



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRÍZ**

**TEMA:**

**“ANÁLISIS ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE FRENOS DEL VEHÍCULO  
MAZDA 3 A TRAVÉS DEL ESCÁNER G-SCAN”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE  
INGENIERO EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**AUTOR:**

**DIEGO MARCELO RAMOS AGAMA**

**DIRECTOR:**

**MSc. Ing. Edwin Puente M.**

**Guayaquil, OCTUBRE 2017**

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICADO**

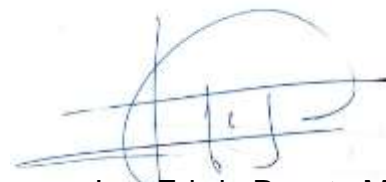
MSc. Ing. Edwin Puente M.

**CERTIFICA**

Que el trabajo titulado **“ANÁLISIS ELECTRÓNICO DEL SISTEMA DE FRENOS DEL VEHÍCULO MAZDA 3 A TRAVÉS DEL ESCÁNER G-SCAN”** realizado por el estudiante: DIEGO MARCELO RAMOS AGAMA, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, si recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de un empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato digital. Autoriza el señor: DIEGO MARCELO RAMOS AGAMA, que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos.

Guayaquil, Octubre del 2017



Ing. Edwin Puente M.  
Director de Proyecto.

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD**

Yo, DIEGO MARCELO RAMOS AGAMA 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.



---

DIEGO MARCELO RAMOS AGAMA  
C.I. 0940436553

## **DEDICATORIA**

De manera muy especial quiero dedicar este logro a mis padres Máximo Ramos y Esther Agama quienes con mucho esfuerzo y paciencia forjan mi futuro demostrándome que todo esfuerzo tiene su recompensa, que todo es posible mientras haya perseverancia a pesar de los obstáculos que se presenten y demostrarme que la mejor herencia que me pueden dejar es la educación y buenos principios inculcados desde muy pequeño. Mi agradecimiento va dirigido también para una persona muy especial en mi vida; mi novia Angela Figueroa por todo el apoyo brindado día a día que ha sido de mucha importancia para seguir adelante con este trabajo.

Para ellos los sentimientos más sinceros y profundos, pues son los merecedores de la dedicatoria de este trabajo, quienes me brindan el ánimo necesario para seguir cumpliendo las metas que me proponga.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fortaleza y fe para seguir adelante y cumplir una meta más propuesta en mi vida, a mis padres quienes siempre han estado conmigo apoyándome a lo largo de toda mi formación personal y académica, a mis hermanos y mi novia. Además, a mis profesores quienes han sembrado todo el conocimiento que hoy en día puedo aplicar, en especial a mi tutor, MSc. Ing. Edwin Puente M. por la orientación y el apoyo para culminar con éxito este proyecto.

## INDICE GENERAL

CERTIFICADO .....	i
CERTIFICACIÓN Y ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE GENERAL .....	v
PRESENTACIÓN .....	x
ABSTRACT .....	xi
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1. Definición del problema. ....	1
1.2. Objetivos de investigación. ....	1
1.2.1. Objetivo General. ....	1
1.2.2. Objetivos Específicos.....	2
1.3. Alcance. ....	2
1.4. Justificación e importancia de la investigación.....	2
1.5. Marco metodológico.....	3
1.6. Ubicación geográfica. ....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Sistema de freno.....	5
2.2. Modos de accionamiento.....	8
2.3. Tipos de freno automotriz. ....	11

2.4. Componentes del sistema de freno convencional.....	13
2.5. Estudio teórico del proceso de frenado. ....	21
2.6. Magnitudes. ....	24
2.7. Sistema antibloqueo de freno ABS.....	24
2.8. Mazda 3. ....	28
2.9 Componentes del sistema ABS Mazda 3.....	29
2.10 Sistema de freno del Mazda 3. ....	33
CAPÍTULO III.....	34
COMPROBACIÓN Y OBTENCIÓN DE DATOS.....	35
3.1. Sistemas de seguridad. ....	35
3.2. Herramienta utilizada para la prueba. ....	36
3.2.1. Escáner G-Scan 2.....	36
3.3 Obtención de datos del sistema ABS.....	42
CAPÍTULO IV.....	46
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	46
4.1. Análisis del resultado del sistema de freno del vehículo Mazda 3. ....	46
4.2. Estado actual del vehículo.....	60
CAPÍTULO V.....	61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
Conclusiones.....	61
Recomendaciones.....	62
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS.....	64
GLOSARIO.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Ubicación geográfica.....</b>	<b>4</b>
<b>Figura 2. Transformación de energía cinética en calor. ....</b>	<b>5</b>
<b>Figura 3. Freno de servicio hidráulico con sistema X.....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 4. Freno de estacionamiento. ....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 5.Freno hidráulico. ....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 6.Freno neumático. ....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 7. Freno de tambor accionamiento hidráulico. ....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 8. Tipos de disco. 1) macizo. 2) ventilado. 3) ventilado perforado. ....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 9.Pedal de freno.....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 10.Servofreno .....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 11. Cilindro maestro.....</b>	<b>15</b>
<b>Figura 12.Cañerías rígida y flexible.....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 13.Mordaza de freno .....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 14.Pastilla de freno .....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 15. Bombín de freno.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 16. Zapatas de freno .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 17.Líquido de freno .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 18.Evolución de líquido de freno.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 19. Fuerzas aceleradoras y de resistencia .....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 20.Fuerzas sobre el neumático.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 21.Respuesta de frenado de emergencia ABS. ....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 22. Esquema de funcionamiento del sistema ABS.....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 23. Mazda 3. ....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 24. Diagrama de cableado del sistema ABS. ....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 25. Entrehierro sensores de velocidad de rueda Mazda 3.....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 26. ABS-CM Modulo de Control.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 27.6: ABS-HU Unidad Hidráulica. ....</b>	<b>33</b>



<b>Figura 28. Diagrama de cableado del sistema ABS. ....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 29.G-Scan 2.....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 30. Multímetro automotriz. ....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 31.Pantalla de datos.....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 32.Pantalla de datos.....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 33.Pantalla de datos.....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 34.Pantalla de datos.....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 35.Pantalla de datos.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 36.Pantalla de datos.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 37.Pantalla de datos.....</b>	<b>45</b>
<b>Figura 38. Interruptor de freno desconectado .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 39.Interruptor de freno conectado .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 40.Transición de posición conectado/desconectado del interruptor de freno.....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 41.Esquema de funcionamiento sistema ABS Mazda 3.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 42.Valores máximos y mínimos.....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 43.Esquema de funcionamiento sistema ABS Mazda 3.....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 44.Esquema interruptor de freno desconectado. ....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 45. Esquema interruptor de freno conectado. ....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 46. Continuidad pedal pisado y liberado. ....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1 Valor de entrehierro sensor de velocidad de rueda Mazda 3. ....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 2. DTC sensores de velocidad.....</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 3. Comprobación de cortocircuito a masa.....</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 4. Comprobación de cortocircuito a masa en el cableado.....</b>	<b>51</b>
<b>Tabla 5. Comprobación de cortocircuito a masa en el cableado.....</b>	<b>52</b>
<b>Tabla 6. Comprobación de cortocircuito a masa en el cableado.....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 7. Comprobación de cortocircuito en el interruptor de freno.....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 8. Control de cortocircuito hacia alimentación en el interruptor de freno.....</b>	<b>59</b>

## PRESENTACIÓN

El trabajo desarrollado en la facultad de Ingeniería Automotriz, extensión Guayaquil de la Universidad Internacional del Ecuador, se basa en el análisis electrónico y detección de fallas del sistema de freno del vehículo MAZDA 3.

Previo a desarrollar el tema específico se estudia el sistema de freno en forma general, así como sus elementos y componentes principales y la evolución que han presentado cada uno de ellos para posteriormente comprender el funcionamiento mecánico - electrónico del sistema de freno asistido (ABS) del vehículo MAZDA 3.

El análisis del sistema parte de un diagnóstico electrónico, cuya herramienta a utilizar es el escáner G-Scan 2 mediante el cual se ha recopilado la información necesaria como datos y gráficas en tiempo real y basándose en el manual de taller se desarrolla una guía práctica de diagnóstico y solución de códigos de fallas. Finalmente se determina conclusiones y recomendaciones necesarias para mantener el sistema funcionando correctamente y bajo las especificaciones que el manual de fabricante recomienda.

## **ABSTRACT**

The job developed in Automotive Engineering, Guayaquil extension of the International University of Ecuador, is based on the electronic analysis and fault detection of the components of the MAZDA 3 vehicle brake system.

Develops the specific subject is studied the brake system in general form, as well as its elements and main components and the evolution presented by each one of them for the design of the rear of the mechanical system - electronic assisted brake system (ABS) of the MAZDA 3 vehicle.

The analysis of the system starts from an electronic diagnosis, with a tool for the G-Scan 2 scanner and an automotive multimeter with which the necessary information was collected as the data and graphs in real time and based on the manual of major one develops a practical troubleshooting guide and troubleshooting. Finally determine the conclusions and recommendations necessary to keep the system operating properly and under the specifications of the manufacturer's manual.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN Y MARCO REFERENCIAL.

### 1.1. Definición del problema.

El problema se basa en la necesidad de una guía interpretativa lógica y experimental a partir de un análisis electrónico del sistema de freno del vehículo Mazda 3, de forma que permita identificar el comportamiento en específico del interruptor de freno y de los sensores durante su funcionamiento y bajo diferentes condiciones, puesto que en la actualidad existe escasa información sobre el funcionamiento del sistema de freno de dicho vehículo.

Además, podremos identificar los problemas y fallas presentes en cada uno de los elementos electrónicos antes mencionados mediante el escáner G-Scan 2, tomando como referencia los datos técnicos del manual de taller y los resultados obtenidos en las pruebas de campo.

### 1.2. Objetivos de investigación.

#### 1.2.1. Objetivo General.

Elaborar un análisis detallado del funcionamiento del sistema de freno del vehículo Mazda 3 haciendo uso del escáner G-Scan 2, en el que se podrá evaluar

el funcionamiento de los elementos electrónicos tal como los sensores y el interruptor de freno, así como su comportamiento bajo diferentes condiciones de trabajo.

### **1.2.2 Objetivos Específicos.**

- Detallar el sistema de freno del vehículo Mazda 3; su funcionamiento y los elementos que lo componen.
- Analizar el comportamiento de los elementos electrónicos del sistema.
- Demostrar de forma gráfica el comportamiento del interruptor de freno y los sensores durante su funcionamiento a diferentes condiciones de trabajo.

### **1.3. Alcance.**

El alcance de este estudio es que tanto los profesores como los estudiantes sean capaces de diferenciar las partes, funcionamiento y detección de fallas del sistema de freno del vehículo Mazda 3.

### **1.4. Justificación e importancia de la investigación.**

La investigación está basada en conceptos teóricos debido a que el trabajo se fundamenta en el desarrollo de temas relacionados al sistema, así mismo en la comparación de datos obtenidos mediante las herramientas de diagnóstico electrónicos con el manual de taller del Mazda 3.

Dicha información esta direccionado al fácil entendimiento para los lectores, puesto que muchos de ellos desconocerán de términos ligados a la mecánica automotriz y es con ellos que se debe trabajar para profundizar la investigación.

La metodología utilizada está basada en investigaciones científicas, de donde se toma un respaldo de información, puesto que el desarrollo del proyecto está enfocado al análisis teórico y de resultados obtenidos a partir de pruebas de campo con el vehículo Mazda 3.

El análisis del funcionamiento del sistema de frenos del vehículo Mazda 3, ayudara a evaluar el funcionamiento del sistema, puesto que es necesario conocer el comportamiento de los elementos electrónicos que lo componen y evidenciarlos de forma gráfica para posteriormente tener una referencia y poder conocer las posibles fallas que se podrían presentar por un funcionamiento erróneo de sus componentes.

## **1.5. Marco metodológico.**

### **1.5.1 Método de investigación.**

Se considera la aplicación del método cualitativa, ya que este tema se desarrolla en base al analisis de funcionamiento de sensores y actuadores del sistema de freno asistido ABS, en el cual se analiza específicamente las gráficas generadas por dichos elementos mencionados.

## 1.5.2 Tipo de investigación

En lo que se refiere al tipo de estudio que se desarrolla, se considera la aplicación de una investigación analítica, debido a que se describe de forma detallada el funcionamiento de sensores y actuadores y su respectivo diagnóstico basado en la información proporcionada en el manual de taller del vehículo Mazda 3.

## 1.6. Ubicación geográfica.

El trabajo se desarrollará en la ciudad de Guayaquil, en la Facultad de Ingeniería de Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, extensión Guayaquil. Av. Raúl Gómez Lince (Av. Las Aguas) y calle 15<sup>ava</sup>. Fig. 1.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de la Universidad Internacional de Ecuador Extensión Guayaquil

**Fuente:** Google Maps (Google)

**Editado por:** Diego Ramos.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Sistema de freno.

El sistema de freno es uno de los sistemas más importantes de seguridad activa que constituyen un automóvil. Su función principal es reducir la velocidad del vehículo paulatinamente hasta detenerlo completamente o mantenerlo inmobilizado si ya está parado, de tal manera que se garantice la seguridad de sus ocupantes produciendo un frenado seguro, rápido y eficaz.

Los frenos gracias a sus elementos de fricción reducen la velocidad del vehículo mediante el rozamiento entre sus partes mecánicas, transformando la energía cinética del vehículo en calor.



**Figura 2.**

energía cinética en calor.  
**Fuente:** Lasheras-2012-8000vueltas.  
**Editado por:** Diego Ramos.

Transformación de

En su funcionalidad existen dos posibilidades de trabajo:

- Freno de servicio.
- Freno de estacionamiento.

### Freno de servicio.

Permite al conductor tener control total sobre la velocidad del vehículo y detenerlo de forma segura, consiste en que el conductor ejerce presión sobre un pedal que mediante medios hidráulicos o neumáticos acciona el sistema y produce el frenado simultaneo de todas las ruedas.

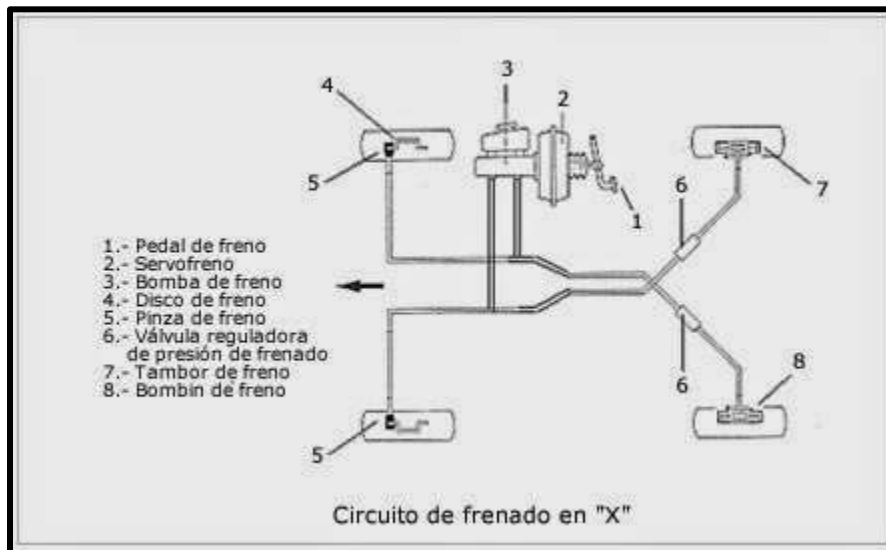


Figura 3.

servicio hidráulico con sistema X.

Fuente: Javier.J. M-2015-STF(sistema de freno).

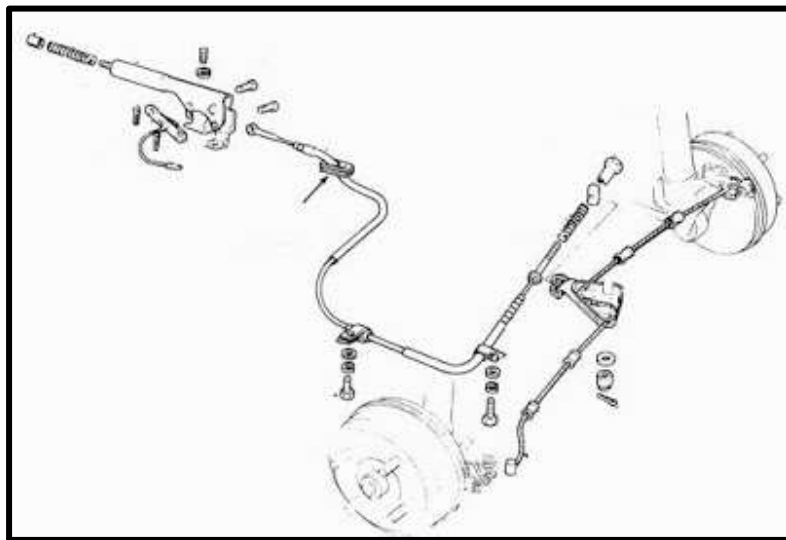
Editado por: Diego Ramos.

Freno de

## 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 puramente mecánico, actúa generalmente sobre las ruedas traseras.<sup>1</sup>

Los sistemas de accionamiento utilizados para tal fin son los mecánicos y los eléctricos. Los dos sistemas según su funcionalidad trabajan de forma completamente independientes, aunque en la mayoría de los vehículos es común ver que accionan los mismos elementos de frenado bajo diferente medios y mecanismos.



**Figura 4.** Freno de estacionamiento.  
**Fuente:** Jesús. D. A-2015- FreNando.  
**Editado por:** Diego Ramos.

## **2.2. Modos de accionamiento.**

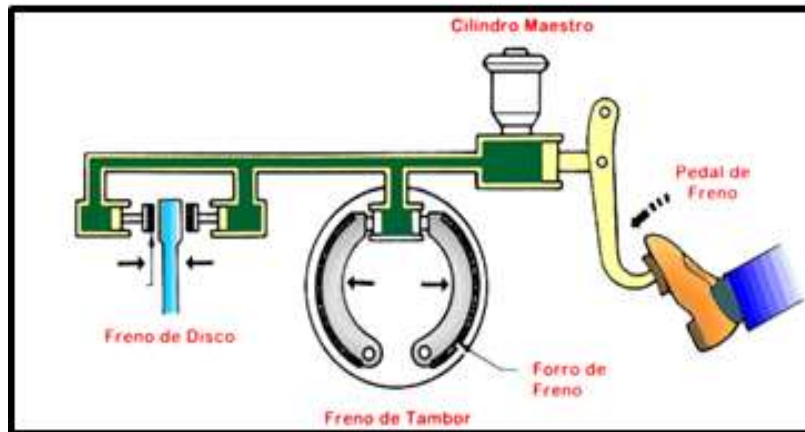
Para accionar los mecanismos de frenado es necesario disponer de una fuente de energía que genere la presión necesaria para producir la fricción. Esta fuente puede ser:

- Hidráulica
- Neumático
- Mecánico o manual.

### **Accionamiento hidráulico.**

El accionamiento del sistema de freno mediante una fuente hidráulica utiliza un fluido para transmitir la acción del frenado hacia los elementos de fricción. Como todo circuito hidráulico trabaja en base al principio de Pascal en la que dice; la presión ejercida sobre un punto de un líquido en reposo se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y sentidos.<sup>2</sup>

Dispone de varios componentes; a continuación, se hace referencia a los más importantes: Pedal de freno, servoasistencia, cilindro maestro, cañerías hidráulicas, mangueras hidráulicas, mordazas, cilindro de freno.



**Figura 5.**Freno hidráulico.

**Fuente:** Gabrielhdzc -2010- Gabrielhdzc's Blog.

**Editado por:** Diego Ramos.

Cuando el conductor presiona el pedal de freno ejerce una determinada presión sobre el fluido hidráulico. Este líquido es obligado a fluir a través de los conductos llegando a cada uno de los cilindros quienes son los responsables de accionar los elementos de fricción, que en este caso son las pastillas de freno en la parte delantera del vehículo y las zapatas en la parte posterior.

Cuando la presión ejercida sobre el pedal de freno cesa, los frenos se alivian permitiendo nuevamente el movimiento del vehículo.

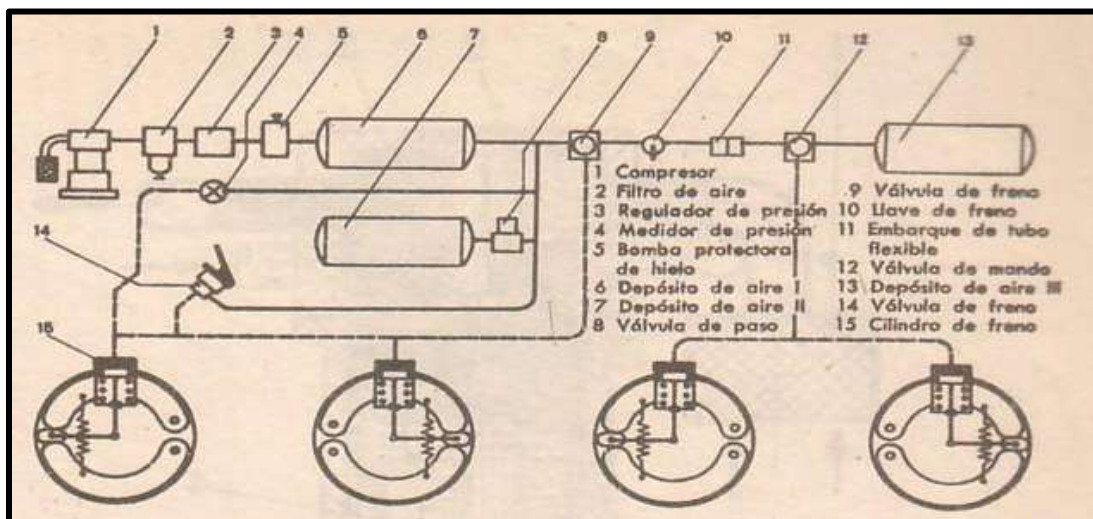
### **Frenos neumáticos.**

Este tipo de frenos es considerado económico y potente, por este motivo generalmente se los encuentra en vehículos y maquinaria pesada, vehículos

industriales, ferrocarriles, etc., ya que todos estos necesitan una gran fuerza de frenado y gran rapidez de actuación. El sistema en general difiere en su mayoría a los sistemas de freno hidráulicos empezando desde sus componentes, así como de la fuente de energía que utiliza.

El aire es almacenado mediante un compresor de aire en tanques o depósitos cerrados de forma comprimida a determinadas presiones, estas presiones son controladas por válvulas reguladoras que se abren cuando el sistema supera los 5kg de presión permitiendo que el exceso escape al exterior.

La activación y desactivación del freno está controlada por el pedal de freno, el cual ejerce un trabajo sobre un conjunto de válvulas que permiten o no, el paso del aire hacia los cilindros de freno y como resultado se consigue la expansión o compresión de las zapatas según sea el caso.



**Figura 6.**Freno neumático.

**Fuente:** Gabrielhdzc -2010- Gabrielhdzc's Blog.

**Editado por:** Diego Ramos.

### **2.3. Tipos de freno automotriz.**

En el automóvil existen dos tipos de freno: freno de tambor y freno de disco. Para que se produzca el frenado de cualquiera de los casos es necesario disponer de elementos de fricción, sean estos las pastillas de freno (freno de disco) y las zapatas (frenos de tambor).

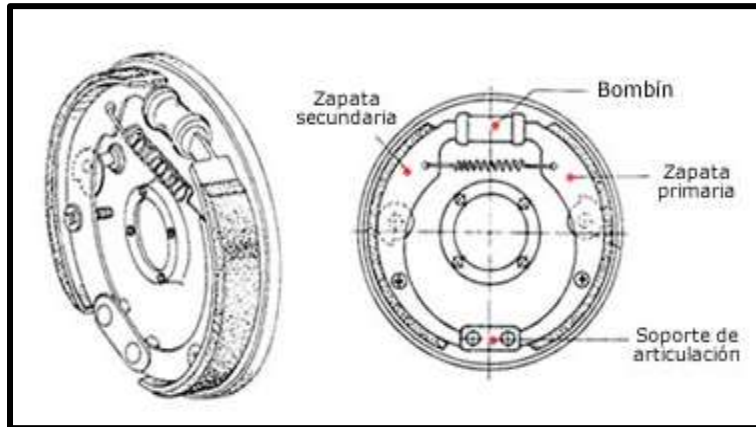
#### **Freno de tambor.**

Este tipo de freno es muy utilizado en la mayoría de máquinas y el automóvil no es la excepción. Dispone de una gran superficie de rozamiento, por lo que necesita menos fuerza de frenado que el freno de disco, pero tiene peor capacidad de disipar el calor generado en la frenada.<sup>3</sup>

Su funcionamiento se basa en expandir dos zapatas metálicas recubiertas con material de fricción haciendo que entren en contacto con las paredes internas de un tambor cilíndrico que gira solidaria al neumático del vehículo. Generalmente en los vehículos con frenos combinados (tambor y disco), se los puede encontrar en la parte posterior del mismo.

---

<sup>3</sup> Sistemas de transmisión y frenado. Pag. 257



**Figura 7.** Freno de tambor accionamiento hidráulico.  
**Fuente:** Gabrielhdzc -2010- Gabrielhdzc's Blog.  
**Editado por:** Diego Ramos.

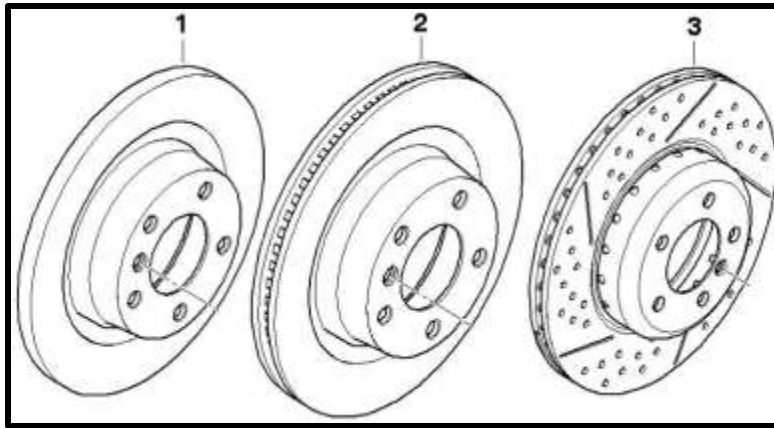
## **Frenos de disco.**

Generalmente este tipo de frenos se encuentran en las ruedas delanteras del vehículo debido al mayor requerimiento de esfuerzo de frenado, aunque también se pueden apreciar algunos que disponen de este tipo de freno de forma integral (en las 4 ruedas).

Frente a los frenos de tambor tiene la ventaja de refrigerarse mucho mejor ya que se encuentra más expuestos al flujo de aire producido por el movimiento del vehículo. Cuenta con un disco giratorio solidario al neumático y los elementos de fricción (pastillas de freno).

Cuando el conductor ejerce presión en el pedal de freno, las pastillas presionan el disco produciendo fricción entre ellos y como resultado se obtiene la reducción de la velocidad del vehículo.





**Figura 8.** Tipos de disco. 1) macizo. 2) ventilado. 3) ventilado perforado.

**Fuente:** Safety driving -2014- frenos de disco.

**Editado por:** Diego Ramos.

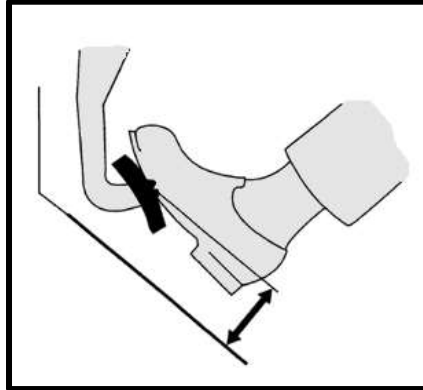
El medio de accionamiento de este tipo de freno es mediante fluido hidráulico, finalizada la acción de frenado, el líquido de frenos deja de ejercer presión sobre los elementos y el disco queda liberado, permitiendo que la rueda gire libremente.

#### **2.4. Componentes del sistema de freno convencional.**

**Pedal de freno:** El pedal de freno es el elemento responsable de la activación del freno de servicio y es accionado por el conductor para reducir la velocidad o detener el vehículo.

En la misma estructura del pedal se encuentra un conmutador que da la información de activación del freno y activa las luces de freno. Este pedal retorna a

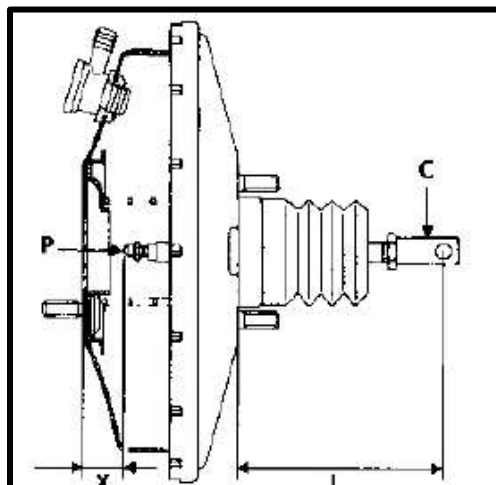
su posición de descanso gracias a la acción de un resorte de tracción que está unido al pedal por un extremo y a la carrocería por el otro extremo.



**Figura 9.**Pedal de freno

**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.  
**Editado por:** Diego Ramos.

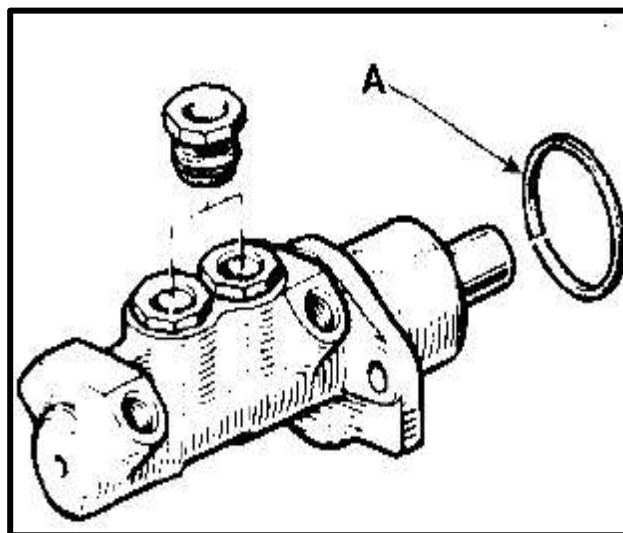
**Servoasistencia:** Es un mecanismo que permite multiplicar la fuerza que ejerce el conductor sobre el pedal de freno para conseguir una mayor presión de frenado. Mediante los sistemas de servoasistencia se proporciona al conductor mayor comodidad y mayor eficiencia en el circuito de freno. <sup>4</sup>



**Figura 10.**Servofreno

**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.  
**Editado por:** Diego Ramos.

**Bomba de freno o cilindro maestro:** Se encuentra ubicado después de la servoasistencia. Es el encargado de la transformación de la fuerza mecánica ejercida por el conductor sobre el pedal de freno a una presión hidráulica en el circuito.

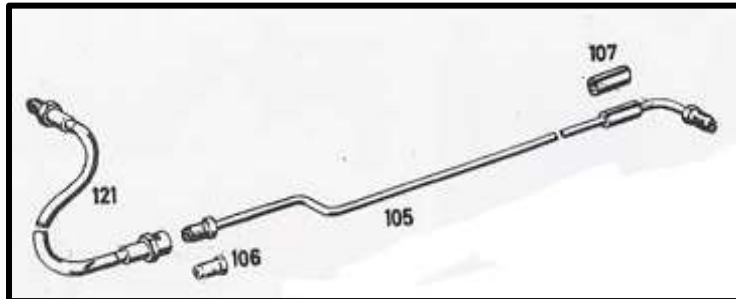


**Figura 11.** Cilindro maestro  
**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.  
**Editado por:** Diego Ramos.

**Cañerías metálicas:** Son de acero cobrizado por lo general con un diámetro externo de 4,5 mm y un diámetro interno de 2,5mm, aunque este diámetro está calculado en función del caudal que debe fluir. Están protegidas por múltiples capas que les aporta rigidez y las protegen de la corrosión.

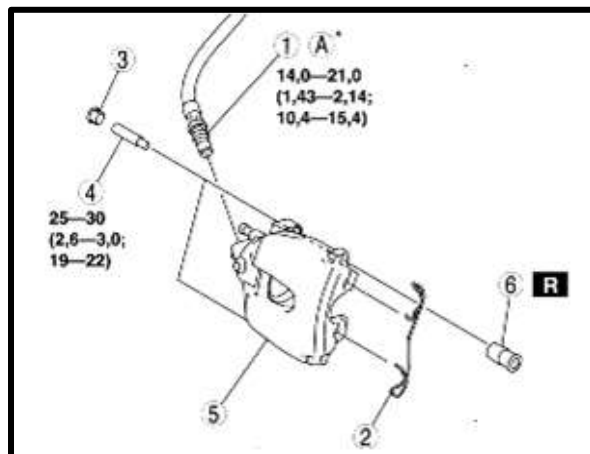
**Cañerías flexibles:** Están formados por una capa interior de goma, dos capas de rayón, que soportan la presión del líquido de frenos, un revestimiento

exterior de goma y los correspondientes elementos de unión en los extremos. Están ubicados en el tramo de los dispositivos de frenado con el fin de absorber las oscilaciones y movimientos que realizan las ruedas cuando se desplazan.



**Figura 12.**Cañerías rígida y flexible  
**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.  
**Editado por:** Diego Ramos.

**Mordaza de freno:** Es el portador de los elementos de fricción (pastillas de freno), quien por medio de un pistón empuja y hace que las pastillas entren en contacto con el disco de freno produciendo el efecto de frenado. De acuerdo con la configuración de la mordaza, esta puede ser fija o flotante.

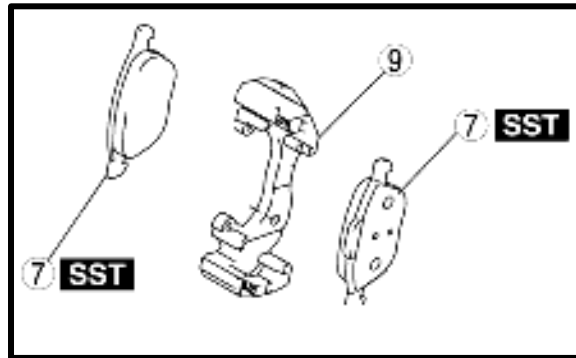


**Figura 13.**Mordaza

de freno

**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.  
**Editado por:** Diego Ramos.

**Pastilla de freno:** Están compuestos por una capa de fricción y otra capa que va pegada a la placa metálica de soporte. El área donde hace presión el pistón de la mordaza esta provista de una lámina metálica que amortigua el ruido.

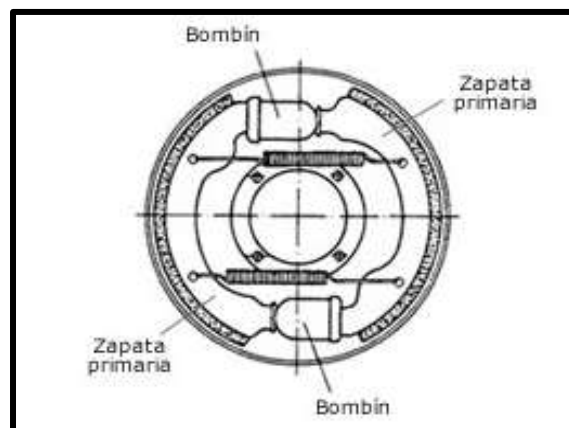


**Figura 14.**Pastilla de

freno

**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.  
**Editado por:** Diego Ramos.

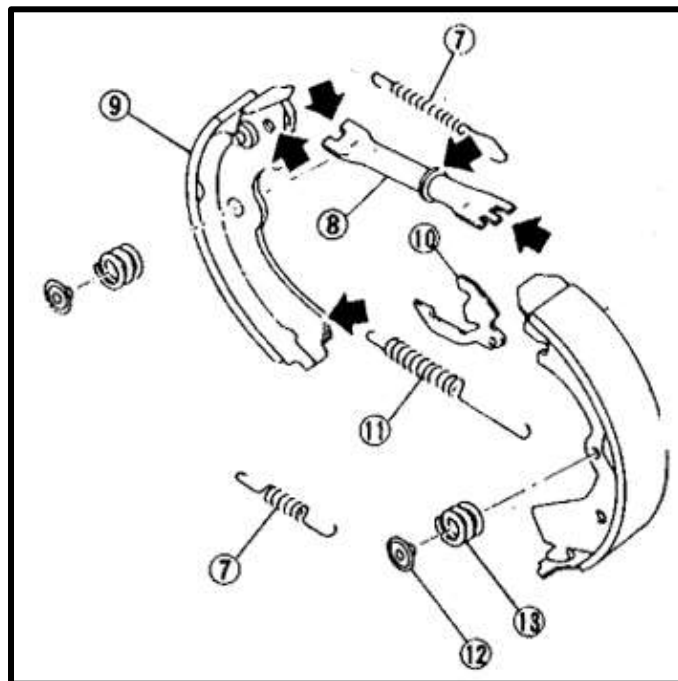
**Bombín de freno:** Es el elemento responsable de expandir las zapatas y presionarlas contra las paredes internas del tambor de freno por acción de la presión hidráulica generada en el sistema.



**Figura 15.** Bombín de freno  
**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.  
**Editado por:** Diego Ramos.

**Zapatas:** Están hechas de acero con forma de media luna y revestidas de material de fricción que se encuentran remachadas a la base metálica hasta 3/4 de su espesor lo que favorece con la absorción de las vibraciones y sonidos producidos por el frenado.

Por un lado, se une al bombín de freno quien produce el movimiento lateral de las zapatas y por el otro extremo están unidas al portazapatas.



**Figura 16.** Zapatas de freno  
**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.  
**Editado por:** Diego Ramos.

**Líquido de freno:** Se trata de un fluido cuya función principal es permitir que la fuerza que se ejerce desde el pedal del freno sea transmitida hacia los cilindros de las ruedas, pudiendo así realizar una frenada efectiva.

El líquido de frenos debe mantenerse en buen estado y para ello es necesario cambiarlo periódicamente. En este sentido, uno de los principales factores que se deben revisar es el punto de ebullición. Cuanto más sea el calor generado y más alta la temperatura que alcanza el líquido de frenos, más fácil será que entre en ebullición, provocando la aparición de burbujas que disminuyen la efectividad de la frenada. Normalmente, el líquido de frenos se ha de cambiar cada 2-4 años, dependiendo del uso que se le dé al vehículo.

Otro punto muy a tener en cuenta es que siempre se debe usar el líquido de frenos acorde a cada vehículo, esto es, el recomendado por el fabricante. Usar un líquido de frenos equivocado, caducado o sucio puede provocar graves daños en el sistema, por lo que se recomienda extraer todo el líquido, limpiar el sistema y volver a rellenarlo con el líquido correcto.



Figura 17. Líquido de

freno

Fuente: Conauto. 2017. Líquido de freno.  
Editado por: Diego Ramos.

## Tipos de líquido de freno:

- DOT 3: Se usa en frenos convencionales. Tiene un punto de ebullición seco de 205°C, húmedo de 140°C y su viscosidad es de 1500cSt (unidades de viscosidad). Es el más común y económico.
- DOT 4: Se trata de un líquido empleado tanto en frenos convencionales como en ABS. Tiene un punto de ebullición seco de 230°C, húmedo de 155°C y su viscosidad es de 1800cSt. Es similar al DOT 3 aunque ofrece mejores prestaciones y una mayor durabilidad. Dentro de este tipo podemos encontrar también la especificación Super Blue Racing, que ofrece unas prestaciones mucho más altas y sitúa su temperatura de ebullición en los 260°C.
- DOT 5: Se utiliza específicamente en vehículos cuyo líquido de frenos tenga una base sintética en vez de mineral. Por tanto, no se puede mezclar con los DOT 3 y DOT 4 que sí tienen base mineral. Su punto de ebullición es de 260°C.
- DOT 5.1: Es un líquido con un punto de ebullición seco de 270°C, húmedo de 180°C y tiene una viscosidad de 900cSt. Al contrario de lo que se pueda pensar, no es una evolución del DOT 5, de hecho, tiene base mineral. Su principal ventaja es que tiene mayor poder higroscópico que los DOT 3 y DOT 4, es decir, tiene más capacidad para absorber humedad.





**Figura 18.** Evolución de líquido de freno  
**Fuente:** Coauto. 2017. Líquido de freno  
**Editado por:** Diego Ramos.

## 2.5. Estudio teórico del proceso de frenado.

El estudio del proceso de frenado se lo realiza considerando que el vehículo se encuentra circulando en una superficie totalmente recta, sin acciones laterales y sin recibir los efectos de la suspensión ni de las fuerzas de aceleración y resistencias de circulación.

**Fuerzas de frenado:** La fuerza de frenado es aquella necesaria para desacelerar y lograr detener el vehículo, es decir es la suma del conjunto de fuerzas generadas en la superficie de contacto del neumático con la calzada, las cuales se oponen al giro de las ruedas. Esta fuerza de frenado no puede ser mayor al valor de adherencia entre el neumático y la calzada. En el caso de que dicha fuerza sea mayor que la adherencia, los neumáticos proceden a bloquearse lo que produciría una desviación lateral del vehículo, efecto conocido también como derrape.



**Figura 19.** Fuerzas aceleradoras y de resistencia  
**Fuente:** Sistemas de transmisión y frenado. Pag. 258  
**Editado por:** Diego Ramos.

**Eficiencia de frenado:** La eficiencia del sistema de freno indica el grado en que se aprovecha la adherencia disponible entre el neumático y la calzada. La eficiencia de frenado suele expresarse en porcentaje.<sup>5</sup>

Aprender a calcular la eficiencia de frenado puede ayudar a determinar si los frenos funcionan normalmente o necesita ser cambiado. La eficiencia de los frenos depende del peso de su vehículo y la fuerza de los frenos.

**Distancia de parada:** La distancia de parada o distancia de frenado es la distancia total que recorre un vehículo antes de detenerse, tomando en cuenta desde la posición que ocupa el vehículo en el momento en que se aparece el obstáculo hasta que se detiene completamente.

**Dinámica del vehículo:** La dinámica del vehículo es el conjunto de fuerzas que si sumadas entre si dan un resultado de cero quiere decir que el vehículo está en reposo y si es diferente de cero, está en movimiento.

Estas fuerzas varían en función de una magnitud denominada aceleración que se encarga de modificar la velocidad y dirección, es por esto que si aceleramos el vehículo tendremos una aceleración positiva y si frenamos obtenemos una aceleración negativa.

---

<sup>5</sup> Sistemas de transmisión y frenado. Pag. 259

Durante la aceleración negativa o proceso de frenado intervienen fuerzas aplicadas en el neumático los mismo que se hacen presentes cuando el conductor presiona el pedal de freno. Estos son los siguientes:

- La fuerza de tracción es producida por el motor y genera el movimiento.
- Las fuerzas de guiado lateral, responsables de conservar la dirección del vehículo.
- La fuerza de adherencia depende del peso que recae sobre la rueda, es decir, el peso del vehículo.
- Y la fuerza de frenado, que actúa en dirección contraria al movimiento de la rueda. Depende de la fuerza de adherencia y del coeficiente de rozamiento entre la calzada y la rueda.



**Figura 20.**Fuerzas sobre el neumático  
**Fuente:** Sistemas de transmisión y frenado. Pag. 258  
**Editado por:** Diego Ramos.

## 2.6. Magnitudes.

**Coeficiente de rozamiento:** Expresa la oposición al movimiento que ofrecen las superficies en contacto del neumático y la calzada. Su valor está entre 0 y 1.

**Adherencia:** Es la resistencia que se produce entre las superficies de contacto de la calzada y el neumático cuando uno trata de deslizarse sobre otro.

**Peso adherente:** Es el peso del neumático sobre la calzada. Equivale al producto de la masa del vehículo por la aceleración de la gravedad.

## 2.7. Sistema antibloqueo de freno ABS.

El sistema antibloqueo de frenos (ABS) es un dispositivo de seguridad activa que evita el bloqueo y el patinaje de las ruedas cuando se ejerce el frenado

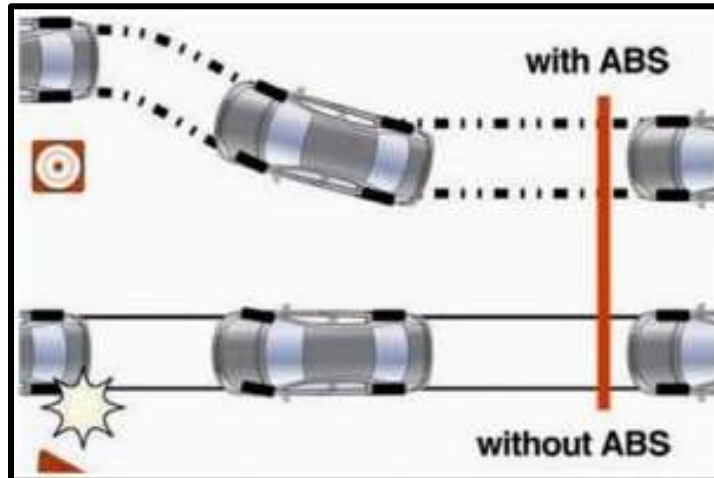
bajo cualquier eventualidad emergente y condición en la que se encuentre la superficie.

Tiene la función de reducir el riesgo de accidentes mediante el control óptimo del proceso de frenado adaptando el nivel de presión del líquido en cada freno de rueda con el fin de evitar el bloqueo y optimizar así el compromiso de:

- Estabilidad: se debe garantizar la estabilidad del vehículo, tanto cuando la presión de frenado aumenta gradualmente hasta el límite de bloqueo como cuando lo hace bruscamente.
- Maniobrabilidad: El vehículo puede conducirse al frenar en una curva, aunque pierdan adherencia alguna de las ruedas.
- Distancia de parada: Acortar la distancia de parada lo máximo posible.

La principal ventaja que ofrece este sistema frente a los sistemas de freno convencionales es la efectividad del frenado y la maniobrabilidad del vehículo cuando se produce una acción de emergencia, es decir, permite frenar y dirigir al mismo tiempo. El bloqueo de las ruedas tiene importantes consecuencias:

- Aumenta la distancia de frenado.
- Si se produce en el tren delantero, se pierde la maniobrabilidad y direccionalidad del vehículo.
- Si se produce en el tren trasero, el vehículo derrapa.

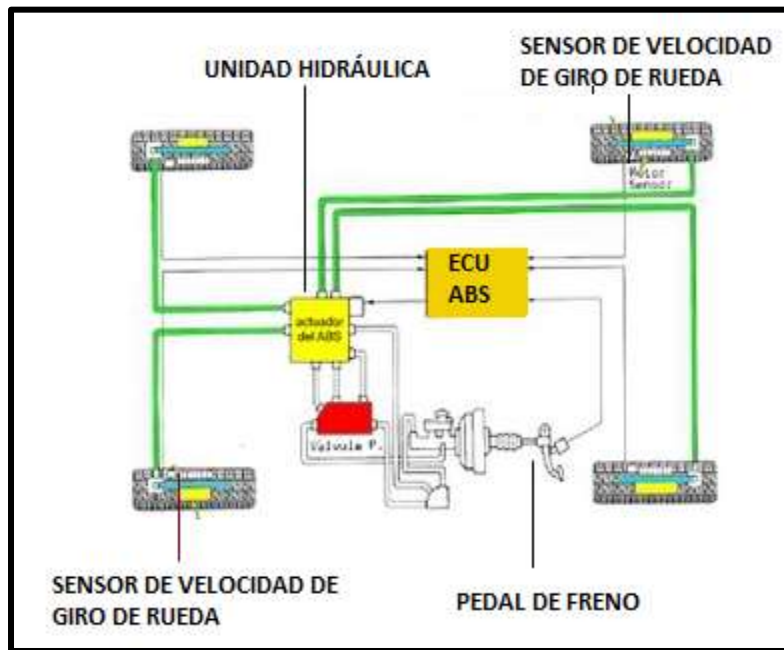


**Figura 21.** Respuesta de frenado de emergencia ABS.  
**Fuente:** Nosoloingeniería -2013- ABS-ESP-EBD.  
**Editado por:** Diego Ramos.

Este sistema, además de los componentes del sistema de freno convencional, está formado por:

- Sensores de velocidad de giro de rueda.
- Unidad de mando (UCE).
- Unidad hidráulica (grupo electrohidráulico).

En cada rueda cuenta con un sensor de revoluciones conectado directamente a la unidad de control electrónico del ABS; la información receptada por el sensor es enviada al módulo, el cual analiza y compara constantemente las revoluciones de las ruedas con la velocidad real del vehículo.



**Figura 22.** Esquema de funcionamiento del sistema ABS.  
**Fuente:** Nosoloingenieria -2013- ABS-ESP-EBD.  
**Editado por:** Diego Ramos.

En caso de detectar una disminución desproporcionada de la velocidad de las ruedas, la electrónica del sistema detecta peligro de bloqueo y reduce inmediatamente la presión hidráulica del sistema aun cuando el pedal siga pisado; esta reducción de presión libera la rueda por una fracción de tiempo y luego la recupera; esto con el fin de mantener la maniobrabilidad del vehículo durante el frenado.

El ABS se activa automáticamente, sin que el conductor tenga la necesidad de liberar la presión sobre el pedal de freno. Los sistemas actualmente usados permiten aumentar y disminuir la presión de frenado de 15 a 18 veces por segundo.

El sistema integral del ABS trabaja con un dispositivo de mando que, en caso de presentarse una anomalía en el funcionamiento, desconecta el ABS y activa el testigo luminoso en el tablero del vehículo. Cuando esto sucede, el sistema de freno funciona convencionalmente, puesto que el sistema hidráulico sigue funcionando.

## **2.8. Mazda 3.**

El Mazda 3 conocido como Axela en el mercado japonés es un vehículo de turismo fabricado por la marca japonesa de automóviles Mazda. Este modelo utiliza plataforma del Ford Focus II, fue introducido al mercado en el año 2004, reemplazando al Mazda 323.

En el 2004 fue el automóvil mejor vendido en Canadá. El 8 de septiembre de 2006, Mazda anunció a la prensa que había producido 1 millón de unidades convirtiéndolo en su modelo más vendido. En Colombia, a pesar de que su producción cesó en 2014, sigue estando en la lista de 10 más vendidos al 2017, proveniente de México.<sup>6</sup>





**Figura 23.** Mazda 3.  
**Editado por:** Diego Ramos.

Este modelo dispone de motor a gasolina, versión disponible en todas sus variantes para la comercialización en todo el mundo y además de dos motores a Diesel disponibles únicamente en Europa. A partir del año 2017, la marca Mazda ha hecho modificaciones en varios elementos como nuevo volante, freno de mano electrónico, head up display con visualización a color y una nueva pantalla del sistema MZD Connect, en los que se ha dejado de incorporar componentes del Ford Focus debido a la finalización del acuerdo con Ford Motor Company.

---

<sup>6</sup> Catalogo Mazda Motor Corporation / especificaciones Mazda 3.

## **2.9 Componentes del sistema ABS Mazda 3.**

**Sensores de velocidad de ruedas:** los sensores de rueda tienen la misión de informar a la unidad de control (PCM) sobre la velocidad de cada rueda. La PCM utiliza la información de los sensores de giro de rueda para detectar el bloqueo y actuar en consecuencia.

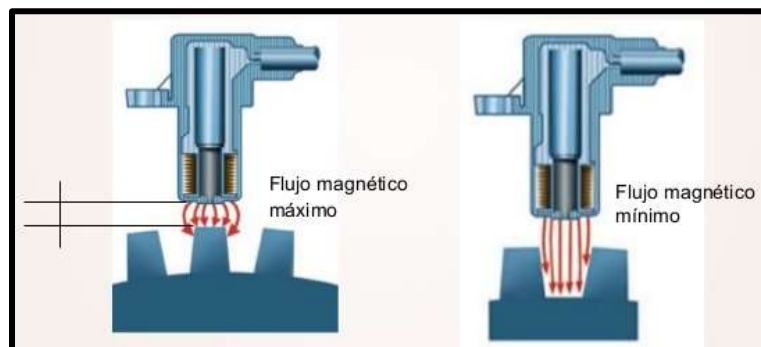
Existen varios tipos de sensores en los que podemos destacar los siguientes:

- Sensores inductivos
- Sensores capacitivos

En el vehículo Mazda 3, los sensores inductivos son los que se utilizan, aunque también los hay del tipo activos.

**Sensores inductivos:** Estos sensores se encuentran enfrentados a una rueda dentada o rueda fónica, dispone de un imán permanente junto a un núcleo de hierro dulce sobre el que se arrolla un bobinado de cobre. El campo magnético generado es enviado desde el vástago a la rueda fónica y al girar lo modifica como se puede observar en la figura 20.

- Cuando el captador esta frente al hueco de la rueda fónica, la señal se debilita.
- Cando el captador esta frente al diente de la rueda fónica, la señal se fortalece.



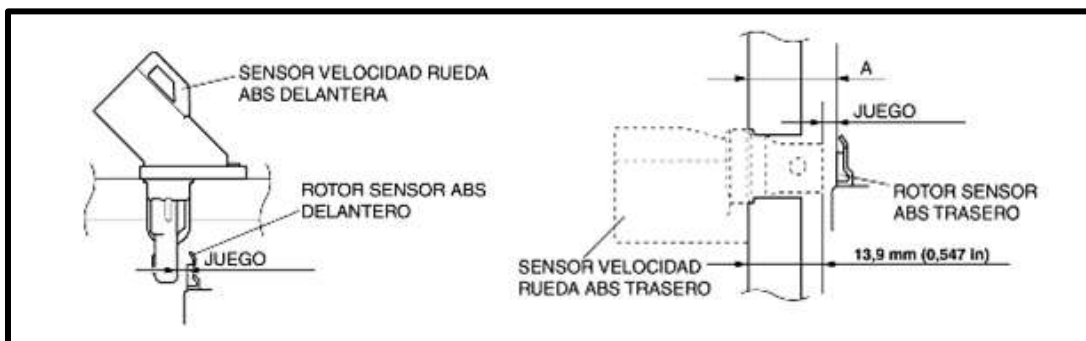
**Figura 24.** Diagrama de cableado del sistema ABS.  
**Fuente:** Nosoloingenieria -2013- ABS-ESP-EBD.  
**Editado por:** Diego Ramos.

La distancia entre el vástago y el diente de la rueda fónica se denomina entrehierro, dicha distancia debe ser respetada para evitar modificaciones en las señales emitidas y provocando un error de datos para el módulo PCM del ABS. En la (tabla 1) se especifica el valor del entrehierro de las ruedas delanteras y traseras.

**Tabla 1** Valor de entrehierro sensor de velocidad de rueda Mazda 3.

Ubicación	Entrehierro	
	mm	in
Delantero	2.1	0,082
Posterior	1,46	0,057

**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.  
**Editado por:** Diego Ramos.



**Figura 25.** Entrehierro sensores de velocidad de rueda Mazda 3.

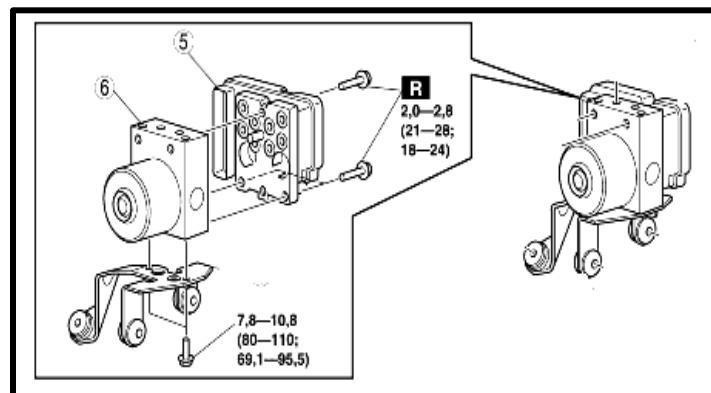
**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.  
**Editado por:** Diego Ramos.

El cambio de diente a hueco produce un cambio en el flujo magnético provocando una tensión alterna sinusoidal cuya frecuencia y amplitud varía en función de la velocidad de la rueda.

**ABS-CM Modulo de Control:** Es la unidad de mando de frenado y el control dinámico de estabilidad (DSC) el cual es responsable de procesar los datos recibidos desde los sensores de velocidad de giro de rueda y gestionar los mandos o señales de salida para la activación de los diferentes actuadores.

Esta unidad controla todos los sistemas de gestión eléctrica y electrónica así también, el control de sistemas electrónicos de frenado como:

- Alimentación de sensores y actuadores.
- Registro de averías en memoria.
- Conversión de datos.
- Acondicionado y transmisión de datos.
- Enlaces por la red multiplexada (CAN).



**Figura 26.** ABS-CM Modulo de Control.

**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.

**Editado por:** Diego Ramos.

**BS-HU Unidad Hidráulica:** Su principal función es regular mediante electroválvulas la presión hidráulica de frenado para evitar el bloqueo de las ruedas eliminando la presión de las pinzas de freno cuando sea necesario, disponiendo para su accionamiento de un motor eléctrico. Dicha regulación se

produce en función de las ordenes enviadas por el ABS-CM en forma de señal eléctrica al grupo de válvulas ubicadas en el ABS-HU.

La activación eléctrica de estos componentes se realiza mediante unos relés y el arnés de cables del ABS-CM, siendo ésta la que organiza el funcionamiento del grupo hidráulico. El ABS-HU se encuentra conectado al circuito hidráulico del freno de tal forma que recibe la presión desde la bomba y él se encarga de distribuir el fluido a cada una de las ruedas.

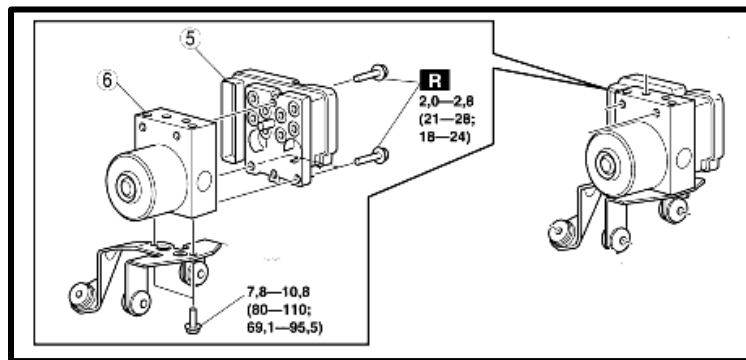


Figura 27.6:

Unidad Hidráulica.

ABS-HU

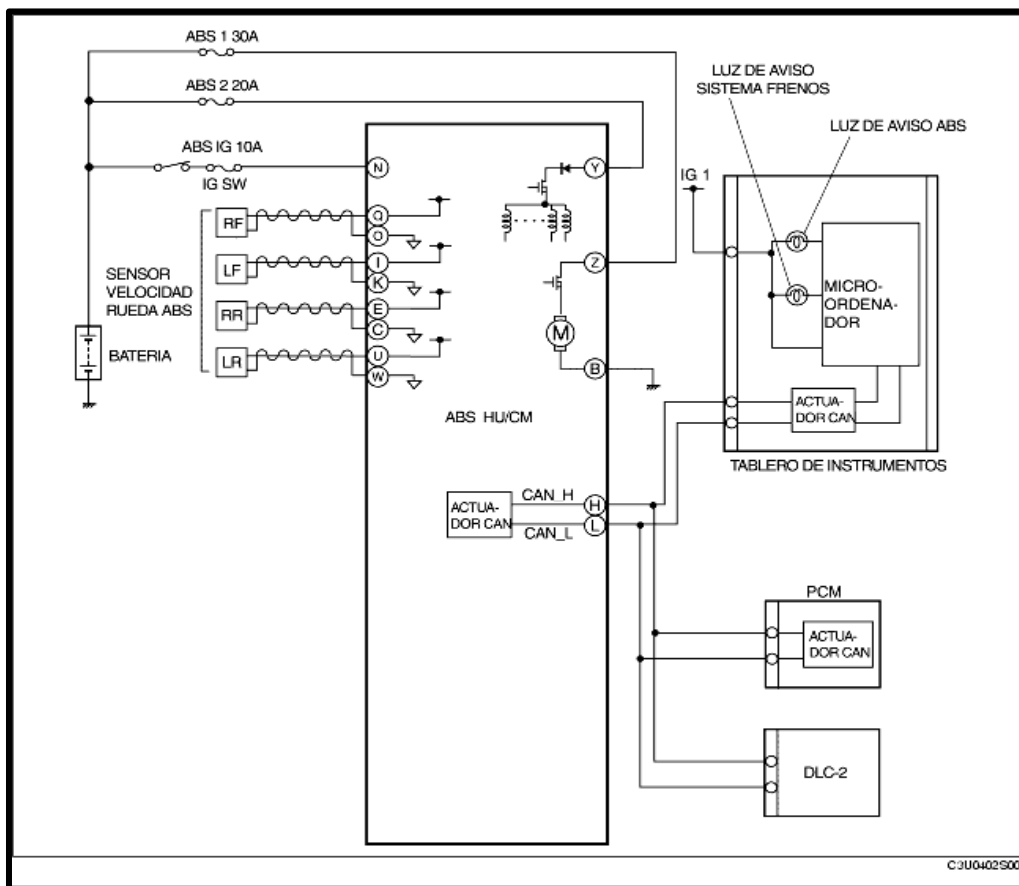
Fuente: 2014 Mazda 3 Manual Repair.

Editado por: Diego Ramos.

## 2.10 Sistema de freno del Mazda 3.

El conjunto ABS comprendido por el HU y CM trabaja por la información que recibe de la PCM la misma que a su vez recibe la información receptada por los sensores de velocidad de giro de las ruedas. Estos sensores están dispuestos de forma individual en las cuatro ruedas por lo que es denominado 4W-ABS.

La información tomada por los sensores es enviada a la PCM del ABS únicamente cuando estos detectan que la rueda está a punto de bloquearse. De esta manera el ABS HU libera la presión de dicha rueda activando una bomba hidráulica la cual es responsable de la liberación de presión cuando el motor eléctrico que lo comanda es excitado por una señal de 12v proveniente de la PCM del ABS usando el protocolo de comunicación CAN.



**Figura 28.** Diagrama de cableado del sistema ABS.

**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.

**Editado por:** Diego Ramos.

## CAPÍTULO III

## COMPROBACIÓN Y OBTENCIÓN DE DATOS

### 3.1. Sistemas de seguridad.

Este vehículo tiene frenos hidráulicos que se ajustan automáticamente durante su uso normal (Sistema ABS). Si se pierde la asistencia hidráulica, se puede frenar el vehículo, pero será necesario pisar el pedal con mayor fuerza y como consecuencia de dicha falla del sistema la distancia de frenado será mayor.

Es contraproducente y peligroso continuar conduciendo el vehículo en rueda libre cuando el motor se apaga, ya que será más difícil frenar y el freno hidráulico se podría vaciar si bombea el freno. Por esta razón en el mejor de los casos para detener el vehículo será necesario disponer de más distancia de frenado de lo contrario se podría producir un accidente.

El uso excesivo del freno al descender una pendiente es un tema de mucha atención. Lo ideal frente a esta situación es hacer el cambio de marcha a una velocidad menor cuando descienda una cuesta prolongada, puesto que conducir con el pie en el pedal del freno o pisando el pedal continuamente durante distancias prolongadas es peligroso. Esto hace que los frenos se sobrecalienten, resultando en distancias de frenado mayores o incluso la falla total de los frenos. Lo cual puede resultar en la pérdida del control del vehículo y un accidente grave. Se debe evitar conducir pisando el pedal del freno.

Es aconsejable secar los frenos que se humedecen conduciendo lentamente el vehículo, liberando el pedal del acelerador y aplicando ligeramente los frenos varias veces hasta que el rendimiento de los frenos vuelva a la normalidad ya que conducir con los frenos mojados es peligroso. No conduzca con su pie apoyado sobre el pedal de embrague o pedal de frenos, o mantenga pisando el pedal de embrague innecesariamente. De lo contrario resultará en lo siguiente:

- Las piezas del embrague y los frenos se desgastarán más rápidamente.
- Los frenos se sobrecalentarán y se afectará adversamente el rendimiento de los frenos.

### **3.2. Herramienta utilizada para la prueba.**

#### **3.2.1. Escáner G-Scan 2**

Para la recopilación de los datos necesarios para llevar a cabo el análisis electrónico del sistema de freno del vehículo Mazda 3, se utiliza el escáner G-Scan 2 mediante conexión y comunicación OBDII.

Para analizar el comportamiento del sistema de freno se conecta el escáner al vehículo y se procede a simular diferentes condiciones de operación y según estos parámetros se puede tomar datos reales de funcionamiento.





**Figura 29.**G-Scan 2.  
**Fuente:** Products autoequipment.com  
**Editado por:** Diego Ramos.

Una vez instalado el escáner G-Scan2 se procede a realizar los siguientes pasos:

- Establecer la conexión de la interfaz OBDII en el vehículo.
- Una vez conectado se procede al enlace con el sistema.
- Se ingresa las características del vehículo Mazda 3.
- Una vez establecida la conexión y comunicación de datos con el vehículo, el escáner muestra los parámetros generales del sistema de freno.
- Con ayuda del escáner enlazado al módulo del sistema ABS, se puede observar que los sensores de velocidad de rueda están funcionando correctamente.
- De la misma manera como se puede evidenciar el funcionamiento de los sensores los cuales registran la velocidad actual de las ruedas,

también podemos observar la conexión y desconexión del interruptor del pedal de freno.

- Se simula diferentes condiciones de manejo para comprobar el comportamiento del sistema.
- Primero la simulación de un frenado normal, donde el sistema se comporta como un sistema de freno convencional.
- La segunda prueba es aplicando el freno de manera brusca simulando una situación de emergencia donde el conductor pisa el pedal a fondo.

### **3.2.2 Multímetro**

El multímetro es una herramienta que sirve para realizar pruebas y diagnóstico en circuitos y conexiones eléctricas por lo que son utilizadas en numerosas ramas, una de ellas el área automotriz.

Este instrumento electrónico combina varias funciones o magnitudes eléctricas activas como corrientes y potenciales o pasivas como resistencias, capacidades entre otras. Estas medidas se pueden hacer tanto en corriente continua como alterna, ya que cuenta con un selector dependiendo de la

corriente con la que se va a trabajar, incluso se pueden realizar estas mediciones en varios márgenes de medida.

Debe contar con un par de cables los mismo que son el medio de conexión entre el dispositivo y el elemento a diagnosticar. Se debe colocar las puntas del multímetro en el componente una de un lado y la otra del otro lado del elemento y si el valor el bajo quiere decir que hay continuidad. Los multímetros pueden ser de dos tipos:

- Multímetro digital
- Multímetro analógico

Los valores medidos en cada una de las magnitudes se presentan en forma de números, en un display parecido al de una calculadora, mediante la composición de números en decodificadores de siete segmentos.

En los multímetros analógicos, las magnitudes medidas son presentadas mediante un dial graduado y una aguja mediante el cual muestra la lectura ubicándose en determinadas posiciones del dial graduado.

Como todo dispositivo electrónico es necesario de asumir sus cuidados en cuanto a su utilización, por lo que antes de hacer una medición se debe tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La escala de medición en el multímetro debe ser inmediatamente superior que el valor de medición que se va a realizar. En caso de no conocer este

valor lo recomendable es seleccionar la escala más grande del multímetro y a partir de ella se va reduciendo hasta tener una escala adecuada.

- Para medir corriente eléctrica se debe conectar el dispositivo en serie con el circuito, caso contrario provocaremos un cortocircuito en el multímetro por lo que el fusible resultara afectado.
- Para medir voltaje es necesario conectar en paralelo con el circuito a medir, caso contrario el fusible también resultara afectado.
- Para medir la magnitud de resistencia eléctrica también se debe conectar el multímetro en paralelo con el circuito o elemento a medir.

### **Medición de voltaje.**

Las mediciones de voltajes se pueden realizar prácticamente con cualquier tipo de multímetro, pudiéndose medir voltaje alterno, voltaje continuo y milivolts. La selección de voltaje alterno del multímetro nos permitirá medir tensiones que oscilan en su amplitud o cambian la polaridad, caso por ejemplo de sensores de encendido, posición, etc. (es decir, reluctancia variable).

El voltaje continuo nos servirá para medir la tensión de sensores y/o actuadores que tienen conexión a batería u otra fuente de tensión. Para mediciones de valores bajos se usan los milivolts.

### **Medición de resistencias.**

Básicamente una resistencia es la dificultad que ofrece un componente a el pasaje de la corriente eléctrica, siendo su unidad de medida los llamados ohms, pudiendo apreciar en el dial de selección del tester las diferentes escalas (de 0 a 200, 200 a 2000, etc), salvo que se trate de un multímetro con autorango, los cuales permiten la selección automática del rango según la resistencia medida.

### **Medida de voltajes.**

Un voltímetro (o un multímetro efectuando esa función) posee siempre una resistencia interna muy grande (de varios  $M\Omega$ ), y se coloca siempre en paralelo. Si las resistencias en el circuito son pequeñas comparadas con la resistencia interna del voltímetro, se puede suponer que ésta es infinita sin introducir un error apreciable en las ecuaciones.

Sin embargo, en aquellos casos en que la resistencia en la que se está midiendo la diferencia de potencial el circuito sea grande hay que tener en cuenta la resistencia interna del voltímetro.



Figura 30.

Multímetro

automotriz.  
**Fuente:** Products autoequipment.com  
**Editado por:** Diego Ramos.

### 3.3 Obtención de datos del sistema ABS.

En el siguiente gráfico se muestra la lectura de datos obtenidas una vez que se ha logrado la conexión entre el escáner y el módulo ABS del Mazda 3. Como se puede observar, tenemos valores en cero que corresponden a la velocidad de las ruedas y del interruptor del pedal de freno en posición conectado ON. Esto debido a que el vehículo se encuentra frenado y estacionado.

Análisis de Datos(Todos los Artículos)			
Artículo(P.1/1)	Valor	Unidad	Artículo(P.2/1)
Freno con. / desc.	ON		
Códigos de continuos	0		
Sensor de velocidad de rueda delantera izquierda	0	km/h	
Sensor de velocidad de rueda trasera izquierda	0	km/h	
Sensor de velocidad de rueda delantera derecha	0	km/h	
Sensor de velocidad de rueda trasera derecha	0	km/h	

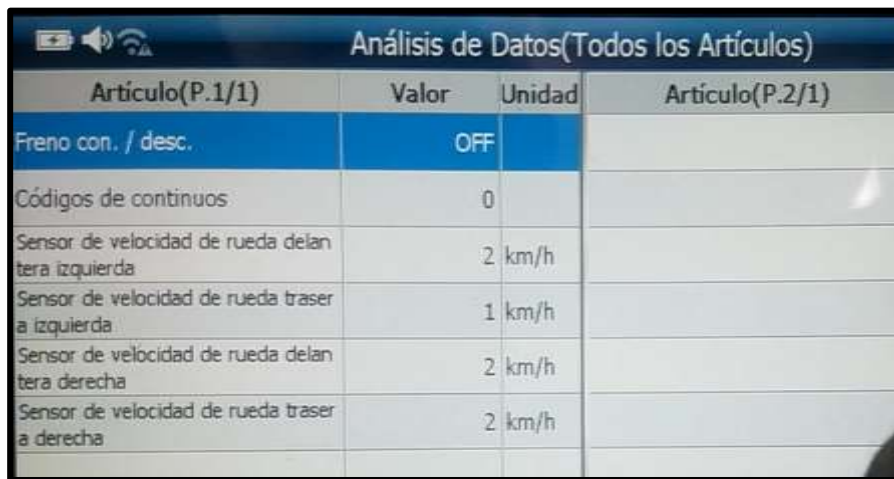
Figura

de datos

31.Pantalla

**Editado por:** Diego Ramos.

En la figura 32. Se puede observar que el vehículo se ha puesto en movimiento ya que se pueden apreciar valores que representan la velocidad de cada rueda y la posición OFF del interruptor del pedal de freno.



Artículo(P.1/1)	Valor	Unidad	Artículo(P.2/1)
Freno con. / desc.	OFF		
Códigos de continuos	0		
Sensor de velocidad de rueda delantera izquierda	2	km/h	
Sensor de velocidad de rueda trasera izquierda	1	km/h	
Sensor de velocidad de rueda delantera derecha	2	km/h	
Sensor de velocidad de rueda trasera derecha	2	km/h	

**Figura 32.**Pantalla de datos

**Editado por:** Diego Ramos.



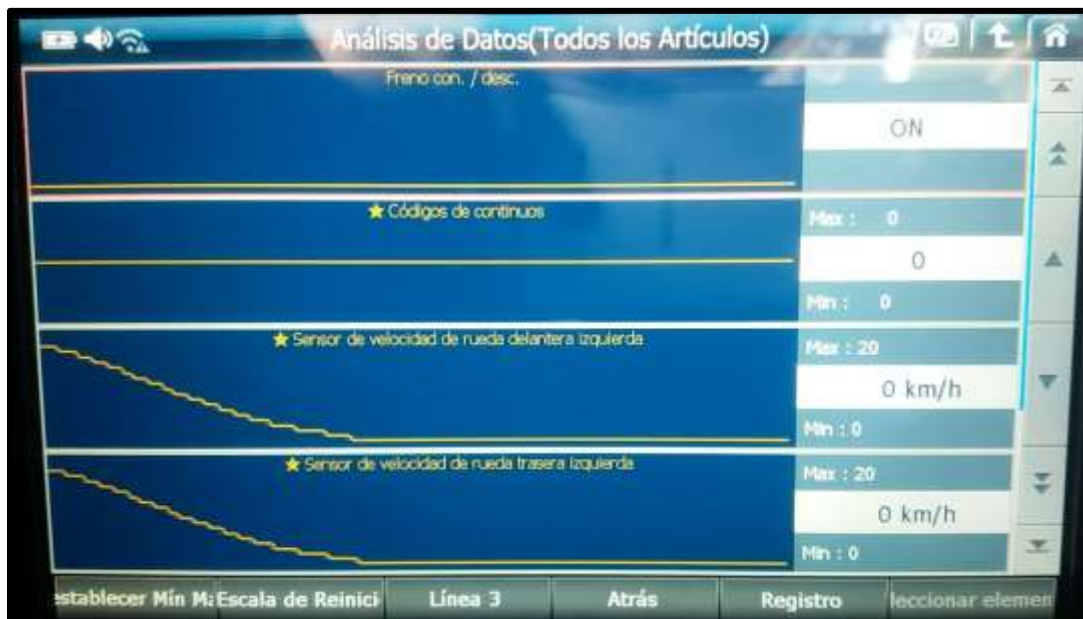
Artículo(1/6)	Valor	Unidad
<input checked="" type="radio"/> Freno con. / desc.	OFF	
<input type="radio"/> Códigos de continuos	0	
<input type="radio"/> Sensor de velocidad de rueda delantera izquierda	7	km/h
<input type="radio"/> Sensor de velocidad de rueda trasera izquierda	7	km/h
<input type="radio"/> Sensor de velocidad de rueda delantera derecha	8	km/h
<input type="radio"/> Sensor de velocidad de rueda trasera derecha	8	km/h

**Figura 33.**Pantalla de datos

**Editado por:** Diego Ramos.

Una vez obtenidos los valores numéricos que el módulo ABS nos proporciona a través del escáner G-Scan2, accedemos al modo gráfico donde se puede observar las gráficas proporcionadas tanto de los sensores como del interruptor del pedal de freno. En el gráfico 34. Se muestra cuando el vehículo se encuentra con velocidad nula.

**Figura 34.** Pantalla de datos



**Editado por:** Diego Ramos.

En el gráfico 35. Los sensores empiezan a mostrar valores de velocidad y al mismo tiempo graficas que representan dicha velocidad. De la misma manera la





gráfica del interruptor de conexión y desconexión del pedal de freno.

**Figura 35.**Pantalla de datos  
**Editado por:** Diego Ramos.



**Figura 36.**Pantalla de datos  
**Editado por:** Diego Ramos.

La velocidad máxima conseguida para la evaluación del sistema ABS fue de 20 km/h, velocidad con la cual se simuló el frenado de emergencia.



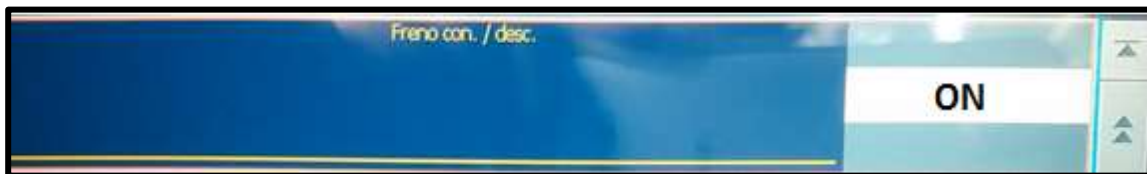
**Figura 37.**Pantalla de datos  
**Editado por:** Diego Ramos.

Por otro lado, es muy importante analizar el interruptor de freno ya que su activación y desactivación, también se puede identificar mediante una gráfica



mostrada a través del G-Scan2.

**Figura 38.** Interruptor de freno desconectado  
Editado por: Diego Ramos.



**Figura 39.** Interruptor de freno conectado  
Editado por: Diego Ramos.

**Figura 40.** Transición de posición conectado/desconectado del interruptor de freno.



Editado por: Diego Ramos.

## CAPÍTULO IV

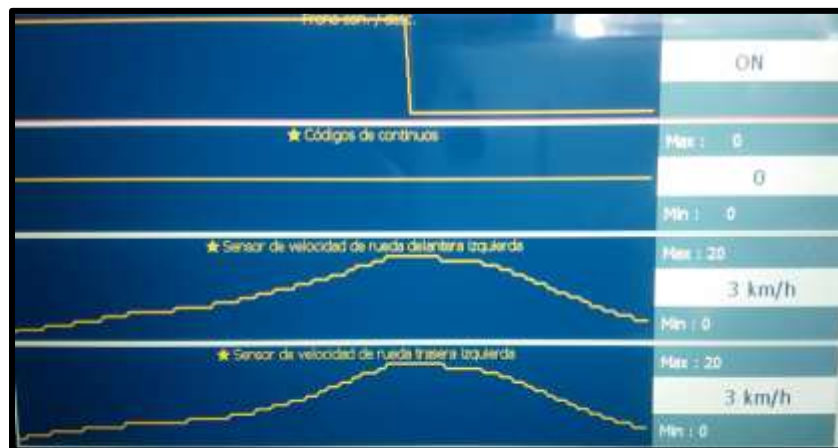
### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. Análisis de resultados del sistema de freno del vehículo Mazda 3.

Los datos obtenidos para posteriormente ser analizados fueron tomados bajo las siguientes condiciones:

- Con el vehículo estacionado
- Con el vehículo en movimiento a una velocidad máxima de 20km/h.

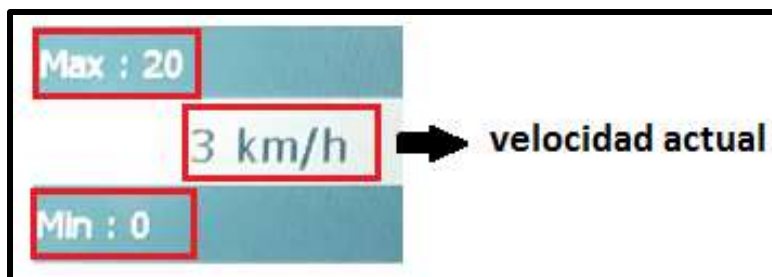
Cuando el conductor pisa el pedal de freno, cada rueda sufre una desaceleración distinta y esto es debido a la capacidad de adherencia que presenta cada una. Al realizarse las pruebas con el vehículo Mazda 3 se pudo apreciar que la velocidad se reducía progresiva e igual en todas las ruedas, tal como se puede apreciar en la figura. 41.



**Figura 41.**Esquema de funcionamiento sistema ABS Mazda 3.

**Editado por:** Diego Ramos.

Como se mencionó con anterioridad, la velocidad máxima alcanzada para realizar las pruebas fue de 20 km/h; estos valores de velocidad receptados por los sensores son almacenados en la unidad de mando como límites de aceleración y desaceleración, tal como se puede apreciar en la figura. 42.

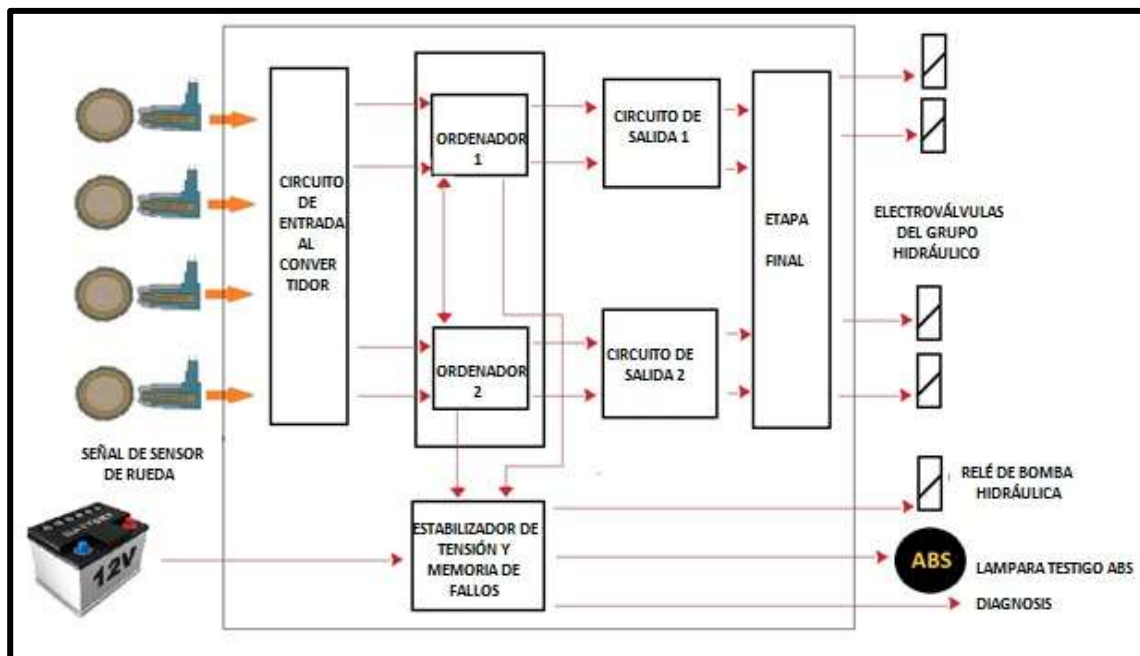


**Figura**

**42.**Valores

máximos y mínimos.  
**Editado por:** Diego Ramos.

El ABS-CM (módulo de control del ABS) se encarga de elaborar una velocidad de referencia con lo que calcula y adapta el proceso de frenado, contrastando dicha velocidad referencial con la velocidad de cada rueda y de esa manera logra deducir la pérdida de adherencia en cada una para posteriormente ordenar al ABS-HU (unidad hidráulica del ABS) regular la presión hidráulica de freno cuando el valor de desaceleración es superado bruscamente producido por una frenada de emergencia.



**Figura 43.**Esquema de funcionamiento sistema ABS Mazda 3.  
**Editado por:** Diego Ramos.

En base a los resultados recopilados no se pudo evidenciar un funcionamiento erróneo del sistema puesto que al realizar el diagnostico mediante le G-Scan 2, no reflejo ningún DTC.

En el caso de que un elemento del sistema se encuentre defectuoso se genera un código de falla siendo así los sensores de velocidad de rueda los más propensos a generar dichos códigos.

En la siguiente tabla 2. se especifica los DTC generados por mal funcionamiento en los sensores de velocidad y cableado del mismo.

**Tabla 2.** DTC sensores de velocidad

CONDICIÓN DE DETECCIÓN	1.- Circuito abierto o cortocircuito hacia masa detectado en el cableado de uno de los sensores velocidad rueda ABS. 2.- Funcionamiento incorrecto sensor velocidad rueda ABS. 3.-Conexión defectuosa de los conectores (terminal hembra).	
DTC	Sensor velocidad rueda ABS delantera derecha	C1145
	Sensor velocidad rueda ABS delantera izquierda	C1155
	Sensor velocidad rueda ABS trasera derecha	C1165
	Sensor velocidad rueda ABS trasera izquierda	C1175

**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.

**Editado por:** Diego Ramos.

Para comprobar la causa de fallo y descartar las condiciones en las que se pueden presentar, siendo estas:

- Cortocircuito a masa en el sensor velocidad de rueda ABS.
- Cortocircuito a masa en el cableado sensor velocidad de rueda ABS.
- Circuito abierto en el cableado sensor velocidad de rueda ABS.

Es necesario hacer uso de un multímetro en la opción continuidad y comprobarlo de la siguiente manera:

Para poder controlar un cortocircuito a masa en el sensor de velocidad es necesario poner el conmutador de arranque en posición off y luego desconectar los conectores del ABS HU/CM, esto con el fin de proteger el módulo del ABS y los circuitos eléctricos en general.

**Tabla 3.** Comprobación de cortocircuito a masa.

CONTROLAR POR SI HAY CORTOCIRCUITO HACIA MASA EN EL SENSOR VELOCIDAD RUEDA ABS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poner el conmutador de arranque en posición OFF.</li> <li>• Desconectar los conectores del ABS HU/CM.</li> <li>• Controlar la continuidad entre los siguientes terminales de los conectores (lado cableado vehículo) del ABS HU/CM y la masa carrocería:</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor (+) velocidad rueda ABS delantera derecha: Q</li> <li>- Sensor (-) velocidad rueda ABS delantera derecha: O</li> <li>- Sensor (+) velocidad rueda ABS delantera izquierda: I</li> <li>- Sensor (-) velocidad rueda ABS delantera izquierda: K</li> <li>- Sensor (+) velocidad rueda ABS trasera derecha: E</li> <li>- Sensor (-) velocidad rueda ABS trasera derecha: C</li> <li>- Sensor (+) velocidad rueda ABS trasera izquierda: U</li> <li>- Sensor (-) velocidad rueda ABS trasera izquierda: W</li> </ul>	<p>CONECTOR LADO CABLEADO ABS HU/CM</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Hay continuidad?</li> </ul>	

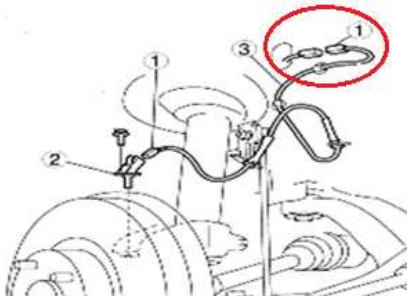
Fuente: 2014 Mazda 3 Manual Repair.

**Editado por:** Diego Ramos.

Una vez comprobados los terminales correspondientes a los sensores de velocidad de rueda como nos indica la tabla 3. Se debe analizar las dos posibilidades; la presencia o ausencia de continuidad.

De existir continuidad nos indica que existe un cortocircuito a masa en algún punto entre el sensor y el conector del ABS HU/CM, por lo que es necesario detectar la ubicación exacta del mismo. Tabla 4. Pero si la continuidad es nula el análisis se deriva hacia la presencia de un circuito abierto en el cableado motivo por el cual se presenta el DTC. Tabla 5.

**Tabla 4.** Comprobación de cortocircuito a masa en el cableado.

CONTROLAR POR SI HAY CORTOCIRCUITO HACIA MASA EN EL CABLEADO DEL SENSOR VELOCIDAD RUEDA ABS	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Desconectar los conectores del sensor velocidad rueda ABS.</li><li>• Controlar la continuidad entre los siguientes terminales de los conectores (lado cableado vehículo) del ABS HU/CM y la masa carrocería:</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>- Sensor (+) velocidad rueda ABS delantera derecha: Q</li><li>- Sensor (-) velocidad rueda ABS delantera derecha: O</li><li>- Sensor (+) velocidad rueda ABS delantera izquierda: I</li><li>- Sensor (-) velocidad rueda ABS delantera izquierda: K</li><li>- Sensor (+) velocidad rueda ABS trasera derecha: E</li><li>- Sensor (-) velocidad rueda ABS trasera derecha: C</li><li>- Sensor (+) velocidad rueda ABS trasera izquierda: U</li><li>- Sensor (-) velocidad rueda ABS trasera izquierda: W</li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Hay continuidad?</li></ul>	

**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.

**Editado por:** Diego Ramos.

Con la presencia de continuidad en el proceso anterior, el siguiente paso es controlar si existe un cortocircuito a masa en el cableado del sensor de velocidad de rueda.

Para esto es necesario desconectar los conectores de los sensores para poder analizar el cableado desde el conector del sensor hacia el conector del ABS HU/CM. Si se detecta continuidad hacia la carrocería es señal de que el material aislante de los conductores se encuentra deteriorado por lo que hace contacto a masa. La acción a seguir frente a esta situación es la reparación o sustitución del cableado, paso siguiente borrar el DTC ya que se ha eliminado la causa del fallo.

Si la continuidad en todos los terminales del cableado es nula, la única posibilidad es que el DTC sea generado por un daño en el sensor de rueda por lo que es necesario sustituir el sensor y paso siguiente borrar el código de falla.

Como se mencionó anteriormente una causa adicional para que se presente un DTC es un circuito abierto en el cableado de comunicación entre el sensor y el conector del módulo ABS HU/CM, es decir, un conductor cortado en algún tramo de comunicación. A continuación, se detalla en la tabla 5. El método de diagnóstico de un circuito abierto.

**Tabla 5.** Comprobación de cortocircuito a masa en el cableado.

<p>CONTROLAR POR SI HAY CIRCUITO ABIERTO EN EL CABLEADO DEL SENSOR VELOCIDAD RUEDA ABS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar por si hay continuidad entre los siguientes terminales de los conectores (lado cableado vehículo) del ABS HU/CM y los terminales de los conectores (lado cableado vehículo) de los sensores velocidad rueda ABS:</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensor (+) velocidad rueda ABS delantera derecha: Q-A</li> <li>- Sensor (-) velocidad rueda ABS delantera derecha: O-B</li> <li>- Sensor (+) velocidad rueda ABS delantera izquierda: I-A</li> <li>- Sensor (-) velocidad rueda ABS delantera izquierda: K-B</li> <li>- Sensor (+) velocidad rueda ABS trasera derecha: E-A</li> <li>- Sensor (-) velocidad rueda ABS trasera derecha: C-B</li> <li>- Sensor (+) velocidad rueda ABS trasera izquierda: U-A</li> <li>- Sensor (-) velocidad rueda ABS trasera izquierda: W-B</li> <li>• ¿Hay continuidad?</li> </ul>	



**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.  
**Editado por:** Diego Ramos.

Se comprueba la continuidad entre los terminales de conexión del sensor (terminales A o B) y los terminales correspondientes a cada sensor del conector de ABS HU/CM. De existir continuidad quiere decir que hay conexión entre los dos puntos antes mencionados, pero si la continuidad es nula es señal de que el circuito se encuentra abierto por lo que es necesario reparar o sustituir el cableado que se encuentra afectado.

De no detectar un circuito abierto o cortocircuito de tal manera que todo el cableado desde el ABS HU/CM hasta el socket del sensor se encuentra en continuidad, el siguiente paso sería comprobar la resistencia del sensor. Esta resistencia debe ser aproximadamente 1K Ohm, de tal manera que si observamos una resistencia mucho menor quiere decir que el sensor se encuentra abierto o en cortocircuito por lo que es necesario sustituir el elemento.

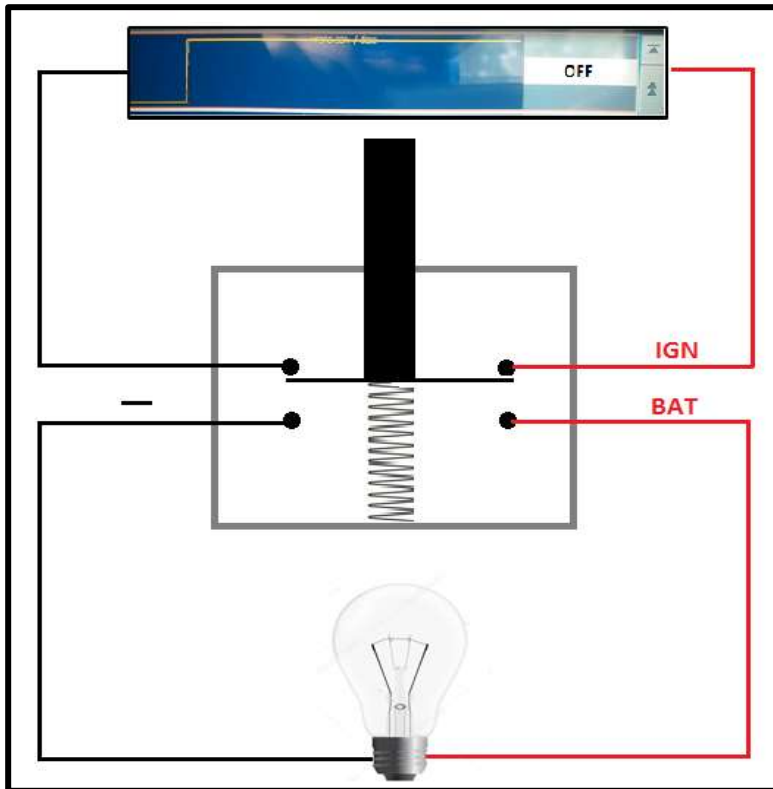
Una vez realizado el diagnóstico y su respectiva corrección, el siguiente paso es borrar el DTC generado puesto que los defectos han sido corregidos y es necesario para el sistema trabaje correctamente.

Al igual que los sensores generan una gráfica a medida que registran la velocidad de las ruedas, la activación y desactivación del pedal del freno también se puede visualizar en el G-Scan 2 y esto gracias al interruptor de freno.

Este es un interruptor doble que consta de 4 terminales; 2 del tipo N.A (normalmente abierto) que serán los responsables del encendido de las luces de freno y 2 del tipo N.C (normalmente cerrado) que serán los encargados de generar la gráfica en el escáner.

Cuando el interruptor de freno esta desactivado el circuito 2 se encuentra en contacto por lo que la gráfica muestra un voltaje mediante una línea continua en la parte superior que representa los 12v de ignición, tal como se puede observar en la figura

44.



**Figura 44.**Esquema interruptor de freno desconectado.  
**Editado por:** Diego Ramos.

Si cambiamos de posición al pedal de freno (activado) el circuito 2 se desconecta y al mismo tiempo el circuito 1 se activa produciendo el encendido de la luz de freno que recibe 12v de alimentación de batería. Como el circuito 2 se ha desconectado se produce una caída de voltaje de 0 a 1v y como resultado la línea continua que representa el voltaje del interruptor cambia de posición, esta vez a la parte inferior.

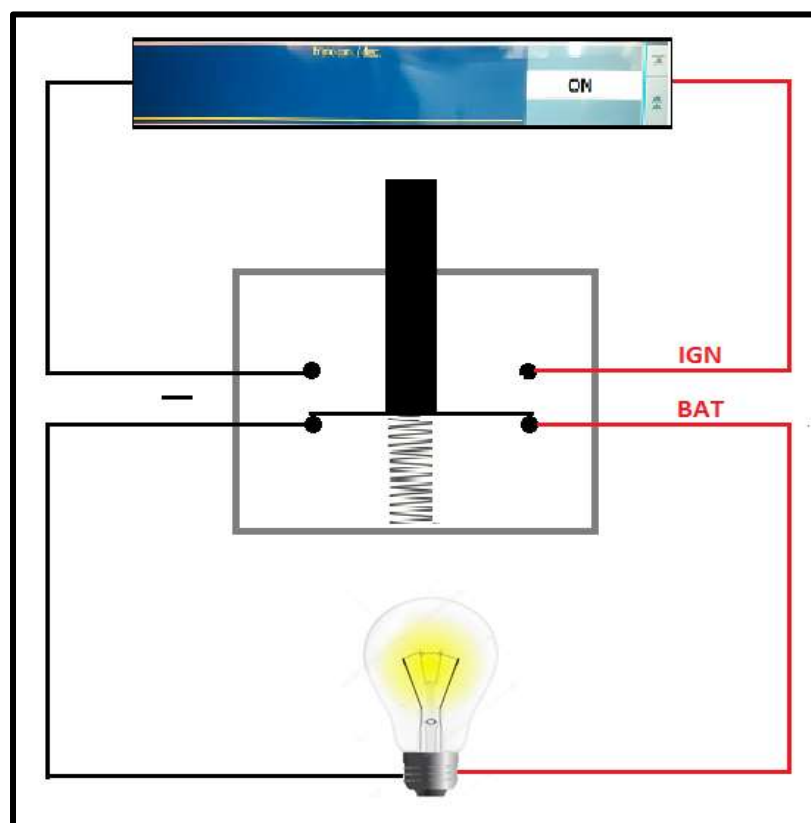


Figura 45.

interruptor de freno conectado.  
Editado por: Diego Ramos.

Esquema

Al igual que los sensores de velocidad, este componente también genera códigos de falla cuando existe alguna imperfección en su funcionamiento. Estos DTC generados influyen directamente sobre la electrónica del sistema ya que es el

principal medio para que el ABS CM interprete cuando el conductor hace uso del pedal de freno.

Todos estos DTC pueden ser identificados mediante herramientas de diagnóstico, ya que los medios para dicho diagnóstico vienen desde la continuidad y la medición de voltajes.

Para los procedimientos de diagnóstico es muy importante tener en cuenta las siguientes condiciones, las mismas que pueden generar el código DTC C1446 (ABS):

- La señal ON del interruptor de frenos sale durante 6 segundos o más mientras se conduce el vehículo a una velocidad de 20 km/h (12,4 mph) o superior.
- La señal ON del interruptor de frenos sale aun si el módulo de control determina la desaceleración del vehículo.

Los mismos que pueden ser producidos por defectos en los conductores tales como circuito abierto o cortocircuitos, mal funcionamiento del interruptor de freno y conexiones defectuosas entre conectores.

**Tabla 6.** Comprobación de cortocircuito a masa en el cableado.

DTC	C1446	Interruptor de frenos
CONDICION DE DETECCION		<ul style="list-style-type: none"> <li>• La señal ON del interruptor de frenos sale durante 6 segundos o más mientras se conduce el vehículo a una velocidad de 20 km/h (12,4 mph) o superior.</li> <li>• La señal ON del interruptor de frenos sale aun si el módulo de control determina la desaceleración del vehículo.</li> </ul>
PROBABLE CAUSA		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuito abierto o cortocircuito en el cableado entre el terminal del interruptor de frenos y del PJB</li> <li>• Circuito abierto o cortocircuito en el cableado entre los terminales del PJB y del PCM</li> <li>• Funcionamiento incorrecto interruptor de frenos</li> <li>• Conexión defectuosa de los conectores (terminal hembra)</li> </ul>

**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.  
**Editado por:** Diego Ramos.

Para iniciar con el diagnóstico en función de las condiciones de detección, el primer paso es controlar por si hay circuito abierto o cortocircuito en la señal del interruptor de frenos. Para esto es necesario poner en interruptor de encendido en posición ON ya que es necesario alimentar con tensión al elemento interruptor, posteriormente medir la tensión entre los siguientes terminales del PCM y masa de carrocería en dos condiciones:

- Con el pedal pisado.
- Con el pedal suelto.

**Tabla 7.** Comprobación de cortocircuito en el interruptor de freno.

<p>CONTROLAR POR SI HAY CIRCUITO ABIERTO O CORTOCIRCUITO EN LA SENAL DEL INTERRUPTOR DE FRENOS</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poner el conmutador de arranque en posición ON.</li> <li>• Medir la tensión entre los siguientes terminales del PCM y la masa carrocería, cuando se pisa y se suelta el pedal del freno:</li> </ul>																																																													
<p>- PCM (ZJ, Z6): 1V-masa carrocería          - PCM (LF): 1AU-masa carrocería</p> <p>Tensión</p> <p>Pedal del freno pisado: B+          Pedal del freno soltado:          1 V o menos</p>	<p style="text-align: center;">CONECTOR LADO CABLEADO PCM</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>1BE</td><td>1BA</td><td>1AW</td><td>1AS</td><td>1AO</td><td>1AK</td><td>1AQ</td><td>1AC</td><td>1Y</td><td>1U</td><td>1Q</td><td>1M</td><td>1I</td><td>1E</td><td>1A</td> </tr> <tr> <td>1BF</td><td>1BB</td><td>1AX</td><td>1AT</td><td>1AP</td><td>1AL</td><td>1AH</td><td>1AD</td><td>1Z</td><td>1V</td><td>1R</td><td>1N</td><td>1J</td><td>1F</td><td>1B</td> </tr> <tr> <td>1BG</td><td>1BC</td><td>1AY</td><td>1AU</td><td>1AQ</td><td>1AM</td><td>1AI</td><td>1AE</td><td>1AA</td><td>1W</td><td>1S</td><td>1O</td><td>1K</td><td>1G</td><td>1C</td> </tr> <tr> <td>1BH</td><td>1BD</td><td>1AZ</td><td>1AV</td><td>1AR</td><td>1AN</td><td>1AJ</td><td>1AF</td><td>1AB</td><td>1X</td><td>1T</td><td>1P</td><td>1L</td><td>1H</td><td>1D</td> </tr> </table>	1BE	1BA	1AW	1AS	1AO	1AK	1AQ	1AC	1Y	1U	1Q	1M	1I	1E	1A	1BF	1BB	1AX	1AT	1AP	1AL	1AH	1AD	1Z	1V	1R	1N	1J	1F	1B	1BG	1BC	1AY	1AU	1AQ	1AM	1AI	1AE	1AA	1W	1S	1O	1K	1G	1C	1BH	1BD	1AZ	1AV	1AR	1AN	1AJ	1AF	1AB	1X	1T	1P	1L	1H	1D
1BE	1BA	1AW	1AS	1AO	1AK	1AQ	1AC	1Y	1U	1Q	1M	1I	1E	1A																																															
1BF	1BB	1AX	1AT	1AP	1AL	1AH	1AD	1Z	1V	1R	1N	1J	1F	1B																																															
1BG	1BC	1AY	1AU	1AQ	1AM	1AI	1AE	1AA	1W	1S	1O	1K	1G	1C																																															
1BH	1BD	1AZ	1AV	1AR	1AN	1AJ	1AF	1AB	1X	1T	1P	1L	1H	1D																																															

**Fuente:** 2014 Mazda 3 Manual Repair.  
**Editado por:** Diego Ramos.

Para motores versión ZJ y Z6 se debe realizar la prueba en el terminal 1V del PCM, mientras que en la versión LF se lo realiza en el terminal 1AU. Tabla 7.

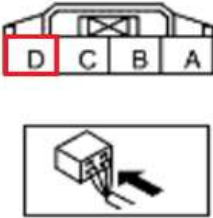
En los dos casos cuando el pedal se encuentre pisado se obtendrá un voltaje de batería (12V); con el pedal en posición de reposo se obtendrá un voltaje máximo de 1 voltio. Si estas dos condiciones se cumplen es señal de que el interruptor está funcionando correctamente, por lo que será necesario borrar el DTC.

Para comprobar que el sistema ha vuelto a funcionar bajo las condiciones normales después de haber corregido y borrado el código de falla, se debe poner en marcha el motor y conducir el vehículo a una velocidad de 20km/h o superior, de esta manera garantizamos que el código no vuelva a aparecer. En el caso de que el funcionamiento incorrecto vuelva a presentarse, sustituir de ABS HU/CM. Si la tensión medida en los terminales (1V – 1AU) del interruptor de freno no responde a lo especificado por el manual siendo estas dos posibilidades adversas:

- Si hay B+ en cualquier condición.
- Si hay 1 V o menos en cualquier condición.

Es necesario controlar si el circuito de la señal del interruptor de frenos está en cortocircuito hacia alimentación. Tabla 8. Para esto se desconecta el conector del interruptor de freno y medimos tensión entre el conector de señal del interruptor y masa de carrocería para comprobar si el voltaje es de 1v o menor.

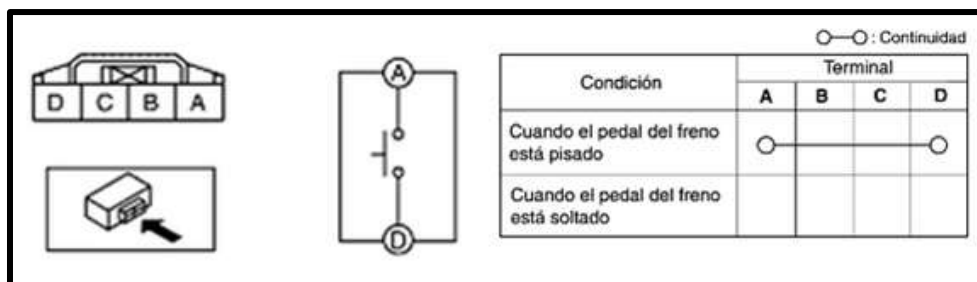
**Tabla 8.** Control de cortocircuito hacia alimentación en el interruptor de freno.

<p>CONTROLAR SI EL CIRCUITO DE LA SEÑAL DEL INTERRUPTOR DE FRENOS ESTA EN CORTOCIRCUITO HACIA ALIMENTACION</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconectar el conector del interruptor de freno.</li> <li>• Medir la tensión entre el terminal D del conector (lado cableado vehículo) del interruptor de frenos y la masa carrocería.</li> </ul>	
<p>¿La tensión es de 1 V o inferior?</p>	<p>CONECTOR LADO CABLEADO INTERRUPTOR FRENOS</p> 

Fuente: 2014 Mazda 3 Manual Repair.

Editado por: Diego Ramos.

Al desconectar el conector del interruptor, se mide la tensión entre el terminal D y carrocería; si la tensión es 1v como lo indica el manual quiere decir que el conector está en perfecto estado y que no existe cortocircuito en esta sección y se asume que el defecto se encuentra en el conector por lo que es necesario diagnosticar mediante continuidad el interruptor de freno entre los terminales D Y A y comprobar si hay buena conexión entre estos. En caso de no cumplir con lo establecido en el manual, sustituir el interruptor de freno.



**Figura 46.** Continuidad pedal pisado y liberado.

Editado por: Diego Ramos.

Si al medir la tensión en el terminal D del conector se obtiene un valor mayor a 1v es señal de que existe un cortocircuito en el cableado por lo que será necesario reparar o sustituir el cableado entre el PCM y el interruptor de frenos, luego comprobamos que no vuelva aparecer el mismo DTC.

Al medir la tensión en el terminal de señal del interruptor encontramos un valor de 0v, es necesario controlar si el circuito de señal del interruptor de freno se encuentra abierto. Para esto desconectamos el conector del PCM y el conector del interruptor de freno.

Mediante el multímetro medimos continuidad entre los siguientes terminales y el terminal D:

- PCM (ZJ, Z6): 1V
- PCM (LF): 1AU

Si la continuidad es nula entre estos terminales es necesario reparar o sustituir el cableado entre el PCM y el interruptor de freno, puesto que el conductor se encuentra abierto en algún tramo del circuito.

#### **4.2. Estado actual del vehículo**

Después de realizar una revisión total del sistema de freno asistido ABS desde el punto de vista electrónico y mecánico se pudo obtener los siguientes resultados:



- Sistema electrónico funcionando al 90%
- Conector OBD II del vehículo desgastado.
- Fallos en la comunicación OBDII por momentos.
- Cableado de los sensores no se encuentra dañado.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones**

- Se analizó todos los datos obtenidos por medio de un escaneo electrónico y se concluye que el sistema y sus elementos están funcionando correctamente.
- Para el diagnóstico del sistema se utilizó los métodos disponibles siendo estos datos en vivo con sus respectivas gráficas, los cuales fueron analizados con mayor detalle.
- Debido a que el sistema ABS funciona a partir de una velocidad superior a 10 km/h, las pruebas fueron realizados a una velocidad máxima de 20 km/h

velocidad en la cual se analizó gráficamente el comportamiento de los sensores concluyendo que el estado de funcionamiento de los mismo era el óptimo puesto que la velocidad de cada rueda refleja la misma gráfica.

## **Recomendaciones**

- Realizar el mantenimiento respectivo de los elementos del sistema de freno en el periodo recomendado por el fabricante para evitar un funcionamiento defectuoso y garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento del mismo.
- Al realizar futuras inspecciones del sistema de freno es necesario seguir con los parámetros de seguridad especificados en el manual, ya sea de la parte electrónica como la mecánica. De la misma forma utilizar el EPP necesario para así evitar lesiones.
- Debido a la permanente exposición externa a los que se encuentran sometidos los sensores de velocidad de rueda, es necesario realizar una limpieza periódica para evitar que los sensores envíen información errónea al ABS-CM.

## BIBLIOGRAFÍA

- Callejo, D. G. (2014). Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo. España: Paraninfo.
- Eduardo. A. C (2012). *Sistemas de transmision de fuerzas y trenes de rodaje*. España: PARANINFO.
- E., D. (2011). *Sistemas de transmisión y frenado*. Madrid : Editex.
- Google. (s.f.). Obtenido de [www.google.com.ec/maps/](http://www.google.com.ec/maps/).
- Ing. Becker, Ing. J. Plattle, Ing. P. Sowa. (1995). Instalaciones de frenos para automóviles (con ABS). México: Editorial grupo Bosch.
- INTECAP. (s.f.). Sistema de freno antibloqueo ABS. Obtenido de [http://www.webquestcreator2.com/majwq/public/files/files\\_user/15433/sistema%20de%20frenos%20ABS.pdf](http://www.webquestcreator2.com/majwq/public/files/files_user/15433/sistema%20de%20frenos%20ABS.pdf)
- Jose. I. R. (2010). *Sistemas de transmision y frenado* . España: MACMILLAN SCIENCE AND EDUCATION.
- MAZDA Service Materials. (2010). Mazda 3-Manual de taller. Venezuela: Apache Server.
- MAZDA, S. (s.f.). Manual de taller.

- Ricardo Castro. (Octubre de 2012). Guioteca. Obtenido de Frenos ABS, qué son y porque son más seguros: <https://www.guioteca.com/mecanica-automotriz/frenos-abs-que-son-y-por-que-son-mas-seguros/>
- Rubén Fidalgo. (Febrero de 2017). Autocasión. Obtenido de ABS, tres palabras mágicas: <https://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/abs-tres-letras-magicas-2>

# ANEXOS

## GLOSARIO

<b>ABREVIATURAS</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
<b>ABS</b>	ANTI-LOCK BRAKE SYSTEM
<b>ABS CM</b>	MODULO DE CONTROL DEL ABS
<b>ABS HU</b>	UNIDAD HIDRAULICA DEL ABS
<b>DTC</b>	CODIGO DE FALLA
<b>INTERFAZ CAN</b>	PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN
<b>NA</b>	NORMALMENTE ABIERTO
<b>NC</b>	NORMALMENTE CERRADO
<b>OBD II</b>	INRERFAZ DE COMUNICACIÓN
<b>PCM</b>	MÓDULO DE CONTROL DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN

