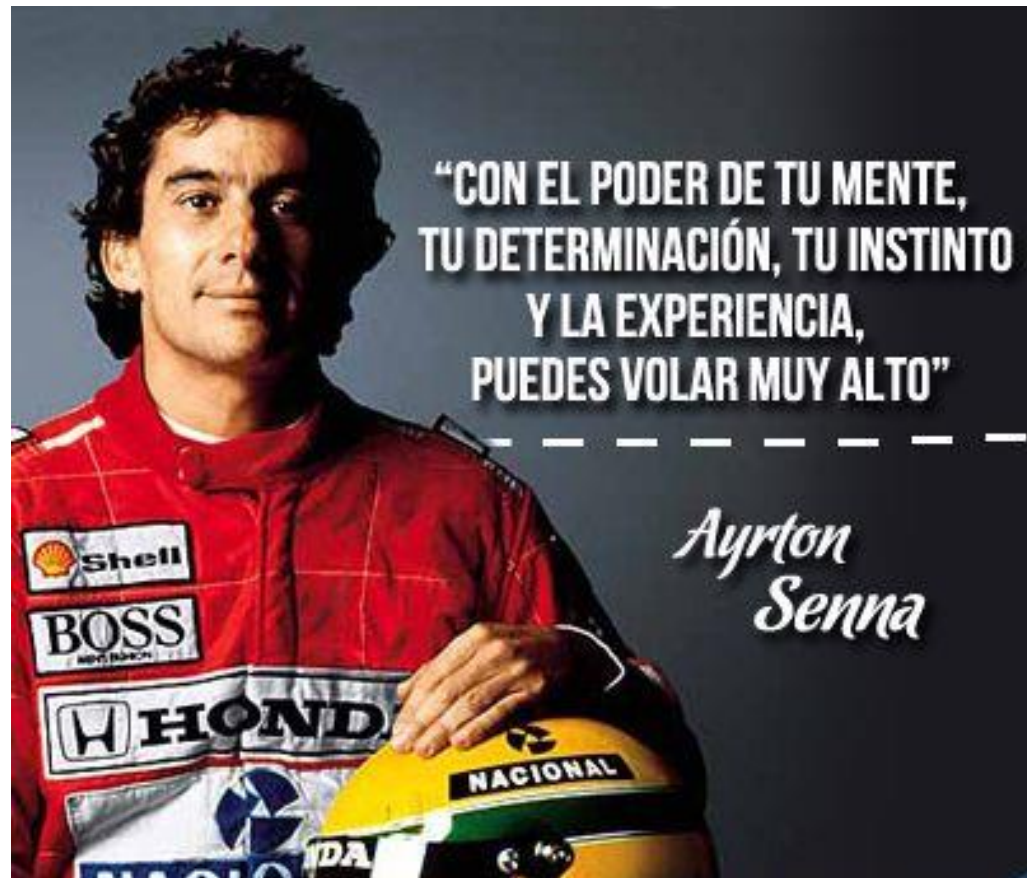




ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA





ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Tema:

“Análisis de constitución y procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia japonesa”

Autores:

Rea Calle, Carlos Arturo

Villacis Arcos, Manuel Eduardo

Director: Ing. Erazo Laverde, Washington Germán.

Latacunga, Febrero 2023



Contenido

- Marco Metodológico
 - Antecedentes
 - Planteamiento del problema
 - Descripción resumida del proyecto
 - Justificación e importancia
 - Objetivos de la investigación
 - General
 - Específico
 - Meta de la investigación
 - Hipótesis
- Marco Teórico
 - Sensores
 - Actuadores
 - Unidad de Control Electrónico (ECU)
 - Constitución de la ECU



- Elementos eléctricos y electrónicos de las ECUs
- Memorias de la Unidad de Control Electrónico
- Señales análogas y digitales
- Arquitectura y constitución de las ECUs de procedencia japonesa
 - ECUs de procedencia japonesa
 - Levantamiento de requerimientos
 - Software de especificaciones
 - Constitución de bloques
- Protocolo de pruebas, banqueo y resultados de las pruebas experimentales
 - Distribución de pines
 - Protocolo de pruebas de ECU japonesa
 - Pruebas de las ECUs japonesas
 - Reporte de estado de los circuitos de la ECU
 - Reporte de componentes de reparación y reemplazo
 - Informe de estado y reparación
- Conclusiones
- Recomendaciones



Marco Metodológico



Antecedentes

- La tecnología a bordo de los automóviles ha cambiado radicalmente en las últimas décadas, teniendo mejoras año tras año e involucrando otras áreas de conocimiento como la autotrónica (Laica, 2012).
- Esta evolución dentro de los vehículos ha permitido el uso de la electrónica mediante módulos de control, la cual se encarga de recibir información de los sensores y envía la orden necesaria a los actuadores.
- “Los automóviles vienen equipados con una gran cantidad de componentes y unidades de control electrónico, los cuales trabajan de forma precisa gracias al intercambio permanente de datos e información para cumplir sus funciones de manera eficiente” (Carrión & Ramírez, 2019).
- Las ECUs más simples controlan las emisiones de gases y la cantidad de combustible inyectada en el motor; en cambio, las avanzadas controlan casi en su totalidad a los sistemas del vehículo (Aranda, 2013, p. 43).



Planteamiento del problema

ANÁLISIS DE CONSTITUCIÓN Y PROCESOS DE REPARACIÓN DE ECUS AUTOMOTRICES DE PROCEDENCIA JAPONESA

Actualmente los vehículos requieren de un gran número de redes electrónicas tanto de control como de regulación.

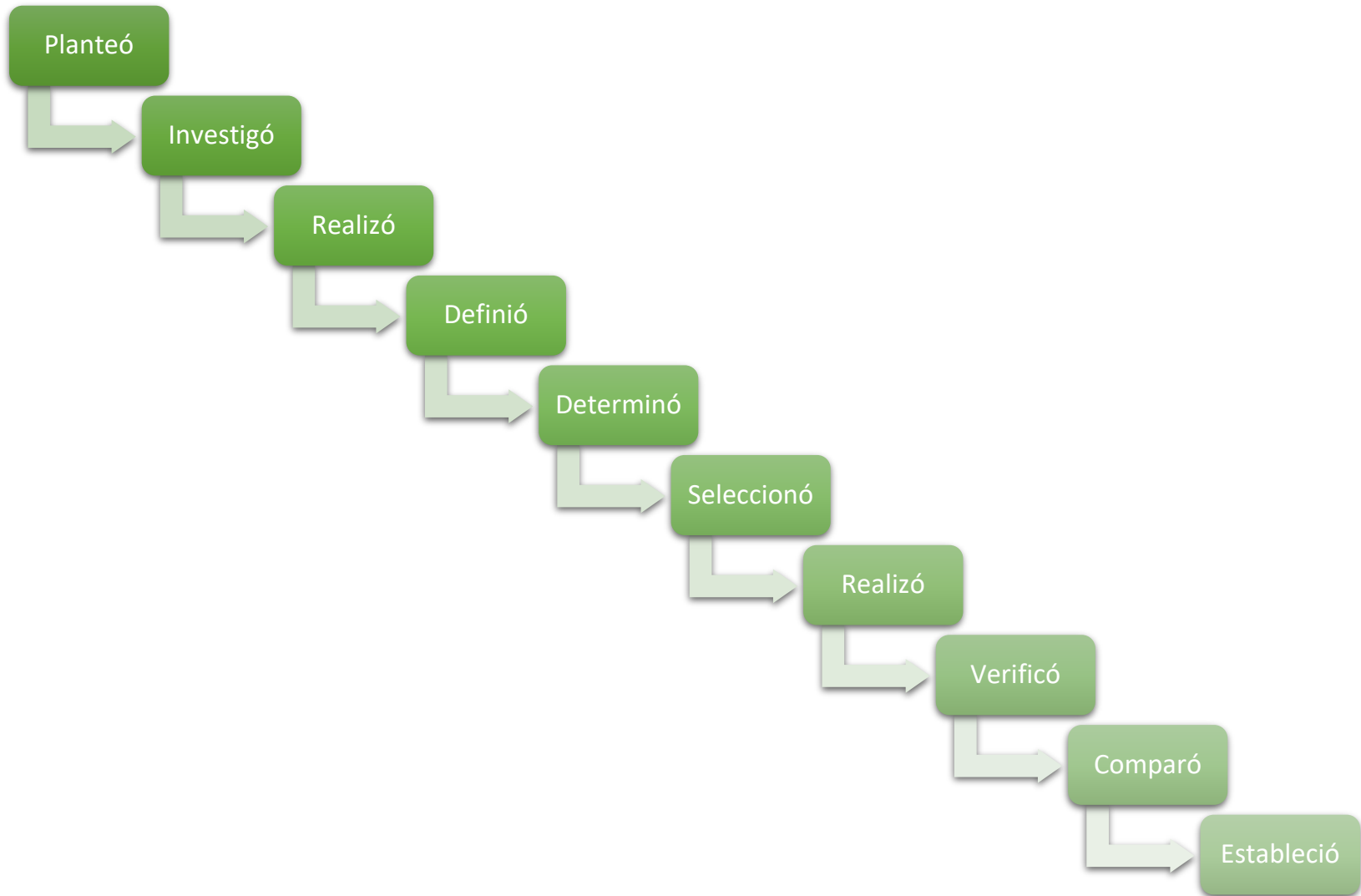
Los sistemas ameritan un mayor conocimiento sobre sensores, actuadores y códigos de falla.

La Unidad de Control Electrónica viene a ser un dispositivo esencial en el vehículo.

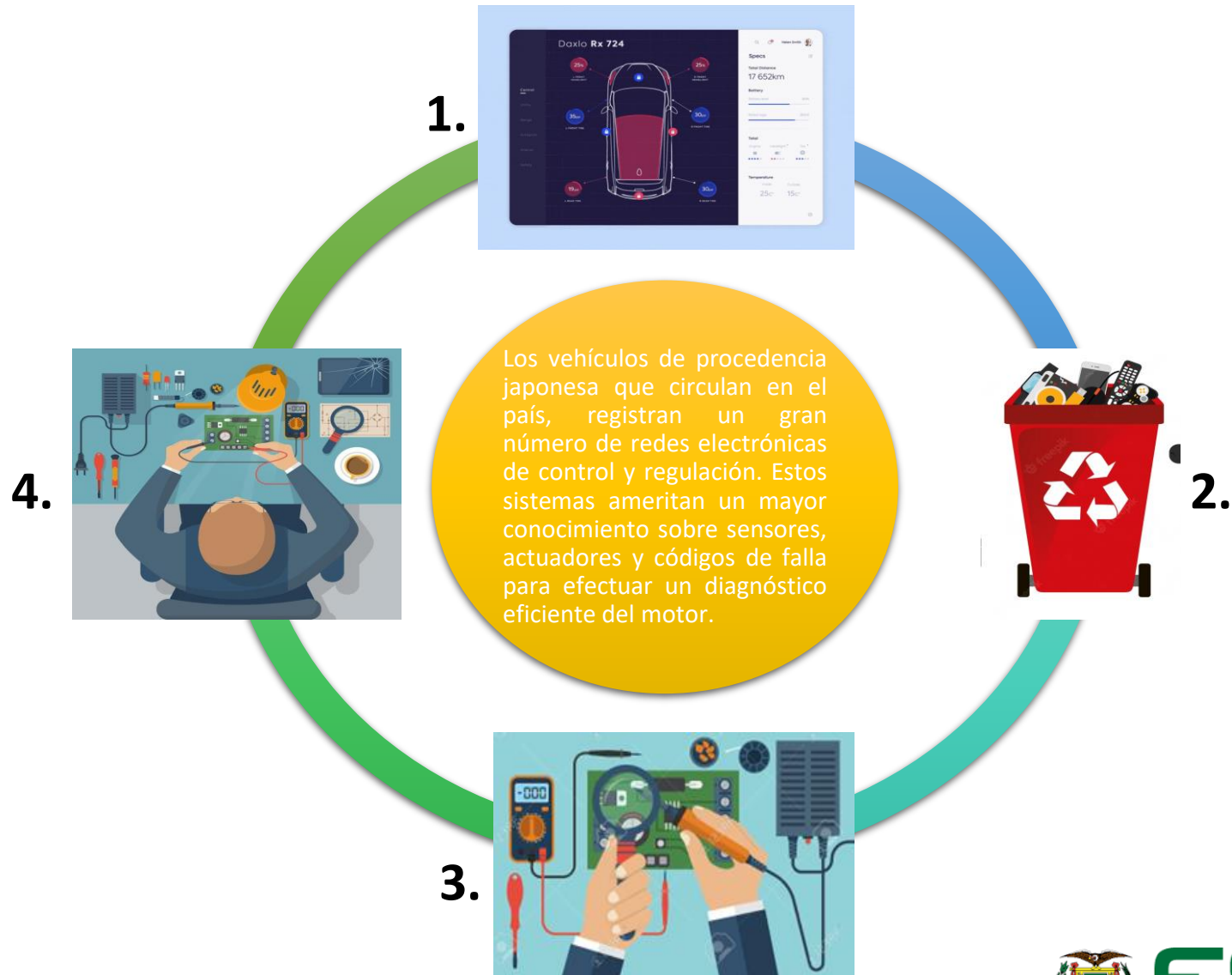
Las ECUs están expuestas al daño y por ende necesitan ser cambiadas o reparadas según las condiciones que presente.



Descripción resumida del proyecto



Justificación e importancia



Objetivo General

Determinar la constitución y procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia japonesa.



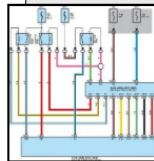
Objetivos específicos



Investigar información relevante a la constitución de computadoras automotrices de procedencia japonesa.



Levantar requerimientos para verificar ECUs automotrices de procedencia japonesa.



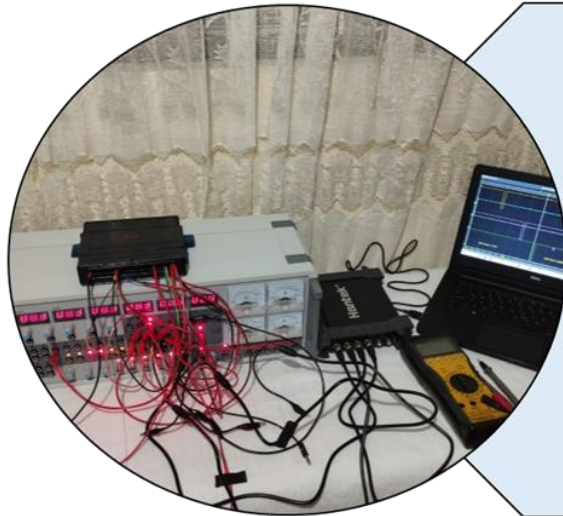
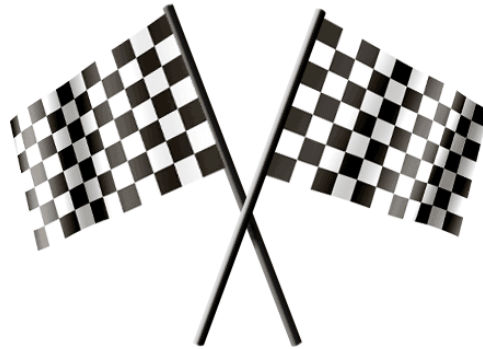
Definir la información técnica especializada de ECU de procedencia japonesa.



Establecer el proceso de diagnóstico y reparación de la ECU.



Meta de la investigación



Disponer de una estación para el diagnóstico especializado y reparación de ECUs automotrices de procedencia japonesa.



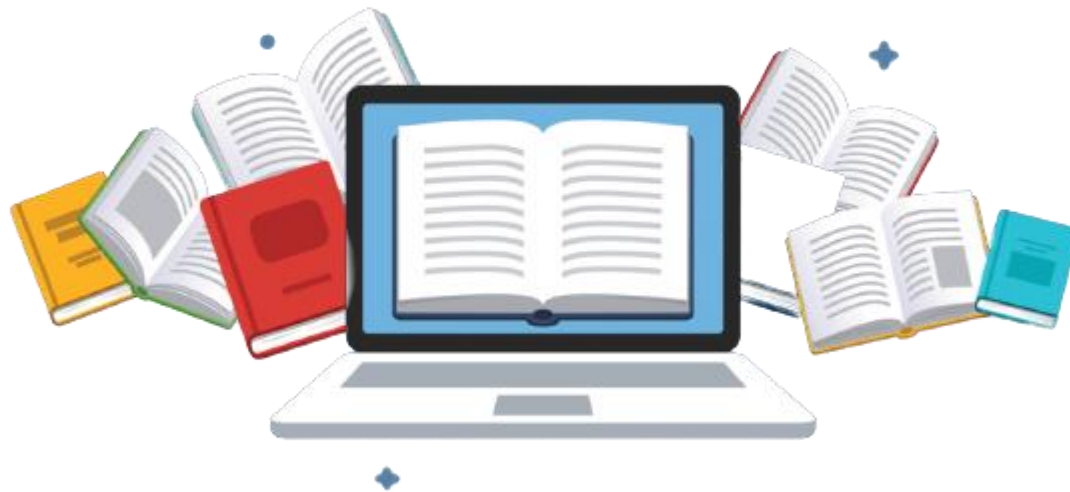
Hipótesis

HIPÓTESIS

¿El desarrollo del análisis de constitución y procesos de reparación de ECUs automotrices de procedencia japonesa permitirá realizar el diagnóstico eficiente de las mismas para que se genere el correcto funcionamiento del motor de combustión interna?

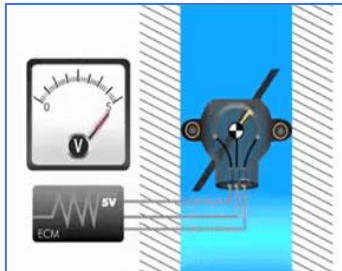


Marco Teórico

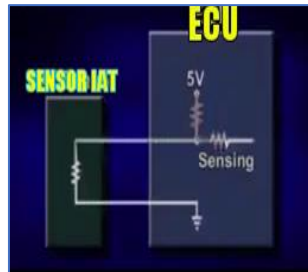


Sensores

Sensores de posición



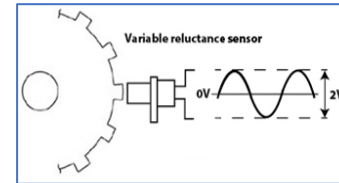
Sensores de temperatura



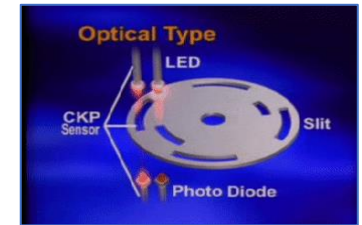
Efecto Hall



Inductivos



Sensores ópticos



Sensores

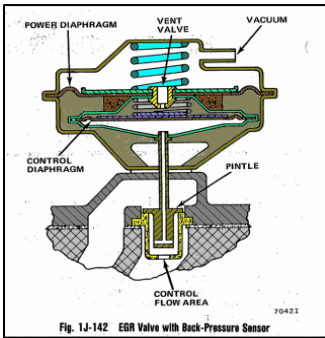
Sensores	
Voltajes	Valores
Referencia	5 V A 12 V
Señal	0,5 V a 4,5 V analógico
	0 V o 5 V digital
	0 V a 120 V CA
Referencial	2,2 V a 2,5 V



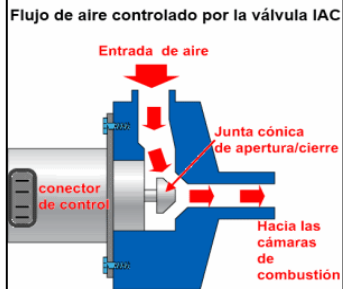
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Actuadores

Válvula EGR



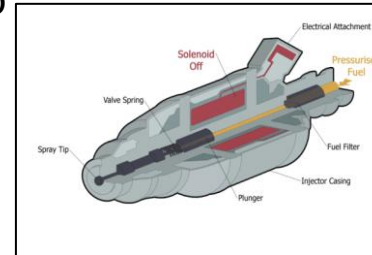
Válvula IAC



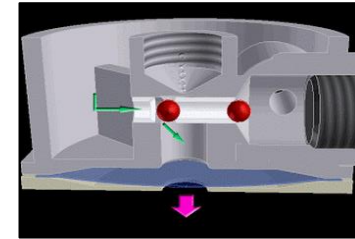
Bujías de precalentamiento



Inyectores



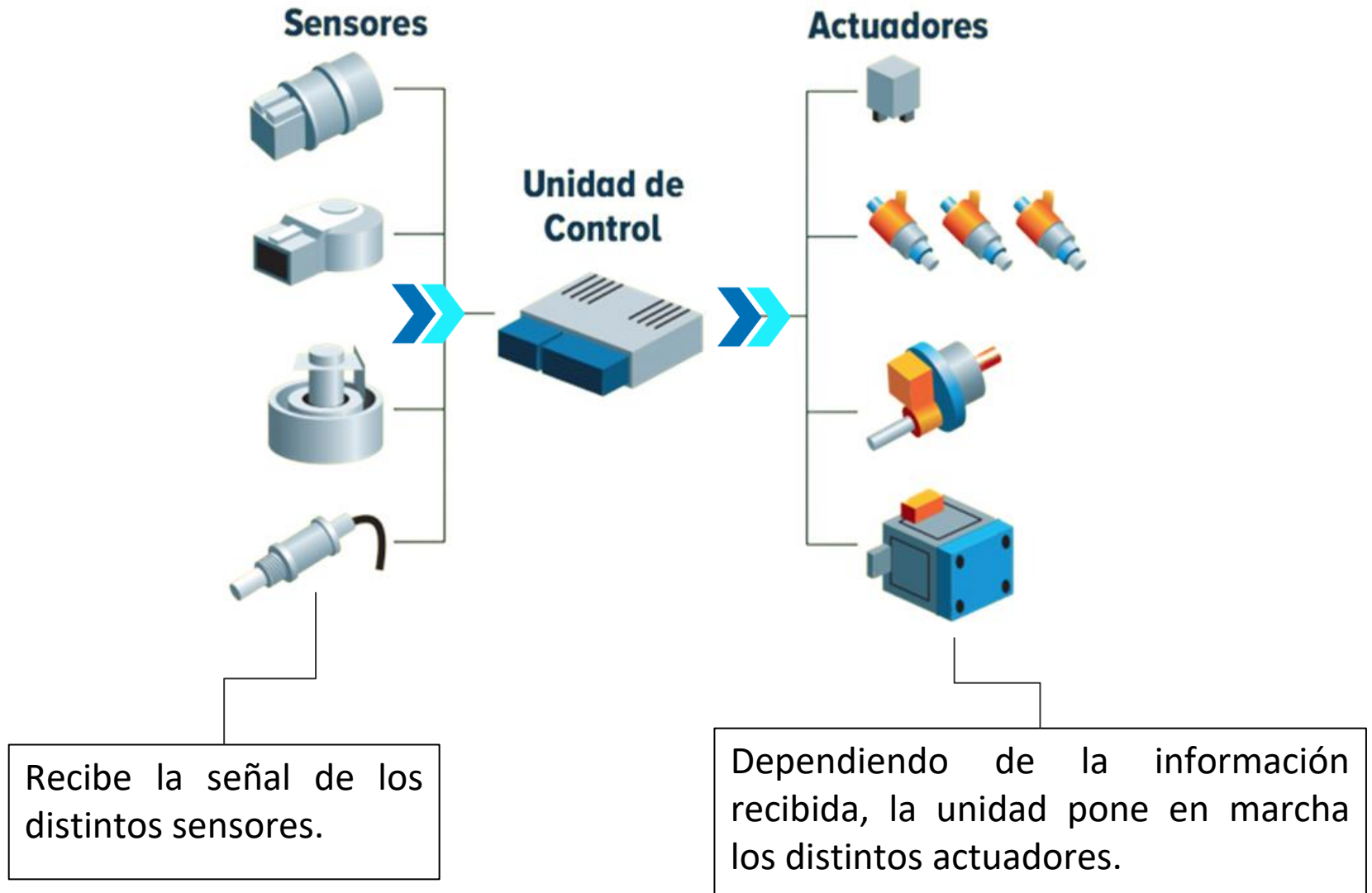
Bomba de combustible



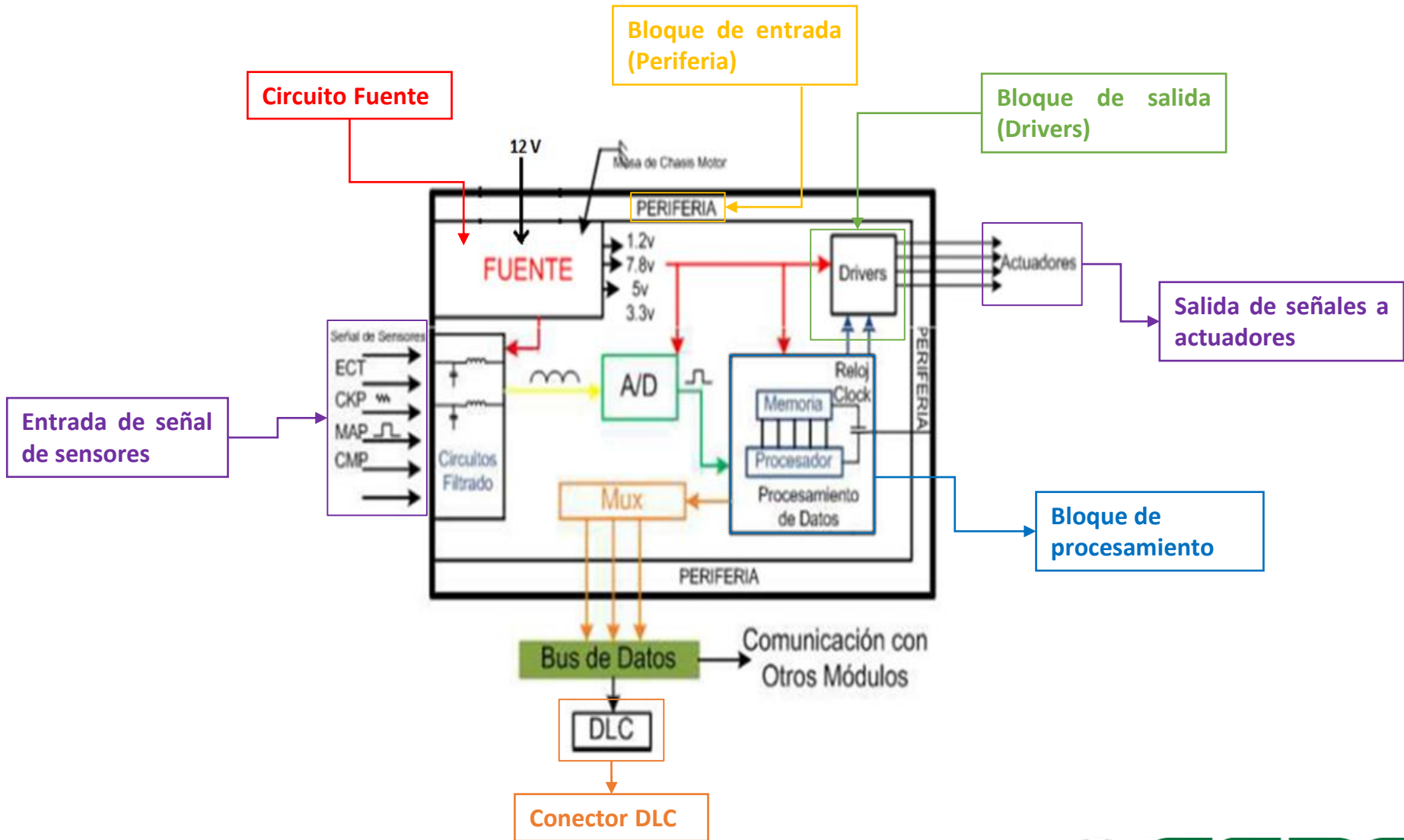
Actuadores

Alimentación	12 V
Control de masa	0 a 12 V
Medido entre masas	0 V a 30 mV

Unidad de Control Electrónica (ECU)

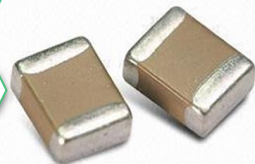


Constitución de la ECU

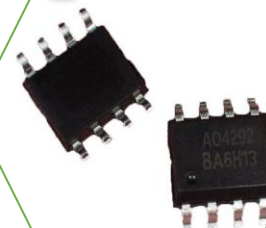


Elementos Eléctricos y Electrónicos de las ECUs

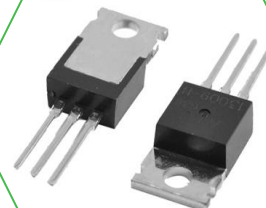
Condensadores



MOSFET



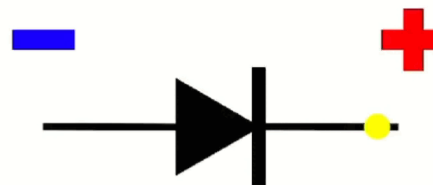
Transistores



Diodos

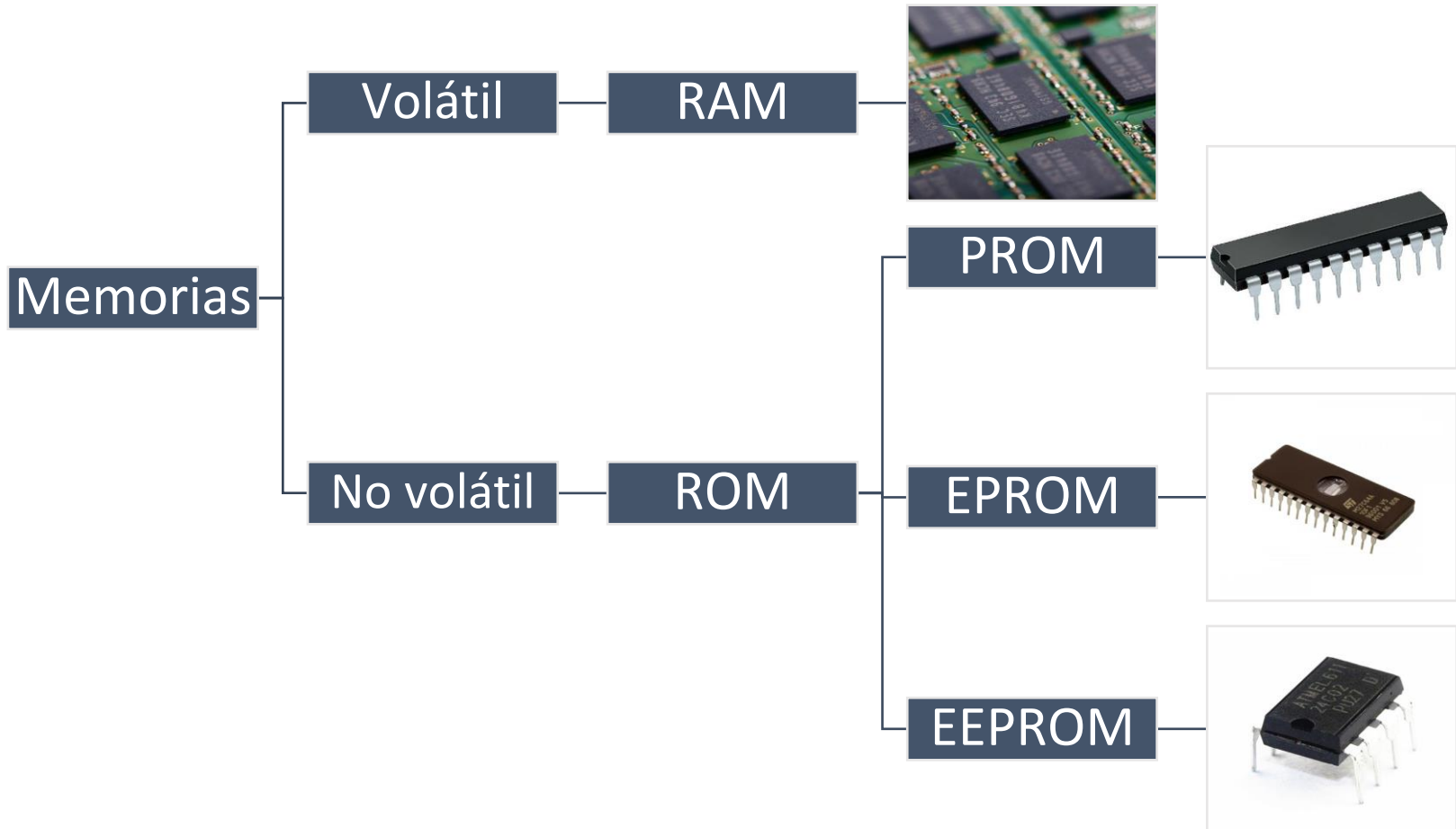


Resistencias



Memorias de la Unidad de Control Electrónica

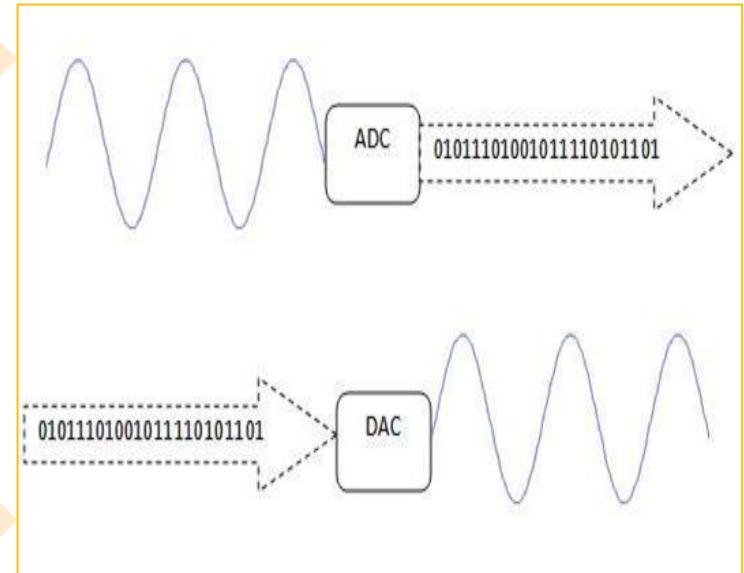
En las unidades de control electrónica los circuitos integrados son los encargados del procesamiento de datos, estos circuitos integrados son 2 elementos fundamentales, los cuales son la memoria y el procesador.



Señales análogas y digitales

Análogas

- Estas son señales continuas y cabe señalar que su expansión es generada por una entrada de onda senoidal.



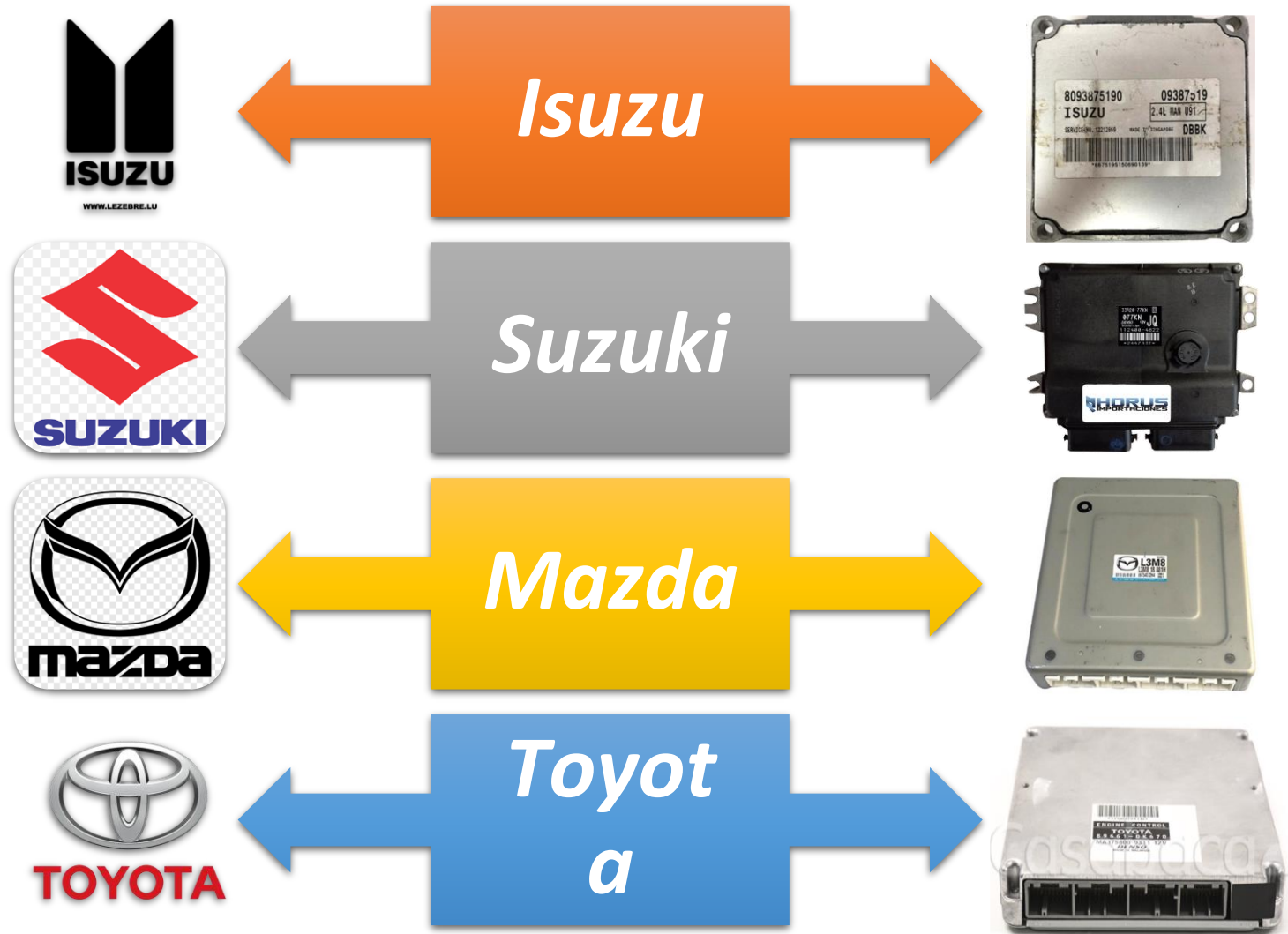
Digitales

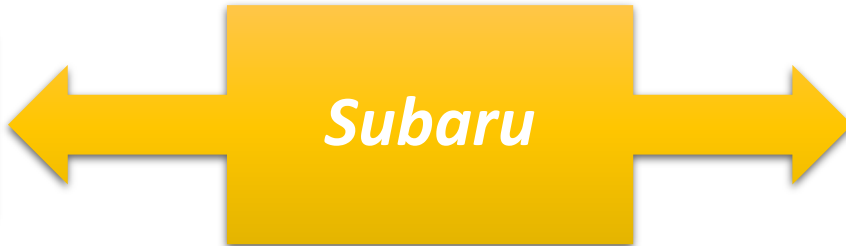
- Se utiliza un sistema de código binario (dígitos 0 y 1), de modo que la transmisión se realiza con un par de amplitudes que dan una alta posibilidad

Arquitectura y constitución de las ECUs de procedencia japonesa



ECUs de procedencia japonesa





Levantamiento de requerimientos

Probador de ECUs:
Auto Generator
MST-9000 +

ECUs:

- Isuzu LUV D-MAX
- Suzuki Grand Vitara

Regulador de voltaje:
ALTEK 8 Puertos

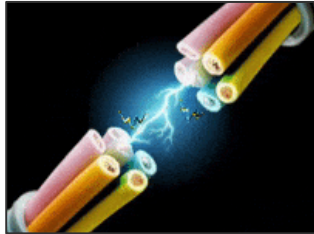
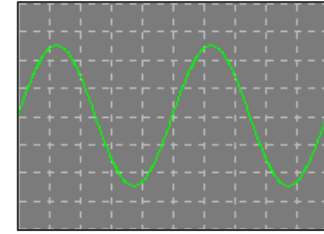
Cables de comunicación
entre las ECUs y el
probador de ECUs.



Estación de soldadura:
BAKU-702L

Osciloscopio:
Hantek 1008C – 8 Canales

Scanner Automotriz:
Autel MS509

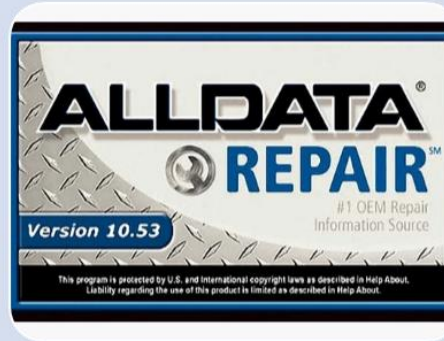


Software de especificaciones



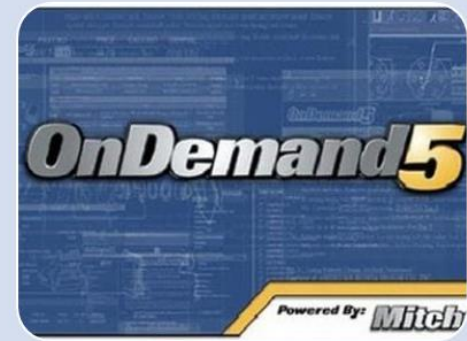
AUTODATA

Permite tener acceso a la información técnica de cientos de marcas de vehículos livianos, pesados y motocicletas que se comercializan a nivel mundial, útil para el diagnóstico, reparación y mantenimiento.



ALLDATA

Brinda información importante y actualizada en línea referente a fabricantes de equipos originales automotrices, para las reparaciones mecánicas y colisiones de un número considerable de vehículos



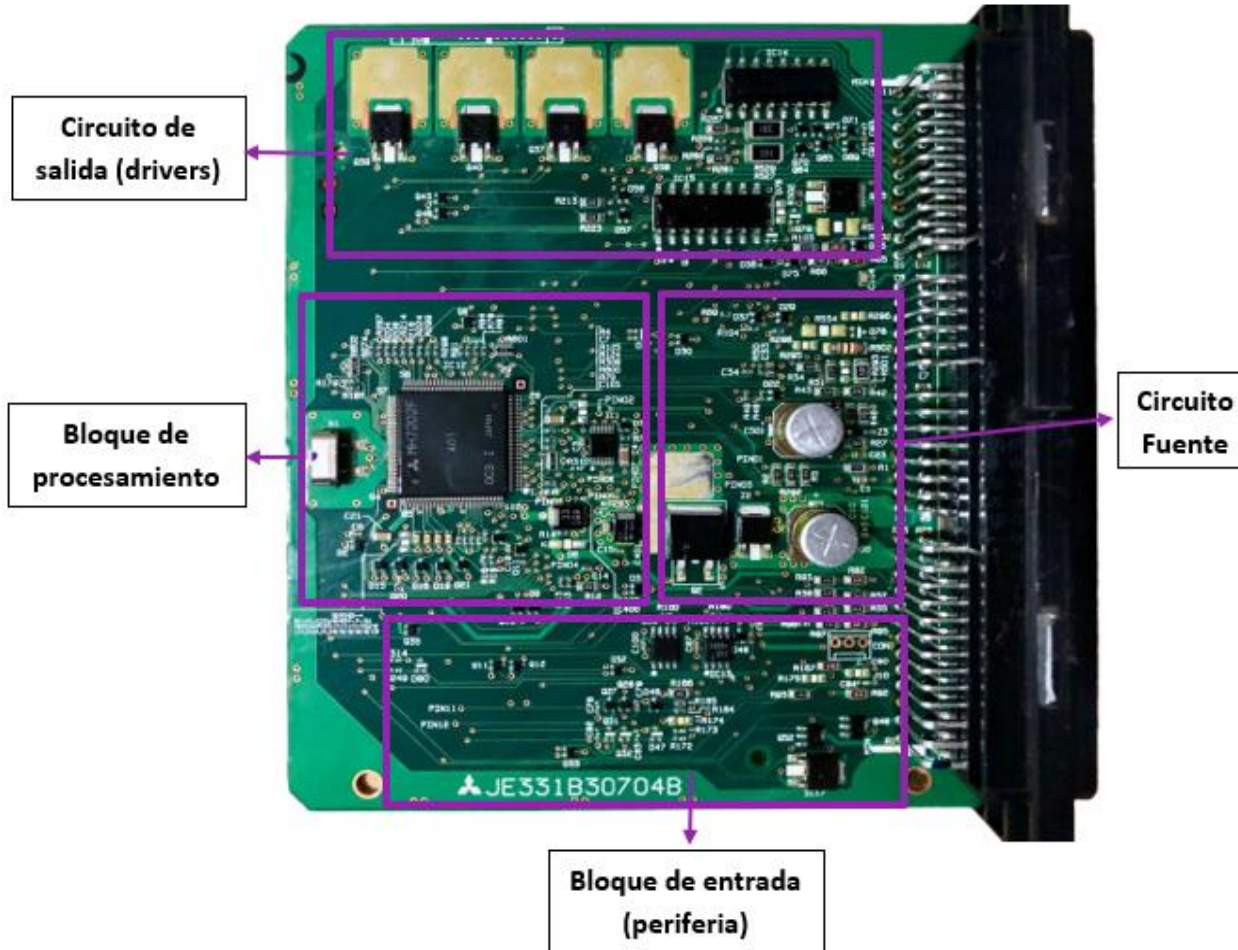
MITCHELL ONDEMON

Brinda la facilidad de obtener información tales como diagramas o circuitos de reparación y mantenimiento de una amplia línea de vehículos proporcionados en la base mundial del software.



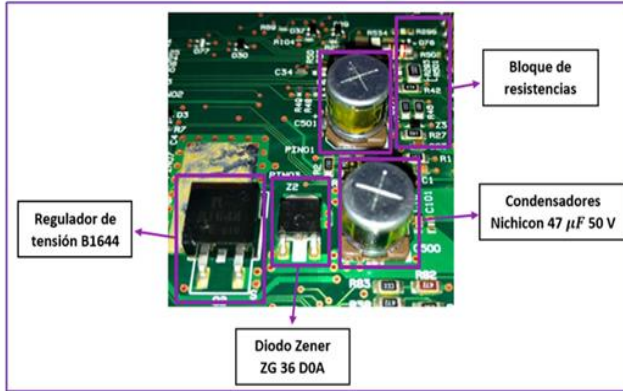
Constitución de bloques

ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 L (Manual)

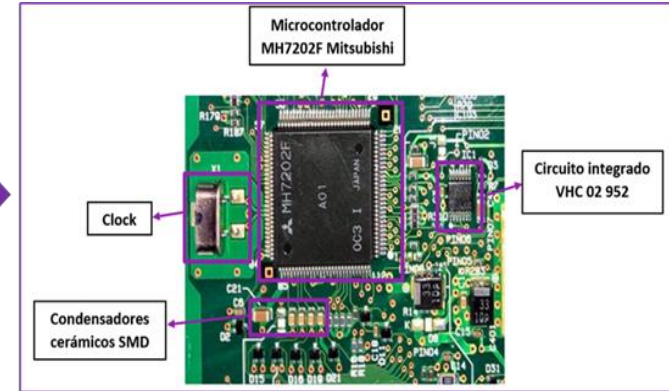


ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 L (Manual)

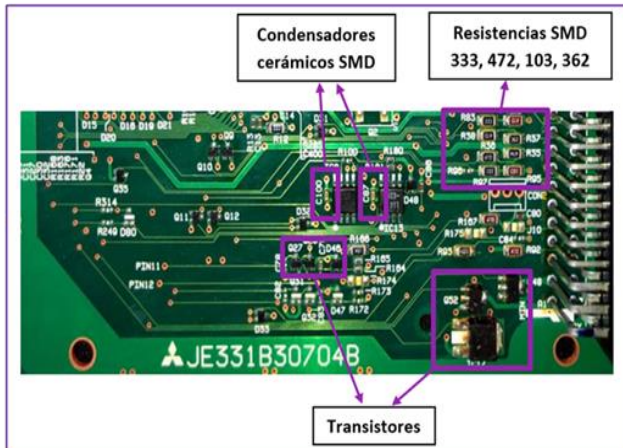
Subsistema de alimentación



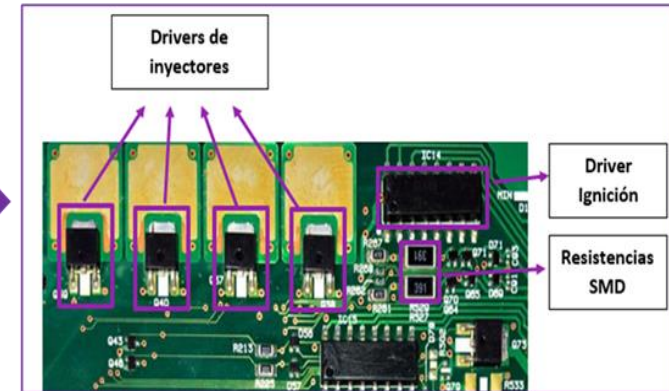
Subsistema de control



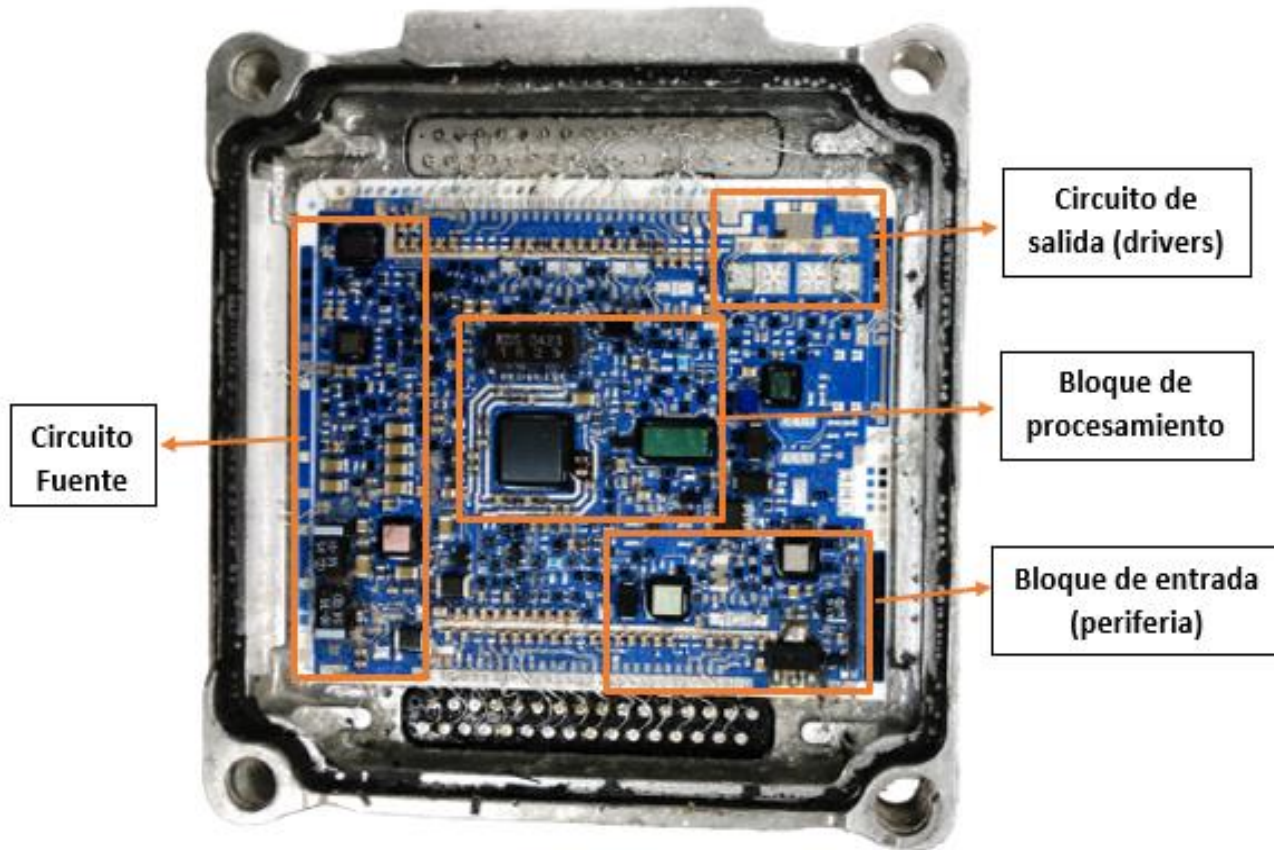
Subsistema de entrada



Subsistema de salida

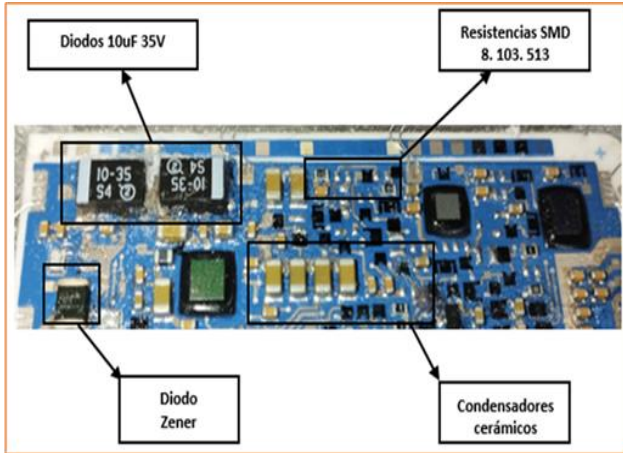


ECU *Isuzu Luv D-Max 2.4 L*

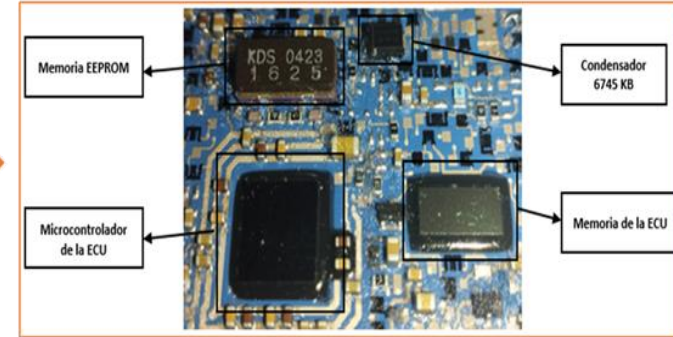


ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L

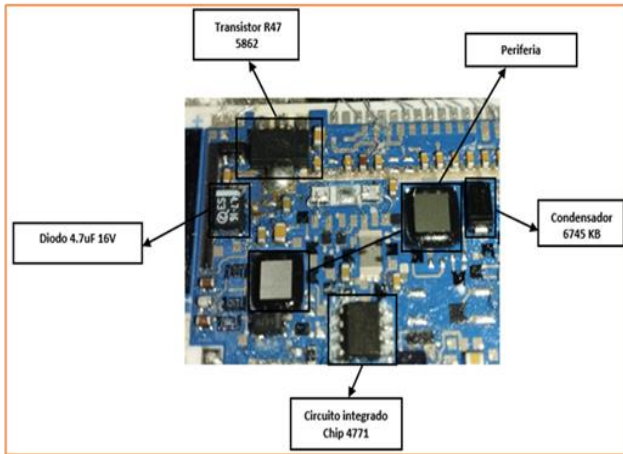
Subsistema de alimentación



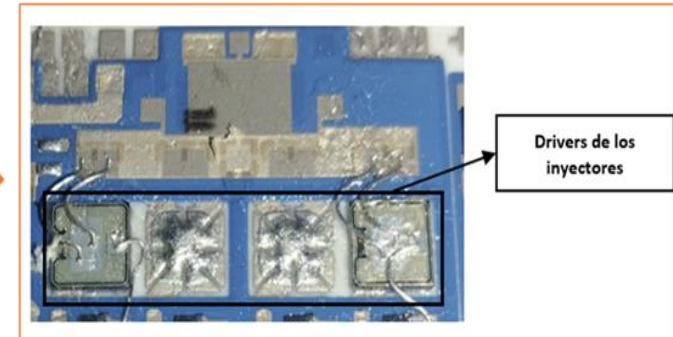
Subsistema de control



Subsistema de entrada



Subsistema de salida

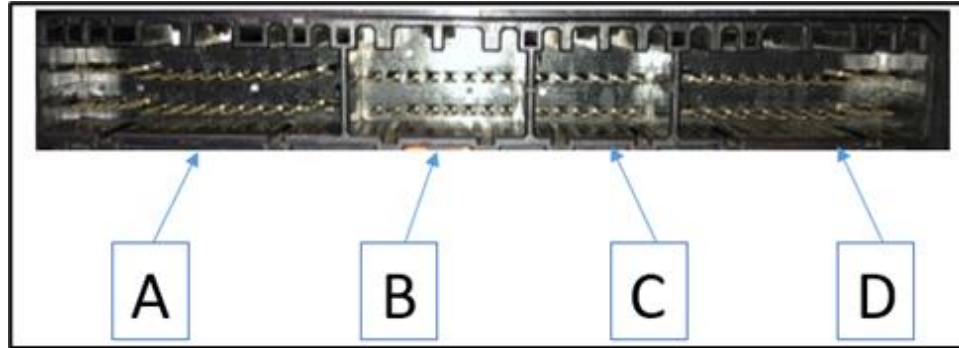


Protocolo de pruebas, banqueo y resultado de las pruebas experimentales



Distribución de pines

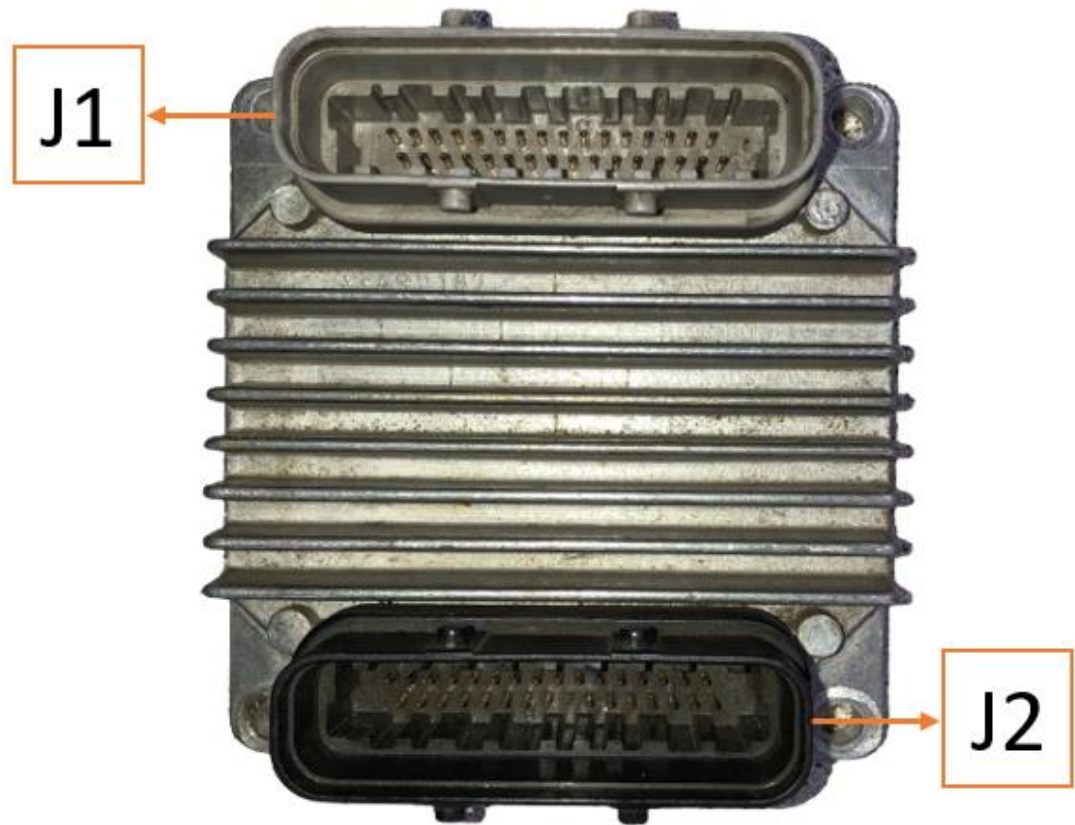
ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 L (Manual)



Conector A		Conector B		Conector C		Conector D	
Batería	A1	Señal sensor TPS	B2	Señal sensor IAT	C6	Señal sensor CMP	D11
Relé de control del motor	A3	Referencia sensor TPS	B5			Masa sensor CMP	D22
Relé de la bomba de combustible	A13	Masa sensor TPS	B11			Bobina de encendido 1	D6
Masa	A14	Señal sensor ECT	B4			Bobina de encendido 2	D5
		Masa sensor ECT	B13			Bobina de encendido 3	D17
		Masa sensor IAT	B14			Bobina de encendido 4	D16
		Señal sensor O2	B3			Inyector 1	D2
		Masa sensor O2	B12			Inyector 2	D1
		Señal sensor MAF	B1			Inyector 3	D13
		Masa sensor MAF	B9			Inyector 4	D12
		Relé de control del motor	B8			Alimentación sensor O2	D9
		Interruptor de encendido	B15				

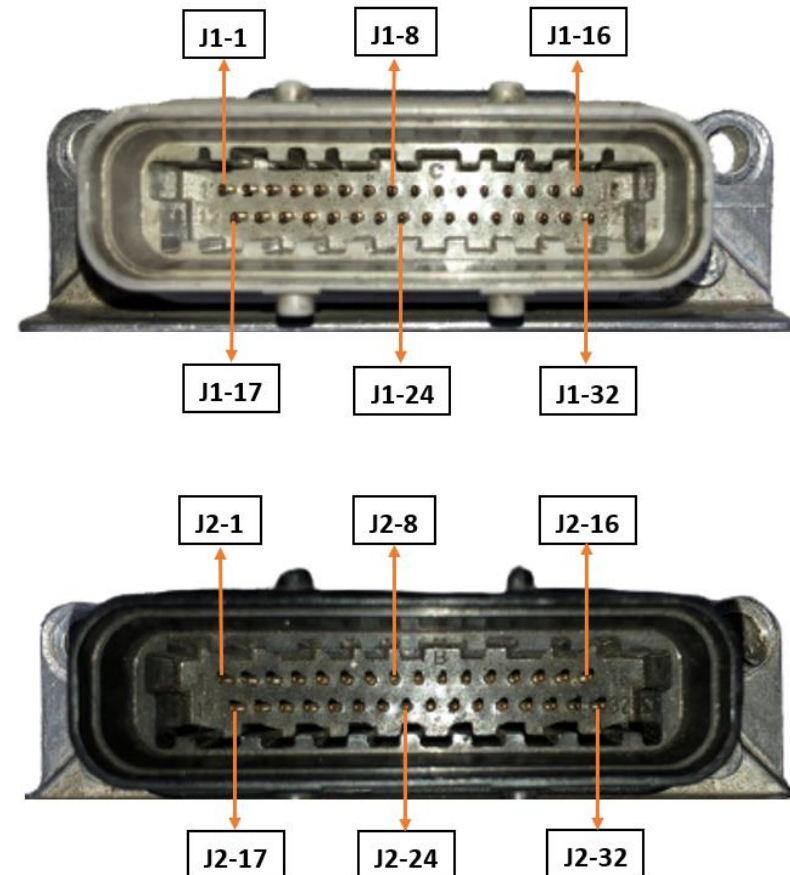
ECU *Isuzu Luv D-Max 2.4 L*

La ECU Luv D-Max 2.4, consta con un total de 64 terminales macho, que están divididos en dos secciones los cuales son J1 y J2.

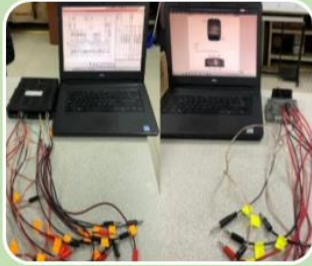


ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L

Conector J1		Conector J2	
Tierra de la computadora	J1-1	Suministro de corriente de batería	J2-2
Tierra de la computadora	J1-2	Suministro de corriente de batería	J2-18
Tierra de la computadora	J1-17	Señal del sensor VSS	J2-23
Control del inyector N° 1	J1-9	Relé de la bomba de combustible	J2-26
Control del inyector N° 2	J1-22		
Control del inyector N° 3	J1-8		
Control del inyector N° 4	J1-26		
Control del módulo de bobina Cilindro 1 y 4	J1-19		
Control del módulo de bobina Cilindro 2 y 3	J1-18		
Señal del sensor CKP	J1-21		
Masa del sensor CKP	J1-6		
Señal de salida del TPS	J1-7		
Referencia del sensor TPS	J1-15		
Referencia de corriente del MAP	J1-31		
Señal del sensor MAP	J1-24		
Masa del sensor MAP	J1-16		
Referencia del sensor MAP	J1-31		
Señal del sensor de temperatura ECT	J1-11		
Señal sensor CMP	J1-25		
Masa sensor CMP	J1-10		
Masa de los sensores: ECT, KS, TPS, ECT, IAT	J1-32		

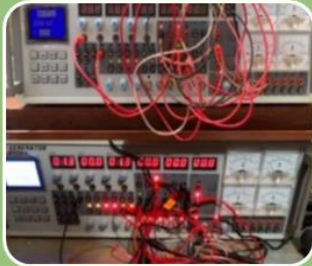


Protocolo de pruebas de ECU japonesa



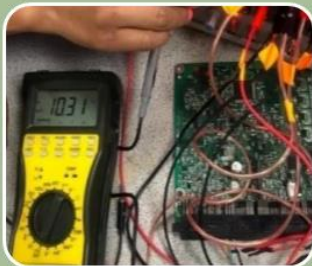
Identificación de pines de las ECUs de procedencia japonesa

Ambas unidades de control no contaban con inmovilizador lo cual es un factor importante antes de realizar el banqueo. Otro de los puntos a tener en cuenta es la obtención de los diagramas eléctricos y la distribución de pines, esto para identificar como trabaja y como se comunica cada ECU con los sensores y actuadores.



Banqueo de ECUs japonesas

El probador de ECUs MST 9000+ utilizado para realizar el banqueo, es un dispositivo que cuenta con múltiples opciones que permiten una correcta comunicación con las ECUs, por lo tanto, es fundamental conocer la función que cumple cada conector del probador para acoplar de una manera adecuada cada ECU y prevenir daños.



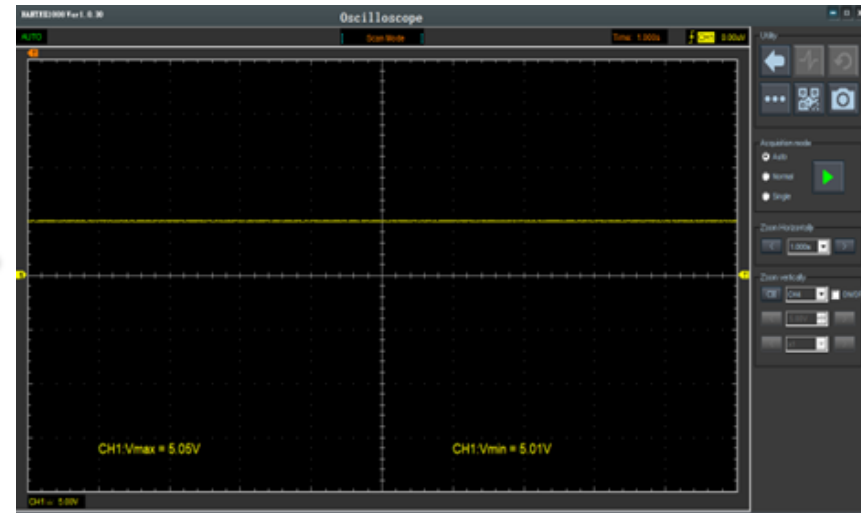
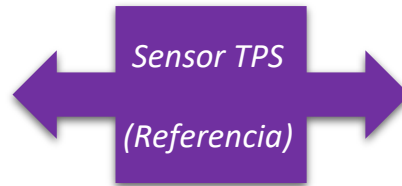
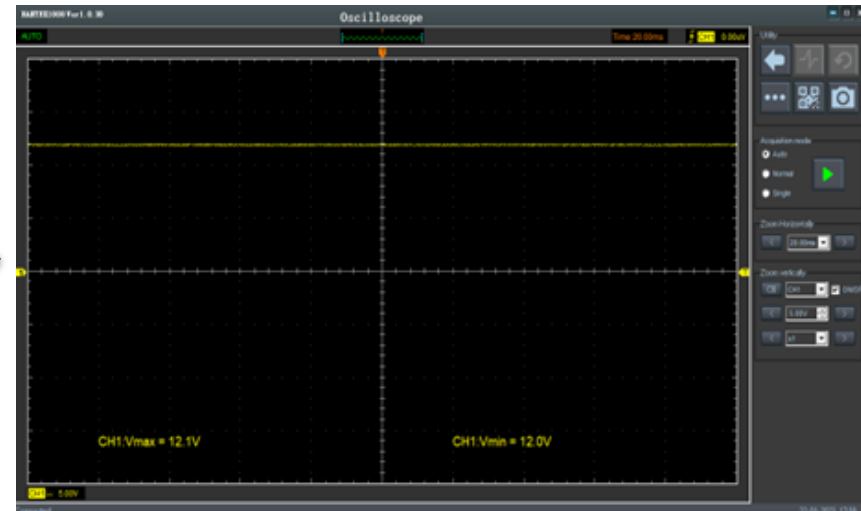
Registro de datos de sensores con multímetro automotriz

Para visualizar tanto voltaje de señal, referencia y masa que son importantes para el funcionamiento de los sensores, además, de voltajes de alimentación y masa para la ECU, se utilizó un multímetro automotriz el cual registró estos valores y se determinó si existe alguna falla.

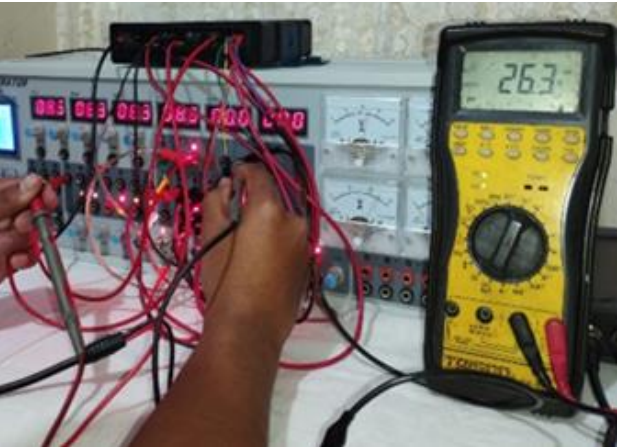
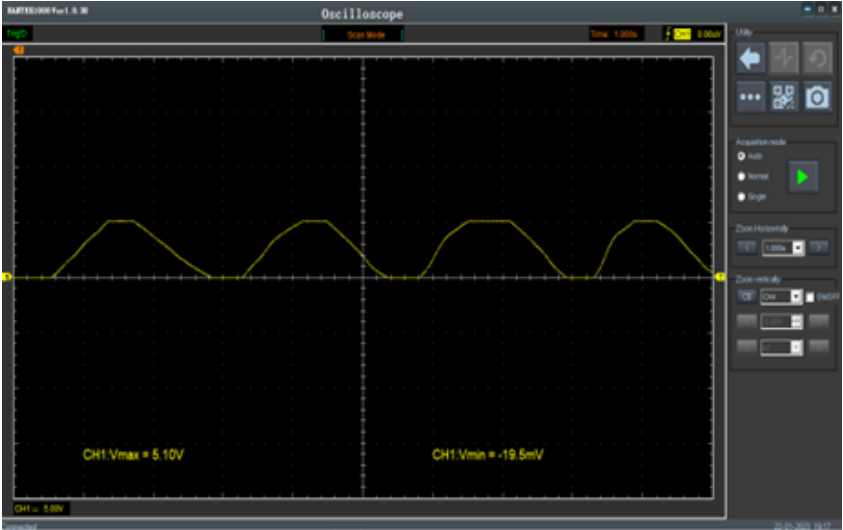


Pruebas de las ECUs japonesas

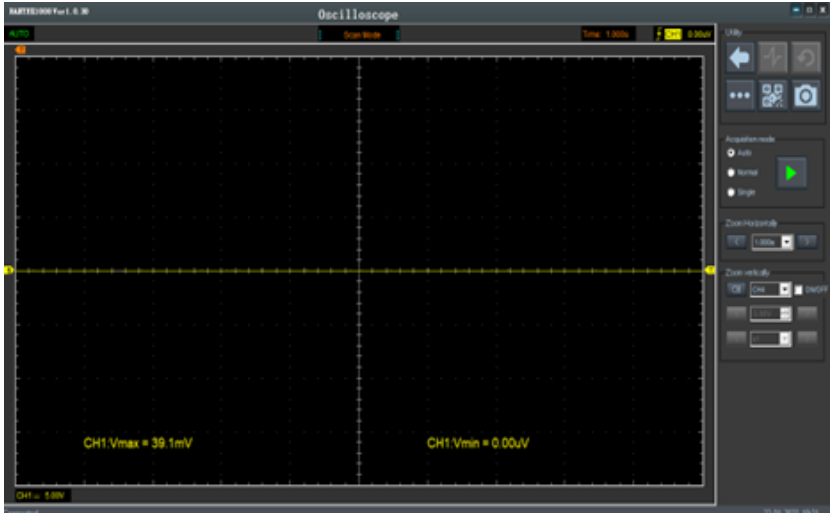
ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 L (Manual)



Sensor TPS
(Señal)

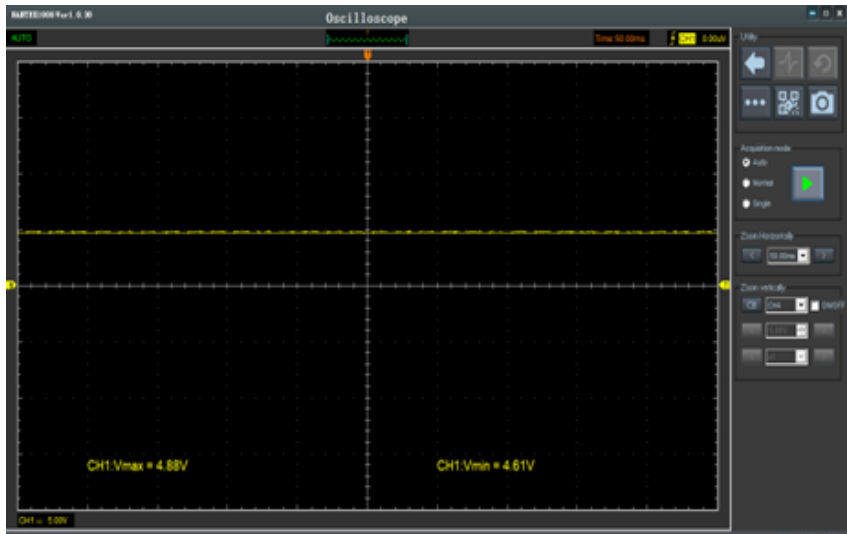


Sensor TPS
(Voltaje de masa)

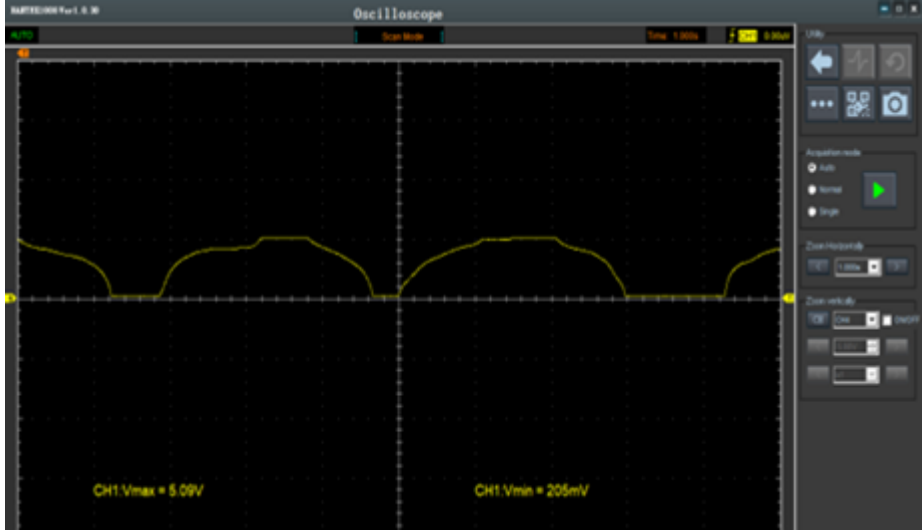




Sensor ECT
(Referencia)

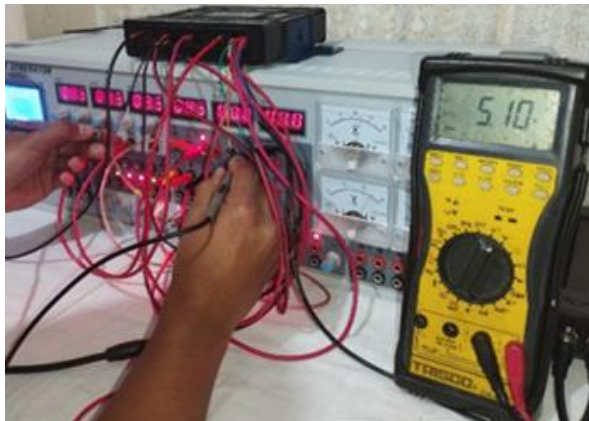
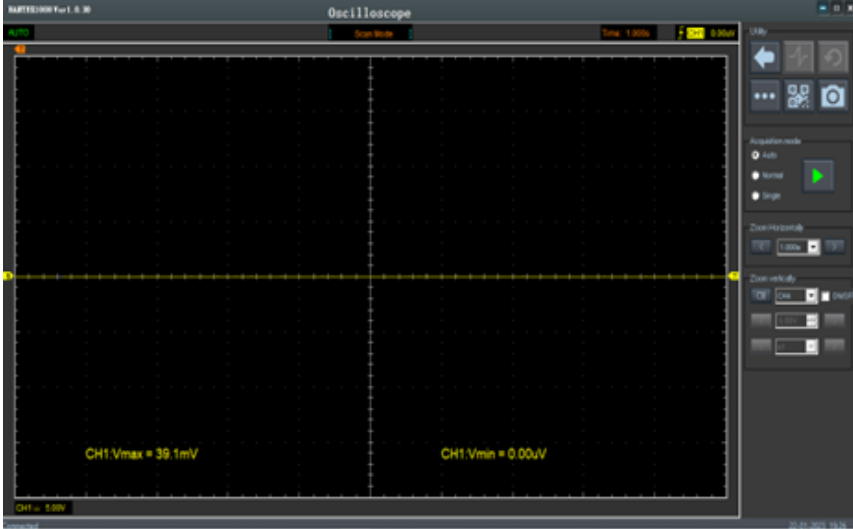


Sensor ECT
(Señal)

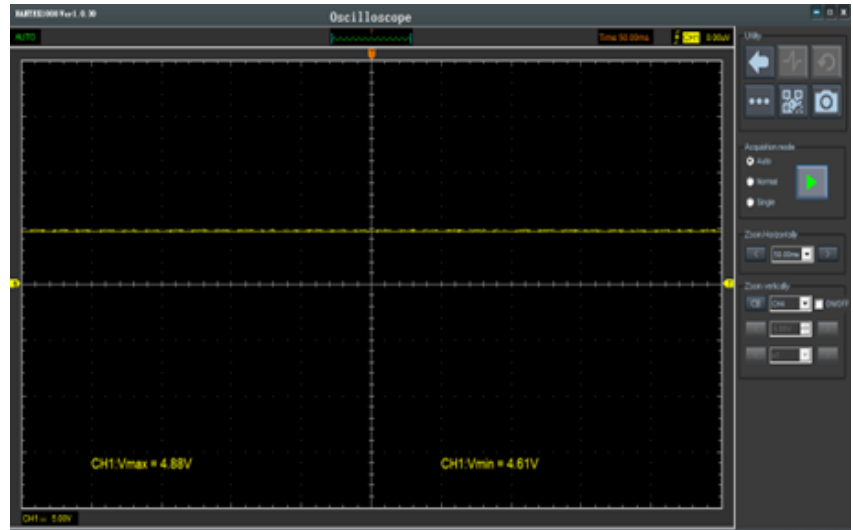




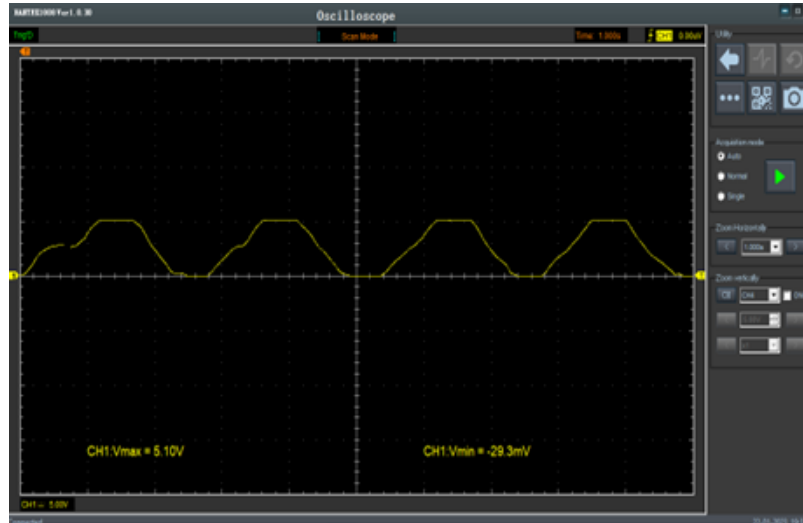
Sensor ECT
(Voltaje de masa)



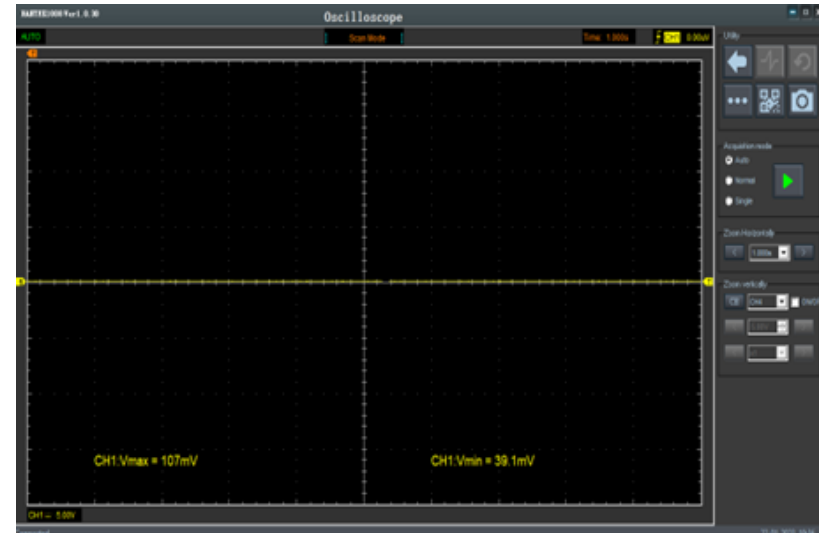
Sensor MAF
(Referencia)



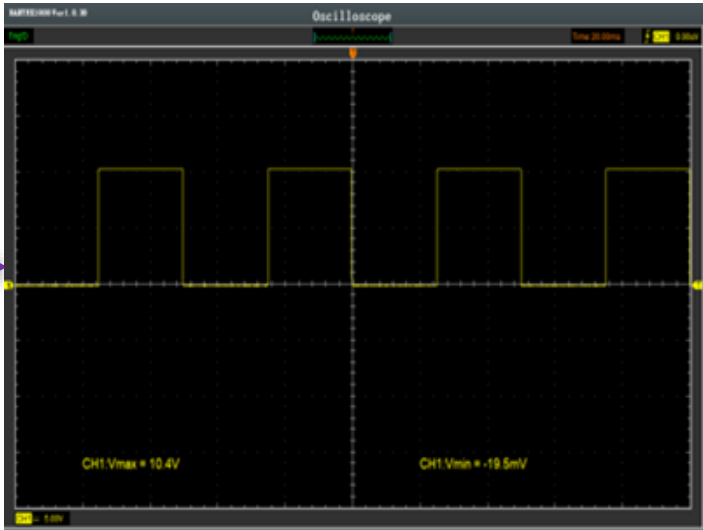
Sensor MAF
(Señal)



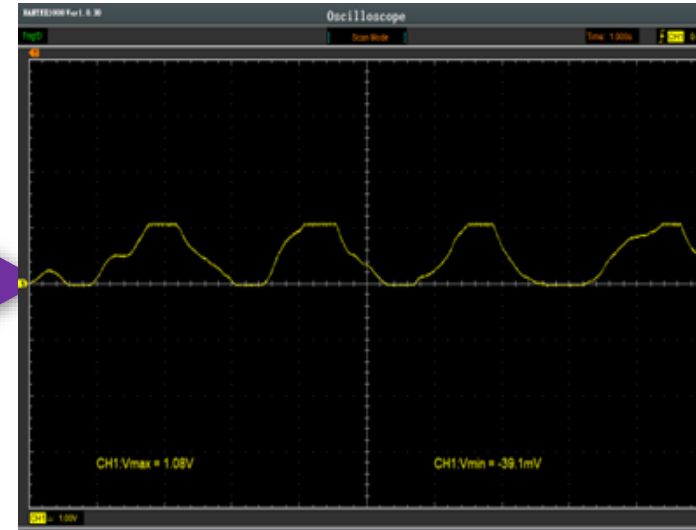
Sensor MAF
(Voltaje de masa)



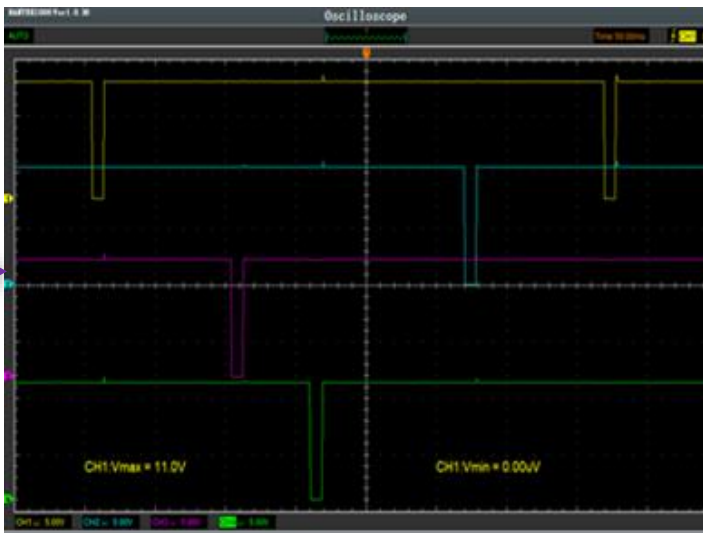
Sensor
CMP



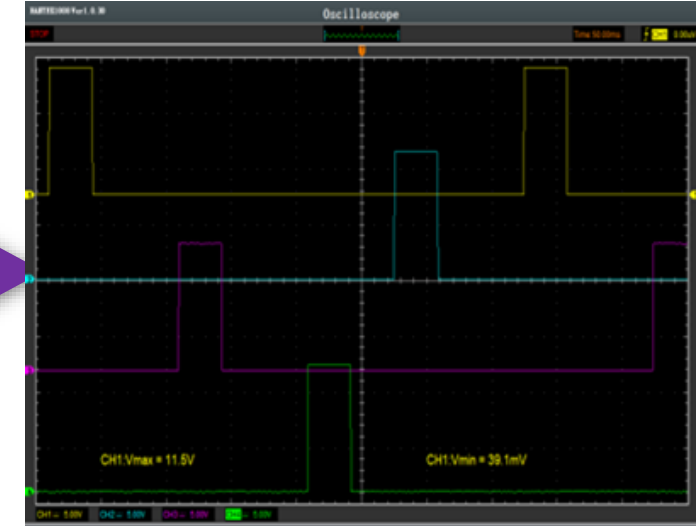
Sensor
O2
(Señal)



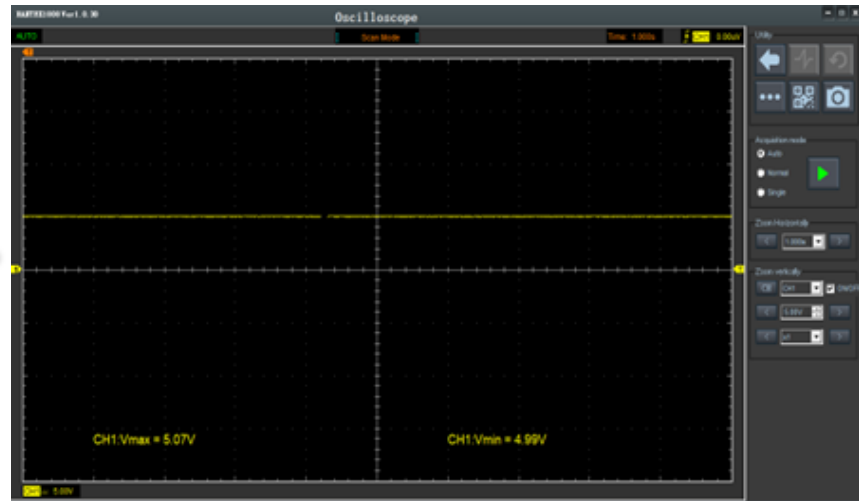
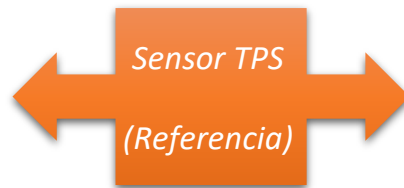
Inyectores



Bobinas



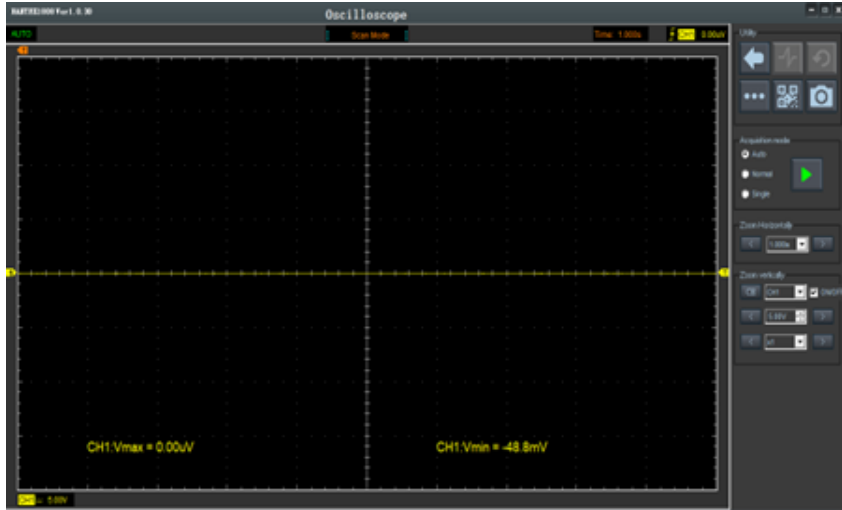
ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L

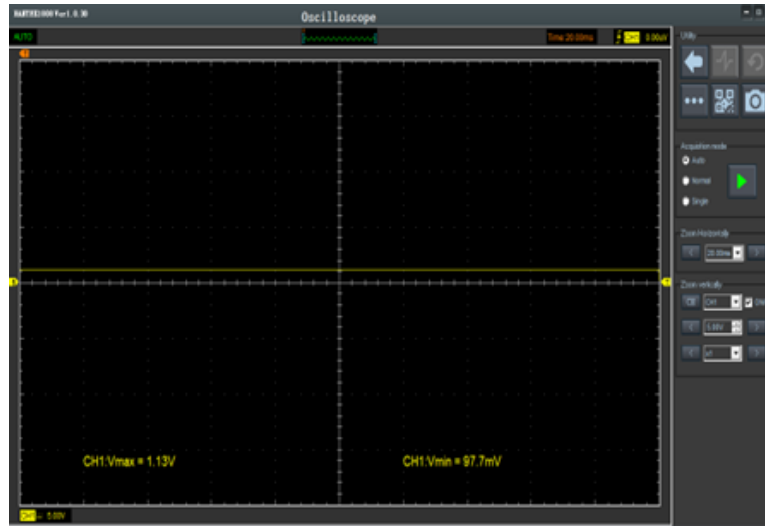
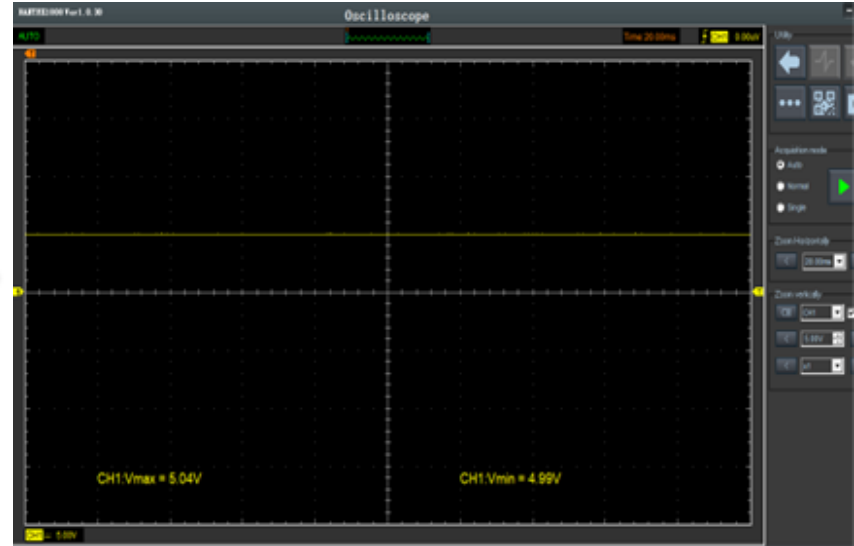
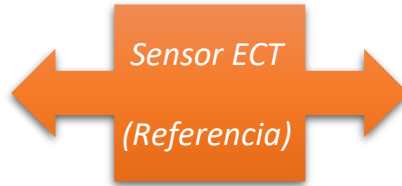


Sensor TPS
(Señal)



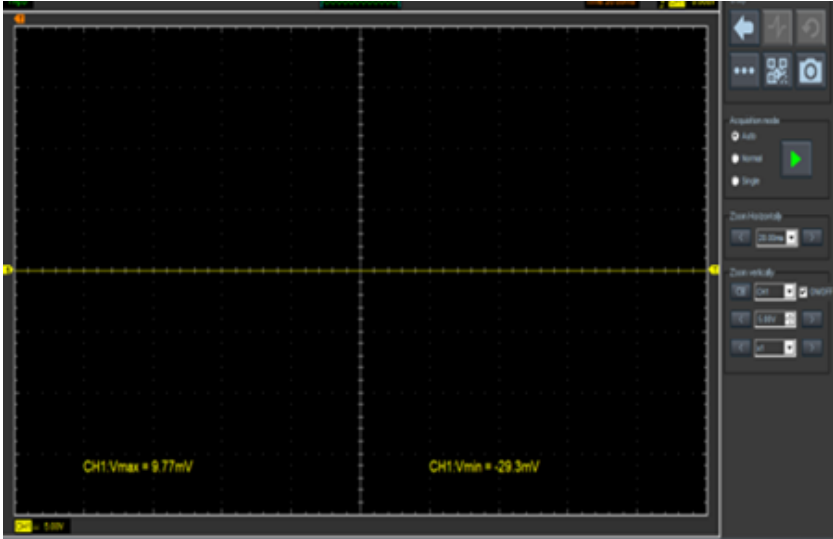
Sensor TPS
(Voltaje de masa)



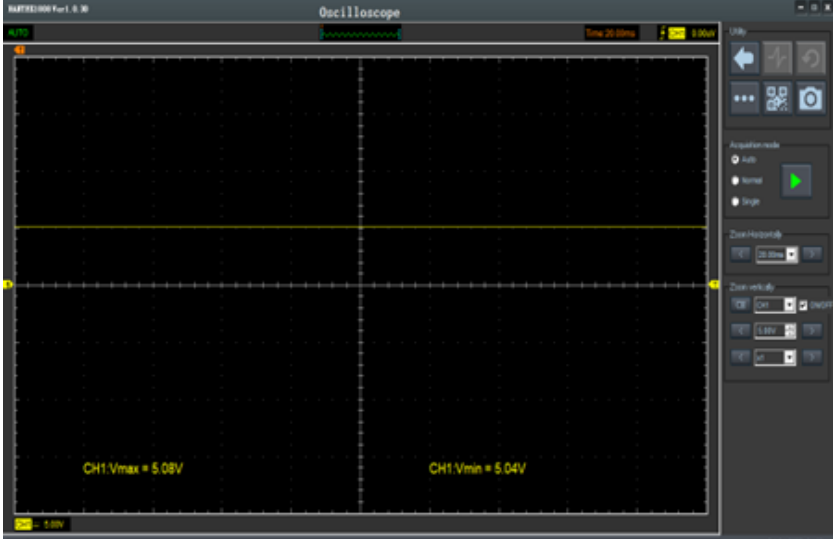




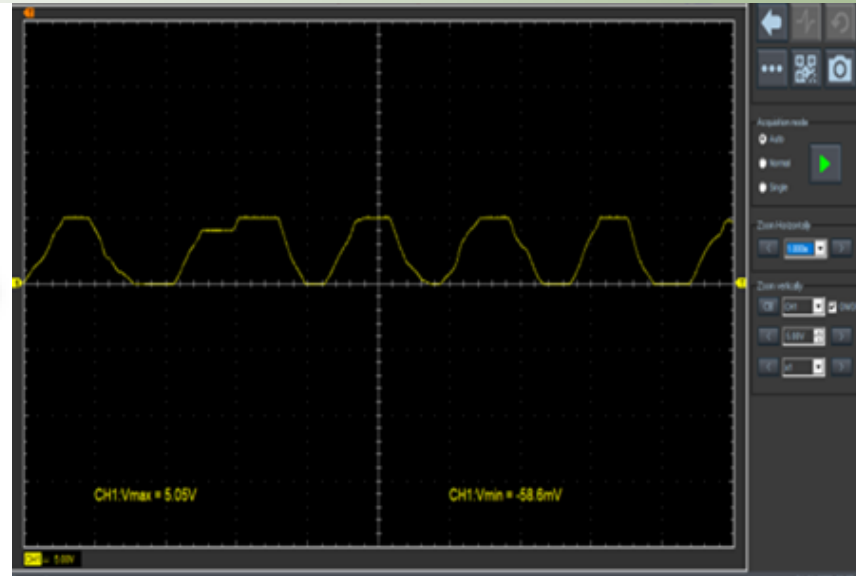
Sensor ECT
(Voltaje de masa)



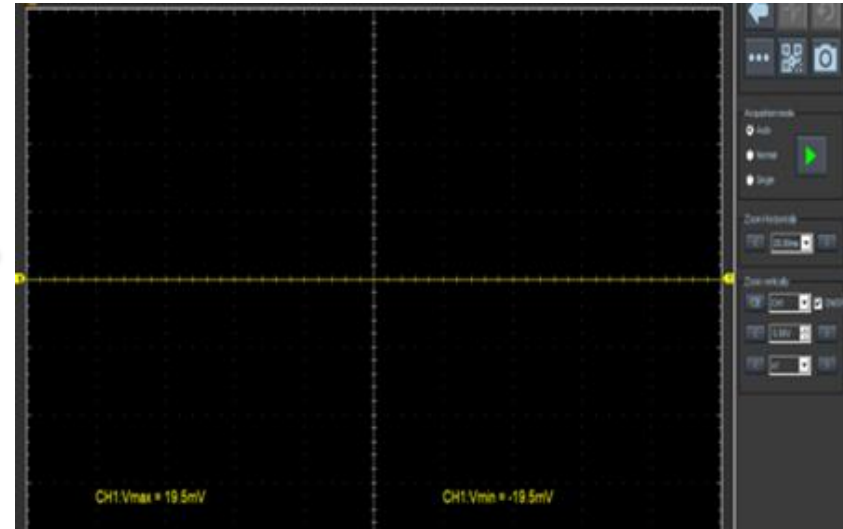
Sensor MAP
(Referencia)



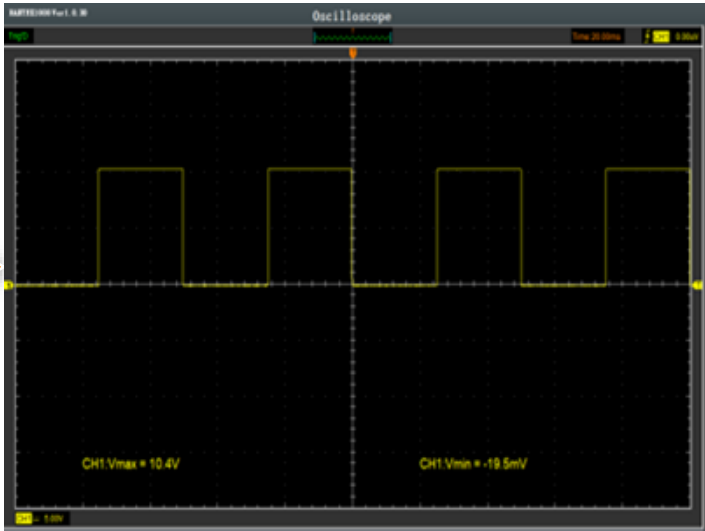
Sensor MAP
(Señal)



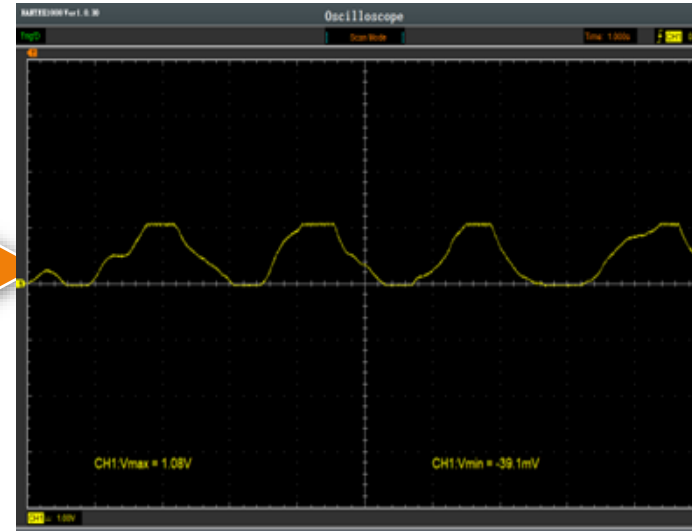
Sensor MAP
(Voltaje de masa)



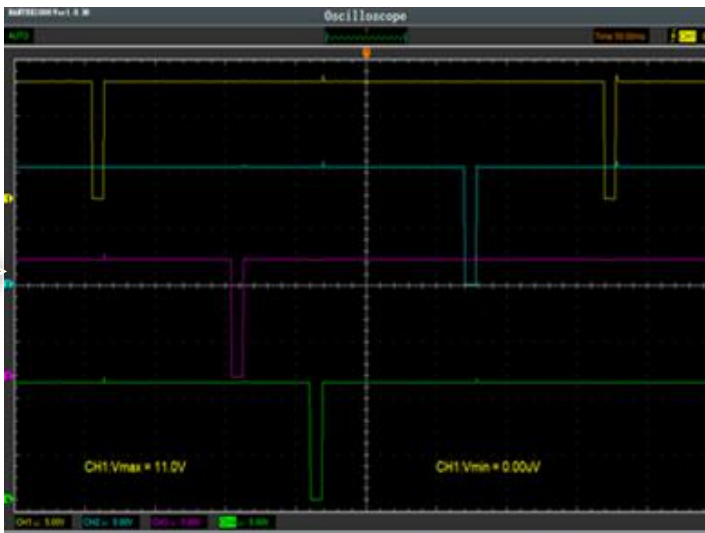
Sensor
CMP



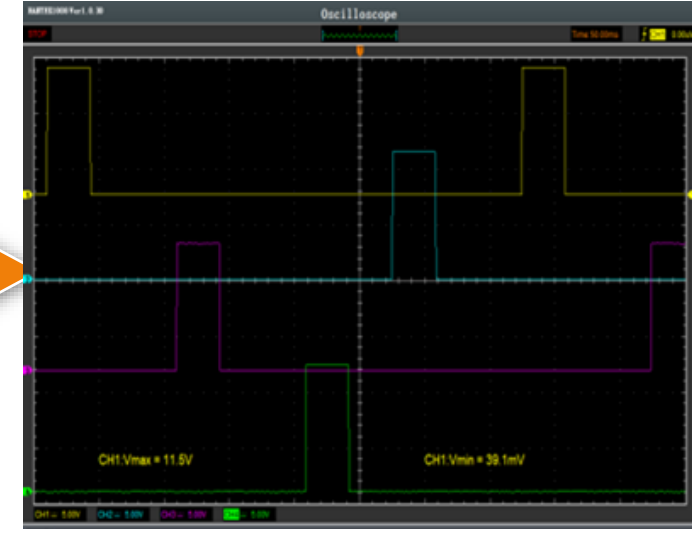
Sensor
O2
(Señal)



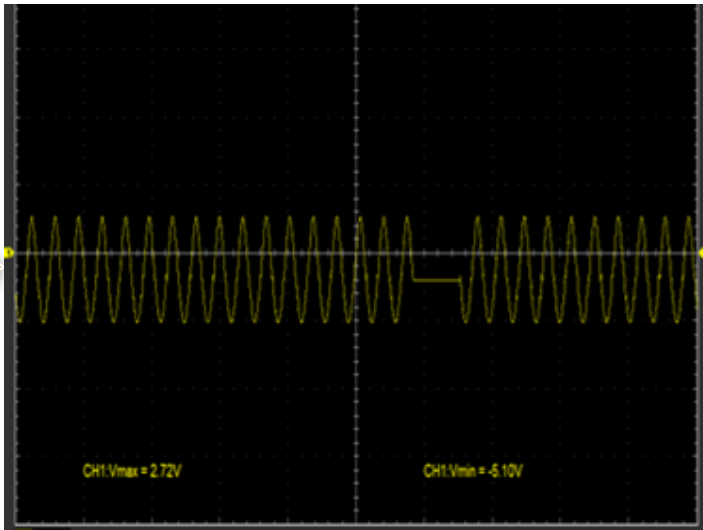
Inyectores



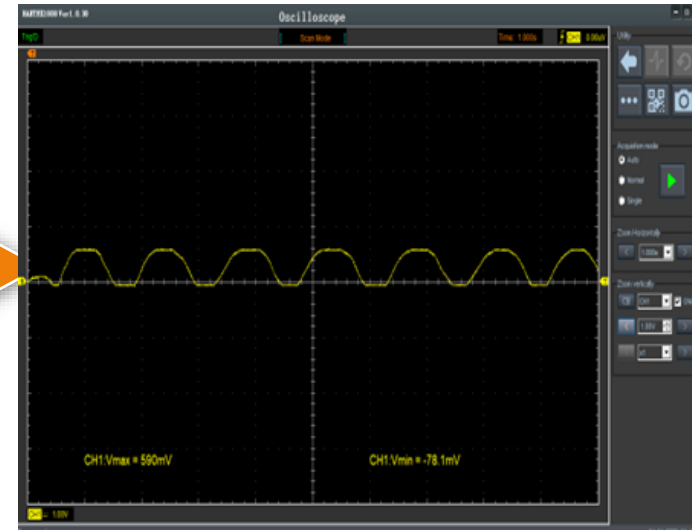
Bobinas



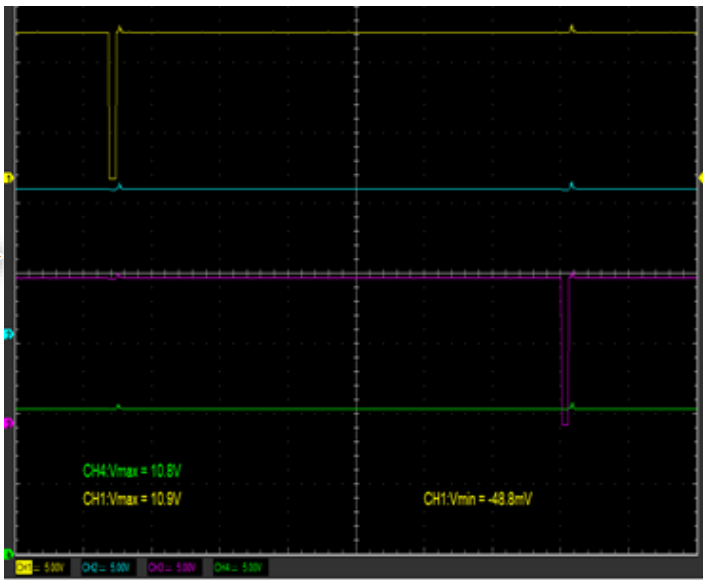
Sensor
CKP



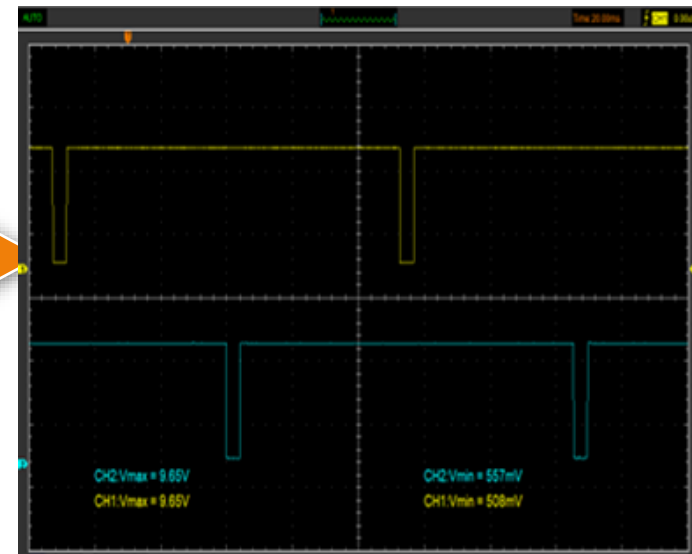
Sensor
O2
(Señal)



Inyectores



Bobinas



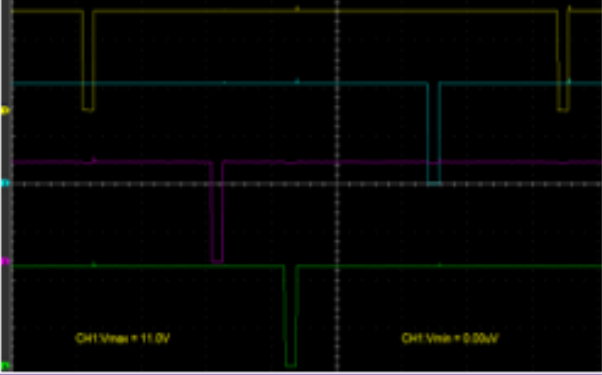
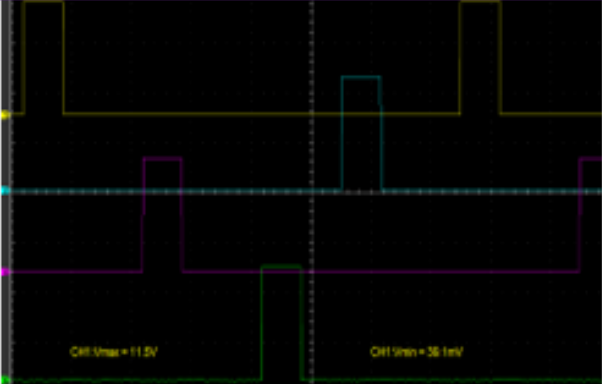
Reporte de estado de los circuitos de ECU

ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 L (Manual)

Componente	Voltajes característicos	Voltajes obtenidos	Estado
Alimentación ECU	12 V	12.1 V	✓
Sensor CTS	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 4.80 V	✓
	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 225.7 mV a 5.08 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 29.8 mV	✓
Sensor TPS	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 5.13 V	✓
	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 5.2 mV a 5.10 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 26.3 mV	✓
Sensor MAF	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 5.05 V	✓
	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 4.5 mV a 5.10 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 84.6 mV	✓
Sensor IAT	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 4.71 V	✓
	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 226.7 mV a 5.09 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 28.1 mV	✓
Sensor VSS	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 4.87 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 26.8 mV	✓
Sensor O2	Voltaje de alimentación: 12 V	Voltaje de alimentación: 12.73 V	✓
	Voltaje de señal: 0.2 a 1 V	Voltaje de señal: 4.6 mV a 1.093 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 67.2 mV	✓



ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 L (Manual)

Componente	Gráfica obtenida	Estado	Observación
Inyectores		✓	Ninguna
Bobinas (DIS COP)		✓	Ninguna



ECU *Isuzu Luv D-Max 2.4 L*

Componente	Voltajes característicos	Voltajes obtenidos	Estado
Alimentación ECU	12 V	12.01 V	✓
Sensor MAP	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 5.05 V	✓
	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 0.19 a 5.07 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 14.4 mV	✓
Sensor ECT	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 5.08 V	✓
	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 1.136 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 13.4 mV	✓
Sensor TPS	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 5.06 V	✓
	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 4.5 mV a 5.07 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 14.5 mV	✓
Sensor IAT	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 5.05 V	✓
	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 0.4 V a 5.07 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 13.5 mV	✓
Sensor CMP	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 5.05 V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 14.5 mV	✓
Sensor VSS	Voltaje de referencia: 5 o 12 V	Voltaje de referencia: 11.04 V	✓
	Voltaje de señal: 0.4 a 4.5 V	Voltaje de señal: 143.9 mV a 5.15V	✓
	Voltaje de masa: 0 o 12 V	Voltaje de masa: 146 mV	✓



ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 L (Manual)

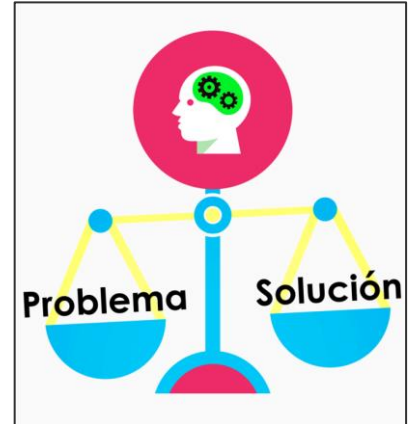
Componente	Gráfica obtenida	Estado	Observación
Inyectores		X	Sin activación: Inyector 2 – Pin J1-22 Inyector 4 – Pin J1-26
Bobinas (DIS Chispa perdida)		✓	Ninguna

Reporte de componentes de reparación y reemplazo.

ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L

Al realizar el reporte de estado de las ECUs de procedencia japonesa utilizadas para las pruebas se determinó que existe un problema en la activación de dos inyectores de una de las unidades de control.

- Solución: Determinar los componentes que estén ocasionando este inconveniente en la ECU.

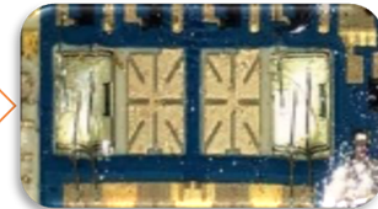


Microcontrolador

Se encuentra en el bloque de procesamiento, el cual no envía el pulso necesario que debe llegar a la base del transistor de los inyectores 2 y 4.

Drivers de inyección

Los drivers de los inyectores que no se activan no reciben el pulso en su base, por lo tanto, el circuito no se cierra.



Informe de estado y reparación.

ECU Suzuki Grand Vitara 2.0 L (Manual)



Al seleccionar la onda correspondiente para la señal del sensor CMP, se energizó el probador, verificando si contaba con alimentación la ECU, de igual manera se presencié la activación de inyectores y bobinas, posteriormente con la ayuda del multímetro y osciloscopio, se comprobó que todos los voltajes y graficas de señales características de los sensores y actuadores se encontraban presentes.

ECU Isuzu Luv D-Max 2.4 L

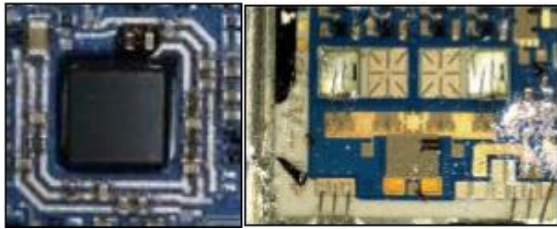
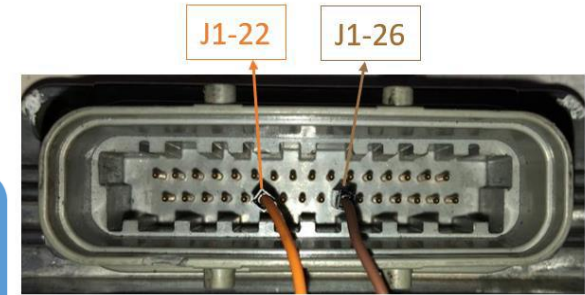


Al seleccionar la onda con la que trabaja el sensor CKP, se corrió el probador y visualmente no existía la activación de los indicadores luminosos correspondientes a los inyectores número 2 y 4, por lo tanto, en el osciloscopio de igual manera no se reflejaba la curva característica de la activación de estos dos inyectores.



1

Identificar los pines de los dos inyectores con fallas para ir verificando mediante las pistas de la placa madre de la ECU continuidades entre componentes que formen parte de los inyectores.



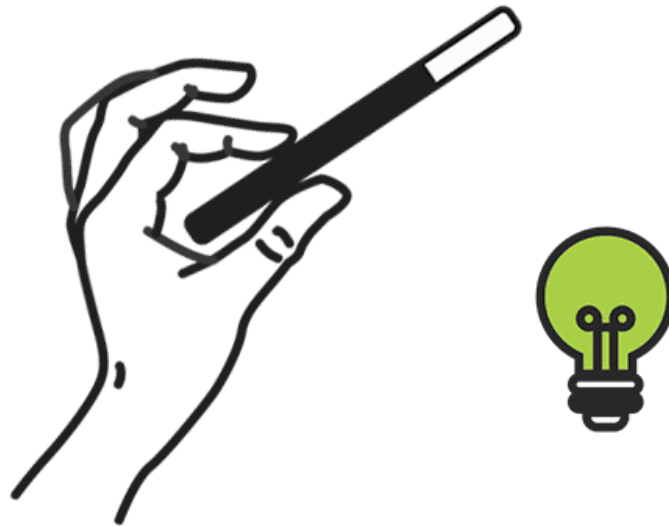
2

Se verifica que exista continuidad entre los terminales de entrada y salida de los componentes que se encuentran en las pistas de la placa hasta llegar al pin de aterramiento (drivers de inyección).

Se llegó a determinar que existe un problema en el microcontrolador ya que no envía el pulso necesario a los drivers (transistores) que controlan la salida de los inyectores 2 y 4.



Conclusiones y recomendaciones



- Al concluir con el proyecto de investigación referente a el análisis y reparación de ECUs de procedencia japonesa, se logró identificar los bloques y subsistemas en que se encuentra dividido cada computadora de los vehículos estudiados.
- Se verificó que, el probador MST 9000+ proporciona la alimentación de 12 V a las Ecus, las cuales mediante el regulador de tensión (5 V) envían las señales de referencia a los sensores mediante los pines correspondientes, lo que se confirmó visualizando este voltaje en el multímetro y osciloscopio.
- Se definió la información técnica de las ECUs de procedencia japonesa, como son los diagramas eléctricos los cuales permiten guiar y comprender el funcionamiento de relés, interruptores, sensores y actuadores que forman parte del vehículo. De la misma manera la distribución de pines que es información relevante para realizar el correcto banco de las unidades de control electrónico.

Conclusiones

- Se definió el proceso de diagnóstico de una ECU para determinar la causa de las fallas que esté ocasionando el mal funcionamiento de la unidad de control electrónica, en donde se ven involucrados muchos factores, como es soldaduras flojas, componentes eléctricos en mal estado, pistas quemadas o rotas, entre otros.
- Mediante el uso del osciloscopio, se observó las variaciones en el voltaje de señal de los sensores modificando la perilla que corresponde a cada tipo de sensor que dispone el probador de Ecus.
- Se concluyó que la reparación depende profundamente del diagnóstico al que se haga llegado para reemplazar el componente averiado y posteriormente realizar nuevas pruebas de funcionamiento.
- Concluido el proyecto de investigación y cumpliendo los objetivos planteados al comienzo, se determinó que el uso de un probador de Ecus facilita el diagnóstico de las unidades de control electrónico de procedencia japonesa, como sucedió con la Ecu Isuzu Luv D-Max 2.4 L donde se presenció que no se activaban dos de los cuatro inyectores, por lo que requiere de una reparación para su correcto funcionamiento.



- Para identificar con facilidad cada uno de los subsistemas que se encuentra dividido la ECU, es importante guiarse en componentes característicos de cada uno de estos bloques, como, por ejemplo, en la alimentación se encuentra alojado los reguladores de tensión, en la periferia los convertidores A/D, en el bloque de procesamiento los microcontroladores y en el bloque de salida los drivers.
- Para realizar un correcto banqueo de las ECUs y evitar daños en las mismas, se debe seguir la distribución de pines acorde al modelo del vehículo, ya que, cada fabricante cuenta con una distribución diferente y también es importante asociarse con los diagramas eléctricos para aclarar y solventar dudas.



Recomendaciones

- Seleccionar correctamente la onda para las señales de los sensores CKP y CMP sean estos inductivos o de efecto hall, dependiendo de la señal con la que trabaja la Ecu, la cual es fundamental para enviar los pulsos de activación a los actuadores.
- Se debe tener precaución, de que los cables que no se están conectando en el momento del banqueo entren en contacto para evitar problemas y daños en las unidades de control.
- El diagnóstico de las ECUs se lo debe realizar con los equipos adecuados para tener resultados positivos en la reparación de las mismas, ya que se trabajan con componentes eléctricos susceptibles a daños por malas manipulaciones o por mal manejo de los equipos.

