

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
ESPE – LATACUNGA



CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE GRADO

SIMULADOR DE FRENOS HIDRÁULICO CON ABS

REALIZADO POR:

SANTIAGO XAVIER CARTAGENA BRIONES
JOSE MARIA SALVADOR NOBOA

OCTUBRE – 2005

LATACUNGA – ECUADOR

CERTIFICACIÓN

CERTIFICAMOS QUE EL SIGUIENTE TRABAJO TEORICO PRACTICO FUE REALIZADO EN SU TOTALIDAD POR LOS SEÑORES SANTIAGO XAVIER CARTAGENA BRIONES Y JOSE MARIA SALVADOR NOBOA, EGRESADOS DE LA CARRERA DE INGENIERIA AUTOMOTRIZ, BAJO MI DIRECCIÓN Y CODIRECCION

ING. CASTRO CLAVIJO JUAN
DIRECTOR DE TESIS

ING. JULIO ACOSTA
CODIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Para quienes a través de los años me han sabido brindar su amor y apoyo incondicional: mis maravillosos padres y mis adoradas hermanas.

Santiago

AGRADECIMIENTO

*“... La gratitud es la memoria
del alma y del corazón..”.*

Anónimo

A todos aquellos quienes me supieron no solo brindar su apoyo, sino también impulsarme para asumir nuevos retos. Este trabajo es la cristalización de muchas voluntades que con su palabra generosa de aliento me ayudaron a culminar esta etapa, mi familia y amigos, quienes son las voces silenciosas que me acompañaron a lo largo de toda mi formación profesional y la realización de este proyecto. Un especial reconocimiento para aquel guía y dilecto amigo, señor Ingeniero Juan Castro Clavijo que a través de sus oportunas sugerencias supo direccionar adecuadamente este trabajo; igualmente al señor Ingeniero Julio Acosta que supo comprender mi entusiasmo, ayudándome a realizar las correcciones necesarias.

Santiago

DEDICATORIA

A mis padres Dennis y Carmita que supieron brindarme su amor y apoyo incondicional, a mi esposa Verónica y en especial a mi hija Domènica Salvador.
José María

AGRADECIMIENTO

Debo agradecer a todos los que hicieron posible culminar con éxito mi carrera universitaria y éste mi proyecto de tesis, primeramente a mis padres quienes con su apoyo incondicional siempre estuvieron pendientes de mi, a la institución ESPE sede Latacunga y mis profesores que con sus enseñanzas hicieron de mi un profesional, a los Ing. Juan Castro y Julio Acosta directores y guías en el desarrollo de nuestra tesis de grado, a mi compañero y gran amigo Santiago Cartagena con quien compartimos como compañeros durante nuestra carrera y el desarrollo de la tesis, finalmente a mi esposa Verónica que me apoyó durante los últimos años de mi carrera hasta el término de nuestro proyecto.

José María

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL.....	iv
INDICE DE FIGURAS.....	viii
CAPITULO I.....	1
I.- INTRODUCCION.....	1
1.1.- ANTECEDENTES.....	1
TIPOS DE ABS.....	3
SISTEMA ABS DE UN CANAL (RABS).....	3
SISTEMAS ABS DE TRES CANALES.....	4
SISTEMAS ABS DE CUATRO CANALES.....	4
1.2.- JUSTIFICACIÓN.....	5
1.3.- OBJETIVOS.....	7
1.3.1.- Objetivo General del Proyecto.....	7
1.3.2.- Objetivos Especificos del Proyecto.....	7
CAPITULO II.....	8
II.- SISTEMA DE FRENOS HIDRÁULICOS CON ABS.....	8
2.1.- FRENOS HIDRÁULICOS.....	8
2.1.1.- Sistema Hidráulico.....	8
2.2.- PARTES.....	9
2.2.1.- Pedal de Freno.....	9
2.2.2.- Bomba de Freno.....	10
2.2.3.- Depósito.....	11
2.2.4.- Conductos.....	12
2.2.5.- El Tambor de Freno.....	13
2.2.6.- Cilindro de Freno.....	13
2.2.6.1.- Los tipos de Cilindros.....	15
A.- Hidráulicos.....	15
B.- Aire Comprimido.....	15
C.- Eléctrico.....	15
D.- De Vacío.....	15
2.2.7.- Pistón de Freno.....	16
2.2.8.- Disco de Freno.....	17
2.2.9.- Correctores de Frenada.....	17
2.2.10.- Servofreno.....	19
A.- Cámara de Vacío.....	20
B.- La Válvula de Control.....	20
C.- El Cilindro Maestro Hidráulico.....	20
2.2.11.- Líquido de Frenos.....	21
2.2.12.- Presión Sistema de Freno Hidráulico.....	23
2.3.- FUNCIONAMIENTO.....	23
CAPITULO III.....	25
III.- OPERACIÓN DEL SISTEMA ABS.....	25
3.1.- GENERALIDADES.....	25
3.2.- PRINCIPIOS OPERATIVOS.....	26
3.2.1.- Introducción al Sistema.....	26
3.2.2.- Deslizamiento de las Ruedas.....	27
3.2.3.- Coeficiente de Fricción.....	27
3.3.- COMPONENTES DEL SISTEMA ABS.....	28
3.3.1.- Sensores de Velocidad.....	28
A.- Sensores Pasivos.....	29
B.- Sensores Activos.....	30
3.3.2.- Unidad de Control Electrónico.....	31
3.3.3.- Grupo hidráulico.....	34
A.- Unidad de control hidráulico HCU.....	34

3.3.4.- Otros componentes del ABS.....	35
A.- Indicador de Nivel de Fluido.....	35
B.- Interruptor de Encendido/Apagado del Freno (BOO) e Interruptor de Posición del Pedal de Freno (BPP).....	35
C.- Módulo de Control del Tren Motriz.....	36
D.- Interruptor de Aceleración (solo vehículos con Tracción en las cuatro ruedas).....	36
3.4.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ANTIBLOQUEO DE FRENOS ABS.....	37
CAPITULO IV.....	38
IV.- DISTINTOS SISTEMAS UTILIZADOS.....	38
4.1.- SISTEMA ABS DE UN CANAL (RABS).....	39
4.1.1.- Operación del Sistema de Frenos RABS.....	39
4.2.- SISTEMAS ABS DE TRES CANALES.....	41
4.2.1.- Sistemas Antibloqueo Teves.....	42
4.2.2.- Bloque de Alimentación.....	44
4.2.3.- Acumulador.....	45
4.2.4.- Amplificador Hidráulico.....	45
4.2.5. Cilindro Maestro.....	46
4.2.6.- Electroválvulas.....	47
4.3.- SISTEMA ABS DE CUATRO CANALES.....	48
4.3.1.- Sistema Bosch.....	49
4.3.2.- El Captador de Velocidad de Rueda.....	51
4.3.3.- El Calculador Electrónico.....	52
El Grupo Hidráulico.....	57
Las Electroválvulas.....	59
La Bomba de Exceso de Presión.....	68
CIRCUITO ELÉCTRICO.	69
4.3.2.- Sistema de Frenos con Anti--SKID BENDIX.....	70
El Grupo Electrobomba.....	72
El Grupo de Presión de Frenado.....	73
Las Electroválvulas.....	77
4.3.3.- Variantes del Sistema Antibloqueo Teves.....	81
4.4.- SISTEMAS ADICIONALES.....	85
4.4.1.- Sistema de Control de Tracción.....	85
4.4.1.1.- Funcionamiento del Control de Tracción.....	86
4.4.2.- Control de Tracción del Motor.....	86
4.4.3.- Sistema de Advance TRAC.....	87
4.4.3.1.- Funcionamiento.....	87
4.4.3.2.- Componentes.....	88
A.- Módulo de Control.....	88
B.- Interruptor de Advance Trac.....	88
C.- Sensor de Deriva.....	89
D.- Acelerómetros.....	89
E.- Grupo de Sensores.....	89
F.- Sensor del Volante de la Dirección.....	90
G.- Reforzador Activo de los Frenos.....	90
H.- Módulo de Asistencia de Estabilidad.....	91
CAPITULO V.....	94
V.- SIMULADOR DE FRENOS HIDRÁULICO CON ABS.....	94
5.1.- PARTES.....	94
5.2.- FUNCIONAMIENTO.....	103
5.2.1.- Sistema y Auto pruebas.....	103
Luz indicadora de advertencia.....	104
Autodiagnóstico del indicador rojo de advertencia de BRAKE.....	104
Indicador amarillo de advertencia de ABS.....	105
Recuperación de códigos de falla (DTC).....	105
5.3.- ACCIONAMIENTO DEL SIMULADOR.....	106
5.4.- FALLAS QUE SE PUEDEN SIMULAR EN EL SISTEMA.....	107
5.5.- TABLA DE SÍNTOMAS.....	108

5.6.- PRUEBAS PRECISAS DE DIAGNOSTICO DEL SISTEMA RABS.....	108
5.6.1.- Prueba Precisa A.....	108
5.6.2.- Prueba Precisa B.....	108
5.6.3.- Prueba Precisa C.....	108
5.6.4.- Prueba Precisa D.....	108
5.6.5.- Prueba precisa E.....	108
5.6.6.- Prueba precisa F.....	109
5.6.7.- Prueba precisa G.....	109
5.6.8.- Prueba precisa H.....	109
5.7.- CONCLUSIONES.....	109
5.8.- RECOMENDACIONES.....	110
ANEXOS.....	111
ANEXO No. 1 Tabla de Síntomas.....	112
ANEXO No. 2. Prueba Precisa A.....	114
ANEXO No. 3 Prueba Precisa B.....	115
ANEXO No. 4 Prueba Precisa C.....	116
ANEXO No. 5 Prueba Precisa D.....	117
ANEXO No. 6. Prueba Precisa E.....	118
ANEXO No. 7 Prueba Precisa F.....	119
ANEXO No. 8 Prueba Precisa G.....	120
ANEXO No. 9 Prueba Precisa H.....	121
Bibliografía.....	122

INDICE DE FIGURAS

No. Figura	Nombre de la Figura	Página
2.1	Pedal de freno.....	10
2.2	Bomba de Freno.....	11
2.3	Bomba de Freno Accionada.....	11
2.4	Desplazamiento mecánico del Pistón en caso de Fuga.....	12
2.5	Depósito.....	12
2.6	Tambor del Freno.....	13
2.7	Cilindro del Freno.....	14
2.8	Pistón de Freno.....	16
2.9	Disco de Freno.....	17
2.10	Correctores de frenado abierta y cerrada del pistón.....	18
2.11	Corrector de frenado trasero.....	19
2.12	Servofreno.....	20
2.13	Principio de Pascal.....	21
2.14	Variación del punto de ebullición del agua.....	21
3.1	Deslizamiento de las ruedas.....	27
3.2	Componentes del sistema ABS.....	28
3.3	Sensor de velocidad.....	28
3.4	Rueda dentada.....	29
3.5	Sensores pasivos.....	30
3.6	Sensores pasivos.....	30
3.7	Unidad de control electrónico.....	31
3.8	Ubicación de la unidad de control eléctrico.....	32
3.9	Unidad de control hidráulica.....	34
3.10	Circulación del líquido.....	35
4.1	Sistemas de frenos ABS.....	38
4.2	Sistema de frenos ABS de un canal.....	39
4.3	Módulo de control de frenos ABS.....	39
4.4	Electro válvula del sistema ABS.....	40
4.5	Sensor de freno e indicador del sensor.....	40
4.6	Luz de advertencia ABS.....	40
4.7	Componentes del sistema Teves.....	42
4.8	Interconexión de los componentes del sistema Teves.....	44
4.9	Bloque de alimentación.....	45
4.10	Sistema de frenos ABS de cuatro canales.....	48
4.11	Sistema de Frenos con ABS de Bosch.....	49
4.12	Estructura de un sistema de frenos ABS.....	50
4.13	Captador de velocidad de la rueda.....	51
4.14	Captador de velocidad en el buje.....	52
4.15	Captador de velocidad encerrado en el propio buje.....	52
4.16	Bloque eléctrico.....	53
4.17	Estructura en bloques de un calculador electrónico.....	54
4.18	Gráfico de la señal generada por el captador de rueda.....	55
4.19	Conexión del grupo hidráulico.....	57
4.20	Grupo Hidráulico.....	58
4.21	Interconexión hidráulica de los componentes.....	59
4.22	Estructura de una electroválvula.....	59
4.23	Posición de mantenimiento de la presión.....	60
4.24	Posiciones de la electroválvula.....	61
4.25	Esquema hidráulico para un cilindro de rueda con interconexión.....	62
4.26	Electroválvulas para cada cilindro de rueda.....	63
4.27	Esquema hidráulico de un sistema de frenos con ABS.....	63
4.28	Sistema de freno con circuito independiente para ruedas traseras.....	67
4.29	Bomba de exceso de presión.....	68

4.30	Instalación eléctrica de un sistema de frenos con ABS.....	69
4.31	Sistema de frenos Anti- Skid Bendix.....	70
4.32	Componentes fundamentales del sistema Anti- Skid Bendix.....	71
4.33	Acumulador de presión con presostato.....	72
4.34	Grupo de presión de frenado.....	74
4.35	Estructura interna de un cilindro maestro.....	76
4.36	Electroválvula.....	77
4.37	Fases de funcionamiento de un conjunto de electroválvulas.....	78
4.38	Funcionamiento de las electroválvulas de ruedas traseras.....	79
4.39	Gráfica del calculador electrónico.....	80
4.40	Sistema de frenos con ABS Bendix.....	80
4.41	Ubicación de los componentes del sistema Teves.....	82
4.42	Servofreno.....	82
4.43	Circuito hidráulico.....	83
4.44	Modelo de bomba.....	84

CAPITULO I

I.- INTRODUCCION

1.1.- ANTECEDENTES

A comienzos del siglo XXI, los automóviles se enfrentan a dos desafíos fundamentales: por un lado, aumentar la seguridad de los ocupantes para reducir así el número de víctimas de los accidentes de tránsito, pues en los países industrializados constituyen una de las primeras causas de mortalidad en la población no anciana. Además de mejorar la protección ofrecida por las carrocerías, se han desarrollado diversos mecanismos de seguridad, como el sistema antibloqueo de frenos (ABS) o los airbag y los controles de estabilidad entre otros.

Según la Organización Mundial de la Salud 800.000 personas mueren cada año en el mundo por culpa de accidentes de carretera y otras casi 20 millones resultan heridas. En Europa, cada año 65.000 vidas se pierden para siempre sobre el asfalto.

Los sistemas de seguridad evolucionan, pero a su vez los conductores se sienten más seguros y aumentan su velocidad media al conducir. “Un coche bien equipado puede salvar vidas condenadas por las leyes de la física y por la locura de sus conductores”. Pero por muy bien diseñado que esté un automóvil, si el conductor desconoce el uso correcto de los elementos de seguridad, si no está en condiciones de conducir (drogas, alcohol) o simplemente es imprudente, el accidente está escrito.

En este trabajo se expone principalmente el sistema de frenos hidráulicos antibloqueo de ruedas (ABS) relacionado con la seguridad automovilística, pero incluso con el avanzado nivel de seguridad automovilística actual, continúan ocurriendo accidentes.

Antes de que existieran los frenos ABS se le enseñaba a los conductores a frenar en superficies resbaladizas pisando y soltando el pedal del freno constantemente para evitar que el vehículo se derrapara. Hoy en día la tecnología avanza a pasos agigantados, en seguridad, calidad, confort, rendimiento, efectividad, etc.

De esta manera lo a hecho la tecnología automotriz en la seguridad de manejo en forma importante en el sistema de frenos implementando muchos tipos de sistemas distintos pero con la misma finalidad, hacer mas eficiente la frenada y mas segura, es con este objetivo que se creo el sistema ABS. el cual vamos a explicar en detalle en este trabajo, tratando de explicar de forma técnica cada uno de sus componentes, sus funciones, etc.

En la actualidad es muy común escuchar que algunos vehículos están equipados con frenos ABS, de hecho, se ha convertido en una muy buena herramienta de venta para los vendedores de automóviles. Sin embargo, existen muchas personas que desconocen el funcionamiento de los frenos ABS o peor aún no saben como utilizarlos.

El concepto de los frenos ABS parte del simple hecho que si la superficie del neumático se está deslizando sobre el pavimento entonces se tiene menos tracción. Esto es muy evidente en situaciones de lodo o hielo en donde podemos observar que si hacemos que los neumáticos de nuestro vehículo se deslicen notamos que perdemos tracción. Los frenos ABS precisamente evitan que las llantas se detengan totalmente y se deslicen en la superficie lo cual genera dos ventajas importantes: la distancia de frenado es menor debido a la mayor tracción y es posible seguir dirigiendo el vehículo con el volante mientras se frena.

Se requieren de cuatro componentes para el funcionamiento de un sistema ABS:

Sensor de velocidad: Cada rueda del coche o bien el diferencial cuenta con un sensor de velocidad que determina cuando la rueda está a punto de bloquearse (detenerse totalmente).

Válvulas: Existe una válvula en cada línea de líquido de frenos para cada freno controlado por el ABS. Estas permiten presurizar o bien liberar presión en cada una de las ruedas según los requerimientos.

Bomba: Cuando se libera presión en los frenos mediante las válvulas, la bomba tiene la función de recuperar la presión.

Módulo electrónico de control de frenos: El controlador es una computadora que recibe señales de los sensores de velocidad de las ruedas y con esta información opera las válvulas.

De manera general funcionan de la siguiente manera:

El módulo electrónico de control de freno recibe información de los sensores de velocidad de las ruedas todo el tiempo. Cuando se detecta una desaceleración extraordinaria en alguna de las ruedas, el módulo electrónico de control de frenos evita que esta rueda se detenga totalmente al liberar presión en el freno de esa rueda hasta que detecte una aceleración y entonces levanta presión en ese freno y así sucesivamente. El sistema puede hacer estos movimientos muy rápido (15 veces por segundo) de manera que la velocidad real de la rueda no varíe significativamente. El resultado de esta operación es que el vehículo se detenga en una menor distancia maximizando el poder de frenado.

TIPOS DE ABS

SISTEMA ABS DE UN CANAL (RABS)

Sistema ABS de un canal es utilizado en camionetas y se le conoce con el nombre de sistema de antibloqueo trasero de frenos (RABS). El sensor de

velocidad de las ruedas traseras generalmente se localiza dentro de la caja del diferencial.

El sistema de freno trasero antibloqueo (RABS) consiste en los siguientes componentes:

- Módulo de control del freno antibloqueo.
- Válvula del sistema de freno trasero antibloqueo (RABS).
- Sensor del freno trasero antibloqueo.
- Indicador del sensor del freno trasero antibloqueo.
- Indicador de advertencia del RABS.

SISTEMAS ABS DE TRES CANALES.

Tres canales se refiere a un sistema que usa un sensor de velocidad de la rueda para cada una de las ruedas delanteras, pero solamente un sensor y anillo para ambas ruedas traseras. Este sistema proporciona control individual de las ruedas delanteras, de manera que ambas puedan lograr una fuerza máxima de frenado, las ruedas traseras son monitoreadas juntas. El sensor de velocidad de las ruedas traseras generalmente se localiza en la caja del diferencial. El sistema de frenos ABS de tres canales es el sistema TEVES.

La estructura de este sistema es similar a la del anteriormente descrito, así como su implantación en vehículo. Lo constituye un grupo hidráulico que regula la presión de frenado aplicada a cada uno de los cilindros receptores, un calculador electrónico que gobierna el grupo hidráulico y los captadores de velocidad.

SISTEMAS ABS DE CUATRO CANALES.

El ABS de cuatro canales es un sistema que usa un sensor e indicador de velocidad de la rueda en las cuatro ruedas. Con esta configuración, el módulo de control de ABS monitorea cada rueda individualmente para asegurar que está logrando una fuerza máxima de frenado. En este grupo tenemos el sistema BOSCH, TEVES MARK, ANTI SKID BENDIX, los cuales tiene las mismas características e igual funcionamiento. En cuanto a las partes constan de:

- Se componen de cuatro sensores.
- Módulo electrónico de control de frenos.

- Grupo Hidráulico.
- Consta de cuatro captadores de velocidad para cada rueda.

Nuestro proyecto es un sistema de frenos hidráulicos con ABS, está conformado de las partes correspondientes a un sistema de frenos anti bloqueo para ruedas traseras conocido como RABS de la marca FORD, antes ya mencionado. El simulador de frenos hidráulicos con ABS monitorea continuamente la velocidad de la rueda indicadora a través del sensor de frenos anti bloqueo. Cuando los dientes en el indicador de sensor de frenos anti bloqueo pasan por el polo del sensor, se induce un voltaje CA en el circuito del sensor. Este manda la señal al módulo de control el cual activa la electroválvula mandando los pulsos necesarios para que no se bloquee la rueda y así entre en funcionamiento el sistema de frenos con ABS.

Por otra parte se realizaron pruebas del sistema durante el funcionamiento normal, todo el sistema es monitoreado por sí solo y en el caso de que exista algún problema en el sistema el indicador de advertencia del ABS se encenderá hasta que el encendido se apague. Para ello existe el auto diagnóstico que es el que va a dar el destello de la luz indicadora del ABS para saber con certeza el código y el problema para que el indicador se haya quedado encendido. Para saber el código se adjunta un manual donde el alumno va a poder buscar en el la falla según los destellos de la luz de advertencia amarilla del ABS.

Más adelante se detalla cada uno de los códigos y fallas que simula el proyecto y como es su funcionamiento el cual es muy sencillo para que los alumnos no tengan ningún problema y sepan el correcto funcionamiento del sistema de frenos ABS.

1.2.- JUSTIFICACIÓN

Hace apenas unos años, algunos elementos de seguridad que hoy son conocidos por la mayoría de los conductores estaban reservados únicamente a los automóviles de las gamas más altas. El desarrollo tecnológico experimentado

por los vehículos en las últimas décadas ha conseguido que muchos de estos avanzados elementos de seguridad se vayan incorporando cada vez en más modelos, independientemente de su tamaño y su precio de venta.

Esta circunstancia se traduce en automóviles más seguros, que "arropan" técnicamente al conductor y son capaces de responder mejor en una situación comprometida. Pero, ¿De qué sirve un buen coche si no se usa debidamente?.

Los automóviles incorporan cada vez más elementos como el airbag o el ABS que, sin duda, les hacen más seguros. Sin embargo, los conductores se sienten más seguros y esto da lugar a una conducción más arriesgada, por eso el número de accidentes no disminuye en la proporción que cabría esperar.

El fallo hay que buscarlo en el tremendo desfase existente entre la alta tecnología de los vehículos y la escasa formación de los conductores. Por tanto, este gran avance tecnológico de los vehículos no se traduce, como sería de esperar, en una reducción proporcional de los accidentes; sobre todo, teniendo en cuenta que, paralelamente a los vehículos, también las vías han mejorado sensiblemente.

Los fabricantes de automóviles también detectan una gran desinformación sobre las ventajas reales que aportan los elementos de seguridad que incorpora su vehículo y la forma adecuada de utilizarlos. Para los responsables de las marcas, es obvio que la incorporación de la tecnología más avanzada al automóvil es altamente positiva, aunque algunos conductores utilicen estos avances de forma incorrecta.

Los frenos constituyen uno de los más importantes sistemas de seguridad de un automóvil. En virtud de ello, los fabricantes dedican mucho tiempo al desarrollo y diseño de los sistemas de frenado. Buena prueba de ello es que hoy en día podemos encontrar vehículos capaces de pasar de 150 km/h a 0 en escasos 75 metros. Cuando éstos ya han parado, un coche sin ABS se mueve aún a 50 km/h. Este tipo de coches son fruto de años de evolución de la industria automovilística y aplicar las características de los WRC (World Rally Car) a los turismos.

En los nuevos sistemas de ABS (sistema antibloqueo), el vehículo al frenar bruscamente sigue dirección hacia y su huella sigue estable sin importar el tipo de superficie por el que se encuentre transitando. Este sistema está vigente en los turismos de la gama más alta y opcionalmente desde junio del 1980, actualmente este sistema podemos encontrarlo de serie en todos los vehículos de gama alta, media y en caso opcional en los de gama baja.

Por este motivo nos hemos visto en la necesidad de capacitar al técnico automotriz para poder dar un correcto mantenimiento a estos sistemas de frenos, así en este trabajo podemos encontrar la información teórica a cerca de los diferentes tipos de frenos ABS, su funcionamiento y diagnóstico. También la “Construcción de un demostrador didáctico del sistema de frenos hidráulico con ABS” en el cual se apreciará de una manera real el funcionamiento de dicho sistema.

1.3.- OBJETIVOS

1.3.1.- Objetivo General del Proyecto

“Construcción de un demostrador didáctico del sistema de frenos hidráulico con ABS”.

1.3.2.- Objetivos Específicos del Proyecto

- Investigar sobre los tipos de sistemas ABS.
- Determinar los parámetros de diseño del banco de pruebas, hidráulica, mecánico, electrónico.
- Construcción y ensamblaje.
- Realizar pruebas correspondientes.

CAPITULO II

II.- SISTEMA DE FRENOS HIDRÁULICOS CON ABS

2.1.- FRENOS HIDRÁULICOS

2.1.1.- Sistema Hidráulico

El sistema de frenos hidráulico es aquel en el cual la fuerza se transmite desde el conductor hasta las ruedas por medio de líquido de frenos, hasta la detención total del vehículo.

Para ello se equipa al vehículo una serie de mecanismos que se encargan de conseguirlo, permitiendo realizarlo en las mejores condiciones de seguridad, tiempo y distancia mínimos, conservación de la trayectoria del vehículo, con una frenada proporcional al esfuerzo del conductor en diversas condiciones de carga, velocidad, agarre de las llantas, peso del vehículo, suspensión y coeficiente de fricción del camino.

El sistema de frenos es básicamente un amplificador de la fuerza que el conductor aplica sobre el pedal, transmitiéndola a los frenos para detener las ruedas.

El primer amplificador que se encuentra es el pedal y dependiendo de su mayor o menor longitud amplifica la fuerza.

El segundo elemento amplificador es el servofreno, el cual ayudado por el motor crea una diferencia de presiones, vacío en un lado y presión atmosférica al

otro; al accionar el freno colabora con el esfuerzo del conductor. Entre mayor sea el diámetro mayor será la amplificación.

Como tercera ayuda está el sistema hidráulico comprendido entre el cilindro maestro (bomba) y los cilindros receptores (de rueda), a mayor diferencia entre las áreas de los pistones del cilindro maestro y de los pistones del cilindro de rueda, mayor amplificación se obtendrá.

Entre más grande sea el diámetro de los cilindros en las ruedas y más pequeño el de la bomba, la amplificación de la fuerza de frenado es mayor.

Al llegar al final del sistema encontramos que las zapatas son otro amplificador que actúan como una palanca mecánica y su efecto es directamente proporcional a la longitud, entre el punto de apoyo (anclaje) y el punto en que se aplica la fuerza (del pistón).

El elemento que se encuentra en movimiento es la campana en conjunto con la rueda y sobre aquella actuarán las zapatas para detener el movimiento (freno de tambor). A mayor diámetro de campana mayor potencia.

En el freno de disco, el elemento que gira es el rotor (disco) y contra él se apoyarán las pastillas para inmovilizarlo.

2.2.- PARTES

2.2.1.- Pedal de Freno

Mediante este el conductor aplica la fuerza deseada de frenado, va conectado mediante un sistema de palancas la bomba o cilindro maestro.

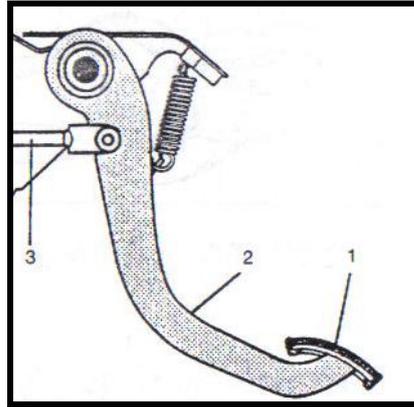


Figura 2.1 Pedal de freno

2.2.2.- Bomba de Freno

La bomba de freno es la encargada de proporcionar la debida presión al líquido, enviándolo a los cilindros de rueda, donde producirá la aplicación de las superficies frotantes. Partes de la bomba:

- Pistón primario
- Pistón secundario
- Vástago
- Copela primaria del circuito primario
- Copela central del pistón primario
- Válvula central pistón primario
- Válvula central pistón secundario
- Copela de estanqueidad
- Muelle
- Varilla de empuje

En posición de reposo (Figura 2.2) los pistones primarios y secundario 1 y 2 poseen en el centro dos válvulas 6 y 7 accionadas por un pasador 3.

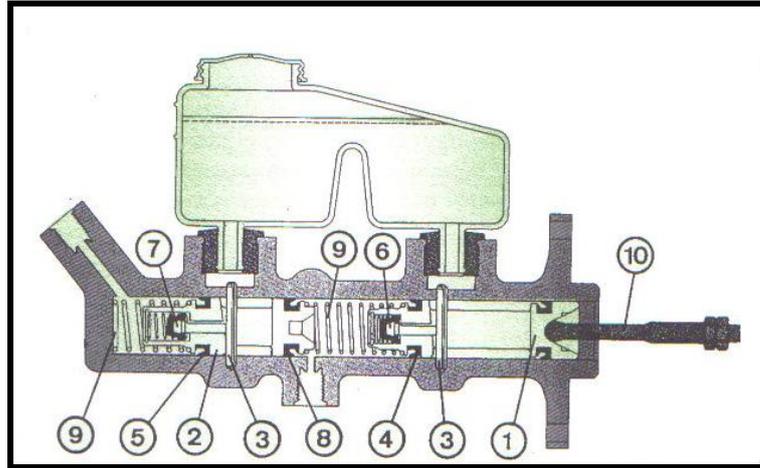


Figura 2.2 Bomba de Freno

en posición de freno (Figura 2.3), bajo la acción de la varilla de empuje 10, el pistón primario 1 se desplaza y la válvula central 6 se cierra. El aumento de presión en la cámara primaria y el muelle 9 ejercen el desplazamiento del pistón secundario 2; la válvula central 7 se cierra en su recorrido. La presión aumenta simultáneamente en los dos circuitos.

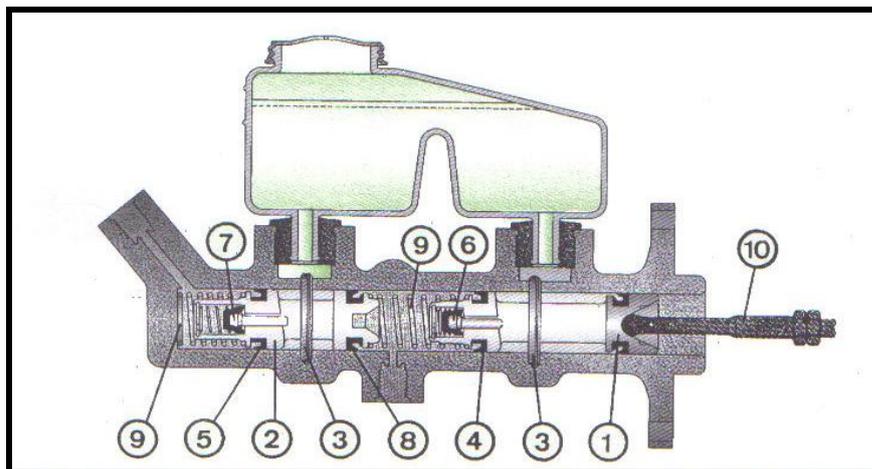


Figura 2.3 Bomba de Freno Accionada

En caso de fallo de uno de los dos circuitos (Figura 2.4), una fuga por ejemplo, el pistón correspondiente va a desplazarse mecánicamente y el aumento de presión es posible por el otro circuito.

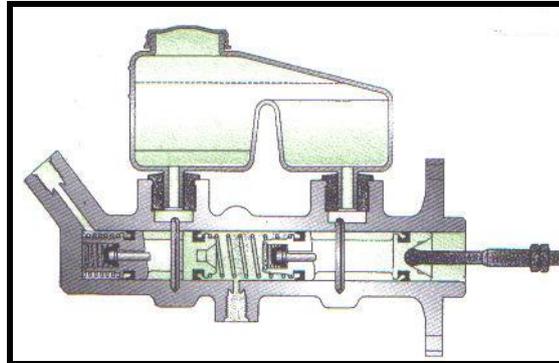


Figura 2.4 Desplazamiento mecánico del Pistón en caso de Fuga

2.2.3.- Depósito

Se encuentra ubicado sobre el cilindro maestro y contiene en su interior el líquido de frenos (Figura 2.5).

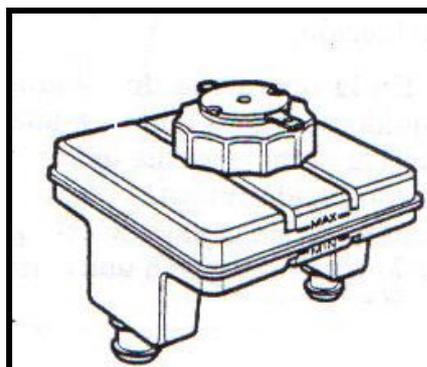


Figura 2.5 Depósito

2.2.4.- Conductos

Son tubos de cobre, latón o acero protegido por un revestimiento y se fijan a la carrocería por el exterior del piso, los empalmes de los tubos se realizan por

medio de racores, para el acoplamiento a los cilindros de rueda se emplean mangueras flexibles que se fijan al cilindro de rueda por medio de un tornillo hueco y con interposición de arandelas de cobre, por el otro extremo la manguera flexible se une a la tubería rígida por medio de un racor.

Las canalizaciones deben resistir presiones de hasta 150 bares pero se utilizan de hasta 400 bares. Por ellos se transporta el líquido de frenos hacia los cilindros de las ruedas.

2.2.5.- El Tambor de Freno

Se une al buje de rueda por medio de tornillo y se fija a su vez a la llanta de rueda, el tambor se fábrica de fundición perlítica centrifugada, para que su superficie de frotamiento contra la zapata sea resistente al desgaste y la deformación. En su periferia se bordea con una pestaña para evitar la entrada de agua o polvo al interior. A fin de limitar el aumento de temperatura a nivel de las superficies de fricción es necesario que el calor producido se disipe rápidamente en la masa del metal, evacuándose al aire ambiente. Con este objeto se disponen unas nervaduras en la periferia del tambor (Figura 2.6).

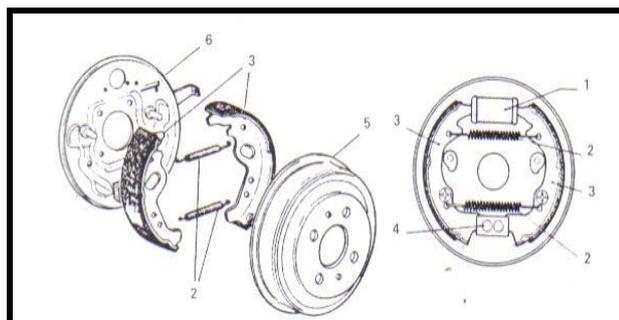


Figura 2.6 Tambor del Freno

2.2.6.- Cilindro de Freno

Utilizado en los frenos de tambor. El líquido desplazado por la bomba de freno cuando se pisa el pedal, llega a cada uno de los cilindros de rueda (Figura

2.7). constituido por un cilindro 2, en cuyo interior se alojan los pistones 1 en oposición, delante de los cuales se dispone una guarnición 3, adaptada perfectamente al cilindro. Estos dos pistones se mantienen separados entre si por la acción de un muelle.

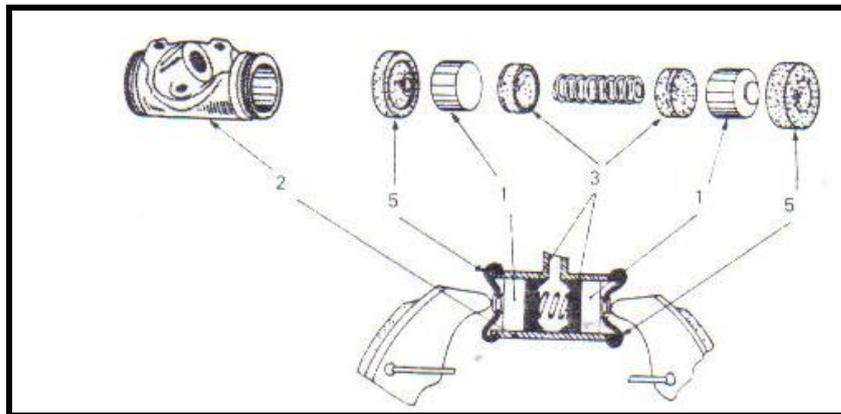


Figura 2.7 Cilindro del freno

En el cilindro hay practicado dos orificios roscados, en uno de los cuales se acopla el purgador y en el otro la canalización de llegada del líquido. Cuando este entra al cilindro, produce la separación de los pistones 1, que a su vez empujan a las zapatas. Las guarniciones flexibles 3 de los émbolos están configuradas de modo que la presión hidráulica las adapte perfectamente a las paredes del cilindro, produciendo una excelente hermeticidad que impide la fuga de líquido al exterior. Para evitar la entrada de polvo o suciedad a los bombines se disponen dos guarda polvos 5 en ambos extremos.

Los sellos son elementos encargados de dar estanqueidad en los Cilindros Maestros, Cilindros de Rueda, Limitadores, Hidrovac, etc., en que se necesita evitar el paso del líquido y/o desplazarlo en el sistema.

Los sellos deben ser compatibles con el líquido en el cual se van a desempeñar generalmente líquidos en base sintética.

No deben dilatarse más allá de lo especificado al contacto con el líquido.

- No se deben descomponer cuando son sometidas a alta temperatura.

- No deben presentar adhesividad (pegajoso) al entrar en contacto con líquido de frenos.
- No deben presentar manchas superficiales al estar almacenadas.
- Los sellos de mayor uso en el mercado se producen en caucho natural.

2.2.6.1.- Los tipos de Cilindros

A.- Hidráulicos

Consiste en el envío de un líquido a presión por una bomba accionada por la transmisión del vehículo. Una válvula que se abre al presionar el pedal del freno deja paso al líquido adicional a las conducciones correspondientes.

B.- Aire Comprimido

Se trata de una combinación del freno hidráulico y de aire comprimido. Al pisar el pedal del freno se abre una válvula que deja paso libre al aire comprimido a la parte anterior de la bomba, presionando sobre el émbolo ayudando la acción del conductor sobre el pedal del freno.

C.- Eléctrico

Al pisar el pedal del freno se establece un circuito eléctrico permitiendo el paso de una corriente que activa unos electroimanes situados en los tambores del freno de cada rueda. El electroimán atrae a una leva que ayuda la acción del conductor sobre el pedal del freno. Más usado es el “ralentizador“ eléctrico para grandes camiones.

Para largas pendientes alivia el esfuerzo del motor, que puede ir en punto muerto, y el de los frenos.

D.- De Vacío

El servo-freno por vacío es similar al de aire comprimido, con la diferencia que lo que hace mover las zapatas, no es una presión (aire comprimido), sino una depresión (vacío). En el servo-freno de vacío existen tres cilindros con sus

émbolos, cuyo principal envía el líquido a presión a los cilindros de los frenos. Otro secundario acciona una válvula que cierra o abre la comunicación con el aire exterior. En el tercer cilindro (de mayor diámetro) actúa, sobre su pistón, el vacío de la admisión o la presión atmosférica.

2.2.7.- Pistón de Freno

Utilizado en los frenos de disco, se encuentra ubicado en el conjunto de la mordaza de freno, este recibe la presión de la bomba, esta provisto de una guarnición que realiza la estanqueidad necesaria, un guardapolvo que impide la entrada de suciedad en el cilindro de la mordaza. En la acción de frenado, el pistón es desplazado hacia fuera del cilindro aplicando la plaqueta o a la pastilla de freno contra en disco.

En algunas ocasiones se utilizan dos pistones, como se muestra en la (Figura 2.8). que pueden ser accionados simultáneamente o por circuitos independientes que aseguren el funcionamiento de los frenos en caso de fallo de uno de los circuitos.

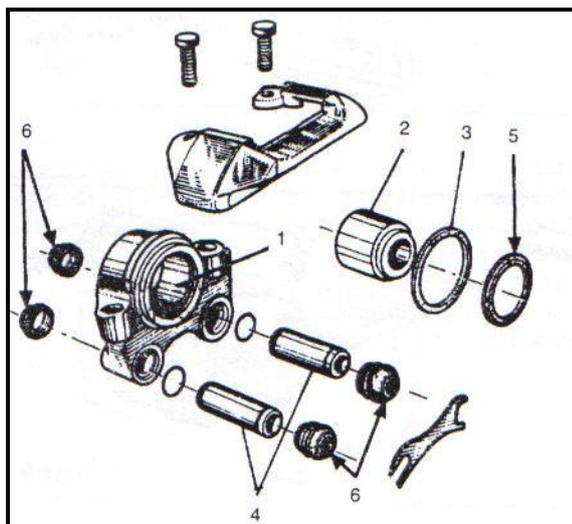


Figura 2.8 Pistón de freno

2.2.8.- Disco de Freno

El material utilizado en la fabricación de los discos de freno suelen ser el acero al cromo, o la fundición gris perlítica aliada con cromo, que presenta alta resistencia a las ralladuras y a la corrosión, además de una buena conductividad térmica y resistencia mecánica. El cromo confiere a las superficies de frotamiento un acabado fino. Este acabado tiene una influencia primordial sobre el desgaste de las pastillas y las superficies de frotamiento deberían ser perfectamente planas, presentando un ovalamiento y un paralelismo entre caras inferior a 0.1mm.

Con el objeto de la evacuación del calor que se produce por la fricción existen los discos ventilados, dotados de orificios radiales en toda su periferia (Figura 2.9). que con rotación del disco establece unas corrientes de aire que mejoran notablemente la evacuación del calor generado.

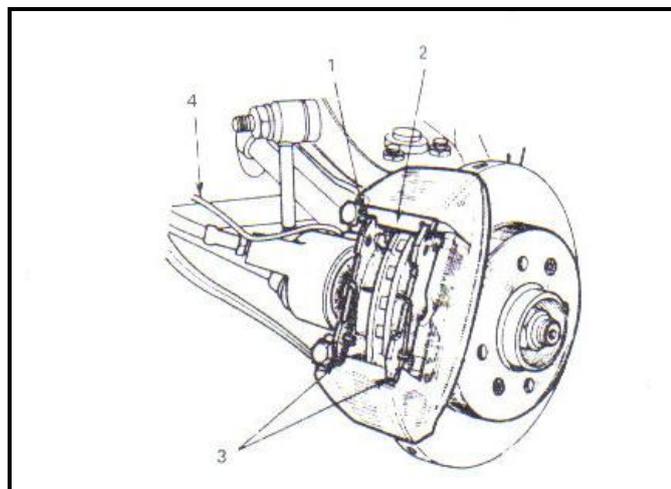


Figura 2.9 Disco de freno

2.2.9.- Correctores de Frenada

A consecuencia del desplazamiento dinámico de cargas al momento del frenado es necesario frenar las ruedas delanteras mas fuerte que las traseras por

este motivo se requiere reducir la presión de frenado en las ruedas traseras para lo que se utilizan los limitadores y compensadores de presión.

Cuando la presión de salida del cilindro maestro se ejerce sobre la sección S2 (igual a S3 - S1) del pistón una fuerza F2 suficiente para vencer el esfuerzo F1 del resorte.

El pistón sube y cierra la válvula de unión con los frenos traseros. La presión continúa aumentando y va generando un esfuerzo F3 que hará descender el pistón.

La válvula se abre. La unión de la presión delantera/presión trasera es de nuevo restablecida hasta que el pistón suba. Realizándose una sucesión de aberturas y cierres, según ilustraciones de la Figura 2.10. El esfuerzo de F1 puede ser debido al taraje de un muelle fijo. En este caso se consideran como constantes. Este es el principio de los compensadores no dependientes.

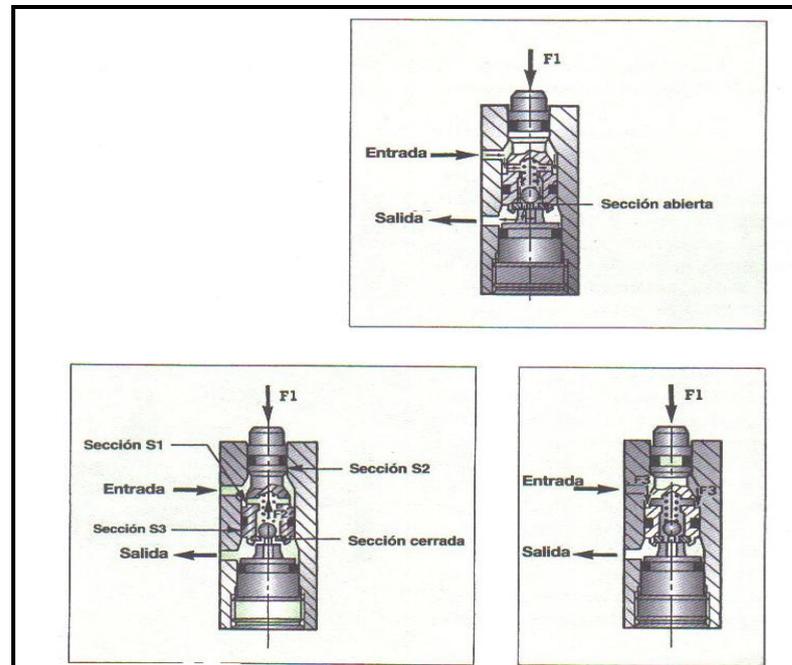


Figura 2.10 Correctores de frenado abierta y cerrada del pistón

En los compensadores dependientes (Figura 2.11). la presión del circuito trasero esta en función de:

- La presión del circuito delantero (gracias al pistón 4)
- La carga sobre el tren trasero gracias a la tensión del soporte uno ligada a la suspensión trasera .

En posición de reposo los muelles 1 y 2 actúan sobre el pistón 3 y crean un esfuerzo F_1 proporcional a la carga del tren trasero. El pistón 3 esta en contacto con su tope 4, la bola esta despegada de su asiento y el liquido puede alimentar el circuito trasero.

Al frenar, la presión que llega a los bombines traseros ejerce sobre la sección S1 del pistón un esfuerzo F_2 , cuando este supera al F_1 el pistón sube y la válvula de bola se cierra cortando la alimentación hacia los bombines traseros.

Todo nuevo aumento de presión hará repetir el proceso.

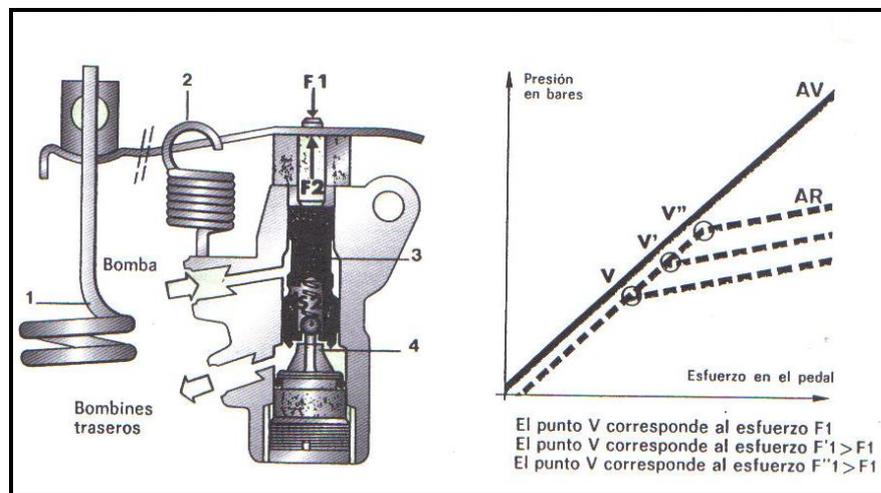


Figura 2.11 Corrector de frenado trasero

2.2.10.- Servofreno

Está instalado entre el pedal de freno y el cilindro maestro, activa y ayuda a la aplicación de los frenos hidráulicos de un automóvil. La actuación es mecánica

a través del pedal de freno, utilizando permanentemente cuando funciona el vacío procedente del múltiple de admisión y la presión atmosférica. Se compone de los siguientes elementos:

A.- Cámara de Vacío

Está compuesta de dos cuerpos o cámaras, un pistón de vacío vástago de empuje, y un muelle de retroceso.

B.- La Válvula de Control

Incorpora al pistón de vacío y a la vez unida al pedal por una varilla de empuje. Esta válvula regula la asistencia o la suprime en función del esfuerzo ejercido sobre el pedal del freno. La válvula de control comprende un pistón, válvula, un disco de reacción, un orificio de vacío y un orificio de atmósfera.

C.- El Cilindro Maestro Hidráulico

Fijado a la cámara de vacío y mandado por un vástago de empuje que parte del pistón de vacío. El objetivo de este componente es disminuir el esfuerzo al momento del frenado (Figura 2.12.).

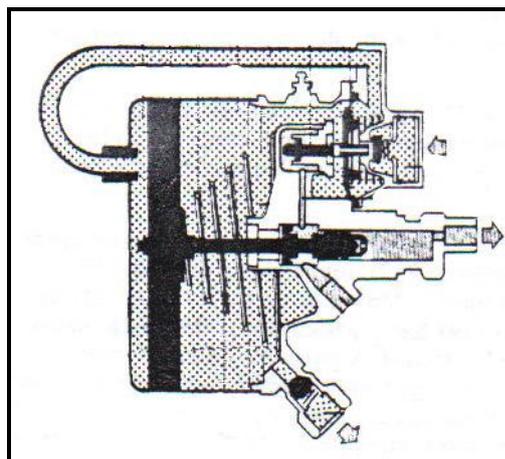


Figura 2.12 Servofreno

2.2.11.- Líquido de Frenos

Este sistema se fundamenta en el hecho de que los líquidos son incompresibles y según el principio de Pascal toda presión ejercida en un punto cualquiera en la superficie de un líquido se transmite en todas direcciones y sin pérdida de su intensidad (Figura 2.13).

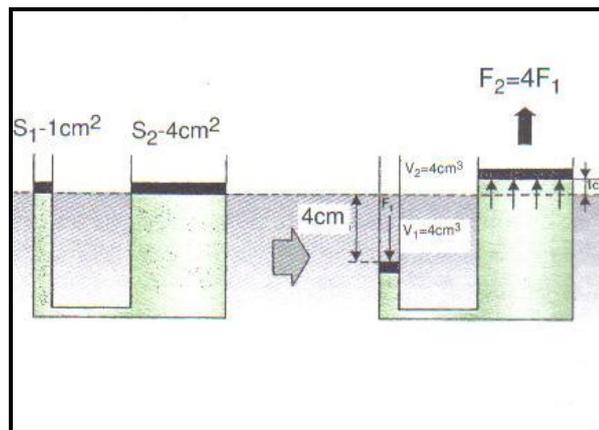


Figura 2.13 Principio de Pascal

El líquido de frenos corresponde a normas específicas de fabricación SAE, ISO que las clasifican en DOT 3, DOT 4 y DOT 5, con el fin de reglamentar su punto de ebullición. Actualmente se emplean aceites minerales o líquidos sintéticos a base de poliglicol al que se añaden pequeñas cantidades de aditivos para limitar la degradación por el calor y neutralizar los componentes corrosivos. Un líquido de frenos debe cumplir las siguientes exigencias (Figura 2.14).

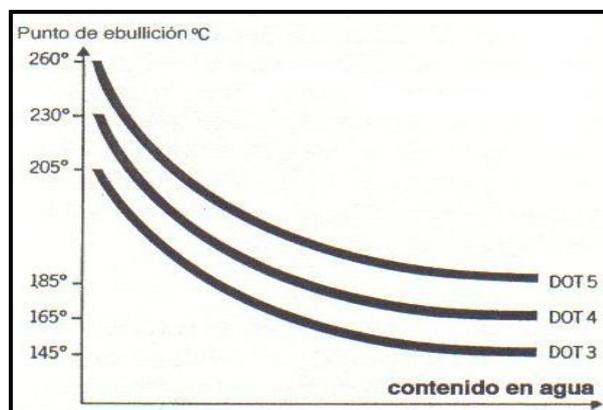


Figura 2.14 Variación del punto de ebullición del agua

- Deberá poseer una temperatura de ebullición elevada entre 230 y 240 grados centígrados.
- El líquido de frenos es giroscópico, es decir capaz de absorber humedad, por cuya causa si el contenido de agua supera el 3% la temperatura de ebullición desciende de 80 a 90 grados centígrados. Lo que implica la sustitución del líquido por uno nuevo y no por uno que haya tenido un tiempo prolongado en contacto con el aire.
- Debe poseer propiedades anti-corrosivas para evitar el deterioro de los componentes en contacto.
- Se recomienda cambiar líquido de frenos en un período de 80000 Km. o dos años.

Cuando se alcanzan temperaturas superiores al punto de ebullición del líquido en el freno, se crean cámaras de vapor (burbujas), es decir el líquido hierve en el sistema cerca al cilindro del caliper o de ruedas, haciendo que la respuesta sea demorada o nula (pedal largo).

Se supone que en este momento se ha sobrepasado el punto de inflamación del líquido y que hay peligro de fuego, sin embargo por el hecho de estar confinado (encerrado) el riesgo de que una chispa lo alcance es mínimo.

Es conveniente anotar que si usted abre un grifo en ese momento y acerca un fósforo encendido a la salida del líquido puede producirse llama.

El otro riesgo se correría si en el depósito se alcanzara temperaturas superiores a 120 grados centígrados, lo cual es prácticamente imposible, teniendo en cuenta que por la distancia entre el freno y el cilindro maestro se disipa gran cantidad de calor.

Otra aclaración necesaria es la temperatura que se puede alcanzar en un freno de disco es 800 grados centígrados y en tambor 500 grados centígrados, tomadas en la superficie de fricción de la pastilla.

2.2.12.- Presión Sistema de Freno Hidráulico

La presión (P) que se genera en un cilindro maestro depende de la fuerza (F) que se aplica sobre el pistón (por el conductor) y el área (A) de ese pistón ($P=F/A$).

Como el área (A) depende del diámetro del émbolo d, ($A= \pi /4 \times D^2$) podemos decir que a menor diámetro del pistón de la bomba, con igual fuerza, la presión obtenida en el circuito es a mayor y viceversa. En el caso del Cilindro de Rueda la fuerza con que los pistones actúan sobre las zapatas, depende de la presión del circuito y del área del pistón ($F= P \cdot A$); entonces diremos que a mayor área del pistón de salida mayor será la fuerza obtenida (freno más potente).

En una frenada brusca, la presión en la línea es del orden de 1.500 a 2.000PSI.

2.3.- FUNCIONAMIENTO

Se trata del sistema de frenado utilizado prácticamente en todos los automóviles. El freno hidráulico esta constituido por un cuerpo de bomba principal que lleva el pistón unido al pedal de freno. Su cilindro de mando esta sumergido en un líquido especial (a base de aceite o de alcohol y aceite o de glicerina), que contiene un depósito al efecto. Del cilindro sale una tubería que se ramifica a cada una de las ruedas.

En los platos del freno de cada rueda hay unos cuerpos de bomba de embolo doble, unidos a cada uno de los extremos libres de las zapatas.

Las partes más importantes son pues: depósito de líquido, bomba de émbolos y cilindro de mando.

Su funcionamiento consiste en que al accionar el pedal del freno, el embolo de la bomba principal comprime el líquido y la presión ejercida se transmite al existente en las conducciones y por él, a los cilindros de los frenos separando sus émbolos que, al ir unidos a las zapatas, producen su separación ejerciéndose fuerza sobre el tambor del freno.

Al dejar de pisar el pedal del freno cesa la presión del líquido y zapatas, recuperándose la situación inicial.

Las principales características de este sistema es la uniformidad de presión o fuerza que se ejerce en todas las ruedas, incluso con posibles deficiencias por desgaste de alguna zapata, pues su embolo tendrá mas recorrido haciendo que el contacto zapata-tambor sea el mismo en ambas zapatas.

El sistema de frenos hidráulicos tiene la ventaja de que su acción sobre las cuatro ruedas es perfectamente equilibrada, pero también tiene la desventaja de que si pierde liquido frena mal o nada.

Si se observa debilidad en el freno hidráulico, puede suceder que la causa sea generalmente por la presencia de aire en las canalizaciones por donde tiene que pasar él líquido de frenos.

La acción de extraer el aire de las canalizaciones recibe el nombre de purgado de frenos.

Si a pesar de todo se nota debilidad o desigualdad en la acción de los frenos, hay que purgar (sangrar) las canalizaciones por separado en cada uno de los frenos, hasta que él liquido salga sin burbujas, debiendo tener en cuenta que el juego entre el pedal de los frenos y el piso del vehículo no sea alterado.

CAPITULO III

III.- OPERACIÓN DEL SISTEMA ABS

3.1.- GENERALIDADES

El concepto de los frenos ABS parte del simple hecho que si la superficie del neumático se está deslizando sobre el pavimento entonces se tiene menos tracción.

La primera regla básica que se enseña en un curso de manejo cuando se conduce en condiciones resbaladizas es “nunca bloquee sus ruedas cuando este tratando de parar”. La razón por la que se nos enseña esto es porque una llanta proporciona la mejor combinación de frenado máximo con control del vehículo exactamente antes de que ocurra el bloqueo de la rueda. Una vez que se bloquea una rueda se pierde efectivamente el control de la dirección del vehículo.

De hecho, en el pasado, se enseñaba en los cursos de manejo que era necesario “bombear los frenos en superficies resbaladizas”. Al bombear los frenos en una superficie resbaladiza, un vehículo mantiene la tracción sin que se pierda la tracción del vehículo. El sistema de frenos antibloqueo (ABS) bombea los frenos automáticamente por usted, proporcionando un trayecto mas seguro para un paro de emergencia.

El propósito del sistema ABS es evitar el bloqueo de las ruedas durante el frenado de emergencia. Esto se logra modulando la presión hidráulica en el sistema de frenos.

La cantidad de fuerza del pedal del freno requerida para acoplar la función del ABS variara con las condiciones del camino. Es más probable que ocurra el

bloqueo de los frenos en un camino mojado, cubierto con nieve o hielo. El bloqueo de los frenos también puede ocurrir como resultado de una reacción repentina del conductor debido a un obstáculo inesperado. Durante estas situaciones, las ruedas pueden bloquearse ocasionando que el vehículo patine. El ABS ayuda a evitar el bloqueo de las ruedas en todas las condiciones de manejo.

Los frenos antibloqueo impiden que las ruedas de un vehículo derrapen sobre una superficie del camino durante una aplicación brusca de los frenos, lo cual permite que el conductor mantenga el control de la dirección del vehículo. El sistema antibloqueo de frenos utiliza la electrónica para controlar la fuerza de frenado que se aplica a las ruedas.

El ABS (Anti-Lock Brake System), es un sistema, que se acondiciona a un freno tradicional, con el fin de prevenir el bloqueo de las ruedas, mientras el vehículo se mueva con una velocidad superior a 7 a 20 km/h según sea el sistema controlando electrónicamente la presión hidráulica o neumática en el cilindro de caliper en el de rueda y/o en la cámara de aire.

3.2.- PRINCIPIOS OPERATIVOS

3.2.1.- Introducción al Sistema

El sistema ABS está integrado y controlado por un módulo electrónico de control de frenos (Electronic Brake Control Module = EBCM) o también llamado ECU “unidad de control electrónico”.

En el caso del ABS, el EBCM vigila los datos de velocidad de las ruedas para regular su deslizamiento durante el frenado, obteniendo un incremento en la eficiencia del mismo, dicho de otra forma ante una frenada de emergencia, el sistema anti- bloqueo permite realizar el mejor compromiso entre la manejabilidad direccional, estabilidad del vehículo y la distancia de parada.

Existen otras maneras de asistir en un frenado de emergencia como son el retraso del encendido y el cierre de las mariposas del cuerpo de aceleración y la

variación del tiempo de inyección, estos son los otros métodos para ayudar a reducir el deslizamiento.

3.2.2.- Deslizamiento de las Ruedas

La diferencia entre que tan rápido se desplaza un vehículo y la velocidad de las ruedas cuando se aplican los frenos se conoce como deslizamiento. Una relación de cero deslizamientos refleja el hecho de que no hay deslizamiento, el sistema ABS limita el deslizamiento de manera significativa.

El ABS controla el deslizamiento negativo, para proporcionar al conductor el mejor control del vehículo durante frenajes bruscos. Nos referimos al deslizamiento negativo de las ruedas al ocasionado cuando el conductor aplica presión excesiva a los frenos ocasionando el bloqueo de las ruedas. Bajo estas circunstancias, los neumáticos se deslizan sobre la superficie del camino, aumentando la distancia del frenaje, reduciendo el control del vehículo y poniendo en peligro su estabilidad (Figura 3.1).

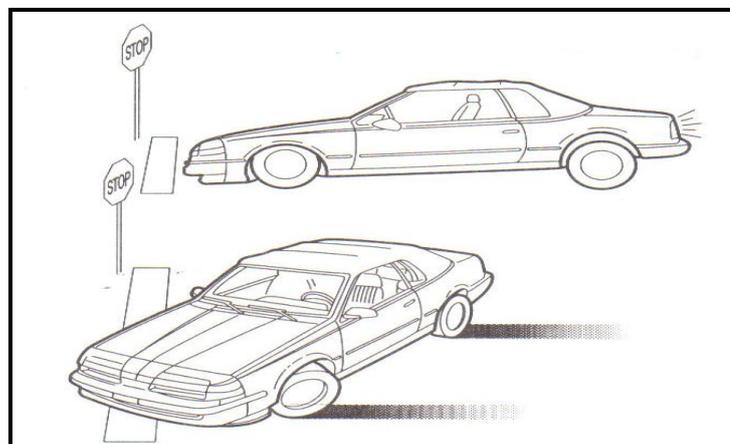


Figura 3.1 Deslizamiento de las ruedas

3.2.3.- Coeficiente de Fricción

La fuerza de fricción o agarre entre el camino y las llantas se puede expresar como un coeficiente de fricción que depende de las dos superficies. Un camino

pavimentado seco tiene un coeficiente de fricción mayor que un camino mojado o con hielo, de la misma manera unas llantas en buen estado tendrán un mejor coeficiente que unas que se encuentren lisas.

3.3.- COMPONENTES DEL SISTEMA ABS

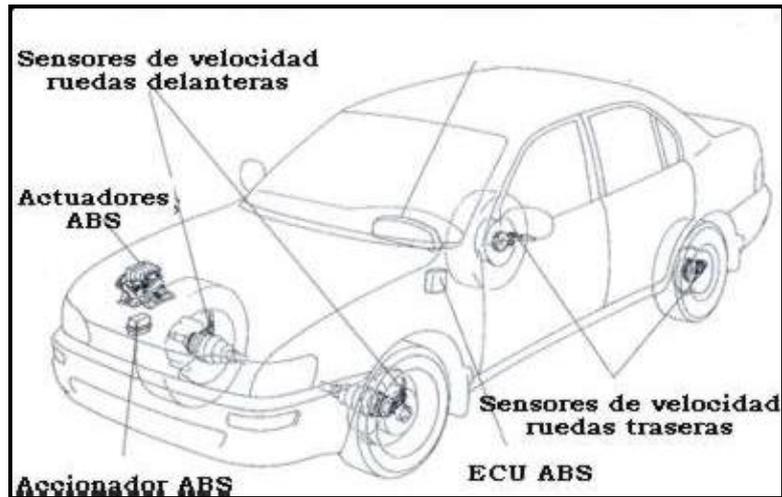


Figura 3.2 Componentes del sistema ABS

El sistema ABS utiliza la electrónica para controlar la fuerza de frenado que se aplica a las ruedas necesitando para esto de sensores de velocidad, modulo electrónico, y de una unidad de control hidráulico.

3.3.1.- Sensores de Velocidad

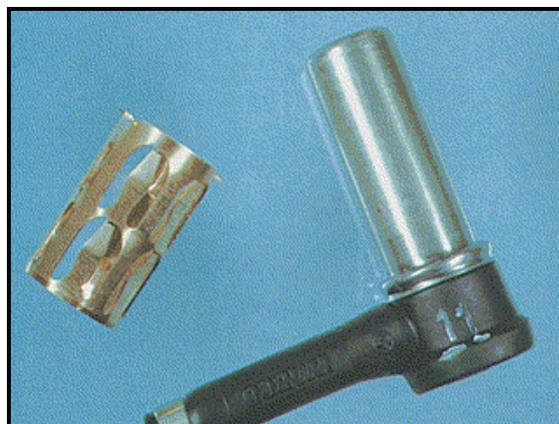


Figura 3.3 Sensor de velocidad

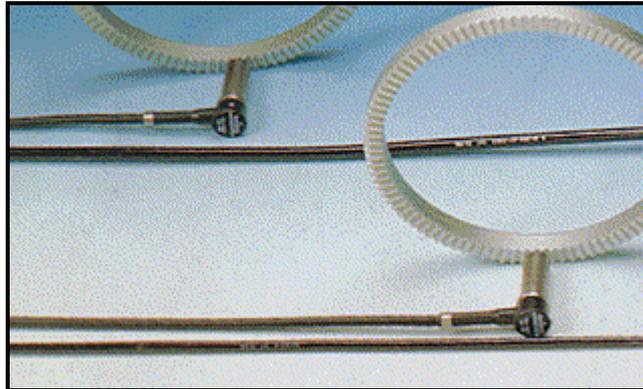


Figura 3.4 Rueda dentada

Los sensores de velocidad de las ruedas monitorean la velocidad de las ruedas del vehículo. Estos pueden instalarse en cada rueda, en el engranaje de corona del diferencial de algunos vehículos con tracción trasera, o en combinación de ambos. A medida que el ensamble de la rueda gira, un engrane con dientes pasa por el sensor de velocidad de la rueda. El sensor de velocidad de la rueda detecta los dientes que pasan y transfiere la información de la velocidad de la rueda al modulo del ABS. El modulo ABS, mediante el uso de la información de los sensores puede detectar si una de las ruedas a dejado de girar. La computadora ABS envía mandos a los otros componentes del sistema para impedir el derrape del vehículo y la perdida de control del mismo. Existen dos tipos de sensores:

A.- Sensores Pasivos

Los sensores pasivos de velocidad de la rueda son sensores de reluctancia variable que utilizan un captador de velocidad de tipo inductivo, colocado frente a la corona dentada que gira con la rueda. El captador esta formado por un imán permanente y una bobina conectada al modulo. El imán crea un flujo magnético que se ve afectado por el paso de los dientes de la corona frente al imán, de manera que genera una tensión eléctrica en la bobina en forma de frecuencia de señal de corriente alterna, que es proporcional al giro de la rueda (Figura 3.5).

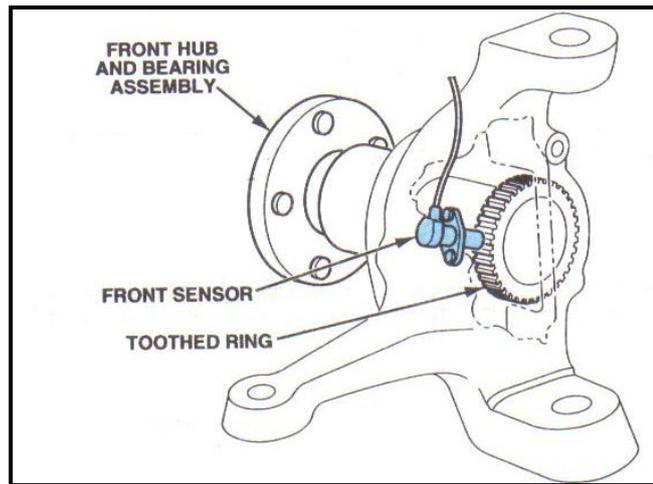


Figura 3.5 Sensores pasivos

En la Figura 3.6 muestra la implantación del sensor en el buje de rueda, donde queda posicionado frente a la corona dentada que forma parte del propio eje de transmisión, dejando un entre hierro de un milímetro entre ambos. En otras disposiciones de montaje, la corona dentada del captador queda encerrada en el propio buje.

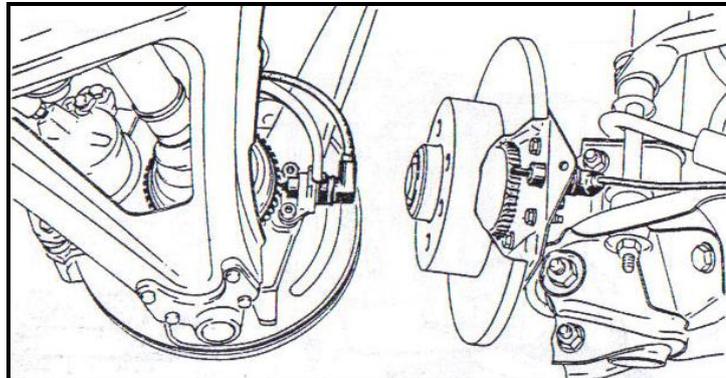


Figura 3.6 Sensores pasivos

B.- Sensores Activos

Estos sensores contienen un sensor tipo reluctancia y un convertidor análogo digital que convierte la señal a una onda digital cuadrada.

Los sensores activos son sensores de dos cables, pero no pueden probarse usando un ohmetro.

- Un cable es la alimentación de energía de 12 V para el sensor.
- El segundo cable transporta la onda cuadrada de regreso al módulo de control.
- La señal digital alterna entre aproximadamente 0.9 y 1.9 V.

3.3.2.- Unidad de Control Electrónico

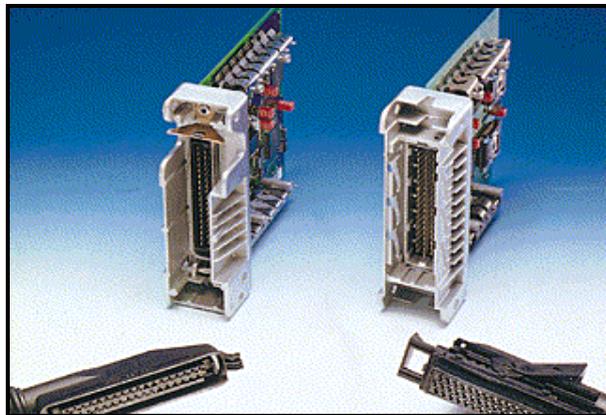


Figura 3.7 Unidad de control electrónico

Bajo la dirección de un módulo de control, también conocida como unidad de control electrónica, el sistema antibloqueo de frenos utiliza diversas válvulas para dirigir el fluido de los frenos donde se requiera. La presión de los frenos hidráulicos se reduce si la ECU determina que es eminente el bloqueo de las ruedas. El módulo de control ABS es el cerebro del sistema, determina si un freno o frenos requiere modulación de la presión para impedir el bloqueo de las ruedas, y luego actúa sobre sus determinaciones. El módulo de control recibe señales electrónica de los sensores de velocidad de las ruedas, sus funciones son.

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

- Activa el sistema de frenos antibloqueo.
- Utiliza los sistemas de auto diagnóstico y a pruebas de fallas.
- Almacena los códigos de servicio en su memoria.

Estructuralmente esta compuesto por un micro procesador principal que realiza los cálculos, el control y los mandos del sistema. Otro micro procesador trabaja independientemente verificando la lógica de las señales de entrada y salida del micro procesador principal. Cada uno de estos micro procesadores pueden detener el sistema temporal o totalmente en caso de un fallo, si esto ocurriera se conservaría el frenado tradicional y el conductor es alertado mediante el encendido de una lámpara testigo en el tablero de instrumentos (Figura 3.8).

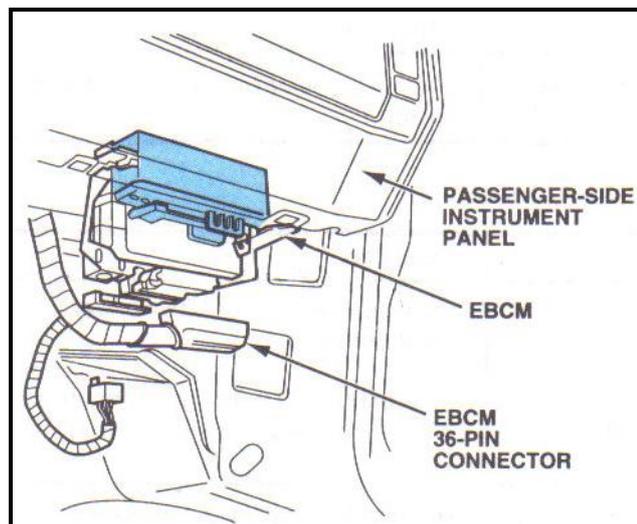


Figura 3.8 Ubicación de la unidad de control eléctrico

Las señales generadas por los captadores de velocidad, llegan al amplificador de entrada, donde debidamente filtradas y preparadas se llevan al ordenador, de estructura del micro procesador, quien elabora una velocidad de referencia partiendo de las señales de dos ruedas en diagonal y además calcula la velocidad, aceleración y deslizamiento de cada rueda. La velocidad de referencia es aproximadamente la velocidad del vehículo y mediante la comparación de esta y la velocidad de cada rueda, se deduce el posible deslizamiento.

Las señales destinadas a las válvulas electromagnéticas del distribuidor hidráulico se forman en la unidad de control de válvulas por medio de un controlador de intensidad de corriente y de una etapa final de potencia. Estas señales de mando se elaboran de manera que en el frenado no pueda producirse un par de giro del vehículo (trompo) por aplicación de esfuerzo de frenado diferentes en las ruedas traseras.

En el funcionamiento de frenos con ABS, si la fuerza ejercida sobre el pedal de freno se mantiene constante, el modulo electrónico establece las siguientes fases:

- Si un sensor de velocidad comunica al modulo un retraso notable en el giro de la rueda, es decir, si hay tendencia al bloqueo, la señal enviada desde el modulo al bloque hidráulico hace que la presión aplicada a esta rueda deje de aumentar.
- Si el giro de la rueda sigue retrasándose o desacelerándose, el modulo activa el distribuidor hidráulico de manera que la presión en el cilindro de rueda se reduce, con lo que el frenado de esta pierde intensidad.
- El giro de la rueda se acelera al reducir la presión de frenado. Cuando se alcanza un determinado valor limite, el modulo electrónico detecta que esa rueda esta insuficientemente frenada y modifica la señal de mando para el distribuidor hidráulico, modificando la presión de frenado con el consecuente retraso del giro de la rueda, comenzando así un nuevo ciclo de regulación.

El módulo electrónico realiza también una función de auto control cada vez que se acciona la llave de encendido antes del arranque del motor. Este control se efectúa sobre la tensión de alimentación, las electroválvulas y el circuito electrónico.

Durante este tiempo, la lámpara de control permanece encendida para apagarse después si no se detecta ninguna falla.

Ya con el vehículo en marcha, a partir de una velocidad aproximada de 6 km/h, el modulo realiza un segundo ciclo de control, verificando los sensores de

velocidad y el grupo hidráulico. A demás controla permanentemente durante su funcionamiento los elementos esenciales del sistema produciendo el encendido de la lámpara testigo si detecta alguna anomalía, en cuyo caso, el sistema queda fuera de servicio, quedando el vehículo equipado con el sistema de frenos convencional.

3.3.3.- Grupo hidráulico

A.- Unidad de control hidráulico HCU

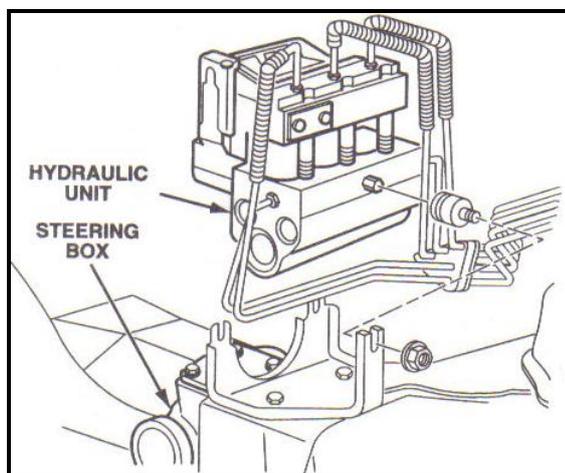


Figura 3.9 Unidad de control hidráulica

La HCU toma las señales del modulo de control ABS y aplica o quita la presión hidráulica a los ensambles de frenos. Los solenoides eléctricos en la HCU controlan las válvulas hidráulicas. Las válvulas hidráulicas reducen el flujo de fluido de frenos presurizado a los sistemas. El motor de la bomba se energiza y restaura el flujo al presurizar el fluido cuando el modulo de control determina que las ruedas ya no se van a bloquear.

En algunos sistemas la bomba se puede utilizar tanto para bombear fluido al depósito cuando las ruedas están a punto de bloquearse como para bombear fluido a las unidades de freno cuando las ruedas ya no están en peligro de bloquearse. La contrapresión de la bomba es lo que el conductor siente a través del pedal de los frenos.

La HCU usa válvulas hidráulicas controladas con solenoides para controlar (modular) la presión hidráulica enviada desde el cilindro maestro a los cilindros de las ruedas y/o calipers de los frenos.

Cuando la computadora determina que una rueda se está desacelerando muy rápido, se reduce la presión a las zapatas y/o pastillas de los frenos, evitando así el bloqueo de la rueda. Esto se logra accionando la unidad de control hidráulico (HCU) para que abra y cierre las válvulas solenoide apropiadas. Una vez que la rueda afectada regresa a su posición normal, el modulo de control regresa las válvulas a su posición normal, y se reanuda el frenado normal. Estas válvulas están situadas en la unidad de control hidráulico y no se les puede dar servicio. Si una válvula tiene defectos, se debe reemplazar toda la unidad hidráulica de control.

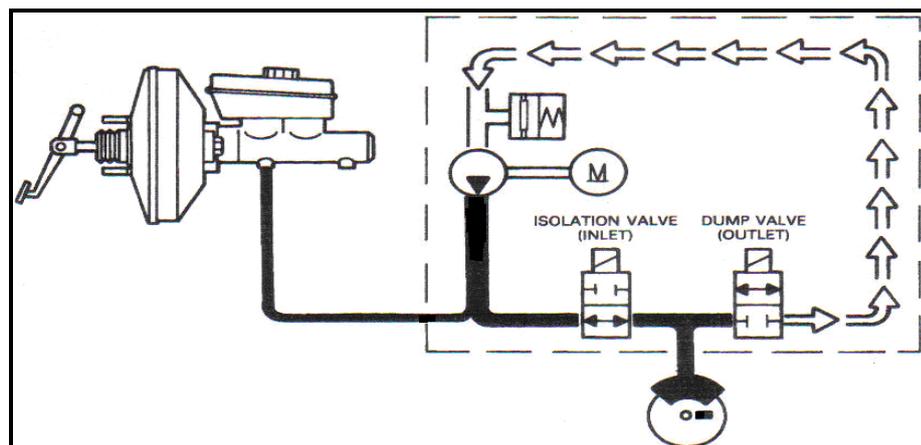


Figura 3.10 Circulación del líquido

En la Figura 3.10 vemos la operación de un conjunto de electroválvulas para el control antibloqueo de una rueda en el HCU.

3.3.4.- Otros componentes del ABS

A.- Indicador de Nivel de Fluido

El indicador de nivel de fluido se encuentra localizado en el cilindro maestro, consiste en un imán y un interruptor de carrete. Cuando el fluido llega a un nivel predeterminado, el imán causa que el interruptor de carrete se cierre. Esto

proporciona una tierra al indicador rojo de advertencia de los frenos, ocasionando que se ilumine el indicador. En algunos sistema ABS, esto también conecta a tierra un circuito del modulo de control de ABS, ocasionando que se interrumpa el funcionamiento antibloqueo y que se ilumine el indicador amarillo de advertencia de ABS.

B.- Interruptor de Encendido/Apagado del Freno (BOO) e Interruptor de Posición del Pedal de Freno (BPP)

El interruptor de encendido / apagado de los frenos (BOO) es un interruptor simple de dos posiciones (abierto o cerrado). Cuando se presiona el pedal de freno, el interruptor se cierra y se envía una señal de voltaje de 12v al módulo de control de ABS.

El interruptor de posición del pedal del freno (BPP) también es un interruptor de dos posiciones que envía una señal de 12v al módulo de control de ABS. El BPP contiene un segundo interruptor que sirve como entrada para el sistema de control de velocidad.

C.- Módulo de Control del Tren Motriz

El módulo del control motriz (PCM) es un micro procesador abordo que controla en funcionamiento de los componentes del tren motriz del vehículo. El PCM se comunica con el módulo del ABS para ayudar a evitar patinajes y controlar la tracción durante el frenado de ABS.

En algunos vehículos, cuando el módulo de ABS identifica que una rueda se está bloqueando cuando el vehículo está viajando arriba de una velocidad preprogramada generalmente entre 45 y 56 km/h puede ordenar que PCM reduzca la torsión del motor.

D.- Interruptor de Aceleración (solo vehículos con Tracción en las cuatro ruedas)

Cuando se maneja un camión con tracción en las cuatro ruedas en el modo 4x4, todas las cuatro ruedas son ligadas mecánicamente. Podría surgir una situación en la que una rueda se bloquea y ocasiona que todas las cuatro ruedas se bloqueen y patinen. Si ocurriera esto, el módulo de control de ABS podría confundir esta condición con un vehículo parado. El interruptor de aceleración (algunas veces conocido como sensor de aceleración) es un interruptor de mercurio que detecta que el vehículo se está moviendo (acelerando y desacelerando) para evitar esta condición. El interruptor de aceleración generalmente se localiza en el larguero de bastidor (chasis), bajo el asiento del conductor.

3.4.- FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ANTIBLOQUEO DE FRENOS ABS

Las llantas que derrapan proporcionan un frenado muy pobre y no proporcionan control de la dirección. La fricción incrementada de las ruedas en movimiento de rotación produce un mayor control del vehículo.

Durante condiciones de frenado brusco, es posible que las ruedas de un vehículo se bloqueen o que dejen de girar. Una rueda bloqueada causa reducción del frenado y del control de la dirección. Los sensores electrónicos de las ruedas y un sistema de computadora monitorean constantemente la rotación de las ruedas. Si una o más de las ruedas empiezan a bloquearse, el sistema abre y cierra válvulas eléctricas, ciclando hasta 10 veces por segundo. Los frenos se aplican y se liberan y se vuelven a aplicar rápidamente, de tal manera que las ruedas delanteras conducen y frenan de manera alternada. También se impide que las ruedas traseras se bloqueen.

Los sistemas antibloqueo de frenos permiten que los vehículos eviten el derrape. El sistema ABS tiene un módulo de control electrónico, sensores de velocidad de las ruedas y un módulo de control hidráulico para aplicar la presión de frenos correcta e impedir el bloqueo de las ruedas.

CAPITULO IV

IV.- DISTINTOS SISTEMAS UTILIZADOS

En la actualidad existen tres tipos de sistemas utilizados: Sistemas ABS de un canal; Sistema ABS de tres canales y Sistema ABS de cuatro canales

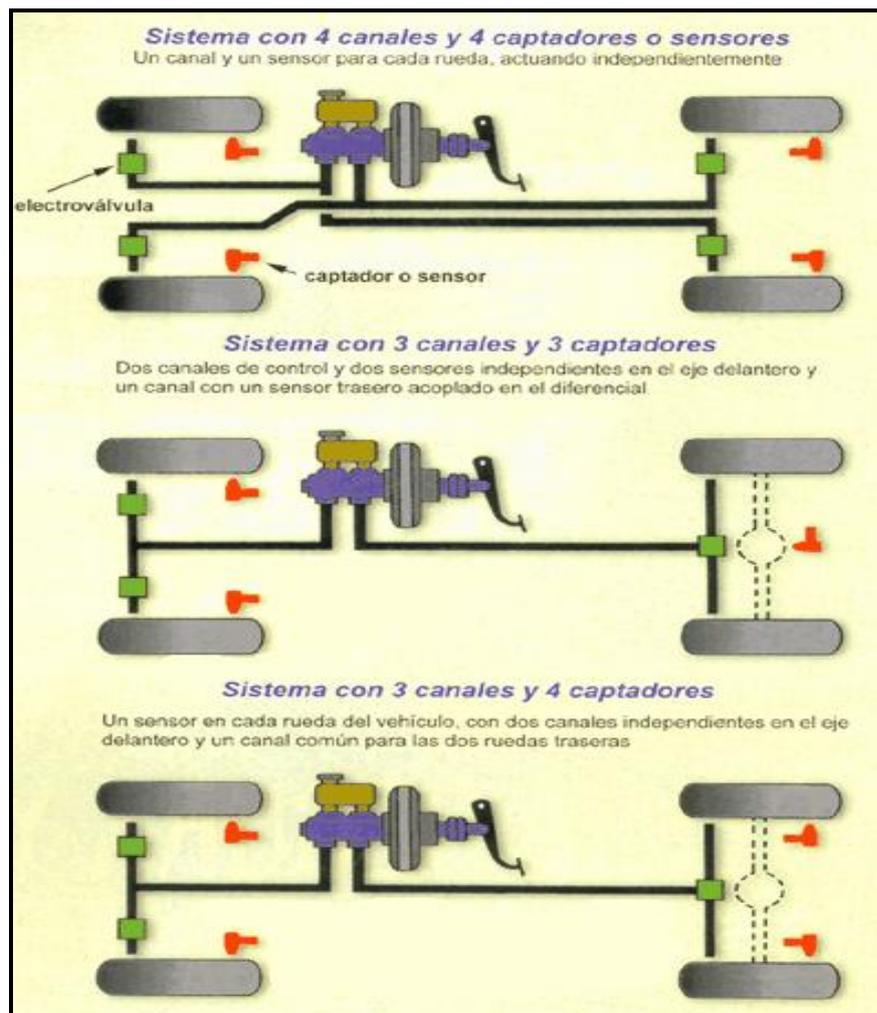


Figura 4.1 Sistemas de frenos ABS

4.1.- SISTEMA ABS DE UN CANAL (RABS)

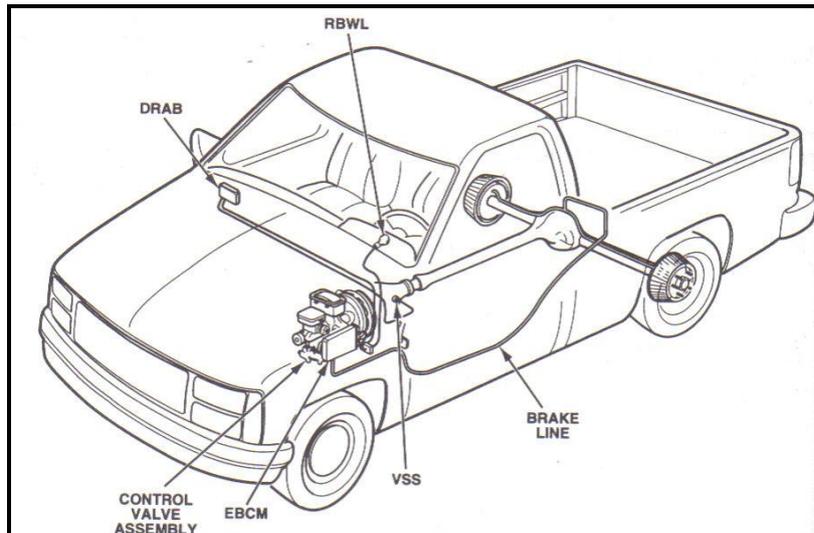


Figura 4.2 Sistema de frenos ABS de un canal

4.1.1.- Operación del Sistema de Frenos RABS

Sistema ABS de un canal es utilizado en camionetas y se le conoce con el nombre de sistema de antibloqueo trasero de frenos (RABS).

El sistema de freno trasero antibloqueo (RABS) consiste en los siguientes componentes:

- Módulo de control del freno antibloqueo.

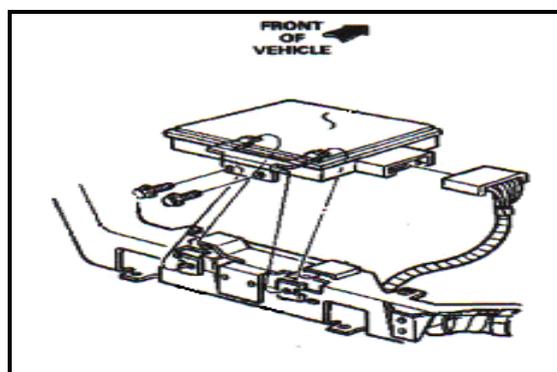


Figura 4.3 Módulo de control de frenos ABS

- Válvula del sistema de freno trasero antibloqueo (RABS).

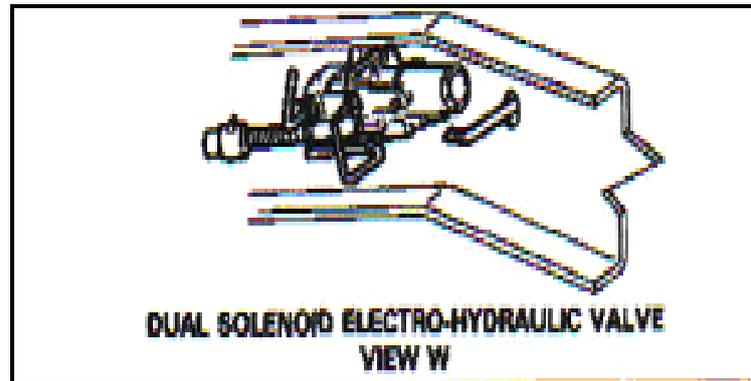


Figura 4.4 Electro válvula del sistema ABS

- Sensor del freno trasero antibloqueo.
- Indicador del sensor del freno trasero antibloqueo.

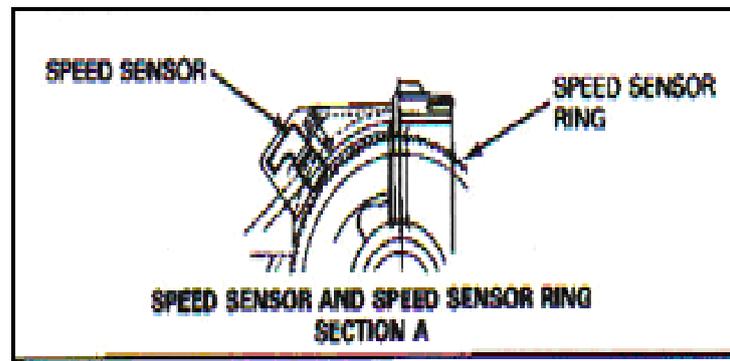


Figura 4.5 Sensor de freno e indicador del sensor

- Indicador de advertencia del RABS.

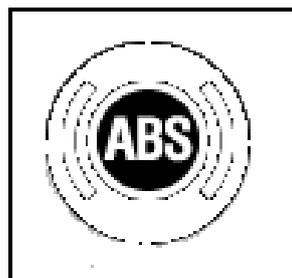


Figura 4.6 Luz de advertencia ABS

El sistema de frenos antibloqueo trasero (RABS) monitorea continuamente la velocidad de la rueda trasera con un sensor de frenos antibloqueo trasero.

Cuando los dientes en el indicador del sensor del freno antibloqueo trasero pasan la pieza del polo del sensor RABS, se induce un voltaje CA en el circuito del sensor con una frecuencia proporcional a la velocidad promedio de la rueda trasera. En caso de un bloqueo durante el frenado, a velocidades mayores de aproximadamente 8 km/h (5 mph), el módulo de control de frenos antibloqueo detecta la caída en la velocidad de la rueda trasera. Si el rango de desaceleración es excesivo, el módulo de control de frenos antibloqueo activa la válvula RABS, causando el aislamiento de la válvula al cerrar. Con el aislamiento de la válvula cerrada, los cilindros de la rueda trasera están aislados del cilindro maestro de frenos, y la presión del líquido en la parte trasera no puede incrementarse. Si la velocidad de desaceleración es aún excesiva, el módulo de control del freno antibloqueo energizará el solenoide de vaciado con una serie de pulsos rápidos para purgar el líquido del cáliper del freno trasero en un acumulador integrado en la válvula del RABS. Esto reduce la presión del líquido del freno al primer cáliper del freno trasero y permite que las ruedas traseras giren a la velocidad del vehículo. El módulo de control de frenos antibloqueo pulsa los solenoides de vaciado y aislamiento de manera que mantienen las ruedas traseras girando mientras aún se tiene una desaceleración rápida durante el frenado.

Una vez parado, el operador suelta el pedal del freno, la válvula de aislamiento se desenergiza y todo el líquido en el acumulador regresa al cilindro maestro del freno. Se reanuda el funcionamiento normal del freno.

4.2.- SISTEMAS ABS DE TRES CANALES

El ABS de tres canales frecuentemente se encuentra en vehículos equipados con ABS en las cuatro ruedas (4 WABS). Tres canales se refiere a un sistema que usa un sensor de velocidad de la rueda para cada una de las ruedas delanteras, pero solamente un sensor y anillo para ambas ruedas traseras. El sensor de velocidad de las ruedas traseras generalmente se localiza en la caja del diferencial.

Este sistema proporciona control individual de las ruedas delanteras, de manera que ambas puedan lograr una fuerza máxima de frenado. Las ruedas traseras son monitoreadas juntas y ambas deben empezar a bloquearse antes de que se active el ABS en la parte trasera. En este tipo de sistema, es posible que una de las ruedas traseras se bloquee durante un paro, reduciendo la eficacia del frenado.

4.2.1.- Sistemas Antibloqueo Teves

La estructura de este sistema es similar a la del anteriormente descrito, así como su implantación en vehículo. Lo constituye un grupo hidráulico que regula la presión de frenado aplicada a cada uno de los cilindros receptores, un calculador electrónico que gobierna el grupo hidráulico y los captadores de velocidad.

La Figura 4.7 muestra los componentes de este sistema antibloqueo. El cilindro maestro 4 lleva adosado un amplificador hidráulico 3 y ambos están conectados al bloque hidráulico de regulación 5, así como al bloque de alimentación 2, que a su vez se conecta al depósito 1. En dicho bloque de alimentación se instalan la bomba hidráulica de presión, el acumulador y un presostato.

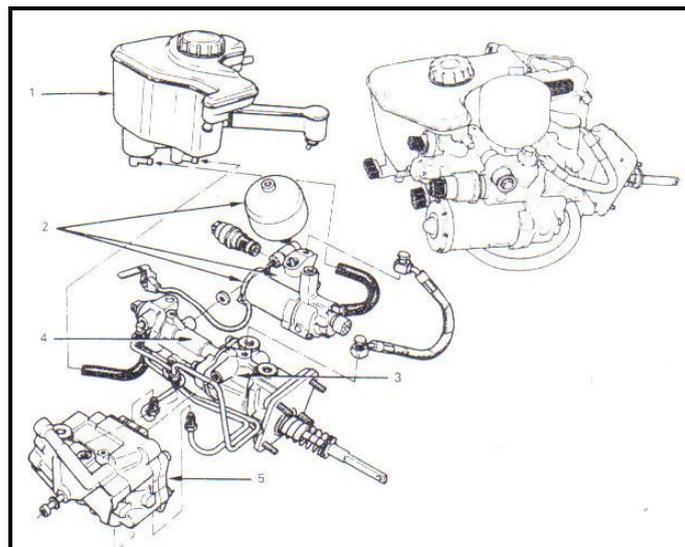


Figura 4.7 Componentes del sistema Teves

Así, pues, este sistema está completamente integrado desde el punto de vista de construcción. El abandono de la asistencia en frenado por depresión y la utilización de dos fuentes de presión para alimentar los frenos delanteros y traseros constituyen las principales características del sistema Teves Mk II. A partir de un depósito de reserva de líquido la bomba entre valores definidos de la presión. Un presostato regula el funcionamiento de la bomba entre valores definidos de la presión. Este líquido a presión generará mediante un amplificador la asistencia necesaria al esfuerzo del conductor sobre el pedal de freno.

En la Figura 4.8 se muestra esquemáticamente la interconexión de los distintos componentes del sistema antibloqueo Teves, en el cual, el grupo de presión hidráulica está interconectado al amplificador o cilindro maestro a través del cual puede aplicarse la presión válvulas, o poner éstos en comunicación con el depósito para desenfrenar la rueda correspondiente, todo ello gobernado por el calculador electrónico en función de las señales recibidas de los correspondientes captadores.

En este sistema, el tren trasero está regulado por sistema “select – low”, es decir, teniendo en cuenta únicamente la información del captador cuya rueda está más próxima al bloqueo, para la actuación en las dos ruedas traseras por igual.

En frenado normal, el pedal de freno actúa directamente sobre los pistones del cilindro maestro tandem, cuyas cámaras de presión están conectadas a cada una de las ruedas delanteras. El aumento de presión en ellas es proporcional al esfuerzo sobre el pedal y el líquido suministrado atraviesa el bloque de regulación por las electroválvulas de admisión para llegar a los cilindros de rueda delanteros. Para los frenos traseros, el movimiento del pedal de freno desplaza un distribuidor que hace comunicar la alta presión proporcionada por el acumulador con los frenos traseros. El líquido a presión regulada pasa a través de las electroválvulas hacia los cilindros de rueda traseros. Al mismo tiempo, el líquido a presión liberado por el distribuidor actúa sobre el amplificador hidráulico proporcionando la asistencia del frenado.

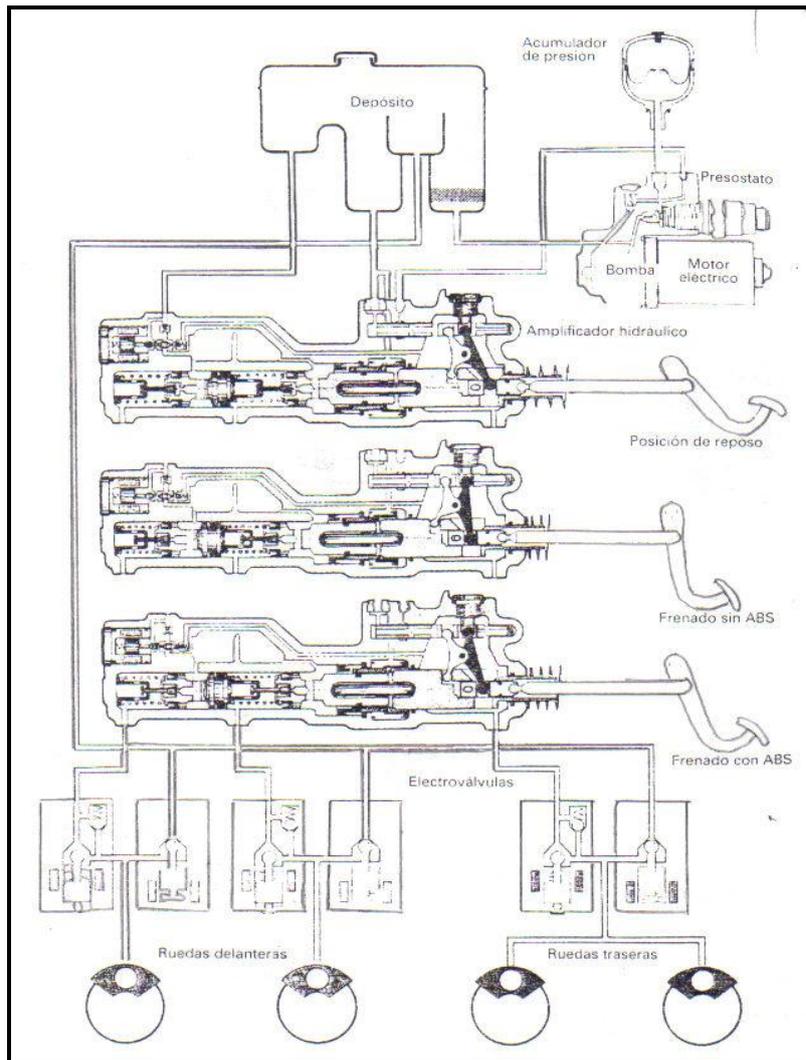


Figura 4.8 Interconexión de los componentes del sistema Teves

4.2.2.- Bloque de Alimentación

Está constituido por un motor eléctrico que arrastra al rotor de una bomba de paletas figura 4.9, capaz de impulsar el líquido a presión hacia el acumulador, a través de una válvula antiretorno. En caso de sobrepresión, una válvula de descarga permite la salida del sobrante hacia el circuito de alimentación.

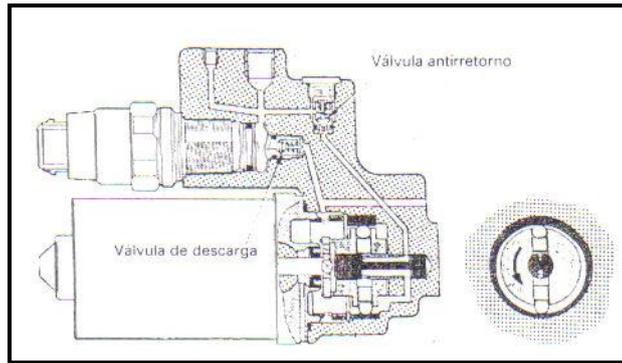


Figura 4.9 Bloque de alimentación

En el circuito de presión a la salida de la bomba se dispone un preestato de tres funciones capaz de conectar y desconectar el motor eléctrico para valores de presión de 140 y 180 bar, respectivamente, al mismo tiempo que activa las lámparas indicadoras del cuadro de instrumento del correcto funcionamiento del sistema.

4.2.3.- Acumulador

Realiza una función idéntica a la explicada en anteriores sistemas, es decir acumula la energía hidráulica del circuito, para aplicarla a los frenos cuando es necesario. Su constitución y funcionamiento son los ya explicados y conocidos.

4.2.4.- Amplificador Hidráulico

Su misión es la de regular la presión hidráulica aplicada a los cilindros de rueda, el empujador transmite el esfuerzo del pedal de freno al pistón , el cual, a su vez, empuja al pistón amplificador , que actúa sobre los émbolos del cilindro maestro tándem .

En posición de reposo, el líquido de frenos llega desde el depósito por el orificio , atraviesa el distribuidor de regulación y llena la cámara de amplificación, que en este momento no está sometida a presión alguna. De otra parte, en el orificio , cerrado ahora por el pistón del distribuidor de regulación , está aplicada la presión del líquido que llega desde el acumulador.

Cuando se acciona el pedal del freno, el pistón y el del cilindro maestro se desplaza, produciendo al mismo tiempo el movimiento de la leva de "tijera", que se articula sobre el punto fijo. Las articulaciones se aproximan (desplazamiento del pistón), mientras que las articulaciones se separan, con lo cual, está última mueve al pistón de regulación, que en su desplazamiento cierra la llegada del depósito y abre la entrada del acumulador de presión. En estas condiciones, la presión en la cámara de amplificación sube, actuando sobre el pistón amplificador, al que desplaza contra los pistones del cilindro maestro. El valor de la amplificación es función de la diferencia de secciones del pistón amplificador del lado del cilindro maestro, en relación a la del lado del pedal del freno.

La presión reinante en la cámara de amplificación actúa también sobre el pistón, contra el esfuerzo ejercido sobre el pedal del freno, de manera que mientras el pistón se desplaza no cambia de posición, por cuya causa, los puntos de articulación de la leva tijera se separan de manera que el pistón de regulación tapa el taladro de entrada de presión desde el acumulador.

Por todo ello, cuando la presión del amplificador es superior a la fuerza ejercida sobre el pedal del freno, el distribuidor de regulación vuelve a su posición inicial.

Existen por tanto una infinidad de posiciones intermedias, mediante las cuales se obtiene una presión regulada proporcionalmente al esfuerzo ejercido por el conducto sobre el pedal del freno.

La alimentación de los cilindros de rueda delanteros se realiza desde las cámaras de presión del cilindro maestro

4.2.5.- Cilindro Maestro

Tiene la figuración de un cilindro maestro clásico, con la salvedad de que cada pistón dispone de una válvula, que está abierta cuando el pistón ocupa la posición de reposo, permitiendo el retorno del líquido hacia el depósito.

En la Figura 4.8 se vio la constitución e implantación del cilindro maestro a continuación del amplificador, formando cuerpo con él. Desde cada una de las cámaras de presión del cilindro maestro, el líquido puede pasar hacia los correspondientes cilindros de rueda, a través de las consabidas electroválvulas.

Una válvula adicional situada por encima de las cámaras de presión del cilindro maestro, permite la comunicación de estas cámaras con la amplificación en la fase de regulación, mientras que el retorno al depósito desde estas cámaras está cerrado.

La caída de presión en el cilindro de rueda se produce al abrirse la electroválvula de retorno correspondiente, que permite el paso de líquido de frenos hacia el depósito.

Al soltar el pedal del freno, el retorno de líquido desde los cilindros receptores delanteros se efectúa a través de los orificios centrales de los pistones del cilindro maestro (válvulas abiertas), mientras que los cilindros receptores traseros devuelven el líquido a la cámara de amplificación.

4.2.6.- Electroválvulas

Son de estructura y funcionamiento similar a las descritas en otros sistemas, como puede verse en la Figura 4.8 disponiéndose una de admisión y otra de retorno para cada una de las ruedas delanteras, mientras que las traseras son comandadas por un solo conjunto.

Las electroválvulas de admisión pueden comunicar el cilindro maestro y los cilindros receptores delanteros, así como el amplificador, con los cilindros receptores traseros. En posición de reposo permiten el paso del líquido a los cilindros receptores y activadas cortan la comunicación impidiendo todo aumento de presión.

La electroválvula de retorno puede comunicar el cilindro receptor con el depósito de líquido de frenos. En reposo está cerrada y activada se abre permitiendo la caída de presión en el cilindro de rueda.

La electroválvula principal que se instala en el cilindro maestro asegura la comunicación entre éste y el depósito del líquido cuando está en posición de reposo, mientras que en la fase de regulación de frenada, permite el paso directo de la presión desde la cámara amplificadora hacia el cilindro maestro y los cilindros de rueda delanteros, al tiempo que corta la comunicación entre el cilindro maestro y el depósito.

4.3.- SISTEMA ABS DE CUATRO CANALES

El ABS de cuatro canales es un sistema que usa un sensor e indicador de velocidad de la rueda en las cuatro ruedas. Con esta configuración, el módulo de control de ABS monitorea cada rueda individualmente para asegurar que está logrando una fuerza máxima de frenado.

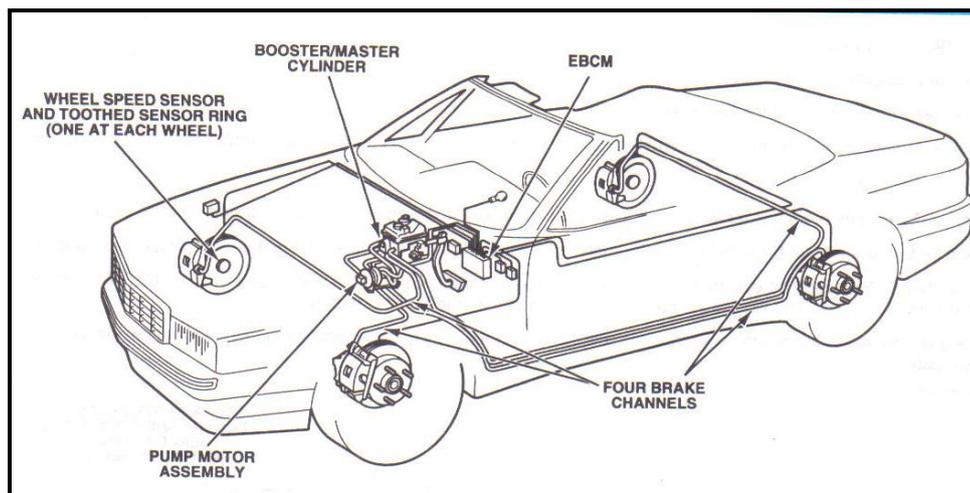


Figura 4.10 Sistema de frenos ABS de cuatro canales

4.3.1.- Sistema Bosch

El sistema de frenos con ABS de Bosch viene a completar el circuito de frenos convencional con una serie de componentes adicionales de los cuales cabe destacar el grupo hidráulico.

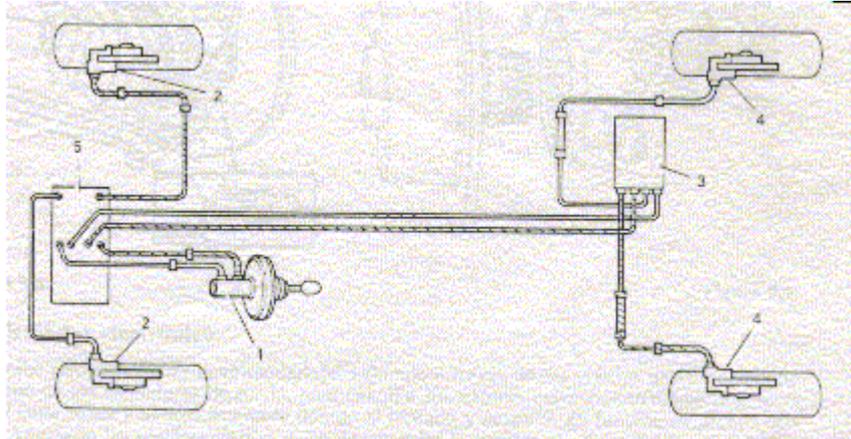


Figura 4.11 Sistema de Frenos con ABS de Bosch

La Figura 4.11 muestra en esquema este sistema, donde puede verse que el conjunto de bomba de frenos y servofreno 1 se conecta por el circuito hidráulico a los elementos de frenado de las ruedas delanteras y traseras (2 y 4) a través del grupo hidráulico 5, del cual parten las canalizaciones de freno hacia las ruedas delanteras directamente y a través del limitador de frenada 3 para las ruedas traseras.

En condiciones de frenado normales, el ABS permanece pasivo, es decir, la presión admitida en el cilindro de rueda corresponde a la generada por el conductor en el cilindro maestro. Cuando se inicia de accionamiento disminuye rápidamente y sigue después una serie de expansiones lentas hasta el relanzamiento de la rueda. La caída de presión se genera por evacuación de una parte del líquido del cilindro receptor. Cuando la rueda se acelera de nuevo, la presión sube otra vez y el ciclo comienza de nuevo.

La Figura 4.5 muestra esquemáticamente la estructura de un sistema de frenos con ABS, donde puede verse que el cilindro maestro 4 está enlazado hidráulicamente con cada uno de los cilindros de rueda 2, a través de unas válvulas electromagnéticas (a) instaladas en el grupo hidráulico 3, del cual forma

parte también una bomba hidráulica (b). El calculador electrónico 5 recibe las señales de mando de los captadores de velocidad 1 instalados en cada rueda, procesándola para enviarlas en forma de impulso eléctrico de mando a la bomba (b) o las válvulas electromagnéticas (a), a través de un circuito de regulación.

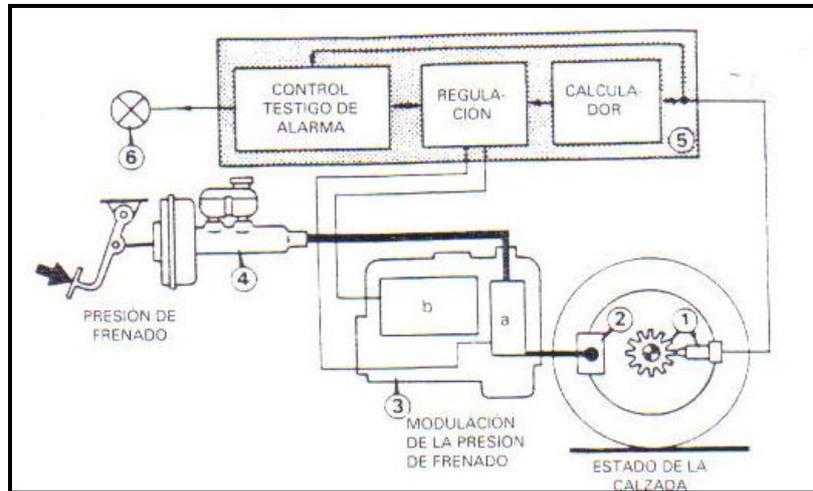


Figura 4.12 Estructura de un sistema de frenos ABS

En función de las señales de velocidad de giro de cada una de las ruedas, el calculador electrónico activa el grupo hidráulico para realizar las siguientes funciones:

- Poner en comunicación con alguno o todos los cilindros de rueda, impidiendo de esta forma el aumento de la presión recibida.
- Cortar esta comunicación con alguno o todos los cilindros de rueda, impidiendo de esta forma el aumento de la presión recibida.
- Poner uno o todos los cilindros receptores en comunicación con la bomba del grupo hidráulico para hacer caer la presión en el cilindro receptor y desfrenar la rueda que tiene al bloqueo.

En la realización de estas funciones, el calculador electrónico recibe la información de velocidad de cada uno de los captadores instalados en las ruedas, detectando aquellas que tienden a bloquear (descenso de velocidad). En estas

condiciones, determina mantener la presión en el cilindro receptor, o hacerla caer con el fin de liberar la rueda.

Así pues, los componentes esenciales de un circuito de frenos ABS, son: el captador de velocidad de rueda, el calculador electrónico y el grupo hidráulico, cada uno de los cuales realizan una determinada función, que pasamos a describir a continuación.

4.3.2.- El Captador de Velocidad de Rueda

En los sistemas de freno con ABS se utiliza un captador de velocidad de tipo inductivo (Figura 4.13), colocado frente a una corona dentada que gira con la rueda. El captador está formado por un imán permanente 1 y una bobina 2 conectada al calculador electrónico. El imán crea un flujo magnético que se ve afectado por el paso de los dientes 3 de la corona frente al imán, de manera que genera una tensión eléctrica en la bobina en forma de onda cuadrada, cuya frecuencia es proporcionada al giro de la rueda.

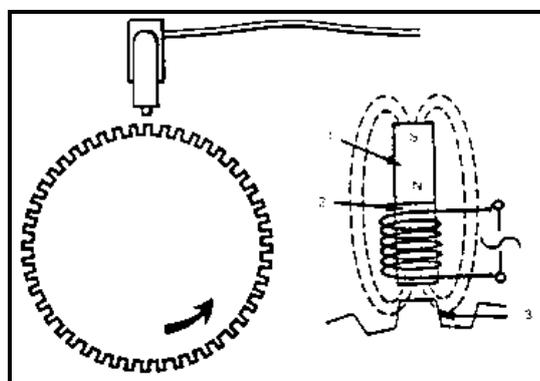


Figura 4.13 Captador de velocidad de la rueda

La Figura 4.14 muestra la implantación del captador de velocidad en el buje de rueda, donde queda posicionado frente a la corona dentada que forma parte del propio eje de transmisión, dejando un entrehierro de un milímetro entre ambos. En otras disposiciones de montaje, la corona dentada del captador queda encerrada en el propio buje, como muestra la Figura 4.15.

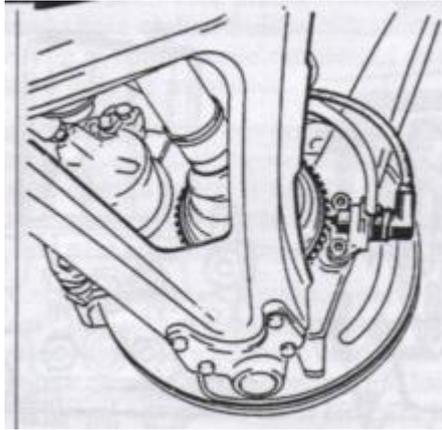


Figura 4.14 Captador de velocidad en el buje

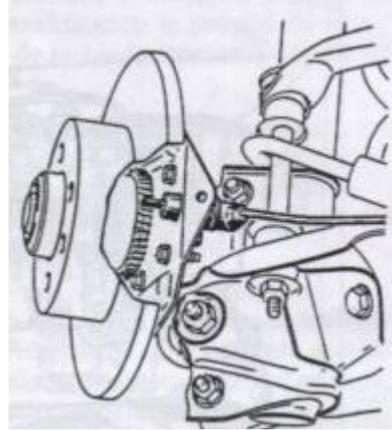


Figura 4.15 Captador de velocidad encerrado en el propio buje

4.3.3.- El Calculador Electrónico

Recibe información de la velocidad del vehículo a través de las señales que proceden de cada uno de los captadores de rueda, para calcular los valores correspondientes a la velocidad de cada rueda y al deslizamiento debido al frenado y después, en función de dichos cálculos, comanda las electroválvulas a fin de modular la presión de frenado cuando se presenta una tendencia al bloqueo.

En algunas de las aplicaciones, el bloqueo electrónico que forma el calculador se fija al grupo hidráulico (Figura 4.16) y a él se acoplan los correspondientes relés de mando de las electroválvulas y la electrobomba.

Estructuralmente está compuesto por un microprocesador principal que asegura los cálculos, el control y los mandos del sistema. Un segundo microprocesador trabaja independiente verificando la lógica de las señales de entrada y salida del microprocesador principal. Cada uno de estos microprocesadores puede detener el sistema temporal o totalmente. En caso de fallo, se conserva el frenado tradicional y el conductor es alertado mediante el encendido de una lámpara testigo en el cuadro de instrumentos. La naturaleza del defecto es memorizada por el calculador en forma de código.

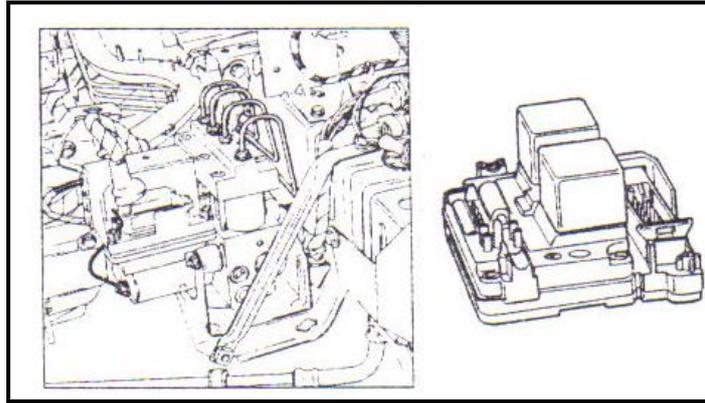


Figura 4.16 Bloque eléctrico

La Figura 4.17 muestra la estructura en bloques de un computador electrónico, formado por cuatro bloques de circuitos integrados que realizan las siguientes funciones:

- El amplificador de entrada elabora las señales de la velocidad de rotación.
- El ordenador, dividido en dos partes, calcula las señales de regulación
- La etapa de potencia, dividida también en dos partes, se encarga de activar las válvulas electromagnéticas.
- Un circuito de supervisión detecta los eventuales fallos.
- Una memoria de defectos, debidamente codificada, facilita la detección del elemento causante de ellos.

Las señales generadas por los captadores de velocidad llegan al amplificador de entrada de donde debidamente filtradas y preparadas se llevan al ordenador, de estructura de microprocesador, quien elabora una velocidad de referencia partiendo de las señales de dos ruedas en diagonal y, además calcula la velocidad, aceleración y deslizamiento de cada rueda. La velocidad de referencia es aproximadamente la velocidad del vehículo y mediante la comparación de ésta y la velocidad de cada rueda, se deduce el posible deslizamiento.

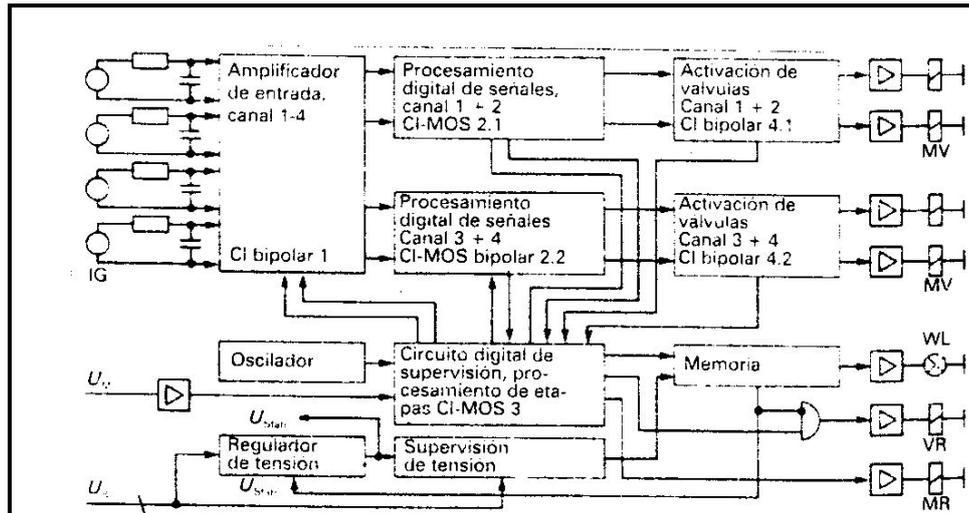


Figura 4.17 Estructura en bloques de un computador electrónico

La Figura 4.18 muestra de forma gráfica el tratamiento seguido en el proceso de adaptación de la señal generada por el captador de rueda. Esta señal proporciona a la unidad de control los valores de velocidad 3 y de aceleración 4 correspondientes a cada rueda, a partir de los cuales se elabora una señal de referencia 2, que actualizada continuamente supone la velocidad efectiva 1 del vehículo. La central electrónica posee una memoria interna y, a través de una comparación sistemática muy rápida y continua de los valores proporcionados instantáneamente por cada rueda, con respecto a los memorizados, se mantiene bajo control la rodadura del neumático durante el frenado.

Cuando el conductor activa el freno, las ruedas no desaceleran todas del mismo modo. La disminución de la velocidad o la detención completa dentro de la banda de tolerancia memorizada no determina intervención del sistema; sin embargo, cuando se produce un exceso de la fuerza de frenado que contenga a una rueda reduciendo su velocidad por debajo de la de referencia del vehículo, el sistema inicia el ciclo de cálculo de la deceleración (punto A). Al superar el valor límite 7 de deceleración programado, el sistema interviene en los que la deceleración crece por la inercia del sistema, la rueda, que ya no está frenada invierte la tendencia al bloqueo y gana en velocidad. Cuando la deceleración vuelve a entrar en el valor límite 7, el sistema de control interviene iniciando la fase de mantenimiento de la presión (punto C). Si antes de un tiempo

determinado (t) la rueda no retorna su propia velocidad, vuelve a reducirse la presión.

Normalmente, la rueda recobra velocidad hasta que supera la velocidad de referencia y entonces comienza un nuevo ciclo de frenado (punto D), caracterizado por lastres fases de regulación para disminuir, mantener o restituir la presión en los cilindros de rueda, de acuerdo con la fuerza ejercida por el conductor sobre el pedal de freno.

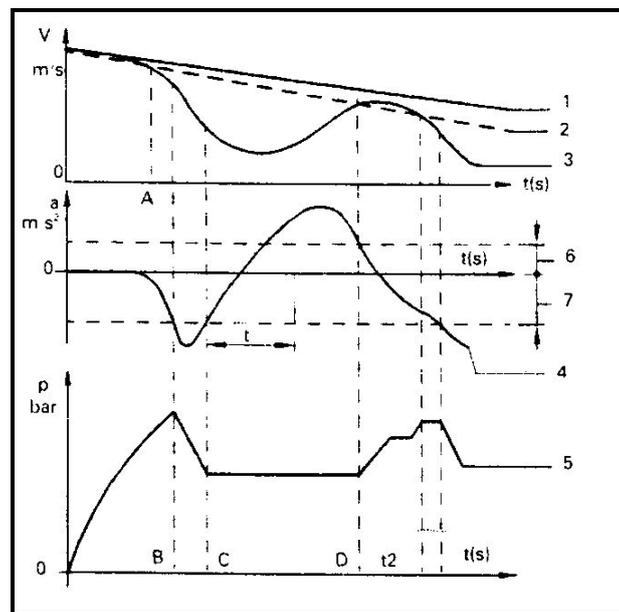


Figura 4.18 Gráfico de la señal generada por el captador de rueda

La lógica descrita se adapta al comportamiento dinámico de los neumáticos según sean los coeficientes de adherencia y los valores límite de aceleración/deceleración en las distintas velocidades. El número y la frecuencia de las intervenciones de corrección depende esencialmente del coeficiente de adherencia del neumático con el suelo cuando se efectúa el frenado.

Las señales destinadas a las válvulas electromagnéticas del distribuidor hidráulico se forman en la unidad de control de válvulas por medio de un regulador de intensidad de corriente y de una etapa final de potencia. Estas señales de mando se elaboran de manera que en el frenado no pueda producirse

un par de giro del vehículo (trompo) por aplicación de esfuerzos de frenado diferentes en las ruedas traseras.

En el funcionamiento del sistema de frenos con ABS, si la fuerza ejercida sobre el pedal de freno se mantiene constante, el calculador electrónico establece las siguientes fases:

- Si un detector de velocidad comunica al calculador un retraso notable en el giro de la rueda, es decir, si hay tendencia al bloqueo, la señal enviada desde el calculador al bloqueo hidráulico hace que la presión aplicada a esta rueda deje de aumentar.
- Si el giro de la rueda sigue retrasándose, el calculador activa el distribuidor hidráulico de manera que la presión en el cilindro de rueda se reduce, con lo que el frenado de ésta pierde intensidad.
- El giro de la rueda se acelera al reducir la presión de frenado. Cuando se alcanza un determinado valor límite, el calculador electrónico detecta que esa rueda está insuficientemente frenada y regula la señal de mando para el distribuidor hidráulico, modificando la presión de frenado, con el consecuente retraso del giro de la rueda, comenzando así un nuevo ciclo de regulación.

El calculador electrónico realiza también una función de autocontrol cada vez que se acciona la llave de contacto, antes del arranque del motor. Este control se efectúa sobre la tensión de alimentación, las electroválvulas y el circuito electrónico. Durante este tiempo, la lámpara de control permanece encendida para apagarse después si no se detecta ningún fallo.

Ya con el vehículo en marcha, a partir de una velocidad aproximada de 6Km/h, el calculador realiza un segundo ciclo de control, verificando los captadores de velocidad y el grupo hidráulico. Además de esto, controla permanentemente durante su funcionamiento los elementos esenciales del sistema, provocando el encendido de la lámpara testigo si detecta alguna

anomalía, en cuyo caso, el sistema queda fuera de servicio, dejando al vehículo equipado con el sistema de frenos.

- **El Grupo Hidráulico**

Como ya se ha mencionado, el grupo hidráulico modula la presión aplicada a cada cilindro de rueda, gobernado por el calculador electrónico. El grupo hidráulico se emplaza, en las proximidades del cilindro maestro, conectándose hidráulicamente a éste por medio de conductos metálicos, de manera que cada una de las salidas de presión del cilindro maestro para las ruedas pase por el distribuidor hidráulico, es decir, éste se encuentra conectado en serie, entre el cilindro maestro y los cilindros receptores de rueda. Cada una de las conexiones al grupo hidráulico está perfectamente señalizada como se muestra en la Figura (4.19) para facilitar las intervenciones. En el caso representado se disponen dos conductos de llegada de presión desde la bomba tándem de frenos en la parte inferior 1 del grupo hidráulico, y cuatro conductos de salida 2 para los distintos circuitos de frenado, correspondiente la VL a la rueda delantera izquierda VR a la delantera derecha, HL a la trasera izquierda y HR a la trasera derecha.

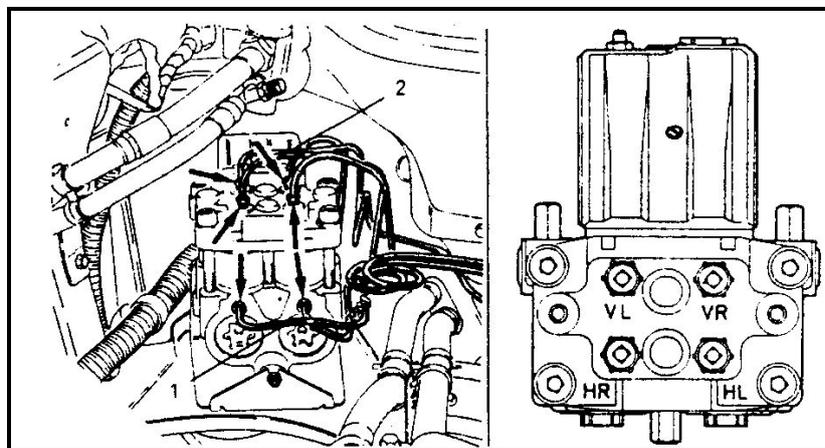


Figura 4.19 Conexión del grupo hidráulico

Básicamente, el grupo hidráulico está constituido por un conjunto de electroválvulas y una bomba de exceso de presión. Cada una de las electroválvulas establece el circuito hidráulico con el correspondiente cilindro de

rueda y la bomba de exceso de presión desahoga la presión del circuito de frenos, ambos comandados por el calculador electrónico por medio de relés.

La Figura 4.20 muestra la estructura básica de un grupo hidráulico en el que se disponen cuatro electroválvulas 1 comandadas por los relés 3 y una bomba de exceso de presión constituida por el motor eléctrico 5 y los elementos de bombeo 6, gobernados por el relé 2. el conector 4 realiza el enlace eléctrico con el calculados electrónico. Completa el conjunto el acumulador 7 y su cámara de amortiguador 8.

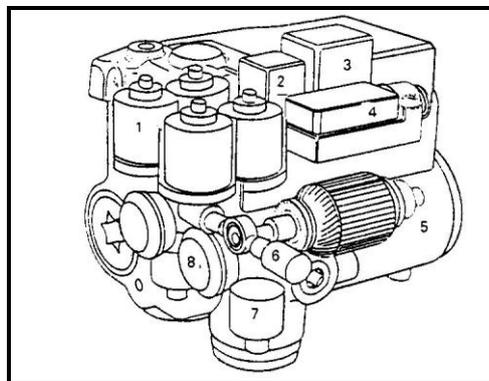


Figura 4.20 Grupo Hidráulico

La Figura 4.21 muestra la interconexión hidráulica de los componentes de un sistema de frenos con ABS. El cilindro maestro 3 se conecta a cada uno de los cilindros de rueda 1 a través del grupo hidráulico 2, del que forman parte las electroválvulas, el acumulador, y la bomba de exceso de presión.

En el grupo hidráulico se dispone generalmente una electroválvula de tres funciones para cada cilindro de rueda, pero en otras disposiciones las ruedas son alimentadas por una sola electroválvula (select low), en cuyo caso, el calculador tiene en cuenta, para el mando de regulación, la información de aquella rueda trasera que gira a menor velocidad. En otros modelos se utilizan dos electroválvulas de simple efecto para cada uno de los circuitos de rueda.

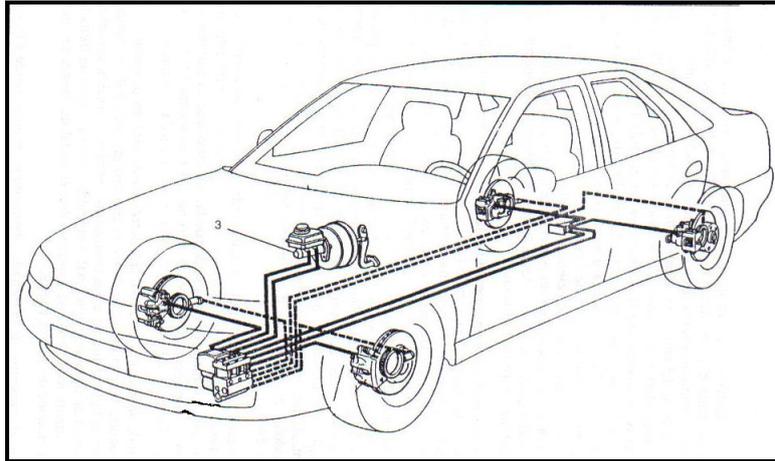


Figura 4.21 Interconexión hidráulica de los componentes

Las Electroválvulas

La Figura 4.22 muestra en sección y esquema la estructura de una electroválvula, formada por un cilindro 11 alrededor del cual se sitúa la bobina 2, a cuyo campo magnético está sometido el núcleo deslizante 7, acoplado en el interior del cilindro y mantenido en posición de reposo por el muelle 4. En el interior del núcleo 7 se alojan las válvulas 8 y 9, que abren o cierran respectivamente los conductos de entrada 3 desde el cilindro maestro de frenos, y de retorno 6. El muelle 10 posiciona convenientemente estas válvulas, de manera que en posición de reposo el conducto de retorno 6 está cerrado y el de llegada 3 desde la bomba abierto (como muestra el esquema), estableciendo comunicación alrededor del tubo 6 con el cilindro de rueda. En esta posición de la válvula, por tanto, se permite el paso del líquido de frenos desde la bomba hacia los cilindros de rueda para efectuar un frenado normal.

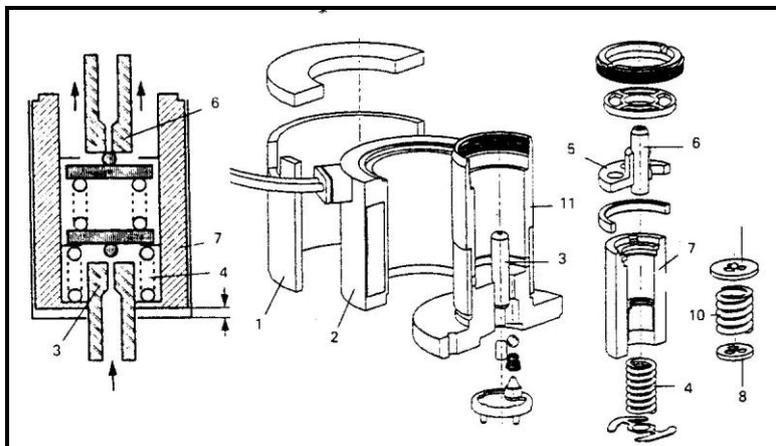


Figura 4.22 Estructura de una electroválvula

En la posición de mantenimiento de la presión, esta comunicación está cortada, como muestra el detalle A de la Figura 4.23, lo cual se logra alimentando a la bobina 2 con una corriente eléctrica baja (del orden de 2 amperios), mediante la cual se desplaza el núcleo 7 empujando a la válvula inferior contra su asiento 3, mientras la superior permanece cerrada por la acción del muelle intermedio 10.

En estas condiciones se corta el paso del líquido por el conducto 3, procedente de la bomba. En la posición de reducción de presión, la bobina es abastecida por una corriente superior a la anterior (del orden de 5 amperios) produciendo un mayor desplazamiento del núcleo 7 (detalle B), que aplica a la válvula inferior contra su asiento (aún más), mientras las superior abre el conducto 6 de retorno de bomba, poniéndolo en comunicación con el cilindro de rueda para descargar la presión de éste.

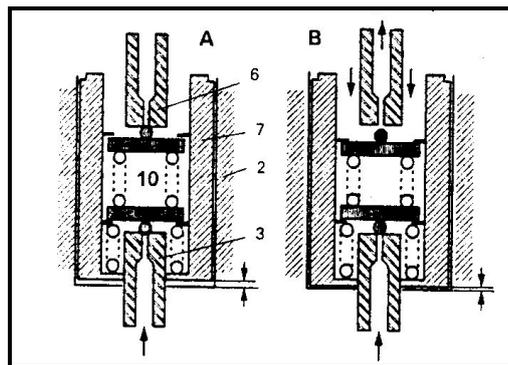


Figura 4.23 Posición de mantenimiento de la presión

Este tipo de válvula puede adoptar tres posiciones, representadas esquemáticamente en la Figura 4.24. En la posición de reposo, las dos válvulas están abiertas, permitiendo la comunicación entre el cilindro maestro y el receptor.

En la posición de reposo de mantenimiento de la presión, esta comunicación está cortada, lo cual se logra alimentando a la bobina con una corriente eléctrica baja (del orden de 2 amperios). En la posición de reducción de presión, la bobina es abastecida por una corriente superior a la anterior (del orden de 5 amperios) produciendo un mayor desplazamiento de la camisa, que mantiene cerrada la válvula del lado del cilindro maestro, mientras la otra válvula abre el conducto de

retorno de bomba poniéndolo en comunicación con el cilindro de rueda para descargar la presión de éste.

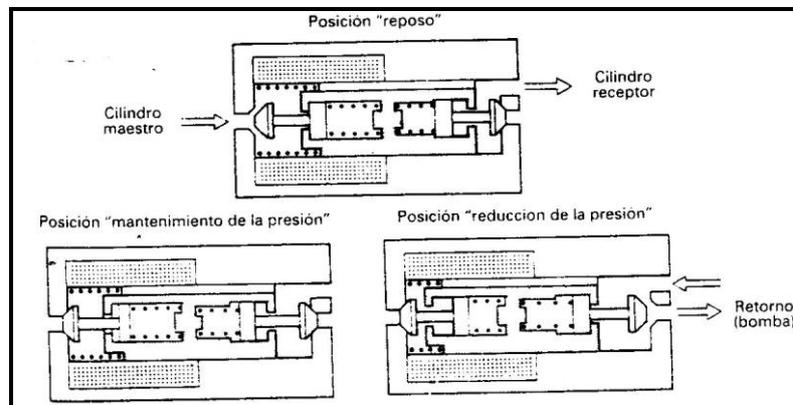


Figura 4.24 Posiciones de la electroválvula

La Figura 4.25 muestra el esquema hidráulico para un cilindro de rueda con interconexión de la electroválvula 5 descrita, la cual está instalada entre el cilindro maestro 6 y el de rueda, mientras que en paralelo con este circuito se disponen la bomba de retorno 4 y el acumulador 2, estableciendo un circuito de "by-pass" entre el cilindro de rueda y el maestro.

Cuando se acciona el freno, la electroválvula está en posición de reposo, permitiendo la comunicación entre el cilindro maestro y el de rueda, (como muestra el detalle A de la Figura), que en estas condiciones recibe la presión completa de la instalación de freno convencional, obteniéndose una acción de frenado tanto mayor cuanto más fuerza se aplique sobre el pedal del freno, sin que se llegue al bloqueo de alguna rueda.

Si en el transcurso de la frenada, alguna de las ruedas tiende a bloquear, el captador de velocidad 7 envía la oportuna señal al calculador 1, quien a su vez establece una corriente eléctrica a través de la bobina de la electroválvula (del orden de 2A), la cual corta la comunicación del cilindro principal con el de rueda (detalle B) por desplazamiento del núcleo y cierre de la válvula del conducto de ésta. En estas condiciones, aunque siga aumentando la presión en el cilindro principal (por aplicación de un mayor esfuerzo), la presión en el cilindro de rueda se mantiene en el valor anteriormente conseguido. Cuando cesa la tendencia al

En este caso, la bomba de exceso de presión M es puesta en funcionamiento por el calculador, aspirando el líquido desde el cilindro de rueda para enviarlo al cilindro maestro contra la presión del pedal de freno, que retrocede.

Esta descarga de presión en el cilindro de rueda impide el bloqueo de la misma y se prolonga hasta que el captador de velocidad envíe la oportuna señal al calculador para corregir el gobierno de la electroválvula.

En esta fase del funcionamiento, el conductor detecta las pulsaciones en el pedal de freno y el ruido de la bomba de exceso de presión. El acumulador 2 atenúa estas pulsaciones y al mismo tiempo permite una descarga de presión rápida del cilindro de rueda.

En otras aplicaciones, los sistemas ABS Bosch utilizan dos electroválvulas para cada uno de los circuitos de rueda, interconexiónadas entre si, como muestra la Figura 4.26.

En frenado normal (detalle A) la electroválvula de admisión a se encuentra abierta y la de escape b cerrada, con lo que se permite el paso de presión desde el cilindro principal (conectado en 1) hasta el de rueda (conectado en 3). En la fase de mantenimiento de la presión (detalle B), el calculador activa la electroválvula de admisión a cerrándola para cortar la comunicación entre el cilindro principal y el de rueda, manteniéndose cerrada también la electroválvula de escape.

En la fase de caída de presión (detalle C), la electroválvula de admisión está cerrada y la de escape abierta, poniendo en comunicación el cilindro de rueda (conectado en 3) con el retorno de la bomba (conectado en 2), lo cual permite la descarga de presión.

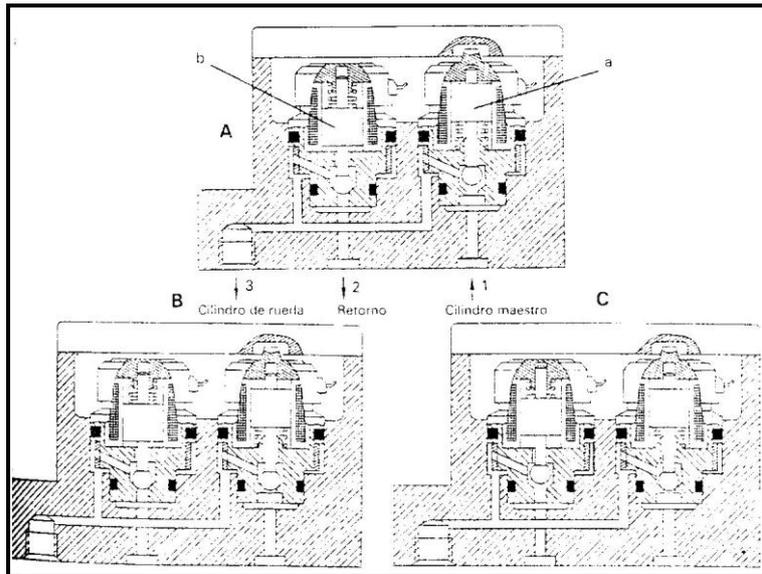


Figura 4.26 Electroválvulas para cada cilindro de rueda

La ventaja fundamental de las electroválvulas con dos vías y dos posiciones, como las descritas, frente a la de tres vías y tres posiciones de la Figura 4.18 es que disponen un pilotaje electrónico más sencillo, ya que son activadas por tensión, mientras que las de tres posiciones lo hacen por intensidad, como se ha explicado, y ello requiere la utilización de circuitos electrónicos más complejos.

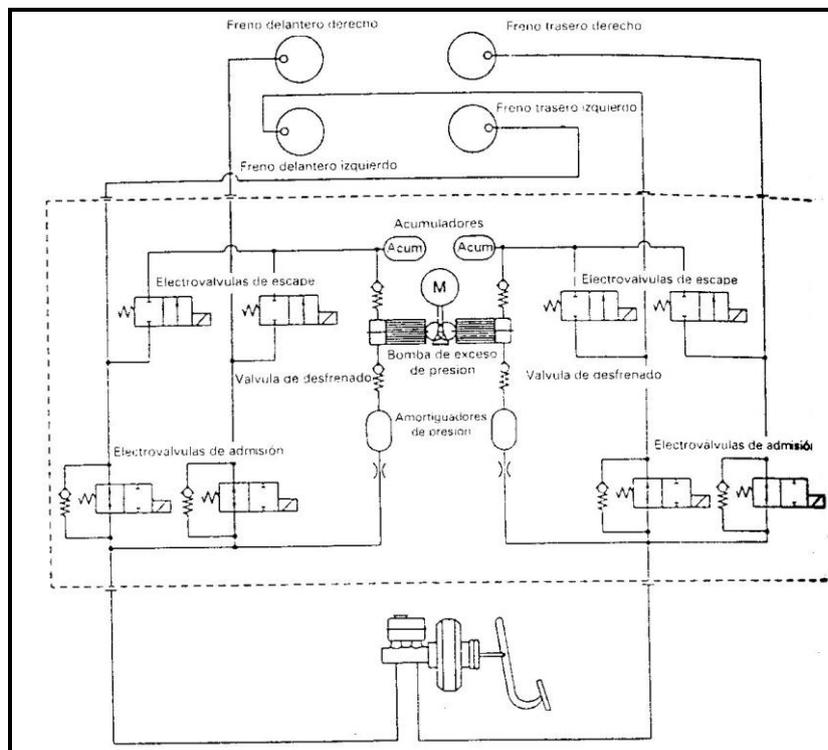


Figura 4.27 Esquema hidráulico de un sistema de frenos con ABS

En la Figura 4.27 se ha representado el esquema hidráulico de un sistema de frenos con ABS que utiliza dos electroválvulas para cada cilindro de rueda y un circuito en equis que alimenta por un canal las ruedas delantera izquierda y trasera derecha y por el otro las restantes.

Durante una frenada normal sin tendencia al bloqueo, las dos electroválvulas de cada rueda están en reposo, posición en la cual, la admisión se encuentra abierta y la de escape cerrada. En esta situación existe comunicación entre la bomba de frenos y cada uno de los cilindros de rueda a los que puede aplicarse toda la presión generada en el líquido. Cada una de las electroválvulas de admisión incorpora una válvula de desfrenado que permite el desahogo rápido de presión de los cilindros de rueda en la acción del desfrenado, canalizando el líquido de retorno al cilindro maestro.

Si la frenada es suficientemente fuerte, capaz de llevar alguna rueda al bloqueo, es posible entonces modificar la presión en ese cilindro de rueda excitando una de las dos electroválvulas como ya se ha explicado. Así, en la fase de mantenimiento de la presión se activa la electroválvula de admisión, que se cierra, quedando aislado el cilindro de rueda afectado. En la fase de caída de presión se activan las dos electroválvulas, permaneciendo la de admisión cerrada y abierta la de escape, lo que permite la comunicación del cilindro de rueda con el cilindro maestro, al que en ese instante envía la bomba de desahogo el exceso de presión.

El líquido de los cilindros de rueda llega a los dos acumulados a través de las correspondientes válvulas de escape y, de allí, a través de las correspondientes válvulas unidireccionales es desahogado hacia el cilindro maestro por la bomba eléctrica de exceso de presión, pasando por unos amortiguadores que limitan los impulsos de presión generados por la bomba de desahogo. Los acumuladores permiten un descenso rápido de la presión en los cilindros de rueda.

En este sistema, las dos ruedas traseras son reguladas conforme al principio select low, según el cual se tiene en cuenta la rueda que gira a menor velocidad,

pero el frenado se regula de igual forma en las dos ruedas, con el fin de evitar un desequilibrio en la frenada que de lugar a un par de giro del vehículo (trompo).

Es una frenada sobre suelo irregular, donde el coeficiente de adherencia es diferente para cada rueda, aparece un par de bandazo que tiende a hacer que el vehículo se gire hacia el lado con mayor coeficiente de adherencia, siendo este efecto más acusado en las ruedas traseras. Para corregir este efecto, muchos sistemas ABS comandan la presión de frenado de las ruedas traseras como se ha dicho, o bien con una sola electroválvula (sencilla o doble), de manera que sea aplicada a ambas ruedas traseras la presión de frenado correspondiente a la de menor adherencia. Las ruedas delanteras siguen utilizando una válvula independiente para cada una de ellas.

En los sistemas de freno que disponen un circuito independiente para las ruedas traseras (en equis por ejemplo) se monta algunas veces en combinación con la electroválvulas en equilibrador de frenada, conexionándose ambos al circuito de frenos como muestra la Figura 4.28. El control de la presión se efectúa a través de la electroválvula para una de las ruedas traseras y a través del equilibrador de presión para la otra.

En el funcionamiento normal de los frenos, el cilindro maestro alimenta directamente las cámaras A y D del equilibrador, constituido por dos cilindros independientes, cuyos émbolos se enlazan por medio de un empujador. La electroválvula 1 está en reposo y permite la alimentación en presión de la cámara B y del cilindro de la rueda trasera derecho, en este caso. En estas condiciones, ambos émbolos se encuentran desplazados a la izquierda y la válvula de bola 2 está abierta permitiendo el paso de presión de la cámara D a la C y a la rueda trasera izquierda. La presión aplicada a ambas ruedas es idéntica.

Cuando hay tendencia al bocaje de alguna rueda, el calculador electrónico activa la electroválvula 1 que corta la comunicación directa del cilindro maestro con la cámara B y la rueda trasera derecha, manteniéndose constante la presión en ese equilibrio, empujado también en ese sentido al del otro cilindro, lo que implica que la válvula de bola 2 se cierre cortando la comunicación de la cámara

D con la C, por lo cual, la rueda trasera izquierda queda también aislada de presión con respecto al cilindro maestro.

Si persiste la tendencia al bloqueo en la acción de frenado, la unidad de control envía una corriente eléctrica de excitación mayor a la electroválvula, que conmuta a la tercera posición, en la que la rueda trasera derecha y la cámara B quedan en comunicación con la bomba de desahogo y el retorno, lo que permite la caída de presión en ese cilindro de rueda. Como ahora la presión en la cámara A es muy superior a la de la cámara B, los émbolos se desplazan aun más hacia la derecha aumentando el volumen de la Cámara C, lo que permite la caída de presión del cilindro de la rueda trasera izquierda.

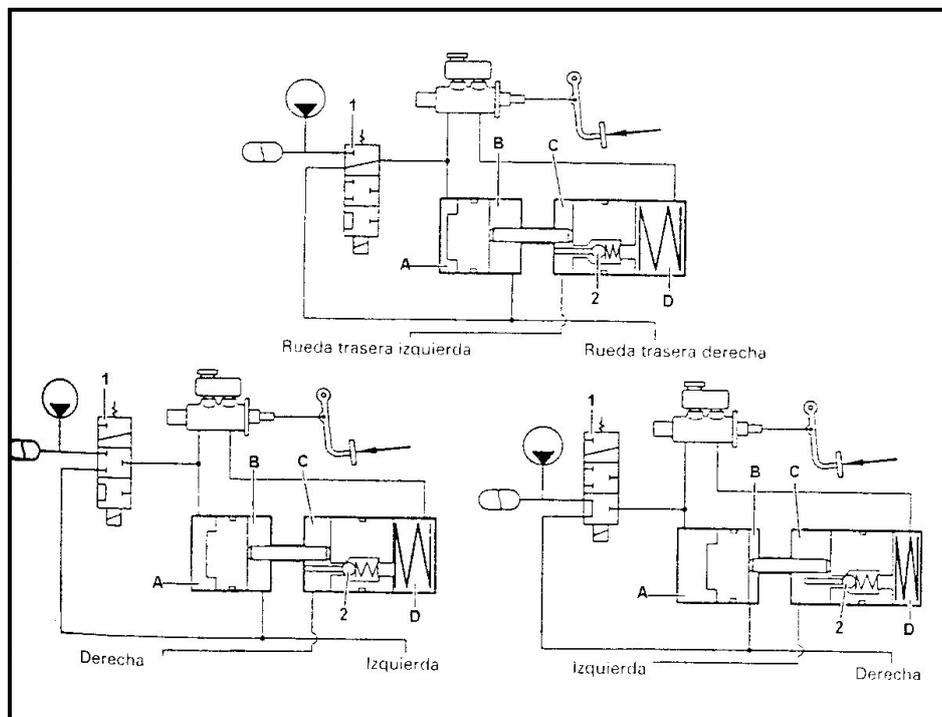


Figura 4.28 Sistema de freno con circuito independiente para ruedas traseras

- **La Bomba de Exceso de Presión**

Cuando la electroválvula está en posición de reducción de presión, una parte del líquido de frenos del cilindro receptor debe ser retirada para hacer caer la presión (desbloqueo de la primera fase, como ya se ha explicado; pero a continuación, la bomba de exceso de presión entra en funcionamiento comandada

por el calculador eléctrico y transfiere el líquido desde el acumulador hacia la canalización procedente del cilindro maestro.

La presión desarrollada por este tipo de bomba es netamente superior a la del cilindro maestro, por lo cual, cuando entra en funcionamiento (fracciones de segundo), el conductor recibe pulsaciones fuertes y vibraciones en el pedal de freno.

La bomba de exceso de presión está movida por un motor eléctrico de alto consumo (del orden de 50 A) y su velocidad de rotación es de 3.000 r.p.m. aproximadamente en fase de trabajo.

Como ya se representó en la figura (4.21), la bomba de exceso de presión se monta en el grupo hidráulico junto a las electroválvulas. El rotor del motor eléctrico da movimiento a una excéntrica (fig. 4.29), que provoca el movimiento alternativo de un pistón en el interior de un cilindro, en cuya cámara de acumulación, mientras que en el ascenso se cierra esta válvula y se abre la contraria para permitir la salida del líquido hacia la canalización principal.

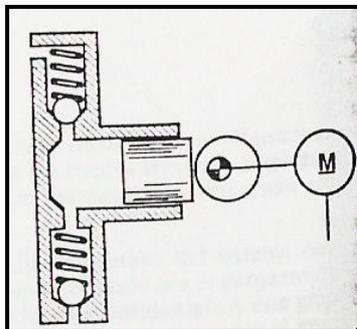


Figura 4.29 Bomba de exceso de presión

- **CIRCUITO ELÉCTRICO.**

Los componentes de un sistema de frenos con antibloqueo se interconectan entre sí por medio de una instalación eléctrica. Como ya se ha dicho, el control de las actuaciones del sistema lo realiza una unidad electrónica 10 Figura 4.30 que recibe las pertinentes informaciones de los captadores de rueda, en caso marcados del 11 al 14 (uno para cada rueda). Las señales enviadas por los captadores son procesadas en el calculador electrónico y transformadas en

corrientes eléctricas que alimentan las electroválvulas 8 y la bomba 9, estableciendo los circuitos adecuados de acuerdo con las necesidades de funcionamiento del sistema.

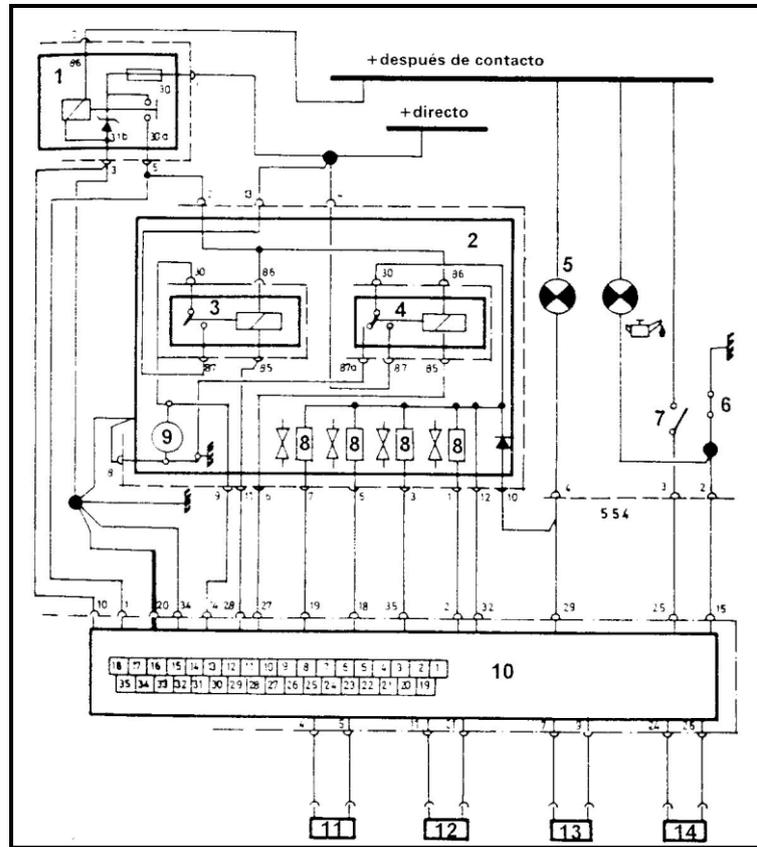


Figura 4.30 Instalación eléctrica de un sistema de frenos con ABS

La alimentación eléctrica de las electroválvulas se obtiene a través del relé 4 y cierran a masa en el calculador por las vías 19, 18, 35 y 2, mientras que la bomba recibe su corriente de mando por el relé 3 y cierra a masa directamente. Las bobinas de accionamiento de ambos relés están alimentadas desde el relé de protección 1, y cierran su circuito eléctrico a través del calculador electrónico, por los bornes 27 y 28, como puede verse en el esquema.

La lámpara testigo del funcionamiento del sistema se enciende cuando existe anomalías y está conectada en este caso a través del propio relé 4 de alimentación de electroválvulas.

El calculador electrónico recibe también las señales del contactor de stop 7, que se obtiene cuando se pisa el pedal del freno y la del manocontacto de presión de aceite 6. La motor está en marcha. Además recibe corriente directa desde el relé 1 y a través de la llave de contacto y lámpara testigo.

4.3.2.- Sistema de Frenos con Anti—SKID BENDIX

Al igual que el sistema anteriormente descrito, el Anti – Skid permite durante un frenado de emergencia obtener el mejor comportamiento entre la estabilidad y maniobrabilidad del vehículo y la distancia de parada.

Este sistema está constituido básicamente por un grupo electrobomba 2 Figura 4.31 que suministra la presión hidráulica de asistencia, y un grupo de presión de frenado 1 compuesto por seis electroválvulas de regulación y dos cilindros maestros paralelos unidos al pedal del freno por un balancín. Tanto el calculador electrónico, como los captadores de velocidad emplazados en las ruedas, son de estructura y funcionamiento similares a los descritos en el anterior sistema.

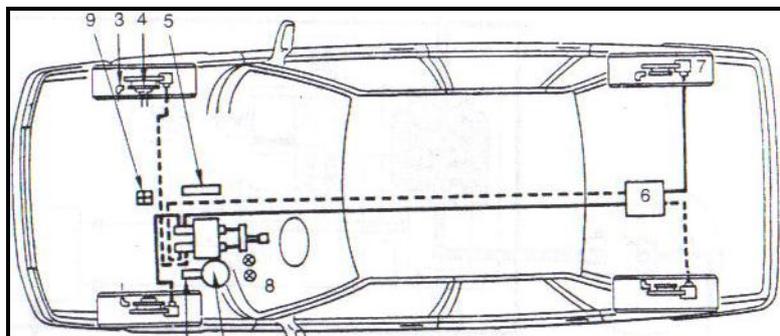


Figura 4.31 Sistema de frenos Anti- Skid Bendix

Generalmente se dispone un captador de velocidad para cada rueda, pero en algunos casos se utiliza un solo captador para las ruedas traseras, emplazado en el árbol de transmisión, en su unión al puente trasero. Las ruedas delanteras están provistas siempre de un captador individual.

La Figura 4.32 muestra la estructura de los componentes fundamentales del sistema Anti Skid y su interconexión. El grupo de presión de frenado 1 está formado por el conjunto distribuido y cilindro maestro A y el bloqueo de regulación B con las electroválvulas. A este grupo se conecta mediante tubos el depósito de líquido 3, como muestra la Figura, así como el grupo electrobomba 2, formado por la bomba C, el acumulador D y los presostatos E.

Una acción sobre el pedal del freno permite el paso de la presión (procedente del grupo de presión) hacia los frenos. La dosificación de las misma es proporcional al esfuerzo ejercido sobre el pedal.

En el funcionamiento, cuando el calculador es informado por una o varias ruedas de una deceleración brutal y estima un riesgo de bloqueo de alguna rueda, desencadena el siguiente proceso:

- Cierra la electroválvula de alimentación del cilindro de rueda afectado.
- Abre la electroválvula de retorno del cilindro de rueda afectado.
- Restringe el paso del líquido a través de la válvula de retorno.

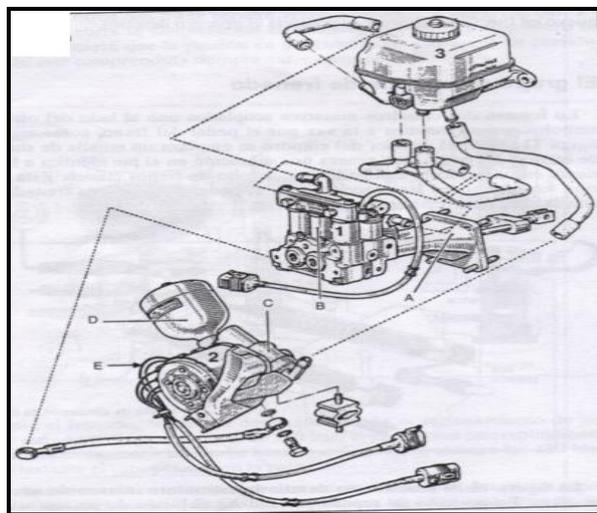


Figura 4.32 Componentes fundamentales del sistema Anti- Skid Bendix

Si las ruedas vuelven a cobrar velocidad, la electroválvula de admisión vuelve a conectar la alta presión y la de retorno cierra su circuito.

En este sistema de antibloqueo de frenos, las ruedas traseras están reguladas por “Select low”, es decir, que la rueda con menos adherencia origina la misma regulación en las dos ruedas del tren trasero. A continuación se describen los componentes fundamentales de este sistema.

- **El Grupo Electrobomba**

Como ya se ha dicho, suministra la presión de asistencia para el circuito de frenos y está constituido por una bomba movida por motor eléctrico, un acumulador de presión y tres presostatos (Figura 4.33).

En el funcionamiento, cuando el motor eléctrico es alimentado de corriente, el giro el mismo produce el movimiento alternativo del pistón del elemento de bombeo, que en la subida abre la válvula 1 permitiendo la entrada de líquido desde el depósito a la cámara V. Cuando el pistón baja, se produce una reducción de volumen en esta cámara, comprimiéndose el líquido en ella encerrado, hasta un valor que provoca la apertura de la válvula 2, saliendo por ella y a través de la válvula antirretorno 3, para dirigirse simultáneamente hacia el acumulador 4 y la canalización 7 que comunica con el grupo de presión de frenado.

Los presostatos 6 están sometidos a la presión reinante en el acumulador, que va en aumento con el funcionamiento de la electrobomba. Si el valor de esta presión llega a ser excesivo, se abre la válvula de sobrepresión 8, descargando el exceso. El valor de tarado de esta válvula es de 210 bar. Retirando el tornillo 5 puede descargarse el acumulador antes de cualquier intervención.

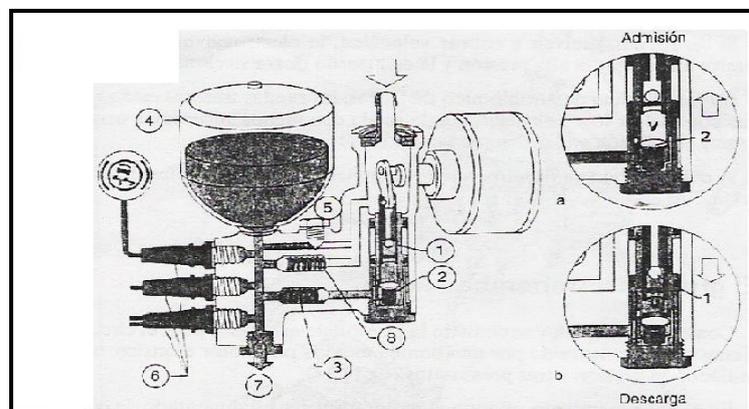


Figura 4.33 Acumulador de presión con presostato

De los tres presostatos instalados en la calización del acumulador, uno de ellos está tarado a 90 bar y cuando la presión es inferior a este valor, este presostato provoca el encendido de una lámpara testigo en el cuadro de instrumentos. Los otros dos están tarados respectivamente a 160 y 180 bar. El último de ellos corta la alimentación eléctrica de la bomba y el primero la establece, de manera que la presión en el acumulador y el grupo de presión de frenado esté comprendida siempre entre estos dos valores.

Durante el frenado, la presión desciende debido al accionamiento de los frenos, y cuando se llega al umbral de 160 bar, el presostato correspondiente pone en funcionamiento la bomba hasta que la presión alcanza los 180 bar, en cuyo instante el otro presostato la para.

El acumulador está constituido por una esfera dividida en dos partes separadas por una membrana deformable. La cámara superior está llena de un gas neutro (nitrógeno) y la otra se comunica con la salida de la bomba para almacenar el líquido a presión. Cuando la bomba se pone en marcha, el líquido enviado a la cámara inferior comprime el gas contenido en la cámara superior hasta que se alcanza la presión máxima en cuyo instante se para la bomba. En esta situación, ambas están a la misma presión y la membrana se encuentra en equilibrio. Cuando se usan los frenos, hay un consumo de líquido y, por consiguiente, una disminución de volumen y presión en el seno del acumulador. El gas comprimido se expande para compensar esta variación y la membrana ocupa entonces una nueva posición de equilibrio. Cuando la presión desciende hasta 160 bar, la bomba entra de nuevo en funcionamiento y se reanuda el proceso descrito.

- **El Grupo de Presión de Frenado**

Lo forman dos cilindros maestros acoplados uno al lado del otro, cuyos émbolos son accionados a la vez por el pedal del freno, como muestra la Figura 4.34. En el interior del cilindro se emplaza un muelle de simulación de carrera del pedal, que genera una sensación en el pie idéntica a la que se siente en un vehículo equipado con circuito de frenos clásico. Esta concepción suprime todas las reacciones en el pedal durante una frenada con el antiski en funcionamiento.

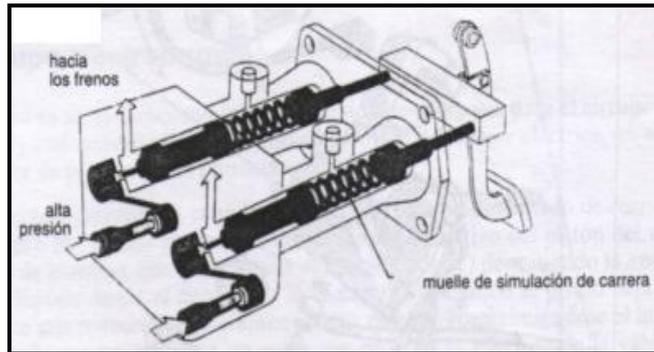


Figura 4.34 Grupo de presión de frenado

La Figura 4.35 muestra en detalle la estructura interna de un cilindro maestro.

En posición de reposo (detalle A) el pistón de emergencia 1 se mantiene apoyado contra su tope 2 debido a la acción del muelle antagonista y de alta presión que llega por el conducto HP desde el grupo electrobomba.

El muelle de simulación de carrera 6 y el de repulsión del pistón de aislamiento 5 están libres y sin tensión, mientras que la válvula de alta presión 3 está cerrada y la de aislamiento 4 abierta.

En estas condiciones, el depósito de líquido está en comunicación con los cilindros de rueda llenado el circuito sin presión.

Cuando se acciona el pedal del freno (detalle B), el muelle de simulación de carrera se comprime y empujando el émbolo 7 contra la fuerza del muelle 5 cierra la válvula 4, al mismo tiempo que abre la válvula 3.

Con esta acción, la válvula 4 corta la comunicación del depósito con el cilindro de rueda, mientras que la válvula 3 permite el paso de la alta presión hacia los cilindros de rueda que son activados.

En el instante que la presión en el interior de la cámara de reacción 12 (detalle C) se iguala a la fuerza ejercida por el muelle de simulación 6, el pistón de aislamiento 7 y el de dosificación 8 se desplazan ligeramente hacia la izquierda y la válvula de alta presión 3 se cierra.

La presión se mantiene en los frenos a un valor proporcional al esfuerzo ejercido sobre el pedal. Dicho de otro modo, para un esfuerzo constante en el pedal, el conjunto pistón de aislamiento y pistón dosificador toman una posición de equilibrio.

Si se suelta el pedal del freno, la válvula 3 se cierra cortando la comunicación de la presión y la válvula 4 se abre poniendo nuevamente en comunicación los cilindros de rueda con el depósito, descargándose la presión del circuito.

En caso de avería del grupo electrobomba, la concepción del cilindro maestro permite conservar una eficacia de frenado suficiente.

En efecto, en ausencia de alta presión, cuando se acciona el pedal del freno (detalle D), el pistón de mando 9 se pone en contacto con el conjunto pistón de aislamiento 7 y pistón dosificador 8.

En estas condiciones, la válvula 4 se cierra y la 3 se abre. El pistón de emergencia 1 se desplaza y su copela actúa como la copela primaria de un cilindro maestro haciendo estanca la cámara de presión 10. La subida de presión en esta cámara se hace posible por la presencia de la válvula antirretorno 11. De esta manera, el frenado del vehículo está asegurado.

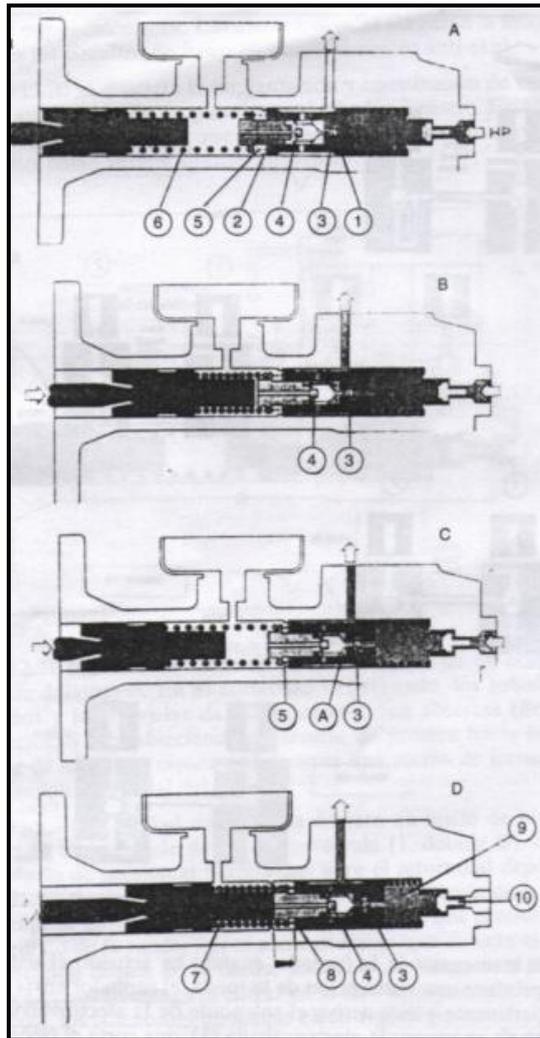


Figura 4.35 Estructura interna de un cilindro maestro

- **Las Electroválvulas**

El sistema Anti – Skid Bendix dispone dos válvulas en serie para cada cilindro de rueda delantero y una sola válvula para cada cilindro de rueda trasero. El conjunto de válvulas está adosado al grupo de presión y gobernado eléctricamente por el calculador. Las electroválvulas aseguran la modulación de la presión en los circuitos de freno en funcionamiento anti – skid.

En la Figura 4.36 se muestra la implantación y constitución de estas electroválvulas de las cuales, las de ruedas delanteras se han representado en su posición de acoplamiento de cilindro maestro y la trasera separada de él. En ellas existe un conducto de restricción que permite una alimentación o evacuación lenta del circuito, como veremos posteriormente. La electroválvula trasera está provista de una válvula mecánica que funciona por presión.

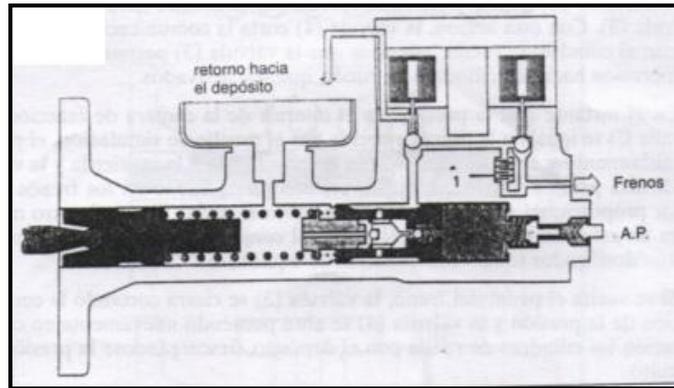


Figura 4.36 Electroválvula

La Figura 4.37 muestra las fases de funcionamiento de un conjunto de electroválvulas delanteras. En el comienzo del frenado, los solenoides no están excitados y ambas válvulas permanecen abiertas (detalle A) cerrando el retorno y estableciendo el circuito de presión hacia los frenos. Esta es la fase de admisión rápida que permite una acción de frenado inmediata al movimiento del pedal del freno.

Si el captador de velocidad de la rueda detecta un inicio de bloqueo, el calculador activa el solenoide de la electroválvula 1 (detalle B), cuya bola cierra el conducto de presión al tiempo que abre el retorno al depósito, con lo cual el cilindro de rueda se descarga a través de la válvula 2 de una manera rápida. Esta es la fase de expansión rápida, que produce un desfrenado inmediato de la rueda. Por el contrario, si lo que detecta el captador es una deceleración brusca de la rueda, sin inicio de bloqueo, el calculador activa las dos electroválvulas para entrar en la fase de expansión lenta (detalle C), en la cual, los solenoides de ambas electroválvulas son solicitados y el cilindro de rueda tiene que descargarse a través del conducto de restricción, lo que produce una menor acción de desfrenado (más lenta).

Si en el transcurso de la frenada, cuando ha actuado el sistema antibloqueo, se produce una aceleración de la rueda, el captador envía al calculador la señal pertinente (detalle D) y este activa el solenoide de la electroválvula 2, mientras mantiene en reposo la electroválvula 1, que corta el retorno al depósito y

establece la alimentación del cilindro de rueda a través del conducto de restricción, lo que produce una acción de frenado suave. Esta es la fase de admisión lenta.

El funcionamiento en cuatro fases de estas electroválvulas permite obtener acciones de frenado y desfrenado más o menos eficaces. El mando de los solenoides para el establecimiento de cada una de estas fases lo determina el calculador en función de las señales recibidas desde el captador de rueda.

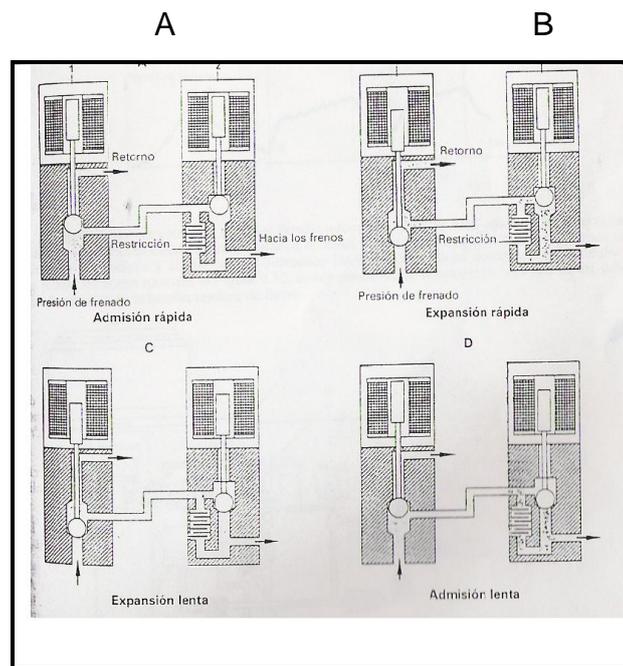


Figura 4.37 Fases de funcionamiento de un conjunto de electroválvulas

La electroválvulas que se dispone para cada una de las ruedas traseras presenta un funcionamiento en tres fases, como muestra la Figura 4.38. En el comienzo, el solenoide no está activado y la válvula de bola corta el retorno al depósito al tiempo que establece una comunicación directa del conducto de llegada de presión, con el de salida hacia el cilindro de rueda, a través de la válvula mecánica y del conducto de restricción, ambos conectados en paralelo. Esta es la fase de admisión rápida.

En la fase de expansión rápida, el solenoide está excitado cerrado el conducto de llegada de presión a través de restricción, al tiempo que la propia

presión de frenado cierra la válvula mecánica. En estas condiciones queda abierto el circuito para el retorno de líquido desde el cilindro de rueda hacia el depósito.

En la fase de admisión lenta, el solenoide se encuentra enredoso y la válvula mecánica cerrada, con lo cual, la presión de frenado es comunicada a través del conducto de restricción, realizándose una alimentación lenta.

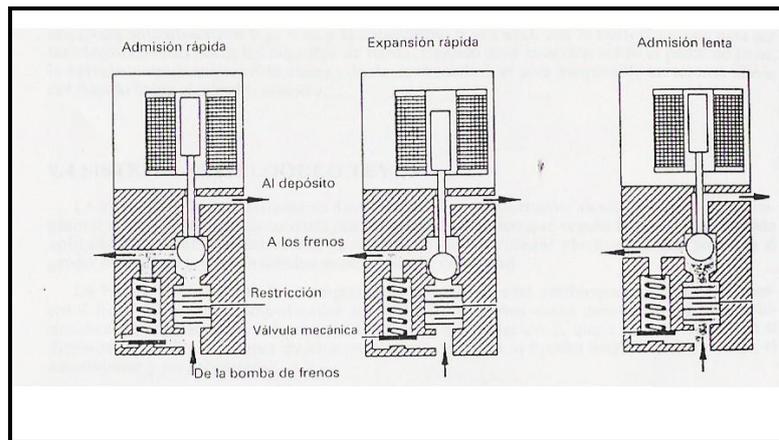


Figura 4.38 Funcionamiento de las electroválvulas de ruedas traseras

En el sistema Antiskid descrito, el calculador electrónico está programado para modular la presión hidráulica y, por consiguiente, la velocidad de la rueda, siguiendo la estrategia representada en el diagrama de la Figura 4.39.

En la acción de frenado, bajo la acción del conductor, la presión se eleva hasta el punto A donde la rueda entra en el umbral de velocidad de referencia (pendiente límite). Seguidamente, la velocidad decrece rápidamente desviándose así de la velocidad de referencia y, a partir de este momento, el sistema provoca el desenfrenado parcial de la rueda haciendo caer rápidamente la presión por medio de una expansión rápida en una primera etapa, y a continuación modificando el sentido de la curva mediante una sucesión de expansiones lentas hasta relanzar la rueda. En el punto B, la rueda gana en velocidad y la presión de frenado efectúa una subida rápida seguida de una sucesión de subidas lentas, permitiendo así recobrar la eficacia del frenado por escalones sucesivo hasta que la rueda presenta de nuevo una tendencia al bloqueo. El proceso continúa siguiendo un ciclo cerrado.

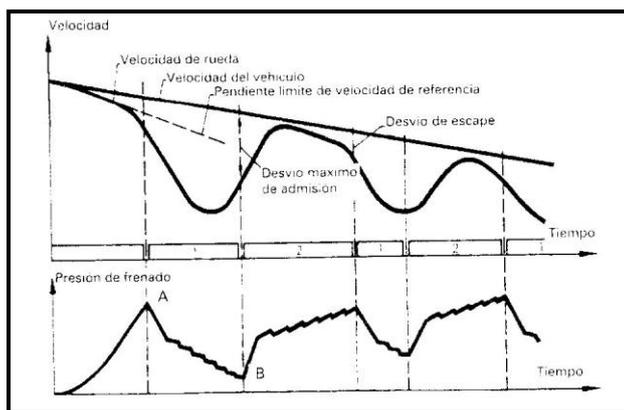


Figura 4.39 Gráfica del calculador electrónico

En algunas aplicaciones, los sistemas Bendix adoptan un tipo de ABS adicional al sistema de frenos convencional como los ya explicados en otros modelos, en el que la bomba de frenos se acopla al servofreno y el distribuidor hidráulico interconexiona dicha bomba con los cilindros de rueda, tal como muestra la Figura 4.40, donde puede verse la conexión para una de las salidas de presión de la bomba tandem de frenos.

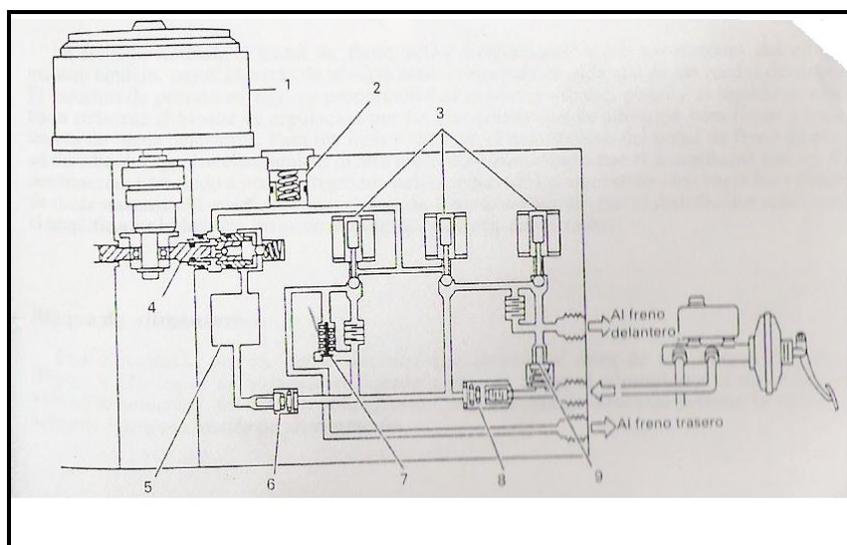


Figura 4.40 Sistema de frenos con ABS Bendix

Como en otros sistemas ya descritos, se utilizan aquí dos electroválvulas 3 para el freno delantero, combinadas con una válvula de desfrenado rápido 9, y una para el trasero combinada con una válvula mecánica 7. En la línea de presión se instalan una válvula antipulsaciones 8 y otra antirretorno 6. La bomba de

desahogo de presión 4 es accionada por un motor eléctrico 1 y dispone de una cámara de expansión 5 y un acumulador de baja presión 2.

Cuando la unidad electrónica decide hacer caer la presión de una de las ruedas, la electroválvulas correspondiente es activada poniendo en comunicación el cilindro de rueda con el acumulador de baja presión 2 en el que se almacena el exceso de líquido del cilindro de rueda. Seguidamente, la bomba de exceso de presión 4 es puesta en funcionamiento aspirando el líquido del acumulador para enviarlo a la cámara de expansión 5, que ejerce una función de filtrado de los picos de presión, pasando después el líquido desde aquí al cilindro maestro a través de las válvulas antirretorno 6 y antipulsaciones 7.

En la figura se han representado las electroválvulas en su posición de reposo, en la cual queda establecida la comunicación entre el cilindro maestro y cada uno de los cilindros de rueda. La válvula de desfrenado 7 está cerrada por la acción de su muelle. En la acción de frenado, la válvula antipulsaciones 8 se abre y la antirretorno 6 se cierra, con lo cual, el líquido pasa por las electroválvulas hacia los cilindros de rueda. Cuando cesa la acción sobre el pedal de freno, la válvula antipulsaciones 8 se cierra y la de desfrenado 9 se abre asegurando un retorno rápido del líquido hacia el cilindro maestro.

4.3.3.- Variantes del Sistema Antibloqueo Teves

En algunos vehículos se utiliza un sistema antibloqueo de frenos Teves del tipo conocido como sistema adicional, como es el Teves Mark IV, que utiliza una bomba de frenos con dispositivo de asistencia por servofreno y un bloque hidráulico con bomba de desahogo de presión, con las correspondientes electroválvulas.

Como característica especial de este sistema puede citarse el captador de carrera del pedal, integrado en el servofreno. La Figura 4.41 muestra la ubicación de los componentes de este sistema en el vehículo.

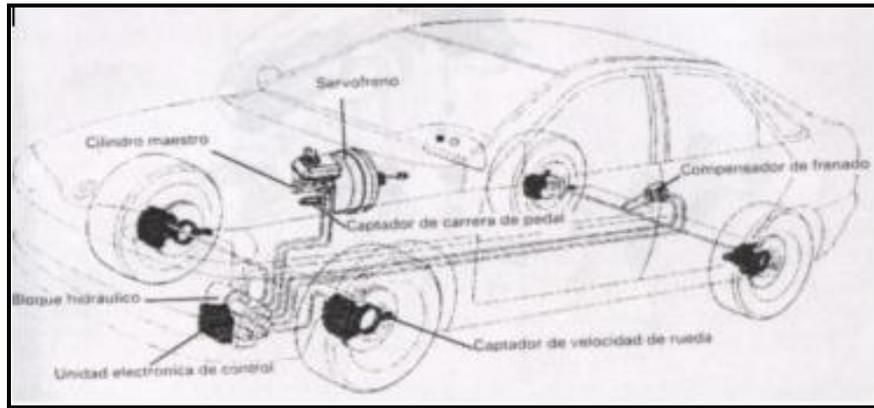


Figura 4.41 Ubicación de los componentes del sistema Teves

El funcionamiento de este sistema es similar al de otros modelos ya explicados. Su característica fundamental es la utilización de un sensor de carrera del pedal de freno montado en el cuerpo del servofreno (Figura 4.42), cuyo vástago de mando 1 se enlaza a la membrana del servo, de manera que los movimientos de ésta sean transmitidos a un curso 3 que se desplaza sobre una pista 4 de material resistente, en la que apoya por medio de las lengüetas 2. De esta manera, la resistencia eléctrica varía en función de la posición del pedal del freno o, lo que es lo mismo, del esfuerzo ejercido por el conductor en la frenada. Al captador se aplica la tensión del circuito eléctrico y devuelve a la unidad electrónica de control una tensión variable en función de la acción de frenado.

Esta señal es utilizada para determinar el instante de puesta en marcha del motor eléctrico de la bomba de desahogo y el tiempo que debe estar funcionando.

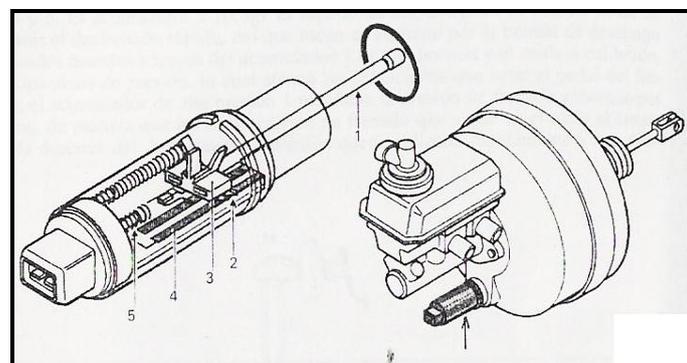


Figura 4.42 Servofreno

En el momento de frenar, el calculador electrónico determina una fase de frenado clásica. Si la frenada es pronunciada, las ruedas tienen tendencia al bloqueo: se pasa entonces al modo de mantenimiento de la presión. La fase siguiente es la de disminución de la presión, en la que la electroválvula de escape se abre y la rueda toma velocidad, pasando entonces a la fase de aumento de presión en la que la electroválvula de admisión se abre y el pedal de freno baja. El calculador analiza esta información recibida desde el sensor de carrera y pone en marcha la bomba de desahogo. Inmediatamente el pedal sube y la nueva señal enviada al calculador establece la parada de la bomba. El ciclo se repite continuamente. Así pues, en este sistema la bomba de desahogo no funciona permanentemente, sino que es puesta en marcha o parada según las señales enviadas por el captador de carrera del pedal.

La Figura 4.43 muestra el esquema del circuito hidráulico de este antibloqueo en el que puede verse la utilización de dos electroválvulas para cada rueda, conectadas a la bomba tandem de frenos de manera que uno de los cilindros maestro abastece a las ruedas delanteras derecha y trasera izquierda, mientras que la otra salida de presión se conecta a las ruedas delantera derecha y trasera izquierda.

En posición de reposo, las electroválvulas de admisión están abiertas permitiendo el paso de líquido a los cilindros de rueda en una acción normal de frenado. En la fase de regulación, la unidad de control comanda las electroválvulas para permitir el mantenimiento o la caída de presión, de manera similar a la explicada en otros sistemas.

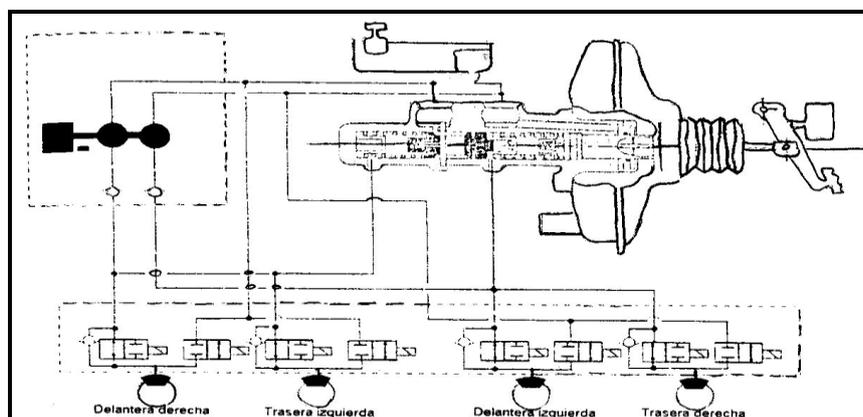


Figura 4.43 Circuito hidráulico

El grupo hidráulico de regulación de la presión lo constituyen las electroválvulas y la bomba de desahogo de presión, que en este caso dispone un doble circuito hidráulico. La Figura 4.44 muestra este modelo de bomba en la que el motor eléctrico acciona una excéntrica B que mueve dos émbolos opuestos C, cada uno de los cuales actúa sobre uno de los circuitos hidráulicos para dos ruedas. Junto a la bomba se ubica la cámara de amortiguación A, cuya función es la de reducir el ruido provocando por las oscilaciones de la presión a la salida de la bomba. En el lado de aspiración de la bomba se conecta el acumulador de baja presión D que absorbe el líquido de frenos que pasa por la válvula de escape de caída de presión.

La vigilancia del motor eléctrico de la bomba de desahogo se realiza desde el calculador electrónico gracias a un captador inductivo incorporado en la bomba, que transmite una señal sinusoidal por dos líneas separadas. En caso de avería del motor eléctrico, la función ABS queda detenida inmediatamente y el testigo del cuadro de instrumentos se enciende.

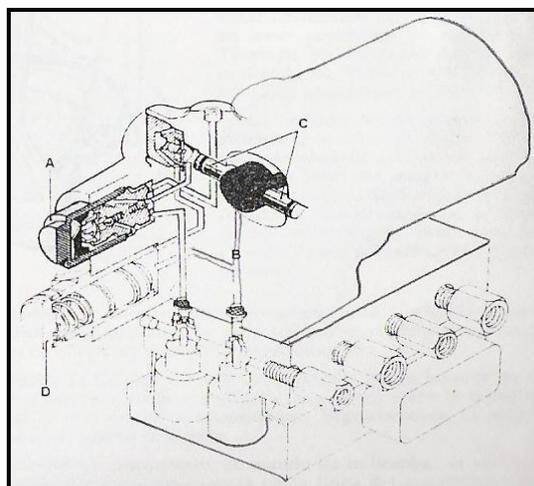


Figura 4.44 Modelo de bomba

En el esquema de la Figura 4.45 puede verse el conexionado de la bomba de desahogo con doble circuito a la instalación de frenos. Cada uno de los circuitos dispone de un émbolo de bombeo 2 y dos acumuladores, uno de alta presión 1, conectado en paralelo con el circuito de presión de las dos ruedas de

una línea, y el otro de baja presión 3, conectado a través de las válvulas de escape 4 y 5. El acumulador 3 recoge el líquido de las ruedas en la fase de caída de presión para permitir el desfrenado rápido, del que luego es aspirado por la bomba de desahogo que lo envía al cilindro maestro a través del acumulador 1 de alta presión y el orificio calibrado, amortiguado así los picos de presión, lo cual atenúa las pulsaciones que sufre el pedal del freno. Por otra parte, el acumulador de alta presión 1 mantiene la presión de frenado generada por la bomba de frenos, de manera que en la nueva fase de frenado que sigue en el ciclo al lanzamiento de la rueda después del desfrenado, la presión quede aplicada rápidamente a los cilindros de rueda.

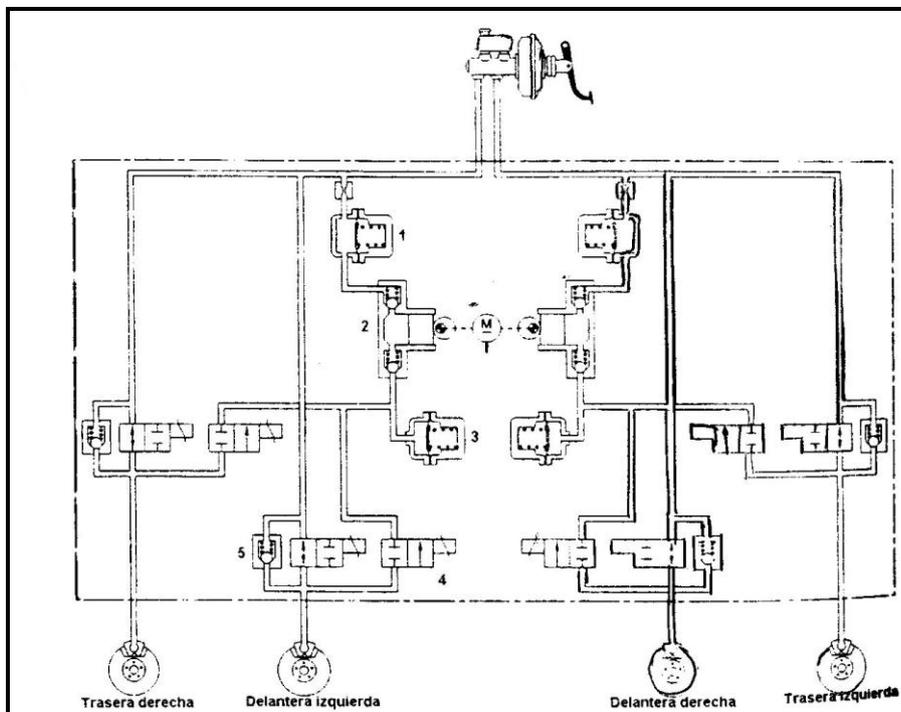


Figura 4.45 Conexión de la bomba a la instalación de freno

4.4.- SISTEMAS ADICIONALES

4.4.1.- Sistema de Control de Tracción

El máximo frenado de una rueda ocurre justamente antes de que se bloquee una rueda. Cuando las ruedas derrapan, se pierde el control de la dirección. El punto donde ocurre el bloqueo de la rueda lo determina el coeficiente de fricción

del camino, el agarre de las llantas, la velocidad y peso del vehículo, la suspensión, y otros factores.

4.4.1.1.- Funcionamiento del Control de Tracción

El control de tracción (TC) es una opción disponible en algunos vehículos que están equipados con ABS. El control de tracción usa los componentes del sistema ABS para controlar la rotación de las ruedas del vehículo durante la aceleración. Sin embargo, la HCU tiene una válvula de entrada/ aislamiento adicional de control de tracción.

En vehículos equipados con control de tracción, el modulo de control de ABS (también conocido como modulo de control de tracción) controla el sistema ABS como se describió anteriormente.

Además si una rueda empieza a girar debido a una perdida de tracción debajo de 55kph (35 mph), el modulo de control también activara la bomba y motor de la HCU y aplicara los calipers de los frenos individuales.

4.4.2.- Control de Tracción del Motor

El módulo de control de ABS interactúa con el PCM para reducir la torsión del motor si una o ambas ruedas traseras pierden tracción y empieza a girar durante la aceleración. Esto se logra regulando el combustible y la bujía.

- Algunos sistemas de control de tracción también pueden reducir la apertura de la mariposa para controlar la rotación de la rueda.
- La limitación de la mariposa solamente se usa arriba de 55 kph (35mph).

Cuando el sistema de control de tracción es deshabilitado, ya sea por el conductor o por el módulo de control de frenos antibloqueo, se deshabilitan ambas, la modulación de los frenos traseros y la modulación de torsión del motor.

4.4.3.- Sistema de Advance TRAC

4.4.3.1.- Funcionamiento

El sistema Advance Trac monitorea continuamente el movimiento del vehículo relativo al curso deseado por el conductor. Esto se logra usando un acelerómetro lateral para medir la fuerza lateral (hacia los lados) y un sensor de deriva para medir la velocidad rotacional. Si el vehículo no responde a las entradas de la dirección (basado en las entradas del sensor de rotación del volante de la dirección), se activará el Advance Trac. El funcionamiento del Advance Trac es similar al funcionamiento del ABS. Se envía información al modulo Advance Trac (ABS) desde varios sensores. Luego el modulo compara la entrada de la dirección del conductor con el movimiento real del vehículo.

Durante la mayoría de los eventos del Advance Trac, el modulo del Advance Trac activa la HCU para generar la presión de los frenos requerida para el control de la rueda. Durante un evento severo del programa electrónico de estabilidad, o a una temperatura del ambiente baja, el modulo del Advance Trac (ABS) usara el reforzador del freno activo para crear inmediatamente presión del sistema de frenos.

Durante un evento de Advance Trac, las luces de frenos se pueden iluminar para advertir a los conductores que vienen atrás.

Este sistema no se activa cuando el vehículo se esta moviendo en reversa, sin embargo, el ABS y el control de tracción continuarán funcionando en la forma normal.

Cuando se activa la ayuda de estabilidad, puede suceder lo siguiente:

- Un sonido de ronquido o lijado muy parecido a ABS o control de tracción.
- Una pequeña desaceleración o una reducción en la aceleración del vehículo.
- Destellará el indicador de ayuda de estabilidad.

- Si el pie del conductor está en el pedal de freno, se sentirá una vibración en el pedal muy parecida al ABS.
- Si el incidente es serio y el pie del conductor no está en el freno, el pedal del freno se moverá para aplicar la fuerza mayor del freno. En un incidente severo se puede escuchar un silbido desde abajo del tablero de instrumentos.

Algunos conductores pueden notar un ligero movimiento del pedal del freno cuando el sistema se comprueba a sí mismo. El pedal del freno se mueve cuando se corre una prueba activa del reforzador de freno. Durante esta prueba, se generará una pequeña cantidad de presión en el cilindro maestro, pero no generará presión en los calipers de freno. Esta prueba puede ocurrir sobre los 48 Km/h (30mph), después de que el vehículo ha rodado aprox. 8 minutos. La prueba solo se hará si es vehículo esta estable, el conductor no esta frenando y el acelerador esta presionado suavemente.

4.4.3.2.- Componentes

A.- Módulo de Control

El módulo de control de ABS en vehículos equipados con el sistema de programa electrónico de estabilidad Advance Trac realiza ambas, las funciones del ABS y de control de tracción, así como el monitoreo del movimiento del vehículo relativo al curso deseado por el conductor. El módulo de control se conoce frecuentemente como módulo del programa electrónico de estabilidad o IVD.

B.- Interruptor de Advance Trac

El interruptor de Advance Trac permite al conductor deshabilitar el sistema Advance Trac. Cuando se deshabilita el Advance Trac o cuando ocurre una falla en el sistema, se ilumina una luz de advertencia de Advance Trac. En los vehículos equipados con un centro de mensajes se desplegará "ADVANCE TRAC OFF" o "CHECK ADVANCE TRAC".

La función de los frenos antibloqueo continúa funcionando en la forma diseñada, a menos que también se ilumine el indicador amarillo de advertencia de frenos antibloqueo. Siempre está trabajando el funcionamiento normal de los frenos, a menos que se ilumine el indicador rojo de advertencia de los frenos.

C.- Sensor de Deriva

El sensor de deriva es un sensor de 3 cables que mide la velocidad rotacional del vehículo mientras da vuelta en una esquina. El sensor de deriva se puede localizar en varios lugares, por lo que siempre debe referirse a la publicación de servicio apropiada. Este funciona variando su voltaje de señal mientras gira el vehículo. La salida del voltaje mientras el vehículo avanza al frente es normalmente 2,5V. Cuando el vehículo gira a la derecha, aumenta el voltaje. Cuando gira a la izquierda, disminuye el voltaje.

Este puede localizarse en diferentes partes según el modelo de vehículo, por ejemplo en la Explorer / Mountaineer, abajo del asiento central trasero como grupo de sensores.

D.- Acelerómetros

Al igual que el anterior, el acelerómetro lateral es un sensor de 3 cables, pero mide la fuerza lateral del vehículo mientras da vuelta en una esquina. El acelerómetro lateral varía el voltaje de la señal basado en las fuerzas laterales del vehículo (de lado a lado). La salida de voltaje mientras el vehículo viaja derecho al frente es de 2.5 voltios normalmente. Cuando el vehículo da vuelta a la derecha, el voltaje aumenta, cuando da vuelta a la izquierda el voltaje disminuye.

E.- Grupo de Sensores

Algunos sistemas Advance Trac usan un grupo de sensores que contiene un sensor de deriva y un acelerómetro lateral y longitudinal.

En los vehículos con Advance Trac con tracción en las cuatro ruedas, se usa un acelerómetro longitudinal. El acelerómetro longitudinal mide la aceleración correspondiente a la fuerza mientras el vehículo se mueve hacia adelante y hacia atrás en el plano horizontal.

- El grupo de sensores se comunica con el módulo de control de ABS usando un bus de CAN.
- El grupo de sensores tiene cuatro circuitos: energía, tierra, bajo de CAN y alto de CAN.



Figura 4.46 Módulo del sistema de frenos ABS

F.- Sensor del Volante de la Dirección

El sensor del volante de la dirección proporciona información relacionada con la entrada de la dirección del conductor. El sensor del volante de la dirección es un sensor óptico de doble paleta que está montado en la columna de la dirección.

El sensor mide la dirección de rotación y la velocidad de rotación del volante de la dirección monitoreando en anillo de rotación del volante de la dirección cuando pasa a través del claro del sensor. Usa dos líneas de señal para transmitir información al módulo del programa electrónico de estabilidad (ABS). detecta si el volante de la dirección se está girando a la izquierda o la derecha y qué tan lejos se está girando. No indica automáticamente la posición del volante de la dirección relativa a la posición derecho al frente.

G.- Reforzador Activo de los Frenos

La función del reforzador activo de los frenos es proporcionar presión de los frenos para el sistema Advance Trac durante eventos severos de control de

estabilidad y durante clima frío. El reforzador activo de los frenos también proporciona reforzamiento complementario de los frenos durante un frenado asistido en emergencias.

- El reforzador activo de los frenos se localiza en la mampara del lado del conductor (misma ubicación que el reforzador de frenos con asistencia de vacío convencional).
 1. El reforzador activo de los frenos contiene un sensor de recorrido de pedal del freno (BPT) de dos posiciones integrado en el ensamble de solenoides.
 2. En el solenoide del reforzador activo de los frenos están integrados dos interruptores de fuerza del pedal del freno.
- Uno de estos interruptores es normalmente abierto y el otro es normalmente cerrado.
- Si el conductor aplica el pedal del freno durante un evento del Advance Trac, los interruptores se cierran y se abren (opuesto a su estado normal), señalando así al módulo de control de Advance Trac (ABS) que el conductor ha aplicado los frenos.
- Esto permite al módulo de control compensar la presión adicional del freno que está siendo aplicada por el conductor y evita que la sensación del pedal del freno sea demasiado dura.

H.- Módulo de Asistencia de Estabilidad

- El módulo de control del ABS en vehículos equipados con el sistema de sistema de estabilidad Advanced Trac controla el ABS, control de tracción y sistema de control de motor para mantener el control del vehículo durante desaceleraciones, aceleraciones y otras condiciones del vehículo.
- Este módulo de control es con frecuencia referido como el modulo de control de tracción avanzado, modulo de asistencia de estabilidad o modulo de vehículo dinámico interactivo (IVD).
- El módulo constantemente monitorea los requerimientos del vehículo a través de la demanda del conductor. Esto es hecho usando sensores

para comparar la entrada del volante de la dirección y la aplicación del pedal de freno de la demanda del vehículo.

- Este módulo trabaja igual verificando el frenado ABS, sin embargo permite adicionalmente controlar al funcionamiento de la asistencia de la estabilidad.
- El módulo de asistencia de estabilidad (ABS) También se comunica con el PCM para controlar al asistencia de estabilidad. Esto hace que se reduzca el torque del motor, mientras simultáneamente aplica y desaplica los cáliper apropiados para mantener la estabilidad del vehículo.
- El PCM completa esto con cambios menores de incrementos y reducciones en el tiempo de los pulsos de inyección hasta que el módulo ABS finalice con estos requerimientos al reestablecer la estabilidad del vehículo.

El módulo del ABS también controla la distribución electrónica de los frenos (EBD).

- Este controla la presión en los frenos traseros y actúa como una válvula proporcionadora electrónica.
- Cuando el EBD esta desactivado, la luz indicadora ámbar de alerta del frenos ABS y la luz roja de alerta de frenos convencional se iluminarán.
- Funciones de asistencia de frenado de pánico durante la aplicación del pedal en una condición de frenado de pánico.
- La asistencia de frenado de pánico es parte del sistema de control Advanced Trac en vehículos equipados con este sistema.
- Este sistema utiliza un hidrovac (Booster) activo para suplementar la presión de freno aplicada por el conductor durante una frenada de pánico.

No todos los vehículos están equipados con asistencia de frenado de pánico.

Síntomas de problemas del modulo del Advanced Trac (ABS) pueden variar ligeramente dependiendo de la funcionalidad el módulo. El módulo iluminará la

luz del Advanced Trac, desactivando el sistema y grabando un DTC, este alerta con las siguientes condiciones:

- Fallas con el sistema EBD pueden resultar en activación del ABS durante aplicaciones normales del frenado.
- Fallas con el sistema de asistencia de frenado de pánico pueden resultar en activación del freno ABS.
- Discrepancia con el VIN (Numero de identificación del (Vehículo). Cuando diagnostique el sistema de Advanced (ABS) siempre refiérase al manual apropiado.

CAPITULO V

V.- SIMULADOR DE FRENOS HIDRÁULICO CON ABS



5.1.- PARTES

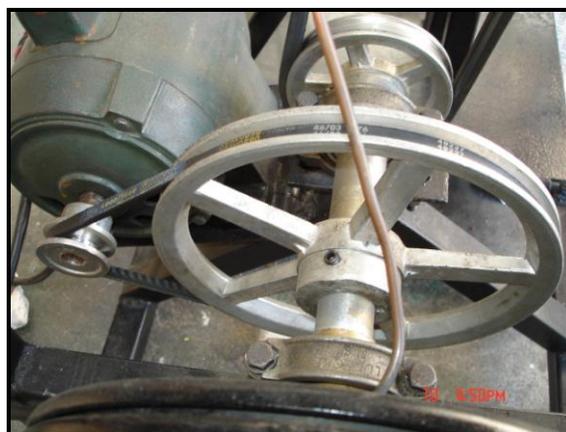
El demostrador de frenos hidráulicos con ABS esta conformado de las partes correspondientes a un sistema de frenos anti bloqueo para ruedas traseras conocido como RABS de la marca FORD, antes ya mencionado en el capítulo IV, y consta de los siguientes componentes.

- Motor eléctrico de 2 hp de potencia el cual nos dará el giro del eje de la rueda y a través de un conjunto de poleas y bandas moverá la rueda del indicador del sensor.



- Conjunto de poleas y bandas.

En la siguiente foto se aprecia el movimiento del motor hacia el eje principal al cual esta acoplado directamente el tambor del freno.



A continuación vemos la transmisión del movimiento del eje principal hacia la rueda indicadora del sensor.



- El Tambor de freno esta acoplado directamente con el eje principal.



- La rueda indicadora del sensor se encuentra acoplada a un eje el cual a la vez toma su movimiento por medio de bandas del eje principal y gira a la misma velocidad del tambor.



- El pedal de freno está ubicado en la parte inferior del demostrador.



- Switch del pedal de freno.



- La bomba de freno conectada directamente al pedal de freno por un vástago para su accionamiento mediante el pedal de freno.



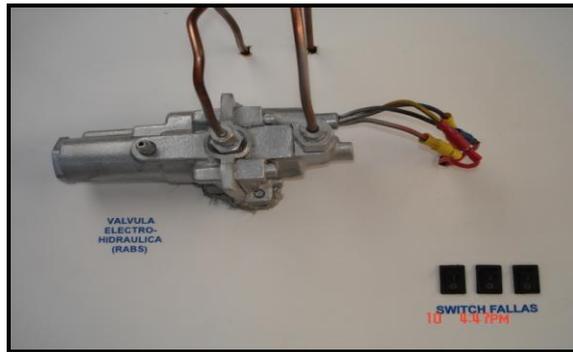
- La batería de 12voltios está ubicada al lado derecho inferior del demostrador en su respectiva base.



- El modulo de control de freno antibloqueo ubicado en la parte superior del tablero de instrumentos.



- La válvula electro hidráulica también está ubicada sobre el tablero de instrumentos en la parte superior izquierda.



- El sensor del freno anti bloqueo está ubicado en el tablero de instrumentos en la parte inferior izquierda.



- Tablero de instrumentos



El tablero de instrumentos consta de los siguientes controles:

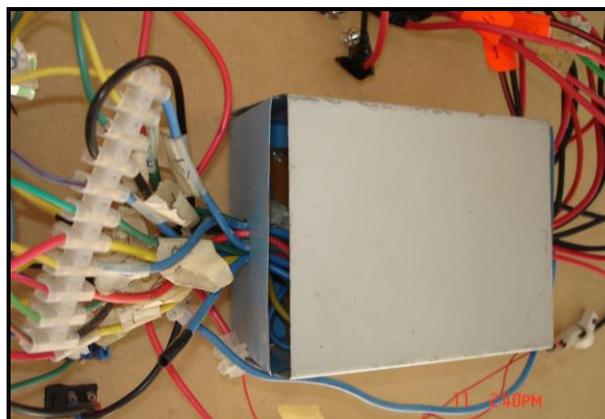
- Switch on off de encendido del demostrador.
- Switch de encendido del motor eléctrico.



- Switch de desconexión del socket del módulo de frenos anti bloqueo, el cual simula la desconexión del socket del módulo RABS para facilitar las mediciones en cada pin del socket.

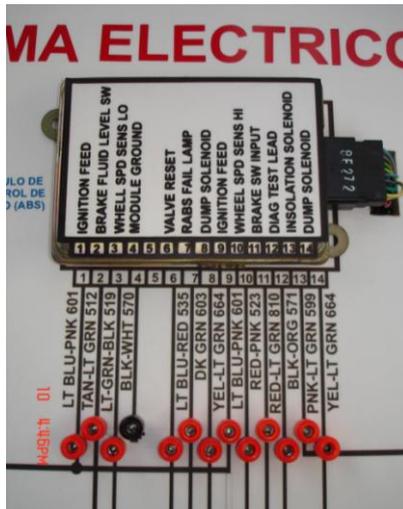


- Actuador del switch de desconexión del módulo anti bloqueo, permite la simulación de desconexión del socket del módulo anti bloqueo.



- Conjunto de pines de medición del módulo anti bloqueo, en estos pines se pueden tomar medidas para los diferentes diagnósticos, cuando el

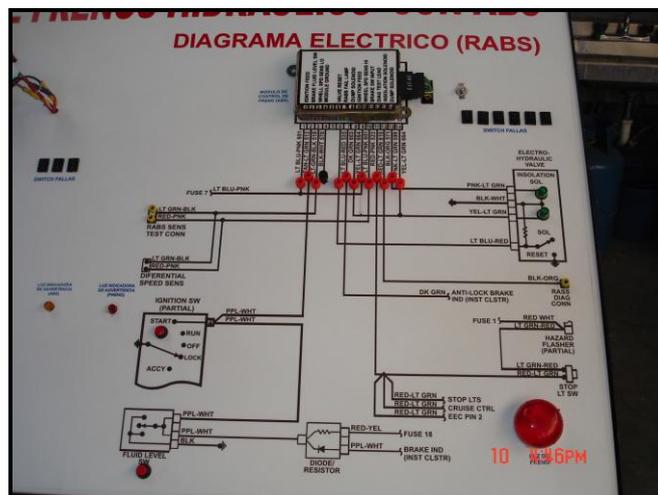
switch de desconexión del socket del módulo de frenos anti bloqueo se encuentra en la posición off se simula la desconexión del socket.



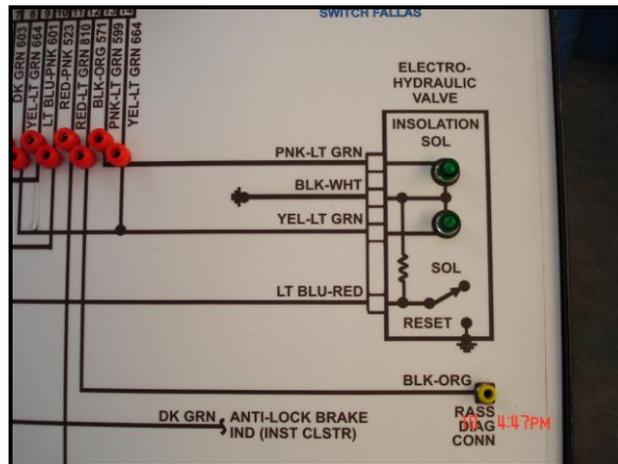
- Luces de advertencia.
Luz indicadora de advertencia rojo BRAKE y luz indicadora amarilla de advertencia ABS.



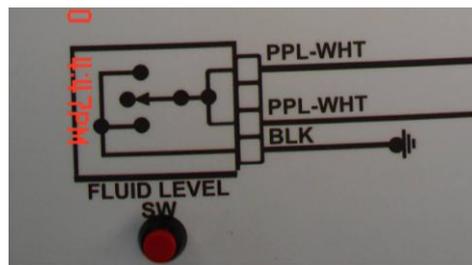
- Circuito eléctrico del sistema RABS.



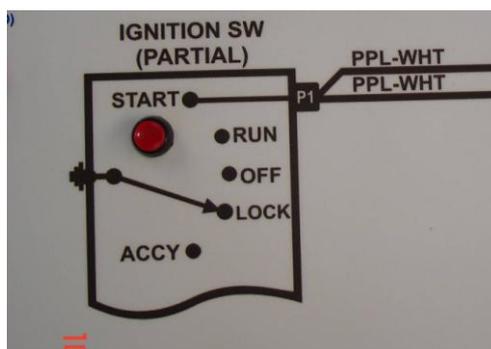
- Luces indicadoras verdes de activación de la válvula electro hidráulica.



- Switch indicador del nivel de líquidos de frenos



- Pulsador para la simulación del arranque del vehículo.



- Luz indicadora de pedal del freno.



- Switch para simular fallas.



5.2.- FUNCIONAMIENTO

El simulador de frenos hidráulicos con ABS monitorea continuamente la velocidad de la rueda indicadora a través del sensor de frenos anti bloqueo.

Cuando los dientes en el indicador de sensor de frenos anti bloqueo pasan por el polo del sensor, se induce un voltaje CA en el circuito del sensor. Al aplicar el freno el módulo de control RABS detecta la caída de velocidad de la rueda indicadora.

Si el rango de desaceleración es excesivo, el módulo de control de frenos anti bloqueo activa la electro válvula RABS, causando el aislamiento de la válvula al cerrar, con el aislamiento de la válvula cerrada el cilindro de tambor de frenos esta aislado del cilindro maestro de frenos, y la presión del líquido en los conductos no puede incrementarse. Si la velocidad de desaceleración es aún excesiva, el modulo RABS energizara el solenoide de vaciado con una serie de pulsos rápidos para purgar el líquido en un acumulador integrado en la válvula RABS. Esto reduce la presión del líquido de freno al cilindro y permite que el tambor siga girando. El módulo RABS pulsa los solenoides de vaciado y aislamiento de manera que mantiene la rueda girando mientras aún se tiene una desaceleración rápida durante el frenado.

Una vez suelto el pedal del freno la válvula de aislamiento se desenergiza y todo el líquido en el acumulador regresa al cilindro maestro de freno.

5.2.1.- Sistema y Autopruebas

El módulo de control del freno antibloqueo lleva a cabo pruebas del sistema durante el inicio y el funcionamiento normal. La válvula RABS, el sensor de los antibloqueo del freno trasero, y los circuitos del nivel de fluidos son monitoreados para su funcionamiento correcto. Si se encuentra un problema, el módulo de control antibloqueo se desactiva y se ilumina el indicador amarillo de advertencia del ABS.

La mayoría de los problemas ocasionan que el indicador de advertencia amarillo del ABS permanezca iluminado hasta que el encendido se apague, tiempo en el que el módulo de control de frenos antibloqueo mantiene el código de diagnóstico de fallas (DTC) en la memoria (también conocido como memoria viva del KAM). En cualquier momento en que se encienda, se puede obtener un DTC.

Sin embargo, aquellos problemas asociados con pérdida de energía al módulo de control de frenos antibloqueo ocasionan que se desactive el sistema y que se ilumine el indicador de advertencia amarillo ABS, pero no causa un DTC.

El interruptor de posición del pedal del freno (BPP), cuando está activado, señala al módulo de control del freno antibloqueo que está ocurriendo una condición de frenado.

Luz indicadora de advertencia

El indicador de advertencia rojo BRAKE es monitoreado constantemente por el módulo de control de frenos antibloqueo. Si se ilumina el indicador de advertencia rojo BRAKE, el módulo de control de frenos antibloqueo deshabilitará el sistema del RABS y encenderá el indicador de advertencia amarillo del ABS. Por esta razón, el diagnóstico y solución de cualquier problema del freno básico que ilumine el indicador de advertencia rojo BRAKE, en la mayoría de los casos, resolverá un problema percibido por el RABS.

Autodiagnóstico del indicador rojo de advertencia de BRAKE

El indicador rojo de advertencia de BRAKE (freno) se usa para indicar un nivel bajo de líquido o una condición del freno de estacionamiento aplicado.

Para verificar esta luz, active el pulsador de simulación de encendido START (arranque). El indicador de advertencia debería iluminarse en esta posición.

Desactive el pulsador y se simulara que esta en posición RUN. En este momento se debe apagar el indicador rojo de advertencia de freno.

Indicador amarillo de advertencia de ABS

El indicador de advertencia amarillo del ABS se usa para indicar una falla y la desactivación del sistema del RABS. Para verificar este indicador, primero siga el procedimiento para el auto verificación del indicador rojo de advertencia de freno, y permita que se desactive el pulsador de posición START (arranque) a la posición RUN (marcha). El indicador de advertencia amarillo del ABS debería probarse iluminándolo por aproximadamente 1-2 segundos y después apagándolo.

Si la luz del indicador del ABS permanece encendida después de la prueba, el módulo ha detectado que existe una falla actualmente y ha almacenado un DTC en la memoria. Esto se conoce como una falla dura. Una falla suave es una que se produce, ocasiona que el indicador se encienda y se retira. Estas son fallas tipo intermitente y no ocasionaran que se almacene un DTC en la memoria del módulo.

Pase a códigos de diagnóstico de falla, recuperación, para obtener los códigos de diagnóstico de falla.

Recuperación de códigos de falla (DTC)

PRECAUCION: Debe tener mucho cuidado para conectar solamente el cable del conector 12 del conjunto de pines de diagnóstico al conector 4 negro a tierra.

Compruebe si el interruptor de encendido está en la posición RUN (marcha) (no es necesario que el motor esté en funcionamiento). En seguida, localice el pin12 del conector de diagnóstico del RABS. Conecte un extremo de un cable puente al lado del pin 12 del conector de diagnóstico y conecte a tierra el extremo opuesto de un cable puente conectándolo a tierra pin 4 del conector de diagnóstico hasta que la luz del ABS empiece a parpadear.

El código consta de varios destellos cortos y termina con un destello largo. Cuente los destellos cortos e incluya el siguiente destello largo dentro de la cuenta para obtener el número del código. Por ejemplo, tres destellos cortos seguidos por un destello largo, significa el código 4 de falla. El código continuara repitiéndose hasta que se apague el switch principal on/off. Se recomienda verificar el código leyéndolo varias veces. Este código se utilizará posteriormente para las instrucciones de reparación del sistema. Debe anotarlo para usarlo después.

5.3.- ACCIONAMIENTO DEL SIMULADOR

Para iniciar el funcionamiento del simulador primeramente se debe chequear el buen funcionamiento de la batería y el buen estado de los fusibles, procedemos a accionar el switch on/off del simulador el cual energizará el sistema y por lo tanto el módulo RABS realiza el auto diagnóstico en el cual se debe prender el indicador de advertencia amarillo del ABS por un instante y luego se debe apagar.

Posteriormente para simular el encendido del vehículo se debe activar el pulsador (simulador de encendido START) con el fin de comprobar el buen funcionamiento de indicador rojo BRAKE y del indicador amarillo ABS, estas dos indicadores deben encenderse igual mientras se mantenga accionado el pulsador; el tiempo de accionamiento del pulsador debe ser de 2 segundos aproximadamente.

Una vez realizado los auto diagnósticos antes mencionados se debe encender el motor eléctrico para simular el movimiento del vehículo el cual es censado a través del sensor de frenos anti bloqueo y la rueda indicadora del sensor, una vez que todo entró en funcionamiento se procede a la activación del pedal de freno pudiendo observar de esta manera el verdadero funcionamiento del sistema RABS, pudiendo observar que no se bloquea el tambor de freno e inclusive se observa la activación de las electroválvulas a través de las luces verdes de activación de la misma.

Una vez comprendido el funcionamiento del simulador y del sistema ABS podemos simular diferentes daños en el sistema por medio de los switch de simulación de fallas y podremos obtener diferentes códigos de fallas que estos ocasionan a través de las pulsaciones de la luz indicadora amarilla ABS.

5.4.- FALLAS QUE SE PUEDEN SIMULAR EN EL SISTEMA

Para la obtención de fallas contamos con 9 switch simuladores con los cuales vamos a obtener los siguientes códigos:

- Switch 1: Mediante este se obtiene el código número 7 para lo cual debe estar en funcionamiento el motor eléctrico y se debe aplicar el

freno. Este código se refiere a solenoide de aislamiento de la válvula RABS a tierra.

- Switch 2: Por medio de este se obtiene el código 8, de la misma forma debe estar en funcionamiento el motor eléctrico y se debe aplicar el freno. Este código se refiere al solenoide de descarga de la válvula RABS a tierra.
- Switch 3: Por medio de este se obtiene el código 4, la luz indicadora amarilla ABS se prenderá automáticamente después de haber realizado el auto diagnóstico. Este código se refiere al circuito de reanudación de la válvula RABS abierto o a tierra.
- Switch 4: Mediante este se mantiene prendida la luz amarilla ABS siempre y no da código de falla esto se ocasiona debido a que se está simulando la falta de alimentación de voltaje al módulo.
- Switch 5: La luz indicadora amarilla del ABS se mantiene prendida, esto se ocasiona cuando el módulo no recibe corriente de encendido.
- Switch 6: Por medio de este se obtiene el código 9, la luz indicadora amarilla ABS se prende automáticamente después de haber realizado el auto diagnóstico y de haber pasado algunos segundos. Este código se refiere a circuito con resistencia alta o abierto del sensor de velocidad.
- Switch 7: Por medio de este la luz indicadora amarilla ABS se mantiene apagada por falta de masa al módulo.
- Switch 8: Por medio de este se obtiene el código 2, la luz indicadora amarilla se prende automáticamente después de haber efectuado el auto diagnóstico y de haber pasado algunos segundos. Este código se refiere a circuito abierto de solenoide de aislamiento de la válvula RABS.
- Switch 9: Por medio de este se obtiene el código 3, la luz indicadora amarilla se prende automáticamente después de haber efectuado el auto diagnóstico y de haber pasado algunos segundos. Este código se refiere a circuito abierto de solenoide de vaciado de la válvula RABS.
- Adicionalmente se puede obtener el código 10 a través de un puente entre los pines de diagnóstico del sensor. Este código se refiere a baja resistencia o corto a tierra del sensor de velocidad.

- También se puede obtener el código 9 desconectando el socket del sensor.

5.5.- TABLA DE SINTOMAS

Ver Anexo No. 1.

5.6.- PRUEBAS PRECISAS DE DIAGNOSTICO DEL SISTEMA RABS

5.6.1.- Prueba Precisa A

El indicador de advertencia amarillo siempre esta encendido (Ver Anexo No. 2).

5.6.2.- Prueba Precisa B

Circuito abierto del solenoide de aislamiento del RABS (Ver Anexo No. 3).

5.6.3.- Prueba Precisa C

Circuito abierto del solenoide de vaciado de la válvula RABS (Ver Anexo No. 4).

5.6.4.- Prueba Precisa D

Circuitodel interruptor de restablecimiento de la válvula RABS a tierra o abierto (Ver Anexo No. 5).

5.6.5.- Prueba precisa E

No hay solenoide de aislamiento durante el auto diagnóstico (Ver Anexo No. 6).

5.6.6.- Prueba precisa F

No hay solenoide de descarga durante el auto diagnóstico (Ver Anexo No. 7).

5.6.7.- Prueba precisa G

Circuito con alta resistencia o abierto del sensor de velocidad (Ver Anexo No. 8).

5.6.8.- Prueba precisa H

Baja resistencia del sensor de velocidad (Ver Anexo No. 9).

Existen otras pruebas que son aplicadas y desarrolladas por empresas automotrices, las mismas que se explican en el Manual de Sistema RABS FORD 150 (Ver Anexo No. 10).

5.7.- CONCLUSIONES

- El simulador que se ha creado sirve para un fácil y simple entendimiento del sistema de frenos hidráulicos con ABS.
- Sus partes son muy fáciles de ubicarlas y su accionar es muy sencillo.
- El sistema se ha concebido para prestar la mayor confiabilidad y seguridad tanto a su funcionamiento como a su aplicación.
- Permite visualizar la actuación del sistema ABS en los vehículos con facilidad.
- El simulador consta de luces de advertencia para verificar el buen o mal funcionamiento del mismo.
- Con el funcionamiento del simulador se pueden obtener códigos de fallas para verificar el correcto funcionamiento del sistema de frenos con ABS.

5.8.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda antes de poner en funcionamiento verificar el voltaje de la batería y verificar los fusibles que estén en buen estado.
- Es importante que los alumnos tengan un conocimiento del funcionamiento del sistema y su uso en los vehículos.

- Antes de que entre en funcionamiento se recomienda mirar la holgura del sensor de freno con la rueda indicadora, que no estén en contacto sino separados.
- Se recomienda mirar las luces indicadoras del tablero para que no haya ninguna falla en el sistema.
- Verificar el nivel de frenos.

BIBLIOGRAFIA

1. http://www.abs-education.org/educ/sp_brochure.html
2. http://html.rincondelvago.com/sistema-de-frenos-abs_1.html
3. www.monografias.com
4. TECNICAS DEL AUTOMOVIL (J M Alonso) Séptima Edición Actualizada.
5. Enciclopedia Manual del Automóvil. Tomo Suspensión, dirección, frenos y airbag. Editorial Cultural. 2001. Madrid. España.

ANEXOS

ANEXO No. 1 Tabla de Síntomas

CONDICION	CAUSA POSIBLE	ACCION
El indicador de advertencia rojo brake siempre está apagado.	<ul style="list-style-type: none"> • Circuito. • Foco del indicador rojo brake. 	<ul style="list-style-type: none"> • Repare el circuito. • Cambie el foco.
Indicador de advertencia rojo brake siempre está encendido.	<ul style="list-style-type: none"> • Interruptor del nivel de líquido de frenos. • Circuito. 	<ul style="list-style-type: none"> • Restituya el interruptor de líquido de freno. • Repare el circuito.
Indicador de advertencia amarillo ABS siempre está apagado.	<ul style="list-style-type: none"> • Foco del indicador amarillo ABS. • Circuito a tierra del módulo abierto. • Circuitos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Repare el circuito. • Cambiar foco.
Indicador amarillo del ABS siempre está encendido	<ul style="list-style-type: none"> • Circuito. • Módulo de control de freno anti bloqueo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaya a la prueba precisa A..
<ul style="list-style-type: none"> • Código de diagnóstico de falla (DTC) 2 circuito abierto del solenoide del RABS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conectores del módulo anti bloqueo o de la válvula RABS no asentados completamente en el componente. • Circuitos. • Válvula RABS. • Módulo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaya a prueba precisa B.
Código de diagnostico de fallas (DTC) 3, circuito abierto del solenoide de vaciado del RABS.	<ul style="list-style-type: none"> • Conectores del módulo anti bloqueo o de la válvula RABS no asentados completamente en el componente. • Circuitos. • Válvula RABS. • Módulo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaya a prueba precisa C.
Código de falla (DTC) 4, circuito de reanudación de la válvula RABS abierto o a tierra.	<ul style="list-style-type: none"> • Conectores del módulo anti bloqueo o de la válvula RABS no asentados completamente en el componente. • Circuitos. • Válvula RABS. • Módulo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaya a prueba precisa D.
Código de falla (DTC) 7, no hay solenoide de aislamiento durante el auto diagnóstico.	<ul style="list-style-type: none"> • Circuito de solenoide de aislamiento a tierra • Válvula RABS. • Módulo RABS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaya a prueba precisa E.

Código de falla (DTC) 8, no hay solenoide de descarga durante el auto diagnóstico.	<ul style="list-style-type: none"> • Circuito de solenoide de vaciado a tierra. • Válvula RABS. • Módulo RABS. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaya a prueba precisa F.
Código de diagnóstico de falla (DTC) 9, circuito de resistencia alta o abierto del sensor de velocidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Conectores del modulo o del sensor abiertos. • Circuitos. • Sensor de freno anti bloqueo. • Módulo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaya a prueba precisa G.
Código de diagnóstico de falla (DTC) 10, baja resistencia o corto a tierra del sensor de velocidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Conectores del modulo o del sensor en corto entre sí. • Circuitos. • Sensor de freno anti bloqueo. • Módulo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vaya a prueba precisa H.

ANEXO No. 2. Prueba Precisa A

Condiciones para la comprobación	Pruebas/Resultados/Medidas
<p>A1 Verifique si tiene alguna abertura el circuito.</p> <ul style="list-style-type: none">• El simulador debe estar totalmente apagado.• Desconectar el socket del módulo a través del switch de desconexión.• Energizar el sistema.	<p>Mida el voltaje entre el pin 1 del conjunto de pines de diagnóstico y tierra y entre el pin 9 y tierra.</p> <p>Es el voltaje mayor a 10 V?.</p> <ul style="list-style-type: none">➤ SI, vaya a A2.➤ NO, repare el circuito según sea necesario. Repita la comprobación.
<p>A2 Compruebe el circuito a tierra.</p> <ul style="list-style-type: none">• El simulador debe estar totalmente apagado.	<p>Mida la resistencia entre el pin 4 del conjunto de pines de diagnóstico y tierra. La resistencia es menor de 5 ohms.</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Si, vaya a A3.➤ No, repare el circuito según sea necesario.
<p>A3 Verifique el funcionamiento del módulo.</p> <ul style="list-style-type: none">• Energizar el demostrador.	<p>Conecte un cable puente con fusible de 5 amp entre el pin 7 de diagnóstico y tierra.</p> <p>Se enciende el indicador de advertencia amarillo del ABS?.</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Si, instale un nuevo modulo de control.➤ No, vaya a A4.
<p>A4 Revise si está abierto el circuito.</p> <ul style="list-style-type: none">• Demostrador totalmente apagado.• Desconecte el socket del módulo.	<p>Mida la resistencia entre el socket del módulo pin 7 lado del arnés y el pin 7 del conjunto de pines de diagnóstico.</p> <p>La resistencia es menor de 5 ohms ?.</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Si, repita el diagnóstico.➤ No, repare el circuito.

ANEXO No. 3 Prueba Precisa B

Condiciones para la comprobación	Pruebas/Resultados/Medidas
<p>B1 Revise si esta abierto el circuito de la válvula.</p> <ul style="list-style-type: none">• El simulador totalmente apagado.• Desconectar los pines de la válvula.• Desconecte el switch de pines de diagnóstico.	<p>Mida la resistencia entre el pin 13 y el cable rosado/verde terminal 4 de los pines de la válvula RABS.</p> <p>La resistencia es menor de 5 ohms ?.</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Si, vaya a B2.➤ No, repare el circuito.
<p>B2 Revise la resistencia del solenoide de aislamiento de la válvula RABS.</p> <ul style="list-style-type: none">• Desconecte los pines de la válvula RABS.	<p>Mida la resistencia entre los terminales 3 y 4 de la válvula RABS lado del componente. Está la resistencia esta entre 3 y 6 ohms?</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Si, instale módulo nuevo.➤ No, instale válvula RABS nueva.

ANEXO No. 4 Prueba Precisa C

Condiciones para la comprobación	Pruebas/Resultados/Medidas
<p>C1 Verifique apertura de circuito.</p> <ul style="list-style-type: none">• El simulador totalmente apagado.• Desconectar switch de pines de diagnóstico.• Desconectar terminales de la válvula RABS.	<p>Mida la resistencia entre el pin 14 de diagnóstico y el terminal 1 de la válvula RABS (amarillo/verde) lado del arnés y entre el pin 8 de diagnóstico y el terminal 1 de la válvula RABS lado del arnés.</p> <p>Son las resistencias menores de 5 ohms?.</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Si, vaya a C2.➤ No, repare el circuito.
<p>C2 Revise la resistencia del solenoide de descarga de la válvula RABS.</p>	<p>Mida la resistencia entre los terminales 1 y 3 de la válvula RABS lado del componente. La resistencia está entre 1 y 3 ohms?.</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Si, instale módulo nuevo.➤ No, instale nueva válvula RABS.

ANEXO No. 5 Prueba Precisa D

Condiciones para la comprobación	Pruebas/Resultados/Medidas
<p>D1 Revise el interruptor de reanudación de la válvula RABS.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulador totalmente desconectado. • Desconectar terminales de la válvula RABS. 	<p>Del lado del componente mida la resistencia entre el Terminal 2 (azul claro/rojo) de la válvula RABS y tierra.</p> <p>La resistencia es mayor de 10000 ohms?.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Si, vaya a D2. ➤ No, instale nueva válvula RABS.
<p>D2 Compruebe el resistor de integridad del circuito de la válvula RABS.</p>	<p>Ajuste el multimetro escala de 200 Kohms. Del lado del componente mida la resistencia en el Terminal 2 y 3 de la válvula RABS, está la resistencia entre 18 y 26 kohms?.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Si, vaya a D3. ➤ No, instale nueva válvula RABS.
<p>D3 Compruebe el Terminal 3 del circuito a tierra de la válvula RABS lado del arnés.</p>	<p>Mida la resistencia entre la Terminal 3 y tierra.</p> <p>Es la resistencia menor de 5 ohms?.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Si, vaya a D4. ➤ No, repare la abertura el circuito.
<p>D4 Compruebe si hay corto a tierra en el circuito.</p>	<p>Del lado del arnés mida la resistencia entre el Terminal 2 del conector de la válvula y tierra.</p> <p>Es la resistencia menor a 5 ohms?.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Si, repare el corte a tierra en el circuito. ➤ No, vaya a D5.
<p>D5 Compruebe la continuidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desconecte los pines de diagnóstico del módulo. 	<p>Del lado del arnés mida la resistencia entre el Terminal 2 del conector de la válvula y el Terminal 6 del conjunto de pines de diagnóstico del módulo.</p> <p>Es la resistencia menor a 5 ohms?.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Si, instale nuevo módulo. ➤ No, repare la abertura del circuito.

ANEXO No. 6. Prueba Precisa E

Condiciones para la comprobación	Pruebas/Resultados/Medidas
<p>E1 Revise el circuito del solenoide de la válvula de aislamiento en busca de corto a tierra.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulador totalmente desconectado. • Desconectar los pines de diagnóstico del módulo. 	<p>Tope suavemente la caja de la válvula con el mango de un destornillador y mida la resistencia entre el pin 13 del conjunto de pines de diagnóstico del módulo y tierra.</p> <p>La resistencia está entre 3 y 6 ohms?.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Si, instale nuevo módulo. ➤ No, vaya a E2.
<p>E2 Verifique si tiene corto a tierra.</p>	

- **Desconecte los terminales de la válvula RABS.**

Mida la resistencia entre la Terminal 13 de los pines de diagnóstico del módulo de control y el Terminal 4 de la válvula RABS lado del arnés, y entre la Terminal 13 de los pines de diagnóstico del módulo de control y tierra.

Es la resistencia menor de 5ohms entre el módulo y la válvula, y mayor de 10000 ohms entre el módulo y tierra?.

- **Si instale nueva válvula RABS.**
- **No, repare el circuito.**

ANEXO No. 7 Prueba Precisa F

Condiciones para la comprobación	Pruebas/Resultados/Medidas
<p>F1 Verifique si tiene contacto a tierra el circuito y el solenoide de la válvula de descarga de la válvula RABS.</p> <ul style="list-style-type: none">• Simulador totalmente apagado.• Desconectar los pines del conjunto de diagnóstico del módulo.	<p>Mida la resistencia entre el pin 8 del conjunto de pines de diagnóstico del módulo y tierra, y entre el pin 14 del conjunto de pines de diagnóstico del módulo y tierra. Están las resistencias entre 1 y 3 ohms?.</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Si, instale nuevo módulo.➤ No, vaya a F2.
<p>F2 Revise el solenoide de descarga de la válvula RABS.</p> <ul style="list-style-type: none">• Desconectar terminales de la válvula RABS.	<p>Mida la resistencia entre los terminales 1 y 3 de la válvula RABS lado del componente. Está la resistencia entre 1 y 3 ohms?.</p> <ul style="list-style-type: none">➤ Si, repare el circuito.➤ No, instale nueva válvula RABS.

ANEXO No. 8 Prueba Precisa G

Condiciones para la comprobación	Pruebas/Resultados/Medidas
G1 Verifique la integridad del acomodo de los cables del sensor.	Inspeccione la trayectoria del cable. Están los cables firmes sin daños y correctamente acoplados? ➤ Si, vaya a G2. ➤ No, repare según se requiera.
G2 Revise la resistencia de los circuitos del sensor con el sensor conectado. <ul style="list-style-type: none">• Simulador apagado.• Arnés del modulo desconectado.	Mida la resistencia entre el Terminal 3 y Terminal 10 del arnés del módulo mientras se sacude el cableado. Esta resistencia es estable? ➤ Si, vaya a G3. ➤ No, Vaya a G4.
G3 Revise los circuitos del sensor en busca del corto a tierra.	Mida la resistencia entre los terminales 3 y del conjunto de pines de diagnóstico del módulo y tierra y entre el pin 10 y tierra. Son las resistencias mayores de 10000 ohms?. ➤ Si, falla intermitente. ➤ No, repare el circuito.
G4 Revise el sensor de freno.	Mida la resistencia entre los terminales amarillos del sensor de freno. Está la resistencia entre 800 y 3500 ohms?. ➤ Si, repare el circuito. ➤ No, instale un nuevo sensor.

ANEXO No. 9 Prueba Precisa H

Condiciones para la comprobación	Pruebas/Resultados/Medidas
H1 Verifique si el circuito del sensor está en corto. Demostrador apagado. Conjunto de pines de diagnóstico del módulo desconectados.	Mida la resistencia entre el Terminal 3 del conjunto de pines de diagnóstico del módulo y entre el Terminal 10 del conjunto de pines del módulo. Es la resistencia mayor a 10000 ohms?. <ul style="list-style-type: none">➤ Si, vaya a H2.➤ No, repare el circuito.
H2 Verifique si tiene corto a tierra los circuitos del sensor.	Mida la resistencia entre el Terminal 3 de los pines de diagnóstico del módulo y tierra y entre el Terminal 10 del pin de diagnóstico del módulo y tierra. Las resistencias son mayores de 10000 ohms?. <ul style="list-style-type: none">➤ Si, vaya a H3.➤ No, repare el circuito.
H3 Revise la resistencia del sensor de freno.	Mida la resistencia entre los terminales amarillos del sensor de freno. Está la resistencia entre 800 y 3500 ohms?. <ul style="list-style-type: none">➤ Si, vaya a H4.➤ No, instale un nuevo sensor.
H4 Revise si el sensor de freno en busca de corto a tierra.	Mida la resistencia entre los dos terminales del sensor y tierra. Las resistencias son mayores de 10000 ohms?. <ul style="list-style-type: none">➤ Si, la falla es intermitente.➤ No, instale nuevo sensor.