



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DAQ PARA EL MONITOREO DE LOS SENSORES
EN UN MOTOR HYUNDAI SONATA A GASOLINA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Automotriz

AUTORES: DANIEL FERNANDO REINOSO MÉNDEZ

BORIS ADRIÁN CABRERA JARAMILLO

TUTOR: ING. LAURO FERNANDO BARROS FAJARDO, MSc.

Cuenca - Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Daniel Fernando Reinoso Méndez con documento de identificación N° 0106826076 y Boris Adrián Cabrera Jaramillo con documento de identificación N° 0105720478; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 26 de julio del 2023

Atentamente,



Daniel Fernando Reinoso Méndez

0106826076



Boris Adrián Cabrera Jaramillo

0105720478

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Daniel Fernando Reinoso Méndez con documento de identificación N° 0106826076 y Boris Adrián Cabrera Jaramillo con documento de identificación N° 0105720478, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Implementación de un sistema DAQ para el monitoreo de los sensores en un motor Hyundai Sonata a gasolina”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Automotriz, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 26 de julio del 2023

Atentamente,



Daniel Fernando Reinoso Méndez

0106826076



Boris Adrián Cabrera Jaramillo

0105720478

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Lauro Fernando Barros Fajardo con documento de identificación N° 0103653457, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DAQ PARA EL MONITOREO DE LOS SENSORES EN UN MOTOR HYUNDAI SONATA A GASOLINA, realizado por Daniel Fernando Reinoso Méndez con documento de identificación N° 0106826076 y por Boris Adrián Cabrera Jaramillo con documento de identificación N° 0105720478 obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 26 de julio del 2023

Atentamente,



Ing. Lauro Fernando Barros Fajardo, MSc.

0103653457

DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación está dedicado a mis padres, Kleber y Mónica quienes han sido guía y ejemplo de lucha durante toda mi vida, siempre creyeron en mí y me han entregado todo su tiempo, paciencia y amor para que pueda lograr mis metas ya que sin todo su amor y sacrificio no habría podido superar todas las adversidades y alcanzar este logro tan importante para mí.

Daniel Fernando Reinoso Méndez

DEDICATORIA

Dedico mi proyecto de titulación a Dios que ha sido un pilar fundamental y mi guía para darme fortaleza en esta etapa de mi vida.

A mi madre María Jaramillo que me ha dado la fuerza y el apoyo incondicional día a día para cumplir mis metas, y a mi padre Pedro Cabrera que tal vez hoy no se puede en el país por cuestiones de trabajo, me cuida y me bendice, a través de su esfuerzo y amor a sabido guiarme y sé que se encuentra orgulloso de mí, a los dos que, por medio de su amor, paciencia, apoyo y su esfuerzo me han permitido cumplir una meta más en mi vida.

A mis amigos más cercanos por acompañarme en los momentos más difíciles de mi vida, por brindarme su ayuda cuando más lo he necesitado, apoyo incondicional en cada etapa de mi vida y paciencia.

También quiero dedicar a una persona que forman parte de mi vida Verónica que han estado en los momentos más difíciles brindándome su amor y cariño, Es una de las mayores motivaciones para cumplir mis metas y pilar fundamental para concluir esta etapa.

Boris Adrián Cabrera Jaramillo

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a mi madre por ser el pilar fundamental para la culminación de mi carrera, apoyarme siempre en todos los aspectos posibles, darme todo su amor y confianza durante todas las etapas de mi vida ya que sin ella nada de esto sería posible.

También a mi padre por todo su esfuerzo y sacrificio para permitirme continuar cumpliendo mis metas, por su amor incondicional y su apoyo que ha sido una vital para mantenerme constante y no rendirme jamás ante las adversidades.

De igual manera, agradezco al Ing. Lauro Barros, por ser el impulsador para el desarrollo del presente proyecto y por ayudarnos en cada una de las etapas, demostrando así su compromiso con nosotros.

Daniel Fernando Reinoso Méndez

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por darnos la capacidad y sabiduría, la fuerza, fortaleza y guía para la culminación de este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca, en especial a la carrera de Ingeniería Automotriz, que año a año han ido formando profesionales en el campo Automotriz, responsables y con valores éticos, para que se puedan desempeñar de la mejor manera en su vida profesional.

De igual manera, agradezco al Ing. Lauro Barros, por ser el impulsador para el desarrollo del presente proyecto y por ayudarnos en cada una de las etapas, demostrando así su compromiso con nosotros.

Boris Adrián Cabrera Jaramillo

RESUMEN

En el presente trabajo de titulación se desarrolla un sistema de adquisición de datos para monitorear los sensores de un motor Hyundai Sonata 2.0.

En primer lugar, se realiza la fundamentación del marco teórico, donde se evidenciará el funcionamiento de un motor de cuatro tiempos ciclo Otto, con lo cual se evidencia que el monitoreo de las señales emitidas por los sensores es utilizado para detectar y prevenir fallas, además que, con fines educativos, la manipulación de estas se puede simular los ya mencionados fallos. A continuación, se realiza la comprobación del funcionamiento de los mecanismos y sistemas del motor en base a comprobaciones visuales y técnicas como valores de resistencia, presión, continuidad y alimentación, en base a esto se realiza la readecuación del sistema o parte que lo requiera.

Posteriormente se obtienen las señales de los sensores MAP, ECT, TPS y O₂ por medio de un dispositivo multifunción USB-6212, para esto el motor se debe encontrar en su temperatura de funcionamiento con el propósito de evitar fallas mecánicas que pueden confundir el monitoreo de los sensores.

ABSTRACT

In this degree work, a data acquisition system is developed to monitor the sensors of a Hyundai Sonata 2.0 engine.

First of all, the theoretical framework is presented, where the operation of a four-stroke Otto cycle engine is demonstrated, which shows that the monitoring of the signals emitted by the sensors is used to detect and prevent failures, and also that, for educational purposes, the manipulation of these signals can simulate the aforementioned failures.

Next, the operation of the mechanisms and systems of the motor are checked based on visual and technical verifications such as resistance, pressure, continuity and power supply values, and based on this, the system or part that requires it is readjusted.

Subsequently, the signals from the MAP, ECT, TPS and O2 sensors are obtained by means of a USB-6212 multifunction device. For this purpose, the engine must be at its operating temperature in order to avoid mechanical failures that may confuse the monitoring of the sensors.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTOS.....	VII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUCCIÓN	14
2. PROBLEMA.....	15
2.1 Antecedentes	15
2.2 Importancia y Alcances	15
2.3 Delimitación	16
2.3.1 Espacial o geográfica	¡Error! Marcador no definido.
2.3.2 Temporal	¡Error! Marcador no definido.
2.3.3 Sectorial e institucional.....	¡Error! Marcador no definido.
3. OBJETIVOS	17
3.1 Objetivo General	17
3.2 Objetivos Específicos.....	17
4.1 Marco Teórico.....	18
4.2 Motor de cuatro tiempos.....	18
4.2.1 Fase de admisión.....	19
4.2.2 Fase de compresión	20
4.2.3 Fase de combustión	21
4.2.4 Fase de escape	22
4.3 Sensores	23
4.3.1 Sensor de posición de mariposa del acelerador. (TPS)	24
4.3.2 Sensor de temperatura del refrigerante. (ECT)	26

4.3.3 Sensor de presión absoluta del múltiple de admisión (MAP).....	29
4.3.4 Sensor de oxígeno.....	32
4.4 Adquisición de Datos	35
4.4.1 ¿Qué es la adquisición de datos?.....	35
4.4.2 DAQ de National Instruments (NI).....	35
4.4.3 Entrada analógica.....	36
4.4.4 Software LabVIEW.....	37
4.4.5 Aplicaciones	38
5. CAPÍTULO II: REACONDICIONAR UN MOTOR HYUNDAI DONATA A GASOLINA LUEGO DE UN DIAGNÓSTICO PREVIO QUE PERMITA CONOCER SU ESTADO ACTUAL DE FUNCIONAMIENTO.	39
5.1 Unidad experimental	39
5.2 Variables no controlables del experimento.....	41
5.3 Análisis del estado de componentes	42
Lista de la inspección visual	42
5.4 Estado de funcionamiento	43
Sistema de Alimentación	43
Sistema Eléctrico.....	46
Sistema de Refrigeración.....	49
Sistema de Lubricación.....	51
Sistema de Encendido.....	52
Otros elementos.....	53
5.5 Reacondicionamiento	56
Adecuaciones estructurales.....	¡Error! Marcador no definido.
Adecuaciones del sistema de alimentación.....	56
Adecuación del sistema de encendido	58
Adecuación del sistema de lubricación.....	59
Toma de datos	61
Configuración de la tarjeta DAQ USB-6212	61
RESULTADOS.....	71
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES.....	75

REFERENCIAS.....	76
1. ANEXOS	78

1. INTRODUCCIÓN

En la era moderna de la automoción, la electrónica se ha convertido en un componente esencial de los vehículos, revolucionando la forma en que funcionan y brindando un mayor nivel de comodidad y seguridad. El estudio de la electrónica en un vehículo se ha vuelto fundamental para comprender y aprovechar al máximo las numerosas características y sistemas controlados por computadora que se encuentran en ellos. Uno de los aspectos clave de este estudio es el monitoreo de sensores en un motor a combustión, ya que estos desempeñan un papel vital en el funcionamiento y rendimiento del motor. Los vehículos modernos están equipados con una amplia variedad de sensores que recopilan datos sobre diferentes aspectos del motor, como la temperatura, la presión, la velocidad y la calidad del combustible. Estos envían constantemente información a la unidad de control electrónica del vehículo, que utiliza estos datos para ajustar y optimizar el rendimiento del motor en tiempo real; el monitoreo de estos sensores es de suma importancia debido a que, permite detectar cualquier anomalía o falla en el funcionamiento del motor, pueden identificar variaciones inusuales en los parámetros de funcionamiento. Esto es crucial para prevenir posibles problemas mecánicos o eléctricos, y tomar medidas correctivas antes de que se produzcan daños costosos o peligrosos.

Por lo tanto, el presente proyecto se enfoca en la aplicación de la adquisición de datos para la obtención y visualización de las señales emitidas por los sensores, esto con la finalidad de observar el comportamiento de cada uno dentro del desarrollo del motor para detectar posibles fallas y para prevenir futuros daños.

2. PROBLEMA

"La evolución de la ingeniería es la evolución del mundo en sí mismo. Como ingenieros, es nuestra responsabilidad liderar el camino hacia un futuro más avanzado y sostenible". (Grove)

La carrera de Ingeniería Automotriz permite que se realice prácticas en los laboratorios las cuales se suelen ver afectadas por el tiempo que toma utilizar un motor sin poderlo manipular; en el laboratorio de motores a combustión se cuenta con una maqueta con un motor Hyundai Sonata a Gasolina la cual se encuentra limitada por piezas faltantes y mecanismos con fallas que solamente permite ser utilizada para pruebas de encendido por corto tiempo y demostrativas de reconocimiento visual, convirtiéndose en un riesgo para los estudiantes que la requieran en las prácticas de la materia de Inyección a Gasolina de la carrera de Ingeniería Automotriz con respecto al análisis de fallos o al desarrollo de destrezas y capacidades de diagnóstico avanzado.

2.1 Antecedentes

El desarrollo continuo de la tecnología aplicada en los motores de combustión da paso al constante estudio y análisis en el campo de la automoción; la importancia de abarcar varios conocimientos como herramientas para la demanda de vehículos cada vez con más tecnología es uno de los factores que motivan esta investigación, con el fin de aportar a la solución de problemáticas presentes como el consumo excesivo de gasolina, problemas de desempeño del motor, etc.

2.2 Importancia y Alcances

La siguiente investigación presenta una opción para el monitoreo de los sensores involucrados en el funcionamiento del motor Hyundai Sonata IV 2.0. La importancia reside en que es posible conocer a tiempo real el funcionamiento de los sensores y el análisis de las señales que estos emiten para el correcto desempeño del motor. Por esto, este proyecto proporciona una

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Implementar un Sistema DAQ para el monitoreo de los sensores en un motor Hyundai Sonata a gasolina

3.2 Objetivos Específicos

- Fundamentar el marco teórico referente al diagnóstico en motores de combustión interna.
- Reacondicionar un motor Hyundai Sonata a Gasolina luego de un diagnóstico previo que permita conocer su estado actual de funcionalidad.
- Implementar un Sistema de Adquisición de Datos DAQ mediante un software aplicable en el banco didáctico del motor Hyundai Sonata.

CAPÍTULO I: FUNDAMENTAR EL MARCO TEÓRICO REFERENTE AL DIAGNÓSTICO EN MOTORES DE COMBUSTIÓN INTERNA

4.1 MARCO TEÓRICO

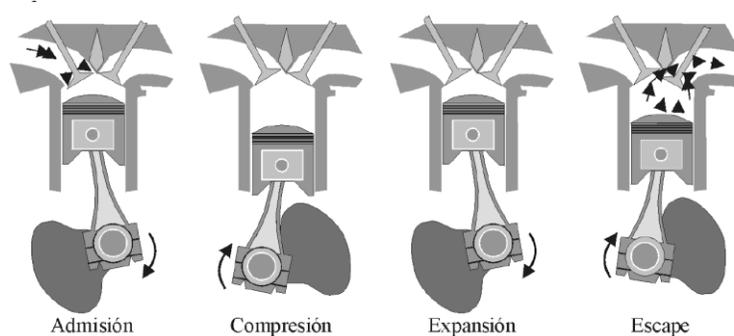
En el capítulo 1 se analizarán algunas características presentes en un motor de combustión interna Hyundai Sonata, haciendo uso de fuentes bibliográficas que proporcionan información confirmada del funcionamiento del motor y la implicación de los sensores en él, ya sea: sensor de oxígeno, de temperatura, de posición de cigüeñal, de masa de aire, etc. Una vez analizadas las variables correspondientes y una vez analizadas permitirán monitorear la máquina de mejor manera lo cual se detallará más adelante.

4.2 Motor de cuatro tiempos.

Los motores de combustión interna de cuatro tiempos son llamados así por las cuatro fases que cumplen durante su funcionamiento siendo estas: admisión, compresión, combustión y escape; este funcionamiento se basa en el ciclo de trabajo llamado “Ciclo Otto” el cual se debe completar cuando el cigüeñal haya girado 720° es decir, dos vueltas, o lo que es lo mismo, en cuatro carreras del pistón.

Figura 2

Ciclo de un motor de cuatro tiempos



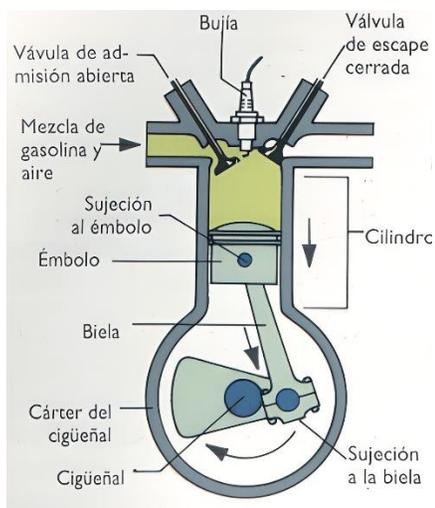
Nota: En el gráfico se representa las cuatro fases que debe cumplir un motor de Otto para completar un ciclo de trabajo.

Tomado de: (Payri & Prof. J. M. Desantes, 2015)

4.2.1 Fase de admisión.

Figura 3

Fase o carrera de admisión.



Nota: En esta fase se debe asegurar un adelanto a la apertura de la válvula de admisión, es decir se debe abrir antes de que el pistón se encuentre en el punto muerto superior para descender al punto muerto inferior. Tomado de:

(Landín, 2011)

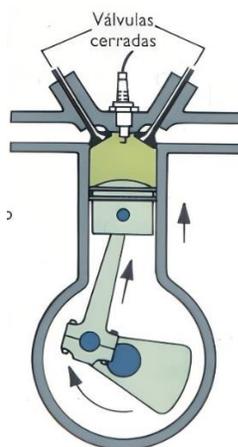
En esta fase, la mezcla de aire y combustible se introduce en las cámaras de combustión del motor. Durante la fase de admisión, el pistón se desplaza al punto muerto inferior (PMI) unido al cigüeñal que gira 180° , esto crea una presión negativa o depresión dentro del cilindro, lo que permite que entre aire al motor a través de la válvula de admisión abierta. Al mismo tiempo, se inyecta combustible en la corriente de aire, lo que crea la mezcla correcta de aire y combustible.

La cantidad de combustible inyectado y la duración de la fase de admisión son controlados por el sistema de inyección de combustible y el sistema electrónico de gestión del motor, respectivamente. Estos parámetros se ajustan para asegurar una mezcla aire-combustible óptima, asegurando una combustión eficiente y reduciendo las emisiones contaminantes. Cuando se completa la fase de admisión y el cilindro se llena con la mezcla de aire y combustible, la válvula de admisión se cierra y comienza la siguiente fase del ciclo, llamada compresión como dijo (Landín, 2011)

4.2.2 Fase de compresión

Figura 4

Fase o carrera de compresión.



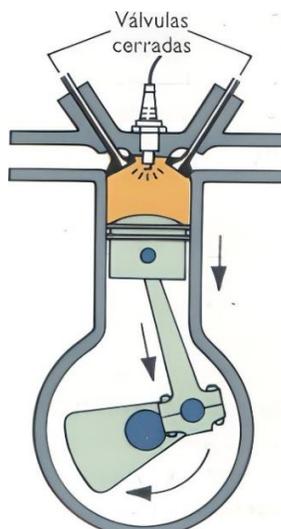
Nota: Ambas válvulas cerradas para mantener la compresión. Tomado de: (Landín, 2011)

En esta fase se comprime en las cámaras de combustión del motor la mezcla aire-combustible que fue aspirada; después de que finaliza la fase de admisión y se cierra la válvula de admisión, el pistón se mueve hacia el punto muerto superior en el cilindro, reduciendo el volumen disponible en la cámara de combustión y con esto se aumenta la presión y la temperatura de la mezcla. La compresión es muy importante para el rendimiento del motor porque comprimir la mezcla antes del encendido mejora la eficiencia de la combustión. Al comprimir la mezcla, aumenta su densidad y el aire y el combustible se mezclan de manera más uniforme, lo que promueve un encendido más completo y una combustión más eficiente. La relación de compresión es un factor importante en el diseño del motor, que se refiere a la relación entre el volumen en el punto más bajo (punto muerto inferior) del cilindro y el volumen en el punto más alto (punto muerto superior) durante la fase de compresión como afirma (Brady, 2013).

4.2.3 Fase de explosión

Figura 5

Fase o carrera de explosión.



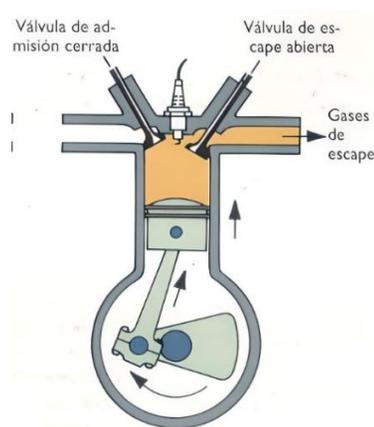
Nota: Ambas válvulas cerradas, pero tener en cuenta el adelanto de apertura de la válvula de escape. Tomado de: (Landín, 2011)

Durante la fase de combustión, la mezcla aire-combustible comprimida en la cámara de combustión se enciende por la chispa generada por la bujía. Esto provoca una reacción química rápida y controlada llamada combustión o explosión, donde el combustible se quema en presencia de oxígeno en el aire. La combustión genera mucho calor y presión, lo que hace que la presión en la cámara de combustión aumente rápidamente. La expansión resultante de los gases de combustión empuja el pistón hacia abajo en el cilindro, creando la fuerza necesaria para hacer funcionar el motor. Esta energía mecánica se transmite a través de bielas y cigüeñales, que la convierten en movimiento de rotación. Cabe señalar que la palabra "explosión" es una descripción figurativa de un proceso de combustión rápido y vigoroso en la cámara de combustión. El motor, incluyendo la cámara de combustión y el sistema de encendido, está diseñado para proporcionar una combustión controlada y eficiente, maximizando la potencia y minimizando las emisiones contaminantes como lo dijo (Payri & Prof. J. M. Desantes, 2015)

4.2.4 Fase de escape

Figura 6

Fase o carrera de escape.



Nota: En esta fase ya se da el adelanto a la apertura de la válvula de escape la cuál es necesaria para un correcto barrido de los gases. Tomado de: (Landín, 2011)

La fase de escape es crítica para el rendimiento del motor, ya que permite la eliminación eficiente de los gases de escape y prepara el cilindro para la siguiente fase del ciclo, que es la admisión de una nueva carga de mezcla de aire y combustible. La válvula de escape, controlada por el árbol de levas y la gestión electrónica del motor, se abre en el momento adecuado para permitir que los gases de escape salgan del cilindro. Una vez que los gases de escape han sido expulsados, la válvula de escape se cierra y comienza la siguiente fase de admisión, donde el ciclo se repite con la entrada de una nueva mezcla de aire y combustible.

Es importante tener una buena eficiencia en la fase de escape para garantizar una expulsión adecuada de los gases de escape, lo que contribuye a un funcionamiento óptimo del motor en términos de rendimiento y emisiones.

4.3 Sensores presentes en el motor Hyundai Sonata

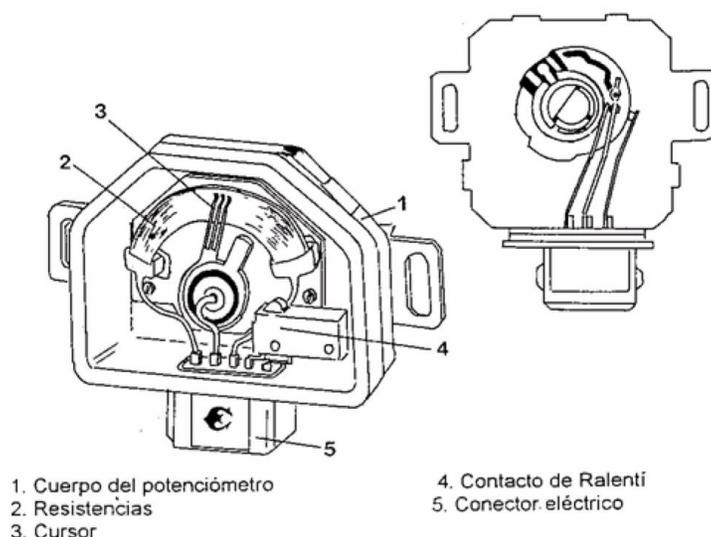
Los sensores son elementos que proporcionan una señal eléctrica a la unidad de control en base a la variación de una magnitud física (posición, temperatura, velocidad, etc.), la unidad de control procesa la información y envía comandos, y los actuadores reciben los comandos y se encargan de ejecutarlos para que pueda determinar los valores de funcionamiento del motor.

4.3.1 Sensor de posición de mariposa del acelerador. (TPS)

Se compone de un brazo móvil de accionamiento mecánico, que se desplaza en una pista resistiva (resistencia variable) con lo cual proporciona una señal lineal en función de la posición de la mariposa; de este modo la Unidad de Control reconoce cuál es la posición de la mariposa en cada momento, así como la velocidad en que varía la posición.

Figura 7

Partes del sensor TPS

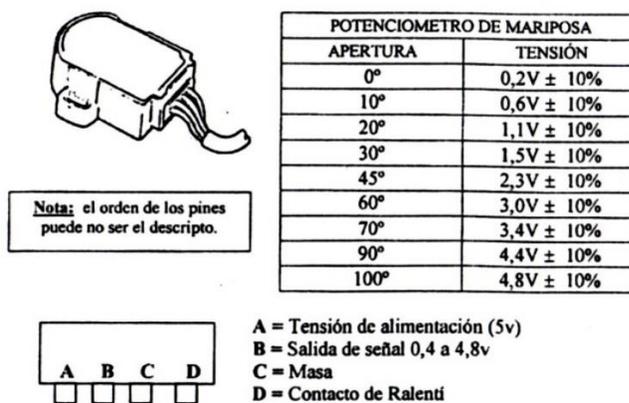


Nota: Partes del sensor de posición de mariposa del acelerador. Tomado de: (Cise Electronics & Correa, 2013)

La posición de la mariposa de aceleración es un parámetro para la gestión electrónica del motor, ya que permite a la ECU controlar y ajustar la relación aire-combustible, así como otros aspectos del rendimiento del motor para optimizar la eficiencia, potencia, emisiones, tiempo y la duración de la inyección de combustible para proporcionar la cantidad adecuada de este en función a la cantidad de aire que ingresa al motor además del avance del encendido y el control de la presión del colector de admisión. Algunos valores referenciales de este tipo de sensores TPS se detallan en la figura 8.

Figura 8

Valores de tensión según la posición de la mariposa

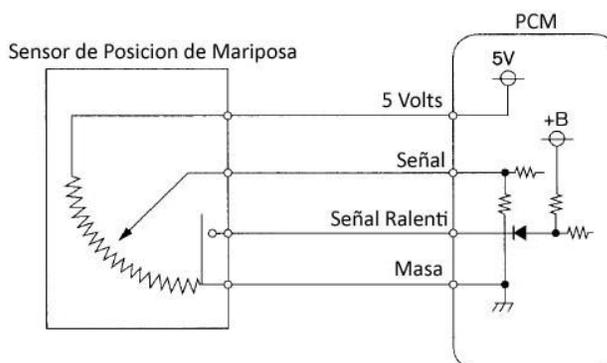


Nota: Estos valores pueden variar según el fabricante. Tomado de: (E-auto, 2020)

Incorporan un interruptor adicional conocido como contacto de ralenti. Este interruptor se cierra cuando la mariposa está cerrada. En ese momento, la PCM mide 0 Volts en esa terminal, por otro lado, cuando se abre, el interruptor se abre y la PCM mide voltaje B+ en dicha terminal.

Figura 9

Diagrama de TPS con interruptor de ralenti incluido



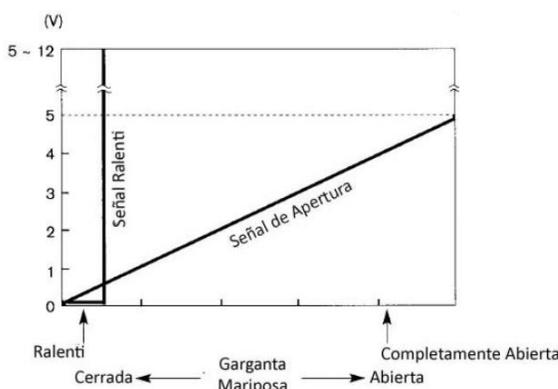
Nota: Conforme el brazo móvil se acerca a la terminal de salida de señal, la señal de voltaje se incrementa.

Análisis de la señal del TPS

En un sensor de posición la onda se comporta de forma creciente y decreciente según se mueva la mariposa; los valores típicos de un sensor TPS puede ir de **0.2V – 5V** dependiendo de

Figura 10

Forma de onda de un sensor TPS.



Nota: La señal indicará que la mariposa se abre correctamente. Tomado de: (González, 2013)

Posibles averías por TPS.

- Se presenta marcha mínima o ralenti inestable
- Bajo rendimiento del motor
- Incremento de consumo de combustible
- Motor acelerado o régimen inadecuado en condiciones específicas

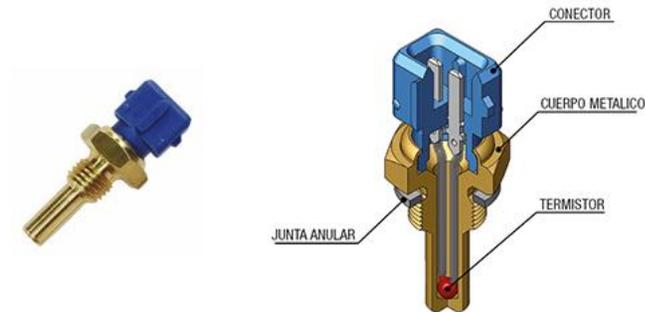
4.3.2 Sensor de temperatura del refrigerante. (ECT)

Conformado por un cuerpo de bronce, en cuyo interior se encuentra colocada la resistencia tipo NTC o PTC que varía con respecto a la temperatura; está ubicado por lo general cerca del

termostato del motor, envía información a la ECU quien la procesa para conocer la temperatura del motor.

Figura 11

Sensor de temperatura de refrigerante



Nota: Sensor de temperatura tipo termistor. Tomado de: (Automotriz, 2020)

La señal proporcionada, informa a la ECU para que se pueda enriquecer automáticamente la mezcla aire/combustible cuando el motor está frío o empobrecer paulatinamente en el incremento de la temperatura, hasta llegar a la temperatura ideal de trabajo, momento en el cual se mantiene la mezcla ideal.

Adicionalmente podemos decir que como el sensor se basa para su trabajo en la característica de su material, todos los sensores utilizados tendrán las características similares, con la diferencia mayor localizada en el tamaño, su diseño, la forma de la rosca y del conector. Algunos valores referenciales del sensor ECT se detallan en la tabla 1.

Tabla 1

Relación de valor de temperatura, resistencia y voltaje en un sensor tipo PTC

Temperature, °C	Resistance, Ω	Voltage, V
0	4800 - 6600	4.00 - 4.50
10	4000	3.75 - 4.00
20	2200 - 2800	3.00 - 3.50
30	1300	3.25
40	1000 - 1200	2.50 - 3.00
50	1000	2.50
60	800	2.00 - 2.50
80	270 - 380	1.00 - 1.30
110		0.50
Broken circuit		5.0 \pm 0.1
short circuit to the ground		0

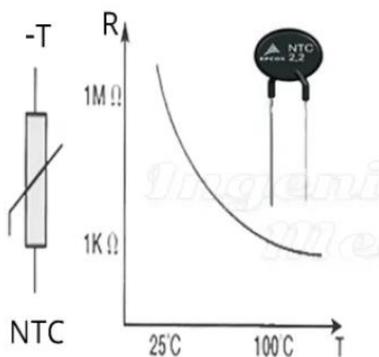
Nota: Los valores mostrados pueden no ser los mismos en todos los motores, esto variará según el fabricante, pero siempre mostrarán un patrón creciente o decreciente. Tomado de: (Mecafenix, 2018)

Análisis de señal del ECT

En este tipo de sensor la resistencia varía de forma negativa conforme aumenta la temperatura del refrigerante del motor, es decir a mayor temperatura, mayor voltaje de salida.

Figura 12

Grafica de funcionamiento de sensor NTC

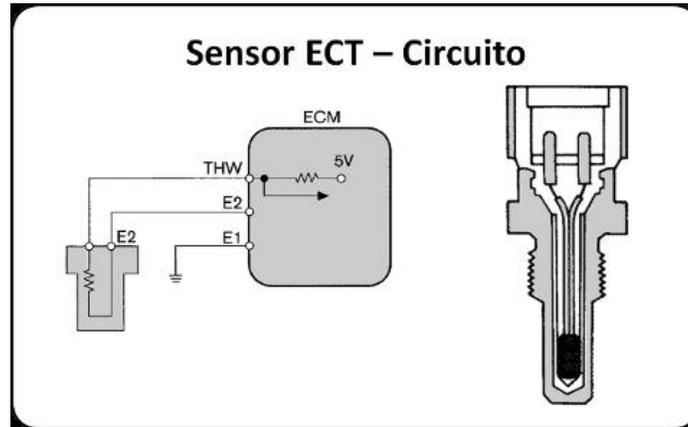


Nota: Mientras resistencia disminuye, el voltaje de salida aumentará. Tomado de: (Mecafenix, 2018)

Internamente el sensor de temperatura de refrigerante está conectado como se muestra en la figura 13.

Figura 13

Diagrama del sensor ECT



Nota: Mientras la temperatura aumenta, la resistencia disminuye. Tomado de: (E-auto, 2020)

Posibles averías por ECT

- Ventilador encendido en todo momento
- El motor tarda en encender
- Consumo excesivo
- Niveles de CO₂ altos

4.3.3 Sensor de temperatura del aire de admisión (IAT)

El sensor de temperatura del aire de admisión (IAT) es un termistor de dos hilos que mide la temperatura en el múltiple de admisión; la densidad del aire es inversamente proporcional a la temperatura. La señal emitida permite un cálculo más preciso de la masa de aire aspirada.

Figura 14*Sensor IAT*

Nota: Este tipo de sensores son bastante robustos, es decir, no se dañan con facilidad. Tomado de: (E-auto, 2020)

Se aplica un voltaje de referencia de 5 V al sensor abierto y se conecta a tierra a través de la retroalimentación del sensor. El voltaje variable de la temperatura del aire opera en la unidad de control incorporada. La ubicación del sensor IAT es importante dentro del rango de temperatura. Según las características estructurales del vehículo, el sensor IAT puede estar: en el colector de admisión, en la caja del filtro de aire. Algunos valores de resistencia referenciales con respecto al cambio de temperatura en este tipo de sensor se detallan en la tabla 2.

Tabla 2

Tabla de relación entre temperatura y resistencia de sensor IAT

IAT sensor temperature to resistance table.

Temperature °C	Temperature °F	Resistance, ohms (nominal)
-10	14	9397
0	32	5896
10	50	3792
20	68	2500
30	86	1707
40	104	1175
50	122	834.0
60	140	595.5
70	158	435.7

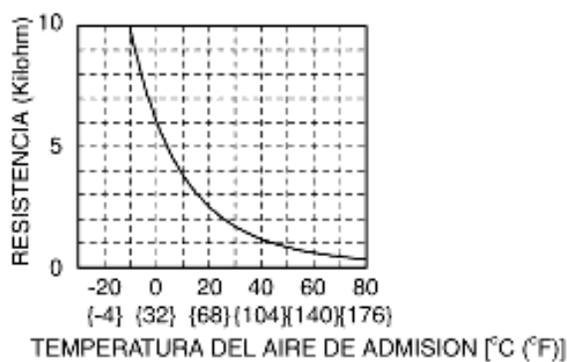
Nota: Estos valores pueden no ser los mismos para todos los sensores IAT, cambiarán según el fabricante. Tomado de: (E-auto, 2020)

Análisis de la señal del IAT

En este tipo de sensor el voltaje cambia según la variación de temperatura, conforme incrementa la temperatura, la resistencia será menor, por lo que el voltaje de salida va a incrementar de forma positiva.

Figura 15

Forma de onda de un sensor IAT

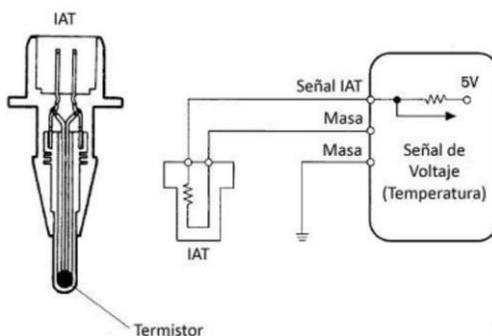


Nota: Variación de la resistencia en función al aumento de temperatura. Tomado de: (Zambrano León, 2017)

La conexión de este sensor se detalla en la figura 15.

Figura 16

Diagrama de sensor IAT



Nota: El funcionamiento de este sensor es el mismo que del sensor ECT. Tomado de: (E-auto, 2020)

Posibles averías por sensor IAT

- Encendido pobre con el motor frío
- Se enciende la luz Check Engine
- Consumo de combustible elevado
- Pérdida de potencia

4.3.4 Sensor de oxígeno

Este sensor está constituido de una cerámica porosa de Bióxido de Circonio y de dos contactos de Platino, alojados dentro de un cuerpo metálico, este sensor se encuentra en el colector de escape y detecta la presencia de mayor o menor cantidad de oxígeno en los gases expulsados al ambiente.

Figura 17

Sensor de Oxígeno



Nota: Este sensor es conocido también como sonda lambda. Tomado de: (BOSCH, 2020)

Este sensor, se mantiene monitoreando la calidad de la combustión, tomando como referencia al Oxígeno que encuentra en los gases quemados, informando a la ECU, para que este último corrija la falta o el exceso de combustible inyectado, logrando la mezcla aire-combustible

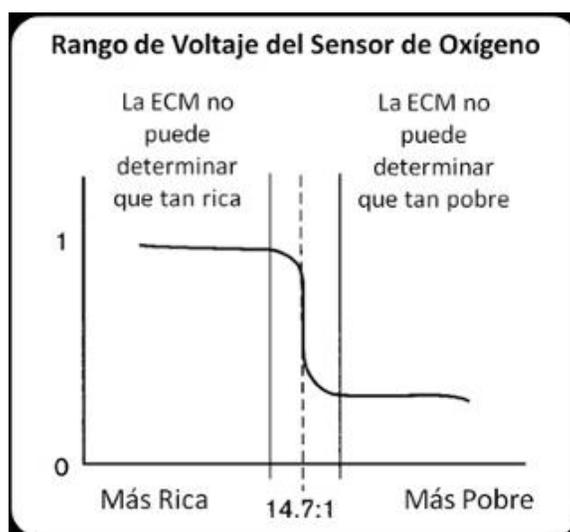
ideal. Cualquier cambio en el recuento ideal de moléculas calculado o en el número de moléculas tomadas como referencia será un indicador de mal funcionamiento y por lo tanto falta o exceso de combustible en la dosificación. El aire de escape ingresa a la cámara de medición (ranura de difusión) a través de una pequeña abertura en la unidad de bomba. Para ajustar el volumen de aire (λ), la concentración de oxígeno se compara con la concentración de oxígeno en el aire estándar. El controlador necesita una señal medible; para hacer esto, la unidad de bomba debe estar energizada.

Análisis de señal de sensor de oxígeno

Ya que la ECU se encuentra constantemente adecuando la mezcla en función de los requerimientos del motor en un ciclo de conducción, va a oscilar entre mezcla pobre y mezcla rica en un rango de valores que puede ir de entre 0.20 V y 0.95 V.

Figura 18

Curva de funcionamiento de un sensor de oxígeno



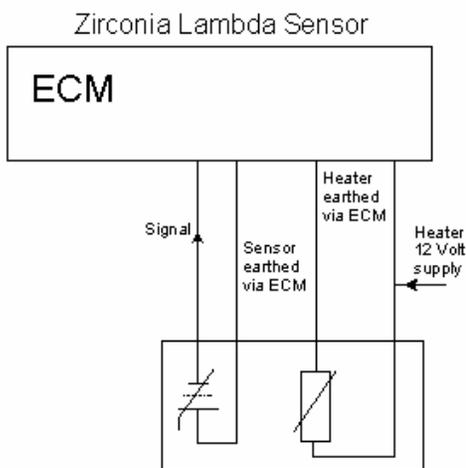
Nota: La región central representa una mezcla estequiométrica. Tomado de: (Donado, 2021)

Diagrama de sensor de oxígeno de circonio

Internamente este sensor de oxígeno cuenta con un calentador para asegurar llegar a la temperatura ideal para que el sensor pueda proporcionar valores mucho más precisos. Estos componentes se detallan en la figura 19.

Figura 19

Diagrama de sensor de oxígeno de circonio



Nota: Este tipo de sensor son más comunes que los ya mencionados de titanio, compuesto por dióxido de circonio (ZrO_2). Tomado de: (E-auto, 2020)

Posibles averías por sensor de oxígeno

- Mayor consumo de combustible
- Rendimiento deficiente del motor
- Mayores emisiones de gases de escape
- Se enciende el testigo luminoso de control del motor
- Se registra un código de avería

4.4 Adquisición de Datos

4.4.1 ¿Qué es la adquisición de datos?

Al hablar de adquisición de datos, por lo general abreviado como DAQ o DAS el cual se refiere al proceso de medir fenómenos físicos o eléctricos como voltaje, corriente, temperatura, presión o sonido y registrarlos para su análisis. A diferencia de otros métodos como: grabación en cinta o gráficos de papel, las señales se convierten del dominio analógico al dominio digital que luego se puede enviar a otro medio digital como ROM, medios flash o disco duro. (National Instruments, 2022)

4.4.2 DAQ de National Instruments (NI)

Figura 20

Tarjeta Multifunción USB-6212



Nota: Tomado de: (Instruments, 2022)

Los dispositivos de multifunción I/O de NI proporcionan una combinación de Entradas/Salidas analógicas y digitales en un solo dispositivo para sistemas basados desarrollados en ordenador. Además, ofrecen una mezcla de (Input/Output) con diferentes conteos de canales,

frecuencias de muestreo, frecuencias de salida y otras características para cumplir con muchos requisitos de medidas comunes. (National Instruments, 2022)

4.4.3 Entrada analógica

Los principales bloques del circuito de entrada analógica del USB-6212 son los siguientes:

- Conector de I/O.- Puede conectar señales de entrada analógicas al dispositivo USB-6212 a través del conector de I/O. La forma de conectar las señales de entrada analógica depende de la de referencia de tierra de la entrada analógica, que se describen en la tabla 3.
- Mux. - Cada dispositivo USB-6212 tiene un convertidor analógico-digital (ADC). Los multiplexores (mux) enrutan un canal AI a la vez al ADC a través del NI-PGIA.
- Ajustes de referencia de tierra AI. - El circuito de referencia de tierra de entrada analógica tierra de entrada analógica selecciona entre entrada diferencial (DIFF), referenciada (RSE) y no referenciada (NRSE). Cada canal AI puede utilizar un modo diferente.
- NI-PGIA. - Amplificador de Instrumentación de Ganancia Programable (NI-PGIA) es un amplificador de medición e instrumentación que reduce el tiempo de configuración para todos los rangos de entrada; puede amplificar o atenuar la señal de entrada analógica para hacer uso de la máxima resolución en el ADC. Los dispositivos USB-6212 pueden proporcionar incluso una alta precisión Multicanal para muestreo rápido con un rango de entrada pequeño. Además, pueden seleccionar canales en cualquier orden a la tasa de conversión completa. tasa de conversión máxima y puede programar cada uno por separado Muestra con diferentes rangos de entrada.
- ADC. - El convertidor analógico-digital (ADC) digitaliza la señal analógica de entrada convirtiendo la tensión en un número digital.

Tabla 3

Configuración de referencia de tierra de la entrada analógica

AI Ground-Reference Setting*	Floating Signal Sources (Not Connected to Building Ground)	Ground-Referenced Signal Sources†
	Examples: <ul style="list-style-type: none"> • Ungrounded thermocouples • Signal conditioning with isolated outputs • Battery devices 	Example: <ul style="list-style-type: none"> • Plug-in instruments with non-isolated outputs
Differential (DIFF)		
Non-Referenced Single-Ended (NRSE)		
Referenced Single-Ended (RSE)		<p>NOT RECOMMENDED for the USB-6210/6211/6212</p> <p>Ground-loop potential ($V_A - V_B$) are added to measured signal.</p>

Nota: Tomado de: (National Instruments, 2022)

4.4.4 Software LabVIEW

Se trata de un software de ingeniería que maneja un software de programación visual gráfico el cual simplifica la complejidad de la programación y permite observar resultados de forma inmediata con la creación de interfaces de usuario. (National Instruments, 2022)

Figura 21

Interfaz de inicio del programa LabVIEW 2019.



Nota: En este proyecto se utiliza la versión 2019 de 32 bits. Tomado de: (Instruments, 2022)

4.4.5 Aplicaciones

Estos dispositivos son ideales para una amplia variedad de aplicaciones industriales, como la automatización de laboratorios, la investigación y la verificación de diseños. El software de medida interactivo DAQ Express permite una rápida configuración del hardware y la visualización de datos, mientras que el controlador NI-DAQmx incluido permite la personalización completa de aplicaciones de medida y automatización desde una variedad de aplicaciones de programación soportadas. (National Instruments, 2022)

4. CAPÍTULO II: REACONDICIONAR UN MOTOR HYUNDAI DONATA A GASOLINA LUEGO DE UN DIAGNÓSTICO PREVIO QUE PERMITA CONOCER SU ESTADO ACTUAL DE FUNCIONAMIENTO.

Para el desarrollo de esta sección se toma en cuenta los siguientes puntos:

- Unidad experimental
- Variables no controlables del experimento
- Análisis del estado de componentes
- Estado de funcionamiento
- Reacondicionamiento

5.1 Unidad experimental

El banco didáctico utilizado para el monitoreo planteado en la presente investigación cuenta con un motor a gasolina Hyundai Sonata IV 2.0. El mismo que se observa en la figura 22.

Figura 22

Banco didáctico con un motor Hyundai Sonata 2.0



Nota: El sistema de alimentación es multipunto de inyección indirecta. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Según la marca y modelo se presenta las características del motor Hyundai Sonata ubicado en el banco didáctico, en las tablas 4 y 5.

Tabla 4

Datos del motor Hyundai Sonata a Gasolina

Motor Hyundai Sonata IV 2.0	
Fabricante	Hyundai
Modelo	G4-CM
Número de cilindros	4
Disposición de cilindros	Línea
Peso	149.1 kg
Combustible	Gasolina
Válvulas	16
Aspiración	Natural
Año del motor	1998
Torque	135 Nm
Diámetro	80.6 mm
Carrera	88 mm
Orden de encendido	1 – 3 – 4 – 2
Sistema de alimentación	Multipunto de inyección indirecta
Torque	180 Nm / 4600 rpm
Potencia máxima	136 Hp / 5800 rpm

Nota: Tomado de: (Morocho & Auto-Data, 2023)

Tabla 5*Especificaciones técnicas del banco didáctico*

Especificaciones técnicas del Banco didáctico	
Nombre del equipo	Gasoline ENG Practice Equipment SONATA
Modelo	G -111702
Marca	DAE SUNG

Nota: Tomado de: (Morocho, 2023)

Dado que el banco didáctico no posee un panel o conectores para acceso a los sensores, la toma de datos se la debe realizar de forma directa a los pines de cada uno de los transductores.

Además, es necesario conocer el estado de los componentes de un motor de combustión interna para lo cual se debe realizar una evaluación de cada uno de ellos como la compresión, partes faltantes o fugas que pueda tener, esto con el fin de obtener la información necesaria para un óptimo reacondicionamiento. A continuación, se detallará mediante una tabla la inspección visual de todas las partes del motor.

5.2 Variables no controlables del experimento

El funcionamiento del motor aparte de los elementos antes vistos, se enfrenta a otros factores que pueden llegar a variar el comportamiento de este. Los valores de estas variables para la ciudad de Cuenca la cual se encuentra a una altura de 2550 msnm, son:

- Presión atmosférica: la cual se encuentra aproximadamente entre 73 y 74 atm. (TuTiempo & Cuenca, s.f.)
- La humedad relativa que oscila entre 85% y 96%. (Data, 2023)

5.3 Análisis del estado de componentes

Lista de la inspección visual

En la tabla 6 que se muestra a continuación se detallará el estado actual del motor a gasolina.

Tabla 6

Estado visual del motor del banco didáctico

Motor Hyundai Sonata a Gasolina			
Descripción	Mal	Regular	Bien
<i>Sistema de Alimentación</i>			
Riel de inyectores			x
Filtros de inyectores	x		
Tanque de combustible			x
Bomba de combustible			x
<i>Sistema eléctrico</i>			
Bujías	x		
Bobina			x
Cables de bujías	x		
Cableado			x
<i>Sistemas de refrigeración</i>			
Cañerías		x	
Radiador		x	
Ventilador	x		
<i>Sistema de lubricación</i>			
Filtro de aceite	x		
Aceite			x
<i>Sistema de encendido</i>			
Cables del motor de arranque			x
Circuitos de encendido			x

Distribuidor	x		
<i>Otros elementos</i>			
Bases del motor			x
Pernos			x
Banda de distribución		x	
Tapa válvulas			x
Banda de accesorios			x
Árbol de levas			x
Ruedas de la maqueta			x

Nota: Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

5.4 Estado de funcionamiento

Sistema de Alimentación

- Riel de inyectores

El análisis visual del cuerpo del riel de inyectores no demuestra la presencia de fugas, roturas u otra anomalía.

Figura 23

Riel de inyectores.



Nota: Se descartó la presencia de fisuras o roturas (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

- Microfiltros de inyectores

El estado de los microfiltros refleja la presencia de impurezas provenientes de la bomba a través del filtro de gasolina.

Figura 24

Microfiltros extraídos de los inyectores



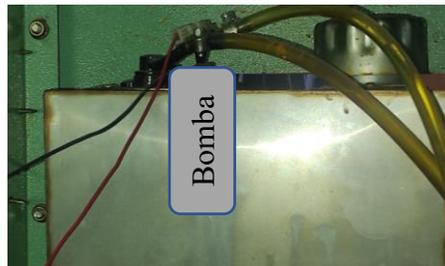
Nota: El estado de los microfiltros demuestran presencia de impurezas. Tomado de:

- Bomba de combustible

La bomba de combustible, la cual se encuentra en el interior del tanque, no entrega caudal, por lo que no llega combustible al riel de inyectores.

Figura 25

Vista de las cañerías procedentes de la bomba de combustible



Nota: Se encuentra en el interior del tanque de combustible. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

- Tanque de combustible

El estado externo del tanque refleja rigidez, las soldaduras se encuentran en buenas condiciones, no hay indicios de corrosión ni fugas.

Figura 26

Tanque de combustible



Nota: Se trata de un tanque adaptado en el cuál va montada la bomba de combustible (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

La toma de medidas del tanque de combustible s se muestra en la tabla 7.

Tabla 7

Medidas del tanque de combustible

Medidas del tanque de combustible	
Largo	40 cm
Ancho	20 cm
Alto	40 cm

Nota: Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Sistema Eléctrico

- Bujías de encendido

Las bujías presentan una coloración negra, rastros de hollín y desgaste en los electrodos, lo que puede ser resultado de una mezcla demasiado rica o en este caso entrada de impurezas hacia la cámara de combustión debido a la falta de filtro de aire

Figura 27

Bujía de encendido



Nota: Las otras bujías presentan un estado similar a las mostradas. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

En base a la medición de resistencia entre el terminal y el electrodo central de la bujía obtuvo los valores presentados en la tabla 8.

Tabla 8

Valores de resistencia entre el terminal y el electrodo central

Resistencia	
Bujía 1	2.073 k Ω
Bujía 2	2.588 k Ω
Bujía 3	2.573 k Ω
Bujía 4	4.92 k Ω

Nota: Los valores mostrados son el resultado de tres mediciones realizadas

- Bobina

Por medio de una comprobación visual al observar que entrega chispa al distribuidor se puede determinar que la bobina está en funcionamiento.

Figura 28

Bobina de encendido



Nota: La prueba a la bobina no se la puede realizar debido al alto voltaje que esta genera. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

- Cables de encendido

El banco dinámico carece del cable para la bujía número tres además de presencia de roturas en los terminales.

Figura 29

Cables para las bujías



Nota: Presencia de un claro envejecimiento. (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Tabla 9

Valores de resistencia de las bujías

Resistencia	
Cable de bujía 1	14.21 k Ω
Cable de bujía 2	18.49 k Ω
Cable de bujía 3	15.23 k Ω
Cable de bujía 4	13.35 k Ω

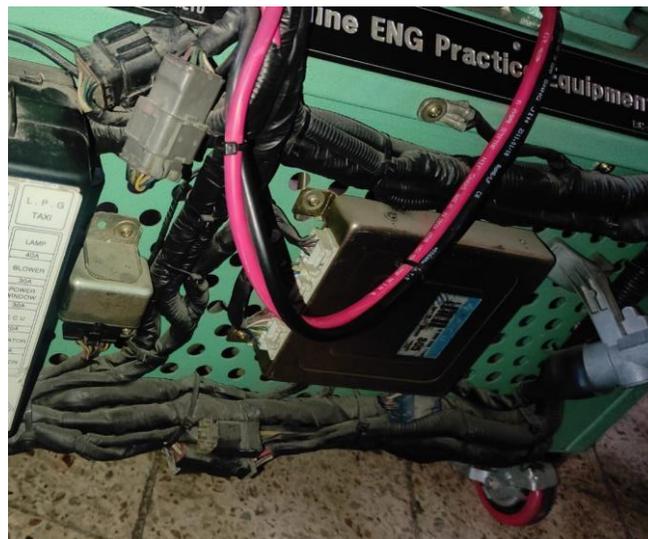
Nota: Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

- Cableado del motor

Los cables de todo el sistema eléctrico están protegidos con aislantes, de forma externa no hay zonas de cables rotos o sockets arrancados.

Figura 30

Cables de alimentación del motor.



Nota: El estado físico del cableado de alimentación del motor no mostraba envejecimiento, roturas ni sobrecalentamientos (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Sistema de Refrigeración.

- Cañerías

Las cañerías encargadas del transporte del refrigerante se encuentran cubiertas por una pequeña capa de corrosión que indica el uso de agua en el sistema, estas no se encuentran obstruidas por lo que no afectará el funcionamiento una vez colocado líquido refrigerante. Además, el banco cuenta con una sola cañería.

Figura 31

Cañerías.



Nota: El estado físico de las cañerías no mostraba envejecimiento, roturas ni sobrecalentamientos (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

- Radiador

Como se observa en la figura 32 el banco dinámico no cuenta con un radiador por lo que es imposible su funcionamiento en largos periodos de tiempo.

Figura 32

Banco dinámico.



Nota: Banco dinámico sin radiador. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

- Electroventilador

Como se puede observar en la figura 33, el banco dinámico carece de electroventilador.

Figura 33

No existe electroventilador.



Nota: La maqueta no posee electroventilador originalmente (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Sistema de Lubricación.

- Filtro de aceite

Como muestra la figura 34 el filtro de aceite no se encuentra en buenas condiciones externamente a pesar de ello no presenta fugas ni exceso de suciedad.

Figura 34

Filtro de aceite de la maqueta.



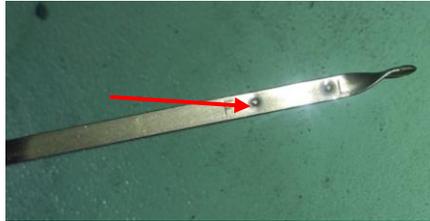
Nota: El filtro de aceite no se mostraba en mal estado con golpes o roturas. (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

- Aceite

El nivel del aceite es el adecuado para el correcto funcionamiento del motor, además muestra una coloración clara que indica la poca presencia de contaminación en el aceite.

Figura 35

Nivel del aceite.



Nota: El nivel del aceite representa que aún se cuenta con suficiente aceite para estar dentro de los rangos de funcionamiento normal sin generar temperaturas excesivas. (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Sistema de Encendido.

- Cables del motor de arranque

El cableado del motor de arranque se encuentra en buenas condiciones además de no presentar envejecimiento, roturas o indicios de sobrecalentamiento.

Figura 36

Cables del motor de arranque.



Nota: Los cables se encuentran en buen estado para garantizar un flujo de corriente óptimo hacia el motor de arranque (12V). (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

- Distribuidor

Como se observa en la figura 37 carece de una tapa, la cual permite la distribución de la chispa a las bujías

Figura 37

Distribuidor.



Nota: La corrosión que se observa es leve por lo que no impide el funcionamiento. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Otros elementos.

Las bases y pernos de sujeción se encuentran en buen estado, sólidos.

Figura 38

Bases del motor.



Nota: Las bases se encuentran en perfecto estado. (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

- Polea

Las poleas carecen de envejecimiento, grietas o irregularidades que puedan poner en riesgo el funcionamiento del motor.

Figura 39

Poleas del motor.



Nota: Las poleas del motor se presentan en un excelente estado, ya que ha sido cambiadas anteriormente y no presentar gran desgaste ya que el motor no podía ser utilizado por mucho tiempo por su problema de refrigeración. (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

- Banda de accesorios

Según una prueba de tensión e inspección visual se puede determinar que el estado de la banda es el adecuado para un funcionamiento normal del motor.

Figura 40

Banda de accesorios.



Nota: Parte interna cuarteada de la banda de accesorios. (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

a) Compresión en los cilindros.

En base a la compresión estándar que según el fabricante as mediciones de compresión en los cilindros demuestran que el motor se encuentra en condiciones aceptables para un funcionamiento en torno a un análisis de comportamiento.

Tabla 10

Mediciones de compresión en los cilindros

No. Cilindro	1 ^{era} Medición (psi)	2 ^{da} Medición (psi)	3 ^{era} Medición (psi)	Ilustración
1	145	140	145	

2	132	130	130	
3	143	140	145	
4	124	130	131	

Nota: La medición se dio con un compresímetro haciendo girar el motor por alrededor de cinco segundos. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

5.5 Reacondicionamiento

Adecuaciones del sistema de alimentación

- **Cañerías de combustible**

Cañerías adecuadas para facilitar la medición de presión y caudal de combustible

Figura 42

Conectores para el combustible



Nota: Son necesarios dos conectores. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

- Filtro de gasolina

Para asegurar un correcto filtrado de la gasolina y así evitar el prematuro envejecimiento de los microfiltros se realizó el reemplazo.

Figura 43

Filtro nuevo de gasolina



Nota: Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

- **Microfiltros de inyectores**

Una vez retirados los inyectores para analizar su estado, es necesario hacer un recambio de microfiltros y orines.

Figura 44

Microfiltros nuevos



Nota: Estas piezas no son de tamaño estándar, tomar en cuenta su medida. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Adecuación del sistema de encendido

- **Cables de bujías**

En base al estado de los cables antes mencionados, es necesario asegurar que la conexión a las bujías sea la adecuada.

Figura 45

Cables nuevos de bujías



Nota: Al ser cables nuevos no se realizó prueba de resistencia. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

- **Tapa del distribuidor**

En base a la falta de una tapa, se debe proporcionar una para lograr el encendido del motor.

Figura 46

Tapa de distribuidor para motor cuatro cilindros.



Nota: Vista posterior de la tapa del distribuidor. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

- **Bujías**

Necesarias para una mejor combustión de la gasolina.

Figura 47

Bujías nuevas



Nota: Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Adecuación del sistema de lubricación

- **Filtro de aceite**

El filtro de aceite es de suma importancia por lo que, para contribuir a una lubricación limpia, se realiza un cambio del mismo.

Figura 48

Filtro nuevo de aceite



Nota: Filtro nuevo ya montado en el banco dinámico. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Adecuación al sistema de transmisión

- **Banda de accesorios**

Figura 49

Banda de accesorios nueva



Nota: Banda de accesorios nueva ya montada en el banco dinámico. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

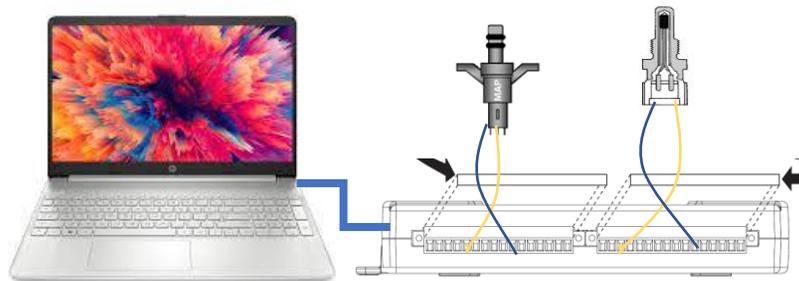
**CAPITULO III: IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS
DAQ MEDIANTE UN SOFTWARE APLICABLE EN EL BANCO DIDÁCTICO DEL
MOTOR HYUNDAI SONATA.**

Toma de datos

Para comenzar con la obtención de las señales de los sensores se conecta a los pines de entrada analógica (AI) y la tarjeta USB-6212 al ordenador como se ve en la figura 50.

Figura 50

Conexión física de los instrumentos



Nota: Se obtendrá las señales analógicas de los sensores TPS, IAT, MAP

Configuración de la tarjeta DAQ USB-6212

Para controlar y observar las señales adquiridas por la tarjeta DAQ 6212 es necesario hacer uso del software LabVIEW y adicionalmente el complemento NI-DAQmx, proporcionados por National Instruments. Luego del reconocimiento la tarjeta DAQ se configura según los siguientes pasos:

Paso 1: En la figura 51 se muestra el reconocimiento de la tarjeta USB-6212

Figura 51

Reconocimiento de la DAQ

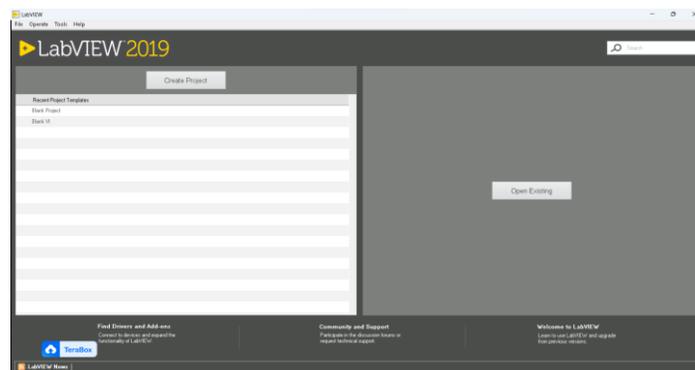


Nota: Para iniciar es recomendable configurar y auto calibrar el dispositivo en la opción de "Configure and test this device". Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Paso 2 Abrir LabVIEW y abrir un Blank VI para crear un nuevo proyecto.

Figura 52

Ventana de inicio de LabVIEW

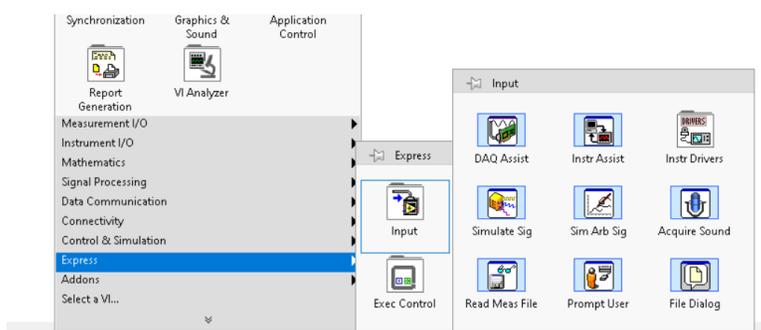


Nota: Antes de iniciar ya se debe tener instalado el complemento NI-DAQmx. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Paso 2: Ya situado en la pantalla de Block Diagram, al pulsar clic derecho, se desplegará una paleta de herramientas con las funciones disponibles, en este caso se hará uso de la función Express / Input / DAQ Assis. Como se muestra en la figura 53.

Figura 53

DAQ Assis para adquirir señales

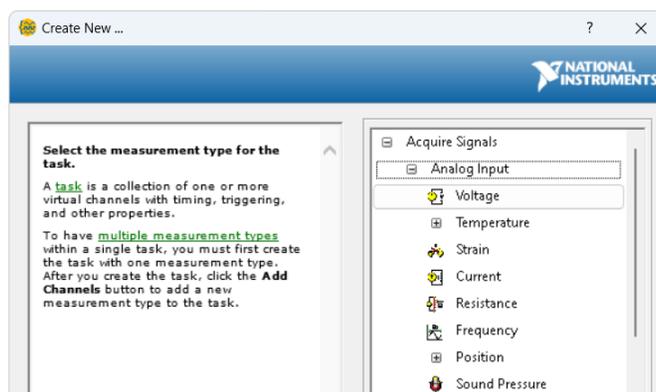


Nota: Esta herramienta se ubica en la paleta de herramientas de la pestaña View. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Paso 3: Seleccionar Acquire Signals / Analog Input / Voltage, como se ve en la figura 54.

Figura 54

Ventana de selección del tipo de señal

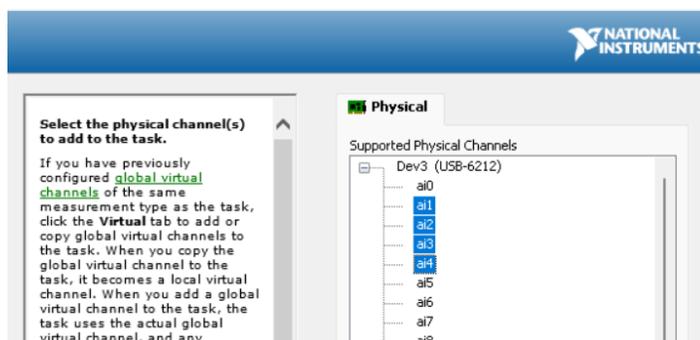


Nota: Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Paso 4: Es posible adquirir varias señales en un solo DAQ Assist, en este caso se adquiere las señales por las entradas mostradas en la figura 55.

Figura 55

Selección de cuatro entradas para los cuatro sensores

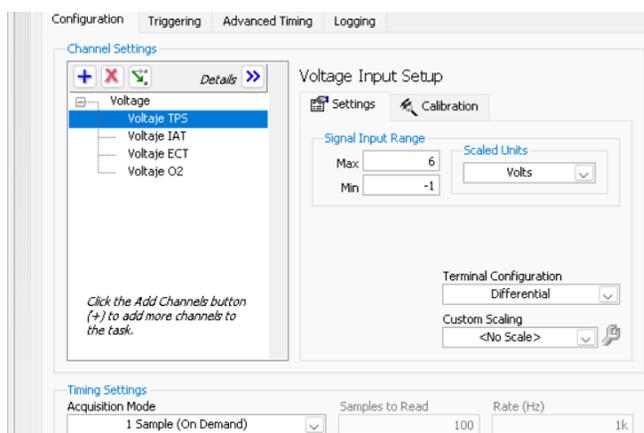


Nota: Las entradas y herramientas disponibles dependen del tipo de tarjeta DAQ. Tomado de: (Instruments, 2022)

Paso 5: Delimitar los rangos de voltaje de la señal entregada por los sensores. Además, se configura en (1 Sample (On Demand)) este se repetirá en un “While Loop”.

Figura 56

Ventana de configuración de los parámetros de conexión.

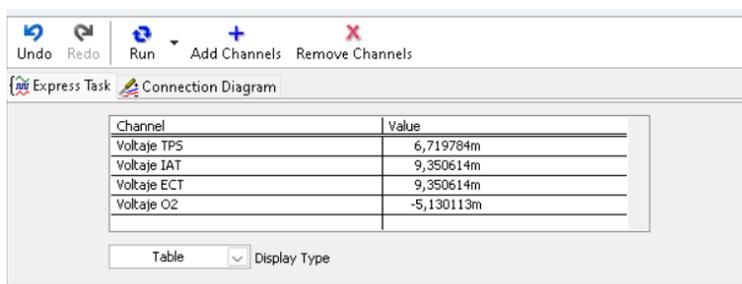


Nota: La señal de TPS va desde 0 a 5 V, en este caso se tomó un valor extra negativo y positivo para asegurar la detección de valores fuera de rango. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Para comprobar que la adquisición de señales está configurada correctamente, se puede correr la programación con el botón “Run” y esta tiene que mostrar valores numéricos.

Figura 57

Prueba de adquisición de datos



Channel	Value
Voltaje TPS	6,719784m
Voltaje IAT	9,350614m
Voltaje ECT	9,350614m
Voltaje O2	-5,130113m

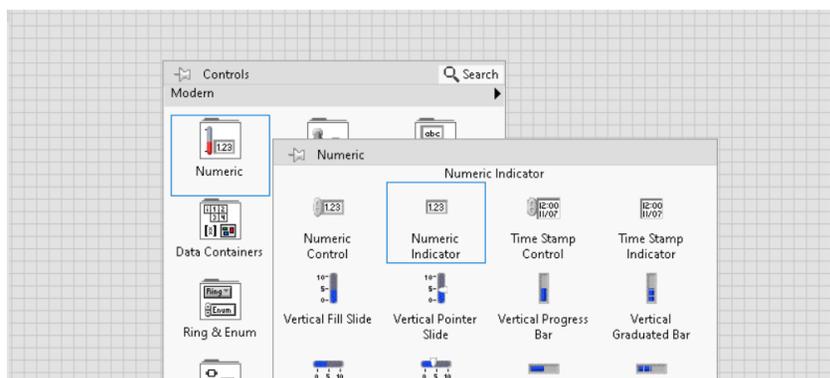
Table ▼ Display Type

Nota: En caso de no estar correctamente configurado, el programa desplegará un aviso de error. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Paso 6: Para armar la interfaz, se trabaja desde la ventana “Front Panel” donde mediante la paleta de herramientas se selecciona un indicador numérico el cual mostrará el voltaje adquirido.

Figura 58

Selección de “Indicador Numérico” en el Front Panel



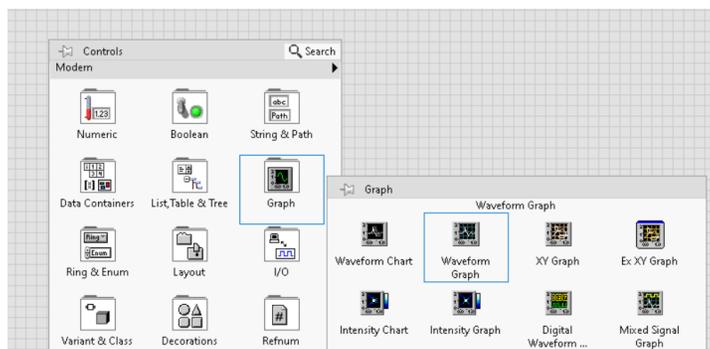
Nota: Este proceso se realiza con los cuatro indicadores para las cuatro señales de los sensores involucrados.

Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Paso 7: Para observar de manera gráfica los valores de tensión obtenidos se usa un “Waveform Chart”.

Figura 59

Selección del “Gráfico de Onda” en el Front Panel

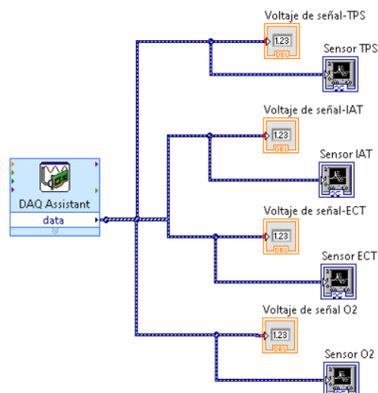


Nota: Igualmente se utiliza uno por cada sensor. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Paso 8: En la ventana de diagrama de bloque se ordena cada una de las herramientas ya insertadas, las cuales serán la salida del DAQ Assistant quien proporciona las señales provenientes de los sensores.

Figura 60

Diagrama de bloque

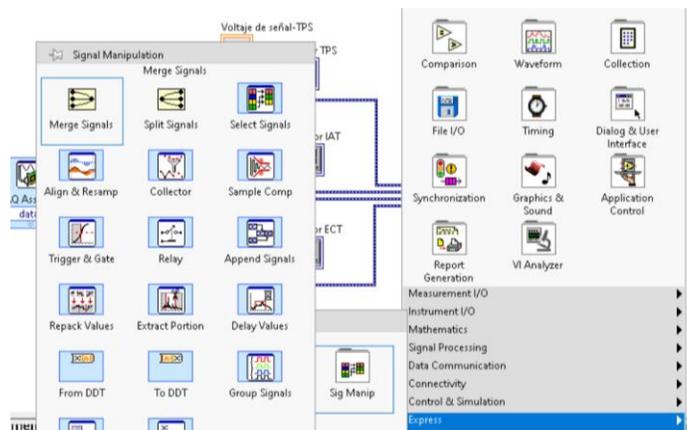


Nota: La señal se muestra en función a la entrada física. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Paso 9: Se utiliza la función llamada “Merge” para recopilar todas las señales obtenidas

Figura 61

Función Merge Signals

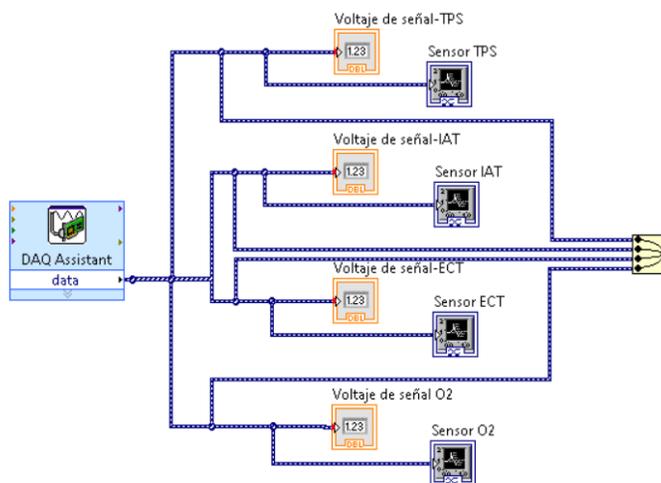


Nota: La función se encuentra en el diagrama de bloque. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Recopilar las señales de cada uno de los sensores para registrar los datos.

Figura 62

Unión de todas las señales de sensores

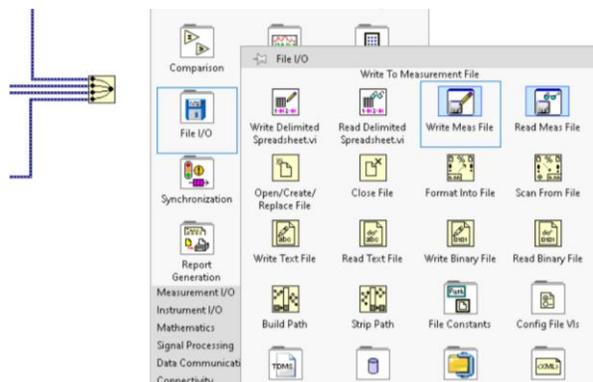


Nota: Se puede recopilar más señales con esta función. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Paso 10: En el diagrama de bloque se selecciona la herramienta “Write Mess File” para guardar los datos en un archivo.

Figura 63

Función Write To Measurement File

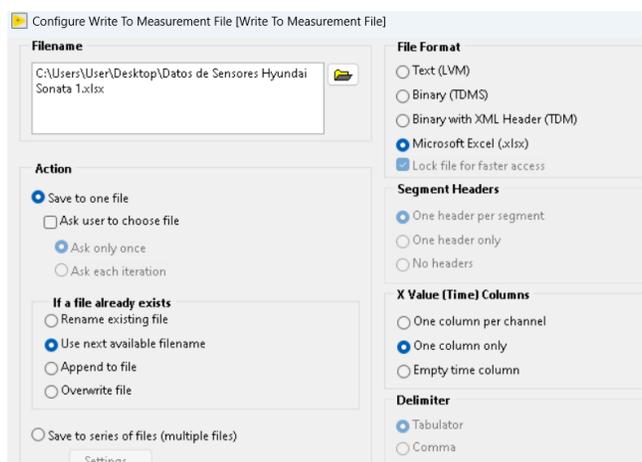


Nota: Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Paso 11: Se debe configurar el Write Mess File para la obtención del archivo deseado.

Figura 64

Configuración de Write Mess File

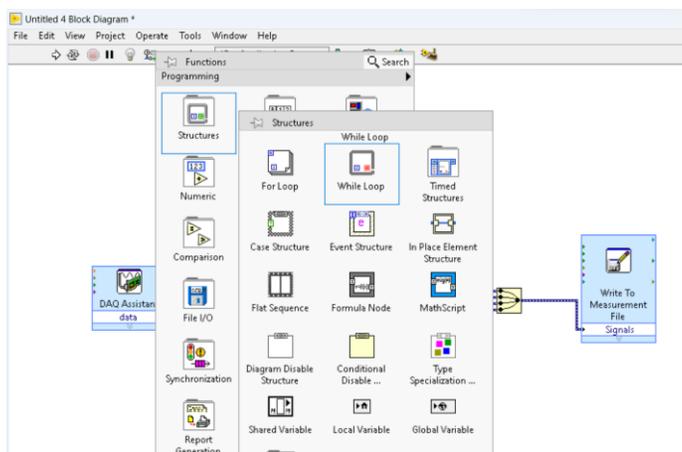


Nota: Se puede elegir desde un texto hasta una hoja de cálculo. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Paso 12: Para asegurar una toma de datos continua se aplica un “While Loop” en todo el circuito.

Figura 65

Aplicación del While Loop

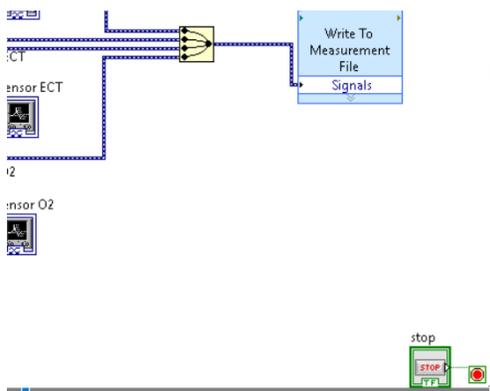


Nota: Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Es necesario crear un control para detener el Loop.

Figura 66

Control de parada del loop

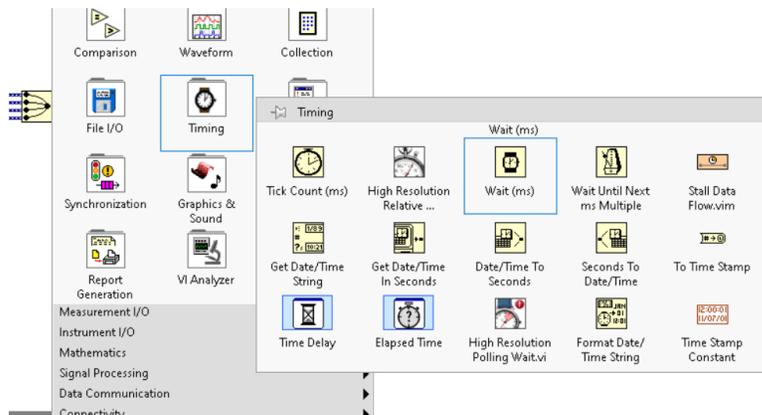


Nota: Se selecciona con clic derecho y Crear Control. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Paso 13: Delimitar el tiempo en que se repite el loop, esto afectara a la señal obtenida.

Figura 67

Tiempo de repetición del loop

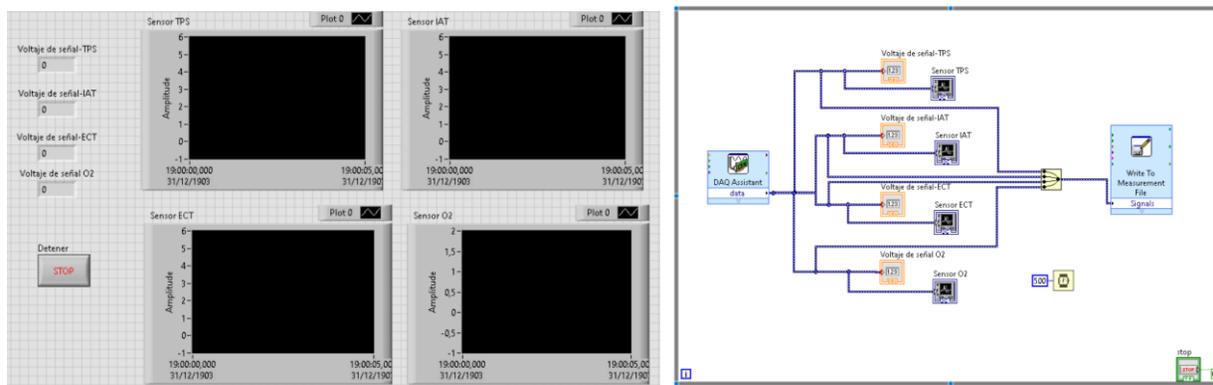


Nota: Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Una vez terminado el circuito e interfaz se ve como en la figura 68

Figura 68

Interfaz y diagrama de bloque



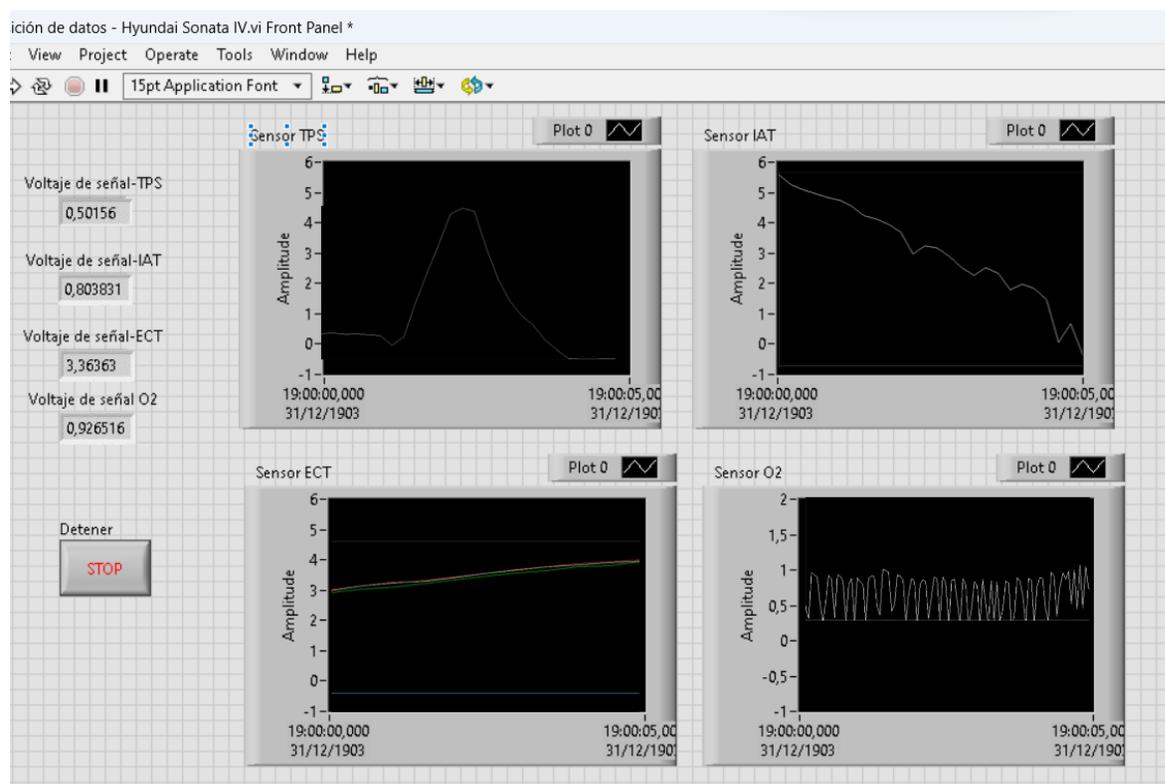
Nota: Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

RESULTADOS

Una vez conectados los sensores y adquirido los datos que cada uno de estos envía, se obtuvo las señales de estos, como se muestra en la figura 68

Figura 68

Señales de los cuatro sensores

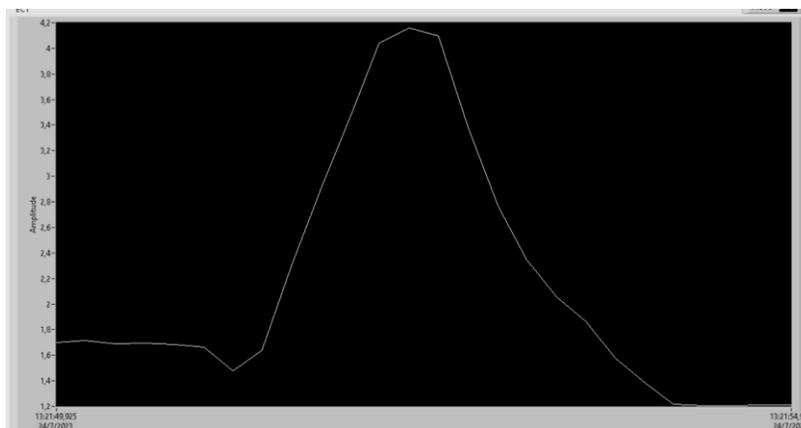


Nota: Se puede observar además de las gráficas, los valores de voltaje en los que cada señal fluctúa. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

En cuanto al sensor TPS se observa que la grafica se comporta de forma creciente y decreciente según la posición de la mariposa, en este caso se realizo una aceleración y desaceleración repentina que da como resultado la forma de onda indicada en la figura 69

Figura 69

Forma de onda del sensor TPS

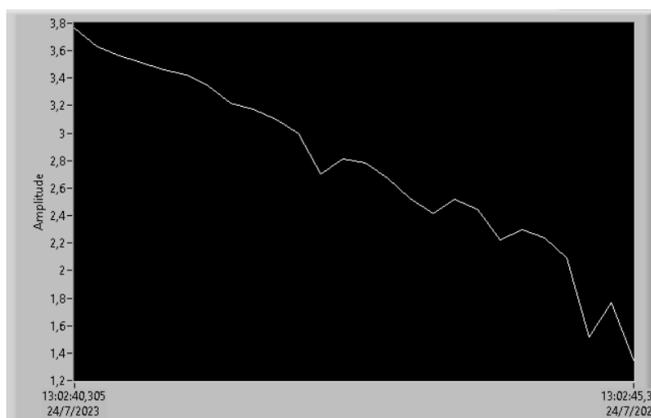


Nota: Al pisar el acelerador la onda crece, mientras que, al soltar el pedal, la mariposa se cierra por lo que el voltaje decae. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Así también la forma de onda del sensor IAT se detalla en la figura 70, en donde se observa que los valores de voltaje decrecen lentamente conforme aumenta la temperatura del aire de admisión.

Figura 70

Forma de onda del sensor IAT

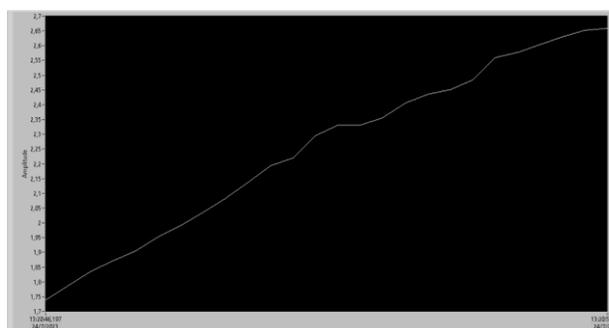


Nota: La tensión decae paulatinamente. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Una vez obtenida la gráfica del sensor ECT como se muestra en la figura 71 se observa que su tensión incrementa de 1.75 a 2.6 V, aunque los valores estén dentro del rango, no son fiables en base al estado de funcionamiento del motor el motor encendido y en ralentí del momento de la toma de datos, por lo que se supone una falla del sensor mencionado.

Figura 71

Forma de onda del sensor ECT

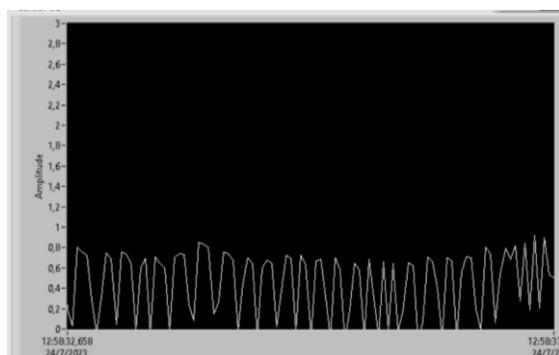


Nota: Tomado de (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Por último, la forma de onda del sensor de oxígeno se muestra fluctuante aproximadamente entre los 0.1 y 8.5V lo que indica un funcionamiento aceptable de este sensor en el sistema.

Figura 72

Forma de onda del sensor de oxígeno

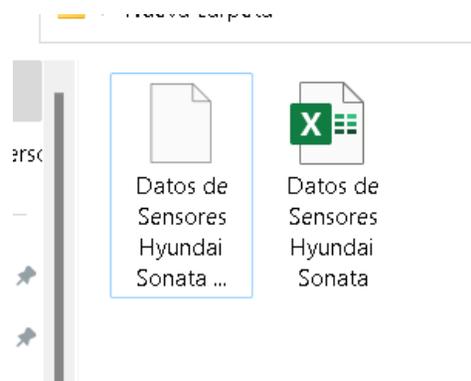


Nota: Tomado de (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Una vez realizada la prueba se obtiene un archivo según lo configurado se obtiene los datos recopilados, los cuales sirven para observar de mejor manera el comportamiento del voltaje dentro del funcionamiento del motor.

Figura 73

Archivos con datos



Nota: Tomado de (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

CONCLUSIONES

- Después de fundamentar el marco teórico referente al funcionamiento de un motor de combustión, se determinó que el desarrollo de los sensores dentro de los rangos específicos proporcionados por el fabricante es de vital importancia para el correcto desempeño del ya mencionado motor de combustión
- A partir de la comprobación de los elementos correspondientes a los sistemas principales para el funcionamiento del motor, se pudo reacondicionar el banco didáctico para asegurar su correcto funcionamiento y con esto una toma de datos más confiable.

- El sistema de adquisición de datos desarrollado en este proyecto, es capaz de procesar las señales en un tiempo de aproximadamente 10 minutos, tomando en cuenta que los programas requeridos ya están instalados en un ordenador, además se determinó que con el monitoreo de los sensores en base a la adquisición de datos se puede identificar el comportamiento de los sensores en base a las magnitudes físicas y con esto determinar principios de mal funcionamiento que se puedan reflejar las señales emitidas por lo que el objetivo general planteado ha sido desarrollado con éxito.

RECOMENDACIONES

- Para futuras investigaciones se recomienda aplicar el sistema de monitoreo desarrollado en este trabajo, para analizar el funcionamiento a tiempo real de los sensores presentes en un motor de combustión.
- Se recomienda ampliar la investigación utilizando diferentes tipos de sensores cuyo principio de funcionamiento varía con respecto a otro.
- En el presente trabajo se analizó las señales emitidas por los sensores en régimen de ralentí, para futuras investigaciones se recomienda analizar el comportamiento con el motor en regímenes más altos, incluso en ciclos de conducción

REFERENCIAS

- Automotriz, I. y. (14 de 02 de 2020). *ingeniería y Mecánica Automotriz*. Obtenido de ¿Qué es el sensor de temperatura de motor y cómo funciona?: <https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/que-es-el-sensor-de-temperatura-de-motor-y-como-funciona/>
- Blankeship, D. (2021). *Vehicle History*. Obtenido de Hyundai Sonata: <https://www.vehiclehistory.com/report/hyundai/sonata/2017>
- BOSCH. (2020). *Sensor de Oxígeno*.
- Brady, R. N. (2013). Internal Combustion Engines. *ScienceDirect*.
- Cise Electronics, & Correa, H. (2013). *Sistema OBD II*.
- Data, C. . (2023). Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/ecuador/provincia-del-azuyay/cuenca-875185/>
- Donado, A. (28 de 07 de 2021). *Autosoporte*. Obtenido de Sensor de Oxígeno y su Evolución en La Inyección Electrónica: <https://autosoporte.com/sensor-de-oxigeno-y-la-evolucion-en-la-inyeccion-electronica/>
- E-auto. (2020). *Sensor MAP*. Obtenido de <https://www.e-auto.com.mx/enuw/index.php/85-boletines-tecnicos/7151-7-sintomas-de-un-sensor-de-map-en-mal-estado>
- González, H. C. (2013). Diseño de simulación de señales básicas para un sistema de inyección electrónica a gasolina.
- Group, V. (2023). *Direct Industry*. Obtenido de <https://www.directindustry.es/prod/national-instruments/product-5074-981441.html>
- Landín, P. (26 de 3 de 2011). *PELANDINTECNO-TECNOLOGIA*. Obtenido de Motor de explosión de cuatro tiempos: <http://pelandintecno.blogspot.com/2011/03/motor-de-explosion-de-cuatro-tiempos.html>
- Mecafenix, I. (30 de 04 de 2018). *Funcionamiento de un termistor*. Obtenido de <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/termistor-sensor-temperatura/>
- Melchor, J. C. (2012). *Mantenimiento de sistemas auxiliares del motor de ciclo Otto*. Málaga: ic editorial.
- Morocho, C. P. (2023).
- Morocho, C. P., & Auto-Data. (2023).
- Moyano, R. S. (2018). *Mecánica para Todos*. Obtenido de Sensor de Presión Absoluta del Múltiple: <https://mecanicaparatodosblog.wordpress.com/2022/05/10/sensor-map-sensor-de-presion-absoluta-del-multiple/>

National Instruments. (2022). Obtenido de <https://www.ni.com/es-cr/shop/data-acquisition.html#:~:text=¿Qué%20es%20DAQ%3F,con%20software%20programable%20como%20LabVIEW>.

Payri, P. F., & Prof. J. M. Desantes. (2015). *Motores de combustión interna alternativos*. Barcelona: REVERTÉ.

Salas, R. (2018). *Autotrónica*. Obtenido de TPS (Sensor posición mariposa de acelerador): <https://autotronica-3-4.webnode.cl/l/un-articulo-con-diferentes-formatos/>

TuTiempo, & Cuenca, E. m. (s.f.). Obtenido de <https://www.tutiempo.net/Estaciones/Cuenca/>

Zal, P. (2009). *automobile catalog*. Obtenido de https://www.automobile-catalog.com/car/2009/1182755/hyundai_sonata_y20.html#gsc.tab=0

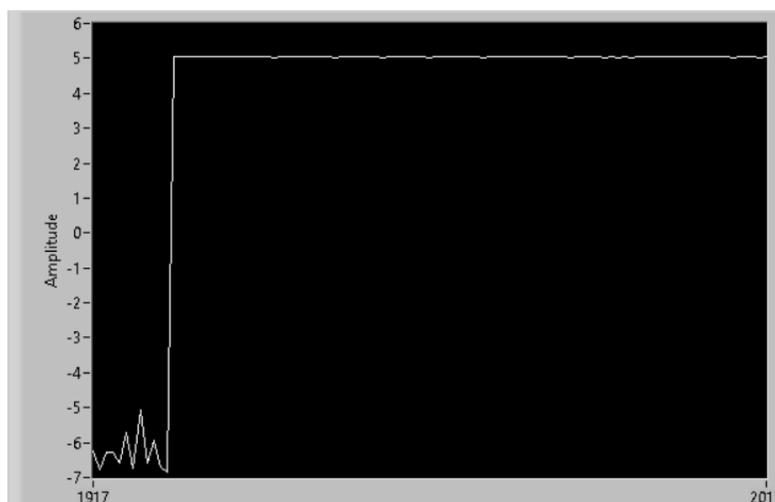
Zambrano León, D. (2017). *ResearchGate*. Obtenido de Modelación del parámetro de identificación de diagnóstico PID's, del sensor: https://www.researchgate.net/publication/352981629_308-Texto_del_articulo-1618-3-10-20190522/download

1. ANEXOS

Señales en otros modos de funcionamiento

Figura A1

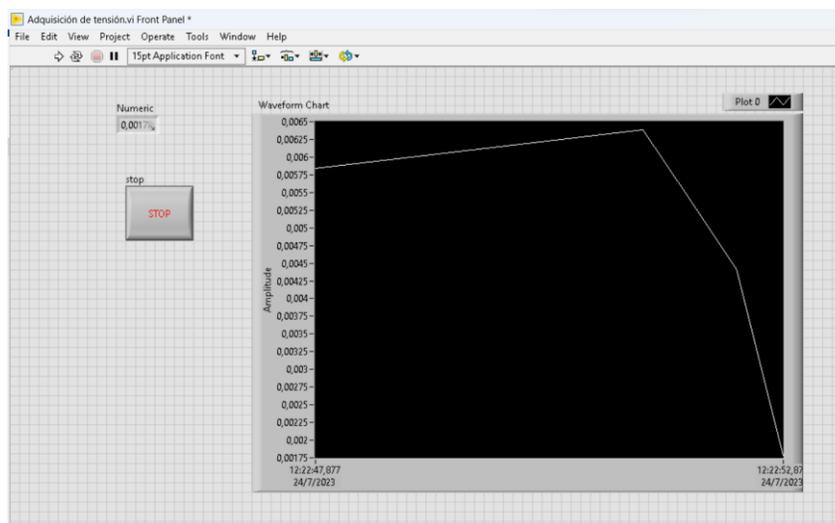
Señal TPS en aceleración



Nota: Aceleración súbita. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Figura A2

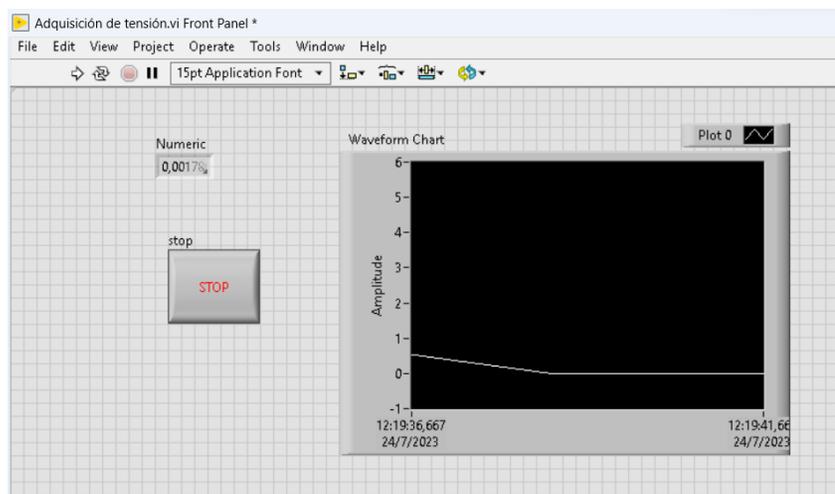
TPS en desaceleración



Nota: desaceleración súbita. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Figura A3

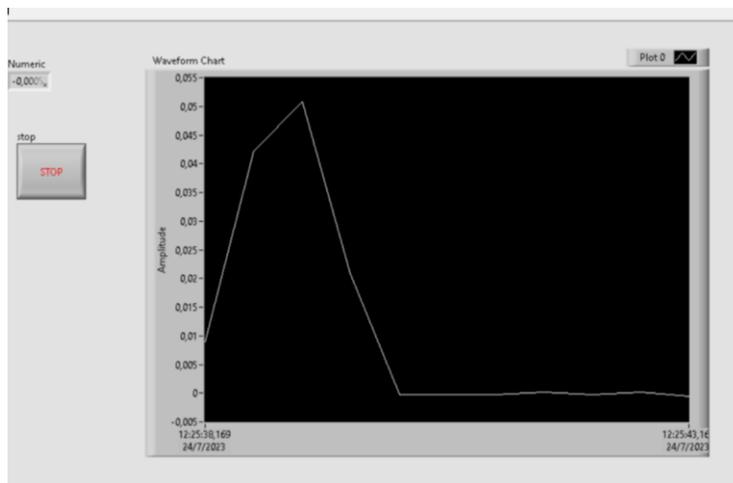
Caída de la temperatura



Nota: La temperatura desciende lentamente. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Figura A4

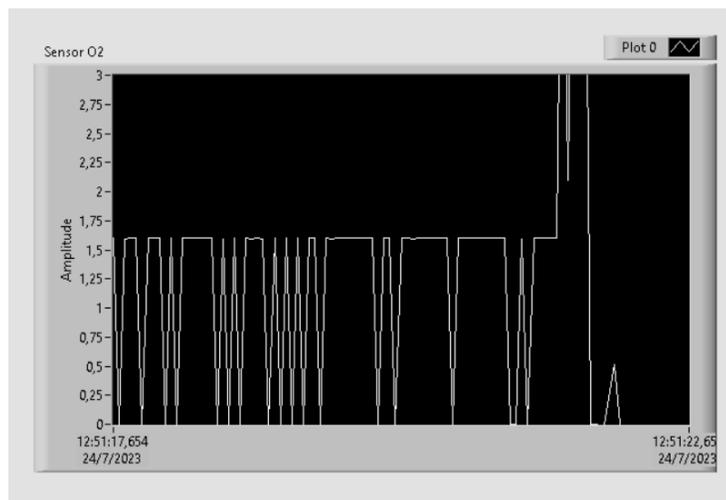
Aceleración y desaceleración



Nota: La temperatura desciende lentamente. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Figura A5

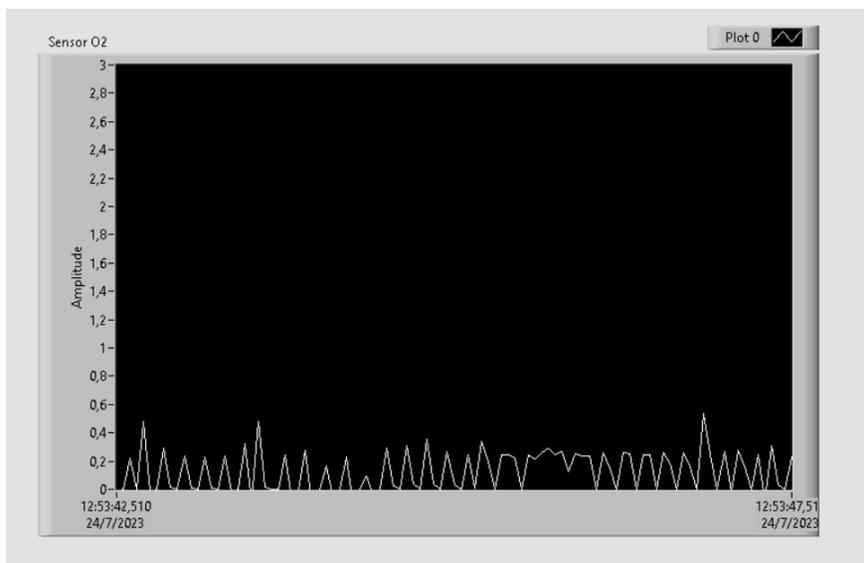
Sensor de oxígeno



Nota: Se nota un pico de voltaje demasiado alto lo que puede significar un sensor en mal estado. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Figura A6

Sensor de oxígeno – Funcionamiento en ralentí



El funcionamiento, aunque dentro de los rangos de voltaje, se detectan picos inestables. Tomado de: (Reinoso Méndez & Cabrera Jaramillo, 2023)

Figura A7

Onda en desaceleración del sensor IAT



Figura A8*Aceleración súbita*