



Powered by  
Arizona State University®

# INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero  
Automotriz**

**Autor:** Loja Macías Luis Israel

**Tutor:** Ing. Adolfo Peña Pinargote, Msc.

**Análisis de Funcionamiento del Sensor ABS del Sistema de  
Frenos del Vehículo Kia Sportage 2.0 Mediante el Uso del  
Equipo Pinpoint Tester**

### **Certificación de Autoría**

Yo, Luis Israel Loja Macías, con C.I.: 0941640666, 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.

---

Luis Israel Loja Macías

C.I.: 0941640666

### **Aprobación del Tutor**

Yo, Adolfo Peña Pinargote certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su seguridad y autenticidad, como de su contenido

---

Ing. Adolfo Peña Pinargote, M.Sc

C.I: 1204668766

Director del Proyecto

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a Dios quien ha sido mi guía y fortaleza en cada paso de este camino.

A mis padres Joe Loja y Glenda Macias, por su incondicional apoyo, su amor y sus sacrificios.

A mis hermanos Estefanía Loja, Jonathan Loja, y Joel Loja, quienes siempre han sido mi fuente de inspiración y fortaleza.

A mi esposa Nancy Córdova, por su comprensión, paciencia y constante aliento durante este largo camino.

A mis hijos quienes son mi mayor motivación para seguir adelante y esforzarme cada día.

***Luis Israel***

## **Agradecimientos**

*Primero ante todo agradezco a dios por darme la fortaleza y sabiduría necesarias para alcanzar este importante logro en mi vida sin su guía y bendiciones nada de esto habría sido posible.*

*A mis padres Joe Loja y Glenda Macias por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios innumerables. Ustedes han sido mi pilar y fuente de inspiración en cada paso de este camino.*

*A mis hermanos Estefanía Loja, Jonathan Loja y Joel Loja gracias por estar siempre a mi lado y creer siempre en mí.*

*A mi esposa Nancy Córdoba por su paciencia, comprensión y por ser mi compañera fiel. Tus palabras de aliento y tu amor han sido esenciales para llegar hasta aquí.*

*A mis hijos quienes son mi motivación y mi razón de ser, gracias por llenar mi vida de alegría y esperanza.*

*A la universidad internacional del ecuador, por brindarme las herramientas Y el entorno necesario para alcanzar mis metas.*

*Agradezco profundamente a mi tutor, Adolfo Peña, por su invaluable orientación, paciencia y apoyo durante el desarrollo de esta tesis. A todos mis maestros, por compartir sus conocimientos y experiencias que han sido fundamentales en mi formación académica y profesional.*

**Luis Israel**

## Índice General

Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos .....	v
Índice General.....	vi
Índice de Figuras .....	ix
Resumen .....	xii
Abstract.....	xiii
Capítulo I .....	1
Problema de la Investigación.....	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 .....	2
1.3. Sistematización del Problema .....	2
1.4. Objetivos de la Investigación.....	2
1.4.1. Objetivo General.....	2
1.4.2. Objetivos Específicos .....	2
1.5. Justificación e Importancia de la Investigación .....	3
1.5.1. Justificación Teórica.....	3
1.5.2. Justificación Metodológica.....	4
1.5.3. Justificación Práctica .....	4
1.5.4. Delimitación Temporal .....	5
1.5.5. Delimitación Geográfica .....	5
1.5.6. Delimitación del Contenido .....	5
1.6. Alcance .....	5

Capítulo II.....	7
2. Marco de Referencia.....	7
2.1 El Sistema de Frenos.....	7
2.2 Fundamentos Teóricos del Sistema de Frenado del Automóvil .....	10
2.2.1 <i>Fuerzas y momentos en el vehículo</i> .....	10
2.2.2 <i>Fuerza de Frenado</i> .....	12
2.3 Sistemas de mando de Frenos Utilizados en el Automóvil.....	14
2.4 Tipos de Frenos Utilizados en el Automóvil. ....	15
2.4.1 <i>Frenos de Tambor</i> .....	15
2.4.2 <i>Funcionamiento Básico del Frenos de Tambor:</i> .....	16
2.4.3 <i>Frenos de Disco</i> .....	16
2.4.4 <i>Disco de Frenos</i> .....	17
2.4.5 <i>Pinzas de Frenos</i> .....	19
2.4.6 <i>Patillas de Frenos</i> .....	20
2.5 Sistemas Antibloqueo de Frenos ABS .....	20
2.5.1 <i>Elementos del Sistema de Frenos ABS</i> .....	22
2.5.2 <i>Sensores de Rueda</i> .....	23
2.5.3 <i>Grupo Hidráulico del Sistema de Frenos ABS</i> .....	25
2.5.4 <i>Fases de Presión del Grupo Hidráulico</i> .....	25
2.5.5 <i>Unidad Electrónica de Control del Sistema ABS</i> .....	27
2.6 Equipo Pinpoint Tester Para Sistemas de Frenos ABS.....	30
2.6.1 <i>Características del Equipo Pinpoint Tester</i> .....	32
Capítulo III.....	33
3. Metodología.....	33
3.1 Mantenimientos Aplicados al Automóvil .....	33

3.2	Tipos de Mantenimientos Automotrices .....	33
3.2.1	<i>Mantenimiento Predictivo Automotriz</i> .....	33
3.2.2	<i>Mantenimiento Preventivo Automotriz</i> .....	34
3.2.3	<i>Mantenimiento Correctivo Automotriz</i> .....	34
3.2.4	<i>Mantenimiento Detectable Automotriz</i> .....	35
3.3	Funcionamiento del Equipo Pinpoint Tester.....	35
3.3.1	<i>Descripción del Uso del Equipo Pinpoint Tester</i> .....	37
3.3.2	<i>Descripción del Uso del Equipo Pinpoint Tester en la Prueba de Sensor Pasivo</i> .....	37
3.3.3	<i>Descripción del Uso del Equipo Pinpoint Tester en la Prueba de Sensor Activo</i> .....	38
3.3.4	<i>Descripción del Uso del Equipo Pinpoint Tester en la Prueba Precisa</i> .....	39
3.4	Descripción de las Pruebas Realizadas en el Vehículo.....	41
	Capítulo IV .....	47
4.	Análisis de Resultados.....	47
4.1	Análisis de Datos Obtenidos en las Pruebas Realizadas.....	47
4.1.1	<i>Análisis de los Valores en Correcto Funcionamiento</i> .....	47
	Conclusiones.....	50
	Recomendaciones .....	51
	Bibliografía.....	52

## Índice de Figuras

Figura 1 <i>Esquema del Sistema de Frenos Convencional</i> .....	7
Figura 2 <i>Componentes y Partes del Sistema de Frenos Convencional</i> .....	9
Figura 3 <i>Ejes de Referencia, Fuerzas y Momentos de Giro</i> .....	12
Figura 4 <i>Fuerzas de Frenado que Interviene Sobre el Vehículo</i> .....	13
Figura 5 <i>Pares generados en las ruedas por intervención del freno de servicio</i> .....	14
Figura 6 <i>Frenos de Tambor</i> .....	15
Figura 7 <i>Frenos de Disco</i> .....	17
Figura 8 <i>Discos de freno, a) Disco ventilado, b) Disco macizo, c) Disco ventilado</i> .....	18
Figura 9 <i>Pinzas de Frenos</i> .....	19
Figura 10 <i>Pastillas de Frenos</i> .....	20
Figura 11 <i>Velocidad, deceleración y presión de frenado con ABS</i> .....	22
Figura 12 <i>Esquema de un sensor Inductivo</i> .....	23
Figura 13 <i>Sensor Inductivo</i> .....	24
Figura 14 <i>Fase de establecimiento de la Presión</i> .....	25
Figura 15 <i>Fase de mantenimiento de la Presión</i> .....	26
Figura 16 <i>Fase de Reducción de la Presión</i> .....	27
Figura 17 <i>Unidad de Control</i> .....	27
Figura 18 <i>Unidad de Control del Grupo Hidráulico</i> .....	28
Figura 19 <i>Esquema General de la unidad de control</i> .....	30
Figura 20 <i>Equipo Pinpoint Tester</i> .....	31
Figura 21 <i>Equipo Pinpoint Tester</i> .....	31
Figura 22 <i>Diagrama del Equipo Pinpoint Tester</i> .....	32
Figura 23 <i>Diagrama de Conexión del Equipo Pinpoint Tester</i> .....	36
Figura 24 <i>Diagrama de Conexión del Equipo Pinpoint Tester Prueba de Sensor Pasivo</i> .....	37

Figura 25 <i>Diagrama de Conexión del Equipo Pinpoint Tester Prueba de Sensor Activo</i> .....	39
Figura 26 <i>Diagrama de Conexión del Equipo Pinpoint Tester Prueba de Sensor Precisa</i> .....	40
Figura 27 <i>Diagrama de Conexión del Equipo Pinpoint Tester en Sensor Prueba Precisa</i> .....	40
Figura 28 <i>Equipo Pinpoint Tester utilizado en las Pruebas con sus Accesorios</i> .....	41
Figura 29 <i>Ubicación del Sensor ABS y Desconexión del Socket</i> .....	42
Figura 30 <i>Acople de los Accesorios y Conexión del Sensor ABS</i> .....	42
Figura 31 <i>Conexión del Equipo al Sensor y la Conexión a Masa</i> .....	43
Figura 32 <i>Encendido y Activación del Equipo de Diagnóstico</i> .....	44
Figura 33 <i>Lectura del Sensor, Rotación de la Rueda</i> .....	44
Figura 34 <i>Sensor Abierto</i> .....	45
Figura 35 <i>Sensor en Corto</i> .....	46
Figura 36 <i>Sensor Abierto</i> .....	47
Figura 37 <i>Sensor en Corto</i> .....	48
Figura 38 <i>Sensor Delantero en Buen Estado</i> .....	49
Figura 39 <i>Sensor Posterior en Buen Estado</i> .....	49

## Índice de Ecuaciones

Ecuación 1 Fuerza de Frenado Máxima.....	14
--	----

## Resumen

En el presente trabajo se refleja en forma rápida, segura y sencilla la forma en que se puede realizar el análisis del funcionamiento de los sensores del sistema de frenos ABS del vehículo Kia Sportage 2.0. Para realizar el análisis correspondiente se utilizó el equipo de diagnóstico automotriz Pinpoint Tester, el mismo que sirve para analizar el estado de los sensores del sistema de frenos ABS, en este caso se analizó su funcionamiento en donde se determinó que en este caso de análisis se encontró que el sensor de la rueda delantera izquierda se encontraba en mal estado, es decir estaba en estado abierto, además se pudo determinar que el sensor del sistema de frenos ABS de la rueda posterior derecha se encontraba en corto; en el primer capítulo se logró establecer lo relacionado al problema de la investigación que se desarrolló; por consiguiente en el segundo capítulo se detalló la indagación exhaustiva de la teoría del sistema de frenos ABS; luego en el capítulo tres se realizó un análisis de los sensores del vehículo Kia Sportage 2.0, el trabajo se lo realizó analizando los sensores del sistema de frenos, y por último en el capítulo cuatro se analizó los datos obtenidos donde se enfatizó la facilidad que brinda el equipo para realizar el análisis correspondiente.

**Palabras Clave:** Sistema de Frenos Antibloqueo, Sensores, Masa, Discos de Frenos, Equipo de Diagnóstico.

### **Abstract**

In the present paper it will be referred in a rapid, secure and easy way the method that an ABS braking system analysis can be do it of a Kia Sportage 2.0 car. For doing this corresponding analysis the Pinpoint Tester automotive diagnosis equipment was used, same that serves for analyze the status of the ABS braking system sensors, in the present case the functioning it was analyzed where it was determined that in this case of analysis the front left wheel sensor it was in a bad or poor state, that means that was in an open state, therefore it can also determined that the ABS braking system sensor of the rear right wheel was in short-circuit; in the first chapter it was stablished the mentioned result to the investigation problem that was developed; furthermore in the second chapter the detailing of the exhaustive indagating of the ABS braking system theory was occurred, later in the chapter three an analysis of the Kia Sportage 2.0 sensors was realized, the job was done analyzing all of the braking system sensors, and finally in the chapter four the fully obtained data was analyzed where the facility that the equipment grants for the corresponding analysis was emphasized.

**Keywords:** Anti-lock Braking System, Sensors, Mass, Braking Discs, Diagnosis Equipment

## Capítulo I

### Problema de la Investigación

#### 1.1. Tema de Investigación

Análisis de funcionamiento del sensor ABS del sistema de frenos del vehículo Kia Sportage 2.0 mediante el uso del equipo Pinpoint Tester.

#### 1.2. Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

Los inconvenientes presentados con relación al funcionamiento de los sensores del sistema de frenos ABS se pueden provocar principalmente por problemas de comunicación entre el sensor y la computadora.

En la actualidad las fallas que se presentan en el sistema de frenos con sensores ABS son muy frecuentes y comunes y esto conlleva a una necesidad de tener un elemento que nos ayude a poder establecer diagnósticos rápidos y como base para establecer los planes de mantenimiento ya sean predictivos, preventivos y correctivos.

El poseer un equipo apropiado para realizar las pruebas en los sensores del sistema de frenos ABS, se convierte en un método de aplicación para poder adquirir un diagnóstico adecuado de los mismos y tener una visión clara de su estado y poder determinar si están realizando la lectura real de la fuerza de frenado aplicada.

Debido a estos y otros motivos se propone el presente estudio para brindar una alternativa de solución por medio de un equipo de diagnóstico de las señales recibidas en el sensor del sistema de frenos ABS, nos ayudará a tener un idea clara de su estado.

##### *1.2.1. Planteamiento del Problema*

Entre los inconvenientes principales está la pérdida de control del vehículo al momento de la conducción, sobre todo en camino con humedad, gravilla suelta entre otros, esto se genera al momento de realizar la frenada y puede producir algún tipo de accidente de tránsito.

Con la aplicación de un probador de señales para sensores de frenos ABS en el vehículo Kia Sportage, podríamos solventar diversas inquietudes en cuanto a los fallos por causa de las señales inapropiadas y por ende se puede aplicar los diversos planes de mantenimiento en el sistema de frenos, dichos planes de mantenimientos servirán para prevenir daños.

Conociendo lo parámetros de funcionamiento de los sensores del sistema de frenos ABS establecidos por el fabricante se podrá determinar si están cumpliendo con lo establecido y así evitar fallos y problemas.

### **1.2.2. *Formulación del Problema***

¿Se puede generar una propuesta de análisis de funcionamiento de los sensores del sistema de frenos ABS del vehículo Kia Sportage aplicando el equipo Pinpoint Tester?

### **1.3. *Sistematización del Problema***

¿Cuáles son los beneficios que se obtienen al realizar un recopilación de información sobre el funcionamiento del sensor ABS y sus conexiones de alimentación y señal?

¿Con los datos obtenidos se podrá analizar el funcionamiento de los sensores de frenos ABS?

¿Qué ventajas brinda generar una guía de uso del equipo Pinpoint Tester?

### **1.4. *Objetivos de la Investigación***

#### **1.4.1. *Objetivo General***

- Analizar el funcionamiento del sensor ABS del vehículo Kia Sportage 2.0 mediante el uso del equipo Pinpoint Tester.

#### **1.4.2. *Objetivos Específicos***

- Recopilar información sobre el funcionamiento del sensor ABS y sus conexiones de alimentación y señal.

- Comparar los datos obtenidos del funcionamiento del sensor ABS con los datos establecidos por el fabricante para la valoración de su estado.
- Realizar una guía práctica del uso del equipo Pinpoint Tester.

### **1.5. Justificación e Importancia de la Investigación**

El trabajo de investigación a realizar en lo referente al funcionamiento de los sensores ABS del sistema de frenos y determina objetivos por parte de fuentes investigativas la misma que presenta respuestas a la perspectiva metodológica, teórica y práctica como se expresa a continuación:

#### **1.5.1. Justificación Teórica**

Los inconvenientes generados en el sistema de frenos por causa de los sensores ABS pueden generar graves consecuencias y muy adversas en el funcionamiento de estos, por tal motivo es importante el analizar de su funcionamiento de forma apropiada y así podemos identificar si su funcionamiento es el apropiado, de esta forma poder mejorar su eficiencia así como su desempeño con un sustento teórico bien fundamentado basado en la búsqueda y revisión de fuentes bibliográficas, fichas técnicas y artículos científicos en los que han realizados estudios similares o relacionados al tema en mención, por ejemplo:

De acuerdo con (Agueda y otros, 2018), El sistema antibloqueo de frenos (ABS, Antilock Brake System) evita el bloqueo de las ruedas mientras el vehículo se está desplazando, manteniéndolo en el límite de adherencia del neumático en todo tipo de calzadas, con ello se consiguen los siguientes objetivos:

- Optimizar el funcionamiento del sistema de frenos al conseguir distancias de frenado más cortas.
- Mantener el control de la dirección en todo momento.
- Mejorar la estabilidad de marcha durante la frenada. El conductor dirige el vehículo en todo momento.

- Mantener los neumáticos en perfectas condiciones al evitar su bloqueo mientras que el vehículo se está desplazando.

Según (Ferrer & Dominguez, 2028), los circuitos de frenos ABS (Antilock Brake System) son circuitos que incorporan una gestión electrónica a las presiones de frenado que recibe cada rueda.

Se sustituyen los elementos mecánicos por componentes eléctrico-electrónicos (captadores). El módulo electrónico procesa las señales que recibe de los captadores y comanda el bloque hidráulico, en el que se encuentran las electroválvulas y una bomba de barrido.

### ***1.5.2. Justificación Metodológica***

En la presente investigación se podrá justificar la metodología que se lleva en la realización de un análisis de fallas en los sensores, se fundamenta en la obtención de información técnica del elemento en estudio para así poder determinar las características, propiedades y especificaciones técnicas establecidas por el fabricante.

Además, se fundamentará por estudios anteriores relacionados y que puedan aplicarse al presente estudio que determinan cada uno de los comportamientos del elemento en estudio lo que permite generar el correcto alcance al momento de realizar el análisis con los resultados generados con los equipos utilizados o los informes generados por los mismos.

En efecto, el presente trabajo investigativo de fallas en los sensores de frenos ABS, se basa en la aplicación de una metodología definida como experimental, teórica y descriptiva, lo que permite obtener el alcance de los objetivos planteados y de esta manera consolidan la investigación científica en su totalidad.

### ***1.5.3. Justificación Práctica***

De acuerdo con los objetivos planteados para el presente proyecto investigativo hará referencia al análisis de fallas en sensores de frenos ABS en su etapa práctica se fundamenta

en su desarrollo de acuerdo con etapas establecidas de manera cronológica, pero tomando en consideración que la fase práctica se lleva a cabo con el uso de un probador de sensores de frenos ABS y posterior generar una guía práctica para el uso del instrumento.

#### ***1.5.4. Delimitación Temporal***

De acuerdo con lo previsto como planificación en el desarrollo de análisis de fallas en los sensores de frenos ABS por medio del uso del equipo Pinpoint Tester, tanto de la fase de aprobación, desarrollo teórico y práctico el presente estudio se establece que se llevará a cabo desde el mes de septiembre del 2024 y de manera tentativa se pretende que su finalización o defensa de proyecto se llevará a cabo en el mes de marzo de 2024.

#### ***1.5.5. Delimitación Geográfica***

El presente trabajo investigativo se lo llevará a cabo en el taller Tecniservicio Loja Car ubicado en el país de Ecuador dentro de la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, en las calles Sucre y José Mascote.

#### ***1.5.6. Delimitación del Contenido***

El proyecto de investigación implementación de un equipo Pinpoint Tester en un taller automotriz, se lo desarrolla por medio de un proceso meticuloso de investigación con base en fuentes bibliográficas teóricas y técnicas, así como revistas, artículos científicos, fichas técnicas, entrevistas, proyectos de titulación y blogs, lo que permite brindar fundamentar correctamente el alcance del proyecto y estructurarlo de la mejor forma para lograr alcanzar los objetivos planteados.

Cabe recalcar que el presente estudio se lo establece con una sección de cuatro capítulos como cuadro de cuerpo de texto.

### **1.6. Alcance**

El presente proyecto investigativo con el tema: Análisis de funcionamiento del sensor ABS del sistema de frenos del vehículo Kia Sportage 2.0 mediante el uso del equipo Pinpoint

Tester, tiene como alcance el poder establecer un tipo de metodología que permita realizar un análisis de funcionamiento de los sensores ABS y poder detectar fallas comunes o específicas que se presenten en las que su variable fundamental lo es la comunicación por medio de señales eléctricas y componentes electrónicos, por medio de este método podemos alimentar el plan de mantenimiento predictivo y tomar acciones correctivos para prevenir que los elementos y equipos fallen.

En la parte conceptual del presente estudio se inicia con la investigación de señales de alimentación y masa que sirven para el correcto funcionamiento del sistema s de frenos ABS, el mismo que está relacionado con el sistema de seguridad del vehículo.

Finalmente se genera un enfoque en la comprobación de los parámetros de funcionamiento de sistema de frenos ABS, nos enfocamos al monitoreo de sistema antibloqueo del vehículo de marca Kia Sportage 2.0, de esta forma extraer las impresiones de la pantalla para su respectivo análisis y toma de criterio técnico sobre las fallas detectadas.

## Capítulo II

### 2. Marco de Referencia

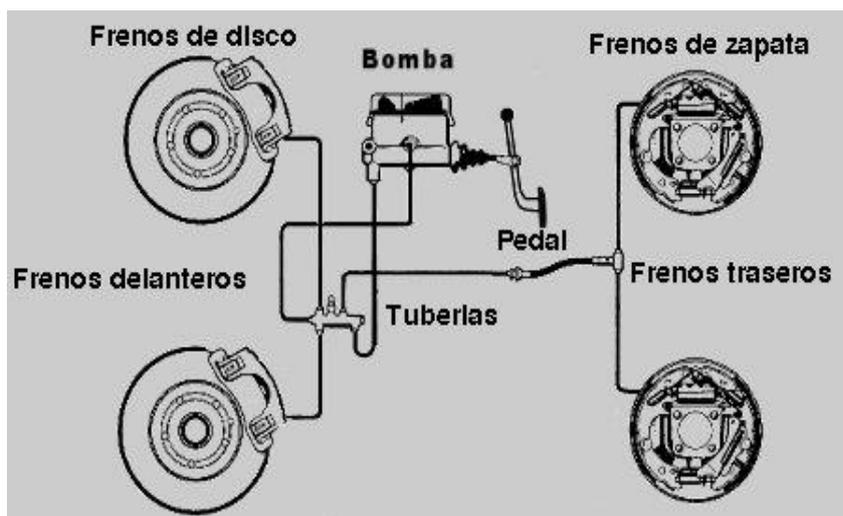
Con el objetivo de alcanzar un entendimiento apropiado procederemos a dar las aclaraciones a cada concepto que se emplearán en el desarrollo del presente trabajo investigativo, los mismos que servirán para dar la relevancia del caso en cada una de las secciones a explicarse en el trabajo a presentar.

#### 2.1 El Sistema de Frenos

De acuerdo con (Rondón y otros, 2018), el sistemas de frenos, figura 1, tiene por objetivo lograr detener el vehículo cuando el conductor lo considere necesario, también establece que el sistema de freno permite tener el control del movimiento del vehículo y poder detenerlo de forma eficiente y segura, sin importar la condición de velocidad o carga que tuviera el vehículo en ese instante.

**Figura 1**

*Esquema del Sistema de Frenos Convencional*



Fuente: (arisoftchile, 2022)

Por otra parte (Casado y otros, 2016), establecen que el sistema de frenos es parte de la seguridad activa del vehículo, debiendo ser eficaz, progresivo y previsible para que el conductor pueda mantener el control del automóvil, también hacen referencia a que el sistema

de frenos convierte la energía cinética que se produce por el movimiento el calor por medio del rozamiento de elementos mecánicos y debe cumplir con dos objetivos:

- Disminuir la velocidad del vehículo durante la marcha y cuando es necesario detenerlo totalmente en espacios razonablemente reducidos siempre que se actúe sobre el pedal del freno. La frenada se regula progresivamente con la presión ejercida sobre el pedal. y actúa sobre las cuatro ruedas.
- Mantener el vehículo parado cuando esté estacionado sin riesgo de movimiento. Esta función actúa sobre dos ruedas (normalmente las traseras) y se acciona desde el habitáculo a través de una palanca, pedal o pulsador. El accionamiento de este tipo de freno suele ser mecánico y en algunas ocasiones eléctrico (freno de mano).

En otro caso de definiciones (Rodríguez & Villar, 2018), proponen que el sistema de frenos está formado por un conjunto de elementos que tiene por objetivo reducir gradualmente la velocidad del vehículo hasta detenerlo total o parcialmente, dependiendo de las necesidades o apreciación del conductor, para cumplir su función se divide en las siguientes secciones:

- Freno de servicio: Permite al conductor controlar el movimiento del vehículo detenerlo de una forma segura, rápida y eficaz, cualesquiera que sean las condiciones de velocidad y de carga o el tipo de pendiente, ascendente o descendente, en la que pueda encontrarse el vehículo. El freno de servicio debe actuar de forma moderada y sobre todas las ruedas.
- Freno de estacionamiento: Permite mantener el vehículo inmóvil en una pendiente ascendente o descendente, incluso en ausencia del conductor. Para ello los elementos activos se quedan en posición de apriete por medio de un dispositivo de acción puramente mecánica. Actúa generalmente sobre las ruedas traseras.

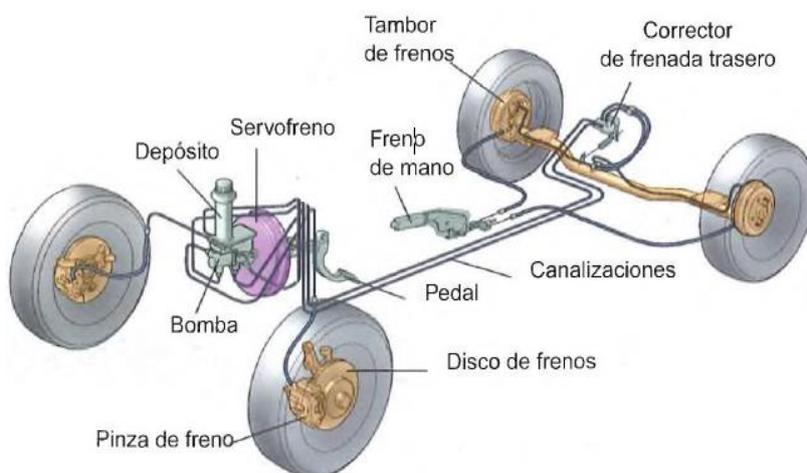
- Freno de socorro: Permite detener el vehículo en una distancia razonable cuando falla el freno de servicio. Actúa de forma moderada y al menos sobre una rueda de cada lado del plano longitudinal medio del vehículo.

Además según lo estipulados por (Ferre & Dominguez, 2017), proponen que el sistema de frenos permite al conductor reducir la velocidad de vehículo durante la marcha y consigue de se frene y se detenga, y menciona a la norma ISO 611 que es la encargada de regular los requisitos mínimos que debe tener los elementos y equipos del sistema de frenos de los automóviles. También establecen que en los automóviles, el freno de servicio está formado por un circuito hidráulico que dispone de elementos que generan la presión y los dispositivos necesarios para actuar sobre los bombines de los discos o tambores de freno, así como de elementos correctores o amplificadores de la presión.

Un circuito de frenos de servicio está constituido básicamente por: un pedal de accionamiento, una bomba de frenos con el depósito de líquido, un servofreno, discos y pinzas de freno o tambores y zapatas, un corrector de frenada trasero y canalizaciones, como se visualiza en la figura 2.

## Figura 2

### *Componentes y Partes del Sistema de Frenos Convencional*



Fuente: (arisoftchile, 2022)

Analizando las cuatro definiciones citadas con respecto al sistema de frenos del automóvil podemos decir que <<notamos que todos convergen hacia el mismo objetivo que es el lograr que el vehículo se detenga de forma apropiada y oportuna para poder brindar seguridad al conductor y a los ocupantes en general sin importar el la clase o el tipo de vehículo al cual nos estamos refiriendo>>, es decir tenemos una idea clara de la definición del sistema de frenos del automóvil.

## **2.2 Fundamentos Teóricos del Sistema de Frenado del Automóvil**

Cuando el conductor aplica fuerza en el pedal de freno para alcanzar que se detenga de forma total o parcial se generan ciertos fenómenos físicos que se relacionan con al efectividad del frenado por esta razón haremos referencia a alguna definiciones que se relacionan de forma directa a este sistema de frenos del automóvil.

### **2.2.1 Fuerzas y momentos en el vehículo**

Cuando se experimenta cualquier tipo de modificación dinámica, (Casado y otros, 2016), en el vehículo tales como la aceleración, retención, cambios de dirección, entre otros, que se presentan determinadas fuerzas que inciden sobre el comportamiento de marcha, las mismas que detallamos a continuación:

- Eje transversal: Es una línea horizontal imaginaria que discurre a  $90^\circ$  del eje longitudinal y pasa por el centro de gravedad. En las frenadas y aceleraciones se producen desplazamientos del eje transversal como consecuencia de la compresión y expansión que sufren los elementos de suspensión.
- Eje vertical: Es una línea vertical imaginaria que discurre por el centro de gravedad del vehículo perpendicular al suelo. Determinados movimientos del vehículo, por ejemplo al tomar una curva, producen un desplazamiento del eje vertical.

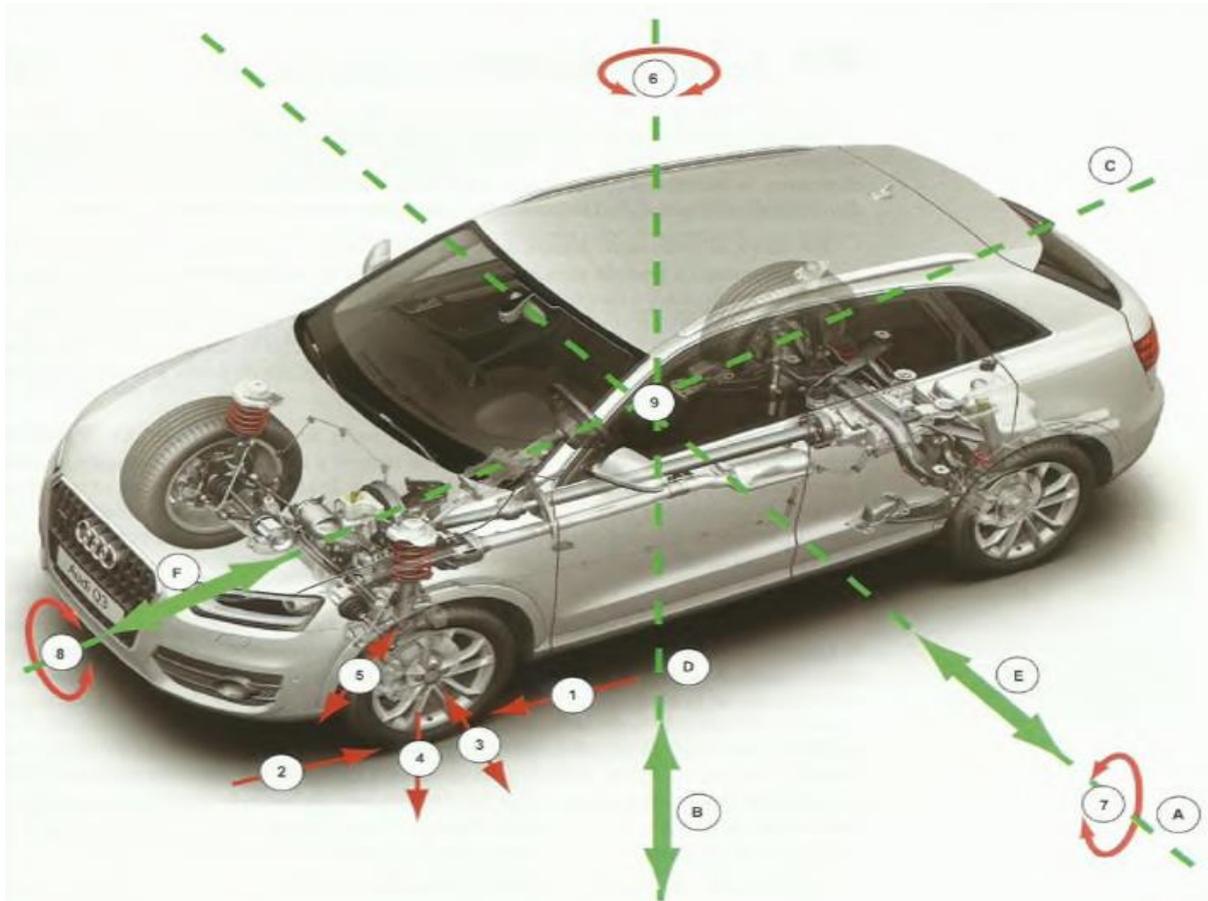
- Eje longitudinal: Es una línea horizontal imaginaria que discurre en sentido longitudinal del vehículo y pasa por el centro de gravedad. El desplazamiento del eje longitudinal se produce por la inclinación lateral de la carrocería cuando el vehículo circula por carreteras viradas.
- Fuerza de impulsión: Es la fuerza generada por el motor y transmitida a las ruedas motrices.
- Fuerza de frenado: Es la fuerza aplicada sobre los elementos frenantes para desacelerar o parar el vehículo. Está influenciada directamente por la adherencia del neumático sobre la calzada.
- Estabilidad lateral: Es la fuerza que mantiene el vehículo estable sobre su trayectoria.
- Presión vertical: Es la fuerza que actúa sobre las ruedas en dirección a la calzada. Está influenciada directamente por el peso del vehículo y los elementos de suspensión.
- Momento de inercia: Es el momento que se produce a causa de la dinámica de movimiento de las ruedas.
- Momento de guiñada: Es el movimiento que se produce sobre el eje vertical.
- Angulo de cabeceo: Es el movimiento que se produce sobre el eje transversal.
- Angulo de balanceo: Es el movimiento que se produce sobre el eje longitudinal.
- Centro de gravedad del vehículo.

En la figura 3 se denota todas las definiciones descritas y se visualizan como es su accionar en un vehículo, y se denota las siguiente simbología; A Eje transversal, B. Eje vertical, C. Eje longitudinal, D. Desplazamiento vertical, E. Desplazamiento transversal, F. Desplazamiento longitudinal, 1. Fuerza de impulsión, 2. Fuerza de frenado, 3. Estabilidad

lateral, 4. Presión vertical, 5. Momento de inercia, 6. Momento de guiñado, 7. Ángulo de cabeceo, 8. Ángulo de balanceo y 9. Centro de gravedad.

### Figura 3

*Ejes de Referencia, Fuerzas y Momentos de Giro*



Fuente: (Casado y otros, 2016)

#### 2.2.2 Fuerza de Frenado

Si Durante el movimiento del vehículo se le aplica una fuerza de frenada de menor intensidad que la fuerza de impulsión que posee, provoca que el vehículo se desplace con menor velocidad; sin embargo, si se le aplica una fuerza mayor a la de impulsión producir, el bloqueo de las ruedas e impedirá el rozamiento de los elementos frenantes entre sí perdiendo la direccionalidad del vehículo y en consecuencia, el control del mismo.

El peso que soporta por eje un vehículo de tipo medio se puede estimar aproximadamente en un 55-45 % para el eje delantero y trasero respectivamente, si bien este reparto de peso varía entre vehículo de acuerdo con sus dimensiones.

La fuerza de frenado que interviene sobre el vehículo (Rodríguez & Villar, 2018), es la fuerza necesaria para desacelerar y lograr detener un vehículo. Más concretamente, es la suma de las fuerzas originadas en la superficie de contacto entre los neumáticos y la calzada que surgen como oposición al par que se opone al giro de las ruedas, ver figura 4.

#### Figura 4

*Fuerzas de Frenado que Interviene Sobre el Vehículo*

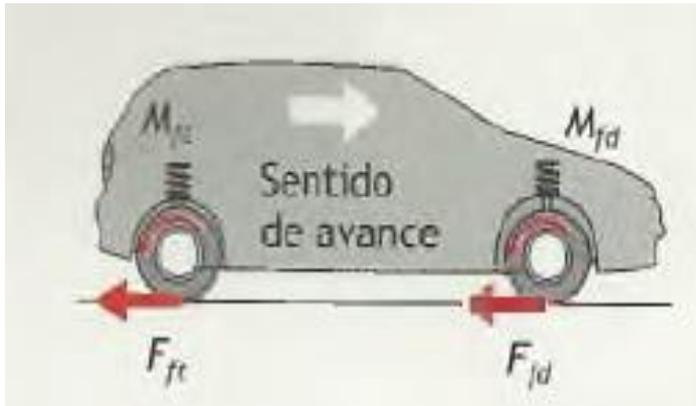


Fuente: (Rodríguez & Villar, 2018)

Los pares de frenado  $M_{fd}$  (par de frenado delantero) y  $M_{ft}$  (par de frenado trasero) se generan por la acción del freno de servicio o de estacionamiento sobre elementos mecánicos de los frenos de las ruedas y actúan en sentido contrario al de avance de la rueda, ver figura 5.

**Figura 5**

*Pares generados en las ruedas por intervención del freno de servicio.*



Fuente: (Rodríguez & Villar, 2018)

Así, la fuerza máxima de frenado ( $F_{m\acute{a}x}$ ) está determinada por la adherencia y se la detalla en la ecuación 1.

### **Ecuación 1**

*Fuerza de Frenado Máxima*

$$F_{f\acute{m}\acute{a}x} = P \cdot U_{m\acute{a}x}$$

Donde  $F_{f\acute{m}\acute{a}x}$  Es la fuerza máxima de frenado, P es el peso adherente del vehículo y  $U_{m\acute{a}x}$  es el coeficiente de adherencia máximo.

### **2.3 Sistemas de mando de Frenos Utilizados en el Automóvil.**

Para accionar los frenos es necesario que el conductor transmita una fuerza de tipo muscular en el pedal del freno para lograr que el vehículo se detenga, para ello existen distintos tipos de mandos que a continuación detallamos:

- Sistema de mando mecánico: En este sistema las fuerzas se transmiten mediante el uso de varilla (por compresión o tracción) o cables (por tracción), se dejó de utilizar en los vehículos desde hace algún tiempo atrás, sin embargo en la actualidad solo se utiliza en frenos de estacionamiento y en el freno de servicio de algunas motocicletas.

- Sistema de mando neumático: Es similar al mando hidráulico, pero el medio de transmisión de la fuerza es aire comprimido, es utilizado en la actualidad en vehículos industriales medianos y pesado en una combinación con lo hidráulicos
- Sistema de mando hidráulico: En este caso la fuerza del conductor se transforma en presión de un fluido hidráulico y es transmitida a través de cañerías, son los más utilizados en automóviles, turismo y vehículos industriales ligeros.

## 2.4 Tipos de Frenos Utilizados en el Automóvil.

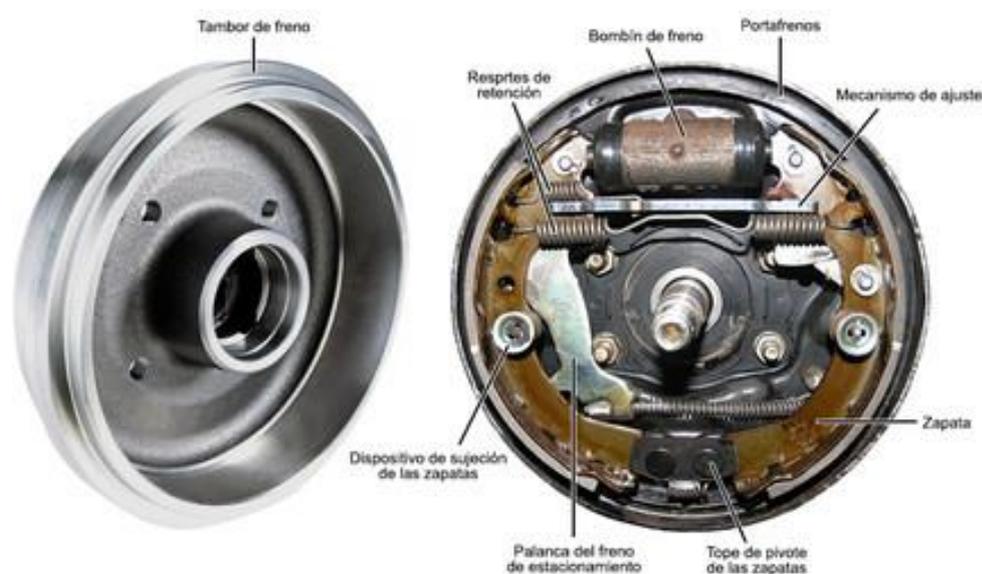
En los automóviles se utilizan dos tipos de frenos comúnmente que los de tambor y los de disco.

### 2.4.1 Frenos de Tambor

En estos frenos el efecto de frenado se produce mediante el rozamiento de dos zapatas con un tambor cilíndrico solidario que gira solidario a la rueda, figura 6, en la actualidad por lo general se usa en las ruedas posteriores de automóviles y camionetas, y en vehículos pesados y de servicio de transporte aún se utilizan en las ruedas delanteras.

#### Figura 6

*Frenos de Tambor.*



Fuente: (motorpasion, 2022)

### **2.4.2 *Funcionamiento Básico del Frenos de Tambor:***

Cuando se pisa el pedal del freno, se crea una presión en el circuito hidráulico producida por la presión que ejerce el pedal sobre la bomba de frenos.

Esta presión generada en el circuito provoca el desplazamiento de los pistones del bombín hacia el exterior, empujando a las zapatas contra el tambor limitando su giro y en consecuencia disminuyendo la velocidad del vehículo.

Cuando el pedal de freno deja de ser accionado, los muelles de recuperación tiran de las zapatas hasta situarlas en la posición más aproximada posible al tambor sin rozar con él.

A medida que las zapatas se van desgastando, la posición del tensor automático se va modificando para impedir que las zapatas retomen a su posición original y mantenerlas lo más cercanas posibles al tambor sin llegar a rozar.

### **2.4.3 *Frenos de Disco***

Los frenos de discos son utilizados por lo general en las ruedas delanteras de los automóviles y en muchos casos también en las traseras, incluso también en las ruedas posteriores de las camionetas, (Casado y otros, 2016).

Tiene la gran ventaja de refrigerarse mucho mejor que los frenos de tambor al producirse la frenada sobre una superficie en contacto con el exterior. Además resultan unos frenos mucho más progresivos que los de tambor, siendo este aspecto uno de los más relevantes para su uso con más frecuencia que los frenos de tambor, pues el tener la ventilación adecuada nos ayudará a tener una eficiencia mejorada y adecuada al momento de generar las fuerzas de frenado, incluso en la actualidad se están empleando con mayor frecuencia los discos ventilados que generan más ventilación a los discos y así evitamos que se sobrecalienten, siendo el exceso de temperatura un elemento negativo para el funcionamiento adecuado del sistema de frenos, ver figura 7.

**Figura 7***Frenos de Disco.*

Fuente: (motorpasion, 2022)

Los frenos de discos se componen de los siguientes elementos:

- Un disco de freno solidario al buje del cual toma movimiento.
- Una pinza de freno.
- Un actuador hidráulico instalado en la pinza.
- Pastillas de freno.

**2.4.4 Disco de Frenos**

Los discos de freno están fabricados normalmente en fundición gris nodular de grafito laminar, que contiene entre un 92 % y un 93 % de hierro. Además del hierro, contiene entre otros componentes, silicio y manganeso que garantizan una alta calidad. En ocasiones especiales se fabrican a base de carbono.

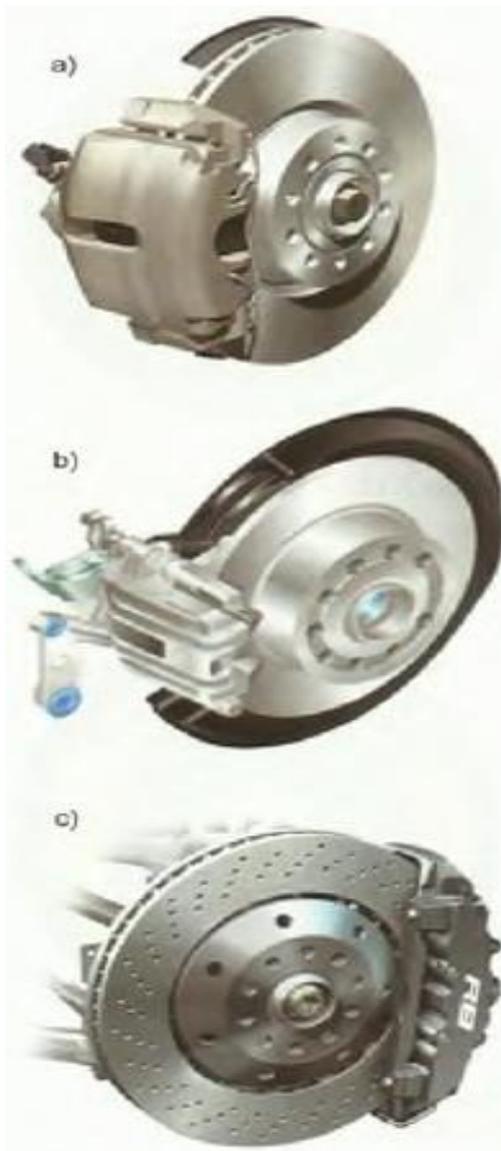
Pueden ser macizos o autoventilados. Estos últimos se utilizan cuando van a estar sometidos a grandes presiones de frenada.

Disponen de unas ranuras radiales a lo largo de todo su perímetro para facilitar la evacuaciones del calor, figura 8. Los discos ventilados, a su vez, pueden estar perforados para mejorar su refrigeración y aligerar el peso.

Es en su superficie exterior donde van a rozar las pastillas para producir la frenada del vehículo. Giran solidarios a las ruedas, durante la frenada, están sometidos a grandes presiones y altas temperaturas.

### Figura 8

*Discos de freno, a) Disco ventilado, b) Disco macizo, c) Disco ventilado y perforado*



Fuente: (Casado y otros, 2016)

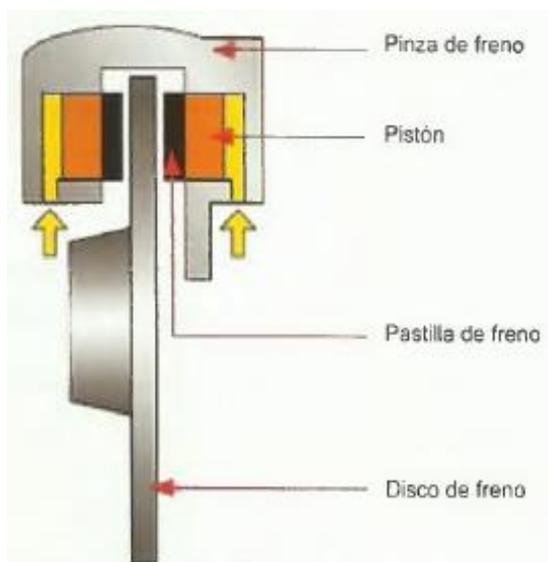
### 2.4.5 Pinzas de Frenos

Las pinzas de freno envuelven las pastillas y en ellas se monta el actuador hidráulico, figura 9. Tienen practicada una entrada para la tubería de presión y un orificio donde se aloja el purgador. Las pinzas más habituales son del tipo deslizante o flotante y fijas, ambas con distintas variedades a describir:

- Las pinzas deslizantes más habituales disponen de uno o dos actuadores hidráulicos que inciden sobre una de las pastillas de frenos. Durante la frenada, cuando el actuador ejerce presión sobre la pastilla, se produce el deslizamiento de la pinza que provoca que la otra pastilla se desplace contra el disco con la misma presión.
- Las pinzas fijas disponen de uno o más actuadores que inciden sobre cada pastilla. Las más habituales disponen de dos actuadores (uno para cada pastilla), aunque en vehículos de altas prestaciones, las pinzas pueden tener cuatro, seis e incluso ocho actuadores hidráulicos.

**Figura 9**

*Pinzas de Frenos*



Fuente: (Casado y otros, 2016)

### 2.4.6 *Patillas de Frenos*

La pastillas de frenos son los elementos que rozan sobre el disco para reducir su velocidad. Disponen de una superficie metálica que les sirve de soporte al forro de frenos y de apoyo en la pinza.

La superficie del forro se adapta perfectamente a la superficie del disco. En las pastillas de freno suele acoplarse un cable que sirve de indicador de desgaste, figura 10, de tal forma que cuando el cable roza con el disco de freno, cierra el circuito eléctrico que enciende en el cuadro de instrumentos una luz testigo que indica el desgaste de pastillas.

#### **Figura 10**

*Pastillas de Frenos*



Fuente: (autotest, 2022)

## 2.5 Sistema Antibloqueo de Frenos ABS

Según lo estipulado por (Casado y otros, 2016), en cuanto al sistema antibloqueo de frenos ABS (Antilock Brake System), éste evita el bloqueo de las ruedas mientras el vehículo se está desplazando, manteniéndolo en el límite de adherencia del neumático en todo tipo de calzadas, con ello se consiguen los siguientes objetivos:

- Optimizar el funcionamiento del sistema de frenos al conseguir distancias de frenado más cortas.
- Mantener el control de la dirección en todo momento.

- Mejorar la estabilidad de marcha durante la frenada. El conductor dirige el vehículo en todo momento.
- Mantener los neumáticos en perfectas condiciones al evitar su bloqueo mientras que, el vehículo se está desplazando.

El ABS gestiona la presión de frenada para mantenerla dentro de un valor de deslizamiento en torno al 20 y el 30 % considerado óptimo para conseguir una gran eficacia durante el frenado sin que exista bloqueo de elementos frenantes y además mantener un guiado lateral bueno.

En otra definición establecida por (Rodríguez & Villar, 2018), El sistema antibloqueo de frenos evita que las ruedas alcancen el límite de adherencia durante un frenado del vehículo controlando la presión del fluido que llega a los actuadores de los frenos antes, que lleguen a bloquearse.

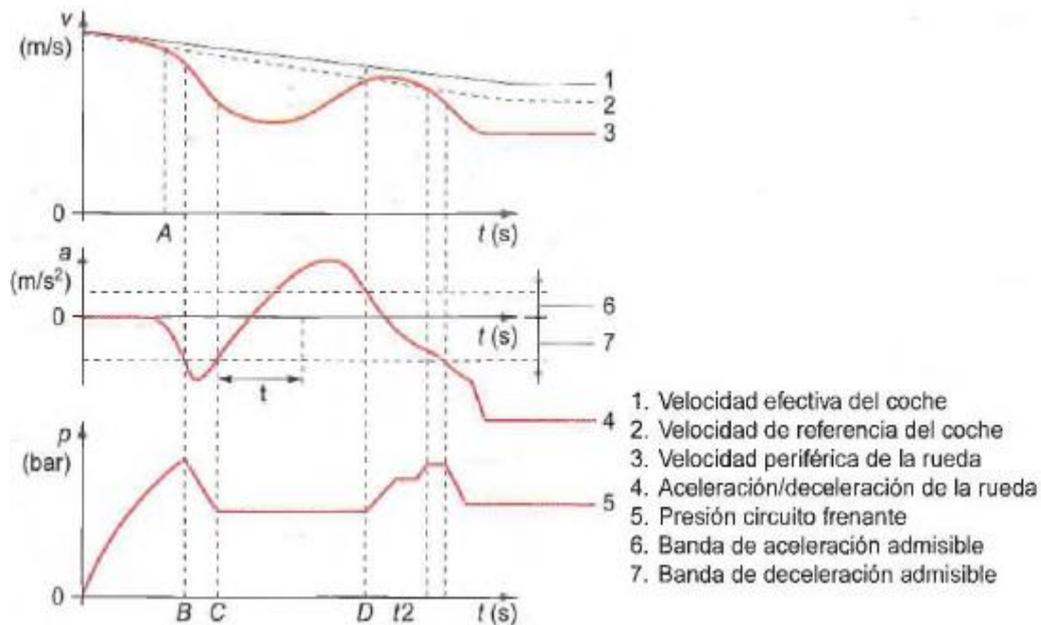
Para los autores (Ferre & Dominguez, 2017), el sistema ABS mide las revoluciones de las ruedas mediante sensores, situados cerca de las ruedas y conectados al módulo electrónico. El módulo o procesador recibe las señales de las cuatro ruedas y calcula la velocidad de referencia del vehículo. Esta velocidad de referencia constituye una medida para la velocidad real.

Al iniciarse una frenada, el módulo ABS compara todas las velocidades periféricas de las ruedas y calcula las velocidades de referencia del vehículo.

Si una o varias de las velocidades periféricas de las ruedas no coinciden y se alejan mucho de la velocidad de referencia calculada por el módulo, significa que esa rueda puede llegar a bloquearse. En estas condiciones, el módulo activa las válvulas electromagnéticas del bloque hidráulico, las cuales liberan de presión el circuito de dicha rueda, y mantienen las presiones para que la rueda gire dentro de los parámetros marcados en la velocidad de referencia calculada por el módulo para esa frenada, lo que se detalla en la figura 11.

**Figura 11**

*Velocidad, deceleración y presión de frenado con ABS*



Fuente: (Ferre & Dominguez, 2017)

Se puede gestionar el bloqueo de las ruedas de diferentes formas, según el sistema:

- ABS de dos canales (sistema obsoleto). La presión solo es regulada en las ruedas del eje delantero según su grado de adherencia. En caso de bloqueo de una rueda trasera el ABS no actúa.
- ABS de tres canales. La presión es regulada en las ruedas delanteras según su grado de adherencia. Las ruedas traseras se regulan según la rueda que tenga menor grado de adherencia. En caso de tendencia al bloqueo de una rueda trasera, el sistema quita presión a las ruedas del eje trasero por igual.
- ABS de cuatro canales. Es el más extendido, la presión se regula de forma individual en todas las ruedas según sea su grado de adherencia.

### **2.5.1 Elementos del Sistema de Frenos ABS**

Para llevar a cabo la función reguladora de presión de frenada, el sistema ABS dispone

de los siguientes componentes: Sensores de rueda, Grupo hidráulico, Unidad de control y Luz testigo.

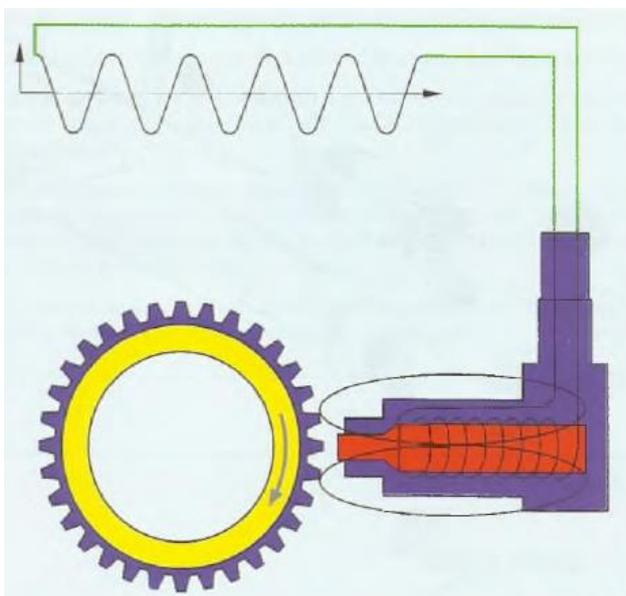
### 2.5.2 Sensores de Rueda

Los sensores de rueda cumplen con la función de informar a la unidad de control (UC) de la velocidad de cada una de las ruedas. La unidad de control analiza las señales y las procesa para detectar un posible bloqueo de las ruedas y actuar de forma favorable para evitar el deslizamiento de las mismas. Existen diferentes tipos de sensores entre los que cabe destacar los siguientes:

- Sensores inductivos: Este tipo de sensor capta la señal de una rueda dentada solidaria a la rueda del vehículo y que por tanto gira a las mismas revoluciones, figura 12. La rueda dentada puede estar situada en diferentes sitios según el fabricante, normalmente se en el buje, palier, tambor, disco, etc. En cada una de las ruedas del vehículo existe un sensor para informar a la unidad de control sobre la velocidad de cada rueda.

**Figura 12**

*Esquema de un sensor Inductivo*



Fuente: (Casado y otros, 2016)

- **Sensores activos:** Se denominan activos porque para que envíen señal deben estar alimentados eléctricamente, al contrario que los inductivos que no lo necesitan. Ofrecen la ventaja de ser más precisos y de ser capaces de medir velocidades de rueda muy bajas a diferencia de los inductivos que no son capaces de medir por debajo de 4 km/h. También son menos vulnerables a las interferencias, son capaces de detectar el sentido de giro de la rueda y su peso es más reducido.

Cuando la rueda gira, la célula de medición está influenciada por un campo magnético que varía la resistencia interna de la célula de medición aumentándola o disminuyéndola en función de la orientación del campo magnético.

Cuando la resistencia interna aumenta, la corriente inducida disminuye, y viceversa. Un circuito amplificador situado en el propio sensor modifica las señales producidas por las variaciones de resistencia interna de la célula de medición en señales cuadradas cuya frecuencia será proporcional a la velocidad de la rueda.

La célula de medición está compuesta por elementos de tipo Hall o magnetorresistivos, figura 12. Ambos permiten la generación por inducción electromagnética en función de la variación de flujo.

### **Figura 13**

*Sensor Inductivo*



Fuente: (Casado y otros, 2016)

### 2.5.3 Grupo Hidráulico del Sistema de Frenos ABS

La función del grupo hidráulico consiste en regular la presión de frenado que le llega al actuador hidráulico para evitar el bloqueo de las ruedas. Dicha regulación se produce en función de las órdenes enviadas por el calculador en forma de señales eléctricas a una serie de válvulas situadas en el cuerpo del grupo hidráulico, (Casado y otros, 2016).

Está intercalado en el circuito hidráulico de tal forma que la presión procedente de la bomba llega hasta él y desde allí se distribuye para cada una de las ruedas.

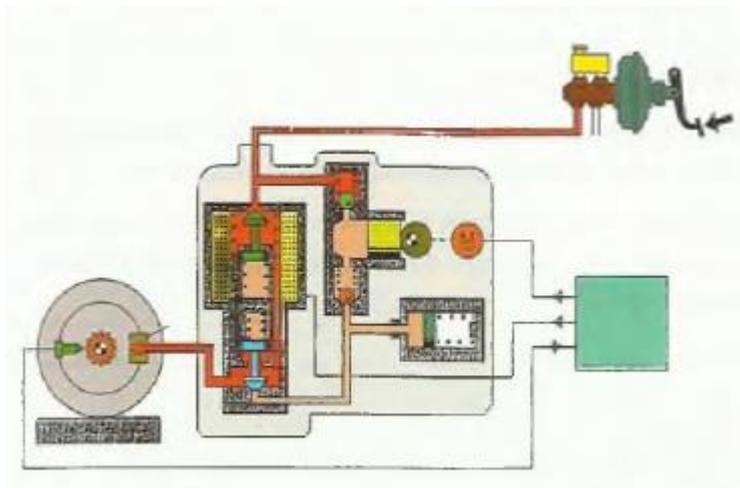
La composición de los grupos hidráulicos varía considerablemente de unas marcas a otras, incluso dentro de una misma marca existen diferentes evoluciones que dan lugar a la aparición de otros componentes.

### 2.5.4 Fases de Presión del Grupo Hidráulico

- **Fase de establecimiento de presión:** En este momento el vehículo está frenando y no se detecta el bloqueo de ninguna de las ruedas, figura 14. En esta situación, tanto las válvulas como la bomba eléctrica están en reposo y el sistema de frenos se comporta como un sistema convencional.

**Figura 14**

*Fase de establecimiento de la Presión*

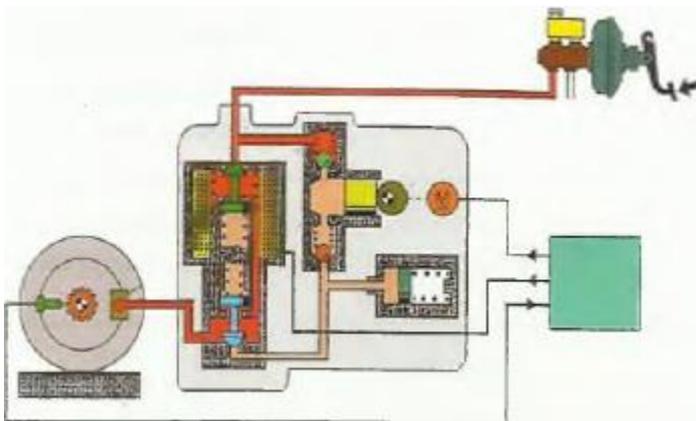


Fuente: (Casado y otros, 2016)

- **Fase de mantenimiento de presión:** El vehículo está frenando, la unidad de control detecta el bloqueo de una de las ruedas (en caso de bloqueo de varias ruedas, el sistema actúa de la misma forma para cada rueda). En esta situación, se activa la válvula de admisión correspondiente a la rueda bloqueada al enviar la unidad de control una señal eléctrica de 2 amperios a la electroválvula, figura 15. Con ello, se impide la comunicación de la bomba de frenos con los bombines, es decir, a partir de este momento, la presión que genera la bomba de frenos no influye sobre la rueda bloqueada. La bomba eléctrica y la válvula de escape siguen en reposo. La unidad de control comprueba si sigue el bloqueo en la rueda.

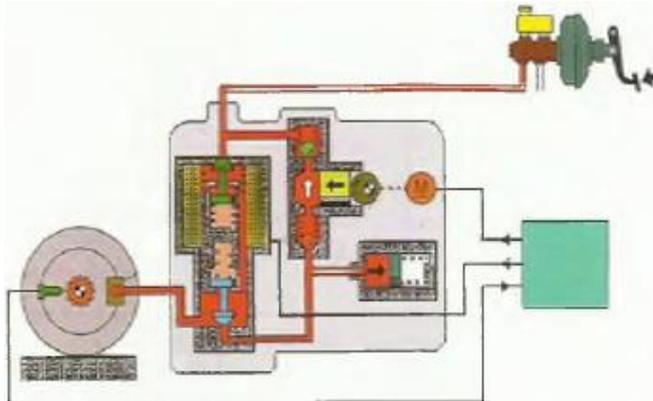
**Figura 15**

*Fase de mantenimiento de la Presión*



Fuente: (Casado y otros, 2016)

- **Fase de reducción de presión:** El vehículo está frenando, la unidad de control comprueba que sigue el bloqueo de una rueda. En esta situación, se activan las válvulas de escape (las de admisión siguen activadas) y se pone la bomba eléctrica en funcionamiento, permitiendo liberar rápidamente la presión hidráulica en la rueda bloqueada, figura 16. La válvula de escape se activa al enviar la unidad electrónica de control una señal eléctrica de 5 amperios a la electroválvula.

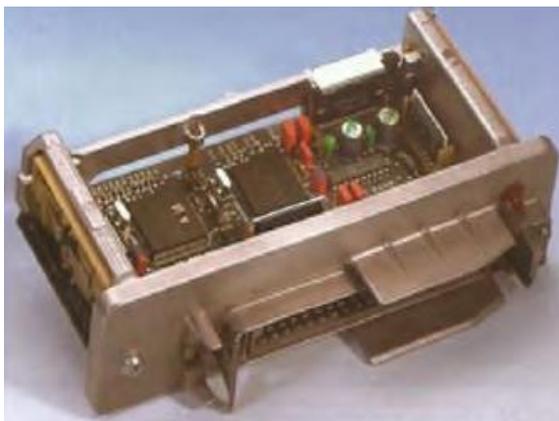
**Figura 16***Fase de Reducción de la Presión*

Fuente: (Casado y otros, 2016)

### 2.5.5 Unidad Electrónica de Control del Sistema ABS

Recibe las señales de revoluciones de las ruedas para reconocer los valores de velocidad de cada una de ellas. Dichas señales las compara para reconocer la velocidad del vehículo, figura 17.

Cuando el conductor pisa el pedal de freno (señal que recibe la unidad de control) y se produce la deceleración de las ruedas de forma distinta, la unidad de control elabora en función de la información recibida una velocidad de referencia que se actualiza permanentemente para conocer en todo momento el deslizamiento de cada una de las ruedas.

**Figura 17***Unidad de Control*

Fuente: (Casado y otros, 2016)

Al mismo tiempo, reconoce los valores límite de deceleración que no se pueden superar por ninguna de las ruedas, de esta forma, compara los valores de deceleración y deslizamiento para mantener bajo control la velocidad del neumático durante la frenada.

Cuando se produce el bloqueo de una o varias ruedas, la unidad de control deja de recibir información de los respectivos sensores y envía señales eléctricas a las electroválvulas del bloque hidráulico para que desbloqueen las ruedas siguiendo una estrategia predeterminada, figura 18.

### **Figura 18**

*Unidad de Control del Grupo Hidráulico*



Fuente: (Casado y otros, 2016)

Con velocidades inferiores a 4 km/h el sistema deja de funcionar para que el vehículo pueda detenerse completamente. Al poner el contacto, la unidad realiza un control inicial de los elementos del sistema para verificar su estado.

A medida que el vehículo comienza a desplazarse hasta los 6 km/h (según versiones) realiza un control del grupo hidráulico y de los sensores de rueda para verificar su correcto funcionamiento.

A partir de esta velocidad, el sistema sigue ejerciendo un control de sus componentes verificando su correcto funcionamiento. Si en alguna de las fases de control, la unidad de

control, figura 19, detecta algún tipo de anomalía, el sistema se desactiva y se enciende la luz testigo de avería situada en el cuadro de mandos. En esa situación, el vehículo dispone de un sistema de frenos convencional. Para su funcionamiento necesita las siguientes señales:

- Revoluciones de las ruedas.
- Señal de interruptor de frenos.
- Señal del borne 61 del alternador.
- Tensión de batería.

Con esta información activa los siguientes actuadores:

- Activación de las electroválvulas.
- Activación de la bomba eléctrica a través del relé.
- En caso de avería enciende la lampara testigo.
- Señales de autodiagnos.

El funcionamiento a nivel general de las distintas evoluciones de los sistemas de ABS es muy similar, aunque hay que tener en cuenta las particularidades de cada sistema que los hacen más precisos y efectivos.

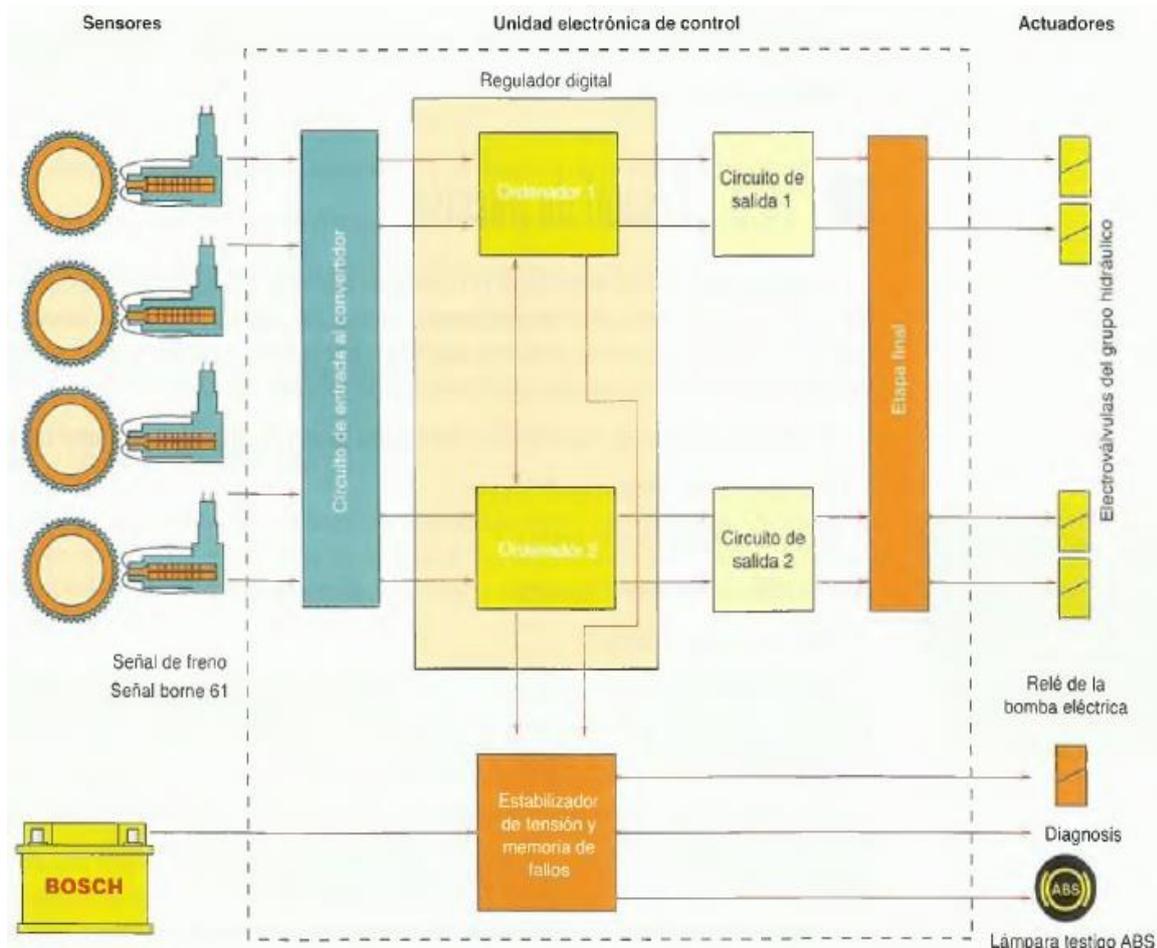
Las diferencias fundamentales con respecto a generaciones anteriores se basan en los siguientes aspectos:

- Grupo hidráulico más compacto.
- Menor volumen.
- Menor peso.
- Mejor control sobre superficies deslizantes.
- Mayor eficacia de frenada.
- Sistemas más rápidos.
- Bomba eléctrica con control de velocidad adaptado a la situación de la conducción.

- Menor nivel de ruido.

**Figura 19**

*Esquema General de la unidad de control*



Fuente: (Casado y otros, 2016)

## 2.6 Equipo Pinpoint Tester Para Sistemas de Frenos ABS.

El probador preciso del sensor ABS Pinpoint Tester, figura 20, proporciona la forma más rápida de verificar el funcionamiento adecuado del sensor de velocidad de la rueda.

El probador preciso del sensor ABS es la forma más rápida de verificar el funcionamiento adecuado del sensor de velocidad de la rueda. Simplemente conecte el probador al sensor y haga girar la rueda. El desfile de LED proporciona confirmación visual de la salida de la señal. El LED de error de señal indica una salida de señal errática o intermitente figura 21.

**Figura 20***Equipo Pinpoint Tester*

Fuente: (hickok-inc, 2023)

Cuando se utiliza con una herramienta de escaneo que proporciona datos del sensor de velocidad de la rueda, la función de simulación de señal simplifica la localización de problemas en el cableado (aeswave, 2020).

**Figura 21***Equipo Pinpoint Tester*

Fuente: (hickok-inc, 2023)

### 2.6.1 Características del Equipo Pinpoint Tester

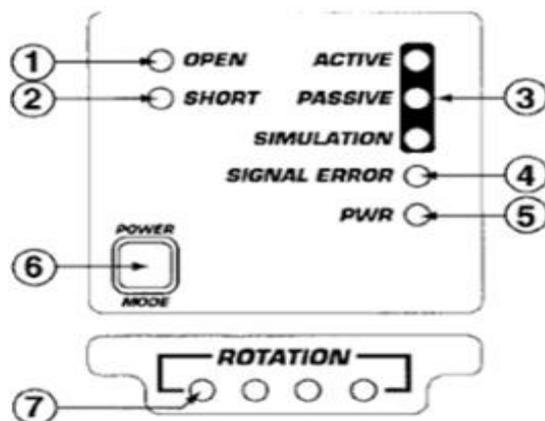
Posee las siguientes características:

- Funciona con todos los sensores de velocidad de rueda de estilo antiguo y nuevo.
- Identifica problemas que los DVOM no detectarían.
- Identifica cortocircuitos o aperturas del sensor.
- Verifica visualmente la salida de la señal del sensor.
- La simulación de señal permite una fácil prueba del cableado.

El descripción del equipo Pinpoint Tester se visualiza en la figura 22.

**Figura 22**

*Diagrama del Equipo Pinpoint Tester*



- 1 OPEN**—During the Passive Sensor test, the red LED lights when the sensor resistance is too high or an open circuit.
- 2 SHORT**—During the Passive Sensor test, the red LED lights when the sensor resistance is too low or a short circuit.
- 3 MODE**—Corresponding green LED lights to indicate the tester's current mode.
- 4 SIGNAL ERROR**—Red LED lights or flashes when an inconsistent signal is detected. Note: A sudden start or stop of the wheel-under-test may cause this light to flash. This is normal and does not indicate an error with sensor or tone wheel.
- 5 PWR**—Green LED lights when the tester is powered on. LED will flash and the tester will turn off if the battery is too low to operate the tester.
- 6 POWER/MODE Button**—Press and hold to turn the tester OFF or ON. Press and release to change to the next mode.
- 7 ROTATION**—The green LEDs flash/chase when the wheel is rotating to indicate a good signal from the wheel speed sensor.

Fuente: (aeswave, 2020)

## Capítulo III

### 3. Metodología

#### 3.1 Mantenimientos Aplicados al Automóvil

Es de suma importancia destacar que en los vehículos se deben aplicar mantenimientos que conllevan a mejorar y ampliar la vida útil de los mismos, por eso se destacan los planes de mantenimiento que se pueden aplicar, para aplicarlos se deben tener una base de recolección de datos que se parte de la recopilación de datos y parámetros de trabajo al cual está sometido el vehículo, (Prodwaregroup, 2023).

Por otro lado (kavak, 2022), establece que el mantenimiento de un automóvil hace referencia a actividades que se aplican en el vehículo para mantenerlo en condiciones óptimas de funcionamiento, dichas actividades se pueden incluir inspecciones de rutinas, revisiones programadas y sustitución de elementos que presentan daños o deterioro, el aplicarlo de forma regular contribuirá a evitar averías y prolongar la vida útil del vehículo.

#### 3.2 Tipos de Mantenimientos Automotrices

Los tipos de mantenimientos que se pueden aplicar en el automóvil se pueden aplicar de diferentes formas entre ellos tenemos los mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos, adicionalmente se puede aplicar el mantenimiento detectable, para ello se realiza el detalle década uno de ellos y las posibles acciones que se toman en cada uno de ellos.

##### 3.2.1 *Mantenimiento Predictivo Automotriz*

Este tipo de mantenimiento se refiere a la aplicación de métodos y herramientas para predecir acontecimientos de fallas o averías en los vehículos y de esta forma poder evitarlos, se basa principalmente en el monitoreo de las condiciones y funcionamiento del vehículo, se lo puede hacer por medio de la recolección de datos y/o a través de los datos que proporcionan los sensores, los más aplicados son:

- Análisis de aceites.

- Análisis de vibraciones.
- Análisis de ruidos.
- Análisis térmicos.

Actualmente se lo considera como una forma avanzada donde se debe aplicar conocimientos especializados y herramientas específicas, esto genera importantes beneficios como la reducción de costos de mantenimientos y mayor seguridad para los usuarios.

### **3.2.2 *Mantenimiento Preventivo Automotriz***

El mantenimiento preventivo se establece realizando acciones de inspección, mantenimiento y reparación de aspectos específicos para prevenir posibles problemas mecánicos, de esta forma se puede asegurar su apropiado funcionamiento, estas acciones se las puede aplicar de forma programada para identificar y corregir posibles problemas antes que se generen problemas de mayores entre otras se realizan los siguientes trabajos:

- Cambio de aceites y filtros.
- Revisión de sistema de frenos, cambios de pastillas, zapatas discos o tambores.
- Inspección y rotación de neumáticos
- Cambio de bujías y filtros de aire.
- Revisión del sistema de refrigeración, eléctrico, luces y accesorios.

Es muy importante para prolongar la vida útil de los automotores y evitar costosos problemas mecánicos en el futuro, puede ayudar a mantener la seguridad del vehículo y la comodidad del conductor y los pasajeros, resalta la importancia de aplicar las recomendaciones del fabricante para aplicar los intervalos de mantenimiento preventivo y llevar a cabo estas tareas con regularidad.

### **3.2.3 *Mantenimiento Correctivo Automotriz***

Se refiere a las acciones aplicadas para remediar problemas, fallas o averías en un vehículo que ya han ocurrido, se lo aplica después de que el vehículo ha presentado algún

problema en su funcionamiento, como por ejemplo, una falla en el motor, una fuga de aceite, una avería en el sistema eléctrico, entre otros. Algunos ejemplos de mantenimiento correctivo que se pueden realizar en un vehículo son:

- Reemplazo de piezas dañadas o desgastadas.
- Reparación de componentes mecánicos, eléctricos o electrónicos que hayan sufrido alguna falla.
- Solución de problemas de ruido, vibración.
- Realización de ajustes o cambios necesarios en el sistema de transmisión, dirección, suspensión.

#### **3.2.4 *Mantenimiento Detectable Automotriz***

Este mantenimiento es poco conocido y poco aplicado sin embargo es efectivo para mantener el funcionamiento adecuado del equipo del vehículo, se realizan pruebas con las piezas en funcionamiento, para encontrar problemas que puedan estar ocultos.

#### **3.3 Funcionamiento del Equipo Pinpoint Tester**

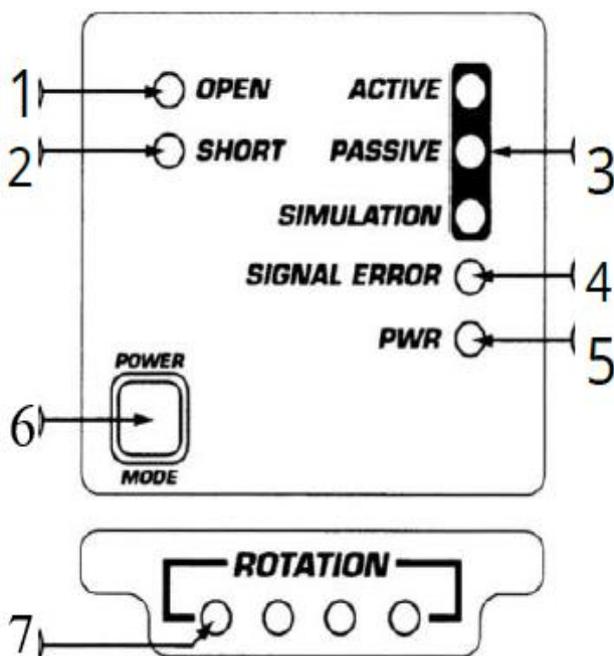
El equipo de diagnóstico Pinpoint Tester, se puede utilizar de forma sencilla e intuitiva, para ser utilizado solo se debe seguir sencillos pasos para alcanzar el diagnóstico del sensor de frenos del sistema ABS, se debe conectar un cable a cada terminal, por lo general uno de color rojo y otro de color azul, y el tercer cables que va a masa del vehículo, para lo cual se realiza la descripción en detalle en la figura 23 de todas sus partes y su funcionamiento:

1. Abierto; durante la prueba del sensor pasivo, el LED rojo se enciende cuando la resistencia del sensor es demasiado alta o hay un circuito abierto.
2. Durante la prueba del sensor pasivo, el LED rojo se enciende cuando la resistencia del sensor es demasiado baja o hay un cortocircuito.

3. MODO: las luces LED verdes correspondientes indican el modo actual del probador.
4. ERROR DE SEÑAL: el LED rojo se enciende o parpadea cuando se detecta una señal inconsistente. Nota: Un arranque o parada repentinos de la rueda bajo prueba puede hacer que esta luz parpadee. Esto es normal y no indica un error con el sensor o la rueda fónica.
5. PWR: el LED verde se enciende cuando el probador está encendido. El LED parpadeará y el probador se apagará si la batería está demasiado baja para operar el probador.
6. Botón ENCENDIDO/MODO: manténgalo presionado para apagar o encender el probador. Presione y suelte para cambiar al siguiente modo.
7. ROTACIÓN: los LED verdes parpadean/siguen cuando la rueda está girando para indicar una buena señal del sensor de velocidad de la rueda.

**Figura 23**

*Diagrama de Conexión del Equipo Pinpoint Tester*



Fuente: (aeswave, 2020)

Para alcanzar un entendimiento más apropiado del equipo Pinpoint Tester se procede a detallar paso a paso como se realizan las conexiones del equipo para realizar el análisis de los sensores de sistema de frenos ABS, el análisis se realiza en las cuatro ruedas, para tener una visión más amplia del funcionamiento del equipo, caso contrario se puede verificar solo las ruedas que presentan defecto; situación que se detalla a continuación.

### 3.3.1 Descripción del Uso del Equipo Pinpoint Tester

1. Para iniciar se debe utilizar un elevador (o gato) para elevar el vehículo de modo que la rueda pueda girar libremente con la mano.

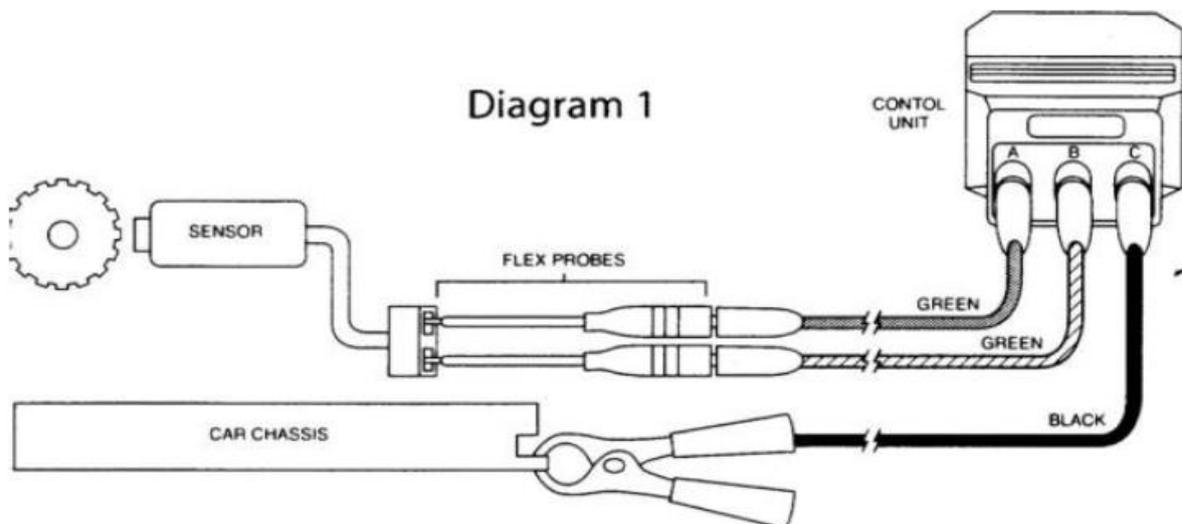
2. Se debe verificar que el equipo Pinpoint Tester, se encuentre con las baterías cargadas, para que no exista inconvenientes al momento de realizar el análisis de los sensores correspondientes al sistema de frenos ABS, se debe tomar en cuenta si el sensor es de tipo activo o pasivo, dependiendo del vehículo, se procede a desconectar el sensor.

### 3.3.2 Descripción del Uso del Equipo Pinpoint Tester en la Prueba de Sensor Pasivo

1. Conecte el probador al sensor ABS del vehículo como se muestra el diagrama 1 en la figura 24.

#### Figura 24

Diagrama de Conexión del Equipo Pinpoint Tester en Prueba de Sensor Pasivo



Fuente: (aeswave, 2020)

2. Se debe encender el probador y luego presionar y suelte el botón Modo hasta que se encienda el LED pasivo y se verifica lo siguiente:

- Para verificar el LED ABIERTO está encendido: vuelva a verificar la conexión del sensor a la sonda flexible. Si el LED OPEN permanece encendido, el sensor está defectuoso; para lo cual se analiza lo siguiente: El LED CORTO está encendido; entonces el sensor tiene un cortocircuito interno y está defectuoso, se debe verificar si existe un cortocircuito a tierra del chasis conectando el cable negro del probador a la tierra del chasis del vehículo. Si el LED CORTO permanece encendido cuando el probador está conectado a la tierra del chasis, entonces el sensor está en cortocircuito a tierra y es posible que no funcione correctamente.

3. Se hace girar la rueda del vehículo con la mano a un ritmo constante. Los LED de ROTACIÓN parpadearán en secuencia indicando una buena señal del sensor de velocidad de la rueda y se verifica lo siguiente:

- Si el LED DE ERROR DE SEÑAL está encendido: indica un timbre dañado. El LED DE ERROR DE SEÑAL parpadea: esto es normal cuando se arranca y se detiene el volante. Sin embargo, si parpadea durante el giro constante de la rueda, hay un error con la rueda fónica.

### ***3.3.3 Descripción del Uso del Equipo Pinpoint Tester en la Prueba de Sensor Activo***

1. Conecte el probador al sensor ABS del vehículo como se muestra el diagrama 2 en la figura 25.

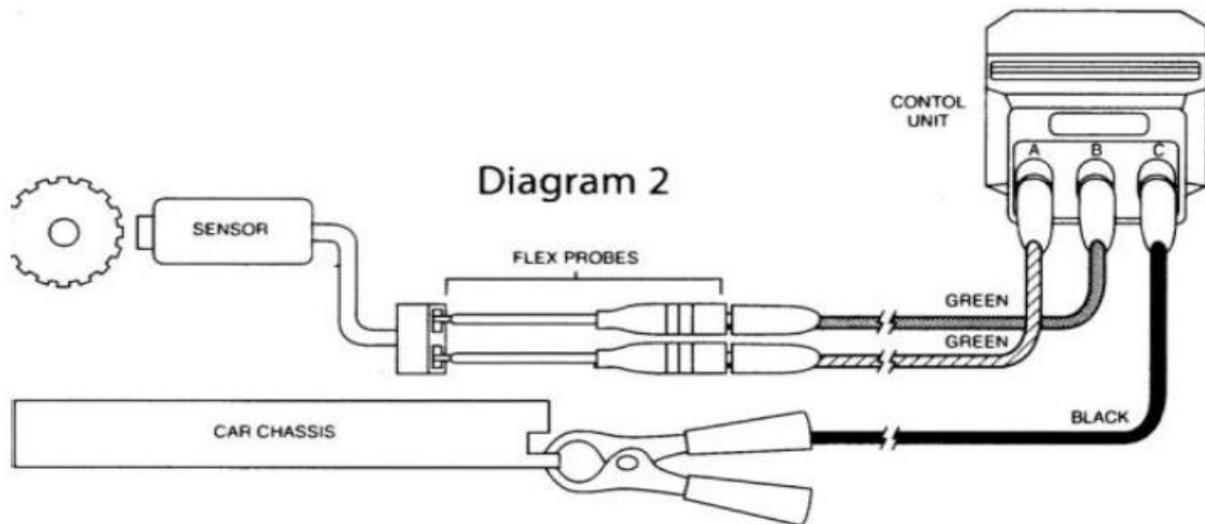
2. Encienda el probador y luego presione y suelte el botón Modo hasta que se encienda el LED Activo.

3. Haga girar la rueda del vehículo con la mano a un ritmo constante. Los LED de ROTACIÓN parpadearán en secuencia indicando una buena señal del sensor de velocidad de la rueda. Nota: Si los LED de ROTACIÓN no se encienden, invierta los cables en el probador y vuelva a intentarlo, se debe toma en cuenta lo siguiente; si el LED DE ERROR DE SEÑAL

está encendido: indica un timbre dañado; pero si el LED DE ERROR DE SEÑAL parpadea: esto es normal cuando se arranca y se detiene el volante. Sin embargo, si parpadea durante el giro constante de la rueda, hay un error con el anillo tonal.

### Figura 25

*Diagrama de Conexión del Equipo Pinpoint Tester en Prueba de Sensor Activo*



Fuente: (aeswave, 2020)

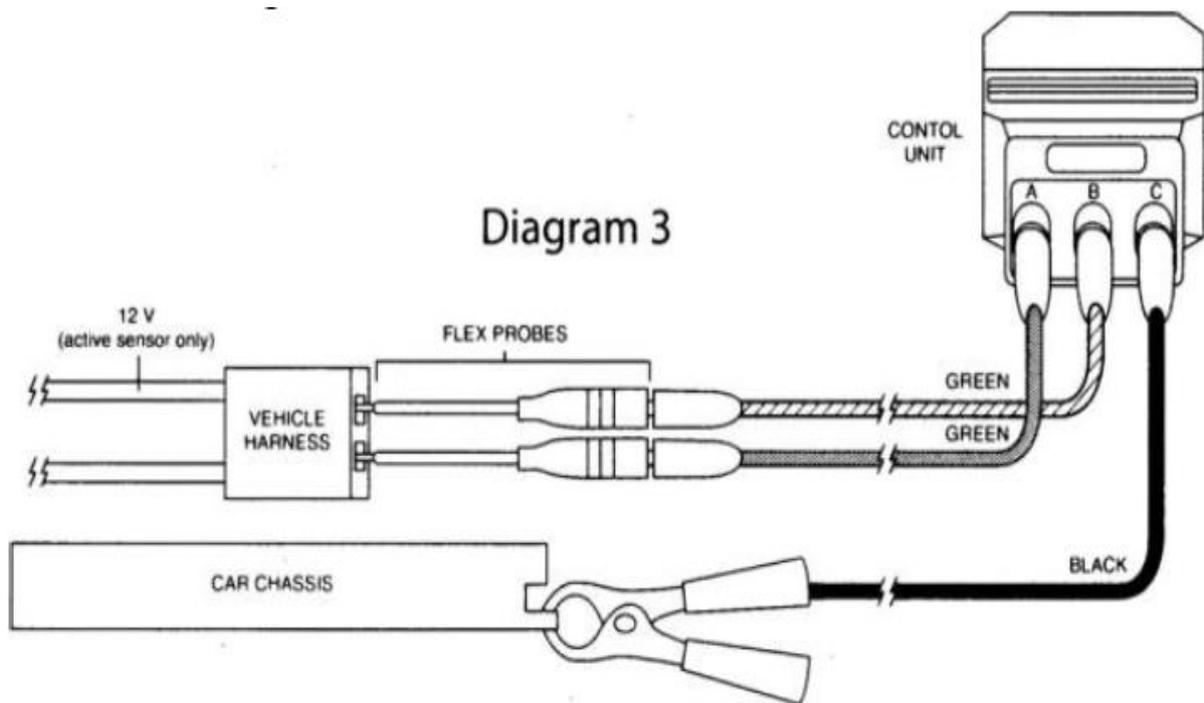
Una vez que se han realizado las pruebas se procede a conectar nuevamente el sensor y se hace girar la rueda mientras usa una herramienta de escaneo para leer la velocidad de la rueda y verificar si tiene señal o no; en caso de que no exista la señal, se debe realizar el procedimiento de pruebas precisas.

#### 3.3.4 Descripción del Uso del Equipo Pinpoint Tester en la Prueba Precisa

Se debe desconectar el sensor ABS y conectar el probador directamente al arnés usando las sondas flexibles aplicando el diagrama de conexión 3, ver figura , luego se enciende el equipo y se debe presionar y soltar el botón MODO hasta que se encienda el LED DE SIMULACIÓN, se debe tener la llave en contacto, se debe hacer girar la rueda en un rango de velocidad entre 16 km/h y 24 km/h, si la conexión que se muestra en la figura 26 no funciona, puede intentar probar sin tierra, invirtiendo los cables (con y sin tierra) o usando el Diagrama 4, como se muestra en la figura 27.

**Figura 26**

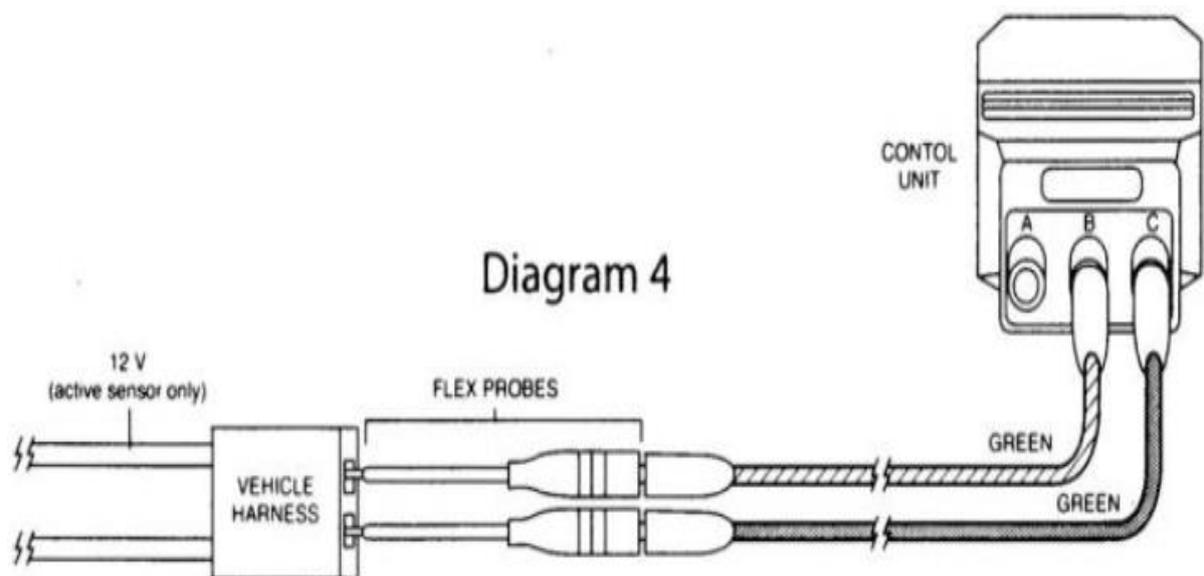
*Diagrama de Conexión del Equipo Pinpoint Tester Prueba de Sensor Precisa*



Fuente: (aeswave, 2020)

**Figura 27**

*Diagrama de Conexión del Equipo Pinpoint Tester en Sensor Prueba Precisa*



Fuente: (aeswave, 2020)

### 3.4 Descripción de las Pruebas Realizadas en el Vehículo

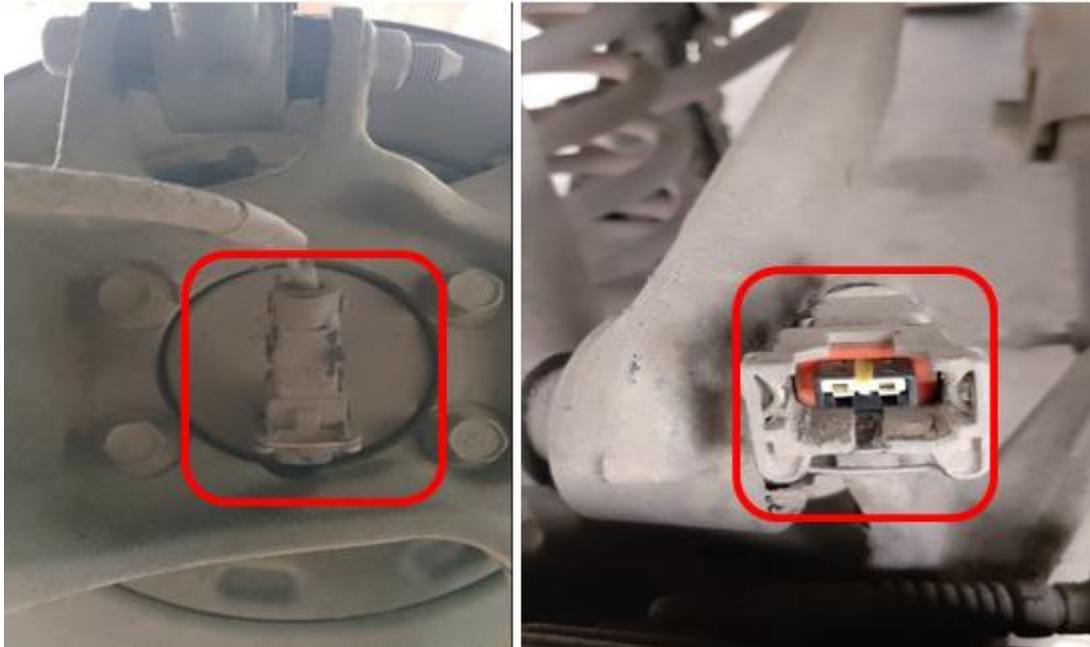
Se utiliza el equipo Pinpoint Tester y sus accesorios para realizar las pruebas reales en el vehículo Kia Sportage, el equipo se lo visualiza en la figura 28.

**Figura 28**

*Equipo Pinpoint Tester utilizado en las Pruebas con sus Accesorios*



1. Para realizar el análisis correspondiente se procede a levantar la rueda que presenta problemas, seguido de aquello se localiza el sensor correspondiente, el mismo que se encuentra en la parte posterior del disco de frenos de la rueda delantera derecha y se realiza la desconexión del socket, ver figura 29, y se comprueba que el sensor es de dos cables.
2. Luego se procede a realizar los acoples del equipo para realizar la conexión con el sensor como se muestra en la figura 30, en este caso se procede a realizar las adaptaciones para los dos cables, se destaca aquello porque en algunos casos se suele encontrar un pin con mayor longitud que otro y no sería necesario realizar el acople en ambos cables.

**Figura 29***Ubicación del Sensor ABS y Desconexión del Socket***Figura 30***Acople de los Accesorios y Conexión del Sensor ABS*

3. Después de conectar los acoples y el sensor se procede a conectar los cables al equipo, asegurándose que la conexión sea estable y no quede floja, también se destaca la conexión a masa, ver figura 31.

**Figura 31**

*Conexión del Equipo al Sensor y la Conexión a Masa*



4. Seguido se procede a encender el equipo y se verifica que el sensor se encuentre activo, es decir que este recibiendo señal de alimentación, para ello verificamos que la luz led PWR y en ese momento nos indicará si el sensor es activo o pasivo, en este caso nos indica la lectura ACTIVE se encuentre encendida, se debe visualizar el color verde, tal como se muestra en la figura 32.
5. Luego de hace girar la rueda correspondiente a un velocidad mínima de 16 km/h para que el sensor pueda funcionar, seguido verifica las lecturas que se emiten en el equipo de diagnóstico, se debe verificar que al momento de realizar el giro de la rueda debe estar destellando las luces led de la parte inferior del equipo, estas luces indican que la rueda esta girando y además que el equipo está realizando al análisis del sensor ABS de la rueda correspondiente, ver figura 33; si no se produce el destello de las luces led,

se debe revisar la conexión del equipo en cuanto al contacto con los pines del sensor y la buena ubicación de la masa.

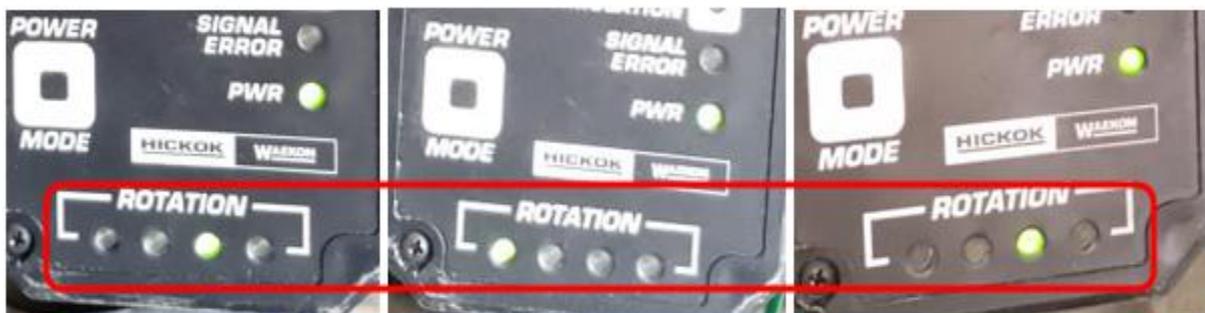
**Figura 32**

*Encendido y Activación del Equipo de Diagnóstico*



**Figura 33**

*Lectura del Sensor, Rotación de la Rueda*



6. En el primer caso se analizó la rueda delantera derecha y se encontró que el sensor correspondiente se encontraba abierto, por este motivo se ve encendida la luz de color roja en la posición OPEN, ver figura 34.

**Figura 34***Sensor Abierto*

7. Luego se analizó la rueda posterior izquierda, teniendo como novedad que el sensor de la rueda se encontraba en corto, por tal motivo el en el equipo se visualiza que se encuentra encendido el led de color rojo en la posición SHORT, ver figura 35.

**Figura 35***Sensor en Corto*

Luego que se ha realizado el o los diagnósticos correspondientes se procede a realizar las desconexiones del sensor, del cable e masa, y retirar los acoples de los cables del equipo de diagnóstico para ubicarlos en un lugar adecuado, se recomienda que los cables, los adaptadores y el cable de masa sean ubicados con el cuidado pertinente para no ser doblados; si se doblan los cables se podría producir un corte en los mismos y esto podría generar una mala lectura al momento de realizar la conexión y pretender realizar el diagnóstico correspondiente de los sensores ABS.

## Capítulo IV

### 4. Análisis de Resultados

#### 4.1 Análisis de Datos Obtenidos en las Pruebas Realizadas

Al momento de realizar el diagnóstico de los sensores ABS con el equipo de diagnóstico Pinpoint Tester en el sistema de frenos del vehículo Kia Sportage 2.0 se logró analizar el estado y funcionamiento de los sensores ABS, en donde se determinó que se presentan fallas en los mismos, destacando así la utilidad del equipo de diagnóstico.

##### 4.1.1 Análisis de los Valores en Correcto Funcionamiento

Para establecer el estado en que se encuentran los sensores del sistema de frenos ABS del vehículo Kia Sportage 2.0; se debe tener el conocimiento de las posibles fallas que se pudieran presentar, y que estén relacionados a los elementos del sistema de frenos ABS.

Para este análisis se obtuvo dos tipos de fallas, cuando el sensor estaba abierto, figura 36, y cuando el sensor está en corto, ver figura 37. Luego se procedió a realizar las acciones del caso y se logró reparar las fallas presentadas.

#### Figura 36

*Sensor Abierto*



**Figura 37***Sensor en Corto*

En este caso, lo que provocará el conducir con los sensores en mal estado es el frenado deficiente que se puede producir, por lo general se produce un resbalamiento lateral y la posibilidad de sufrir un accidente de tránsito.

En el primer caso del sensor abierto se procedió a revisar la alimentación del sensor donde se determinó que el cable estaba discontinuado en su contacto (cable roto), se procedió a realizar la reparación del cable y se realizó nuevamente la prueba donde se pudo evidenciar que el sensor funcionaba de forma correcta, ver figura 38.

En el segundo caso se realizó la prueba con el sensor en otro vehículo y se determinó que la falla persistía, motivo por el cual se decidió reemplazarlo por un sensor nuevo, se realizaron las pruebas correspondientes y se comprobó que se superó la error presentado inicialmente, ver figura 39.

**Figura 38**

*Sensor Delantero en Buen Estado*

**Figura 39**

*Sensor Posterior en Buen Estado*



### **Conclusiones**

- Se realizó el análisis del sensor ABS del vehículo Kia Sportage 2.0 utilizando el equipo de diagnóstico Pinpoint Tester donde se pudo determinar el mal estado de dos sensores del vehículo del sistema de frenos, específicamente del sensor de la rueda delantera derecha y el sensor de la rueda posterior izquierda.
- Se logró realizar la recopilación de la información necesaria y adecuada sobre el funcionamiento y señales del sensor ABS donde se pudo establecer la forma de onda del sensor y la forma de conexión en cuanto a las señales de alimentación, señal y masa.
- Se pudo realizar la comparación de los datos obtenidos con los estipulados para su correcto funcionamiento, con base en los datos generales se pudo determinar su funcionamiento y estado de los sensores.
- Se realizó la guía práctica correspondiente para realizar el manejo del equipo de diagnóstico Pinpoint Tester.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda la implementación del equipo de diagnóstico Pinpoint Tester, para realizar el análisis de los sensores del sistema de frenos ABS, incluso se lo puede aplicar para otras marcas de vehículos.
- Se recomienda tener el conocimiento apropiado del funcionamiento y las señales que generan los sensores del sistema de frenos ABS, para tener clara la idea y poder aplicar un análisis apropiado del sistema de frenos y la posterior solución a los posibles problemas.
- Se recomienda la utilización del equipo de diagnóstico Pinpoint Tester, utilizando la guía práctica desarrollada en el presente proyecto, siendo esta muy sencilla de seguir y aplicar para realizar el diagnóstico de los sensores ABS del sistema de frenos, se destaca que esta es guía es aplicable para otras marcas de vehículos.

## Bibliografía

- aeswave. (2020). <https://www.aeswave.com/ABS-Sensor-Pinpoint-Tester-p8993.html>
- arisoftchile. (2022). <https://www.arisoftchile.com/blog/curso-video-licencia-b-tema-02-funcionamiento-del-automovil-examen-teorico-chile-los-frenos-2a-parte/>
- autotest. (2022). <https://autotest.com.ar/consejos/cada-cuanto-se-cambian-las-pastillas-de-freno-de-un-auto/>
- Cañada, M., & Royo, R. (2016). *Termografía Infrarroja. Nivel II*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Casado, E., Navarro, J., & Morales, T. (2016). *Sistema de Transmisión y Frenado*. Paraninfo.
- Coluccio, E. (2023). *Concepto*. <https://concepto.de/transferencia-de-calor/>
- Fernández, M., Guzmán, I., Vázquez, T., Michel, A., & Rojas, G. (2006). *Module 1: Meteorology and Climatology - Project: Training educators for the development of educational activities on climate change*. Cochabamba: Energética.
- Ferre, J., & Dominguez, E. (2017). *Sistemas de Transmisión y Frenado*. Editex.
- Ferrer, & Dominguez. (2028). *Sistemas de Frenos*.
- hickok-inc. (2023). <https://www.hickok-inc.com/>
- Incropera, F., & DeWitt, D. (1999). *Fundamentos de transferencia de calor*. México: Pearson Prentice Hall.
- kavak. (2022). <https://www.kavak.com/mx/blog/mantenimiento-automotriz-todos-los-tipos>
- Motorpasion. (2019). <https://www.motorpasion.com/revision/funcionamiento-motor-combustion-paso-a-paso-video>
- motorpasion. (2022). <https://www.motorpasion.com.mx/industria/frenos-disco-vs-frenos-tambor-diferencias>
- Perfectprime. (2023). *Perfectprime*. Perfectprime: <https://perfectprime.com/>

prodwaregroup. (2023). <https://blog.prodwaregroup.com/es/perfiles/niveles-mantenimiento-pasar-postura-reactiva-proactiva/>

Rodríguez, J., & Virgós, J. (1999). *Fundamentos de óptica ondulatoria*. Oviedo: Servicio de publicaciones, Universidad de Oviedo.

Rondón, N., Torres, O., Edwin, N., Monterrosa, E., & Romero, J. (2018). *Manual de Reparación de Automóviles*. Lexus.

SKF. (2020). <https://skf-la.com/conoce-los-fundamentos-de-la-termografia-infrarroja-y-mas-con-el-curso-de-skf/>

Sobrino, J. (2001). *Teledetección*. Valencia: Servicio de Publicaciones, Universidad de Valencia.

Talleres, B. (2022). *Buscando Talleres*. Buscando Talleres: <https://buscadordetalleres.com/blog/diferentes-tipos-de-sistemas-de-refrigeracion/>

Vera, E. (2017). *Propuesta de diseño ergonómico en butacas de vehículos monoplaza, para equipos ecuatorianos participantes de la Formula Student*. Quito: UISEK.

