

SENSORES Y ACTUADORES EN EL SISTEMA DE ADMISIÓN Y ESCAPE CON EQUIPOS DE DIAGNÓSTICO AUTOMOTRIZ

Edwin Fernando Díaz Poma
efdiazp@istx.edu.ec
Instituto Superior Universitario Cotopaxi

Recibido: 10/05/22

Aceptado: 19/06/22

Publicado: 01/07/22

RESUMEN

La contaminación que generan los vehículos a nivel mundial está poniendo en riesgo el planeta. Por ello, se han generado diferentes alternativas para que las emisiones de gases producidas por los vehículos disminuyan a un porcentaje mucho menor, como combustibles alternativos y otros componentes electrónicos que controlan el vehículo. La investigación analizó y verificó el trabajo de cada uno de los sensores y actuadores del sistema de admisión y del sistema de escape de un vehículo Hyundai Tucson JM 2000 cc, año 2009, cuando se encontraban en correcto funcionamiento y cuando presentaban anomalías. Para el análisis, se utilizó un osciloscopio automotriz G-SCOPE 4, con el objetivo de obtener oscilogramas de cada sensor y actuador, tanto del sistema de alimentación como de escape. También se usaron otros equipos de diagnóstico como scanner Maxis 906BT, multímetro Truper, analizador de gases Texas GASBOX y manuales automotrices como el GDS. Los sensores y actuadores analizados en el sistema de admisión son MAP, IAT ECT, ECT, válvula IAC, inyector y los sensores analizados en el sistema de escape es el HO2S. Como resultado, se obtiene que un sensor dañado puede incrementar hasta un 0.22% de CO y 57 ppm de HC como es el caso del TPS.

PALABRAS CLAVE: sistema de admisión, sistema escape, scanner, osciloscopio, analizador de gases.

SENSORS AND ACTUATORS IN THE INTAKE AND EXHAUST SYSTEM WITH AUTOMOTIVE DIAGNOSTIC EQUIPMENT

ABSTRACT

The pollution generated by vehicles worldwide is putting the planet at risk. Therefore, different alternatives have been generated to reduce the gas emissions produced by vehicles to a much lower percentage, such as alternative fuels and other electronic components that control the vehicle. The research analyzed and verified the work of each of the sensors and actuators of the intake system and the exhaust system of a Hyundai Tucson JM 2.000 cc, year 2009, when they were in correct operation and when they presented anomalies. For the analysis, a G-SCOPE 4 automotive oscilloscope was used to obtain oscillograms of each sensor and actuator, both of the intake and exhaust system. Other diagnostic equipment such as Maxis 906BT scanner, Truper multimeter, Texas GASBOX gas analyzer and automotive manuals such as GDS were also used. The sensors and actuators analyzed in the intake system are MAP, IAT ECT, ECT, IAC valve, injector and the sensors analyzed in the exhaust system is the HO2S. As a result, it is obtained that a damaged sensor can increase up to 0.22% of CO and 57 ppm of HC as is the case of the TPS.

KEYWORDS: intake system, exhaust system, scanner, oscilloscope, gas analyzer.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se han dado pasos agigantados en el área automotriz, donde la parte eléctrica ha cesado y la parte electrónica se ha desarrollado, principalmente en los sensores y actuadores del sistema de admisión y escape. Para reducir los niveles de contaminación ambiental, es necesario que todos sus elementos estén en correcto funcionamiento ya que inciden directamente en el consumo de combustible y en la emanación de gases contaminantes.

Es conocido que los vehículos modernos, en su totalidad, se encuentran equipados con muchos sistemas electrónicos de control, operación y de regulación. Al mismo tiempo, necesitan de equipos de diagnóstico que permitan realizar la interpretación de los parámetros de funcionamiento. Estos equipos son el multímetro, scanner y osciloscopio y el analizador de gases automotriz.

Debido a que los vehículos se innovan diariamente en sus características y sistemas, es importante actualizarse en las tendencias tecnológicas, específicamente en el sector de la industria automotriz. Esta innovación se la realiza utilizando equipos de diagnóstico que permitan leer, procesar e interpretar los diferentes parámetros del vehículo.

Los principales objetivos del presente estudio son:

- Interpretar los códigos de avería generados en los sistemas de admisión y escape.
- Analizar las ondas de los sensores y actuadores de los sistemas de admisión y escape.
- Analizar los parámetros de los gases contaminantes en el sistema de escape.

Por tal razón, el presente estudio analiza y compara el sistema de admisión y escape, porque son los que mayor dificultad presentan en el diagnóstico electrónico del vehículo. Los sensores y actuadores analizados son: MAP (Presión Absoluta del Múltiple), TPS (Sensor de posición del acelerador), ECT: El sensor ECT (Sensor de temperatura refrigerante), IAC (Idle Air Control), inyector, HO2S (Sensor de oxígeno).

2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS / MATERIALES Y MÉTODOS

Debido a la inquebrantable evolución automotriz, día a día se innova equipos para realizar diagnósticos claros y concisos. En los vehículos se utiliza dispositivos modernos de última generación. Estos elementos son electrónicos que, al conectarlos con la computadora del automóvil, demuestran el estado en el que trabaja. Para entender y estudiar los sistemas de los que están compuestos, es necesario utilizar equipos electrónicos como: manuales digitales, multímetro automotriz, scanner automotriz, osciloscopio automotriz y analizador de gases.

Las pruebas se desarrollaron en el vehículo Hyundai Tucson JM (estándar), año 2009, cilindrada: 2000 cc, transmisión manual.

Los manuales digitales son documentos en software que permiten guiar al técnico en temas especiales como las características mecánicas y eléctricas. En este proyecto se utiliza el software GDS de Hyundai que permite identificar la posición de los elementos, los pines de los sensores, voltajes, resistencia, diagramas eléctricos, entre otros.

El multímetro se utiliza para determinar las características especiales como el voltaje, la resistencia y la continuidad de los elementos.

El osciloscopio automotriz permite identificar las señales mediante ondas que emite cada dispositivo. En el proyecto se utiliza el osciloscopio Micsing ATO1000, donde es utilizado para comparar las ondas de los sensores y actuadores de admisión con los de escape. Las unidades de medida son los milisegundos, voltaje, frecuencia, periodo, entre otros. (Set up Electrónica, 2020). En el eje X se indica el tiempo el cual el inyector se mantiene activo (inyección) 2.2 ms y en el eje Y se indica el voltaje de inyección (pico inductivo) que es de 52.4 V, además de la alimentación de 14 V.

El scanner automotriz es un equipo de diagnóstico que permite, leer y borrar códigos de avería, observar los datos en vivo, entre otros (Autel, 2020). Los códigos de avería tienen 5 dígitos; para el caso del sensor de HO2S genera un código P0030, que indica que la temperatura de funcionamiento del sensor no es normal, porque está trabajando fuera del rango que es de 350 a 850 °C (662 a 1562 °F).

El analizador de gases es un equipo de diagnóstico que permite analizar el % de volumen de los gases contaminantes como el CO₂ (dióxido de carbono), CO (monóxido de carbono), O₂ (oxígeno) y ppm (partes por millón de partes) de los HC (hidrocarburos no quemados). (Texa, 2020). El equipo utilizado es el analizador de gases Texas Gasbox, para analizar los gases el vehículo debe cumplir las siguientes características: motor en KOER a 750 rpm (revoluciones por minuto) y 2500 rpm y temperatura entre 85 a 90° C.

3. RESULTADOS

Para determinar los resultados y analizarlos, es necesario tomar en cuenta los siguientes parámetros:

- Emplear los equipos de diagnóstico, correctamente
- Realizar un ABC del motor antes de realizar las pruebas
- Identificar las características de los sensores y actuadores
- Identificar las prestaciones del vehículo.

Pines de conexión

En el software GDS Hyundai se determinan los pines de cada uno de los sensores, los mismo que van conectados a la ECM, esto permite identificar la función de cada cable para poder determinar las características de funcionamiento de cada sensor y actuador (Software GDS Hyundai, 2009).

Figura 1 y Tabla 1

Pines de la ECM (C 130)



Elemento	Pin sensor	Conector ECM (pin)	Función
MAP + IAT	1	C130-1 (60)	Señal MAP
	2	C130-1 (44)	Señal referencia 5v
	3	C130-1 (56)	Señal de IAT
	4	C130-1 (48)	Masa
ECT	1	C 130-1 (31)	Señal ECT
	2	Tablero (testigo luminoso)	
	3	C 130-1 (73)	Masa
TPS	1	C 130-1 (45)	Señal TPS
	2	C 130-1 (32)	Masa
	3	C 130-1 (38)	Señal referencia 5v
IAC	1	C 130-1 (80)	Control de abierto
	2	Relé principal	Alimentación de batería
	3	C 130-1 (78)	Control de cerrado
Inyector # 1	1	Relé principal	Alimentación de batería
	2	C 130-1 (24)	Señal de control
HO2S	1	C 130-1 (43)	Señal HO2S (B1/S1)
	2	C 130-1 (59)	Masa
	3	C 130-1 (8)	Cable calefactor
	4	Relé principal	Alimentación de batería

Fuente: autoría propia, 2022.

Características eléctricas

Las principales características eléctricas de cada uno de los sensores y actuadores son el voltaje, resistencia y frecuencia, lo que se determina en el comportamiento en el cable de señal. Esta prueba se realiza con el vehículo en KOER desde 750 rpm a 3500 rpm, temperatura de 20 °C a 85°C, y presión atmosférica hasta 237 hpasc. A continuación, en la Tabla 2 se presenta los datos obtenidos en cada elemento, determinados con el multímetro y el scanner automotriz.

Tabla 2

Datos con multímetro y scanner automotriz del sensor MAP.

MAP		
Presión (kPa)	Rpm	Voltaje de salida (v)
23.7	750	0.9
46.66	2500	1.84
101.32	3500	3.94

Fuente: autoría propia, 2022.

Como se puede observar, el sensor MAP, varía su voltaje dependiendo del porcentaje de aceleración. A los 750 rpm la presión absoluta es baja por el volumen de aire en el colector de admisión, mientras que a los 2500 rpm la presión va aumentando.

Tabla 3

Datos con multímetro y scanner automotriz del sensor IAT.

IAT		
Temperatura (°C)	Resistencia (KΩ)	Voltaje (v)
20	2.57	3.42
51	1.21	2.05

Fuente: autoría propia, 2022.

El sensor IAT varía la resistencia de acuerdo a la temperatura del aire de admisión que ingresa por el múltiple de admisión: mientras más caliente esté el aire, menor resistencia y voltaje. Hay que tomar en cuenta que la temperatura del aire de admisión depende del medio ambiente y de la temperatura que está generando alrededor el motor. Este valor varió en milisegundos después de haber encendido el motor, después de esto el valor queda constante.

Tabla 4

Datos con multímetro y scanner automotriz del sensor ECT.

ECT	
Temperatura (°C)	Resistencia (KΩ)
20	2.59
40	1.16
85	0.28

Fuente: autoría propia, 2022.

El sensor ECT, depende de temperatura a la que se encuentra el líquido refrigerante. Su resistencia varía, a menor temperatura mayor resistencia.

Tabla 5

Datos con multímetro y scanner automotriz del sensor TPS.

TPS	
Abertura (%)	Voltaje (V)
4.7	0.3
50	2.9
98	3.8

Fuente: autoría propia, 2022.

El sensor TPS, permite el ingreso del aire hacia el motor. Cuando este no se acelera tiene un porcentaje de abertura de 4.7 y su voltaje es de 0.3 v; mientras se

va pisando el acelerador, el porcentaje de abertura de la mariposa va subiendo y su voltaje va bajando.

Tabla 6

Datos con multímetro y scanner automotriz del inyector.

Inyector	
Temperatura (°C)	Resistencia (Ω)
20	13.8
Estado	Voltaje (v)
KOER	14.1

Fuente: autoría propia, 2022.

El inyector es un actuador que inyecta combustible en la cámara de combustión. Este es alimentado con el voltaje de la batería.

Tabla 7

Datos con multímetro y scanner automotriz del sensor HO2S.

HO2S	
750 rpm	0-1 a 0.6 v
5000 rpm	0.18 v
Resistencia calentador	a 20 °C es 9 Ω

Fuente: autoría propia, 2022.

El sensor HO2S varía el voltaje cuando el vehículo está en ralentí (750 rpm). Este valor establece si la mezcla quemada es rica y pobre. Cuando se acelera (5000 rpm), este voltaje baja indicando mezcla pobre. Esto se debe a que existe mayor ingreso de aire.

Datos en vivo y códigos de avería

Los datos en vivo permiten analizar el comportamiento del motor e interpretar sus unidades. Los valores se comparan con los datos del fabricante para determinar el correcto funcionamiento, sin necesidad de desmontar ningún elemento.

Tabla 8

Datos en vivo.

Nombre	Valor	Unid
Sensor MAP	0.9	V
Sensor MAP	237.5	hpa
Posición del acelerador	0.3	V
Acelerador abierto (PWM)	4.7	%
Régimen del motor	700	Rpm

Díaz Poma, E. (2022). *Sensores y actuadores en el sistema de admisión y escape con equipos de diagnóstico automotriz*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 66-78.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/95>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

Tensión positiva de la batería	14.1	V
Sensor de temperatura del refrigerante	83.2	°C
Sensor de temperatura del aire de admisión	51.0	°C
Tiempo de inyección del cilindro	1.6	ms
Monitor del calentador de sensor de oxígeno-Bloque 1/Sensor 1	20	ms
Sensor de oxígeno-Bloque 1/Sensor 1	0.6	V

Fuente: autoría propia, 2022.

Al acelerar el vehículo varía los voltajes de los sensores MAP, posición del acelerador, el régimen del motor, el tiempo de inyección y el sensor de oxígeno. Cuando el vehículo está a temperatura de trabajo el sensor ECT baja su voltaje.

Tabla 9

Códigos de avería

DTC	Descripción
P0030 a P0038	Falla en el sensor HO2S por falla en el circuito de control del calentador
P0106 a P0108	Falla en el sensor MAP
P0111 a P0113	Falla en el sensor IAT
P0116 a P0118	Falla en el sensor ECT
P0121 a P0123	Falla en el sensor TPS
P0130 a P0140 y P0170	Falla en el sensor HO2S por mal funcionamiento del circuito del sensor
P0261 a P0271	Falla en los inyectores 1,2,3,4

Fuente: autoría propia, 2022.

Los códigos DTC, permiten diagnosticar las fallas en los sensores y actuadores. Estos códigos genéricos se determinan mediante averías y leyéndolos con el scanner automotriz. Con esto se comprueba que son los mismos códigos que indican los fabricantes.

Oscilogramas de los sensores

Los oscilogramas permiten identificar de forma correcta el funcionamiento de los sensores y actuadores. Esto se realiza con el osciloscopio automotriz.

A continuación, se ha realizado la comparación de los sensores y actuadores del sistema de admisión como el MAP, IAT, ECT, inyector con el sistema de escape que es el sensor HO2S.

Figura 2

Análisis de la onda del sensor MAP (amarillo) y sensor HO2S (celeste).

MAP vs HO2S



Fuente: autoría propia, 2022.

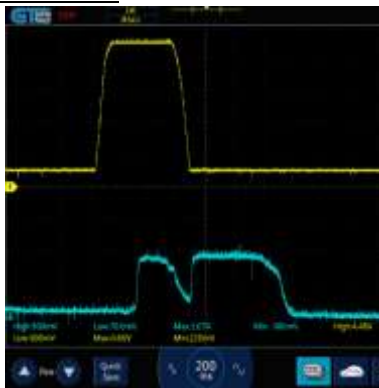
Los dos sensores trabajan al mismo tiempo, por lo que su voltaje aumenta cuando hay una aceleración de 3000 rpm. El porcentaje de mezcla de aire que ingresa es equivalente al porcentaje de aire que sale.

El sensor MAP genera un voltaje máximo de 3.08v y el sensor HO2S un voltaje máximo de 0.910 v, los dos en tiempo de trabajo de 760 ms con un mismo periodo.

Figura 3

Análisis de la onda del sensor TPS (amarillo) y sensor HO2S (azul).

TPS vs HO2S



Fuente: autoría propia, 2022.

Los voltajes de los sensores aumentan cuando hay una aceleración a 3000 rpm, con un porcentaje de abertura del TPS de 100% el voltaje es 4.60 v, mientras el HO2S tiene un voltaje de 0.9 v. El tiempo de trabajo de los dos sensores es de 650 ms.

Si se suelta el pedal del acelerador repentinamente mientras el motor está funcionando a aproximadamente 4000 rpm, el suministro de combustible se detendrá por un período corto y los datos de servicio del sensor de O₂ en el Hi-Scan (Pro) mostrarán valores de 200 mV o menos. Cuando de repente se presiona el pedal del acelerador, el voltaje alcanzará 0,6 ~ 1,0 V.

Cuando deje el motor en ralentí nuevamente, el voltaje fluctuará entre 200 mV o menos y 0.6 ~ 1.0 V. En este caso, el sensor de O₂ se puede determinar cómo bueno.

Figura 4

Para analizar la onda del sensor ECT es necesario trabajar en unidades de tiempo de

Díaz Poma, E. (2022). *Sensores y actuadores en el sistema de admisión y escape con equipos de diagnóstico automotriz*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 66-78.

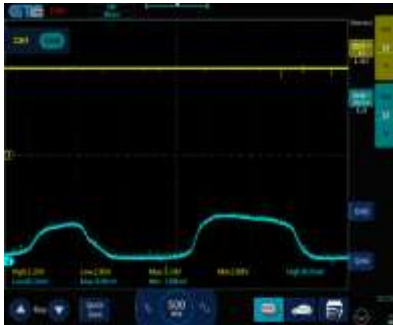
<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/95>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

Análisis de la onda del sensor ECT (amarillo) y sensor HO2S (celeste).

ECT vs HO2S



Fuente: autoría propia, 2022.

segundos, para observar su comportamiento de acuerdo a lo que cambia la temperatura del motor. Por lo tanto, en la gráfica se observa una línea recta, debido a los rangos de medición que está en 500 ms con un voltaje de 3.24 v y temperatura de 15°C. Cuando se tenga un tiempo mayor a 1 segundo, se comienza a apreciar que este voltaje baja y puede llegar hasta 0.28 v cuando está a una temperatura de 85°C.

La onda del sensor HO2S inicialmente no trabaja hasta que el circuito calefactor alcance su temperatura de 350 a 850 °C. El calentador HO2S reduce, en gran medida, la cantidad de tiempo necesario para que se active el control de combustible. El PCM proporciona un circuito de control modulado por ancho de pulso para ajustar la corriente a través del calentador. Cuando el HO2S está frío, el valor de la resistencia es bajo y la corriente en el circuito es alta. Por el contrario, si la temperatura en la resistencia del sensor aumenta, la corriente cae gradualmente.

Figura 51

Análisis de ondas acelerado de la primera (amarilla) y segunda bobina (morada) de la válvula IAC y sensor HO2S (celeste).

La válvula IAC, es un actuador que es controlada por la ECU. Consta de dos bobinas: una de entrada y otra de salida. El tipo de onda que genera este actuador es digital, con un voltaje de batería es decir 14 v.

IAC VS HO2S



Fuente: autoría propia, 2022.

Cuando la señal del sensor de TPS indica una posición de aceleración cerrada y el motor está en ralentí, el PCM ajusta el actuador de control de la velocidad de ralentí, para que el motor funcione a la velocidad correcta de ralentí, independientemente de la temperatura del refrigerante, la carga, etc. Cuando la carga adicional se aplica en el motor, el flujo de aire, a través del actuador de control de velocidad de ralentí, aumenta momentáneamente para aumentar la velocidad de ralentí.

Comparando la onda de la IAC con el HO2S, se puede apreciar que los dos inician en el mismo instante, pero más tiempo de

trabajo tiene la IAC con 1250 ms, mientras que el HO2S trabajan alrededor de unos 700 ms.

Figura 6

Análisis de onda del inyector (celeste) y el sensor de O2.

Inyector vs HO2S



Fuente: autoría propia, 2022.

La onda del inyector indica que trabaja con un voltaje de batería, que en este caso es de 13.6v, pero el valor del pico inductivo llega hasta 62 v, por lo que en las escalas es difícil de interpretar con el sensor de oxígeno que trabaja hasta 0.290 v. Este comportamiento se da cuando el motor está a 7500 rpm.

Análisis de gases

Para realizar estas pruebas, primero, se midieron los porcentajes de los gases cuando el vehículo no tenía ninguna avería. Segundo, se procedió a generar fallas (desconexión de los sensores y actuadores) para determinar cómo cambian los porcentajes de los gases en cada uno de los sensores o actuadores.

A continuación, se presentan los resultados del análisis de gases para todos los sensores analizados:

Tabla 10

Resultados de análisis de gases para los sensores.

	750 rpm	2500 rpm
Sin averías		
CO (% vol)	0.43	0.53
CO2 (%vol)	13.3	13.7
NO (ppm vol)	201	226
HC (ppm vol)	184	213
λ	1.05	1.070
O2 (% vol)	2.50	1.94
Sin sensor MAP + IAT		
CO (% vol)	0.46	0.56
CO2 (%vol)	13.3	13.7
NO (ppm vol)	202	393
HC (ppm vol)	185	374
λ	1.109	1.028
O2 (% vol)	2.59	1.24
Sin TPS		
CO (% vol)	0.65	0.51

CO2 (%vol)	12.9	13.4
NO (ppm vol)	268	103
HC (ppm vol)	241	95
λ	1.117	1.065
O2 (% vol)	2.90	1.69
Sin ECT		
CO (% vol)	0.47	0.51
CO2 (%vol)	13.4	13.4
NO (ppm vol)	237	251
HC (ppm vol)	219	232
λ	1.085	1.077
O2 (% vol)	2.17	2.07
Sin válvula IAC		
CO (% vol)	0.34	0.45
CO2 (%vol)	14.0	14.1
NO (ppm vol)	79	95
HC (ppm vol)	75	92
λ	1.049	1.025
O2 (% vol)	1.28	0.88
Sin HO2S		
CO (% vol)	0.44	0.19
CO2 (%vol)	12.8	12.4
NO (ppm vol)	188	256
HC (ppm vol)	166	215
λ	1.102	1.154
O2 (% vol)	2.35-0	3.10

Fuente: autoría propia, 2022.

Analizando los gases, cuando el vehículo está sin averías con respecto a los gases sin sensores se nota que suben en MAP, TPS, ECT. En cambio, con la válvula IAC y HO2S los gases bajan.

4. DISCUSIÓN

Al observar los valores de los gases contaminantes, hay un incremento de %CO, NO y HC cuando se acelera. Esto indica que existe mayor cantidad de gasolina en la mezcla ($\lambda > 1$ mezcla rica), debido a que los gases no se combustionan correctamente y el sensor MAP no detecta la presión absoluta en el múltiple de admisión por poco oxígeno (1.24% de O₂). Cuando se desconecta el sensor HO2S, los gases CO₂, NO, HC bajan con respecto a los datos analizados sin falla. Los gases se reducen debido a que el sensor no emite ninguna señal a la computadora, lo que indica que la mezcla es rica.

5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

Todos los sensores y actuadores de los sistemas de admisión y escape inciden directamente en el consumo de combustible, potencia y gases contaminantes. Un sensor dañado puede incrementar hasta un 0.22% de CO y 57 ppm de HC como es el caso del TPS. En este sentido, una falla mecánica en los dos sistemas permite que también varíe el comportamiento del motor. Estos se ven afectados por códigos de averías que generan los sensores y actuadores. Hay que

Díaz Poma, E. (2022). *Sensores y actuadores en el sistema de admisión y escape con equipos de diagnóstico automotriz*. Revista Cotopaxi Tech, 2(2), pp. 66-78.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/95>

Julio - diciembre (2022)

ISSN 2806-5573

tomar en cuenta que los códigos de avería no siempre representan la falla directa, si no que puede incidir de otros factores como el ambiente y el estado mecánico.

Las ondas permiten dar una mejor interpretación de funcionalidad, en relación a los valores determinados por el multímetro. Estos valores tienen un porcentaje de error de 5%. También, es importante tener los manuales automotrices, en especial los diagramas para determinar cuál es el cable que genera la señal. También para determinar los parámetros de funcionamiento de acuerdo a que indican los fabricantes y poderlos comparar.

6. REFERENCIAS

- Autel. (2020). MaxiSys MS906BT. [En línea] 2020. <https://www.autel.com/es/mk3/3219.jhtml>.
- Auto Avance. (2019). Sensor MAP Fallas y Funcionamiento. [En línea] 2019. <https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/sensor-map-para-que-sirve/>.
- CAM2. (2019). Qué es el sensor ECT. [En línea] 2019. <https://www.cam2.com.pe/single-post/2019/09/23/%C2%BFQue-es-el-Sensor-ECT>.
- Códigos DTC. (2020). Sensor de oxígeno - Sensor O2. [En línea] 2020. <https://codigosdtc.com/sensor-o2/>.
- García Orozco, Gilbert. (2019). Válvula IAC. [En línea] 2019. <https://www.pruebaderuta.com/valvula-iac.php>.
- Menna, Luis. (2015). Cómo funciona un inyector. [En línea] 2015. <https://comofunciona.co/un-inyector/>.
- Sensor automotriz. (2020). Sensor de posición del acelerador - Sensor TPS. [En línea] 2020. <https://sensorautomotriz.com/sensor-tps/>.
- SETUP ELECTRÓNICA. (2020). Automotive Tablet Oscilloscope ATO1000 series. [En línea] 2020. <https://setup-electronica.es/wp-content/uploads/2019/10/micsig-ato1000.pdf>.
- Software GDS Hyundai. (2009). Tucson JM. Manual. [En línea] 2009. <https://service.hyundai-motor.com/euro5/login.tiles>.
- TEXA. (2020). GASBOX - OPABOX. [En línea] 2020. <https://www.texaiberica.com/productos/gasbox-opabox-autopower>.