



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

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

**Trabajo de unidad de integración curricular, previo a la obtención del título de
Ingeniero Automotriz**

**Tema: “Análisis de la gestión electrónica de la tecnología de quinta
generación del sistema de gas licuado y el proceso de inyección de gas líquido
a través de los parámetros característicos de sensores, unidad de control
electrónico y actuadores”**

Autores:

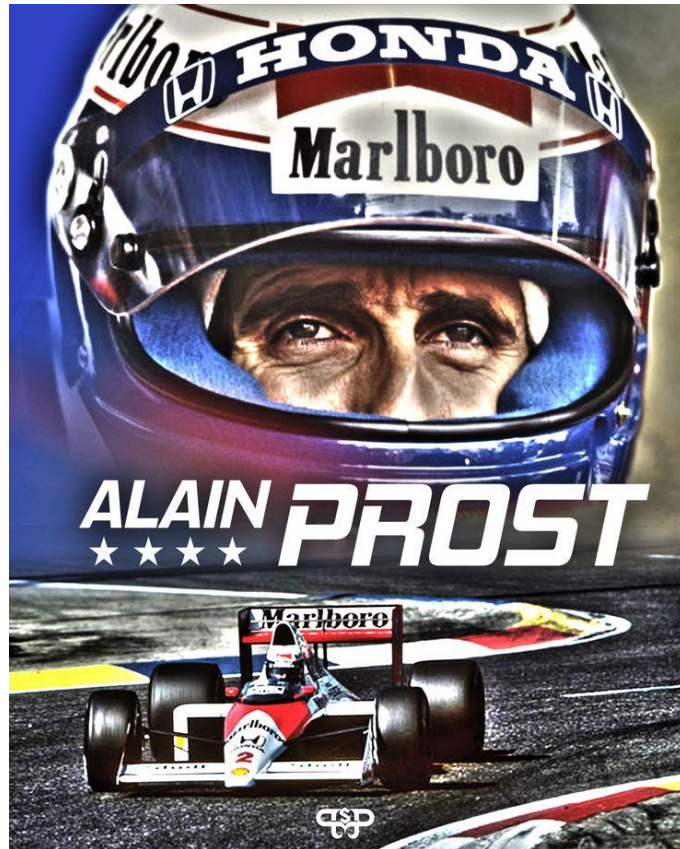
Cóndor Toapanta, Ingrid Vanesa y German Chinchuña, Erik Paul

Tutor:

Ing. Quiroz Erazo, Leonidas Antonio. MSc.

Latacunga, Marzo 2024





“Para ir realmente rápido hay que frenar un segundo después de lo que te dice el miedo y acelerar un segundo antes de lo que te dicta la lógica”

Alain Prost



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Contenido

- Antecedentes
- Planteamiento del problema
- Objetivos
 - General y Específico
- Hipótesis
- Diseño y Construcción de la Propuesta
- Análisis de Resultados
- Conclusiones
- Recomendaciones



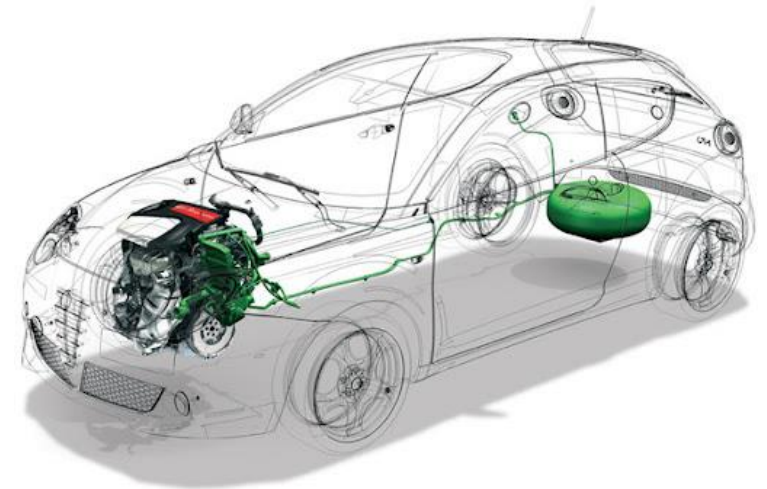
Antecedentes

La industria automotriz es una de las causantes y principales contribuyentes de la contaminación medioambiental, como consecuencia de la emisión de gases de escape productos de la combustión de los motores de combustión interna (Ridge, 2023)

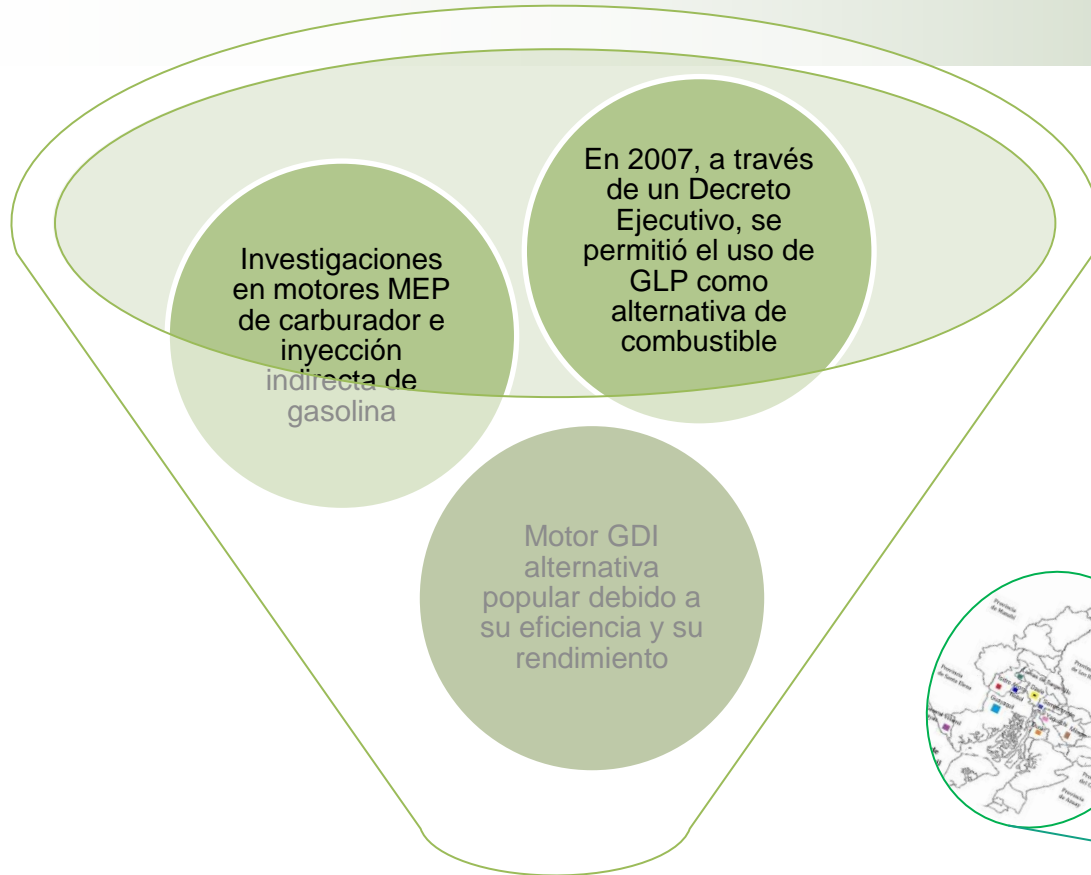
El uso de los recursos energéticos es parte importante para el rodeo de la sociedad, el usar los requerimientos energéticos para el progreso de la población, producción, industria,

Las ciudades costeras se han comenzado a dar un nuevo enfoque a este tipo de hidrocarburo convirtiéndose en un nuevo combustible para la generación de energía en los motores de combustión interna MEP

Combinación de la electrónica para el mejor control de la cantidad, tiempo de apertura de los inyectores y sus beneficios.

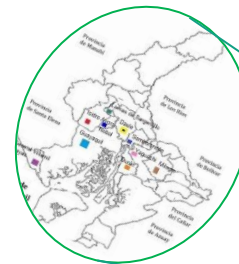


Planteamiento del problema



Investigación basada en las siguientes condiciones:

- Un motor de combustión interna de ciclo Otto con sistema de inyección directa de gasolina y turboalimentado
- La gestión electrónica de quinta generación
- en una altura de 2860 msnm



¿Cómo se modifica las señales de los sensores y el control de masa de los actuadores al interactuar con GLP?

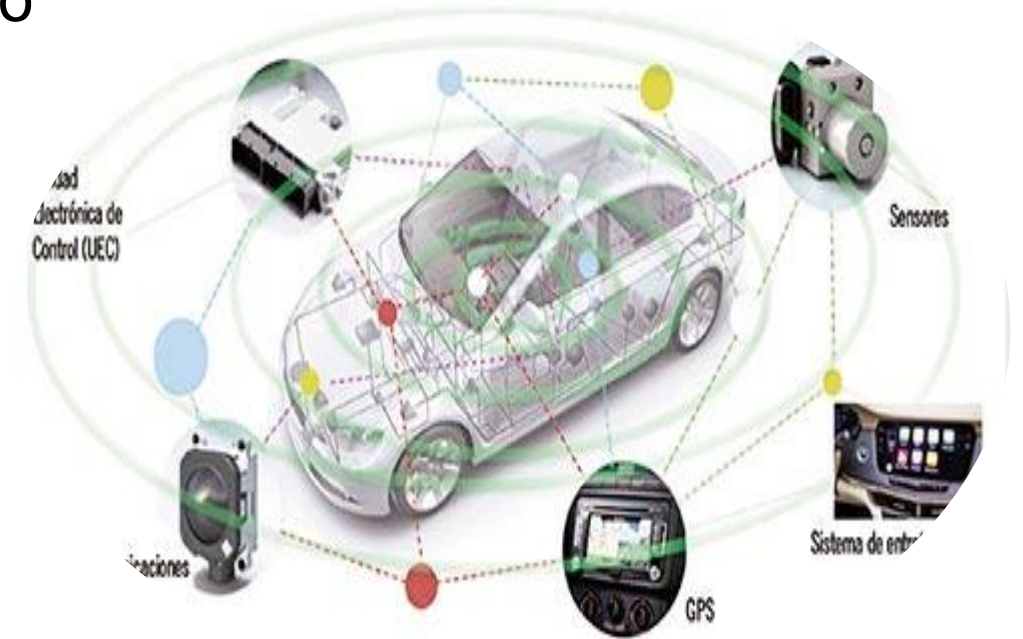
¿Cómo se adapta la gestión electrónica de un motor GDI para funcionar con GLP?



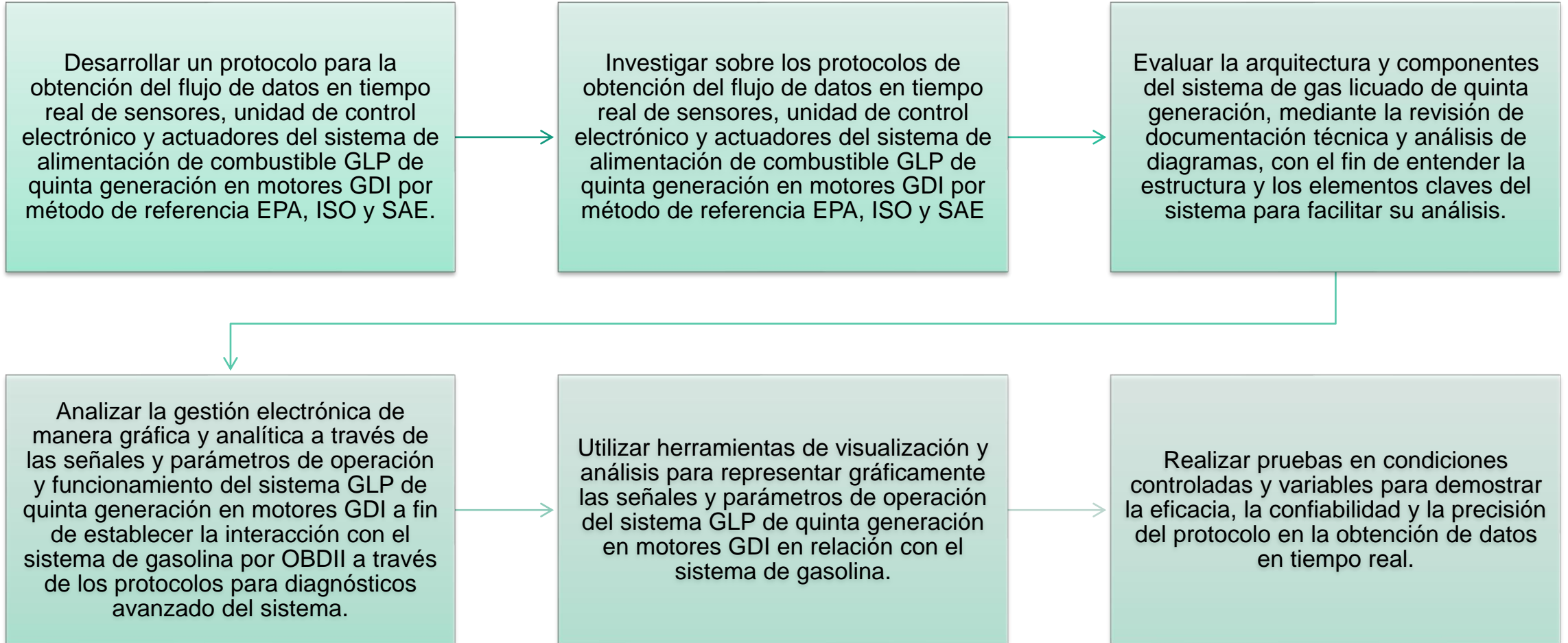
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Objetivo general

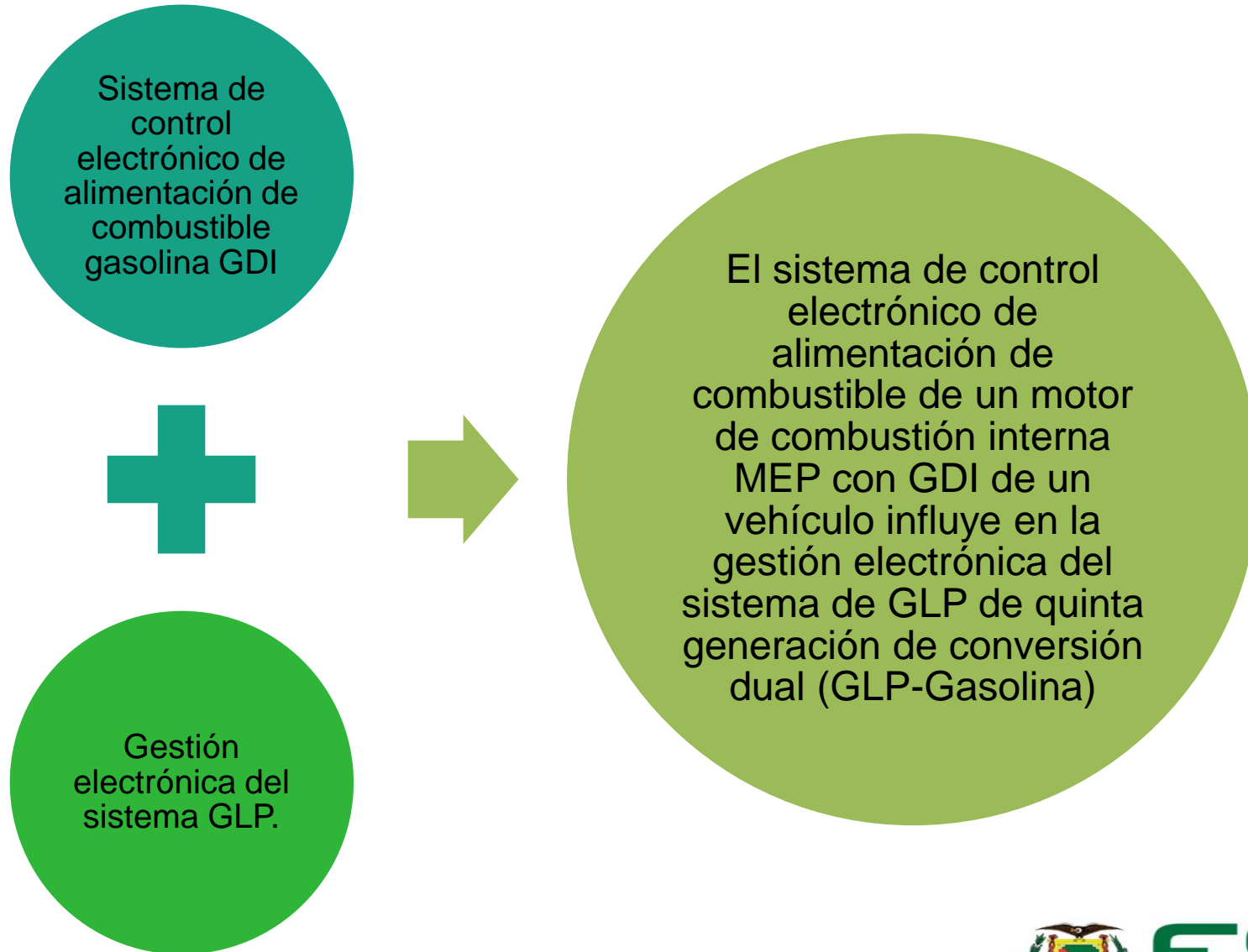
Analizar la gestión electrónica de la tecnología de quinta generación del sistema de gas licuado y el proceso de inyección de gas líquido a través de los parámetros característicos de sensores, unidad de control electrónico y actuadores.



Objetivos específicos



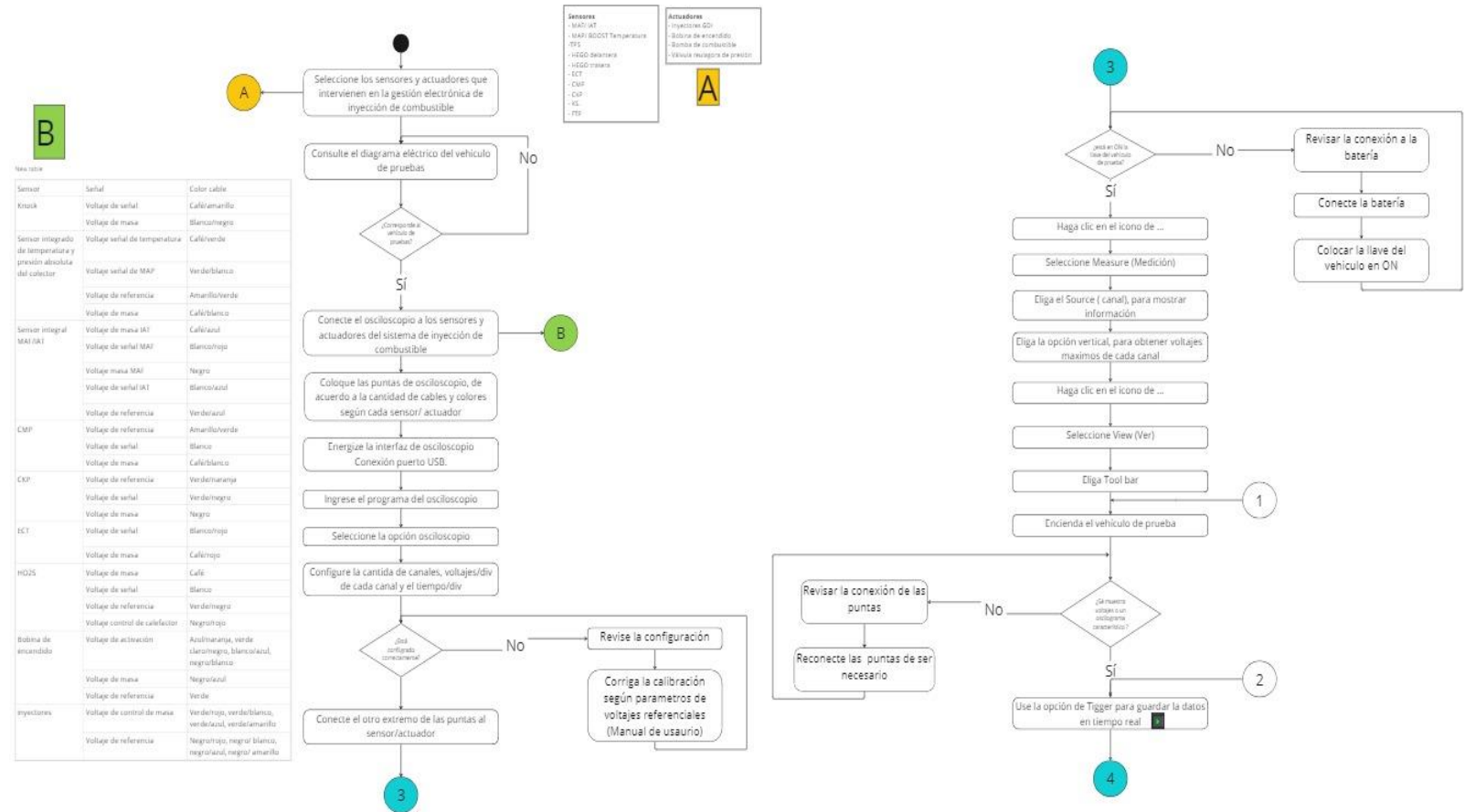
Hipótesis



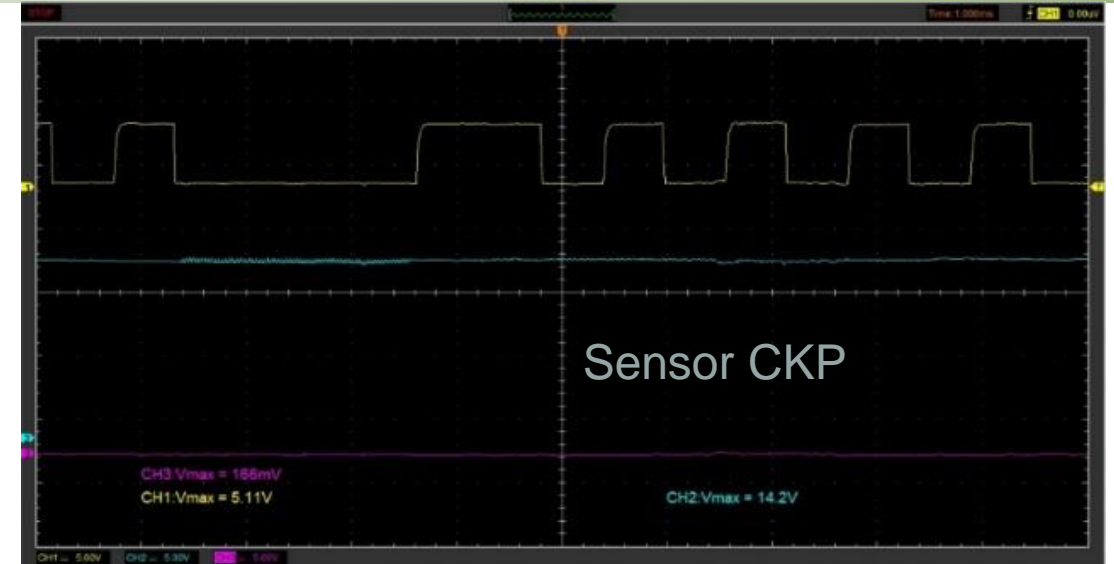
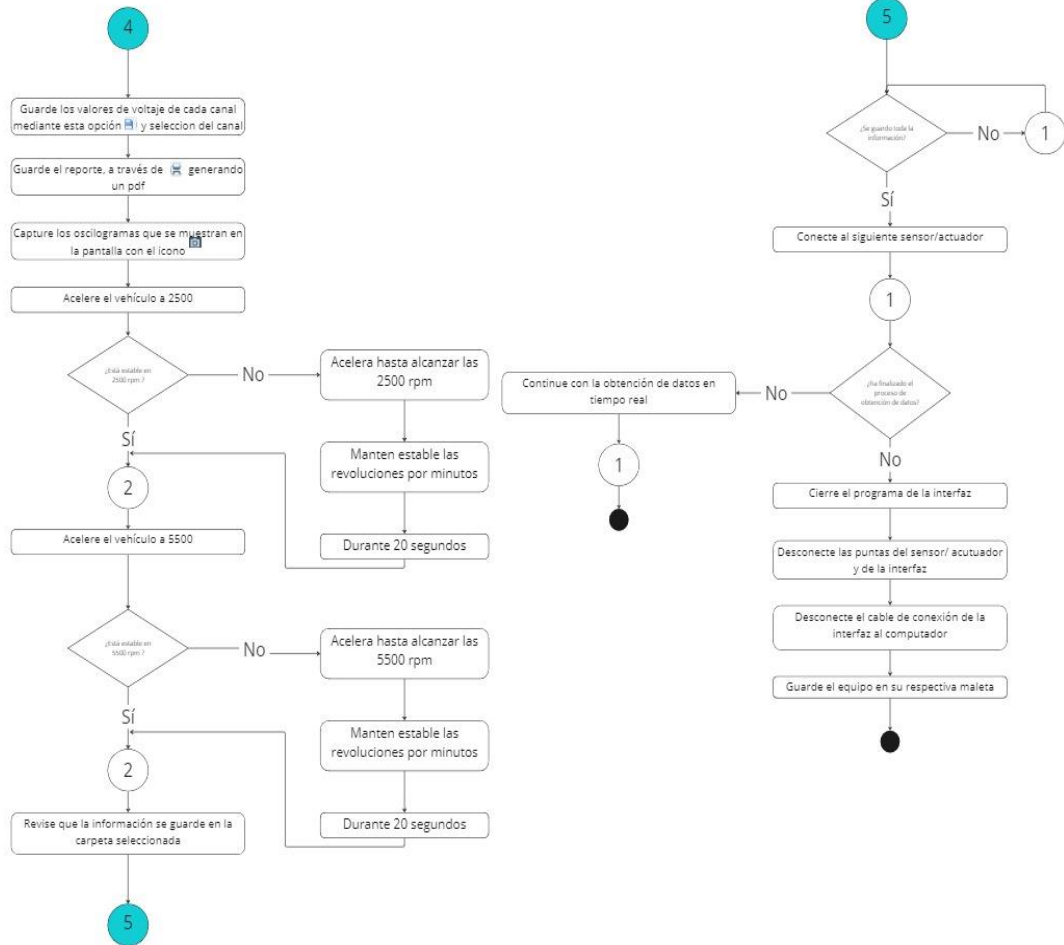
Protocolo empleado: Osciloscopio

El protocolo de obtención de datos basado en los protocolos de comunicación de la ISO establece tres elementos importantes.

- Vehículo
- Medio de obtención de información (OBD II)
- Interfaz donde se muestra la información en datos vivos



Protocolo empleado: Osciloscopio



Protocolo empleado: Escáner

El protocolo ISO 15765-4 (1725) CAN Bus (Controller Area Network)

- Alta velocidad de transmisión de datos: 125 Kbps
 - Baja velocidad de transmisión de datos: 500 Kbps
- Datos críticos y datos no críticos del motor, sensores y actuadores

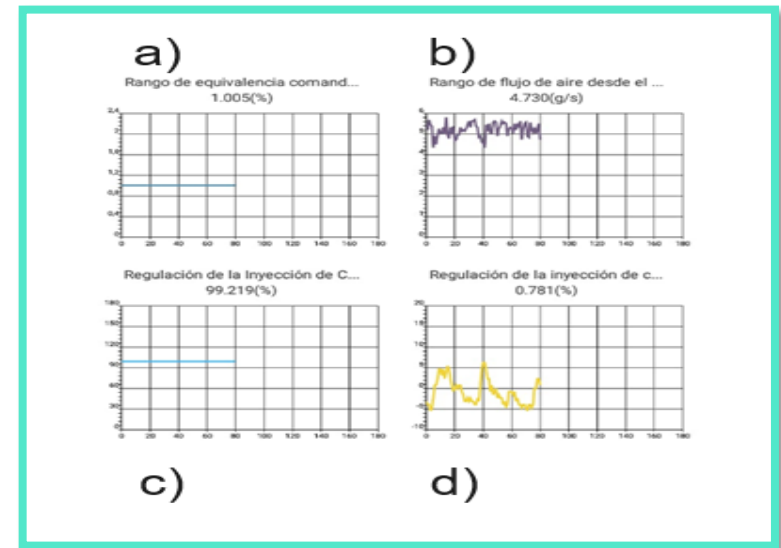
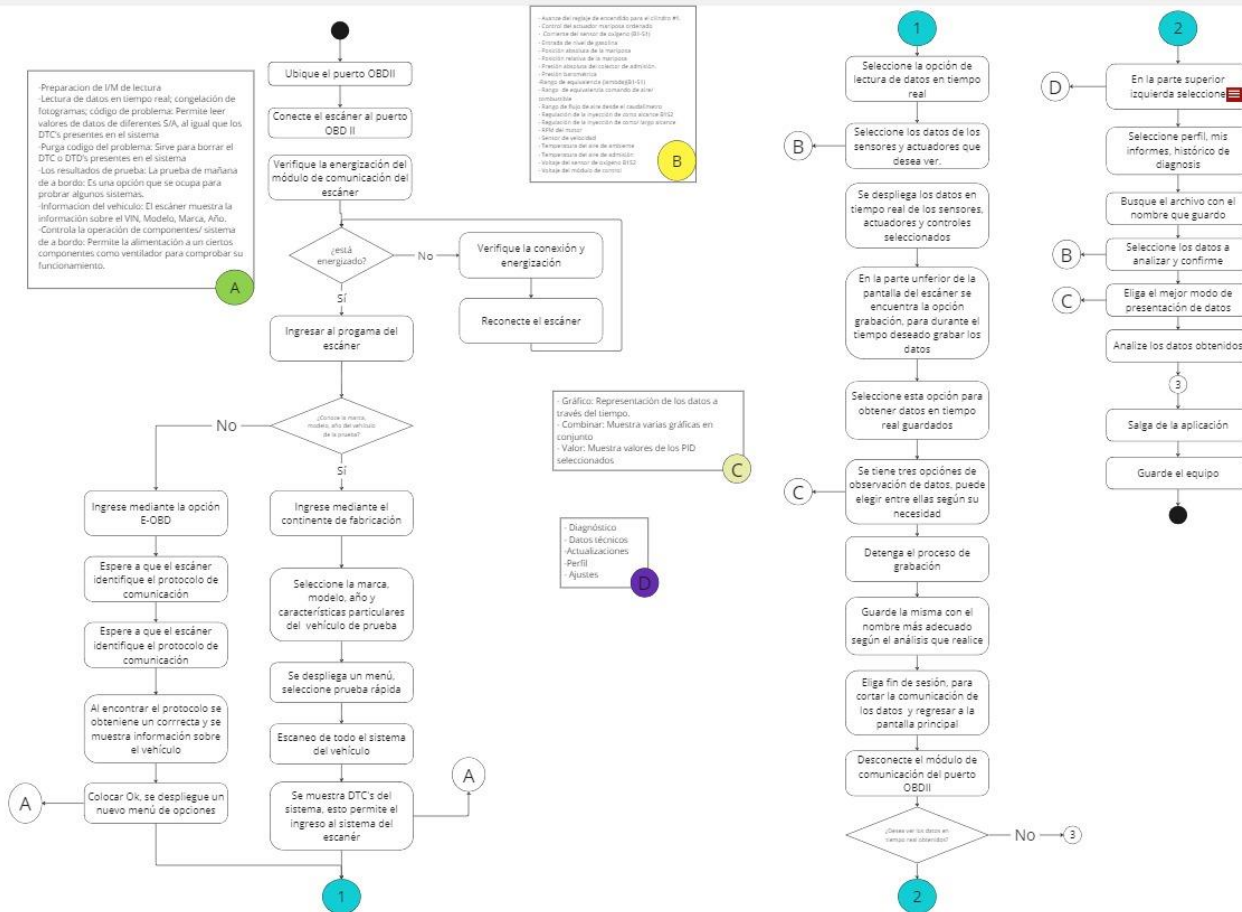


Diagrama eléctrico del sistema dual

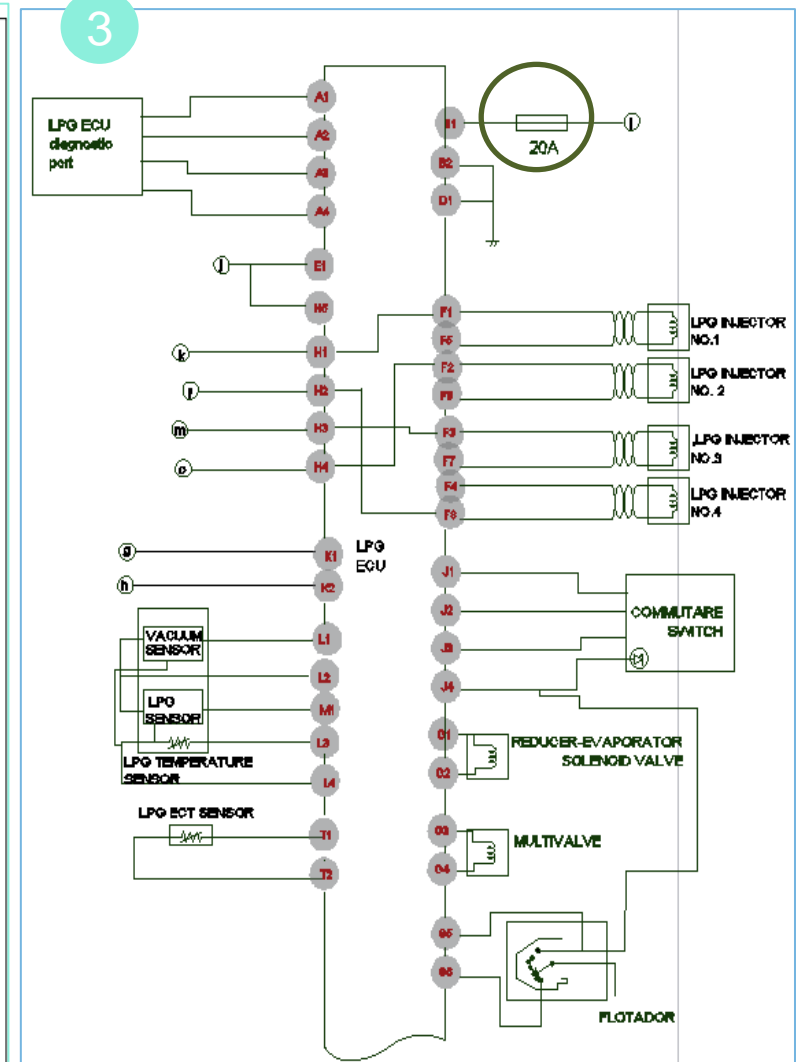
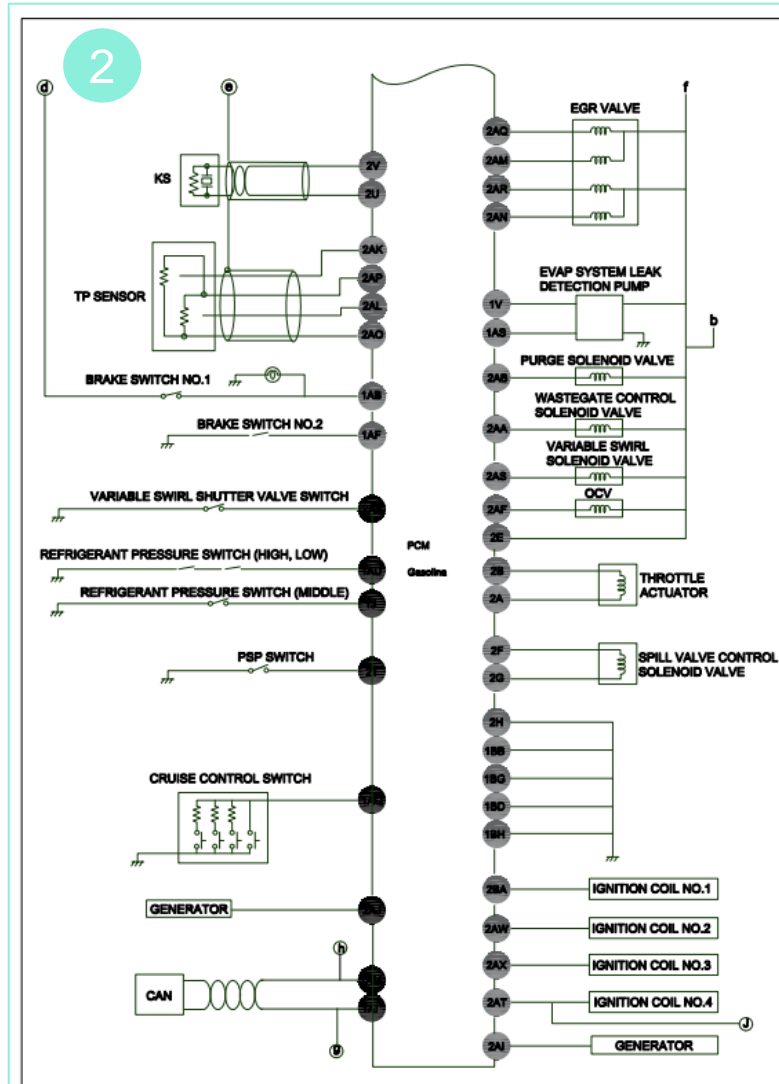
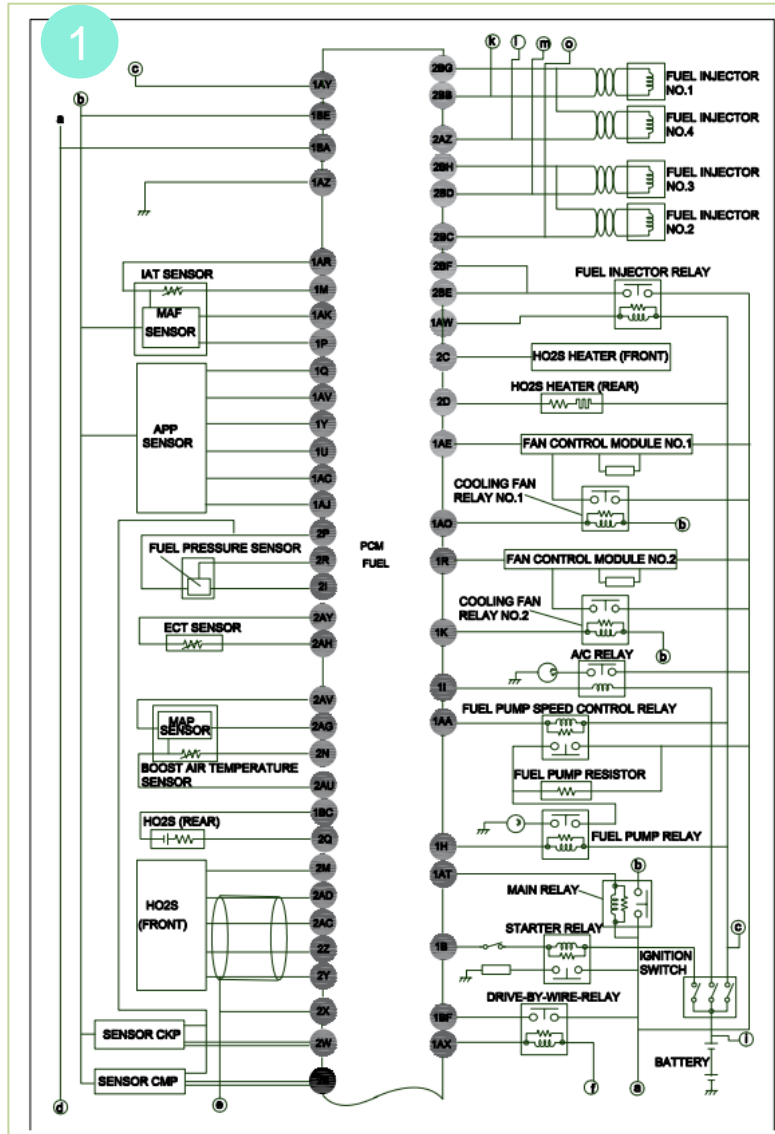


Diagrama eléctrico del sistema dual

Elemento de protección (Fusible)

Potencia de consumo por cada elemento					Potencia total consumo	Intensidad de corriente del sistema
Potencia ECU	Potencia Inyectores GIRS 12	Potencia sensor de ECT en GLP	Potencia reductor-evap	Potencia Sensor MAP	215.278 W	14.848A
58 W	101.5 W	44.734 W	11W	0.0447W		

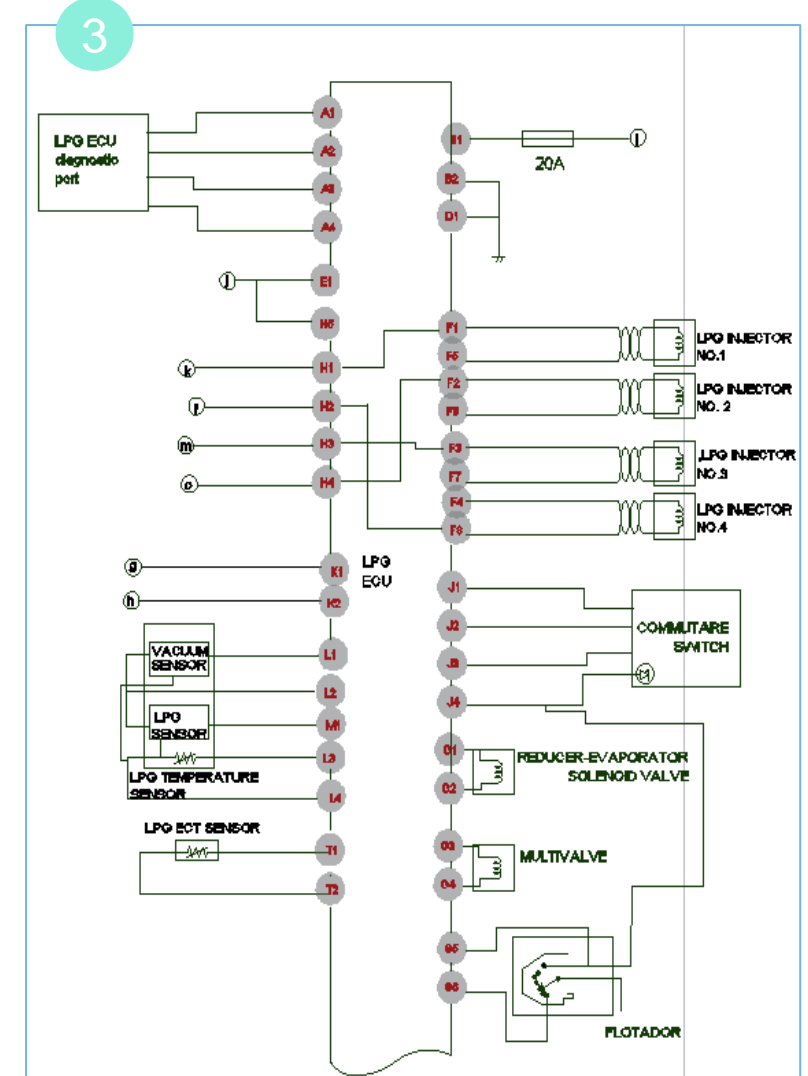
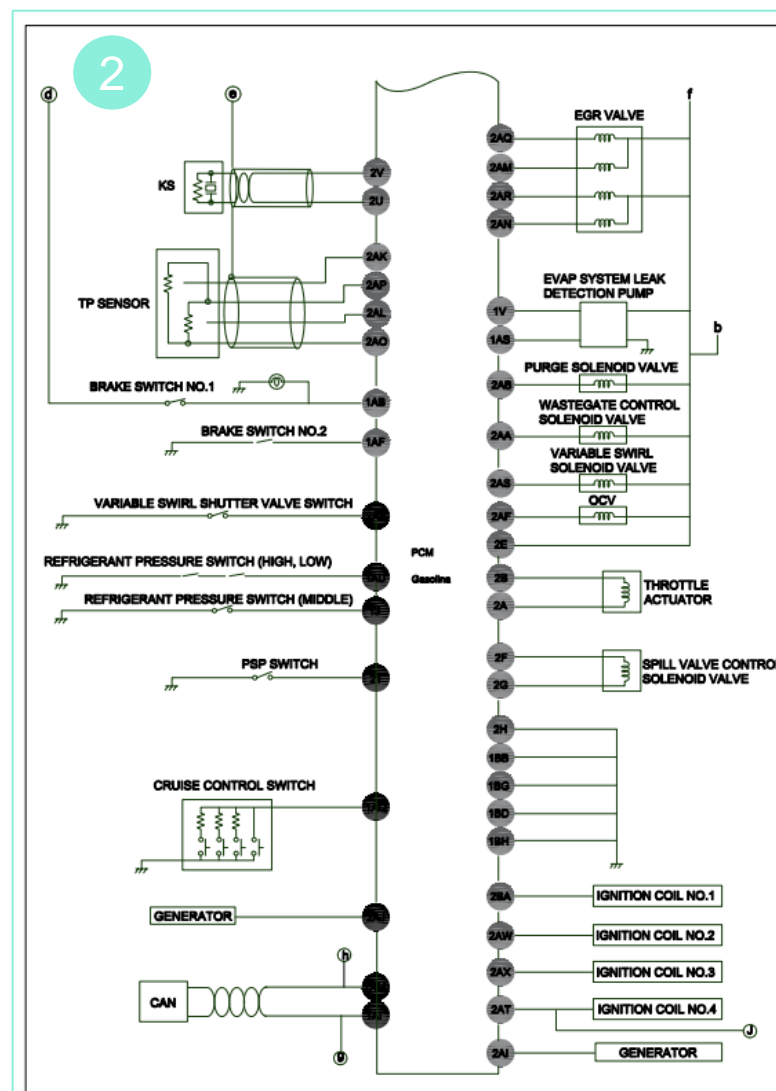
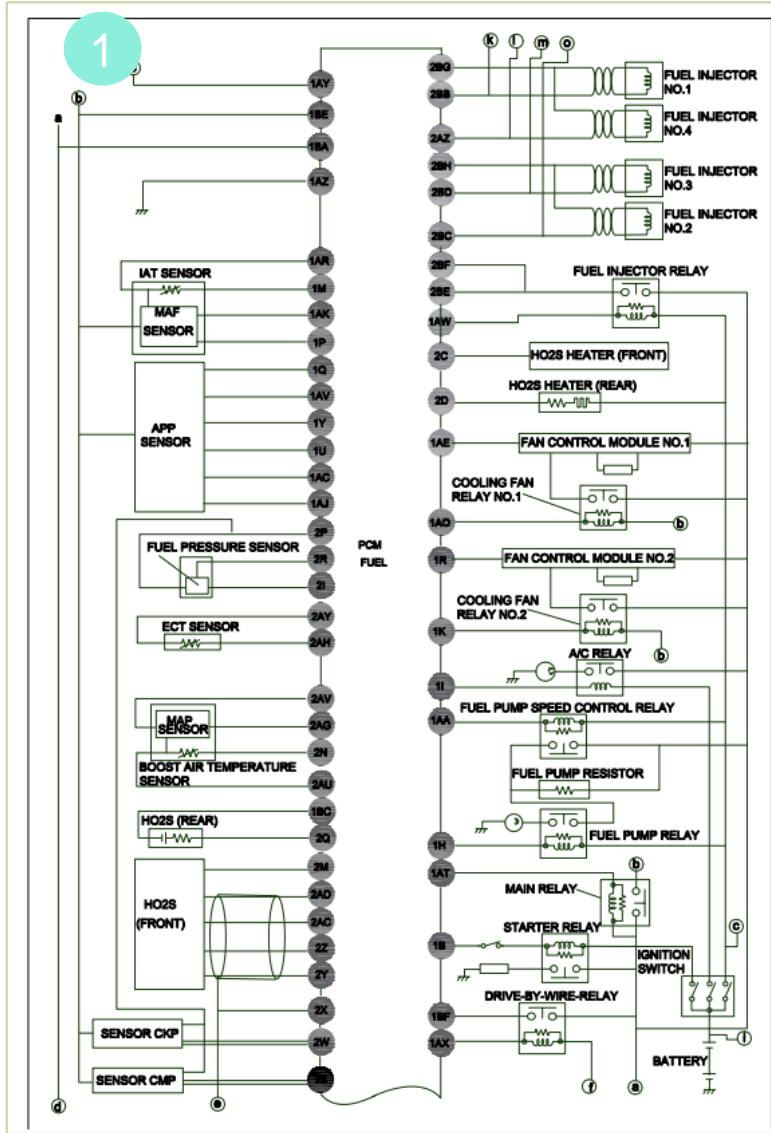
$$1. P = VI$$

$$2. P = \frac{V^2}{R}$$

$$3. I = \frac{P}{V}$$



Diagrama eléctrico del sistema dual



Configuración de mapa de gas.

Direct Injection
3

Archivo Centralita Language Display Acquisition Acerca de

Vehicle F1 Cambio F2 Sensores F3 **Mapa de gas F4** OBD F5 Petrol pressure F6 Temperatura F7 Corrección F8

	550	700	1250	1550	2050	2500	3000	3500	4000	4500	5500	6500
0,75	63	65	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
1	63	65	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
1,25	63	65	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
1,5	65	70	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
1,75	70	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
2	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
2,25	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
2,5	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
2,75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
3	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
3,5	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
4,5	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75

	650	1000	1500	2000	3000
1,1	70	70	70	65	65
1,3	70	70	70	65	65
1,5	70	70	70	65	65
1,7	75	75	75	75	75
1,9	75	75	75	75	75
2,1	75	75	75	75	75

ExtralnJ: T Benz **0,00 ms**

ExtralnJ: T Gas **0,00 ms**

Enable coloured map

Extra injections map enable

Funcionamiento en ralentí a gasolina

Return to minimum with petrol

Revoluciones en ralentí:

Petrol transient:

Exit from cutoff	Nº min inj.	Nº prog. inj.	dt petrol
0	0	0	0

Revs: **923**

T iny.gas: 0,00 0,00 0,00 0,00

T iny.gasol: 0,81 0,83 0,80 0,81

Temp.gas: 0 °C

Temp.red: 0 °C

Battery: 0,0 V

P.gas: 0,00 bar

MAP: 0,00 bar

Diff. Press: 0,00 bar

Direct Injection
1

Archivo Centralita Language Display Acquisition Acerca de

Vehicle F1 Cambio F2 Sensores F3 **Mapa de gas F4** OBD F5 Petrol pressure F6 Temperatura F7 Corrección F8

	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
0,5	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
1	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
1,25	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
1,5	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
2	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
2,5	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
3	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
3,5	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
4	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
4,5	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
5,5	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
6	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128	128

Enable coloured map

Funcionamiento en ralentí a gasolina

Return to minimum with petrol

Revoluciones en ralentí:

Corrector de Segunda Basecada:

Gas inj. shift towards petrol inj.:

Petrol transient:

Exit from cutoff	Nº min inj.	Nº prog. inj.	dt petrol
0	20	4	200
Switch over	20	4	200
Other petrol fans	75	4	200

Revs: 0

T iny.gas: 0,00 0,00 0,00 0,00

T iny.gasol: 0,00 0,00 0,00 0,00

Temp.gas: 0 °C

Temp.red: 0 °C

Battery: 0,0 V

P.gas: 0,00 bar

MAP: 0,00 bar

Diff. Press: 0,00 bar

2 Base numérica (K) del tiempo de inyección

Base numérica (K)	Descripción
= 128	T iny. GLP = T iny. Gasolina
< 128	T iny. GLP > T iny. GLP
> 128	T iny. GLP < T iny. GLP

Oscilograma Bobinas de encendido vs Inyectores GDI



CN1 (color Y) y CN4 (G) con 20V/div, mientras que el CN5 (L) y CN8 (Pk) está configurado a 5V/div, debido a que es la tensión de activación del transistor de la bobina, por otro lado, el tiempo está configurada en 20 ms.

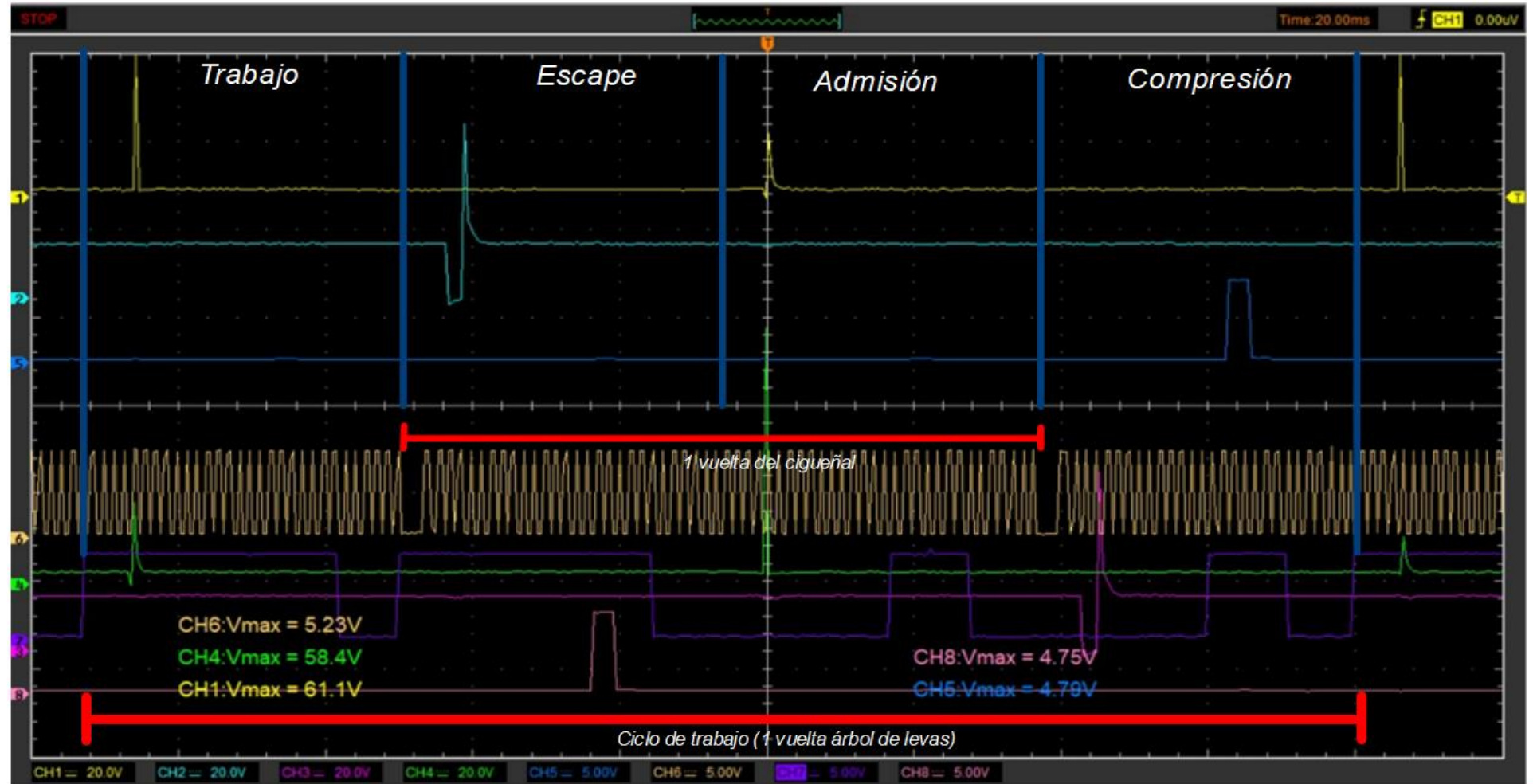
Oscilograma Bobinas de encendido, Inyector GDI, Inyector GLP, sensor CMP

El CN1 (Y) corresponde al inyector del sistema GDI, el CN2 (Sb) hace referencia al inyector del sistema GLP. El CN5 (color L) indica la señal de activación de la bobina de encendido del cilindro uno; y el CN6 (O) expresa el oscilograma del voltaje de señal del sensor CMP.



Oscilograma Bobinas de encendido, Inyector GDI, Inyector GLP, sensor CMP, sensor CKP cilindro 1 vs 4

- CN1 (color Y)
- CN4 (G)
- CN2 (Sb)
- CN3 (F)
- CN5 (L)
- CN8 (Pk)
- CN7 (Pp)



Análisis de Resultados

Sensor Knock						
Tensión de señal						
N °	Sistema solo a gasolina (V)			Sistema gasolina – GLP (V)		
	Ralentí	2500 rpm	5500 rpm	Ralentí	2500 rpm	5500 rpm
1	2.5193	2.5193	2.4998	3.0348	2.996	2.6949
2	2.5193	2.5096	2.5096	3.0446	2.996	2.7921
3	2.529	2.5485	2.4998	3.0057	3.0057	3.3359
4	2.529	2.529	2.5193	3.0154	2.996	3.3456
5	2.5387	2.5582	2.5193	3.0057	2.9863	3.3747
6	2.5387	2.5387	2.5193	3.0348	3.0543	3.0251
7	2.5193	2.5193	2.5193	3.0348	2.996	2.6949
2000	2.529	2.4998	2.4707	3.0154	2.996	3.0057
Promedio	2.5245	2.5249	2.5240	3.0249	3.0266	3.0211
Mínimo	2.2568	2.2568	2.2568	2.928	2.3842	1.3839
Máximo	2.9763	2.9763	2.9763	3.2873	4.1905	4.7829
Desviación estándar	0.0552	0.0556	0.0553	0.0268	0.0789	0.2641

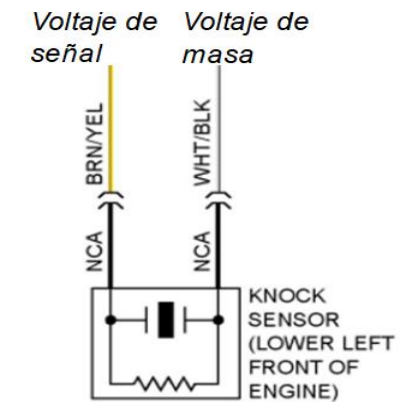


Diagrama eléctrico del sensor Knock

En base a los valores obtenidos del sensor KS antes y después de la conmutación a GLP, existe un incremento porcentual de voltaje del 19.82% en condición de ralentí, 19.87% a 2500 rpm y 19.69% a 5500 rpm

Análisis de Resultados

Sensor HO2S trasero

Tensión de señal

N °	Sistema solo a gasolina (V)			Sistema gasolina – GLP (V)		
	Ralentí	2500 rpm	5500 rpm	Ralentí	2500 rpm	5500 rpm
1	0.6264	0.6749	0.3642	0.7818	0.8206	0.471
2	0.6264	0.6749	0.3253	0.7915	0.8303	0.5487
3	0.6264	0.6749	0.3545	0.7915	0.8109	0.4904
4	0.6264	0.6749	0.3836	0.8012	0.8206	0.5293
5	0.607	0.6749	0.3836	0.8012	0.8303	0.5001
6	0.6361	0.6749	0.3836	0.8012	0.8303	0.5099
7	0.6264	0.6652	0.3448	0.8012	0.8303	0.5099
1000	0.6361	0.6361	0.3836	0.8012	0.8303	0.4807
Promedio	0.6514	0.6798	0.3141	0.8148	0.8224	0.5059
Mínimo	0.5778	0.6167	0.1894	0.7332	0.7041	0.3836
Máximo	0.7818	0.84	0.5487	0.9566	0.9274	0.7041

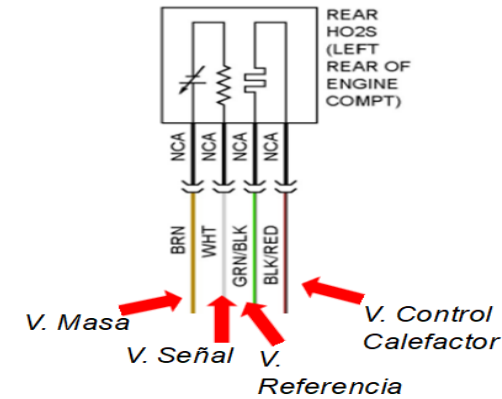


Diagrama eléctrico del sensor HO2S trasero

Con un crecimiento porcentual del 25.08% en condiciones de ralentí, 20.98% y 61.06% en regímenes de 2500 rpm y 5500 rpm respectivamente.

Análisis de Resultados

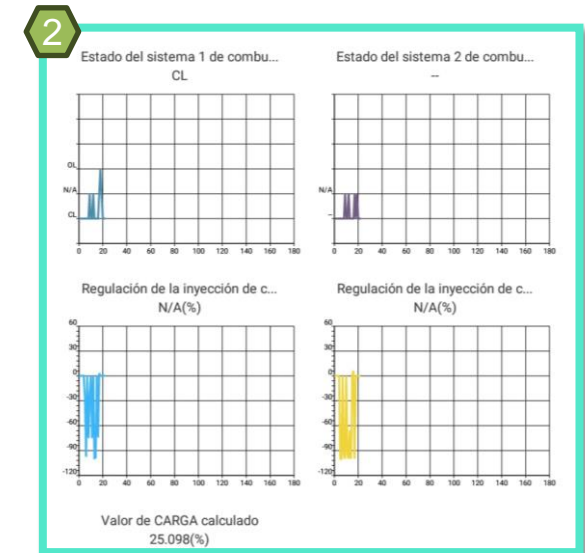
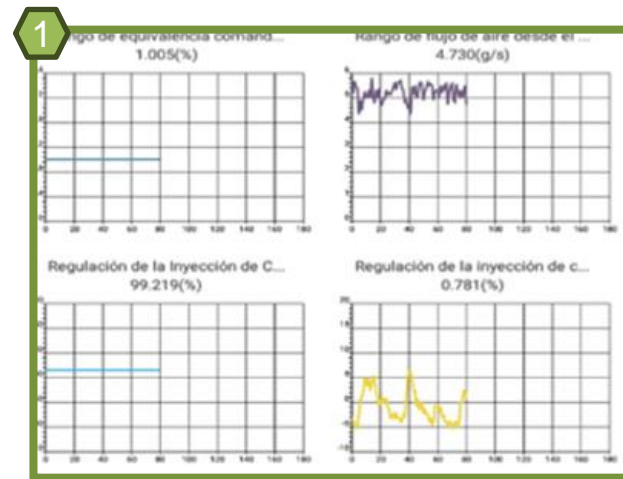
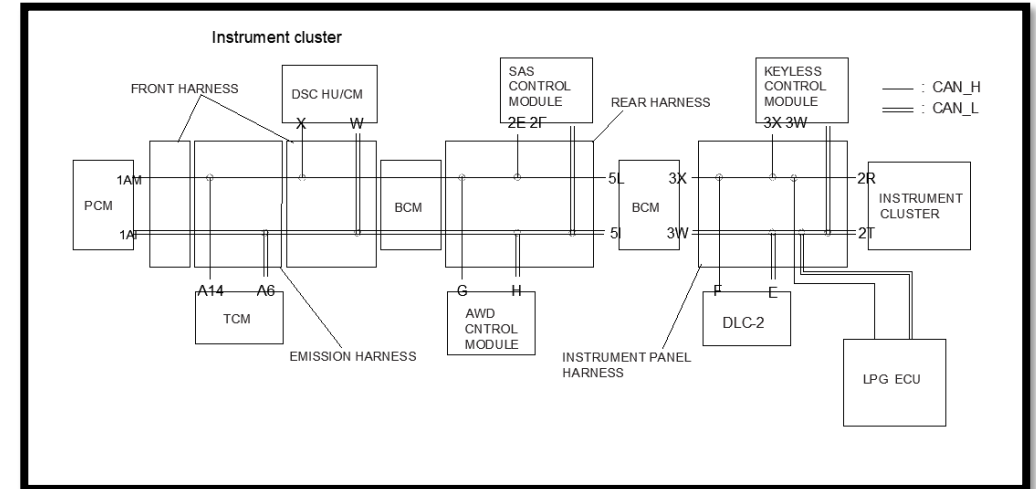
PID que se pueden seleccionar en el vehículo de prueba.

Lista de componentes Iniciar sesión Lista de componentes Iniciar sesión

- Avance del reglaje de encendido para el cilindro #1
- Estado del sistema 1 de combustible
- Control actuador mariposa ordenado
- Estado del sistema 2 de combustible
- Corriente del Sensor de oxígeno (B1-S1)
- Regulación de la inyección de corto alcance Banco 2
- Entrada del nivel de combustible
- Regulación de la inyección de corto alcance Banco 4
- Posición absoluta B de la mariposa
- Valor de CARGA calculado
- Posición Absoluta D de la Mariposa
- Posición Absoluta de la Mariposa
- Posición Absoluta E de la Mariposa
- Posición relativa mariposa

Por favor, elija al menos un elemento

Seleccionar todo Confirmar Seleccionar todo Confirmar



Conclusiones

El proceso de combustión de un sistema de tipo dual causó la variación de las tensiones de señal de los sensores del vehículo, obteniendo una variación en los valores de tensión de señal de algunos sensores como: Knock con un incremento 19.82% en la condición dual con respecto al estado de gasolina en ralentí, esta variación de parámetros característicos se comprueba con el incremento de 43.03% en la condición de mezcla propano-butano y gasolina en el régimen acelerado, entre otros sensores como ECT, Temperatura Boost, HEGO posterior.

El protocolo establecido por ISO interactúa en los sistemas del vehículo con el exterior mediante un puerto de comunicación (OBDII), en base a se puede obtener flujos de datos en tiempo real del conjunto de gestión electrónica como los valores de tensión de señal, control de masa, PID y demás datos. De modo que se obtuvo valores de PID del rango de inyección de corto alcance de aproximadamente 99.219%, al igual que el rango de flujo del sensor MAF se encontró en un rango de 4.730 g/s a 5.78 g/s, por otro lado, la inyección de corto alcance banco 1, el mismo que tuvo valores cercanos a 0.781%.

EL vehículo de prueba en su condición de gasolina posee varios sensores que envían información a la ECU con el fin de establecer un control preciso del tiempo de apertura de los inyectores GDI en sus dos fases de trabajo, esto es corroborado por la posibilidad de obtener 40 PID'S del conjunto de control electrónico, de los sensores y actuadores que trabajan en conjunto con el fin de establecer valor de lambda cercano a 1, mientras que en la condición de trabajo de GLP, la información obtenida por medio del puerto OBD II es limitada a 5 PID'S..

Los oscilogramas establecen que en la condición dual el inyector de gasolina trabaja en dos momentos, la inyección dosificada se realiza en la fase de admisión y la inyección estratificada se da en la fase de trabajo, con una pico de tensión de control de masa de 15.3821V y de 59.386 V a 61 V respectivamente, en contraste el inyector de GLP comienza su trabajo en la fase de escape y tuvo un control de masa de 0V para la activación y un pico de tensión de aproximadamente 40.0791 V, esto es debido a que la inyección se produce dentro del múltiple de admisión con el fin de homogeneizar la mezcla de aire-GLP antes del ingreso a la cámara de combustión.



Recomendaciones

Realizar pruebas del comportamiento de la gestión electrónica del sistema de gasolina y GLP en condiciones de prueba dinámica.

Comparar los tiempos de inyección de los inyectores GDI y GLP en distintos regímenes de giro.

Comprobar los PID'S que recibe la computadora de GLP a través del puerto de comunicación OBD II.

Comprobar la interacción del conmutador de GLP con la gestión electrónica del vehículo.

Verificar el adelanto al encendido debido al empleo del sistema GLP de quinta generación.

Emplear el apartado de diagnóstico del software de configuración del sistema de gestión electrónica del GLP.

Realiza pruebas estáticas con carga al motor para analizar el comportamiento de las señales de los actuadores del vehículo.



MUCHAS GRACIAS



Los verdaderos educadores son aquellos que con su luz inspiran a otros a embarcarse en un mundo de misterio e incertidumbres, de dejar el miedo para aprender a pesar de la duda y sobre todo de crear seres humanos fieles a sus convicciones y grandes profesionales, que nunca olviden su humanidad.

-Anónimo-



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA