



INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero

Automotriz

Autores: Ricardo Israel Ramírez Zambrano

Tutor: Ing. Marco V Noroña M, MsC

**Proceso de Detección de Fugas en el Sistema de Refrigeración
del Automóvil Usando el Autool SDT103**

Certificado de Autoría

Yo Ricardo Israel Ramírez Zambrano, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada. Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Ricardo Israel Ramírez Zambrano

C.I.: 0931900443

Aprobación del Tutor

Yo, Marco Vinicio Noroña Merchán certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Ing. Marco Vinicio Noroña Merchán.

C.I.: 1714872072

Director de Proyecto

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi querida madre, quien siempre estuvo presente con su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, siempre dándome ánimos y sus valiosos consejos que me han guiado hacia mi objetivo. A mi familia y amigos, gracias por todo, este logro también es de ustedes.

Ricardo Israel Ramírez Zambrano.

Agradecimiento

Quiero agradecer a Dios por haberme guiado en este camino y por haberme dado una mamá tan especial que fue mi pilar y la razón por la que decidí terminar esta etapa universitaria, también quiero darle las gracias al Ing. Fernando Gómez que me ayudo con el proceso previo a iniciar la tesis, al Ing. Marco Noroña que fue mi tutor de tesis y la persona que me guio paso a paso para culminar la tesis, al Ing. Llerena por ayudarme con el formato de la tesis, a la Economista Llor por brindarme su apoyo, y un agradecimiento general a todos los profesores y personal académico que sin duda fueron de gran ayuda para poder alcanzar la meta, por ultimo tengo que agradecerme a mí mismo por seguir adelante sin importar los obstáculos que se interpusieron en el camino.

Ricardo Israel Ramírez Zambrano.

Índice General

Certificado de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice General	vii
Índice de Figuras	x
Índice de Tablas	xii
Resumen.....	xiii
Abstract	xiv
Capítulo I	1
Antecedentes	1
1.1 Tema de Investigación	1
1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	1
1.2.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2.2 Formulación del Problema	1
1.2.3 Sistematización del Problema.....	1
1.3 Objetivos de la Investigación.....	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos	2
1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación	2
1.4.1 Justificación Teórica.....	2
1.4.2 Justificación Metodológica	3
1.4.3 Justificación Práctica	3
1.4.4 Delimitación Temporal	4

1.4.5	<i>Delimitación Geográfica</i>	4
1.4.6	<i>Delimitación del Contenido</i>	4
	Capítulo II Marco Referencial	5
2.1	Funcionamiento de un Motor a Combustión Interna	5
2.2	Sistema de Refrigeración de un Motor	5
2.2.1	<i>Refrigeración por Aire</i>	6
2.2.2	<i>Refrigeración Directa</i>	6
2.2.3	<i>Refrigeración Forzada</i>	6
2.2.4	<i>Refrigeración por Líquido</i>	7
2.2.5	<i>Refrigeración Mixta (Líquido y Aire)</i>	8
2.3	Elementos que Componen el Circuito de Refrigeración del Motor	8
2.4	Procesos Automotrices	14
2.5	Introducción a las Fugas Automotrices	14
2.6	Importancia de la Detección de Fugas en el Motor	15
2.7	Tipos de Fugas	15
2.7.1	<i>Métodos De Detección de Fugas</i>	15
2.8	Principio de Funcionamiento del Detector de Fugas	16
2.8.1	<i>Constitución del Detector de Fugas</i>	17
2.9	Importancia de la Detección Temprana	19
2.10	Tipos de Equipos de Detección de Fuga Automotriz	20
	Capítulo III Procedimiento de Uso del Autool SDT103	22
3.1	Características del Vehículo Usado en la Prueba	22
3.2	Enfoque de la Investigación	22
3.3	Diseño de la Investigación	22
3.4	Instrumentos de Recolección de Datos	23

3.5	Verificación del Estado Inicial del Sistema de Refrigeración	23
3.5.1	<i>Inspección Visual General</i>	23
3.5.2	<i>Revisión del Refrigerante</i>	23
3.6	Proceso para Utilización del Equipo	23
3.6.1	<i>Conexión y Prueba del Autoool SDT103 al Sistema de Refrigeración</i>	23
3.6.2	<i>Registro de Datos</i>	28
Capítulo IV Análisis de Fugas Mediante Guías Prácticas		29
4.1	Análisis de Fugas en el Sistema de Refrigeración	29
4.2	Análisis Óptimo del Funcionamiento del Sistema.....	35
Conclusiones		40
Recomendaciones		41
Bibliografía		42

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Ciclo Otto</i>	5
Figura 2 <i>Refrigeración por Aire</i>	6
Figura 3 <i>Refrigeración Forzada</i>	7
Figura 4 <i>Refrigeración por líquido</i>	7
Figura 5 <i>Refrigeración Mixta</i>	8
Figura 6 <i>Radiador</i>	9
Figura 7 <i>Bomba de Agua</i>	9
Figura 8 <i>Termostato</i>	10
Figura 9 <i>Motor con Ventilador Convencional</i>	10
Figura 10 <i>Botella de Expansión</i>	11
Figura 11 <i>Purgador</i>	11
Figura 12 <i>Mangueras del Circuito de Refrigeración</i>	12
Figura 13 <i>Alojamiento de los tapones de seguridad</i>	12
Figura 14 <i>Líquido Refrigerante</i>	13
Figura 15 <i>Reloj Indicador de Temperatura</i>	13
Figura 16 <i>Detector de Fugas Automotriz Autool SDT103</i>	16
Figura 17 <i>Partes Delanteras del SDT103</i>	18
Figura 18 <i>Partes Traseras del SDT103</i>	19
Figura 19 <i>Detector Ultrasónico de Fugas Serie ULD-400</i>	20
Figura 20 <i>Tinte de Detección de Fugas de Refrigerante de Motor Automotriz LF3001CS</i>	21
Figura 21 <i>Conexión del SDT103 a la Batería del vehículo</i>	24
Figura 22 <i>Conexión del Compresor Externo</i>	24
Figura 23 <i>Llenado de Aceite en el SDT103</i>	25
Figura 24 <i>Conexión de la Válvula al Reservorio</i>	25

Figura 25 <i>Conexión de la Manguera de Humo</i>	26
Figura 26 <i>Encendido del SDT103</i>	26
Figura 27 <i>Llenado de Humo al Sistema de Refrigeración</i>	27
Figura 28 <i>Comprobación Visual</i>	27

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Características del Vehículo</i>	22
Tabla 2 <i>Prueba de Fuga 1</i>	28
Tabla 3 <i>Prueba de Fuga 2</i>	28

Resumen

Este proyecto de titulación se centra en la creación de una guía para el usuario donde paso a paso se instruye al usuario hacia el manejo exitoso del detector de fugas automotriz Autool SDT103. La base de este proyecto se recae en la práctica del equipo en cuestión donde, las dos pruebas que se realizaron exitosamente nos garantizan una detección de fugas exitosa, ya que también, gracias al contenido de alta calidad que contiene esta investigación, se es capaz de realizar esta prueba de una manera más técnica. Esta investigación contiene toda la información acerca del sistema de refrigeración de un vehículo con el fin que de dar a conocer el funcionamiento de este sistema antes de recurrir a un diagnóstico personalizado. También se habla a detalle sobre los componentes y las funciones del equipo en cuestión garantizando con éxito el manejo exitoso de la misma. Se detalla minuciosamente los pasos a seguir para llevar a cabo la prueba de detección de fugas en el sistema de refrigeración del vehículo que este caso es un Kia Sportage.

Palabras Clave: Detector de fugas, Autool SDT103, Sistema de Refrigeración, Equipo, Diagnóstico, Investigación.

Abstract

This degree project focuses on the creation of a user guide where we instruct the user step by step towards the successful use of the AutooLL SDT103 automotive leak detector. The basis of this project is based on the practice of the equipment in question where the two tests that were successfully carried out guarantee us a successful leak detection, since also, thanks to the high quality content contained in this research, it is possible to carry out this test in a more technical way. This research contains all the information about the cooling system of a vehicle to make known the operation of this system before resorting to a personalized diagnosis. It also talks in detail about the components and functions of the equipment in question, successfully guaranteeing its successful handling. The steps to follow to carry out the leak detection test in the cooling system of the vehicle, which in this case is a Kia Sportage, are detailed in detail.

Keywords: Leak detector, Autoool SDT103, Cooling System, Equipment, Diagnostics, Research.

Capítulo I

Antecedentes

1.1 Tema de Investigación

Proceso de detección de fugas en el sistema de refrigeración del automóvil usando el Autoool SDT103.

1.2 Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

Con el avance en la tecnología y la gran variedad de herramientas automotrices en el mercado automotriz, el detector de fugas automotriz es muy poco conocido y por lo consiguiente genera un desconocimiento a la hora de ponerlo en práctica, es por eso que esta tesis se basa en dar a conocer el proceso para detectar fugas en el sistema de refrigeración de una manera sencilla y amigable para el usuario.

1.2.1 Planteamiento del Problema

Generalmente en los talleres automotrices no se pone en práctica el detector de fugas automotriz por el simple hecho de no conocer su existencia y su efectividad a la hora de detectar fugas en el sistema de refrigeración de un automóvil.

1.2.2 Formulación del Problema

Luego de este análisis, surge la pregunta ¿Cómo podemos dar a conocer el funcionamiento de la herramienta automotriz en cuestión de una manera efectiva y amigable para el usuario?

1.2.3 Sistematización del Problema

- ¿Cuáles son las características que debería tener este proceso de detección de fugas para que sea efectivo?
- ¿Cómo podemos hacer llegar esta información al usuario?
- ¿De qué manera se debería realizar el proceso de detección de fugas?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 *Objetivo General*

- Elaborar el proceso de uso del AUTOOL SDT103 en la detección de fugas de los sistemas de refrigeración automotrices.

1.3.2 *Objetivos Específicos*

- Investigar los diferentes tipos de equipos de detección de fugas en la industria automotriz.
- Describir el proceso técnico para la detección de fugas en el sistema de refrigeración del automóvil.
- Realizar un manual de prácticas usando el equipo detector de fugas en un vehículo M1.

1.4 Justificación y Delimitación de la Investigación

La falta de esta herramienta en los talleres automotrices de Guayaquil disminuye la efectividad a la hora de encontrar la fuga en un sistema automotriz perjudicando al usuario no solo económicamente, sino también desperdiciando su tiempo.

1.4.1 *Justificación Teórica*

Las fugas en sistemas de tuberías, tanques o equipos pueden resultar en pérdidas significativas de productos, lo que se traduce en costos elevados. Detectar fugas de manera temprana minimiza el impacto económico y ayuda a mantener la eficiencia operativa.

Las fugas pueden tener un impacto ambiental significativo, contaminando suelos y cuerpos de agua. La detección temprana y la reparación de fugas contribuyen a la protección del medio ambiente y a la sostenibilidad de las operaciones industriales (Rehkopf, 2006).

El mantenimiento adecuado del sistema de refrigeración es crucial para garantizar el funcionamiento eficiente del motor y prevenir el sobrecalentamiento. Es importante la revisión del nivel de refrigerante y para esto se debe verificar regularmente el nivel del refrigerante en

el depósito de expansión o en el radiador y completar con la mezcla adecuada de agua y anticongelante según las especificaciones del fabricante (Manuals, 1998).

Las fugas pueden tener consecuencias muy graves como el sobrecalentamiento del motor, la pérdida de refrigerante puede provocar un aumento en la temperatura del motor, causando daños.

Una de las razones por las que el motor se sobrecalienta es que el refrigerante se ha desbordado o es escaso. El refrigerante hierve entre 100 y 130 grados Celsius, y es entonces cuando se pueden ver bocanadas de vapor que intentan salir de debajo del capó (Ceramizer, 2022).

El refrigerante elimina el calor del motor. Las fugas pueden causar sobrecalentamiento, incluso en frío. Diagnosticar fugas es posible con inspecciones sencillas. Si existe una fuga de refrigerante, el automóvil no podrá conducirse por mucho tiempo (Tools, 2021).

Una fuga de refrigerante interna indica que se filtra a los cilindros del motor, afectando negativamente al motor y al catalizador. Las fugas externas son más fáciles de reparar, mientras que las internas suelen deberse a fallos en la junta de culata (Products, 2024).

1.4.2 Justificación Metodológica

Para este proyecto, la metodología seleccionada se enfoca en la realización del proceso de detección de fugas en el sistema de refrigeración de un automóvil, realizando una guía del proceso que sea efectiva y amigable para el usuario.

1.4.3 Justificación Práctica

La detección de fugas permite identificar problemas antes de que se conviertan en fallos mayores. Esto se traduce en menos interrupciones en la producción y un funcionamiento más fluido de los sistemas.

Los detectores de fugas modernos son generalmente portátiles y fáciles de usar, lo que permite a los técnicos realizar inspecciones en diversas áreas sin necesidad de equipos complejos.

1.4.4 Delimitación Temporal

El presente proyecto se desarrolló durante un período de 6 meses, comenzando en octubre de 2024 y finalizando en marzo de 2025.

1.4.5 Delimitación Geográfica

La investigación se realizará en Guayaquil, Ecuador, ya que el crecimiento de talleres automotrices aumenta cada año, por consecuencia la competitividad aumenta y el uso de nueva tecnología es clave para el éxito de estos talleres.

1.4.6 Delimitación del Contenido

El contenido del proyecto se enfocará en la realización de una guía sobre el proceso de detección de fugas en el sistema de refrigeración de un automóvil.

Capítulo II

Marco Referencial

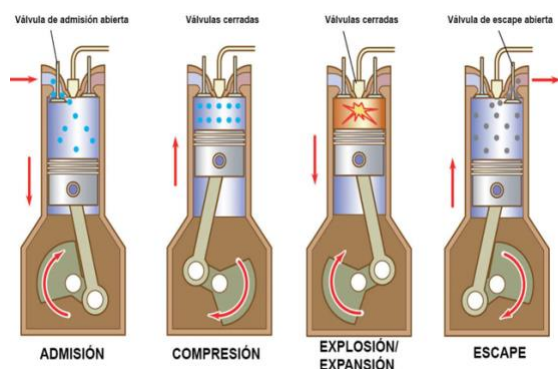
2.1 Funcionamiento de un Motor a Combustión Interna

El motor de combustión interna funciona en base de una mezcla de aire y combustible dentro de un cilindro cerrado generando una explosión controlada. Esta explosión se conoce como ignición y produce una fuerza que desplaza axialmente un pistón dentro del cilindro. El movimiento del pistón se transforma en un movimiento rotatorio en el cigüeñal, que luego impulsa las ruedas del automóvil.

Este ciclo que normalmente tiene 4 tiempos en los motores de combustión interna de un vehículo, se le conoce como ciclo Otto y se lo representa en la figura 1.

Figura 1

Ciclo Otto



Fuente: (Autocasion, 2023)

2.2 Sistema de Refrigeración de un Motor

Los sistemas que actualmente se usan tanto en los de tipo Otto como Diésel a nivel mundial para la refrigeración del motor, son los siguientes:

- Refrigeración por aire
- Refrigeración directa
- Refrigeración Forzada

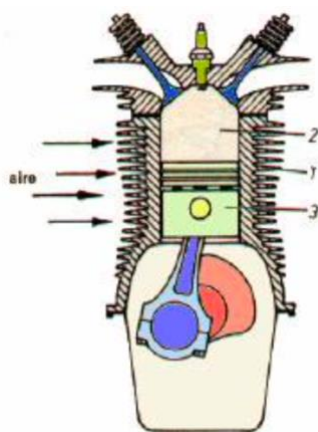
- Refrigeración por líquido
- Refrigeración mixta (líquido y aire)

2.2.1 Refrigeración por Aire

Este sistema actúa evacuando directamente el calor del motor hacia la atmósfera a través del aire que lo circunda, tal como se muestra en la figura 2. Estos motores se fabrican de aleación ligera con el fin de mejorar la conductibilidad térmica.

Figura 2

Refrigeración por Aire



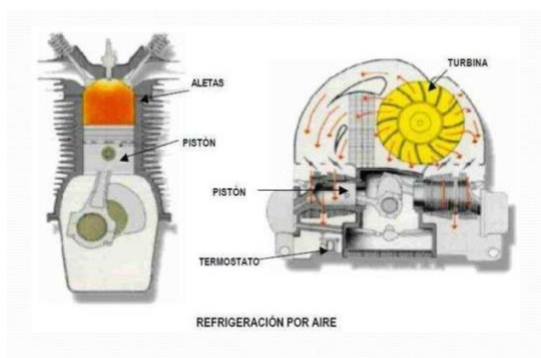
Fuente: (CHOY, 2006)

2.2.2 Refrigeración Directa

Este sistema de refrigeración se usa en motocicletas, donde el motor se enfría por el aire que impacta en las aletas del motor mientras el vehículo se desplaza. La refrigeración es más eficaz a mayor velocidad.

2.2.3 Refrigeración Forzada

El sistema de refrigeración forzada por aire que se muestra en la figura 3, se utiliza en vehículos con motores encerrados en la carrocería, lo que reduce el contacto directo con el aire durante el desplazamiento. Este sistema posee un potente ventilador impulsado por el propio motor creando una corriente de aire que se canaliza hacia los cilindros.

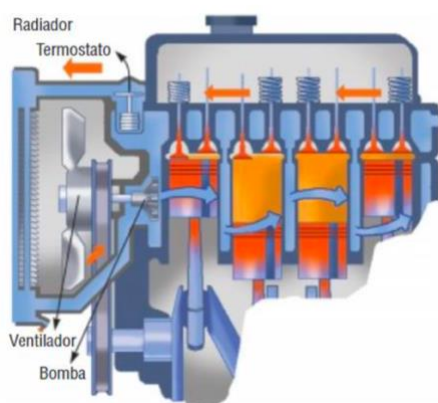
Figura 3*Refrigeración Forzada*

S

Fuente: (Miguélez, 2017)

2.2.4 Refrigeración por Líquido

Este sistema consiste en un circuito de agua o mezcla de agua y refrigerante que, al estar en contacto con las paredes de las camisas y cámaras de combustión, absorbe el calor radiado. Como se muestra en la figura 4, el calor se transporta a un depósito donde el líquido se enfría y regresa al circuito para continuar con la función de refrigeración. Este circuito se encuentra dentro del bloque y la culata, que se fabrican huecos para permitir que el líquido circule alrededor de las camisas y cámaras de combustión.

Figura 4*Refrigeración por liquido*

Fuente: (Águeda, 2020)

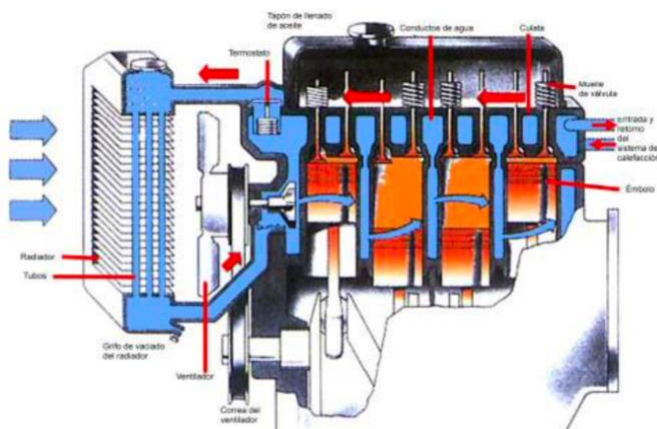
Actualmente en el sistema de refrigeración del motor se usa la circulación forzada por bomba, ya que esta realiza la evacuación del calor de una manera más eficaz que la antigua circulación por termosifón que realizaba la circulación del líquido por la diferencia de densidad al variar su temperatura.

2.2.5 Refrigeración Mixta (Líquido y Aire)

Este sistema que se muestra en la figura 5, garantiza que el líquido circule adecuadamente a través de conductos alrededor de las paredes de los cilindros y en la culata del motor. En los vehículos, se utiliza un sistema de refrigeración que permite la recuperación total del líquido refrigerante, por lo que se requiere un circuito cerrado y la incorporación de un radiador, donde el líquido se enfría con el aire.

Figura 5

Refrigeración Mixta



Fuente: (Chávez, 2016)

2.3 Elementos que Componen el Circuito de Refrigeración del Motor

Los elementos que componen el circuito de refrigeración son los siguientes:

- **Radiador:** El radiador del motor es una parte esencial del sistema de refrigeración de un vehículo, y su función principal es controlar la temperatura del motor para prevenir el sobrecalentamiento mientras está en funcionamiento.

Figura 6

Radiador



Fuente: (Ford, 2024)

- *Bomba:* Tiene la función de generar la circulación de líquido en el circuito de refrigeración que se muestra en la figura 7. Es del tipo centrífugo, succiona el líquido refrigerante de la parte baja del radiador para llevarlo hacia el motor evacuando eficazmente el calor con un caudal adecuado (Águeda, 2020).

Figura 7

Bomba de Agua



Fuente: (Águeda, 2020)

- *Termostato:* El termostato que se muestra en la figura 8, tiene como función

regular la temperatura del líquido refrigerante e indirectamente la del motor, también impide la circulación del refrigerante hacia el radiador cuando aún no ha alcanzado la temperatura de funcionamiento (Águeda, 2020).

Figura 8

Termostato

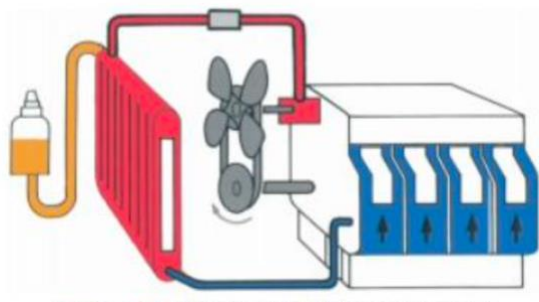


Fuente: (Águeda, 2020)

- *Ventiladores:* Son elementos que generan la corriente de aire necesaria para enfriar los conductos del radiador y se muestra en la figura 9 (Águeda, 2020).

Figura 9

Motor con Ventilador Convencional



Fuente: (Águeda, 2020)

- *Botella de Expansión:* La botella de expansión que se muestra en la figura 10, tiene una función crucial, esta captura el vapor del líquido refrigerante y lo condensa cuando alcanza un nivel de presión determinado, para luego evaporarlo nuevamente. Además, este componente permite controlar en todo momento el

nivel de anticongelante en el circuito de refrigeración del vehículo (Ro-des, 2024).

Figura 10

Botella de Expansión

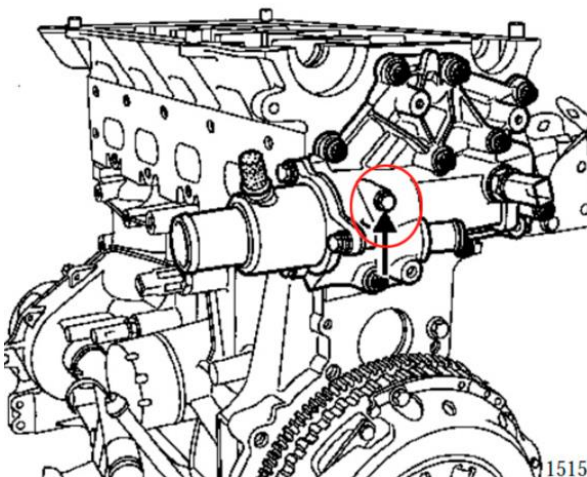


Fuente: (Ro-des, 2024)

- *Purgadores*: El purgador que se muestra en la figura 11, sirve para purgar el aire infiltrado que se encuentra en el circuito de refrigeración líquida.

Figura 11

Purgador

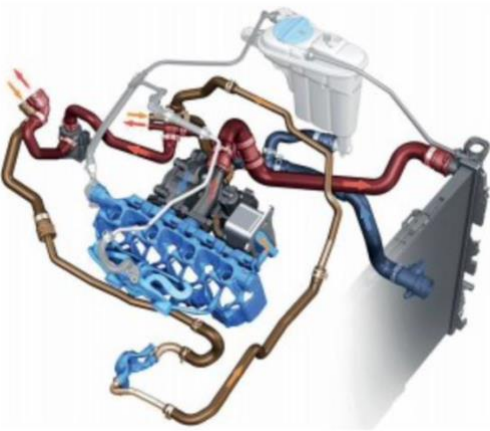


Fuente: (108octanos, 2017)

- *Manguitos*: Estas mangueras son de caucho y sirven para circular el líquido refrigerante y se muestran en la figura 12.

Figura 12

Mangueras del Circuito de Refrigeración

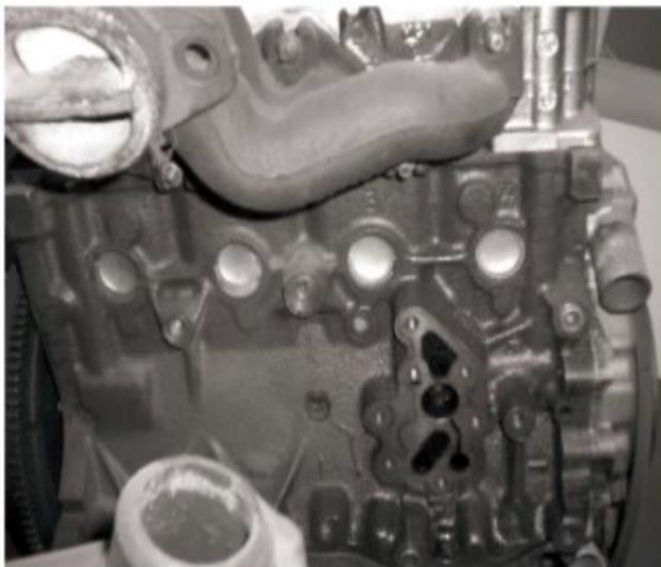


Fuente: (Águeda, 2020)

- *Tapones de Seguridad:* Estos tapones son metálicos y se encuentran normalmente en la culata y el bloque. Estos protegen al motor de una posible rotura debida al aumento del volumen del refrigerante producido por su congelación y se muestran en la figura 13 (Águeda, 2020).

Figura 13

Alojamiento de los tapones de seguridad



Fuente: (Águeda, 2020)

- *Líquido Refrigerante:* El líquido que se muestra en la figura 14, está compuesto por agua y etilenglicol.

Figura 14

Líquido Refrigerante



Fuente: (Águeda, 2020)

- *Elemento de Control:* Este elemento se conoce como reloj indicador de temperatura y recibe la información de una sonda situada en la culata del motor y se muestra en la figura 15 (Águeda, 2020).

Figura 15

Reloj Indicador de Temperatura



Fuente: (Águeda, 2020)

2.4 Procesos Automotrices

Los procesos automotrices son las actividades y operaciones que se realizan en la industria para diseñar, fabricar, ensamblar, mantener, reparar y reciclar vehículos, abarcando desde la creación de prototipos hasta el ensamblaje final y la disposición del vehículo al final de su vida útil. Los principales procesos automotrices son los siguientes:

- *Fabricación y Ensamblaje*: Producción de componentes y ensamblaje del vehículo.
- *Investigación y Desarrollo (I+D)*: Innovación de nuevos modelos y tecnologías.
- *Mantenimiento y Reparación*: Servicios para mantener los vehículos operativos a lo largo del tiempo.
- *Logística y Distribución*: Gestión de la cadena de suministro y distribución de vehículos y piezas.
- *Pruebas y Control de Calidad*: Verificación de la calidad y el cumplimiento de normas de seguridad.
- *Marketing y Ventas*: Estrategias comerciales para la venta de vehículos.
- *Reciclaje y Fin de Vida Útil*: Manejo de vehículos al final de su vida útil.

Cada uno de estos procesos son esenciales para garantizar que la industria automotriz produzca vehículos seguros, eficientes y sostenibles durante su vida útil (Duffy, 2016).

2.5 Introducción a las Fugas Automotrices

Las fugas en vehículos pueden presentarse en diversos sistemas, como el de combustible, aceite, aire y el que estamos tratando en este proyecto, el sistema de refrigeración de un automóvil. Estas fugas son más comunes de lo que imaginamos y la mayoría de las veces suelen pasarse por alto por los conductores sin saber que estas pueden causar problemas de rendimiento, seguridad y eficiencia del vehículo, además de tener un impacto ambiental negativo (Gilles, 2016).

Una pequeña fuga en el sistema de refrigeración es indetectable a simple vista y por lo general es tratada cuando el conductor es capaz de notar una temperatura elevada, esto se debe a que el sensor de temperatura del motor tiene un testigo en el tablero del vehículo que se ilumina cuando existe una falla (Learning, 2007).

2.6 Importancia de la Detección de Fugas en el Motor

La detección temprana de fugas es crucial para mantener la Seguridad ya que las fugas de refrigerante pueden ser peligrosas y causar sobrecalentamientos. Es importante para preservar el medio ambiente: debido a que los líquidos contaminantes pueden dañar el entorno. También optimiza el rendimiento ya que las fugas pueden afectar la eficiencia del motor y aumentar el consumo de combustible (Jain, 2012).

2.7 Tipos de Fugas

Existen dos tipos de fugas, los cuales son:

- *Fugas de Líquidos*: Incluyen refrigerantes, aceite de motor y combustible. Estas son detectadas comúnmente mediante pruebas de presión y análisis visual. (Shastri, 2011)
- *Fugas de Gases*: Como las que ocurren en el sistema de escape o en el sistema de admisión, que pueden ser detectadas mediante sensores de gas o pruebas de vacío (Ochoa, 2024).

2.7.1 Métodos De Detección de Fugas

Los métodos para detectar fugas en el sistema de refrigeración automotriz son:

- *Métodos Físicos*: Uso de presión y vacío para identificar la pérdida de fluidos (White, 2022).
- *Métodos Químicos*: Empleo de tintes fluorescentes y gases trazadores como el helio que son inyectados en el sistema para posteriormente ser detectados con equipos especializados (Ochoa, 2024).

- *Métodos Electrónicos*: Sensores electrónicos que detectan cambios en la presión, temperatura y composición del aire o fluidos en el sistema (Gilles, Automotive Service: Inspection, Maintenance, Repair, 2011).

2.8 Principio de Funcionamiento del Detector de Fugas

El principio de funcionamiento del detector de fugas AUTOOL SDT103 que se muestra en la figura 15, es una herramienta eficaz a la hora de detectar una fuga ya sea en el sistema de refrigeración de un automóvil, como en un sistema a presión que sea hidráulico o neumático.

Figura 16

Detector de Fugas Automotriz Autool SDT103



Fuente: (Autool, 2024)

El detector de fugas en cuestión emplea un método de generación de humo de combustión forzada en un entorno con poco oxígeno que nos permite enviar una cantidad controlada de humo que es inyectada por la manguera de admisión de aire que luego será expulsada por la fuga, si es que esta existiera.

Este sistema de detección de fugas es alimentado por una columna conductora al cable calefactor, que se calienta rápidamente a más de 300 °C para que el aceite mineral o en este

caso, el aceite de bebe alcance el punto de ignición y entre en el estado de combustión produciendo humo..

Posee una protección al sobrecalentamiento que se activa cuando la herramienta esta trabajando por encima de los 75 °C, pero tambien cuado las condiciones de temperatura son bajas, se activa la proteccion al congelamiento haciendo que funcione sin problemas cuando la temperatura esta en -20 °C.

El cable calefactor está sujeto a un calentamiento a alta temperatura, el objeto de retención de aceite mineral puede continuar quemándose insuficientemente alrededor del cable calefactor, produciendo así una considerable cantidad de humo (Autool, 2024).

2.8.1 Constitución del Detector de Fugas

El SDT103 está constituido por:

- *Válvula de Control de Flujo:* La válvula que se muestra en la figura 17 literal A, nos permite controlar el flujo de humo que se envía a través del sistema de refrigeración del automóvil.
- *Medidor de Flujo:* En la figura 17 literal B, se muestra el medidor de flujo que permite a medir la cantidad de humo.
- *Switch de Encendido y Apagado:* El switch que se muestra en la figura 17 literal C, nos permite prender y apagar la herramienta.
- *Indicador de Alarma:* Este indicador que se muestra en la figura 17 literal D, nos alerta de un sobrecalentamiento.
- *Indicador de Encendido:* En la figura 17 literal E, se muestra el indicador de encendido que nos permite a través de un testigo si la herramienta esta encendida.
- *Filtro de Aceite:* En la figura 17 literal F se muestra el filtro de aceite que funciona con parafina o aceite para bebe.

- *Socket de Encendido de 12 v:* en la figura 18 literal G, se muestra la conexión de 12 v que da energía a la herramienta.
- *Conexión de Fuente de Aire:* la conexión que se muestra en la figura 18 literal H, sirve para conectar una bomba de aire externa.
- *Salida de Humo:* la válvula que se muestra en la figura 18 literal I, es la que mediante una manguera se transporta el humo.

Figura 17

Partes Delanteras del SDT103



Fuente: (Autool, 2024)

Figura 18

Partes Traseras del SDT103



Fuente: (Autool, 2024)

2.9 Importancia de la Detección Temprana

La detección temprana de fugas es crucial para evitar daños mayores al motor y otros componentes, así como para mantener la eficiencia energética del vehículo. La implementación de sistemas de detección puede reducir costos de reparación y minimizar el riesgo de accidentes (Halderman, Automotive Technology: Principles, Diagnosis, and Service, 2013).

2.9.1 Aplicaciones de la Tecnología de Detección

Los detectores de fugas son utilizados en:

- *Los Mantenimiento Preventivos:* Inspecciones regulares para detectar y reparar fugas.
- *Producción Automotriz:* Control de calidad en la fabricación de vehículos.

- *Diagnóstico de Fallas:* Herramientas esenciales en talleres mecánicos para identificar problemas (Dyer, 2013).

2.10 Tipos de Equipos de Detección de Fuga Automotriz

Los equipos de detección de fugas automotrices son herramientas clave para localizar pérdidas de fluidos o gases en sistemas de vehículos, como refrigeración, aire acondicionado, escape y combustible (Halderman, Automotive Diagnostic Tools and Techniques, 2006).

Los principales tipos de detección de fugas más utilizados en la industria automotriz a nivel mundial son:

- *Detectores de Fugas por Ultrasonido:* Cuando hay una fuga, el sonido de alta frecuencia que emite la fuga es recibido por el detector, quiere decir que trabaja por el principio del ultrasonido para detectar las fugas, estos equipos son clave para detectar fugas de líquidos y gases (Bamberger, 2015). la herramienta mencionada se muestra en la figura 19.

Figura 19

Detector Ultrasónico de Fugas Serie ULD-400



Fuente: (Intronica, 2024)

- *Cámaras de Humo:* Estos equipos generan humo a base de aire comprimido y líquido especializado que se inyecta en el sistema, y cualquier fuga provocará que el humo salga del sistema, lo que facilita su localización visual. Este equipo se muestra en la figura 16.
- *Métodos de Detección Visual y Luminiscencia:* En este tipo de sistemas que se muestran en la figura 20, se utilizan tintes luminiscentes que se agregan al refrigerante o aceite del sistema (ASNT, 2004).

Figura 20

Tinte de Detección de Fugas de Refrigerante de Motor Automotriz LF3001CS



Fuente: (Intronica, 2024)

Capítulo III

Procedimiento de Uso del Autool SDT103

3.1 Características del Vehículo Usado en la Prueba

El vehículo en prueba es de la marca KIA, modelo “Sportage R” del año 2011 de origen japones, el cual posee un motor de combustión interna y un sistema de refrigeración mixta (líquido y aire), el mismo sistema que se muestra en la figura 5, las características del vehículo se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 1

Características del Vehículo

Característica	Descripción
Color	Gris
Cilindraje	2.0 l
Combustible	Gasolina
Potencia	155 hp
Torque	196 Nm
Caja	Manual
Velocidad Max.	178 km/h

3.2 Enfoque de la Investigación

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo y experimental, ya que se pretendió evaluar la eficacia del equipo Autool SDT103 para la detección precisa de fugas en el sistema de refrigeración de vehículos. La metodología experimental se utilizó debido a que se diseñaron y realizaron pruebas bajo condiciones controladas, y los resultados fueron medidos en términos numéricos, lo que permitió un análisis comparativo.

3.3 Diseño de la Investigación

El diseño utilizado fue experimental haciendo pruebas no controladas y controladas, ya que las pruebas de detección de fugas se realizaron en un vehículo cuyo sistema de

refrigeración estaba operativo bajo condiciones estandarizadas y no fue alterado en la primera prueba, posteriormente fue alterado para demostrar una fuga. El objetivo fue determinar la capacidad de Autool SDT103 para identificar fugas en diferentes componentes del sistema de refrigeración como; mangueras, radiador y compresor bajo condiciones reales de funcionamiento del vehículo.

3.4 Instrumentos de Recolección de Datos

El principal instrumento de recolección de datos fue el dispositivo Autool SDT103, un detector que inyecta humo al sistema de refrigeración para detectar fugas. Este detector es útil para detectar fugas en sistemas cerrados y además detecta fugas de líquidos y gases.

3.5 Verificación del Estado Inicial del Sistema de Refrigeración

3.5.1 Inspección Visual General

- Se verifica que todos los componentes del sistema, como compresores, condensadores, evaporadores, válvulas de expansión, etc., estén instalados correctamente y sin daños visibles.
- Se inspecciona visualmente las conexiones de las tuberías y los componentes del sistema para detectar posibles fugas. El uso de un detector de fugas es útil.

3.5.2 Revisión del Refrigerante

- Nivel de Refrigerante: Se verifica que el sistema tenga la cantidad correcta de refrigerante ya que el bajo nivel de refrigerante puede ser indicativo de fugas o de una carga incorrecta.

3.6 Proceso para Utilización del Equipo

3.6.1 Conexión y Prueba del Autool SDT103 al Sistema de Refrigeración

- Se conecta el SDT103 a la batería del vehículo con sus respectivos cables de corriente (positivo con el positivo, negativo con el negativo), como observamos en la figura 21.

Figura 21

Conexión del SDT103 a la Bateria del vehículo



- Se conecta el compresor externo al SDT103 como observamos en la figura 22.

Figura 22

Conexión del Compresor Externo



- Se procede a llenar el filtro de aceite del equipo con 20 ml de aceite para bebe, como se muestra en la figura 23.

Figura 23

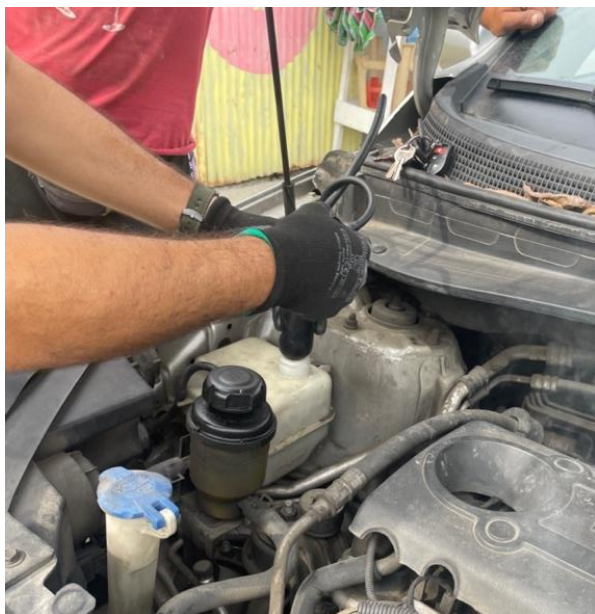
Llenado de Aceite en el SDT103



- Se conecta la válvula de goma a la entrada del reservorio, como se muestra en la figura 24.

Figura 24

Conexión de la Válvula al Reservorio



- Se conecta la manguera de humo hacia la válvula previamente conectada en el reservorio, como se muestra en la figura 25.

Figura 25

Conexión de la Manguera de Humo



- Se enciende el SDT103 junto con el compresor externo, como se muestra en la figura 26.

Figura 26

Encendido del SDT103



- Se procede a enviar el humo a presión a no más de 15 bar, como se muestra en la figura 27.

Figura 27

Llenado de Humo al Sistema de Refrigeración



- Se comprueba visualmente si existe algún tipo de fuga en todo el sistema de refrigeración, como se muestra en la figura 28.

Figura 28

Comprobación Visual



3.6.2 Registro de Datos

Los datos obtenidos fueron registrados de manera sistemática en una tabla. Estos incluyeron:

- Tipo de modelo del vehículo
- Área donde se realizó la prueba de fuga.
- Resultado de la prueba

Tabla 2

Prueba de Fuga 1

Vehículo	Descripción	Resultado
Kia Sportage	Reservorio del refrigerante	Óptimo

Tabla 3

Prueba de Fuga 2

Vehículo	Descripción	Resultado
Kia Sportage	Reservorio del refrigerante	Fuga en la manguera del reservorio

Capítulo IV

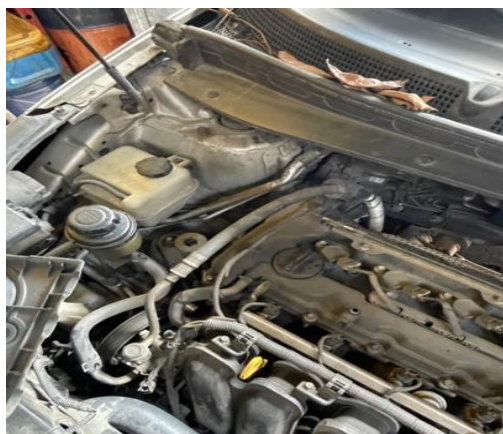
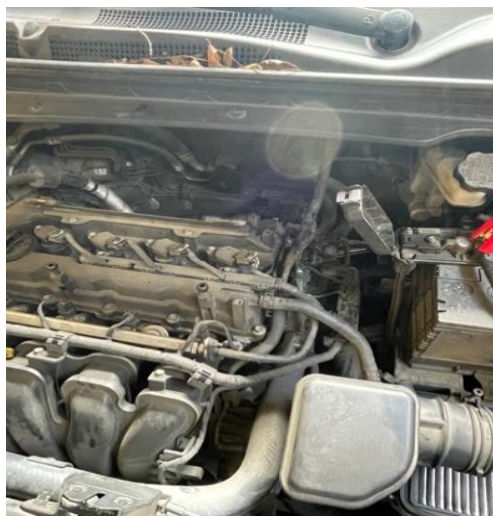
Análisis de Fugas Mediante un Manual de Prácticas

4.1 Análisis de Fugas en el Sistema de Refrigeración

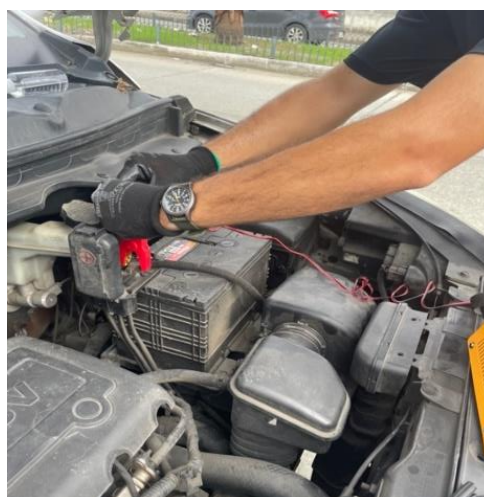
El manual de práctica titulado “Análisis de fugas en el sistema de refrigeración” tiene como finalidad, asegurar que se adquieran los conocimientos necesarios para realizar la detección de la fuga.

LABORATORIO O TALLER		GUIA PRÁCTICA N°	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
TALLER LA AURORA		01	Análisis de Fugas en el Sistema de Refrigeración
1.	OBJETIVO GENERAL		
	Desarrollar una guía práctica que asegure el entendimiento del proceso que conlleva las pruebas del detector de fugas.		
2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS		
	- Inpeccionar el sistema de refrigeración. - Realizar las conexiones del equipo. - Verificar el estado de funcionamiento del sistema de refrigeración. - Facilitar las instrucciones para la correcta prueba de detección de fugas.		
3.	RECURSOS		
EQUIPOS		MATERIALES	INSUMOS
- Autool SDT103 - Compresor de aire		Guantes	Aeite mineral
4.	DESARROLLO DE LA PRÁCTICA		

Se inspecciona visualmente que el sistema de refrigeración este funcionando.



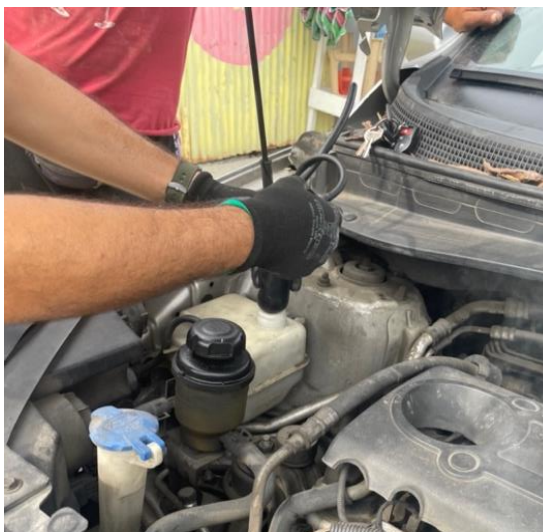
Se conecta el SDT103 a la batería del vehículo con sus respectivos cables de corriente.



Se conecta el compresor de aire externo al SDT103.

	
Se procede a llenar con no más de 20ml el filtro del equipo con aceite mineral.	 

Se conecta la válvula de goma a la entrada del reservorio.

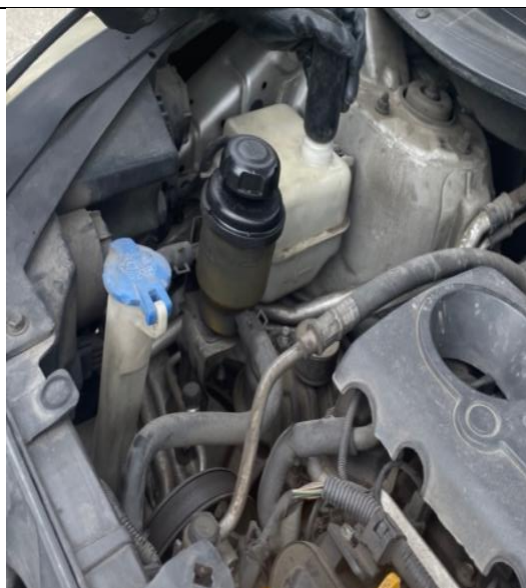


Se conecta la manguera de humo en un extremo a la válvula previamente conectada al reservorio.



	
Se procede a encender el equipo y el compresor de aire.	
Se procede a enviar presión de aire/humo a no más de 15 bar.	

Se realiza una comprobación visual de que no existe algún tipo de fuga en el sistema de refrigeración.



4.2 Análisis Óptimo del Funcionamiento del Sistema

El manual de práctica titulado “Análisis óptimo del funcionamiento del sistema” tiene como finalidad, demostrar el estado óptimo del sistema de refrigeración del vehículo.

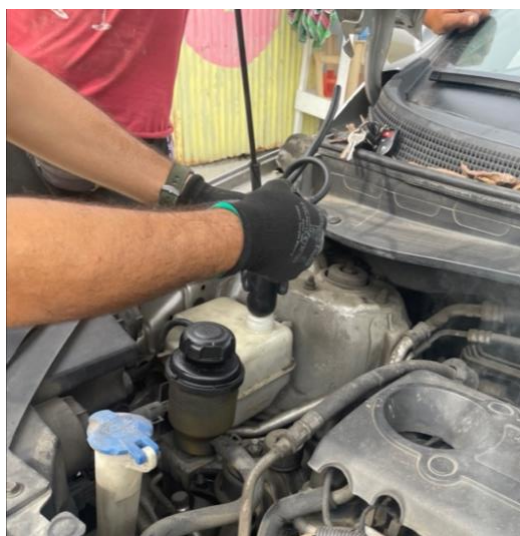
LABORATORIO O TALLER		GUIA PRÁCTICA N°	NOMBRE DE LA PRÁCTICA
TALLER LA AURORA		02	Análisis Óptimo del Funcionamiento del Sistema.
1.	OBJETIVO GENERAL		
	Desarrollar una guía práctica que asegure el entendimiento del proceso que conlleva las pruebas del detector de fugas.		
2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS		
	- Inpeccionar el sistema de refrigeración. - Realizar las conexiones del equipo. - Verificar el estado de funcionamiento del sistema de refrigeración. - Facilitar las instrucciones para la correcta prueba de detección de fugas.		
3.	RECURSOS		
EQUIPOS		MATERIALES	INSUMOS
- Autool SDT103 - Bomba de aire		Guantes	Aeite mineral
4.	DESARROLLO DE LA PRÁCTICA		
Se inspecciona visualmente que el sistema de refrigeración este funcionando.			

	
Se conecta el SDT103 a la batería del vehículo con sus respectivos cables de corriente.	
Se conecta el compresor de aire externo al SDT103.	

Se procede a llenar con no más de 20ml el filtro del equipo con aceite de bebe.



Se conecta la válvula de goma a la entrada del reservorio.



Se conecta la manguera de humo en un extremo a la válvula previamente conectada al reservorio.



Se procede a encender el equipo y el compresor de aire.



Se procede a enviar presión de aire/humo a no más de 15 bar.



Se comprueba visualmente que si existe una fuga en la manguera ubicada debajo del reservorio.



Conclusiones

En esta investigación, se detalló los diferentes tipos de equipos de detección de fugas que existen en la industria automotriz logrando comprender que hay una gran variedad de equipos y diferentes métodos para detectar fugas en el sistema de refrigeración del automóvil.

Se describió el proceso técnico para detectar posibles fugas que pueden existir en el sistema de refrigeración. De esta manera se logró entender el método que el equipo usado en esta investigación realiza para detectar las fugas.

Se destaca por su habilidad para detectar fugas en áreas difíciles de acceder, como las conexiones del radiador, las mangueras del sistema de refrigeración y las juntas del motor. Esto reduce considerablemente el tiempo de reparación y evita daños mayores en el motor al prevenir sobrecalentamientos o pérdidas de rendimiento.

Se realizó un manual de práctica que ayudan detalladamente al usuario a realizar el uso del equipo SDT103 correctamente implementando el paso a paso de la conexión del equipo al sistema de refrigeración del automóvil.

El Autoool SDT103 es un equipo eficaz para detectar fugas pequeñas con alta precisión utilizando tecnología de inyección de humo al sistema de refrigeración. No requiere intervenciones invasivas y es esencial para mejorar la eficiencia y reducir costos en sistemas de aire comprimido, refrigeración y automotrices.

Recomendaciones

Se recomienda usar de 2-15 bar para no dañar el sistema de refrigeración del vehículo, realiza la prueba de fuga con una mascarilla ya que inhalar el humo que produce el aceite mineral, puede ocasionar problemas respiratorios.

Para garantizar el éxito de la prueba, depura el sistema de refrigeración antes de hacer la prueba, esto permitirá que el humo alcance todas las zonas del sistema de refrigeración del vehículo, de lo contrario, el humo no se expandirá hacia todo el sistema.

Después de cada prueba, asegúrate de llenar el aceite mineral del SDT103, también se recomienda llenar el filtro solo con aceite mineral o aceite de bebe, el uso de otros tipos de aceites o de agua puede provocar el mal funcionamiento del equipo. Vacía el aceite mineral si no se ha usado el equipo durante un largo tiempo.

El vehículo debe estar apagado en todas las pruebas de detección de fugas. El equipo SDT103 solo debe conectarse a una fuente de corriente directa de 12V como lo es la batería del automóvil.

Cuando se conecte el compresor de aire externo, ajusta el medidor de flujo al máximo que genera una presión constante de no más de 32 mbar, esto garantiza el éxito de la prueba de detección de fugas.

Bibliografía

- Rehkopf, J. J. (2006). *Automotive Engine Repair and Rebuilding: Classroom Manual*. Pearson.
- Manuals, H. (1998). *Automotive Repair and Maintenance*. Haynes.
- Ceramizer. (2022). *Ceramizer*. Retrieved from <https://es.ceramizer.com/sobrecalentamiento-del-motor-cuales-son-las-causas-los-efectos-y-las-posibles-soluciones-al-problema/#:~:text=Razones%20del%20sobrecalentamiento%20del%20motor,salir%20de%20debajo%20del%20capó>.
- Tools, J. (2021). *JBtools*. Retrieved from <https://mx.jbtools.com/blog/how-to-diagnose-a-coolant-leak-/?srsltid=AfmBOorlb8Bl4cLbkQRs0ET-5bNZk5YsX5G0UDIZxLQ8-kXpyLifDAoK>
- Products, T. (2024). Retrieved from <https://tracerproducts.com/es/coolant-leaks/>
- Autool. (2024). *Autooltech*. Retrieved from Autool: <https://shop.autooltech.com/product/autool-sdt103-automotive-smoke-machine-leak-detector-for-evap-system-12v/>
- Autocasion, R. F. (2023). *Autocasion*. Retrieved from <https://www.autocasion.com/diccionario/ciclo-otto>
- CHOY. (2006). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4027/1/65T00148.pdf>.
- Miguélez, C. M. (2017). <https://slideplayer.es/slide/12003272/>.
- Águeda, E. G. (2020). *Mecánica del Vehículo*. Paraninfo.
- Luis Rodrigo Chávez Díaz, S. J. (2016). Retrieved from <https://es.slideshare.net/slideshow/sistema-de-refrigeracinfishmanndieselexpofinalquinto2016/70390992#2>
- Ford. (2024). Retrieved from <https://www.ford.mx/blog/experto/para-que-sirve-radiador-enero2023/>

- Ro-des. (2024). *Ro-des sencillo de principio a fin*. Retrieved from <https://www.ro-des.com/mecanica/vaso-de-expansion-que-es-para-que-sirve/>
- 108octanos. (2017). *Motorfaq*. Retrieved from <https://www.motorfaq.com/showthread.php?tid=3216>
- Intronica. (2024). *Intronica LTDA*. Retrieved from <https://www.intronica.com/producto/detector-ultrasonico-de-fugas-serie-uld-400/644>
- Ochoa, C. (2024). *Innotec*. Retrieved from <https://innotecgrupo.com/blog/como-encontrar-una-fuga-de-gas-refrigerante/>
- Halderman, J. D. (2006). *Automotive Diagnostic Tools and Techniques*. Pearson Education.
- Halderman, J. D. (2013). *Automotive Technology: Principles, Diagnosis, and Service*. Pearson.
- Gilles, T. (2011). *Automotive Service: Inspection, Maintenance, Repair*. Cengage Learning.
- Jain, D. S. (2012). *The Motor Vehicle*. Metropolitan Book Co.
- Gilles, T. (2016). *Automotive Engines: Diagnosis, Repair, and Rebuilding*. Cengage Learning.
- Learning, D. (2007). *Automotive Cooling Systems*. Delmar Cengage Learning.
- Bamberger, R. S. (2015). *Ultrasonic Measurement and Control*. CRC Press.
- ASNT, A. S. (2004). *Non-Destructive Testing Handbook, Vol. 3: Visual and Optical Testing*.
- Dyer, P. A. (2013). *Nondestructive Testing and Evaluation*. CRC Press.
- White, J. R. (2022). *Handbook of Leakage Detection*. Elsevier.
- Shastri, P. L. (2011). *Fundamentals of Leak Detection*. Springer.
- Duffy, J. E. (2016). *Modern Automotive Technology*. Goodheart-Willcox Publisher.
- Putra, W. A. H. S., Jamaaluddin, J., Anshory, I., & Ahfas, A. (2024). Spreadsheet-Based Car Engine Temperature And Compression Pressure Gauge. *Journal of Computer Networks, Architecture and High Performance Computing*, 6(1). <https://doi.org/10.47709/cnahpc.v6i1.3472>

Noroña Merchan, M. V., Puente Moromenacho, E. G., Leguisamo Milla, J. C., & Celi Ortega, S. F. (2018). Estudio de emisiones contaminantes producidas por un motor MEP con transmisión automática y transmisión manual. *INNOVA Research Journal*, 3(4), 120–128. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n4.2018.644>

García Bermúdez, José Andrés. (2017). Análisis de curvas de potencia y torque del motor J3 CRDI del Hyundai Terracan GL EX en el uso de combustible diésel de diferentes proveedores. Facultad de Mecánica Automotriz. UIDE. Quito. 68p.

