

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

4TO SEMESTRE

PROYECTOS IV

CONSTRUCCIÓN DE BANCO DE PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO



Alcocer Chávez Leonardo Enrique

Ancona Altamirano Mauricio de Jesus

Ayuso Aranda Roger Fernando

Bautista Torres Karla

Echeverría Ucan Andre Fernando

Fernandez Avendaño Carlos Eduardo

Garcia Chavarria Daniel Abraham

Jimenez Gonzalez Victor Fernando

Lopez Perez Jorge Emilio

Osuna Chávez Andrea Ivanna

Pimienta Olán Rafael Evaristo

Río Arceo Ricardo Adán

Serrano Hernandez Raúl

12 de mayo de 2026

Índice

1. Introducción	3
2. Problemática	3
3. Justificación	4
4. Objetivos	5
4.1. Objetivo general	5
4.2. Objetivos específicos	5
5. Plan de trabajo	7
6. Marco teórico	10
6.1. Banco de pruebas automotriz	10
6.2. Motor	11
6.2.1. Componentes principales	11
6.2.2. Funcionamiento del motor 4 tiempos	12
6.2.3. Sistema de distribución	13
6.2.4. Sistema de lubricación	15
6.2.5. Sistema de enfriamiento	16
6.2.6. Sistema de admisión y escape	17
6.3. Sistema de inyección electrónica	18
6.3.2. ECU (Unidad de Control del Motor)	18
6.3.3. Señales de entrada y salida	20
6.4. Sensores automotrices	21
6.4.1. Sensores de posición	22
6.4.1.1. CKP (Sensor de posición del cigüeñal)	22
6.4.1.2. CMP (Sensor de posición del árbol de levas)	23
6.4.1.3. TPS (Sensor de posición del acelerador)	24
6.4.2. Sensores de presión y flujo	25
6.4.2.1. MAP (Sensor de presión absoluta del múltiple).	25
6.4.2.2. MAF (Sensor de flujo de aire).	26
6.4.3. Sensores de temperatura	27
6.4.3.1. ECT (Sensor de temperatura del refrigerante).	27
6.4.3.2. IAT (Sensor de temperatura del aire de admisión).	28
6.4.4. Sensores de retroalimentación	29
6.4.4.1. Sensor de oxígeno (O2).	29
6.5. Actuadores automotrices	30
6.5.1. Inyectores	30
6.5.2. Bobinas	31
6.5.3. Cuerpo de aceleración electrónico	32
6.5.4. Bomba de combustible	33
6.5.5. Válvula de control de aire (IAC)	34
6.5.6. Relevadores	35
6.6. Diagnóstico electrónico automotriz	36
6.6.1. ¿Qué es diagnóstico automotriz?	36

6.6.2. OBD2	37
6.6.3. Códigos DTC	38
6.6.4. Clasificación de códigos DTC	39
6.6.5. Uso de multímetro	41
6.6.6. Uso de osciloscopio	42
6.6.7. Uso de escáner	43
7. Desarrollo del motor	45
7.1. Desarrollo del banco de pruebas	45
7.2. Desarrollo del motor	49
7.2.1. Avance 1. Selección y adquisición del motor	49
7.2.2. Avance 2: Desmontaje, limpieza y reacondicionamiento del motor	50
7.2.3. Avance 3: Medición y diseño de la base del banco de pruebas	52
7.2.4. Avance 4: Integración del sistema eléctrico y diagnóstico de fallas	53
7.2.5. Avance 5: Instalación y montaje final del motor	57
7.2.6. Avance 6: Adaptación del sistema eléctrico	62
7.2.7. Avance 7. Diagnóstico y corrección del sistema de alimentación de combustible	66
Referencias	69

1. Introducción

El presente proyecto consiste en el diseño y construcción de un banco de pruebas de diagnóstico especializado en sensores automotrices, orientado a estudiantes de cuarto semestre de la carrera de Ingeniería Automotriz. Este banco de pruebas se plantea como una herramienta académica–experimental que permite analizar, caracterizar y validar el funcionamiento de sensores utilizados en los sistemas electrónicos del vehículo, tales como sensores de posición, presión, temperatura, velocidad y flujo.

El banco de pruebas permitirá reproducir condiciones controladas de operación, facilitando el estudio de la relación entre magnitudes físicas y señales eléctricas, así como la interpretación de parámetros fundamentales como voltaje, corriente, resistencia, frecuencia y forma de onda. De esta manera, se promueve una comprensión integral del papel que desempeñan los sensores dentro de los sistemas de control automotriz.

En el ámbito profesional, el dominio del diagnóstico de sensores es una competencia esencial para el ingeniero automotriz, ya que de su correcto funcionamiento depende la eficiencia del motor, la seguridad activa del vehículo y el cumplimiento de normativas ambientales. Como resultado del proyecto, se espera obtener un banco de pruebas funcional, modular y seguro, además del fortalecimiento de habilidades técnicas en instrumentación, análisis de fallas y toma de decisiones basada en datos.

2. Problemática

La creciente incorporación de sistemas electrónicos y de control en los vehículos modernos ha incrementado significativamente la dependencia de sensores para la operación adecuada de los sistemas automotrices. No obstante, en el entorno académico universitario, particularmente en los primeros semestres de la carrera, existe una limitada disponibilidad de equipos que permitan el análisis profundo y práctico de estos dispositivos.

Esta situación genera una brecha entre los conocimientos teóricos adquiridos en asignaturas como sensores, electrónica automotriz y control, y su aplicación real en escenarios de diagnóstico. A nivel regional y nacional, esta deficiencia se refleja en profesionales con dificultades para interpretar señales, identificar fallas intermitentes y diferenciar entre un sensor defectuoso y un problema en el sistema asociado.

Asimismo, la práctica directa sobre vehículos reales implica riesgos de seguridad, costos elevados y limitaciones en la repetición de pruebas bajo condiciones idénticas. Ante este contexto, resulta necesaria la construcción de un banco de pruebas de diagnóstico que permita a los estudiantes experimentar, analizar y validar el funcionamiento de sensores automotrices en un entorno controlado y seguro.

3. Justificación

La construcción de un banco de pruebas de diagnóstico para sensores automotrices se justifica por la necesidad de fortalecer el aprendizaje experimental en la formación del ingeniero automotriz. Este tipo de equipo permite validar de manera práctica los principios teóricos relacionados con el funcionamiento de sensores, acondicionamiento de señales y sistemas de adquisición de datos.

Desde el punto de vista académico, el banco de pruebas favorece el desarrollo de competencias técnicas como la interpretación de diagramas eléctricos, el uso de instrumentos de medición avanzados (multímetro, osciloscopio, escáner de diagnóstico), y el análisis de señales analógicas y digitales. Además, promueve el razonamiento crítico al comparar valores teóricos con resultados experimentales.

En el ámbito profesional, este proyecto contribuye a la formación de ingenieros capaces de enfrentar las exigencias de la industria automotriz, donde el diagnóstico preciso es fundamental para la reducción de tiempos de mantenimiento, costos operativos y

emisiones contaminantes. Asimismo, el banco de pruebas puede adaptarse para fines de investigación, capacitación técnica y desarrollo tecnológico, representando una oportunidad de innovación dentro del sector educativo y productivo.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Diseñar y construir un banco de pruebas de diagnóstico para sensores automotrices que permita analizar y caracterizar su comportamiento eléctrico y funcional bajo condiciones controladas, como apoyo al proceso de enseñanza–aprendizaje en el cuarto semestre de la carrera de Ingeniería Automotriz.

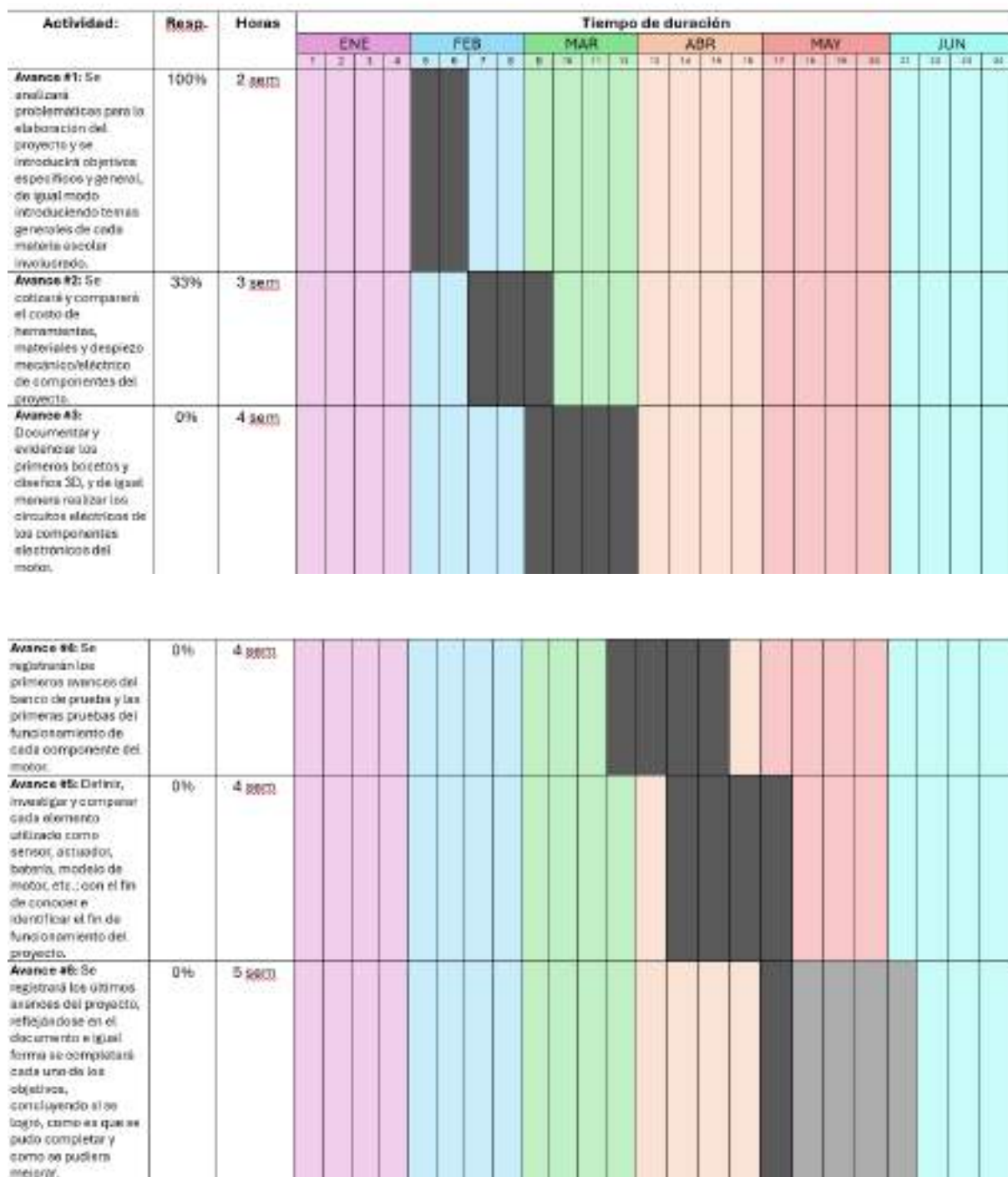
4.2. Objetivos específicos

- Analizar los principios de funcionamiento de los principales sensores automotrices empleados en sistemas de gestión del motor y seguridad, para comprender su papel dentro de los sistemas del vehículo.
- Diseñar la arquitectura eléctrica y física del banco de pruebas, considerando criterios de seguridad, modularidad y facilidad de medición, para garantizar seguridad, modularidad y facilidad de medición.
- Seleccionar e integrar sensores automotrices representativos para su análisis experimental, para realizar prácticas experimentales reales.
- Implementar circuitos de alimentación y acondicionamiento de señal que permitan la correcta lectura de las variables ,para obtener señales estables y confiables.
- Desarrollar prácticas experimentales para evaluar la respuesta de los sensores ante variaciones controladas de las magnitudes físicas, para evaluar la respuesta de los sensores ante variaciones controladas.

- Analizar e interpretar las señales obtenidas mediante instrumentos de medición, comparándolas con valores teóricos y especificaciones del fabricante, para compararlas con valores teóricos y del fabricante.
- Validar el funcionamiento del banco de pruebas mediante la detección simulada de fallas y el análisis de resultados, para comprobar su utilidad en el diagnóstico.
- Documentar el diseño, construcción y resultados experimentales del banco de pruebas como evidencia del cumplimiento de los objetivos establecidos, para evidenciar el cumplimiento de los objetivos establecidos.

5. Plan de trabajo

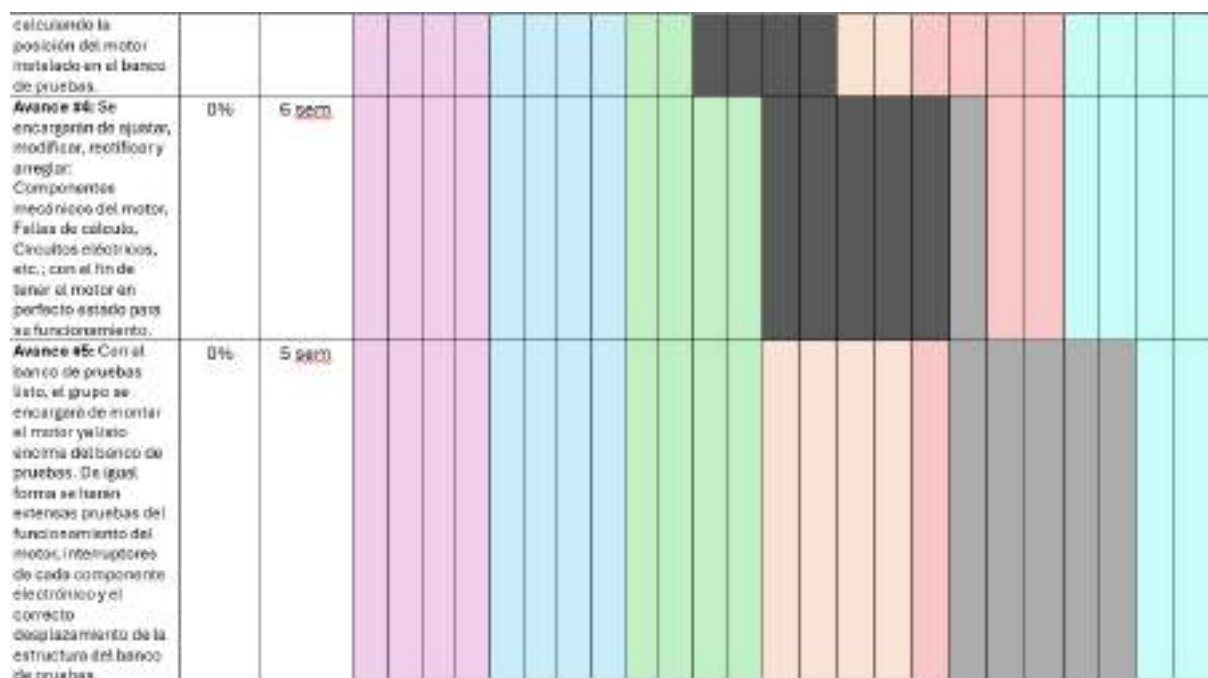
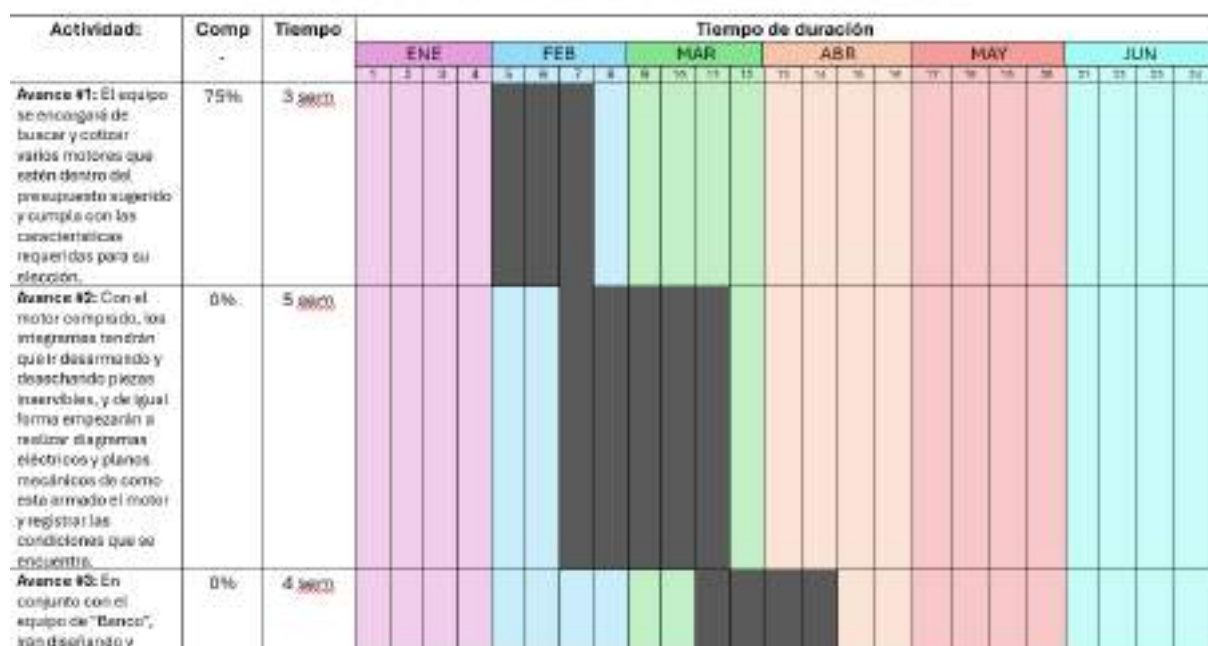
DIAGRAMA DE GANTT: DOCUMENTO


INTEGRANTES (DOCUMENTO):

- Bautista Torres Karla (KB)
- Osuna Cháirez Andrea Ivanna (AO)
- Río Arceo Ricardo Adán (RR)

DIAGRAMA DE GANTT: MOTOR

DIAGRAMA DE GANTT: MOTOR



INTEGRANTES (MOTOR):

Arcoña Adamario Mauricio de Jesús (MA)

Ayuso Arends Roger Fernando (RA)

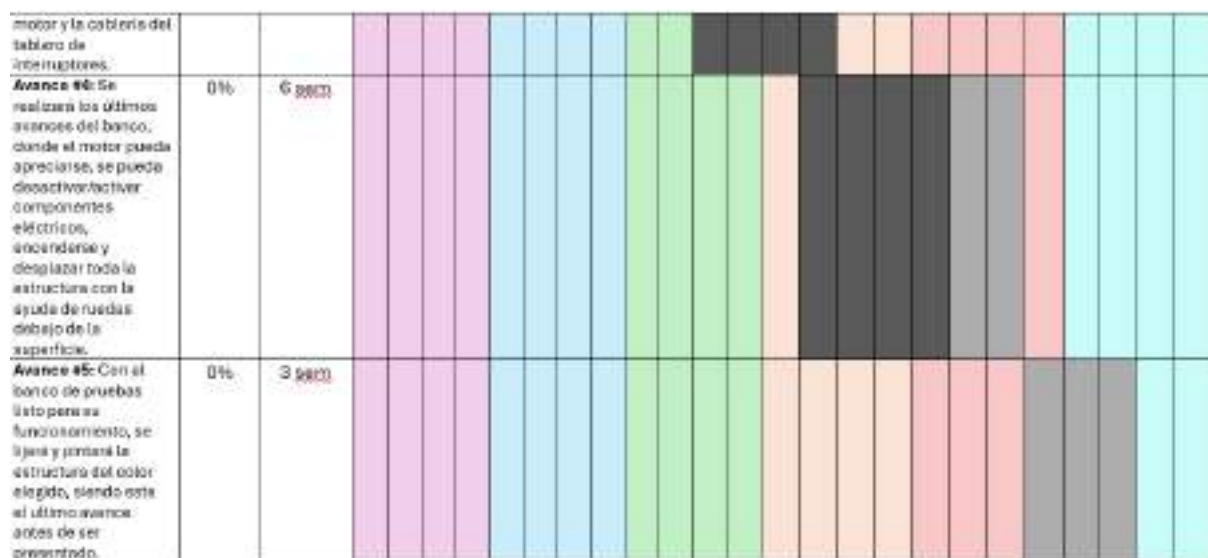
Pérez Rodríguez Carlos Eduardo (CP)

García Chaverra Daniel Abraham (DG)

Pimentel Olaz Rafael Everisto (RP)

DIAGRAMA DE GANTT: BANCO

ДИАГРАММА ДЕ ГАНТТ: БАНКО



Echeverría Lican Andre Fernando (AE)

Jiménez González Víctor Fernando (VJ)

López Pérez Jorge Emilio (JL)

Serrano Hernández Raúl (RS)

6. Marco teórico

6.1. Banco de pruebas automotriz

El banco de pruebas constituye un equipo industrial para experimentar con prototipos, máquinas o sistemas complejos, el cual posee aplicaciones favorables tanto para los fabricantes, preparadores y usuarios (Márquez & Rojas, 2011).

Un banco de pruebas es un sistema que se encuentra formado por una serie de elementos, los cuales permiten la simulación del comportamiento de un motor y de sus características operativas en condiciones controladas, para ello se utilizan una serie de instrumentos de control y de medida (FLOREZ, 2012).

Los bancos de prueba, como se muestra en (figura 1) permiten analizar el funcionamiento de los motores, realizar comparaciones con los valores estándar del fabricante, comprender su comportamiento y operación y en definitiva constituyen un instrumento pedagógico que contribuye al conocimiento y comprensión de la funcionalidad del mismo y sus componentes (Ballesteros et al., 2022).

Figura 1

Banco de pruebas de bombas hidráulicas.





Nota: Tomado de Beacon Diesel (2022).

6.2. Motor

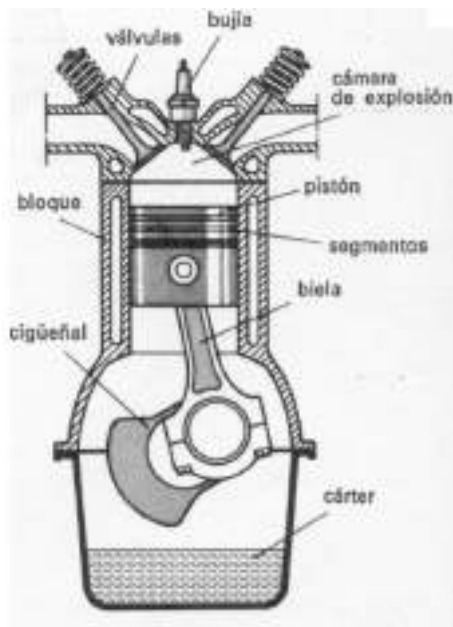
“Un Motor de Combustión Interna es un conjunto de elementos mecánicos que permiten obtener energía mecánica a partir del estado térmico de un fluido de trabajo que se ha generado en su propio seno mediante un proceso de combustión.” (Rovira de Antonio & Muñoz Dominguez, Motores de Combustión Interna, 2015)

6.2.1. Componentes principales

En la siguiente figura se pueden apreciar algunos de los principales componentes internos de un motor de gasolina, se puede observar en (figura 2).

Figura 2

Componentes de un motor de combustión interna



Nota: Tomado de Blogspot (2011)

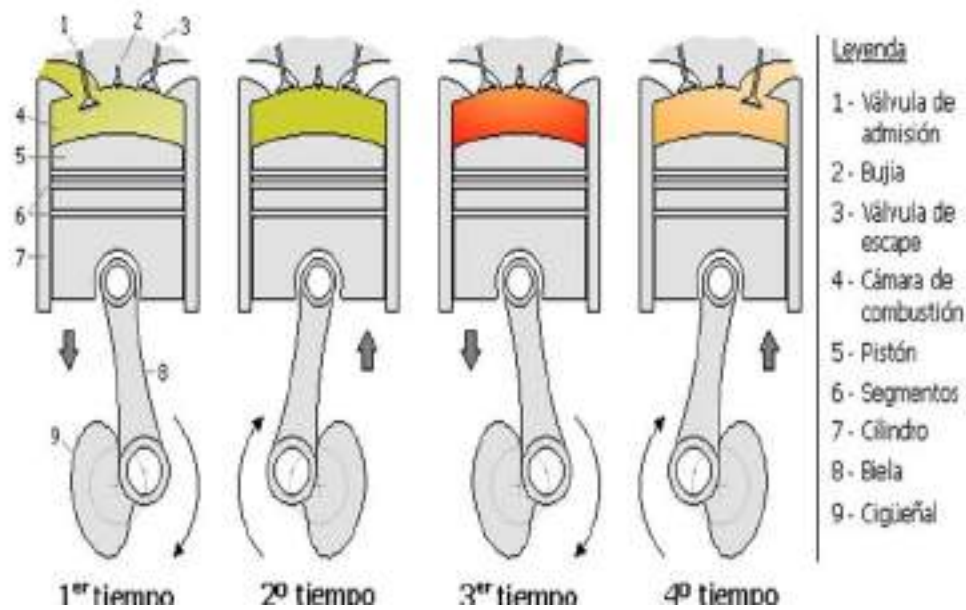
6.2.2. Funcionamiento del motor 4 tiempos

Los motores de cuatro tiempos realizan el ciclo de trabajo en cuatro carreras del pistón. La renovación de la carga tiene lugar mediante las válvulas de admisión y escape. La válvula o las válvulas de admisión permiten la entrada de gases frescos en la fase de admisión y la válvula o válvulas de escape permiten la salida de gases quemados en la fase de escape. En la primera vuelta del cigüeñal (de 0° a 180°) se realiza una carrera descendente del pistón y al estar la válvula de admisión abierta se produce la entrada de mezcla de gasolina y aire, produciéndose la fase de admisión. Seguidamente, el pistón sufre una carrera ascendente y el cigüeñal gira otra media vuelta (de 180° a 360°), estando las válvulas cerradas, siendo esta la fase de compresión. Después, el cigüeñal gira otra media vuelta (de 360° a 540°), el pistón desciende con las válvulas aún cerradas. Por

último, el cigüeñal realiza la última media vuelta del ciclo (de 540° a 720°), ascendiendo el pistón mientras la válvula de escape está abierta, expulsando los gases quemados, siendo esta la fase de escape. (David González Calleja, 2015), como se muestra en (figura 3).

Figura 3

Funcionamiento de un motor a 4 tiempos



Nota: Tomado de Blogspot (2019)

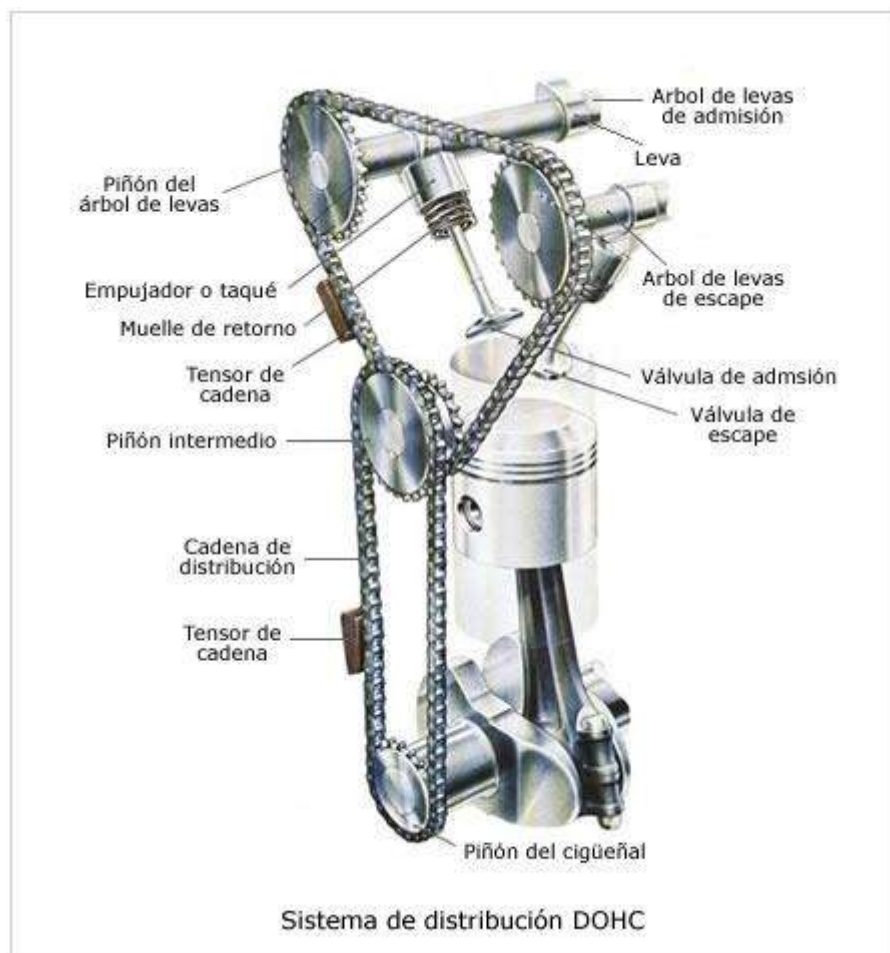
6.2.3. Sistema de distribución

Cada cilindro toma el combustible y expulsa los gases a través de válvulas de cabezal o válvulas deslizantes. Un muelle mantiene cerradas las válvulas hasta que se abren en el momento adecuado, al actuar las levas de un árbol de levas rotatorio movido por el cigüeñal, estando el conjunto coordinado mediante la cadena o la correa de distribución.

Comprende los engranajes de distribución del cigüeñal y del eje de levas. Este sistema como se observa en (figura 4) garantiza la sincronización entre los movimientos del pistón y de las válvulas. La sincronización se obtiene enfrentando las respectivas marcas de los engranajes y regulando la luz de las válvulas según se indique en el manual del tractor. (Jaime Gilardi, 1985)

Figura 4

Partes del sistema de distribución.



Nota: Tomado de motor.es (2019)

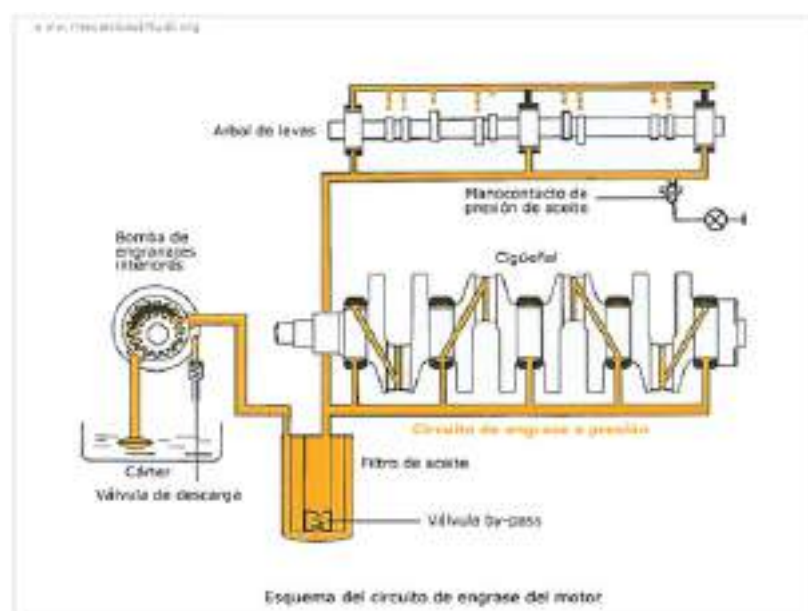
6.2.4. Sistema de lubricación

En un motor, cualquiera que sea el sistema de lubricación empleado, su misión es la de suministrar la cantidad de aceite suficiente a todas las partes móviles, para realizar el engrase de forma conveniente. La función es la de permitir la creación de una cuña de aceite lubricante en las partes móviles, evitando el contacto metal con metal, además produce la refrigeración de las partes con alta temperatura al intercambiar calor con el medio ambiente cuando circula por zonas de temperatura más baja o pasa a través de un radiador de aceite. (UNEFA, 2012)

Lo componen el "cárter", la bomba de aceite, los filtros y otras partes, que tienen por objeto: contribuir con el enfriamiento; lubricar todas las partes móviles; disminuir la fricción; disminuir el desgaste; mantener limpio el motor extrayendo limallas, gomas y otras suciedades y evitar el óxido y la corrosión interna que son visibles en (figura 5) . (Jaime Gilardi, 1985)

Figura 5

Esquema del circuito de engrases del motor.



Nota: Tomado de pasión por volar (2017)

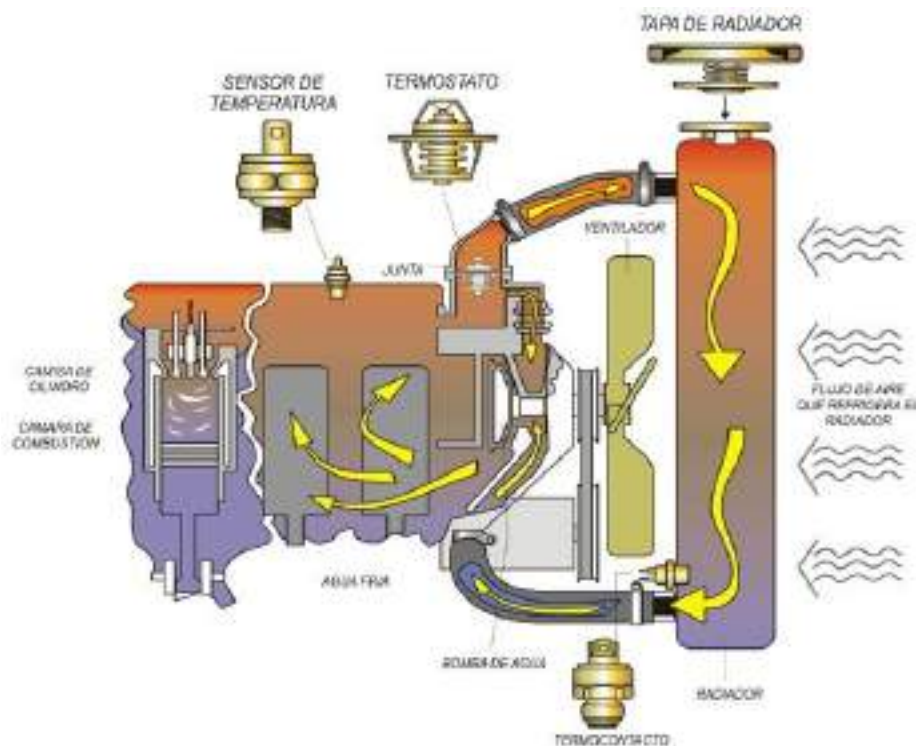
6.2.5. Sistema de enfriamiento

Dado que la combustión produce calor, todos los motores deben disponer de algún tipo de sistema de refrigeración.

Lo componen de la (figura 6) son el radiador, la bomba de agua y otras partes. Su finalidad es mantener la temperatura del agua alrededor de 85°C , que el tiempo de calentamiento sea rápido (función del termostato) y que no sobrevengan sobrecalentamientos dañinos. El enfriamiento de los motores pequeños se realiza, generalmente, por medio de la corriente de aire producida por un ventilador o una turbina. (Jaime Gilardi, 1985).

Figura 6

Sistema de refrigeración.





Nota: Tomado de GMB (2021)

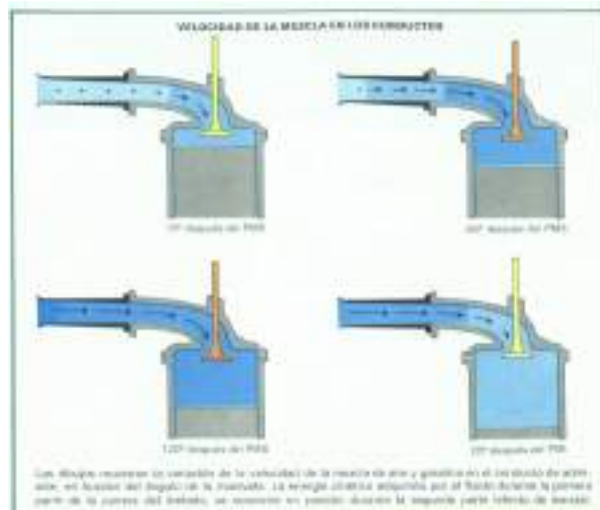
6.2.6. Sistema de admisión y escape

“Un sistema de admisión efectivo provee al motor de aire limpio a una temperatura y restricción razonables. Remueve del aire los materiales finos como el polvo, arenas, etc. También permite la operación del motor por un periodo de tiempo razonable antes de requerir servicio...”(pág. 2)

El sistema de escape hace salir los gases y el calor e impulsa el turbocargador en caso que lo requiera. Este sistema ilustrado en la (figura 7) conduce gases del motor al exterior. Es importante porque ayuda a la expulsión de los gases del motor, a mejorar la combustión y la potencia final obtenida... (UTN. 2017. pág.3)

Figura 7

Sistema de admisión y escape.



Nota: Tomado de UTN (2017)

6.3. Sistema de inyección electrónica

Se comenzó con el carburador un sistema mecánico, que cumplía la función de mezclar el aire con el combustible, esta mezcla recorría todo el múltiple de admisión y esperaba a que la válvula abriera para entrar al cilindro. Rápidamente por situaciones de fines bélicos, reducción de emisiones de gases contaminantes y la carrera del avance tecnológico evolucionó a la inyección electrónica como se observa en la (figura 8).

Figura 8

Imagen del sistema de inyección electrónica.



Nota: Tomado de Autosoporte (2025)

6.3.2. ECU (Unidad de Control del Motor)

La Unidad de Control Electrónica (ECU) es una computadora integrada en el sistema automotriz que recibe señales provenientes de múltiples sensores del motor, procesa esa información según parámetros predefinidos y genera comandos de salida hacia los

actuadores para controlar funciones críticas como la inyección de combustible, el avance del encendido y la regulación de otros sistemas operativos del motor. Este proceso de entrada y salida de señales permite que la ECU ajuste continuamente el rendimiento del motor y responda a diferentes condiciones de operación, brindando estabilidad y eficiencia en tiempo real (Sandovalín et al., 2022).

Tiene por función procesar la formación recibida de los sensores y desarrollar el programa almacenado en la memoria. y su forma física se demuestra en la (figura 9), (INACAP, 2001).

Figura 9

Unidad de control electrónica (ECU).



Nota: Tomada de detailingdevils (2024)

6.3.3. Señales de entrada y salida

La ECU opera mediante el procesamiento de señales de entrada y salida que permiten el control electrónico del motor. Las señales de entrada provienen de sensores como el de posición del cigüeñal, temperatura del refrigerante, presión del múltiple y sensor de oxígeno, los cuales envían información en forma de voltajes, variaciones de frecuencia o señales digitales. Posteriormente, la ECU analiza estos datos y genera señales de salida hacia actuadores como los inyectores, bobinas de encendido, válvula IAC o relevadores, regulando así la dosificación de combustible y el tiempo de encendido para mantener un funcionamiento eficiente del motor (Villacrés, 2019).

El sistema de gestión electrónica del motor funciona bajo un esquema de adquisición y procesamiento de datos, donde las señales de entrada pueden ser analógicas (variaciones de voltaje), digitales (señales cuadradas) o de frecuencia, dependiendo del tipo de sensor. Estas señales son convertidas internamente por la ECU para su interpretación y posterior generación de señales de salida que activan actuadores mediante pulsos eléctricos modulados, permitiendo un control preciso del tiempo de inyección y del encendido y se pueden observar con mas detalles en la (figura 10), (Morales, 2018).

Figura 10



Diagrama de funcionamiento de la ECU.



Nota: Tomado de itqallterrain (2022)

6.4.1. Sensores de posición

El sensor de posición es un aparato que percibe el desplazamiento de un objeto y lo transforma en señales apropiadas para su procesamiento, transmisión o control.

6.4.1.1. CKP (Sensor de posición del cigüeñal)

El sensor de posición del cigüeñal (CKP) es un dispositivo encargado de monitorear la posición angular y la velocidad de rotación del cigüeñal, enviando esta información a la ECU para sincronizar el sistema de encendido y la inyección de combustible. Su señal es esencial para que el motor pueda arrancar y mantener un funcionamiento estable, ya que permite identificar el punto muerto superior del pistón (Guamán, 2020).

Además, el CKP puede operar mediante tecnología inductiva o efecto Hall, generando señales analógicas o digitales que la ECU interpreta como pulsos eléctricos para calcular las revoluciones por minuto y la posición exacta del cigüeñal que se muestra en la parte inferior (figura 12), (Morales, 2018).

Figura 12

Sensor CKP



Nota: Tomado de Autoavance (2019)

6.4.1.2. CMP (Sensor de posición del árbol de levas)

Además, el CKP puede operar mediante tecnología inductiva o efecto Hall, generando señales analógicas o digitales que la ECU interpreta como pulsos eléctricos para calcular las revoluciones por minuto y la posición exacta del cigüeñal como en la (figura 13), (Morales, 2018).

Figura 13

Sensor CMP



Nota: Tomado de Emgi (2024)

6.4.1.3. TPS (Sensor de posición del acelerador)

El TPS indica al computador la posición angular de la mariposa de aceleración y en ángulos modelos, también la posición de ralentí y plena carga. El sensor utiliza un potenciómetro generalmente lineal que es visible en la (figura 14) para enviar un Voltaje variable a la ECU. Recibe un Voltaje de referencia de 5 Volts y entrega 0.8v con mariposa cerrada, 5v con mariposa a 90° de abertura (INACAP , 2001)

Figura 14



Sensor TPS



Nota: Tomado de Tomco (2017)

6.4.2. Sensores de presión y flujo

6.4.2.1. MAP (Sensor de presión absoluta del múltiple).

El sensor de presión absoluta del múltiple (MAP) mide la presión del aire dentro del múltiple de admisión y envía esta información a la ECU para calcular la carga del motor. Con base en esta señal, la unidad de control determina la cantidad adecuada de combustible que debe inyectarse, especialmente en sistemas que no utilizan medidor de flujo de aire directo (Paredes, 2017).

El MAP genera generalmente una señal analógica de voltaje variable proporcional a la presión detectada, lo que permite a la ECU ajustar el tiempo de inyección y el avance de encendido según las condiciones de operación del motor y su tamaño es reducido como se demuestra en la (figura 15).(Guamán, 2020).

Figura 15



Sensor MAP



Nota: Tomado de mundodelmotor (2019)

6.4.2.2. MAF (Sensor de flujo de aire).

El sensor MAF es responsable de medir la cantidad de aire que ingresa al motor como se ilustra en la (figura 16), proporcionando a la ECU un dato preciso sobre la masa de aire aspirada. Esta información es fundamental para calcular la relación aire–combustible y mantener una combustión eficiente, reduciendo emisiones y optimizando el rendimiento del motor (Morales, 2018).

Figura 16

Sensor MAF



Nota: Tomada de obd2mola (2024)

6.4.3. Sensores de temperatura

6.4.3.1. ECT (Sensor de temperatura del refrigerante).

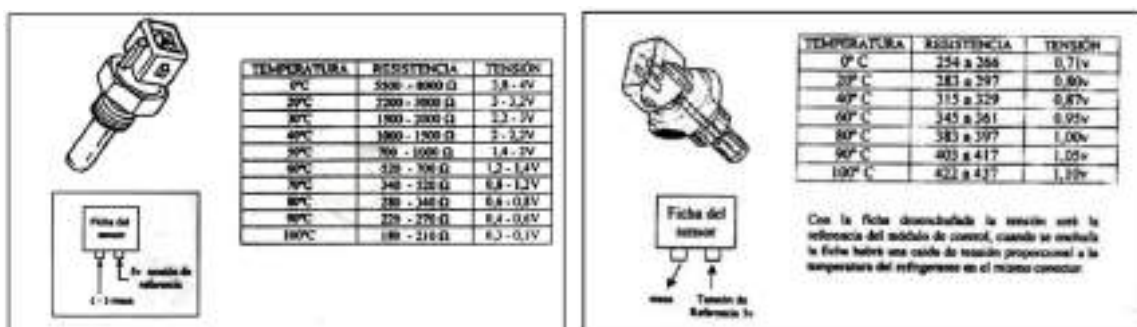
Como su nombre lo indica se utilizan para medir temperaturas de gases y líquidos especialmente aunque puede haber diferentes diseños como en la (figura 17), un claro ejemplo donde son usados para medir la temperatura del líquido refrigerante, del aceite, del combustible e inclusive de los gases de escape dentro de su clasificación los encontramos en 2 tipos los termistores y los termopares. (pág. 23)

Los termistores de tipo PTC tienen un principio de funcionamiento de emisión de señal lineal con lo cual la interpretación de la información que emiten es sencilla, ya que, si la temperatura se eleva de igual manera su resistencia, son de acción lenta. (pág.23)

Los sensores de tipo termopar, más conocidos comúnmente como sondas son usados principalmente para la medición de gases, en los vehículos lo más común encontrar es para la medición de gases de escape. (UÍDE. 2018. pág.24)

Figura 17

Sensores de temperatura de tipo termistor y termopares.



Nota: Tomado de UÍDE (2018)

6.4.3.2. IAT (Sensor de temperatura del aire de admisión).

El sensor de temperatura del aire de admisión (IAT) mide la temperatura del aire que entra al motor, permitiendo a la ECU corregir la cantidad de combustible inyectado según la densidad del aire. Cuando la temperatura es baja, el aire es más denso y requiere mayor cantidad de combustible; cuando es alta, la mezcla debe ajustarse para mantener una combustión adecuada (Guamán, 2020).

El IAT normalmente funciona como una resistencia tipo termistor NTC, cuyo valor varía en función de la temperatura, generando una señal de voltaje que la ECU interpreta como parámetro de corrección en las estrategias de control de mezcla con ilustración como se observa en la (figura 18) (Cando, 2019).

Figura 18

Sensor IAT



Nota: Tomado de E-auto (2012)

6.4.4. Sensores de retroalimentación

6.4.4.1. Sensor de oxígeno (O₂).

“El sensor de gases de escape también es denominado como sensor de oxígeno ilustrado en la (figura 19), de su función depende del control de las emisiones de gases combustionados en un vehículo equipado con sistema catalítico..Este tipo de sensor usa un elemento muy habitual como el circonio, aunque también lo hay en titanio, su constitución es de dos electrodos porosos de platino, los cuales son los encargados de transmitir la señal, la superficie externa del electrodo está en constante contacto con los gases de escape, y la superficie interna está en contacto con el aire exterior la composición de estos materiales tienen un comportamiento peculiar, es decir que genera una descarga eléctrica cuando existe una diferencia de oxígeno en los dos electrodos.” (UÍDE. 2018. pág. 27)

Figura 19

Sensor de oxígeno o gases de escape (O₂)



Nota: Tomado de Tomco (2025)

6.5. Actuadores automotrices

“...elemento del vehículo con la capacidad de transformar señales eléctricas comandadas por la unidad de control electrónico, ya sea en distintivos tipos de energía, hidráulica, mecánica, neumática entre muchas otras más, y dentro del vehículo la operación de muchas tareas críticas es realizadas ya sea en el motor, seguridad activa e inclusive pasiva del vehículo.” (UÍDE. 2018. pág. 36)

6.5.1. Inyectores

“Este actuador ejecuta la acción más importante del vehículo, pues es encargado de suministrar el combustible para su posterior proceso de combustión, básicamente son válvulas eléctricas, las cuales reciben el pulso modulado desde la unidad de control electrónico, la que no solo determina la apertura de estas sino el tiempo en que va a estar abierta esta válvula, el número de inyectores es igual a la cantidad de cilindros en el motor, la localización de estas es por lo general antes de la válvula de admisión de cada cilindro, actualmente existe la inyección directa el cual se encuentra justo dentro de la cámara de combustión.” y esta pieza fundamental se encuentra en la parte inferior (figura 20),(UÍDE. 2018. pág. 37).

Figura 20



Inyectores



Nota: Tomado de Bosch Autopartes (2021)

6.5.2. Bobinas

Las bobinas de encendido (figura 21) son actuadores eléctricos encargados de transformar el voltaje bajo de la batería (12 V) en un voltaje elevado necesario para generar la chispa en las bujías. Este incremento de voltaje se produce mediante el principio de inducción electromagnética, permitiendo la combustión de la mezcla aire–combustible dentro del cilindro en el momento preciso determinado por la ECU (Morales, 2018).

En los sistemas modernos, las bobinas pueden ser individuales por cilindro (sistema coil-on-plug), lo que mejora la eficiencia del encendido y reduce pérdidas eléctricas, además de permitir un control más preciso del tiempo de chispa según las condiciones de operación del motor (Villacrés, 2019).

Figura 21



Bobina de encendido



Nota: Tomado de Revista española de electrón (2020)

6.5.3. Cuerpo de aceleración electrónico

“Un cuerpo de aceleración electrónico (figura 22) regula el flujo de aire hacia el motor controlando la apertura del acelerador. Recibe señales de la unidad de control del motor (ECU) del vehículo para ajustar la posición del acelerador según la entrada del conductor, la carga del motor y otros factores. Esencialmente, gestiona la cantidad de aire que entra al motor, lo cual afecta la entrega de combustible y el rendimiento del motor. Este control preciso ayuda a optimizar la eficiencia del combustible, las emisiones y la potencia general del motor.” (Walker. 2024)



Figura 22

Cuerpo de aceleración electrónico.



Nota: Tomado de Mi refacción (2024)

6.5.4. Bomba de combustible

“El sistema de alimentación suministra combustible en volumen necesario para las más diferentes condiciones de carga y revolución del motor. La bomba (figura 23) aspira el combustible del tanque y lo envía a través del filtro hasta las válvulas de inyección. [...]La bomba tiene la posibilidad de producir más caudal del que utiliza el motor. Lo excedente retorna al tanque sin desperdicio, ayudando a enfriar la bomba y el combustible, evitando la producción de vapores contaminantes.” (Bosch. 2012.pág. 2)

Figura 23

Bomba de suministro de gasolina



Nota: Tomado de GMB (2020)

6.5.5. Válvula de control de aire (IAC)

La válvula de control de aire (figura 24) es una válvula del tipo de bypass, su exterior está compuesto por un contenedor sólido de hierro de fundición, con un conjunto de bobinas magnéticas y un eje, a través de este eje la unidad servo-controlada, regula el paso del flujo del oxígeno (Aire), en sus diferentes compartimentos. Este actuador es controlado por la unidad de control electrónico, con la cual en resumen permite una velocidad de revoluciones estable para la marcha de ralentí, con solamente desviar la cantidad o el flujo de aire suministrado. (Uíde. 2018. pág. 40)

Figura 24

Válvula de control de aire o válvula IAC



Nota: Tomado de Mi refacción (2024)

6.5.6. Relevadores

“Un relevador de protección electromecánico (figura 25) está provisto con un indicador que muestra cuándo ha funcionado el relé para disparar un interruptor. Dichos indicadores de funcionamiento son elementos coloreados de un modo característico y son accionados ya sea mecánicamente por el movimiento del mecanismo de accionamiento del relevador o eléctricamente por el flujo de la corriente de contacto y sale a la vista cuando funciona el relevador. Están dispuestos para reponerse manualmente después de que se ha notado su indicación y están listos para el siguiente funcionamiento. “ (UNAM. 2008. pág.60)

Figura 25

Relevador Automotriz.



Nota: Tomado de Fábrica de geeks (2024)

6.6. Diagnóstico electrónico automotriz

El diagnóstico electrónico automotriz es el procedimiento técnico que permite identificar fallas en los sistemas electrónicos del vehículo mediante la lectura de códigos de error y el análisis de señales eléctricas. Este proceso facilita la detección precisa de problemas en sensores, actuadores y unidades de control (Bosch, 2005).

6.6.1. ¿Qué es diagnóstico automotriz?

El diagnóstico automotriz es el proceso técnico y sistemático mediante el cual se evalúa el funcionamiento de los diferentes sistemas de un vehículo, incluyendo los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos, con el objetivo de identificar fallas y determinar su origen. Este procedimiento combina inspección visual, pruebas funcionales y el uso de herramientas especializadas como escáneres y equipos de medición, permitiendo establecer soluciones adecuadas y garantizar un funcionamiento seguro y eficiente del vehículo (Denton, 2017).

6.6.2. OBD2

“El sistema OBD II (figura 28) controla virtualmente todos los sistemas de control de emisiones y componentes que puedan afectar los gases de escape o emisiones evaporativas. Si un sistema o componente ocasiona que se supere el umbral máximo de emisiones o no opera dentro de las especificaciones del fabricante, un DTC (Diagnostic Trouble Code) debe ser almacenado y la lámpara MIL deberá encenderse para avisar al conductor de la falla. El sistema de diagnóstico de abordó no puede apagar el indicador MIL hasta que se realicen las correspondientes reparaciones o desaparezca la condición que provocó el encendido del indicador.” (pág. 3)

“El sistema OBD II utiliza un conector de 16 pines, aunque no todos están ocupados.

2 - J1850 (Bus +)

4 - Masa del Vehículo

5 - Masa de la Señal

6 - CAN High (J-2284)

7 - ISO 9141-2 "Línea K"

10 - J1850 (Bus -)

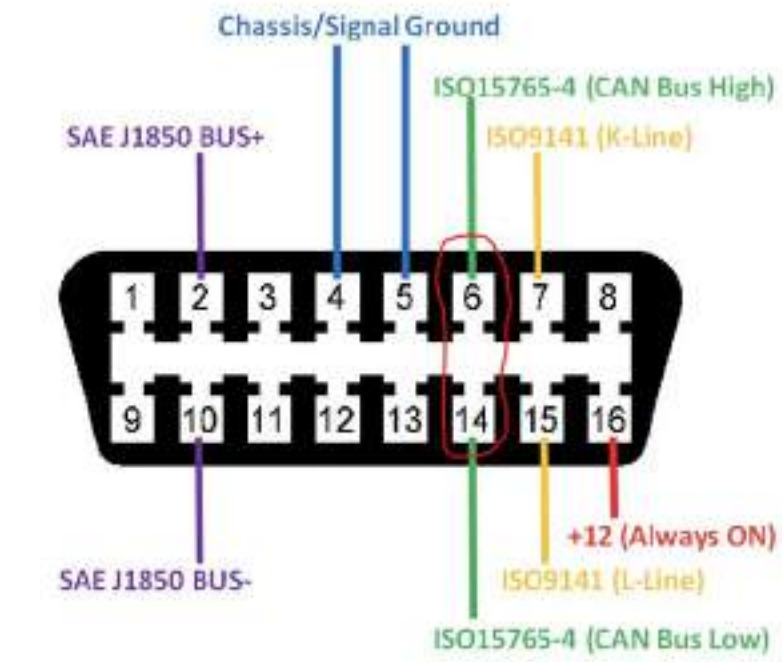
14 - CAN Low (J-2284)

15 - ISO 9141-2 "Línea L"

16 - Batería +” (mecanicoautomotriz. 2019. pág.8)

Figura 28

Conexión OBD II



Nota: Tomado de Kaizen speed (2022)

6.6.3. Códigos DTC

“Un DTC es almacenado en la Memoria de Almacenamiento Activa (PCM Keep Alive Memory - KAM) cuando un mal funcionamiento es inicialmente detectado. En muchos casos la MIL es iluminada después de dos ciclos de uso consecutivos en los que estuvo presente la falla. Una vez que la MIL (figura 29) se ha iluminado, deben transcurrir tres ciclos de uso consecutivos sin que se detecte la falla para que la MIL se apague.

El DTC será borrado de la memoria después de 40 ciclos de arranque y calentamiento del motor después que la MIL se haya apagado. En adición a las especificaciones y estandarizaciones, muchos de los diagnósticos y operaciones de la MIL requieren en OBD II el uso de Conector de Diagnóstico standard (Diagnostic Link Connector

- DLC), enlaces de comunicaciones y mensajes standard, DTCs y terminologías estandarizados.” (mecanicoautomotriz. 2019. pág.2-3)

Figura 29

Códigos DTC



Nota: Tomado de Equipos Autel (2021)

6.6.4. Clasificación de códigos DTC

“El estándar SAE J2Q12 (figura 30 define un código de 5 dígitos en el cual cada dígito representa un valor predeterminado. Todos los códigos son presentados de igual forma para facilidad del mecánico. Algunos de estos son definidos por este estándar, y otros son reservados para uso de los fabricantes.

El código tiene el siguiente formato YXXXX (ej, P0308) Donde

Y, el primer dígito, representa la función del vehículo:

P - Electrónica de Motor y Transmisión (Powertrain)

B - Carrocería (Body)

C - Chasis (Chassis)

U - No definido (Undefined)

El segundo dígito indica la organización responsable de definir el código,

0 - SAE (código común a todas las marcas)

1 - El fabricante del vehículo (código diferente para distintas marcas)

El tercer dígito representa una función específica del vehículo:

0 - El sistema electrónico completo

1 y 2 - Control de aire y combustible

3 - Sistema de encendido

4 - Control de emisión auxiliar

5 - Control de velocidad y ralentí

6- ECU y entradas y salidas

7 - Transmisión

El cuarto y quinto dígito están relacionados específicamente con la falla. Entonces el código P03Q8 indica un problema en la electrónica de motor (P), definido por SAE (0) y común a cualquier vehículo, relacionado con el sistema de encendido (3), y falla en el cilindro #8(08).” (mecanicoautomotriz. 2019. pág.12-13)

Figura: 30

Clasificación de los códigos DTC.



Nota: Tomado de mecanicoautomotriz (2019).

6.6.5. Uso de multímetro

El multímetro es una herramienta fundamental en el diagnóstico eléctrico automotriz, ya que permite medir magnitudes como voltaje, resistencia y continuidad en circuitos eléctricos. Su uso es esencial para la detección de fallas como circuitos abiertos,

cortocircuitos o caídas de voltaje en sensores y actuadores del sistema de gestión del motor (Bosch, 2005).

El multímetro digital (figura 28) facilita la verificación de señales básicas en componentes como sensores de temperatura o alimentación de la ECU, permitiendo comprobar si los valores medidos se encuentran dentro de los parámetros especificados por el fabricante (Gómez, 2014).

Figura 28

Multímetro



Nota: Tomado de Electrónica Osaka (2022)

6.6.6. Uso de osciloscopio

El osciloscopio automotriz (figura 29) es una herramienta de diagnóstico avanzada que permite visualizar la forma de onda de las señales eléctricas en tiempo real. A diferencia del multímetro, el osciloscopio muestra variaciones dinámicas de voltaje,

frecuencia y tiempo, lo cual es especialmente útil para analizar sensores como CKP, CMP o inyectores, cuya señal es pulsante o de alta frecuencia (Fluke, 2011).

El análisis de formas de onda permite identificar fallas intermitentes, distorsiones en la señal o problemas de sincronización que no pueden detectarse mediante mediciones estáticas, convirtiéndolo en un instrumento clave en la electrónica automotriz moderna (Bosch, 2018).

Figura 29

Osciloscopio



Nota: Tomado de Laboratorio Gluon (2020)

6.6.7. Uso de escáner

El escáner automotriz (figura 30) es una herramienta electrónica que se conecta al sistema de diagnóstico a bordo (OBD) del vehículo para leer códigos de falla almacenados en la ECU y monitorear parámetros en tiempo real. Su implementación facilita la

identificación rápida de averías relacionadas con sensores, actuadores y sistemas de control del motor (SAE International, 2003).

Además de la lectura de códigos DTC, el escáner permite observar datos en vivo como temperatura, presión, revoluciones por minuto y valores de corrección de mezcla, lo que mejora la precisión del diagnóstico y reduce tiempos de inspección (Tom Denton, 2017).

Figura 30

Escaner automatiz



Nota: Tomado de Repuestos Acquaroni (2018)

7. Desarrollo del motor

7.1. Desarrollo del banco de pruebas

(1° Paso) Diseño del banco del motor: Se tomaron las medidas del motor del City, base a estas medidas y con ayuda de los bancos realizados por anteriores semestres, se sacaron las medidas de que tan alto, ancho y largo se haría el banco para que dentro quepa el motor y se acomode las partes cruciales (soportes, tablero, radiador, batería, tanque de gasolina).

(2° Paso) Corte y soldadura: Se realizaron los cortes correspondientes para la estructura principal de la base estos fueron realizados en PTR de acero de 2x2 in (Figura 31). Tras haber cortado cada pieza, de augusto para que quede de acuerdo a las medidas definidas en el anterior paso.

Al acomodar cada parte de la estructura, se soldaron cada una de las piezas dando la forma rectangular la cual rodeará todo el motor una vez esté montado en el banco (Figura 32).



Figura 31

Proceso de corte de solera para la fabricación del banco



Nota: Primeros cortes realizados para la estructura principal del banco de pruebas.

Figura 32

Soldadura de componentes para la estructura de la base



Nota: Soldadura de los 4 PTRs que conforman la estructura principal del banco de pruebas.

(3° Paso) Patas del banco: Acuerdo a las medidas del primer paso, con el mismo PTR de 2x2in, se realizaron las 4 patas de la estructura rectangular, el cual se le resto una medida aproximada para cuando este se le agreguen unas ruedas para poder transportar el banco con facilidad.

Por último, acabando de hacer los cortes de las 4 patas, se soldó a la estructura dando como resultado la estructura ya con las medidas planteadas del largo, ancho y alto del banco (Figura 33).



Figura 33

Unión de tubos estructurales para la base del banco de pruebas



Nota: Uniones primitivas antes de reforzarse para aumentar la capacidad de peso a la base superior del banco.

(4° Paso) Bases para ruedas: Se fabricó una placa de solera negra de 4x3in para adaptar las ruedas a las patas, una vez cortadas a la medida, se fueron colocando 1 por 1 a la punta de cada pata, con el fin de poder adaptar su rueda correspondiente.

(5° Paso) Movilidad: Se compraron 4 ruedas con capaces de sostener alrededor de 1tn. En las placas fabricadas en el anterior paso, se le barreno con una broca de $\frac{3}{4}$, 4 agujeros donde se le compraron 4 juegos de tornillo/rondana/tuerca para unir la base de solera con las ruedas (Figura 34). Finalizadas las bases móviles, se probó la movilidad del banco, siendo cómodo y práctico para manipular la estructura.

Figura 34

Instalación de ruedas en la estructura del banco de pruebas para facilitar su desplazamiento y movilidad



Nota: Realización de las bases donde se instalaron las ruedas, y así mismo, la instalación de las mismas y poder dar movilidad a la estructura completa del banco de pruebas.

(6° Paso) Reforzamiento: Al regresar de las vacaciones, se lijo toda la estructura del banco para eliminar el oxido que se acumulo durante las 2 semanas, por lo cual se aprovechó para reforzar las soldaduras y por último se aplicó una capa de Primer para evitar que se vuelva a oxidar.

(7° Paso) Bases: Se tomaron medidas para adaptar las bases de motor al armazón principal, y posteriormente se soldaron los PTR de dicha medida en los puntos correspondientes, ya que el motor del Honda, necesita de un total de 3 bases de goma para poder sostenerse y eliminar las vibraciones.

Una de las bases tiene un altura muy superior a comparación de los que son inferiores, por ende se realizó primero la base superior central.

Con la base central ya ensamblada, se realizó con solera la estructura interior **con**  **irá la segunda base del motor, con una medida de Xin** se soldo y con la ayuda de la pluma hidraulica se presentó de cómo estaría ya montado para poder medir donde iría la última estructura para la 3er y ultima base (Figura 35).

Figura 35

Instalación del primer soporte de sujeción del motor



Notas: Unión del primer soporte donde estará sujeto la base principal del motor del City y el segundo soporte inferior del lado derecho donde irá atornillado la segunda base interior del motor.

7.2. Desarrollo del motor

7.2.1. Avance 1. Selección y adquisición del motor

Durante la primera etapa del proyecto se llevó a cabo la búsqueda, análisis y selección del motor que sería utilizado en el banco de pruebas. Como criterio principal, se estableció que el motor debía ser de un modelo reciente (aproximadamente del año 2020 en

adelante), con el propósito de actualizar los equipos existentes en la institución, los cuales cuentan con motores de aproximadamente el año 2010.

Tras evaluar diversas opciones disponibles en el mercado, se seleccionó un motor correspondiente a un vehículo Honda City modelo 2020. La elección se basó en la disponibilidad del conjunto completo, el cual incluía el sistema de cableado, sensores y la unidad de control electrónico (ECU), elementos indispensables para el correcto funcionamiento del sistema y su posterior análisis en el banco de pruebas.

Asimismo, se consideró el presupuesto asignado por la institución, procurando que la adquisición se mantuviera dentro de los límites establecidos. El costo total aproximado del motor y sus componentes adicionales, como la bomba de combustible, fue de \$30,000 MXN, cumpliendo con los requerimientos económicos del proyecto.

7.2.2. Avance 2: Desmontaje, limpieza y reacondicionamiento del motor

En esta etapa del proyecto se llevó a cabo el desmontaje parcial del motor con el objetivo de inspeccionar sus componentes, realizar labores de limpieza y asegurar condiciones adecuadas para su posterior funcionamiento. Durante este proceso, se retiraron diversos elementos de la parte superior del motor, incluyendo el alternador, el cuerpo de aceleración, el colector de admisión, el arnés de cableado y las bobinas de encendido.

Posteriormente, se realizó la limpieza de los componentes desmontados y de las superficies externas del motor. Mediante el uso de aire comprimido, como se muestra en la figura 36, además se utilizó gasolina en las partes metálicas externas, permitiendo la eliminación de suciedad acumulada. Asimismo, se empleó un limpiador especializado en ciertos componentes específicos para mejorar las condiciones de limpieza. Durante la inspección no se detectaron daños significativos en los elementos, observándose principalmente acumulación de suciedad derivada del uso previo.

Figura 36

Limpieza del motor con aire comprimido



Nota: Se realiza la limpieza de componentes del motor mediante aire comprimido para remover suciedad superficial.

Una vez concluido el proceso de limpieza, se procedió al reensamblaje de los componentes previamente retirados, reinstalando cada elemento en su posición original. De manera adicional, en una etapa posterior se incorporó la volanta adquirida, completando así parte del sistema mecánico del motor.

Finalmente, se realizó una prueba inicial de arranque. En un primer intento el motor no presentó encendido inmediato, por lo que se contó con la asesoría del profesor para la verificación de conexiones y condiciones del sistema. Tras los ajustes correspondientes, se

logró el arranque exitoso del motor, confirmando el correcto reacondicionamiento de los componentes intervenidos.

7.2.3. Avance 3: Medición y diseño de la base del banco de pruebas

En esta etapa del proyecto se realizaron las mediciones necesarias para el diseño de la base estructural del banco de pruebas, como se puede ver en la figura 37, con el objetivo de garantizar una correcta instalación del motor y facilitar su acceso durante las prácticas. Para ello, se llevó a cabo la toma de dimensiones de elementos clave como los puntos de fijación y tornillería del motor (Figura 38), lo que permitió definir las condiciones de montaje.

Figura 37

Verificación de la posición del motor respecto a la base



Nota: Evaluación de la ubicación del motor para su correcta instalación en el banco de pruebas.

Figura 38

Elevación del motor para tomar las medidas estructurales



Nota: Uso de la pluma hidráulica para posicionar el motor y obtener las dimensiones necesarias para el diseño de las bases.

Asimismo, se obtuvieron las medidas generales requeridas para el diseño de la base, considerando la disposición del motor y su correcta sujeción. Estas mediciones fueron fundamentales para establecer las dimensiones iniciales de la estructura, asegurando estabilidad y funcionalidad en el banco de pruebas.

7.2.4. Avance 4: Integración del sistema eléctrico y diagnóstico de fallas

En esta etapa del proyecto se llevó a cabo la integración del sistema eléctrico del motor, así como la conexión de sus distintos componentes con el objetivo de lograr su funcionamiento dentro del banco de pruebas. Inicialmente, se realizaron las conexiones del arnés de cableado, incluyendo la identificación y conexión de tierras (Figura 39), las cuales son fundamentales para el correcto funcionamiento del sistema eléctrico.

Figura 39

Organización del cableado para conexión de tierras



Nota: Distribución del cableado para facilitar la correcta conexión de tierras en el sistema eléctrico

Posteriormente, se procedió a la conexión de la bomba de combustible (Figura 40) y otros elementos necesarios para el suministro de energía al sistema. Durante este proceso, se realizaron diversas revisiones del cableado con el fin de verificar la correcta instalación de cada conexión, así como la detección de posibles fallas en el sistema.

Figura 40

Conexión de la bomba de gasolina



Nota: Prueba de funcionamiento de la bomba de gasolina

Durante las pruebas iniciales, se presentaron fallas en el funcionamiento de algunos componentes, particularmente en la activación de la bomba de combustible. Ante esta situación, se llevaron a cabo actividades de diagnóstico, incluyendo la revisión de fusibles (Figura 41), la verificación de continuidad en los circuitos eléctricos (Figura 42) y la búsqueda de la alimentación en las cajas de fusibles (Figura 43).

Figura 41

Reparación de fusible en el sistema eléctrico



Nota: Intervención en fusible dañado para restablecer el flujo de corriente en el sistema

Figura 42

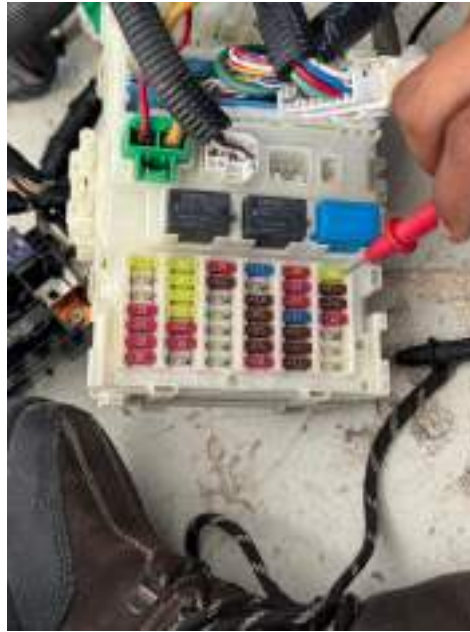
Verificación de continuidad en el circuito para identificar conexiones necesarias para el funcionamiento de la bomba de combustible



Nota: Prueba de continuidad en el circuito para identificar conexiones necesarias para el funcionamiento de la bomba de combustible

Figura 43

Identificación de alimentación mediante pruebas de continuidad



Nota: Verificación de diferentes puntos del circuito para localizar la alimentación en el sistema de fusibles

Asimismo, se realizaron ajustes en las conexiones a tierra, mejorando su instalación para asegurar un flujo adecuado de corriente. También se llevó a cabo la identificación de posibles fallas en el relevador, el cual es responsable de la activación de ciertos componentes del sistema.

7.2.5. Avance 5: Instalación y montaje final del motor

En esta etapa del proyecto se realizaron las adecuaciones necesarias para el montaje definitivo del motor en el banco de pruebas. Inicialmente, se agregó una segunda base de soporte con el propósito de mejorar la estabilidad y distribución del peso del sistema motriz sobre la estructura.

Posteriormente, el motor fue fijado al banco de pruebas mediante sus puntos de montaje, asegurando una correcta sujeción para su funcionamiento y futuras prácticas de diagnóstico. Asimismo, se instaló una base adicional destinada a la colocación del volante, permitiendo posteriormente la instalación de dicho componente en el sistema.

De igual manera, se llevaron a cabo mediciones para determinar la ubicación adecuada del radiador dentro de la estructura. Con base en estas dimensiones, se fabricaron las bases necesarias para su instalación, considerando el espacio disponible y la correcta disposición de los componentes del sistema.

Para la 3era base, se me adapto un base de goma que se tomó de un Volkswagen Vocho, el cual se tomó en cuenta su diminuto tamaño para tener al momento de posicionarlo, por lo tanto, se le construyó una estructura la cual va sostenida por 2 tornillos largos al monoblock, y va sujeta a la base de goma, que así misma, está suspendida en una estructura de PTR de 35cm de alto y 25 de largo hacia al monoblock. (Figura 44)



Figura 44

Instalación del segundo soporte de sujeción del motor



Nota: Unión del segundo soporte estructural utilizado para la fijación y estabilidad del motor en el banco de pruebas

Para el volante, se realizó una estructura ligeramente alta de apenas 15cm y con una superficie similar a la que se encuentra en la parte superior de la línea de dirección o donde se encuentra el ajuste de la altura, tal como se muestra en la figura 45.

Para sostener el volante, se utilizaron 2 tornillos de 1/2 con sus respectivas roscas y rondanas de cada lado, de igual manera se retiró la palanca para ajustar la altura del volante por razones de poco espacio, y se sustituyó por un tornillo con pasador, la cual se ajustó a una altura considerable y la cual se puede ajustar con una matraca.

Figura 45

Instalación de la base y colocación del volante del motor



Nota: Montaje de la base de soporte y posterior instalación del volante como parte del sistema mecánico del motor

Para el Cluster se utilizaron 3 tiras de solera, las cuales 2 de 25 cm de largo, se utilizaron para ir unidos de los costados del volante a sus agujeros donde van sus respectivos tornillos con su juego de tuercas y rondana.

Y una última solera de unos 10 cm para sujetar en la parte trasera del Cluster para que pueda recostarse y no solo se suspenda del plástico de los tornillos.

La instalación del radiador del morro, consistió de un radiador de otro modelo de auto la cual se le adapto sus mangueras de anticongelante, la superior no fue necesario

cambiarla, puesto que solo con cortar un poco para que quede firme basto que sirva adecuadamente.

A comparación de la inferior, se unieron 2 mangueras la cual 1 iba desde el block del motor hasta la union y el otro desde la union hasta la parte inferior del radiador. Para esto lo único que se necesitó fue comprar 2 mangueras con formas de 1 y 1/4in e ir acomodando los para que se dirijan hacia donde correspondían.

Para la estructura del radiador, se necesitó de 2 soleras con una altura de apenas 7:5 CM de alto para darle altura al radiador y este no tenga problemas con la conductividad del anticongelante. Y de igual manera se le agrega otro tramo de solera suficiente de cada lado para que pudiera sostenerse en sus bases de plástico con sus respectivos tornillos. El reto, la firmeza de las mangueras mantienen el radiador a su distancia adecuada y manteniéndola en su posición que corresponde. (Figura 46)



Figura 46

Instalación de la base y montaje del radiador



Nota: Colocación de la estructura de soporte e instalación del radiador dentro del banco de pruebas

7.2.6. Avance 6: Adaptación del sistema eléctrico

Durante esta etapa se realizaron modificaciones al sistema eléctrico del motor con el objetivo de facilitar futuras prácticas de diagnóstico dentro del banco de pruebas.

Inicialmente, se prepararon los cables correspondientes a los interruptores de simulación de sensores, realizando el corte, pelado y colocación de terminales para su correcta conexión.

Posteriormente, dichos interruptores fueron instalados en una base fabricada mediante impresión 3D, permitiendo una mejor organización y accesibilidad de los controles.

Figura 47

Conexión de cables y terminales para los interruptores de sensores



Nota: Preparación y conexión del cableado utilizado en los interruptores destinados a la simulación y control de sensores del sistema

Figura 48

Instalación de interruptores en la base de control



Nota: Colocación de los interruptores de simulación de sensores en la base fabricada para facilitar el acceso y manipulación durante las pruebas

Con la finalidad de mejorar la organización del sistema eléctrico, cada interruptor fue identificado y distribuido de acuerdo con el sensor correspondiente, permitiendo una manipulación más práctica durante las pruebas. De igual manera, se procuró mantener una adecuada distribución del cableado para evitar interferencias entre conexiones y facilitar futuras labores de diagnóstico dentro del banco de pruebas.

Asimismo, se efectuó una adaptación en el sistema de inyección, extrayendo externamente el cableado correspondiente a los inyectores. Esta modificación se realizó con la finalidad de facilitar futuras pruebas y mediciones sin necesidad de desmontar el múltiple de admisión cada vez que se requiera acceder a dichos componentes.

Figura 49

Adaptación externa del cableado de los inyectores



Nota: Modificación del sistema de cableado de los inyectores para facilitar futuras pruebas y mediciones sin desmontar el múltiple de admisión

La adaptación externa de los inyectores también permite realizar mediciones eléctricas y pruebas de activación de manera más accesible, reduciendo considerablemente el tiempo requerido para intervenir el sistema. Esto resulta especialmente útil en prácticas de diagnóstico, ya que facilita la identificación de fallas sin desmontar componentes mecánicos del motor.

Las adecuaciones implementadas en esta etapa permitieron mejorar la accesibilidad al sistema eléctrico y optimizar las condiciones de uso del banco de pruebas para actividades de diagnóstico automotriz.

7.2.7. Avance 7. Diagnóstico y corrección del sistema de alimentación de combustible

En esta etapa se continuó con el diagnóstico de las fallas presentes en el sistema eléctrico, enfocándose principalmente en el funcionamiento de la bomba de combustible. Para ello, se realizaron pruebas de continuidad mediante el uso de multímetro, permitiendo verificar las conexiones y detectar posibles interrupciones en el circuito eléctrico.

Figura 50

Verificación de continuidad en el circuito de la bomba de combustible



Nota: Pruebas de continuidad realizadas en el sistema eléctrico para identificar el cable faltante correspondiente a la bomba de gasolina.

Durante el proceso de diagnóstico se realizaron múltiples revisiones en distintos puntos del sistema eléctrico, comparando continuidad, alimentación y respuesta de los componentes relacionados con la bomba de combustible. Estas pruebas permitieron descartar fallas en algunos elementos del circuito y enfocar la búsqueda en el cableado correspondiente a la alimentación del sistema.

Asimismo, se obtuvo un diagrama correspondiente al sistema de fusibles, el cual proporcionó información adicional sobre la distribución y alimentación de los circuitos eléctricos del motor. Esto facilitó la identificación y seguimiento de los cables relacionados con la bomba de gasolina y otros componentes del sistema.

Figura 51

Diagrama de fusibles utilizado para el diagnóstico eléctrico



Nota: Impresión del diagrama de distribución de fusibles empleada para la identificación y seguimiento de circuitos eléctricos del sistema.

Con apoyo del diagrama de fusibles fue posible identificar la función de diversos circuitos y localizar con mayor precisión las líneas relacionadas con la activación de la bomba de combustible. Esto permitió reducir el tiempo de búsqueda y mejorar la interpretación del sistema eléctrico del motor durante las pruebas de diagnóstico.

Tras diversas pruebas y revisiones, se logró identificar que la falla principal se debía a la ausencia de un cable que había sido cortado previamente antes de la adquisición del

sistema. Como solución, se realizó una conexión directa desde la terminal de fusibles hacia la bomba de combustible, logrando restablecer su funcionamiento de manera correcta dentro del banco de pruebas.

Referencias

Bosch. (2005). *Diagnóstico electrónico automotriz: herramientas y técnicas básicas* (pp. 1–45). Robert Bosch GmbH.

https://www.todomecanica.com/recursos/bombas_electricas_bosch.pdf

Cando, R. (2019). Sensores automotrices y su aplicación en sistemas de inyección. Tesis de Ingeniería.

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29944/1/Tesis-1234.pdf>

Gilardi, J. (1985). Motores de explosión. *Motores de combustión interna* (p, 7). IICA.

https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=ixJcytNa_90C&oi=fnd&pg=PA1&dq=motor+de+combusti%C3%B3n+interna&ots=IEdf56yEGM&sig=0vAGo43xjsg11rbPWDZS4eObP98&redir_esc=y#v=onepage&q=motor%20de%20combusti%C3%B3n%20interna&f=false

Gilardi, J. (1985). Partes del motor. *Motores de combustión interna* (pp, 12-19). IICA.

https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=ixJcytNa_90C&oi=fnd&pg=PA1&dq=motor+de+combusti%C3%B3n+interna&ots=IEdf56yEGM&sig=0vAGo43xjsg11rbPWDZS4eObP98&redir_esc=y#v=onepage&q=motor%20de%20combusti%C3%B3n%20interna&f=false

González, D. (2022). El motor de combustión interna. Motores (p, 2). Paraninfo.

https://www.google.com.mx/books/edition/Motores_3_%C2%AA_edici%C3%B3n/qP_V2EAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=inauthor:%22GONZ%C3%81LEZ+CALLEJA,+DAVID%22&printsec=frontcover

Guamán, P. (2020). Estrategias de control de mezcla y sensores en sistemas de inyección electrónica. Tesis de Ingeniería Automotriz, Repositorio Universitario.

<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/5334/1/T-UIDE-0476.pdf>

Jurado, Martín. (2015). Banco de pruebas. Diseño y construcción de un banco de pruebas para la caracterización de mecanismos de compresión (p, 2). UNAM.

<https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/ca1c8c12-9a59-4c06-9bd9-817c9fe01b95/content>

Martínez, A. Lanz, A. García, M. Velásquez, A. Martínez, J. (2012). Sistema de lubricación del motor Otto. Motores Otto de 4 tiempos (pp, 8). UNEFA.

<https://drive.google.com/file/d/0B4uwxwKUzRinVDRKUUNZRjFDaTg/edit?resourcekey=0-zX50FG-rHAbroll6H-Tilg>

Morales, J. (2018). Diagnóstico electrónico y análisis de señales automotrices. Tesis de Ingeniería en Electrónica Automotriz, Repositorio Institucional.

<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20028/1/CD-8765.pdf>

SAE International. (2003). *On-Board Diagnostics and Data Links*. SAE Technical Paper Series.

Villacrés, F. (2019). Sensores y actuadores en sistemas de gestión de motores. Tesis de Ingeniería, Repositorio Universitario.

<https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8009/1/13733.pdf>

Washington, A. Vera, J. (2023). Definición de banco de pruebas. Diseño y Construcción de un Banco de Prueba para Motores Fuera de Borda Yamaha en la Carrera de Ingeniería Marítima de la ULEAM (p, 1). ULEAM.

<https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/5783/1/ULEAM-ING.MAR-008.pdf?>

Walker Products. (s. f.). Electronic Throttle Bodies (guía técnica en español) (pp. 1–38).

Walker Products.

<https://www.walkerproducts.com/docs/ELECTRONIC-THROTTLE-BODIES-Spanish.pdf>