



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

**TEMA:**

**“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE FRENO ABS DEL VEHÍCULO  
HIBRIDO TOYOTA PRIUS A”**

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

**AUTOR:**

**FÉLIX PATRICIO TAPIA CABRERA**

**GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2015**

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

**CERTIFICADO.**

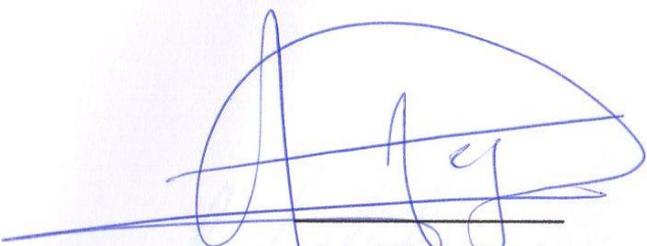
Ing. Edwin Puente M.

**CERTIFICA:**

Que el trabajo titulado **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE FRENO ABS DEL VEHÍCULO HIBRIDO TOYOTA PRIUS A”** realizado por el estudiante: **FÉLIX PATRICIO TAPIA CABRERA**, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple las normas estatutarias establecidas por la Universidad Internacional del Ecuador, en el Reglamento de Estudiantes.

Debido a que constituye un trabajo de estudio y análisis que contribuirá al desarrollo del conglomerado estudiantil de la Universidad Internacional del Ecuador en la aplicación de conocimientos para su formación profesional, Si recomiendo su publicación. El mencionado trabajo consta de Un empastado y Un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat. Autoriza al señor: Félix Patricio Tapia Cabrera que lo entregue a biblioteca de la Facultad, en su calidad de custodia de recursos y materiales bibliográficos. Guayaquil, Agosto del 2015 Ing. Edwin Puente Director de Proyecto.

Guayaquil, Septiembre del 2015.

  
Ing. Edwin Puente  
Director de Proyecto

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

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.**

**Yo, Félix Patricio Tapia Cabrera,**

**DECLARO QUE:**

La investigación de cátedra denominada: **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE FRENO ABS DEL VEHÍCULO HIBRIDO TOYOTA PRIUS”** ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría, apoyados en la guía constante de mi docente.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico para la Facultad de Ingeniería en Mecánica Automotriz.

Guayaquil, Septiembre del 2015.



**Félix Patricio Tapia Cabrera**

**C.I. 1203317100**

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

**AUTORIZACIÓN.**

**Yo, Félix Patricio Tapia Cabrera,**

Autorizo a la Universidad Internacional del Ecuador, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución, de la investigación de cátedra: **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE FRENO ABS DEL VEHÍCULO HIBRIDO TOYOTA PRIUS”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, Septiembre del 2015.



**Félix Patricio Tapia Cabrera**

**C.I. 1203317100**

## **DEDICATORIA.**

Quiero dedicar este proyecto de titulación, primeramente a Dios, quien con su infinita misericordia me ha guiado durante todo el camino de mis estudios.

Quiero dedicarlo también a mis padres que me inculcaron que los objetivos que uno se traza se los consigue con sacrificio, responsabilidad y honestidad.

Lo dedico también a mi querida esposa, que siempre me apoyó y apoya en todo proyecto que nos trazamos, sin su comprensión y empuje, muy probablemente no hubiera culminado la carrera, también va dedicado a mis hermanos que de una u otra manera contribuyeron en el desarrollo de mi preparación, dedicado también para mis suegros y cuñada, que siempre me apoyaron en el camino Universitario.

Patricio Tapia C.

## **AGRADECIMIENTO.**

A Dios primeramente, por darme salud y permitirme culminar con éxito, esta etapa en mi vida.

A mis padres, Sr. German Tapia y Sra. Piedad Cabrera, por ser los pilares fundamentales de mi vida y guiarme siempre por el buen camino.

A mi querida esposa Marianela Pauta, por comprenderme y apoyarme siempre en toda decisión que tomamos en conjunto.

A cada uno de los profesores de la Universidad Internacional del Ecuador sede Guayaquil, que guiaron mi formación profesional durante estos años de estudio.

Y un sincero agradecimiento al Ing. Edwin Puente M. Director de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz, por todos sus conocimientos compartidos que formaron y formaran parte de mi desarrollo profesional.

Patricio Tapia C.

## **PROLOGO.**

Estamos ingresando en una nueva etapa de evolución de tecnología automotriz en sistema híbrido en nuestro país y no contamos con la información necesaria, ni personal calificado para realizar los mantenimientos correctos, adicionalmente no existen talleres especializados en sistema de freno ABS de vehículos híbridos, por ende los únicos que pueden dar un diagnóstico de un problema en dichos vehículos son los concesionarios autorizados.

Por esta razón, se realizará un estudio y análisis de campo en los talleres de la Universidad Internacional del Ecuador, UIDE sede Guayaquil, en el sistema de freno ABS del vehículo híbrido Toyota Prius A.

El resultado de este estudio y análisis servirá como material de investigación y apoyo que pueda ser utilizado por cualquier persona o taller que preste los servicios de mantenimiento, revisión y reparación de sistema de frenos ABS de un vehículo híbrido Toyota Prius, reforzando sus conocimientos e incentivando el espíritu de investigación en dicho sistema.

## CONTENIDO

CERTIFICADO. ....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD. ....	iii
AUTORIZACIÓN. ....	iv
DEDICATORIA. ....	v
AGRADECIMIENTO. ....	vi
PROLOGO. ....	7
CONTENIDO .....	8
INDICE DE TABLAS .....	11
INDICE DE FIGURAS .....	12
INTRODUCCION. ....	14
<b>CAPITULO I. ....</b>	<b>15</b>
1.1.- Tema de Investigación. ....	15
1.1.1.- Objetivos de la Investigación. ....	15
1.1.1.1.- Objetivo general. ....	15
1.1.1.2.- Objetivos específicos. ....	15
1.2.- Vehículo híbrido Toyota Prius A. ....	17
1.2.1.- Toyota Prius I generación. ....	18
1.2.2.- Toyota Prius II generación. ....	19
1.2.3.- Toyota Prius III generación. ....	21
1.3.- Sistema de frenos ABS. ....	22
1.3.1.- Funcionamiento del sistema de frenos ABS. ....	23
1.3.2.- Generalidades. ....	25
1.3.3.- Dinámica del Vehículo. ....	25
1.3.3.1.- Fuerzas que Intervienen en el conjunto del vehículo. ....	27
1.3.3.2.- La Trayectoria. ....	28
1.3.4.- Tipos de sistemas de frenos ABS. ....	29
1.3.5.1.- Grupo hidráulico Bosch 5.3. ....	32
1.3.5.2.- Funcionamiento del sistema ABS 5.3 de Bosch. ....	33
1.3.5.3.- Unidad electrónica de control. ....	35
1.3.5.4.- Sensores de revoluciones. ....	36
<b>1.4.- Sistema de freno ABS del vehículo híbrido Toyota Prius modelo. 37</b>	<b>37</b>
1.4.1.- Control de estabilidad del vehículo (VSC). ....	39
1.4.1.1.- Descripción general del sistema VSC+. ....	40
1.4.1.2.- Metodo para determinar la condición del vehículo. ....	41
1.4.1.3.- Para determinar el patinaje de las ruedas delanteras. ....	41
1.4.1.4.- Para determinar el patinaje de las ruedas traseras. ....	42
1.4.2.- Distribución electrónica de la fuerza de frenado (EBD). ....	42
1.4.2.1.- Distribución de la fuerza de los frenos delanteros y posteriores. .	43
1.4.3.- Asistencia de frenado (BA). ....	44
1.4.4.- Control de tracción (TRAC). ....	46

1.4.5.- Sistema de control de los frenos en el Toyota Prius.....	47
<b>1.5.- Aplicaciones varias del sistema de frenos ABS.....</b>	<b>48</b>
1.5.2.- Sistema ABS en tractores agrícolas.....	50
1.5.3.- Sistema ABS en trenes.....	52
1.5.4.- Sistema de freno ABS en motocicleta.....	52
1.5.5.- Sistema ABS en aviones.....	54
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>55</b>
<b>ESTUDIO DEL SISTEMA DE FRENOS ABS TOYOTA PRIUS A.....</b>	<b>55</b>
2.1.- Sistema de frenos ABS Toyota Prius.....	55
2.1.1.- Partes principales de el sistema de frenos ABS del Toyota Prius.	57
2.1.1.1.- Actuador de freno.....	57
2.1.1.2.- ECU de control anti patinaje.....	58
2.1.1.3.- Cilindro principal de freno.....	58
2.1.1.4.- Sensor de la carrera del pedal del freno.....	59
2.1.1.5.- Simulador de la carrera.....	60
2.1.1.6.- Sensor de proporción de derrape.....	60
2.1.1.7.- Sensor del ángulo de la dirección.....	61
2.1.1.8.- Unidad auxiliar de alimentación.....	61
2.1.2.- Funcionamiento del sistema de frenos con control cooperativo de	62
2.1.2.1.- Incremento de la presión.....	63
2.1.2.2.- Retención de la presión.....	64
2.1.2.3.- Reducción de la presión.....	66
<b>2.2.- Comprobaciones del sistema de frenos ABS del Toyota Prius. ....</b>	<b>67</b>
2.2.1.- Tipos de comprobación del sistema de frenos ABS.....	67
2.2.2.- Comprobación de los discos de freno.....	68
2.2.3.- Comprobación de las pastillas de frenos.....	70
2.2.4.- Comprobación de la distancia del pedal del freno.....	71
2.2.5.- Comprobaciones electrónicas.....	72
2.2.5.1.- Analizando por códigos activos o registrados.....	74
2.2.5.2.- Que revisar con el tech stream en el módulo ABS.....	74
2.2.5.2.1.- Código de diagnóstico.....	75
2.2.5.2.2.- Lista de datos.....	75
2.2.5.2.3.- Pruebas activas.....	76
2.2.5.2.4.- Utilidad.....	77
<b>2.3.- Parámetros del fabricante del sistema de frenos ABS del Toyota</b>	<b>78</b>
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>80</b>
<b>ANÁLISIS DEL SISTEMA DE FRENO ABS DEL VEHÍCULO HÍBRIDO</b>	
<b>TOYOTA PRIUS A.....</b>	<b>80</b>
3.1.- Elementos técnicos de prueba.....	80
3.1.1.- Herramientas.....	80
3.1.2.- Equipo de diagnóstico.....	82
3.1.3.- Materiales.....	83
<b>3.2.- Normas de seguridad.....</b>	<b>84</b>
3.2.1.- Normas de seguridad generales.....	84
3.2.2.- Normas de seguridad para trabajar en vehículo Toyota Prius A....	84
3.2.3.- Normas de seguridad para trabajar en el sistema de freno ABS del	85
.....	85
<b>3.3.- Análisis de parámetros resultantes del sistema de freno ABS del</b>	<b>86</b>
3.3.1.- Comprobaciones mecánicas.....	86

3.3.2.- Comprobaciones electrónicas.....	87
3.3.2.1.- Prueba de luz de testigo de ABS.....	87
3.3.2.2.- Prueba activa de los solenoides del grupo hidráulico ABS.....	88
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>89</b>
<b>DISEÑO DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>89</b>
<b>4.1.- Vehículo híbrido Toyota Prius A, año 2010. ....</b>	<b>89</b>
<b>4.2.- Sistema de freno ABS del vehículo híbrido Toyota Prius A, 2010. ....</b>	<b>92</b>
<b>CAPITULO V .....</b>	<b>93</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>93</b>
<b>5.1.- Conclusiones.....</b>	<b>93</b>
<b>5.2.- Recomendaciones.....</b>	<b>94</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>95</b>
<b>GLOSARIO DE TERMINOS .....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXO 1 .....</b>	<b>97</b>
<b>Plan de mantenimiento. ....</b>	<b>97</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla: 2.1:</b> Incremento de Presión.....	65
<b>Tabla: 2.2:</b> Retención de la Presión.....	67
<b>Tabla: 2.3:</b> Esquema de la Reducción de la Presión. ....	68
<b>Tabla: 2.4:</b> Parámetros del Sistema ABS.....	81
<b>Tabla: 3.1:</b> Comprobaciones Mecánicas del Sistema de Frenos ABS .....	88
<b>Tabla: 3.2:</b> Comprobaciones Electrónicas del Sistema de Frenos ABS .....	89
<b>Tabla: 4.1:</b> Ficha Técnica del Motor del Toyota Prius 2010 .....	91
<b>Tabla: 4.2:</b> Ficha Técnica del Motor Eléctrico del Toyota Prius 2010 .....	92
<b>Tabla: 4.3:</b> Ficha Técnica Grupo de Baterías del Toyota Prius 2010 .....	92
<b>Tabla: 4.4:</b> Ficha Técnica Grupo de Baterías del Toyota Prius 2010 .....	93
<b>Tabla: 4.5:</b> Ficha Técnica Rendimiento del Toyota Prius 2010 .....	93
<b>Tabla: 4.6:</b> Ficha Técnica Consumo de Combustible del Toyota Prius 2010 .....	93
<b>Tabla: 4.7:</b> Ficha Técnica Emisiones CO2 del Toyota Prius 2010 .....	94

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura: 1.1:</b> Toyota Prius Hibrido.....	18
<b>Figura: 1.2:</b> Toyota Prius I Generacion.....	19
<b>Figura: 1.3:</b> Toyota Prius II Generación.....	20
<b>Figura: 1.4:</b> Toyota Prius III Generación.....	22
<b>Figura: 1.5:</b> Estructura del Sistema de Frenos ABS .....	24
<b>Figura: 1.6:</b> Dinámica del Vehículo.....	27
<b>Figura: 1.7:</b> Fuerzas de Frenado.....	28
<b>Figura: 1.8:</b> Trayectoria del Vehículo.....	29
<b>Figura: 1.9:</b> Variantes del Sistema ABS .....	31
<b>Figura: 1.10:</b> Componentes del Sistema ABS .....	32
<b>Figura: 1.11:</b> Grupo Hidráulico de Bosch 5.3.....	33
<b>Figura: 1.12:</b> Etapa de Subida de Presión.....	34
<b>Figura: 1.13:</b> Bloqueo de una Rueda.....	35
<b>Figura: 1.14:</b> Descarga de Presión.....	36
<b>Figura: 1.15:</b> Unidad Electrónica de Control.....	37
<b>Figura: 1.16:</b> Sensor de Revoluciones de Rueda .....	38
<b>Figura: 1.17:</b> Esquema del Sistema de Frenos ABS .....	39
<b>Figura: 1.18:</b> Sistemas Activos de Control.....	40
<b>Figura: 1.19:</b> Sistema VSC (Vehicle Stability Control) .....	41
<b>Figura: 1.20:</b> Sistema VSC.....	42
<b>Figura: 1.21:</b> Sistema de Frenado EBD.....	44
<b>Figura: 1.22:</b> Sistema de Freno EBD.....	45
<b>Figura: 1.23:</b> Asistencia de Frenado BA.....	46
<b>Figura: 1.24:</b> Esquema del Sistema de Servo Frenos .....	47
<b>Figura: 1.25:</b> Sistema de Control de Tracción (TRC).....	48
<b>Figura: 1.26:</b> Esquema de ABS en Tracto Camión .....	51
<b>Figura: 1.27:</b> Esquema de ABS en Tractor Agrícola .....	52
<b>Figura: 1.28:</b> Sistema de Freno ABS para Tren.....	53
<b>Figura: 1.29:</b> Sistema ABS en Motocicletas .....	54
<b>Figura: 1.30:</b> Sistema ABS en Aviones.....	55
<b>Figura: 2.1:</b> Sistema de Control de Freno.....	57
<b>Figura: 2.2:</b> Actuador de Freno .....	58
<b>Figura: 2.3:</b> Cilindro Principal de Freno .....	60
<b>Figura: 2.4:</b> Sensor de Carrera de Pedal de Freno.....	60
<b>Figura: 2.5:</b> Simulador de la Carrera .....	61
<b>Figura: 2.6:</b> Sensor de Proporción de Derrape .....	62
<b>Figura: 2.7:</b> Sensor de Angulo de Dirección .....	62
<b>Figura: 2.8:</b> Unidad Auxiliar de Alimentación .....	63
<b>Figura: 2.9:</b> Ubicación de los componentes Principales .....	65
<b>Figura: 2.10:</b> Esquema del Incremento de Presión.....	66
<b>Figura: 2.11:</b> Esquema de la Reducción de la Presión. ....	68
<b>Figura: 2.12:</b> Revisión de desgaste tipo escalón .....	70
<b>Figura: 2.13:</b> Medición con Pie de Rey del Disco de Freno .....	71
<b>Figura: 2.14:</b> Medición de alabeo del Disco de Freno.....	72
<b>Figura: 2.15:</b> Inspección de Pastillas de Freno.....	73
<b>Figura: 2.16:</b> Inspección del juego Libre del Pedal del Freno .....	73
<b>Figura: 2.17:</b> Realizando comprobación electrónica.....	74
<b>Figura: 2.18:</b> Ingresando a los Módulos del Vehículo .....	75

<b>Figura: 2.19:</b> Borrando Códigos Encontrados en el Modulo ABS .....	76
<b>Figura: 2.20:</b> Códigos Encontrados en el Modulo ABS .....	77
<b>Figura: 2.21:</b> Lista de Datos en el Modulo ABS .....	78
<b>Figura: 2.22:</b> Realizando Pruebas Activas en el Modulo ABS .....	79
<b>Figura: 2.23:</b> Menú Utilidad en el Modulo ABS .....	80
<b>Figura: 3.1:</b> Vehículo Toyota Prius A.....	83
<b>Figura: 3.2:</b> Laptop Dell Utilizada para la Prueba .....	83
<b>Figura: 3.3:</b> Interfaz Utilizada para la Prueba .....	84
<b>Figura: 3.4:</b> Software Tech Stream.....	85
<b>Figura: 3.5:</b> Prueba de Luz de Testigo ABS .....	90
<b>Figura: 3.6:</b> Prueba de Solenoides del Sistema ABS.....	90

## **INTRODUCCION.**

Este trabajo de Estudio y análisis de sistema de freno ABS del vehículo híbrido Toyota Prius A, pretende mejorar en primer lugar el conocimiento de los estudiantes de la especialidad de Ingeniería en Mecánica Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador sede Guayaquil, luego, de todas aquellas personas interesadas en el tema como también de los talleres que brinden el servicio de mantenimiento y reparación de sistemas de freno ABS de vehículos híbrido Toyota Prius A.

Se realizó un estudio de carácter exploratorio con métodos científicos basándonos en bibliografías y manuales disponibles. Se combina la investigación teórica con resultados obtenidos de simulaciones prácticas del sistema en los laboratorios de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil.

Solucionar el problema de falta de información referente al sistema de freno ABS en vehículo híbrido Toyota Prius A, así como la falta de conocimiento tanto del conglomerado estudiantil de la carrera Ingeniería Automotriz de la UIDE, como de las personas interesadas o talleres de la localidad.

Este Proyecto abarcara únicamente el estudio y Análisis del sistema de freno ABS del vehículo híbrido Toyota Prius A año 2010 de propiedad de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil.

# CAPITULO I

## **1.1.- Tema de Investigación.**

“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA DE FRENO ABS DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS A”.

### **1.1.1.- Objetivos de la Investigación.**

#### **1.1.1.1- Objetivo general.**

Estudiar y analizar el sistema de freno ABS del vehículo híbrido Toyota Prius A, para elaborar un manual de procedimientos sobre el funcionamiento y parámetros de servicio acerca del sistema.

#### **1.1.1.2.- Objetivos específicos.**

- Investigar y proporcionar información acerca de sistema de freno ABS de vehículo híbrido Toyota Prius A, a personas o talleres interesadas en este tema, para generar introducción al conocimiento de este sistema.
- Comparar los parametros específicos del manual del fabricante del sistema de freno ABS del vehículo híbrido Toyota Prius A, con los resultados obtenidos en la practica de campo, para verificar la similitud entre dichos datos.
- Analizar los beneficios de la seguridad activa en el vehículo utilizando el sistema ABS.
- Generar recomendaciones y técnicas de seguridad a fin de evitar accidentes personales y/o daños al vehículo.

## MARCO TEÓRICO

En la necesidad de reducir el uso de fuentes de energía no renovables para el funcionamiento de los motores en los vehículos y con esto disminuir la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, los constructores automotrices se ven en la necesidad y obligación de fabricar vehículos cada vez mas amigables con el medio ambiente. Siendo la implementación de los vehículos híbridos el mayor salto tecnológico de los últimos años.

La utilización de esta tecnología en los vehículos supone dos ventajas significativas muy importantes, primero la reducción de gases contaminantes a la atmósfera, y segundo el ahorro de combustible, y esto se logra gracias a la electrónica de punta que aprovecha la energía que desperdician los vehículos para cargar un paquete de baterías.

Como concepto general un vehículo híbrido es aquel que funciona con dos fuentes de energía, una producida por el motor de combustión sea este gasolina, gas o diésel, y la otra fuente producida por un paquete de baterías que acciona un motor eléctrico.

Un conjunto de electrónica de potencia se encargara de controlar dependiendo de la necesidad, el funcionamiento tanto del motor de combustión interna como del o los motores eléctricos, o en ciertas aplicaciones el funcionamiento de ambos.

Un vehículo híbrido consta básicamente de los mismos sistemas que un vehículo convencional, sumado a este, el sistema de control y carga de la batería y una modificación en la transmisión.

En este trabajo de estudio y análisis del Sistema de Freno ABS, abarcaremos los diferentes tipos de sistemas de frenos ABS utilizados en la mayoría de los vehículos en la actualidad, para posteriormente centrarnos únicamente en el sistema utilizado por Toyota para su modelo Prius A.

## **1.2.- Vehículo híbrido Toyota Prius A.**

Toyota fue el primer fabricante en proponer al público un vehículo híbrido.

En 1993 un proyecto llamado G21 tenía como objetivo investigar como sería el auto del siglo XXI, el concept car presentado tenía un diseño convencional, es así, como en 1995 es presentado el primer Prius, la base para el motor híbrido sería un motor del año 1974. A partir de la evolución de este concepto se llega a la revolución del motor híbrido actual. Dos años después, en 1997, aparece el primer Toyota Prius (NHW10) y posteriormente en el 2000 el (NHW11), sería el modelo popularmente conocido como la primera generación del Toyota Prius. (ver figura 1.1).



**Figura:** 1.1: Toyota Prius Híbrido

**Fuente:** [www.motorpasion.com/espaciotoyota/la-historia-del-toyota-prius](http://www.motorpasion.com/espaciotoyota/la-historia-del-toyota-prius)

**Editado por:** Patricio Tapia.

### **1.2.1.- Toyota Prius I generación.**

El Prius de primera generación tuvo dos versiones denominadas NHW10 y NHW11. Las diferencias principales se daban en la potencia del motor de combustión 58hp del NHW10 vs 70hp del NHW11 y la potencia del motor eléctrico 30 kW para el NHW10 vs 33kw del NHW11.

Con el sistema THS (Toyota Hybrid Sistem), que comprende un motor de combustión interna de 1497 cm<sup>3</sup> con 72 CV de potencia, un motor eléctrico, un generador, un paquete de baterías níquel-metal hidruro. El motor eléctrico de imanes permanentes transmite 45 CV. En este vehículo hay instalados 38 módulos de baterías refrigeradas conectadas en serie, que ofrecen una tensión de 274 voltios.

El motor a gasolina acciona el generador que suministra la electricidad a las baterías o al motor eléctrico según sus necesidades. Un convertidor transforma la corriente continua de las baterías en corriente alterna para el

motor eléctrico y en 12 V continua para la batería que alimenta los accesorios del vehículo. (ver figura 1.2).

En el centro de la consola se instala una pequeña pantalla de color, táctil que proporciona las informaciones sobre el modo de propulsión, el nivel de las baterías y las prestaciones en términos de recuperación de energía.



**Figura:** 1.2: Toyota Prius I Generación

**Fuente:** [www.motorpasion.com/espaciotoyota/la-historia-del-toyota-prius](http://www.motorpasion.com/espaciotoyota/la-historia-del-toyota-prius)

**Editado por:** Patricio Tapia.

### **1.2.2.- Toyota Prius II generación.**

La segunda generación del Prius fue lanzada entre los años 2004 – 2009 y trae consigo una lista extensa de renovadas o nuevas tecnologías descritas a continuación:

- Hybrid Synergy Drive confiere una función mas importante al motor eléctrico.
- El modo de conducción EV permite al conductor elegir el modo totalmente eléctrico con solo pulsar un botón.
- El nuevo circuito de alimentación de alta tensión aporta mas potencia con menos perdidas eléctricas.

- El motor eléctrico es el más potente para su peso y tamaño en el mundo.
- El motor de combustión de ciclo Atkinson es el más eficiente motor de gasolina fabricado.
- El sistema de freno regenerativo ahorra combustible utilizando la energía cinética del vehículo.
- El motor de gasolina se apaga automáticamente cuando el auto se detiene en el tráfico.



**Figura:** 1.3: Toyota Prius II Generación

**Fuente:** [www.motorpasion.com/espaciotoyota/la-historia-del-toyota-prius](http://www.motorpasion.com/espaciotoyota/la-historia-del-toyota-prius)

**Editado por:** Patricio Tapia.

A diferencia del anterior Prius cuatro puertas, el nuevo modelo 2004 es un hatchback de cinco puertas muy versátil, ahora utiliza un compresor de A/C totalmente eléctrico y un sistema de dirección asistida eléctricamente que minimizan los sistemas accionados por la correa del motor.

El motor de combustión sigue siendo de 1.5 litros y tecnología VVT-i de 76hp y un motor eléctrico de 50kw.

A mediados del año 2005 se dio el lanzamiento en Ecuador, del primer Prius II generación con excelentes resultados en todas las pruebas realizadas, siendo como su nombre lo indica el pionero en vehículo sistema híbrido en llegar a nuestro país, preocupados por la contaminación ambiental que generan los motores de los automóviles, pretende este vehículo inculcar en la conciencia del consumidor el cuidado del medio ambiente. (ver figura 1.3)

El éxito de la segunda generación del Prius y su sofisticado sistema de propulsión Hybrid Synergy Drive, hizo que Toyota obtuviera gran cantidad de premios.

### **1.2.3.- Toyota Prius III generación.**

En la tercera generación del Prius a partir del 2009 hasta la actualidad el motor sufrió un cambio significativo al pasar de 1,5 litros a 1,8 litros de ciclo Atkinson con una potencia de 98 hp y motor eléctrico un tercio mas pequeño que produce 61 kW. Posee más del 90% de piezas nuevas es más ligero y más compacto. (ver figura 1.4).



**Figura:** 1.4: Toyota Prius III Generación

**Fuente:** [www.motorpasion.com/espaciotoyota/la-historia-del-toyota-prius](http://www.motorpasion.com/espaciotoyota/la-historia-del-toyota-prius)

**Editado por:** Patricio Tapia.

### **1.3.- Sistema de frenos ABS.**

La finalidad de los frenos en un automóvil es la de conseguir detener o aminorar la marcha del mismo (desacelerar), en las condiciones que sean determinadas por el conductor.

Es por esto que se equipa al vehículo con una serie de mecanismos que se encargan de conseguirlo, realizándolo en las mejores condiciones de seguridad, tiempo y distancia mínimos, manteniendo la trayectoria del vehículo en todo momento.

Cuando el vehículo está en movimiento se establece una fuerza de adherencia con respecto al piso sobre el que se desplaza. Por tal motivo hay que considerar que si el proceso de frenado se realiza muy bruscamente, las ruedas se bloquean y se desplazan sin girar, provocando una pérdida de su adherencia y por consiguiente se producirá un derrape.

Por lo tanto la fuerza de frenado aplicada en todo momento debe ser, inferior al límite de adherencia del vehículo. Cuando se supera este valor las ruedas se bloquearan.

La solución para evitar el bloqueo de una o varias ruedas, es disponer de un componente de modulación de la presión en el circuito de frenado.

Este dispositivo de antibloqueo de ruedas se llama ABS (Anti Blockier System), que aplica este principio interponiendo en el circuito de frenado de las ruedas delanteras y posteriores, electroválvulas comandadas por un cajetín electrónico.

De este modo se puede modular la presión en cada rueda independientemente de la presión ejercida en el pedal de freno.

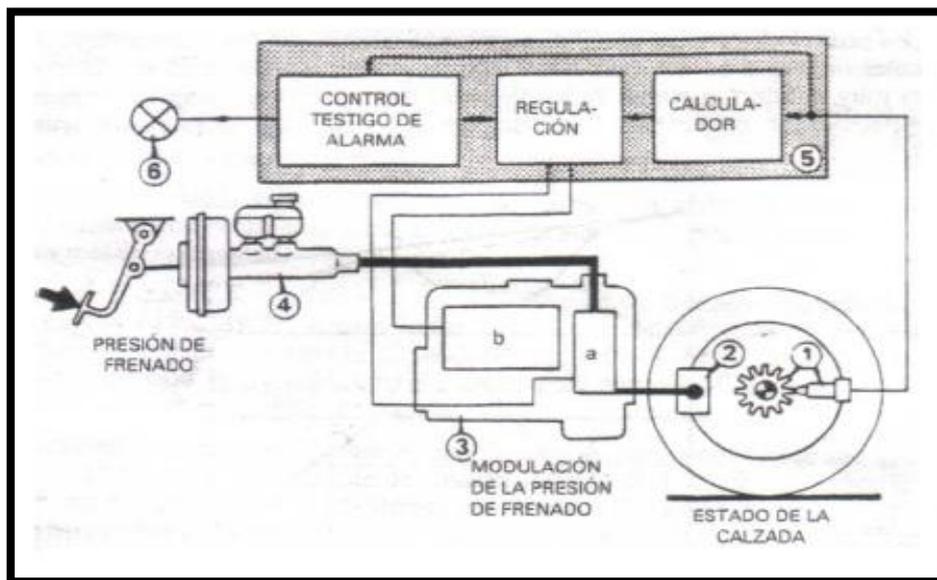
Otro aspecto de vital importancia que debe tomarse en cuenta es que las ruedas directrices deben mantener su cualidad de dirigir el vehículo siempre y cuando se encuentren girando, pero si están bloqueadas, la acción de dirección requerida por el conductor no se cumple y el vehículo sigue derecho. El sistema ABS evita precisamente este bloqueo de ruedas.

### **1.3.1.- Funcionamiento del sistema de frenos ABS.**

En condiciones normales de frenado, el sistema ABS permanece inactivo, es decir, la presión que se ejerce en cada cilindro de rueda es la que se envía desde el cilindro maestro cuando el conductor presiona el pedal de freno. En el momento que una o varias ruedas por alguna acción de frenado tiende a bloquearse, la presión del líquido en su cilindro es disminuida

rápidamente, entrando en funcionamiento el sistema de ABS, el cual a través de las electroválvulas abren y cierran el paso de la presión del líquido las veces que sean necesarias hasta conseguir que el vehículo detenga su marcha en el menor tiempo y distancia posible si ese era la intención del conductor.

En la siguiente figura (1.5), se muestra esquemáticamente la estructura de un sistema de frenos con ABS. Donde se puede apreciar que el cilindro maestro (4) esta conectado por líneas hidráulicas con cada cilindro de rueda (2), pasando por las válvulas electromagnéticas (a) que se encuentran en el grupo hidráulico (3), que forma parte de la bomba hidráulica (b). El calculador electrónico o ECU del ABS (5) recibe las señales de los sensores de velocidad (1) instalados en cada rueda, esta señal es procesada por la ECU del ABS quien envía pulsos eléctricos a las válvulas electromagnéticas (a) o a la bomba de presión (b).



**Figura:** 1.5: Estructura del Sistema de Frenos ABS

**Fuente:** [www.aficionadosalamecanica.com](http://www.aficionadosalamecanica.com)

**Editado por:** Patricio Tapia.

En función de la señal de los sensores de velocidad de las ruedas, la ECU del ABS activara el grupo hidráulico para conseguir frenar el vehículo en el menor tiempo y distancia posible.

### **1.3.2.-Generalidades.**

El sistema antibloqueo ABS (**Antilock Braking System**) constituye un elemento de seguridad adicional en el vehículo.

Tiene la función de reducir el riesgo de accidentes mediante el control óptimo del proceso de frenado. Durante un frenado que presente un riesgo de bloqueo de una o varias ruedas, el ABS tiene como función adaptar el nivel de presión del líquido en cada cilindro de freno de rueda con el fin de evitar el bloqueo y optimizar así el compromiso de:

- **Estabilidad en la conducción:** Durante el proceso de frenado debe garantizarse la estabilidad del vehículo, tanto cuando la presión de frenado aumenta lentamente hasta el límite de bloqueo, como cuando lo hace bruscamente, es decir, frenando en situación límite.
- **Dirigibilidad:** El vehículo puede conducirse al frenar en una curva aunque pierdan adherencia alguna de las ruedas.
- **Distancia de parada:** Es decir acortar la distancia de parada lo máximo posible.

### **1.3.3.- Dinámica del Vehículo.**

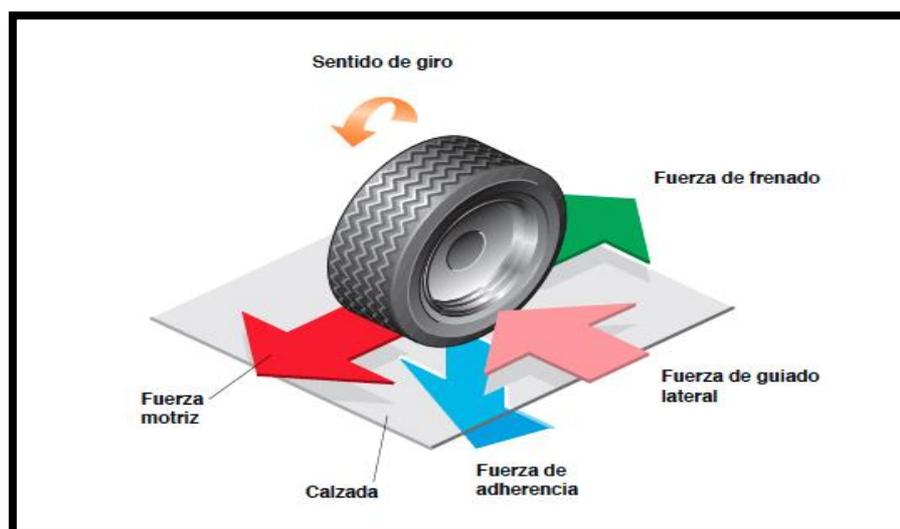
Un vehículo al rodar cambia constantemente su estado, acelera, frena o gira. Estos fenómenos son producidos por un gran número de fuerzas y la suma de estas fuerzas se conoce como dinámica del vehículo.

Si la suma de todas las fuerzas es cero, significa que el vehículo está en reposo. Si es diferente de cero, estará en movimiento.

En una conducción normal el vehículo se moverá según lo indique el conductor, esto es debido a que no se superan las condiciones físicas propias de la calzada y el vehículo. En el momento en que se superan estas, se producen derrapes, bloqueo de ruedas y hasta salidas de la trayectoria en la calzada.

Las fuerzas que intervienen en una rueda se pueden dividir en cuatro:

- La fuerza de tracción que es la producida por el motor y genera el movimiento
- Las fuerzas de guiado lateral, que son las responsables de conservar la dirección del vehículo
- La fuerza de adherencia que depende del peso que recae sobre la rueda
- Y la fuerza de frenado, que actúa en dirección contraria al movimiento de la rueda. Que depende de la fuerza de adherencia y del coeficiente de rozamiento entre la calzada y la rueda. (ver figura 1.6).



**Figura:** 1.6: Dinámica del Vehículo  
**Fuente:** [www.mecanicaenaccion.com](http://www.mecanicaenaccion.com)  
**Editado por:** Patricio Tapia.

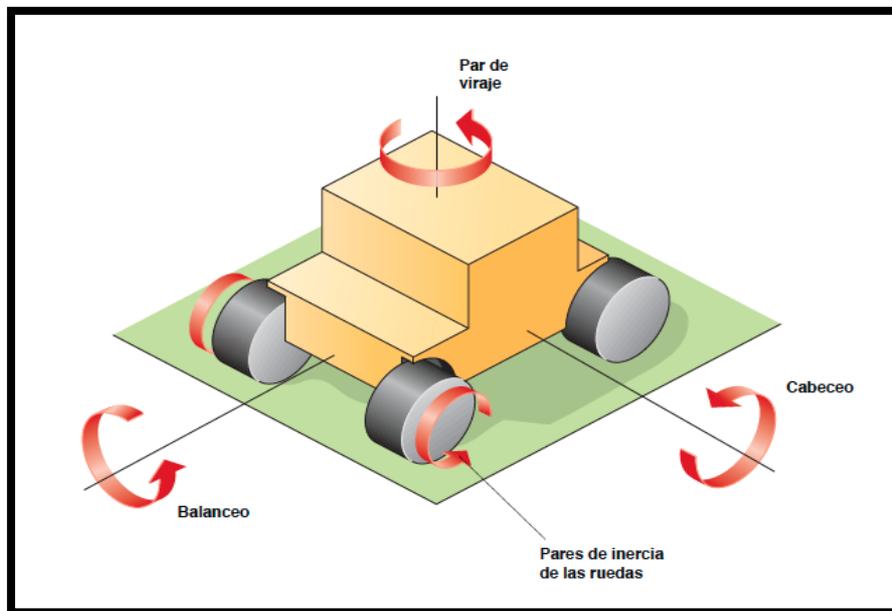
### **1.3.3.1.- Fuerzas que Intervienen en el conjunto del vehículo.**

Durante el funcionamiento normal, todas las ruedas son sometidas al mismo tipo de fuerzas, pero con diferentes intensidades, debido al continuo cambio en la trayectoria. Es conocido que al frenar, la carga del vehículo recae en el eje delantero (cabeceo), o en una curva la carga se apoya en mayor proporción en las ruedas exteriores que en las interiores (balanceo).

Además de las fuerzas ya conocidas, en las ruedas existen otras fuerzas que intervienen en el vehículo, como es la resistencia del aire que de frente frena al vehículo y si es lateral, lo desvía de su trayectoria.

La suma de todas las fuerzas que provocan el giro del vehículo sobre su eje de geometría vertical aplicadas en cualquier punto se conoce como pares de viraje.

Un par de viraje muy conocido en el vehículo se da al bloquearse una de las ruedas traseras durante una curva; este hecho produce un par de viraje que ocasiona el derrape.



**Figura: 1.7:** Fuerzas de Frenado  
**Fuente:** [www.mecanicaenaccion.com](http://www.mecanicaenaccion.com)  
**Editado por:** Patricio Tapia.

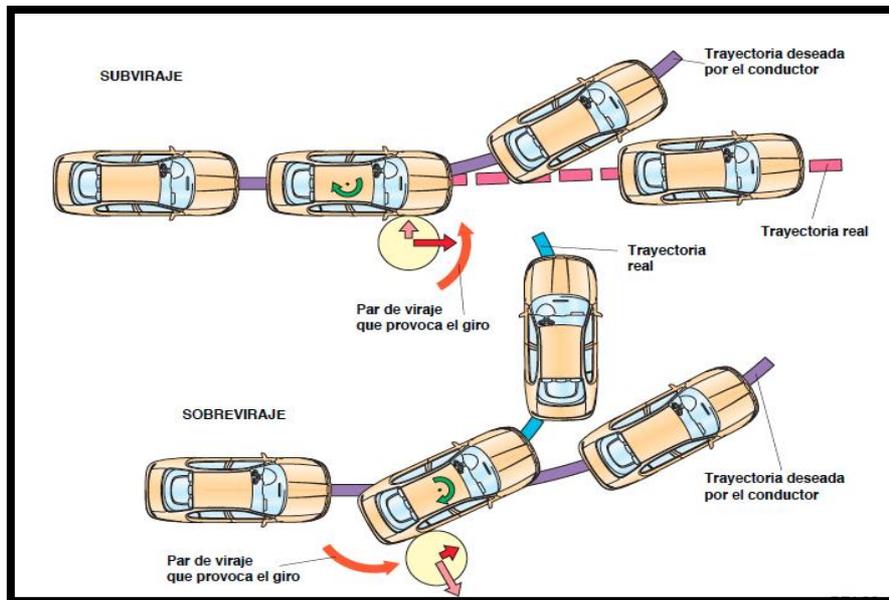
### 1.3.3.2.- La Trayectoria.

Es el espacio recorrido por un móvil durante un período de tiempo.

En condiciones normales de conducción la trayectoria trazada por el conductor es totalmente seguida por el vehículo. Cuando se traza una curva por encima del límite estable, el comportamiento puede ser de dos tipos: subviraje o sobre viraje. (ver figura 1.8).

El Subviraje corresponde a la desviación del vehículo por la parte exterior de la trayectoria. Ocurre con frecuencia en curvas en las que súbitamente aparece hielo o grava y las ruedas se deslizan.

En el sobre viraje el vehículo tiende a tomar la curva excesivamente cerrada, desviándose de la trayectoria por la parte interior, aparece en aquellas situaciones en que los frenos posteriores se bloquean con facilidad y el suelo esta resbaladizo.



**Figura: 1.8:** Trayectoria del Vehículo  
**Fuente:** [www.mecanicaenaccion.com](http://www.mecanicaenaccion.com)  
**Editado por:** Patricio Tapia.

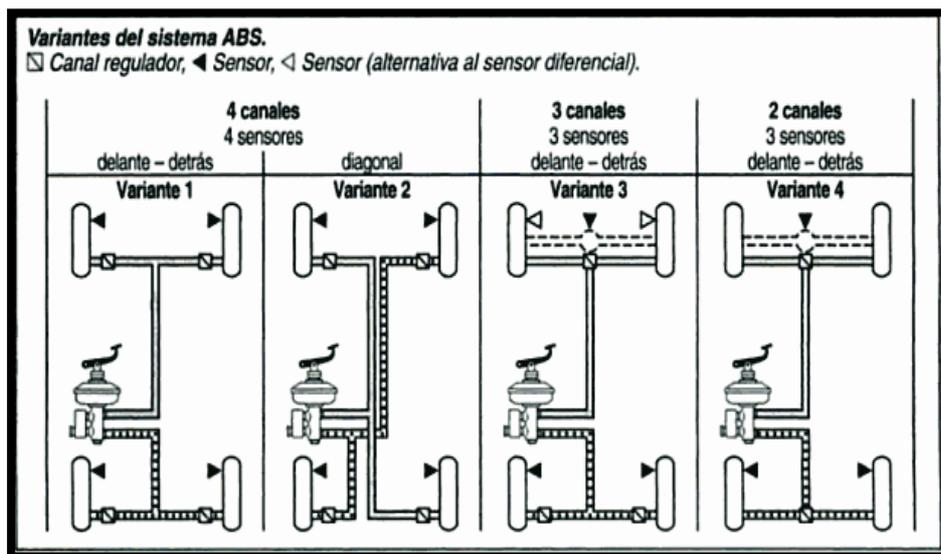
#### 1.3.4.- Tipos de sistemas de frenos ABS.

Se pueden encontrar diferentes tipos de sistemas ABS, clasificados principalmente por el número de canales y de sensores que controlan los frenos de cada una de las ruedas del vehículo.

El número de canales está determinado por el número de electroválvulas que regulan la presión de frenado de las ruedas regulándolas independientemente una por una o bien las dos del mismo eje a la vez.

Los sensores se colocan normalmente junto a las ruedas y sirven para detectar la velocidad, aceleración y desaceleración de estas. En función del tipo de circuitos de frenos, número de canales y número de sensores, se pueden clasificar los sistemas ABS en: (ver figura 1.9).

1. Cuatro canales y cuatro sensores: este sistema permite la regulación individual de la presión de frenado de cada rueda a través de los cuatro canales hidráulicos, cada rueda dispone de un sensor de velocidad de giro que controla la velocidad de cada rueda.
2. Tres canales y tres sensores: en el eje trasero, solo hay un sensor de revolución montado en el diferencial. Los sistemas de tres sensores solo se pueden aplicar a vehículos de tracción trasera, vehículos ligeros, en general estos sistemas son poco usados.
3. Dos canales dos sensores: sistema muy parecido al anterior con un sensor colocado en el diferencial posterior y un canal regulador, que solo evita el bloqueo del eje posterior, los sistemas de este tipo ya no se usan en vehículos de turismo.

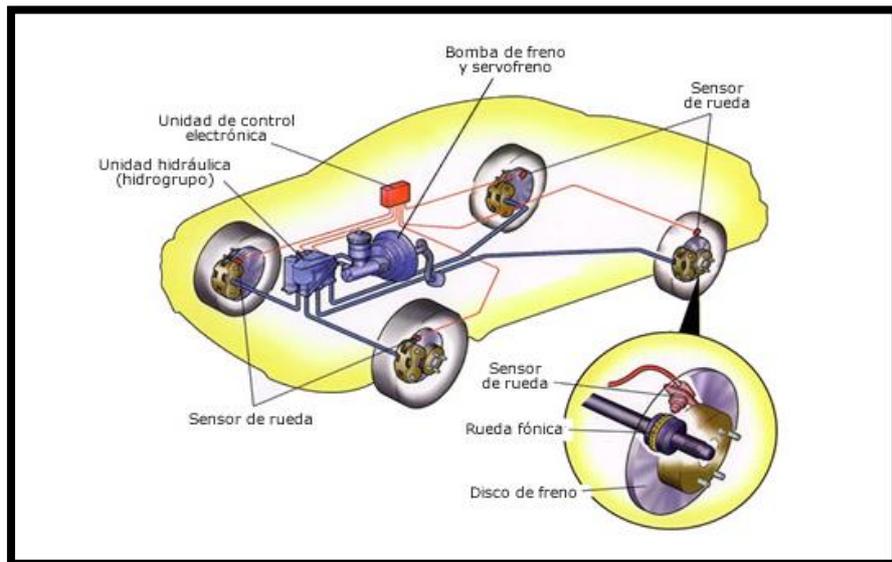


**Figura:** 1.9: Variantes del Sistema ABS  
**Fuente:** Manual de la Técnica del Automóvil Bosch  
**Editado por:** Patricio Tapia.

### 1.3.5.- Componentes del sistema ABS.

El sistema de frenos ABS usualmente esta formado por los siguientes componentes: (ver figura 1.10).

- Ensemble de bomba y motor.
- Acumulador hidráulico.
- Unidad de control hidráulico.
- Módulo de control electrónico.
- Sensores de velocidad en rueda.
- Corona dentada en rueda.
- Luz de advertencia ABS.



**Figura:** 1.10: Componentes del Sistema ABS

**Fuente:** [www.aficionadosalamecanica.com](http://www.aficionadosalamecanica.com)

**Editado por:** Patricio Tapia.

### 1.3.5.1.- Grupo hidráulico Bosch 5.3.

El grupo hidráulico ajusta la presión que se aplicará a cada cilindro de rueda, obedece ordenes dadas por el control electrónico del sistema ABS, se encuentra ubicado muy cerca del cilindro maestro de freno, conectándose hidráulicamente mediante cañerías metálicas, de modo que cada línea de salida de presión desde el cilindro maestro pase primero por el grupo antes de llegar a los cilindros de ruedas. (ver figura 1.11).

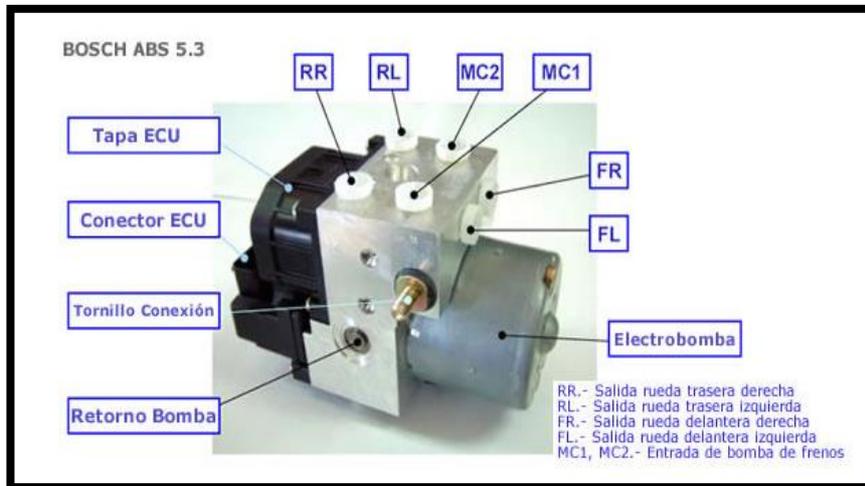
El grupo hidráulico esta compuesto por una bomba de retroalimentación, una cámara acumuladora por cada circuito de freno y válvulas electromagnéticas.

- **Acumuladores.** Su función es como su nombre lo indica, acumular provisionalmente, el líquido de frenos que fluye repentinamente al disminuir la presión.
- **Válvulas electromagnéticas.** Son las encargadas de modular la presión en los cilindros de frenos, mediante tres fases.

**A.- Fase reposo.** El cilindro maestro esta en comunicación con el cilindro receptor.

**B.- Fase mantenimiento de la presión.** La comunicación entre cilindros esta cortada, un pistón es desplazado para cerrar el paso de la presión del cilindro maestro.

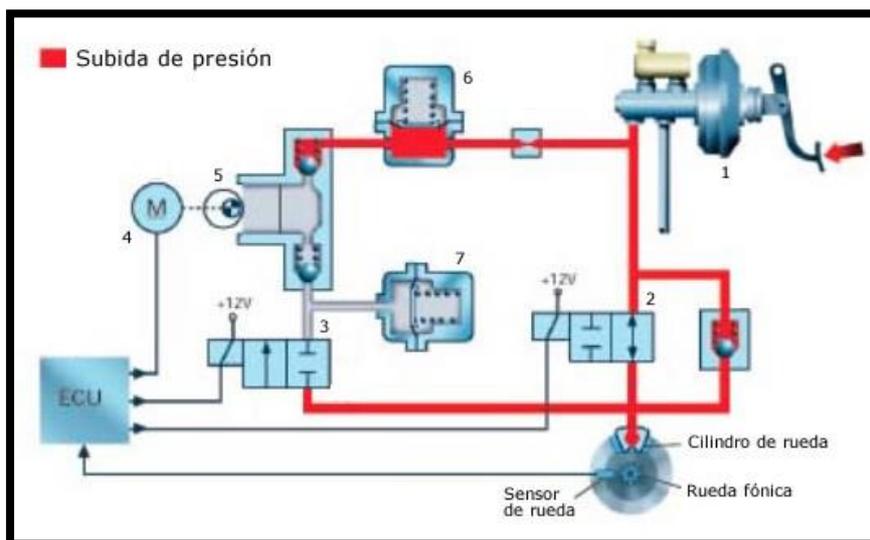
**C.- Fase reducción de la presión.** Es excitada la bobina de la electroválvula desplazando aun más el pistón, abriendo el paso entre el cilindro receptor y la bomba de exceso de presión.



**Figura:** 1.11: Grupo Hidráulico de Bosch 5.3  
**Fuente:** www.aficionadosalamecanica.com  
**Editado por:** Patricio Tapia.

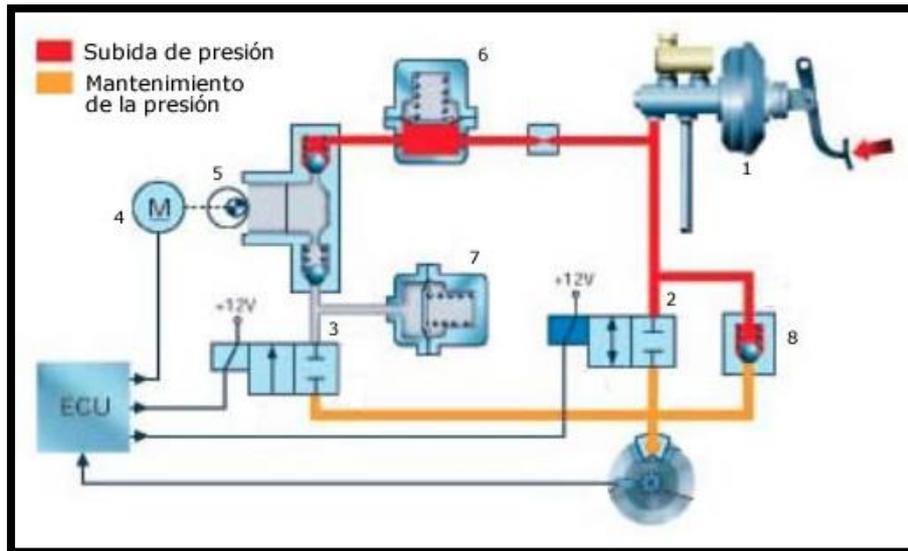
### 1.3.5.2.- Funcionamiento del sistema ABS 5.3 de Bosch.

Durante una acción de frenado sin llegar al bloqueo de las ruedas, se encuentran en reposo las dos electroválvulas, es decir la válvula de admisión se encuentra abierta y la válvula de escape esta cerrada, en esta posición se encuentran comunicados la bomba de frenos con cada una de las ruedas a las cuales se aplica la presión hidráulica. (ver figura 1.12).



**Figura:** 1.12: Etapa de Subida de Presión  
**Fuente:** www.aficionadosalamecanica.com  
**Editado por:** Patricio Tapia.

Si la frenada es muy fuerte que puede llegar a bloquear una rueda, se modifica la presión del líquido en ese cilindro de rueda excitando la electroválvula de admisión, que cierra el paso del líquido a la rueda bloqueada. (ver figura 1.13).

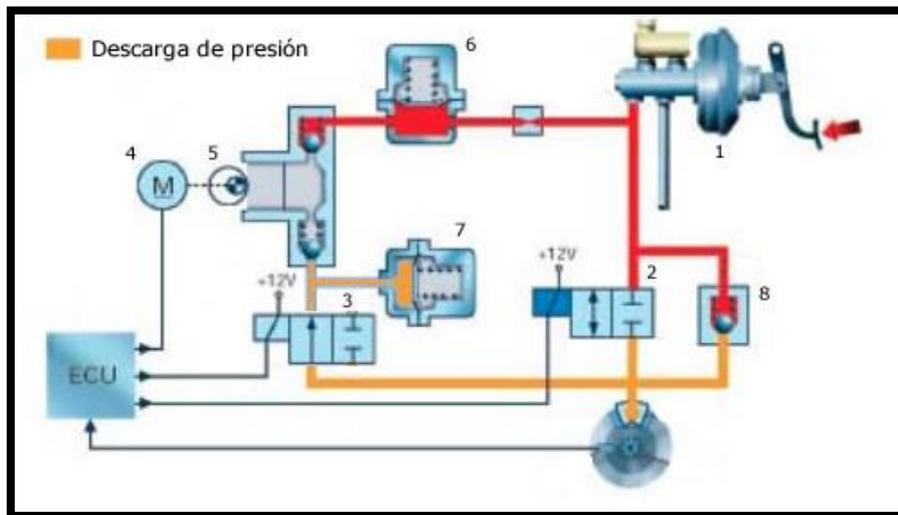


**Figura:** 1.13: Bloqueo de una Rueda  
**Fuente:** [www.aficionadosalamecanica.com](http://www.aficionadosalamecanica.com)  
**Editado por:** Patricio Tapia.

En la etapa de descarga de presión son activadas las dos electroválvulas, permaneciendo cerrada la de admisión y abierta la de escape, permitiendo la comunicación del cilindro de rueda con el cilindro maestro, quien ese momento envía el exceso de presión a la bomba eléctrica.

El líquido que proviene de los cilindros de ruedas es enviado a los acumuladores a través de las válvulas de escape que luego es enviado hacia el cilindro maestro por la bomba eléctrica de exceso de presión.

Los acumuladores permiten un descenso rápido de la presión en los cilindros de rueda. (ver figura 1.14).



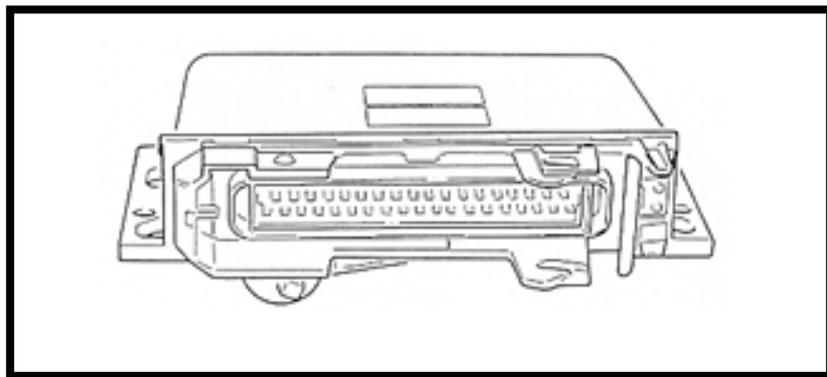
**Figura:** 1.14: Descarga de Presión  
**Fuente:** [www.aficionadosalamecanica.com](http://www.aficionadosalamecanica.com)  
**Editado por:** Patricio Tapia.

### 1.3.5.3.- Unidad electrónica de control.

La unidad Electrónica de Control se encarga de recibir, amplificar y filtrar las señales de los sensores, medir y diferenciar las velocidades de las ruedas y con toda esa información, calcular el deslizamiento de frenado y la desaceleración o aceleración de la rueda.

- **Circuito de entrada.** Este circuito es el encargado de transformar las señales alternas senoidales en señales de salida rectangulares, y con estas señales procesadas controlar los dos circuitos principales del regulador digital.
- **Regulador digital.** El regulador digital consta de dos circuitos digitales principales, idénticos e independientes, cada uno de ellos transforma paralelamente la información de dos ruedas y ejecuta los procesos lógicos. Basándose en la frecuencia de la rueda ya procesada, un

mecanismo de computo electrónico, calcula las magnitudes de regulación, deslizamiento de la rueda y desaceleración o aceleración periférica de la rueda. (ver figura 1.15)



**Figura:** 1.15: Unidad Electrónica de Control  
**Fuente:** [www.aficionadosalamecanica.com](http://www.aficionadosalamecanica.com)  
**Editado por:** Patricio Tapia.

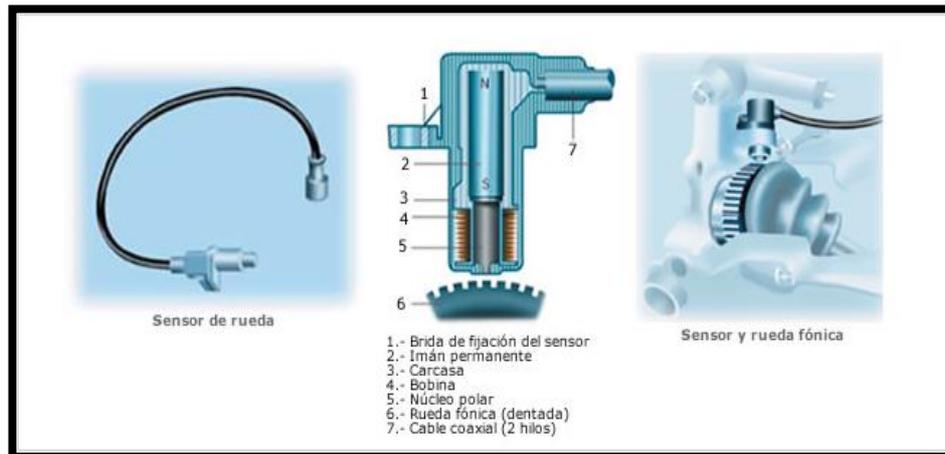
#### **1.3.5.4.- Sensores de revoluciones.**

Los sensores de revoluciones están ubicados en cada rueda y le indican a la Unidad Electrónica de Control el dato de la velocidad de las ruedas.

El sensor envuelto en un bobinado se coloca directamente sobre una rueda dentada fijamente unida al cubo de la rueda.

Entre el sensor y la rueda de impulsos se genera un campo magnético, al moverse la rueda frente al sensor se encontraran alternando un diente o un orificio. Por consiguiente el campo magnético se modifica constantemente, induciendo tensión en el bobinado. La frecuencia de esta tensión proporciona la medida exacta para la velocidad de las ruedas.

El sensor de revoluciones y la rueda de impulsos quedan separadas por un entrehierro de 1mm aproximadamente, con esta tolerancia se garantiza el registro perfecto de las señales. (ver figura 1.16)



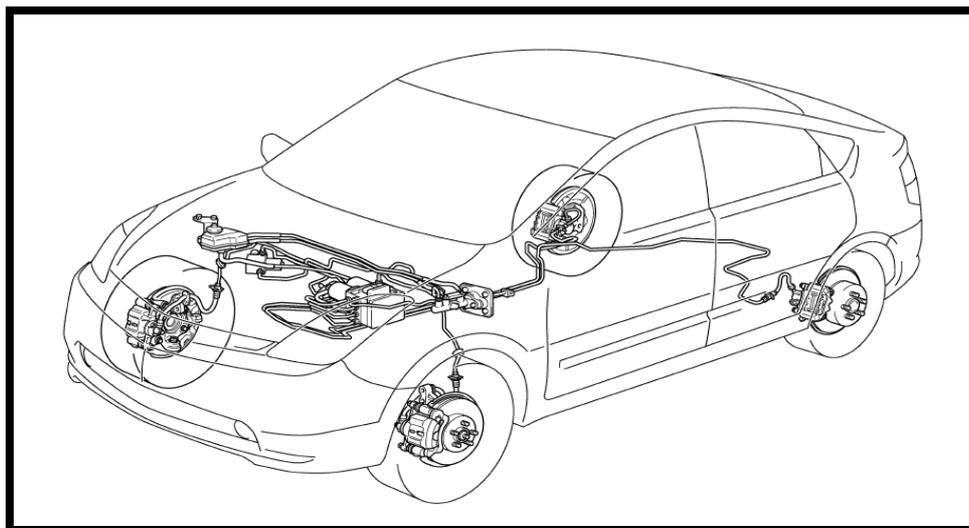
**Figura:** 1.16: Sensor de Revoluciones de Rueda  
**Fuente:** [www.ingemecanica.com/frenosabs/tutorial](http://www.ingemecanica.com/frenosabs/tutorial)  
**Editado por:** Patricio Tapia.

#### 1.4.- Sistema de freno ABS del vehículo híbrido Toyota Prius modelo

“A”.

Cuando una rueda pierde tracción, es difícil controlar el vehículo y por eso se inventó el ABS. El ABS utiliza sensores de velocidad y una computadora para monitorear las cuatro ruedas mientras el vehículo está en movimiento.

Cuando se aplican los frenos y una rueda (o ruedas) empieza a desacelerar más rápido que las otras, el sistema puede reconocer que está perdiendo tracción o se está frenando. En respuesta, el sistema rápidamente pulsa los frenos en esa rueda hasta que empieza a rodar a la misma velocidad que las demás. Al mismo tiempo, mantiene la presión de los frenos en las ruedas con mejor agarre para ayudar a prevenir derrapes.



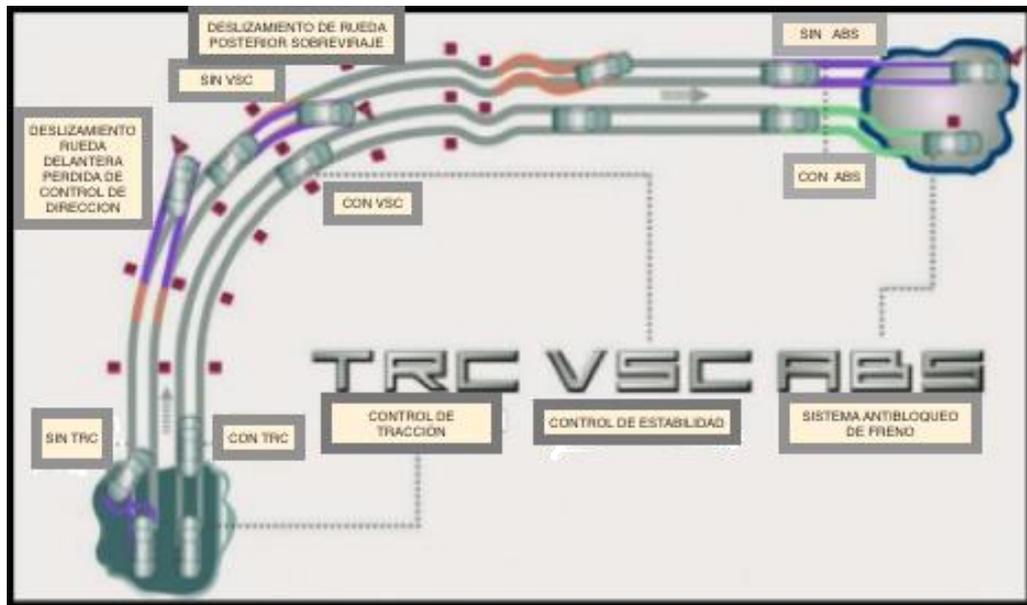
**Figura:** 1.17: Esquema del Sistema de Frenos ABS

**Fuente:** Manual de Taller de Toyota

**Editado por:** Patricio Tapia.

Toyota se toma muy en serio la seguridad de los ocupantes de un vehículo, por esta razón desarrollan muchos sistemas que ayudan a tener un mayor control del mismo en toda situación posible.

Tal es el caso que el Toyota Prius tiene dentro de sus sistemas activos de control los siguientes sistemas que trabajan en conjunto con el sistema de frenos ABS. (ver figura 1.18).



**Figura: 1.18:** Sistemas Activos de Control

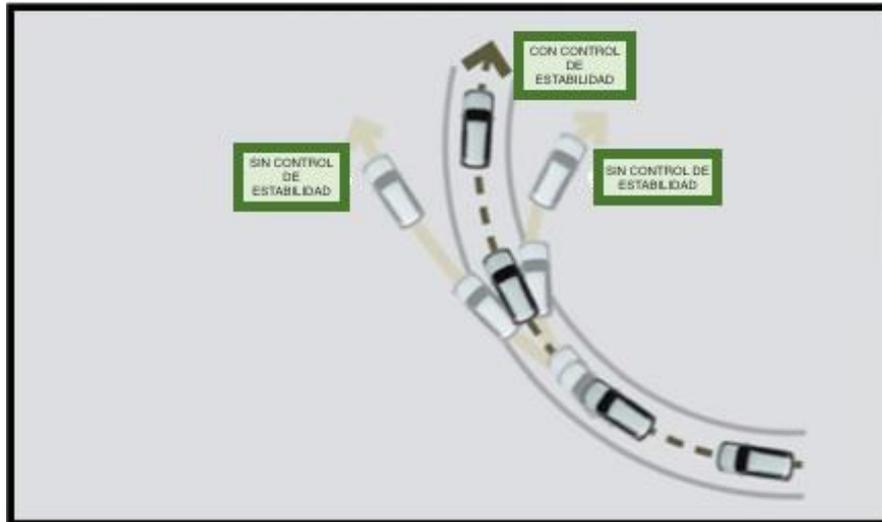
**Fuente:** [www.toyota.com.ar](http://www.toyota.com.ar)

**Editado por:** Patricio Tapia.

#### 1.4.1.- Control de estabilidad del vehículo (VSC).

El VSC, ayuda a prevenir deslizamientos en las ruedas y pérdida de tracción al reducir la potencia del motor y aplicar fuerza de frenado a los neumáticos que lo necesitan.

El sistema registra datos de un sensor ubicado en el volante que compara 25 veces por segundo la trayectoria que quiere seguir el conductor con la trayectoria que realmente tiene el vehículo y de los sensores ABS en las ruedas para determinar si el vehículo está siguiendo los movimientos del volante. O si el vehículo se está desviando de la dirección en la cual el conductor está virando, el VSC está diseñado para reducir la potencia del motor y pulsar los frenos del lado derecho o izquierdo para ayudar a corregir la situación y así ayuda a retomar el control de vehículo y a seguir la dirección que el conductor quiere seguir. (ver figura 1.19).



**Figura:** 1.19: Sistema VSC (Vehicle Stability Control)

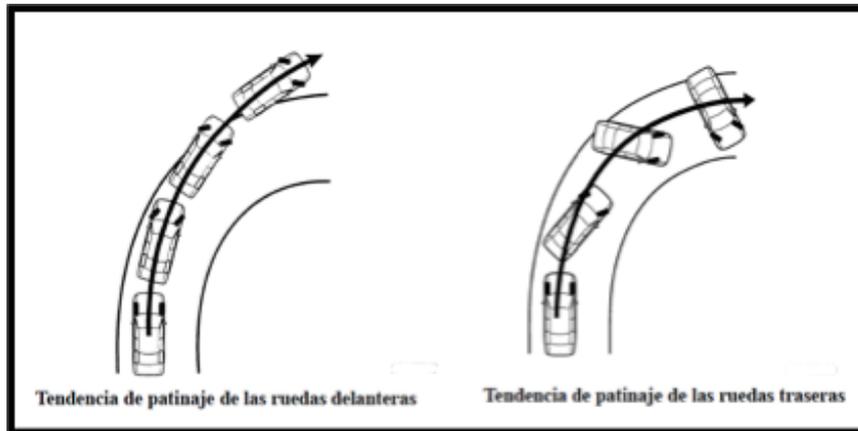
**Fuente:** [www.toyota.com.ar](http://www.toyota.com.ar)

**Editado por:** Patricio Tapia.

#### 1.4.1.1- Descripción general del sistema VSC+.

El sistema VSC+ sirve para ayudar a controlar el comportamiento del vehículo aplicando el control de la fuerza motriz y control del freno de cada rueda cuando el vehículo se encuentre en una de las condiciones siguientes: (ver figura 1.20).

- Cuando las ruedas delanteras pierden el agarre con relación a las ruedas traseras (tendencia de patinaje de las ruedas delanteras)
- Cuando las ruedas traseras pierden el agarre con relación a las ruedas delanteras (tendencia de patinaje de las ruedas traseras).



**Figura:** 1.20: Sistema VSC  
**Fuente:** [www.toyota.com.ar](http://www.toyota.com.ar)  
**Editado por:** Patricio Tapia.

#### **1.4.1.2.-Metodo para determinar la condición del vehículo.**

Para determinar la condición del vehículo, los sensores detectan el ángulo de la dirección, la velocidad del vehículo, la proporción de derrape del vehículo, y la aceleración lateral del vehículo, que entonces calcula la ECU de control anti patinaje.

#### **1.4.1.3.-Para determinar el patinaje de las ruedas delanteras.**

Para saber si el vehículo se encuentra en el estado de patinaje de las ruedas delanteras, se determina mediante la diferencia entre la proporción de derrape propuesta y la proporción de derrape actual del vehículo.

Cuando la proporción actual de derrape del vehículo es menor que la proporción de derrape (una proporción de derrape propuesta determinada por la velocidad del vehículo y el ángulo de la dirección) que debería generarse cuando el conductor opera el volante de dirección, significa que el vehículo está tomando una curva a un ángulo mayor que el de pérdida de recorrido, entonces

la ECU determina que hay una gran tendencia de patinaje de las ruedas delanteras.

#### **1.4.1.4.-Para determinar el patinaje de las ruedas traseras.**

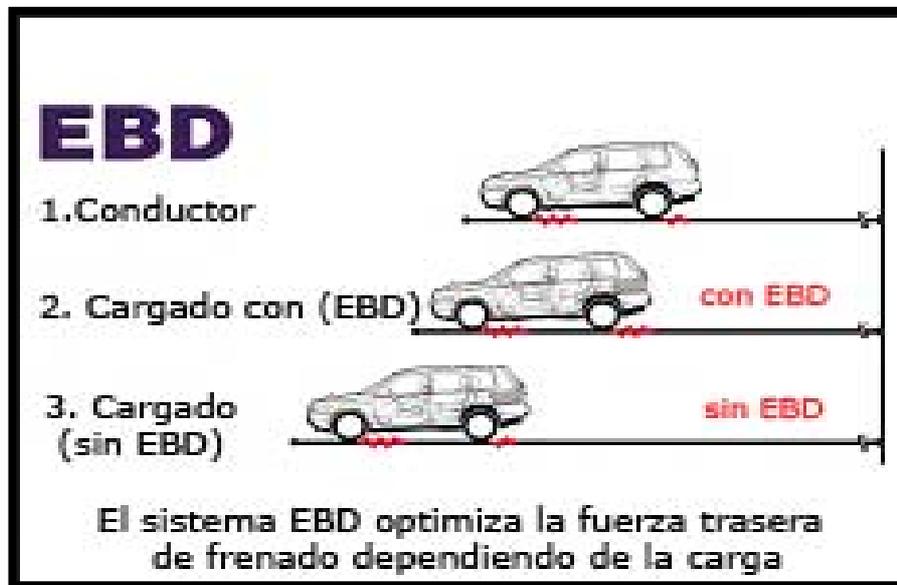
Para saber si el vehículo se encuentra en el estado de patinaje de las ruedas traseras, se determina mediante los valores del ángulo de derrape del vehículo y la velocidad angular del derrape del vehículo (cambios que dependen del tiempo en el ángulo de derrape del vehículo).

Cuando el ángulo de derrape del vehículo es grande, la ECU de control anti patinaje determina que hay una gran tendencia de patinaje de las ruedas traseras.

#### **1.4.2.- Distribución electrónica de la fuerza de frenado (EBD).**

El EBD, es una función del sistema anti-bloqueo de los frenos, el cual ayuda a compensar por el movimiento de peso durante un frenado fuerte.

Reduce la presión de los frenos en las ruedas que llevan la menor cantidad de peso, ayuda a mantener el vehículo bajo control. (ver figura 1.21).



**Figura:** 1.21: Sistema de Frenado EBD  
**Fuente:** [www.toyotapr.badnss.com](http://www.toyotapr.badnss.com)  
**Editado por:** Patricio Tapia.

La distribución de la fuerza de los frenos , se efectuaba antes de forma mecánica. Ahora se efectúa bajo control electrónico de la ECU de control anti patinaje, que controla con precisión la fuerza de frenado de acuerdo con las condiciones de la marcha del vehículo.

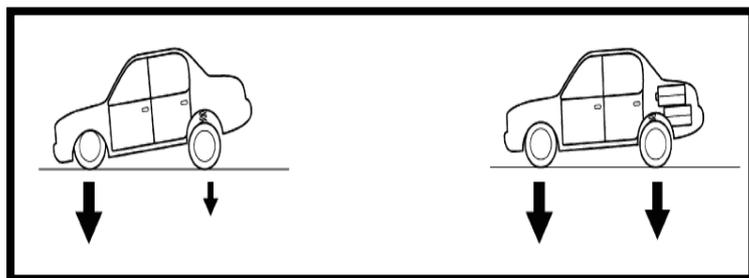
#### **1.4.2.1- Distribución de la fuerza de los frenos delanteros y posteriores.**

Si los frenos son aplicados mientras el vehículo avanza en línea recta, la transferencia de la carretera reduce la carga que se aplica a las ruedas traseras. La ECU de control anti patinaje determina esta condición mediante las señales procedentes del sensor de velocidad, y el actuador del freno regula la distribución de la fuerza de los frenos a las ruedas traseras para conseguir un óptimo control.

La cantidad de fuerza de los frenos que se aplica a las ruedas traseras durante el frenado varia dependiendo de si el vehículo transporta carga o del grado de desaceleración del mismo. (ver figura 1.22).

Si los frenos son aplicados mientras el vehículo esta tomando una curva, la carga aplicada a la rueda interior se reduce y a la rueda exterior es aumentada.

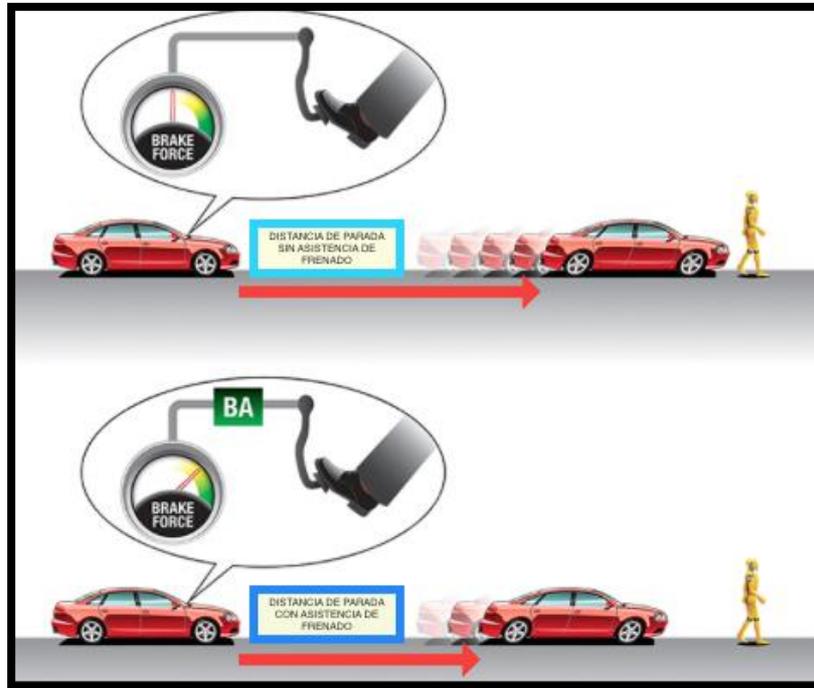
La ECU de control anti patinaje determina esta condición mediante las señales procedentes del sensor de velocidad, y el actuador del freno regula la distribución de la fuerza de los frenos a las ruedas posteriores para conseguir el óptimo control de la distribución de la fuerza de los frenos a la rueda interior y exterior.



**Figura: 1.22:** Sistema de Freno EBD  
**Fuente:** Manual de Taller de Toyota  
**Editado por:** Patricio Tapia.

#### **1.4.3.- Asistencia de frenado (BA).**

La Asistencia de Frenado (BA) está diseñada para detectar un frenado repentino o de "pánico" y asistir al conductor a detener el vehículo, agregando presión de frenado adicional si la Asistencia de Frenado detecta que el conductor está frenando sin fuerza.

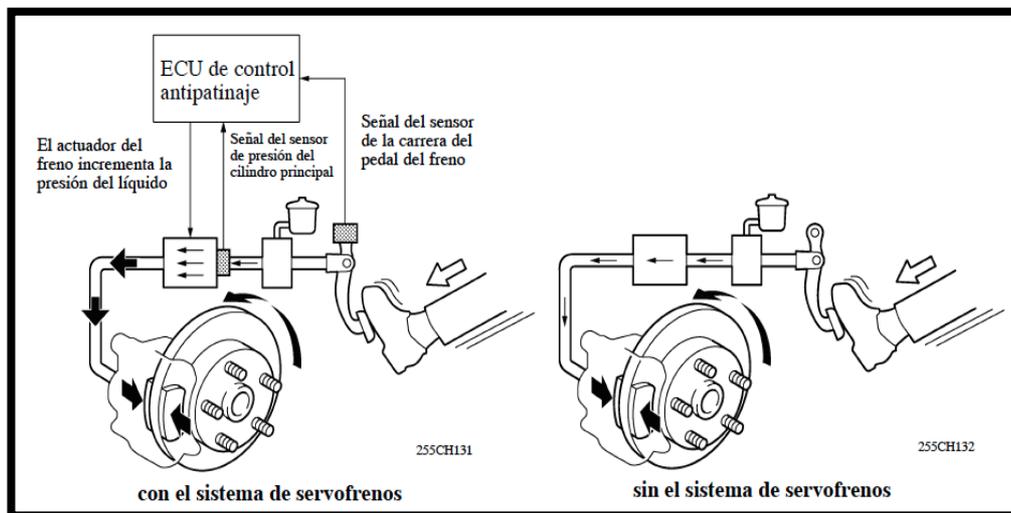


**Figura:** 1.23: Asistencia de Frenado BA  
**Fuente:** [www.transportecanada.com/bas](http://www.transportecanada.com/bas)  
**Editado por:** Patricio Tapia.

El sistema de servofrenos interpreta una pisada fuerte del pedal del freno como un frenado de emergencia y suple la fuerza de frenado aplicada si el conductor no ha pisado con fuerza suficiente el pedal del freno. En casos de emergencia, los conductores, especialmente los que tienen poca experiencia, sienten pánico y no pisan con fuerza suficiente el pedal del freno.

Basándose en las señales procedentes de los sensores de presión del cilindro principal y sensores de la carrera del pedal de freno, la ECU de control anti patinaje calcula la velocidad y la cantidad de aplicación del pedal del freno y luego determina la intención del conductor de efectuar un frenado de emergencia, si la ECU de control anti patinaje determina que el conductor intenta frenar con emergencia, el sistema activa el actuador del freno para incrementar la presión del líquido de los frenos.

El sistema de servofrenos, en combinación con el ABS, ayuda a asegurar el rendimiento de los frenos del vehículo. Una característica clave del sistema de servofrenos es que la temporización y grado de asistencia de frenado están diseñados para asegurar que el conductor no note nada anormal relacionado con la operación de los frenos. Cuando el conductor reduce la presión en el pedal del freno, el sistema reduce la cantidad de asistencia proporcionada.



**Figura:** 1.24: Esquema del Sistema de Servo Frenos

**Fuente:** Manual de Taller de Toyota

**Editado por:** Patricio Tapia.

#### 1.4.4.- Control de tracción (TRAC).

Por medio de la lectura de datos de los sensores de la velocidad de las ruedas ABS, el TRAC puede determinar si una de las ruedas está girando más rápido que la rueda del lado opuesto, lo cual puede indicar una pérdida de tracción. Cuando el TRAC detecta un derrape, el sistema puede automáticamente reducir la potencia del motor hasta que la rueda que está

derrapando disminuya la velocidad y recupere la tracción. Si reducir la potencia del motor no es suficiente, el sistema de los frenos disminuirá la velocidad de esa rueda al pulsar el freno de la misma. (ver figura 1.25)



**Figura:** 1.25: Sistema de Control de Tracción (TRC)

**Fuente:** [www.toyotasarthou.com.ar/seguridad](http://www.toyotasarthou.com.ar/seguridad)

**Editado por:** Patricio Tapia.

#### **1.4.5.- Sistema de control de los frenos en el Toyota Prius.**

El ECB (Electronically Controlled Brake) Freno Controlado Electrónicamente, calcula la fuerza de frenado requerido basándose en la cantidad de esfuerzo del pedal y la fuerza aplicada por el conductor. Entonces este sistema aplica la fuerza de frenado necesaria (que consiste en una fuerza de frenos regenerativos generada por MG2 y una fuerza de frenado generada por el sistema de frenos hidráulicos) y absorbe la energía con eficacia.

La ECU de ECB que controla este sistema, esta integrado en la ECU de control anti patinaje, y efectúa todo el control junto con el sistema de control de los frenos hidráulicos (que consta de ABS con EBD, servofreno y VSC+).

El sistema VSC+ proporciona la asistencia a la dirección para facilitar la operación de la dirección para el conductor dependiendo de las situaciones del

vehículo efectuando el control cooperativo en conjunción con el EPS, además del sistema VSC que proporciona la función general de control de frenado.

En el nuevo Prius, se ha adoptado el sistema de control de la tracción del motor. Este sistema minimiza el patinaje de las ruedas motrices y genera la fuerza de impulsión apropiada para la condición de la superficie de la carretera aplicando el control de los frenos hidráulicos a las ruedas que patina, además de la función de control que protege el engranaje planetario y el motor proporcionado por el sistema THS en el modelo anterior.

Durante el frenado normal, la presión del líquido generada por el cilindro principal no acciona directamente los cilindros de las ruedas, sino que sirve como señal de la presión hidráulica. En lugar de ello, la presión de control actual se obtiene regulando la presión del líquido de la fuente de potencia hidráulica en el actuador del freno, que acciona los cilindros de las ruedas.

### **1.5.- Aplicaciones varias del sistema de frenos ABS.**

La fuerza de frenado de un vehículo depende de muchos factores, tales como la velocidad, la carga que transporta, la temperatura del ambiente, temperatura de los neumáticos y las condiciones de la carretera y del vehículo.

Eh ahí, la importancia de contar con un dispositivo o sistema que nos brinde la seguridad y certeza que al momento de detener la marcha del

vehículo sea en el menor tiempo y distancia posible y manteniendo en todo momento el control del mismo.

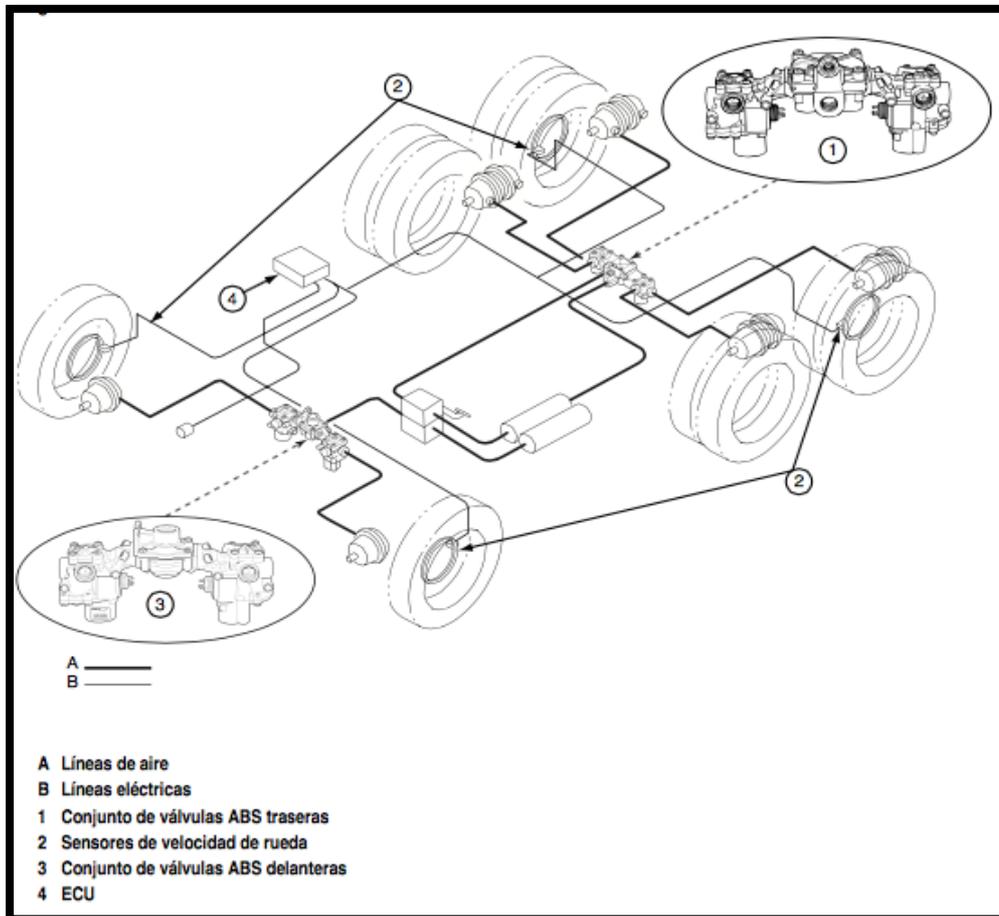
El sistema antibloqueo de ruedas (ABS), es un dispositivo utilizado en camiones, tracto camiones, tractores, trenes, automóviles, motocicletas, aviones. Este sistema fue desarrollado inicialmente para los aviones, puesto que tienen que frenar muy fuertemente una vez han aterrizado, y dado a su gran eficiencia se fue paulatinamente aplicando a los diversos medios de transporte ya descritos.

#### **1.5.1.- Sistema ABS en camiones y tracto camiones.**

El ABS es un sistema electrónico que controla la velocidad de las ruedas durante el frenado, comprueba constantemente la velocidad de las ruedas en situaciones de bloqueo durante un frenado de emergencia.

Con esto se consigue mejorar la estabilidad y control del camión durante un frenado. Este sistema está diseñado para funcionar con los sistemas de frenos neumáticos estándar. Una ECU (4) en el sistema recibe y procesa las señales de los diversos sensores (2), y al detectar un bloqueo de una o varias ruedas se activa la válvula moduladora apropiada que controla la presión de aire. (1) y (3).

Una función especial permite que en caso de una falla de funcionamiento del sistema se inhabilita el ABS en la o las ruedas afectadas, dicha rueda conserva la operación de frenado normal, mientras que las demás ruedas mantienen la función ABS. (ver figura 1.26).



**Figura: 1.26:** Esquema de ABS en Tracto Camión  
**Fuente:** [www.ingemecanica.com/](http://www.ingemecanica.com/)  
**Editado por:** Patricio Tapia.

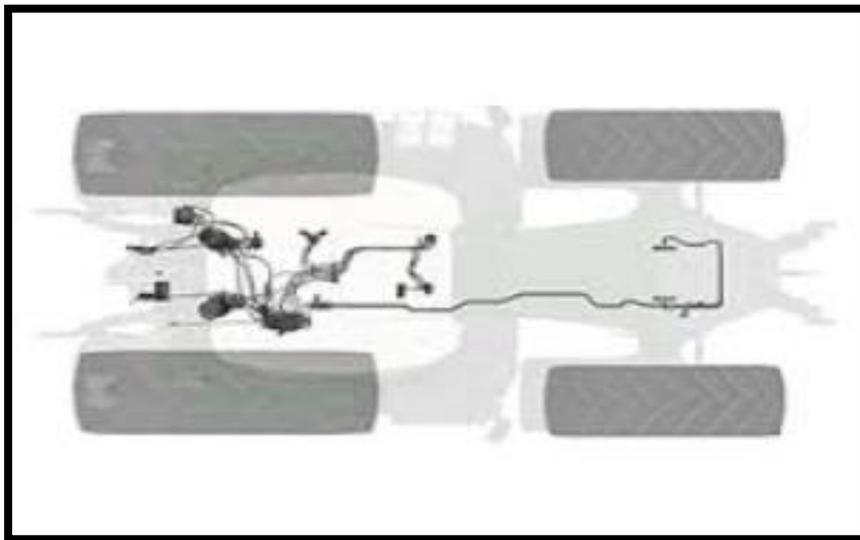
### 1.5.2.- Sistema ABS en tractores agrícolas.

El frenado del tractor agrícola tiene la particularidad que debe detener a un vehículo muy pesado de por sí, y sumado a eso que el tractor puede remolcar aditamentos que pesan varias veces su propio peso, es por esta razón que el sistema de frenos de estos vehículos deben ser muy eficaces, no nos olvidemos que pese a ser vehículos pesados, pueden llegar a velocidades de hasta 60 km/h. (ver figura 1.27).

Otros fenómenos a considerar están que la superficie de trabajo suele ser grava suelta, pasto, suelo mojado y como ya se indicó anteriormente la

adherencia de los neumáticos al suelo juegan un papel muy importante en el proceso de frenado, a demás los neumáticos de los tractores agrícolas disponen de unos tacos que dificultan mucho el proceso de frenado.

Por todas las razones expuestas el sistema de freno ABS para tractores tiene funciones particulares, diferentes a las ya conocidas en los automóviles, como por ejemplo: tiene un modo llamado fuera de carretera, un concepto de frenado especial para conducir sobre superficies sueltas. En este caso el sistema ABS permite bloquear las ruedas si es necesario garantizar un frenado al bajar por una pendiente sobre gravilla.



**Figura:** 1.27: Esquema de ABS en Tractor Agrícola

**Fuente:** [www.newholland.com/abs](http://www.newholland.com/abs)

**Editado Por:** Patricio Tapia.

### 1.5.3.- Sistema ABS en trenes.

En este medio de transporte, el sistema de frenos ABS es utilizado cuando el tren supera velocidades de 80 km/h. Puesto que antes de esa velocidad, para el efecto de frenado utiliza un sistema de freno eléctrico o dinámico.

El freno ABS es utilizado en conjunto con el sistema de freno neumático, que brinda una mayor seguridad y eficacia. (ver figura 1.28).



**Figura: 1.28:** Sistema de Freno ABS para Tren

**Fuente:** Revista Crónica Ferroviaria

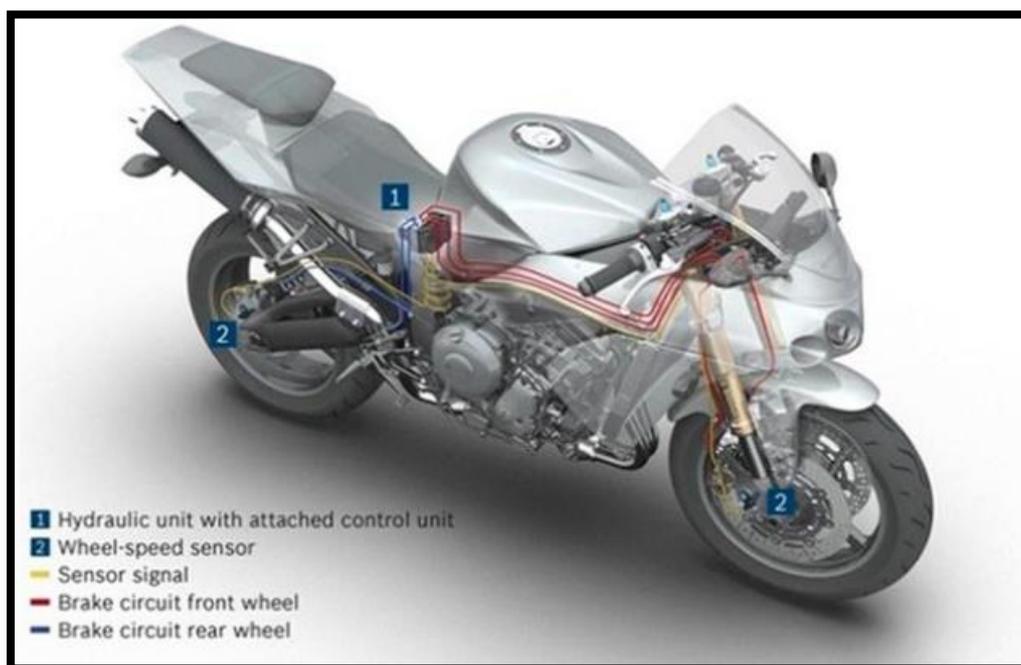
**Editado por:** Patricio Tapia.

### 1.5.4.- Sistema de freno ABS en motocicleta.

Al igual que en los vehículos, en las motos el sistema de frenos ABS, consta básicamente de sensores de revoluciones en las ruedas que monitorean constantemente en busca de una diferencia de velocidad en relación a la otra rueda para entrar en funcionamiento el sistema ABS y evitar el bloqueo de esa

rueda. Además cuenta con la ECU del ABS, el cilindro principal de freno y los cilindros de ruedas. (ver figura 1.29).

Una particularidad muy importante es que en las motocicletas normalmente tenemos 2 tipos de accionamiento de freno, freno de mano para la rueda delantera y freno de pie para la rueda posterior.



**Figura:** 1.29: Sistema ABS en Motocicletas

**Fuente:** [www.honda-montesa.es/abs](http://www.honda-montesa.es/abs)

**Editado por:** Patricio Tapia.

### 1.5.5.- Sistema ABS en aviones.

El sistema de freno en aviones es similar al ABS de los vehículos, de hecho fue la guía para diseñar el sistema de frenos ABS en los mismos.

Este sistema tiene el nombre de Antiskid (antideslizante) es un sistema similar al ABS, pero mas completo.



**Figura:** 1.30: Sistema ABS en Aviones.

**Fuente:** [www.ingemecasnica.com/abs](http://www.ingemecasnica.com/abs)

**Editado por:** Patricio Tapia.

## CAPITULO II

### ESTUDIO DEL SISTEMA DE FRENOS ABS TOYOTA PRIUS A

El sistema de frenos ABS del Toyota Prius A, podría considerarse como uno de los sistemas mas importantes del vehículo en cuanto a seguridad activa se refiere, ya que con el trabajan otros sistemas que sirven para mejorar el performance y control del vehículo, otros sistemas como el VSC (Control de Estabilidad del Vehículo), el TRC (Control de Tracción), y el EBD (Distribución Electrónica de Freno). En este capítulo hablaremos del sistema de frenos ABS del Toyota Prius A, objeto de este estudio.

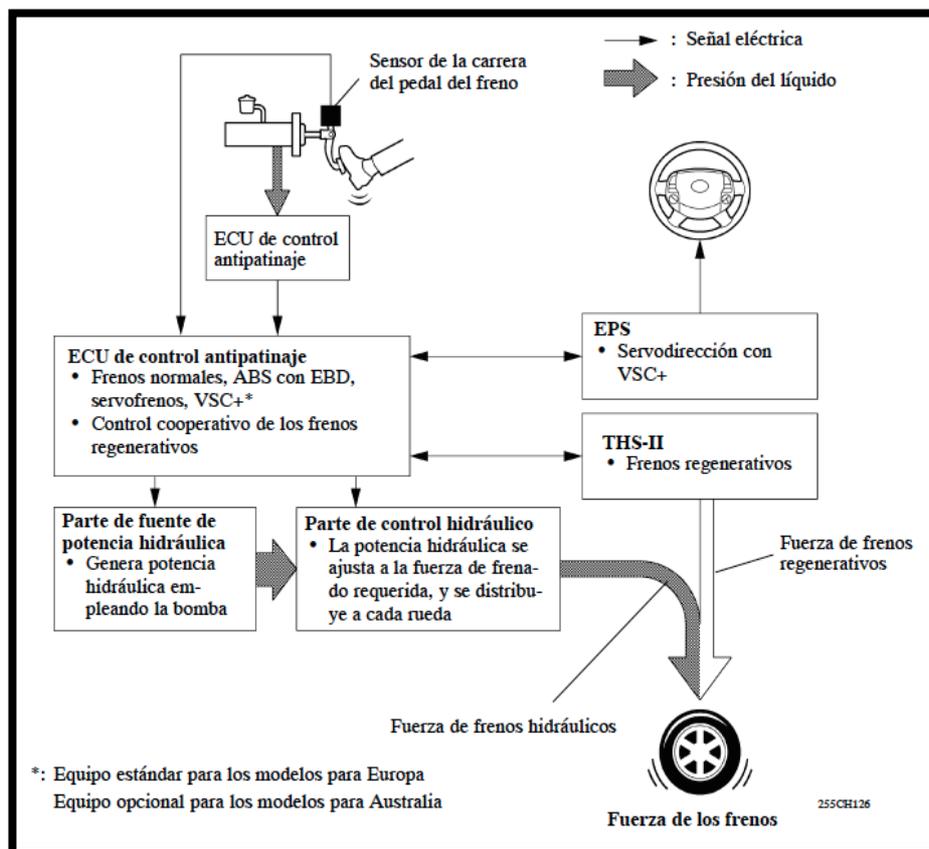
#### 2.1.- Sistema de frenos ABS Toyota Prius.

En el sistema de control de los frenos del Prius se ha adoptado el ECB (Freno de Control Electrónico). El sistema ECB calcula la fuerza de frenado requerida basándose en la cantidad de esfuerzo del pedal y la fuerza aplicada por el conductor. Entonces, este sistema aplica la fuerza de frenado necesaria (que consiste en una fuerza de frenos regenerativos generados por MG2 y una fuerza de frenado generada por el sistema de frenos hidráulicos) absorbiendo la energía con eficacia.

La ECU del ECB, que controla este sistema, esta integrada en la ECU de control anti patinaje y efectúa todo el control de los frenos hidráulicos que consta de ABS con EBD, Servofrenos y VSC.

El sistema VSC proporciona la asistencia a la dirección para facilitar la operación de la dirección para el conductor, dependiendo de la situación del vehículo. El sistema de control de tracción, minimiza el patinaje de las ruedas motrices generando la fuerza de impulsión apropiada para la condición de la superficie de la carretera aplicando el control de los frenos hidráulicos a las ruedas que patinan. (ver figura 2.1).

Durante un frenado normal la presión del líquido generada por el cilindro principal, no acciona directamente los cilindros de las ruedas, sino que sirve como señal de la presión hidráulica. En lugar de ello, la presión de control se obtiene regulando la presión del líquido de la fuente de potencia hidráulica en el actuador del freno, que accionara los cilindros de las ruedas.



**Figura: 2.1:** Sistema de Control de Freno  
**Fuente:** Manual de Taller de Toyota  
**Editado por:** Patricio Tapia.

### **2.1.1.- Partes principales de el sistema de frenos ABS del Toyota Prius.**

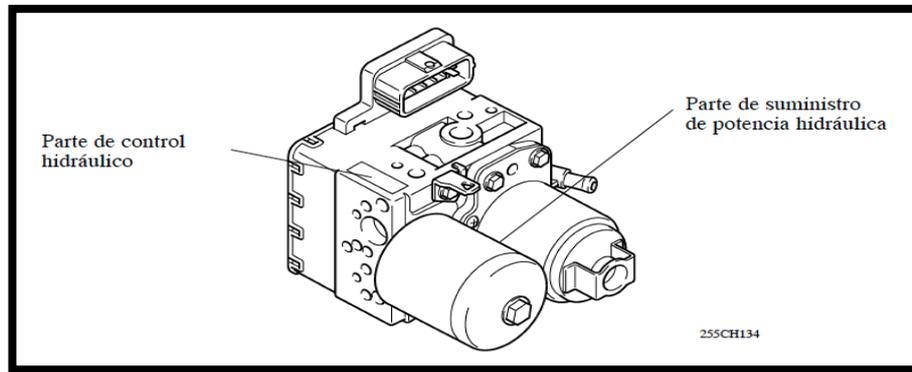
Las partes que conforman el sistema de frenos ABS del Toyota Prius A son:

- Actuador de Freno
- ECU de control Anti Patinaje
- Cilindro Principal de Freno
- Sensor de Carrera de Pedal de Freno
- Simulador de Carrera
- Sensor de Proporción de Derrape
- Sensor de Angulo de Direccion
- Unidad auxiliar de alimentacion

#### **2.1.1.1.- Actuador de freno.**

El actuador de Freno esta formado por el control hidráulico que a su vez esta formado de válvulas de solenoide que son controladas por la ECU de control anti patinaje que abren y cierran el paso entre el cilindro principal y los cilindros de ruedas e incrementan y reducen la presión del líquido en los cilindros de las ruedas. y la fuente de potencia hidráulica que consta de una bomba, motor de la bomba, acumulador, válvulas de alivio y de presión del acumulador. (ver figura 2.2).

La fuente de potencia hidráulica genera y almacena presión hidráulica que la ECU de control anti patinaje utiliza para controlar el frenado.



**Figura: 2.2:** Actuador de Freno  
**Fuente:** Manual de Taller de Toyota  
**Editado por:** Patricio Tapia.

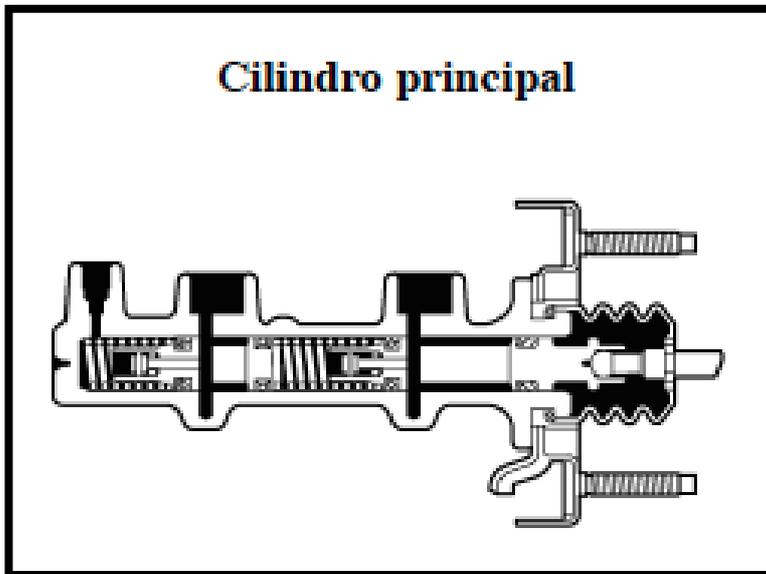
### **2.1.1.2.- ECU de control anti patinaje.**

La ECU, procesa las señales de varios sensores, y la señal de frenos regenerativos, para ejecutar y controlar la coordinación de los frenos regenerativos, el ABS con EBD, VSC+, Servofrenos, y los frenos normales.

Discrimina la condición de marcha del vehículo basándose en las señales procedentes de cada sensor, y controla el actuador del freno.

### **2.1.1.3.- Cilindro principal de freno.**

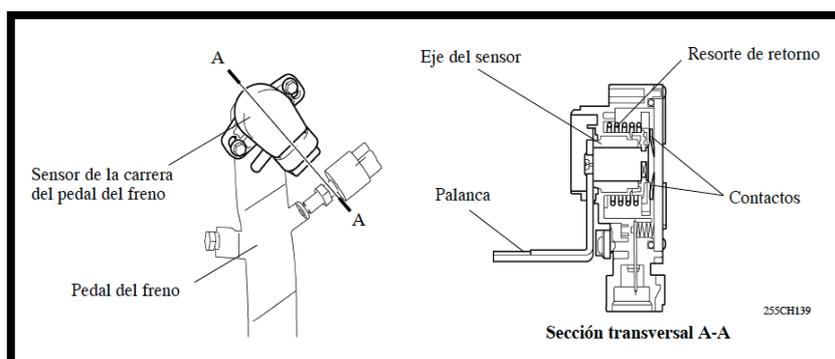
Cuando ocurre un mal funcionamiento en la parte de suministro de potencia, el cilindro principal de freno suministra presión de líquido ( que se genera mediante el esfuerzo del pedal de freno) directamente a los cilindros de las ruedas. (ver figura 2.3).



**Figura: 2.3:** Cilindro Principal de Freno  
**Fuente:** Manual de Taller Toyota  
**Editado por:** Patricio Tapia.

**2.1.1.4.- Sensor de la carrera del pedal del freno.**

Este sensor detecta el grado de la carrera del pedal del freno y lo transmite a la ECU de control anti patinaje, sensor muy útil para operar el sistema de freno (BA). (ver figura 2.4).

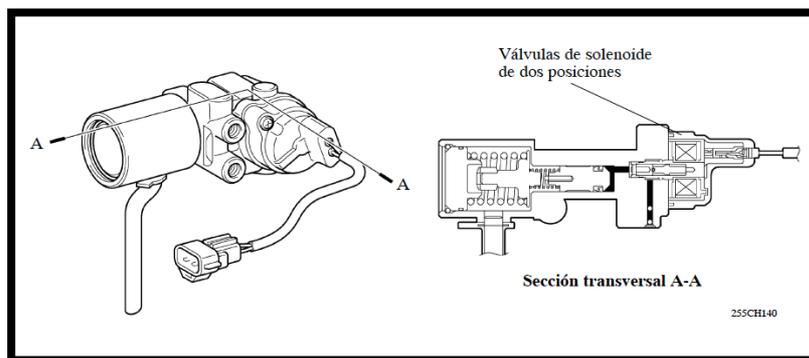


**Figura: 2.4:** Sensor de Carrera de Pedal de Freno  
**Fuente:** Manual de Taller de Toyota  
**Editado por:** Patricio Tapia.

### 2.1.1.5.- Simulador de la carrera.

El simulador de la carrera esta situado entre el cilindro principal y el actuador del freno. Genera la carrera del pedal de acuerdo con el esfuerzo efectuado en el pedal por el conductor durante el frenado. (ver figura 2.5).

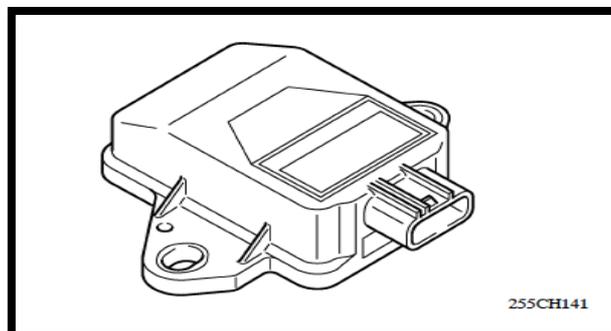
El simulador de la carrera proporciona las características de la carrera del pedal en dos etapas en relación con la presión del cilindro principal.



**Figura: 2.5:** Simulador de la Carrera  
**Fuente:** Manual de Taller de Toyota  
**Editado por:** Patricio Tapia.

### 2.1.1.6.- Sensor de proporción de derrape.

Detecta la proporción de derrape del vehículo y detecta la aceleración del vehículo en las direcciones hacia delante, atrás y lateral, enviando señales a la ECU de control anti patinaje. (ver figura 2.6).

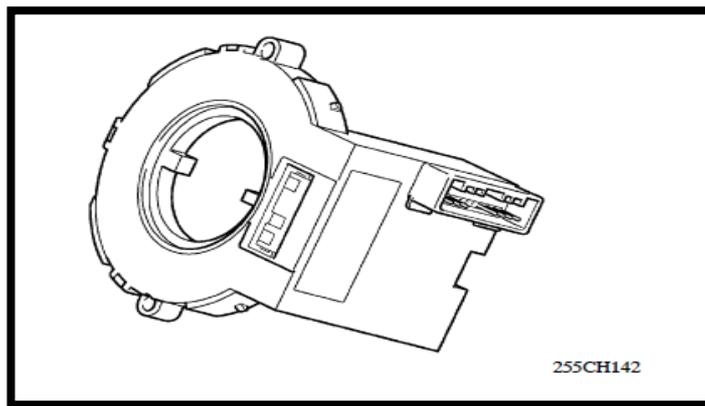


**Figura: 2.6:** Sensor de Proporción de Derrape  
**Fuente:** Manual de Taller de Toyota  
**Editado por:** Patricio Tapia.

### 2.1.1.7.- Sensor del ángulo de la dirección.

El sensor del ángulo de la dirección detecta la dirección y ángulo del volante de dirección, enviando esta señal a la ECU de control anti patinaje.

El sensor contiene tres foto interruptores con fases, y un disco ranurado que interrumpe la luz para activar y desactivar el circuito fotosensible detectando la dirección y el ángulo del volante de dirección. (ver figura 2.7).

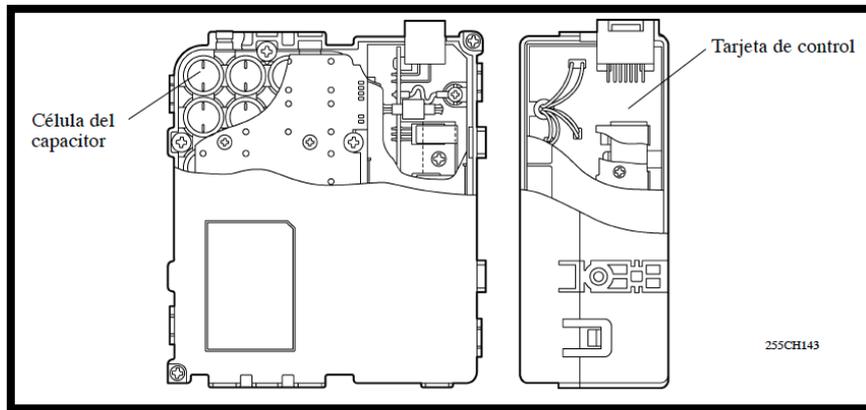


**Figura: 2.7:** Sensor de Angulo de Dirección  
**Fuente:** Manual de Taller de Toyota  
**Editado por:** Patricio Tapia.

### 2.1.1.8.- Unidad auxiliar de alimentación.

Es una fuente de alimentación auxiliar para proporcionar alimentación estable al sistema de frenos.

Esta unidad contiene 28 células de capacitor, que almacena una carga eléctrica proporcionada por la fuente de alimentación del vehículo (12V). Cuando cae la tensión de la fuente de alimentación del vehículo, la carga eléctrica que está almacenada en las células del capacitor se emplea como alimentación auxiliar para el sistema de frenos.



**Figura: 2.8:** Unidad Auxiliar de Alimentación

**Fuente:** Manual de Taller de Toyota

**Editado por:** Patricio Tapia.

### **2.1.2.- Funcionamiento del sistema de frenos con control cooperativo de frenos regenerativos.**

Durante el frenado normal, las válvulas de solenoide de corte del cilindro principal se cierran y los circuitos de la presión del líquido de los cilindros de las ruedas quedan independientes.

Consecuentemente, la presión del líquido generada por el cilindro principal no causa directamente el accionamiento de los cilindros de las ruedas.

La ECU de control anti patinaje calcula la fuerza de frenado que necesita el conductor de acuerdo con las señales recibidas desde los sensores de presión del cilindro principal y el sensor de la carrera del pedal del frenos. Entonces la ECU de control anti patinaje calcula el valor de la fuerza de frenos regenerativos partiendo de la fuerza requerida para el frenado y transmite el valor calculado a la ECU de HV. La ECU de HV, al recibir el valor, genera una fuerza de frenos regenerativos.

### 2.1.2.1.- Incremento de la presión.

La ECU de control anti patinaje calcula la presión propuesta de los cilindros de las ruedas (equivalente a la fuerza de frenado requerida por el conductor) de acuerdo con las señales recibidas desde el sensor de presión del cilindro principal y el sensor de la carrera del pedal del freno. La ECU de control anti patinaje compara la señal del sensor de presión de los cilindros de las ruedas y la presión propuesta de los cilindros de ruedas. Si la presión propuesta es inferior, la ECU de control anti patinaje refuerza la presión del actuador del freno. Enviando la presión de líquido que existe en el acumulador a los cilindros de las ruedas. (ver figura 2.9).

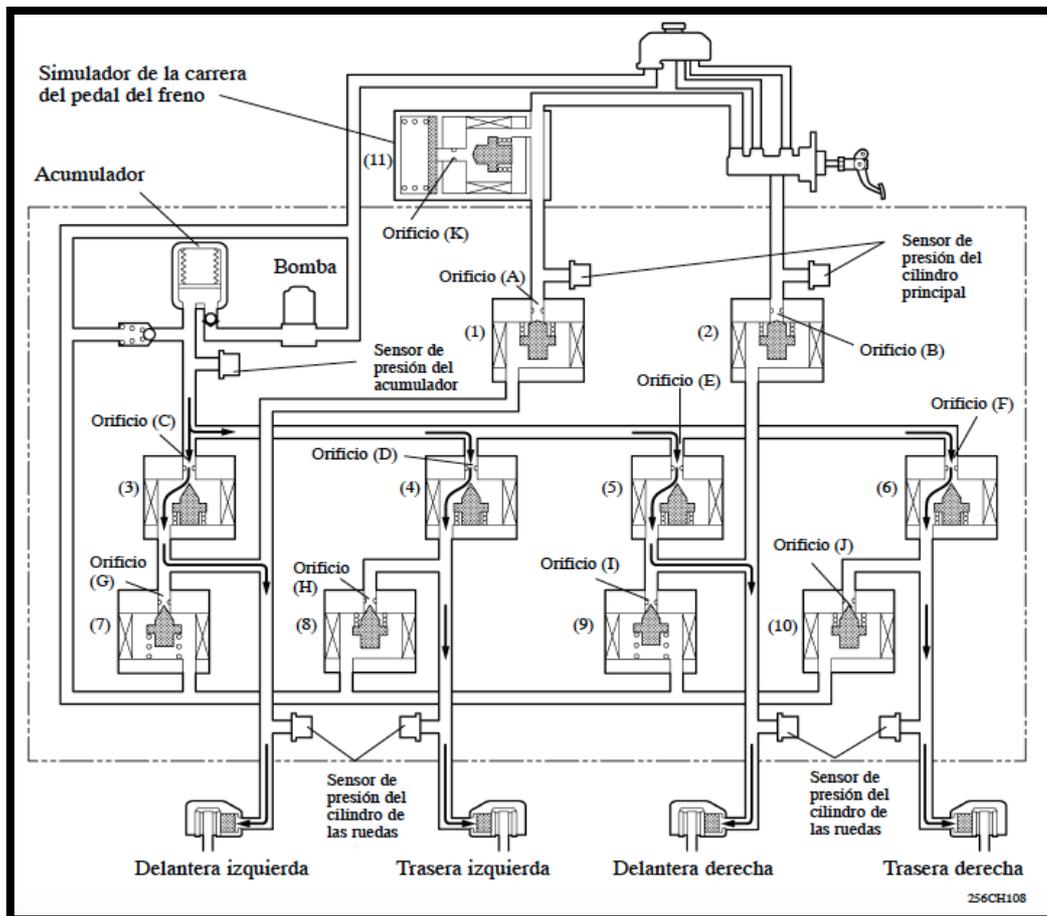


Figura: 2.9: Esquema del Incremento de Presión

Fuente: Manual de Taller de Toyota

Editado por: Patricio Tapia.

**Tabla: 2.1:** Incremento de Presión

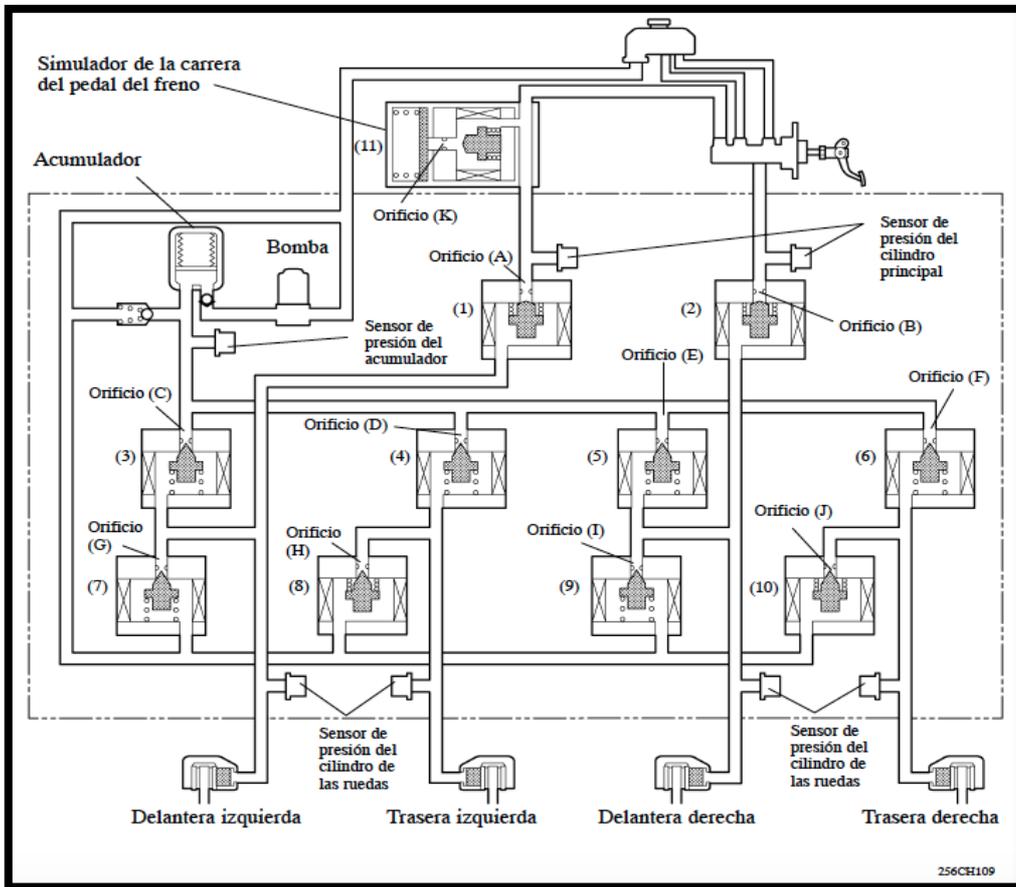
Elemento		Modo de incremento del frenado normal
1, 2	Válvula de Solenoide de corte del Cilindro Principal	ON (cerrada)
	Orificio: A, B	
3, 4	Válvula de Solenoide de Aplicación de Presión	ON (medio abierta)*
5, 6	Orificio: C, D, E, F	
7, 9	Válvula de Solenoide de Reducción de Presión	OFF (cerrada)
	Orificio: G, I	
8, 10	Válvula de Solenoide de Reducción de Presión	ON (cerrada)
	Orificio: H, J	
11	Válvula de Solenoide de corte del Simulador de Carrera	ON (abierta)
	Orificio: K	

**Fuente:** Manual de Taller de Toyota  
**Editado por:** Patricio Tapia.

- La válvula de solenoide regula constantemente la cantidad de apertura del orificio de acuerdo con las condiciones de utilización para controlar la presión del líquido.

### 2.1.2.2.- Retención de la presión.

La ECU de control anti patinaje compara la señal del sensor de presión de los cilindros de las ruedas con la presión propuesta de los cilindros de ruedas. Si son iguales, la ECU de control anti patinaje controla el actuador del freno en el estado de retención. Reteniéndose la presión en los cilindros de las ruedas a un valor constante. (ver figura 2.10).



**Figura: 2.10:** Esquema de la Reducción de la Presión.

**Fuente:** Manual de Taller de Toyota

**Editado por:** Patricio Tapia.

**Tabla: 2.2:** Retención de la Presión

Elemento		Modo de incremento del frenado normal
1, 2	Válvula de Solenoide de corte del Cilindro Principal Orificio: A, B	ON (cerrada)
3, 4	Válvula de Solenoide de Aplicación de Presión	OFF (cerrada)
5, 6	Orificio: C, D, E, F	
7, 9	Válvula de Solenoide de Reducción de Presión Orificio: G, I	OFF (cerrada)
8, 10	Válvula de Solenoide de Reducción de Presión Orificio: H, J	ON (cerrada)
11	Válvula de Solenoide de corte del Simulador de Carrera Orificio: K	ON (abierta)

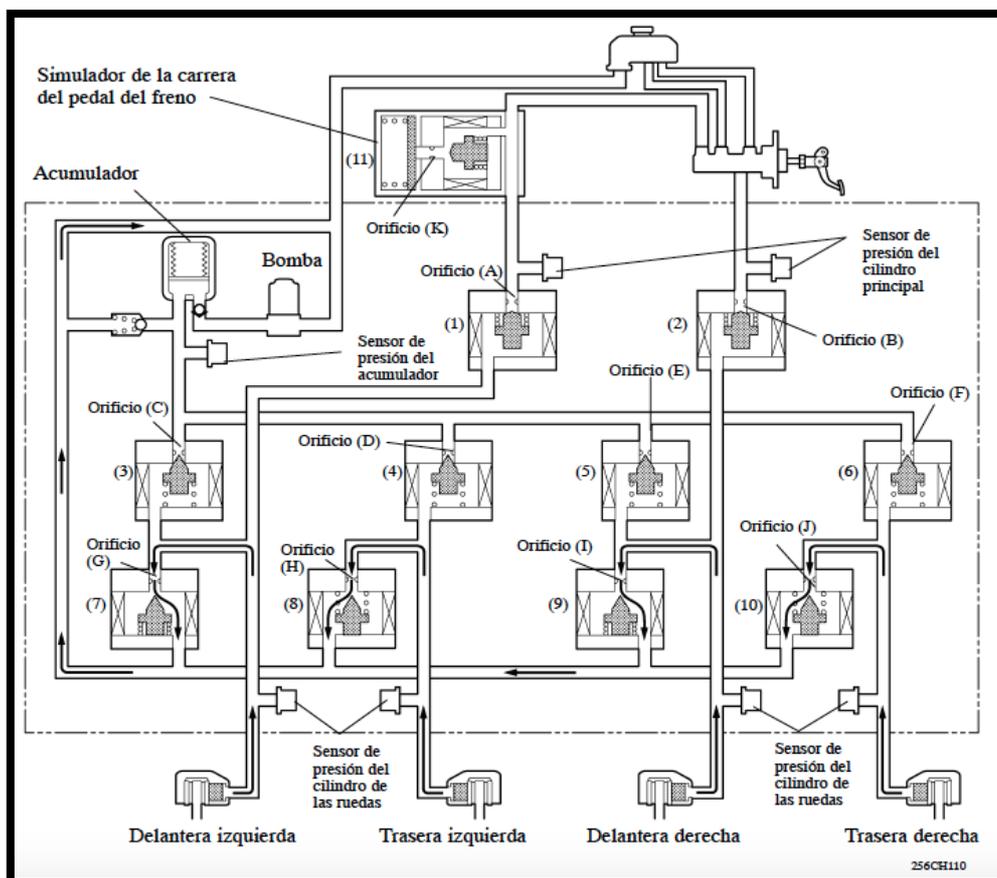
**Fuente:** Manual de Taller de Toyota

**Editado por:** Patricio Tapia.

### 2.1.2.3.- Reducción de la presión.

La ECU de control anti patinaje compara la señal del sensor de presión de los cilindros de las ruedas con la presión propuesta de los cilindros de las ruedas. Si la presión propuesta es inferior, la ECU de control anti patinaje reduce la presión del actuador de freno. Con esto se reduce la presión del cilindro de las ruedas.

Esta operación es la misma cuando debe reducirse la fuerza de los frenos hidráulicos para poder efectuar el control cooperativo de acuerdo con los cambios de la fuerza con los frenos regenerativos. (ver figura 2.11).



**Figura: 2.11:** Esquema de la Reducción de la Presión

**Fuente:** Manual de Taller de Toyota

**Editado por:** Patricio Tapia.

**Tabla: 2.3:** Esquema de la Reducción de la Presión.

Elemento		Modo de incremento del frenado normal
1, 2	Válvula de Solenoide de corte del Cilindro Principal	ON (cerrada)
	Orificio: A, B	
3, 4	Válvula de Solenoide de Aplicación de Presión	OFF (cerrada)
5, 6	Orificio: C, D, E, F	
7, 9	Válvula de Solenoide de Reducción de Presión	ON (medio abierta)*
	Orificio: G, I	
8, 10	Válvula de Solenoide de Reducción de Presión	ON (medio abierta)*
	Orificio: H, J	
11	Válvula de Solenoide de corte del Simulador de Carrera	ON (abierta)
	Orificio: K	

**Fuente:** Manual de Taller de Toyota

**Editado por:** Patricio Tapia.

- La valvula de solenoide regula constantemente la cantida de abertura del orificio de acuerdo con las condiciones de utilización para controlar la presión del liquido.

## **2.2.- Comprobaciones del sistema de frenos ABS del Toyota Prius.**

Las comprobaciones del sistema de frenos ABS del Toyota Prius, se deben realizar al notar un mal funcionamiento de dicho sistema, es decir, cuando escuchamos ruidos extraños al realizar una acción de frenado o cuando por algún malfuncionamiento del sistema de frenos se enciende la luz de advertencia en el tablero de instrumentos.

### **2.2.1.- Tipos de comprobación del sistema de frenos ABS.**

podemos dividir en dos tipos de comprobaciones, siendo estas:

Las revisiones mecánicas que involucran las mediciones de los discos de frenos tanto de las ruedas delanteras como de las ruedas traseras, así como

también las mediciones de las pastillas de frenos, y distancia del pedal de frenos con respecto al piso del vehículo.

Y las comprobaciones electrónicas, las cuales para realizarlas nos valemos de equipos de diagnósticos, en este caso del programa Tech Stream, equipo original de diagnóstico de Toyota.

### **2.2.2.- Comprobación de los discos de freno.**

Para realizar esta labor se deben desmontar las ruedas, para lo cual se debe embancar el vehículo siguiendo las recomendaciones proporcionadas por el fabricante. Acto seguido se realiza una inspección visual de los discos en búsqueda de alguna anomalía visible, como grietas, desgaste visible palpando el borde externo de cada disco, para luego con ayuda de un pie de rey o calibrador o micrómetro tomar lectura de cada disco e identificarlos para posterior comparar con las especificaciones del fabricante y determinar su reusabilidad o reemplazo. (ver figura 2.12).

Tener en cuenta que el fabricante recomienda reemplazar los discos que presenten desgaste palpando los bordes externos (se forma un escalón).

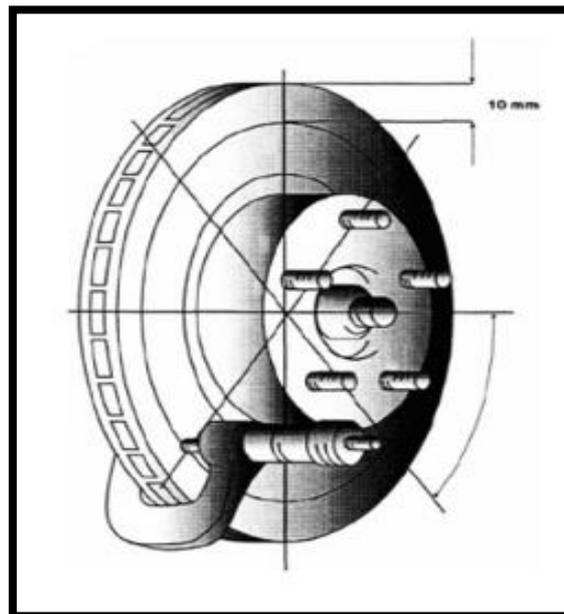


**Figura:** 2.12: Revisión de desgaste tipo escalón

**Fuente:** [www.toyotasarthou.com.ar](http://www.toyotasarthou.com.ar)

**Editado por:** Patricio Tapia.

A continuación se muestra un gráfico como se realiza la medición de un disco de freno utilizando el calibrador. (ver figura 2.13)



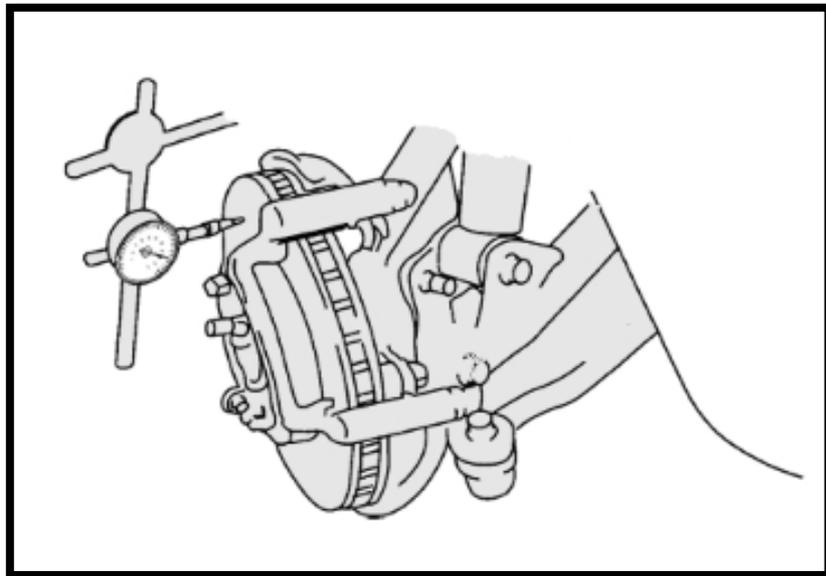
**Figura:** 2.13: Medición con Calibrador del Disco de Freno

**Fuente:** [www.e-auto.com.mx/frenos/diagnostico](http://www.e-auto.com.mx/frenos/diagnostico)

**Editado por:** Patricio Tapia.

Otra revisión que se debe realizar es verificar el alabeo o torcedura, para ellos hay que valernos de herramientas adecuadas para tal efecto. Generalmente el alabeo o torcedura sucede por excesivo uso de los frenos (se recalientan) y al contacto con agua, tienden a torcerse por el choque térmico.

El principal síntoma de una torcedura del disco se siente al frenar fuerte el pedal presenta vibraciones y se puede escuchar ruidos de golpeteo. (ver figura 2.14).



**Figura:** 2.14: Medición de alabeo del Disco de Freno

**Fuente:** [www.e-auto.com.mx/frenos/diagnostico](http://www.e-auto.com.mx/frenos/diagnostico)

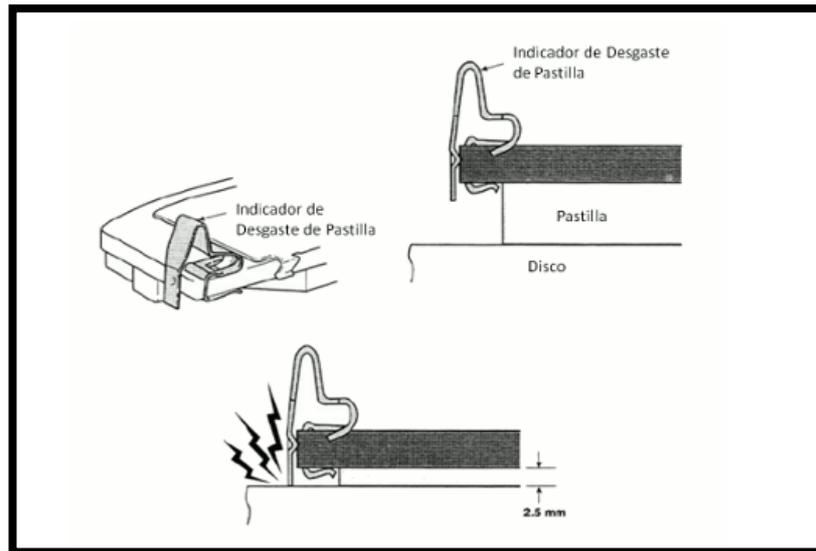
**Editado por:** Patricio Tapia.

### **2.2.3.- Comprobación de las pastillas de frenos.**

La comprobación de las pastillas de Freno se debe realizar al intervalo que indique el fabricante, o si notamos un ruido extraño al momento de frenar, para la comprobación se debe desmontar la rueda y una vez desmontada tenemos campo visual para observar por anomalía o desgaste de las pastillas,

si notamos que están muy desgastadas o no estamos seguros, entonces, se debe desmontar las pastillas para medir su espesor y comparar con la medida del fabricante para determinar si se pueden reutilizar o amerita su reemplazo.

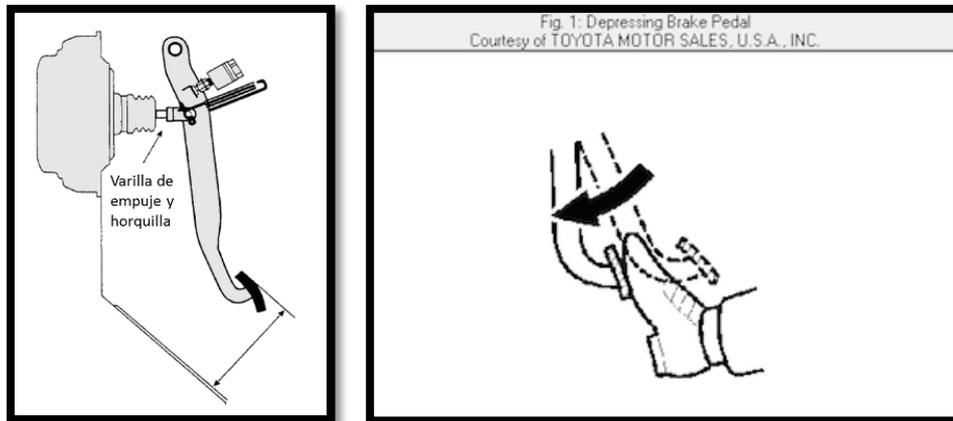
(ver figura 2.15).



**Figura:** 2.15: Inspección de Pastillas de Freno  
**Fuente:** [www.e-auto.com.mx/frenos/diagnostico](http://www.e-auto.com.mx/frenos/diagnostico)  
**Editado por:** Patricio Tapia.

#### 2.2.4.- Comprobación de la distancia del pedal del freno.

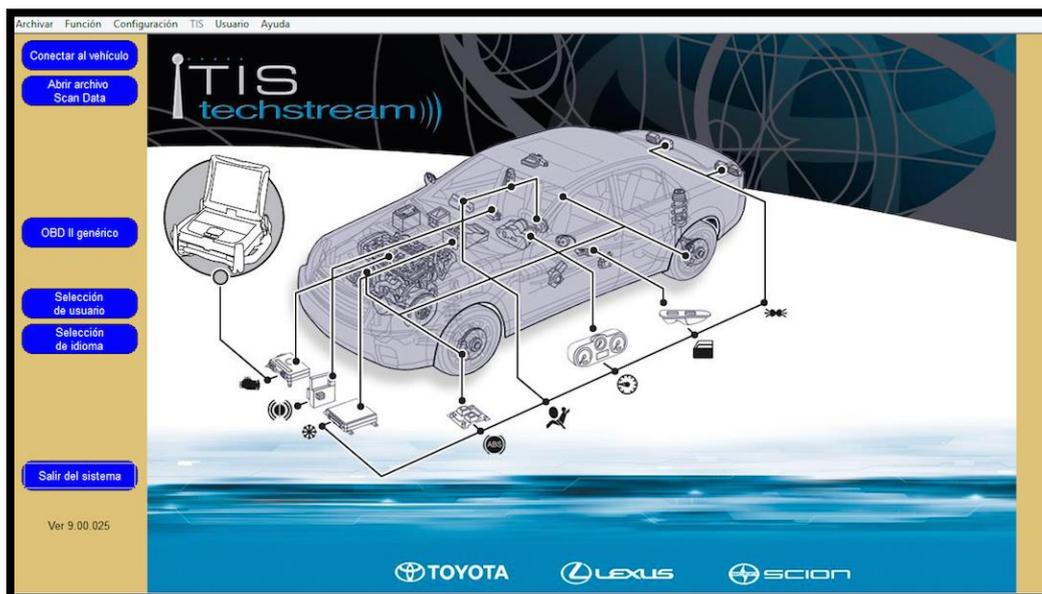
Otra de las inspecciones y comprobaciones que recomienda el manual del fabricante es verificar el juego libre del pedal en dos posiciones, una, se mide desde el pedal hasta el suelo y la otra es el recorrido libre del pedal antes de ejercer presión, tal como se muestran a continuación. (ver figura 2.16).



**Figura:** 2.16: Inspección del juego Libre del Pedal del Freno  
**Fuente:** OnDemand 5  
**Editado por:** Patricio Tapia.

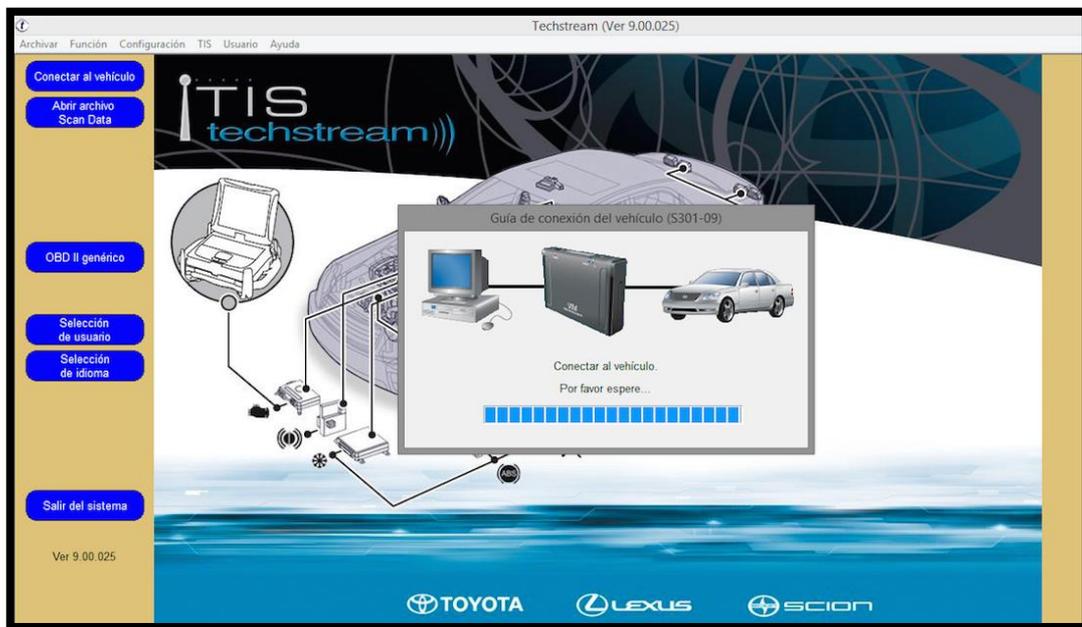
### 2.2.5.- Comprobaciones electrónicas.

Para realizar las comprobaciones electrónicas se requiere del equipo de diagnóstico adecuado para la marca, en este caso utilizamos el Tech Stream, y su interfaz de conexión con una laptop.



**Figura:** 2.17: Realizando comprobación electrónica.  
**Fuente:** Patricio Tapia.

El procedimiento para conectar la interfaz y el programa Tech Stream indica que con el vehículo apagado se conecta la interfaz en el socket de diagnostico (OBD II), del vehículo ubicado bajo la columna de dirección, el extremo USB se conecta al puerto USB de la Laptop, encendemos el vehículo en modo accesorio (antes del encendido del motor), abrimos el programa Tech Stream e ingresamos los datos del vehículo como son: año de fabricación, modelo, tipo de motor y esperamos a que se despliegue el programa y nos muestre los diferentes módulos que puede escanear el Tech Stream.

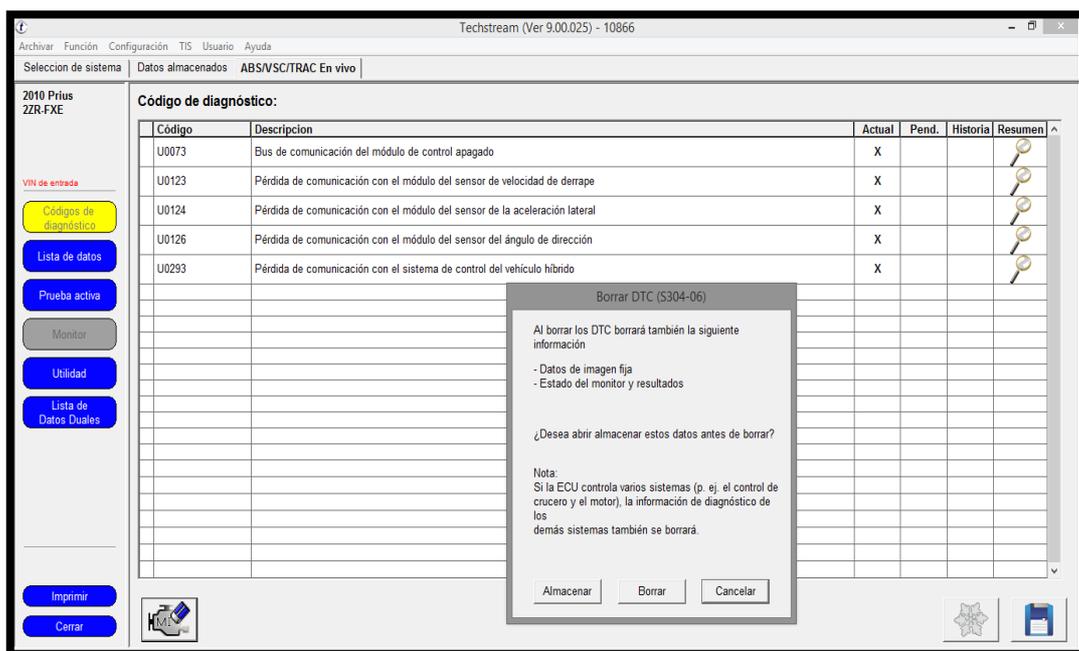


**Figura: 2.18:** Ingresando a los Módulos del Vehículo  
**Fuente:** Patricio Tapia.

Una vez que se ha elegido un módulo a ingresar lo primero que se debe hacer es escanear en búsqueda de códigos de falla activos o registrados, para proceder a borrar los guardados y los activos a diagnosticar para corregir el problema.

### 2.2.5.1.- Analizando por códigos activos o registrados.

Una vez que tenemos acceso a los diferentes módulos que posee el vehículo Toyota Prius A, ingresamos al módulo del ABS, y lo primero que debemos revisar es el listado de códigos activos o registrados, se toma nota de los códigos para buscar los pasos a seguir para el diagnóstico en el programa OnDemand 5. (ver figura 2.19).



**Figura: 2.19:** Borrando Códigos Encontrados en el Módulo ABS  
**Fuente:** Patricio Tapia.

### 2.2.5.2.- Que revisar con el tech stream en el módulo ABS.

Al ingresar al módulo del ABS con el Tech Stream se despliegan las siguiente opciones de diagnóstico:

- Código de Diagnostico
- Lista de Datos
- Pruebas Activas

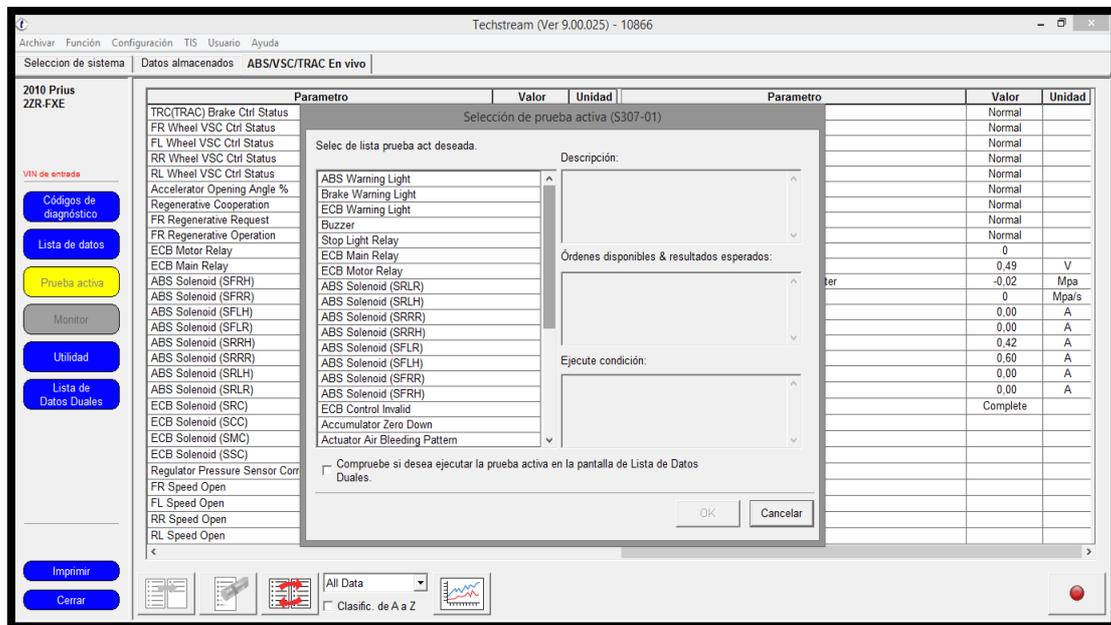


Parametro	Valor	Unidad	Parametro	Valor	Unidad
TRC/TRAC Brake Ctrl Status	OFF		Yaw Rate Open	Normal	
FR Wheel VSC Ctrl Status	OFF		Deceleration Open	Normal	
FL Wheel VSC Ctrl Status	OFF		Steering Open	Normal	
RR Wheel VSC Ctrl Status	OFF		Master Cylinder Open	Normal	
RL Wheel VSC Ctrl Status	OFF		Stroke Open	Normal	
Accelerator Opening Angle %	0.0	%	FR Wheel Cylinder Open	Normal	
Regenerative Cooperation	OFF		Accumulator Open	Normal	
FR Regenerative Request	0	Nm	HV Communication Open	Normal	
FR Regenerative Operation	0	Nm	TRAC/VSC Off Mode	Normal	
ECB Motor Relay	OFF		Number of DTC	0	
ECB Main Relay	ON		Wheel Cylinder Pressure Sensor	0.49	V
ABS Solenoid (SFRH)	OFF		Regulator Pressure Sensor Output After Filter	-0.02	Mpa
ABS Solenoid (SFRR)	OFF		Regulator Pressure Sensor Variation	0	Mpa/s
ABS Solenoid (SFLR)	OFF		SLA Solenoid Current	0.00	A
ABS Solenoid (SFLR)	OFF		SLR Solenoid Current	0.00	A
ABS Solenoid (SRRH)	OFF		SSC Solenoid Current	0.42	A
ABS Solenoid (SRRR)	OFF		SCC Solenoid Current	0.60	A
ABS Solenoid (SRLH)	OFF		SMC Solenoid Current	0.00	A
ABS Solenoid (SRLR)	OFF		SRC Solenoid Current	0.00	A
ECB Solenoid (SRC)	OFF		Hazard Switch History	Complete	
ECB Solenoid (SCC)	ON				
ECB Solenoid (SMC)	OFF				
ECB Solenoid (SSC)	ON				
Regulator Pressure Sensor Correction Voltage	0.00	V			
FR Speed Open	Normal				
FL Speed Open	Normal				
RR Speed Open	Normal				
RL Speed Open	Normal				

**Figura: 2.21:** Lista de Datos en el Modulo ABS  
**Fuente:** Patricio Tapia.

### 2.2.5.2.3.- Pruebas activas.

En esta sección podemos realizar pruebas de simulación sin necesidad que el vehículo este en movimiento, en el sistema ABS, por ejemplo se puede probar el encendido y apagado de la luz de testigo ABS, o activar y desactivar los solenoides del grupo de potencia entre otras diversas pruebas posibles. (ver figura 2.22).



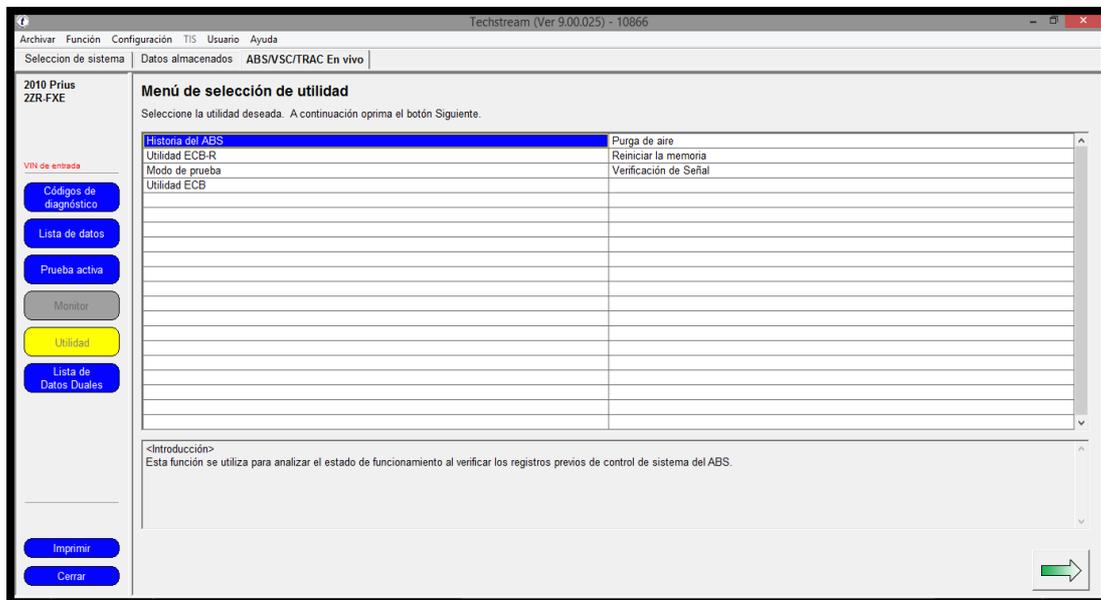
**Figura: 2.22:** Realizando Pruebas Activas en el Modulo ABS  
**Fuente:** Patricio Tapia.

#### 2.2.5.2.4.- Utilidad.

Esta función se utiliza para verificar el estado de funcionamiento del sistema ABS, y nos permite además realizar ciertas ajustes y calibraciones al sistema ABS.

Al momento de realizar un ajuste o calibración seguir las instrucciones que se muestran en la pantalla tal cual es, ya que obviar un paso puede resultar en un desajuste del sistema que nos tomara mas tiempo en solucionarlo.

En esta sección se puede realizar el purgado de aire de todo el sistema ABS. (ver figura 2.23).



**Figura: 2.23:** Menú Utilidad en el Modulo ABS  
**Fuente:** Patricio Tapia.

### 2.3.- Parámetros del fabricante del sistema de frenos ABS del Toyota

#### Prius A.

Los parámetros del sistema de freno ABS del Toyota Prius están contemplados en el manual del taller de dicho vehículo y se resume en lo siguiente:

Revisión y medición de los discos de frenos, pastillas de frenos, altura del pedal de freno, juego libre del pedal de freno, tensión de la batería de accesorios, medición eléctrica de los diferentes sensores del sistema ABS con el escáner Tech Stream.

A continuación se detalla una tabla con los parámetros mas importantes a considerar durante una inspección al sistema de freno ABS.  
 (ver tabla 2.4).

**Tabla: 2.4:** Parámetros del Sistema ABS

COMPONENTE	VALOR ESPECIFICACION
ALTURA DEL PEDAL DEL FRENO	138 - 148 mm
SENSOR DE RECORRIDO DEL PEDAL DE FRENO	0,8 - 1,2 V
JUEGO LIBRE DEL PEDAL DE FRENO	0,5 - 4 mm
TENSIÓN DE BATERÍA (motor apagado)	10 - 14 V
SENSOR DE CARRERA	0,98 - 1,68 V
SENSOR DE CARRERA 2	3,32 - 4,02 V
SENSOR DE SALIDA REGULADOR DE PRESIÓN	0,5 - 1.32 V
SENSOR DE PRESIÓN DEL CILINDRO DE RUEDA	0,45 - 1,25 V
PEDAL DE FRENO DE PARQUEO	8 - 11 Clic's

**Fuente:** Patricio Tapia.

## **CAPITULO III**

### **ANÁLISIS DEL SISTEMA DE FRENO ABS DEL VEHÍCULO HÍBRIDO TOYOTA PRIUS A**

En este capítulo se analizarán las pruebas realizadas al vehículo Toyota Prius híbrido, vs los datos del fabricante con el objetivo de comparar dichos resultados y obtener nuestras propias conclusiones.

Cabe resaltar que las pruebas realizadas al vehículo Toyota Prius A, se desarrollaron en las instalaciones de la Universidad Internacional del Ecuador sede Guayaquil, facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz.

#### **3.1.- Elementos técnicos de prueba.**

Para desarrollar las pruebas que se deben seguir en el análisis de funcionamiento del sistema de freno ABS del Toyota Prius, se requirieron de los siguientes elementos:

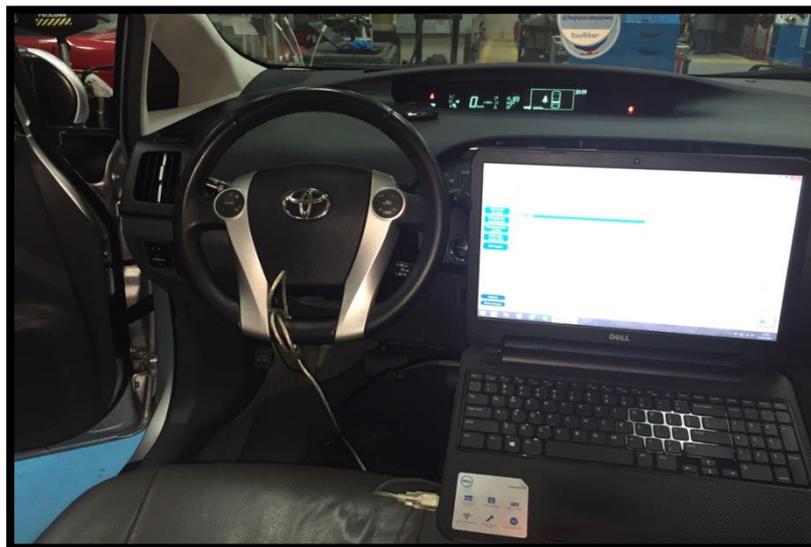
##### **3.1.1.- Herramientas.**

Dentro de las herramientas necesarias para realizar nuestra prueba en el sistema de frenos ABS, está el vehículo propiamente dicho, que es un Toyota Prius híbrido del año 2010, propiedad de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil. (ver figura 3.1).



**Figura: 3.1:** Vehículo Toyota Prius  
**Fuente:** Patricio Tapia  
**Editado por:** Patricio Tapia.

Otra de las herramientas utilizadas, llamada hoy en día también herramienta de trabajo de los nuevos técnicos, me refiero a una Laptop de marca Dell donde se instaló el programa de diagnóstico Tech Stream y el programa OnDemand 5. (ver figura 3.2)



**Figura: 3.2:** Laptop Dell Utilizada para la Prueba  
**Fuente:** Patricio Tapia  
**Editado por:** Patricio Tapia.

Otra de las herramientas sumamente importante es el cable de interfaz que nos permite conectarnos desde el puerto de diagnóstico del vehículo OBDII hacia el programa Tech Stream instalado en la Laptop a través de un puerto USB. (ver figura 3.3).



**Figura:** 3.3: Interfaz Utilizada para la Prueba

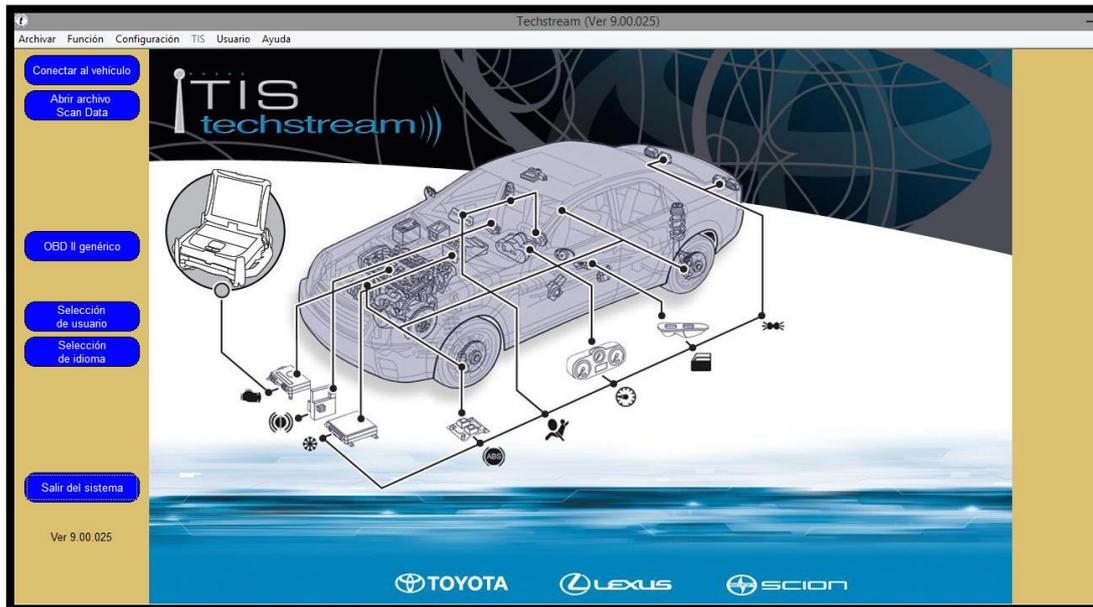
**Fuente:** Patricio Tapia

**Editado por:** Patricio Tapia.

### **3.1.2.- Equipo de diagnóstico.**

Para realizar las pruebas y comunicaciones con los diferentes módulos del vehículo Toyota Prius A, objeto de este estudio, se requirió del programa Tech Stream, un software autorizado por el fabricante para diagnosticar los problemas que pudieran ocurrir al vehículo. (ver figura 3.4).

Dicho software está instalado en una Laptop y mediante el cable de interfaz nos permite la comunicación entre el puerto de diagnóstico OBD y el puerto USB de la Laptop.



**Figura: 3.4:** Software Tech Stream

**Fuente:** Patricio Tapia

**Editado por:** Patricio Tapia.

### 3.1.3.- Materiales.

Los materiales utilizados para las pruebas realizadas fueron:

- Extensión eléctrica, para mantener una fuente de alimentación de 110 V para la batería de la laptop.
- Linterna de mano, muy útil para ayuda visual en zonas oscuras.
- Franela, para la limpieza de las manos y herramientas a fin de evitar manchar el tapizado del vehículo.

### **3.2.- Normas de seguridad.**

Trabajar en el área de taller automotriz es realmente muy gratificante, pero también es muy peligroso por cuanto se está expuesto a muchos riesgos, como son los químicos que se emplean para limpieza, el ruido de los equipos de trabajo, las herramientas eléctricas, equipos de soldadura y más, es por esta razón que se deben implementar normas de seguridad que deben seguirse sin vacilaciones a fin de evitar accidentes.

#### **3.2.1.- Normas de seguridad generales.**

Dentro de las normas de seguridad que se deben seguir al trabajar en un taller automotriz están:

- Usar vestimenta adecuada (casco, gafas, guantes, no ropa floja)
- Mantener orden y limpieza del taller.
- Manejar con seguridad solventes, combustibles, aceites
- Limpiar inmediatamente algún derrame de aceite.
- Mantener en perfecto estado herramientas eléctricas
- Mantener una señalización adecuada en los sitios de trabajo
- Manejar con precaución equipos de elevación e izaje.

#### **3.2.2.- Normas de seguridad para trabajar en vehículo Toyota Prius A.**

Al ser un vehículo híbrido que utiliza un paquete de baterías que almacena una corriente de 600 voltios, es muy importante tomar precauciones y estar muy atentos cuando se realicen trabajos de taller.

Dentro de los requisitos o normas importantes a seguir cuando se realice actividades en el vehículo están:

- Usar vestimenta protectora, como guantes aislantes (aislados electricamente), guantes de goma, gafas protectoras y zapatos de seguridad.
- Cinta aislante de grado apropiado, para alto voltaje
- Antes de utilizar los guantes verificar que no estén agrietados, rasgados o rotos.
- Tener a mano un multímetro para alto voltaje 700 V de CC o mas.
- Los cables de alto voltaje estan identificados de color naranja, recordarlo

### **3.2.3.- Normas de seguridad para trabajar en el sistema de freno ABS del Toyota Prius A.**

- Utilizar vestimenta apropiada para la tarea a realizar (guantes, casco. Gafas, zapatos).
- Utilizar la herramienta apropiada para el trabajo a realizar.
- Levantar el vehículo desde los puntos dispuestos por el fabricante
- Si se desmontan componentes eléctricos tomar las precauciones debidas
- Toyota indica que se debe esperar al menos 10 minutos luego de haber desconectado el sistema de alta tensión.
- Al desmontar discos, pastillas de frenos, no golpearlas se pueden deformar.
- Utilizar siempre el manual del taller para toda tarea de desarmado

### 3.3.- Análisis de parámetros resultantes del sistema de freno ABS del Toyota Prius A.

Dentro de las pruebas obtenidas en la revisión y comprobación del sistema de freno ABS del Toyota Prius se anotaron:

#### 3.3.1.- Comprobaciones mecánicas.

En el tema de comprobaciones mecánicas nos referimos a las mediciones realizadas a las piezas mecánicas del sistema de frenos ABS es decir: medición de espesor de pastillas de frenos, espesor de discos de freno, altura libre del pedal de freno, recorrido del freno de mano, valores que se muestran a continuación en el cuadro. (ver tabla 3.1).

**Tabla:** 3.1: Comprobaciones Mecánicas del Sistema de Frenos ABS

COMPONENTE	VALOR ESPECIFICACION	VALOR DE PRUEBA
ALTURA DEL PEDAL DEL FRENO	138 - 148 mm	140 mm
JUEGO LIBRE DEL PEDAL DE FRENO	0,5 - 4 mm	2 mm
ESPESOR DE LAS PASTILLA DE FRENOS estándar	11,0 mm	9 mm
mínimo	1,0 mm	9 mm
ESPESOR DEL DISCO DEL FRENO DELANTERO estándar	22,0 mm	21 mm
mínimo	20,0 mm	21 mm
ESPESOR DEL DISCO DEL FRENO TRASERO estándar	9,0 mm	8 mm
mínimo	7,5 mm	8 mm
PEDAL DE FRENO DE PARQUEO	8 - 11 Clic's	9 Clic's

**Fuente:** Patricio Tapia  
**Editado por:** Patricio Tapia.

### 3.3.2.- Comprobaciones electrónicas.

Para obtener las comprobaciones electrónicas se utiliza el software Tech Stream con la interfaz y una Laptop, con la ayuda del programa, se tomaron los datos descritos en el siguiente cuadro.

También se realizaron algunas pruebas que el programa nos permite efectuarlas, como son pruebas de activación de solenoides, switch y sensores, las mismas que se adjuntan en los gráficos siguientes. (ver tabla 3.2).

**Tabla:** 3.2: Comprobaciones Electrónicas del Sistema de Frenos ABS

<b>COMPONENTE</b>	<b>VALOR ESPECIFICACION</b>	<b>VALOR DE PRUEBA</b>
SENSOR DEL ACUMULADOR	2,9 - 4,2 V	3,31 V
TENSION DE BATERIA (motor apagado)	10 - 14 V	14 V
SENSOR DE CARRERA	0,98 - 1,68 V	1,03 V
SENSOR DE CARRERA 2	3,32 - 4,02 V	3,96 V
SENSOR DE SALIDA REGULADOR DE PRESION	0,5 - 1.32 V	0,49 V
SENSOR DE PRESION DEL CILINDRO DE RUEDA	0,45 - 1,25 V	0,49 V
SENSOR DE RECORRIDO DEL PEDAL DE FRENO	0,8 - 1,2 V	1,05 V

**Editado por:** Patricio Tapia.

#### 3.3.2.1.- Prueba de luz de testigo de ABS.

En esta prueba el programa Tech Stream nos permite activar y desactivar la luz de testigo de ABS y lo podemos comprobar al visualizar el tablero de instrumentos, como dicha luz se enciende y se apaga conforme nosotros lo ordenamos. (ver figura 3.5).

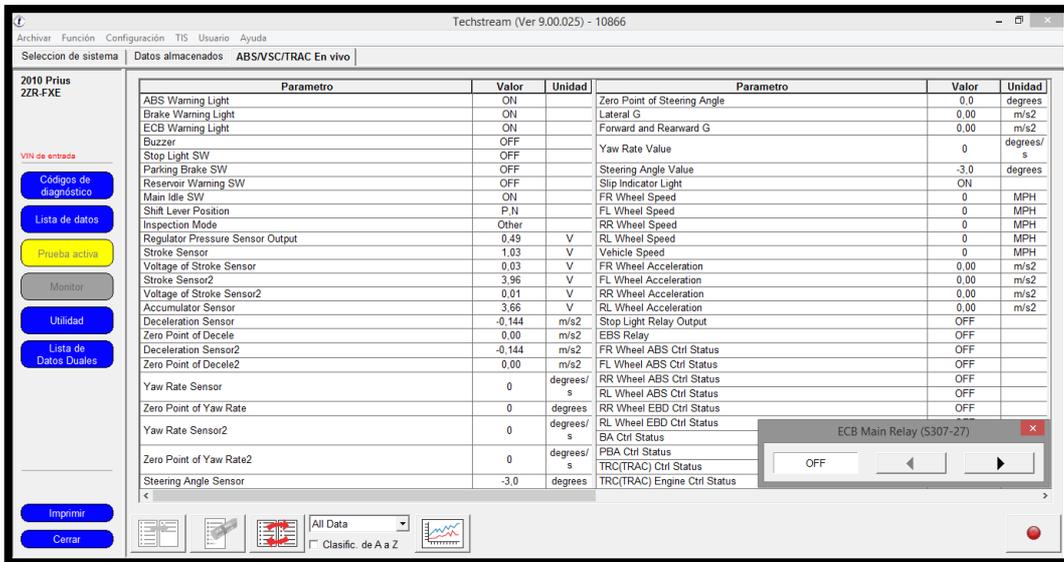


Figura: 3.5: Prueba de Luz de Testigo ABS

Fuente: Patricio Tapia

Editado por: Patricio Tapia.

### 3.3.2.2.- Prueba activa de los solenoides del grupo hidráulico ABS.

Esta prueba nos permite comprobar la activación de cada uno de los solenoides del grupo hidráulico del sistema de freno ABS. (ver figura 3.6).

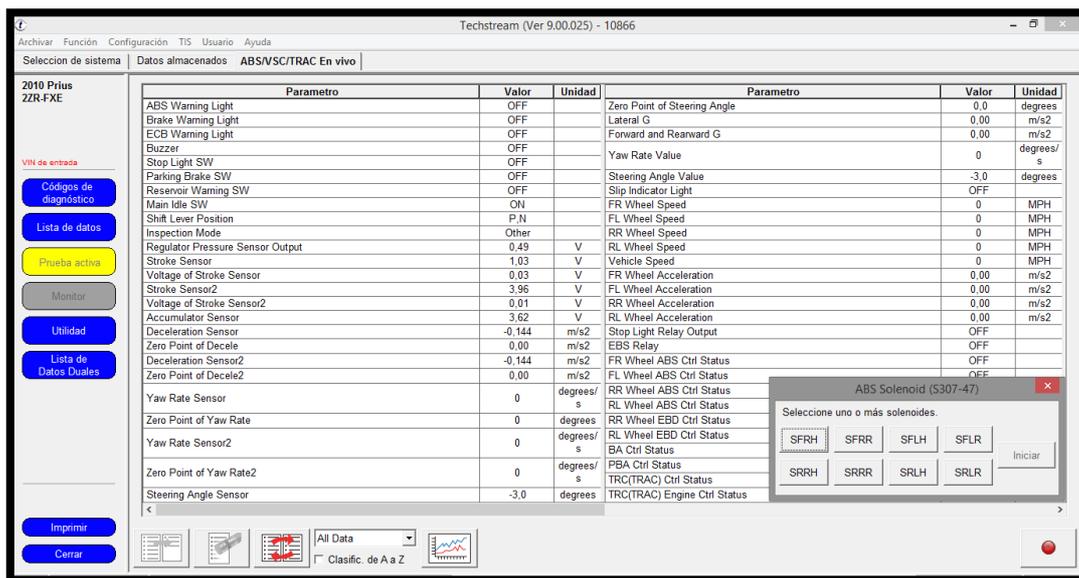


Figura: 3.6: Prueba de Solenoides del Sistema ABS

Fuente: Patricio Tapia

Editado por: Patricio Tapia.

## CAPITULO IV

### DISEÑO DE LA PROPUESTA

En este apartado hablaremos de las generalidades del vehículo Toyota Prius A, año 2010 donde **propongo el estudio y análisis del sistema de frenos ABS** a realizar en las instalaciones de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil.

Luego de las pruebas realizadas al sistema de freno ABS del Toyota Prius A del año 2010, se puede determinar que el vehículo se encuentra dentro de los parámetros establecidos en cuanto a operación y funcionamiento del sistema de frenos ABS. Por lo tanto es un vehículo que cumple con todos los estándares regidos por el fabricante Toyota y se encuentra apto para la enseñanza y aprendizaje del conglomerado estudiantil de la Universidad, como para el público general que así lo requiera.

#### **4.1.- Vehículo híbrido Toyota Prius A, año 2010.**

El vehículo utilizado para el desarrollo de nuestro estudio es un Toyota Prius A, Híbrido del año 2010 de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil. Dentro de sus características principales podemos encontrar las siguientes:

## Motor de combustión.

**Tabla:** 4.1: Ficha Técnica del Motor del Toyota Prius 2010

Tipo:	4 cilindros en línea, 16 válvulas, DOHC, VVT-I
Cilindrada:	1.798 cm <sup>3</sup>
Material de la culata:	aleación de aluminio
Material del bloque motor:	aleación de aluminio
Combustible:	gasolina de 95 octanos (o más)
Tipo de inyección:	EFI secuencial multipuerto, L-Jetronic
Encendido:	sistema de encendido directo (DIS)
Relación de compresión:	13:1
Potencia máxima:	99 CV a 5.200 rpm
Par motor máximo:	142 Nm a 4000 rpm
Normativa sobre emisiones:	EURO 5

**Fuente:** Manual del Prius

**Editado por:** Patricio Tapia.

## Motor eléctrico.

**Tabla:** 4.2: Ficha Técnica del Motor Eléctrico del Toyota Prius 2010

Fabricante:	Toyota Motor Corporation
Tipo:	Corriente continua de imán permanente
Tensión nominal:	500 V
Potencia máxima:	82 CV (61 kW)
Par motor máximo:	400 Nm entre 0 y 1200 rpm
Peso:	104 kg

**Fuente:** Manual del Prius

**Editado por:** Patricio Tapia.

## Grupo de baterías.

**Tabla:** 4.3: Ficha Técnica Grupo de Baterías del Toyota Prius 2010

Fabricante:	Energía EV de Panasonic
Tipo:	Batería de níquel hidruro metálico
Tensión nominal:	201,6 V
Número de módulos:	28
Capacidad (Ah):	6,5 (3 h)
Peso:	39 kg

**Fuente:** Manual del Prius

**Editado por:** Patricio Tapia.

## Transmisión y frenos.

**Tabla:** 4.4: Ficha Técnica Grupo de Baterías del Toyota Prius 2010

Tracción:	delantera
Tipo de transmisión:	controlada eléctricamente, continuamente variable (E-CVT)
Frenos:	ABS, EBD, VSC, TRC, BA, Discos en 4 ruedas

**Fuente:** Manual del Prius

**Editado por:** Patricio Tapia.

## Rendimiento.

**Tabla:** 4.5: Ficha Técnica Rendimiento del Toyota Prius 2010

Velocidad máxima:	180 km/h
0 a 100 km/h:	10,4 s
Potencia conjunta:	136CV desde 85 km/h
Par máximo total:	478Nm hasta 22 km/h
ParMotor eléctrico:	400Nm

**Fuente:** Manual del Prius

**Editado por:** Patricio Tapia.

## Consumo de combustible.

**Tabla:** 4.6: Ficha Técnica Consumo de Combustible del Toyota Prius 2010

Consumo de combustible:	
Combinado:	3,9L/100 km
Carretera:	3,7 l/100 km
Ciudad:	3,9 l/100 km
Capacidad del depósito de combustible:	45 L

**Fuente:** Manual del Prius

**Editado por:** Patricio Tapia.

## Emisiones CO<sub>2</sub>.

**Tabla:** 4.7: Ficha Técnica Emisiones CO<sub>2</sub> del Toyota Prius 2010

Emisiones de CO <sub>2</sub> :	
Combinado:	89 g/km
Carretera:	86 g/km
Ciudad:	90 g/km

**Fuente:** Manual del Prius

**Editado por:** Patricio Tapia.

### **4.2.- Sistema de freno ABS del vehículo híbrido Toyota Prius A, 2010.**

Luego de las pruebas y comprobaciones realizadas al sistema de frenos ABS del vehículo Híbrido Toyota Prius A, modelo 2010 de la UIDE, se puede proponer que:

- el vehículo se encuentra en perfecto estado de funcionamiento y operación del sistema antes descrito pese a tener mas de 96000 kilometros de recorrido.
- Todas las pruebas estaticas realizadas cumplen con los parámetros establecidos por el fabricante.
- La herramienta de diagnostico Tech Stream es fundamental para el análisis de falla de todos los sistema del vehículo.
- Durante las pruebas de activación de los solenoides y sensores, se encendió la luz de testigo de ABS, lo cual fué necesario al termino de las pruebas, borrar los códigos de errores generados utilizando la herramienta Tech Stream.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1.- Conclusiones.

Luego del estudio y análisis del sistema de frenos ABS del Toyota Prius A, en el taller de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil, se puede concluir lo siguiente:

- Se revisaron en manuales, los conceptos generales sobre el funcionamiento del sistema de freno ABS, para elaborar este escrito que se espera sea de gran utilidad en el aprendizaje de este sistema por parte de los estudiantes de la UIDE y aquellas personas interesadas en el tema.
- Se realizaron las pruebas al sistema de freno ABS que se describe en el manual del fabricante, utilizando las herramientas y equipos adecuados los resultados se contemplan en este documento.
- Se analizaron los resultados de las pruebas para compararlas con las especificadas por el fabricante y obtener nuestras propias conclusiones.
- Los resultados de las pruebas realizadas y comparadas con el manual del fabricante no difieren de las especificaciones, es por esta razón que el vehículo se encuentra en perfecto estado.
- Se comprobó el funcionamiento en modo estático de los diversos sistemas activos de seguridad que cuenta este vehículo, VSC, TRC, BA.

## 5.2.- Recomendaciones.

- Se recomienda tener muy claro los conceptos del sistema a analizar, para en el momento de un diagnóstico determinar de una mejor manera el origen de una falla, para ello es muy importante contar con la suficiente información.
- Se recomienda realizar nuevas pruebas utilizando los equipos de diagnóstico, con el fin de obtener nuevos resultados.
- Se recomienda analizar los nuevos resultados y compararlos con el proporcionado por el fabricante, para obtener sus propias conclusiones.
- De no existir diferencias, será un indicativo más, que el sistema está funcionando sin problema alguno.
- Se recomienda a futuro, en la medida que sea posible realizar las pruebas a los diversos sistemas activos de seguridad como son el VSC, TRC, BA, ya que para ello es necesario realizar una prueba en ruta con el vehículo en movimiento.
- Se recomienda en todo momento trabajar con los equipos de seguridad y protección personal, más aún si vamos a trabajar en el sistema de alto voltaje de este vehículo,
- Se recomienda utilizar las herramientas adecuadas ya sea herramientas manuales como equipos de diagnóstico.
- Se recomienda capacitarse en las nuevas tecnologías de los vehículos para estar siempre a la vanguardia del desarrollo tecnológico.

## BIBLIOGRAFIA

- Manual Práctico del Automóvil, Editorial Cultural. S.A. Madrid España 2005, Reparación Mantenimiento y Prácticas por Hermógenes Gil Martínez.
- Técnico en Mecánica y Electrónica Automotriz, segunda edición, Editores Diseli, 2010, por Jesús Rueda Santander.
- Manual de la Técnica del Automóvil cuarta edición, publicado por Robert Bosch GmbH, 2005.
- Manual Técnico de Toyota, edición 2010.
- Mecánica del Automóvil, 2010 editado por Jesús Calvo Martín y Antonio Miravarte de Marco.
- Manual de Automoción, Frenos ABS de Albert Martí Parera, 2000
- Sistema de Transmisión y Frenado, por Esteban Jose Dominguez Soriano y Julian Ferrer Ruiz, editorial Editex 2012.
- Sistema de Freno Convencional y Electronico, Bosch edición 2003.
- Sistemas para la Estabilizacion del Vehículo, Bosch edición 2005.
- Cronica Ferroviaria, Carlos Alberto Salgado Emerfe S.A. Revista 2014 Espana

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

<b>Siglas</b>	<b>Descripción</b>
<b>ABS</b>	Anti-lock Brake System
<b>APGS</b>	Advanced Parking Guidance System
<b>BA</b>	Brake Assist
<b>CAN</b>	Controller Área Network
<b>DLC</b>	Data Link Connector
<b>DTC</b>	Diagnostic Trouble Code
<b>EBD</b>	Electronic Brake Force Distribution
<b>ECB</b>	Electronically Controlled Brake
<b>ECU</b>	Electronic Control Unit
<b>EPS</b>	Electronic Power Steering
<b>EV</b>	Electric Vehicle
<b>HSD</b>	Hybrid Synergy Drive
<b>LED</b>	Light Emitting Diode
<b>MG2</b>	Motor Generator 2
<b>OBD</b>	On Board Diagnostics
<b>PCS</b>	Pre-Collision System
<b>SRS</b>	Supplemental Restraint System
<b>THS</b>	Toyota Hybrid Synergy
<b>TPMS</b>	Tire Pressure Monitoring (Warning) System
<b>TRAC</b>	Traction Control
<b>VIN</b>	Vehicle Identification Number
<b>VSC</b>	Vehicle Stability Control

## ANEXO 1

### **Plan de mantenimiento.**

Todo vehículo precisa de mantenimiento durante su vida útil de funcionamiento, sea este mantenimiento preventivo o correctivo, de modo que los propietarios deben estar consiente de aquello cuando adquieren un vehículo.

Toda marca de vehículos nos especifica que intervalos de mantenimientos deben hacerse a sus vehículos, normalmente en nuestro medio por ejemplo se realiza el cambio de aceite y filtro del motor cada 5000 km. Cuando en realidad no puede ser correcto este intervalo ya que dependiendo de múltiples factores, por citar algunos: tipo de conducción, terreno donde se transita, esfuerzo generado al motor, etc. Este intervalo puede acortarse o extenderse.

Dependerá entonces de análisis periódicos de aceite a los diferentes compartimentos para determinar en que intervalo se debe realizar los cambios. En ese sentido, Toyota tiene un plan de mantenimiento que estipula para el modelo Prius Híbrido una tabla de intervalos que se detalla a continuación.

TABLA DE MANTENIMIENTO DEL TOYOTA PRIUS																					
Mantenimiento en km X 1000	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Chequeo luces, plumas, accesorios.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Inspección de daños	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chequeo de frenos, regulación, cambio			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Inspección visual de frenos	X	X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	
Chequeo presión, desgaste de ruedas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de filtro de aceite		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de arandela de aceite	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio de aceite de motor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cambio aceite WS (WorldSpec o mundial especificado) caja CVT																		X			
Cambio de refrigerante de motor																		X			
Cambio de refrigerante de convertidor																		X			
Cambio de líquido de frenos									X									X			
Cambio de filtro sumergible																		X			
Cambio de bujías (platino o iridio)																		X			
Engrasar cojinetes de punta de eje									X									X			
Inspección de filtro de aire	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X		X	X	X	
Cambio de filtro de aire					X				X				X				X				X
Inspección de filtro del Aire Acondici.			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Limpieza del cuerpo de admisión			X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Insumos		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chequeo de niveles.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**Figura:** 6.1: Tabla de Mantenimiento Toyota Prius  
**Fuente:** Toyota del Ecuador.  
**Editado por:** Patricio Tapia.

Como se puede apreciar en la tabla adjunta (figura 6.1), el mantenimiento que le corresponde a nuestro tema de estudio, el sistema de freno ABS, se divide en 2 tipos de mantenimientos, primero uno que es cada 10.000 km. De recorrido, es decir a los 10000, 20000, 30000, y así sucesivamente, y otro mantenimiento que también es cada 10.000 km de recorrido pero contándolo desde los 15.000 km, es decir: 15000, 25000, 35000, 45000, y así sucesivamente. Se recomienda el remplazo del líquido de Freno cada 40.000 Km.

En vista que el vehículo permanecerá en los talleres de la UIDE extensión Guayaquil, estos intervalos dados por el fabricante quedarían fuera de lugar, por tal razón se sugiere seguir un plan de mantenimiento basado en horas de operación y tiempo.

A continuación se detalla una tabla de mantenimiento a seguir.

<b>TABLA DE MANTENIMIENTO DE TOYOTA PRIUS A</b>			
<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>30 DIAS</b>	<b>6 MESES</b>	<b>1 AÑO</b>
Inspección visual de frenos	X		
Chequeo, limpieza y regulación de frenos		X	
Cambio de líquido de frenos			X

**Tabla:** Anexo 1: Tabla de mantenimiento sugerido para Toyota Prius A.

**Fuente:** Toyota del Ecuador.

**Editado por:** Patricio Tapia.

Como ya se indicó, este vehículo permanecerá en el taller de la Universidad Internacional del Ecuador extensión Guayaquil, por tal motivo se elaboró este plan de mantenimiento que contempla:

Cada 30 días, realizar una inspección visual del sistema de frenos, en búsqueda de fugas, piezas flojas u otros.

Cada 6 meses se sugiere realizar un chequeo de discos de freno y pastillas, por posible corrosión producto de nuestro clima de alta humedad, de encontrarse esta novedad se deberá realizar una limpieza , revisar además la regulación del freno de mano.

Cada año se debe reemplazar el líquido de freno como medida preventiva.