



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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

### Trabajo de la Unidad de Integración Curricular

**Tema: “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”.**

#### **Autores:**

Bonilla Borja, Esteban Josue  
Tamaquiza Chacha, Juan Diego

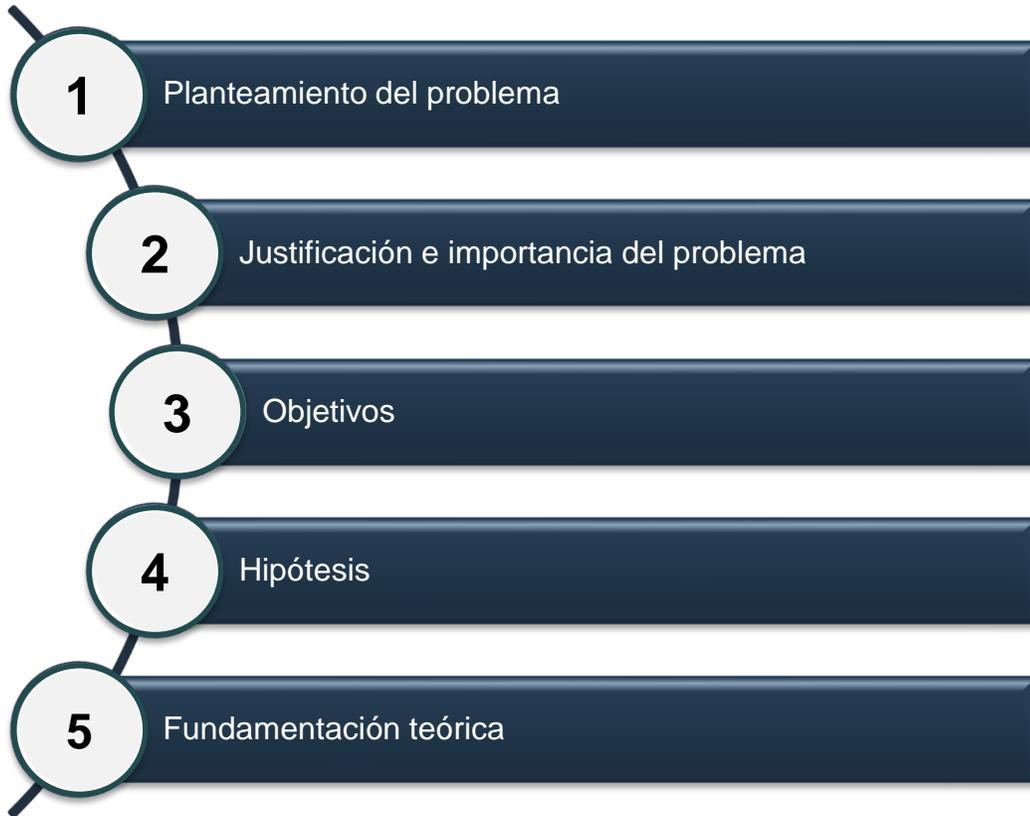
#### **Tutor:**

Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio

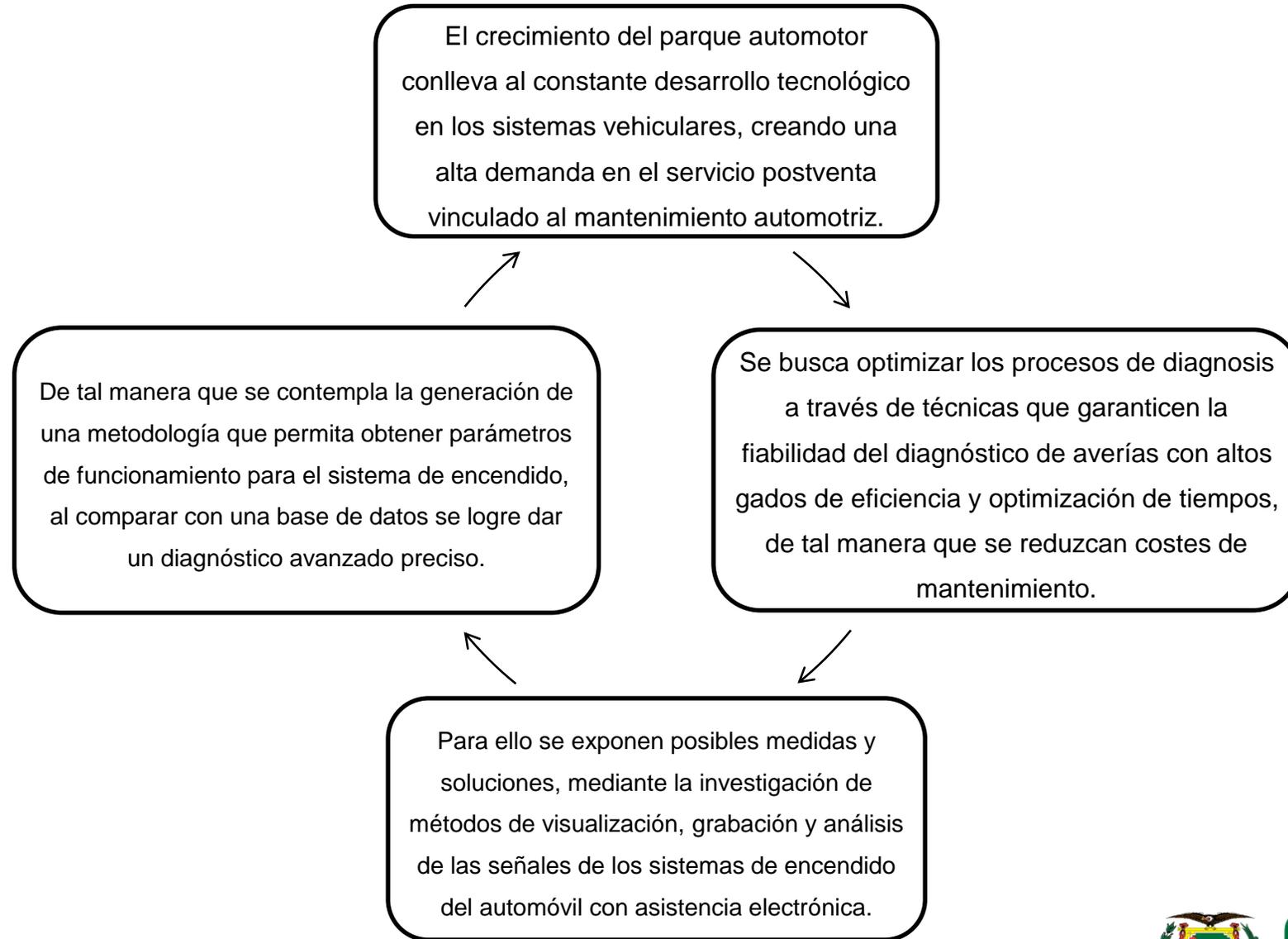
**Latacunga, 23 de Febrero del 2023**



# CONTENIDO



# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA



# JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Se plantea el uso del equipo USB Autoscope IV, el cual permite analizar gran cantidad de datos vinculados al diagnóstico de sistemas vehiculares.

Se implementa el diagnóstico avanzado que permita obtener, analizar y comparar parámetros de funcionamiento y regulaciones del fabricante del automotor, realizando pruebas de funcionamiento de elementos, sensores y actuadores que intervienen en el sistema de encendido electrónico.

Se hará énfasis en el diagnóstico preciso y eficiente de las fallas que se pueden presentar dentro del sistema de encendido del automóvil, disminuyendo los tiempos de diagnóstico al evaluar diferentes tipos de fallo en el sistema.



# OBJETIVOS

## 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

- 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 de encendido del automóvil.
- 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.



# OBJETIVOS

- 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 secundarios ante condiciones de buen funcionamiento y de 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.



# OBJETIVOS

- 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 el 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?

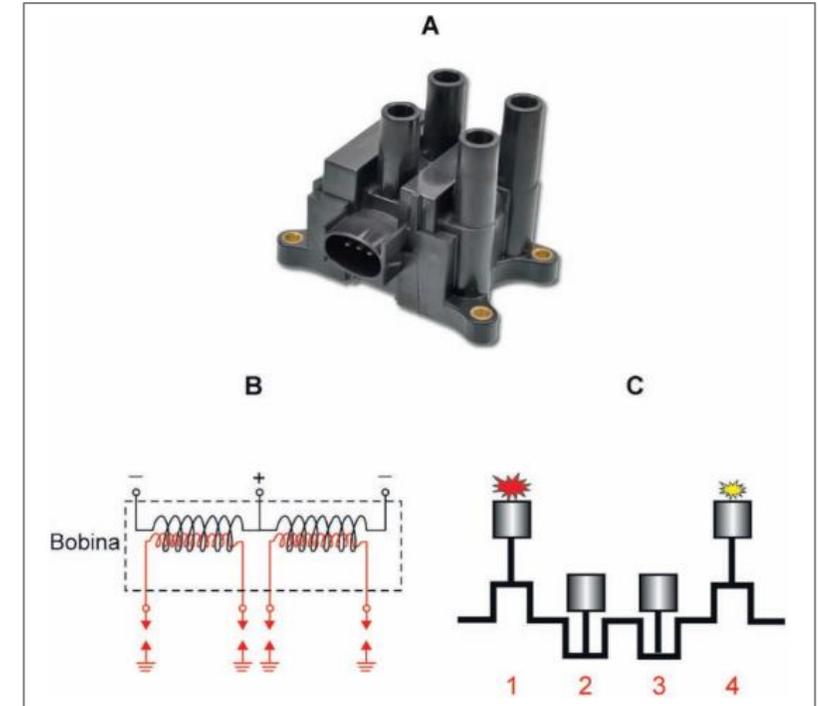


# FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

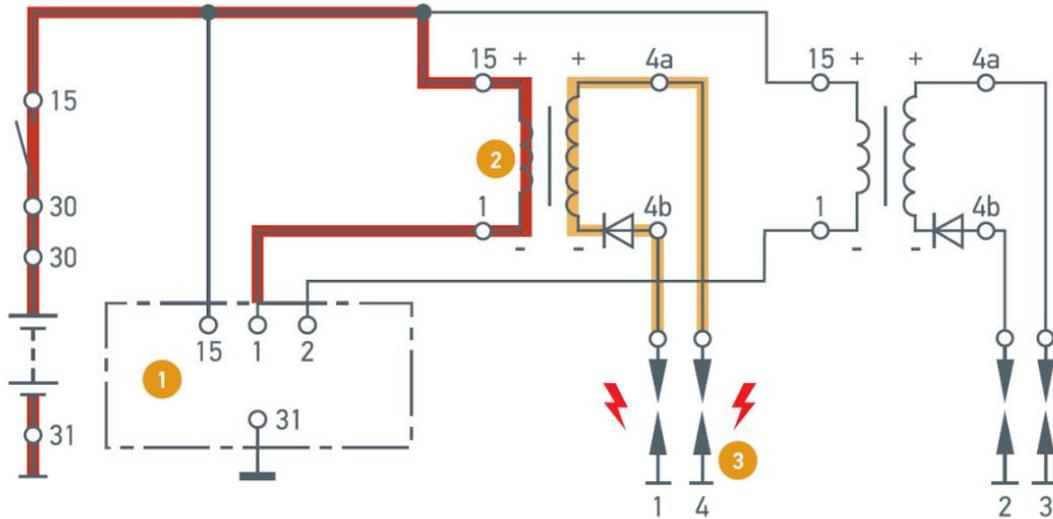
**Sistema de encendido  
DIS simultáneo (chispa  
perdida)**

(Direct Ignition System)  
(Distributorless Ignition  
System)

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



# SISTEMA DE ENCENDIDO DIS



**Generación de chispa en el encendido DIS**

La ECM al recibir la información de sensores esenciales CKP, CMP comanda las señales EST (Electronic Spark Timing) que recibe el módulo de encendido.

Al interrumpir el flujo de corriente en el devanado primario se genera un campo magnético, al desaparecer el mismo, la bobina colapsa y se produce el fenómeno de la autoinducción del primario al secundario ocasionando la alta tensión en las bujías.



# OSCILOGRAMA DE ENCENDIDO DIS

Voltaje de disparo/encendido

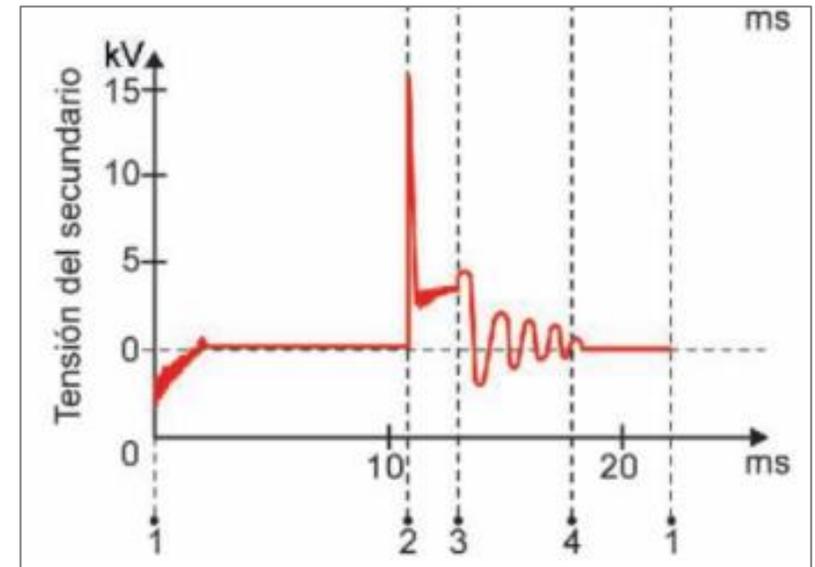
- Este valor se observa en el punto 2 del oscilograma de encendido secundario, y es la tensión con la que se abre la brecha del electrodo central de la bujía.

Voltaje de quemado

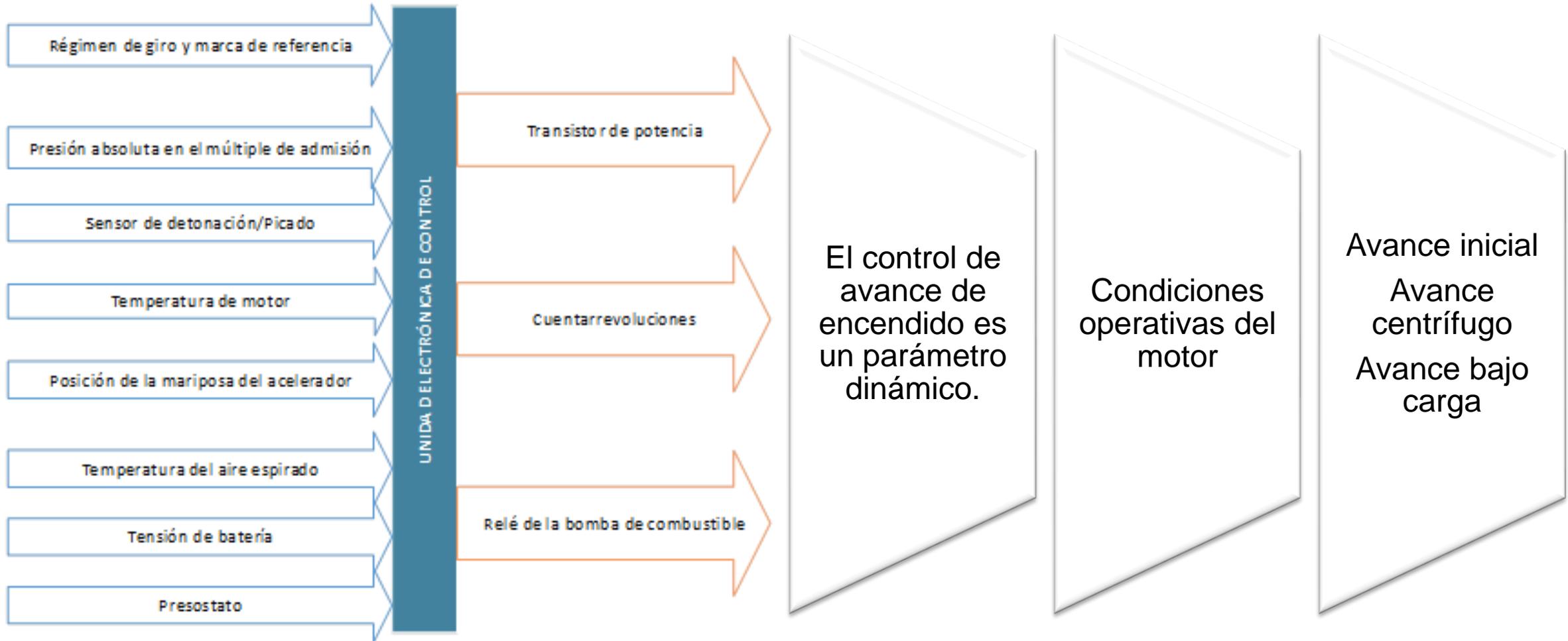
- Se refiere al intervalo 2 – 3 del oscilograma mostrado, y es la tensión con la que se produce el proceso de combustión.

Tiempo de quemado

- Comprende el intervalo 2 – 3, donde indica el tiempo que tarda en quemarse la mezcla A/C desde que salta el Peak de tensión hasta la interrupción de la señal de mando EST.



# AVANCE DE ENCENDIDO DIS



# EQUIPOS

Equipo de grabación y análisis de motores USB Autoscope IV



Analizador De Gases Brain Bee  
Mahle AGS – 688



Contador de RPM MGT – 300  
EVO



# MODOS USB AUTOSCOPE IV

Script EIPower

Este modo del USB Autoscope IV permite conocer el estado y los parámetros de la batería en cualquier condición de funcionamiento mediante la generación del Script EIPower.

Modo Encendido

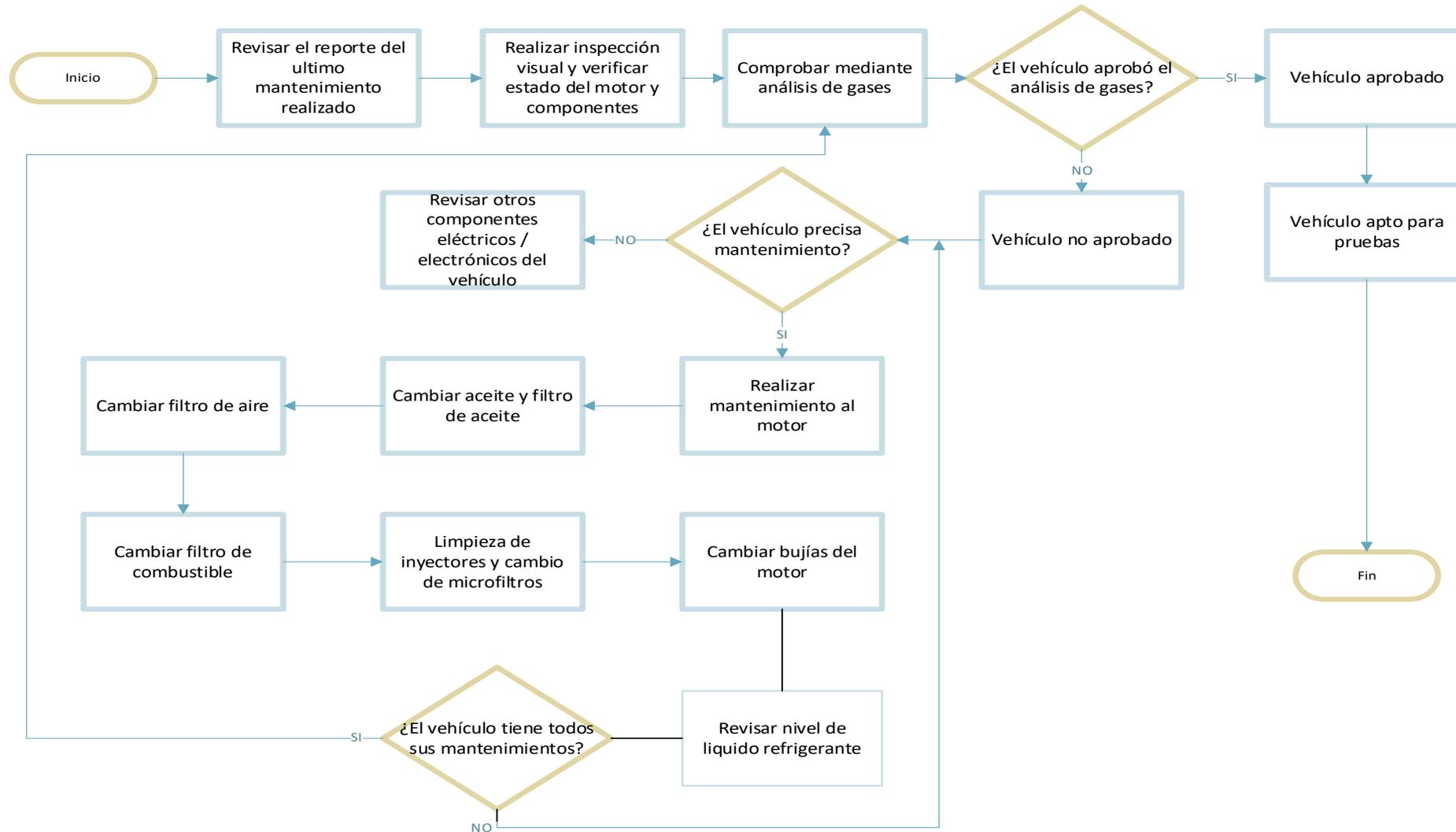
En este modo se puede analizar parámetros de; Peak de encendido, Voltaje de quemado, Tiempo de quemado y la visualización del modo Desfile de Encendido Plug-In para cada cilindro de acuerdo al orden de encendido.

Script CSS

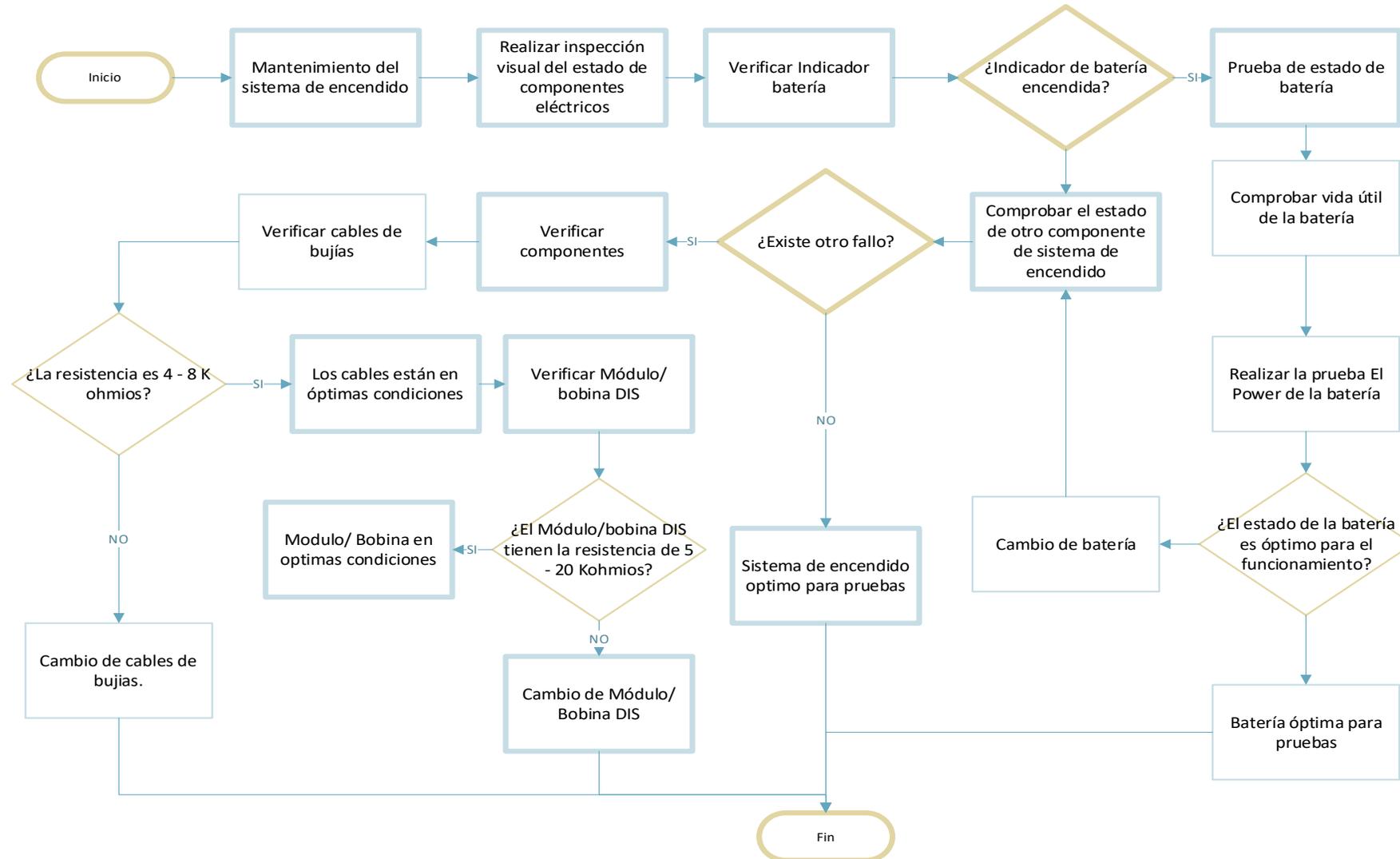
Mediante las curvas de eficiencia de la contribución de los cilindros respecto del trabajo del motor, se puede verificar el estado y la incidencia de las bujías ante diferentes condiciones de funcionamiento.



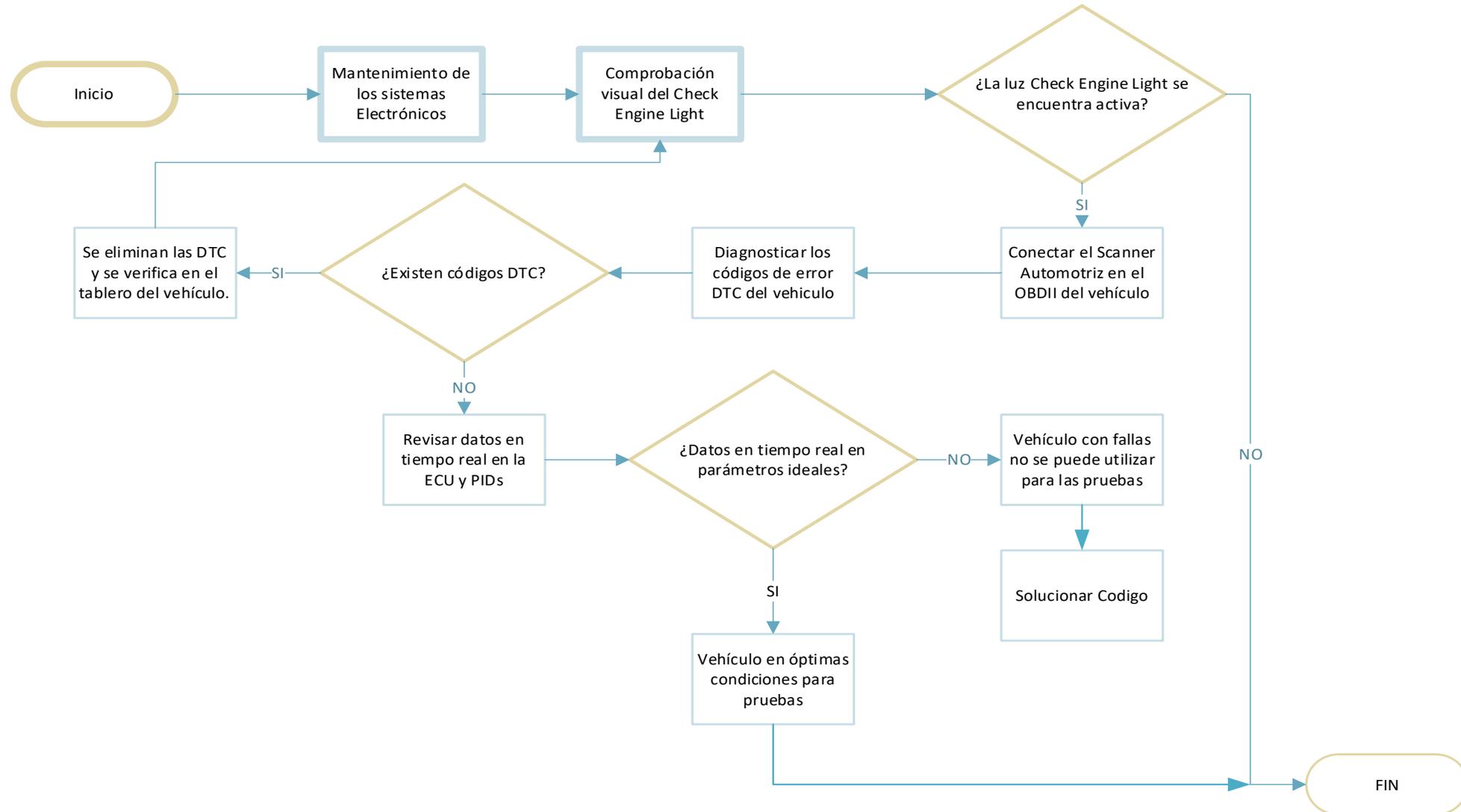
# PROTOCOLO DE PUESTA A PUNTO MECÁNICA DEL VP



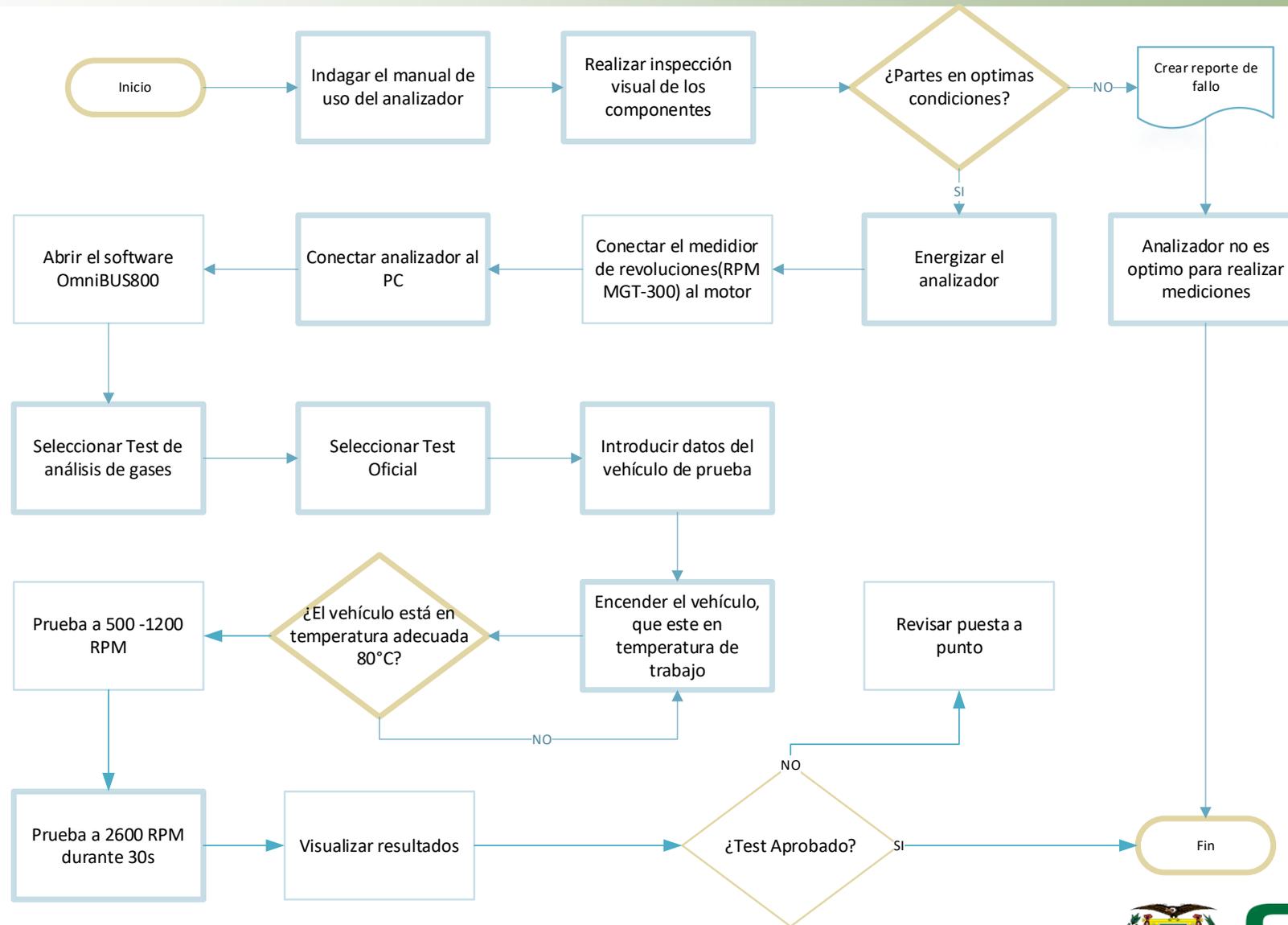
# PROTOCOLO DE PUESTA A PUNTO DEL SISTEMA DE ENCENDIDO DEL VP



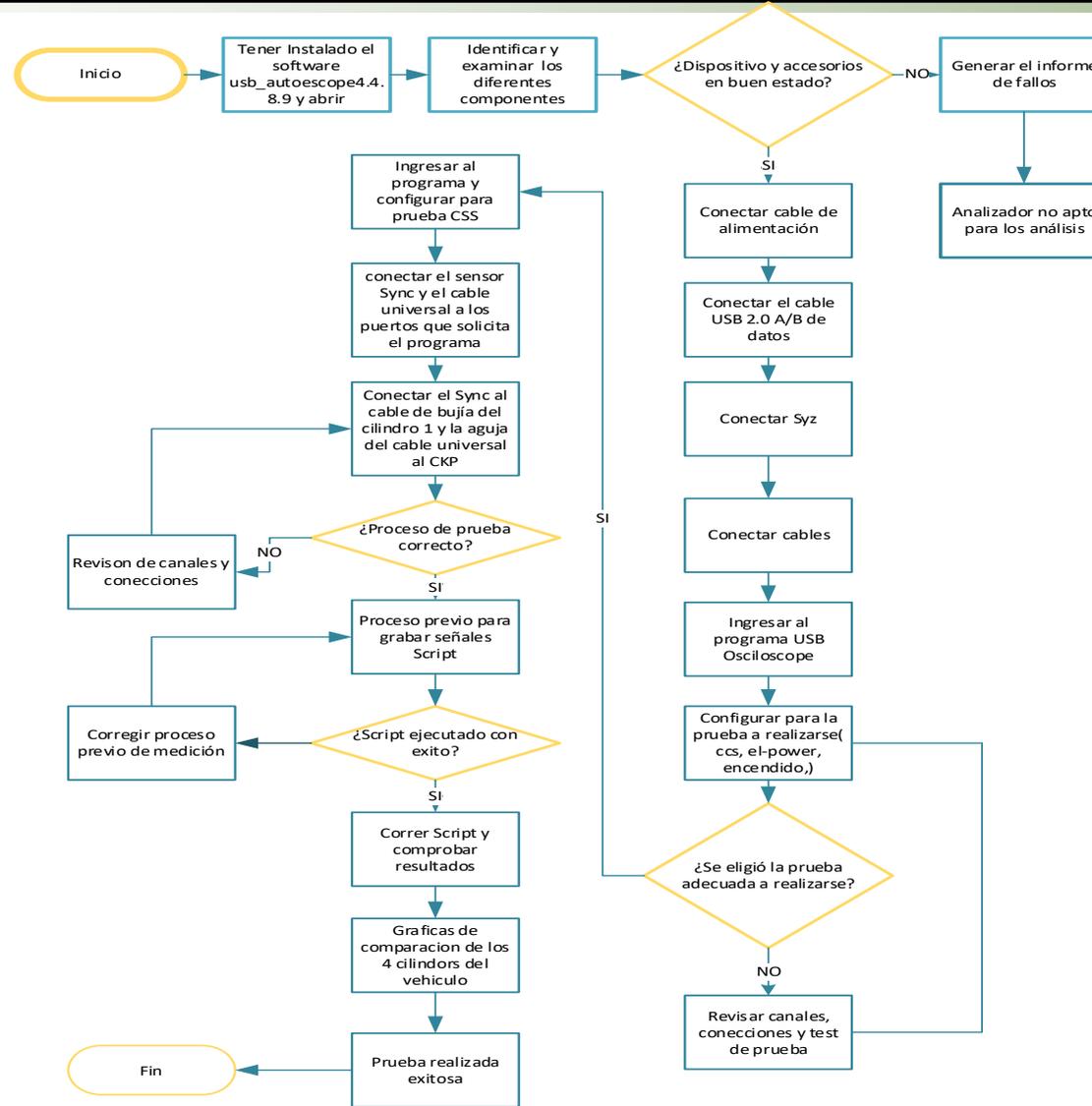
# PROTOCOLO DE PUESTA A PUNTO ELECTRÓNICO DEL VP



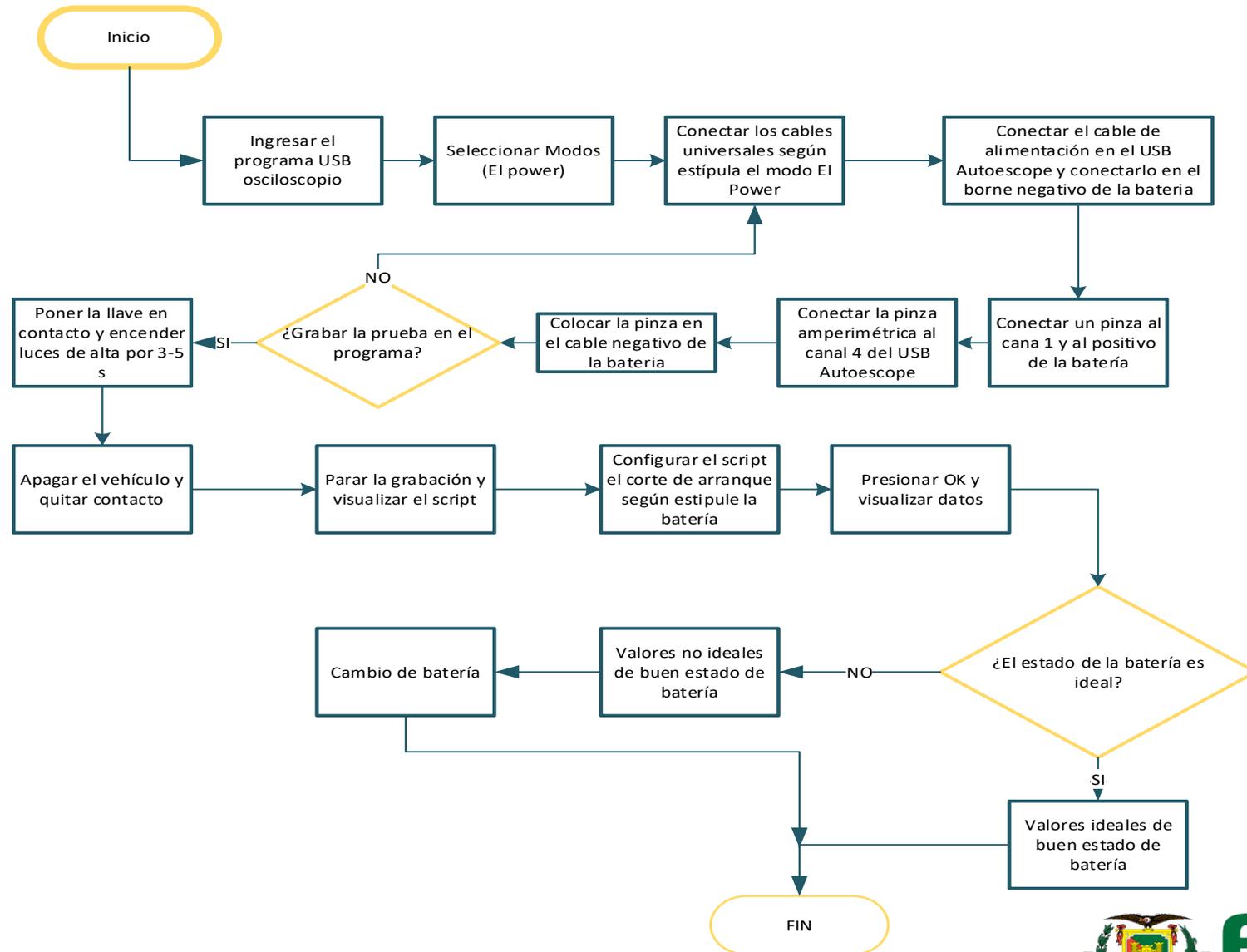
# PROTOCOLO PARA EL ANÁLISIS DE GASES



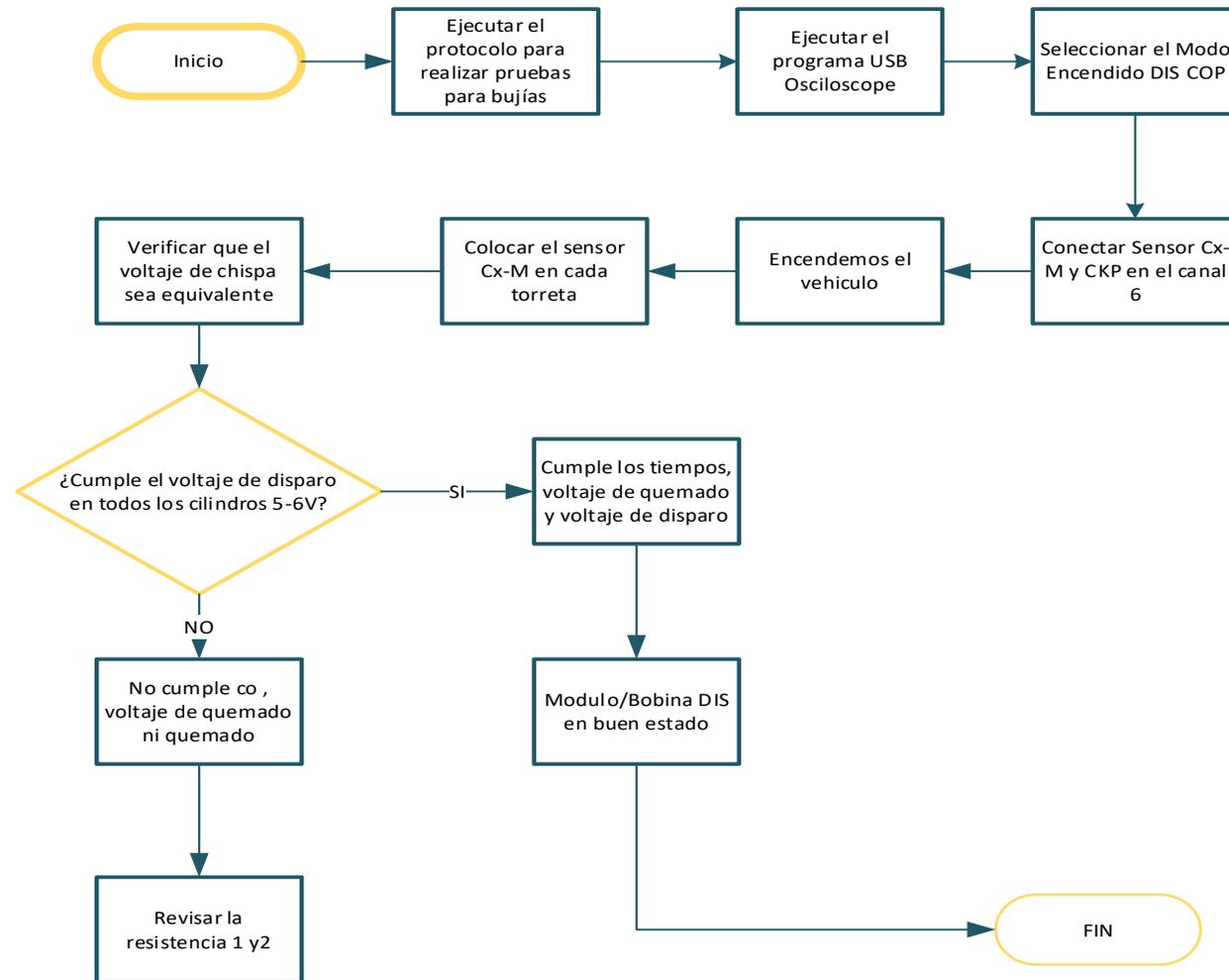
# PROTOCOLO DE USO DEL USB AUTOSCOPE IV



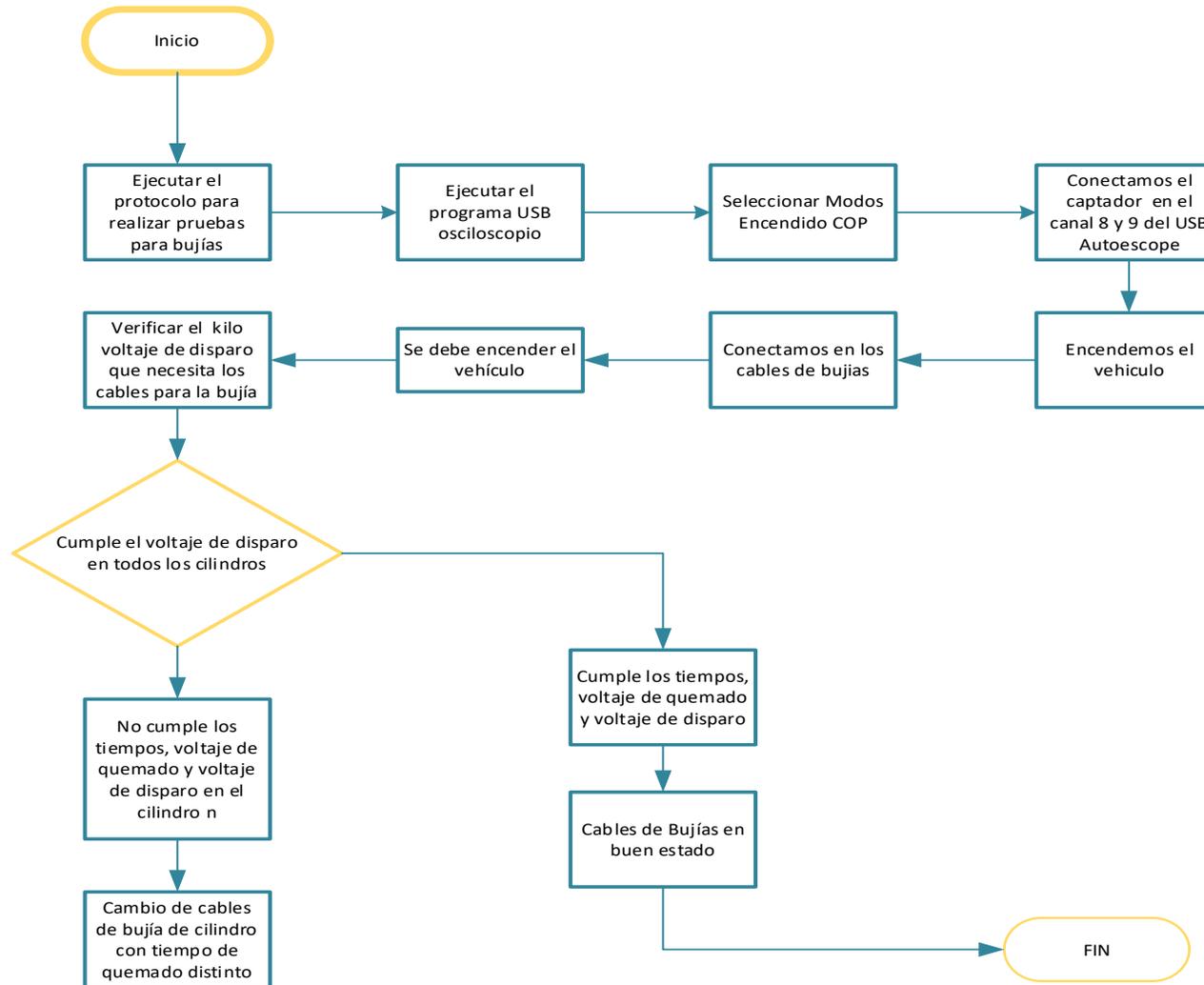
# PROTOCOLO - PRUEBA DE BATERÍA SCRIPT ELPOWER



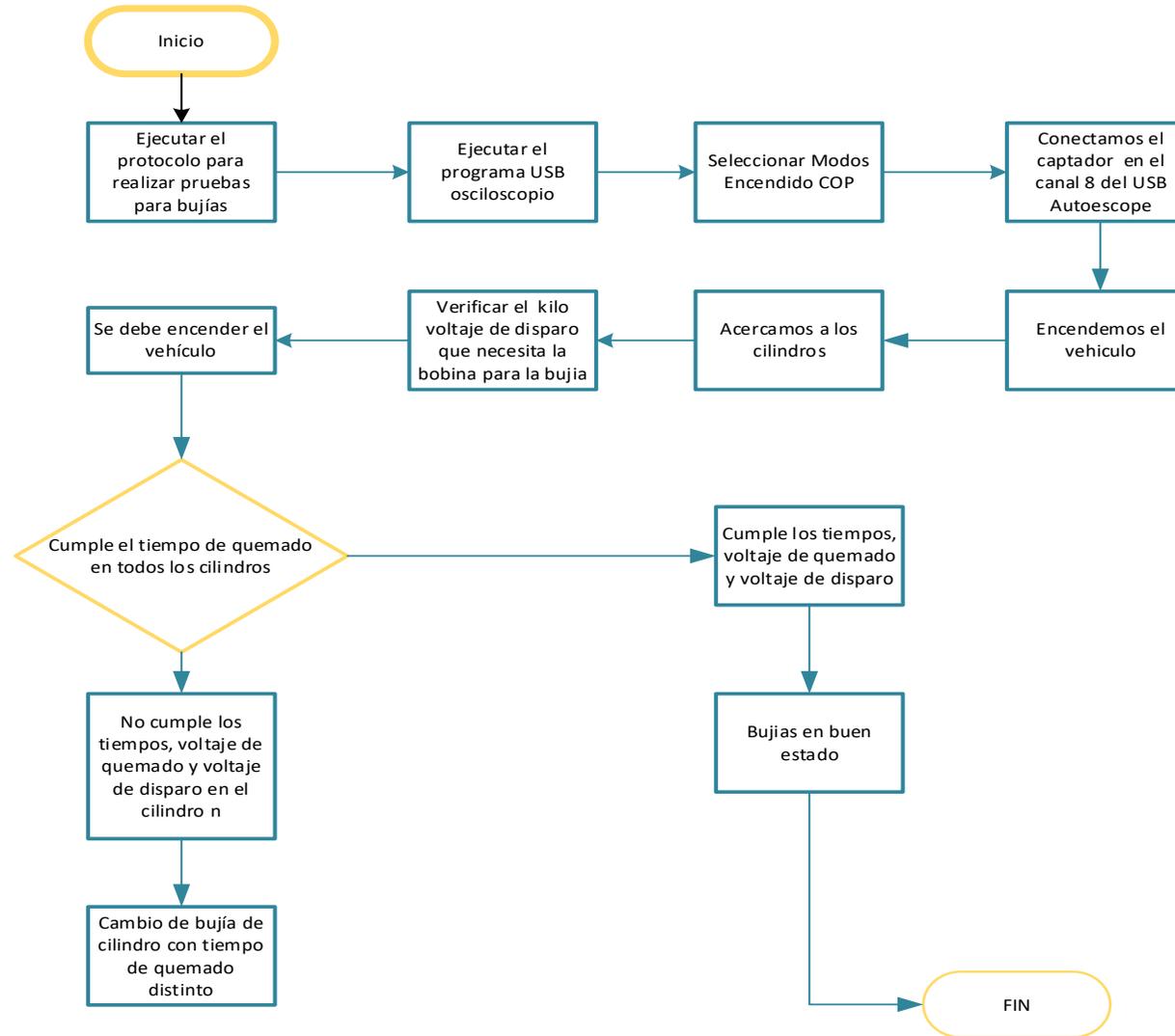
# PROTOCOLO - PRUEBA DEL MÓDULO/BOBINA DIS



# PROTOCOLO - PRUEBA DE CABLES DE ALTA TENSIÓN



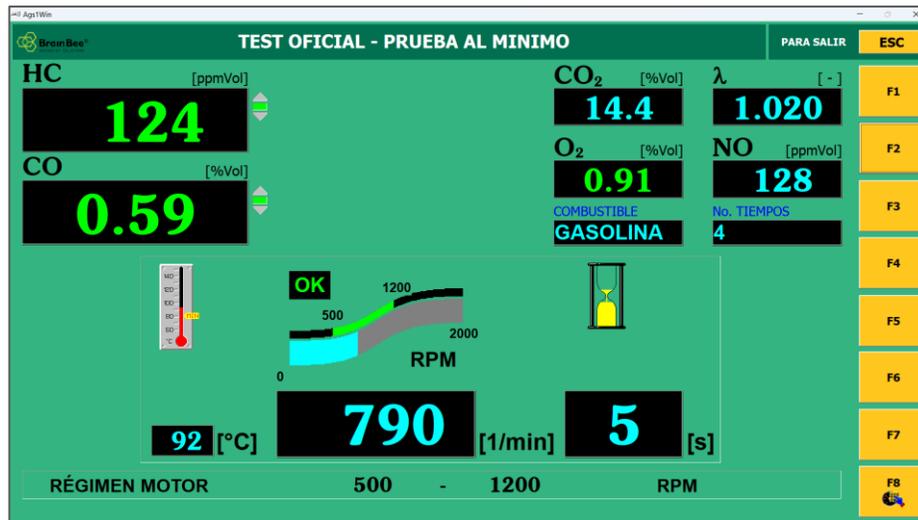
# PROTOCOLO - PRUEBA DE BUJÍAS DE ENCENDIDO



# PRUEBAS

## Pruebas estáticas de emisiones de gases MEP.

- Acorde a la normativa NTE-INEN 2:204 que establece los límites permitidos de emisiones contaminantes.
- Test Oficial en rangos de 500 a 1200 RPM y régimen de 2400 a 2600 RPM.

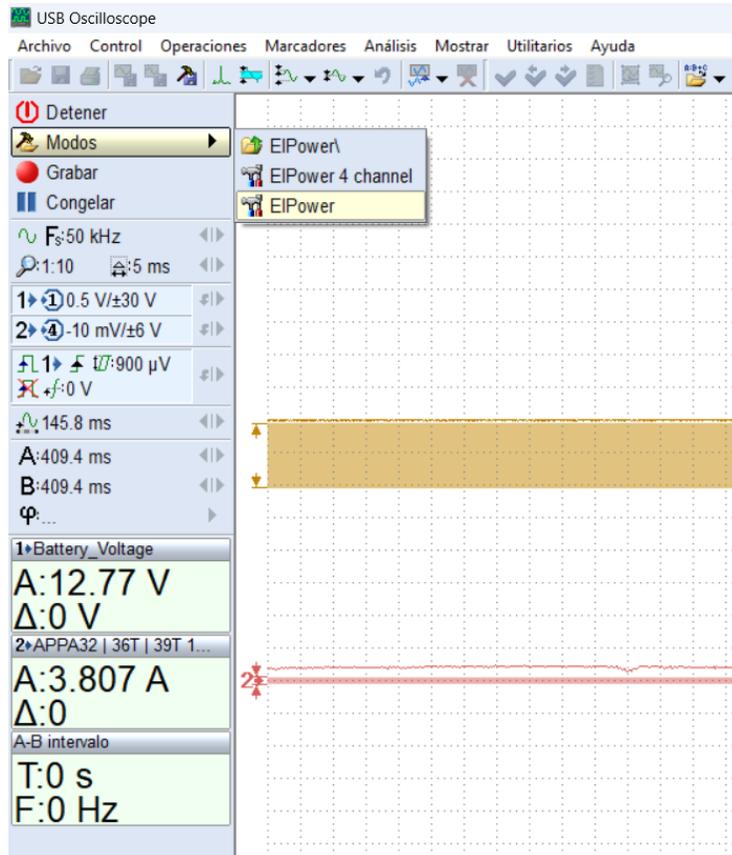


 <b>TEST OFICIAL GASES DE ESCAPE</b>			
<b>ANALIZADOR GASES</b> <b>AGS-688</b> <b>TACÓMETRO</b>			
Número de Serie :	16051300054	Número de Serie :	
Número de Homologación :	OM00292EST006cNET	Número de Homologación :	
Fecha vencimiento calibración :	12/07/2023	Fecha vencimiento calibración :	
<b>DATOS TALLER</b>			
NAME			
ADDRESS	TELEPHONE		
ZIP - CITY	FAX - EMAIL		
<b>DATOS DEL VEHICULO</b>			
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		
<b>LIMITES PRESCRITOS</b>			
Temperatura Motor :	80 [°C]	Régimen Motor en Aceleración :	2400 - 2600 [ 1/min ]
Régimen Motor al Mínimo :	500 - 1200 [ 1/min ]	O2 :	5.0 [%Vol]
		CO :	1.0 [%Vol]
		HC :	200 [ ppmVol ]
<b>VALORES MEDIDOS</b>			
<b>PRUEBA AL MINIMO</b>		<b>PRUEBA EN ACELERACIONE</b>	
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 [-]
<b>RESULTADO DEL TEST</b> :		<b>APROBADO SIN FALTAS</b>	
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	



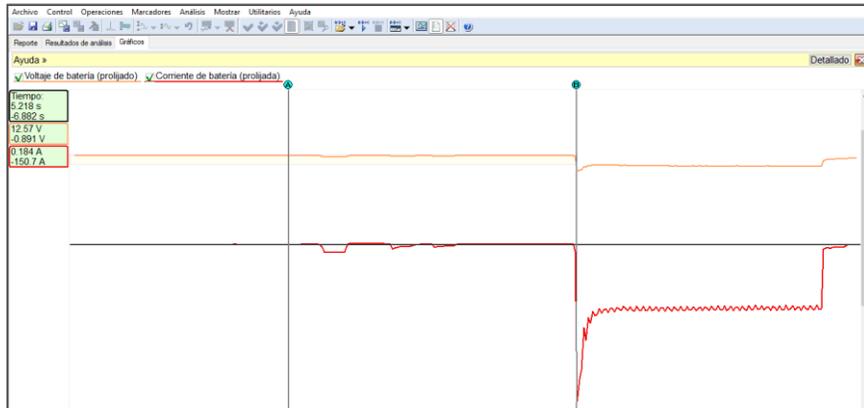
# PRUEBA DE BATERÍA ELPOWER

Con la batería del vehículo de prueba, se ejecuta el protocolo para la prueba mediante el Script EIPower con el equipo USB Autoscope IV.



# PRUEBA DE BATERÍA ELPOWER

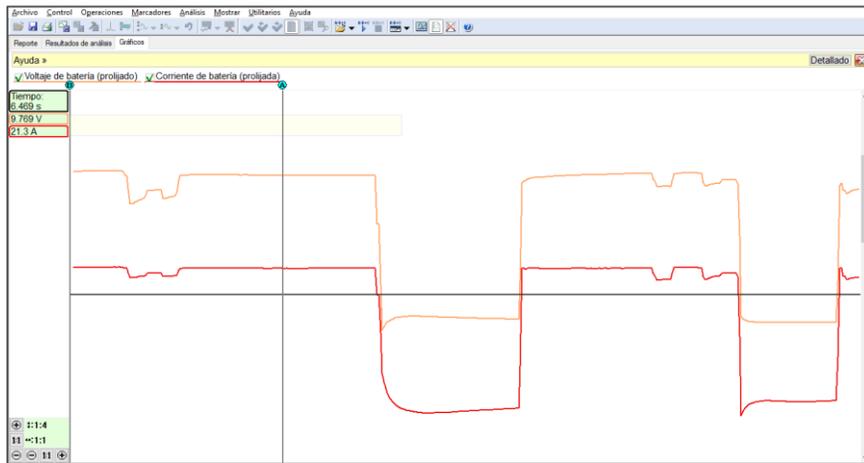
Obtención de los oscilogramas y reporte de verificación del estado de las baterías en condiciones de buen funcionamiento y de fallo.



 **Batería 12 V**

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

Condición de buen funcionamiento



 **Batería 12 V**

 **Es necesario cargar la batería**

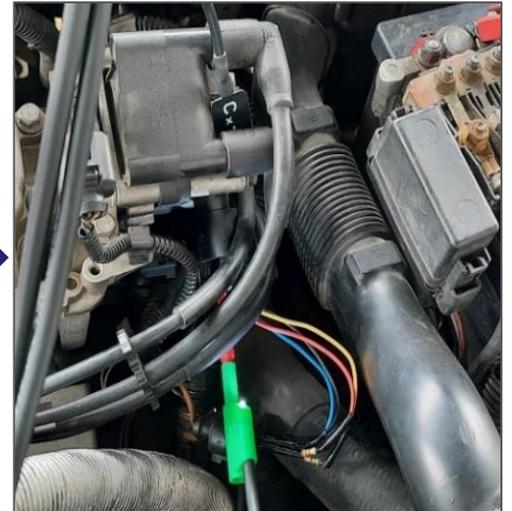
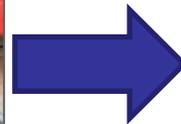
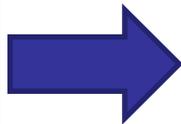
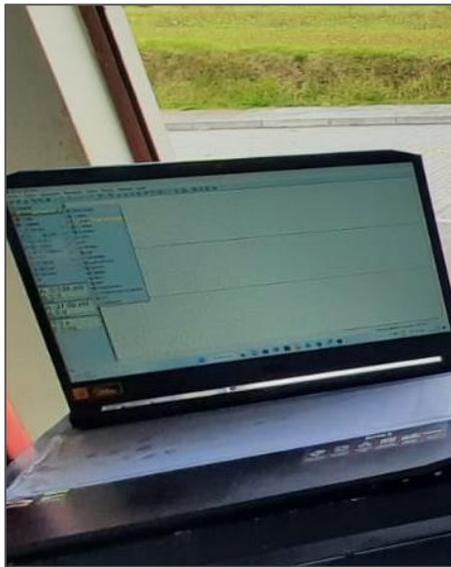
Parámetro	Valor	Norma
Tensión inicial	10 V	12.2...12.7
Nivel de carga	< 10 %	50...100

Condición de fallo



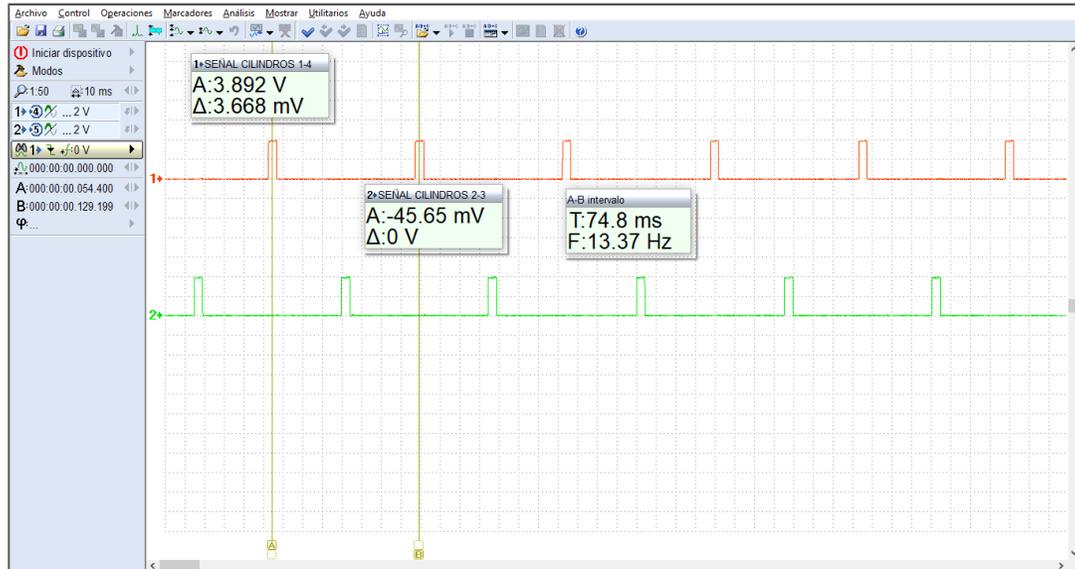
# PRUEBA DE MÓDULO DE ENCENDIDO

Se realiza la prueba del módulo de encendido por medio de la verificación de las señales de mando EST (Electronic Spark Timing), para la generación de chispa, además de los voltajes de alimentación.

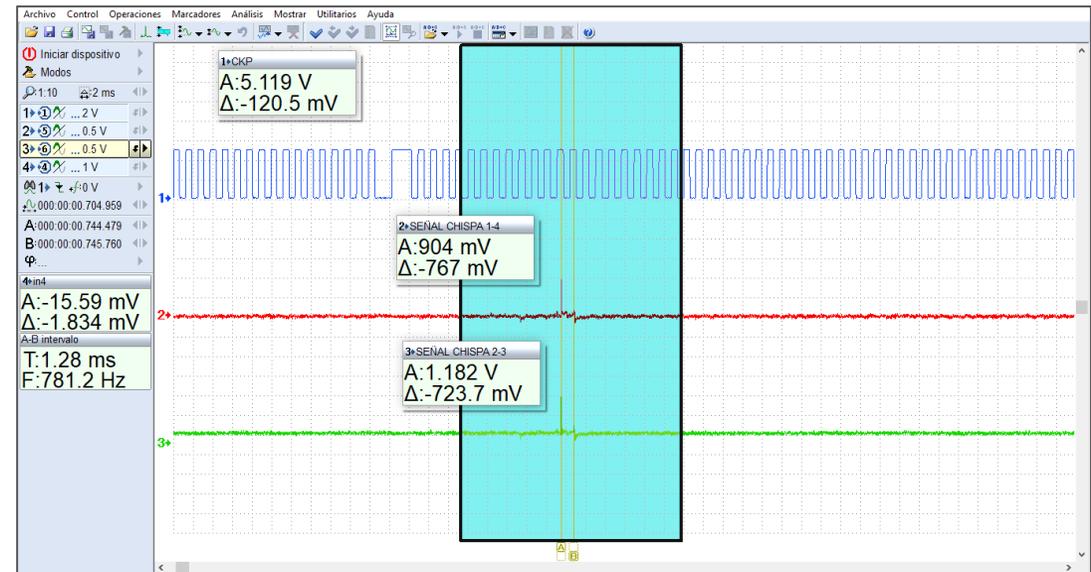


# PRUEBA DE MÓDULO DE ENCENDIDO

Se obtiene las señales de mando EST para la generación de chispa, en condiciones de buen funcionamiento y de fallo.



Condición de buen funcionamiento

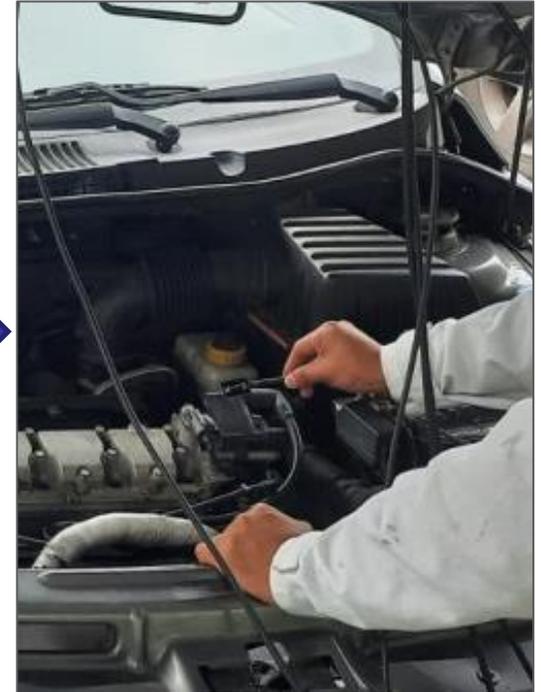
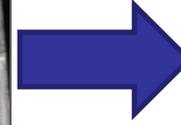
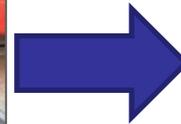
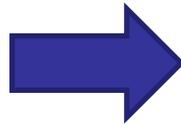
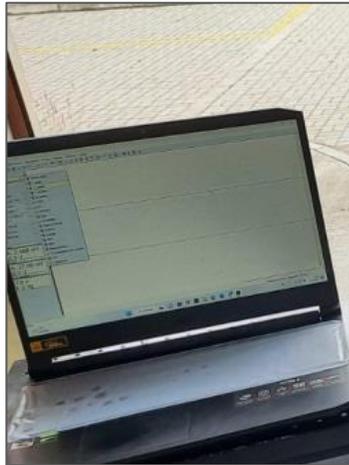


Condición de fallo



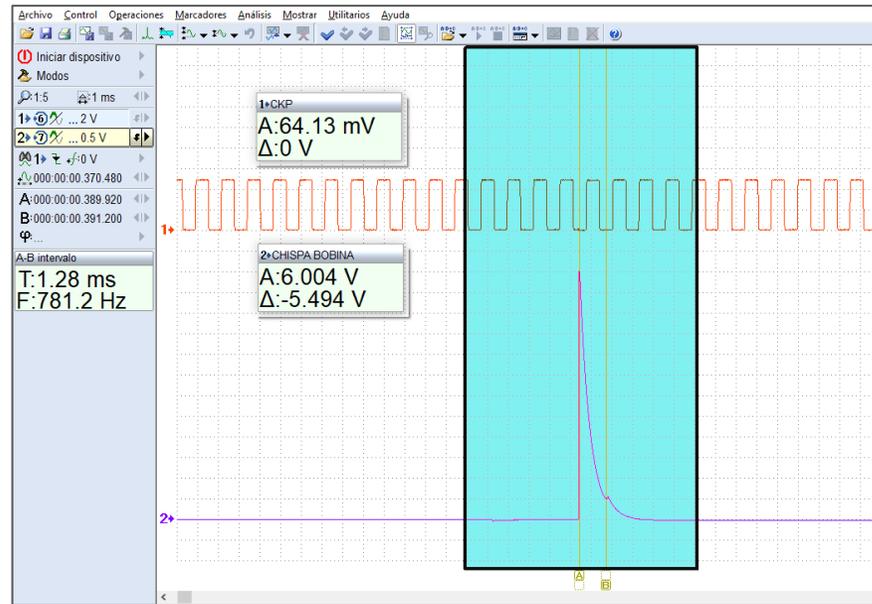
# PRUEBA DE LA BOBINA DIS

Se realiza la bobina de encendido por medio de la verificación de las señales de chispa, a través del sensor capacitivo Cx-M.

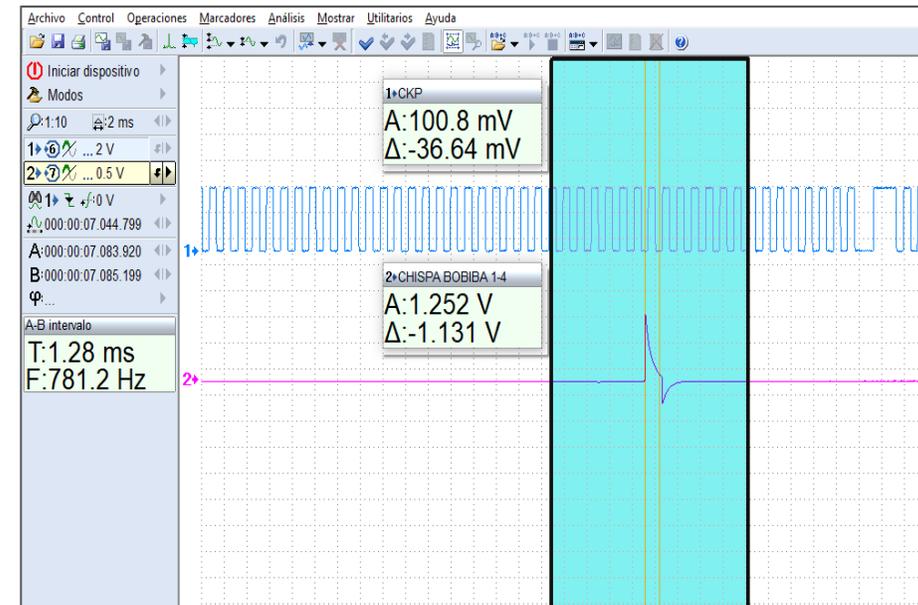


# PRUEBA DE BOBINA DIS

Se obtiene las señales de chispa en las torretas de la bobina de encendido por medio de la verificación de estas señales, a través del sensor capacitivo Cx-M.



Condición de buen funcionamiento

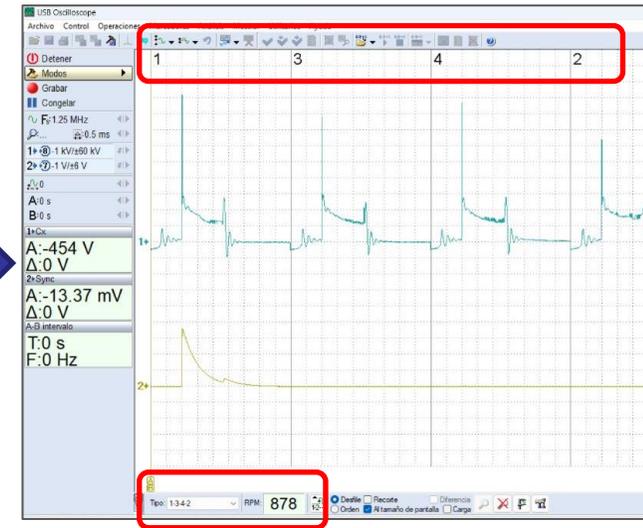
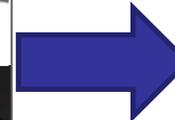
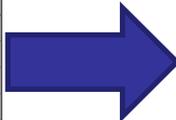
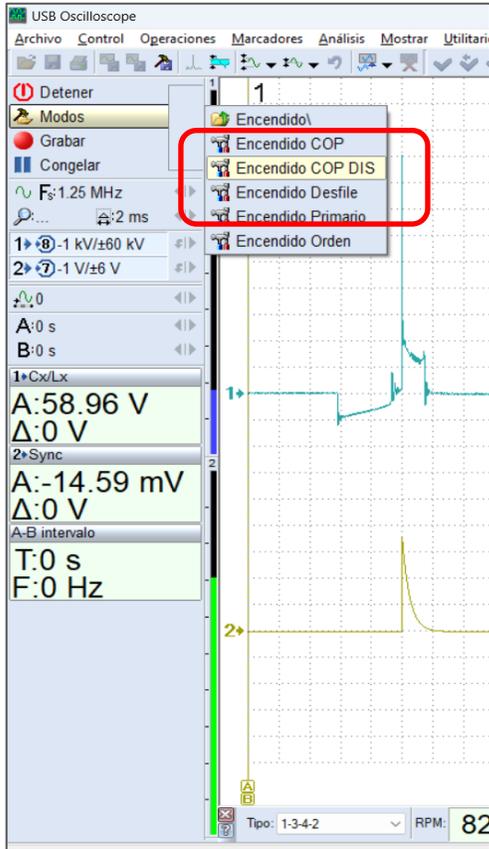


Condición de fallo



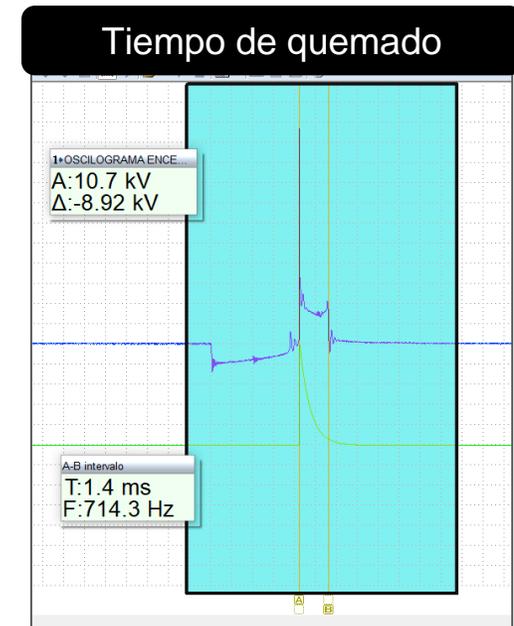
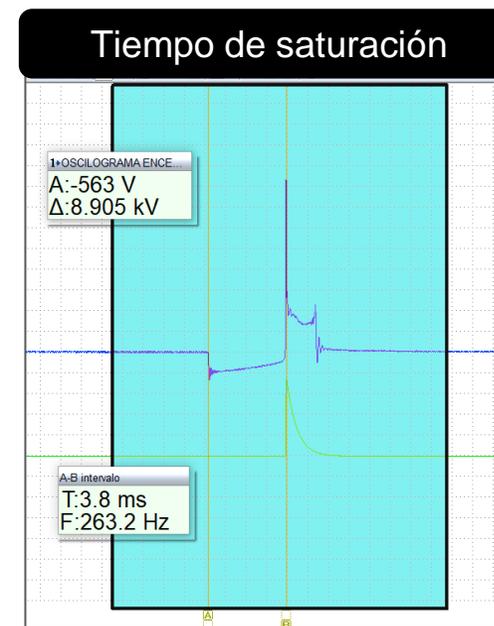
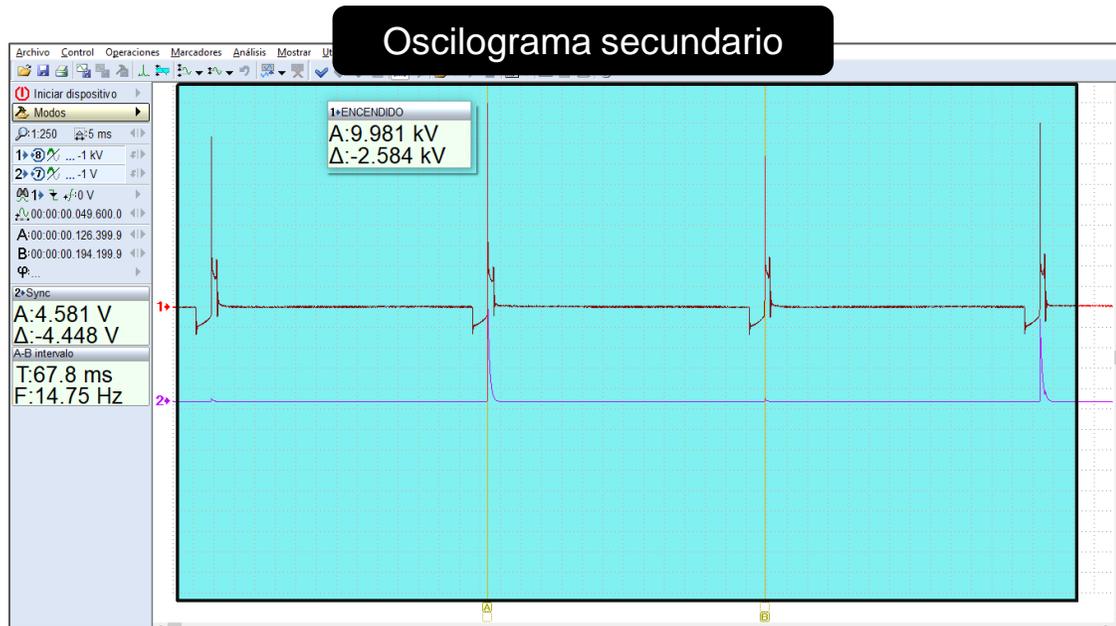
# PRUEBA DE LOS CABLES DE ALTA TENSION

Con el equipo en modo Encendido COP DIS, se realiza la obtención de los oscilogramas secundarios a través de los sensores capacitivos DIS CX6



# PRUEBA DE LOS CABLES DE ALTA TENSIÓN

Se visualiza el oscilograma secundario correspondiente a cada cilindro según la disposición del orden de encendido, donde el modo desfile Plug-In permite constatar la variación de los parámetros en condiciones ideales y de fallo.



Condición de buen funcionamiento

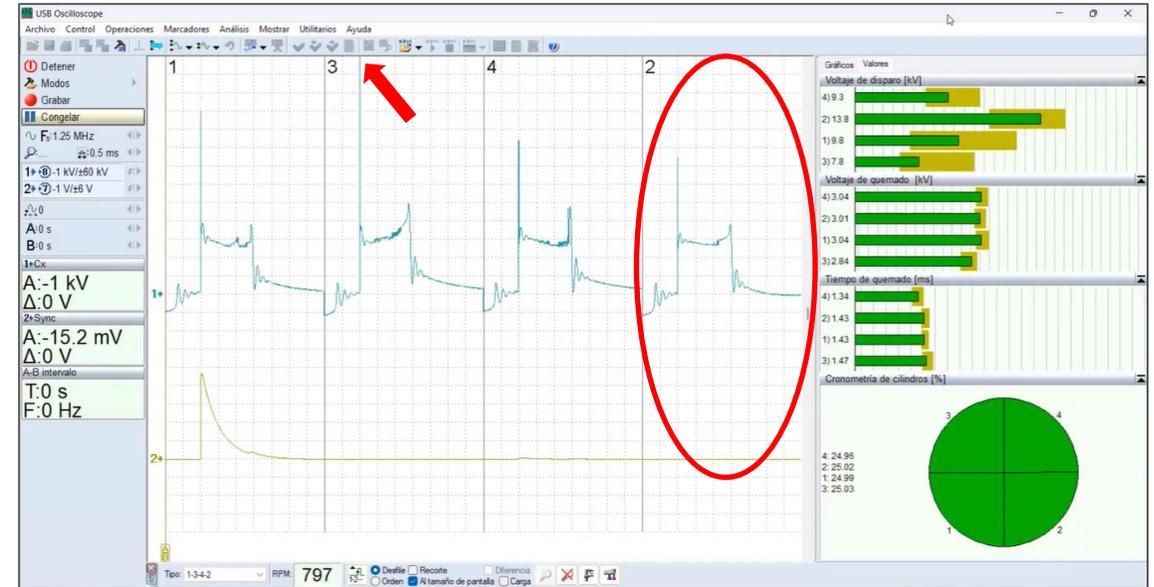
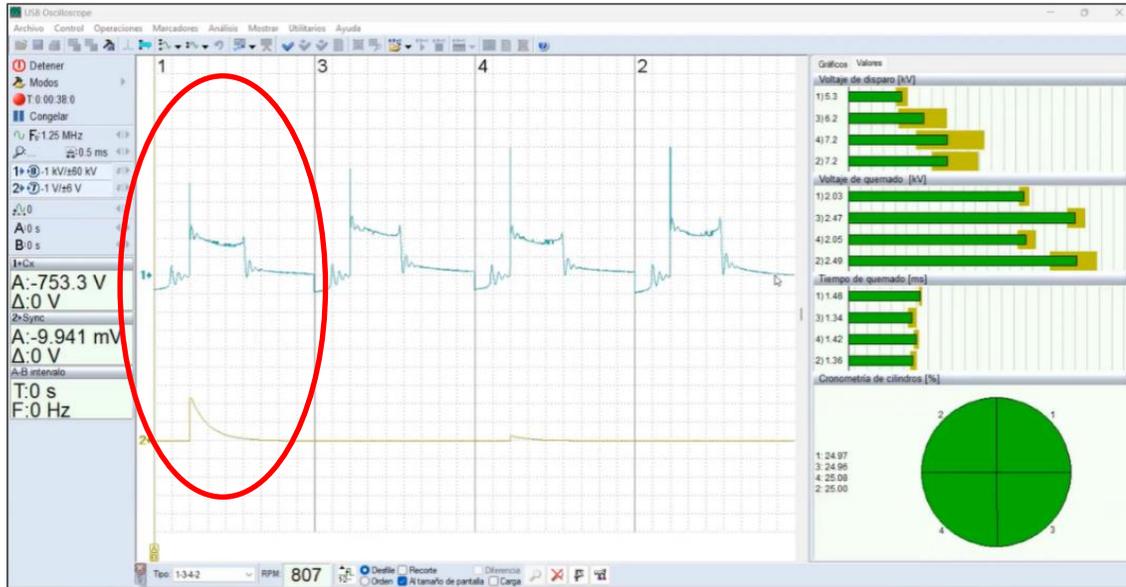


# PRUEBA DE LOS CABLES DE ALTA TENSION

Se generó cuatro condiciones de fallo:

Fallo 1: Cable N°1 con desgaste normal

Fallo 2: Cable N°2 recubierto con aceite



Condiciones de fallo

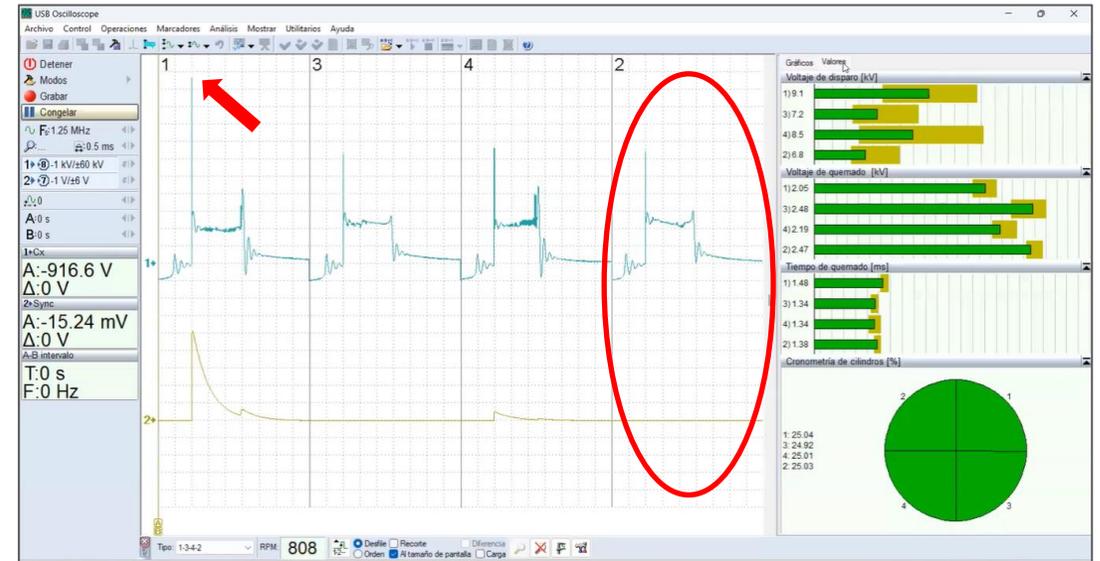
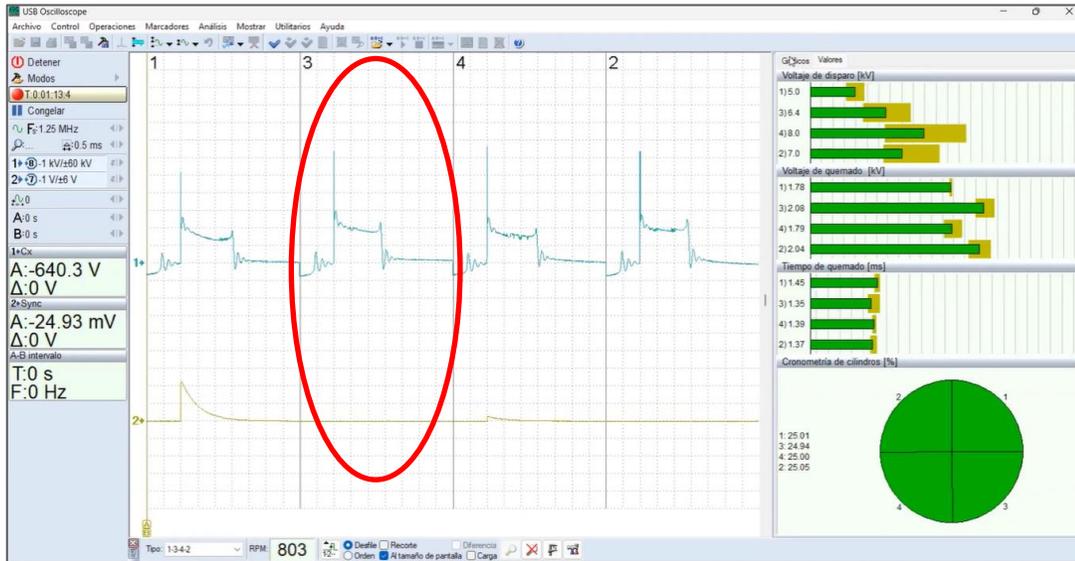


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# PRUEBA DE LOS CABLES DE ALTA TENSION

Fallo 3: Cable N°3 con alta resistencia

Fallo 4: Cable N°4 sulfatado – oxidado



Condición de fallo



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# PRUEBA DEL ESTADO DE LAS BUJÍAS DE ENCENDIDO

Se realiza la ejecución del Script CSS para conocer la contribución de la eficiencia de los cilindros respecto al trabajo del motor cuando se usa bujías en condiciones de buen funcionamiento y diferentes tipos de fallo, evidenciando ante qué condiciones de régimen se obtiene un disminución de la eficiencia.



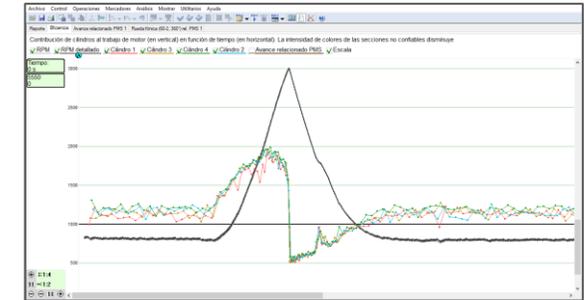
Condiciones de buen funcionamiento



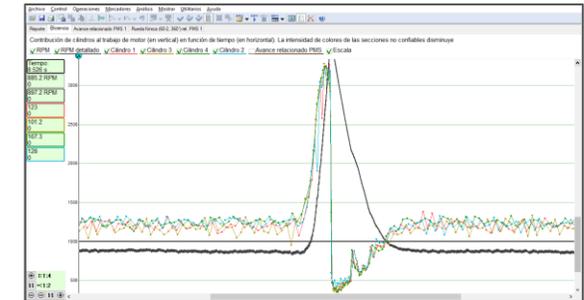
# PRUEBA DEL ESTADO DE LAS BUJÍAS DE ENCENDIDO

Condiciones de fallo

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



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



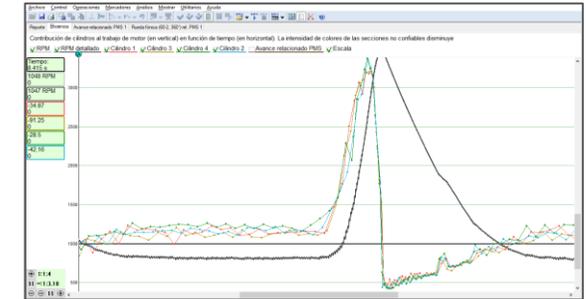
Oscilograma de contribución de los cilindros, bujía N°3 recubierta por aceite.



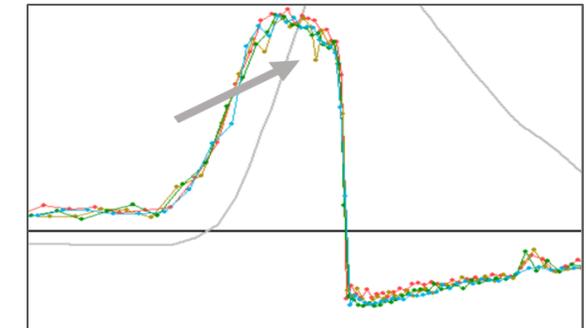
# PRUEBA DEL ESTADO DE LAS BUJÍAS DE ENCENDIDO

Condiciones de fallo

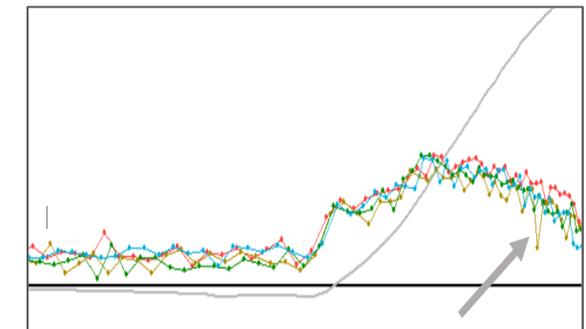
Oscilograma de contribución de los cilindros, bujía N°4 carbonizada.



Oscilograma de contribución de los cilindros, con todas las bujías en mal estado.

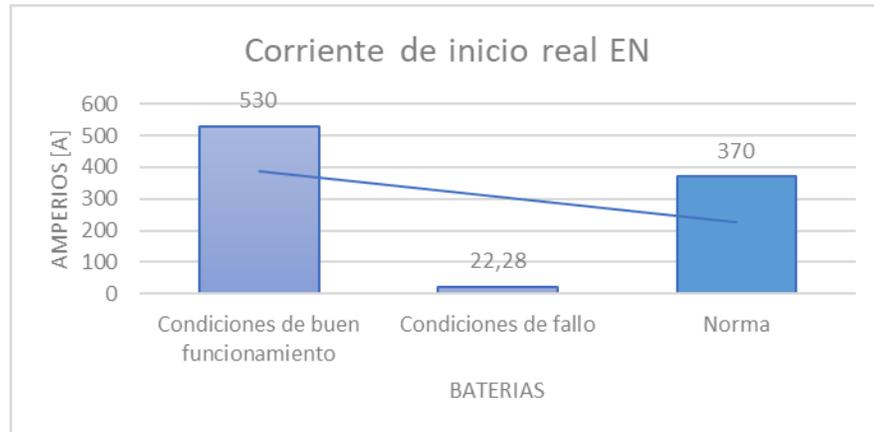
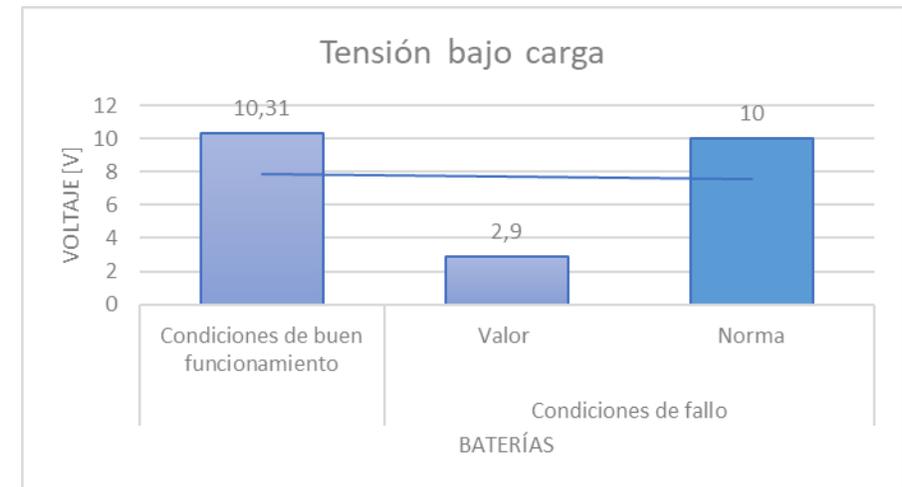
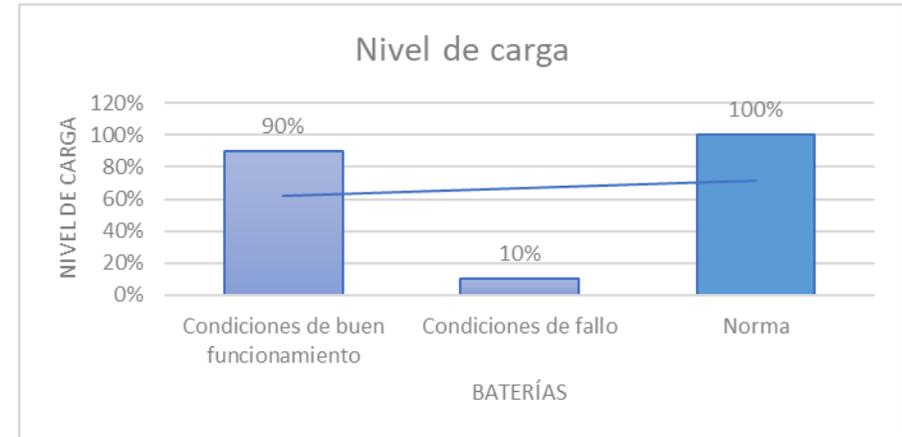


Oscilograma de contribución de los cilindros, con dos bujías nuevas y dos en mal estado.

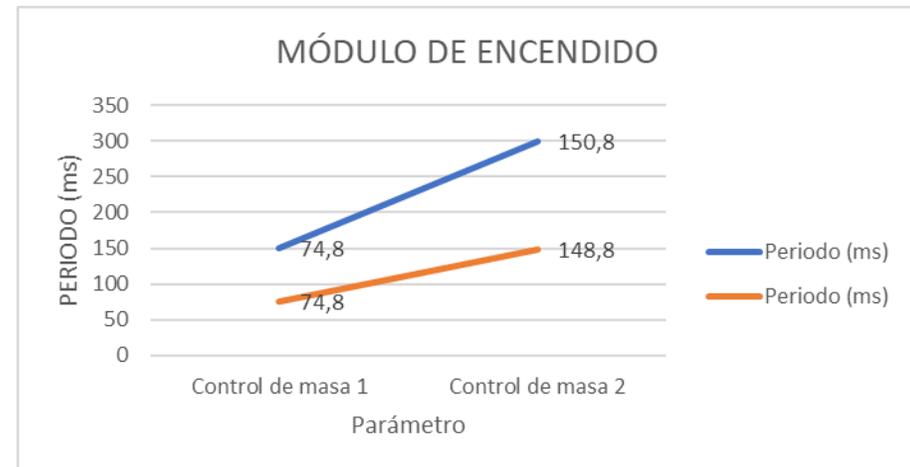
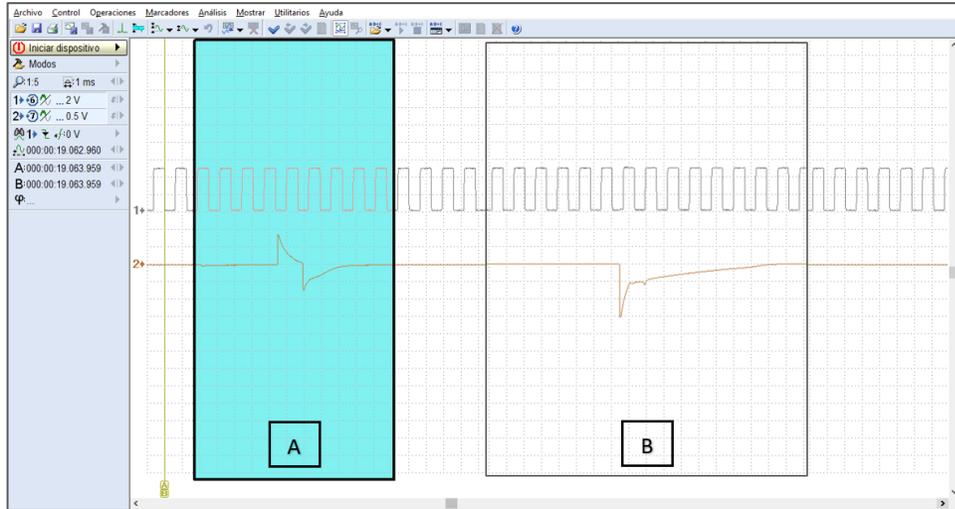
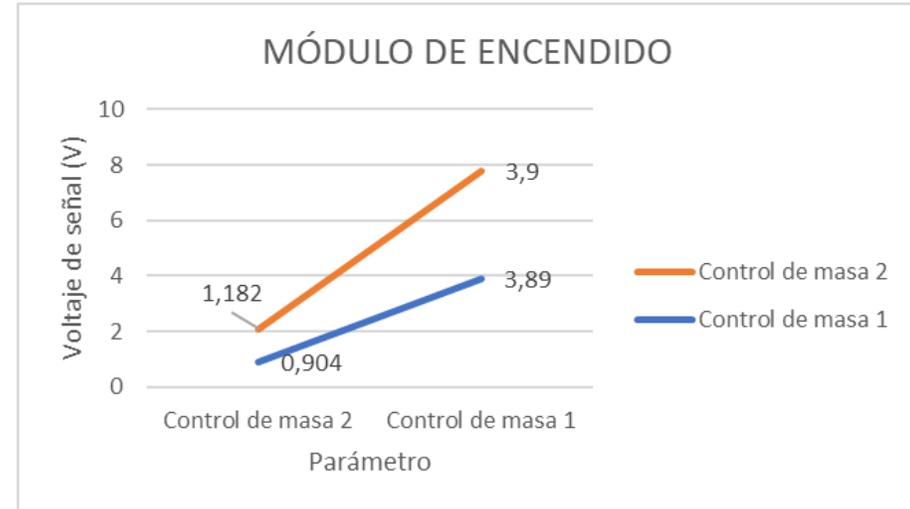
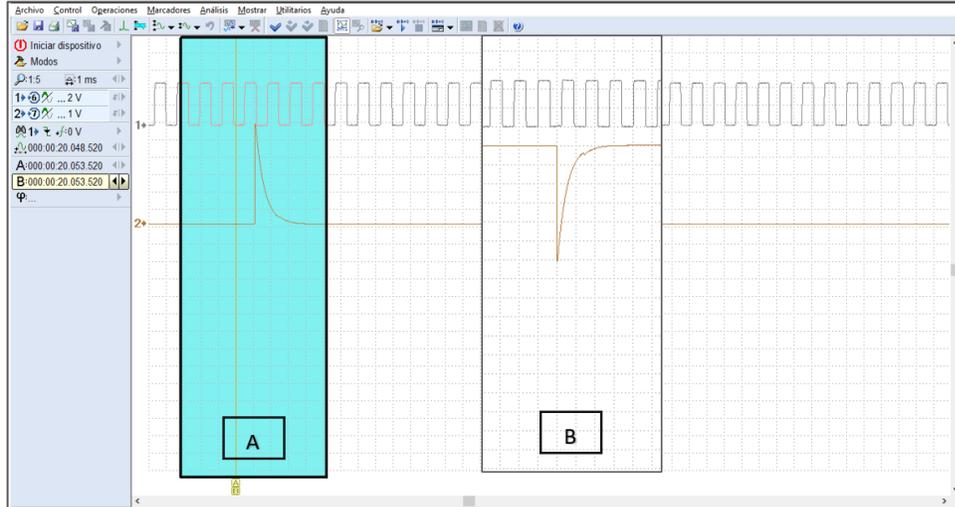


# ANÁLISIS DE RESULTADOS - BATERÍA

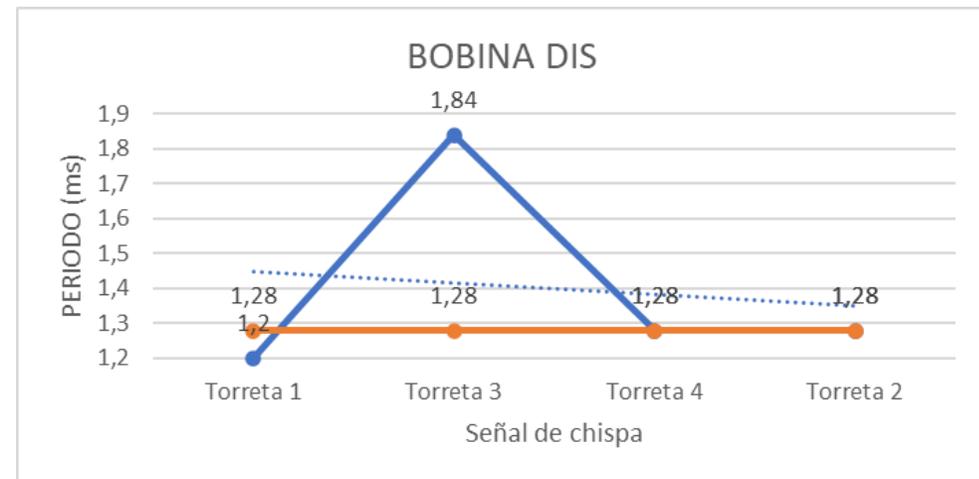
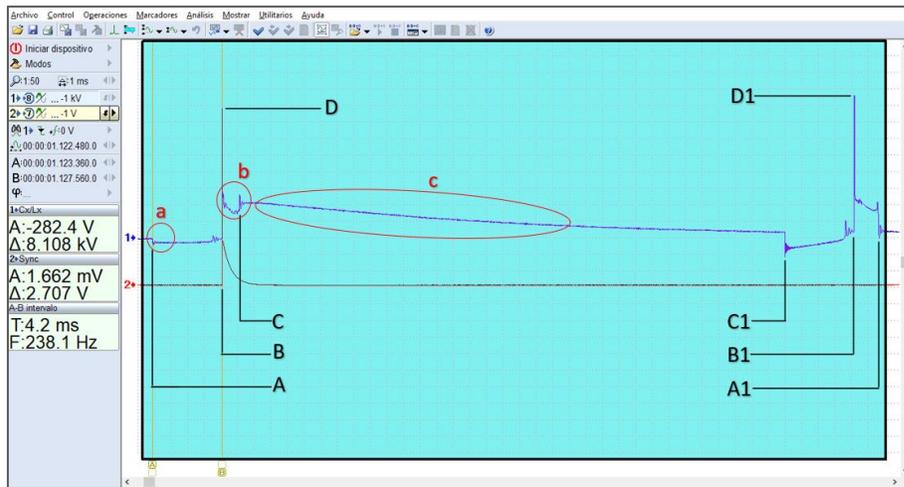
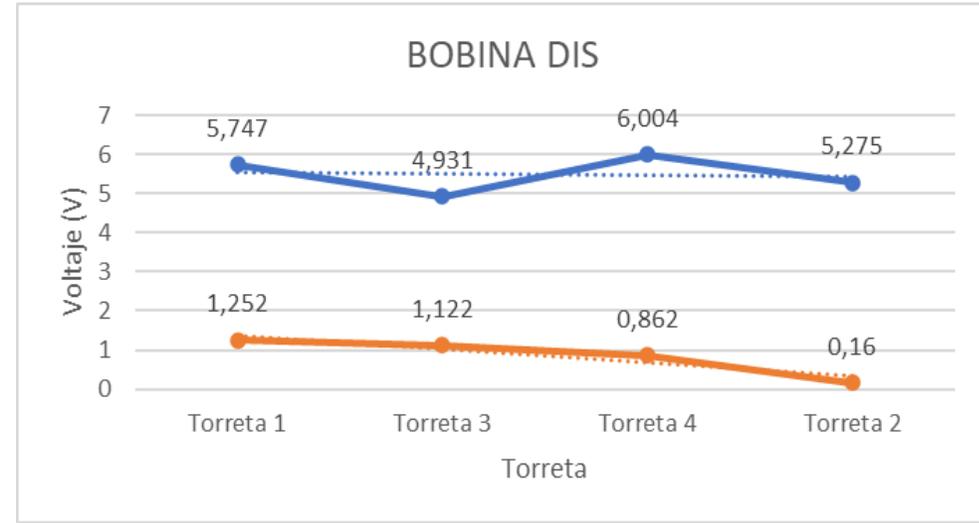
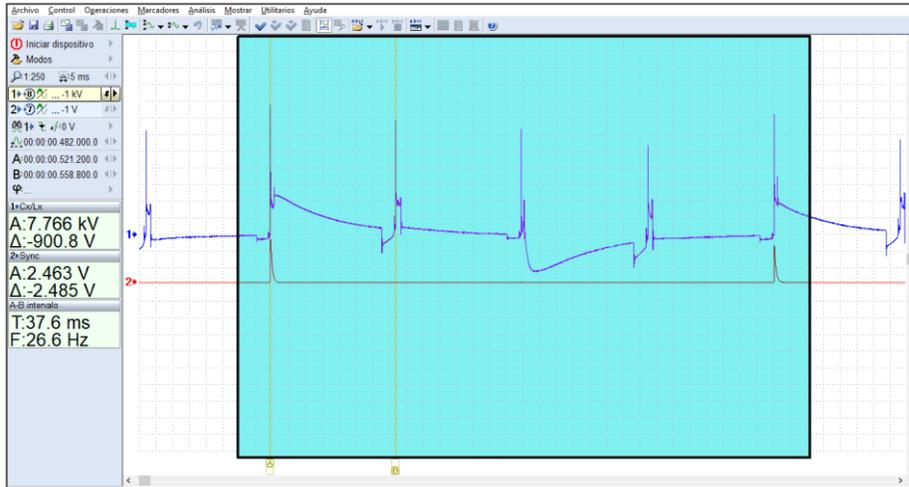
<b>BATERÍA</b>	<b>Condiciones de buen funcionamiento</b>		<b>Condiciones de fallo</b>	
	<b>Valor</b>	<b>Norma SAE</b>	<b>Valor</b>	<b>Norma SAE</b>
Tensión inicial	12,6 V	12,2 a 12,7 V	10 V	12,2 a 12,7 V
Nivel de carga	90%	50 a 100%	< 10%	50 a 100%
Tensión bajo carga	10,31 V	8,5 a 10 V	2,9 V	8,5 a 10 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%	-	-



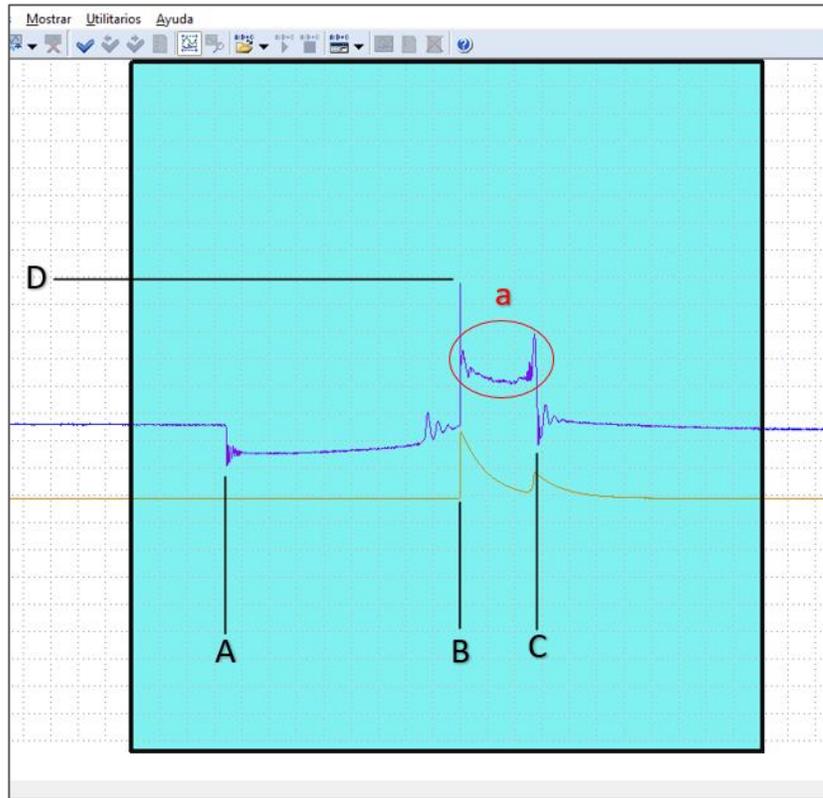
# ANÁLISIS DE RESULTADOS – MÓDULO/BOBINA DIS



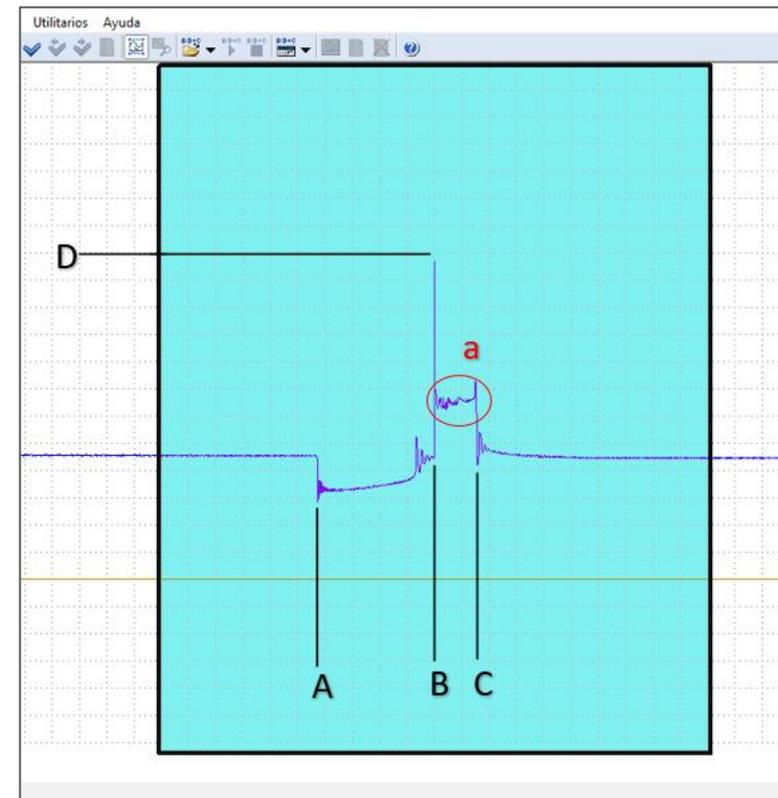
# ANÁLISIS DE RESULTADOS – MÓDULO/BOBINA DIS



# ANÁLISIS DE RESULTADOS – CABLES DE ALTA TENSION



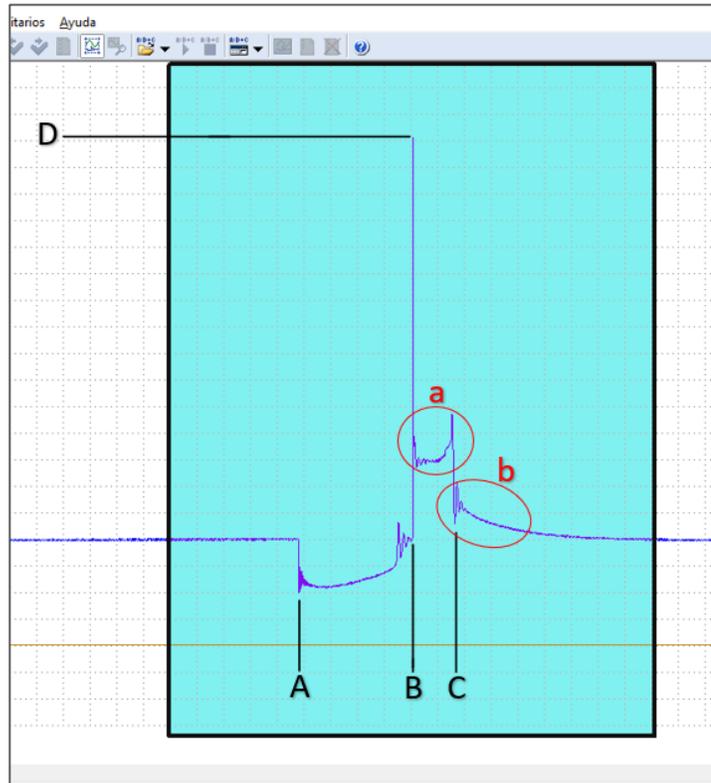
*Desfile Plug-In del oscilograma secundario, cable N°1 con desgaste normal*



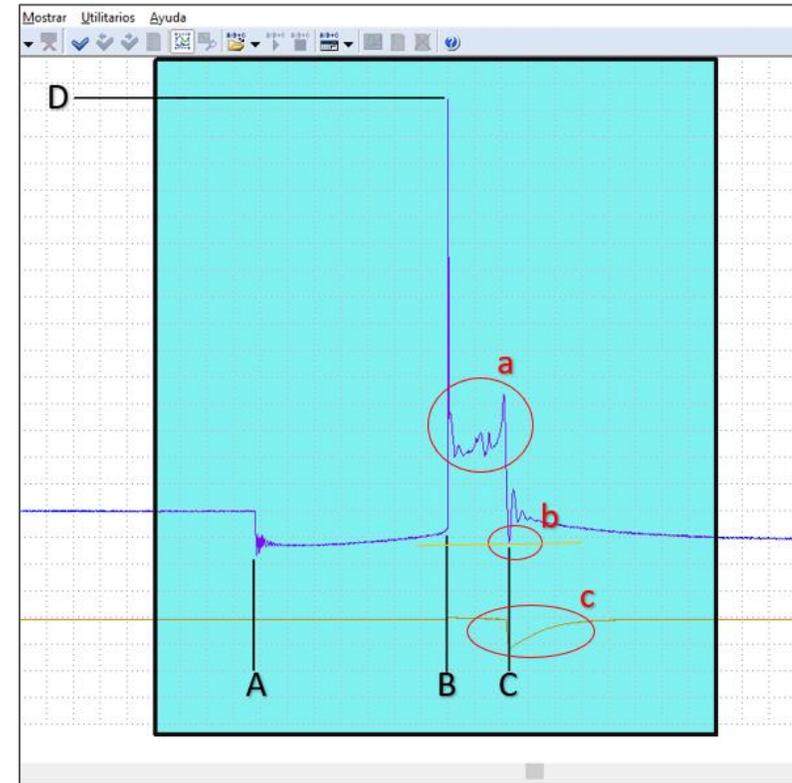
*Desfile Plug-In del oscilograma secundario, cable N°2 recubierto por aceite*



# ANÁLISIS DE RESULTADOS – CABLES DE ALTA TENSIÓN



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



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

# ANÁLISIS DE RESULTADOS – CABLES DE ALTA TENSIÓN

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



# ANÁLISIS DE RESULTADOS - BUJÍAS

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

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



# ANÁLISIS DE RESULTADOS - BUJÍAS

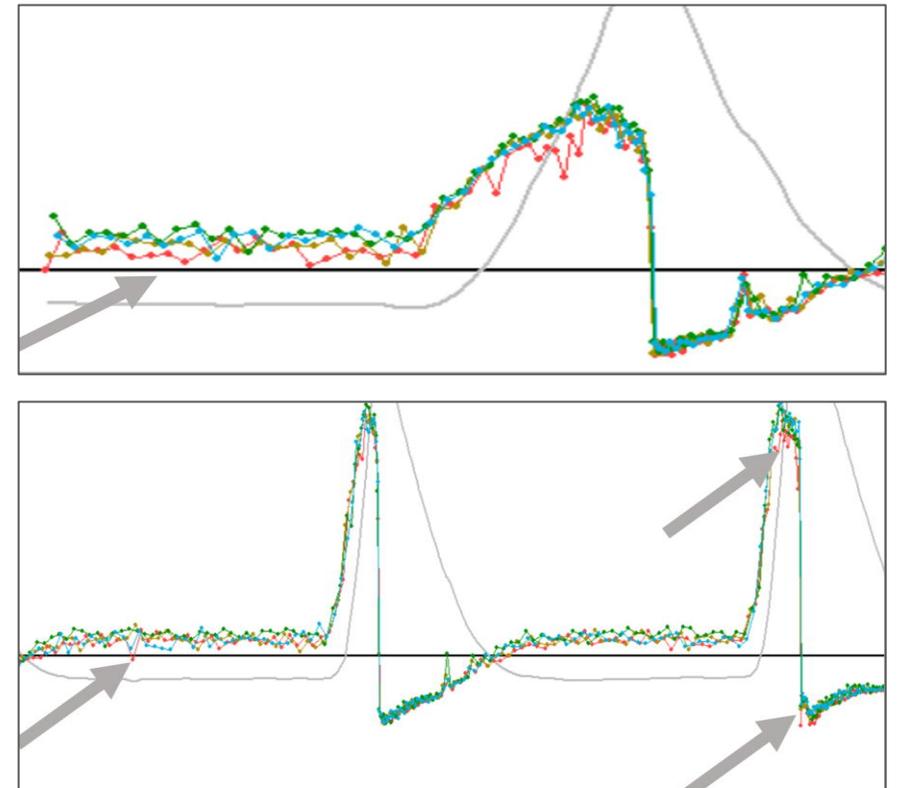
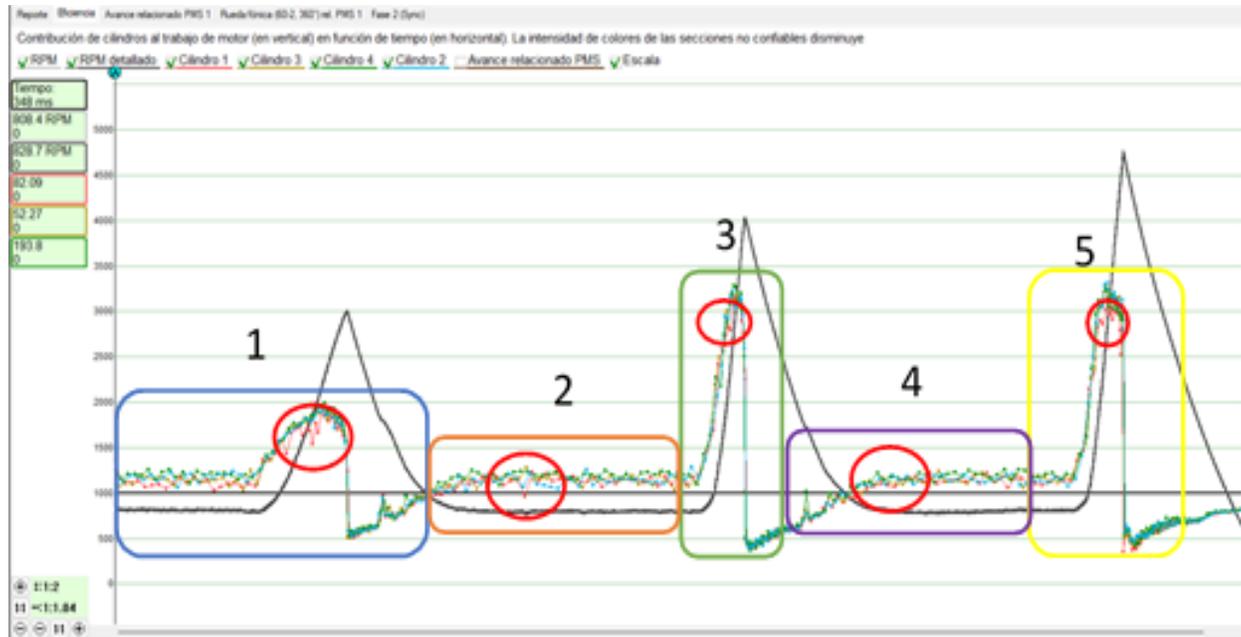
*Comparación de valores medidos con analizador de gases para condiciones óptimas y de fallo en pruebas aceleradas*

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



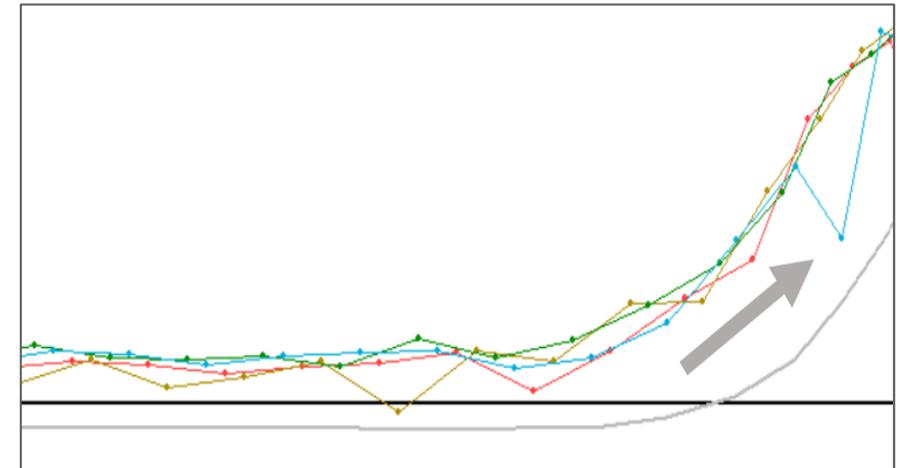
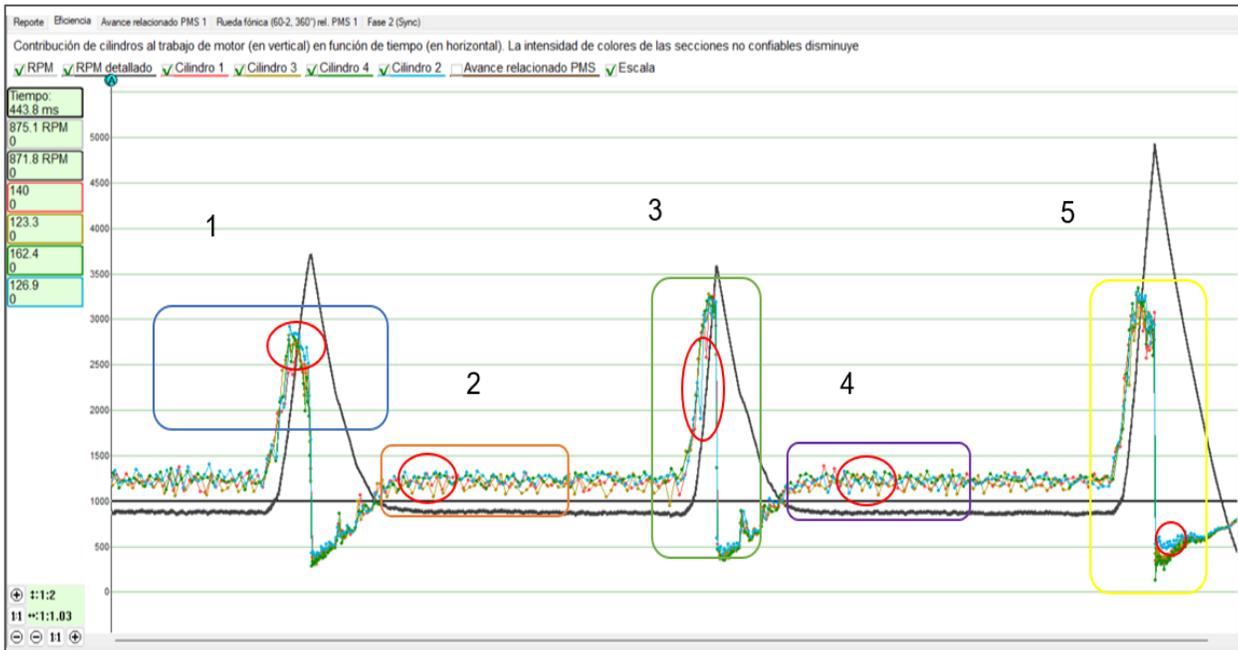
# ANÁLISIS DE RESULTADOS

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



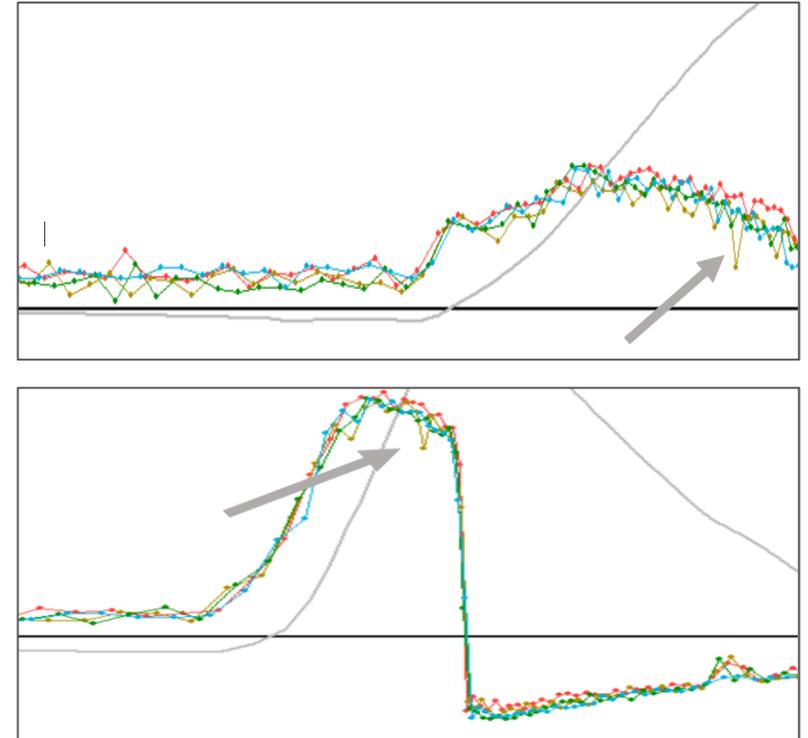
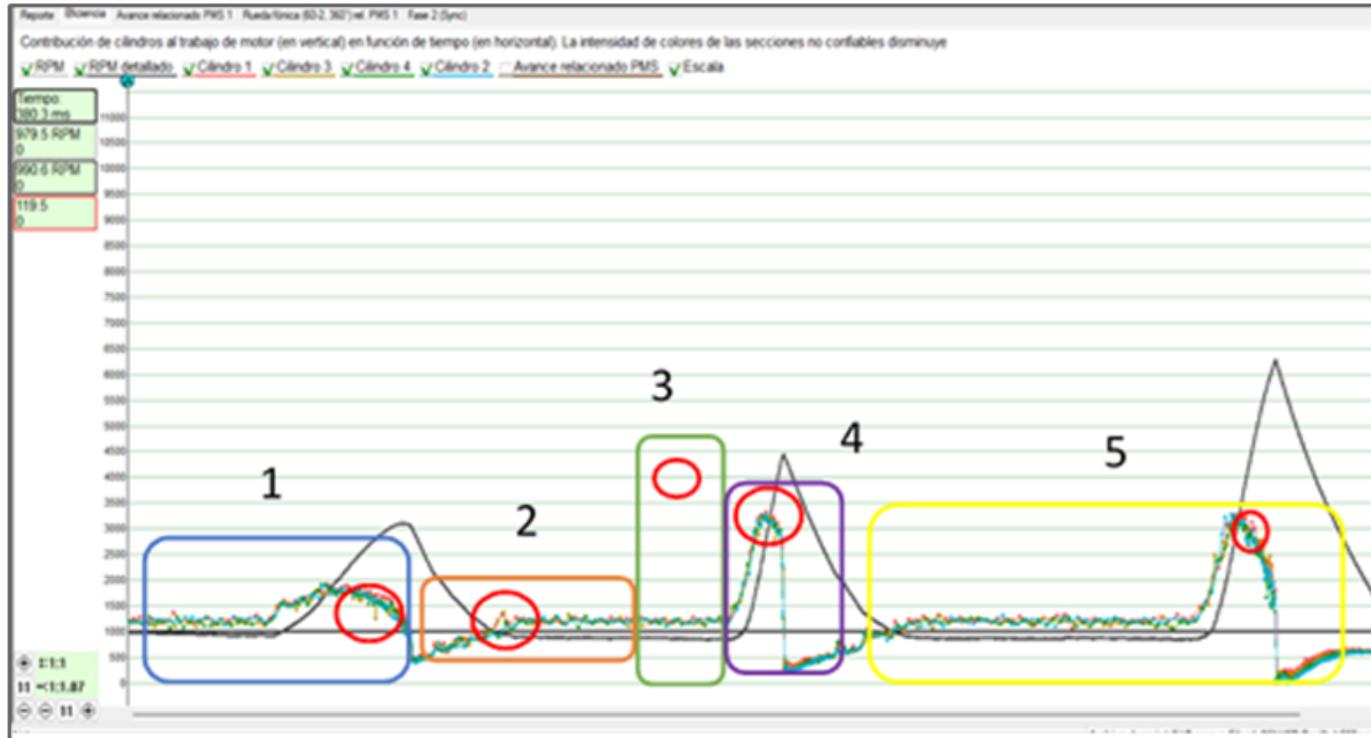
# ANÁLISIS DE RESULTADOS

*Script CSS de un motor con falla en el cilindro 2 bujía recubierta con aceite*



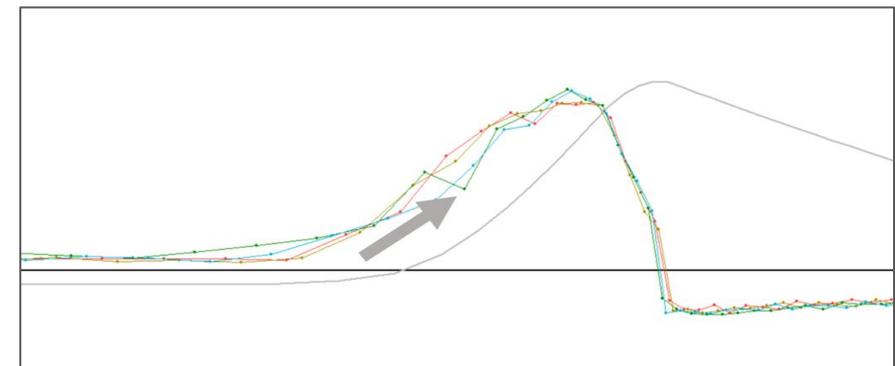
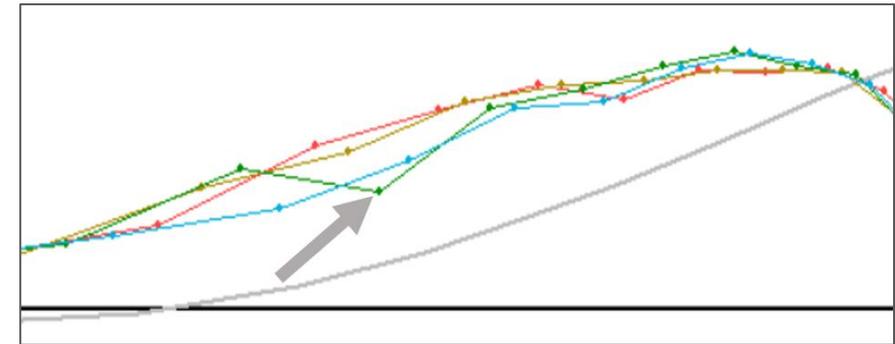
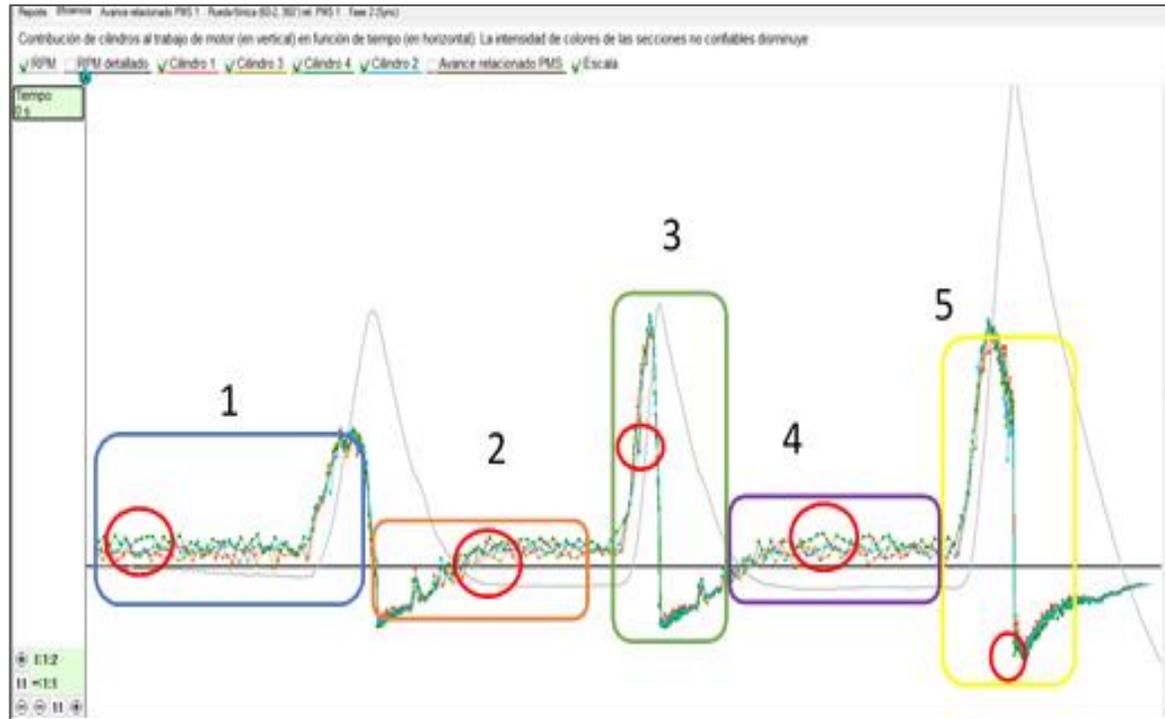
# ANÁLISIS DE RESULTADOS

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



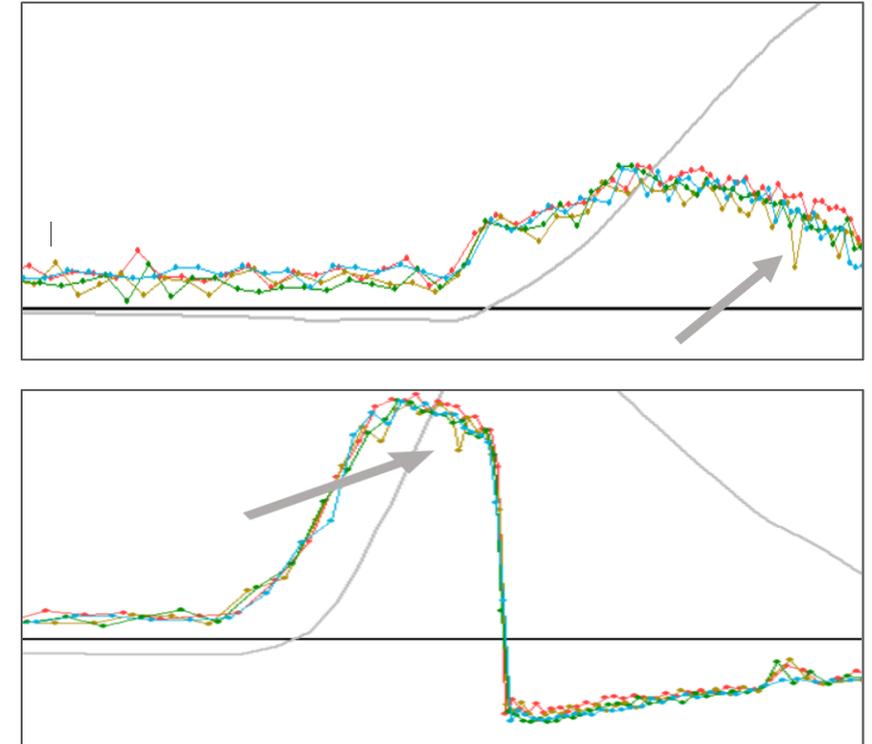
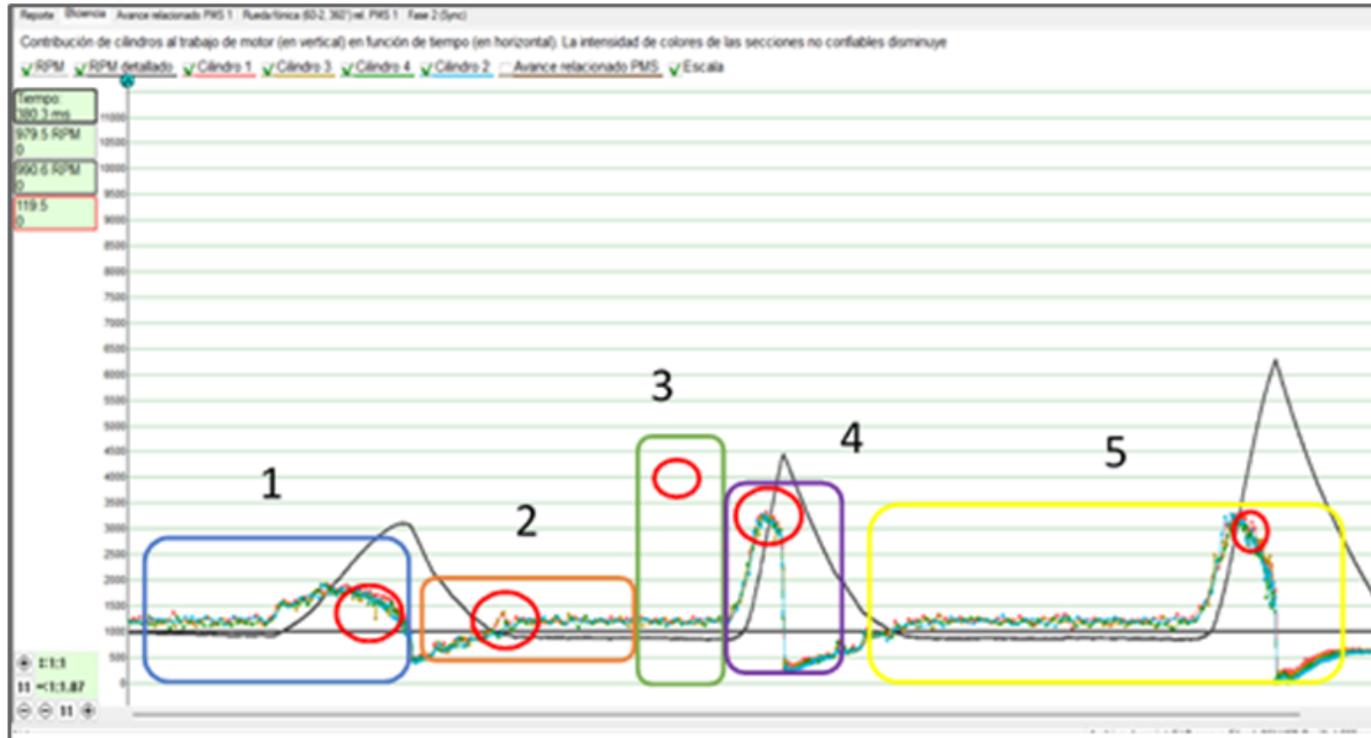
# ANÁLISIS DE RESULTADOS

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



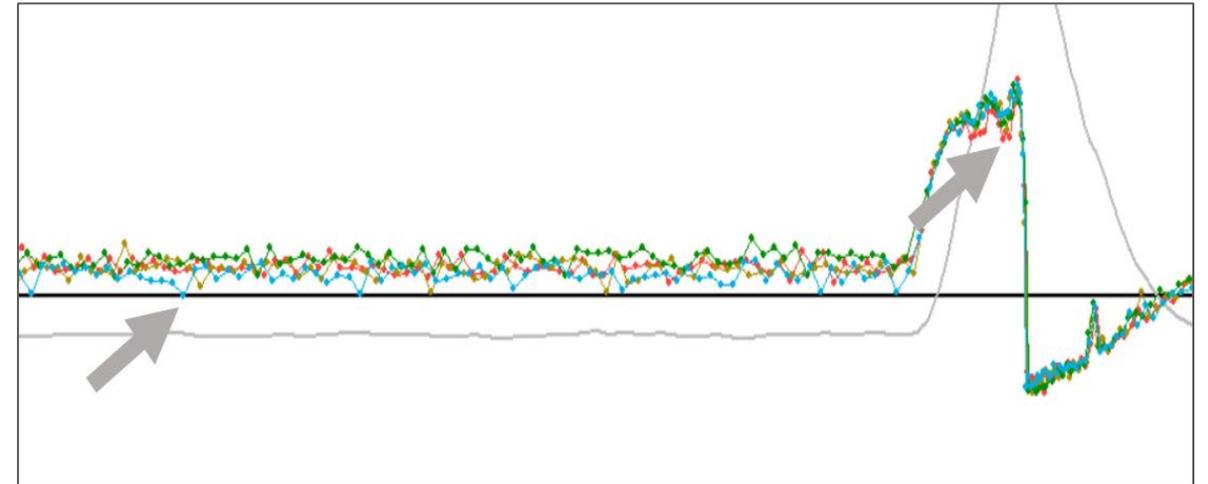
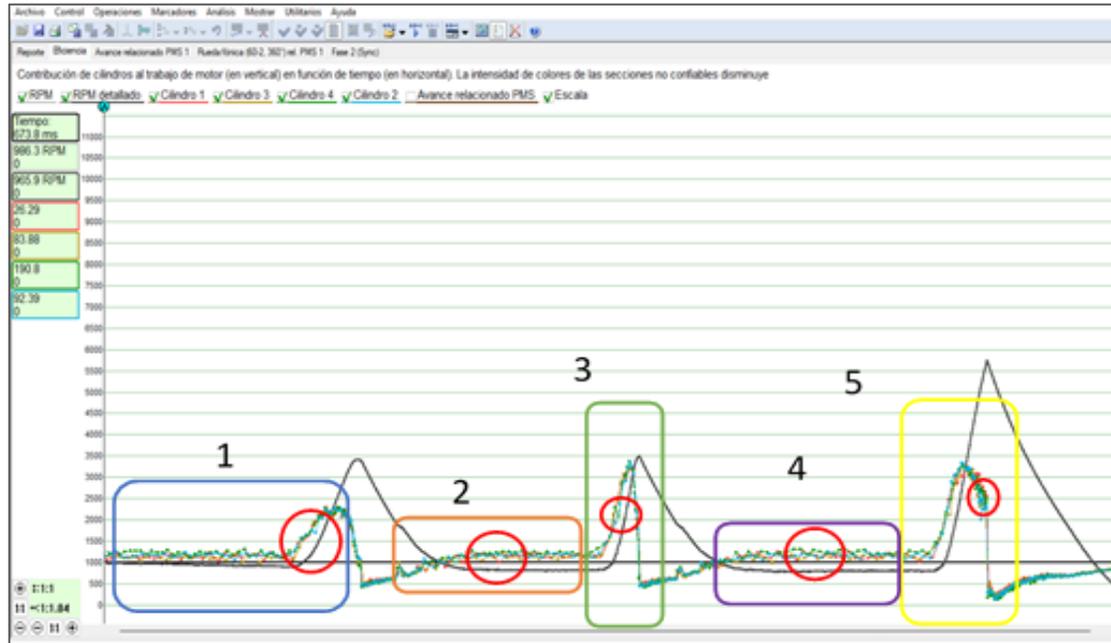
# ANÁLISIS DE RESULTADOS

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



# ANÁLISIS DE RESULTADOS

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



# DIAGNÓSTICO AVANZADO

## DIAGNÓSTICO AVANZADO SISTEMA DE ENCENDIDO

PRUEBA	CO (%Vol)	CO2 (%Vol)	O2 (%Vol)	HC (ppm Vol)	Lambda	ANÁLISIS DE GASES PRUEBAS EN RALENTÍ 80°C - 790 RPM				RESULTADO	
Límites preescritos	1	-	5	200	-	CAUSA				REPARACIÓN - INSPECCIÓN	-
Óptimo	0,33	14,7	0,52	78	1,012	VA				AP	
Módulo	0,05	6,8	11,5	118	2,161	Señal de mando < 3,5V. Todos los parámetros de emisiones son afectados.				Revisar señales T4a/1 a T4a/4	RCH
Bobina N152	0,05	6,8	11,5	118	2,161	Señal de mando < a 3,5V. Todos los parámetros de emisiones con afectados.				Revisar OP1, OP2 y conector T4a	RCH
Cable N°1 Fallo 1	0,42	14,6	0,5	82	1,008	Estado	VD	VQ	TQ	Revisar estado de bujías, filtro de aire y reemplazar cables desgastados.	AP
						Ok	5,4	1,77	1,43		
						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.	AP
						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	AP - T1
						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 80°C - 790 RPM				RESULTADO	
Cable N°4 Fallo 4	0,33	14,7	0,52	78	1,012	Fallo 4	8,5	2,19	1,34	Cables con alta resistencia/mojado, reemplazar	AP
						Cumple	✓	✗	✓		
						HC incrementó su valor.					
Bujía N°1 Fallo 1	0,72	14,4	0,65	118	1,005	Bujías desgastadas, mala combustión, exceso en todos los parámetros.				Inspeccionar y cambiar bujías	AP - T1
Bujía N°2 Fallo 2	0,5	14,5	0,87	135	1,021	Bujías mojadas, mezcla rica, motor inestable, incremento en O2 y HC.				Limpiar área de las bujías y reemplazar	AP - T1
Bujía N°3 Fallo 3	0,43	14,6	0,85	119	1,022	Bujía carbonizada, mezcla rica, consumo de combustible.				Limpiar área de las bujías y reemplazar	AP - T1
Bujía N°4 Fallo 4	0,53	14,5	0,87	120	1,02	Bujía mojada por aceite, exceso de aceite en la cámara, rines desgastados, sellos de válvulas deterioradas,				Limpiar área de las bujías y reemplazar, revisar motor.	AP - T1
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.	AP - T1
Bujías mal estado Fallo 6	0,46	14,06	0,76	121	1,017	Mezcla rica, bujías desgastadas, filtro de aire tapado, exceso en HC.				Revisar intake, limpiar área de las bujías y reemplazar	AP - T1



# DIAGNÓSTICO AVANZADO

DIAGNÓSTICO AVANZADO SISTEMA DE ENCENDIDO

PRUEBA	CO (%Vol)	CO2 (%Vol)	O2 (%Vol)	HC (ppm Vol)	Lambda	ANÁLISIS DE GASES PRUEBAS EN ACELERACIÓN 80°C - 2500 RPM				RESULTADO	
						CAUSA		REPARACIÓN - INSPECCIÓN			
Límites preescritos	1	-	5	200	-					-	
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/a		RCH	
Bobina N152	0,07	7	11,4	87	2,113	Señal de mando < 3,5V. Todos los parámetros de emisiones con afectados.		Revisar OP1, OP2 y conector T4a		RCH	
Cable N°1 Fallo 1	0,55	14,6	0,49	61	1,004	Estado	VD	VQ	TQ	Revisar estado de bujías, filtro de aire y reemplazar cables desgastados.	AP
						Ok	5,4	1,77	1,43		
						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.	AP
						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	AP - T1
						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 80°C - 2500 RPM				RESULTADO	
						Fallo 4		Cables con alta resistencia/mojado, reemplazar			
Cable N°4 Fallo 4	0,47	14,5	0,49	65	1,007	Fallo 4	8,5	2,19	1,34	Cables con alta resistencia/mojado, reemplazar	AP
						Cumple	✓	✗	✓		
						HC incrementaron su valor.					
Bujía N°1 Fallo 1	0,58	14,3	0,8	73	1,018	Bujías desgastadas, mala combustión, incremento en O2 y HC.		Inspeccionar y cambiar bujías	AP - T1		
Bujía N°2 Fallo 2	0,67	14,4	0,88	77	1,018	Bujías mojadas, mezcla rica, motor inestable, incremento en CO, O2 y HC.		Limpiar área de las bujías y reemplazar	AP - T1		
Bujía N°3 Fallo 3	0,65	14,4	0,91	74	1,02	Bujía carbonizada, mezcla rica, consumo de combustible, incremento en CO, O2 y HC.		Limpiar área de las bujías y reemplazar	AP - T1		
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.	AP - T1		
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		Limpiar área de las bujías y reemplazar.	AP - T1		
Bujías mal estado Fallo 6	0,61	14,4	0,84	80	1,018	Mezcla rica, bujías desgastadas, filtro de aire tapado, exceso en CO, O2 y HC.		Revisar intake, limpiar área de las bujías y reemplazar	AP - T1		



# 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.



# CONCLUSIONES

- 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.
- 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.



# RECOMENDACIONES

- 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.



# RECOMENDACIONES

- 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.





A medida que avanzamos en la vida aprendemos los límites de nuestras capacidades.

-Henry Ford



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA