USB Autoscope IV*

Cantidad	Descripción	Imagen
4	Cable universal	
4	Adaptador para medición	
2	Pinzas cocodrilo	
4	Punta de medición con aguja	
1	Sync	
2	DIS CX 6	
1	Cx-M	
1	Pinza amperimétrica APPA	

Nota. Se detalla los accesorios a utilizar para en las pruebas referentes al sistema de encendido de este trabajo de investigación. Tomado de (USB Autoscope IV, 2015).

http://autoscope.eu/wp-content/uploads/2015/01/usb_autoscope_4_operation_manual_en.pdf

Equipos de medición

Analizador De Gases Brain Bee Mahle AGS – 688

Este analizador de gas AGS – 688 funciona en modo estático y dinámico, al tomar muestras de las emisiones en el tubo de escape, mide y reporta la concentración en volumen de; CO , CO_2 , HC y O_2 . (AGS-688., 2019)

Figura 12

Analizador De Gases Brain Bee Mahle AGS – 688



Nota. En la imagen se observa el analizador de gas modelo AGS-688, de la marca Brain Bee Mahle que se utiliza para las mediciones en este trabajo. Tomado de (AGS-688., 2019).

Tabla 3

Rangos de medición del Analizador De Gases AGS – 688

Campos de medición				
CO	0	9,99	% vol	Res. 0,01
CO_2	0	19,9	% vol	Res. 0,1
HC hexano	0	9 999	ppm vol	Res. 1
O_2	0	25	% vol	Res. 0,01

Campos de medición				
NO_x	0	5 000	<i>ppm vol</i>	<i>Res. 1</i>
<i>Lambda</i>	0.5	5	-	<i>Res. 0,001</i>
<i>Revoluciones Inductancia</i> <i>/Capacitancia</i>	300	9 990	<i>rpm</i>	<i>Res. 10</i>
<i>Temperatura de aceite</i>	20	150	$^{\circ}C$	<i>Res. 1</i>

Nota. Se muestra en detalle los campos de medición y sus parámetros con los que se deben ajustar al realizar las pruebas de emisiones. Tomado de (MAHLE, 2018).

Contador de RPM MGT – 300 EVO

Es un dispositivo contador de revoluciones para motores de gasolina y diésel, es utilizado como un complemento por el analizador de gases, utiliza una sonda termocupla y la señal de batería permite conocer al analizador la temperatura y RPM del motor.

Figura 13

Contador de RPM MGT – 300 EVO



Nota. Se puede observar el equipo medidor de RPM que se utiliza con el analizador de gases para realizar las pruebas de esta investigación. Tomado de (MAHLE, 2018).

Capítulo III

Estudio de la visualización y grabación de las señales del sistema de encendido

La implementación del estudio basa en la visualización y grabación de las señales generadas en el sistema de encendido, a través del equipo USB Autoscope IV, determinando ante qué condiciones se puede emitir un diagnóstico avanzado para los componentes de estudio; batería, Módulo/Bobina DIS, cables de alta tensión y bujías, confluyendo con el reporte del análisis de emisiones y la tabulación de datos para cada prueba.

Puesto a punto del vehículo de prueba

De manera de poder investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas de encendido del automóvil con asistencia electrónica de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado, es necesario realizar la puesta a punto del vehículo con el fin de demostrar que los resultados obtenidos, con la fiabilidad y sostenibilidad del caso a la presente investigación, de esta manera se utiliza el método de Lambda para el respectivo análisis de los sistemas de encendido así como para demostrar que el vehículo se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento para el estudio.

La información técnica del vehículo de ensayo respecto al sistema de encendido, se empleará para los diferentes casos de estudio a realizar efectuando comparaciones de datos, análisis e interpretación de resultados.

Tabla 4

Ficha técnica del vehículo de prueba

FICHA TÉCNICA DEL VEHÍCULO DE PRUEBA

Componente	Parámetro	Terminal	Color cable	Valor	Unidad
Batería	Tensión inicial	-	-	12	V
	Capacidad de carga	-	-	77	Ah
Módulo de encendido	Masa	T4a/4	Marrón	0,01	V
	Señal 1	T4a/3	Verde/Amarillo	3,6	V
	Voltaje de alimentación	T4a/2	Blanco/Lila	12	V
	Señal 2	T4a/1	Verde/Amarillo	3,6	V
Bobina	Corriente primaria	T4a/2	Blanco/Lila	6 a 20	A
	Tiempo de carga	-	-	1,5 a 4,0	ms
	Tensión secundaria	-	-	8 a 45	kV
	Duración de la chispa	-	-	1,3 a 2,0	ms
	Corriente de chispa	-	-	80 a 115	mA
	Resistencia primaria	-	-	0,3 a 0,6	Ω
	Resistencia secundaria	-	-	5 a 20	k Ω
	Espiras primario	-	-	100 a 250	-
	Espiras secundario	-	-	10 000 a 28 000	-

FICHA TÉCNICA DEL VEHÍCULO DE PRUEBA

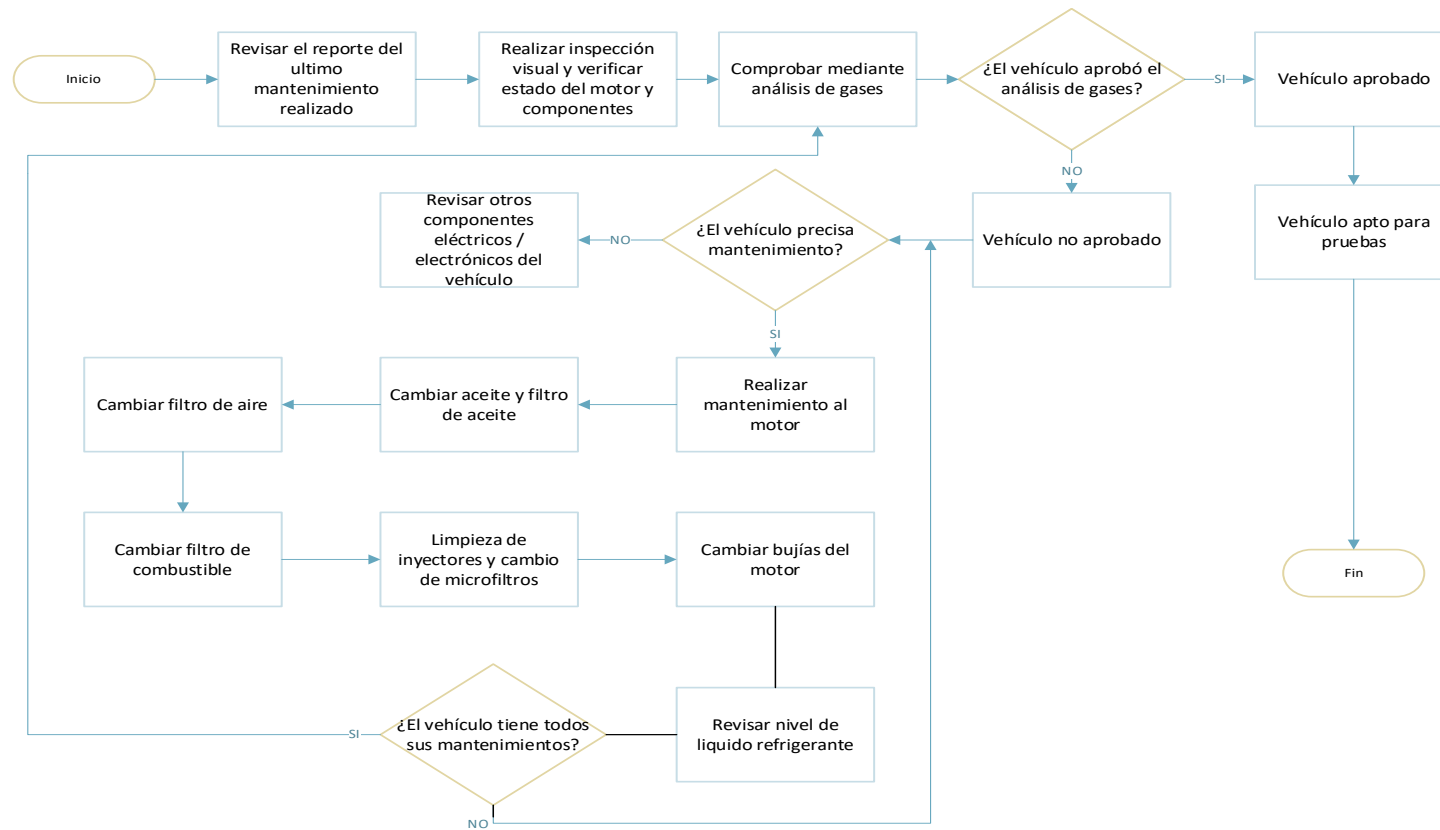
Cables de alta tensión	Resistencia cable 1	83 cm	A+	Negro	6,3	kΩ
	Resistencia cable 2	72 cm	B-	Negro	5,8	kΩ
	Resistencia cable 3	57 cm	C+	Negro	5,5	kΩ
	Resistencia cable 4	52 cm	D-	Negro	4,8	kΩ

Bujías	Codificación	F	Forma y asiento de rosca	M14x1,25	mm
		L	Bujía de chispa deslizante al aire	-	-
		7	Grado térmico	7	-
		H	Longitud de la rosca	17,5	mm
		T	Ejecución de electrodos	3	-
		C	Material de electrodos	Cobre	-
		R	Resistencia a la electroerosión	-	-

Nota. En la tabla se enlista los parámetros técnicos referentes al sistema de encendido del motor EDW CFZ utilizado para las pruebas, comparación y análisis de resultados. Tomado de (Diagram, 2019).

Figura 14

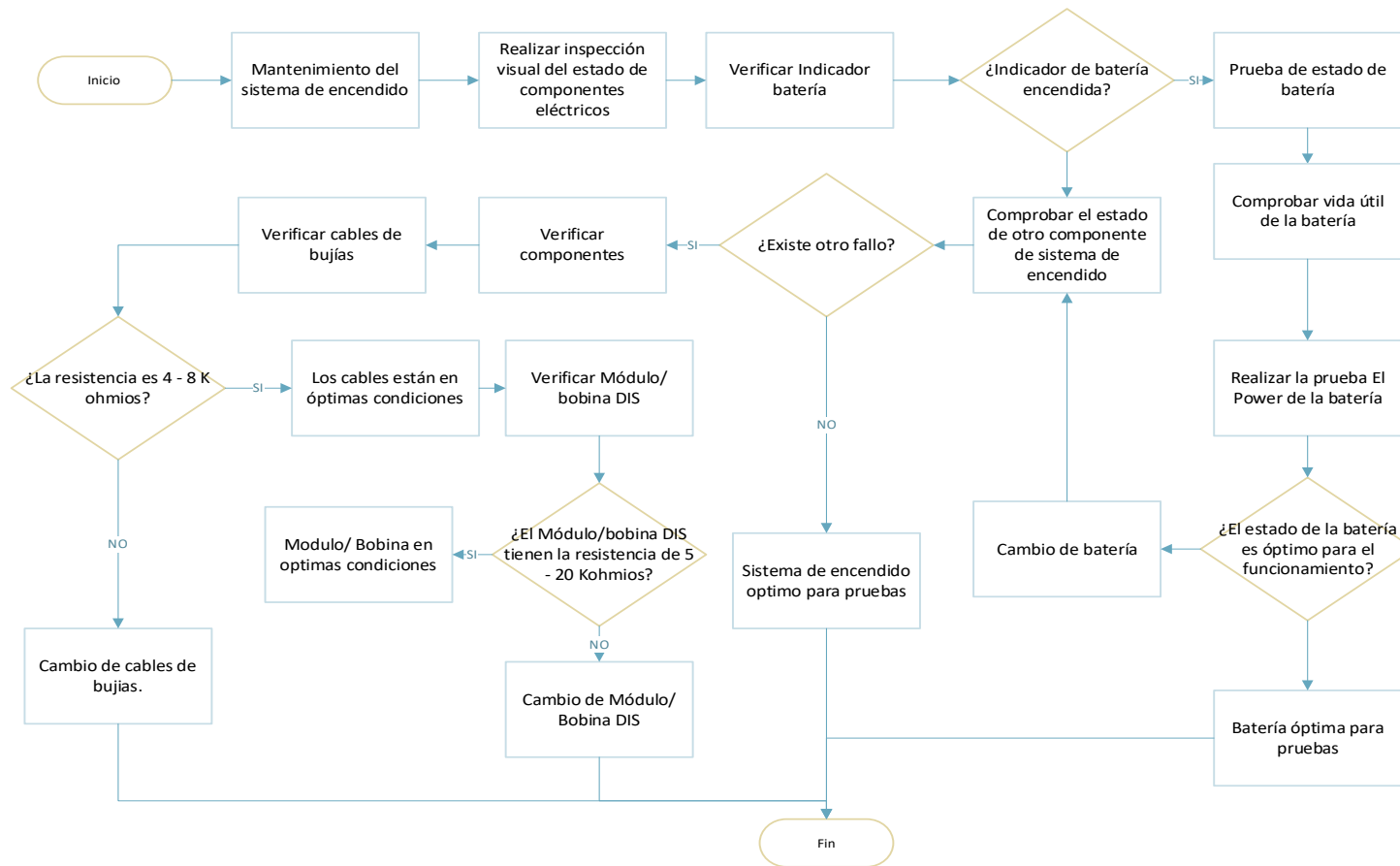
Protocolo para puesta a punto mecánica del vehículo de prueba



Nota. En la figura se puede visualizar el procedimiento para la puesta a punto del vehículo a prueba, se verificó el reporte del último mantenimiento realizado en el vehículo, para lo cual se comprobó su estado por lambda, de tal forma se realizó cambios de bujías, cambio de aceite y filtro, filtro de aire, filtro de combustible y limpieza de inyectores, para su funcionamiento optimo.

Figura 15

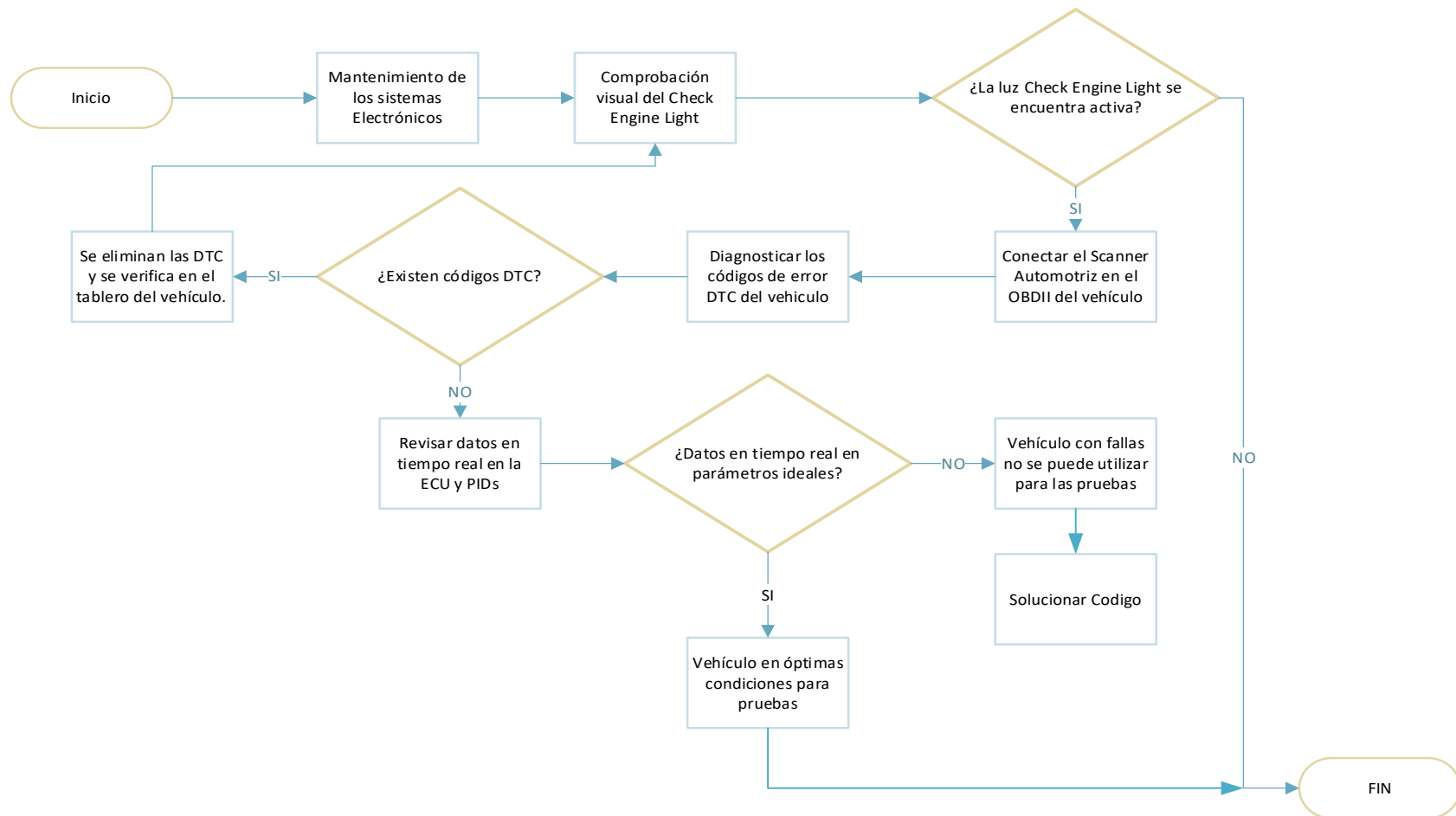
Protocolo para puesta a punto del sistema de encendido del vehículo de prueba



Nota. En la figura se analiza el protocolo para determinar el funcionamiento ideal del sistema eléctrico, realizando el cambio de batería y bujías, así como la revisión de modulo/bobina y cables de bujías para su óptimo funcionamiento.

Figura 16

Protocolo para puesta a punto electrónico del vehículo de prueba



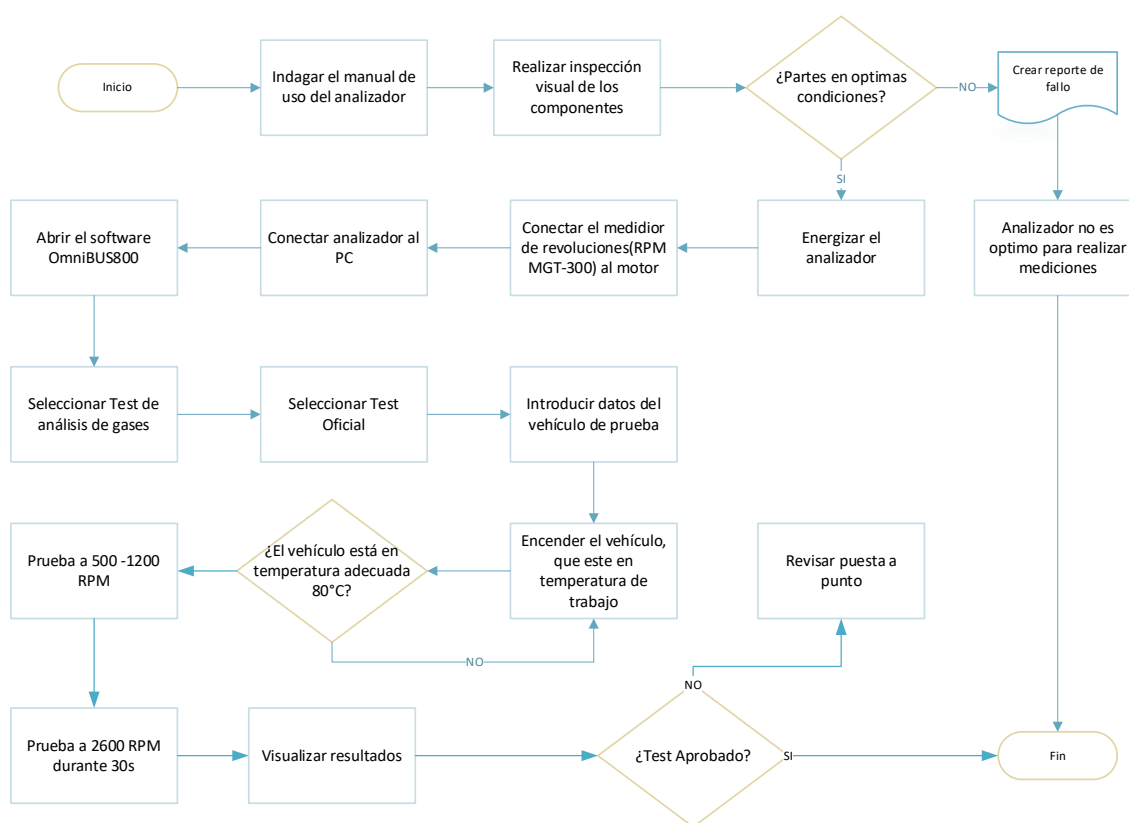
Nota. En la figura se observa el diagrama de flujo para el procedimiento, de puesta a punto a los sistemas electrónicos del vehículo de prueba, verificando, eliminando códigos DTC en el caso de que existieran para su óptimo funcionamiento.

Protocolo para el análisis de emisiones de gases

El protocolo del analizador de gases para la medición en el vehículo de ensayo realiza mediciones precisas, rápidas y íntegras de los subproductos de la combustión, además, cumple con las normas establecidas para la emisión de gases, demostrando el estado automotor.

Figura 17

Protocolo para análisis de gases



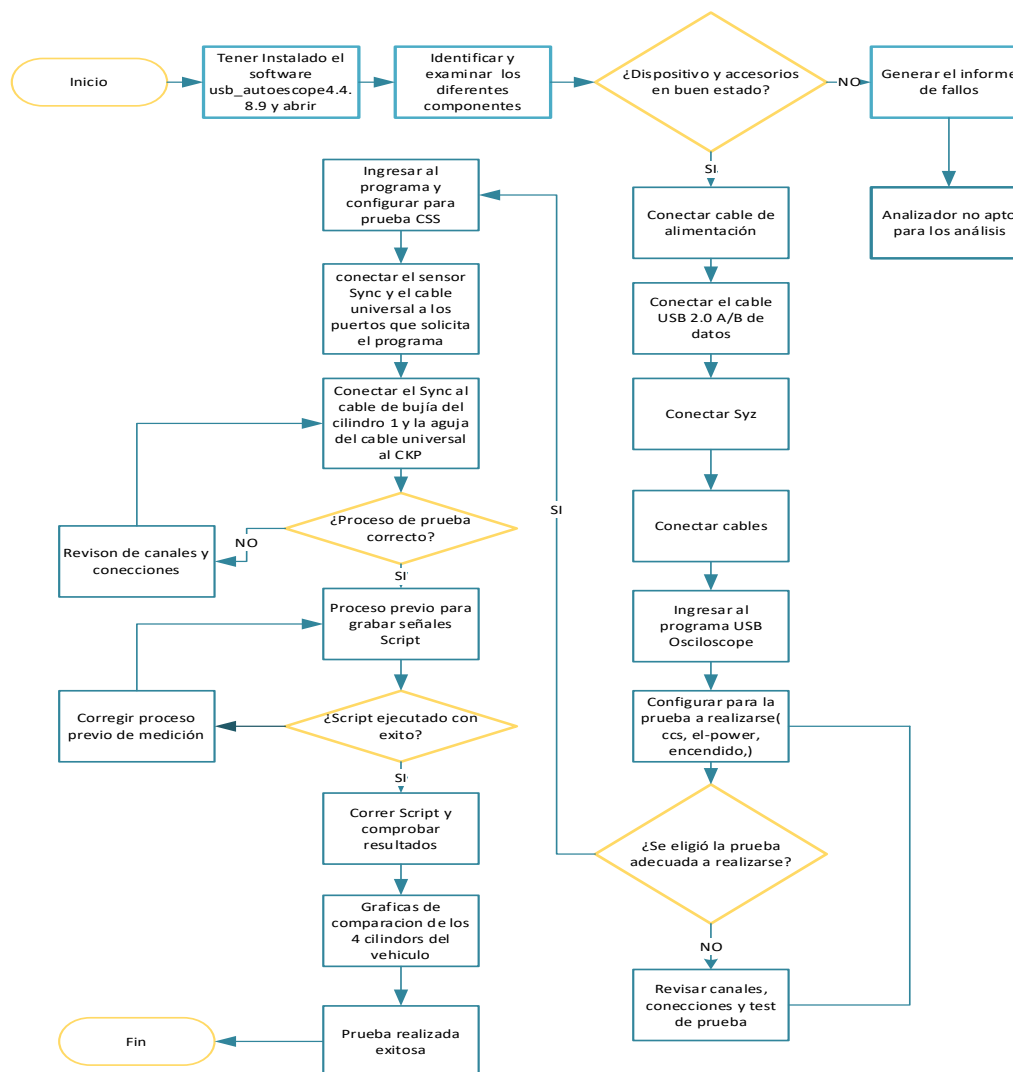
Nota. En la figura se observa el diagrama de flujo del procedimiento para la medición de análisis de gases en el vehículo a prueba mediante el test oficial que permite obtener los parámetros en régimen de aceleración (relantí y acelerada) para comprobar los parámetros ideales de funcionamiento del automotor.

Protocolos para las pruebas del sistema de encendido

El protocolo de uso y manejo del USB Autoscope, permite controlar diversos tipos de diagnósticos avanzados en los componentes del sistema de encendido, detallando cada uno de sus componentes, analizando sus condiciones.

Figura 18

Protocolo de uso del USB Autoscope

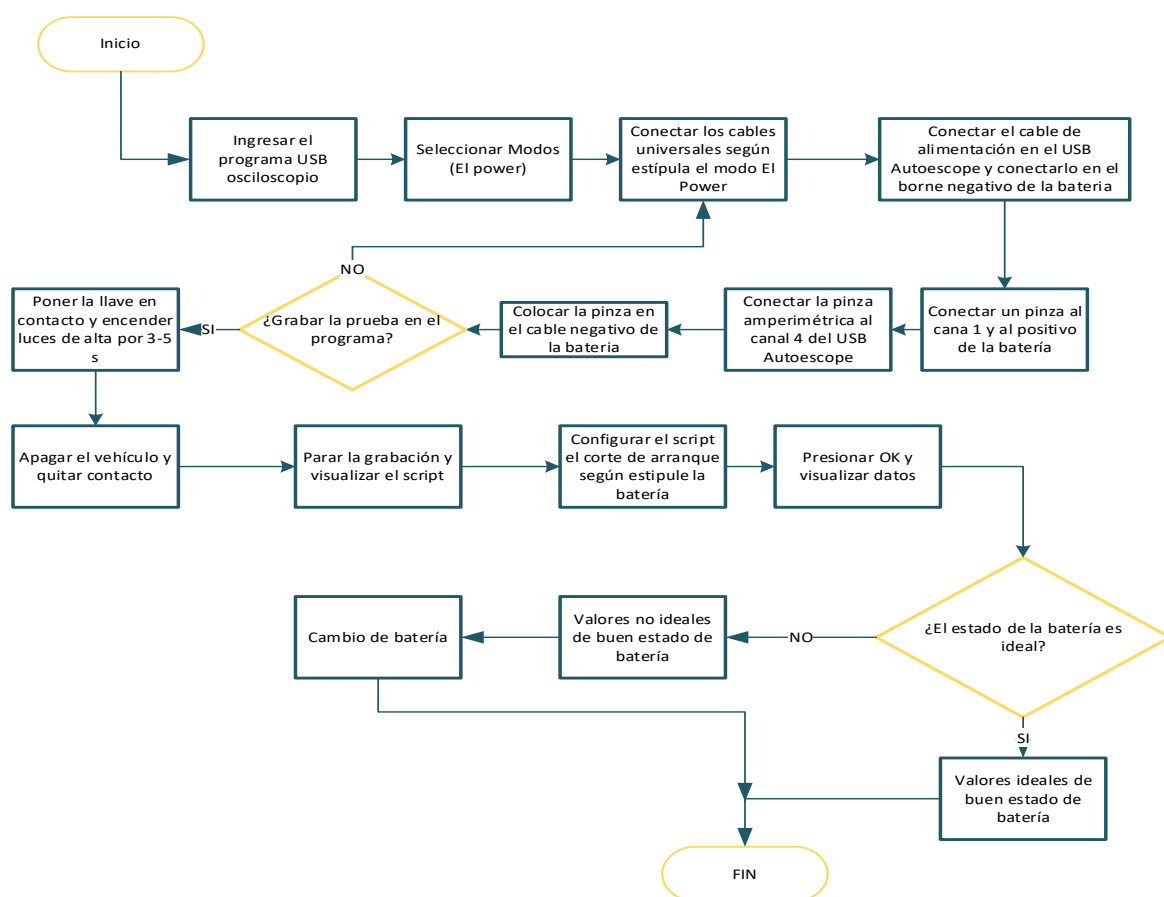


Nota. En la figura se observa Protocolo de uso del USB Autoscope, para mediciones del sistema de encendido, detallando cada paso que se debe seguir de acuerdo al modo que se va a utilizar para las mediciones de cada componente del sistema de encendido del automotor

EL modo de “Script EIPower”, diagnostica el sistema de encendido del coche de prueba, estableciendo parámetros de carga y porcentaje de carga de la batería, adquiriendo datos detallados que establezcan los parámetros en tiempo real de la batería.

Figura 19

Protocolo para prueba de la batería Script EIPower

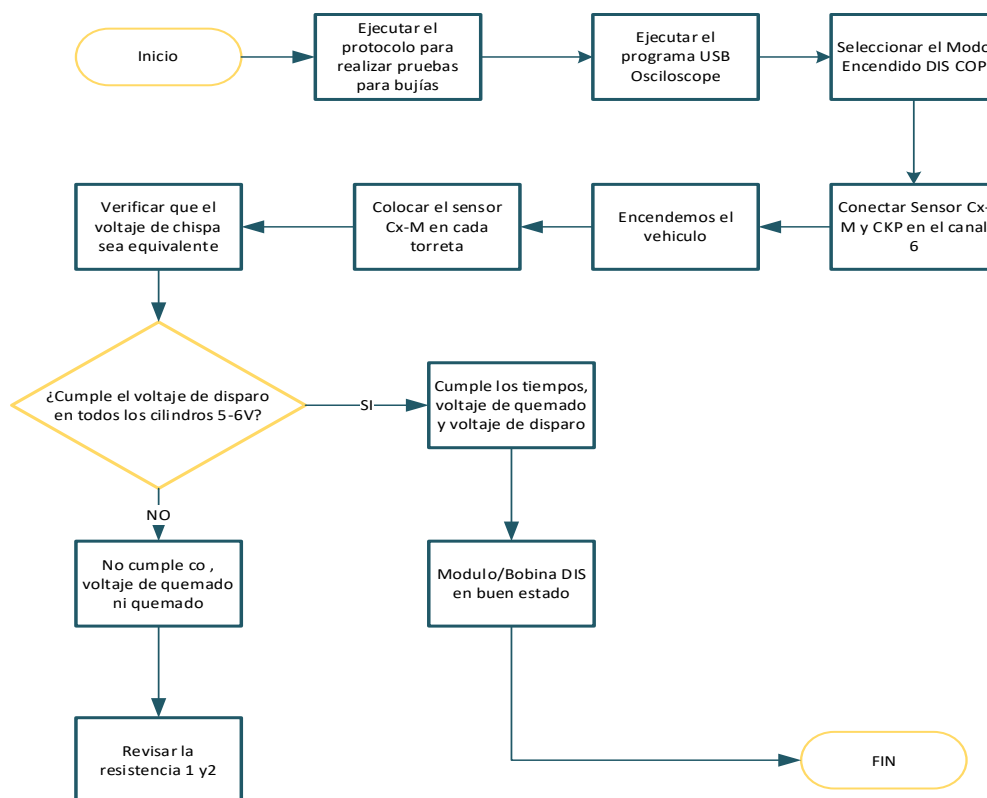


Nota. En la figura se observa el modo para pruebas de batería “Script EIPower” el cual permite realizar mediciones de capacidad de batería, intensidad de corriente, estado porcentual de batería.

El modo “DIS desfile” determina el estado de la bobina de encendido, es el encargado de suministrar la intensidad de corriente por medio de los cables de alta tensión hacia la bujía, para que de esta manera se produzca la chispa necesaria para la combustión del motor, por lo cual es indispensable realizar el protocolo de prueba para verificar su estado.

Figura 20

Protocolo para prueba del Módulo/Bobina DIS

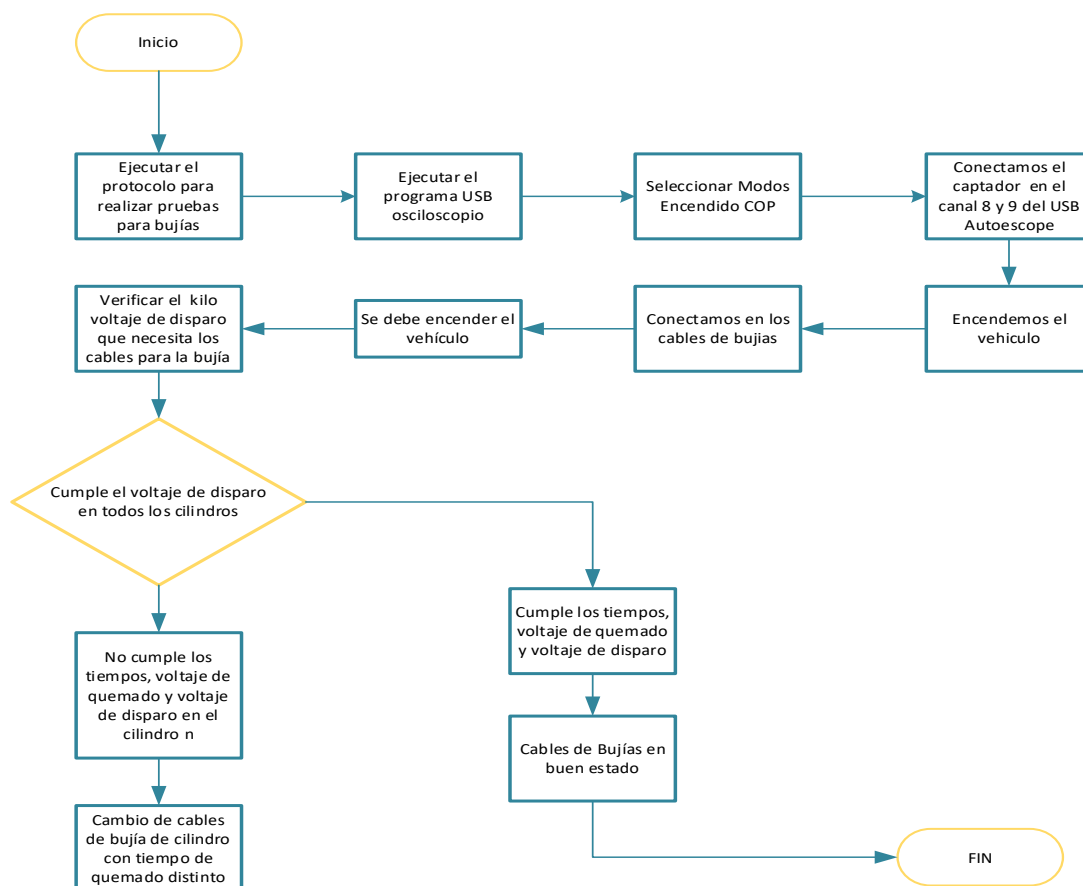


Nota. En la figura se observa el protocolo para la prueba del Módulo/Bobina DIS para mediciones del encendido, mediante el modo “DIS desfile” que se realiza directamente en los cables de bujías, para verificar su funcionamiento en cada uno de los cilindros y comprobar su estado.

El protocolo para conocer el estado de los cables de alta tensión se realiza mediante el análisis del oscilograma secundario, a través del modo “Encendido DIS COP”, para obtener un estudio detallado de la avería que presente el vehículo.

Figura 21

Protocolo para prueba de cables de alta tensión

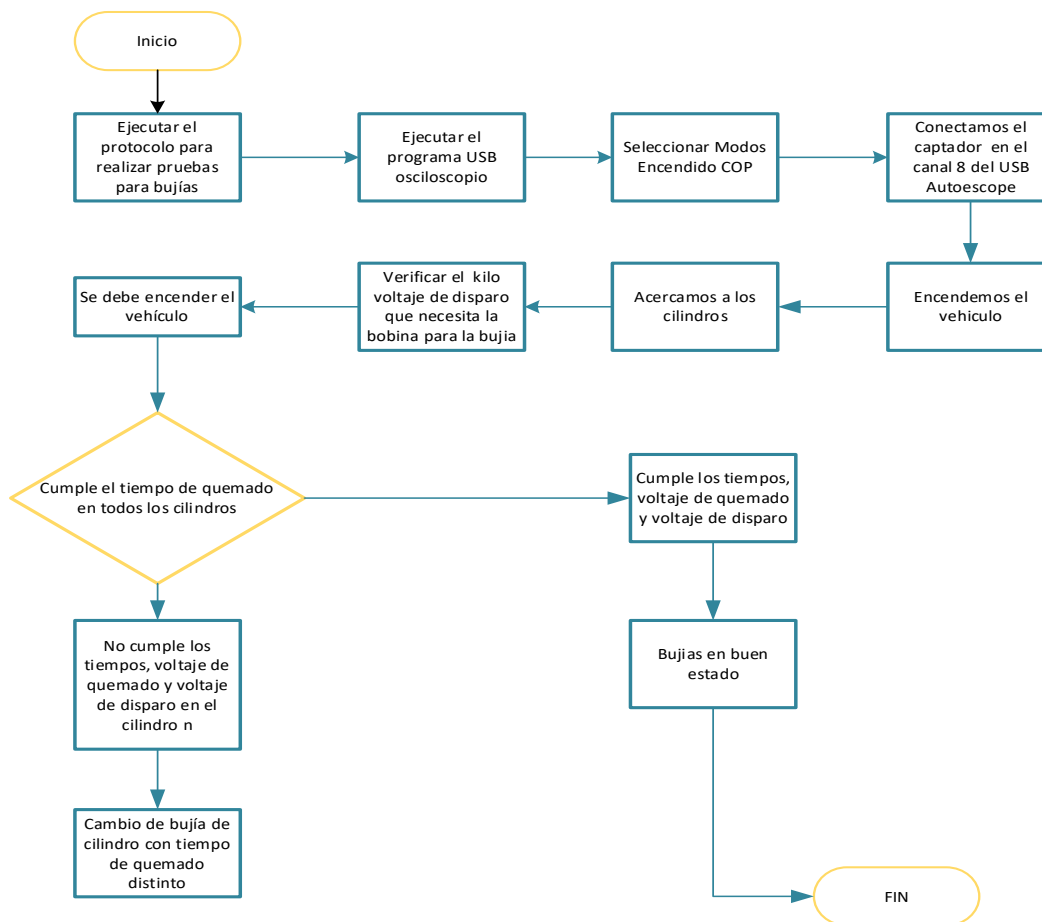


Nota. En la figura se observa el protocolo de prueba para cables de bujías, determinando el Oscilograma secundario en los cables de bujías, para las mediciones respectivas de cada uno.

Los protocolos para la prueba de bujías analizan en tiempo real y diagnosticar el fallo, mediante el modo “Script CSS” se realiza un estudio detallado del funcionamiento del sistema.

Figura 22

Protocolo para la prueba de bujías de encendido



Nota. En la figura se observa el protocolo de prueba para bujías mediante el modo de “Script CSS” el cual permite analizar cada uno de los parámetros de funcionamiento en los cilindros, detallando picos positivos o negativos según sea el régimen de aceleraciones (baja, media, alta), realizando un patrón para determinar problemas en su funcionamiento.

Mediante los protocolos establecidos de los componentes que integran el sistema de encendido a través de los diagramas de flujo, se da paso a la ejecución de los mismos detallando cada una de las pruebas realizadas en condiciones ideales y de fallo.

Ejecución de los protocolos

Prueba de emisiones de gases del vehículo de prueba

Para iniciar con las pruebas del sistema de encendido, se ejecutaron los protocolos de puesta a punto del vehículo de prueba tanto mecánico, eléctrico y electrónico. Se comprueba que el vehículo se encuentre en óptimas condiciones mediante la prueba de análisis de gases.

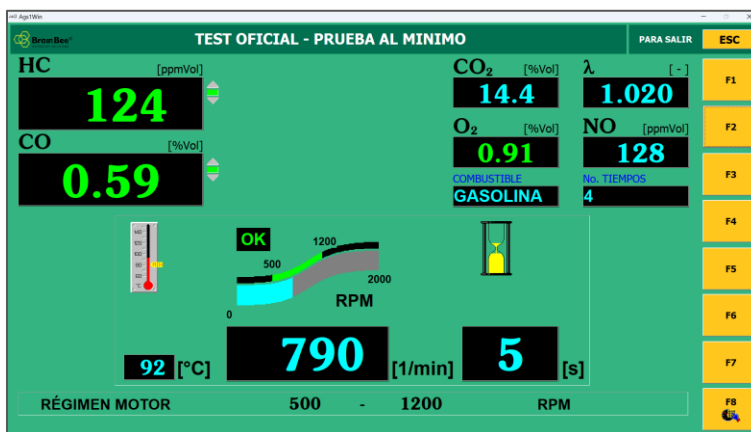
La prueba de emisiones de gases en modo de test oficial. En este ensayo se ejecutarán pruebas con régimen de giro a ralentí y 2500 RPM, obteniendo como resultado valores límites prescritos y medidos.

Con el vehículo y el analizador de gases a punto para la medición, temperatura y régimen requeridos, se ejecuta de la siguiente manera:

- ➔ Abrir el software omniBUS 800, seleccionar la opción F2 test oficial.
- ➔ Ingresar los datos del vehículo.

Figura 23

Pantalla de los parámetros prueba al mínimo – ralentí



Nota. Se observa la interfaz del software omniBUS 800 del analizador de gases con los datos para la prueba de test oficial, prueba al mínimo.

- Colocar la sonda en el tubo de escape.

Figura 24

Colocación de la sonda en el tubo de escape

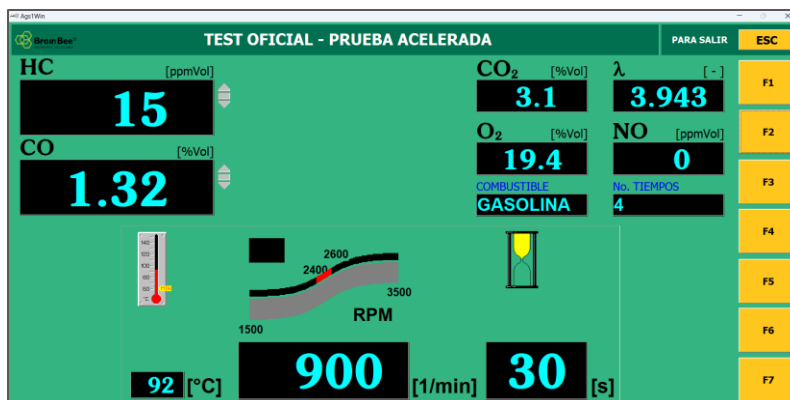


Nota. En la figura se observa la ubicación de la sonda en el tubo de escape.

- Esta prueba al mínimo dura 20 segundos, donde el régimen de giro del motor debe estar comprendido de entre 500 – 1200 RPM.
- Una vez que se estabilizan sus valores continúa la prueba de aceleración con una duración de 30 segundos, donde el régimen de giro debe comprender de entre 2400 – 2600 RPM.

Figura 25

Pantalla de los parámetros prueba al mínimo – ralentí, prueba en aceleración a 2500 RPM




Nota. Se observa la interfaz del software omniBUS 800 del analizador con la lectura de datos, prueba en aceleración a 2500 RPM.

- ➔ Finalizado los 30 segundos de la prueba en aceleración se evalúa la lectura y se espera nuevamente 30 segundos para una nueva prueba a ralentí comprendida de entre 500 – 1200 RPM.
- ➔ Al finalizar esta prueba, el software emitirá un informe de las mediciones correspondientes.

Figura 26

Informe emitido por el Software del analizador de gases

 TEST OFICIAL GASES DE ESCAPE			
ANALIZADOR GASES	AGS-688	TACÓMETRO	
Número de Serie :	160513000054	Número de Serie :	
Número de Homologación :	OM00292EST006cNET	Número de Homologación :	
Fecha vencimiento calibración :	12/07/2023	Fecha vencimiento calibración :	
DATOS TALLER			
NAME			
TELEPHONE			
FAX - EMAIL			
DATOS DEL VEHICULO			
Placa :	TBD-2026	No. Chasis :	9BWAB45UXCT173101
Marca :	VOLKSWAGEN	No. Tubos de Escape :	1
Modelo :	GOL 1.6	2 Tiempos / 4 Tiempos :	4
Año de Construcción :	2012	Odómetro :	202000
Combustible :	GASOLINA		
LIMITES PRESCRITOS			
Temperatura Motor :	80 [°C]		
Régimen Motor al Mínimo :	500 - 1200 [1/min]	Régimen Motor en Aceleración :	2400 - 2600 [1/min]
O2 :	5.0 [%Vol]	CO :	1.0 [%Vol]
		HC :	200 [ppmVol]
VALORES MEDIDOS			
PRUEBA AL MINIMO		PRUEBA EN ACELERACIONE	
Temp. Motor :	99 [°C]	Temp. Motor :	99 [°C]
RPM :	800 [1/min]	RPM :	2600 [1/min]
CO :	0.27 [%Vol]	CO :	0.51 [%Vol]
CO2 :	15.1 [%Vol]	CO2 :	14.6 [%Vol]
O2 :	0.46 [%Vol]	O2 :	0.64 [%Vol]
HC :	69 [ppmVol]	HC :	56 [ppmVol]
Lambda :	1.011 [-]	Lambda :	1.013 [-]
RESULTADO DEL TEST : APROBADO SIN FALTAS			
Fecha y hora de inicio prueba :	12/12/2022	12:20:16	
Fecha y hora de termine prueba :	12/12/2022	12:24:13	
Examinador :	BONILLA TAMAQUIZA QUIROZ		
	Firma		

Nota. Se obtiene el reporte de la medición de gases del vehículo de prueba, realizado la puesta a punto de motor, sistema eléctrico y electrónico, correspondiente a la prueba Test Oficial.

Parámetros de comparación emisiones

Los valores máximos permitidos de acuerdo a la normativa servirán para la comparativa y análisis de resultados en las pruebas identificando en qué condiciones ideales o de fallo sobrepasen dichos parámetros establecidos.

Parámetros de normalización de emisiones para MEP

Tabla 5

Parámetros permitidos para la normalización de emisiones para MEP

<i>Año modelo</i>	<i>%CO^a</i>		<i>ppm HC^a</i>	
	<i>0 - 1500^b</i>	<i>1500 - 3000^b</i>	<i>0 - 1500^b</i>	<i>1500 - 3000^b</i>
2000 y posteriores	1,0	1,0	200	200
1990 a 1999	3,5	4,5	650	750
1989 y anteriores	5,5	6,5	1000	1200

A = volumen

B Altitud = metros sobre el nivel del mar (msnm)

Nota. En la tabla se detalla los límites permitidos de emisiones de gases, para vehículos de gasolina al mínimo o ralentí. Tomado de (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2017).

Pruebas en condiciones de buen funcionamiento del sistema de encendido

Desde esta sección se inicia con las pruebas del sistema de encendido correspondientes a: batería, Módulo/Bobina DIS, cables de alta tensión y bujías en condiciones ideales, posteriormente las pruebas en condiciones de fallo.

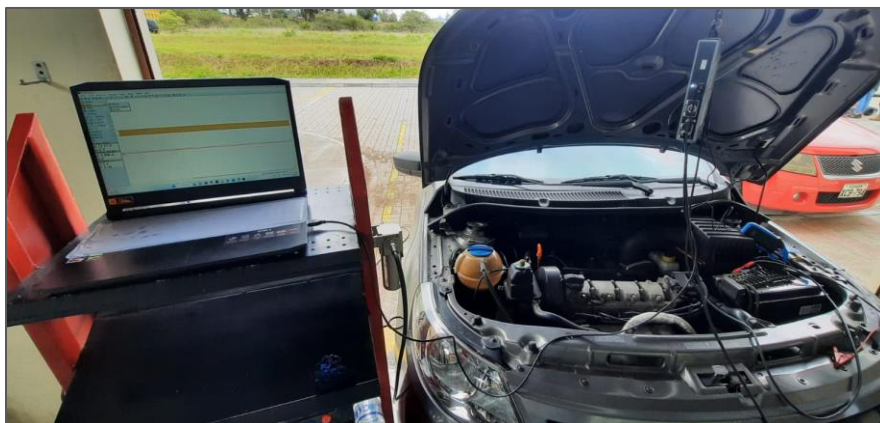
Prueba de batería

Se tiene la batería del vehículo de prueba, donde se ejecuta el protocolo para la prueba mediante el Script EIPower con el equipo USB Autoscope IV, con el siguiente proceso:

- Colocar el equipo y el vehículo de prueba en un lugar seguro, con el cable de alimentación se energiza el equipo y se coloca el puerto USB del equipo hacia el computador con la interfaz del software.

Figura 27

Conexión de alimentación del equipo y software

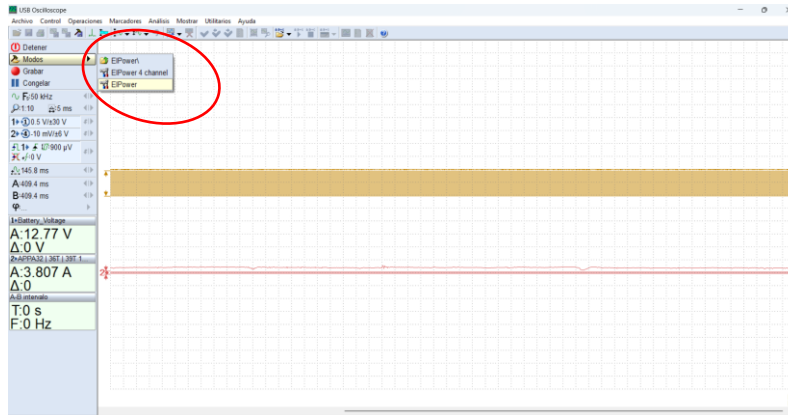


Nota. En la figura se observa la conexión del USB Autoscope IV, con el vehículo y la computadora que contiene el software del mismo.

- En la interfaz del software USB Osciloscope, se selecciona el modo EIPower donde se tiene definido los canales a utilizar para generar el Script.
- En el vehículo es importante mantener los cables de conexión del equipo separado de los cables de alta tensión y bobina de modo que no genere interferencia a la hora de ejecutar la prueba.
- Se visualiza la pantalla principal con el modo seleccionado.

Figura 28

Selección del modo EIPower en el software del equipo

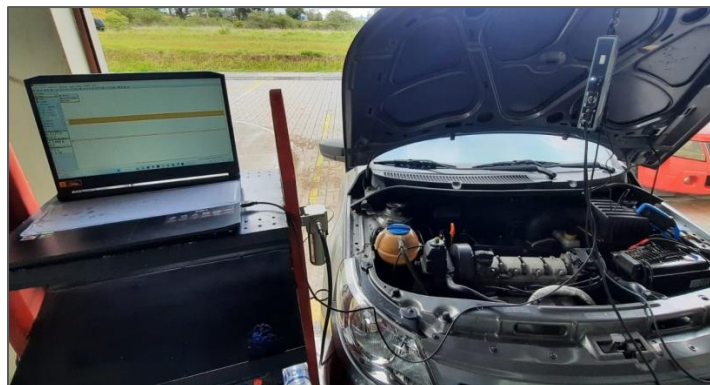


Nota. En la figura se visualiza la configuración del modo EIPower en el software USB Osciloscopio.

- ➔ Seguidamente, en la interfaz se identifica los puertos que el USB Osciloscopio emite para la conexión del cable de alimentación y la pinza amperimétrica en escala de 1mV/1A o 1mV/100mA, sujeta en el cable negativo de batería.

Figura 29

Conexión realizada para la obtención del Script EIPower

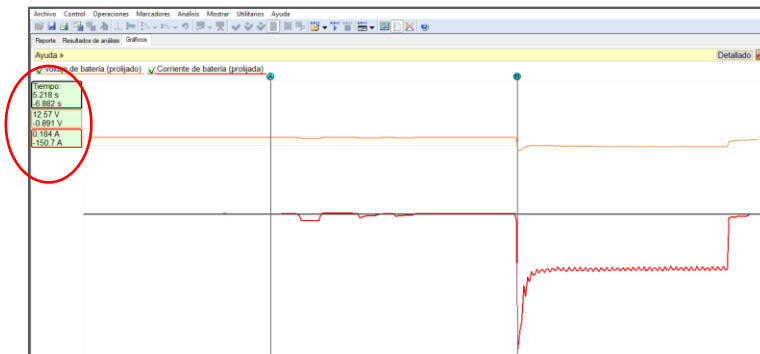


Nota. En la figura se realiza la conexión del equipo USB Autoscope IV con el software y vehículo, para la obtención del Script EIPower.

- Para realizar esta prueba es necesario que no exista inyección de combustible, para ello se desconecta los sockets de los inyectores, permitiendo únicamente el arranque de motor en un lapso de 6 a 10 s.
- En la interfaz se selecciona la opción grabar y se procede a arrancar el motor por un periodo de 7 s, luego se apaga el motor. Se detiene y al mismo tiempo se guarda la grabación.

Figura 30

Oscilograma de batería en condiciones de buen funcionamiento, Script EIPower



Nota. Se obtiene el oscilograma generado durante la prueba del Script EIPower, en donde se tiene un voltaje óptimo de funcionamiento de 12.57 V.

- En la interfaz se ejecuta el Script EIPower, mediante la terminal de conexión Web enlazada previamente con el servidor del equipo UBS Autoscope IV, inmediatamente se emite el reporte del estado de la batería.
- También se puede ejecutar el Script sin conectar con la terminal Web, para ello se deberá escoger la opción cancelar en el cuadro de datos que aparece al ejecutar el Script.
- Se puede visualizar el oscilograma en cualquier momento ya que queda almacenado en el disco duro de la PC.

Figura 31

Reporte de batería en condiciones de buen funcionamiento, Script EIPower



Parámetro	Valor	Norma
Tensión inicial	12.6 V	12.2...12.7
Nivel de carga	90 %	50...100
Tensión bajo carga	10.3 V	8.5...10.0
Corriente de inicio real EN	530 A	310...370
Porcentaje de corriente de inicio especificada 500 EN	105 %	85...105

Nota. Se obtiene el reporte donde se especifica los parámetros con los que se encuentra la batería, visualizando que se encuentra dentro de la norma SAE que estipula el informe.

Prueba del módulo de encendido

En el vehículo de prueba, se tiene una bobina DIS que integra el módulo de encendido, esto varía según el tipo de vehículo. Con ello se ejecuta el protocolo de pruebas para conocer el estado de este conjunto.

A través del diagrama eléctrico que corresponde al motor EDW CFZ, se identifica la conexión de la bobina en conjunto con el módulo de encendido, pudiendo constatar el Pin Out, voltajes de alimentación y colores de cables.

En este caso específico, el motor EDW CFZ posee el módulo de encendido y la bobina de encendido en un solo conjunto, de manera que al diagnosticar las señales en estos puertos se va a encontrar con las señales de mando para el salto de chispa.

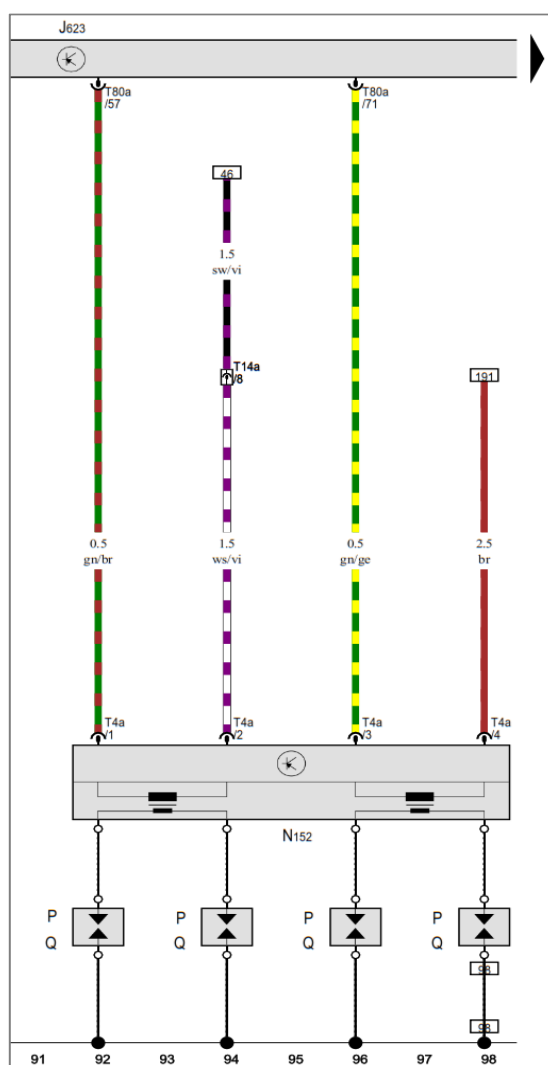
Estas señales de mando se conocen como EST (Electronic Spark Timing), Temporización de Chispa Electrónica, y son receptadas por el módulo desde la ECM y las comanda el módulo de encendido hacia el par de bobinas correspondientes a los cilindros 1 – 4 y 2 – 3, respectivamente, por ende, en el oscilograma secundario se evidenciará pico de

tensión positivo y negativo, ya que la corriente circula en sentido horario y cierra el circuito la tierra de motor.

Diagrama eléctrico de encendido del motor EDW CFZ

Figura 32

Diagrama del circuito eléctrico de encendido del motor EDW CFZ



Nota. En la figura se presenta el esquema eléctrico del sistema de encendido vehículo de prueba. Tomado de (Diagram, 2019).

Pin Out de la Unidad de control del motor, transformador de encendido, capuchón de bujía, bujías de encendido.

- ⇒ J623 – Unidad de control del motor
- ⇒ N152 – Transformador de encendido (Bobina)
- ⇒ P – Capuchón de bujía
- ⇒ Q – Bujías de encendido
- ⇒ T4a – Conector de 4 contactos
- ⇒ T14a – Conector de 14 contactos, en el lado izquierdo del vano motor
- ⇒ T80a – Conector de 80 contactos

El terminal T4a/1 y T4a/3 corresponden a las señales de mando que envía la ECM J623, a través de sus terminales T80a/57 y T80a/71 respectivamente. El terminal T4a/2 y T4a/4 corresponden a la alimentación 12 V (+) y tierra (-) respectivamente.

Además, los puntos 92, 94, 96 y 98 pertenecen a tierra de motor, a través del electrodo central y el roscado de bujías.

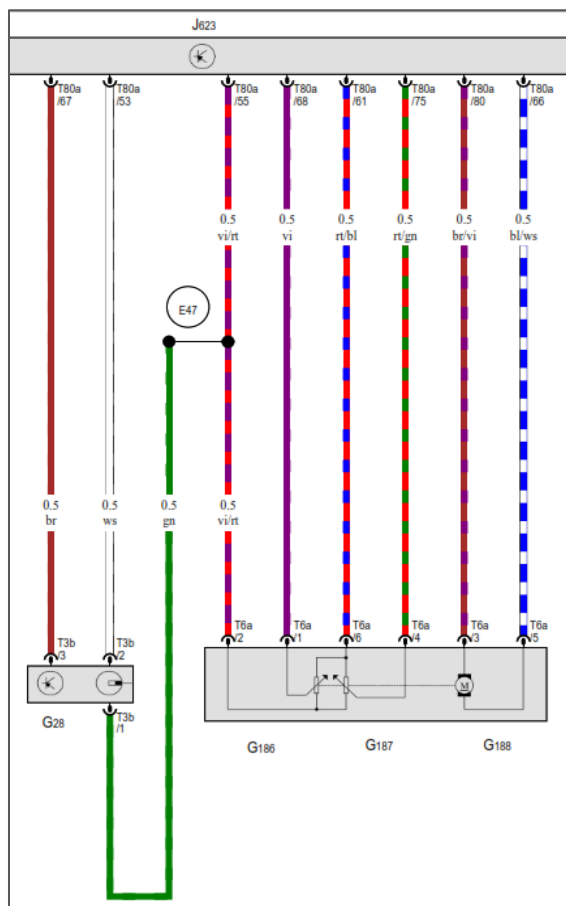
Con ello, se presenta el esquema eléctrico de los sensores esenciales para el encendido, mismos que se utilizan en las diferentes pruebas de esta investigación.

Diagrama eléctrico del sensor de régimen de giro CKP

Por medio de la correlación de las señales de CKP y CMP se puede identificar una falla en el sistema valvular que puede afectar indirectamente al sistema de encendido por lo que se debe tomar en cuenta en el diagnóstico.

Figura 33

Diagrama eléctrico del sensor CKP del motor EDW CFZ



Nota. Se presenta el esquema eléctrico del sensor CKP de tipo Hall G28, y el Pin Out de conexión de cada terminal. Tomado de (Diagram, 2019).

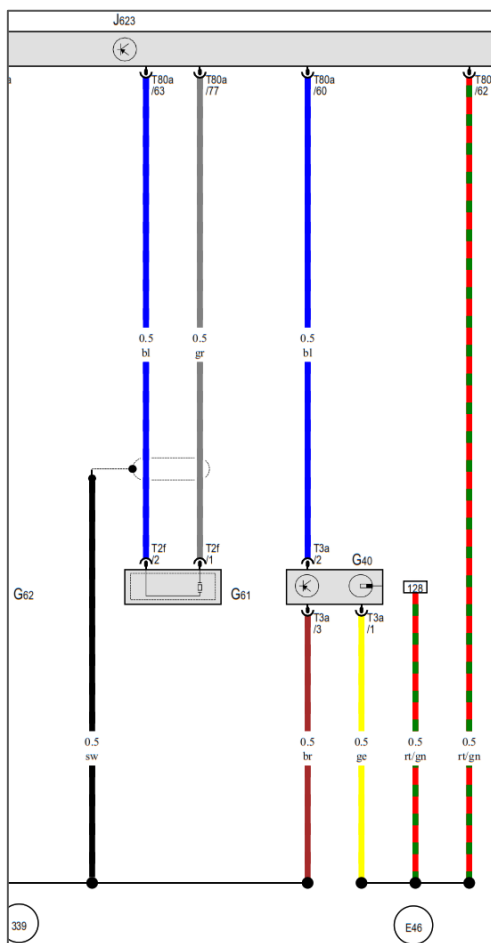
El terminal T3b/1 de color verde alimenta al sensor (5 V), desde el maso de cables de inyección E47. El terminal T3b/2 de color blanco, corresponde a la señal que emite el sensor a la ECM J623 por medio del terminal T80a/53.

El terminal T3b/3 de color marrón, corresponde a masa electrónica proveniente de la ECM J623 por medio del terminal T80a/67.

Diagrama eléctrico del sensor de efecto hall CMP

Figura 34

Diagrama eléctrico del sensor CMP del motor EDW CFZ



Nota. Se presenta el esquema eléctrico del sensor CMP de tipo Hall G40, y el Pin Out de conexión de cada terminal. Tomado de (Diagram, 2019).

El terminal T3a/1 de color amarillo alimenta al sensor (12 V), desde el maso de cables de inyección E46. El terminal T3a/2 de color azul, corresponde a la señal que emite el sensor a la ECM J623 por medio del terminal T80a/60.

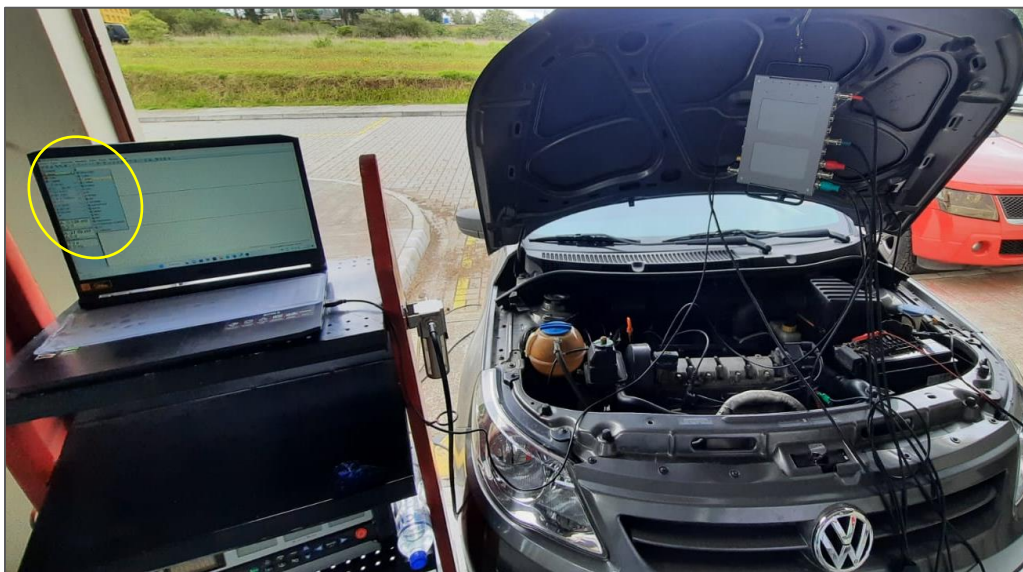
El terminal T3a/3 de color marrón, corresponde a masa electrónica proveniente de la ECM J623 en el maso de cables de inyección 339.

Consultado la información técnica referente al circuito eléctrico, se procede con la prueba del Módulo/Bobina DIS:

- Se coloca el equipo USB Autoscope IV en el vehículo de prueba, con el cable de alimentación se energiza el equipo, positivo de batería y masa de carrocería.
- Se conecta el cable USB y se realiza la configuración en la interfaz del software, donde se utiliza en modo osciloscopio de 4 canales.
- Con el cable de prueba colocado en el canal 1 se inserta al pin 3 T4a/3 correspondiente a la señal de salto de chispa de los cilindros 1 y 4, mientras que del canal 2 se inserta al pin 1 T4a/1 correspondiente a la señal de salto de chispa de los cilindros 2 y 3.

Figura 35

Conexión del equipo y configuración del modo osciloscopio

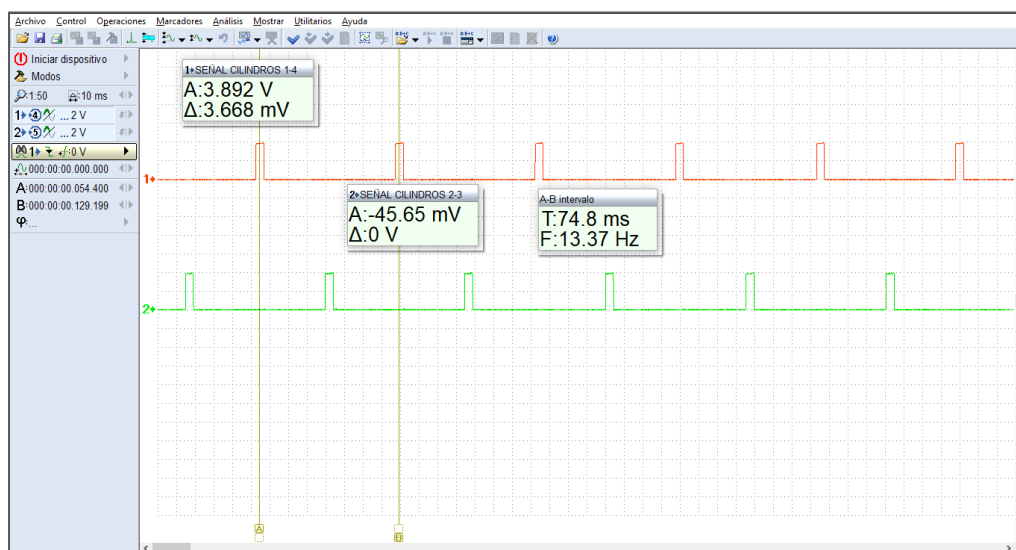


Nota. En la figura se observa la instalación del equipo USB Autoscope IV y la configuración del software para la obtención de las señales de mando EST.

- Se enciende el motor, se inicia la grabación y se observa la generación de pulsos en ambos canales, constatando el valor de voltaje, amplitud y periodo.

Figura 36

Oscilograma de las señales de mando para el salto de chispa



Nota. En la figura se observa las señales de mando EST que emite la ECM al módulo de encendido con un voltaje de señal de 3.89 V para ambas ondas y un periodo de 74.8 ms.

- Con ello se comprueba una recepción de señales de mando para la generación de chispa óptimas para un correcto encendido, comprobando el buen funcionamiento del módulo de encendido.

Prueba de la bobina DIS

Esta prueba se realiza en modo osciloscopio de 2 canales siguiendo el siguiente procedimiento:

- Se realiza la conexión del sensor capacitivo Cx-M en el canal 6 del USB Autoscope IV, seguido de la configuración en la interfaz del software.

- El cable con la señal del sensor CKP se conecta en el canal 7 con la punta de prueba ubicado en el cable de color blanco correspondiente al terminal T80a/53, que emite el voltaje de señal hacia la ECM J623.
- Con el motor encendido, luego de 10 segundos se inicia la grabación y se coloca el sensor capacitivo Cx-M en la torreta 1 de la bobina y se observa la señal generada, luego se coloca el sensor en la torreta 3 de la bobina, seguido en la torreta 4 y finalmente en la torreta 2 de la bobina.

Figura 37

Medición de la chispa de bobina con sensor capacitivo Cx-M



Nota. En la figura se indica la medición de la señal generada en la torreta 1 de la bobina por medio de la captación de la señal con el sensor capacitivo Cx-M.

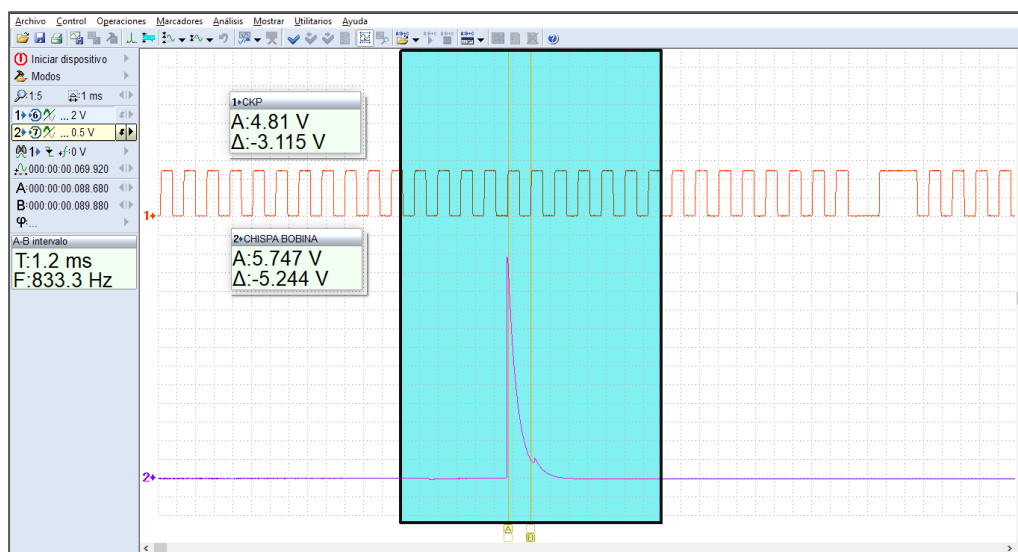
- Seguido se detiene la grabación, de esta manera se obtiene las señales de chispa generadas por la bobina a través de cada torreta.
- Se compara cada señal de chispa obtenida en la bobina de encendido y se comprueba el estado de la bobina a través de estas señales.

Destacar que, para la toma de estas señales se puede configura en el software el sentido de la onda, ya que en algunos casos el pico de la señal será hacia arriba y en otros hacia abajo debido a la existencia de pico positivo y negativo.

- Con base a las señales obtenidas en tiempo real para las condiciones de buen funcionamiento con sólo identificar el tipo de onda que se genera en la torreta 1 y compara con las señales de las demás torretas se puede efectuar un breve y preciso diagnóstico de la bobina.

Figura 38

Chispa de la bobina generado en la torreta 1



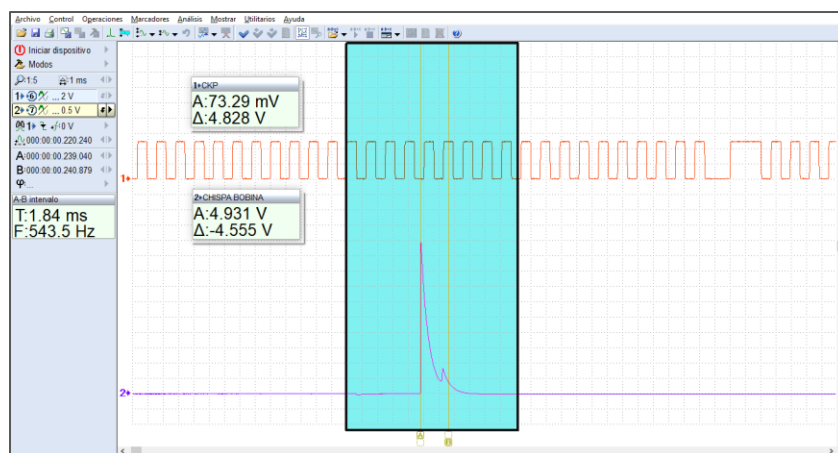
Nota. Se obtiene la señal del sensor de régimen de giro del motor CKP en la canal 6, con un voltaje de señal de 4.81 V, la chispa de la bobina en el canal 7 con un voltaje de 5.75 V, captado con el sensor Cx-M en la torrerá 1.

- En la primera prueba se obtiene una señal de chispa que coincide con el inicio del pulso cuadrado generado por el sensor CKP de tipo Hall, además de que su señal cuenta con un voltaje similar al de los pulsos de mando 5.74 V.

- Por lo que se confluje un adecuado funcionamiento.
- En algunas ocasiones no va a coincidir con los flancos ascendentes o descendentes entre el pico la señal que capta el sensor Cx-M y el flanco de la señal digital cuadrada.
- Esto se debe a que los sistemas de mando para el ajuste de encendido están trabajando constantemente, tomando la información de diferentes sensores del vehículo.

Figura 39

Chispa de la bobina generado en la torrera 3

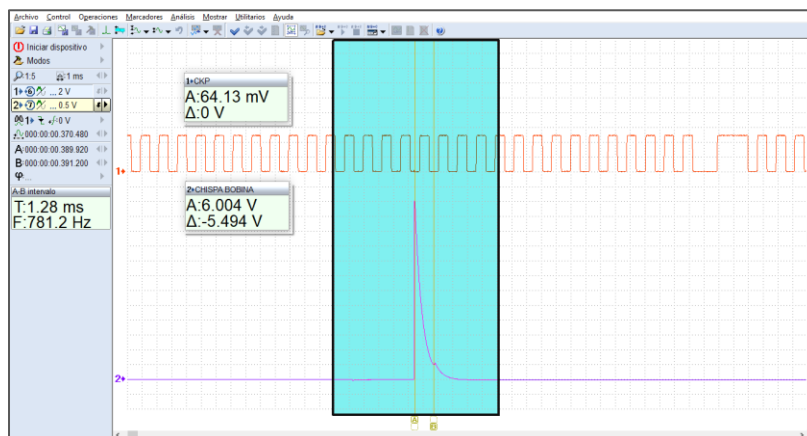


Nota. Se observa la señal del sensor de régimen de giro del motor CKP en la canal 6, con un voltaje de señal de 4.83 V, la chispa de la bobina en el canal 7 con un voltaje de 4.93 V, captado con el sensor Cx-M en la torrera 3.

- En la segunda prueba se obtiene una señal de chispa que coincide con el inicio del pulso cuadrado generado por el sensor CKP de tipo Hall, además de que su señal cuenta con un voltaje similar al de los pulsos de mando 4.93 V, por lo que se confluje un adecuado funcionamiento.

Figura 40

Chispa de la bobina generado en la torrera 4

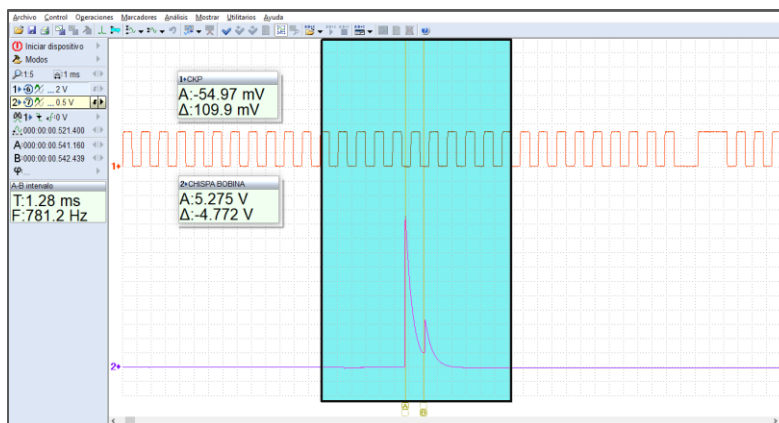


Nota. Se visualiza la señal del sensor de régimen de giro del motor CKP en la canal 6, la chispa de la bobina en el canal 7 con un voltaje de 6 V, captado con el sensor Cx-M en la torrera 4.

- En la tercera prueba se obtiene una señal de chispa que coincide con el final del pulso cuadrado generado por el sensor CKP de tipo Hall, su señal cuenta con una tensión similar al de los pulsos de mando 6 V. Se confluente un adecuado funcionamiento, pese a una ligera variación en su valor de tensión.

Figura 41

Chispa de la bobina generado en la torrera 2



Nota. Se obtiene la señal del sensor de régimen de giro del motor CKP en la canal 6, la chispa de la bobina en el canal 7 con un voltaje de 5.27 V, captado con el sensor Cx-M en la torrera 2.

- En esta cuarta prueba se obtiene una señal de chispa que coincide con el final del pulso cuadrado generado por el sensor CKP de tipo Hall, además de que su señal cuenta con un voltaje similar al de los pulsos de mando 5.27 V, por lo que se confluencia un adecuado funcionamiento.

Prueba de cables de alta tensión

Se ejecuta el protocolo de pruebas para conocer el estado de los cables de alta tensión, mediante el uso del modo Encendido del USB Autoscope IV.

- Se inicia energizando el equipo con positivo y negativo de batería, se conecta el cable USB hacia la computadora con el software.

Figura 42

Conexión del equipo, vehículo y software

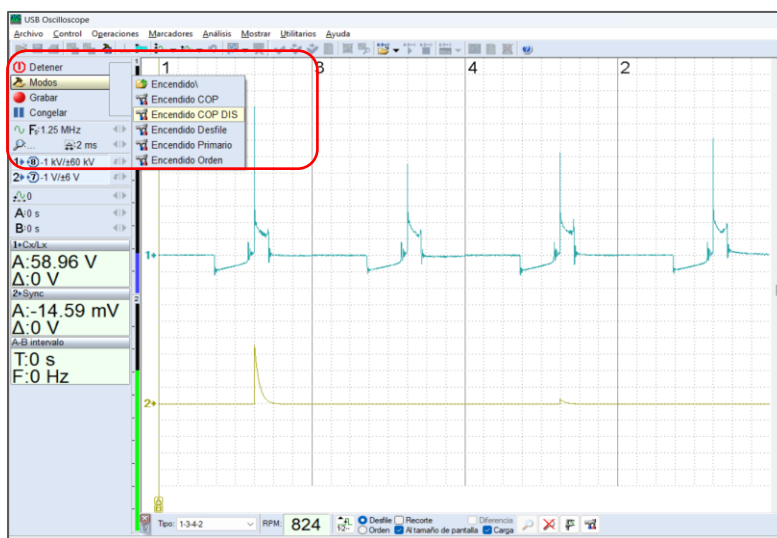


Nota. En la figura se observa la alimentación del equipo con el vehículo y la conexión con el software del USB Autoscope IV.

- En el software se selecciona el modo Encendido, y a continuación el modo específico Encendido COP DIS.
- Para esta prueba hay que tomar en cuenta la configuración que se tiene en el manual de guía de uso del equipo ya que para algunos vehículos con sistemas diferentes puede ser necesario utilizar atenuadores para captar dichas señales.
- En este caso para el tipo de vehículo de prueba al contar con un sistema de encendido DIS chispa perdida se escoge en el software dicha opción y posteriormente en modo desfile que permita visualizar de mejor manera los parámetros que dicta en tiempo real.

Figura 43

Configuración del software en modo Encendido COP DIS



Nota. Se visualiza la configuración para realizar la prueba en modo Encendido COP DIS.

- El equipo solicita los canales 7 y 8 para realizar la prueba de Encendido. El canal 8 que dicta el software consta del canal físico 7 (in+) y 9(in-) del osciloscopio.
- El canal 7 que dicta el software consta del canal físico 8 (In Synchro) del osciloscopio.

- Con el anillo sincronizador en el canal 8 se comprueba si el pico es positivo (luz roja) o negativo (luz verde), por medio del LED que se iluminará en el equipo, al conectar en los cables de alta tensión.

Figura 44

Identificación de pico positivo y negativo

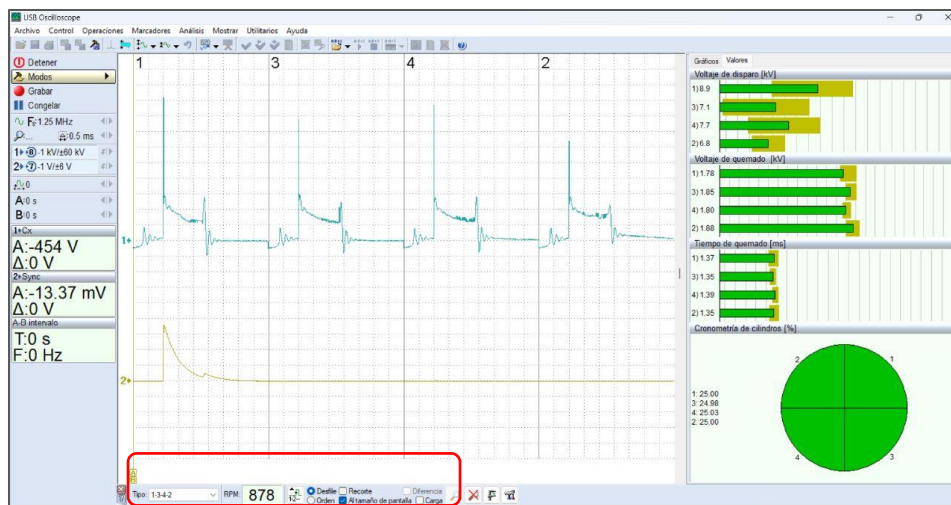


Nota. Se determina el pico positivo para los cilindros 1 y 3 que emite luz roja, mientras que, se obtiene pico negativo para los cilindros 2 y 3 que emite una luz verde.

- Realizada la conexión y configuración, se enciende el motor.
- Se selecciona el orden de encendido del motor 1342.
- Se inicia la grabación de las señales.

Figura 45

Selección del orden de encendido y visualización de las señales

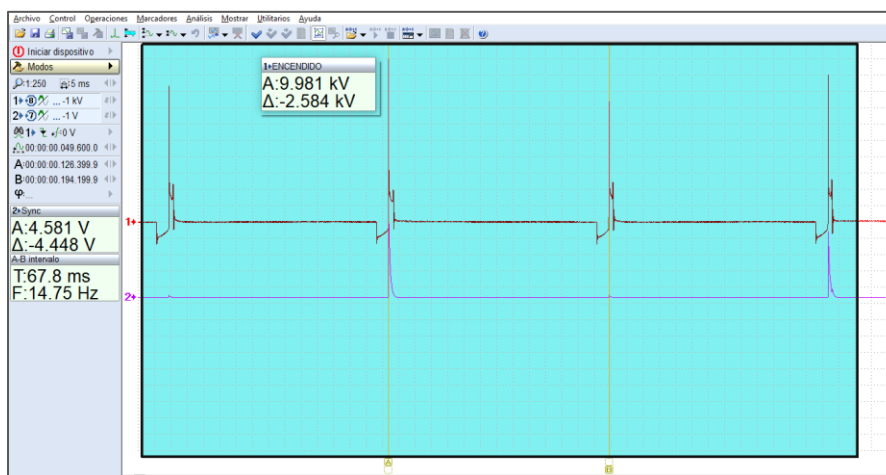


Nota. Se visualiza la selección del orden de encendido, con el motor encendido se visualiza las señales que se genera desde el secundario de la bobina DIS.

- En este apartado se realiza la prueba de los cables de alta tensión en condiciones de buen funcionamiento donde se obtiene:

Figura 46

Oscilograma de encendido secundario

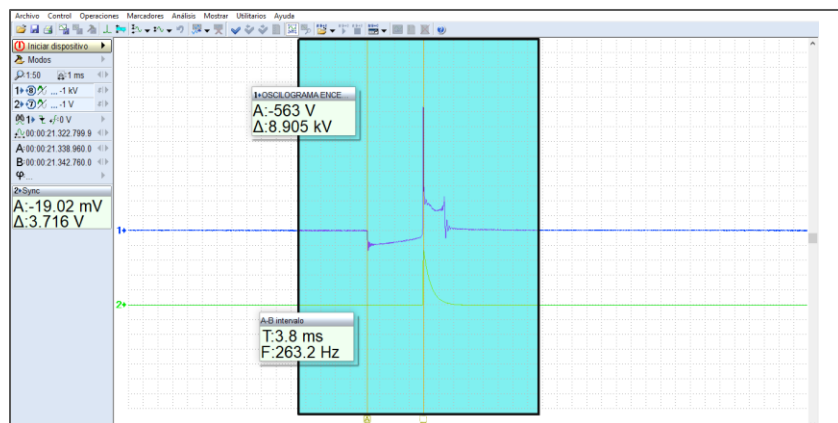


Nota. Se obtiene el oscilograma de encendido medido con los sensores capacitivos teniendo un voltaje de disparo de 9.98 kV, con un periodo de 67.8 ms.

- Se obtiene el oscilograma del circuito secundario de la bobina DIS, en tiempo real se puede visualizar que se encuentran desfilando correctamente mediante un breve diagnóstico.

Figura 47

Oscilograma de encendido, tiempo de saturación

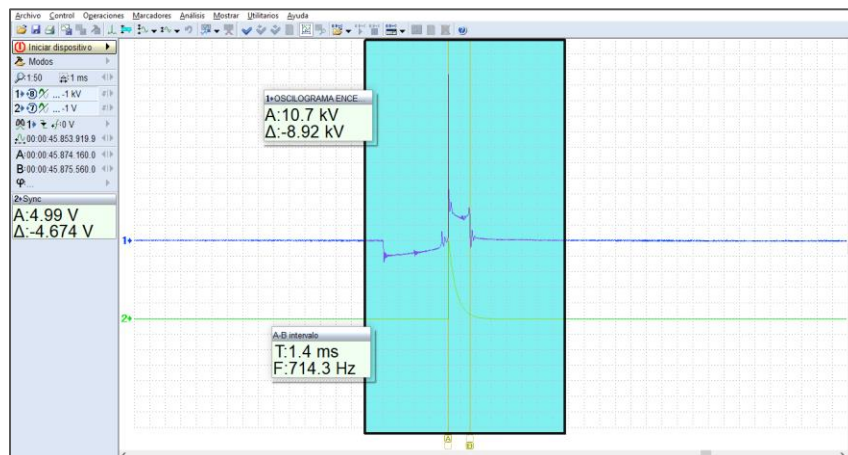


Nota. Se obtiene el parámetro de tiempo de saturación con un valor de 3.8 ms.

Estos valores se encuentran como estipula para un encendido de tipo DIS, mediante la comparación con la ficha técnica del vehículo de prueba.

Figura 48

Oscilograma de encendido, tiempo de quemado



Nota. Se observa el parámetro de tiempo de quemado con un valor de 1.4 ms, indicando una condición de buen funcionamiento de la bobina.

- Realizada la prueba de encendido correspondiente a los cables de alta tensión se comprueba que los parámetros de voltaje de disparo, tiempo de saturación y tiempo de quemado se encuentran dentro del rango óptimo de funcionamiento para el encendido.
- Con ello, se observa el oscilograma de encendido del secundario en condiciones de buen funcionamiento, notando en primera instancia el desfile de encendido entregado por la alta tensión en los cables de bujía.

Figura 49

Oscilograma de encendido secundario óptimo



Nota. Se visualiza el oscilograma de encendido secundario en óptimas condiciones donde el voltaje de disparo [kV], voltaje de quemado [kV] y tiempo de quemado [ms], se encuentran en el rango predeterminado del encendido DIS.

De manera de conocer la tensión inducida en este tipo de bobina se realiza en siguiente cálculo en base a la tensión de alimentación, tiempo de saturación de la bobina y número de espiras.

Tabla 6

Parámetros de una bobina de encendido DIS

Características	Valor
Tensión de alimentación	12 V
Tiempo de saturación de la bobina	3,5 ms
Espiras del primario N_1	28 000
Espiras del secundario N_2	250

Nota. En la tabla se detalla los parámetros de una bobina de encendido DIS.

Por medio de la Ley de Faraday de inducción electromagnética y los parámetros de la tabla 1 se calcula el voltaje inducido en el bobinado secundario. (Wildi, 2007).

$$E = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} ; \text{Ecuación (1)}$$

Donde;

E: tensión inducida [V]

N: número de espiras de la bobina [-]

$\Delta\Phi$: cambio de flujo magnético dentro de la bobina [Wb]

Δt : intervalo de tiempo donde cambia el flujo [s]

$$E = 28\,000 \frac{1,10 * 10^{-3} [Wb]}{0,0035 [s]}$$

$$E = 8\,800 [V]$$

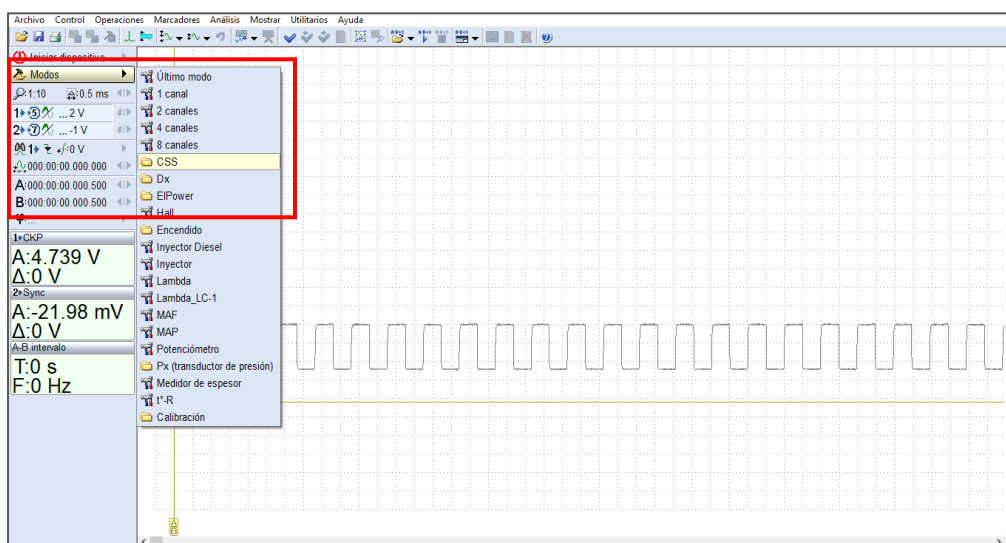
Siendo 8 800 [V] la tensión inducida en el arrollamiento secundario de la bobina.

Prueba de bujías de encendido

- Se ejecuta el protocolo de pruebas para conocer el estado de las bujías de encendido, a través del Script CSS, mediante el oscilograma de eficiencia de los cilindros se podrá observar la contribución en curvas pertenecientes a cada cilindro.
- Se conecta el equipo, vehículo y la conexión USB con el software en la computadora.
- En la interfaz del programa USB Oscilloscope escoger el modo CSS.
- Selección modo CSS.

Figura 50

Configuración del software para el Script CSS

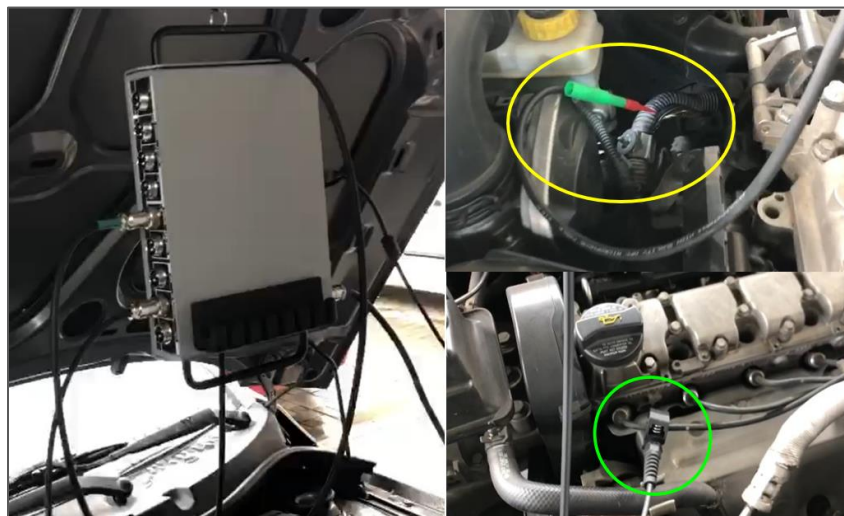


Nota. Se observa la interfaz del USB Oscilloscope, la configuración para el modo Script CSS y se identifica los canales que solicita el equipo.

- El equipo solicita conectar el sensor CKP en el canal 5 del osciloscopio, y el anillo sincronizador en el canal 7.
- La punta de prueba del canal 5 se conecta en el terminal T3b/2 cable de color blanco en el maso de cables de inyección que se dirige hacia la ECM J623.
- El anillo sincronizador se conecta en el cable de alta tensión del cilindro N°1.

Figura 51

Conexión del equipo, sensor CKP y anillo sincronizador



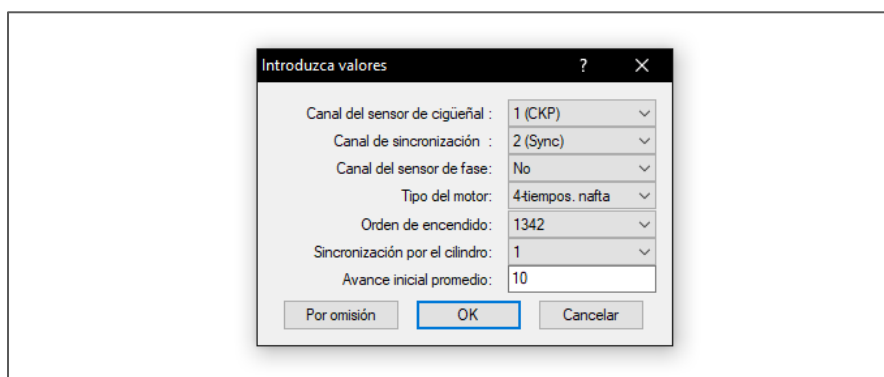
Nota. En la figura se detalla la conexión del equipo USB Autoscope IV para realizar el Script CSS, canal 5 CKP y canal 7 anillo sincronizador.

- Con la conexión lista se arranca el motor.
- Se inicia la grabación.
- Luego de 10 s en ralentí, se realiza una aceleración suave hasta 3000 RPM, se suelta el pedal, se espera 3 s y se realiza una aceleración brusca, se suelta el pedal, se espera 3 s y se realiza una última aceleración brusca y con el pedal a fondo se apaga el motor.
- Se detiene y se guarda la grabación.

- En la barra de opciones se selecciona Ejecutar Script.
- Se debe verificar que los valores correspondan al tipo de motor y sistemas que posee, de no ser así se deberá escoger otra opción.

Figura 52

Datos referentes a l tipo de motor del vehículo de prueba

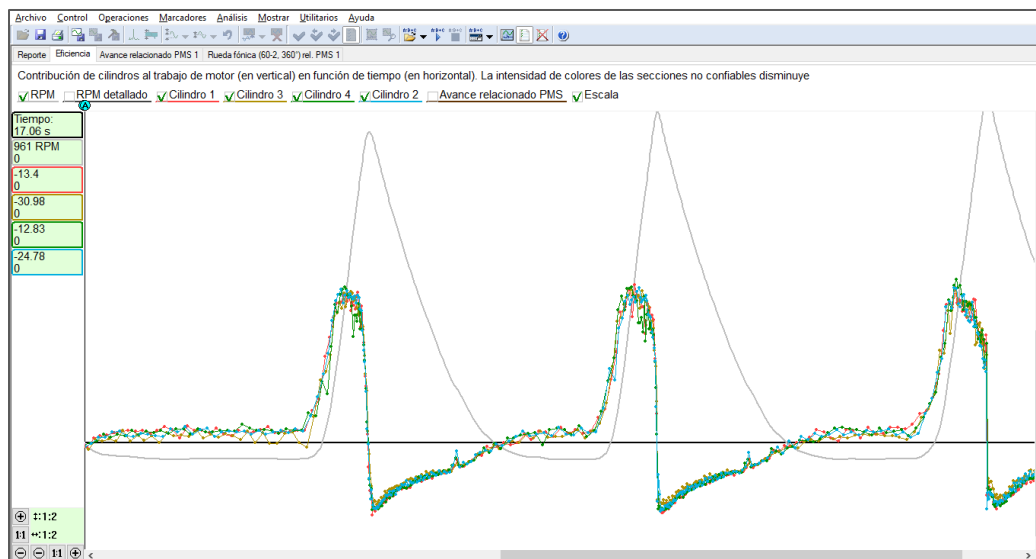


Nota. En la figura se observa los datos que pide verificar el programa USB Oscilloscope, previo a la ejecución del Script CSS.

- Se selecciona OK, e inmediatamente cargará el Script CSS y se podrá identificar los oscilogramas siguientes.

Figura 53

Oscilograma de contribución de los cilindros, bujías en buen estado



Nota. En la figura se obtiene el oscilograma de la contribución de los cilindros al trabajo del motor (eje vertical), en función del tiempo (eje horizontal).

- Para cada cilindro se obtiene curvas simétricas tanto a ralentí como en aceleración, pudiendo constatar un buen desempeño en los cilindros.
- Con las bujías en buen estado (nuevas), ese oscilograma patrón servirá de base para la comparación en las condiciones de fallo con bujías defectuosas.

Pruebas en condiciones de fallo del sistema de encendido

Desde esta sección se realiza las pruebas del sistema de encendido correspondientes a: batería, Módulo/Bobina DIS, cables de alta tensión y bujías en condiciones de fallo. Teniendo en cuenta el mismo procedimiento detallado en las pruebas anteriores.

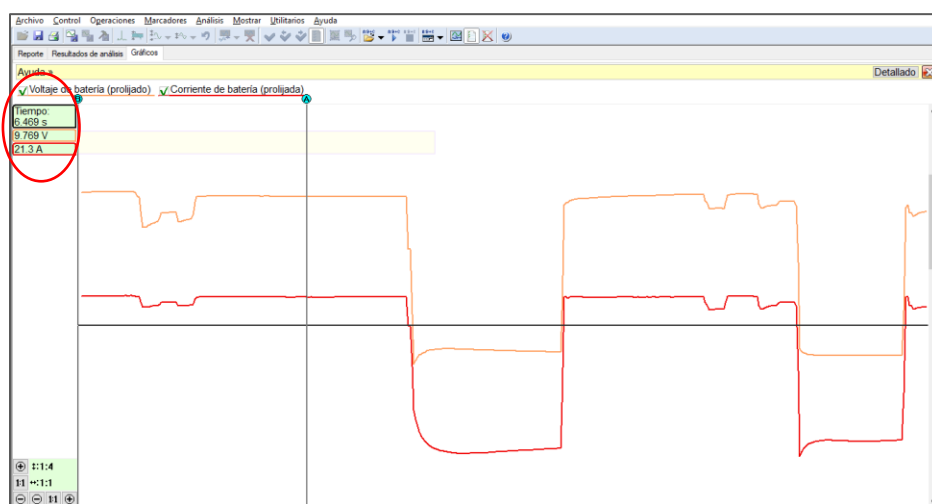
Prueba de batería

- Para esta prueba se tiene una batería descargada y con una celda en mal estado.

- Con la batería en mal estado instalada en el vehículo se inicia la conexión del equipo USB Autoscope IV como se detalla en la prueba anterior, su alimentación y el cable de la pinza amperimétrica en los puertos que solicita en la interfaz.
- Una vez configurado los canales en la interfaz se conecta el cable de alimentación en el canal 1, con la escala de 1mV/1A o 1mV/100mA seleccionada, la pinza amperimétrica se conecta en el canal 2, se procede a grabar y se arranca el motor por un período de 7 segundos.

Figura 54

Oscilograma de batería en condiciones de fallo, Script EIPower



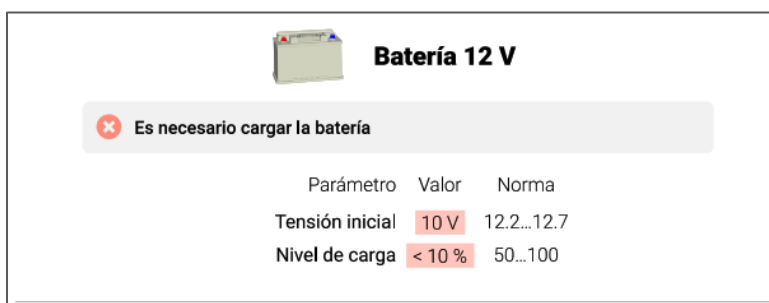
Nota. En la imagen se observa el oscilograma generado durante la prueba del Script EIPower, en donde se tiene un voltaje inadecuado de funcionamiento con un valor de 9.96 V.

- Una vez finalizado se detiene y se guarda la grabación.
- Con ello, se ejecuta el Script y se visualiza el oscilograma de la batería en condición de fallo.

- Se continúa con la ejecución del Script EIPower, en donde se obtiene el siguiente reporte:

Figura 55

Reporte de batería en condiciones de fallo, Script EIPower



Nota. Se observa en la figura que los valores de parámetros se encuentran fuera de rango especificado por la norma SAE, indicando que dicha batería se necesita cargar.

- De esta forma culmina la ejecución del protocolo para la prueba de la batería en condiciones de buen funcionamiento y de fallo.

Prueba de módulo/bobina DIS

- Para esta condición de fallo, se conecta una resistencia de 320 Ω en el terminal T4a/3 de color amarillo y una resistencia en el terminal T4a/1 de color rojo, en el socket de prueba.

Figura 56

Conexión de resistencias en el socket de prueba

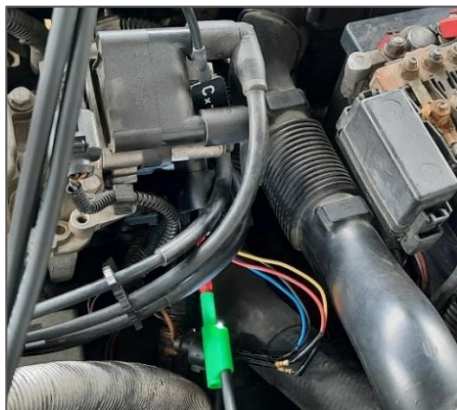


Nota. Se realiza la conexión de 2 resistencias en el cable amarillo y cable rojo, con valores de 320 y 550 ohmios respectivamente, adicionalmente se insertó agujas para la conexión con el socket que se tiene en el vehículo.

- Esta conexión se realiza para disminuir la corriente y voltaje en las líneas de temporización de chispa electrónica EST (Electronic Spark Timing), que emite la ECM J623 hacia el módulo de encendido N152.
- Se conecta cada pin correspondiente entre ambos sockets, tomando en cuenta la posición su posición y como indica en su numeración del 1 al 4.

Figura 57

Instalación del socket de prueba en el módulo de encendido



Nota. Se observa la instalación del socket con resistencias al socket proveniente desde la ECM, provocando un fallo en las señales de mando para el salto de chispa que emite la bobina de encendido.

- Una vez instalado el socket, se requiere verificar que las señales digitales correspondientes al salto de chispa hayan cambiado.
- Se conecta el equipo al vehículo y se configura el software en modo osciloscopio de 4 canales, para las señales de CKP, pulso 1, pulso 2 y sensor capacitivo Cx-M.

Figura 58

Conexión del equipo y configuración en modo osciloscopio

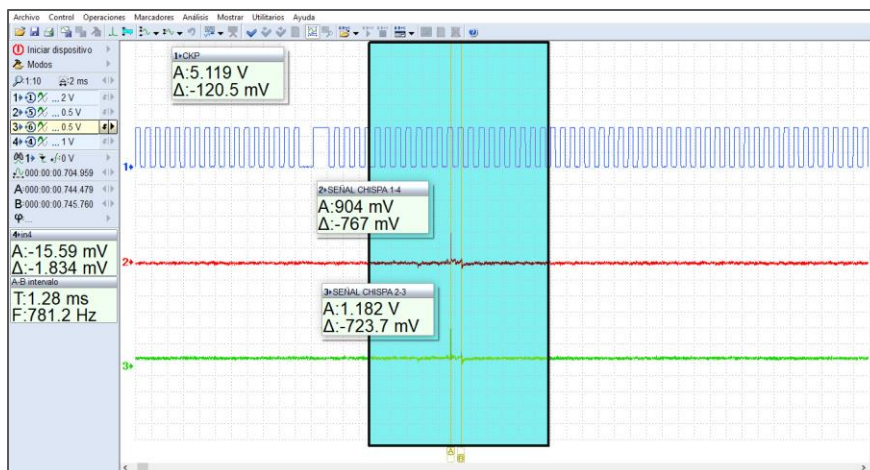


Nota. Se observa la instalación del equipo USB Autoscope IV con el vehículo y la configuración del software, para la obtención de las señales de mando en condiciones de fallo.

- En el canal 1 se conecta el CKP, la punta de prueba al terminal T3b/2 cable de color blanco, en el maso de cables de inyección.
- En el canal 5 se conecta la punta de prueba al terminal T4a/3 cable de color verde/amarillo y en el canal 6 se conecta la punta de prueba al terminal T4a/1 cable de color verde/marrón.
- Se arranca el motor y se inicia la grabación de las señales.

Figura 59

Oscilograma de las señales de mando en condiciones de fallo



Nota. Se visualiza la onda del sensor de régimen de giro CKP con un voltaje de señal de 5.12 V, en la canal 1. Los voltajes de las señales de mando 1.18 V en los canales 5 y 6.

- Luego de un periodo de 15 s se la grabación y se apaga el motor.
- Realizada la prueba se obtiene el oscilograma de la figura n. donde se encuentra que las señales EST han sido afectadas en gran cantidad, reduciendo los pulsos cuadrados a picos de voltaje de apenas 1.18 V en el mismo periodo de 1.28 ms que se producían las señales de mando en buenas condiciones.
- De esta manera se comprueba una avería en el módulo de encendido y la recepción de las señales de mando EST.

Prueba de bobina DIS

Para la prueba de la bobina en condiciones de fallo se realiza con el socket de prueba instalado anteriormente.

- Se conecta el equipo, vehículo y se configura el software en modo osciloscopio de 2 canales.
- En el canal 6 se conecta el CKP, la punta de prueba al terminal T3b/2 cable de color blanco, en el maso de cables de inyección.

- En el canal 7 se conecta el sensor capacitivo Cx-M.
- Se arranca el motor, se comprueba que las escalas del osciloscopio sean adecuadas y se inicia la grabación de las señales.

Figura 60

Medición de la chispa de bobina con sensor capacitivo Cx-M

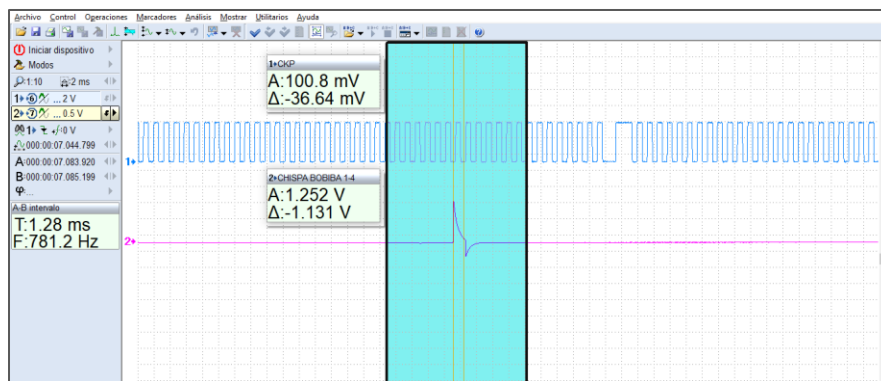


Nota. Se indica la medición de la señal generada en la torreta 1 de la bobina por medio de la captación de la señal con el sensor capacitivo Cx-M.

- Realizado las pruebas en condiciones de fallo con el sensor capacitivo Cx-M en las 4 torretas de la bobina se finaliza la grabación de las señales y se apaga el motor.
- Este caso también se configura en el software para las señales que son negativas la inversión de la onda para poder apreciar de mejor manera y realizar la comparación con la señal base que se tomó inicialmente.
- A continuación, se detallan las señales de la bobina captadas en condiciones de fallo.

Figura 61

Chispa de la bobina generado en la torreta 1

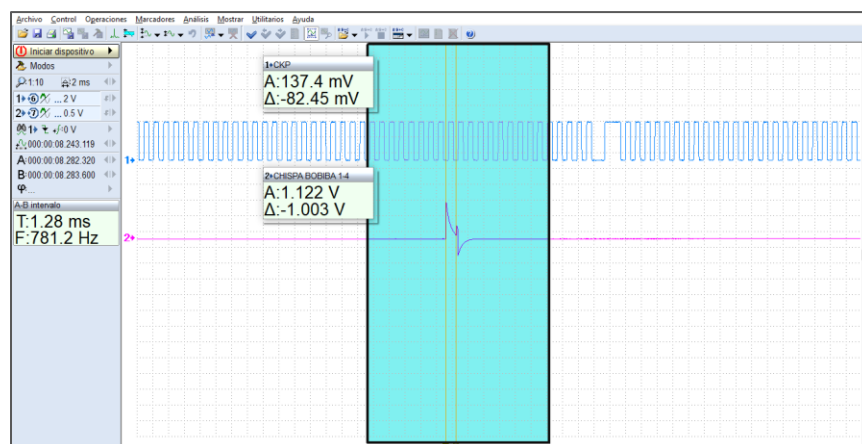


Nota. Se obtiene la señal del sensor de régimen de giro CKP, en la canal 6. El voltaje captado por el sensor Cx-M tiene un valor de 1.25 V en un periodo de 1.28 ms.

- En esta prueba se obtiene una señal de chispa que no coincide con el inicio del pulso cuadrado generado por el sensor CKP de tipo Hall.
- Su señal cuenta con un voltaje inferior al de los pulsos de mando 1.25 V, en el mismo periodo de 1.28 ms por lo que se confluencia un fallo en el Módulo/Bobina DIS.

Figura 62

Chispa de la bobina generado en la torrer 3

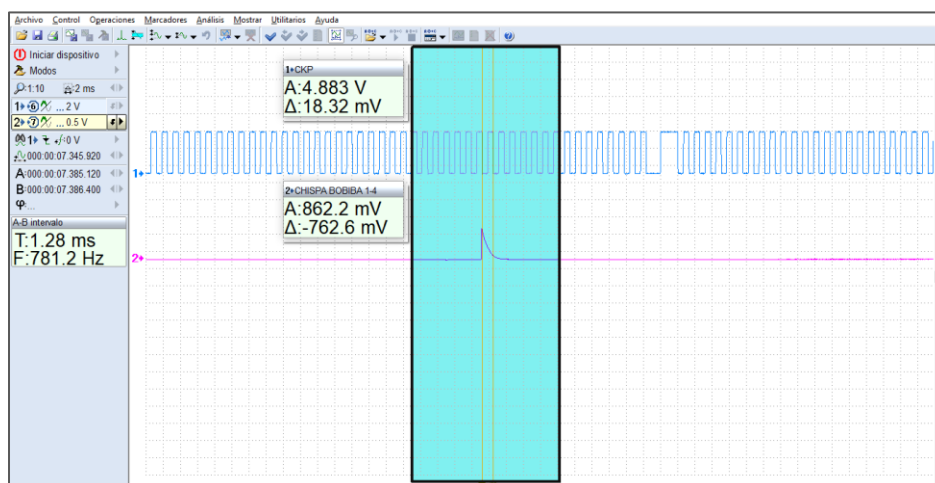


Nota. Se identifica la señal del sensor de régimen de giro del motor CKP, en el canal 6. El voltaje captado por el sensor Cx-M en el canal 7, tiene un valor de 1.22 V.

En esta prueba se obtiene una señal de chispa que no coincide con el inicio del pulso cuadrado generado por el sensor CKP de tipo Hall, su señal cuenta con un voltaje inferior al de los pulsos de mando 1.12 V en el mismo periodo de 1.28 ms, por lo que se confluje un fallo en el Módulo/Bobina DIS.

Figura 63

Chispa de la bobina generado en la torrera 4

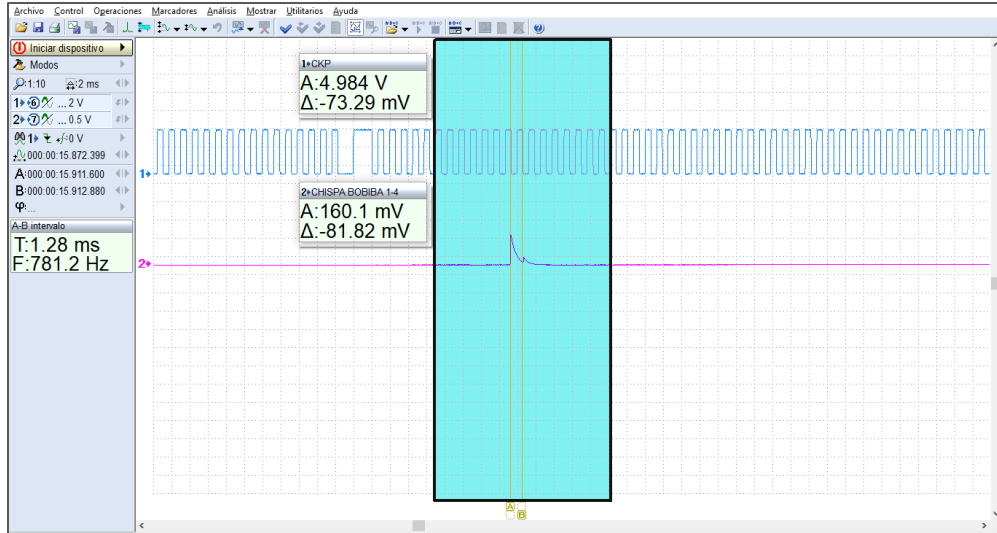


Nota. Se obtiene la señal del sensor de régimen de giro del motor CKP, con un voltaje de 4.88 V en la canal 6. El voltaje captado por el sensor Cx-M tiene un valor de 862.2 mV en un periodo de 1.28 ms.

- En esta prueba se obtiene una señal de chispa que coincide con el final del pulso cuadrado generado por el sensor CKP de tipo Hall, su señal cuenta con un voltaje inferior al de los pulsos de mando 862 mV, en el mismo periodo de 1.28 ms por lo que se confluje un fallo en el Módulo/Bobina DIS.

Figura 64

Chispa de la bobina generado en la torrera 2



Nota. Se indica señal del sensor de régimen de giro del motor CKP, con un voltaje de 4.98 V en el canal 6. El voltaje captado por el sensor Cx-M en el canal 7 tiene un valor de 160.1 mV.

- En esta prueba se obtiene una señal de chispa no coincide con el final del pulso cuadrado generado por el sensor CKP de tipo Hall, su señal cuenta con un voltaje inferior al de los pulsos de mando 160.1 mV, en el mismo periodo de 1.28 ms por lo que se confluente un fallo en el Módulo/Bobina DIS.
- Finalizado las pruebas de medición con el sensor capacitivo Cx-M, se concluye un cambio drástico en las señales de mando EST y las señales de chispa de cada torreta que emite la bobina.

Prueba de cables de alta tensión

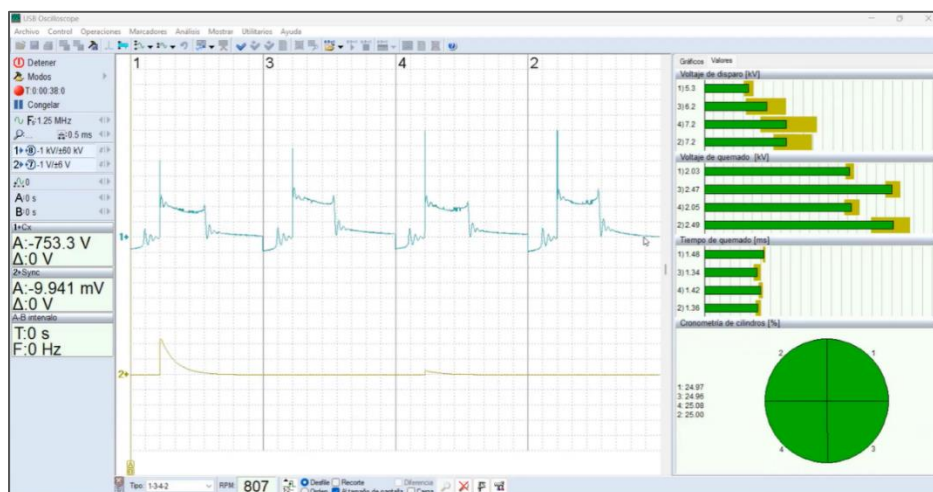
Para cada una de las pruebas que se presenta a continuación, se identifica a través del oscilograma secundario, la comparación de las señales de los cuatro cilindros al realizar las pruebas con diferentes tipos de cables defectuosos.

Condición de fallo 1: Cable N°1 con desgaste normal.

- Se inicia retirando el cable de alta tensión del primer cilindro y se coloca un cable con desgaste normal por el uso.
- La configuración es la misma que se detalló para la prueba en condiciones de buen funcionamiento.
- Se enciende el motor, se inicia la grabación de las señales y se selecciona el orden de encendido del motor.

Figura 65

Oscilograma de encendido, cable N°1 con desgaste normal



Nota. En la figura se visualiza el oscilograma de encendido secundario, con el cable N°1 desgastado se visualiza una variación en la señal para el cilindro 1.

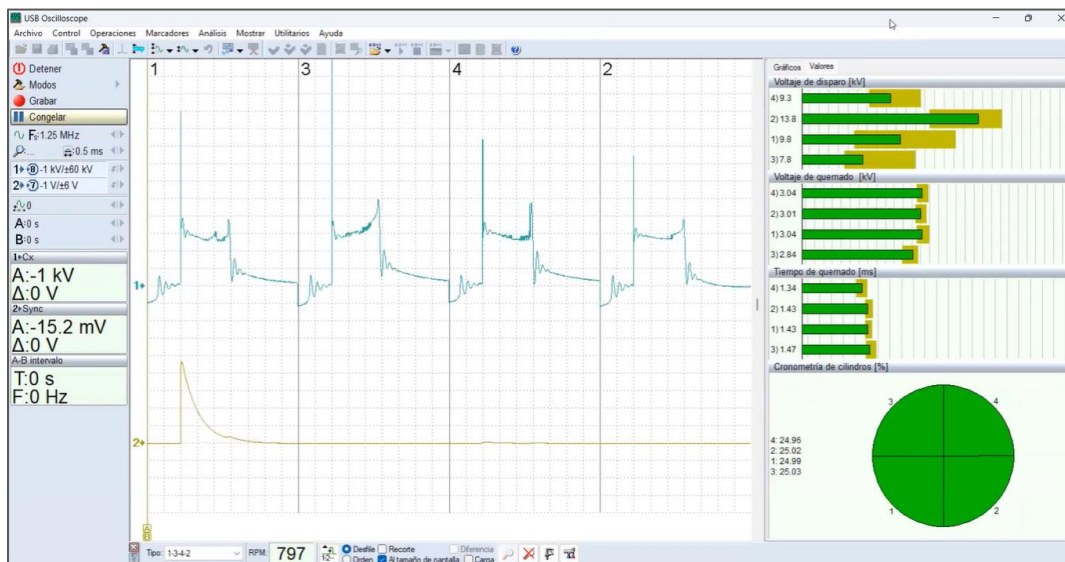
En el cilindro 1, se obtiene una disminución en el voltaje de disparo con un valor de 5.3 kV, voltaje de quemado de 2.03 kV y un ligero incremento en el tiempo de quemado con un valor de 1.48 ms, constatando un cambio significativo cuando un cable de alta tensión se encuentra deteriorado.

Condición de fallo 2: Cable N°2 recubierto por aceite.

- Se retira el cable de alta tensión en buen estado del segundo cilindro y se coloca el cable desgastado y recubierto con aceite.
- Se enciende el motor, se inicia la grabación de las señales seleccionando el orden de encendido del motor.

Figura 66

Oscilograma de encendido, cable N°2 recubierto con aceite



Nota. Se observa el oscilograma secundario, con el cable N°2 desgastado y recubierto por aceite se visualiza una variación en la señal para el cilindro 3.

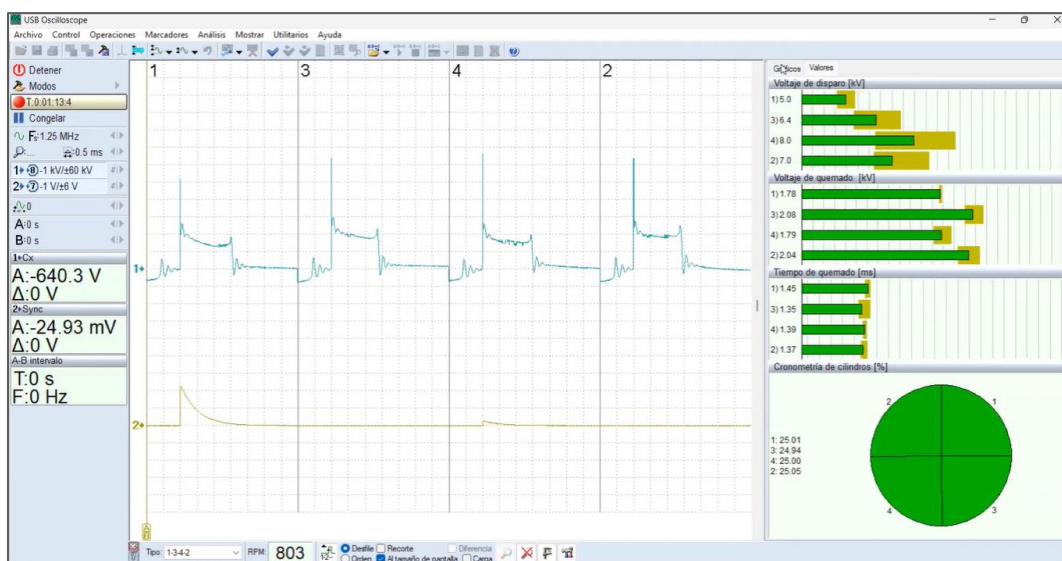
En el cilindro 2, se obtiene un aumento en el voltaje de disparo con un valor de 13.8 kV, voltaje de quemado estable de 3.01 kV y una ligera disminución en el tiempo de quemado con un valor de 1.43 ms, constatando un cambio significativo cuando un cable de alta tensión se encuentra recubierto por aceite.

Condición de fallo 3: Cable N°3 con alta resistencia.

- Se retira el cable de alta tensión en buen estado del tercer cilindro y se coloca un cable que incorpora una resistencia de $16k\Omega$.
- La configuración es la misma que se detallada para la prueba condiciones de buen funcionamiento.
- Se enciende el motor, se inicia la grabación de las señales seleccionando el orden de encendido del motor.

Figura 67

Oscilograma de encendido, cable N°3 con alta resistencia



Nota. Se visualiza el oscilograma de encendido secundario, con el cable N°3 desgastado con alta resistencia, se visualiza una variación en la señal para el cilindro 3.

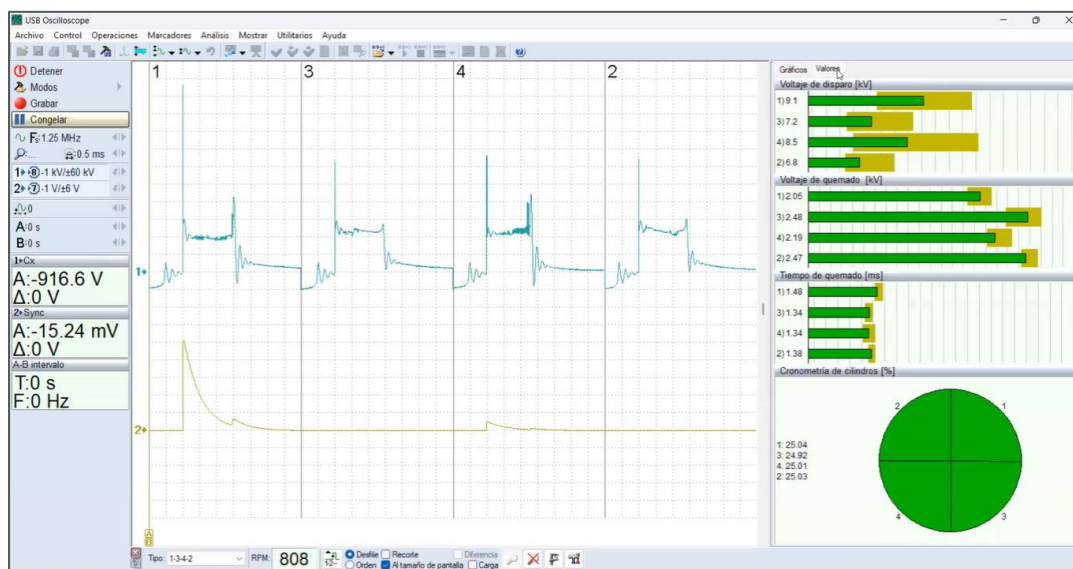
En el cilindro 3, se obtiene un voltaje de disparo relativamente bajo con un valor de 6.4 kV, voltaje de quemado estable de 2.08 kV y una ligera disminución en el tiempo de quemado con un valor de 1.35 ms, constatando un cambio significativo cuando un cable de alta tensión se encuentra deteriorado con alta resistencia.

Condición de fallo 4: Cable N°4 sulfatado – oxidado.

- Se retira el cable de alta tensión en buen estado del cuarto cilindro y se coloca el cable sulfatado y oxidado.
- La configuración es la misma que se detallada para la prueba condiciones de buen funcionamiento.
- Se enciende el motor, se inicia la grabación de las señales seleccionando el orden de encendido del motor.

Figura 68

Oscilograma de encendido, cable N°4 sulfatado – oxidado



Nota. Se observa el oscilograma de encendido secundario, con el cable N°4 sulfatado – oxidado, notando una variación en la señal para el cilindro 1.

En el cilindro 4, se obtiene un incremento en el voltaje de disparo con un valor de 8.5 kV, voltaje de quemado estable de 2.19 kV y una ligera disminución en el tiempo de quemado

con un valor de 1.34 ms, constatando un cambio significativo cuando un cable de alta tensión se encuentra sulfatado – oxidado.

Prueba de bujías de encendido

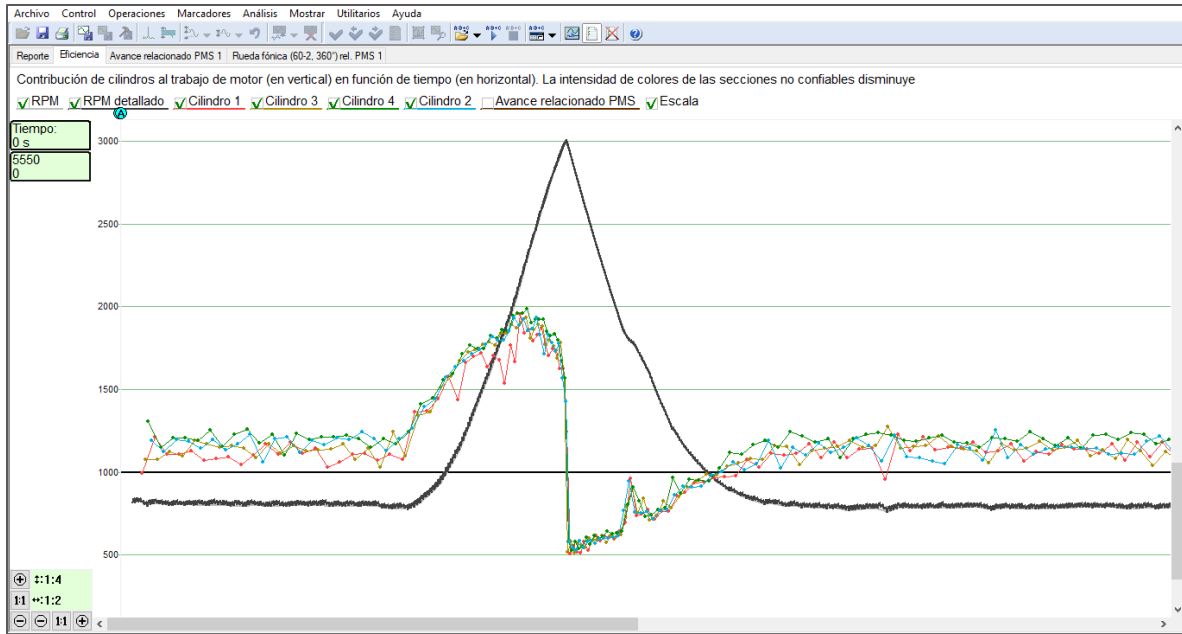
Para cada una de las pruebas que se presenta a continuación, se identifica a través del oscilograma de eficiencia del motor, la comparación de las curvas de los cuatro cilindros al realizar las pruebas con diferentes tipos de bujías defectuosas.

Condición de fallo 1: Bujía N°1 con desgaste normal.

- Se retira la bujía en buen estado del primer cilindro y se coloca una bujía desgastada por el uso.
- Para obtener el Script CSS es necesario contar con la señal de CKP y el anillo sincronizador, como se detalla en la prueba de buen funcionamiento.
- Se inicia la grabación, luego de 10 segundos en ralentí, se realiza una aceleración suave hasta 3000 RPM, se suelta el pedal, se espera 3 segundos y se realiza una aceleración brusca, se suelta el pedal, se espera 3 segundos y se realiza una última aceleración brusca y con el pedal a fondo se apaga el motor.
- Se detiene la grabación.
- En la barra de opciones se selecciona Ejecutar Script.

Figura 69

Oscilograma de contribución de los cilindros, bujía N°1 con desgaste normal



Nota. En la figura se observa el oscilograma de la contribución de los cilindros al trabajo del motor (eje vertical), en función del tiempo (eje horizontal). Donde el cilindro 1 posee una deficiencia en la contribución tanto en ralentí como en aceleraciones progresivas al estar trabajando con una bujía desgastada por el uso.

- Se puede apreciar cómo una bujía deteriorada por el uso, disminuye la eficiencia en la contribución del cilindro N°1, tanto a ralentí sobre los 1000 RPM y en aceleraciones suaves 1500 a 2000 RPM.

Condición de fallo 2: Bujía N°2 cubierta por agua.

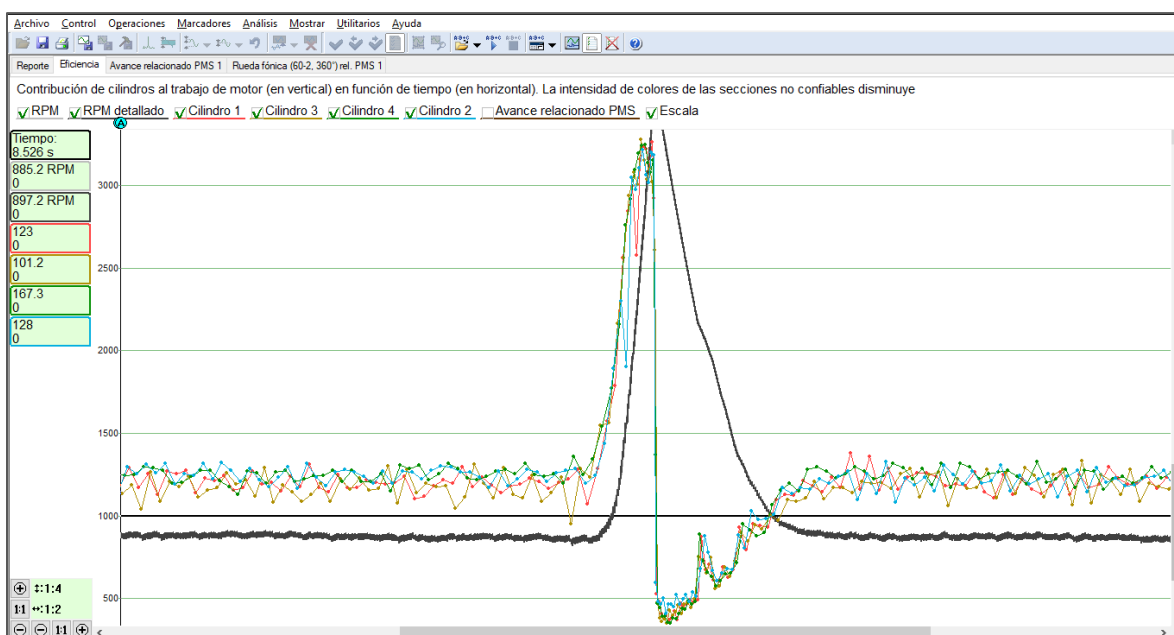
- Se retira la bujía en buen estado del segundo cilindro y se coloca una bujía mojada por agua.
- Para obtener el Script CSS es necesario contar con la señal de CKP y el anillo sincronizador, como se detalla en la prueba de buen funcionamiento.
- Se inicia la grabación, luego de 10 segundos en ralentí, se realiza una aceleración suave hasta 3000 RPM, se suelta el pedal, se espera 3 segundos y se realiza una

aceleración brusca, se suelta el pedal, se espera 3 segundos y se realiza una última aceleración brusca y con el pedal a fondo se apaga el motor.

- Se detiene la grabación.
- En la barra de opciones se selecciona Ejecutar Script.

Figura 70

Oscilograma de contribución de los cilindros, bujía N°2 cubierta por agua



Nota. En la figura se indica el oscilograma de la contribución de los cilindros al trabajo del motor (eje vertical), en función del tiempo (eje horizontal). Donde el cilindro 2 posee una deficiencia en la contribución en aceleración brusca, en el orden de 2000 RPM, al estar trabajando con una bujía cubierta por agua.

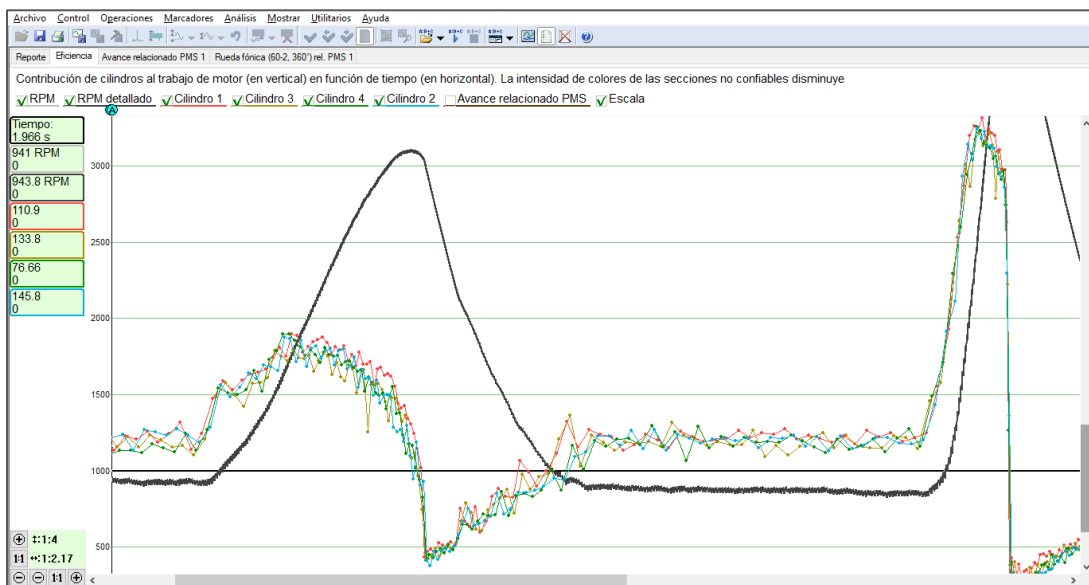
- Se puede apreciar cómo una bujía cubierta por agua, disminuye la eficiencia en la contribución del cilindro N°2, en aceleraciones progresivas del orden de 1800 a 3000 RPM.

Condición de fallo 3: Bujía N°3 recubierta por aceite.

- Se retira la bujía en buen estado del tercer cilindro y se coloca una bujía mojada por aceite.
- Para obtener el Script CSS es necesario contar con la señal de CKP y el anillo sincronizador, como se detalla en la prueba de buen funcionamiento.
- Se inicia la grabación, luego de 10 segundos en ralentí, se realiza una aceleración suave hasta 3000 RPM, se suelta el pedal, se espera 3 segundos y se realiza una aceleración brusca, se suelta el pedal, se espera 3 segundos y se realiza una última aceleración brusca y con el pedal a fondo se apaga el motor.
- Se detiene la grabación.
- En la barra de opciones se selecciona Ejecutar Script.

Figura 71

Oscilograma de contribución de los cilindros, bujía N°3 recubierta por aceite



Nota. Se visualiza el oscilograma de la contribución de los cilindros al trabajo del motor (eje vertical), en función del tiempo (eje horizontal). Donde el cilindro 3 posee una deficiencia en la contribución en aceleración progresiva (1500 RPM) y en aceleración brusca (2800 RPM), al estar trabajando con una bujía mojada por aceite.

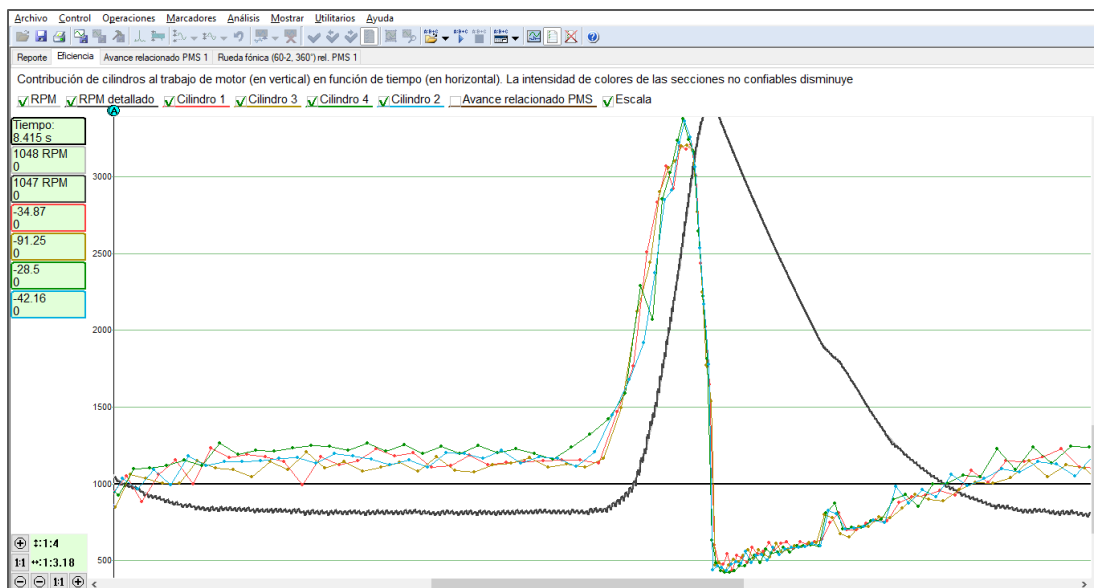
- Se puede apreciar cómo una bujía que se encuentra recubierta por aceite, disminuye la eficiencia en la contribución del cilindro N°3, en aceleraciones progresivas del orden de 1200 a 1500 RPM y en aceleraciones bruscas del orden de 2600 a 3000RPM.

Condición de fallo 4: *Bujía N°4 carbonizada.*

- Se retira la bujía en buen estado del cuarto cilindro y se coloca una bujía carbonizada.
- Para obtener el Script CSS es necesario contar con la señal de CKP y el anillo sincronizador, como se detalla en la prueba de buen funcionamiento.
- Se inicia la grabación, luego de 10 segundos en ralentí, se realiza una aceleración suave hasta 3000 RPM, se suelta el pedal, se espera 3 segundos y se realiza una aceleración brusca, se suelta el pedal, se espera 3 segundos y se realiza una última aceleración brusca y con el pedal a fondo se apaga el motor.
- Se detiene la grabación.
- En la barra de opciones se selecciona Ejecutar Script.

Figura 72

Oscilograma de contribución de los cilindros, bujía N°4 carbonizada



Nota. Se muestra el oscilograma de la contribución de los cilindros al trabajo del motor (eje vertical), en función del tiempo (eje horizontal). Donde el cilindro N°4 presenta una deficiencia en aceleración brusca a 2000 RPM.

- Se puede apreciar cómo una bujía que presenta exceso de carbonilla entre sus electrodos, disminuye la eficiencia en la contribución del cilindro N°4, en aceleraciones bruscas del orden de 2000 a 3000 RPM.

Es necesario recordar que, para cada una de las pruebas realizadas en condiciones de fallo de los componentes del sistema de encendido electrónico DIS, se complementan con las pruebas respectivas de las emisiones de gases, a fin de comparar, analizar los resultados y emitir un diagnóstico avanzado ante algún fallo del sistema de encendido.

Capítulo IV

Análisis de la visualización y grabación de las señales en sistemas de encendido para el diagnóstico avanzado.

Con la obtención de datos a través del estudio de la visualización y grabación de señales en condiciones de buen funcionamiento y de fallo de los componentes del sistema de encendido se realiza el procesamiento y análisis de datos en función a los parámetros ideales de funcionamiento y la comparación con los ensayos de emisiones de gases, logrando establecer un diagnóstico avanzado para cada caso de estudio.

Datos – Análisis de gases Test Oficial – MEP

Las pruebas realizadas reflejan la concentración en volumen de $CO, \lambda, CO_2, HC, O_2, NO_x$. Estos parámetros con el vehículo puesto a punto servirán para el desarrollo del análisis y comparación con todas las pruebas realizadas en condiciones de fallo.

Se detalla los parámetros obtenidos del análisis de gases al mínimo, con el vehículo de prueba puesto a punto.

Tabla 7

Datos del análisis Test Oficial – prueba al mínimo

N°	Temp. Motor (°C)	RPM (1/min)	CO (% Vol)	CO2 (% Vol)	O2 (% Vol)	HC (ppm Vol)	λ
1	99	660	0,49	14,4	1,17	66	1,038
2	99	800	0,27	15,1	0,46	69	1,011
3	80	790	0,35	14,8	0,57	94	1,013
4	95	800	0,33	14,7	0,52	78	1,012
5	98	790	0,37	14,8	0,63	84	1,015

Nota. Se muestra los valores óptimos obtenidos del análisis de emisiones por Test Oficial, en marcha mínima, correspondiente a cinco ensayos diferentes.

Se detalla los parámetros obtenidos del análisis de gases en aceleración, con el vehículo de prueba puesto a punto, estos datos serán comparados con las pruebas de Módulo/Bobina DIS, cables y bujías en condición de fallo.

Tabla 8

Datos del análisis Test Oficial – prueba en aceleración

N°	Temp. Motor (°C)	RPM (1/min)	CO (% Vol)	CO2 (% Vol)	O2 (% Vol)	HC (ppm Vol)	λ
1	99	2570	0,61	14,5	0,71	56	1,013
2	99	2600	0,51	14,6	0,64	56	1,013
3	80	2600	0,61	14,2	0,89	67	1,021
4	95	2460	0,47	14,5	0,49	65	1,007
5	98	2490	0,54	14,5	0,65	49	1,013

Nota. Se detallan los valores de parámetros óptimos obtenidos de la prueba en aceleración, correspondiente a cinco ensayos diferentes.

Datos – Análisis del estado de batería

Los datos obtenidos al realizar la prueba con el USB Autoscope IV mediante el modo Script EIPower a través del reporte de los parámetros de funcionamiento de la batería en condiciones de buen funcionamiento y de fallo se indican a continuación.

Tabla 9

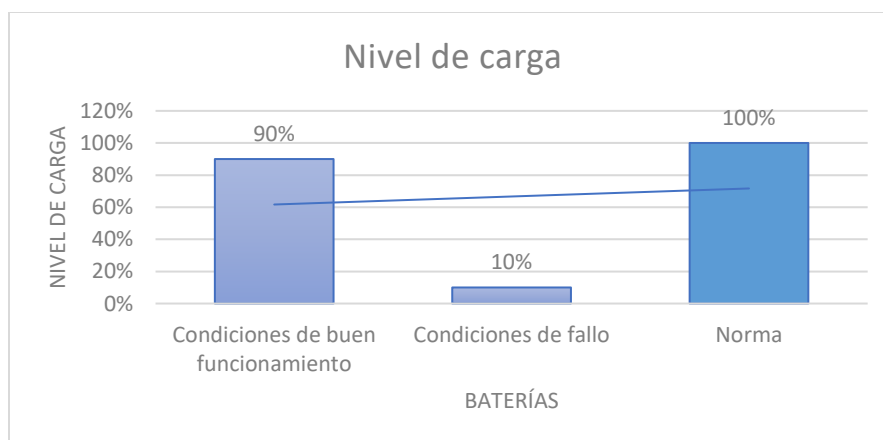
Parámetros de batería en condiciones de buen funcionamiento y de fallo

BATERÍA	Condiciones de buen funcionamiento		Condiciones de fallo	
	Valor	Norma SAE	Valor	Norma SAE
Tensión inicial	12,6 V	12,2 a 12,7 V	10 V	12,2 a 12,7 V
Nivel de carga	90%	50 a 100%	< 10%	50 a 100%
Tensión bajo carga	10,31 V	8,5 a 10 V	2,9 V	8,5 a 10 V
Corriente de inicio real	530 A	310 a 370 A	22,28 A	310 a 370 A
Porcentaje de corriente de inicio especificado 500	105%	85 a 105%	-	-

Nota. En la tabla se detalla los parámetros correspondientes a las pruebas de batería en condiciones de buen funcionamiento y de fallo mediante.

Figura 73

Gráfica comparativa – Nivel de carga

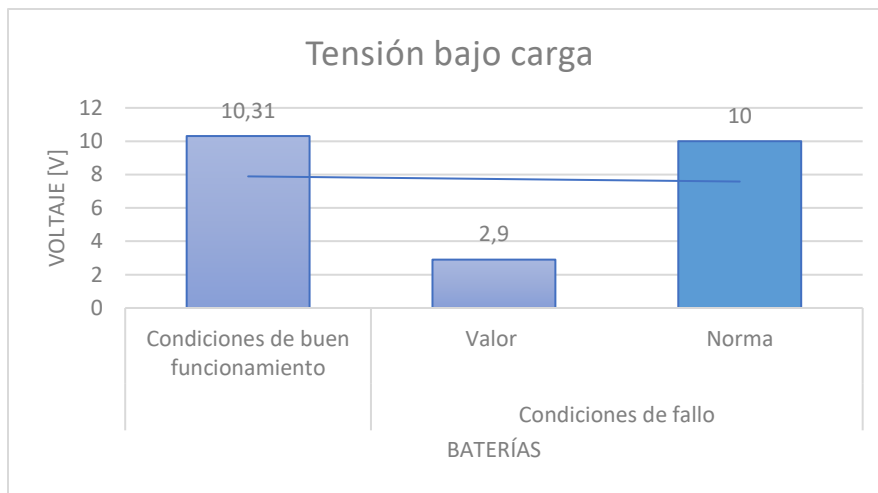


Nota. En la figura se observa la gráfica de variación del nivel de carga respecto del voltaje inicial de la batería en ambas condiciones.

En la gráfica se muestra la comparación del nivel de carga, donde existe una disminución del 80% de la batería en condición de fallo respecto a la que se encuentra en condiciones ideales y una disminución del 90% respecto a la norma SAE.

Figura 74

Gráfica comparativa – Tensión bajo carga

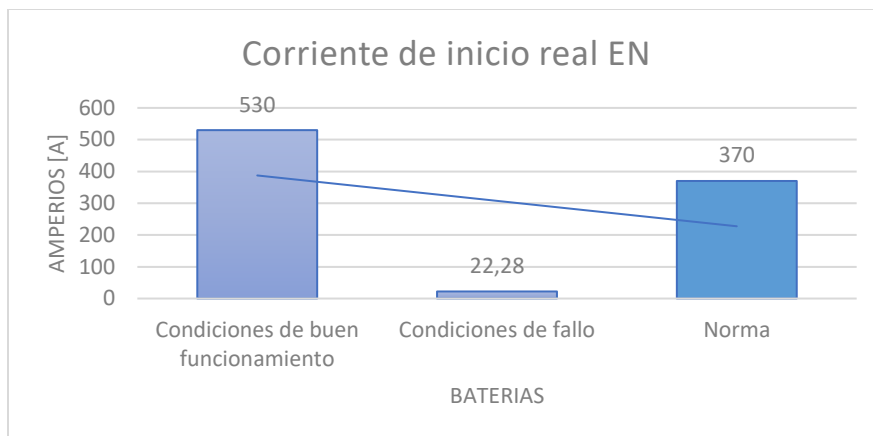


Nota. En la figura se muestra la variación de parámetros respecto a la tensión bajo carga en condiciones ideales y de fallo.

En la gráfica se muestra la variación del 28,12% en cuanto a la tensión bajo carga de la batería en condición de fallo respecto a la que se encuentra en condiciones ideales, debido a que en el transcurso de la prueba se encendió el sistema de iluminación.

Figura 75

Gráfica comparativa – Corriente de inicio real



Nota. En la figura se visualiza la variación de parámetros respecto a la corriente de inicio real en condiciones ideales y de fallo.

La variación del 4,2% en cuanto a la corriente de inicio real de la batería en condiciones de fallo respecto a la que se encuentra en condiciones ideales, debido a que se encuentra descargada.

- ⇒ Con ello, se diagnostica que, la batería en condiciones de fallo se aleja demasiado de los parámetros que emite la norma SAE por lo que se recomienda la sustitución de este componente.

Datos – Análisis del estado módulo/bobina DIS

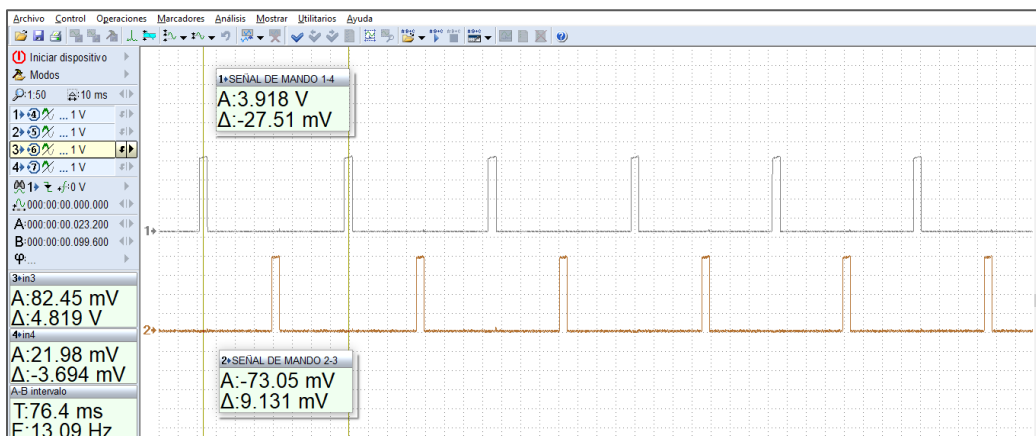
Para conocer el estado del conjunto Módulo/Bobina DIS se realiza la síntesis en dos partes; primero el análisis en condiciones de buen funcionamiento y de fallo del módulo de encendido y luego el análisis de la bobina en ambas condiciones.

Datos – Análisis del módulo de encendido

Con la prueba en condiciones de buen funcionamiento del módulo de encendido se obtienen los siguientes oscilogramas y datos de las señales de mando EST (Electronic Spark Timing) y la comparación con las condiciones de fallo, además se presentará las gráficas de variación de los parámetros de emisiones de gases.

Figura 76

Oscilograma de las señales EST, Óptimo

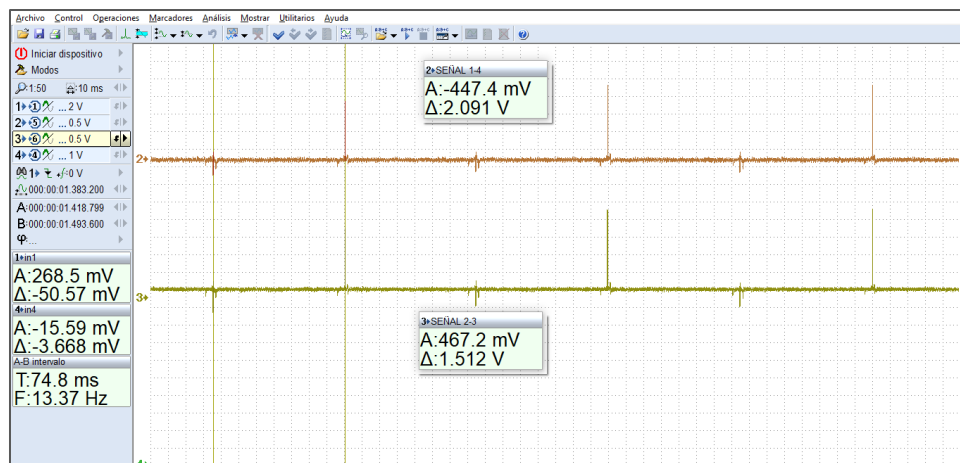


Nota. Se visualiza el oscilograma de las señales de mando EST en condiciones de buen funcionamiento.

Las señales de mando para el salto de chispa denominados EST (Electronic Spark Timing) se encuentran oscilando en perfecto estado, contando con un voltaje de señal de 3,9 V, un periodo entre cada pulso de la señal 1 de 76,4 ms y un periodo de desfase entre el pulso 1 y 2 de 38 ms.

Figura 77

Oscilograma de las señales EST, Fallo



Nota. Se observa el oscilograma de las señales de mando EST en condiciones de fallo.

Incrementado el valor de resistencia original del cable de la señal de mando EST 1 del orden de $5,5 \Omega$ más la resistencia de 550Ω , se genera una disminución en el paso de la intensidad de corriente en dicha línea, correspondiente al pulso de mando de los cilindros 1 – 4, obteniendo una señal sumamente defectuosa, generando solamente picos de interrupción al circuito primario del orden de 447 mV .

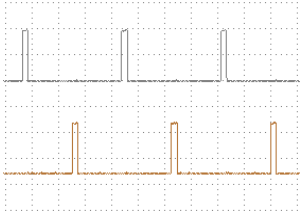
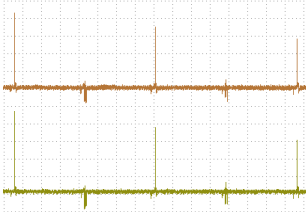
Para la señal de mando EST 2, se tiene una resistencia original en el cable de $5,5 \Omega$ y un incremento de resistencia de 320Ω , colocada en la EST 2 correspondiente al pulso de mando de los cilindros 3 – 2, también se obtiene una señal defectuosa pero los picos de interrupción son del orden de $1,98 \text{ V}$.

Con las pruebas en modo osciloscopio se presentan los datos obtenidos correspondientes al módulo de encendido para condiciones de buen funcionamiento y condiciones de fallo mediante la siguiente tabulación.

Tabla 10

Parámetros obtenidos del Módulo de encendido

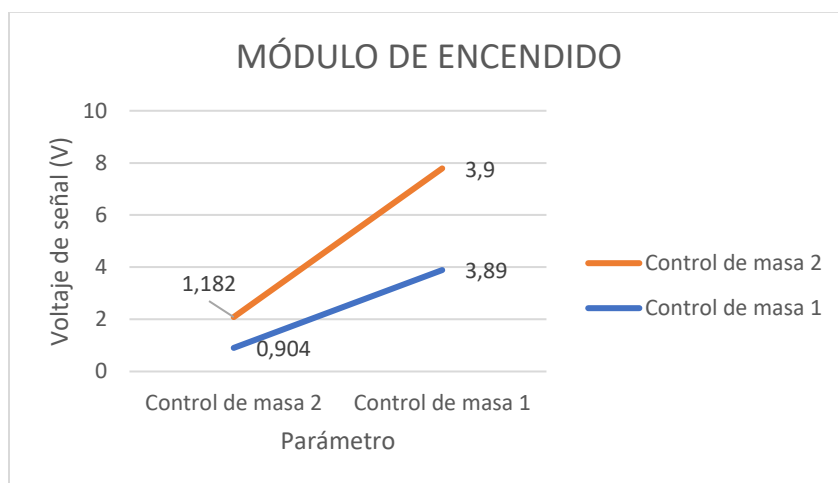
MÓDULO DE ENCENDIDO	Condiciones de buen funcionamiento		Condiciones de fallo	
	Valor (V)	Periodo (ms)	Valor (V)	Periodo (ms)
Tierra	0,01	-	0,02	-
Alimentación	12	-	12	-
Control de masa 1	3,89	74,8	0,904	148,8
Control de masa 2	3,9	74,8	1,182	150,8

MÓDULO DE ENCENDIDO	Condiciones de buen funcionamiento	Condiciones de fallo
Oscilograma		

Nota. En la tabla se muestra la variación de los parámetros obtenidos del módulo de encendido en condiciones de buen funcionamiento y de fallo.

Figura 78

Gráfica comparativa – Voltaje de señal EST

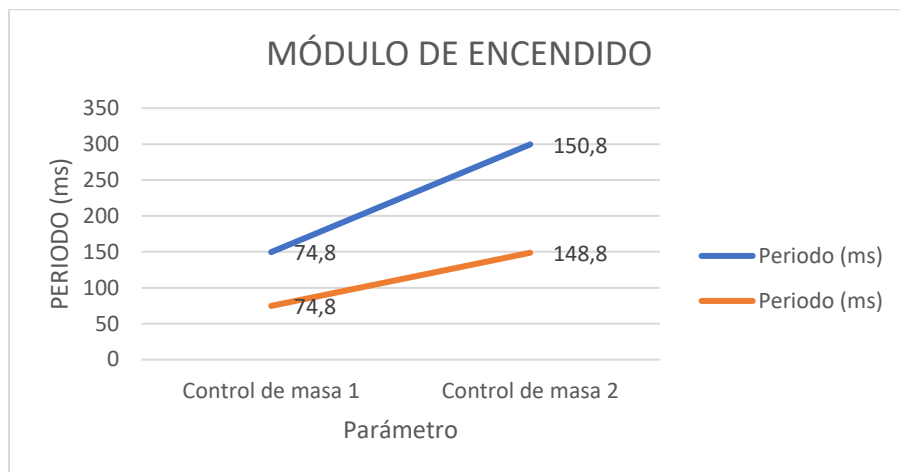


Nota. En la figura se visualiza la variación de parámetros de voltaje de las señales EST, en condiciones ideales y de fallo, para el control de masa 1 y 2.

Con la resistencia de 550Ω en la señal de mando T4a/3, se obtiene una disminución en el voltaje de 3,9 a 1,182 V. Mientras que, con una resistencia de 320Ω en la señal de mando T4a/1, se obtiene una variación de 3,89 a 0,904 V.

Figura 79

Gráfica comparativa – Periodo de las señales EST



Nota. En la figura se detalla la variación del periodo de las señales de control de masa EST, en condiciones ideales y de fallo.

Con la resistencia de 550Ω en la línea de señal de mando T4a/3, se obtiene un aumento en el periodo de 74,8 a 148,8 ms. Mientras que, con una resistencia de 320Ω en la línea de señal T4a/1 se obtiene una variación de 74,8 a 150,8 ms.

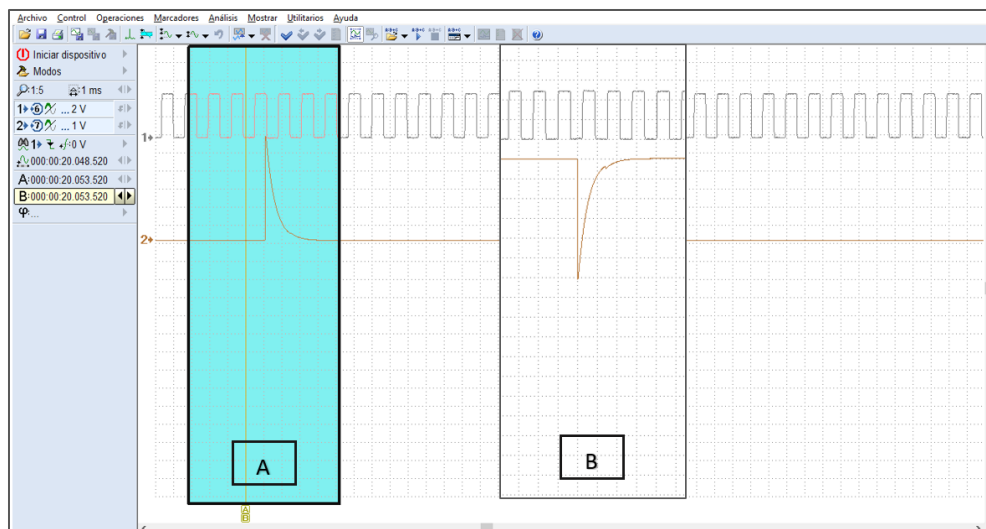
Por ende, por medio del transistor de potencia satura en exceso a la bobina ocasionando los altos picos de voltaje en el periodo de oscilación del oscilograma secundario.

Datos – Análisis de la bobina de encendido

Con el equipo USB Autoscope IV en modo osciloscopio de dos canales a través de las señales de CKP y chispa de la bobina por medio del sensor capacitivo Cx-M en cada torreta de la bobina, se compara en condiciones de buen funcionamiento con las señales cuando se coloca las resistencias en las líneas EST.

Figura 80

Oscilograma chispa de bobina, condiciones de buen funcionamiento



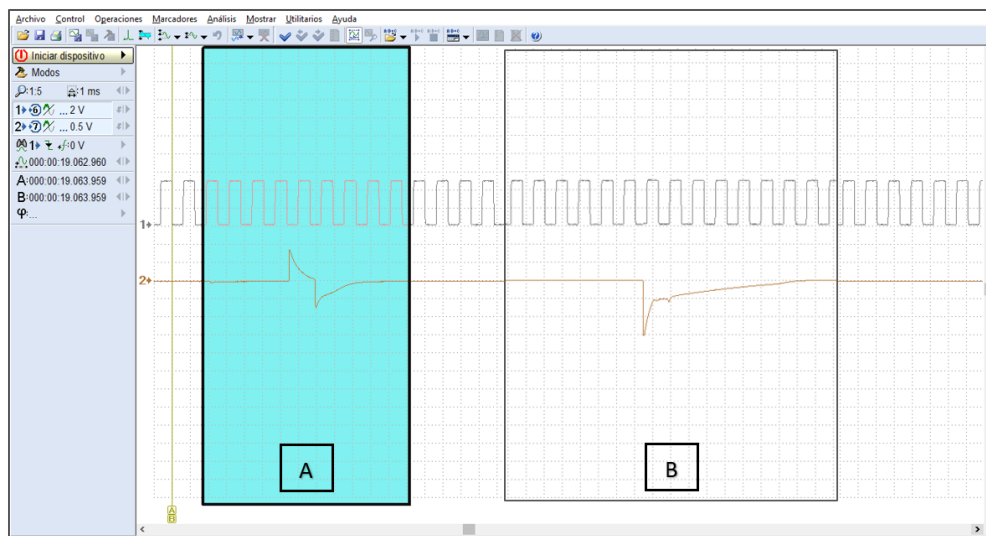
Nota. Se visualiza la señal de chispa del oscilograma captado por el sensor Cx-M tomadas en condiciones de buen funcionamiento.

En la figura 80 A se tiene el oscilograma generado por el sensor capacitivo Cx-M, donde corresponde a las señales tomadas en las torretas 1 y 3 de la bobina de encendido.

En la figura 80 B a las torretas 2 y 4, cuando se encuentra en buenas condiciones. Resaltando que, el cilindro 1 tiene chispa positiva al igual que el cilindro 3, por otro lado, los cilindros 2 y 4 tienen chispa negativa. Por ello se obtiene el sentido de onda hacia arriba positivo y hacia abajo negativo.

Figura 81

Oscilograma chispa de bobina, condiciones de fallo



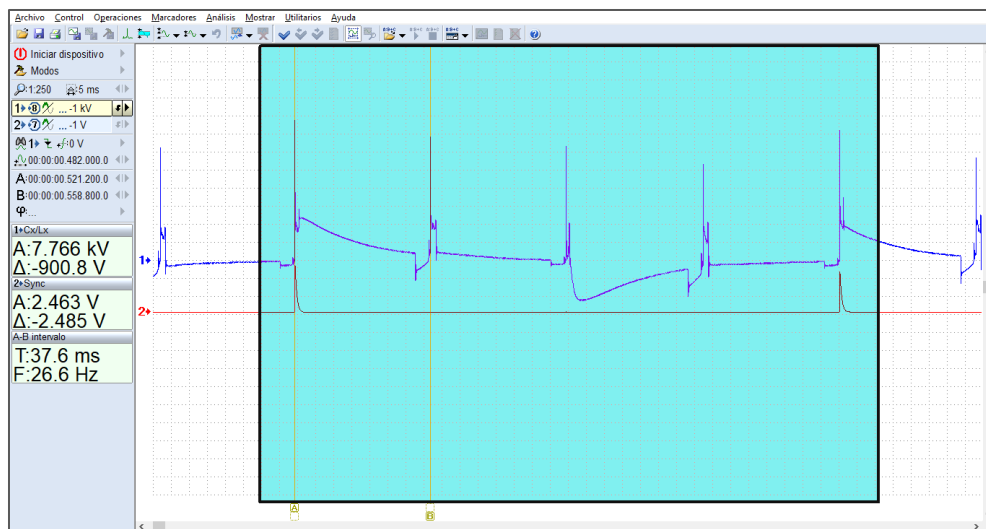
Nota. Se evidencia el oscilograma de las señales de mando captadas en las torretas de la bobina en condiciones de fallo.

En la figura 81 A se tiene el oscilograma generado por el sensor capacitivo Cx-M, donde corresponde a las señales tomadas en las torretas 1 y 3 de la bobina de encendido. Y en la figura 81 B a las torretas 2 y 4, cuando se encuentra colocado las resistencias en las líneas EST del módulo de encendido.

Es preciso recalcar que las señales correspondientes a las torretas 1 y 3 generan pico de tensión positiva, por lo que la gráfica se muestra hacia arriba. Las señales correspondientes a las torretas 2 y 4 generan pico de tensión negativa por lo que la gráfica se muestra hacia abajo.

Figura 82

Oscilograma del secundario en condiciones de fallo, con resistencias en las líneas EST

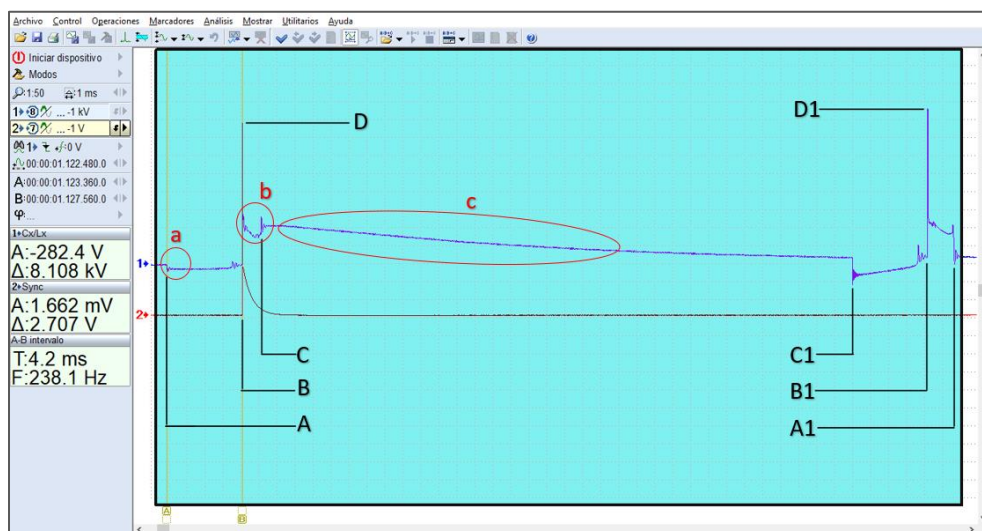


Nota. Se visualiza el oscilograma del secundario Bobina DIS en condiciones de fallo cuando se obstruye las señales de mando EST para el salto de chispa.

Se obtiene una variación masiva en los parámetros de; voltaje de disparo y voltaje de quemado, mientras que los tiempos de saturación y quemado permanecen en el rango aún con los defectos causados.

Figura 83

Identificación de las zonas del Oscilograma del secundario en condiciones de fallo, con resistencias en las líneas EST



Nota. Se visualiza las zonas y parámetros del oscilograma secundario, correspondiente a los cilindros 1 y 3 en condiciones de fallo.

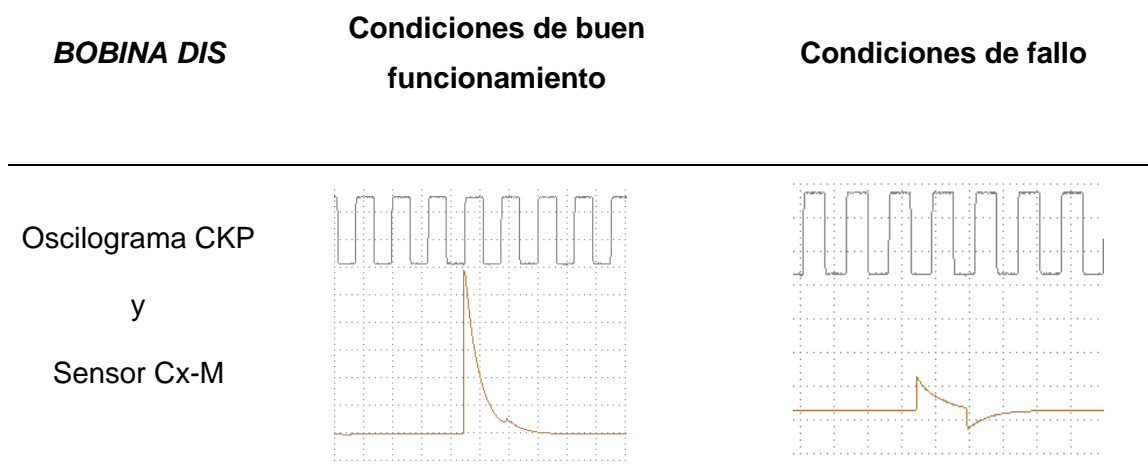
- **Intervalo A – B.** En operación antes del punto A, la tensión se encuentra muy por debajo -105 V aproximadamente, con lo cual se tiene un grave problema ya que el transistor de potencia se encuentra en cortocircuito mandando a masa todo el tiempo.
- **Intervalo B – C.** En el punto B se produce el voltaje de encendido de la bujía, este voltaje es requerido para saltar la chispa y librar la brecha en el electrodo de la bujía 1 – 3, El tramo B – C denominado voltaje de línea de la bujía, se obtiene con fluctuaciones prolongadas.

Se presenta los datos recopilados de las pruebas en condiciones de buen funcionamiento y de fallo de la bobina de encendido mediante la captación de la señal de chispa a través del sensor capacitivo Cx-M.

Tabla 11

Datos de voltajes de chispa captados con sensor Cx-M en la bobina

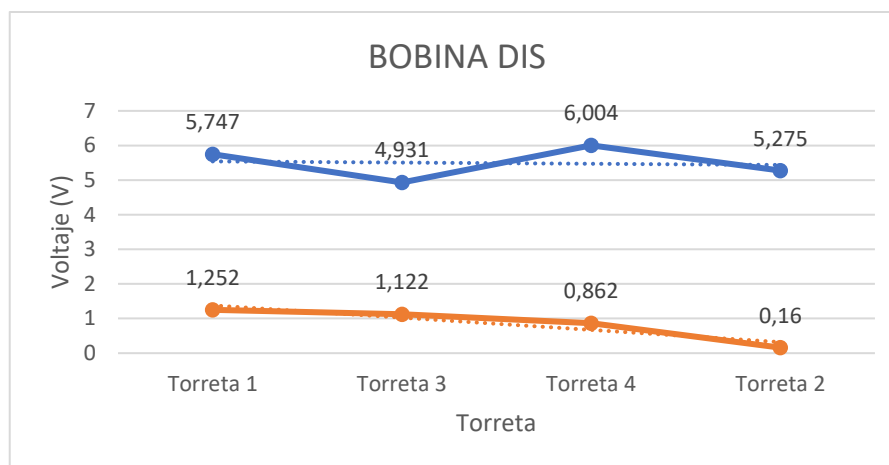
BOBINA DIS	Condiciones de buen funcionamiento		Condiciones de fallo	
	Valor (V)	Periodo (ms)	Valor (V)	Periodo (ms)
Torreta 1	5,747	1,2	1,252	1,28
Torreta 3	4,931	1,84	1,122	1,28
Torreta 4	6,004	1,28	0,862	1,28
Torreta 2	5,275	1,28	0,16	1,28



Nota. En la tabla se detalla los parámetros obtenidos mediante la captación de la chispa en cada una de las torretas de la bobina, en condiciones ideales y de fallo.

Figura 84

Gráfica comparativa – Señales de chispa con Sensor Cx-M



Nota. En la figura se indica la variación de parámetros de voltaje de señal de la chispa captada por el sensor Cx-M en cada torreta de la bobina.

Mediante la gráfica se indica la variación que existe en los valores de voltaje que capta el sensor Cx-M, para las cuatro torretas de la bobina. La curva en azul indica los valores de

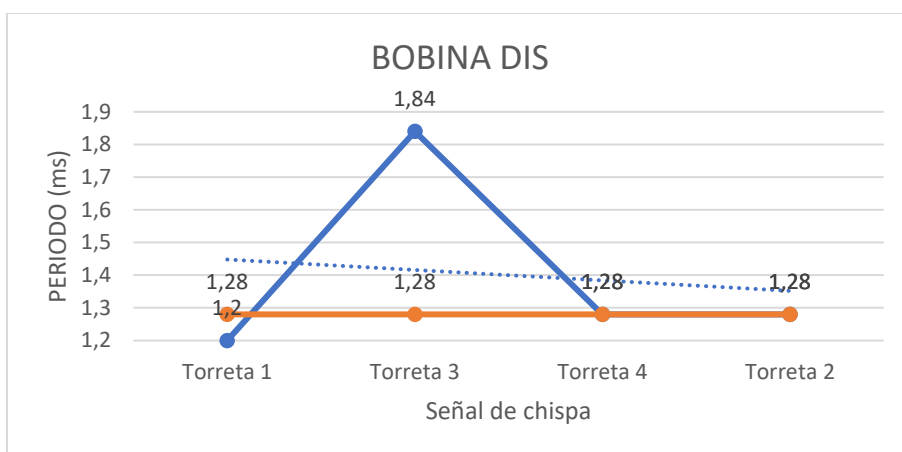
voltaje óptimo con los que se encuentra trabajando la bobina, mientras que, la curva en naranja muestra la disminución en voltaje de dichas señales captadas.

Con ello el voltaje que capta la señal de chispa disminuye en un 15,46% de las condiciones de fallo en cada una de las torretas respecto de las condiciones de buen funcionamiento. Como consecuencia se presenta cascabeleos e inestabilidad del motor.

Resultando una variación considerable en la señal tomada en la torreta 2, ya que al trabajar con un pico de tensión negativo compensa a la torreta 3 que comparte su circuito primario y secundario de la bobina.

Figura 85

Gráfica comparativa – Periodo de las señales de chispa con Sensor Cx-M



Nota. En la figura se visualiza la variación de parámetros de periodo de la señal de chispa captada por el sensor Cx-M en cada torreta de la bobina.

Además de la variación en voltaje de las señales obtenidas con el sensor capacitivo Cx-M, se encuentra una variación en el periodo de las mismas, esto debido a que las señales EST también cambiaron su periodo al interrumpir el flujo de la intensidad de corriente mediante las resistencias colocadas, con lo que se genera una desincronización al tiempo que se genera el voltaje de encendido.

Datos – Comparación con los parámetros de emisiones de gases

De manera de conocer cuánto varía los parámetros de emisiones de gases al contener este fallo en el módulo de encendido se presenta los resultados del análisis de gases tabulado con las condiciones de puesto a punto.

Tabla 12

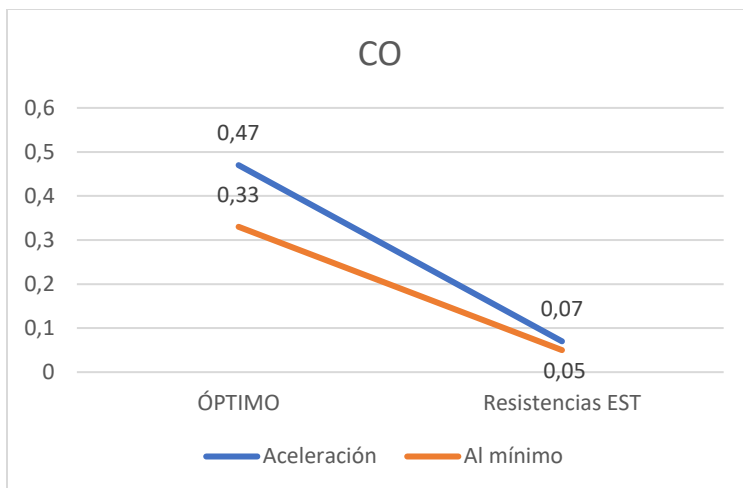
Prueba en condiciones de fallo – Módulo/Bobina DIS

PRUEBA AL MÍNIMO			PRUEBA EN ACELERACIÓN		
Temperatura del Motor	83	(°C)	Temperatura del Motor	83	(°C)
RPM	760	(1/min)	RPM	2540	(1/min)
CO	0,05	(%Vol)	CO	0,07	(%Vol)
CO2	6,8	%Vol)	CO2	7	(%Vol)
O2	11,5	(%Vol)	O2	11,4	(%Vol)
HC	118	(ppm Vol)	HC	87	(ppm Vol)
Lambda	2,161	(-)	Lambda	2,113	(-)

Nota. Se detalla los parámetros reportados de las pruebas al mínimo y en aceleración, cuando se tiene un fallo en el módulo de encendido.

Figura 86

Gráfica comparativa – Análisis de gases puesto apunto y condición de fallo, CO

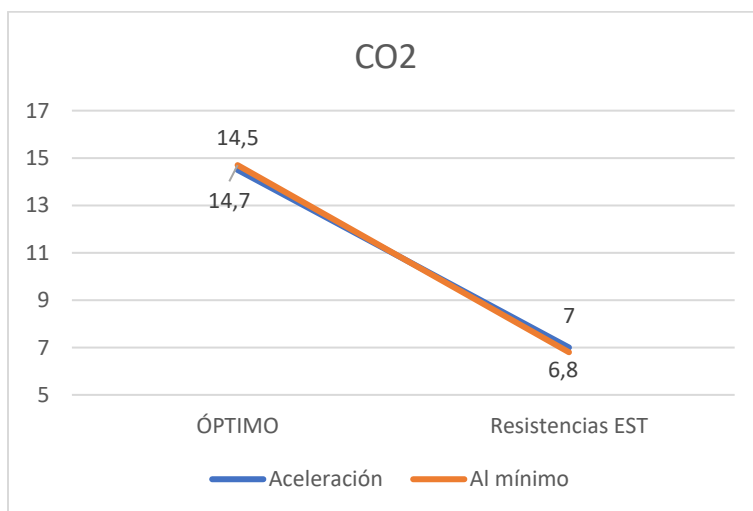


Nota. En la figura se visualiza la gráfica de variación de CO, al mínimo y aceleración del análisis de gases puesto a punto y condición de fallo del módulo.

En la prueba realizada se puede comparar que el valor de 0,33% Vol. de monóxido de carbono (CO) al mínimo en condiciones ideales tiene una reducción cuando se coloca las resistencias en las líneas EST con un valor de 0,28% Vol. De igual manera para la prueba en aceleración tiene una reducción de 0,4% Vol.

Figura 87

Gráfica comparativa – Análisis de gases puesto apunto y condición de fallo, CO2

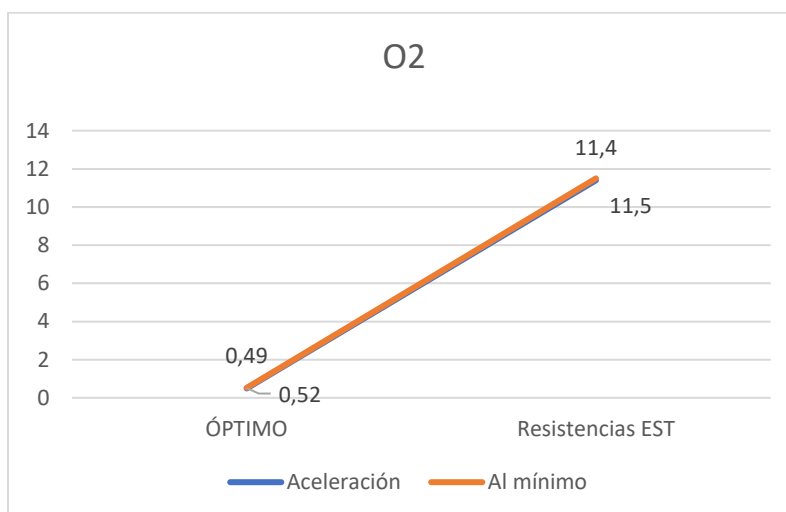


Nota. En la figura se observa la variación de CO₂ del análisis de gases óptimo y fallo con las resistencias en las señales de mando EST.

En la prueba realizada se puede identificar que el valor de 14,5% Vol. de dióxido de carbono (CO₂) al mínimo en condiciones ideales tiene una reducción cuando se coloca las resistencias en las líneas EST con un valor de 7,7% Vol. De igual manera para la prueba en aceleración tiene una reducción de 7,7% Vol.

Figura 88

Gráfica comparativa – Análisis de gases puesto apunto y condición de fallo, O₂

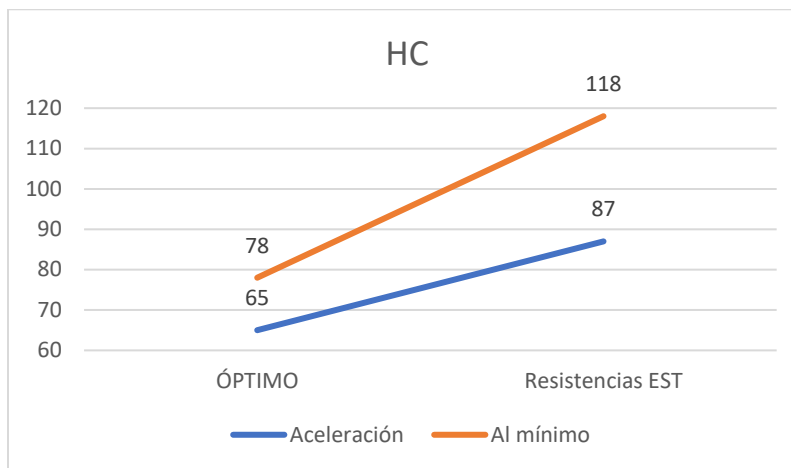


Nota. En la figura se muestra un incremento de O₂ del análisis de gases óptimo y fallo en las señales de mando EST.

En el ensayo realizado se muestra que el valor de 0,49% Vol. oxígeno (O₂) al mínimo en condiciones ideales tiene un aumento cuando se coloca las resistencias en las líneas EST con un valor de 10,91% Vol. De igual manera para la prueba en aceleración tiene una reducción de 11,01% Vol. Lo que indica que la ECM da la orden de compensar mediante la capacidad de llenado a los cilindros.

Figura 89

Gráfica comparativa – Análisis de gases puesto apunto y condición de fallo, HC

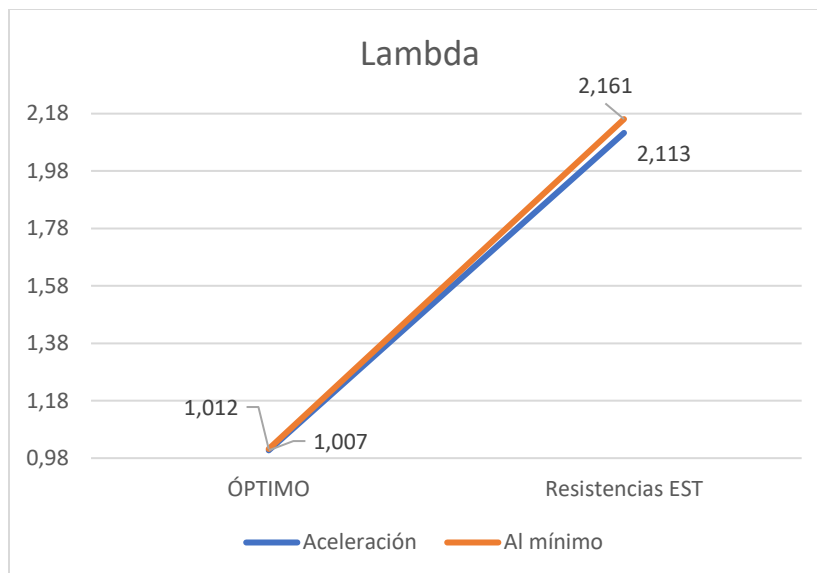


Nota. En la figura se identifica el incremento de HC del análisis de gases óptimo y fallo en las señales de mando EST.

En la prueba realizada se puede visualizar que el valor de 78 ppm Vol. de hidrocarburos (HC) en condiciones ideales al mínimo existe un aumento cuando se coloca las resistencias en las líneas EST con un valor de 40 ppm Vol. (HC), de igual manera para la prueba en aceleración tiene un aumento de 22 ppm Vol. (HC) lo que indica que existe una combustión deficiente.

Figura 90

Gráfica comparativa – Análisis de gases puesto apunto y condición de fallo, Lambda



Nota. En la figura se indica el parámetro que más varió con esta condición de fallo, Lambda del análisis de gases óptimo y fallo con las resistencias en las señales EST.

En la prueba realizada se identifica que el valor de 1,002 (Lambda) en condiciones ideales al mínimo incrementa doblemente su valor cuando se coloca resistencias en las líneas EST, del orden de 1,159 de igual manera para la prueba en aceleración tiene un aumento de 1,101 lo que indica que la proporción estequiométrica aire/combustible tiene un desajuste, como detallamos en la anterior gráfica de O₂ ingresando en cantidades excesivas al motor, obteniendo como resultado una mezcla pobre.

- ➔ Se destaca que para las pruebas realizadas en el Módulo/Bobina DIS se tiene una variación amplia en todos los parámetros de gases, cuando se interrumpe las señales de mando para la generación de chispa en las líneas EST antes al ingreso de la bobina, por lo que se diagnostica de manera precisa cuando este componente está fallando.

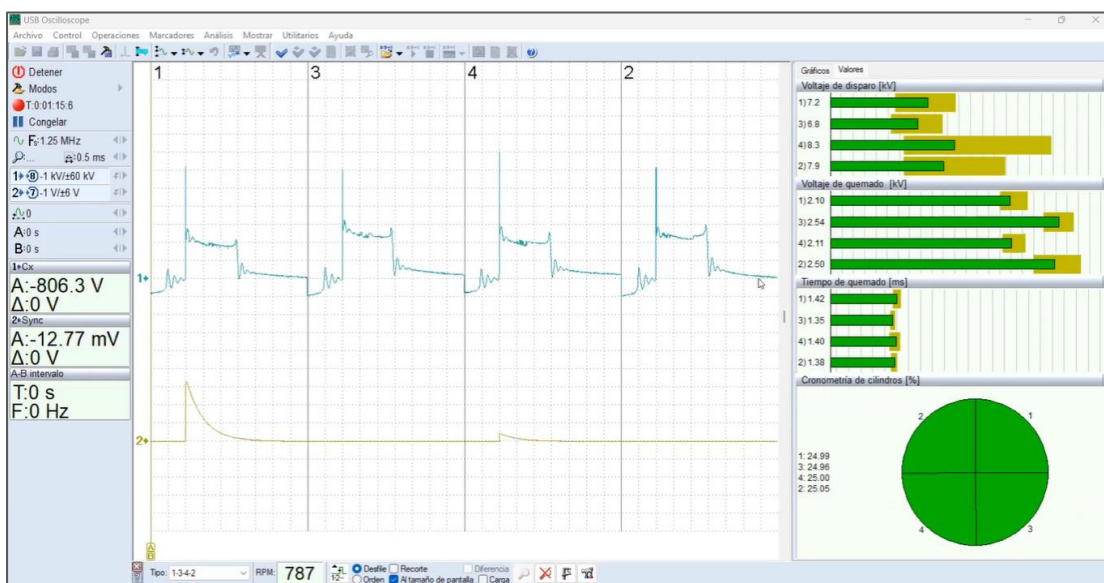
Datos – Análisis de la prueba del estado de cables de alta tensión

Con el equipo en modo Encendido se obtienen los oscilogramas del circuito secundario, mediante los sensores capacitivos DIS CX 6 se realiza la comparación de los oscilogramas y la

confluencia con el análisis de emisiones contaminantes, con lo que se obtiene un diagnóstico preciso de la bobina y con ello los cables de alta tensión.

Figura 91

Oscilograma del secundario en condiciones de buen funcionamiento



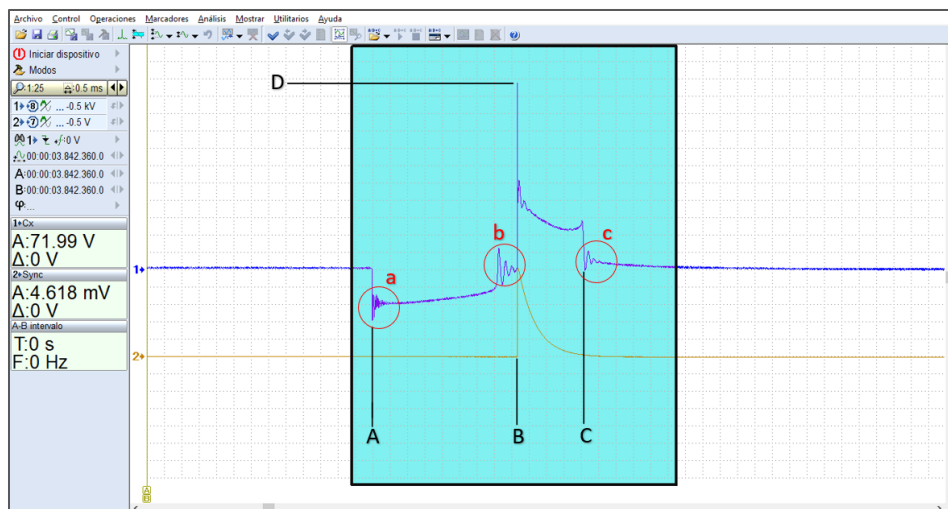
Nota. Se visualiza el oscilograma del circuito secundario de la bobina en condiciones de buen funcionamiento.

Se visualiza cada oscilograma generado en el circuito secundario producido por la bobina doble DIS, al contar con dos bobinas convencionales en su interior teniendo dos bobinados primarios y dos secundarios.

Por ende, los oscilogramas 1 – 4 tendrán confluencia entre sí, de la misma manera los oscilogramas 2 – 3, ya que ambos comparten el circuito secundario respectivamente.

Figura 92

Análisis del oscilograma secundario, en condiciones de buen funcionamiento



Nota. Se muestra las zonas y los parámetros correspondientes al oscilograma del circuito secundario en condiciones de buen funcionamiento.

En el oscilograma del circuito secundario se encuentran los siguientes parámetros de análisis y comprobación:

- ⇒ Voltaje de disparo
 - ⇒ Voltaje de quemado
 - ⇒ Tiempo de quemado
- **Intervalo A – B.** En operación antes del punto A, la tensión se encuentra en 50 V aproximadamente, en el punto A el embobinado se conecta a tierra, por ende, la tensión cae a cero, este periodo es controlado por el módulo de encendido o la ECM.
 - **Intervalo B – C.** En el punto B se produce el voltaje de encendido de la bujía, este voltaje es requerido para saltar la chispa y librar la brecha en el electrodo de la bujía. El tramo B – C denominado voltaje de línea de la bujía, sirve para mantener funcionando la bujía.

En el punto C, luego del trabajo de la bujía, se produce la caída de tensión finalizando el tiempo de quemado.

Los detalles a y c indican las oscilaciones para amortiguar las caídas de tensión abruptas y deben encontrar de 3 picos como mínimo que indican un buen funcionamiento de la bobina, con lo que se evidenciar dichas oscilaciones.

Esta señal se encuentra inicialmente operando con un voltaje de 42,46 V, al intervalo nombrado como A se conoce como tiempo de saturación de la bobina (DWELL), tiene un periodo de 4,48 ms y su tensión es negativa, justo donde sincroniza la señal de chispa actúa el transistor de potencia y se genera el pico inductivo B, del orden de 8,194 kV.

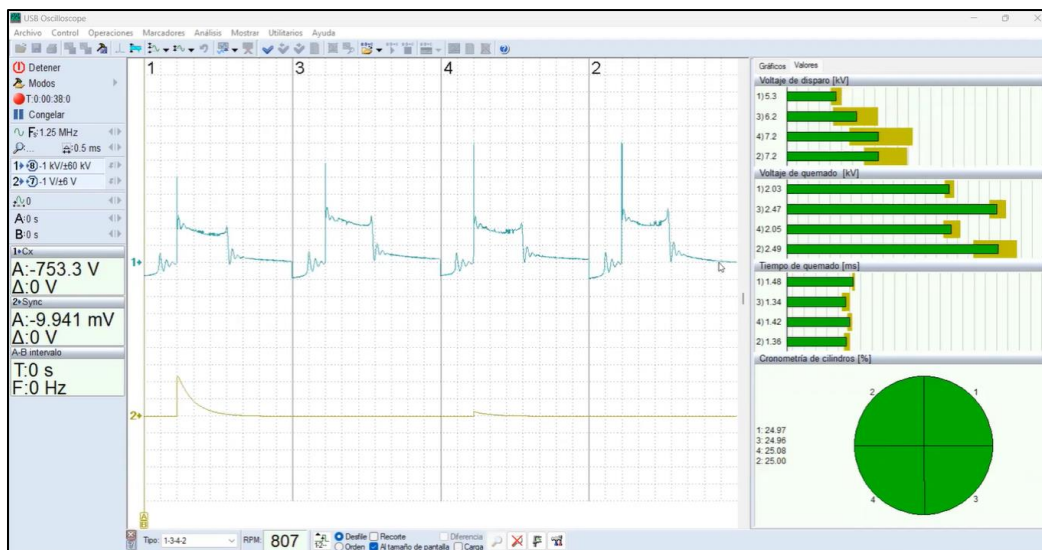
El intervalo nombrado como C se denomina tiempo de quemado, tiene un periodo de 1,56 ms y su tensión se encuentra en 2,021 kV. A partir de este punto comienza la amortiguación de la señal disminuyendo su voltaje a 175,4 V hasta llegar a los 27,69 V estables para iniciar con un nuevo ciclo.

Los valores descritos se encuentran dentro del rango operativo para un encendido electrónico DIS simultáneo (chispa perdida).

Condición de fallo 1: Cable N°1 con desgaste normal.

Figura 93

Desfile Plug-In del oscilograma secundario, cable N°1 con desgaste normal

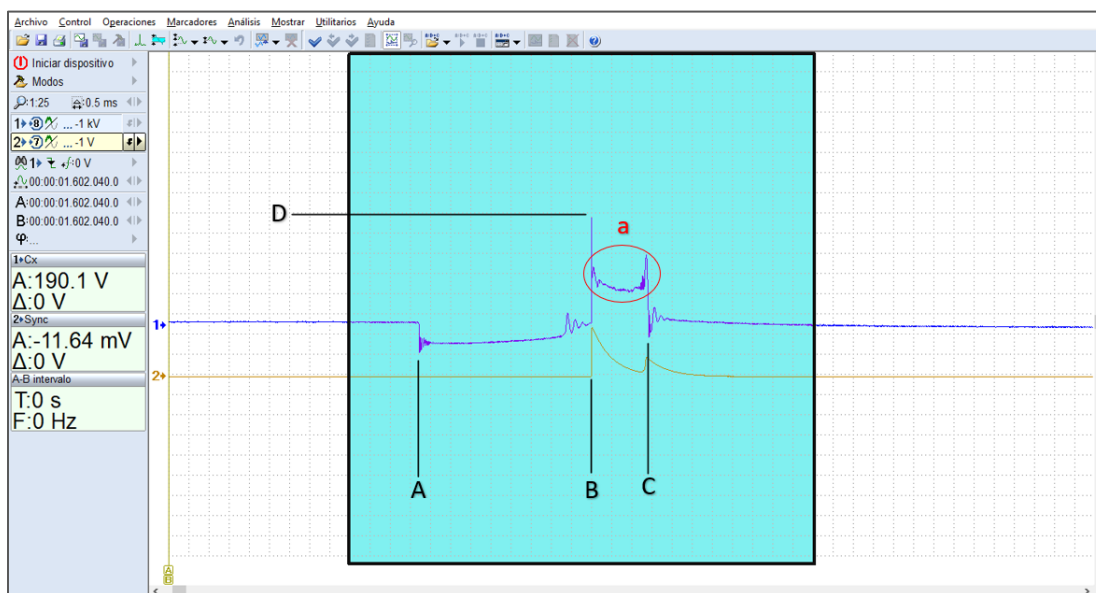


Nota. Se visualiza el desfile del oscilograma del secundario Bobina DIS, cuando trabaja con un cable de alta tensión más desgastado que los demás.

- Mediante los datos que emite el equipo se puede constatar que, los parámetros varían ligeramente con respecto a las condiciones de buen funcionamiento obteniendo para el cilindro N°1:
- Disminución en el voltaje de disparo, de 7,2 a 5,3 [kV], disminución en el voltaje de quemado de 2,10 a 2,03 [kV] y un ligero aumento en el tiempo de quemado de 1,42 a 1,48 [ms].

Figura 94

Análisis del oscilograma, cable N°1 con desgaste normal



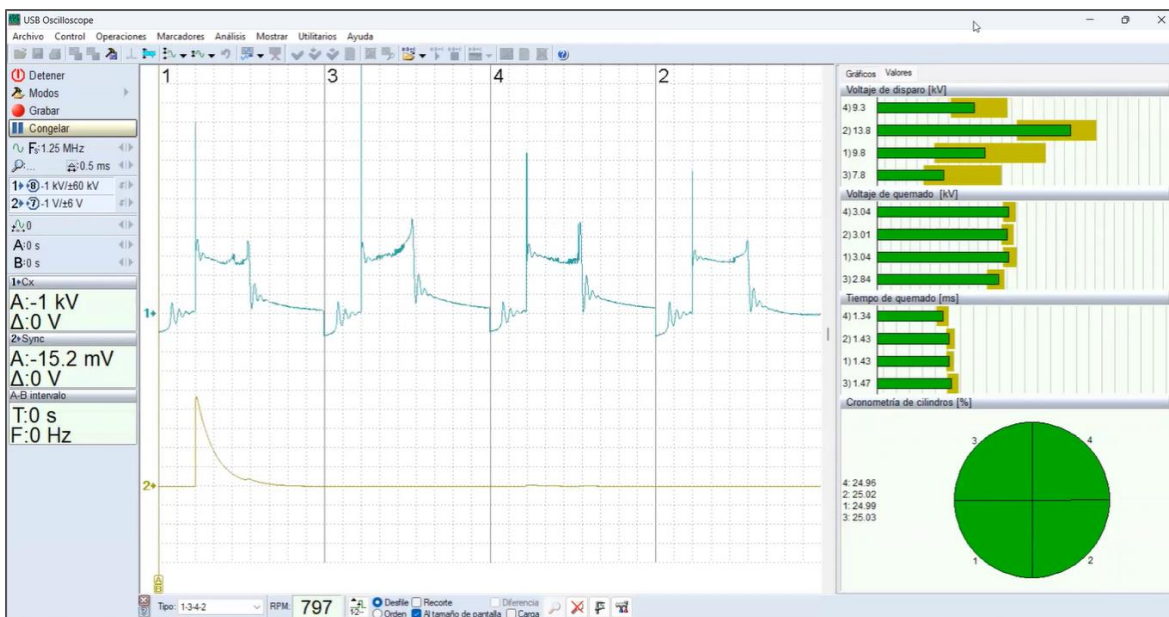
Nota. Se observa en la figura el detalle de zonas y los parámetros correspondientes al oscilograma del circuito secundario del cilindro 1, cable de alta tensión 1.

- **Intervalo A – B.** En operación antes del punto A, la tensión se encuentra en 65 V aproximadamente, en este intervalo no se presentan irregularidades en la señal.
- **Intervalo B – C.** En el punto B se produce el voltaje de encendido de la bujía, este voltaje es requerido para saltar la chispa y librar la brecha en el electrodo de la bujía N°1, donde el pico de kV está limitado. El tramo B – C denominado voltaje de línea de la bujía, se obtiene con fluctuaciones ligeras como se muestra en el detalle a, indicando una mala combustión.

Condición de fallo 2: Cable N°2 recubierto por aceite.

Figura 95

Desfile Plug-In del oscilograma secundario, cable N°2 recubierto por aceite

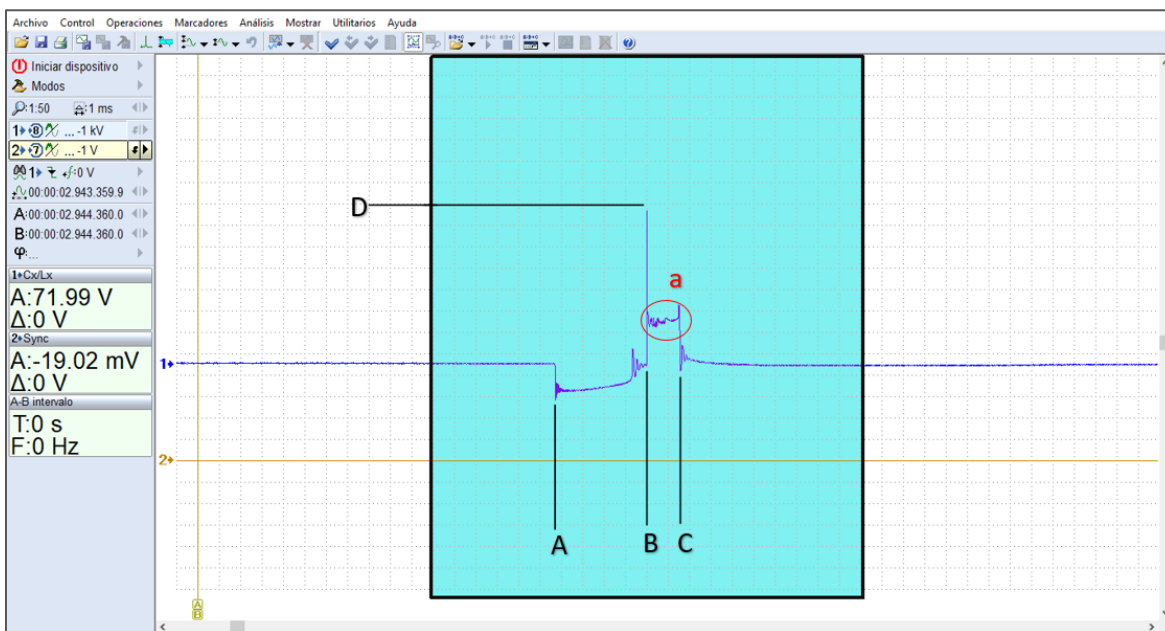


Nota. Se visualiza el oscilograma del circuito secundario Bobina DIS, cuando trabaja con un cable de alta tensión recubierto por aceite.

- Mediante los datos que emite el equipo se puede constatar que, los parámetros varían considerablemente con respecto a las condiciones de buen funcionamiento obteniendo para el cilindro N°2:
- Aumento en el voltaje de disparo, de 7,9 a 13,8 [kV], disminución en el voltaje de quemado de 2,50 a 3,01 [kV] y un ligero aumento en el tiempo de quemado de 1,38 a 1,43 [ms].
- Además, al realizar el análisis gráfico del oscilograma se obtiene claramente el fallo ya que la compensación del cilindro 3 es evidente.

Figura 96

Análisis del oscilograma, cable N°2 recubierto por aceite



Nota. Se visualizan los detalles en las zonas que varía y los parámetros correspondientes al oscilograma del circuito secundario del cilindro 2, cable de alta tensión 2.

- **Intervalo A – B.** En operación antes del punto A, la tensión se encuentra en 60 V aproximadamente, en este intervalo no se presentan irregularidades en la señal.
- **Intervalo B – C.** En el punto B se produce el voltaje de encendido de la bujía, este voltaje es requerido para saltar la chispa y librar la brecha en el electrodo de la bujía N°2, donde el pico de kV está limitado. El tramo B – C denominado voltaje de línea de la bujía, se obtiene con fluctuaciones ligeras como se muestra en el detalle a, indicando una mala combustión.

Condición de fallo 3: Cable N°3 con alta resistencia.

Figura 97

Desfile Plug-In del oscilograma secundario, cable N°3 con alta resistencia

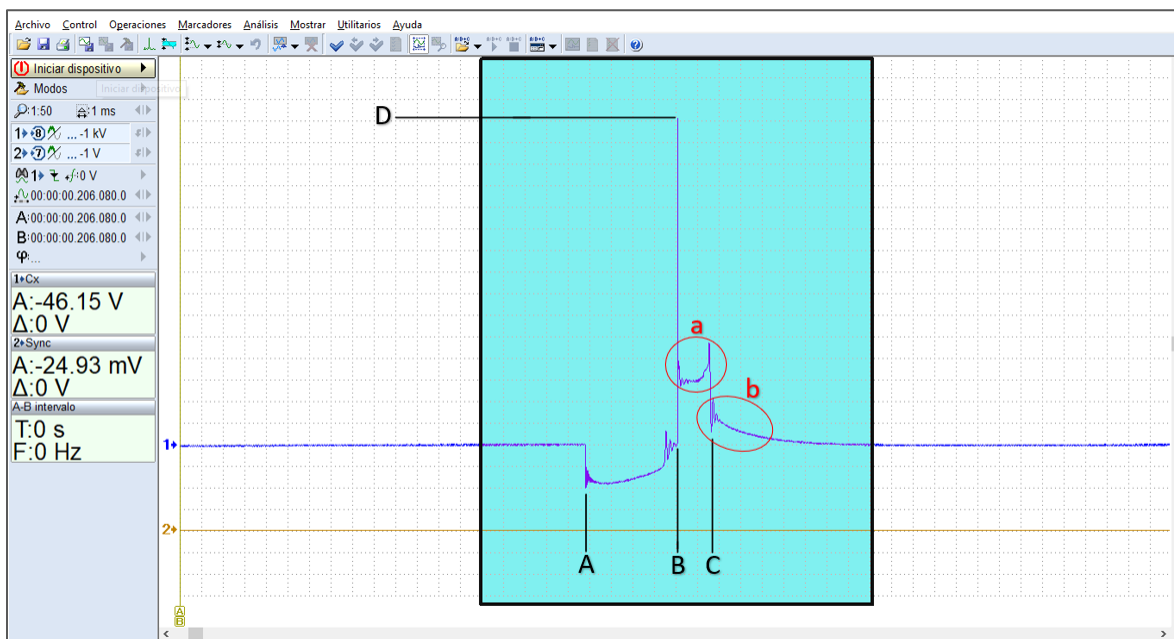


Nota. Se obtiene el oscilograma del circuito secundario Bobina DIS, cuando trabaja con un cable de alta tensión con mayor resistencia que los demás en el cilindro 4.

- Mediante los datos que emite el equipo se puede constatar que, los parámetros varían ligeramente con respecto a las condiciones de buen funcionamiento obteniendo para el cilindro N°3:
- Disminución en el voltaje de disparo, de 6,8 a 6,4 [kV], disminución en el voltaje de quemado de 2,54 a 2,08 [kV] y el tiempo de quemado permanece en 1,35 [ms].
- Por lo que se diagnostica la existencia de una alta resistencia en la pareja de cilindros 1 y 4 al compartir el mismo bobinado secundario.

Figura 98

Análisis del oscilograma, cable N°3 con alta resistencia



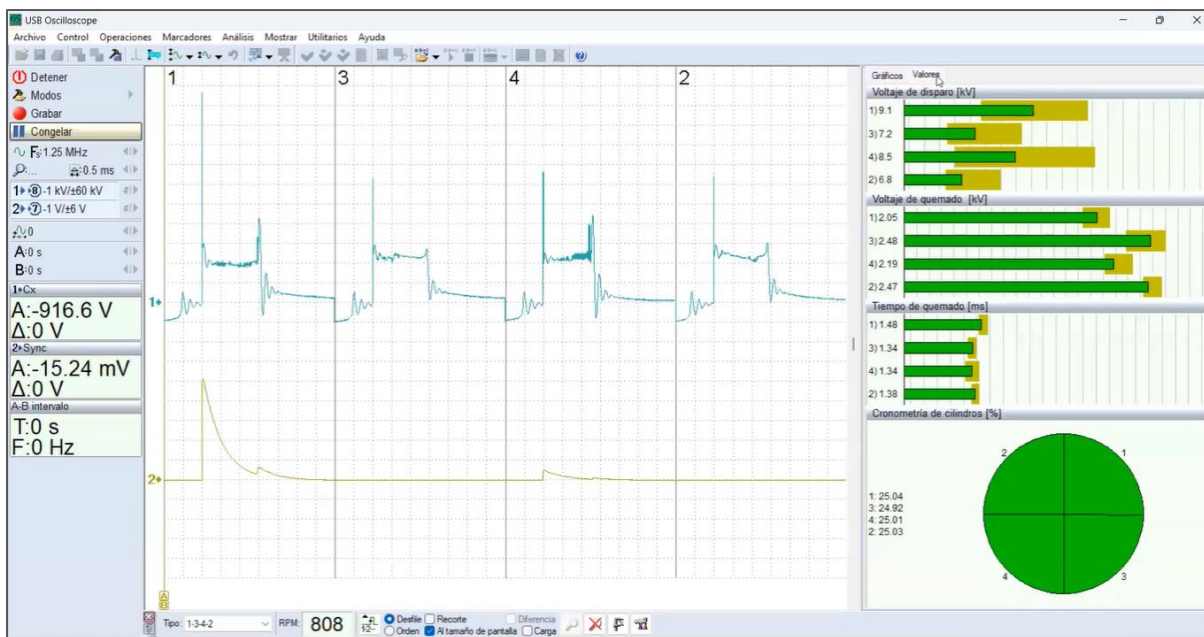
Nota. Se observa la variación de las zonas a y b, además de los parámetros correspondientes al oscilograma del circuito secundario del cilindro 3, cable de alta tensión 3.

- **Intervalo A – B.** En operación antes del punto A, la tensión se encuentra en 45 V aproximadamente, en este intervalo no se presentan irregularidades en la señal.
- **Intervalo B – C.** En el punto B se produce el voltaje de encendido de la bujía, este voltaje es requerido para saltar la chispa y librar la brecha en el electrodo de la bujía N°3, donde el pico de kV se encuentra en el rango. El tramo B – C denominado voltaje de línea de la bujía, se obtiene con fluctuaciones ligeras como se muestra en el detalle a, indicando una mala combustión y en el detalle b, las oscilaciones se producen antes de llegar a cero voltios.

Condición de fallo 4: Cable N°3 sulfatado – oxidado

Figura 99

Desfile Plug-In del oscilograma secundario, cable N°4 sulfatado – oxidado

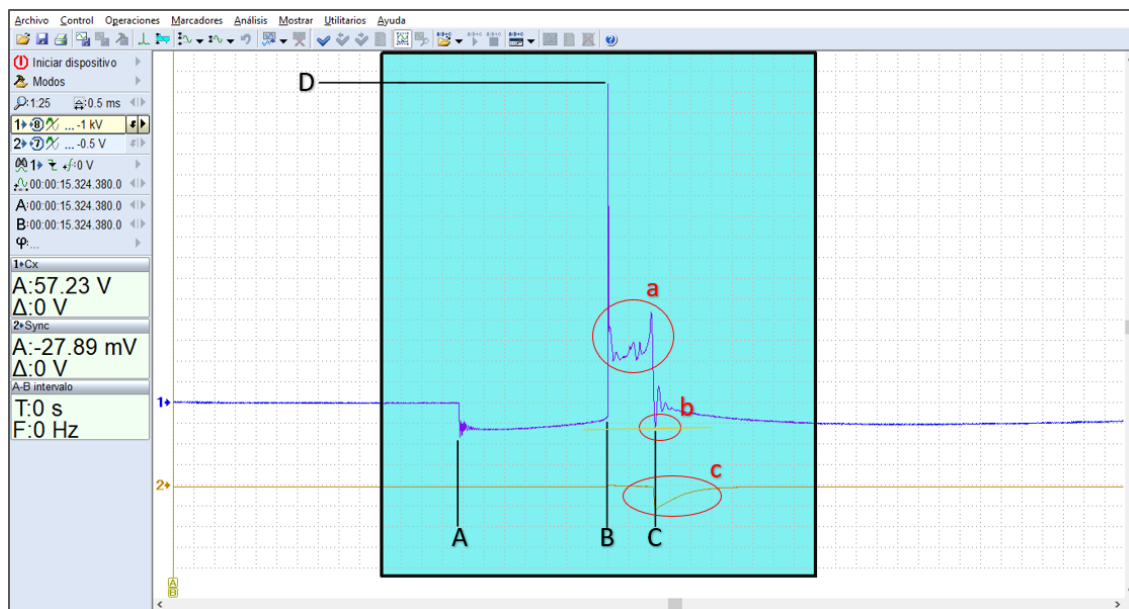


Nota. Se identifica claramente el oscilograma de encendido secundario con fallo en el cilindro 4, con el cable N°4 sulfatado – oxidado, se visualiza una variación en la señal para el cilindro 1.

- Mediante los datos que emite el equipo se puede constatar que, los parámetros varían ligeramente con respecto a las condiciones de buen funcionamiento obteniendo para el cilindro N°4:
- Un ligero incremento en el voltaje de disparo, de 8,3 a 8,5 [kV], ligero incremento en el voltaje de quemado de 2,11 a 2,19 [kV] y una ligera disminución en el voltaje de quemado de 1,40 a 1,34 [ms].

Figura 100

Análisis del oscilograma, cable N°4 sulfatado – oxidado



Nota. Se detalla las zonas de fallo en los parámetros correspondientes al oscilograma del circuito secundario del cilindro 4, cable de alta tensión 4.

- **Intervalo A – B.** En operación antes del punto A, la tensión se encuentra en 55 V aproximadamente, en el punto B se pueden evidenciar una anomalía ya que no existe las oscilaciones para producir la corriente necesaria que debe producir la bobina la autoinducción magnética.
- **Intervalo B – C.** En el punto B se produce el voltaje de encendido de la bujía, este voltaje es requerido para saltar la chispa y librar la brecha en el electrodo de la bujía N°4. El tramo B – C denominado voltaje de línea de la bujía, se obtiene con fluctuaciones excesivas como se muestra en el detalle a, indicando una mala combustión, cascabeleos e inclusive detonaciones, en el detalle b se observa que la tensión cae abruptamente por debajo de la traza de corriente que induce la bobina, finalmente en el detalle c se evidencia la sincronización de chispa del cilindro 1, ya que para el cilindro 4 el pico debe estar hacia abajo al tener intensidad de corriente negativa.

Tabla 13

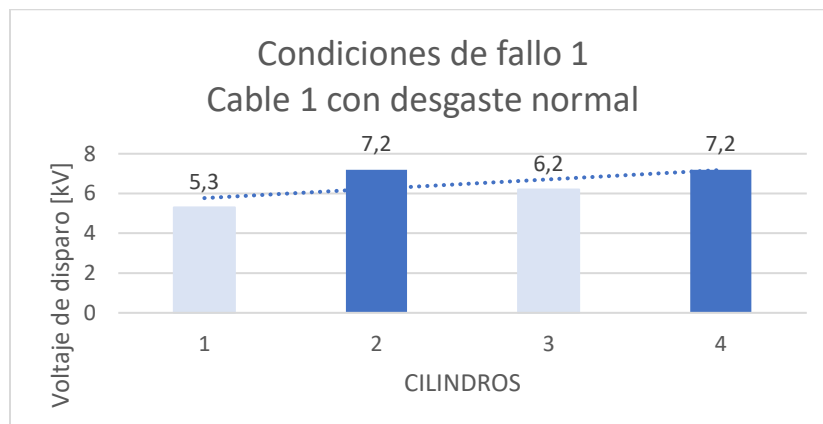
Comparación de parámetros obtenidos del oscilograma secundario

CABLES DE ALTA TENSIÓN		Condición Óptimo	Cable 1 con desgaste normal	Cable 2 recubierto por aceite	Cable 3 con alta resistencia	Cable 4 sulfatado - oxidado
Parámetro	Cilindro	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
Voltaje de disparo (kV)	1	5,4	5,3 *	9,8 *	5	9,1 **
	2	7,1	7,2	13,8 **	7	6,8
	3	6,4	6,2	7,8 *	6,4	7,2 *
	4	6,6	7,2	9,3 *	8	8,5 *
Voltaje de quemado (kV)	1	1,77	2,03 *	3,04 **	1,78	2,05 *
	2	2,1	2,49 *	3,01 **	2,04	2,47 *
	3	2,09	2,47 *	2,84 *	2,08	2,48 *
	4	1,76	2,05	3,04 **	1,79	2,19 *
Tiempo de quemado (ms)	1	1,43	1,48 *	1,43	1,45	1,48 *
	2	1,36	1,36	1,43	1,37	1,38
	3	1,33	1,34	1,47 *	1,35	1,34
	4	1,41	1,42	1,34	1,39	1,34

Nota. En la tabla se expone la variación de parámetros de; voltaje de disparo, quemado y tiempo de quemado correspondientes a los fallos generados con cada tipo de cable en cada cilindro, verificando una alteración en sus valores, considerando con; [*] una variación media y [**] una variación amplia.

Figura 101

Gráfica comparativa – Voltaje de disparo, Cable 1

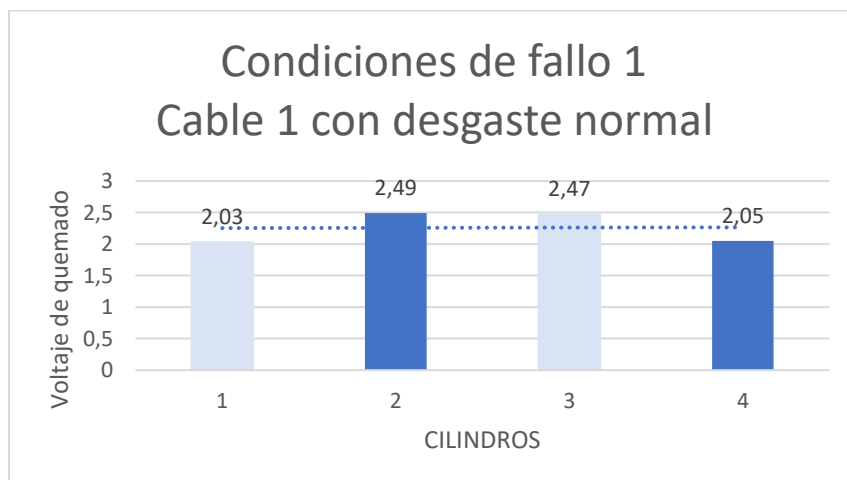


Nota. En la figura se observa una variación del voltaje de disparo cuando trabaja con un cable de alta tensión con desgaste normal en el primer cilindro.

En la gráfica se muestra la variación que existe en el voltaje de disparo del orden de 1,56 kV al utilizar un cable de alta tensión más desgastado que los demás en el cilindro uno, en comparación con los demás cables que se encuentran en buen estado.

Figura 102

Gráfica comparativa – Voltaje de quemado, Cable 1

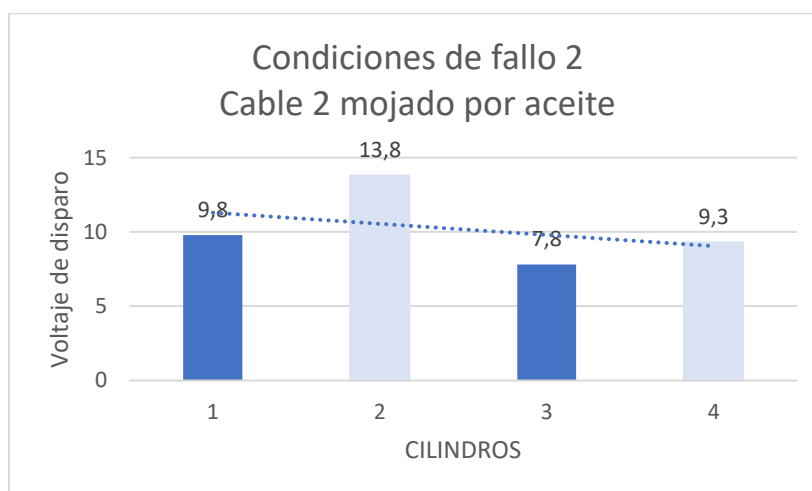


Nota. En figura se indica la variación del voltaje de quemado cuando trabaja con un cable de alta tensión con desgaste normal en el primer cilindro.

En la gráfica se indica la variación que existe en el voltaje de quemado del orden de 0,31 kV al utilizar un cable de alta tensión más desgastado que los demás en el cilindro uno, con ello se tiene una mala combustión.

Figura 103

Gráfica comparativa – Voltaje de disparo, Cable 2

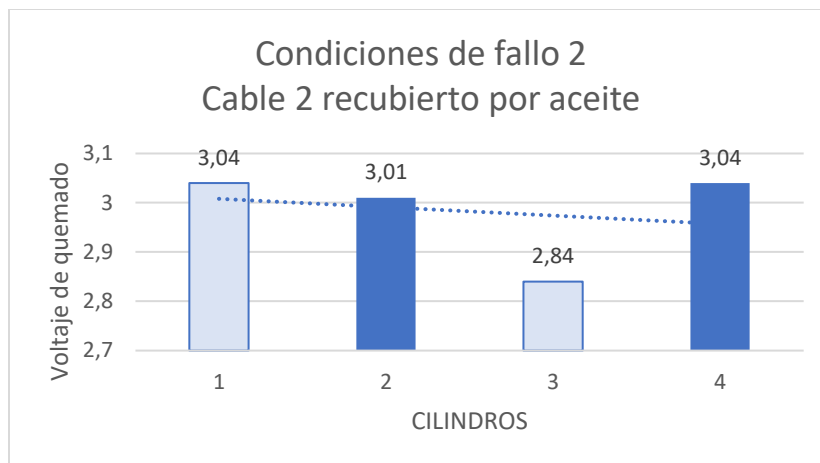


Nota. En la figura se visualiza la variación del voltaje de disparo cuando trabaja con un cable de alta tensión recubierto por aceite en segundo cilindro.

En la gráfica se visualiza la variación que existe en el voltaje de disparo del orden de 4,83 kV al utilizar un cable de alta tensión mojado por aceite en el segundo cilindro en comparación con los demás cables que se encuentran en buen estado con un voltaje de disparo de 8,96 kV en promedio.

Figura 104

Gráfica comparativa – Voltaje de quemado, Cable 2

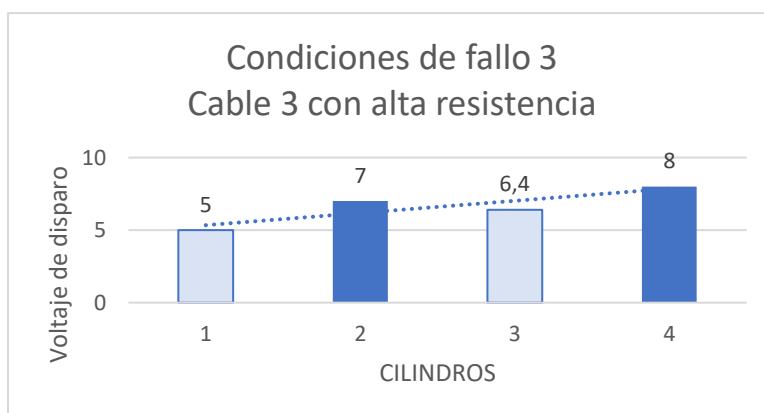


Nota. En la figura se ilustra la variación del voltaje de quemado cuando trabaja con un cable de alta tensión recubierto por aceite en el segundo cilindro.

En la gráfica se compara la variación que existe en el voltaje de quemado del orden de 0,19 kV en el cilindro 3 ya que comparte su bobinado primario y secundario, por ende, existe una compensación entre ambos voltajes de quemado, al utilizar un cable de alta tensión recubierto por aceite en el segundo cilindro, con ello se reduce una mala combustión.

Figura 105

Gráfica comparativa – Voltaje de disparo, Cable 3

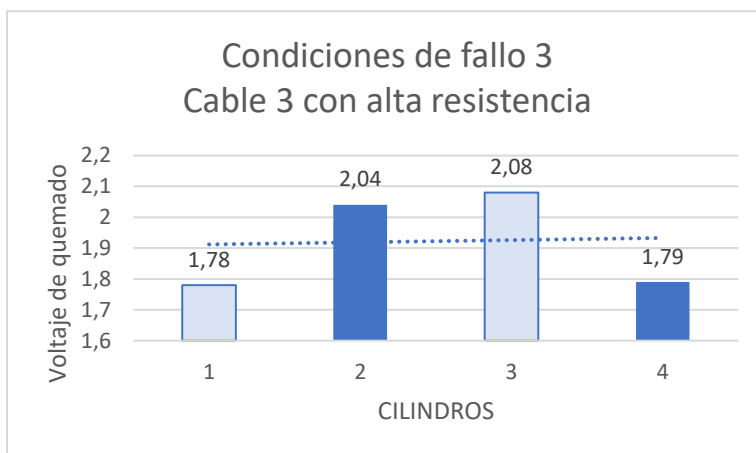


Nota. En la figura se visualiza comparativamente el voltaje de disparo cuando trabaja con un cable de alta tensión con alta resistencia.

En la gráfica se muestra la variación que existe en el voltaje de disparo del orden de 0,27 kV al utilizar un cable de alta tensión con alta resistencia en el tercer cilindro en comparación con los demás cables que se encuentran en buen estado con un voltaje de disparo de 6,48 kV en promedio.

Figura 106

Gráfica comparativa – Voltaje de quemado, Cable 3

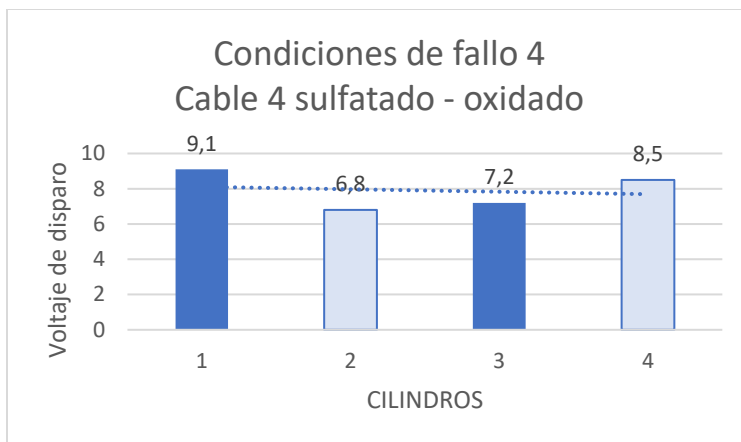


Nota. En la figura se detalla la variación del voltaje de quemado cuando se trabaja con un cable de alta tensión con alta resistencia.

En la gráfica se indica la variación que existe en el voltaje de quemado incrementándose 0,28 kV el cilindro 2 y 3 ya que comparte su bobinado primario y secundario, por ende, existe una compensación entre ambos voltajes de quemado, al utilizar un cable de alta tensión con alta resistencia, viéndose afectado los cilindros 1 y 4 que disminuyen su voltaje que abra la brecha para el encendido de la bujía.

Figura 107

Gráfica comparativa – Voltaje de disparo, Cable 4



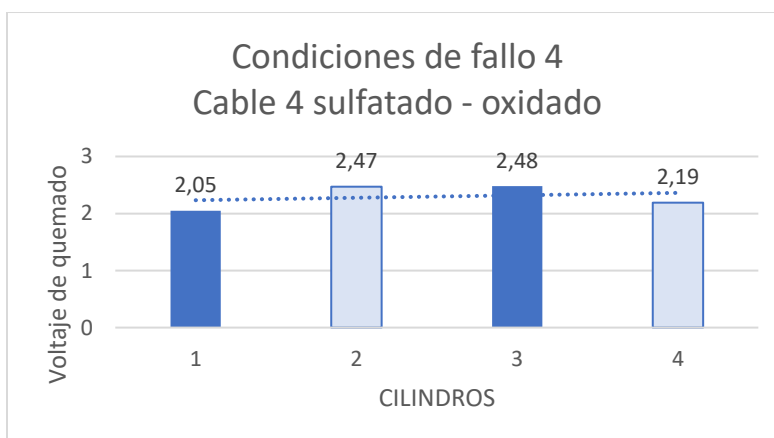
Nota. Se conoce el valor de fluctuación del voltaje de disparo cuando se trabaja con un cable de alta tensión con alta resistencia.

En la gráfica se observa la variación que existe en el voltaje de disparo un aumento del orden de 1,7 kV con respecto al voltaje de disparo bajo que posee el cilindro 2 que comparte hispa negativa, al utilizar un cable de alta tensión sulfatado – oxidado en el cuarto cilindro.

Con ello también existe compensación en el primer cilindro que comparte el circuito secundario aumentando su valor en 2,3 kV respecto del menor voltaje de disparo en el segundo cilindro.

Figura 108

Gráfica comparativa – Voltaje de quemado, Cable 4



Nota. En la figura se indica que el voltaje de disparo varía cuando se trabaja con un cable de alta tensión sulfatado oxidado.

En la gráfica se detalla una ligera variación en el voltaje de disparo del orden de 0,29 kV respecto al segundo y tercer cilindro de mayor valor.

Con ello se finaliza la síntesis de los parámetros que variaron en los oscilogramas secundarios en condición de buen funcionamiento respecto de las condiciones de fallo.

Datos – Comparación con los parámetros de emisiones de gases

Se realiza la comparación de los parámetros de emisiones contaminantes cuando un cable de alta tensión presenta una condición de fallo estudiada.

Tabla 14

Datos análisis de gases – Cable N°1 con desgaste normal

PRUEBA AL MÍNIMO			PRUEBA EN ACELERACIÓN		
Temperatura del Motor	86	(°C)	Temperatura del Motor	86	(°C)
RPM	800	(1/min)	RPM	2600	(1/min)
CO	0,42	(%Vol)	CO	0,55	(%Vol)
CO2	14,6	(%Vol)	CO2	14,6	(%Vol)
O2	0,5	(%Vol)	O2	0,49	(%Vol)
HC	82	(ppm Vol)	HC	61	(ppm Vol)
Lambda	1,008	(-)	Lambda	1,004	(-)

Nota. Datos obtenidos de los parámetros reportados de pruebas al mínimo y en aceleración, cuando se tiene un fallo en el cable de alta tensión del cilindro 1.

Tabla 15

Datos análisis de gases – Cable N°2 recubierto por aceite

PRUEBA AL MÍNIMO			PRUEBA EN ACELERACIÓN		
Temperatura del Motor	98	(°C)	Temperatura del Motor	98	(°C)
RPM	790	(1/min)	RPM	2580	(1/min)
CO	0,39	(%Vol)	CO	0,49	(%Vol)
CO2	14,7	(%Vol)	CO2	14,6	(%Vol)
O2	0,52	(%Vol)	O2	0,52	(%Vol)
HC	95	(ppm Vol)	HC	62	(ppm Vol)
Lambda	1,009	(-)	Lambda	1,007	(-)

Nota. Datos obtenidos de los parámetros reportados de pruebas al mínimo y en aceleración, cuando se tiene un fallo en el cable de alta tensión del cilindro 2.

Los datos obtenidos referentes a la condición de fallo con un cable de alta tensión mojado por aceite difieren en gran porcentaje en el aumento de hidrocarburos HC en el ensayo al mínimo.

Tabla 16

Datos análisis de gases – Cable N°3 con alta resistencia

PRUEBA AL MÍNIMO			PRUEBA EN ACELERACIÓN		
Temperatura del Motor	98	(°C)	Temperatura del Motor	98	(°C)
RPM	790	(1/min)	RPM	2490	(1/min)

PRUEBA AL MÍNIMO			PRUEBA EN ACELERACIÓN		
CO	0,37	(%Vol)	CO	0,54	(%Vol)
CO ₂	14,8	(%Vol)	CO ₂	14,5	(%Vol)
O ₂	0,63	(%Vol)	O ₂	0,65	(%Vol)
HC	84	(ppm Vol)	HC	49	(ppm Vol)
Lambda	1,015	(-)	Lambda	1,013	(-)

Nota. En la tabla se presenta los parámetros de las pruebas al mínimo y en aceleración, cuando se tiene un fallo en el cable de alta tensión del cilindro 3.

Se considera otro aspecto importante para el diagnóstico avanzado, con la implementación de una resistencia de 16 k Ω en un cable de prueba se puede constatar el incremento en CO₂ y HC, obteniendo una mala combustión e inestabilidad en el motor.

Tabla 17

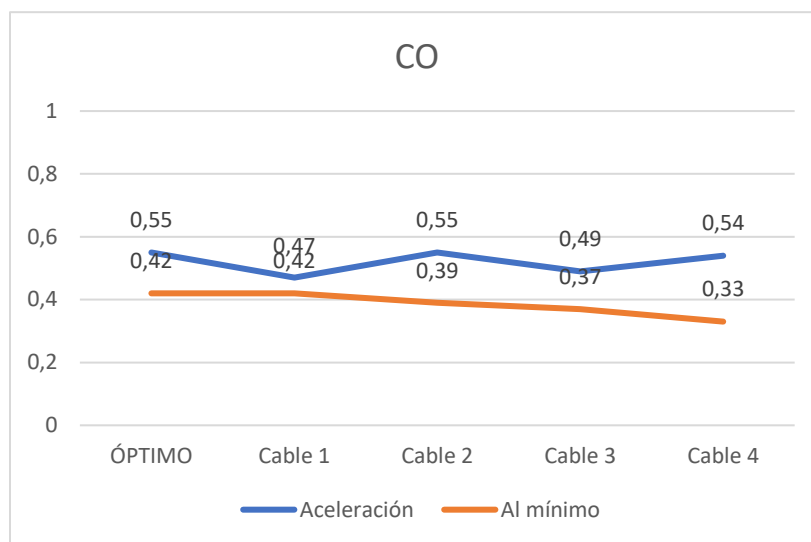
Datos análisis de gases – Cable N°4 sulfatado – oxidado

PRUEBA AL MÍNIMO			PRUEBA EN ACELERACIÓN		
Temperatura del Motor	95	(°C)	Temperatura del Motor	95	(°C)
RPM	800	(1/min)	RPM	2460	(1/min)
CO	0,33	(%Vol)	CO	0,47	(%Vol)
CO ₂	14,7	(%Vol)	CO ₂	14,5	(%Vol)
O ₂	0,52	(%Vol)	O ₂	0,49	(%Vol)
HC	78	(ppm Vol)	HC	65	(ppm Vol)
Lambda	1,012	(-)	Lambda	1,007	(-)

Datos. En la tabla se muestra los parámetros reportados de las pruebas al mínimo y en aceleración, cuando se tiene un fallo en el cable de alta tensión del cilindro 4.

Figura 109

Gráfica comparativa – Análisis de gases óptimo y fallo, CO

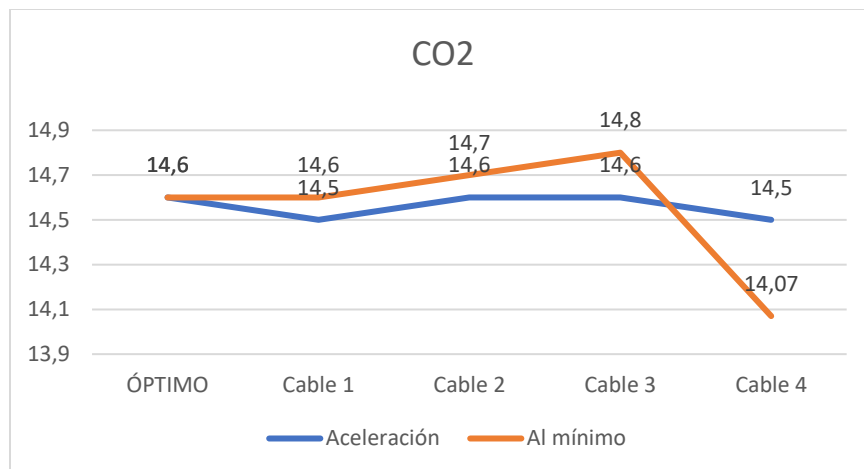


Nota. Se obtiene la variación de CO mediante la gráfica del análisis de gases con cables de alta tensión en buen estado y condiciones de fallo.

En la gráfica se indica la variación a considerar en el cable 4, que se encuentra sulfatado – oxidado, disminuyendo 0,09% Vol. de monóxido de carbono (CO) con respecto de la condición óptima de la prueba al mínimo. En cambio, para la prueba en aceleración el cilindro que se ve afectado es el 1 que trabaja con el cable desgastado por el tiempo del orden de 0,08% Vol. (CO).

Figura 110

Gráfica comparativa – Análisis de gases óptimo y fallo, CO2

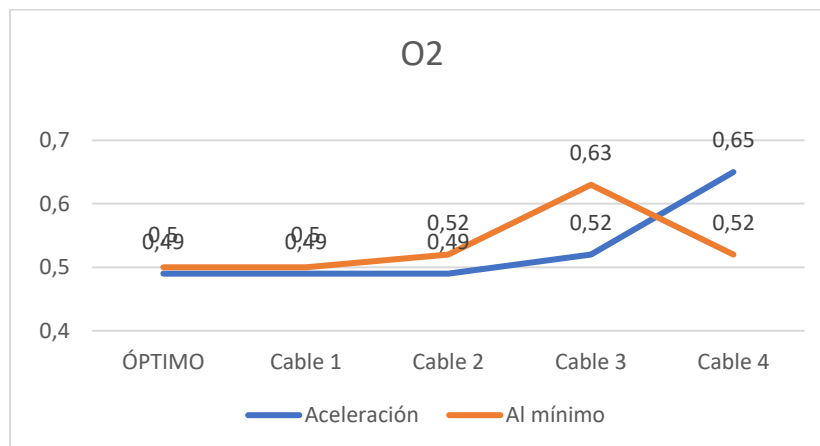


Nota. Se indica mediante la gráfica la curva de variación de CO₂ del análisis de gases con cables de alta tensión en buen estado y condiciones de fallo.

En la gráfica se muestra la variación a considerar en el cable 4, que se encuentra sulfatado – oxidado, ya que disminuye 0,53% Vol. de monóxido de carbono (CO₂) con respecto de la condición óptima de la prueba al mínimo. Para la prueba en aceleración el cilindro que se ve afectado nuevamente es el 4, del orden de 0,1% Vol. (CO). Con ello se plantea que el CO disminuye considerablemente cuando un cable de alta tensión se encuentra sulfatado – oxidado y el motor a bajas revoluciones.

Figura 111

Gráfica comparativa – Análisis de gases óptimo y fallo, O₂

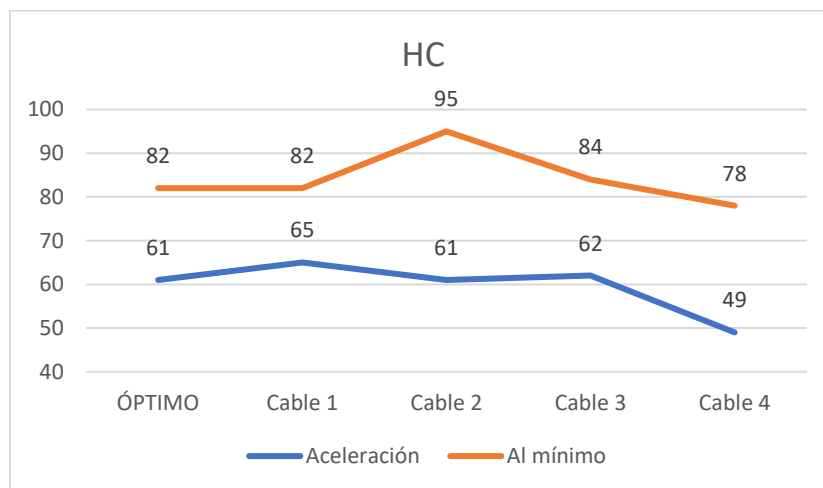


Nota. Se indica mediante la gráfica el incremento de O₂ del análisis de gases con cables de alta tensión en buen estado y condiciones de fallo.

En la gráfica se indica la variación a considerar en el cable 4, que se encuentra sulfatado – oxidado, ya que aumenta 0,16% Vol. de oxígeno (O₂) con respecto de la condición óptima de la prueba al mínimo. Para la prueba en aceleración el cilindro que se ve afectado es el 3, del orden de 0,13% Vol. (O₂). Con ello se plantea que el O₂ aumenta en bajas revoluciones cuando el cable de alta tensión se encuentra sulfatado – oxidado, mientras que en altas revoluciones el O₂ aumenta cuando el cable se encuentra con una alta resistencia.

Figura 112

Gráfica comparativa – Análisis de gases óptimo y fallo, HC



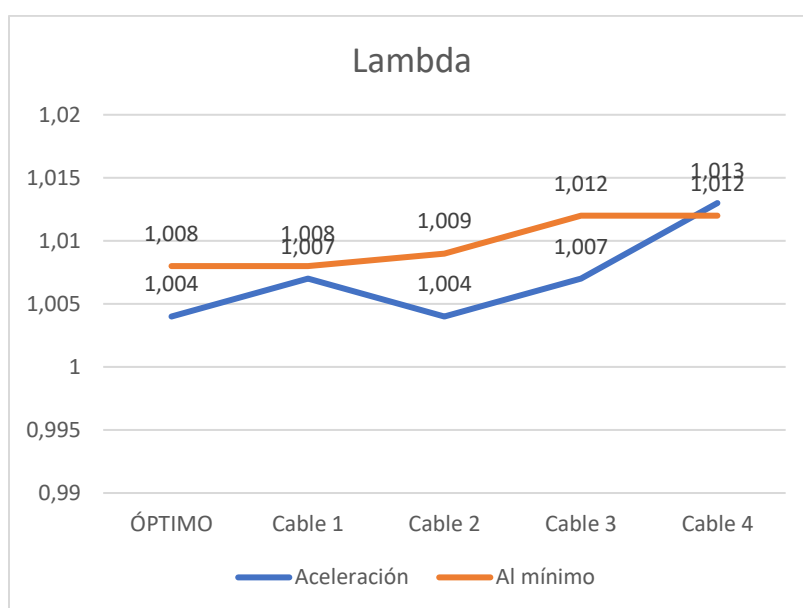
Nota. Se visualiza mediante la gráfica el incremento de HC del análisis de gases con cables de alta tensión en buen estado y condiciones de fallo.

En la gráfica se visualiza la variación a considerar en los cables 1 y 3, que se encuentra desgastado y con alta resistencia respectivamente, en ambos casos se ve un incremento de hidrocarburos (HC), 4 ppm Vol. y 1 ppm Vol. de HC respectivamente, con respecto de la condición óptima de la prueba al mínimo. Para la prueba en aceleración el cilindro que se ve

afectado es el 2, del orden de 13 ppm Vol. y el cilindro que reduce los hidrocarburos en esta prueba es el 4 que se encuentra con el cable sulfatado – oxidado. Con ello se plantea que el HC en bajas y altas revoluciones disminuye cuando un cable se encuentra sulfatado – oxidado, mientras que aumenta cuando un cable se encuentra mojado por aceite en condiciones aceleración.

Figura 113

Gráfica comparativa – Análisis de gases óptimo y fallo, Lambda



Nota. Se obtiene mediante la gráfica la incidencia de Lambda del análisis de gases con cables de alta tensión en buen estado y condiciones de fallo, recae en el cilindro 3 y 4.

En la gráfica se detalla la variación de Lambda para el cilindro 3 y 4 cuando un cable se encuentra con alta resistencia, sulfatado – oxidado del orden de 0,003 y 0,008 respectivamente, con respecto de la condición óptima de la prueba al mínimo.

De igual manera para la prueba en aceleración los cilindros afectados son el 3 y 4, del orden de 0,004 y 0,005 respectivamente notando un aumento en el parámetro Lambda cuando

un cable se encuentra con alta resistencia o se encuentra sulfatado – oxidado. Constatando una ligera variación en la mezcla estequiométrica que resulta en una mezcla pobre.

Se destaca que para las pruebas realizadas en mediante el oscilograma del circuito secundario a través de los cables de alta tensión, los fallos impuestos recaen mayormente cuando el motor trabaja con cables con alta resistencia y cables que se encuentran sulfatados – oxidados debido a que tuvieron un exceso contacto con el agua, lo cual se confluje mediante los parámetros de emisiones el incremento en CO₂ y HC para estas condiciones.

Datos – Análisis de la prueba del estado de bujías de encendido

La señal del sensor de cigüeñal posee la información sobre el régimen y posicionamiento del motor. Mientras este está en funcionamiento con cada uno de sus cilindros "empuja" al cigüeñal, de tal forma el cigüeñal acelera brevemente al pasar del PMS 0° de cada cilindro. Si el combustible en el cilindro no se encendió entonces en vez de acelerar, cigüeñal disminuye su velocidad de giro.

De este modo analizando la aceleración del cigüeñal después de pasar los PMS 0° podemos evaluar la eficiencia de funcionamiento de los cilindros correspondientes, esto mediante la ejecución del modo Script CSS, se presentan los siguientes datos obtenidos para las diferentes condiciones de fallo generadas.

Tabla 18

Valores medidos en analizador de gases para condición de vehículo puesto a punto

PRUEBA AL MÍNIMO			PRUEBA EN ACELERACIONES		
Temperatura	99		Temperatura		
del Motor		(°C)	del Motor	99	(°C)
RPM	800	(1/min)	RPM	2600	(1/min)

PRUEBA AL MÍNIMO			PRUEBA EN ACELERACIONES		
CO	0,27	(%Vol)	CO	0,51	(%Vol)
CO2	15,1	(%Vol)	CO2	14,6	(%Vol)
O2	0,46	(%Vol)	O2	0,64	(%Vol)
HC	69	(ppm Vol)	HC	56	(ppm Vol)
Lambda	1,011	(-)	Lambda	1,013	(-)

Nota. En la prueba de puesto a punto del motor una de las condiciones analizar, se reemplazó las 4 bujías del motor para comparar los resultados óptimos con pruebas de fallo.

Se puede observar el gráfico de RPM, se muestra de color gris. Cuanto más altas son las revoluciones, más alto se levanta la línea del gráfico.

Figura 114

Script CSS con la eficiencia del motor



Nota. En los marcos señalados de color se logra identificar los parámetros ideales, cuando el régimen mecánico es óptimo en los 4 cilindros del motor, comprobando el funcionamiento

semejante de los 4 cilindros, estableciendo la eficiencia en todos los parámetros de aceleración (ralentí, media, alta).

En los marcos establecidos por color se observar el funcionamiento óptimo que tiene cada cilindro. Por lo tanto, las gráficas determinan que si el pico de la onda incrementa positivamente su empuje de aceleración es mayor. Además, se considera si existe un mal funcionamiento del cilindro presenta una desaceleración del cigüeñal, demostrando en el grafico correspondiente que desciende por debajo del eje horizontal.

Al analizar, cada una de las partes en el gráfico, se observa las etapas de prueba: Ralentí, Aceleración media, Desaceleración y restablecimiento de ralentí, Aceleración brusca.

Condición de fallo 1: Bujía N°1 con desgaste normal

Tabla 19

Valores medidos en analizador de gases para condición de fallo con bujía con desgaste normal

PRUEBA AL MÍNIMO			PRUEBA EN ACELERACIÓN		
Temperatura del	87		Temperatura del	87	
Motor		(°C)	Motor		(°C)
RPM	790	(1/min)	RPM	2450	(1/min)
CO	0,72	(%Vol)	CO	0,58	(%Vol)
CO2	14,4	(%Vol)	CO2	14,3	(%Vol)
O2	0,65	(%Vol)	O2	0,8	(%Vol)
HC	118	(ppm Vol)	HC	73	(ppm Vol)
Lambda	1,005	(-)	Lambda	1,018	(-)

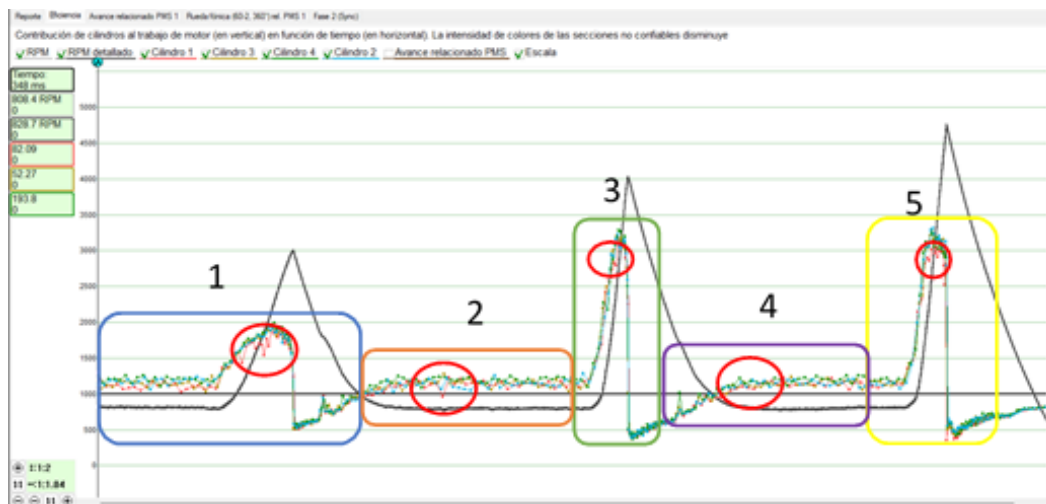
Nota. Comparación de la prueba al mínimo y en aceleraciones del motor para el cilindro 1, que presenta un fallo, su bujía está deteriorada por desgaste de trabajo en el motor, para el análisis nos produce una falta tipo 1 con CO excedido del valor con 0,72, en prueba al mínimo.

En el último tramo del gráfico es crucial para una conclusión correcta de la causa del fallo. Durante la marcha lenta se contempla la eficiencia reducida en uno de los cilindros (cilindro 1), en el final del pico positivo de aceleración éste cae por debajo de los otros en condiciones de aceleración brusca, como se muestra en la figura 115, demostrando que la potencia es reducida en este cilindro.

Otra causa puede ser un fallo de la bujía, cables de alta tensión o bobina, por lo que se procede a revisar en primera instancia bujías.

Figura 115

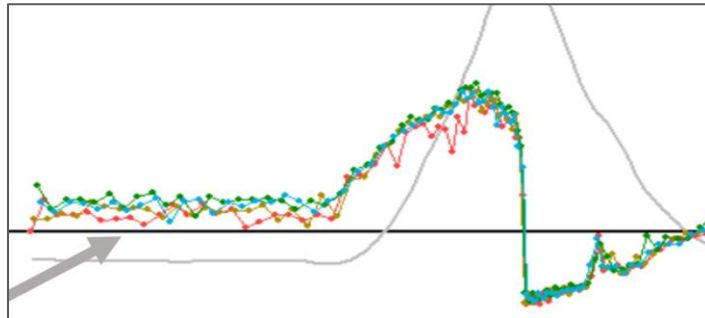
Script CSS de un motor con falla en el cilindro 1 con una bujía con desgaste normal



Nota. En los diagramas de ondas con régimen de aceleración se puede observar la falla mecánica que tiene el cilindro número 1, donde todos los cilindros funcionan con parámetros de aceleración (ralentí, media, alta).

Figura 116

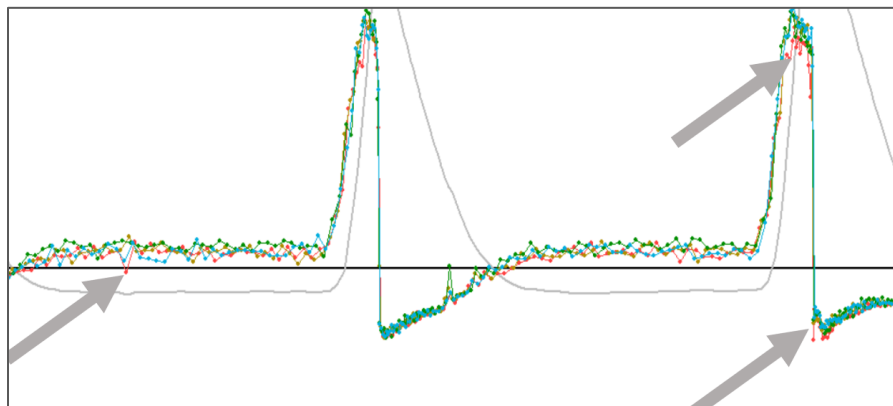
Aceleración en ralentí y lenta caída del cilindro 1



Nota. En la figura las pruebas en aceleración lenta éste cae por debajo de las otras condiciones, produciendo un fallo en el cilindro 1 del motor.

Figura 117

Aceleración lenta y brusca caída del cilindro 1



Nota. En la prueba en condiciones de aceleración lenta, se puede inspeccionar que las tendencias de ondas caen por debajo de los otros en condiciones, además en aceleración brusca tiene una caída, así como en el momento que se apaga el vehículo hasta que se detenga la inercia del motor produciendo un fallo en el cilindro 1.

Condición de fallo 2: Bujía N°2 cubierta por agua**Tabla 20**

Valores medidos en analizador de gases para condición de fallo con bujía cubierta por agua

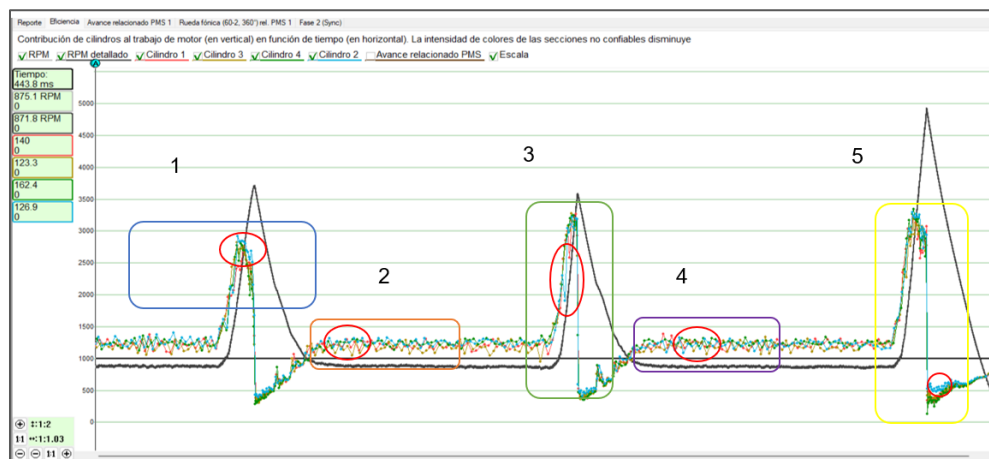
PRUEBA AL MÍNIMO			PRUEBA EN ACELERACIÓN		
Temperatura del Motor	82	(°C)	Temperatura del Motor	82	(°C)
RPM	790	(1/min)	RPM	2530	(1/min)
CO	0,5	(%Vol)	CO	0,67	(%Vol)
CO2	14,5	(%Vol)	CO2	14,4	(%Vol)
O2	0,87	(%Vol)	O2	0,88	(%Vol)
HC	135	(ppm Vol)	HC	77	(ppm Vol)
Lambda	1,021	(-)	Lambda	1,018	(-)

Nota. En la tabla se obtienen resultados que determinan el estado del cilindro 2, presentando un fallo, su bujía fue cubierta en agua por 24 horas, para lo cual su análisis nos produce una falta tipo 1 con CO excedido del valor con 0,67 en pruebas de aceleración.

En el último tramo del gráfico permite ver que es crucial para una conclusión correcta de la causa del fallo. O sea, si durante la marcha lenta (1) se contempla la eficiencia reducida en uno de los cilindros (cilindro 2), y en el final del gráfico éste cae por debajo de los otros en condiciones de aceleración brusca y al momento del apagado del vehículo hasta que se detenga el motor por inercia se puede ver como el gráfico decae (5) como se muestra en la figura 118, entonces la causa de la potencia reducida en este cilindro es de origen mecánico. Al contrario, la causa puede ser un fallo de la bujía, cables de alta tensión o bobina, por lo que se procede a revisar en primera instancia bujías.

Figura 118

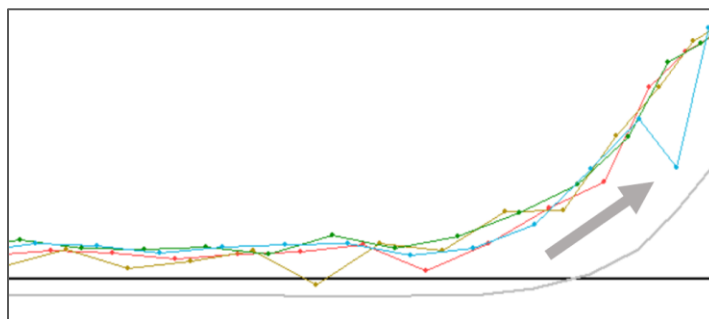
Script CSS de un motor con falla en el cilindro 2 bujía cubierta por aceite



Nota. En el presente estudio se puede identificar la avería mecánica que se inicia en el cilindro número 2 de un motor donde todos los cilindros funcionan con parámetros de aceleración (ralentí, media, alta).

Figura 119

Aceleración media caída del cilindro 2



Nota. Se observa en la condición de aceleración lenta para este fallo tiene una disposición por debajo de los otros en condiciones, produciendo un fallo en el cilindro 2 del motor.

Condición de fallo 3: Bujía N°3 carbonizada**Tabla 21**

Valores medidos en analizador de gases para condición de fallo con bujía carbonizada

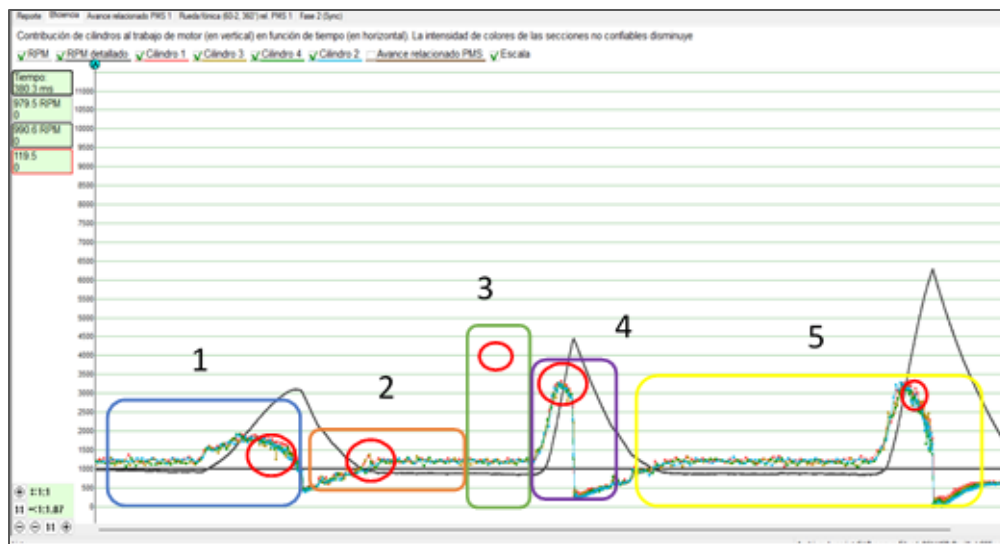
PRUEBA AL MÍNIMO			PRUEBA EN ACELERACIÓN		
Temperatura del Motor	81	(°C)	Temperatura del Motor	81	(°C)
RPM	790	(1/min)	RPM	2510	(1/min)
CO	0,43	(%Vol)	CO	0,65	(%Vol)
CO2	14,6	(%Vol)	CO2	14,4	(%Vol)
O2	0,85	(%Vol)	O2	0,91	(%Vol)
HC	119	(ppm Vol)	HC	74	(ppm Vol)
Lambda	1,022	(-)	Lambda	1,02	(-)

Nota. Para este caso se ejecutó la comparación con en el cilindro 3 que posee un fallo, para este parámetro su bujía estaba carbonizada, por lo que para el análisis nos produce una falta tipo 1 con CO excedido del valor con 0,65 en pruebas de aceleración.

Se establece una conclusión correcta de la causa del fallo visualizando el tramo número 5. Durante la marcha brusca se contempla la eficiencia elevada en uno de los cilindros (cilindro 3) figura 120, y en el final del gráfico éste cae por debajo de los otros en condiciones de aceleración media como se muestra en la figura 120, entonces la causa de la potencia reducida en este cilindro es de origen mecánico. A lo contrario, la causa puede ser un fallo de la bujía, cables de alta tensión o bobina, por lo que se procede a revisar en primera instancia bujías.

Figura 120

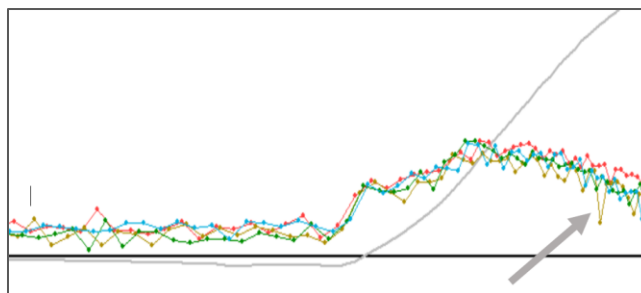
Script CSS de un motor con falla en el cilindro 3 con una bujía carbonizada



Nota. En el análisis de aceleraciones se puede observar la falla mecánica que tiene el cilindro número 3 de un motor donde todos los cilindros funcionan con parámetros de aceleración (ralentí, media, alta).

Figura 121

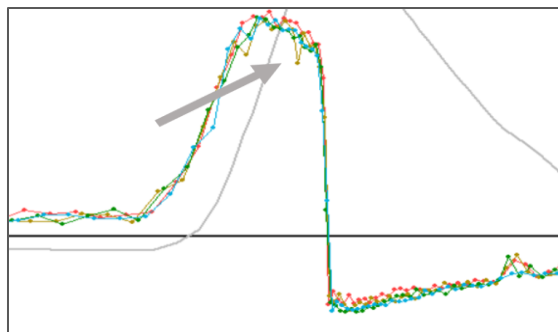
Aceleración lenta caída del cilindro 3



Nota. En la figura de aceleración lenta éste cae por debajo de los otros en condiciones, produciendo un fallo en el cilindro 3 del motor.

Figura 122

Aceleración media caída del cilindro 3



Nota. En la onda de aceleración media éste cae por debajo de los otros en condiciones, produciendo un fallo en el cilindro 3 del motor.

Condición de fallo 4: *Bujía N°4 bujía mojada en aceite y filamentos más cerrados*

Tabla 22

Valores medidos en analizador de gases para condición de fallo con bujía mojada en aceite y con filamentos más cerrados

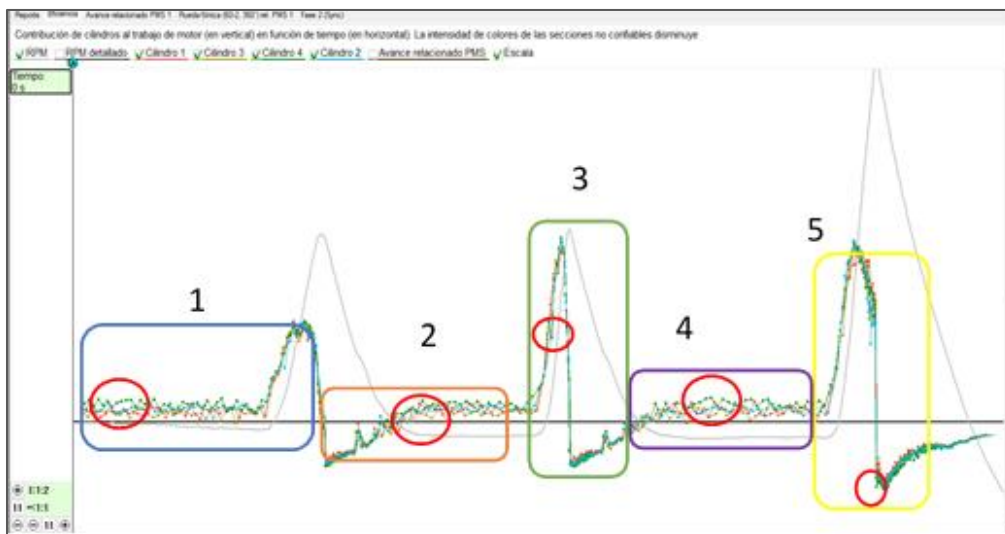
PRUEBA AL MÍNIMO			PRUEBA EN ACELERACIÓN		
Temperatura del Motor	83	(°C)	Temperatura del Motor	83	(°C)
RPM	790	(1/min)	RPM	2520	(1/min)
CO	0,53	(%Vol)	CO	0,59	(%Vol)
CO2	14,5	(%Vol)	CO2	14,3	(%Vol)
O2	0,87	(%Vol)	O2	0,87	(%Vol)
HC	120	(ppm Vol)	HC	69	(ppm Vol)
Lambda	1,02	(-)	Lambda	1,021	(-)

Nota. Para esta prueba, con una bujía donde el cilindro 4 tiene un fallo, en este caso su bujía fue humedecida en aceite y sus filamentos estaban más cerrados, por lo que para el análisis

nos produce aprobado sin faltas, pero los valores varían en comparación a motor puesto a punto.

Figura 123

Script CSS de un motor con falla en el cilindro 4 con una bujía recubierta en aceite y filamentos más cerrados

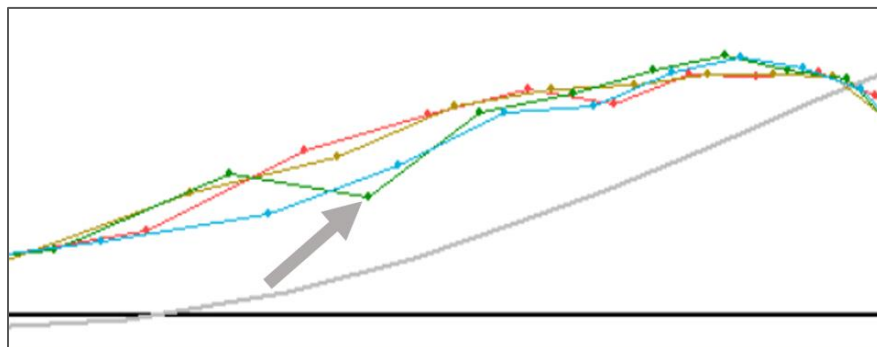


Nota. En la figura se puede observar la falla mecánica que tiene el cilindro número 4 del motor, donde todos los cilindros funcionan con parámetros de aceleración (ralentí, media, alta).

Para este análisis, el segundo tramo del gráfico es crucial para una conclusión correcta de la causa del fallo. O sea, si durante la marcha media se contempla la eficiencia reducida en uno de los cilindros (cilindro 4) figura 124, y en el final del gráfico éste cae por debajo de los otros en condiciones de aceleración brusca quinto trazo como se muestra en la figura 125, entonces la causa de la potencia reducida en este cilindro es de origen mecánico. A lo contrario, la causa puede ser un fallo de la bujía, cables de alta tensión o bobina, por lo que se procede a revisar en primera instancia bujías.

Figura 124

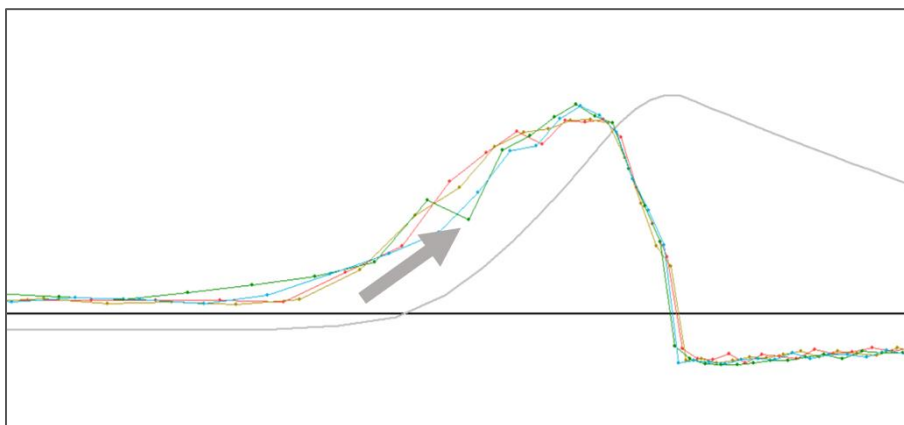
Aceleración lenta caída del cilindro 4



Nota. En el pico descendente de aceleración lenta se visualiza que tiene una caída con respecto a los demás cilindros, produciendo un fallo en el cilindro 4 del motor.

Figura 125

Aceleración media caída del cilindro 4



Nota. En la curva de aceleración media se puede determinar que ésta abate por debajo de las otras curvas en mejores condiciones, por lo que se produce un fallo en el cilindro 4 del motor.

Condición de fallo 5: Todas las bujías en condición de fallo**Tabla 23**

Valores medidos en analizador de gases para condición de fallo con bujías en mal estado

PRUEBA AL MÍNIMO			PRUEBA EN ACELERACIÓN		
Temperatura del Motor	81	(°C)	Temperatura del Motor	81	(°C)
RPM	790	(1/min)	RPM	2540	(1/min)
CO	0,62	(%Vol)	CO	0,61	(%Vol)
CO2	14,5	(%Vol)	CO2	14,4	(%Vol)
O2	0,86	(%Vol)	O2	0,83	(%Vol)
HC	142	(ppm Vol)	HC	81	(ppm Vol)
Lambda	1,016	(-)	Lambda	1,018	(-)

Nota. Para las pruebas con 4 bujías en malas condiciones se realizó la tabulación con pruebas mínimas y máximas, por lo que para el análisis nos produce una falta tipo 1 con CO excedido del valor con 0,62 en prueba mínimo y 0,61 en aceleración en pruebas de aceleración.

Condición de fallo 6: Bujía N°1 y N°2 en mal estado**Tabla 24**

Valores medidos en analizador de gases para condición de fallo con dos bujías nuevas y 2 en mal estado

PRUEBA AL MÍNIMO			PRUEBA EN ACELERACIÓN		
Temperatura del Motor	81	(°C)	Temperatura del Motor	81	(°C)
RPM	800	(1/min)	RPM	2470	(1/min)

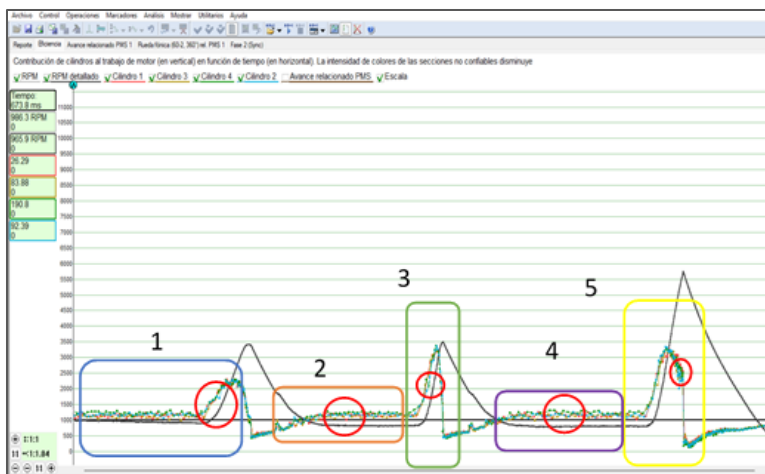
PRUEBA AL MÍNIMO			PRUEBA EN ACELERACIÓN		
CO	0,46	(%Vol)	CO	0,61	(%Vol)
CO2	14,06	(%Vol)	CO2	14,4	(%Vol)
O2	0,76	(%Vol)	O2	0,84	(%Vol)
HC	121	(ppmVol)	HC	80	(ppmVol)
Lambda	1,017	(-)	Lambda	1,018	(-)

Nota. En las pruebas indicadas se realizó la comparación cuando, en dos cilindros tienen un fallo, en este se utilizaron 2 bujías en mal estado, por lo que para el análisis nos produce una falta tipo 1 con CO excedido del valor con 0,61 en pruebas de aceleración.

Para este análisis, primer tramo del gráfico es crucial para una conclusión correcta de la causa del fallo. O sea, si durante la marcha en ralentí se contempla la eficiencia reducida en uno de los cilindros (cilindro 2) figura 126, y en el final del gráfico éste cae por debajo de los otros (cilindro 1) en condiciones de aceleración lenta como se muestra en la figura 127, entonces la causa de la potencia reducida en este cilindro es de origen mecánico. A lo contrario, la causa puede ser un fallo de la bujía, cables de alta tensión o bobina, por lo que se procede a revisar en primera instancia bujías.

Figura 126

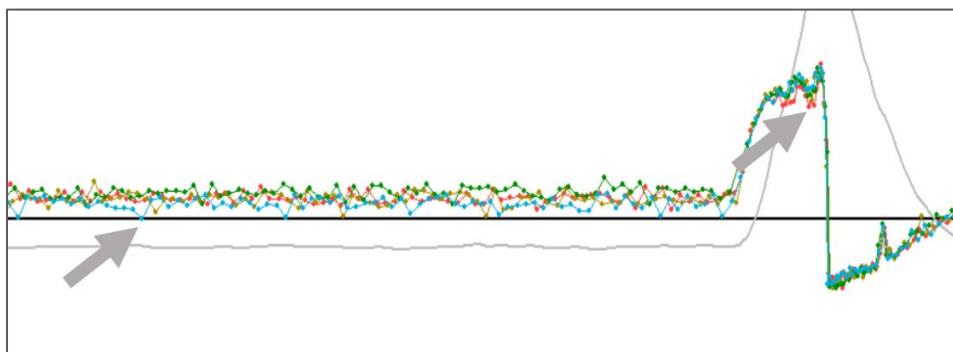
Script CSS de un motor con 2 bujías nuevas y 2 bujías en mal estado



Nota. En la figura se puede observar la falla mecánica que tiene el cilindro número 1 y 2, de un motor donde todos los cilindros funcionan con parámetros de aceleración (ralentí, media, alta).

Figura 127

Aceleración media caída del cilindro 1 y caída en ralentí en el cilindro 2



Nota. En el gráfico se aprecia el régimen de aceleración media y ralentí, que éste decae por debajo de los otros en condiciones, produciendo un fallo en el cilindro 1 y 2 del motor.

Datos – Comparación con los parámetros de emisiones de gases

Se realiza la comparación de los parámetros de emisiones contaminantes para cada condición de fallo de las bujías de encendido, identificando el parámetro que más varió en cada caso para el posterior diagnóstico avanzado.

Tabla 25

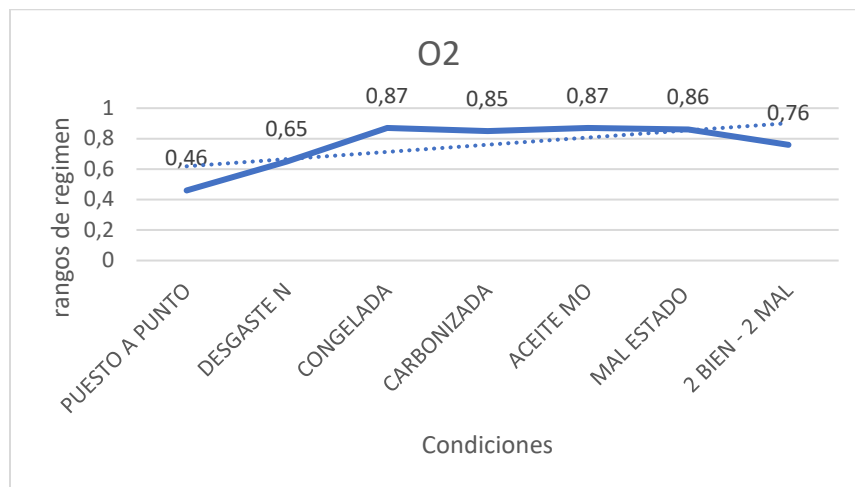
Comparación de valores medidos en analizador de gases para condición óptimas y de fallo en pruebas al mínimo

PRUEBA AL MÍNIMO								
	LÍMITES PREESCRITOS	PUESTO A PUNTO	DESGASTE NORMAL	CUBIERTA POR AGUA	CARBO- NIZADA	RECUBIERTA POR ACEITE	MAL ESTADO	2 BIEN- 2 MAL
Temperatura del Motor	80	99	87	82	81	83	81	81
RPM	500 - 1200	800	790	790	790	790	790	800
CO	1	0,27	0,72	0,5	0,43	0,53	0,62	0,46
CO2	-	15,1	14,4	14,5	14,6	14,5	14,5	14,06
O2	5	0,46	0,65	0,87	0,85	0,87	0,86	0,76
HC	200	69	118	135	119	120	142	121
Lambda	-	1,011	1,005	1,021	1,022	1,02	1,016	1,017

Nota. De acuerdo a los datos tabulados se determina los parámetros de emisiones de gases de puesta a punto en pruebas al mínimo (ralentí) y su variación para cada uno de los tipos de fallos generados en las bujías de encendido.

Figura 128

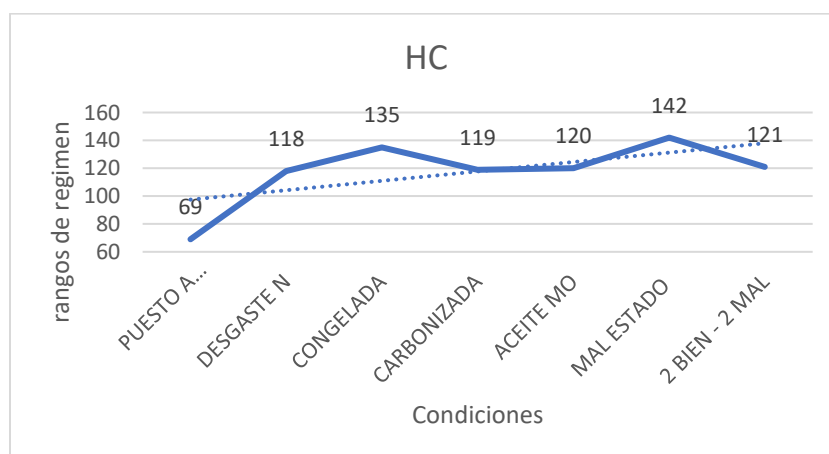
Gráfica comparativa puesto a punto y bujías en condiciones de fallo, O2



Nota. Para las condiciones en O2 se grafica la línea de tendencia que posee como referencia en la puesta a punto del motor y como varía para cada una en las condiciones de fallos de las bujías para cada prueba de O2, para prueba al mínimo.

Figura 129

Gráfica comparativa puesto a punto y bujías en condiciones de fallo, HC



Nota. Se consigue la línea de tendencia como base a puesta a punto y como varía para cada uno de las condiciones de fallos en las bujías para la prueba de HC, para prueba al mínimo.

Tabla 26

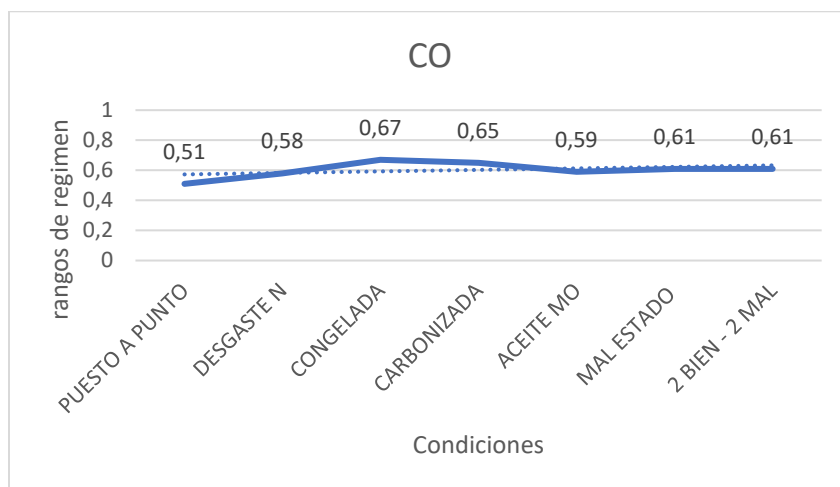
Comparación de valores medidos con analizador de gases para condiciones óptimas y de fallo en pruebas aceleradas

PRUEBA EN ACELERACIÓN								
	LÍMITES PREESCRITOS	PUESTO A PUNTO	DESGASTE NORMAL	CUBIERTA POR AGUA	CARBONI- ZADA	RECUBIERTA POR ACEITE	MAL ESTADO	2 BIEN - 2 MAL
Temperatura del Motor	80	99	87	82	81	83	81	81
RPM	2400 - 2600	2600	2450	2530	2510	2520	2540	2470
CO	1	0,51	0,58	0,67	0,65	0,59	0,61	0,61
CO2	-	14,6	14,3	14,4	14,4	14,3	14,4	14,4
O2	5	0,64	0,8	0,88	0,91	0,87	0,83	0,84
HC	200	56	73	77	74	69	81	80
Lambda	-	1,013	1,018	1,018	1,02	1,021	1,018	1,018

Nota. De acuerdo a los datos obtenidos en cada una de las tablas se determinó el valor en el que varían los datos para esta tabla se puede observar el parámetro de puesta punto en prueba en aceleración y su variación para cada uno de los fallos que se realizó en cada prueba.

Figura 130

Gráfica comparativa puesto a punto y bujías en condiciones de fallo, CO

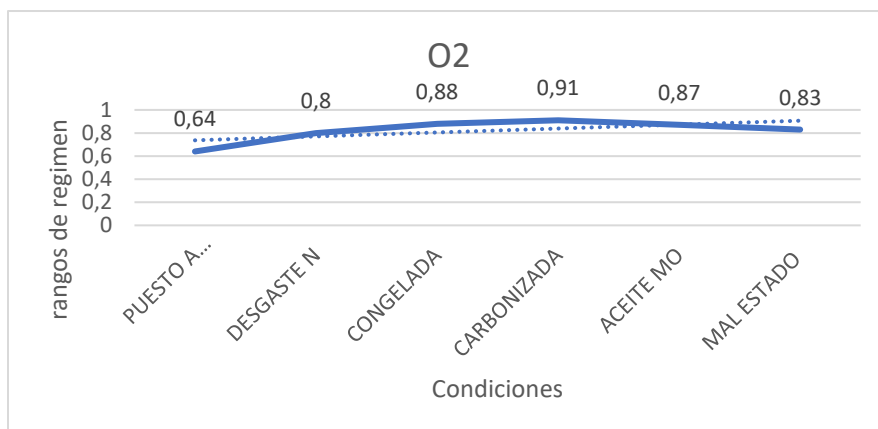


Nota. En la figura se visualiza la gráfica de variación del parámetro CO.

Se aprecia la línea de tendencia que posee como base o referencia en puesta a punto y como varía para cada uno de las condiciones de fallos en las bujías para la prueba de monóxido de carbono, para prueba en aceleración se determina que las bujías congelada y carbonizada son aquellas que generan mayor impacto en este régimen produciendo una variación más pronunciada con respecto al dato base.

Figura 131

Gráfica comparativa puesto a punto y bujías en condiciones de fallo, O2

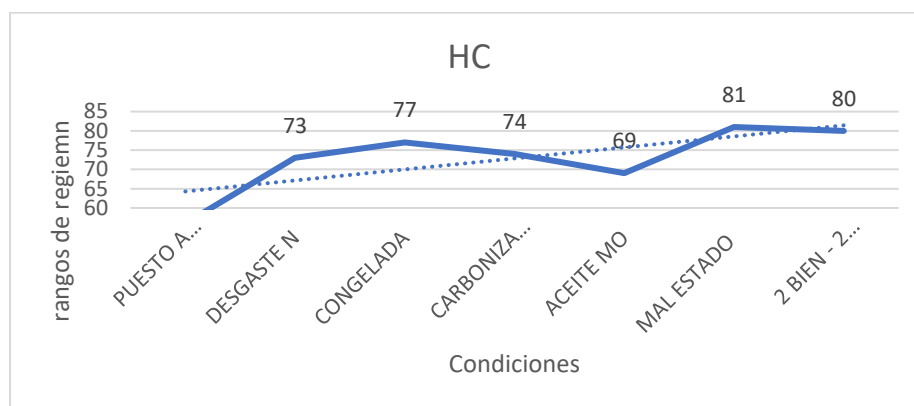


Nota. En la figura se muestra la gráfica de variación del parámetro O₂.

Se visualiza la línea de tendencia que posee como base o referencia en puesta a punto y como varía para cada uno de las condiciones de fallos en las bujías para la prueba de oxígeno, para prueba en aceleración, a pesar de que su incremento no es excesivo en comparación al dato de puesta a punto si se visualiza los cambios notorios de fallos en el motor para su aceleración en régimen de 2600 RPM.

Figura 132

Gráfica comparativa puesto a punto y bujías en condiciones de fallo, HC



Nota. En la figura muestra la gráfica de variación del parámetro de Hidrocarburos HC.

Se puede apreciar la línea de tendencia que posee como base o referencia en puesta a punto y como varía para cada uno de las condiciones de fallos en las bujías para la prueba de hidrocarburos, para prueba en aceleración, de tal manera que se puede apreciar como desde que el valor puesto a punto tiene un incremento de hidrocarburos para las pruebas siguientes.

Diagnóstico Avanzado

Para emitir un diagnóstico avanzado de cada componente del sistema de encendido se toma el procesamiento de datos de las pruebas en condiciones ideales y de fallo y se verifica con el análisis de emisiones de gases identificando la solución a cada ensayo estudiado.

Tabla 27

Integración de datos para el diagnóstico avanzado pruebas en ralentí

DIAGNÓSTICO AVANZADO SISTEMA DE ENCENDIDO								
Prueba	CO (%Vol)	CO2 (%Vol)	O2 (%Vol)	HC (ppm Vol)	Lambda	ANÁLISIS DE GASES PRUEBAS EN RALENTÍ		Diagnóstico
						80°C - 790 RPM		
Límites prescritos	1	-	5	200	-	Causa	Reparación/inspección	-
Óptimo	0,33	14,7	0,52	78	1,012	Vehículo a punto		AP
Módulo	0,05	6,8	11,5	118	2,161	Señal de mando < 3,5V. Todos los parámetros de emisiones son afectados.		M-ME
Bobina N152	0,05	6,8	11,5	118	2,161	Señal de mando < a 3,5V. Todos los parámetros de emisiones con afectados.		BO-ME

DIAGNÓSTICO AVANZADO SISTEMA DE ENCENDIDO

Prueba	CO (%Vol)	CO2 (%Vol)	O2 (%Vol)	HC (ppm Vol)	Lambda	ANÁLISIS DE GASES PRUEBAS EN RALENTÍ				Diagnóstico	
						80°C - 790 RPM					
						Estado	VD	VQ	TQ		
Cable N°1 Fallo 1	0,42	14,6	0,5	82	1,008	Ok	5,4	1,77	1,43	Revisar estado de bujías, filtro de aire y reemplazar cables desgastados.	C-ME
						Fallo 1	5,3	2,03	1,48		
						Cumple	✓	✗	✗		
						CO, HC incrementaron su valor.					
Cable N°2 Fallo 2	0,39	14,7	0,52	95	1,009	Fallo 2	13,8	3,01	1,43	Revisar nivel de aceite, limpiar capuchón de bujía, reemplazar cables.	C-ME
						Cumple	✗	✗	✓		
						CO, HC incrementaron su valor.					
Cable N°3 Fallo 3	0,37	14,8	0,63	84	1,015	Fallo 3	6,4	2,08	1,35	Cables con alta resistencia, reemplazar	C-ME
						Cumple	✓	✗	✓		
						O2, HC incrementaron su valor					

DIAGNÓSTICO AVANZADO SISTEMA DE ENCENDIDO

Prueba	CO (%Vol)	CO2 (%Vol)	O2 (%Vol)	HC (ppm Vol)	Lambda	ANÁLISIS DE GASES PRUEBAS EN RALENTÍ			Diagnóstico		
						80°C - 790 RPM					
Cable N°4	0,33	14,7	0,52	78	1,012	Fallo 4	8,5	2,19	1,34	Cables con alta resistencia/mojado, reemplazar	C-ME
Fallo 4						Cumple	✓	✗	✓		
						HC incrementó su valor.					
Bujía N°1	0,72	14,4	0,65	118	1,005	Bujías desgastadas, mala combustión, exceso en todos los parámetros.			Inspeccionar y cambiar bujías	B-ME	
Fallo 1											
Bujía N°2	0,5	14,5	0,87	135	1,021	Bujías cubiertas con agua, mezcla rica, motor inestable, incremento en O2 y HC.			Limpiar área de las bujías y reemplazar	B-ME	
Fallo 2											
Bujía N°3	0,43	14,6	0,85	119	1,022	Bujía carbonizada, mezcla rica, consumo de combustible.			Limpiar área de las bujías y reemplazar	B-ME	
Fallo 3											

DIAGNÓSTICO AVANZADO SISTEMA DE ENCENDIDO

Prueba	CO (%Vol)	CO2 (%Vol)	O2 (%Vol)	HC (ppm Vol)	Lambda	ANÁLISIS DE GASES PRUEBAS EN RALENTÍ		Diagnóstico
						80°C - 790 RPM		
Bujía N°4 Fallo 4	0,53	14,5	0,87	120	1,02	Bujía cubierta por aceite, exceso de aceite en la cámara, rines desgastados, sellos de válvulas deterioradas, incremento en O2 y HC.	Limpiar área de las bujías y reemplazar, realizar pruebas de fugas en el motor.	B-ME
Bujía N°1 y 2 Fallo 5	0,62	14,5	0,86	142	1,016	Bujías desgastadas, filtro de aire tapado, consumo de combustible, exceso en CO, O2 y HC.	Limpiar área de las bujías y reemplazar.	B-ME
Bujías mal estado Fallo 6	0,46	14,06	0,76	121	1,017	Mezcla rica, bujías desgastadas, filtro aire tapado, exceso en HC.	Revisar Intake, limpiar área de las bujías y reemplazar	B-ME

DIAGNÓSTICO AVANZADO SISTEMA DE ENCENDIDO

		TI	NC	TBC	CIR				
Batería	NORMA SAE	12,2 a 12,7 V	50 a 100	8,5 a 10	310 a 370 A	85 a 105	Batería en óptimas condiciones	Mantenimiento preventivo	BAT-BE
	OK	12,6	90%	10,31	530	105%			
	Fallo	10	< 10%	2,9	22,28	-	Necesita cargar, verificar celdas.	Reemplazar	BAT-ME

Abreviaturas: OP1: Oscilograma primario, OP2: Oscilograma secundario, VD: Voltaje de disparo [kV], VQ: Voltaje de quemado [kV], TQ: Tiempo de quemado [ms], TI: Tensión inicial, NC: Nivel de carga, TBC: Tensión bajo carga, CIR: Corriente inicial real, AP/Celda verde: Aprobado sin faltas, Celda amarilla: Aprobado con falta tipo 1, Celda roja: Rechazado, M-ME: módulo en mal estado, BO-ME: bobina en mal estado, C-ME: cable en mal estado, B-ME: bujía en mal estado, BAT-BE: batería en buen estado, BAT-ME: batería en mal estado.

Nota. Se obtiene el procesamiento de datos para el diagnóstico avanzado del sistema de encendido en pruebas realizadas a ralentí, con base a cada condición de fallo se puede evidenciar la variación sus diferentes parámetros característicos como la incidencia en los valores de emisiones de gases, puntuando el diagnóstico a cada caso de estudiado.

Tabla 28

Integración de datos para el diagnóstico avanzado pruebas en aceleración

DIAGNÓSTICO AVANZADO SISTEMA DE ENCENDIDO								
Prueba	CO (%Vol)	CO2 (%Vol)	O2 (%Vol)	HC (ppm Vol)	Lambda	ANÁLISIS DE GASES PRUEBAS EN ACELERACIÓN		Diagnóstico
						80°C - 2500 RPM		
Límites preescritos	1	-	5	200	-	Causa	Reparación/inspección	-
Óptimo	0,51	14,6	0,64	56	1,013	Vehículo puesto a punto		AP
Módulo	0,07	7	11,4	87	2,113	Señal de mando < 3,5V. Todos los parámetros de emisiones son afectados.	Revisar señales T4a/1 a T4a/4	M-ME
Bobina N152	0,07	7	11,4	87	2,113	Señal de mando < a 3,5V. Todos los parámetros de emisiones con afectados.	Revisar OP1, OP2 y conector T4a	BO- ME

DIAGNÓSTICO AVANZADO SISTEMA DE ENCENDIDO

Prueba	CO (%Vol)	CO2 (%Vol)	O2 (%Vol)	HC (ppm Vol)	Lambda	ANÁLISIS DE GASES PRUEBAS EN ACELERACIÓN				Diagnóstico	
						80°C - 2500 RPM					
						Estado	VD	VQ	TQ		
Cable N°1 Fallo 1	0,55	14,6	0,49	61	1,004	Ok	5,4	1,77	1,43	Revisar estado de bujías, filtro de aire y reemplazar cables desgastados.	C-ME
						Fallo 1	5,3	2,03	1,48		
						Cumple	✓	✗	✗		
						O2, HC incrementaron su valor.					
Cable N°2 Fallo 2	0,49	14,6	0,52	62	1,007	Fallo 2	13,8	3,01	1,43	Revisar nivel de aceite, limpiar capuchón de bujía, reemplazar cables.	C-ME
						Cumple	✗	✗	✓		
						HC incrementaron su valor.					
Cable N°3 Fallo 3	0,54	14,5	0,65	49	1,013	Fallo 3	6,4	2,08	1,35	Cables con alta resistencia, reemplazar	C-ME
						Cumple	✓	✗	✓		
						O2 incrementó y HC disminuyó.					

DIAGNÓSTICO AVANZADO SISTEMA DE ENCENDIDO

Prueba	CO (%Vol)	CO2 (%Vol)	O2 (%Vol)	HC (ppm Vol)	Lambda	ANÁLISIS DE GASES PRUEBAS EN ACELERACIÓN				Diagnóstico	
						80°C - 2500 RPM					
Cable N°4	0,47	14,5	0,49	65	1,007	Fallo 4	8,5	2,19	1,34	Cables con alta resistencia/mojado, reemplazar	C-ME
Fallo 4						Cumple	✓	✗	✓		
						HC incrementaron su valor.					
Bujía N°1	0,58	14,3	0,8	73	1,018	Bujías desgastadas,				Inspeccionar y cambiar bujías	B-ME
Fallo 1						mala combustión, incremento en O2 y HC.					
Bujía N°2	0,67	14,4	0,88	77	1,018	Bujías cubiertas con agua, mezcla rica, motor inestable, incremento en				Limpiar área de las bujías y reemplazar	B-ME
Fallo 2						CO, O2 y HC.					
Bujía N°3	0,65	14,4	0,91	74	1,02	Bujía carbonizada, mezcla rica, consumo de combustible,				Limpiar área de las bujías y reemplazar	B-ME
Fallo 3						incremento en CO, O2 y HC.					

DIAGNÓSTICO AVANZADO SISTEMA DE ENCENDIDO

PRUEBA	CO (%Vol)	CO2 (%Vol)	O2 (%Vol)	HC (ppm Vol)	Lambda	ANÁLISIS DE GASES PRUEBAS EN ACELERACIÓN		RESULTADO
						80°C - 2500 RPM		
Bujía N°4 Fallo 4	0,59	14,3	0,87	69	1,021	Bujía mojada por aceite, exceso de aceite en la cámara, rines desgastados, sellos de válvulas deterioradas, incremento en O2 y HC.	Limpiar área de las bujías y reemplazar, revisar motor.	B-ME
Bujía N°1 y 2 Fallo 5	0,61	14,4	0,83	81	1,018	Bujías desgastadas, filtro de aire tapado, consumo de combustible, exceso en CO, O2 y HC.	Limpiar área de las bujías y reemplazar.	B-ME
Bujías mal estado Fallo 6	0,61	14,4	0,84	80	1,018	Mezcla rica, pérdida de eficiencia del motor, varias bujías desgastadas en exceso, filtro de aire tapado,	Revisar Intake, limpiar área de las bujías y reemplazar todas las bujías.	B-ME

DIAGNÓSTICO AVANZADO SISTEMA DE ENCENDIDO

PRUEBA	CO (%Vol)	CO2 (%Vol)	O2 (%Vol)	HC (ppm Vol)	Lambda	ANÁLISIS DE GASES PRUEBAS EN ACELERACIÓN		RESULTADO
						80°C - 2500 RPM		
						constatando exceso en; HC, CO y O2.		

Abreviaturas: OP1: Oscilograma primario, OP2: Oscilograma secundario, VD: Voltaje de disparo [kV], VQ: Voltaje de quemado [kV], TQ: Tiempo de quemado [ms], AP/Celda verde: Aprobado sin faltas, Celda amarilla: Aprobado con falta tipo 1, Celda roja: Rechazado, M-ME: módulo en mal estado, BO-ME: bobina en mal estado, C-ME: cable en mal estado, B-ME: bujía en mal estado.

Nota. Se obtiene el proceso de datos para el diagnóstico avanzado del sistema de encendido en pruebas realizadas en aceleración.

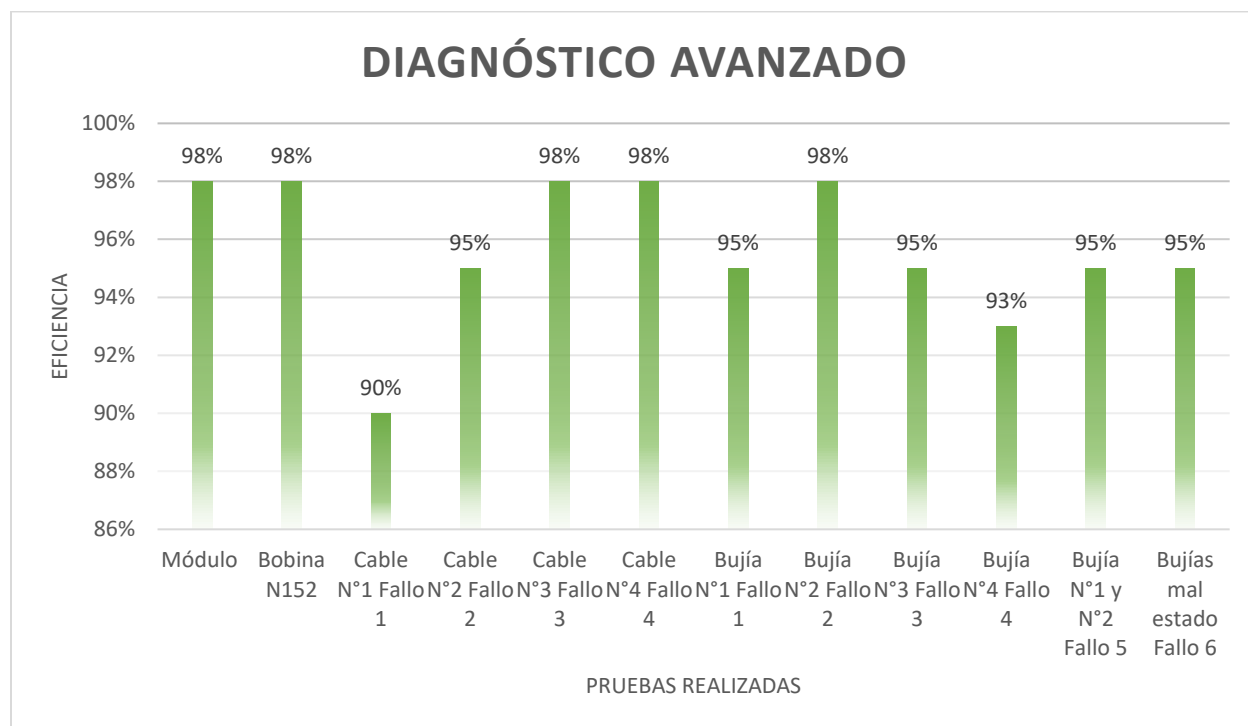
Con la integración del procesamiento de datos se detalla el diagnóstico a realizar en cada caso de estudio, así como la incidencia de los parámetros de emisiones de gases en dichas condiciones ensayadas, obteniendo una alta eficiencia en cuanto a la verificación de funcionamiento de los componentes de un sistema de encendido DIS, notando ante qué condiciones dictaminar un diagnóstico efectivo.

Comprobación de la hipótesis

Con base a las pruebas, datos y análisis realizados se obtiene que, para los componentes fundamentales de encendido como son; batería, Módulo/Bobina DIS, cables y bujías se requiere obtener una eficiencia mayor al 95% con el diagnóstico avanzado realizado.

Figura 133

Gráfica comparativa de los componentes del sistema de encendido diagnosticado



Nota. Se obtiene la eficiencia del diagnóstico avanzado a través de las pruebas en condiciones de buen funcionamiento y de fallo tanto a ralentí como en aceleración.

Con la integración de datos procesados se obtiene la eficiencia en cada una de las pruebas en condiciones de buen funcionamiento y de fallo, así como la verificación de la incidencia en cada parámetro de emisiones de gases logrando obtener una eficiencia del 96% en cada caso estudiado del sistema de encendido.

Capítulo V

Marco Administrativo

Recursos

La “investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas de encendido del automóvil con asistencia electrónica de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado.” Requirió de recursos humanos, materiales y tecnológicos.

Recursos humanos

En la tabla se indican los recursos humanos que formaron parte en la ejecución del trabajo de investigación.

Tabla 29

Recursos humanos

Orden	Detalle	Cantidad	Función
1	Sr. Esteban Josue Bonilla Borja	1	Investigador
2	Sr. Juan Diego Tamaquiza Chacha	1	Investigador
			Investigador
3	Ing. Leonidas Antonio Quiroz Erazo	1	Director del trabajo de titulación Especialista emisiones – sistemas de encendido

Nota. La tabla muestra los recursos humanos que formaron parte del trabajo de investigación.

Recursos tecnológicos

Los recursos tecnológicos que fueron necesarios para la investigación se detallan en la tabla en la que se indica el detalle, cantidad y costo.

Tabla 30

Recursos tecnológicos

Orden	Detalle	Cantidad	Costo
1	Instalación de Software OmniBus800	1	\$ 40.00
2	Instalación de Software USB_AUTOSCOPE_4	1	\$ 0.00
3	Cámara de audio y video	1	\$ 0.00
4	Analizador de Gases	1	\$ 0.00
5	Computadoras	2	\$ 0.00
TOTAL			\$ 40.00

Nota. Se reflejan los recursos tecnológicos que formaron parte del proyecto de investigación.

Recursos materiales

Los recursos materiales que intervinieron en el trabajo de investigación, se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 31

Recursos materiales

Orden	Detalle	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Filtros Analizador de Gases MAHLE	4	\$ 30.00	\$ 30.00
2	USB Autoscope IV con accesorios	1	\$ 913.50	\$ 913.50
	IVA		\$ 114.42	\$ 114.42
TOTAL				\$ 1057.92

Nota. En la tabla se refleja los detalles, cantidad y costo de los recursos materiales que fueron utilizados en el trabajo de investigación.

Presupuesto

Costo neto del proyecto

El costo neto del proyecto: “Investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas de encendido del automóvil con asistencia electrónica de los motores de combustión interna mediante diagnóstico avanzado.”, se presenta:

Tabla 32

Costo neto del proyecto

Orden	Detalle	Costo
1	Recursos tecnológicos	\$ 40.00
2	Recursos materiales	\$ 1057.92
TOTAL		\$1097.92

Nota. La tabla muestra el costo total del proyecto de investigación, siendo este costo la suma de los recursos tecnológicos, materiales y el costo de calibración de equipos.

Capítulo VI

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- De la investigación de la visualización, grabación y análisis de las señales en sistemas de encendido del automóvil con asistencia electrónica, mediante el diagnóstico avanzado se efectuó de manera evidente con la comparación en condiciones de buen funcionamiento y de fallo, identificando la incidencia de parámetros en elementos principales como; batería, módulo/bobina DIS, cables de alta tensión y bujías de encendido logrando emitir un diagnóstico preciso ante la fallo de un componente del sistema.
- A través de la fundamentación teórica se pudo conocer aspectos fundamentales de funcionamiento del sistema de encendido electrónico DIS chispa perdida, con lo cual se identificó los parámetros ideales de funcionamiento de los componentes que integra el encendido DIS para su posterior comparación mediante condiciones de buen funcionamiento, de fallo y la confluencia con el análisis de emisiones de gases logrando resaltar en qué casos se obtiene una variación considerable.
- Mediante los protocolos de diagnóstico del sistema de encendido DIS con asistencia electrónica a través de las técnicas BATCH se logra establecer los procesos para realizar la puesta a punto del vehículo, así como el procedimiento para efectuar el diagnóstico con el equipo USB Autoscope IV, con la técnica STREAM se logró almacenar y procesar las señales obtenidas en tiempo real en condiciones ideales para su posterior comparación con las condiciones de fallo, a más de la confluencia con la prueba de emisiones de gases normados por la NTE INEN 2203.

- Con el procesamiento de la información y tabulación de datos se logró interpretar las señales generadas en tiempo real ante la necesidad de un método de diagnóstico avanzado con una eficiencia del 95% al considerar los parámetros de voltaje de disparo y voltaje de quemado en el oscilograma secundario, parámetros varían ante la falla de un componente esencial del sistema de encendido como es el conjunto módulo/bobina DIS y cables de alta tensión ya que deben ajustarse al tiempo de quemado que es controlado por la ECM.
- A través del método de diagnóstico tipo analítico y lógico por oscilogramas para la comprobación del estado de la batería se ejecutó el Script EIPower y se obtuvo el reporte de las condiciones de operación en condiciones ideales con las que se comparó al ejecutar la prueba con una batería descargada y deteriorada una de sus celdas, teniendo como resultado la disminución en un 80% en el nivel de carga 7,41 V en la tensión bajo carga y 507,72 A en la corriente de inicio real.
- Por medio del método de diagnóstico tipo gráfico bajo el patrón estándar del oscilograma secundario del encendido electrónico DIS se comparó el oscilograma obtenido en el vehículo de prueba en condiciones de buen funcionamiento y se compara con el obtenido en condiciones de fallo, además del análisis del oscilograma identificando la variación de los parámetros de voltaje de disparo/encendido, voltaje de quemado y tiempo de quemado. Con ello la incidencia en condiciones de fallo recaen cuando se obtiene un bajo voltaje en las líneas de mando EST (Electronic Spark Timing), produciendo una avería en el comando del módulo y trabajo de la bobina, al confluir con el análisis de emisiones se obtuvo que el CO en (0,4% Vol.), CO₂ en (7,7% Vol.) disminuyeron, por otro lado, el O₂ en (11,01% Vol.), HC en (40 ppm Vol.), Lambda en (1,159) aumentaron, por lo que se diagnostica la existencia de compensación en el llenado de los cilindros, mezcla pobre e inyección de combustible en exceso.

- Del análisis del oscilograma secundario mediante las pruebas en Modo desfile de encendido Plug-In tomadas en los cables de alta tensión se logró identificar la variación en los parámetros de voltaje de disparo del orden de (4,2 a 5 kV) y voltaje de quemado (de 1 a 3,8 kV) donde se observó fluctuaciones durante el voltaje de línea, para cada condición de fallo. La incidencia de dichos parámetros recae cuando el motor se encuentra trabajando con una bobina en mal estado debido a la interrupción en las señales de mando EST, cable de alta tensión sulfatado/oxidado y con alta resistencia. De lo cual se logra verificar con el análisis de emisiones donde el parámetro que mayormente varió fueron CO₂ de 14,6% Vol. a 14,07% Vol. al mínimo cuando el cable se encuentra sulfatado/oxidado, O₂ de 0,49% Vol. a 0,63% Vol. al mínimo cuando el cable se encuentra con alta resistencia, HC de 82 ppm Vol. a 95ppm Vol. cuando el cable se encuentra mojado por aceite al mínimo y Lambda de 1 a 1,013 para cuando el cable se encuentra sulfatado/oxidado y con alta resistencia.
- El sistema DIS tiene como prioridad en no poseer contactos, por lo que necesita que la corriente se traslade hacia la bujía de una manera libre, continua y sin interrupciones, de esta manera genera una chispa óptima en la bujía.
- El USB Autoescope IV es una herramienta automotriz que permitió obtener gráficos de descarga de eficiencia en los cilindros de tal manera se pudo determinar mediante caídas o elevaciones de parámetros en RPM como es la eficiencia para cada uno de los cilindros de tal manera se determinó fallos que se presentaban por averías en las bujías, por tal razón el motor generaba algún tipo de fallo en aceleraciones de ralentí, media y alta.
- Para corroborar que existían fallas en el motor se realizó también su respectivo análisis, por medio de lambda se determinaba diferentes tipos de fallos en las emisiones de escape, a pesar de que su variación en resultados es similar se demostró que para

cada prueba se generaba la pérdida de eficiencia en el motor por lo que su rendimiento de acuerdo a los regímenes de RPM no era óptimo.

- La vida útil, potencia, consumo y comportamiento de gases de escape del motor se atribuyen a las bujías de encendido, ya que son quienes influyen en estas medidas. La bujía es el corazón del motor encargada de que se produzca el encendido, ya que actúa directamente en la cámara de combustión del motor produciendo la chispa para el trabajo en el mismo, por esta razón su estado debe ser óptimo para un correcto funcionamiento y eficiencia del motor.
- Con base en el diagnóstico avanzado, se logra precisar la operación de mantenimiento a realizar en el automotor para ensayos a ralentí y aceleración en los componentes; módulo de encendido, bobina, cables de alta tensión y bujías. Identificando para cada caso de fallo, la variación de sus parámetros característicos y la incidencia en los valores de emisiones de gases ante los casos de estudio.
- Con la ayuda del Script EIPower se logra instaurar un informe para el diagnóstico avanzado permitiendo conocer el estado exacto de la batería, donde a través de sus parámetros característicos normados se logra comparar y emitir acciones a realizar.
- Con las condiciones de fallo generadas en el conjunto Módulo/Bobina DIS, alterando la resistencia en las señales de mando EST, se vieron afectados mayormente sus valores de voltaje captadas con el sensor Cx-M, identificando así la avería que existe ya sea en el componente y/o en las señales que emite o recepta dicho elemento, además de verificar el drástico incremento en los parámetros de emisiones cuando este conjunto falla se diagnostica de inmediato.
- Del diagnóstico avanzado por medio de los oscilogramas secundarios para el estudio de los diferentes tipos de fallos ocasionados en los cables de alta tensión, los parámetros

de; voltaje de disparo/encendido, voltaje de quemado y tiempo de quemado, son identificados y detallados sus valores pudiendo destacar que; las condiciones más críticas se obtuvieron al colocar un cable sulfatado/oxidado y con una alta resistencia, donde los parámetros HC, CO y O₂ se vieron afectados, logrando diagnosticar una fallo en los cables y el reemplazo de los mismos.

- Con el Script CSS para conocer el estado de las bujías, se logra detallar un diagnóstico avanzado para este elemento, además de las pruebas estáticas de emisiones de gases, para cada condición de fallo se obtuvo una alteración en HC, CO, O₂ y Lambda en porcentaje mínimos, con la ayuda de las curvas de contribución para cada uno de los cilindros se puede confirmar dicho fallo en las bujías.

Recomendaciones

- Realizar pruebas de ensayo con el Script PX con el propósito de comparar de mejor manera los resultados obtenidos respecto del oscilograma de eficiencia de contribución de los cilindros obtenidos con el Script CSS para confluir de mejor manera la incidencia del estado de las bujías de encendido.
- Para obtener más tipos de variaciones con respecto al oscilograma del circuito secundario de la bobina se recomienda realizar una combinación de pruebas tanto con cables de alta tensión, bujías de encendido y fallas en el conjunto Módulo/Bobina DIS.
- De manera de poder analizar los parámetros de voltaje de encendido/disparo, voltaje de quemado y tiempo de quemado se sugiere realizar pruebas con diferentes tipos de encendido como el DIS secuencial que posee bobinas COP independientes, realizando una amplia comparación con el sistema DIS simultáneo (chispa perdida).
- Con el propósito de obtener mayor información respecto a la batería del automóvil se recomienda realizar más pruebas de ensayo con diferentes condiciones de fallo,

además de realizar el Script EIPower de forma completa donde integra el sistema de carga, sistema de arranque y la incidencia al ejecutar la prueba de compresión relativa.

- En el sistema de encendido con asistencia electrónica se recomienda identificar dónde se encuentra la etapa de potencia (amplificador), al encontrarse fuera de la ECM puede ubicarse antes de la bobina o junto con la bobina conformada como un solo componente. Si se encuentra en la ECM fácilmente se podrá identificar el oscilograma primario en el pin +, B o 15 de la bobina, mientras que si se encuentra fuera conjuntamente con la bobina sólo se podrá diagnosticar las líneas de mando EST y el oscilograma secundario.
- Para optimizar los tiempos de diagnóstico con el equipo USB Autoscope IV cuando se presentan vehículos con sistemas de encendido particulares se recomienda crear y guardar modos de diagnóstico en el software ya sea para verificar el oscilograma primario, secundario, la correlación de la chispa con los sensores de mando CKP y CMP, de tal forma que no se necesite configurar las escalas de medición en cualquiera de los canales a utilizar.
- Verificar a través de la información técnica del vehículo cuanto voltaje y amperaje alcanza en el oscilograma primario y secundario, de tal forma que se conozca si es necesario la implementación de atenuadores para obtener dichos oscilogramas de encendido.
- Es importante recomendar cuando existe más de tres chispas negativas o positivas en un sistema de encendido unir ambos conjuntos de sensores capacitivos CX 6 por medio de un adaptador XLR hacia un solo puerto de la chispa positiva, con lo cual permita observar los oscilogramas en sentido positivo de todos los cilindros que tenga el motor.

- Se debe tener en consideración al momento de realizar el análisis por lambda el estado de los filtros y la revisión de su trampa de agua y que la sonda no este insertada hasta que el programa solicite insertarla para que los datos tengan variaciones erróneas al momento del análisis.
- Es indispensable conocer el uso y protocolos del analizador de gases antes de realizar las pruebas para de esta manera poder identificar y analizar los rangos de funcionamiento óptimos para sus mediciones.
- Al momento que el analizador de gases está realizando un auto cero o no se está ocupando la sonda, el equipo debe estar a una distancia de 4 metros del tubo de escape para no alterar la próxima lectura.
- Es importante que para las mediciones del sistema de encendido se manejen canales atenuados en el USB Autoescope IV ya que esto evitará que el dispositivo se averíe en el caso de que algún accesorio del vehículo este trabajando de manera incorrecta, además por la bobina y cables que trabajan con intensidades y voltajes elevados.

Bibliografía

Agencia Nacional de Transito. (2019). Resolución No. 025-ANT-DIR-2019. Reglamento de la Revisión Técnica Vehicular. [https://www.ant.gob.ec/download/26/directorio-](https://www.ant.gob.ec/download/26/directorio-2019/243/resolucion_no_025-dir-2019-ant.pdf)

[2019/243/resolucion_no_025-dir-2019-ant.pdf](https://www.ant.gob.ec/download/26/directorio-2019/243/resolucion_no_025-dir-2019-ant.pdf).

AGS-688., B. B. (2019). Obtenido de [https://www.brainbee.mahle.com/brainbee/es/product-](https://www.brainbee.mahle.com/brainbee/es/product-lines/emission/ags-688/)

[lines/emission/ags-688/](https://www.brainbee.mahle.com/brainbee/es/product-lines/emission/ags-688/)

Alonso, P. J. (2014). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid, España: Paraninfo, SA.

Autoscope. (2014). *USB AUTOSCOPE IV KIT*. Obtenido de Obtenido de Autoscope.eu:

<http://autoscope.eu/products/?lang=es>

AUTOSCOPE. (2019). *AUTOSCOPE TECHNOLOGY*. Obtenido de Se recupero el 18-01-2023,

<https://usbautoscope.eu/css-script-manual/>

Beru. (12 de 09 de 2022). *Federal - Mogul*. Obtenido de

<https://www.beruparts.es/content/dam/marketing/emea/beru/brochure/es-all-about-spark-plugs.pdf>.

BOSCH. (2021). *Catálogo de aplicaciones Bujías Bosch*. Obtenido de

<https://www.emasa.cl/emasa/imagenes/archivos/catalogos/bujias.pdf>

Bosch. (15 de 11 de 2022). *Robert Bosch GmbH*. Obtenido de [https://boschecuador.com/unete-](https://boschecuador.com/unete-a-nuestro-equipo)

[a-nuestro-equipo](https://boschecuador.com/unete-a-nuestro-equipo)

Calleja, D. G. (2015). *Motores Térmicos y sus sistemas auxiliares*. Madrid: Paraninfo, SA.

CEA, E. (2016). *CEA Electrónica Automotriz*. Obtenido de CEA Electrónica Automotriz:

<https://ceaelectronica.com/>

Coral, A. (sdsd de 12 de 2017). *SENATI*. Obtenido de Obtenido de:

<https://waldooc.files.wordpress.com/2017/12/sistemadeencendido.pdf>

Criollo & Matute. (2014). *Diagnostico de fallos en la combustión para motores de combustión interna alternativos diesel por análisis de vibraciones*. Cuenca.

Dentob, T. (2016). *Diagnostico Avanzado de Fallas Automotrices*. Mexico: Alfaomega.

Diagram, W. (2019). *Automotive Electricians Portal LLC*. Obtenido de Automotive Electricians Portal LLC: <https://portal-diagnostov.com/es/2021/01/24/6638098-vw-gol-2012-1-6l-engine-cfza-wiring-diagrams-pin-connector-location/>

Digtools. (s.f.). *EL PROGRAMA " USB OSCILLOSCOPE" GUÍA DEL USUARIO*. Obtenido de Obtenido de <https://diagtools.eu/es/equipos-de-medicion/54-usb-autoscope-iv.html>

E-AUTO. (Recuperado 2022/11/25). *El Sistema de Encendido DIS - e-auto.com.mx - El Sitio de los Mecánicos y Refaccionarios*. Obtenido de <https://www.e-auto.com.mx/enuw/index.php/85-boletines-tecnicos/2231-el-sistema-de-encendido-dis>

Federico. (Recuperado 06-01-2023). *AUTOYTECNICA*. Obtenido de <https://autoytecnica.com/encendido-totalmente-electronico-dis-estatico/>

GLOBAL TECH. (2022). Obtenido de BIBLIOGRAFÍA

HELLA. (2018). *HELLA TECH WORLD. El aliado del Taller*. Obtenido de <https://www.hella.com/techworld/es/Informacion-Tecnica/Electricidad-y-electronica-del-automovil/Bobina-de-encendido-2886/>

INEN. (2003). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2207.pdf>

- Jesus, F. S. (2005). *El proceso de combustión en motores de combustión interna*. Mérida: Venezolana. Obtenido de http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/jaraque/JESUS/2_Publicaciones/Libros/Combustion/EI%20Proceso%20de%20Combustion%20en%20MCI.pdf
- MAHLE. (2018). *BRAIN BEE — MGT-300 EVO*. Obtenido de <https://www.brainbee.mahle.com/brainbee/es/product-lines/emission/mgt-300-evo/>
- Mecanica Facil. (27 de 12 de Recuperado 2022). Obtenido de www.mecanica-facil.com
- Mengibar, J. M. (2013). *Electricidad, electromagnetismo y electronica aplicados al automovil*. Andalucia: IC Editorial.
- Mogrovejo, D. (11 de 200). *dspace ups*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/106>
- Norma Tecnica Ecuatoriana. (2017). Gestión ambiental. Aire. Vehículos automotores. Límites permitidos de emisiones producidas por fuentes móviles terrestres que emplean gasolina. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2204-2.pdf.
- NORMATIVA TECNICA ECUATORIANA. (2013). *Medicion de emisiones*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2203-1.pdf>
- NORMATIVA TÉCNICA ECUATORIANA. (2017). *INEN*. Obtenido de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2204-2.pdf
- Orozco, L. (2005). *Electronica y Electricidad Automotriz*. Buenos Aires.
- Pérez, B. M. (2011). *Sistemas auxiliares del motor*. Madrid: Paraninfo, SA.

Portilla, J. (2006). *Repositorio Espe*. Obtenido de

<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3995/1/T-ESPEL-0212.pdf>

ROTKEE. (2010). *Oscilloscope Channels*. Obtenido de <https://rotkee.com/en/waveform-library>

Service, I. (Julio de 2016). *USB Autoscope IV*. Obtenido de USB Autoscope IV :

[file:///C:/Program%20Files%20\(x86\)/USB%20Oscilloscope%20v4/Help_ES.htm](file:///C:/Program%20Files%20(x86)/USB%20Oscilloscope%20v4/Help_ES.htm)

SETAMER. (03 de 10 de Recuperado 2022). Obtenido de

<https://www.capacitacionautomotriz.com/curso-de-manejo-del-usb-autoscope/>

USB Autoscope IV. (2015). *Operation Manual for USB Autoscope IV*. Obtenido de

<http://autoscope.eu/wp->

[content/uploads/2015/01/usb_autoscope_4_operation_manual_en.pdf](http://autoscope.eu/wp-content/uploads/2015/01/usb_autoscope_4_operation_manual_en.pdf)

Wildi, T. (2007). *Máquinas eléctricas y sus sistemas de potencia*. México: Pearson.

Anexos