



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
ESCUELA DE MECANICA AUTOMOTRIZ

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCION DE UN
BANCO DIDACTICO DE FRENOS ABS”**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título:
INGENIERO MECANICO AUTOMOTRIZ

Autor:

Cristian German Caguana Romero

Director:

Jose Fernando Muñoz Vizhñay

Cuenca, Ecuador

2013

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas Dios, quien me ha dado fortaleza para seguir adelante cuando he sentido que estado a punto de caer, por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres que son un pilar fundamental y con cada uno de sus consejos han sido de gran ayuda para seguir adelante. A mis hermanas que siempre me han apoyado en cada una de mis decisiones. A ti mí querida tía Ñaña Lourdes que desde el cielo me cuidas y guías cada uno de mis pasos. A mis amigos y compañeros que han compartido conmigo en cada una de las tareas a lo largo de mi formación académica Por ultimo a mis profesores por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Cristian Caguana Romero

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo primeramente me gustaría agradecer a Dios por bendecirme cada instante para llegar hasta donde he llegado, porque haces realidad este sueño tan anhelado.

A mis padres German y Beatriz por apoyarme en cada momento, por los valores inculcados, y lo más importante haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida, sobre todo un excelente ejemplo de vida a seguir, por siempre promover la unión familiar. Que Dios los bendiga siempre.

A mis hermanas Mayu y Petiña por ser una parte importante de mi vida que siempre con sus ocurrencias alegran cada momento que compartimos y siempre brindándome su apoyo cuando más lo necesito.

A mis profesores, Ing. Fernando Muñoz que me ha guiado durante este proceso de trabajo de grado, Ing. Hernán Viteri que ha compartido cada uno de sus conocimientos, dándome consejos muy útiles para la realización de este proyecto desde los inicios y más que nada por convertirse en un gran amigo fuera de las aulas.

A mis amigos por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa universitaria una trayectoria de vivencias que nunca olvidare.

Cristian Caguana Romero

INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE CONTENIDOS	iv
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE ILUSTRACIONES	vii
INDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN.	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO I: ESQUEMA DEL BANCO DE FRENOS ABS

1.1. SISTEMA DE FRENOS ABS	2
1.1.1. FUNCION DEL ABS	2
1.2. VARIANTES DEL SISTEMA DE FRENOS ABS	3
1.2.1. Sistema de 4 canales/4 sensores	3
1.2.2. Sistema de 3 canales/3 sensores	4
1.2.3. Sistema de 2 canales/1 o 2 sensores	4
1.3. COMPONENTES DEL SISTEMA CONVENCIONAL DE FRENOS.....	5
1.3.1. Pedal de freno	5
1.3.2. Servofreno	5
1.3.3. Cilindro maestro	7
1.3.4. Sensor del nivel de líquido de frenos.....	7
1.3.5. Conductos	8
1.3.6. Frenos de Disco	8
1.4. COMPONENTES DEL SISTEMA DE FRENOS ABS.....	9
1.4.1. Módulo de control electrónico de freno (EBCM).....	10
1.4.2. Sensores de Velocidad de las ruedas	13
1.4.3. Luz indicadora ABS	14

1.4.4.	Interruptor de luces de freno.....	15
1.4.5.	Unidad Hidráulica.....	15
1.4.5.1.	Electroválvulas	16
1.4.5.2.	Conjunto Motor – Bomba.....	17
1.4.5.3.	Acumulador de baja presión	17
1.5.	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE FRENOS ABS.....	20
1.6.	Esquema digital del sistema de frenos ABS.....	22
1.6.1.	Componentes adicionales para funcionamiento de la maqueta frenos ABS.....	23

CAPITULO II: MANTENIMIENTO FRENOS ABS

2.1	Equipos de diagnóstico.....	25
2.1.1	Osciloscopio	25
2.1.2	Multímetro	26
2.1.3	Escáner.....	26
2.1.4	Manómetro.....	27
2.1.5	Elementos de purga.....	27
2.1.6	Torquímetro	28
2.2	Diagnósticos previos.....	28
2.3	Código de falla en frenos ABS	29
2.3.1	Autodiagnóstico.....	29
2.3.2	Autodiagnóstico OBDII (<i>On Board Diagnostic</i>).....	31
2.3.3	Códigos de falla	34
2.3.4	Tabla códigos de falla generales en frenos ABS	35
2.3.5	Tabla códigos de falla DTC (<i>Diagnostic Trouble Code</i>).....	38
2.3.5.1	Códigos de falla establecidos por fabricante	38
2.3.5.2	Código de falla genérico.....	45
2.4	Comprobaciones	47
2.4.1	Comprobación sensor y rotor de velocidad ABS.....	47
2.4.2	Comprobación del cuerpo hidráulico.....	51
2.4.2.1	Comprobación de las electroválvulas	51
2.4.2.2	Comprobación funcionamiento Motor – Bomba.....	56

2.4.3	Comprobaciones suplementarias	59
2.4.3.1	Indicador de luz de advertencia permanece encendido.....	59
2.4.3.2	Voltaje de la batería fuera de rango	60
2.4.4	Borrado de los códigos de falla	60
2.4.5	Diagrama de cableado.....	61

CAPITULO III: ANALISIS DE COSTOS

3.1	Precio Unitario.....	63
3.1.1	Estimación de costos.....	63
3.1.1.1	Costo.....	63
3.1.1.2	Clasificación de costos	64
3.1.1.3	Estimación de costos.....	65
3.1.1.4	Características de los costos y estimación	66
3.1.2	Precio unitario de los materiales y componentes	66
3.2	Costo de la mano de obra.....	68
3.2.1	Costo de soldadura.....	69
3.2.2	Costo de diseño de placa electrónica	74
3.3	Costo total.....	75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		76
BIBLIOGRAFIA		77
ANEXOS		79

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Componentes adicionales para el funcionamiento del banco didáctico.	24
Tabla 2.1 Código de fallas generales	37
Tabla 2.2 DTC (<i>Diagnostic Trouble Code</i>).....	44
Tabla 2.3 Códigos de falla genéricos.....	47
Tabla 3.1 Precio unitario de los componentes	67
Tabla 3.2 Valores del coeficiente C para el cálculo del peso del metal de aportación....	71
Tabla 3.3 Tiempos necesarios para depositar 1cm ³ de soldadura	73
Tabla 3.4 Costo Total	75

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1.1 Variantes del sistema de frenos ABS.	4
Figura 1.2 Pedal de freno.....	5
Figura 1.3 Servofreno.	6
Figura 1.4 Bomba de freno.	7
Figura 1.5 Sensor del nivel líquido frenos.....	8
Figura 1.6 Esquema sistema de frenos de disco.	9
Figura 1.7 Componentes frenos ABS.	10
Figura 1.8 Módulo de control ABS.	11
Figura 1.9 EBCM señales que recibe y envía.....	12
Figura 1.10 Sensor de Velocidad.....	13
Figura 1.11 Señal del sensor.....	14
Figura 1.12 Luz indicadora ABS.	14
Figura 1.13 Interruptor luces de freno	15
Figura 1.14 Unidad Hidráulica (HCU)	16
Figura 1.15 Circuito hidráulico ABS.....	18
Figura 1.16 Aumento de presión.	19
Figura 1.17 Mantenimiento de la presión.	19

Figura 1.18 Disminución de presión.....	20
Figura 1.19 Frenos ABS	21
Figura 2.1 Señal del sensor velocidad ABS.....	25
Figura 2.2 Uso del manómetro.	27
Figura 2.3 Luz testigo ABS.	28
Figura 2.4 Conector EBCM.....	30
Figura 2.5 Lectura códigos de falla.	31
Figura 2.6 Selección de la marca del vehículo	32
Figura 2.7 Escáner CJ4 (Frenos ABS).....	32
Figura 2.8 Carman Scan (Diagnosis).....	33
Figura 2.9 Escaner CJ4 (lectura de códigos)	33
Figura 2.10 Carman Scan (Lectura código de falla).....	34
Figura 2.11 Valores resistencia sensor ABS.....	48
Figura 2.12 Prueba de voltaje sensor de velocidad ABS.....	48
Figura 2.13 Comprobación onda sensor ABS	49
Figura 2.14 Conexión desde la EBCM a los sensores.	49
Figura 2.15 Instalación sensor de velocidad ABS.	50
Figura 2.16 Holgura entre sensor y rotor.....	50
Figura 2.17 Estado de los dientes del rotor.....	51
Figura 2.18 Conectores motor - bomba y electroválvulas.	52
Figura 2.19 Comprobación resistencia electroválvulas.	52
Figura 2.20 Activación de los actuadores por medio de una fuente	53
Figura 2.21 Ingreso al menú del escáner.	54
Figura 2.22 Diagrama circuito Motor - Bomba.	56
Figura 2.23 Conector del lado del mazo de cable.....	57
Figura 2.24 Comprobación alimentación actuador.....	57
Figura 2.25 Activación del motor – bomba.	58
Figura 2.26 Circuito luz de advertencia.....	59
Figura 2.27 Borrado de códigos de falla.....	60
Figura 2.28 Confirmación de borrado de códigos.	61
Figura 2.29 Diagrama eléctrico.	62

Figura 3.1 Clasificación de costos 64

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.1: Banco didáctico frenos ABS (Lam. 1) 79
Anexo 1.2: Banco didáctico frenos ABS (Lam. 2) 79
Anexo 1.3: Estructura metálica banco didáctico frenos ABS (Lam.3)..... 79
Anexo 1.4: Componentes frenos ABS (Lam. 4)..... 79
Anexo 1.5: Componentes de freno convencional. (Lam. 5) 79
Anexo 1.6: Componentes adicionales del banco de frenos ABS (Lam. 6)..... 79

Barros
06/12/12

RESUMEN

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DIDACTICO DE FRENOS ABS

En el trabajo de grado se analizó factibilidad de construcción de un banco didáctico de frenos ABS (*Antilock Bracking System*), en el que se consideró como referencia fundamentos teóricos del sistema de frenos ABS, sus componentes y su funcionamiento con el objetivo de plantear un esquema digital de este sistema. Además se describe un análisis para el mantenimiento preventivo y/o correctivo de los frenos ABS, como las herramientas utilizadas, códigos de falla y las soluciones que se dan al sistema, con la finalidad de contribuir a la mejora de la capacitación técnica de los estudiantes. Finalmente se realizó un análisis de costos, en el que se presenta detalle del precio de cada componente que formara parte del banco didáctico y la mano de obra aplicada. Como resultado final se encontró que el proyecto es factible para su construcción.

Palabras claves: Frenos ABS, mantenimiento frenos ABS, estudio de factibilidad, análisis de costos, banco didáctico ABS.



Ing. Mauricio Barros.



Ing. Fernando Muñoz



Cristian Caguana.

ABSTRACT

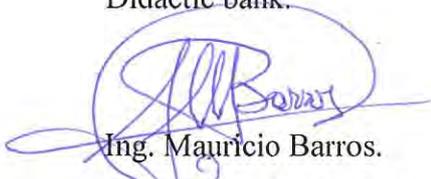
FEASIBILITY STUDY FOR CREATING A DIDACTIC BANK FOR ABS BRAKES

This work analyzes the feasibility of building a Didactic bank for ABS (Antilock Braking System) brakes. The ABS braking system theoretical bases, its components and operation were considered as reference, with the aim to propose a digital scheme for this system.

Furthermore, an analysis for preventive and / or corrective maintenance of ABS brakes, the tools used, fault codes and solutions are described with the aim of contributing to the improvement of students' technical training.

Finally, an analysis of costs, which detail the price of each component that will be part of the didactic bank and the work applied, was made. As a final result we concluded that the project is feasible for construction.

Keywords: ABS Brakes, ABS brakes maintenance, feasibility study, cost analysis, ABS Didactic bank.



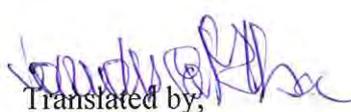
Ing. Mauricio Barros.
SCHOOL DIRECTOR



Ing. Fernando Muñoz
THESIS DIRECTOR



Cristian Caguana.
AUTHOR



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Cristian German Caguana Romero

Trabajo de graduación

Ing. Jose Fernando Muñoz Vizhñay

Diciembre, 2013

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCION DE UN BANCO DIDACTICO DE FRENOS ABS

INTRODUCCIÓN

El sistema de frenos ha sido utilizado en el campo automotriz desde sus inicios hasta la actualidad, todo esto ha ido evolucionando en función a los materiales utilizados, las tecnologías como la hidráulica y la neumática han tenido un gran aporte a este sistema, sin embargo en la actualidad la electrónica ha sido la evolución en el sistema de frenos, que la mayoría de automóviles vienen equipados con estas nuevas tecnologías, que basándose en la estructura de un sistema de frenado tradicional han sido implementados componentes electrónicos con la finalidad de hacer más efectivo éste sistema de la seguridad activa del vehículo. Con este objetivo apareció el sistema ABS el cual se va a estudiar en este trabajo, tratando de explicar de forma técnica cada uno de sus componentes y sus funciones, así mismo el mantenimiento que se da a estos elementos y al sistema en general. En el presente proyecto se plasma de manera detallada un esquema de un banco didáctico de frenos ABS con cada uno de sus componentes que formaran parte de la maqueta, con cada uno de sus costos, dejando así preparado el camino para una futura construcción e implementación de este proyecto que será de gran utilidad para la formación de los estudiantes.

CAPITULO I

ESQUEMA DEL BANCO DE FRENOS ABS

1.1. SISTEMA DE FRENOS ABS

El sistema de frenos constituye uno de los elementos más importantes e imprescindibles en la seguridad activa de un vehículo, el cual se encarga de detener o disminuir la velocidad del automóvil cuando el conductor lo considere necesario y en las mejores condiciones, permite además tener el vehículo parado por medio del freno de estacionamiento.

1.1.1. FUNCION DEL ABS

El ABS (*Antiblock Brake System*) es un sistema que evita el bloqueo de las ruedas al momento de accionar los frenos.

El sensor de revoluciones ubicado en las ruedas del automóvil detecta el instante de la frenada o si una rueda está a punto de bloquearse. En caso que la rueda tienda a bloquearse envía una señal por medio del sensor a la ECU que permite reducir la presión de frenado sobre una rueda y evita así el bloqueo. Los frenos ABS mejoran la seguridad del vehículo, reduce la pérdida de control del mismo en situaciones de riesgo, lo que permite tener un mejor control sobre la dirección del automóvil. Este sistema tiene la función de reducir accidentes de tránsito mediante un perfecto control del proceso de frenado, y durante este proceso se debe garantizar lo siguiente:

- Estabilidad en la conducción: En el proceso de frenado se debe garantizar la estabilidad del vehículo.
- Dirigibilidad: Al momento de aplicar los frenos ya sea en una curva o terrenos irregulares el vehículo se debe poder conducir con facilidad.
- Distancia de parada: Con el sistema de frenos ABS se busca reducir la distancia de parada lo máximo posible, para cumplir con estas exigencias el ABS actúa de manera muy rápida y precisa, lo cual hace la parte electrónica EBCM.

1.2. VARIANTES DEL SISTEMA DE FRENOS ABS

En esta clasificación tenemos dos tipos, de control mecánico y control electrónico. Los primeros su pueden encontrar en vehículos muy antiguos, que prácticamente ahora ya no los fabrican. Dentro del grupo de sistema de frenos electrónicos se encuentran de diferentes tipos, el más usual en nuestro medio es el sistema de frenos antibloqueo BOSCH. El sistema de frenos ABS determina si el funcionamiento de antibloqueo es necesario, y se encarga de regular la presión según las condiciones de frenado para evitar el bloqueo de las ruedas.

1.2.1. Sistema de 4 canales/4 sensores

“Estos sistemas permiten la regulación individual de la presión de frenado de cada rueda a través de los cuatro canales hidráulicos, es decir, delante/detrás y diagonal con cuatro canales hidráulicos. Cada uno dispone de un sensor de velocidad de giro de la rueda, que controla la velocidad de las cuatro ruedas.”¹ Como se puede observar en la figura 1.1 variante 1 y 2.

¹ Manual de la técnica del automóvil Bosch, 4ta edición, Robert Bosch, 2010, pag. 810.

1.2.2. Sistema de 3 canales/3 sensores

“En el eje trasero, solo hay un sensor de revoluciones montado en el diferencial, lo que difiere de las conocidas aplicaciones con dos sensores de revoluciones por eje. Debido a la característica del diferencial, también es posible medir la diferencia de la velocidad de giro de la rueda con ciertas limitaciones. Los sistemas de tres sensores solo se pueden aplicar en vehículos con tracción trasera (Figura 1.1 variante 3). La parte correspondientes a estos sistemas están disminuyendo.

1.2.3. Sistema de 2 canales/1 o 2 sensores

Debido a la menor demanda de componentes y a la consecuente reducción de costes, se fabricaron sistemas de dos canales. Su difusión se mantuvo en ciertos límites, sin conseguir la funcionalidad de los “sistemas completos” (figura 1.1 variante 4). Los sistemas de este tipo prácticamente no se utilizan en el ámbito de los turismos.”²

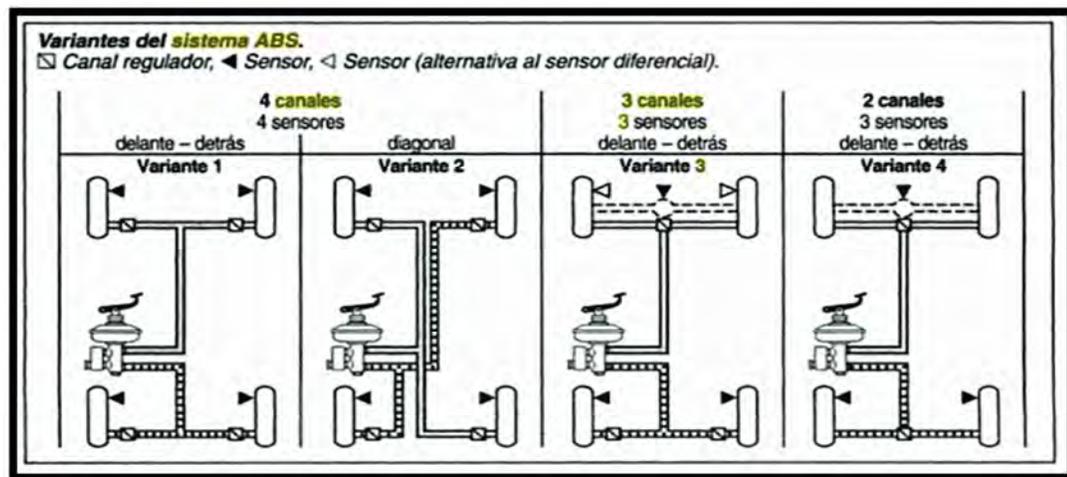


Figura 1.1 Variantes del sistema de frenos ABS.

Fuente: Manual de la técnica del automóvil 4ta edición, Bosch, pag. 810. [13 – mayo - 2013]

² Manual de la técnica del automóvil Bosch, 4ta edición, Robert Bosch, 2010, pag. 811

1.3. COMPONENTES DEL SISTEMA CONVENCIONAL DE FRENOS

1.3.1. Pedal de freno

Es el encargado de transmitir la fuerza ejercida por el conductor hacia el sistema de frenos, por medio de este componente se consigue disminuir el esfuerzo a la hora de transmitir dicha fuerza (figura 1.2). Va conectado por medio de un varillaje al cilindro maestro. La distancia normal de recorrido del pedal de freno es aproximadamente 3.8 cm, el recorrido total del pedal no deberá excederse de los 10 cm.

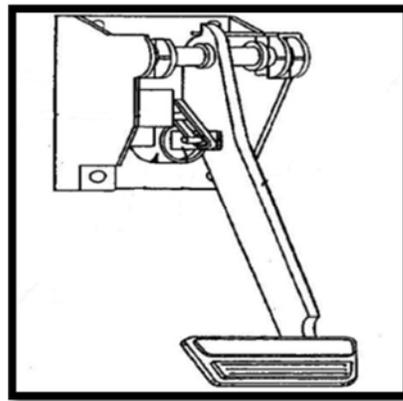


Figura 1.2 Pedal de freno.

Fuente: <http://patentados.com/invento/simulador-de-pedal-de-freno-para-un-sistema-de-frenado-freno-por-cabl.html>. [13 – mayo - 2013]

1.3.2. Servofreno

Este elemento ayuda al conductor en momento del frenado, el rendimiento de este componente varía de acuerdo al tamaño del área en donde la presión atmosférica y vacío actúan, mientras más grande sea el área, mayor será la potencia de refuerzo. Normalmente el servofreno incrementa la fuerza de frenado de 2 a 4 veces. Este componente se basa en la diferencia de presiones existentes entre la atmosférica y el vacío generado en el múltiple de admisión para aumentar la fuerza ejercida por el conductor en el pedal de freno.

“En los automóviles se utilizan principalmente dos tipos de servofreno: el "*Hidrovac*" que se instala entre la bomba de frenos y los cilindros receptores y el "*Mastervac*" que se instala entre el pedal de freno y la bomba. El *Mastervac* se tiene que ubicar teniendo en cuenta la situación del pedal de freno, mientras que el *Hidrovac* se puede instalar en cualquier sitio del motor.”³

El servofreno consta de dos cámaras separadas entre ellas por un diafragma y una conexión por medio de válvulas que permiten la comunicación entre las cámaras y el exterior, según se aplique una fuerza en el pedal, se suelte el pedal o simplemente se encuentre en reposo el sistema, como se muestra en la figura 1.3. La estanqueidad de este elemento es indispensable, si hay fugas en el sistema provocará una pérdida de asistencia al momento de la frenada del vehículo y por consiguiente riesgo de accidente.

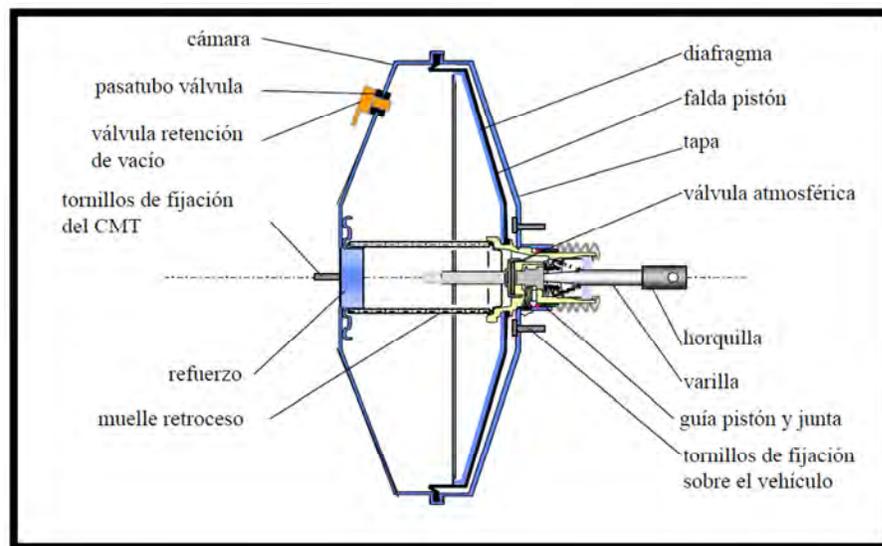


Figura 1.3 Servofreno.

Fuente: <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/2665/2/31095-2.pdf> [13 – mayo - 2013]

³ Servofreno <http://www.aficionadosalamecanica.net/frenos-6.htm> [13 – mayo - 2013]

1.3.3. Cilindro maestro

También conocido como bomba de freno (figura 1.4), este elemento se encarga de iniciar y controlar toda la fase de frenado. Por sistemas de seguridad el vehículo deberá contar con dos circuitos de frenos separados, de tal manera que si llegara a fallar uno de ellos el vehículo pueda detenerse. El cilindro maestro aumenta la presión en el sistema al momento de accionar el pedal de freno, este cilindro consta de dos cámaras de presión. El pistón primario es el encargado de suministrar presión a las ruedas delanteras, mientras que el secundario se encargará de las ruedas traseras.

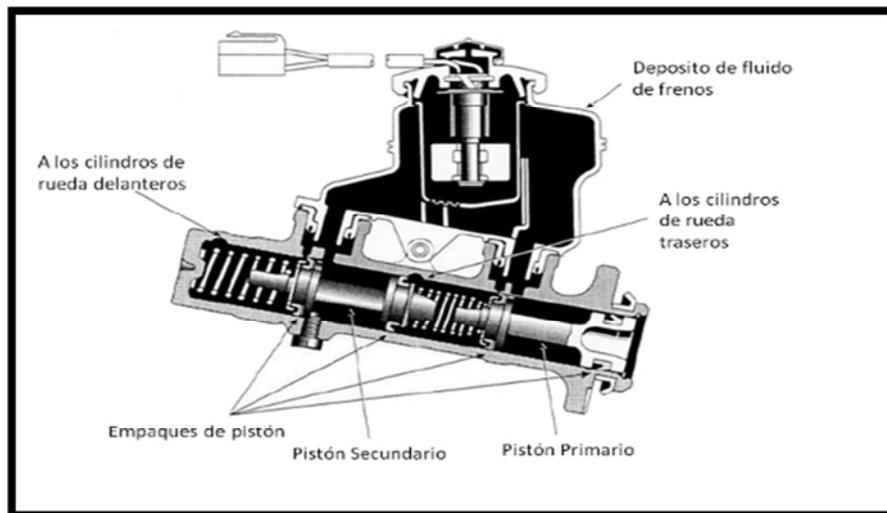


Figura 1.4 Bomba de freno.

Fuente: <http://www.e-auto.com.mx/enev/index.php/torques-de-motor/85-boletines-tecnicos/3496-cilindro-maestro-de-frenos> [13 – mayo - 2013].

1.3.4. Sensor del nivel de líquido de frenos

Indica un bajo nivel de líquido de frenos en el cilindro maestro ya sea por desgaste de los elementos (pastillas, zapatas) o por fugas en el sistema hidráulico y se encarga de encender una luz de alerta para informar al conductor del bajo nivel de líquido, este sensor se encuentra ubicado en el depósito de líquido de frenos del cilindro maestro.

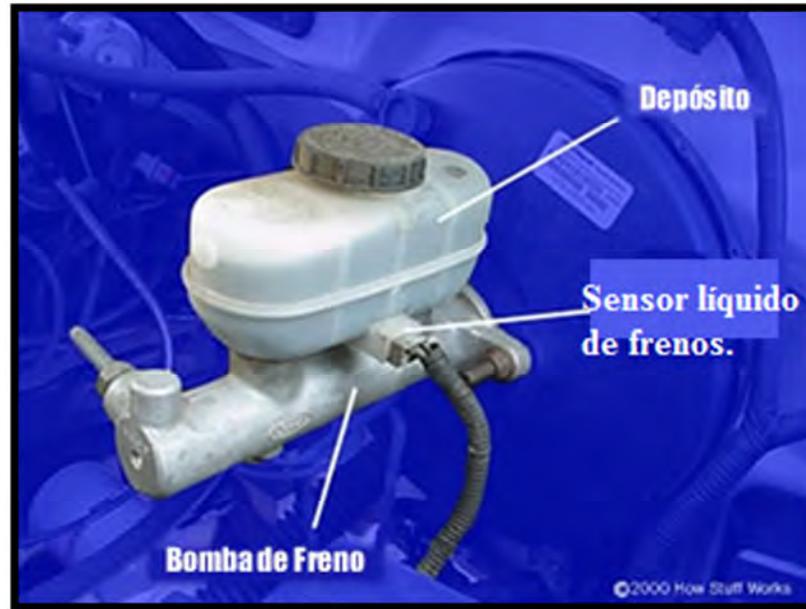


Figura 1.5 Sensor del nivel líquido frenos.

Fuente: <http://www.intebenca.com/fotosweb/fun3.jpg> [14 – mayo - 2013]

1.3.5. Conductos

El sistema hidráulico de frenos se encuentra conectados por medio de conductos de cobre o acero que deberán soportar presiones de hasta 150 bares y estos van fijados a la carrocería. Para los empalmes de los conductos se utilizan racores. Son los encargados de permitir el paso del líquido de frenos desde la bomba hasta cada una de las ruedas.

1.3.6. Frenos de Disco

Es un conjunto cuya función principal es detener o reducir la velocidad de las ruedas. Para detener las ruedas este elemento consta de pastillas que son presionadas de manera hidráulica contra las caras laterales del disco, la fricción generada entre las pastillas y el disco hace que la rueda se frene. Los frenos de disco son utilizados en la mayoría de vehículos de turismo y está conformado como se muestra figura 1.6.

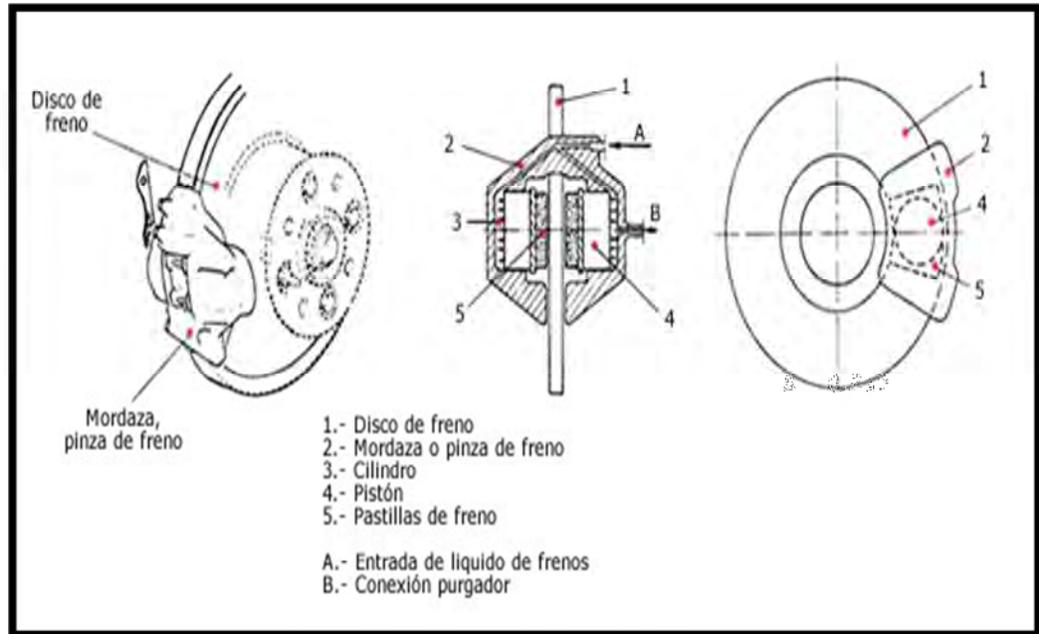


Figura 1.6 Esquema sistema de frenos de disco.

Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.net/frenos-3.htm> [14 – mayo - 2013]

1.4. COMPONENTES DEL SISTEMA DE FRENOS ABS

Al sistema de frenos convencional son añadidos los siguientes elementos (figura 1.7):

- Módulo de control electrónico de freno (EBCM: *Electronic Brake Control Module*)
- Sensores de velocidad en cada rueda.
- Luces indicadoras ABS.
- Interruptor de pedal de freno a la EBCM.
- Unidad de control Hidráulica (HCU).

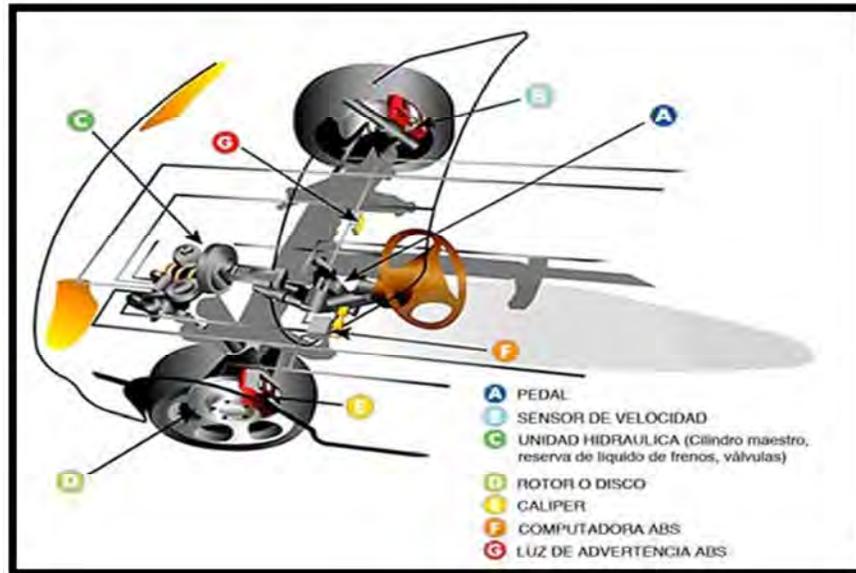


Figura 1.7 Componentes frenos ABS.

Fuente: <http://www.mecanicaenaccion.com/2012/09/29/sistema-de-freno-abs-esp/> [16-mayo-2013]

1.4.1. Módulo de control electrónico de freno (EBCM)

Módulo de control es el encargado de administrar las funciones del ABS, este es un microprocesador que funciona como la ECU del motor. La EBCM recibe señales de los sensores de velocidad de las ruedas y del interruptor del pedal de freno, el interruptor es el encargado de informarle al módulo de control cuando están siendo aplicados los frenos lo que provoca que el modulo pase de un modo de “espera” a un modo activo. En ese instante la EBCM se encarga de accionar la unidad hidráulica para regular la presión de frenado tanto como sea necesario.

Al igual que otros módulos de control la EBCM es vulnerable a daño creado por sobrecargas eléctricas, impactos o altas temperaturas. La EBCM recibe señales electrónicas de cada uno de los sensores de las ruedas y las funciones son las siguientes:

- Calcular las velocidades de las ruedas
- Determinar la velocidad del vehículo.
- Determinar el bloqueo de las ruedas

- Activa el proceso de antibloqueo
- Autodiagnóstico y fallas.



Figura 1.8 Módulo de control ABS.

Fuente: <http://www.myairbags.com/images/BOSCH57.jpg>

[16 – mayo - 2013]

Las señales recibidas por la EBCM desde los sensores de las ruedas, interruptor de la luz de freno, tensión de alimentación son completamente filtradas y preparadas es decir sin interferencia (figura 1.9). Por medio de estas señales la EBCM es la encargada de establecer una velocidad de referencia, calcular la aceleración y deslizamiento de cada rueda. La velocidad de referencia es la comparación entre la velocidad del vehículo y la velocidad de cada una de las ruedas, con estos valores se deduce un posible deslizamiento.

Cuando se tiene una fuerza ejercida sobre el pedal de freno constante la EBCM establece las siguientes etapas de funcionamiento.

- Si hay tendencia a bloqueo de una de las ruedas, la señal que es enviada desde la EBCM a la unidad hidráulica hace que la presión aplicada a la rueda que tiende a bloquearse disminuya.
- Si la rueda sigue desacelerándose o retrasándose, la EBCM activa la unidad hidráulica de tal manera que la presión en el cilindro de la rueda disminuya y la rueda pierda intensidad en el frenado.

- Al reducir la presión de frenado aumenta el giro de la rueda. Cuando la EBCM determina que la rueda no está frenando, activa la unidad hidráulica modificando la presión de frenado, dando un retraso de la rueda y se obtiene un nuevo ciclo de regulación.

La EBCM se encarga de dar un autodiagnóstico al sistema cada vez que se acciona la llave de encendido por medio del arranque del motor, en esta fase se determina la tensión de alimentación de las electroválvulas y todo el circuito electrónico (figura 1.9). La lámpara *check* del ABS queda encendida por unos segundos y si no se encuentra ninguna falla se apaga. Cuando el vehículo ha alcanzado los 5km/h la EBCM realiza otro autodiagnóstico verificando el funcionamiento de los sensores de las ruedas, y el grupo hidráulico, además se encarga de controlar permanentemente los componentes principales del sistema produciendo el encendido de la luz *check* del ABS si se encuentra alguna anomalía.

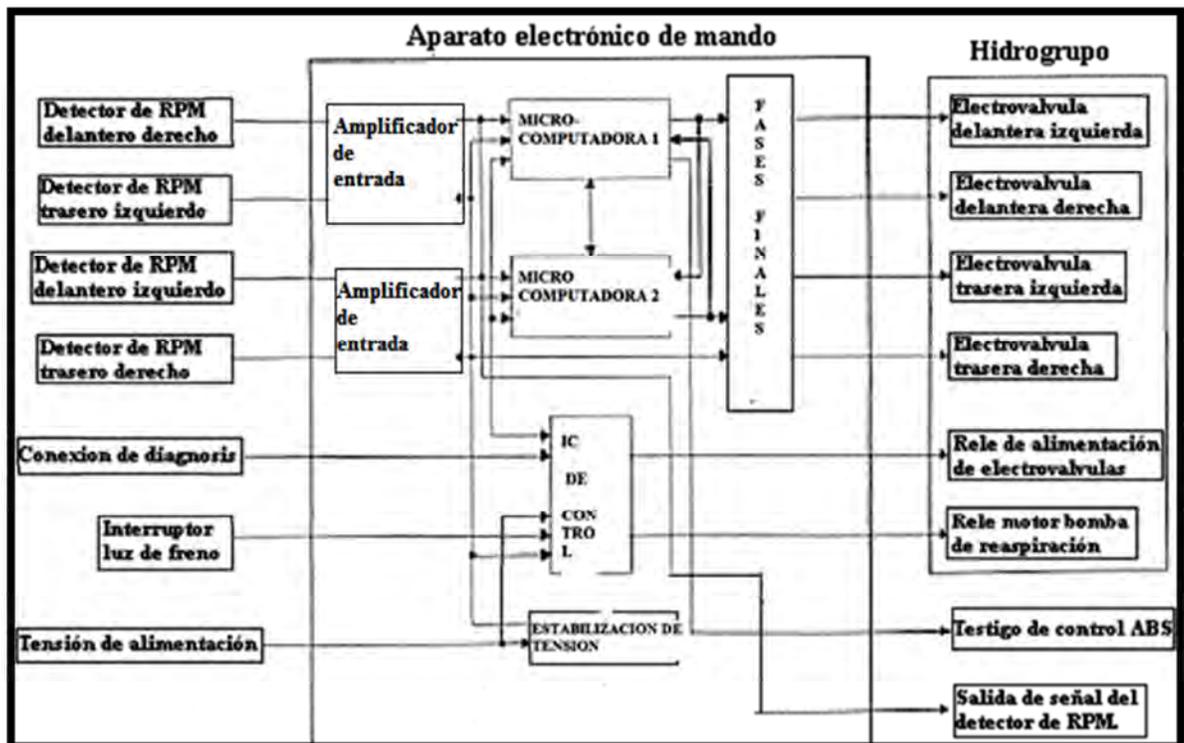


Figura 1.9 EBCM señales que recibe y envía.

1.4.2. Sensores de Velocidad de las ruedas

Los vehículos pueden contar con 3 o 4 sensores dependiendo del modelo, este sensor es muy parecido a la bobina captadora del distribuidor, conocido como generador de imán permanente que genera electricidad a bajos voltajes.

El conjunto de la fig.10 está formado por un captador (1) y una rueda fónica (3) que está fijado sobre un elemento giratorio. Para tener la señal correcta de este sensor es necesario mantener una holgura de 0.3mm (2) entre el captador y la rueda fónica. El captador comunica al EBCM mediante un cableado.

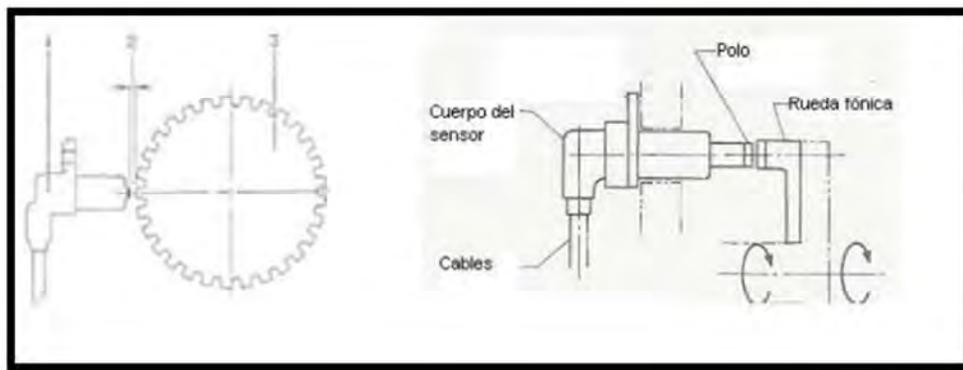


Figura 1.10 Sensor de Velocidad.

Fuente: <http://david1996mondragon.blogspot.com/2012/05/frenos-abs.html> [16-mayo-2013]

El captador está conformado por dos imanes permanentes y una bobina, lo cual funciona según el principio de la inducción. A medida que gira la rueda fónica interrumpe el campo magnético generado por el captador, generando una corriente alterna en la bobina mediante inducción electromagnética, esta señal de corriente alterna varía de acuerdo a la velocidad de giro de la rueda. Las señales de las 4 ruedas son enviadas hacia EBCM, estas señales son de tipo senoidal como indica la figura 1.11.

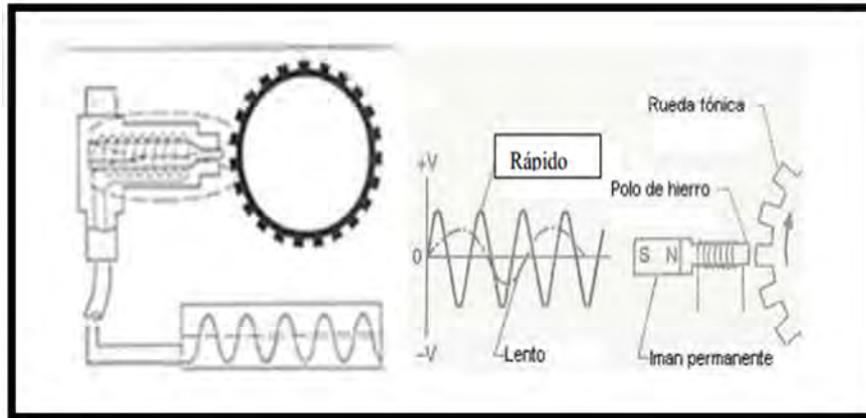


Figura 1.11 Señal del sensor.

Fuente: <http://david1996mondragon.blogspot.com/2012/05/frenos-abs.html> [16-mayo-2013]

1.4.3. Luz indicadora ABS

Esta luz indicadora se encuentra en el tablero de instrumentos del vehículo, su función es informar al conductor alguna anomalía en cuanto al funcionamiento de ABS ya sea en la parte eléctrica, o cada uno de los elementos que conforma este sistema (figura 1.12). Esta luz indicadora se conecta con la EBCM ya que por medio de esta se da información de códigos de falla.



Figura 1.12 Luz indicadora ABS.

Fuente: <http://www.pamaca.com/data/images/91/269.jpg> [16 – mayo – 2013]

1.4.4. Interruptor de luces de freno

Es un interruptor que se acciona eléctricamente y encargado de encender las luces cuando el pedal de freno es accionado. Si el módulo de control no recibe información de freno accionado, no realiza la regulación de presión para el antibloqueo. Este va ubicado en la parte superior del pedal de freno como indica la figura 1.13

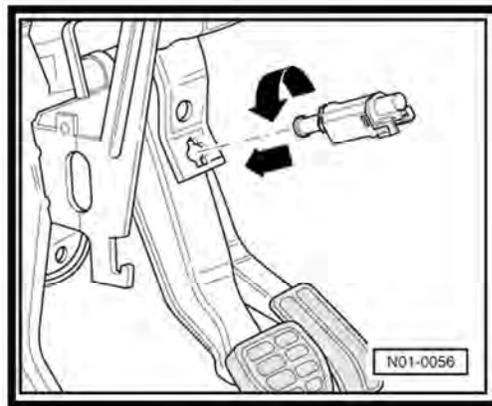


Figura 1.13 Interruptor luces de freno.

Fuente: <http://www.justanswer.com/vw-volkswagen/4d17e-volkswagen-jetta-top-two-tail-lights-out-middle-light.html> [14-mayo-2013]

1.4.5. Unidad Hidráulica

Dentro de la unidad hidráulica encontramos: Electroválvulas, conjunto motor – bomba y acumulador de baja presión (figura 1.14).

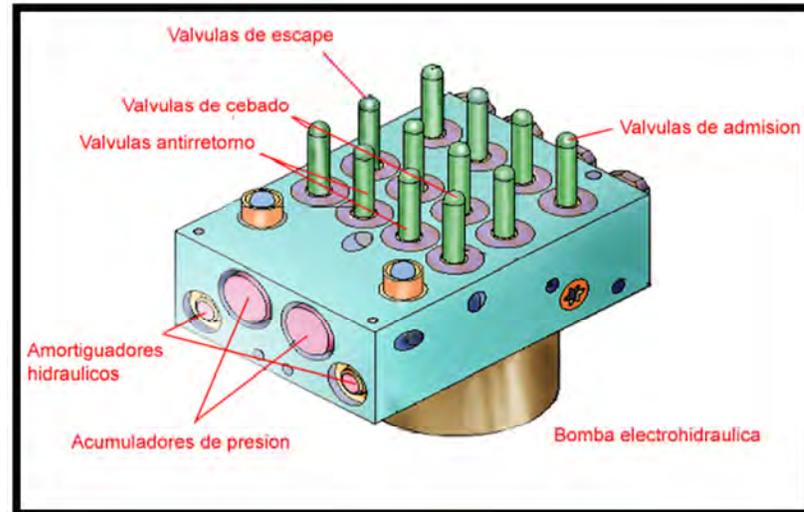


Figura 1.14 Unidad Hidráulica (HCU).

Fuente: <http://www.dacarsa.net/basic/divulgacion/sistemaVisual.php?id=977&parrafo=3570> [22 – mayo -2013]

1.4.5.1. Electroválvulas

En el sistema consta con ocho electroválvulas, cuatro de admisión y cuatro de escape

“Están constituidas de un solenoide y de un inducido móvil que desarrolla las funciones de apertura y cierre de paso de líquido de frenos. La posición de reposo es asegurada por la acción de un muelle incorporado. Todas las entradas y salidas de las electroválvulas van protegidas por unos filtros”.⁴

Para poder reducir la presión del sistema hidráulico de frenos se incorpora una válvula anti retorno, la cual se abre al momento que la presión de la bomba de frenos es inferior a la presión del circuito hidráulico, es decir al dejar de pisar el pedal de freno mientras está en funcionamiento el sistema ABS.

⁴ Electroválvulas (Unidad hidráulica ABS) <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn75.html#seccion24> (21 – mayo - 2013)

1.4.5.2. Conjunto Motor – Bomba

Este conjunto está constituido por un motor eléctrico y una bomba hidráulica, controlados eléctricamente por EBCM. Es encargado de rechazar el líquido de frenos que se encuentre en la fase de regulación desde los bombines hasta la bomba de freno, este proceso es perceptible por el conductor a través del pedal de freno.

1.4.5.3. Acumulador de baja presión

“Durante la actuación del sistema de ABS recibe el líquido de freno que pasa por la electroválvula de escape. El nivel de presión necesario para el llenado del acumulador de baja presión debe ser lo suficientemente bajo para no interferir en la caída de presión necesaria en la fase de regulación, pero lo suficientemente alta como para vencer el tarado de la válvula de entrada de la bomba”.⁵

La unidad de control hidráulica (HCU), recibe las señales desde el módulo de control EBCM en la que se encarga de dar o impedir la presión hidráulica al sistema hidráulico de frenos. Las válvulas hidráulicas son controladas por solenoides eléctricos que se encargan de reducir el flujo de líquido de frenos presurizado desde el cilindro maestro a las mordazas de freno (figura 1.15). El conjunto motor – bomba es energizado y se encarga de restaurar el flujo del fluido cuando la EBCM determina que las ruedas ya no se van a bloquear.

Cuando la EBCM recibe la información que una de las ruedas se está desacelerando, reduce la presión a las pastillas de frenos evitando el bloqueo de las ruedas, esto se logra por medio de la acción de la HCU para que abra o cierre las válvulas solenoide adecuadas. Cuando la rueda afectada regresa a la posición normal, la EBCM regresa las válvulas a la posición normal y se frena la rueda con normalidad. Las válvulas situadas en la HCU no se les da mantenimiento, si una de ellas se ve afectadas se debe sustituir toda la unidad hidráulica de control.

⁵ Acumulador de baja presión de la Unidad Hidráulica.
<http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn75.html#seccion24> (21 – mayo -2013).

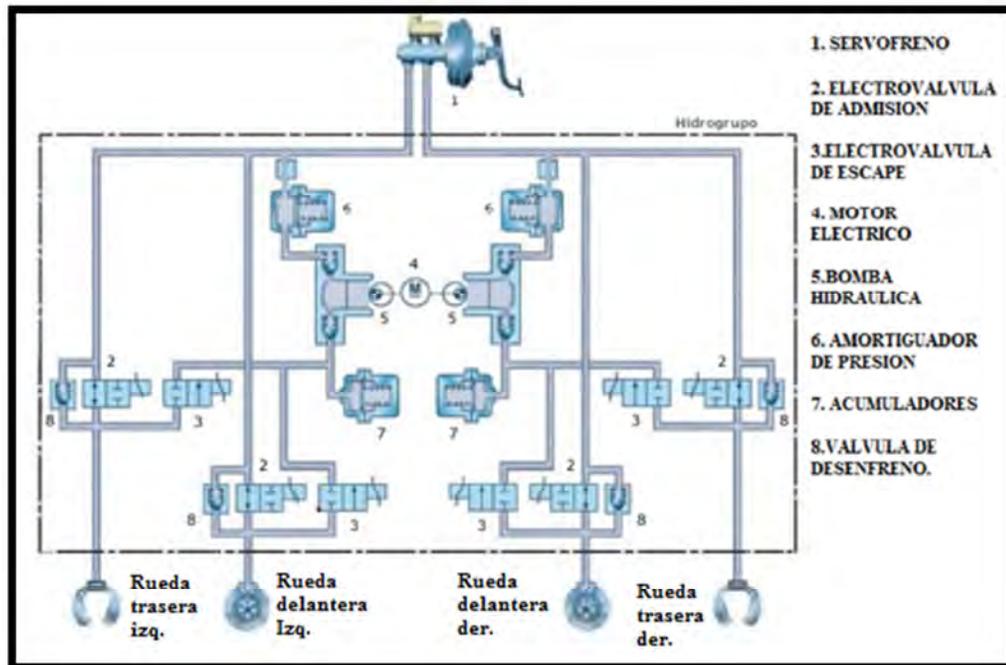


Figura 1.15 Circuito hidráulico ABS.

Fuente: http://www.aficionadosalamecanica.net/sistema_abs2.htm [21 – mayo - 2013]

El funcionamiento hidráulico del sistema ABS cuando las ruedas tienden a bloquearse se tendrá 3 estados:

- El aumento de presión.
- Mantenimiento de la presión
- La disminución de presión

1.4.5.4. Aumento de presión

Como se muestra en la figura 1.16, la electroválvula de escape (3) se cierra y la válvula de admisión (2) se abre, el cual permiten el paso de líquido de frenos desde la bomba de frenos hasta los bombines de las ruedas. El suministro de líquido de frenos es proporcionado por la bomba de frenos, pero también por medio del motor – bomba (5).

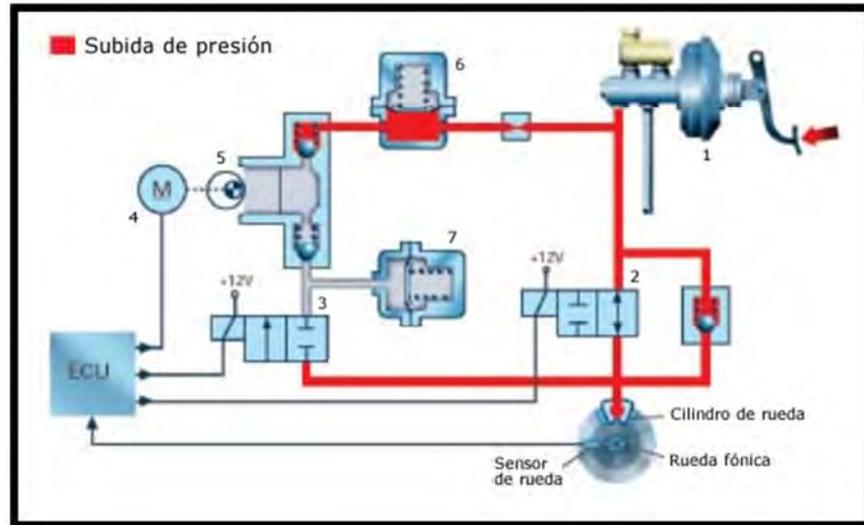


Figura 1.16 Aumento de presión.

Fuente: http://www.aficionadosalamecanica.net/sistema_abs2.htm [23-mayo-2013]

1.4.5.5. Mantenimiento de presión

Las electroválvulas de admisión (1) son activadas (cierran) con una corriente de 1.9A a 2.3A, en la cual interrumpe el paso del fluido desde la bomba de frenos al bombín de las ruedas, manteniendo la presión constante en el bombín. El aumento de presión de frenado es imposible.

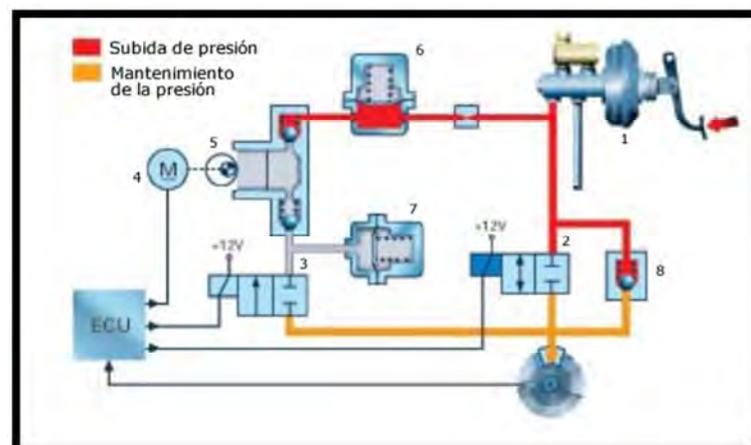


Figura 1.17 Mantenimiento de la presión.

Fuente: http://www.aficionadosalamecanica.net/sistema_abs2.htm [23-mayo-2013]

1.4.5.6. Disminución de presión

En esta etapa se requiere que la presión disminuya, para eso la válvula de admisión debe estar cerrada y la válvula de escape abierta, la caída de presión se da gracias al acumulador de baja presión y la acción de la bomba permite rechazar el líquido desde los acumuladores a la bomba de frenos (figura 1.18). Así el líquido circulara por las cañerías de baja presión e iniciara nuevamente con los ciclos de funcionamiento del sistema de frenos ABS

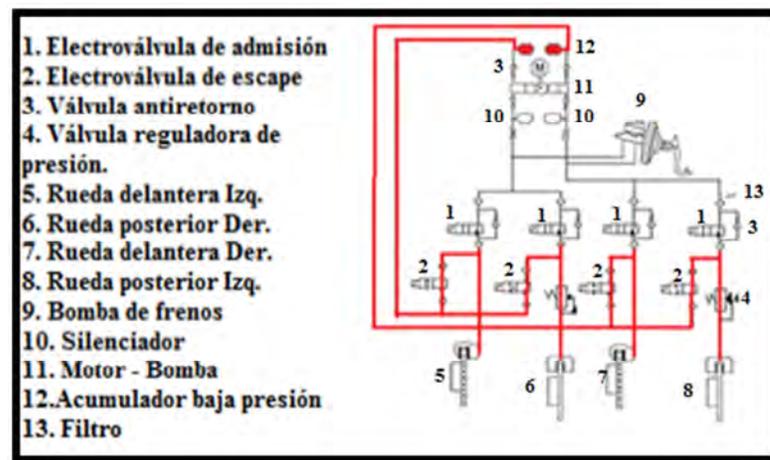


Figura 1.18 Disminución de presión.

Fuente: <http://www.rolcar.com.mx/Tecno%20Tips/Sistema%20ABS/hidraulicoABS1.gif>

[23-mayo-2013]

1.5. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE FRENOS ABS

“Los sistemas antibloqueo son elementos reguladores del sistema de frenos, que evitan el bloqueo de las ruedas al frenar y ayudan a la maniobrabilidad y estabilidad del vehículo. Por lo general tienen como resultado una reducción de la distancia de frenado, si se compara con las frenadas producidas con las ruedas completamente bloqueadas”.⁶

⁶ Funcionamiento sistema de frenos ABS, Manual de la técnica del automóvil, 4ta Edición, Robert Bosch, 2010 pág. 809.

Los sensores ubicados en las ruedas de vehículo controlan en cada momento la velocidad de cada una de ellas. A partir de los datos que envía cada uno de los sensores a la EBCM, esta se encarga de calcular la velocidad media, que es aproximadamente la velocidad del vehículo. Comparando la velocidad específica de cada rueda con la velocidad media, la EBCM calcula si una rueda amenaza con bloquearse. Al darse esa situación el sistema reduce la presión de frenado en la rueda que tiende a bloquearse hasta alcanzar un valor por debajo del límite de bloqueo.

Si la rueda gira libremente se vuelve a aumentar la presión en la rueda en cuestión. Este proceso de reducir y aumentar presión se repite hasta que el conductor deje de aplicar los frenos. El conductor podrá saber del funcionamiento del sistema de frenos ABS por un efecto pulsante en el pedal de freno

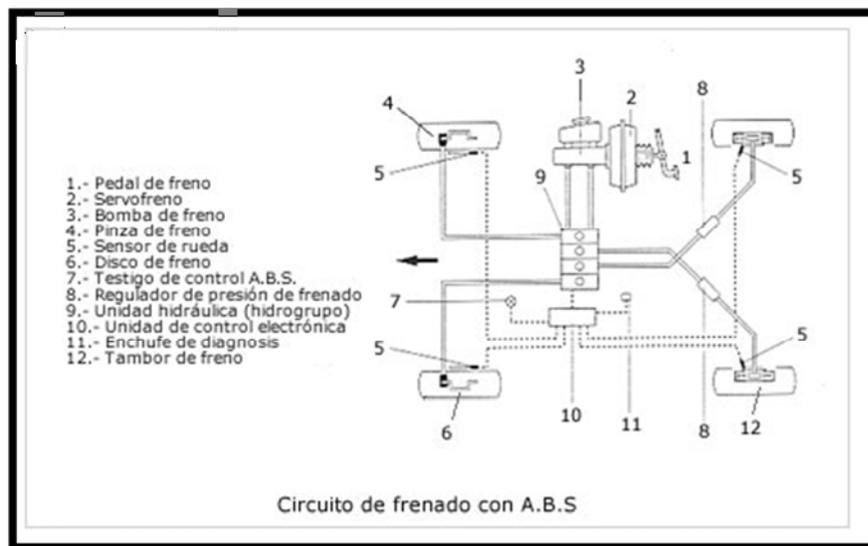


Figura 1.19 Frenos ABS.

Fuente: http://www.aficionadosalamecanica.net/sistema_abs.htm [23-mayo-2013]

1.6. Esquema digital del sistema de frenos ABS

Con la ayuda del *software* Autodesk Inventor se dibujó cada uno de los componentes que se muestran en el esquema. Tomando como referencia para cada elemento las dimensiones de un vehículo Toyota Yaris 2007 que cuenta con este sistema de frenos ABS.

En el anexo 1.1 (lam. 1) se muestra el esquema de distribución de partes del banco didáctico de frenos ABS. En el anexo 1.2 (lam. 2) está la representación de este banco didáctico en sus vistas principales. El anexo siguiente (lam. 3) muestra la estructura metálica de la maqueta con sus dimensiones, las cuales pueden variar de acuerdo a la persona que realice este proyecto. En los siguientes anexos (lam. 4, 5, 6) se muestran los componentes del ABS, de los frenos convencionales y los elementos adicionales para el correcto funcionamiento del banco didáctico como el motor eléctrico y otros componentes.

Un motor eléctrico será el encargado de generar el movimiento. Este movimiento se transmitirá por medio de unas bandas hacia un reductor de velocidad el cual se encargará de distribuir las rpm a los ejes delanteros y posteriores, generando la rotación de los discos de freno y así tener el funcionamiento del sistema de frenos ABS.

1.6.1. Componentes adicionales para funcionamiento de la maqueta frenos ABS

COMPONENTE	FUNCION
Motor eléctrico 0.5hp (1500 rpm)	Genera el movimiento hacia el reductor de velocidad
Reductor de velocidad doble salida	Sera el encargado de distribuir la velocidad hacia las ruedas delanteras y posteriores
Poleas de 3,6,30 pulgadas de diámetro	Por medio de las bandas transmitir el movimiento para el sistema
Caja de fusibles	Proteger los circuitos eléctricos del ABS
Conector de diagnóstico DLC	Conexión por medio de escáner
Módulo de control (diseño electrónico)	Un simulador de fallas
Estructura con acero estructural. A-36	Soporta el peso de los componentes
Manómetro	Medir la presión del fluido.
Bomba de Vacío	Para funcionamiento de Servofreno.
Ruedas	Mover la maqueta con facilidad

Switch	Permite accionar al sistema
Batería	Alimenta a los componentes electrónicos
Racores	Sirve para ajustar las cañerías.
Perillas control voltaje	Permitirá controlar el voltaje de cada uno de los sensores de velocidad.
Lcd 16*2	Indica los valores de voltajes que trabajan los sensores de velocidad y las anomalías.

Tabla 1.1 Componentes adicionales para el funcionamiento del banco didáctico.

CAPITULO II

MANTENIMIENTO FRENOS ABS

2.1 Equipos de diagnóstico

2.1.1 Osciloscopio

“Es un equipo de medida capaz de visualizar en graficas todas las mediciones eléctricas que se realizan con un multímetro, además que por la velocidad que cambian no se pueden medir con un multímetro.”⁷ El osciloscopio nos permite la detección de fallas en el sistema de frenos ABS, ya que este debe cumplir con una forma de onda establecida por los fabricantes, de no ser así se procede a la verificación de los circuitos eléctricos del ABS para la solución del problema. El sensor de velocidad es de tipo inductivo por lo cual se ve una señal de tipo senoidal(figura 2.1).

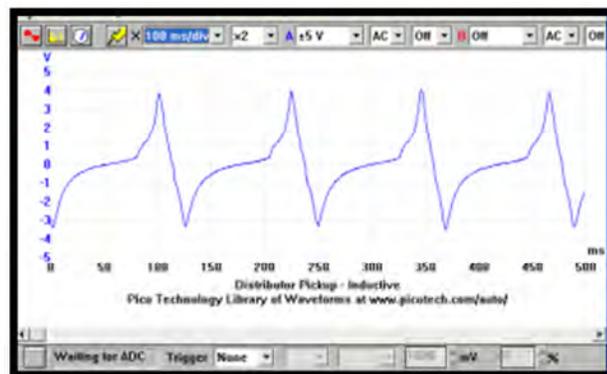


Figura 2.1 Señal del sensor velocidad ABS.

Fuente: <http://www.picoauto.com/waveform/Sensors/ABSSensor/wave86.html> [1-junio-2013]

⁷ Osciloscopio: <http://automotrizenvideo.com/wp-content/uploads/2012/01/Curso-Escrito-de-Osciloscopio-Automotriz.pdf> [1 - jun - 2013]

2.1.2 Multímetro

El multímetro es un instrumento para medir magnitudes eléctricas, que tiene un selector y según la posición de la herramienta actúa como voltímetro, óhmetro y amperímetro. Existen dos tipos de multímetro los analógicos y digitales. Esta herramienta de medición ayuda a detectar fallas en los frenos ABS, debido a que estos sistemas trabajan en rangos de voltaje, amperaje y resistencia. Se determina la falla si los valores obtenidos por medio del multímetro no coinciden con los valores provistos por el fabricante.

2.1.3 Escáner

“Muestra la identificación completa de la unidad de control (ECU), por ejemplo, número de parte, el software / hardware de la versión, fabricante, etc. Leer los códigos de error (lámpara encendida, *check engine*, ABS).”⁸

El escáner nos permite realizar los siguientes trabajos:

Borrar los códigos de error: Esta función borra todos los códigos de error almacenados en la memoria del vehículo.

Auto-scan (Autodiagnóstico completo del auto): Detecta todas las ECU (unidades de control electrónico) instalados en el vehículo y lee todos los códigos de avería en caso de existir.

Medición de valores: Programa de lectura de datos en directo, como muestra de las rpm del motor, tensión de batería, sensor de oxígeno, temperatura del refrigerante, etc. Los valores que muestra son reales.

Prueba de Actuadores: Actuator de prueba especial (por ejemplo, encender la bomba de combustible, bloqueo / desbloqueo rueda, bloquear / desbloquear las

⁸ Escáner: <http://calyelectromecanica.blogspot.com/2012/01/concepto-de-scanner-automotriz.html> [4-jun-2013].

puertas, corte de combustible, etc., Todo depende de las opciones que tenga el vehículo).

2.1.4 Manómetro

Es una herramienta diseñada para medir la presión de fluidos en circuitos cerrados, como el sistema hidráulico de frenos (figura 2.2). Nos sirve para verificar el correcto funcionamiento del ABS de acuerdo a las especificaciones del fabricante en cuanto a las presiones de trabajo del sistema

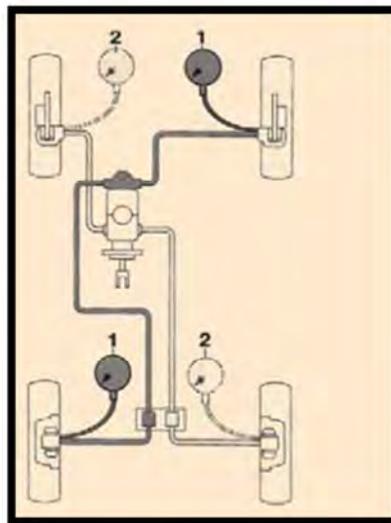


Figura 2.2 Uso del manómetro.

Fuente: http://www.remsa.com/uploads/documentos/documentos_03_trabajos_9076fc47.pdf [4-junio-2013]

2.1.5 Elementos de purga

Para la realización de purga de líquido de frenos se recomienda obtener la información de procedimiento del manual de reparación, debido a que estos sistemas ABS tienen diferentes configuraciones de trabajo, donde en algunos casos se purga en forma de X (llanta delantera izquierda, llanta trasera derecha, llanta delantera derecha, llanta

trasera izquierda), y en otros casos se purga en forma de Z (llanta delantera izquierda, llanta delantera derecha, llanta posterior izquierda, llanta posterior derecha).

2.1.6 Torquímetro

Es de gran uso para el apriete de los elementos del ABS, que deben cumplir con las especificaciones del fabricante para que la sujeción de los elementos sea la correcta y no provocar fallas a futuro en el sistema como son las fugas de líquido.

2.2 Diagnósticos previos

Se debe realizar las siguientes comprobaciones en los frenos ABS de forma rápida y simple para verificar el correcto funcionamiento, o determinar una falla en el sistema eléctrico o hidráulico. Todos los diagnósticos, comprobaciones, circuitos eléctricos y códigos de falla que se dan a continuación se refieren a un vehículo Toyota Yaris que cuenta con el sistema de frenos ABS.

Para comprobar el sistema de frenos se debe realizar lo siguiente:

- Con el *switch* en la posición ON, se debe verificar que la luz testigo de frenos ABS se encienda por pocos segundos y luego apagarse. En el vehículo la luz testigo permanece encendida durante el arranque del motor

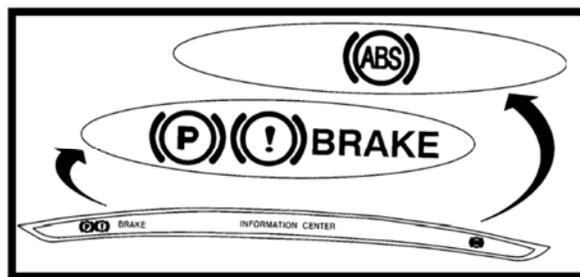


Figura 2.3 Luz testigo ABS.

- Accionar y liberar el freno de mano, la luz testigo de freno debe encenderse mientras el freno de mano es accionado
- Bombear el pedal de freno varias veces, la altura del pedal deberá ser la misma, si aumenta durante el bombeo o si se nota una sensación esponjosa durante la aplicación del pedal es debido a que se encuentra aire en las líneas del circuito hidráulico.
- Si el vehículo consta de servofreno; se debe arrancar el motor, hacerlo funcionar a una velocidad media durante poco tiempo y luego apagarlo. Esperar unos 90 segundos, aplicar el pedal de freno varias veces, el pedal debe sentirse firme.
- Comprobar el nivel de líquido en el cilindro maestro, además verificar el estado del líquido de frenos.
- Verificar la manguera de conexión de vacío entre el servofreno y el múltiple de admisión, si existe un ruido “silbido” al arranque del motor, esta manguera debe ser reemplazada.
- En el circuito hidráulico de frenos ABS se debe verificar que no exista fugas en el sistema. Para esto se recomienda colocar el vehículo en un elevador para realizar la inspección.

2.3 Código de falla en frenos ABS

2.3.1 Autodiagnóstico

Cuando ocurre una falla en el sistema ABS, la luz testigo ubicada en el tablero de instrumentos se enciende para informar al conductor de alguna anomalía. Para la detección de falla se debe ubicar el terminal de autodiagnóstico localizado en el conector de enlace de datos (figura 2.4). La falla se obtendrá por medio del destello de la luz de advertencia ABS.

El procedimiento para un autodiagnóstico es el siguiente:

- Conducir el vehículo a una velocidad del 30km/h durante un minuto.

- Colocar el *switch* en posición *OFF*.
- Puentear entre los terminales CG 4 (*Chassis Ground*) y TC 13 (*Tried to CG flashes two – digit codes*), como se indica en la siguiente figura.

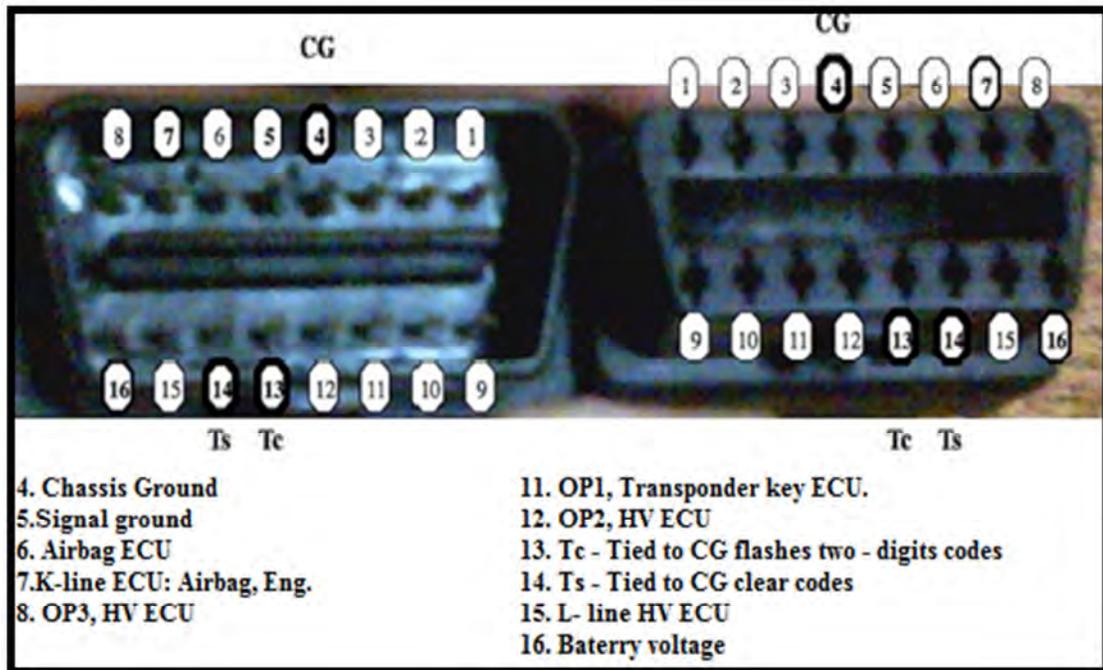


Figura 2.4 Conector EBCM.

Fuente: <http://priuschat.com/threads/intro-to-dtc.79877/> [5-junio-2013]

- Colocar el *switch* en la posición ON

Si la EBCM detecta un mal funcionamiento, la lámpara se encenderá e indicará el número del código de falla, ésta avería se debe consultar en la tabla de síntomas para seguir el procedimiento de reparación.

Para la lectura del código de falla se debe observar el número de veces que destella la luz testigo ABS, si existe algún código de fallo memorizado, se muestra por un patrón de parpadeos que nos permite identificar el número de avería detectada. En la figura 2.5 se puede observar cómo se mostrarían los códigos 11 y 21.

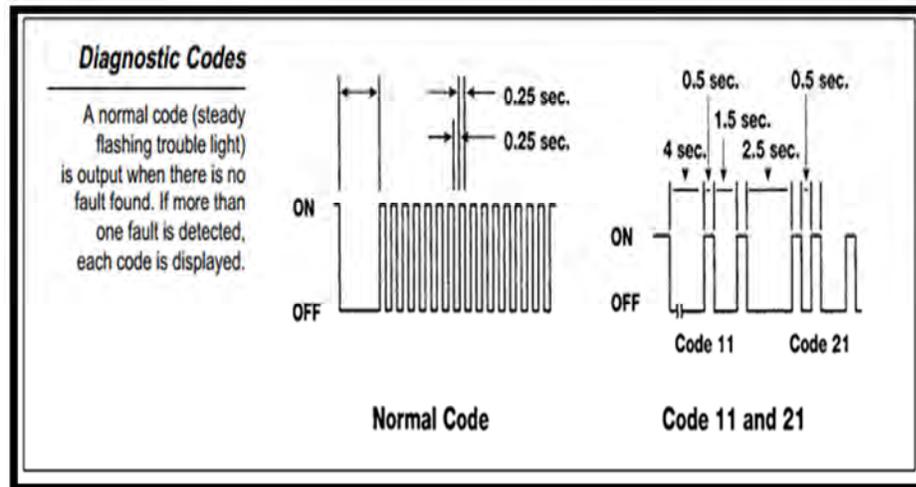


Figura 2.5 Lectura códigos de falla.

Fuente: <http://www.autoshop101.com/forms/brake10.pdf> [5-junio-2013]

2.3.2 Autodiagnóstico OBDII (*On Board Diagnostic*)

El procedimiento de diagnóstico es el siguiente:

- Colocar el *switch* en posición OFF.
- Conectar el escáner al conector de enlace de datos.
- Arrancar el motor durante unos 30seg.
- Apagar el motor.
- Seleccionar la marca del vehículo que se encuentre realizando el análisis (figura 2.6).

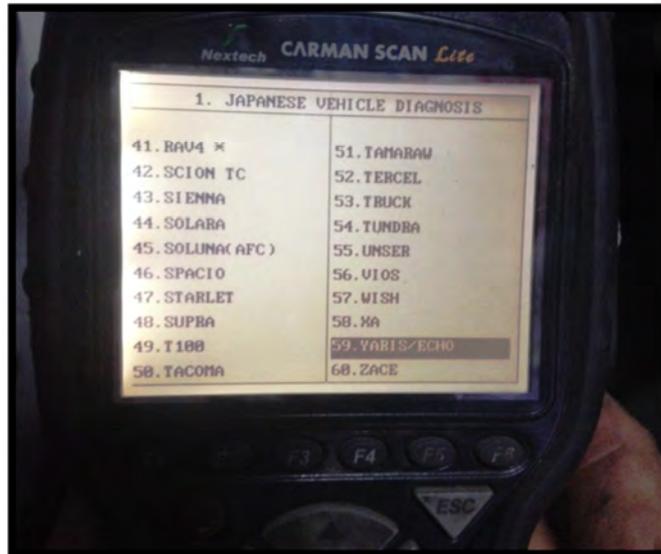


Figura 2.6 Selección de la marca del vehículo

- Seguidamente seleccionamos el sistema a ser analizado.



Figura 2.7 Escáner CJ4 (Frenos ABS).

Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=8o2ZwuMVZHY> [5-junio-2013]

- Verificar de acuerdo al fabricante si la conexión es por medio de CAN BUS. En el caso de Toyota Yaris si lo es.

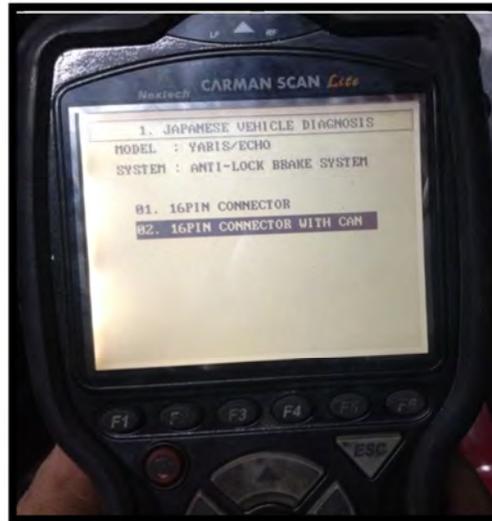


Figura 2.8 Carman Scan (Diagnosis).

- Luego seleccionar la acción lectura de códigos.

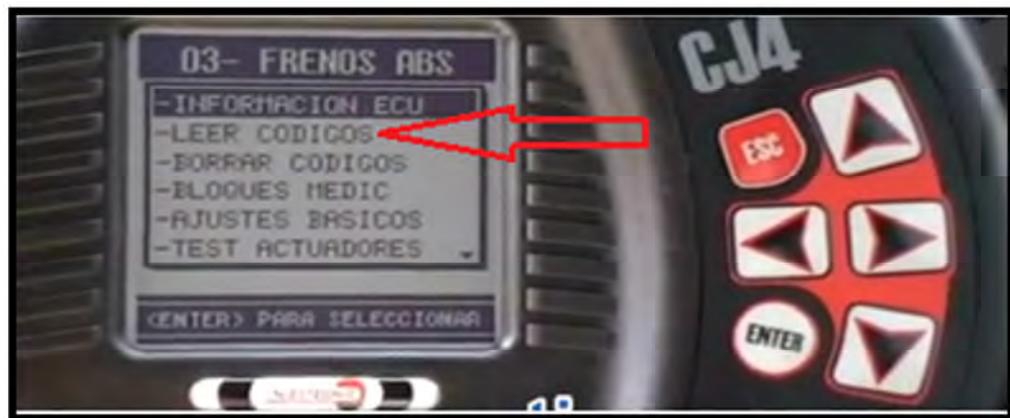


Figura 2.9 Escaner CJ4 (lectura de códigos).

Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=8o2ZwuMVZHY> [5-junio-2013]

- Finalmente realizar las pruebas, comprobaciones y soluciones al código detectado por el escáner.



Figura 2.10 Carman Scan (Lectura código de falla).

- Volver a realizar el procedimiento para verificar que la falla ha desaparecido.
- Borrar códigos para determinar si con el funcionamiento del vehículo no vuelve a aparecer la falla.

2.3.3 Códigos de falla

Los códigos son estandarizados y cada digito es un valor determinado, todos los códigos son representados de la misma forma para facilitar la lectura.

Los códigos tienen el siguiente formato. Ejm (C1241)

El primer digito del código indica la función del vehículo.

Código B	Sistemas de carrocería
Código C	Sistemas del chasis
Código U	Comunicación de la red
Código P	Sistema de tren de potencia [Motor y Transmisión]

El segundo dígito indica la organización responsable de definir el código

0	SAE(código común todas las marcas)
1	El fabricante del vehículo (código diferente para distintas marcas).

El tercer dígito indica la función específica del vehículo.

0	Sistema electrónico completo
1	Control aire y combustible
2	Control aire y combustible
3	Sistema de encendido
4	Control emisión auxiliar
5	Control de velocidad ralentí
6	ECU entradas y salidas
7	Transmisión

2.3.4 Tabla códigos de falla generales en frenos ABS

Codigo	Denominacion	Sistema a revisar
11	Circuito del rele del solenoide del ABS cortado	*Averia del rele solenoide ABS *Cableado del rele de solenoide del ABS cortado *ECU averiada
12	Circuito del rele del solenoide del ABS en cortocircuito	*Averia del rele solenoide ABS * ECU averiada
13	Circuito del rele del motor del ABS cortado	*Averia rele motor ABS * Cableado del rele de motor ABS cortado *ECU averiada
14	Circuito del rele del motor del ABS en cortocircuito	*Averia del rele motor ABS * ECU averiada

21	Solenoide de la rueda delantera derecha cortado o en cortocircuito	*Averia actuador abs *Cortocircuito o cortado cableado del solenoide *ECU averiada
22	Solenoide de la rueda delantera izquierda cortado o en cortocircuito	*Averia actuador abs *Cortocircuito o cortado cableado del solenoide *ECU averiada
23	Solenoide de la rueda trasera izquierda cortado o en cortocircuito	*Averia actuador abs *Cortocircuito o cortado cableado del solenoide *ECU averiada
24	Solenoide de la rueda trasera derecha cortado o en cortocircuito	*Averia actuador abs *Cortocircuito o cortado cableado del solenoide *ECU averiada
31	Fallo señal sensor de velocidad rueda delantera derecha	*Averia del sensor *Cortocircuito o cable cortado en el sensor de velocidad *ECU averiada
32	Fallo señal sensor de velocidad rueda delantera izquierda	*Averia del sensor *Cortocircuito o cable cortado en el sensor de velocidad *ECU averiada
33	Fallo señal sensor de velocidad rueda posterior derecha	*Averia del sensor *Cortocircuito o cable cortado en el sensor de velocidad *ECU averiada

34	Fallo señal sensor de velocidad rueda posterior izquierda	*Averia del sensor *Cortocircuito o cable cortado en el sensor de velocidad *ECU averiada
37	Rotor de del sensor de velocidad defectuoso	*Diferencia entre el diametro de las ruedas
41	Alto o bajo voltaje de la bateria	*Averia en el regulador del alternador o bateria agotada *Cortocircuito o corte en el cableado de alimentacion del ABS *ECU averiada
49	Circuito de luz de freno cortado	*Interruptor de luz de freno averiado *Corte en el cableado del interruptor de la luza de freno
51	Motor bomba ABS no funciona	*Motor bomba ABS bloqueado *Corte en el cableado de masa del motor de la bomba

Tabla 2.1 Código de fallas generales.

Fuente: <http://www.ljaime.com/KZJ90/abs/fallos-abs.PDF> [7-junio-2013]

2.3.5 Tabla códigos de falla DTC (*Diagnostic Trouble Code*)

2.3.5.1 Códigos de falla establecidos por fabricante

DTC	Localización funcionamiento incorrecto sistema	Sistema a revisar
C1095	Motor – Bomba, relé del motor	<ul style="list-style-type: none"> *Verificar fusible del ABS *Cortocircuito o corte cableado hacia masa entre la batería y terminal Motor – Bomba *Cortocircuito del relé motor interno * Conexión defectuosa de los conectores.
C1141	Rotor del sensor ABS delantero izquierdo	<ul style="list-style-type: none"> * Funcionamiento incorrecto sensor de velocidad ABS *Funcionamiento incorrecto rotor del sensor de velocidad(presencia de material) *Juego excesivo entre sensor y rotor de velocidad ABS *Mala instalación sensor y rotor ABS

C1142	Rotor del sensor ABS delantero derecho	<ul style="list-style-type: none"> * Funcionamiento incorrecto sensor de velocidad ABS *Funcionamiento incorrecto rotor del sensor de velocidad(presencia de material) *Juego excesivo entre sensor y rotor de velocidad ABS *Mala instalación sensor y rotor ABS
C1143	Rotor del sensor ABS trasero izquierdo	<ul style="list-style-type: none"> * Funcionamiento incorrecto sensor de velocidad ABS *Funcionamiento incorrecto rotor del sensor de velocidad(presencia de material) *Juego excesivo entre sensor y rotor de velocidad ABS *Mala instalación sensor y rotor ABS
C1144	Rotor del sensor ABS trasero derecho	<ul style="list-style-type: none"> * Funcionamiento incorrecto sensor de velocidad ABS *Funcionamiento incorrecto rotor del sensor de velocidad(presencia de material) *Juego excesivo entre sensor y rotor de velocidad ABS *Mala instalación sensor y rotor ABS

C1330	Sensor de la velocidad rueda ABS delantera derecha	<p>*Funcionamiento incorrecto sensor de velocidad ABS</p> <p>*Conexión defectuosa de los conectores.</p> <p>*Cortocircuito o corte del cableado hacia masa del sensor de velocidad ABS.</p>
C1331	Sensor de la velocidad rueda ABS delantera izquierda	<p>*Funcionamiento incorrecto sensor de velocidad ABS</p> <p>*Conexión defectuosa de los conectores.</p> <p>*Cortocircuito o corte del cableado hacia masa del sensor de velocidad ABS.</p>
C1332	Sensor de la velocidad rueda ABS trasera derecha	<p>*Funcionamiento incorrecto sensor de velocidad ABS</p> <p>*Conexión defectuosa de los conectores.</p> <p>*Cortocircuito o corte del cableado hacia masa del sensor de velocidad ABS.</p>

C1333	Sensor de la velocidad rueda ABS trasera izquierda	<p>*Funcionamiento incorrecto sensor de velocidad ABS</p> <p>*Conexión defectuosa de los conectores.</p> <p>*Cortocircuito o corte del cableado hacia masa del sensor de velocidad ABS.</p>
C1233	Sensor velocidad rueda ABS delantera izquierda/rotor del sensor ABS	<p>* Funcionamiento incorrecto sensor de velocidad ABS</p> <p>*Funcionamiento incorrecto rotor del sensor de velocidad(presencia de material)</p> <p>*Juego excesivo entre sensor y rotor de velocidad ABS</p> <p>*Mala instalación sensor y rotor ABS</p>
C1234	Sensor velocidad rueda ABS delantera derecha/rotor del sensor ABS	<p>* Funcionamiento incorrecto sensor de velocidad ABS</p> <p>*Funcionamiento incorrecto rotor del sensor de velocidad(presencia de material)</p> <p>*Juego excesivo entre sensor y rotor de velocidad ABS</p> <p>*Mala instalación sensor y rotor ABS</p>

C1235	Sensor velocidad rueda ABS trasera derecha/rotor del sensor ABS	<ul style="list-style-type: none"> * Funcionamiento incorrecto sensor de velocidad ABS *Funcionamiento incorrecto rotor del sensor de velocidad(presencia de material) *Juego excesivo entre sensor y rotor de velocidad ABS *Mala instalación sensor y rotor ABS
C1236	Sensor velocidad rueda ABS trasera izquierda/rotor del sensor ABS	<ul style="list-style-type: none"> * Funcionamiento incorrecto sensor de velocidad ABS *Funcionamiento incorrecto rotor del sensor de velocidad(presencia de material) *Juego excesivo entre sensor y rotor de velocidad ABS *Mala instalación sensor y rotor ABS
C1271	Tensión de salida baja del sensor de velocidad delantero derecho	<ul style="list-style-type: none"> *Sensor de velocidad delantero derecho. *Instalación del sensor. *Rotor del sensor.
C1272	Tensión de salida baja del sensor de velocidad delantero izquierdo	<ul style="list-style-type: none"> *Sensor de velocidad delantero izquierdo. *Instalación del sensor. *Rotor del sensor.

C1273	Tensión de salida baja del sensor de velocidad trasero derecho.	*Sensor de velocidad trasero derecho. *Instalación del sensor. *Rotor del sensor.
C1274	Tensión de salida baja del sensor de velocidad trasero izquierdo.	*Sensor de velocidad trasero izquierdo. *Instalación del sensor. *Rotor del sensor.
C1275	Cambio anormal de la tensión de salida del sensor delantero derecho	*Rotor del sensor delantero derecho
C1276	Cambio anormal de la tensión de salida del sensor delantero izquierdo	*Rotor del sensor delantero izquierdo
C1277	Cambio anormal de la tensión de salida del sensor trasero derecho	*Rotor del sensor trasero derecho
C1278	Cambio anormal de la tensión de salida del sensor trasero izquierdo	*Rotor del sensor trasero izquierdo.
C1267	ABS Unidad de control, EBCM (funcionamiento incorrecto interno)	*Funcionamiento interno incorrecto

C1249	Interruptor de frenos.	*Funcionamiento incorrecto interruptor de frenos *Conexión defectuosa de conectores *Cortocircuito o corte del cableado entre el interruptor de frenos y la EBCM.
C1241	Alto o bajo voltaje de la batería.	*Batería defectuosa *Sistema de carga *Circuito de alimentación.
C1237	Neumáticos delantero diferente tamaño que los posteriores.	*Revisar tamaño de los neumáticos *Rotor del sensor de velocidad.
C1300	Mal funcionamiento de la EBCM	*Batería defectuosa *EBCM en mal estado.

Tabla 2.2 DTC (*Diagnostic Trouble Code*).

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/67968785/Codigos-de-falla-para-automoviles-Toyota> [13 -

junio - 2013]

2.3.5.2 Código de falla genérico

Código de falla	Localización funcionamiento incorrecto sistema	Sistema a revisar – Área Afectada
C0200/21	Circuito abierto o cortocircuito en la rueda delantera derecha	*Circuito sensor de velocidad *Partículas extrañas adheridas al sensor de velocidad *Avería en el rotor del sensor *Circuito abierto o cortocircuito desde EBCM al sensor.
C0205/22	Circuito abierto o cortocircuito en la rueda delantera izquierda	*Circuito sensor de velocidad *Partículas extrañas adheridas al sensor de velocidad *Avería en el rotor del sensor *Circuito abierto o cortocircuito desde EBCM al sensor
C0210/23	Circuito abierto o cortocircuito en la rueda trasera derecha	*Circuito sensor de velocidad *Partículas extrañas adheridas al sensor de velocidad *Avería en el rotor del sensor *Circuito abierto o cortocircuito desde EBCM al sensor
C0215/24	Circuito abierto o cortocircuito en la rueda trasera izquierda	*Circuito sensor de velocidad *Partículas extrañas adheridas al sensor de velocidad *Avería en el rotor del sensor *Circuito abierto o cortocircuito desde la EBCM al sensor.

C0226/52	Circuito abierto o cortocircuito en el solenoide DD de reducción y retención de presión	*Revisar el circuito del solenoide SFRR, SFRH (<i>Front Right solenoid circuit</i>) *Actuador del ABS
C0236/54	Circuito abierto o cortocircuito en el solenoide DI de reducción y retención de presión	*Revisar el circuito del solenoide SFLR, SFLH (<i>Front Left solenoid circuit</i>) *Actuador ABS
C0246/56	Circuito abierto o cortocircuito en el solenoide TD de reducción y retención de presión	*Revisar el circuito del solenoide SRRR, SRRH (<i>Rear Right solenoid circuit</i>) *Actuador ABS
C0256/58	Circuito abierto o cortocircuito en el solenoide TI de reducción y retención de presión	*Revisar el circuito del solenoide SRLR, SRLH (<i>Rear Left solenoid circuit</i>) *Actuador ABS
C0273/13	Circuito abierto en el relé del motor	*Verificar tensión de alimentación. *Circuito abierto mazo de cables *Deformación y corrosión terminales.
C0274/14	Cortocircuito en el relé del motor	*Verificar tensión de alimentación. *Circuito abierto mazo de cables *Deformación y corrosión terminales.
C0278/11	Circuito abierto en el relé del solenoide	*Circuito abierto en el relé del solenoide del actuador del freno *Verificar tensión de alimentación. *Circuito abierto mazo de cables *Deformación y corrosión terminales
C0279/12	Cortocircuito en el relé de solenoide	*Circuito abierto en el relé del solenoide del actuador del freno *Verificar tensión de alimentación. *Circuito abierto mazo de cables

C0001	Corte de corriente de la luz indicadora de ABS.	*Bornes defectuosos. *Verificar continuidad *Revisar la luz indicadora *Verificar arnés y conectores. *Fusible.
C0002	Luz ABS siempre encendida.	*Verificar EBCM (verificar si está bien conectado) *Conexión a tierra del circuito de la luz indicadora. *Verificar conexión a tierra entre el circuito de la luz indicadora ABS y el conector de los sensores posterior.
C0800	Voltaje de la batería fuera de rango.	*Verificar voltaje de la batería. *Comprobar las conexiones a tierra *Fusible.

Tabla 2.3 Códigos de falla genéricos.

Fuente:

http://intranet.toyotaperu.com.pe/tdp_sit/data/DAIHATSU/TERIOS/TERIOS_SHORT/pdf/manua/9466/23-BC.pdf [9-junio-2013]

2.4 Comprobaciones**2.4.1 Comprobación sensor y rotor de velocidad ABS**

Las pruebas más comunes que se realizan a los sensores para verificar su funcionamiento, son la de resistencia y generación de voltaje.

- En la prueba de resistencia se debe conectar el óhmetro a los terminales del sensor (figura 2.11), según sea la lectura de la resistencia se verificará si está en correcto funcionamiento o no.

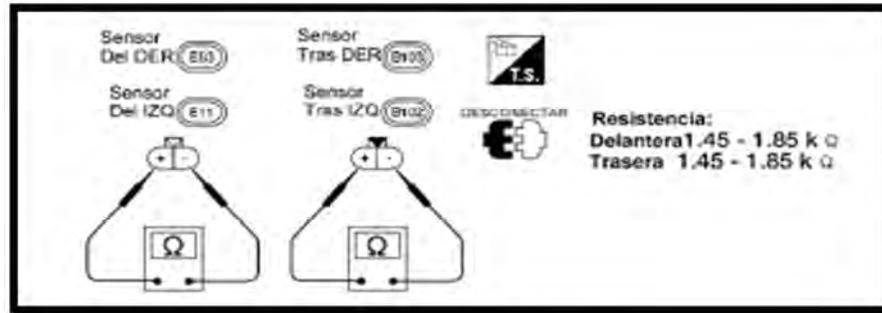


Figura 2.11 Valores resistencia sensor ABS.

Fuente: Manual Toyota

- Para la prueba de generación de voltaje se conecta el multímetro en los terminales del sensor y se gira la rueda, si hay la variación de voltaje quiere decir que el sensor está funcionando correctamente.



Figura 2.12 Prueba de voltaje sensor de velocidad ABS.

Fuente: http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=yMk4ZAxxp4M [12-junio-2013]

- Para determinar el correcto funcionamiento del sensor de velocidad de la rueda, con la ayuda de un osciloscopio se obtiene la señal que el sensor genera. Para eso se conecta las puntas del osciloscopio a los terminales del sensor y girar el rotor (figura 2.13), la señal debe ser senoidal y uniforme, esto indica un buen funcionamiento del sensor.

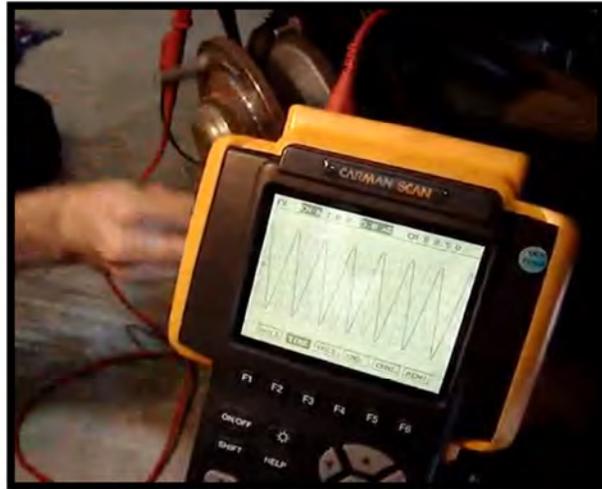


Figura 2.13 Comprobación onda sensor ABS.

Fuente: http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=yMk4ZAxxp4M [12-junio-2013]

- Comprobar continuidad entre la EBCM y cada uno de los sensores.

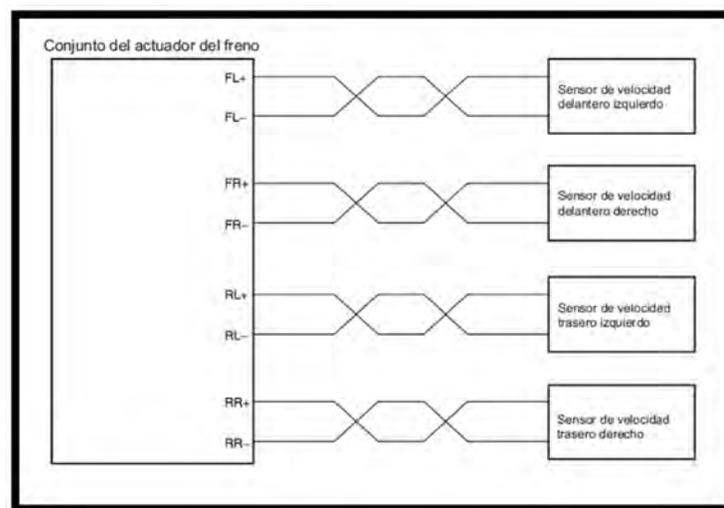


Figura 2.14 Conexión desde la EBCM a los sensores.

Fuente: Manual Toyota Yaris (Diagrama de circuito)

- Revisar que la instalación del sensor de velocidad sea la correcta.

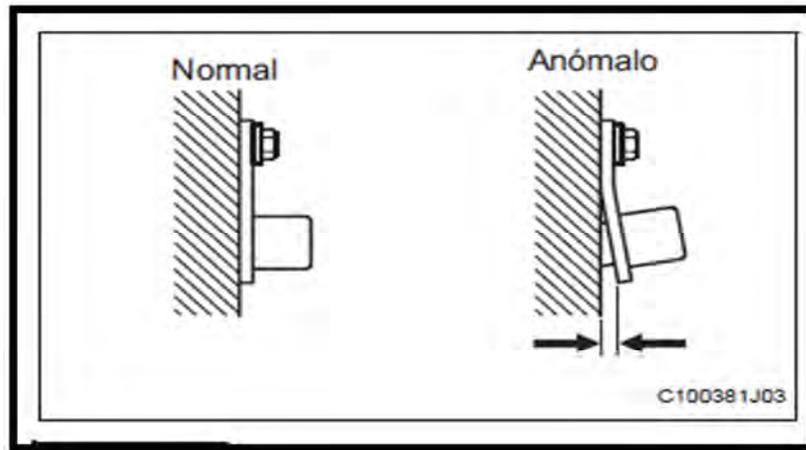


Figura 2.15 Instalación sensor de velocidad ABS.

Fuente:

http://intranet.toyotaperu.com.pe/tdp_sit/data/DAIHATSU/TERIOS/TERIOS_SHORT/pdf/manual/9466/23-BC.pdf [14-junio-2013]

- Verificar la holgura entre el sensor y rotor de la rueda (0.3mm).



Figura 2.16 Holgura entre sensor y rotor.

Fuente: http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=yMk4ZAxxp4M [16-junio-2013]

- Revisar el estado del rotor, que no se encuentre con impurezas, verificar el estado de los dientes, porque eso genera una lectura errónea en el sensor.



Figura 2.17 Estado de los dientes del rotor.

Fuente: http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=E4MODlrFTKM [16-junio-2013]

2.4.2 Comprobación del cuerpo hidráulico

En el cuerpo hidráulico se encuentra: Las electroválvulas, conjunto motor – bomba y acumulador de baja presión.

2.4.2.1 Comprobación de las electroválvulas

La prueba más común del cuerpo hidráulico, es la comprobación de funcionamiento de los actuadores, como la medición de resistencia y la de activación de los mismos.

- Inspeccionar el relé de la válvula solenoide.
- Comprobar el fusible de la válvula solenoide este suele ser de 40A.
- Ubicar los conectores de los actuadores, tanto el de las electroválvulas como del motor – bomba.

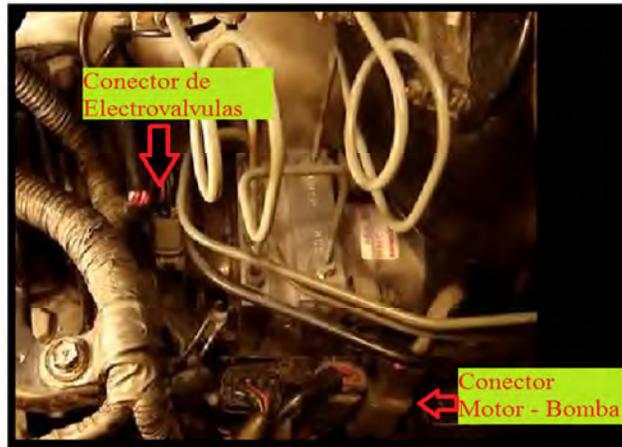


Figura 2.18 Conectores motor - bomba y electroválvulas.

Fuente: http://www.e-auto.com.mx/manual_detalle.php?manual_id=149 [16-junio-2013]

- Comprobar que los conectores se encuentre en buen estado, que los terminales no estén doblados.
- Conectar el multímetro entre los terminales de los actuadores, verificar la resistencia interna de las electroválvulas (5A) (Figura 2.19).



Figura 2.19 Comprobación resistencia electroválvulas.

Fuente: http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=jLp9wrGpF4k [16-junio-2013]

- Para la prueba de activación, se conecta una fuente de 12v a los actuadores (figura 2.20), se debe verificar los terminales que activan al solenoide que se requiera comprobar, estos varían de acuerdo al fabricante. Se alimenta a cada uno de los actuadores y por medio de un sonido que producen al activarse se verifica su funcionamiento. Esta prueba no debe durar más de 2 segundos en cada actuador.



Figura 2.20 Activación de los actuadores por medio de una fuente.

Fuente: http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=jLp9wrGpF4k [16 – junio -2013]

Designación para las siguientes inspecciones

- SFRH (S: Solenoide, F: Delantero, R: Derecho, H: Sujeción)
- SFRR (S: Solenoide, F: Delantero, R: Derecho, R: Reducción)
- SFLH (S: Solenoide, F: Delantero, L: Izquierdo, H: Sujeción)
- SFLR (S: Solenoide, F: Delantero, L: Izquierdo, R: Reducción)
- SRRH (S: Solenoide, R: Trasero, R: Derecho, H: Sujeción)
- SRRR (S: Solenoide, R: Trasero, R: Derecho, R: Reducción)
- SRLH (S: Solenoide, R: Trasero, L: Izquierdo, H: Sujeción)
- SRLR (S: Solenoide, R: Trasero, L: Izquierdo, R: Reducción)

Con la ayuda de un escáner se procede a comprobar cada uno de los actuadores del freno tanto para las ruedas delanteras como posteriores. El escáner será de gran ayuda para activar o desactivar cada uno de los actuadores, para eso se debe acceder al menú del escáner; Selección del vehículo / Frenos ABS / “Activation test” o ‘Test Actuadores’, dependiendo del escáner que se utilice (Figura 2.21), estos pueden ser de tipo genérico.



Figura 2.21 Ingreso al menú del escáner.

- **Inspección del solenoide del actuador del freno (para la rueda delantera derecha)**
 - Conectar el escáner
 - Arrancar el motor y dejarlo funcionar por algunos minutos en ralentí.
 - Acceder al menú del escáner como indica la figura 2.21
 - Activar simultáneamente los solenoides SFRH y SFRR.
 - Pisar el pedal de freno durante 15seg; Comprobar que el recorrido inicial se mantenga durante los 15seg. El pedal no debe descender más durante esta prueba, si el pedal de freno baja, indica que el estado de la válvula solenoide está en mal estado lo cual se debe cambiar el actuador.

- Acceder al menú del escáner como indica la figura 2.21. Y encender el motor relay, comprobar que el pedal de freno no vibra cuando se acciona el motor – relay. Si el pedal de freno baja durante ésta activación quiere decir que la junta de la válvula solenoide esta anómala, se debe sustituir el actuador.
 - Desactivar el motor – relay.
 - Pisar el pedal de freno y mantenerlo; Cuando se activen las válvulas solenoides SFRH y SFRR verificar lo siguiente.
 - Si el pedal de freno baja, indica que la válvula solenoide de retención está en mal estado, se debe sustituir el actuador.
 - Que el pedal de freno baje un poco más cuando sean desactivados los solenoides; Si el pedal de freno no baja indica que la válvula solenoide de reducción esta defectuosa, sustituir el actuador.
- **Inspección del solenoide del actuador del freno (para la rueda delantera izquierda)**
- Seguir el mismo procedimiento que se aplicó en la rueda delantera derecha para comprobar las válvulas solenoides de la rueda delantera izquierda. Tener en cuenta que ahora se activaran las válvulas solenoides SFLH y SFLR correspondientes para esta prueba.
- **Inspección del solenoide del actuador del freno (para la rueda posterior derecha)**
- Seguir el mismo procedimiento que se aplicó en la rueda delantera derecha para comprobar las válvulas solenoides de la rueda posterior derecha. Tener en cuenta que ahora se activaran las válvulas solenoides SRRH y SRRR correspondientes para esta prueba.

- **Inspección del solenoide del actuador del freno (para la rueda posterior izquierda)**
 - Seguir el mismo procedimiento que se aplicó en la rueda delantera derecha para comprobar las válvulas solenoides de la rueda posterior izquierda. Tener en cuenta que ahora se activaran las válvulas solenoides SRLH y SRLR correspondientes para esta prueba.

2.4.2.2 Comprobación funcionamiento Motor – Bomba

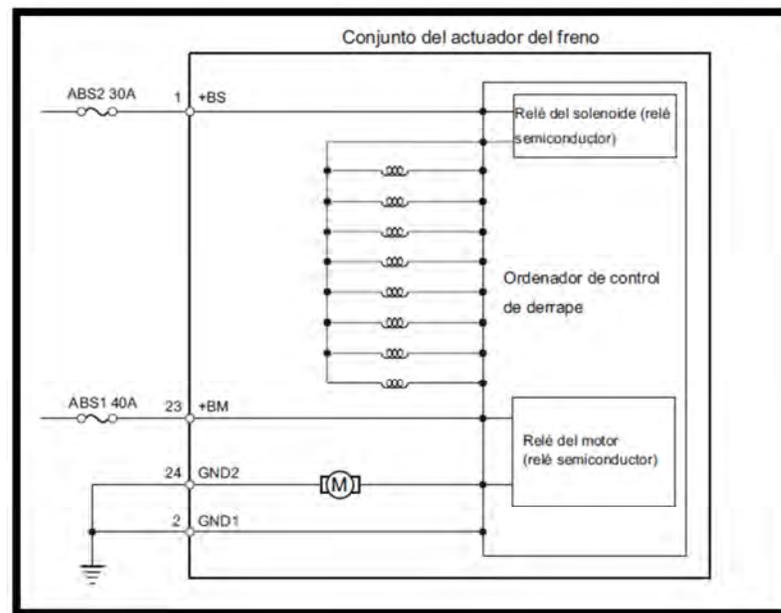


Figura 2.22 Diagrama circuito Motor - Bomba.

Fuente:

http://intranet.toyotaperu.com.pe/tdp_sit/data/DAIHATSU/TERIOS/TERIOS_SHORT/pdf/manual/9466/2-3-BC.pdf [18-junio-2013]

- Revisar fusible del motor – bomba. Este suele ser de 40A.
- Verificar los cables y el conector (sistema de alimentación del motor del ABS). Los terminales no deben presentar corrosión ni deformación (figura 2.23).
- Verificar la continuidad a masa entre GN1 y GN2 (figura 2.22)

- Verificar la tensión de alimentación entre el terminal 1 (+BS) y tierra (figura 2.22). Esta medición debe ser de 10 – 14V.



Figura 2.23 Conector del lado del mazo de cable.

Fuente:

http://intranet.toyotaperu.com.pe/tdp_sit/data/DAIHATSU/TERIOS/TERIOS_SHORT/pdf/manual/9466/23-BC.pdf [18 – junio - 2013]

- Comprobar si el circuito de alimentación del actuador está en corto. Verificar la continuidad entre el actuador del ABS (17) y tierra (figura 2.24).

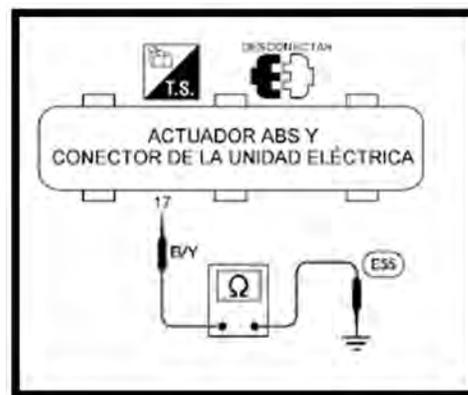


Figura 2.24 Comprobación alimentación actuador.

Fuente: <http://www.swedishbricks.net/700900FAQ/BrakesABS1.html> [18-junio-2013]

○ **Inspeccione el motor del actuador del freno**

- Conectar el escáner.
- Acceder al menú del escáner como indica la figura 2.21 y activar el motor como indica la figura siguiente.

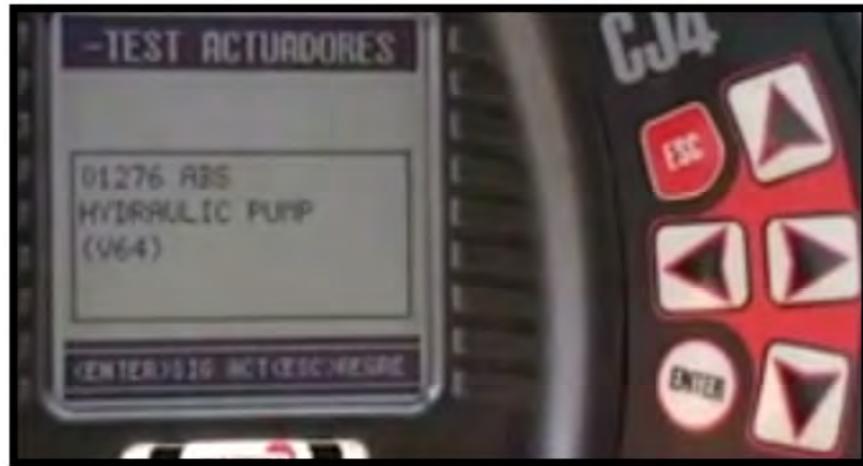


Figura 2.25 Activación del motor – bomba.

Fuente: <http://www.youtube.com/watch?v=8o2ZwuMVZHY> [18 – junio - 2013]

- Con el relé del motor activado, compruebe el ruido de funcionamiento del motor del actuador. Si no existe tal ruido se debe sustituir el actuador porque el funcionamiento del motor es anómalo.
- Pise el pedal del freno y manténgalo pisado durante unos 15 segundos. Asegúrese de que el pedal del freno no puede descender más al pisarlo.
- Con el relé del motor activado, compruebe que el pedal no vibra.
- Coloque el relé del motor en la posición OFF y suelte el pedal de freno.

2.4.3 Comprobaciones suplementarias

2.4.3.1 Indicador de luz de advertencia permanece encendido

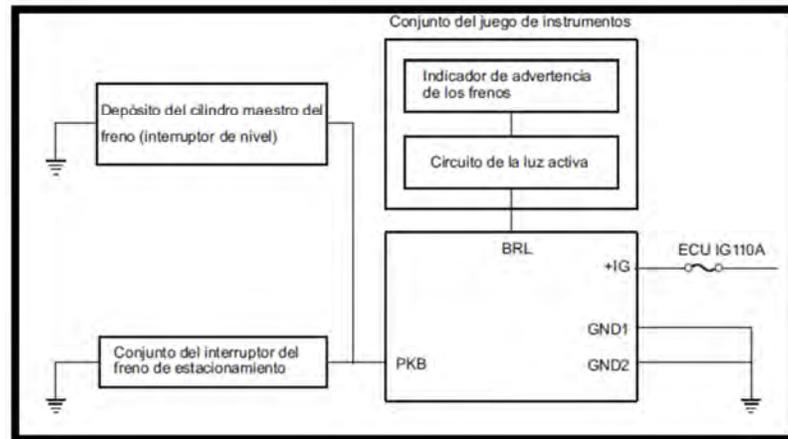


Figura 2.26 Circuito luz de advertencia.

Fuente:

http://intranet.toyotaperu.com.pe/tdp_sit/data/DAIHATSU/TERIOS/TERIOS_SHORT/pdf/manual/9466/23-BC.pdf [19-junio-2013]

- Desconectar el conector de interruptor de nivel de líquido de frenos en el cilindro maestro y verificar el estado del mismo.
- Verificar el conector del interruptor de nivel de líquido.
- Inspeccionar el conjunto del actuador de frenos (figura 2.26).
 - Verificar continuidad entre los terminales 2 (GND1) y 24 (GND2).
 - Comprobar la tensión entre terminal 25 (+IG) y masa, esta debe ser de 10 – 14V
 - Medir la tensión entre el terminal 32 (BRL) y masa, esta debe ser de 10 – 14V.
- Inspeccionar el interruptor del freno de estacionamiento.

2.4.3.2 Voltaje de la batería fuera de rango

- La batería esta defectuosa (descargada)
- Conexión defectuosa a tierra.
- Un conector está dañado
- Cable roto o en corto.
- El interruptor de encendido mal funcionamiento.

2.4.4 Borrado de los códigos de falla

- Conectar el escáner al vehículo.
- Acceder al menú del escáner en la opción de frenos ABS.
- Seleccionar la opción de borrar códigos.
- Con esta opción del escáner (figura 2.27) nos sirve para borrar de la EBCM el código de falla y apagar la luz del check una vez que se haya detectado y reparado las anomalías.

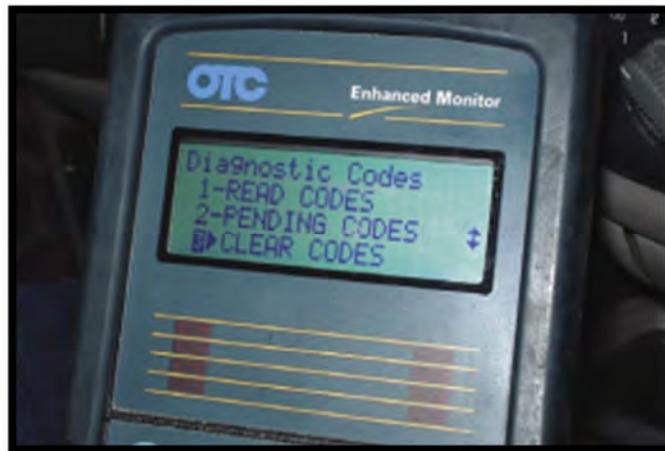


Figura 2.27 Borrado de códigos de falla.

Fuente: http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias_emprendizaje/scanner.pdf [19 - junio - 2013]

- Siempre nos pedirá confirmar borrar el código como se indica en la figura siguiente.



Figura 2.28 Confirmación de borrado de códigos.

Fuente: http://www.conevyt.org.mx/educhamba/guias_emprendizaje/scanner.pdf [19 - junio - 2013]

2.4.5 Diagrama de cableado

Las comprobaciones correspondientes a cada uno de los elementos del ABS pueden variar de acuerdo a los fabricantes en cuanto a mediciones de tensiones, resistencia, o la disposición de los terminales de la EBCM. Para determinar las fallas es necesario contar con diagramas de cableado para determinar valores de voltaje y resistencia y así conocer las conexiones como indica la figura 2.29

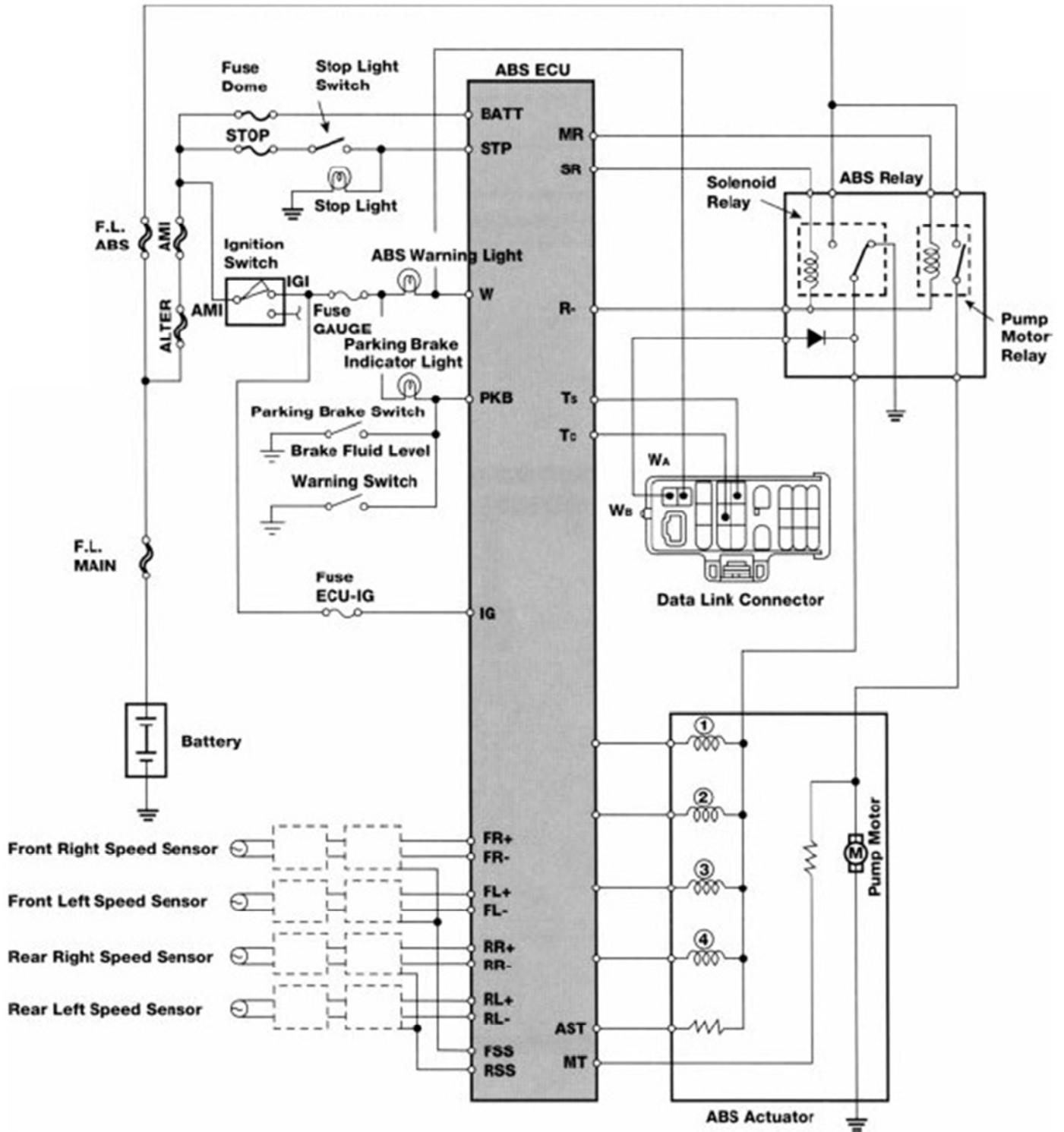


Figura 2.29 Diagrama eléctrico.

Fuente: <http://www.wiringdiagrams21.com/wp-content/uploads/2008/07/Toyota-Anti-Lock-Brakes-Electrical-Wiring-Diagram-Manual-.jpg> [19-junio-2013]

CAPITULO III

ANÁLISIS DE COSTOS

3.1 Precio Unitario

El precio unitario de un producto es el costo de cada unidad, permite comparar el valor de la misma cantidad de productos en diferentes dimensiones. Se utiliza para encontrar el precio de un producto individual cuando se compra más de uno. El precio unitario de cada uno de los elementos es necesario antes de la ejecución del proyecto, para eso es necesario tener una estimación de costos.

3.1.1 Estimación de costos

3.1.1.1 Costo

Es la inversión que se realiza con la finalidad de construir un bien, comercializar un producto y prestar un servicio, estos son importantes a la hora de tomar una decisión para la mejora de resultados. El costo está formado por el precio de la materia prima, el precio de mano de obra directa, mano de obra indirecta y costos generales de producción (figura 3.1).

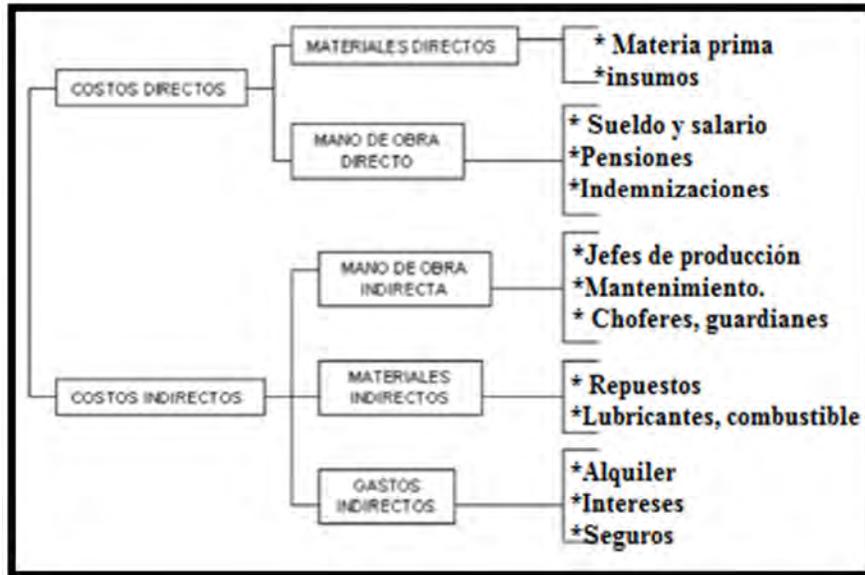


Figura 3.1 Clasificación de costos.

Fuente: <https://docs.google.com/document/d/1QAWjOApQs6kh0Q5OzjpnHqIgbMrYNbhQiu-icE6ed4/edit?pli=1> [20 – jun – 2010]

El costo total para la fabricación del banco didáctico de frenos ABS se obtiene al sumar el total de materia prima más la mano de obra directa más los costos indirectos de fabricación. (CT= Mat. Prima + MOD + CIF.)⁹

3.1.1.2 Clasificación de costos

- **Materia prima directa**

Son materiales que forman parte del proceso productivo y transforman en una parte o en la totalidad el producto final, esta materia prima se puede medir, contar o pesar, en forma unitaria de producción. Así se puede medir la cantidad de acero que se utiliza para la fabricación del banco didáctico de frenos.

⁹ Formula costo total.

<https://docs.google.com/document/d/1QAWjOApQs6kh0Q5OzjpnHqIgbMrYNbhQiu-icE6ed4/edit?pli=1>
[20 – junio – 2013]

- **Mano de obra directa**

Es la mano de obra que se aplica directamente en las áreas que tienen relación con la producción o prestación de servicio, es generada por el operario que realiza la actividad.

- **Costo indirecto de fabricación**

Son aquellos que no se relacionan con costos de manufactura, pero contribuyen y forman parte de la fabricación del producto, los costos indirectos de fabricación comprenden la mano de obra indirecta, materiales indirectos, tiempo y servicios públicos para la fabricación del bien.

3.1.1.3 Estimación de costos

“Los costos estimados representan únicamente una tentativa en la anticipación de los costos reales y están sujetos a rectificaciones a medida que se comparan con los mismos. Este sistema consiste en:

Predeterminar los costos unitarios de la producción estimando el valor de la materia prima directa, la mano de obra directa y los cargos indirectos que se consideran se deben obtener en el futuro, comparando posteriormente los costos estimados con los reales y ajustando las variaciones correspondientes.”¹⁰

Al momento de obtener una estimación de costos (presupuesto) hay que diferenciar elementos que se los compra directo de un almacén, por lo que el precio será fijo, mientras habrá procesos como de mecanizado, programación, pruebas, que su costo variará de adecuado a la persona que fabrique el producto.

Otros costos que intervienen en el precio final del producto son transporte y montaje, pero estos no serán tomados en cuenta debido a que éste proyecto se debe realizar en las instalaciones del taller automotriz de la Universidad del Azuay, que cuenta con la maquinaria necesaria para la elaboración del banco didáctico de frenos ABS.

¹⁰ Estimación de costos <http://www.gerencie.com/costos-estimados.html> [20-junio-2013]

3.1.1.4 Características de los costos y estimación

- “Los costos son aproximados.
- La estimación de costos deben adaptarse a los cambios de tecnología de ejecución.
- El costo de un bien presenta una serie de valores cambiantes con el tiempo.”¹¹
- Los costos pueden variar de acuerdo a proveedores.

3.1.2 Precio unitario de los materiales y componentes

CANT.	DENOMINACION	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Pedal de freno		\$9
4	Conjunto de freno (Disco, Mordaza, Portamordaza, Eje)	\$60	\$240
1	Servofreno		\$50
1	Cilindro maestro		\$35
1	Conjunto ABS (EBCM- Unidad hidráulica)		\$300
4	Sensores ruedas	\$20	\$80
4	Rotor de rueda	\$12	\$48
2	Manómetro	\$30	\$60
3	Acero Estructural (25*50*2) de 6m c/u	\$20	\$60

¹¹ Características costos. <http://es.scribd.com/doc/20604084/Analisis-de-Precios-Unitarios> [20-jun-2013].

1	Motor eléctrico ½ hp *		\$80
1	Reductor de velocidad		\$160
2	Poleas dobles	\$7.5	\$13
2	Poleas de 12plg	\$12	\$24
4	Poleas (6-7-6.5)	\$6	\$24
4	Ruedas	\$6	\$24
6	Bandas	\$12	\$72
2	Juegos de pastillas	\$25	\$50
1	Conductos de cobre (5m)		\$20
10	Racores	\$3	\$30
1	Líquido de freno DOT3		\$7
1	Sensor pedal de freno		\$20
2	Luces indicadores	\$5	\$10
	SUBTOTAL		\$1396
	Imprevistos 15%		\$209.4
		TOTAL	\$1605.4

Tabla 3.1 Precio unitario de los componentes.

Cada uno de estos valores presentados en la tabla anterior, fueron obtenidos a partir de un estudio de campo, investigando los costos de cada componente en casas autorizadas, talleres que tienen ciertos elementos como “chatarra” y en almacenes autorizados que se dedican a la venta de repuestos usados. Estos precios corresponden al sistema de frenos ABS de un vehículo Toyota Yaris 2007, los cuales pueden variar de acuerdo a los proveedores.

3.2 Costo de la mano de obra

Costo de la mano de obra se puede definir como la retribución, salario y/o sueldo, al esfuerzo humano durante las operaciones específicas de producción. El presupuesto de la mano de obra representa un costo importante que es fácil de identificarlo en la fabricación de cada producto.

En este caso este costo estará dentro de la elaboración de la estructura que soporta los elementos, la cual será fabricada por un estudiante de la carrera de Ingeniería Automotriz. Para calcular este costo, se sabe que el conjunto que se fabrica es la suma de varios costos, como el de materiales empleados, el costo de las operaciones ejecutadas, así también como la de su montaje y salarios a trabajadores que participen en el proceso de fabricación.

Este costo de mano de obra se puede definir por la fórmula 3.1:

$$Ct = \Sigma M + \Sigma S + \Sigma C_{op} + C_C \quad (3.1)$$

ΣM : Costo del material (\$)

ΣS : Costo de salarios (\$)

ΣC_{op} : Costos de operaciones.

C_C : Costos complementarios.

De estos datos el costo del material (Acero estructural) ya se tiene, por lo que hace falta el costo de operaciones y el de salario que se lo analiza a continuación.

El costo de operaciones “ C_{op} ” (3.2) está determinado por:

$$C_{op} = C_{maq} + C_{herr} + C_{afil} \quad (3.2)$$

C_{maq} = Costo de maquinaria

C_{herr} = Costo de herramientas.

C_{afil} = Costo de afilado (si es que es necesario).

Como se puede observar los factores están especialmente destinados a los costos de mecanizado, la mayoría de operaciones en la elaboración del proyecto sería la de soldadura, mientras que el aserrado no supondría un tiempo mayor debido a que el corte del material es por piezas grandes.

3.2.1 Costo de soldadura

Este costo se obtendrá en forma aproximada, para eso es necesario aplicar la fórmula del precio de coste de metro lineal de cordón de soldadura eléctrica por arco (3.3) y está dado de la siguiente manera:

$$P = P_p + P_s + P_k \quad (3.3)$$

P = Costo soldadura por longitud – unidad

P_p = Costo preparación de piezas

P_s = Costo de la soldadura

P_k = Costo proporcional del gasto en general en el taller.

Dentro del costo de soldadura “ P_s ” (3.4) tenemos factores que intervienen en ese valor dado por la siguiente ecuación.

$$P_s = P_n * n + P_t * T + P_w * W \quad (3.4)$$

P_n = Precio de un electrodo

n = Número de electrodos por metro lineal de cordón de soldadura.

P_t = Precio de la hora del soldador.

T = Tiempo invertido en soldadura

P_w = Precio kw/h

W = Consumo de kw/h de energía eléctrica.

Los valores P_n , P_r y P_w son valores que se conocen. Para determinar n , T y W se empieza por calcular el peso por longitud de soldadura “ M ” (3.5). Esto dado de la siguiente manera.

$$M = C * e^2 \quad (3.5)$$

M = Peso por longitud de soldadura

C = Coeficiente para material de aportación.

E = Espesor de la pieza a soldar.

Los valores de C se obtienen de la siguiente tabla:

PREPARACIÓN DE LA JUNTA	ÁNGULO DE LA RANURA					CORDÓN		
	50°	60°	70°	80°	90°	Cóncavo	Plano	Convexo
1							10	
2	4.3	5.4	6.6	7.8	9.4			
3	2	2.6	3.2	.8	.5			
4						2.5	4	5
5	2.3	2.9	3.5	4.2	5			

Tabla 3.2 Valores del coeficiente C para el cálculo del peso del metal de aportación.

Fuente: Toalongo M, Fundamentos de la soldadura, segunda edición, pag.193 [20 – junio – 2013]

La soldadura a aplicar para la unión de material en la estructura es un cordón plano, debido a que esta es la más común y también se deberá tomar en cuenta que la unión del material será en 90 grados, lo cual el valor de C será de 4. Para determinar el valor de “e” es necesario saber el ancho del cordón de la soldadura, pero en este caso la unión será de 90 grados por lo cual el valor que se toma es el del ancho del electrodo, que suele ser de 3,25mm.

Aplicando (3.5)

$$M = C * e^2 = 42.25g$$

Ahora se calculará el peso de metal aportado por metro de soldadura “m” (3.6), lo cual se lo determina de la siguiente manera:

$$m = \frac{\pi * D^2}{4000} * l * d * \delta \quad (3.6)$$

D = Diámetro del electrodo. (3.25mm)

d = densidad del electrodo (7.8 g/cm^3)

L = Longitud del electrodo (300mm aprox.)

δ = Rendimiento gravimétrico. (0.8)

“En general el rendimiento gravimétrico oscila alrededor de 0.8 pero en determinados tipos de electrodos puede ser superior a la unidad.”¹²

Aplicando (3.6), el metal aportado por metro de soldadura será:

$$m = \frac{\pi * D^2}{4000} * l * d * \delta = \frac{3.1416 * 3.25^2}{4000} * 300 * 7.8 * 0.8$$

$$m = 15.529g$$

Por lo tanto el número de electrodos “n” (3.7) necesarios por metro lineal de soldadura será:

$$n = \frac{M}{m} \quad (3.7)$$

$$n = 2.72 \approx 3 \text{ electrodos * c/metro}$$

Ahora procedemos a determinar el tiempo ‘T’ (3.8) necesario para la ejecución de metro lineal de soldadura, se lo determina por la formula siguiente.

$$T = \frac{t * M}{d} \quad (3.8)$$

T = Tiempo total

M = Peso de metal depositado.

d = Densidad del acero

¹² Rendimiento Gavimétrico: Dr. Toalongo M., Fundamentos de soldadura, 2da edición, pag.148. [20 – junio - 2013]

El tiempo “t” necesario para depósito de 1cm^3 de soldadura se puede obtener de la siguiente tabla.

Diámetro del electrodo D en mm	2	2.5	3.25	4	5	6	8
Tiempo t en segundos	120	86	60	42	31	24	16

Tabla 3.3 Tiempos necesarios para depositar 1cm^3 de soldadura.

Fuente: Toalongo M, Fundamentos de la soldadura, pag. 190 [20 – junio - 2013]

Aplicando 3.8.

$$T = t * \frac{M}{d} = 325 \text{ seg.} = 5.14 \text{ min}$$

Por último se determina el consumo de energía “W” para depositar un metro lineal de soldadura (3.9). “Se ha determinado experimentalmente que para depositar 1cm^3 de metal de aportación se necesita 0.003kwh . Por lo tanto se determina de la siguiente manera”.¹³

$$W = 0.03 \frac{M}{d} \quad (3.9)$$

Aplicando (3.9), el consumo de energía es:

$$W = 0.03 \frac{42.25}{7.8} = 0.1625 \text{ kwh}$$

Ahora se determina el costo de soldadura. Se lo realiza aplicando la fórmula (3.4)

$$P_s = P_n * n + P_t * T + P_w * W$$

¹³ Consumo energía en metro lineal de soldadura: Dr. Toalongo M., Fundamentos de soldadura, 2da edición, pag.149. [20 – junio - 2013]

- El electrodo en nuestro medio se vende por libras, lo cual el precio de la libra es de \$3. En la libra aproximadamente vienen 10 electrodos, lo cual es suficiente para este caso.
- Valor de la hora: Se toma dividiendo el sueldo básico mensual para las 240 horas de trabajo al mes. Por lo cual en nuestro medio la hora de trabajo de un soldador será de \$1.31. Al hacer una encuesta directa a propietarios de talleres de mecánica industrial ellos dicen que el costo de una hora de trabajo es aproximadamente \$6.75.
- El valor de kwh en ecuador varía de acuerdo a la temporada, un valor promedio es de 0.07kwh.¹⁴

$$P_s = (3 * 3) + (6.75 * 0.0857) + (0.07 * 0.1625)$$

$$P_s = \$6.79 \text{ *El precio por cada metro de soldadura.}$$

$$C_t = 8.79 * 3m = \$26.37$$

3.2.2 Costo de diseño de placa electrónica

La fabricación de esta placa electrónica será para realizar una simulación de fallas del sistema de frenos ABS, el cual permitirá provocar fallas en el sistema para realizar las pruebas correspondientes que se debe dar a cada elemento. Para eso se deberá buscar la ayuda de un ingeniero electrónico, el cual dará un soporte técnico para realizar la programación y la simulación, en un *software* de programación básica como C++, Visual Basic o Labview.

El costo de asesoría de un ingeniero electrónico varia de \$20 – 25 la hora, según algunos profesionales. Un experto indicó que una simulación para este fin tomaría cerca de unas 15 horas. Y que los materiales para la fabricación de la placa electrónica no sobrepasarían los \$30 ya que componentes electrónicos no son costosos.

$$C_t = 15 * 20 = 300 + 30 = \$330$$

¹⁴Valor de la electricidad en ecuador. <http://www.telegrafo.com.ec/actualidad/item/nuevas-tarifas-se-definen-segun-nivel-de-consumo.html>

Este costo puede variar si los fabricantes del banco de frenos ABS tienen el conocimiento de la utilización de un *software* de programación.

3.3 Costo total

Una vez indicado los valores de cada uno de los componentes, material y mano de obra, como indica la tabla 3.4 se puede llegar a un aproximado para el costo final del banco didáctico de frenos ABS.

Costo de los Materiales	\$1605.4
Costo mano de obra	\$26.37
Costo de la placa electrónica.	\$330
SubTotal	\$1961
I.V.A(12%)	\$177
Imprevisto (15%)	\$282
Total	\$ 2400

Tabla 3.4 Costo Total.

Estos precios pueden variar de acuerdo a los proveedores. Sin embargo el costo de la placa electrónica puede disminuir el costo final si los fabricantes de la maqueta no requieren asesoría de un Ing. Electrónico para la programación de la placa electrónica para la simulación de las fallas. El Impuesto al Valor Agregado (I.V.A) en algunos casos no será necesario ya que algunos componentes pueden ser donación por parte de talleres de mecánica automotriz, que tienen ciertos elementos que han sido reemplazados en un vehículo y funcionan correctamente, y en esos casos no será necesario la facturación con IVA.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los frenos ABS (*Antilock Brake System*) evita el bloqueo de las ruedas que permite mantener el control del vehículo en situaciones de frenadas repentinas, debido al trabajo que cumple cada uno de los componentes electrónicos, mecánicos e hidráulicos.

Como resultado del estudio y análisis del funcionamiento del sistema antibloqueo de las ruedas se realizó un esquema digital para un banco didáctico de frenos ABS, el cual permitirá realizar pruebas, simular fallas e identificar los componentes de este sistema.

El mantenimiento del sistema de frenos ABS se realiza con equipos de última tecnología y herramientas de tipo genérico, que sirven de ayuda para la detección de códigos de falla, anomalías y para dar un correcto diagnóstico a los frenos ABS, las mismas se pueden encontrar en un taller automotriz.

Es factible la construcción del banco didáctico de frenos ABS, ya que todos los componentes que se utilicen para el montaje se pueden encontrar en el mercado local y de manera accesible, además el costo de la mano de obra no es excesivo lo que resulta favorable para el proyecto.

Se recomienda para la implementación de este proyecto tener en cuenta el presente estudio, como el esquema del banco didáctico de frenos ABS el cual facilitará la construcción debido a que todos los componentes se encuentran ubicados de tal manera que se puedan realizar prácticas en el mismo y sin dificultades.

Contar con material didáctico de este tipo en un centro educativo será de gran ayuda para el proceso de enseñanza y aprendizaje del estudiante en cuanto a funcionamiento, detección de fallas y diagnóstico al sistema de frenos ABS.

BIBLIOGRAFIA

- AGUEDA, Casado Eduardo; MORALES, Tomas; NAVARRO, José Martin, (2003) **Sistemas de transmisión y frenado**, Editorial Thomson – Paraninfo, Madrid España.
- ALONSO, José Manuel. (2008) **Sistemas de seguridad y confortabilidad** 4ta edición, Editorial Paraninfo. Madrid España.
- ALONSO, José Manuel, (2003) **Electromecánica de vehículos**, 4ta edición, Editorial Thomas – Paraninfo, Madrid España.
- ALONSO, José Manuel, (2009) **Técnicas del automóvil equipo eléctrico**, 1ra edición, Ediciones Paraninfo, Madrid España.
- ASTUDILLO, Manuel, (2010), **Tecnología del automóvil**, 1ra Edición, Editorial Paraninfo, Madrid España.
- BOSCH, Robert, (2005) **Sistemas de estabilización del vehículo**, Serie Amarilla, Editorial Robert Bosch GMBH, Plochingen, Alemania.
- BOSCH, Robert, (2003) **Sistema de freno convencionales y electrónicos**, Serie Amarilla, Editorial Robert Bosch GMBH, 3ra edición, Plochingen, Alemania.
- BOSCH, Robert, (2005) **Manual de la técnica del automóvil**, Editorial Robert Bosch GMBH, 4ta edición, Plochingen, Alemania.
- BOYLESTAD, Robert; NASHELSKY, Louis, (2011) **Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos**, 10ma edición, Editorial Pearson, México.
- CEAC, (2007) **Manual ceac del automóvil**, Ediciones Ceac, Editorial Lexus, Barcelona España.
- GIL MARTINEZ, Hermogenes, (2005), **Manual del automóvil reparación y mantenimiento**, Editorial Cultura S.A., Madrid España.
- OROZCO CAUTTLE, Jose Luis, (2008), **Reparación del sistema de frenos convencionales y ABS**, Editorial México digital comunicación, México.
- PARERA, Albert Marti, (20029), **Sistemas de seguridad y confort en vehículos automóviles**, Editorial Marcombo, Barcelona, España.
- RIBBENS, William. (2008) **Electrónica automotriz**. LIMUSA, México.
- MANUAL DE SERVICIO DEL TOYOTA YARIS.

CITAS BIBLIOGRAFICAS

- Función frenos ABS http://www.areatecnologia.com/el_abs.htm [13 – mayo - 2013]
- Componentes frenos ABS www.bosch.com [13 – mayo - 2013]
- Control electrónico de frenos ABS <http://es.scribd.com/doc/69827158/11/CONTROL-ELECTRONICO-DE-FRENOS-ABS> [13- mayo 2013]
- Antilock Brake system <http://www.slideshare.net/volverisimo/abs-14015174> [13 -mayo - 2013]
- Manuales de mantenimiento www.manualesdemecanica.com [15 – mayo – 2013]
- Manuales de mantenimiento www.amigospeugeot.com [15 – mayo - 2013]
- Simbología frenos ABS http://www.andriuz.skynet.lt/soft/auto/Toyota%20Corolla%20Manual%20Cd%200Corolla/rm/rm1129s/m_01_0037.pd [20 - mayo - 2013]
- Funcionamiento de frenos ABS <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn75.html> [20- mayo - 2013]
- Funcionamiento hidráulico de frenos ABS <http://es.scribd.com/doc/8717257/TC-Sistemas-de-Frenos-Antibloqueo-ABS> [23- mayo - 2013]
- Circuito eléctrico ABS http://www.andriuz.skynet.lt/soft/auto/Toyota%20Corolla%20Manual%20Cd%200Corolla/rm/rm925s/m_05_0600.pdf [28 - mayo - 2013]
- Códigos de falla Toyota Yaris <http://www.andriuz.skynet.lt/soft/auto/> [7 – junio - 2013]
- Manual de reparación de frenos <http://www.manualesdemecanica.com/social-network/groups/viewgroup/201-manuales-de-taller-de-coches.html> [20-junio - 2013]
- Diagnóstico de frenos ABS http://www.youtube.com/watch?v=sg-SJFX_Ju4 [21 – junio - 2013]

ANEXOS

Anexo 1.1: Banco didáctico frenos ABS (Lam. 1)

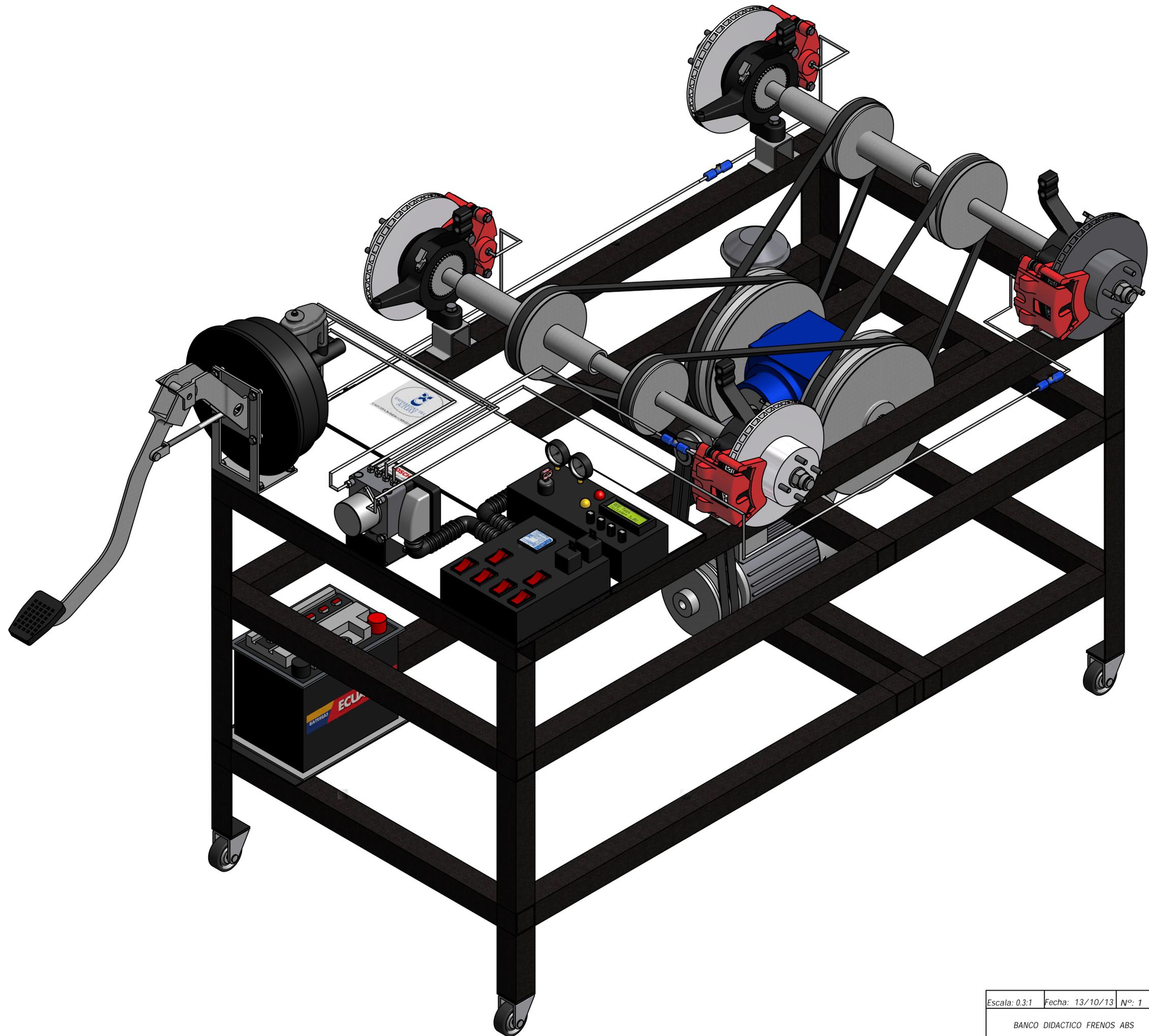
Anexo 1.2: Banco didáctico frenos ABS (Lam. 2)

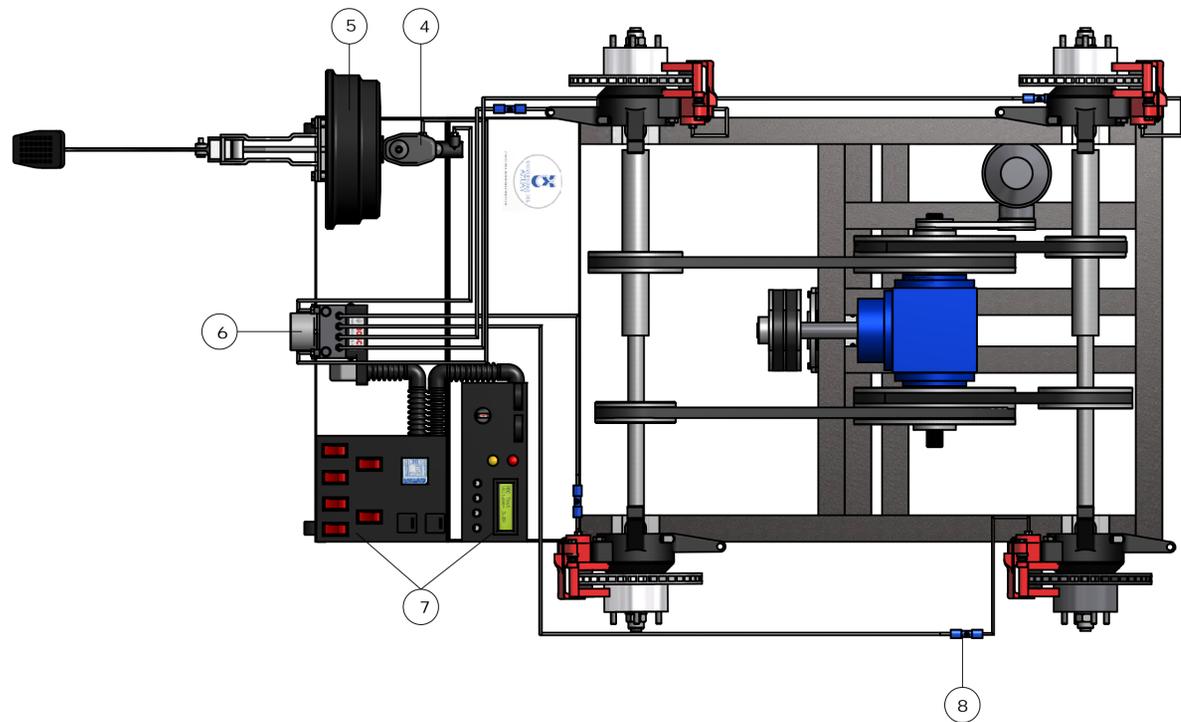
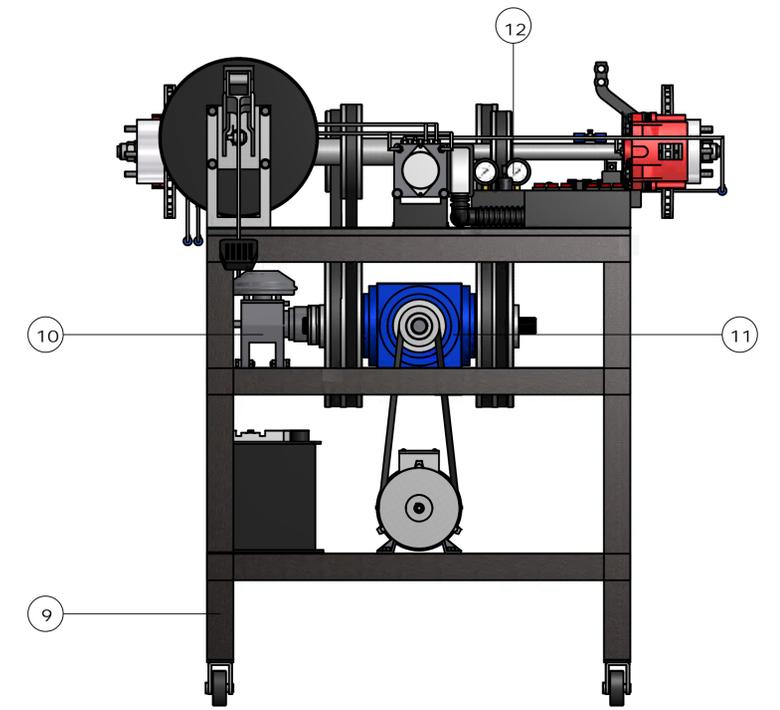
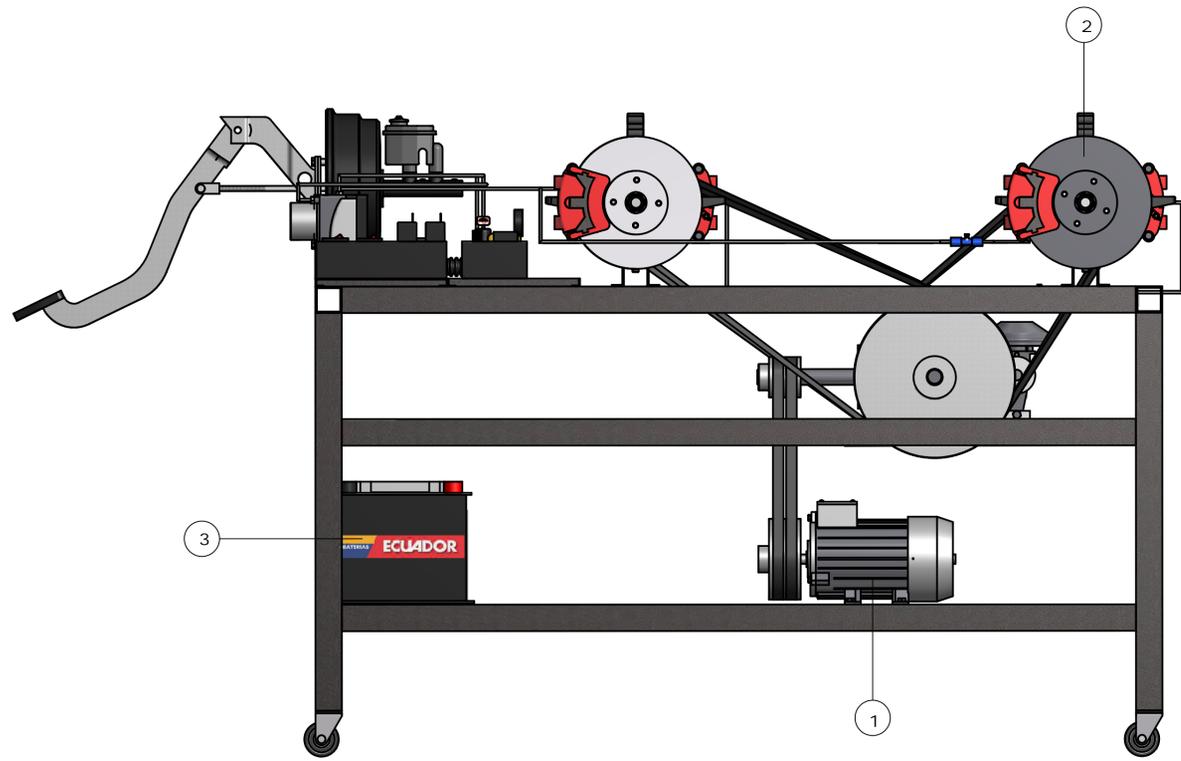
Anexo 1.3: Estructura metálica banco didáctico frenos ABS (Lam.3)

Anexo 1.4: Componentes frenos ABS (Lam. 4)

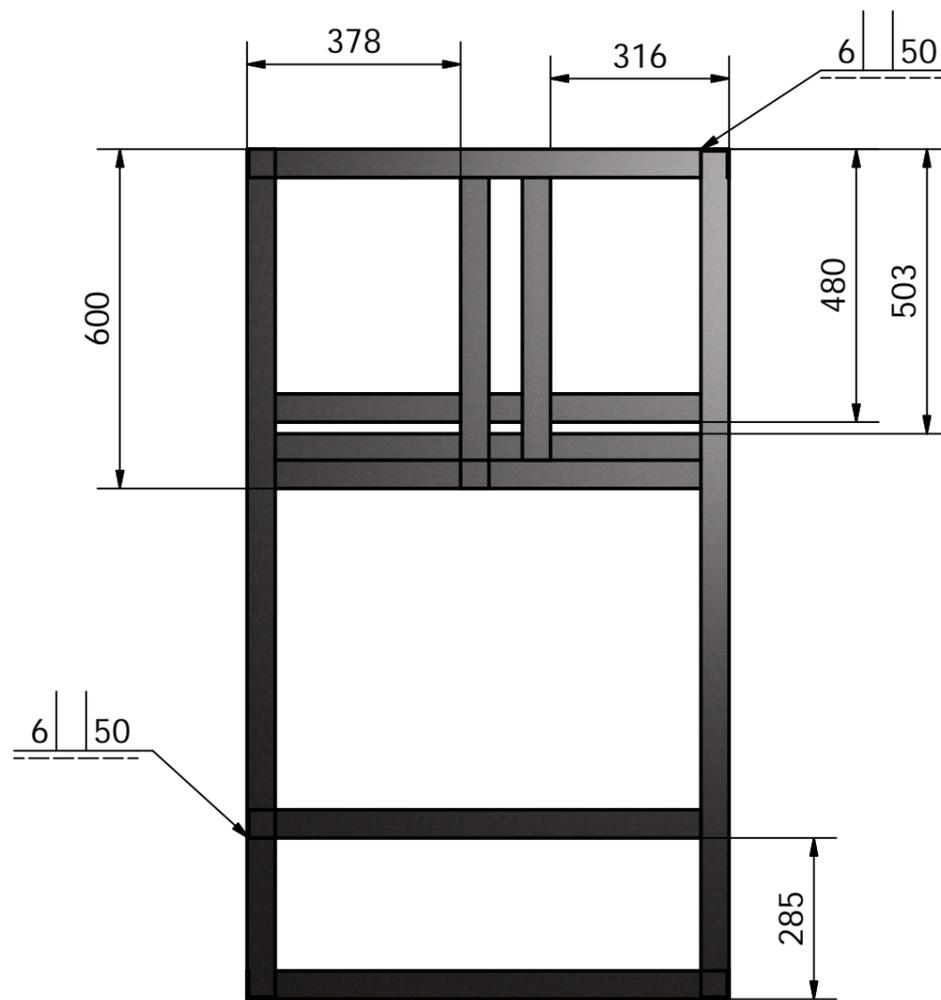
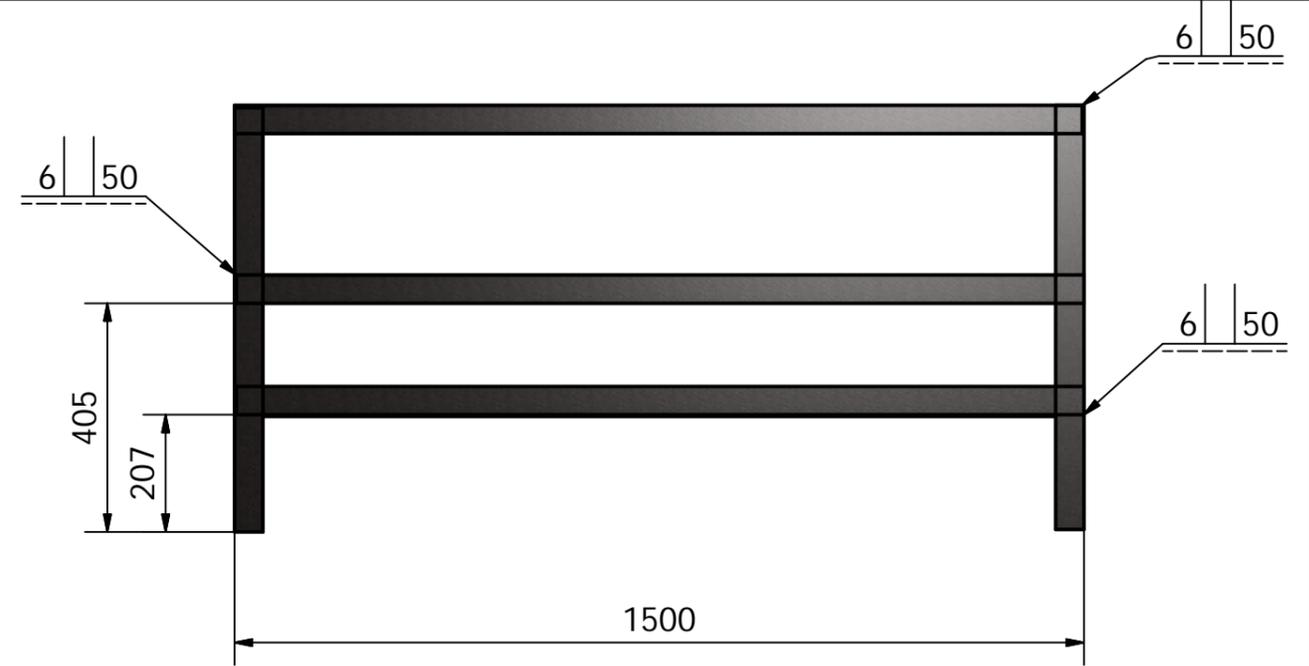
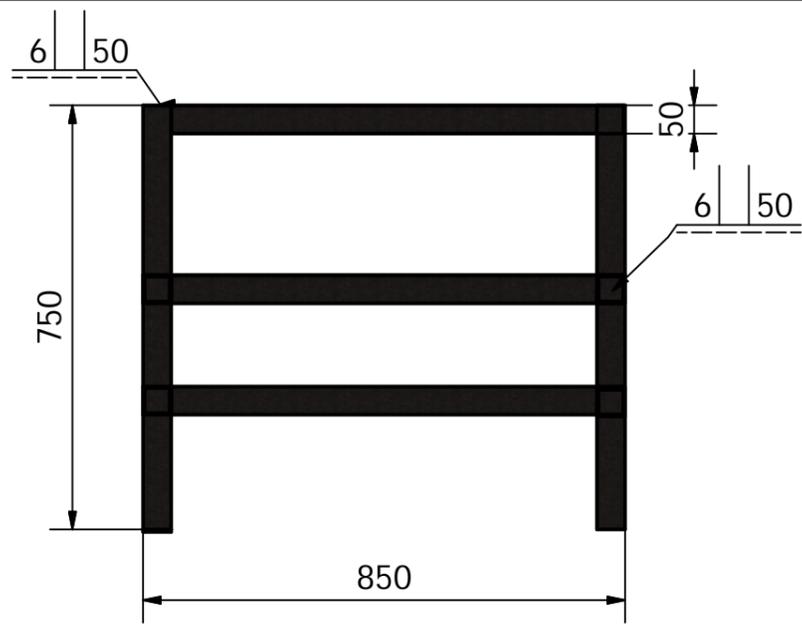
Anexo 1.5: Componentes de freno convencional. (Lam. 5)

Anexo 1.6: Componentes adicionales del banco de frenos ABS (Lam. 6)

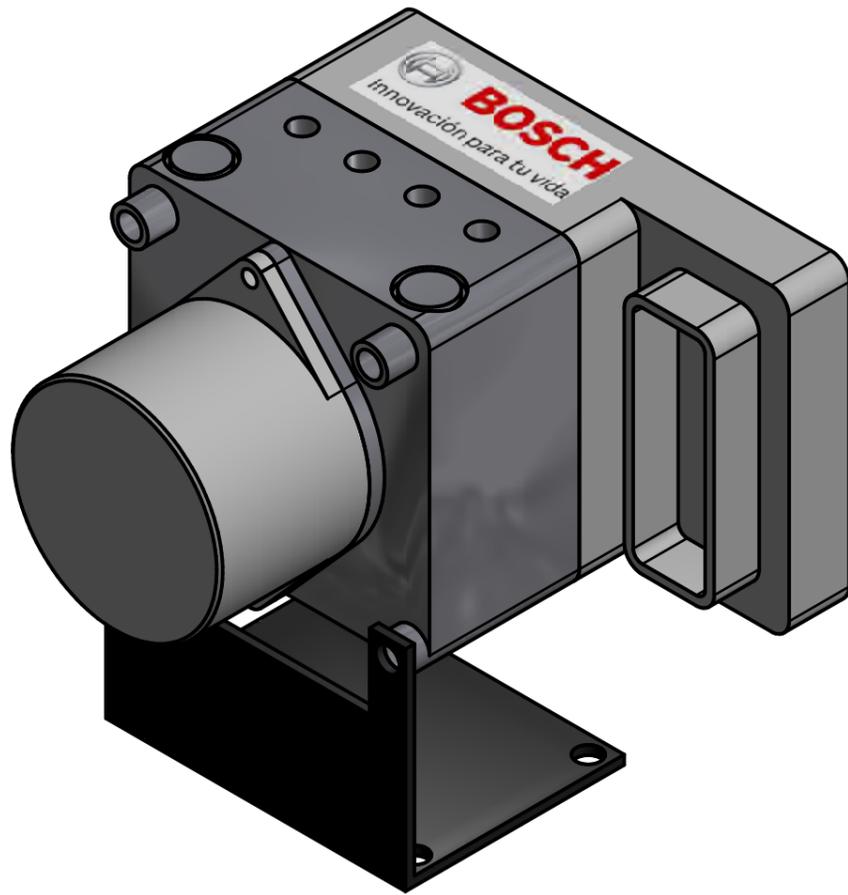




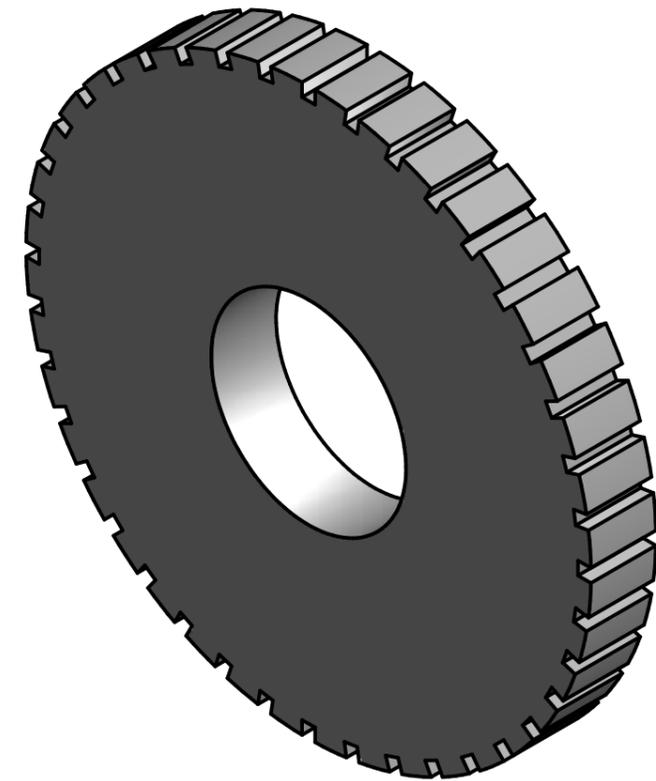
Marca	Cantidad	Denominación	Material	Observaciones
	2	Manómetro	Ac. Inox. & Termoplástico	
	1	Reductor de velocidad	Hierro gris	
	1	Bomba de vacío	Aluminio	
	1	Estructura metálica	Ac. Estructural	
	4	Válvula control líquido frenos	Polietileno	
	2	Simulador fallas ABS.		
	1	Unidad hidráulica & EBCM	Al & Polipropileno	
	1	Servofreno		
	1	Bomba de freno	Aluminio	
	1	Batería de plomo	Polipropileno	
	4	Frenos de Disco	Fundición gris	
	1	Motor eléctrico.	Hierro gris	



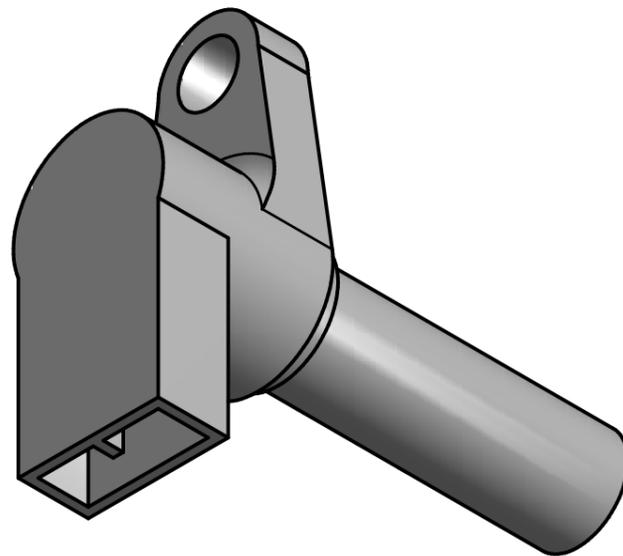
1	1	Estructura metálica	Ac. Estructural	Soldadura en las uniones
Marca	Cantidad	Denominación	Material	Observación
Escala: 0.8:1		Fecha: 13/10/13	Nº: 3	UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA 
Estructura metálica banco didáctico frenos ABS		Autor: Caguana C. Especialidad: I.M.A. Aprobado por: Ing. Muñoz F.		



Unidad Hidráulica, EBCM.



Rueda Fonica ABS

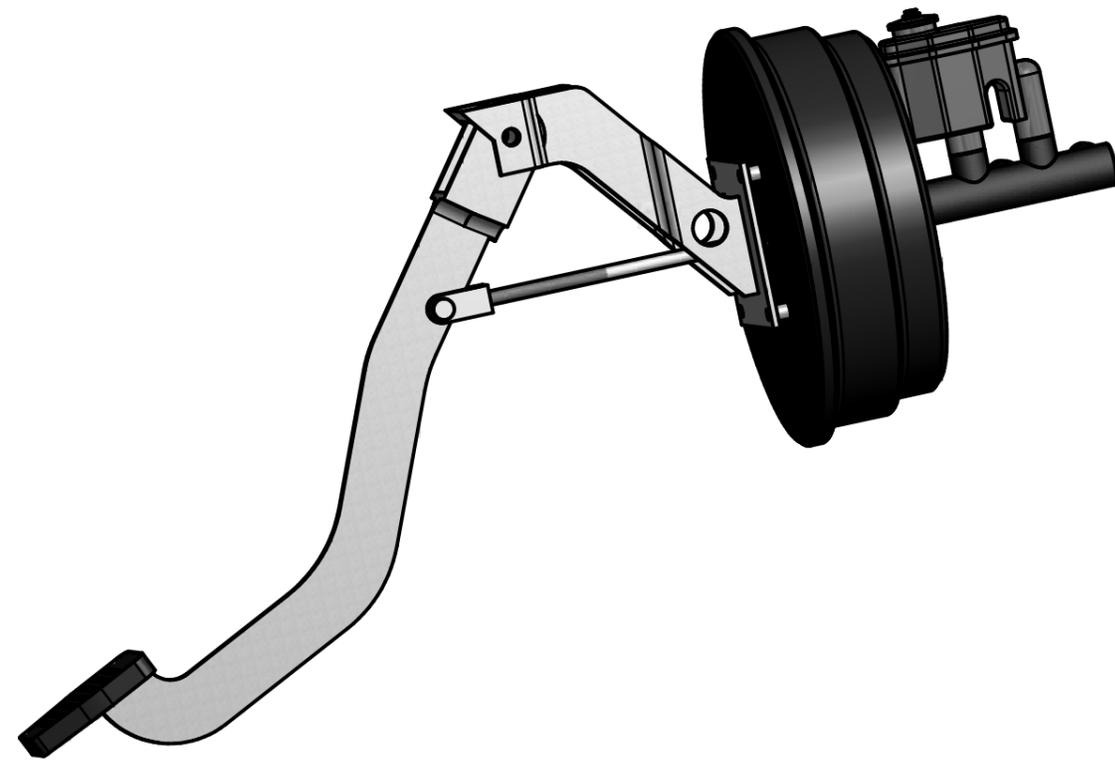


Sensor de Velocidad ABS

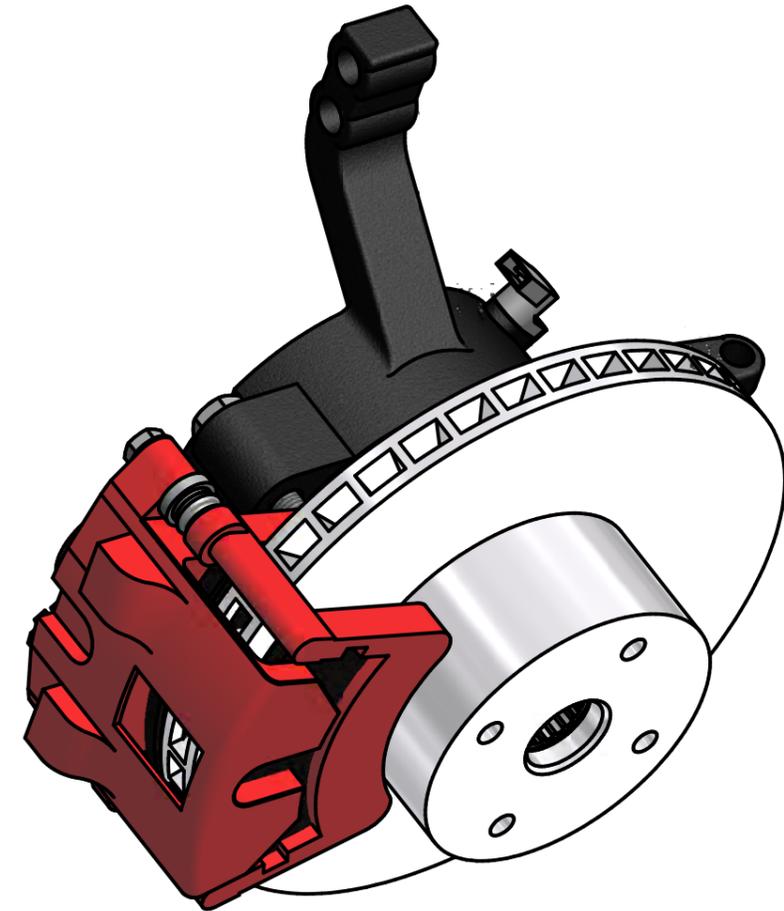


Luces Indicadoras ABS

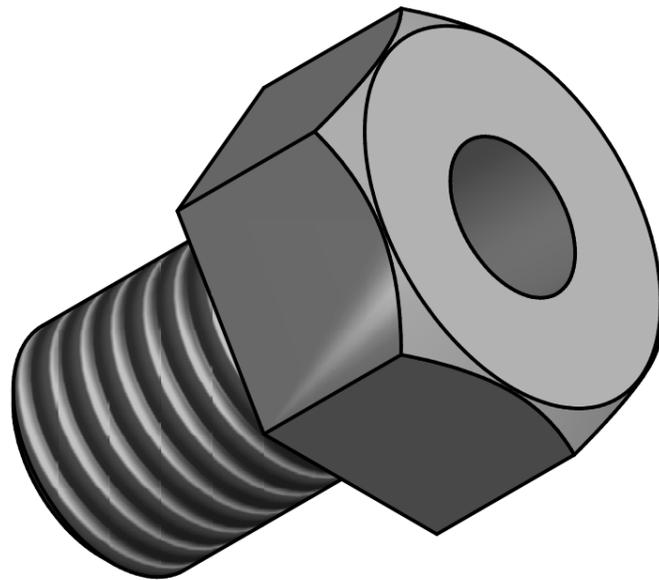
Escala: 1:1	Fecha: 13/10/13	Nº: 4	UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	
Componentes Frenos ABS				
			Aprobado por: Ing. Muñoz F.	



Pedal, Servofreno, Cilindro Maestro



Frenos de Disco

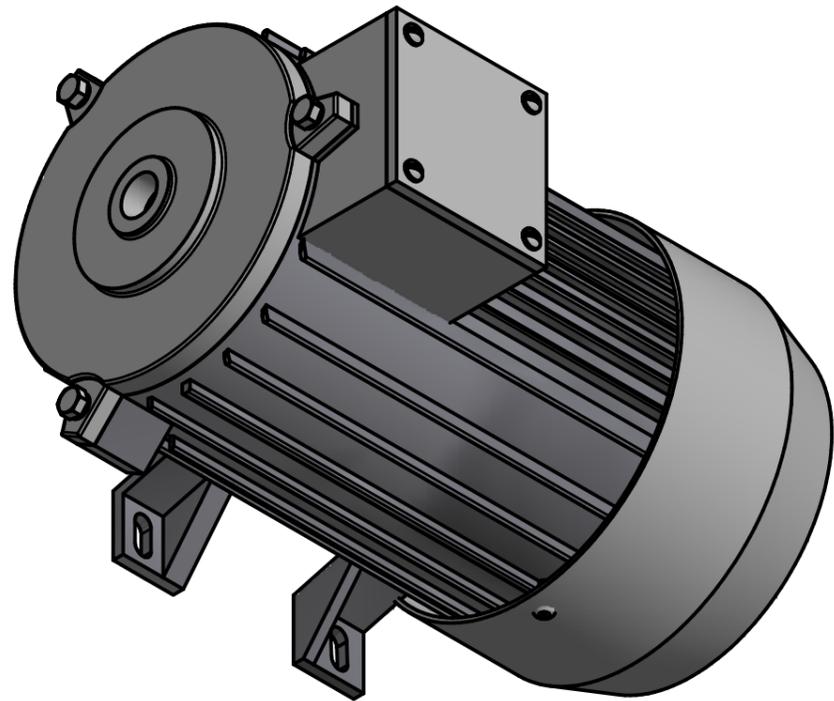


Racores

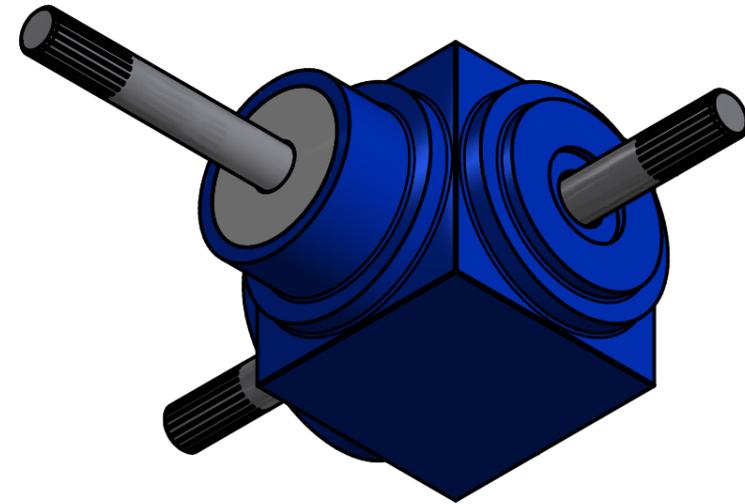


Cañerías

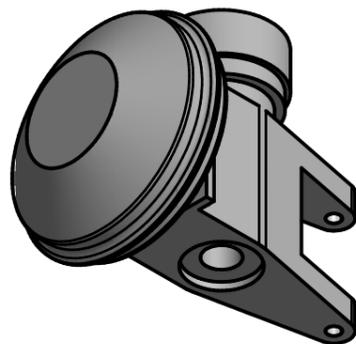
<i>Escala: 1:1</i>	<i>Fecha: 13/10/13</i>	<i>Nº: 5</i>	UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA 
<i>Componentes de freno convencional</i>			
			<i>Aprobado por: Ing. Muñoz F.</i>



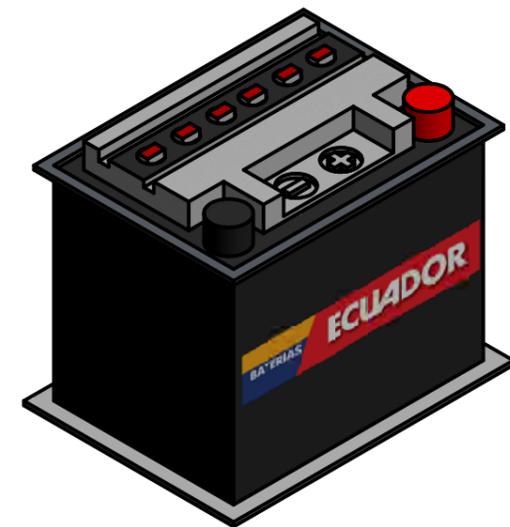
Motor Eléctrico



Reductor de Velocidad



Bomba de Vacío



Batería

Escala: 1:1	Fecha: 13/10/13	Nº: 6	UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	
Componentes adicionales del banco de frenos ABS			Autor: Caguana C.	Especialidad: I.M.A
Aprobado por: Ing. Muñoz F.				