



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

“IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO DE UN SISTEMA DE FRENADO HIDRÁULICO CON ACCIONAMIENTO MANUAL, CONTROL DE PARADA Y PRESIÓN DE FRENADO ELECTRÓNICO, PARA EL LABORATORIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA ESPOCH”

**JAVIER LENIN SHIGUANGO GREFA
ÁNGEL PATRICIO FARINANGO CASANOVA**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Junio, 22 de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

JAVIER LENIN SHIGUANGO GREFA

Titulada:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO DE UN SISTEMA DE FRENADO HIDRÁULICO CON ACCIONAMIENTO MANUAL, CONTROL DE PARADA Y PRESIÓN DE FRENADO ELECTRÓNICO, PARA EL LABORATORIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA ESPOCH”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Emilia Armacana
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Fernando Gonzales
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Junio, 22 de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

ÁNGEL PATRICIO FARINANGO CASANOVA

Titulada:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO DE UN SISTEMA DE FRENADO HIDRÁULICO CON ACCIONAMIENTO MANUAL, CONTROL DE PARADA Y PRESIÓN DE FRENADO ELECTRÓNICO, PARA EL LABORATORIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA ESPOCH”

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO AUTOMOTRIZ

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Emilia Armacana
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Fernando Gonzales
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: JAVIER LENIN SHIGUANGO GREFA

TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO DE UN SISTEMA DE FRENADO HIDRAÚLICO CON ACCIONAMIENTO MANUAL, CONTROL DE PARADA Y PRESIÓN DE FRENADO ELECTRÓNICO, PARA EL LABORATORIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA ESPOCH”

Fecha de Examinación: Junio, 22 de 2012.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITE DE EXAMINACION	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Emilia Aimacaña (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Fernando González (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ÁNGEL PATRICIO FARINANGO CASANOVA
TÍTULO DE LA TESIS: “IMPLEMENTACIÓN DE UN TABLERO DIDÁCTICO DE UN SISTEMA DE FRENADO HIDRAÚLICO CON ACCIONAMIENTO MANUAL, CONTROL DE PARADA Y PRESIÓN DE FRENADO ELECTRÓNICO, PARA EL LABORATORIO DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ DE LA ESPOCH”

Fecha de Examinación: Junio, 22 de 2012.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITE DE EXAMINACION	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Santillán (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Emilia Aimacaña (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Fernando González (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado presente, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos - científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Javier Lenin Shiguango Grefa

Ángel Patricio Farinango Casanova

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a todo su plantel docente de la Carrera Ingeniería Automotriz por brindarnos los medios y conocimientos necesarios para acceder a una formación académica que me permitirá desempeñarme profesionalmente en el futuro.

De igual manera agradecerle al Ing. Emilia Aimacaña, director de tesis y al Ing. Fernando González, asesor de tesis, por su invaluable colaboración durante la ejecución de este proyecto.

Javier Lenin Shiguango Grefa

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y a todo su plantel docente de la Carrera Ingeniería Automotriz por brindarnos los medios y conocimientos necesarios para acceder a una formación académica que me permitirá desempeñarme profesionalmente en el futuro.

De igual manera agradecerle al Ing. Emilia Aimacaña, director de tesis y al Ing. Fernando González, asesor de tesis, por su invaluable colaboración durante la ejecución de este proyecto.

Ángel Patricio Farinango Casanova

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico en primer lugar a Dios, por haberme dado todo lo necesario para no desmayar en la lucha por cumplir con mis objetivos trazados, y ayudarme a superar todas las barreras que se me interpusieron en la difícil vida estudiantil, a mi familia por el apoyo brindado siempre durante el trayecto de mi carrera.

Dedico también este proyecto, a todos los profesores que contribuyeron a mi formación académica, de los cuales aprendí además de las cátedras impartidas, valores, que seguro estoy, me serán de utilidad para enfrentar mi futura vida profesional.

Javier Lenin Shiguango Grefa

El presente proyecto quiero dedicarlo a las personas que más amo en la vida que son mis padres quienes han sido el pilar fundamental para culminar mi carrera. Estando a mi lado siempre, confiando en mí y apoyándome en cada momento.

A quienes admiro muchísimo porque de ellos he aprendido todo lo que soy, inculcando en mí siempre los valores con lo que hoy llevo en mi vida, que son parte de mí y me han servido para alcanzar una de las tantas metas que he propuesto.

Para ellos va dedicado este logro con el amor que les tengo y la felicidad de haber alcanzado una meta que es parte de mi vida profesional.

Ángel Patricio Farinango Casanova

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
2 MARCO TEÓRICO	
2.1 Historia de freno.....	4
2.2 Definición de frenos.....	5
2.3 Misión del sistema de frenos.....	6
2.4 Adherencia.....	7
2.5 Energía.....	7
2.6 Fricción.....	8
2.7 Constitución del sistema de frenos.....	10
2.8 Servofreno.....	11
2.8.1 <i>Servofreno de depresión de dos cámaras</i>	11
2.9 Frenos de tambor.....	13
2.9.1 <i>El sistema simplex</i>	16
2.10 Frenos de disco.....	17
2.11 Frenos de estacionamiento.....	21
2.12 Depósito de líquido.....	23
2.13 El líquido de freno.....	24
2.14 Cilindro de freno.....	29
2.15 Cañerías.....	31
2.16 Accesorios.....	32
2.17 Circuito de frenos en el automóvil.....	32
2.18 Manómetro medidor de presión.....	33
2.19 Vacuómetro.....	34

3	CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE	
3.1	Diseño del soporte para la instalación de los elementos de sistema hidráulico.....	36
3.2	Esquema de la estructura.....	36
3.2.1	<i>Cálculo estructural</i>	38
3.3	Construcción del bastidor.....	42
3.4	Procedimiento de construcción.....	42
3.4.1	<i>Ensamblaje de los componentes de frenos</i>	44
3.4.2	<i>Ensamble del circuito hidráulico</i>	46
3.4.3	<i>Ensamble del acrílico</i>	47
3.4.4	<i>Ensamble tol</i>	49
3.4.5	<i>Ensamble de la unidad de control</i>	49
3.4.6	<i>Ensamble eléctrico</i>	51
3.5	Construcción e instalación de un sistema digital para creación de averías del motor.....	55
3.5.1	<i>Simulador de avería</i>	57
4	PRUEBA Y ANÁLISIS	
4.1	Funcionamiento del banco.....	66
4.2	Recomendaciones generales.....	66
4.2.1	<i>Tablero didáctico</i>	66
4.2.2	<i>Líquido de freno</i>	66
4.2.3	<i>Cilindro maestro</i>	67
4.2.4	<i>Pastilla de freno</i>	67
4.2.5	<i>Mordazas</i>	67
4.2.6	<i>Rotores de freno</i>	68
4.2.7	<i>Tambor de freno</i>	68
4.2.8	<i>Zapatas de freno</i>	68
4.3	Guía de laboratorio.....	69
4.3.1	<i>Guía de identificación de fallas</i>	69
4.3.2	<i>Información sobre el uso del tablero</i>	75
4.3.3	<i>Manual de uso del tablero</i>	75
4.4	Identificación de los puntos de medición.....	82
4.4.1	<i>Comparación de los datos del tablero con los datos reales</i>	84
4.4.2	<i>Análisis de resultados del banco de frenos</i>	85

4.5	Observaciones.....	85
4.6	Guía de práctica.....	86
4.6.1	<i>Guía nº 1 Cambio de pastillas.....</i>	86
4.6.2	<i>Guía nº 2 Revisión de las zapatas de freno.....</i>	93
4.6.3	<i>Guía nº 3 Revisión de cilindro hidráulico de rueda.....</i>	101
4.6.4	<i>Guía nº 4 Purgado manual de sistema hidráulico.....</i>	106
4.6.5	<i>Guía nº 5 Revisión del cilindro maestro.....</i>	109
4.6.6	<i>Guía nº 6 Comprobación de funcionamiento de Servofreno.....</i>	114
4.6.7	<i>Guía nº 7 Simulación de averías de sistema de freno Hidráulico.....</i>	117
4.7	Identificación de los componentes y conocimiento de sus propiedades de operación y parámetros.....	121
4.7.1	<i>Nivel de líquido de freno.....</i>	121
4.7.2	<i>Batería.....</i>	121
4.7.3	<i>Tablero de control.....</i>	122
4.7.4	<i>Plan de mantenimiento, inspecciones y cambios.....</i>	123
4.8	Normas de seguridad para el correcto uso del banco didáctico dentro del laboratorio.....	124
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1	Conclusiones.....	126
5.2	Recomendaciones.....	126

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Coefficiente de rozamiento.....	7
2	Especificaciones tubo cuadrado estructural 1.5 pulgada.....	39
3	Especificaciones tubo cuadrado estructural 1 pulgada.....	40
4	Especificaciones de perfil tipo L.....	40
5	Materiales empleados en la construcción del bastidor.....	42
6	Elementos electrónicos utilizados en el circuito.....	57
7	Identificación de fallas.....	69
8	Guía de solución de problemas.....	82
9	Valores nominales de presión y temperatura.....	85
10	Tiempo de revisión y cambios.....	123

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Constitución del sistema de freno.....	10
2	Servofreno.....	11
3	Servofreno de dos cámaras.....	12
4	Freno de tambor.....	13
5	Tambor.....	14
6	Despiece freno de tambor.....	14
7	Zapatas de freno de tambor.....	15
8	Freno de tambor simplex.....	16
9	Sentido de giro derecho.....	16
10	Sentido de giro izquierdo.....	17
11	Disco de frenos.....	18
12	Caliper fijo.....	19
13	Caliper flotante.....	19
14	Pastillas de freno.....	20
15	Frenos de estacionamiento.....	21
16	Lámpara de advertencia.....	22
17	Cables de freno.....	22
18	Frenos de estacionamiento sistema tambor.....	23
19	Depósito de líquido de freno.....	24
20	Líquido de frenos.....	24
21	Clasificación de los líquidos de frenos.....	25
22	Principio de pascal.....	27
23	Prensa hidráulica.....	28
24	Cilindros de frenos.....	29
25	Cilindro de doble efecto.....	29
26	Cilindro de rueda.....	30
27	Cañerías.....	31
28	Accesorios para cañerías.....	32
29	Circuito de frenos.....	33
30	Manómetro medidor de presión.....	33
31	Funcionamiento del manómetro.....	34
32	Vacuómetro análoga.....	35
33	Estructura dibujada en 3D.....	37

34	Estructura dibujada en 2D.....	37
35	Estructura dibujada en Sap2000 v 14.....	39
36	Medida de tubo cuadrado uno y media pulgada.....	39
37	Medida de tubo cuadrado una pulgada.....	40
38	Medida del ángulo L.....	40
39	Vista en 3D del diseño ingresado en el software.....	41
40	Muestra de resultados en SAP2000 v14.....	41
41	Soldadura del ángulo en la estructura metálica.....	43
42	Colocación de las ruedas en la estructura metálica.....	43
43	Pintura de la estructura.....	44
44	Colocación de servofreno.....	44
45	Montaje de pedal de freno.....	45
46	Montaje de freno de mano.....	45
47	Colocación de la transmisión.....	45
48	Colocación de los tambores de freno.....	46
49	Colocación de los discos delanteros.....	46
50	Conexión de cañería principal posterior.....	47
51	Medidas de espesor de acrílico.....	47
52	Colocando el acrílico en los parabrisas de la maqueta.....	48
53	Acrílico colocado en la parte delantera de la maqueta.....	48
54	Ensamble con plancha de tol.....	49
55	Interruptor de luces de freno instalado.....	50
56	Unión con soldadura de los componentes electrónicos.....	50
57	Instalación de los componentes de control.....	51
58	Tablero de control instalado.....	51
59	Montaje de la batería.....	52
60	Manómetro de presión.....	52
61	Manómetro de vacío.....	53
62	Montaje de bomba de vacío.....	53
63	Montaje de motor eléctrico.....	54
64	Switch de encendido.....	54
65	Relé.....	55
66	Numeración de pines de relé.....	55
67	Visualización del software identificación de averías.....	57
68	Micro controlador PIC 18F2550.....	58
69	Condensador cerámico.....	59
70	Resistencia.....	59

71	Diodo rectificador.....	60
72	Osciladores.....	60
73	Transistor.....	60
74	Bornera.....	60
75	Diodo led.....	61
76	Potenciómetro.....	61
77	Cable USB.....	61
78	Diagrama de circuito de control.....	62
79	Pista placa de control.....	62
80	Placa de control.....	63
71	Pista placa de potencia.....	63
82	Placa de potencia.....	64
83	Pantalla de software de control.....	77
84	Circuito de interfaz de control.....	78
85	Tablero de control manual.....	79
86	Indicadores de presión en el tablero.....	80
87	Conexión de batería.....	80
88	Desmontaje de rueda.....	86
89	Visualización de pastilla en el interior de mordaza.....	87
90	Inspección de pastilla.....	87
91	Revisión de retenes.....	87
92	Retiro de guardapolvo.....	88
93	Retiro de sello de pistón.....	88
94	Extracción del pistón.....	89
95	Pistón desmontado.....	89
96	Inspección de ubicación del émbolo en la mordaza.....	89
97	Proceso de retroceso de émbolo.....	90
98	Desmontaje de pernos de sujeción de la mordaza.....	90
99	Retiro de pastillas.....	90
100	Proceso de montaje de pastillas de freno.....	91
101	Extracción de tambor de rueda posterior.....	93
102	Retiro de las tuercas de sujeción de la rueda.....	94
103	Tornillo de sujeción de ruedas retiradas.....	94
104	Retiro de tambor.....	95
105	Visualización de los componentes de tambor.....	95
106	Retiro de perno de guía de zapatas.....	95
107	Desalojo de muelle superior de zapatas.....	96

108	Retiro de muelle inferior de zapatas.....	96
109	Extracción de zapatas.....	96
110	Fijación de la zapata en una mordaza de banco.....	97
111	Comprensión de muelle de presión.....	97
112	Visualización de componentes desmontados.....	97
113	Instalación del esparrago de la palanca del freno de mano.....	98
114	Conexión de cable de freno de mano.....	98
115	Ajuste de conjunto de zapatas.....	98
116	Sujeción de cilindro rueda.....	99
117	Desmontaje de resorte.....	99
118	Ajuste de componentes de freno de tambor.....	100
119	Verificación de paredes de cilindro.....	101
120	Retiro de tornillo de sujeción.....	102
121	Retiro de terminal del latiguillo de freno.....	102
122	Retiro de goma de sujeción de cilindro rueda.....	102
123	Visualización de gomas de cilindro rueda.....	103
124	Retiro del pisto de cilindro rueda.....	103
125	Montaje de tuberías de freno.....	104
126	Instalación de zapata de freno.....	104
127	Purga de ruedas posteriores.....	104
128	Ajuste de zapatas de freno.....	105
129	Proceso de oprimido de pedal para el purgado.....	106
130	Llenado de líquido en el depósito.....	106
131	Colocación de llave en el tornillo de purga.....	107
132	Desajuste de tornillo de purga.....	107
133	Ajuste de tornillo después del purgado del sistema.....	107
134	Desconexión de cable negativo de batería.....	119
135	Aplicación de pedal de freno varias veces.....	119
136	Desmontaje de conexión de vacío.....	110
137	Desconexión de conector eléctrico.....	110
138	Colocación de trapo absorbente.....	110
139	Desmontaje de tuberías.....	111
140	Desalojo de tuerca que fijan al cilindro maestro.....	111
141	Retiro de cilindro maestro.....	111
142	Colocación de cilindro maestro.....	112
143	Colocación de tuercas de sujeción.....	112
144	Montaje de tuberías primario y secundario.....	112

145	Ajuste de acoples en las tuberías.....	112
146	Montaje de conector eléctrico.....	113
147	Llenado de líquido de freno.....	113
148	Retiro de cilindro de freno.....	115
149	Retiro de manguera de vacío.....	115
150	Instalación de cilindro de freno en el conjunto servofreno.....	116
151	Ejecución del programa.....	117
152	Switch de encendido accionado.....	118
153	Falla de luz posterior derecha.....	118
154	Mensaje de avería de luz posterior derecha.....	118
155	Depósito sin líquido de freno.....	119
156	Mensaje de advertencia de falta de nivel de líquido.....	119
157	Llenado de líquido en el depósito.....	119
158	Simulación de presión de frenado del circuito posterior.....	120
159	Luz testigo panel de control.....	123

LISTA DE ABREVIACIONES

DOT	Department of Transportation: Departamento de transportes
PSI	Pounds per square inch: libras por pulgada cuadrada.
SAE	Society of Automotive Engineer: Sociedad de Ingenieros Automotrices.
BAR	Unit of pressure: unidad de presión atmosférica (equivalen a 100000 pascuales)
ASTM	American Society for Testi: Sociedad Americana para Materiales de Prueba.
ON	Posición activada
OFF	Posición desactivada
RPM	Revoluciones por minuto
HP	Horse power caballo de fuerza unidad equivalente a 33,000 lib*pies/min
VDC	Voltaje de corriente continúa
VAC	Voltaje de corriente alterna

LISTA DE ANEXOS

- A** Circuito hidráulico de frenos
- B** Tablas de ángulos en L
- C** Medidas y colores en lámina y placa de acrílico
- D** Motor eléctrico
- E** Componentes electrónicos
- F** Diagrama de circuito de placa de control
- G** Diagrama circuito de placa de potencia
- H** Circuito de control de simulación de averías

RESUMEN

El presente trabajo es Implementar un Tablero Didáctico de un Sistema de Frenado Hidráulico con Accionamiento Manual, control de parada y presión de frenado electrónico, para el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH. Este diseño tiene la finalidad de unir lo teórico como lo práctico, que contribuye a desarrollar en los estudiantes habilidades y destrezas con alto nivel de conocimiento que respondan a las exigencias modernas en la actualidad.

Este modelo está estructurado para que responda en situaciones reales de operación consta de elementos en perfectas condiciones. También se incorpora un sistema digital de simulación de averías, que ayuda observar la presión de frenado en el circuito delantero y posterior.

En lo correspondiente a los ensayos se utiliza líquido hidráulico para su respectivo sangrado en el circuito delantero como posterior y observar el comportamiento que proporciona el sistema de freno al accionar el pedal. Además consta con un sistema de simulación de averías, operando en condiciones reales dentro del laboratorio, que permite a los estudiantes apoyarse en las guías de laboratorio diseñadas, al realizar prácticas de orden electrónico como mecánico, donde es muy beneficioso en su preparación técnica.

Una vez obtenido los resultados se equilibró las presiones de frenado del banco didáctico, de manera que proporcionará una mejor lectura en el manómetro al momento de ponerlo en funcionamiento.

Se recomienda tomar en cuenta las normas de seguridad y de mantenimiento de este banco didáctico, para poder salvaguardar la integridad de los estudiantes.

ABSTRACT

The present study is to create a manual Hydraulic braking control Board with electronic stopping and pressure for the School of Automotive Engineering laboratory of the ESPOCH. The design is intended to teach theoretical and empirical practices to help students develop skills and abilities with a high degree of knowledge that meet modern requirements.

The design is structured to respond in real-time operations in optimal conditions. A digital fault system simulation, which helps observe front and rear circuit braking pressure, is included in the study.

In corresponding tests, hydraulic fluid tests were used for respective front and rear circuit bleeding and the observation of brake pedal operation. In addition, a failure simulation system, operating in real laboratory conditions, which allow students to follow designed laboratory guidelines for electronic and mechanical testing.

Once the results were obtained, the braking pressures were equilibrated with the control board to provide a more accurate reading on the manometer in operation.

It is recommended to take into account the safety and maintenance norms of the control board in order to safeguard the integrity of the students.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El tablero didáctico de sistema de freno hidráulico está constituido de acuerdo a los requerimientos de espacio y forma que necesitan los diferentes componentes utilizados en su elaboración, con una disposición semejante a un vehículo real.

Teniendo en cuenta que no se llegará a un funcionamiento de 100% real, ya que se toma como base la simulación de presión de frenado en la cuatro ruedas, nivel en el depósito de líquido de freno, fallas en sistema eléctrico de las luces traseras, que se aplica desde un tablero de simulación de fallas.

La finalidad de los frenos es la de conseguir detener o aminorar la marcha del vehículo en las condiciones que determina su conductor; para ello, la energía cinética que desarrolla el vehículo tiene que ser absorbida, en su totalidad o en parte, por medio de rozamiento es decir, transformándole en calor.

Por esto se construye un tablero didáctico para que el sector estudiantil tenga un aprendizaje específico en el control del sistema de frenado y puedan realizar distintas prácticas de laboratorio, tanto de carácter mecánico como electrónico, de manera que se complemente los conocimientos teóricos con los prácticos.

1.1 Antecedentes

La principal función de un sistema de frenos es la de disminuir o anular progresivamente la velocidad del vehículo hasta detenerlo, o mantenerlo inmovilizado. Deben ser al mismo tiempo sensibles y graduables para modular la rapidez, y asegurar la paralización total del vehículo.

En el año 1918, un joven inventor, *Malcolm Lougheed*, aplicó fuerza hidráulica al sistema de frenos. Empleando cilindros y tubos para transmitir la presión de un líquido contra las zapatas de los frenos y empujar ésta a los tambores.

En 1921 apareció el primer auto de pasajeros equipado con frenos hidráulicos en las cuatro ruedas: el Duesenberg Modelo A.

Pero el sistema hidráulico no fue adoptado de inmediato por todos los fabricantes de automóviles. Diez años después de aparecer el Duesenberg Modelo A, en 1931, sólo los modelos Chrysler, Dodge, Desoto, Plymouth, Auburn, Franklin, Reo y Granham equipados con frenos hidráulicos.

De hecho, no fue hasta 1939 que la Ford finalmente los adoptó, convirtiéndose en el último fabricante de importancia en emplear frenos hidráulicos. El sistema básico de frenos que se utiliza hoy ya era cosa común en 1921, cuando también comenzó a usarse en un refinamiento que muchos consideran como algo contemporáneo: los frenos motrices.

El sistema de frenado hidráulico es una aplicación del principio de Pascal: ejerce una fuerza con el pie en un émbolo pequeño, el fluido la transmite y, según la relación entre las secciones de los émbolos. También cambia la dirección y el sentido la fuerza aplicada.

1.2 Justificación

Con la implementación del tablero didáctico de un sistema de frenado hidráulico con accionamiento manual, control de parada y presión de frenado electrónico, se pretende que los estudiantes de Ingeniería Automotriz se familiaricen con los componentes y tengan una idea clara de su funcionamiento.

El modelo didáctico es totalmente necesario para contribuir la enseñanza teórica práctico y aportar a desarrollar habilidades y destrezas con alto nivel de conocimiento que respondan a las exigencias modernas en la actualidad.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Implementar un tablero didáctico de un sistema de frenado hidráulico con accionamiento manual, control de parada y presión de frenado electrónico, para el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH.

1.3.2 *Objetivos específicos*

- Investigar los temas relacionados del proyecto.
- Construir un tablero didáctico de un sistema de frenado hidráulico con accionamiento manual, control de parada y presión de frenado electrónico, para que los estudiantes tengan una formación íntegra en sus conocimientos teóricos – prácticos con sistemas reales.
- Diseñar y construir un tablero en el cual se montará los diversos elementos de un sistema de freno hidráulico.
- Elaborar guías de prácticas y/o pruebas, que se podrán realizar en el equipo, así como señalar las normas de seguridad para el uso del mismo.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Historia de frenos

Los primeros automóviles creados a finales del siglo XIX, tuvieron sin duda muchas incertidumbres con respecto a la adopción de uno de los frenos verdaderamente eficaces. Ciertamente que las velocidades obtenidas en aquellos tiempos (dejando aparte los vehículos preparados para la competición, los cuales requieren la colaboración de dos personas para conducirlos) no eran muy elevadas, ni las transmisiones permitían que se pudiera alcanzar velocidades importantes si tenían que ser aptas, además, para ascender las súbitas empinadas rampas que los caminos de la época ofrecían.

El freno aplicado se había heredado directamente de los coches de caballos. Estos frenos consistían en una zapata que se aplicaba directamente sobre la banda de rodadura de las ruedas traseras y que se presionaba por medio de una simple palanca.

La aplicación de los frenos de zapata a los automóviles comportaba muchos problemas que no eran propios de los carruajes. Por ejemplo, las ruedas de los coches debían ser más pequeñas que las de los carros, de modo que el esfuerzo de presión sobre la rueda era mucho menor, al tener muy reducido el brazo de palanca de aplicación con respecto al centro de la rueda. Por si ello fuera poco, los automóviles solían correr algo más que los carruajes y no disponían de dóciles caballos a los que sus mayores pudieran indicarles, con la voz y con las riendas y sus bridas, que dejaron de galopar o que, incluso, llegaron a detenerse del todo.

Cuando aparecieron los primeros neumáticos creados por los hermanos Michelin y el Británico Dunlop, la ubicación de la zapata fue mucho más comprometida y hubo de instalarse por los laterales de la goma. Todo ello hacía que los frenos fueran de muy dudosa utilidad.

De hecho fue el gran Louis Renault quien decidió equipar los automóviles de su fabricación con frenos de tambor de expansión. Pero puede decirse que hasta el año

1920 no se resolvió de una manera “moderna” la aplicación de los frenos, hasta que se montaron en cada una de las ruedas del automóvil y su accionamiento se hizo por medio del pedal.

Frederick Lanchester era un ingeniero escocés que tuvo su propia fábrica de automóviles y a estos les aplicó, ya 1906, los frenos de disco.

Los primeros frenos de disco de Lanchester disponía ya de dos pastillas de fricción, aunque en general, tanto el disco como las pastillas tenían reducidas dimensiones.

A pesar de todo el freno de disco no alcanzó una popularidad de aplicación a los automóviles de serie hasta 1962, a partir de cuya fecha muchas marcas se interesaron por la aplicación de este sistema de frenos a sus automóviles e incluso utilizaron con profusión el tema de su aplicación y montaje como aliciente publicitario para activar y mejorar las ventas.

Los hitos fundamentales que hicieron de los frenos un sistema efectivo fueron sin duda, la aplicación de los forros de asbesto y la creación de un sistema de accionamiento hidráulico.

2.2 Definición de frenos

Conjunto de órganos que intervienen en el frenado y que tienen por función disminuir o anular progresivamente la velocidad de un vehículo, estabilizar esta velocidad o mantener el vehículo inmóvil si se encuentra detenido.

Todo dispositivo de frenado funciona por la aplicación de un esfuerzo ejercido a expensas de una fuente de energía. El dispositivo de frenado se compone de un mando, de una transmisión y del freno propiamente dicho.

Mando. Mecanismo cuyo funcionamiento provoca la puesta en acción del dispositivo de frenado; suministra a la transmisión la energía necesaria para frenar o controlar esta energía.

El mando puede ser accionado:

- Por el conductor; mediante el pedal o a mano.
- Sin intervención directa del conductor.
- Por inercia: acoplamiento entre remolque y el vehículo tractor.
- Por gravedad: abatiendo la lanza de un remolque.
- Por tracción: tensión de un cable entre un remolque y el vehículo tractor.

Transmisión. Unión de los elementos comprendidos entre el mando y el freno, acoplándolos de una manera funcional. La transmisión puede ser mecánica, hidráulica, eléctrica o combinada.

Freno. Órgano en el cual se desarrollan las fuerzas que se oponen al movimiento del vehículo.

2.3 Misión del sistema de frenos

La misión del sistema de frenado es la de crear una fuerza regulada para reducir la velocidad o para detener un vehículo en movimiento, así como para tenerlo estacionado.

Las características que debe tener un sistema de frenos:

- Eficacia.- detener el vehículo en un tiempo mínimo y sobre una distancia mínima.
- Estabilidad.- conservando la trayectoria del vehículo.
- Progresividad.- con un frenado proporcional al esfuerzo del conductor.
- Confort.- con un esfuerzo mínimo para el conductor.
- Mecánico.- interviene el conductor al pisar el freno y que hace al sistema funcionar.
- Físico.- se trata de la adherencia del vehículo al terreno y puede variar por:
 - Peso del vehículo
 - Características y estado de los neumáticos.

- Naturaleza y estado del terreno por el que circula.

2.4 Adherencia.

Es esta la fuerza A , que se opone al desplazamiento de un cuerpo con relación a la superficie sobre la cual descansa. La adherencia es función del peso del cuerpo (P) y del coeficiente de rozamiento (f).

ADHERENCIA = Peso del cuerpo X Coeficiente de rozamiento

La adherencia varía con:

- El peso del vehículo.
- Las características y el estado del neumático.
- La naturaleza y el estado de la carretera.

Tabla 1. Coeficiente de rozamiento

COEFICIENTE	SUELO
0,9	Asfalto seco y gravilla empotrada.
0,8	Asfalto rugoso seco.
0,6	Asfalto seco y adoquinado seco.
0,5	Asfalto rugoso húmedo.
0,4	Asfalto húmedo.
0,3	Adoquinado húmedo.
0,1	Hielo.

Fuente: <http://www.cdr.es/uploads/MFG/Los%20Frenos.pdf>

Si las ruedas se bloquean, el coeficiente de rozamiento varía alrededor del 60%.

2.5 Energía

Para hacer funcionar el motor de un automóvil se necesita energía. La energía puede definirse como la habilidad de realizar un trabajo.

Un automóvil se mantiene en movimiento por dos fuerzas, una es la que inicia el movimiento del vehículo y la otra es el peso y la velocidad. La combinación de estas dos fuerzas se llama energía cinética o sea la energía del movimiento.

Cuanto más pesado sea un vehículo y mayor sea la velocidad será mayor su energía cinética y por consiguiente más difícil de detener: de hecho un automóvil en movimiento nunca se detendría a menos que se le aplicará otra fuerza para hacerlo.

La ley de conservación de la energía establece que la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma. La energía cinética y la calorífica son dos tipos de energía, la primera es aquella energía que tienen los cuerpos al estar en movimiento y la segunda es la energía que absorben o liberan los cuerpos en forma de calor.

2.6 Fricción

Es la resistencia al movimiento que existe entre dos objetos en contacto. Existe muchos tipos de fricción, pero el tipo de deslizamiento seco ofrece la mayor resistencia al movimiento.

Cuando un vehículo se encuentra en movimiento tiene una cierta energía cinética y si se quiere detenerlo tiene que transformar esa energía en otro tipo de energía que no involucre el movimiento del vehículo, tal como la energía calórica

La fricción es la fuerza que se opone al movimiento entre dos objetos que se encuentran en contacto.

La fricción es directamente proporcional al peso, esto significa que conforme el cuerpo aumenta en peso también aumenta la fricción al ponerse en contacto con otro cuerpo.

La fricción depende del material de fricción, temperatura y acabado de la superficie del tambor o rotor.

Composición de los materiales de fricción. Los componentes principales de un forro se pueden enumerar de la siguiente manera:

- Los aglomerados, que aseguran la cohesión de todos los demás componentes.
- Las fibras de refuerzo, hasta hace algunos años amianto y actualmente fibras sintéticas y aramidas.
- Las cargas, generalmente de tipo metálico, para proporcionar resistencia al desgaste y buen coeficiente de rozamiento

Características de los materiales de fricción. En cualquier sistema de freno los materiales de fricción pueden clasificarse como:

- Material de forro.
- Contra material, es decir el disco o el tambor.

La parte móvil del sistema de frenos, el contra material, está sometida a dos tipos de esfuerzos: térmico y mecánico.

El primero es muy diferente tratándose de discos o tambores. En los discos de refrigeración está más asegurado y en los tambores el radiante de temperatura es particularmente elevado. El esfuerzo mecánico también es diferente, y las contracciones son mucho más desfavorables en los discos que en los tambores, ya que en estos últimos poseen una superficie mayor y los esfuerzos tangenciales se reparten de otra manera.

Material de forro. El material de forro es un compuesto complejo con un coeficiente de rozamiento adaptado, generalmente entre 0.35 y 0.45 para una aplicación dada, es preciso hacer rotar que un coeficiente bajo es particularmente desaconsejable para evitar un rendimiento eficiente pero de la misma manera, un coeficiente muy alto puede acarrear problemas peores, como pueden ser bloqueo de las ruedas, ruidos excesivos y temblores a frenar.

El coeficiente de rozamiento no es una magnitud física invariable, si no que puede cambiar en función de las condiciones de uso (presión, temperatura, velocidad).

La fabricación de los forros tienen que tener muy en cuenta los diversos parámetros para determinar la amplitud de la variación que se producirá en el funcionamiento

El fading. Los calentamientos muy rápidos por frenados consecutivos y particularmente violentos producen un efecto de acumulación térmica en el freno que puede provocar una pérdida de eficacia de los forros denominada fading (término anglosajón que se puede traducir como desfallecimiento) y caracterizado por un descenso brusco del coeficiente de rozamiento. En estos momentos el freno se vuelve inoperante el conductor y el vehículo lo acusa en seguida.

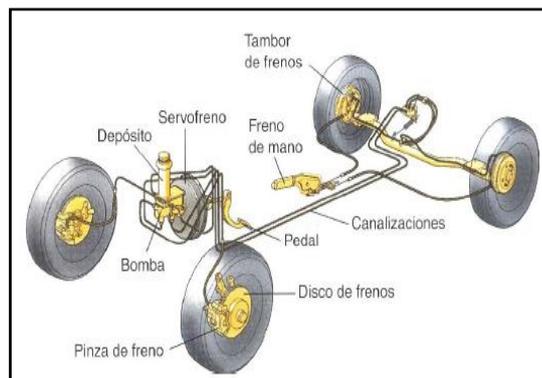
La resistencia a fading es uno de los factores más importantes en los ensayos y pruebas que se realizan antes de dar por bueno un forro determinado.

Por lo general, el fading desaparece cuando se enfrían los forros, es lo que se denomina recuperación. En algunos casos y sobre determinados materiales puede darse el caso de una sobre recuperación, es decir, al enfriarse el forro se produce un aumento brutal del coeficiente de rozamiento y automáticamente aparecen ruidos, vibraciones y brusquedades a frenar.

2.7 Constitución del sistema de frenos

El circuito de frenos más sencillo está constituido por las siguientes componentes:

Figura 1. Constitución del sistema de freno. [1]



- Pedal de freno
- Cilindro de freno
- Depósito de líquido de freno
- Zapatas de freno.
- Tambores o discos

- Canalizaciones
- Freno de mano
- Servofreno

2.8 Servofreno

El servofreno intensifica la fuerza del pie al accionar el freno y disminuye así la energía que debe que aplicar. Combinado con el cilindro principal, es parte integrante de la mayoría de sistemas de freno de turismos.

La exigencia técnica fundamental impuesta a los servofrenos es la que reduzcan la fuerza necesaria aplicada por el pie sin menoscabar la graduación precisa de la fuerza de frenado. Las dos versiones de servofreno usuales, son la de depresión y la hidráulica, utilizan las fuentes de energía ya existentes en el vehículo: la depresión en el colector de admisión o respectivamente la presión hidráulica generada por una bomba.

Figura 2. Servofreno. [2]



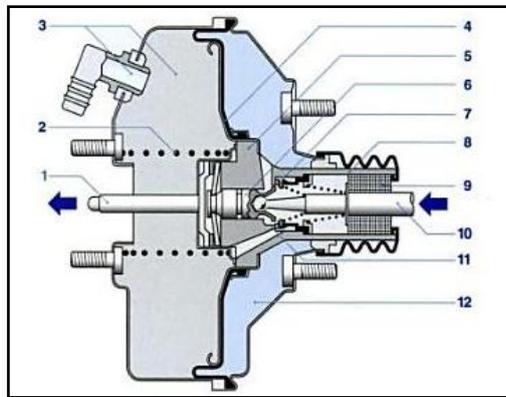
Los sistemas de freno en los turismos están equipados en su mayoría con servofrenos de depresión

2.8.1 *Servofreno de depresión de dos cámaras.* Los servofrenos de depresión utilizan en los motores de gasolina la depresión generada en el colector de admisión durante la carrera de aspiración, y en los motores diesel la depresión generada por una bomba de vacío, para intensificar la fuerza del pie del conductor.

Al accionar el freno la fuerza de intensificación aumenta proporcionalmente a la fuerza del pie hasta el punto de intensificación total, que se encuentra cerca de la presión de bloqueo de las ruedas delanteras.

La cámara de depresión (3) con empalme de depresión está separada de la cámara de trabajo (12) por una membrana. El vástago (10) transmite al émbolo 8 de trabajo (5) la fuerza aplicada reguladamente por el pie, mientras que la fuerza de frenado intensifica actúa a través del vástago de presión (1) sobre el cilindro principal.

Figura 3. Servofreno de dos cámaras. [3]



Al no estar accionado el freno, la cámara de depresión (3) y la cámara de trabajo (12) comunican una con otra a través de canales existentes en el cuerpo de válvula (8). En ambas cámaras reina vacío establecido a través del empalme de depresión (3).

En cuanto comienza un proceso de frenado, el vástago del émbolo (10) se mueve hacia la cámara de depresión (3) y empuja la guarnición de la válvula doble (7) contra el asiento de la válvula (11). Con ello, la cámara de depresión y la de trabajo quedan separadas una de otra. Como sea que al seguir avanzando el vástago el émbolo sensitivo (6) se separa de la guarnición de la válvula doble, penetra aire de la atmósfera en la cámara de trabajo. Ahora reina en la cámara de trabajo una presión mayor que la existente en la cámara de depresión. La presión atmosférica actúa a través de la membrana (4) sobre el disco de esta, al que ella está aplicada. El disco de la membrana arrastra el cuerpo de la válvula (8) en dirección hacia la cámara de depresión, intensificando así la fuerza del pie. La fuerza del pie y la fuerza de intensificación empujan ahora el disco de membrana (4) venciendo la fuerza del muelle

la compresión (2). El vástago de presión (1) se mueve a causa de ello y transmite la fuerza de salida al cilindro principal.

Tras la conclusión del proceso de frenado, la cámara de depresión y la de trabajo comunican de nuevo una con otra y se encuentran bajo depresión.

2.9 Frenos de tambor

Figura 4. Freno de tambor.



El mando de frenos tendrá por misión separar las zapatas y poner en contacto las guarniciones con el tambor. La recuperación es efectuada por un muelle.

En movimiento el tambor tiene tendencia a arrastrar a las zapatas. Por esto la zapata primaria va a sostenerse sobre la articulación de modo que aumentará el rozamiento y por tanto la frenada. Este es el fenómeno de arrastre.

Por el contrario, la zapata secundaria tendrá tendencia a ejercer menos presión sobre el tambor: esto es por lo que generalmente la guarnición secundaria es más corta.

Tambor. El tambor es la pieza que constituye la parte giratoria del freno y que recibe la casi totalidad del calor desarrollado en el frenado.

Se fabrica en fundición gris perlítica con grafito esferoidal, material que se ha impuesto por su elevada resistencia al desgaste y menor costo de fabricación y que absorbe bien el calor producido por el rozamiento en el frenado.

Cabe destacar también, para ciertas aplicaciones, las fundiciones aleadas, de gran dureza y capaces de soportar cargas térmicas muy elevadas

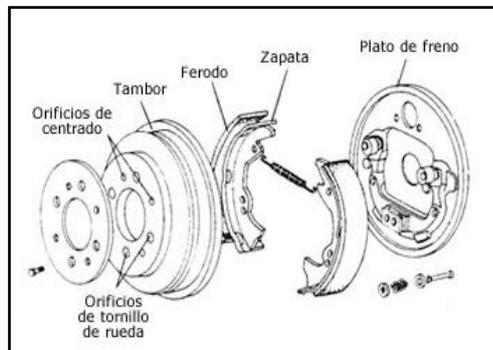
Figura 5. Tambor.



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-2.htm>

El tambor va torneado interior y exteriormente para obtener un equilibrado dinámico del mismo, con un mecanizado fino en su zona interior o de fricción para facilitar el acoplamiento con los ferodos sin que se produzcan agarrotamientos.

Figura 6. Despiece freno de tambor.



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-2.htm>

En la zona central lleva practicados unos taladros donde se acoplan los espárragos de sujeción a la rueda y otros orificios que sirven de guía para el centrado de la rueda al buje.

Zapatas de freno. Están formadas por dos placas de acero en forma de media luna sobre las que van fijados los forros (ferodo), encargados de detener el vehículo. Los forros se fijan a las zapatas mediante remaches o adhesivos.

Estas zapatas se unen, por un extremo, al cilindro y, por el otro, a un soporte fijo o regulable; a su vez, se mantienen unidas al plato, por medio de un sistema elástico de pasador y muelle.

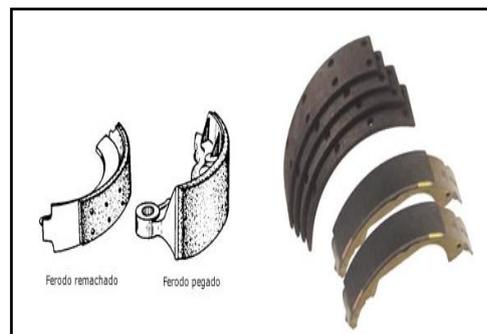
Se coloca un muelle entre las dos zapatas, facilitando el retroceso de las mismas cuando cesa la fuerza ejercida por el cilindro.

Las zapatas se caracterizan por:

- El auto reforzamiento de las zapatas de freno primarias.
- La disminución de la fuerza de accionamiento con respecto al freno de disco.
- Las capacidades de ser sensibles a las oscilaciones del coeficiente de rozamiento y temperatura.
- Una mala auto limpieza y escasa protección contra la suciedad.

Forma y características de las zapatas. Las zapatas de freno están formadas por dos chapas de acero soldadas en forma de media luna y recubiertas en su zona exterior por los ferodos o forros de freno, que son los encargados de efectuar el frenado por fricción con el tambor.

Figura 7. Zapatas de freno de tambor.

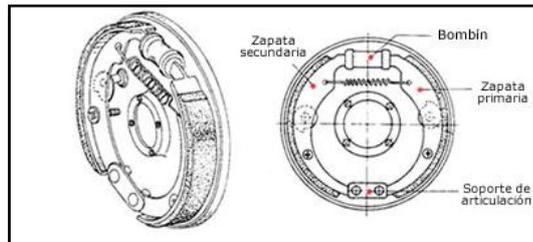


Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-2.htm>

Los forros de freno se unen a la zapata metálica por medio de remaches embutidos en el material hasta los 3/4 de espesor del forro para que no rocen con el tambor, o bien pegados con colas de contacto. El encolado favorece la amortiguación de vibraciones y, como consecuencia, disminuyen los ruidos que éstas ocasionan durante el frenado.

2.9.1 El sistema simplex. En este tipo de freno las zapatas van montadas en el plato, fijas por un lado al soporte de articulación y accionadas por medio de un solo cilindro de doble pistón. Este tipo de frenos de tambor es de los más utilizados sobre todo en las ruedas traseras.

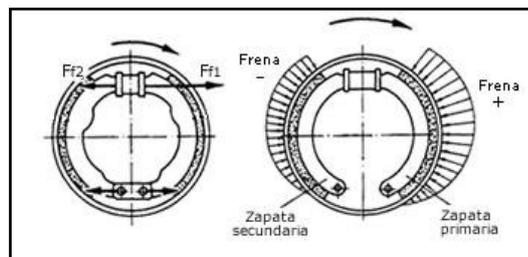
Figura 8. Freno de tambor simplex.



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-2.htm>

Con esta disposición, durante el frenado, una de las zapatas llamada primaria se apoya sobre el tambor en contra del giro del mismo y efectúa una fuerte presión sobre la superficie del tambor. La otra zapata, llamada zapata secundaria, que apoya a favor del giro de la rueda, tiende a ser rechazada por efecto del giro del tambor, lo que hace que la presión de frenado en esta zapata sea inferior a la primaria.

Figura 9. Sentido de giro derecho.



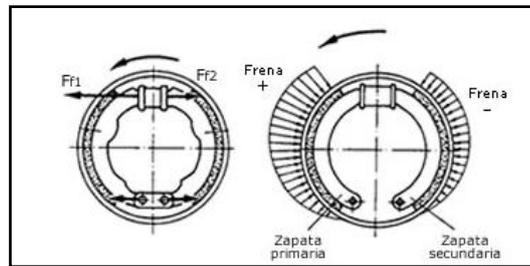
Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-2.htm>

Invirtiendo el sentido de giro, se produce el fenómeno contrario: la zapata primaria se convierte en secundaria y la secundaria en primaria.

Este tipo de freno de tambor se caracteriza por no ser el más eficaz a la hora de frenar, debido a que las zapatas no apoyan en toda su superficie sobre el tambor, pero destaca por su estabilidad en el coeficiente de rozamiento, es decir, la temperatura

que alcanza los frenos en su funcionamiento le afectan menos que a otros frenos de tambor.

Figura 10. Sentido de giro izquierdo.



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-2.htm>

2.10 Frenos de disco

Un freno de disco es un dispositivo cuya función es detener o reducir la velocidad de rotación de una rueda. Hecho normalmente de acero, está unido a la rueda o al eje. Para detener la rueda dispone de unas pastillas que son presionadas mecánica o hidráulicamente contra los laterales de los discos. La fricción entre el disco y las pastillas hace que la rueda se frene.

Los disco de freno pueden disipar el calor con mayor rapidez que el tambor; esto se debe a que las superficies del disco están más expuestas a la atmósfera. La forma del disco permite usar salpicaderos o placas, para dirigir el flujo de aire sobre las superficies del disco.

El flujo del aire dirigido constantemente enfría el rotor mientras el automóvil esta en movimiento.

Ventajas de los frenos de disco:

- Mayor resistencia al desvanecimiento debido a que el rotor y las pastillas son instaladas en una posición en la que el aire enfría rápidamente las partes, más del 80% del rotor se encuentra expuesto al aire.
- Paradas parejas y rectas: la fricción de los frenos es directamente proporcional a la presión aplicada.
- Pueden frenar estando mojados.

Desventajas de los frenos de disco:

- Los frenos de disco no tienen la característica de reforzar la energía aplicada a ellos, por consiguiente requieren mayor presión entre las pastillas y el rotor, que la requerida por los frenos de tambor.
- Las partes de los frenos de disco están más propensos a ensuciarse, corroerse o golpearse debido a su mayor exposición.

Otra de las ventajas de los discos de frenos es que se limpian por sí mismo. Agua, polvo y las partículas de balatas desgastadas no pueden quedar atrapados en un rotor como quedan atrapadas en un tambor. El giro de un disco saca el agua y el polvo y las superficies de fricción se secan con los bordes de las zapatas. Esta acción de auto limpieza hace que el freno prácticamente no se vea afectado por las condiciones de las carreteras y del clima.

Disco de freno. Existen diferentes tipos de discos de freno. Algunos son de acero macizo mientras que otros están rayados en la superficie o tienen agujeros que los atraviesan.

Estos últimos, denominados discos ventilados, ayudan a disipar el calor. Además, los agujeros ayudan a evacuar el agua de la superficie de frenado. Las ranuras sirven para eliminar con más facilidad el residuo de las pastillas.

Figura 11. Disco de freno. [4]



Caliper. Los calipers de freno es el elemento encargado de soportar las pastillas además de empujarlas contra el disco cuando se presuriza el sistema. Los calipers son un elemento crítico del sistema de freno y está sometida a esfuerzos durante el frenado tales como vibraciones, excesiva temperatura y otros elementos agresivos.

Existen dos tipos de Caliper

- Caliper fijos
- Caliper flotantes

Caliper fijo. En el freno de disco de caliper fija, cada pistón se encuentra en cada mitad del caliper. Durante el proceso de frenado, actúa una presión hidráulica sobre los dos pistones. Cada pistón aprieta la pastilla resultando en el proceso de frenado.

Figura 12. Caliper fijo.



Fuente: <http://proyectotuningrecursos.blogspot.com>

Los frenos de caliper fija o contra el disco de freno son muy sólidos, por lo que se emplea en vehículos rápidos y pesados.

Caliper flotante. El freno de disco de calipers flotante sólo utiliza el pistón de un lado de la pinza, que cuando se acciona aprieta la pastilla de freno correspondiente contra el disco de freno.

Figura 13. Caliper flotante.



Fuente: <http://proyectotuningrecursos.blogspot.com>

En lugar de dos pistones opuestos, el caliper de freno se aloja de forma flotante. La fuerza con la que el pistón aprieta la pastilla contra el disco genera una fuerza opuesta. Esa fuerza opuesta desplaza el caliper de freno opuesta contra el disco.

Pastillas de freno. Las pastillas de freno son aquellas piezas que nos permiten frenar o parar el vehículo. Esto se realiza a través del ejercicio de presión en ambos lados del rotor de freno, el que gira junto con las ruedas.

Como se puede intuir fácilmente de lo anterior, las pastillas de freno se encuentran fabricadas y diseñadas para producir una fuerte fricción con el disco, de manera que se logre el frenado del rotor.

Las pastillas deben ser revisadas y cambiadas a menudo, una mínima falla en ellas podría ser causante de un grave accidente de tránsito.

Figura 14. Pastillas de freno. [5]



Por lo tanto, al trabajar con vehículos antiguos tener en cuenta no inhalar polvo que pueda estar depositado en las inmediaciones de los elementos de frenada. Actualmente las pastillas están libres al 100% de este material, catalogado como carcinógeno.

Material de pastillas de freno

- Material de fricción de asbesto:
- Material de fricción semimetálico: está compuesto por resina fenólica como aglutinador, grafito o carbón, fibra de acero, polvo de cerámica, polvos de acero, cobre o latón y hule. Al utilizar este material, se requiere que el rotor posea un acabado muy liso porque el metal no se amolda a la superficie del rotor como ocurre en el asbesto.

- Material sintético sin asbesto u orgánico sin asbesto: para su fabricación se utiliza como material base fibras de aramida o kevlar. Son más silenciosas y no causan tanto desgaste de los rotores de freno como las semimetálicas.
- Material de fibra de carbono: está fabricado con fibras de carbono y reforzado con incrustaciones de carbono. Presenta un coeficiente de fricción constante en frío o en caliente, presenta bajas tasas de desgaste y muy baja generación de ruido.

2.11 Frenos de estacionamiento

Figura 15. Frenos de estacionamiento. [6]



El sistema de freno de estacionamiento es totalmente mecánico. El conductor aplica los frenos de estacionamiento ya sea mediante una palanca o presionando un pedal. Por lo general, los frenos de estacionamiento, funcionan solamente en las ruedas traseras; no obstante usan cables accionados por palancas para llevar la fuerza aplicada por el conductor a las ruedas y no a un sistema hidráulico.

Aun cuando el sistema de freno de estacionamiento no depende de la parte hidráulica del sistema de frenos de servicio, sí depende de la parte mecánica de dicho sistema.

Mando o palanca. Los frenos de estacionamiento se pueden aplicar con una palanca manual o con un pedal que se acciona con el pie. Algunos frenos de estacionamiento accionados con el pie utilizan un mecanismo de trinquete que requiere que el conductor oprima el pedal varias veces para aplicarlo.

El mecanismo de palanca o de pedal de pie, se proyecta para aplicar la fuerza requerida sobre el freno de estacionamiento usando el esfuerzo normal del conductor.

Todos los frenos de estacionamiento se traban dentro de una ranura o muesca que mantiene el freno de estacionamiento aplicado hasta que se libera.

Lámpara de advertencia del freno de estacionamiento. Siempre que se emplea el freno de estacionamiento, se enciende una lámpara roja de advertencia de freno en el tablero de instrumentos.

Figura 16. Lámpara de advertencia. [7]



En casi todos los vehículos, esta es la misma lámpara que se enciende cuando hay un problema hidráulico o de nivel de fluido de frenos. La lámpara de advertencia para el freno de estacionamiento advierte al conductor que el freno de estacionamiento está aplicado o parcialmente aplicado.

Cables de freno de estacionamiento. El cable de freno de estacionamiento entra en la placa de apoyo desde el frente del vehículo. Puesto que la zapata primaria está ligada a la zapata secundaria en los frenos de servo doble, cualquier movimiento del vehículo hacia adelante tiende a acuar la zapata primaria dentro del tambor de freno, y a forzar a la balata secundaria también contra el tambor.

Figura 17. Cables de freno. [8]



Frenos de estacionamiento en sistemas de frenos de tambor. El sistema de frenos de estacionamiento que utiliza la mayoría de los fabricantes de automóviles, es un sistema mecánico que expande las zapatas traseras dentro de sus tambores. Cuando

el conductor del automóvil aplica los frenos de estacionamiento, la fuerza con que mueve la palanca del freno, se transmite a las zapatas traseras por medio de cables.

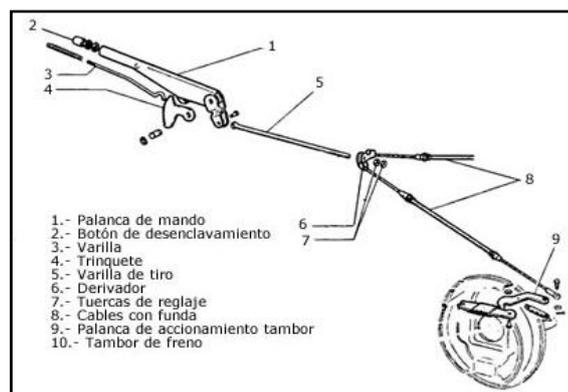
Las palancas del sistema multiplican el esfuerzo físico del conductor, haciendo que sea suficiente para que las zapatas de los frenos traseros entren en estrecho contacto con los tambores.

En comparación con los sistemas de frenos de pedal, los frenos de estacionamiento son relativamente ineficaces.

La fuerza con que se aplican, depende de la fuerza física del conductor. Se debe siempre tener en cuenta este hecho al diagnosticar problemas relacionados con frenos de estacionamiento que no se mantienen en posición.

Antes de aplicar los frenos de estacionamiento, se deben aplicar los de pedal. Mediante esta operación, las zapatas se ponen en contacto con el tambor con ayuda del sistema hidráulico, que es más seguro. Luego, el sistema mecánico de menor eficacia, simplemente las mantiene en posición.

Figura 18. Frenos de estacionamiento sistema tambor. [9]



2.12 Depósito de líquido

Está situado encima de la bomba y unido a ésta mediante dos orificios de alimentación de líquido. Dispone de un medidor de nivel, una de nivel máximo y otra para el nivel mínimo. Actualmente se fabrican de plástico.

Figura 19. Depósito de líquido de freno. [10]



El acoplamiento a la bomba se realiza por medio de dos gomas o retenes para hermetizar el depósito.

Puede llevar un dispositivo de nivel, por medio de un contacto y una bolla, cuando el líquido de frenos se sitúa en un nivel mínimo, en el cuadro de instrumentos muestra de la falta de líquido.

2.13 El líquido de freno

El líquido de freno es el elemento que al ser presurizado por la bomba empuja los cilindros de las pinzas contra las pastillas, produciéndose así la acción de frenado.

Figura 20. Líquido de frenos. [11]



Las características fundamentales del líquido de freno son las siguientes:

- Es incompresible (como todos los fluidos).
- Su punto de ebullición mínimo debe ser superior a los 230°C. Así conseguirá permanecer en estado líquido, sin entrar en ebullición, cuando las solicitudes de frenada sean muy exigentes.

- Tener baja viscosidad para desplazarse rápidamente por el circuito.
- Ser lubricante para que los elementos móviles del sistema de freno con los que se encuentra en contacto no se agarroten.
- Debe ser estable químicamente, para no corroer los elementos del sistema de freno con los que se encuentran en contacto.

En la actualidad, la mayoría de los líquidos de freno cumplen con todos los requisitos que le son demandados, pero como contrapartida y debido a la composición de elementos que tiene, posee una propiedad que obliga a que su sustitución sea necesaria cada 2 años o 70000 km. Esta propiedad es la propiedad higroscópica, es decir, tiene una gran capacidad de absorber agua.

Según la clasificación del Departamento de transporte de los Estados Unidos (DOT, por sus siglas en inglés), existen tres tipos de líquidos: DOT 3, DOT 4 y DOT5.

La principal diferencia entre estos tres líquidos radica en la temperatura a la cual ebullicen cuando el líquido patrón SAE (Asociación de Ingenieros del Automóvil) ha alcanzado un 3.7% de absorción de agua = punto de ebullición húmedo. Cada uno posee un punto de ebullición distinto, el del DOT 3 es de 140°C, el del DOT 4 es de 155°C y el del DOT 5 es de 180°C.

Figura 21. Clasificación de los líquidos de freno. [12]

	DOT 3	DOT 4	DOT 5
Punto de ebullición seco			
° F	401	446	500
° C	205	230	260
Punto de ebullición húmedo			
° F	284	311	356
° C	140	155	180

Los líquidos de freno DOT 3 y DOT 4 son fabricados en base a mezclas etílicas y son los líquidos recomendados para la mayor parte de vehículos que utilizan sistemas de frenos hidráulicos.

Por su parte el líquido de frenos con especificación DOT 5 es un fluido sintético, generalmente de color púrpura, fabricado en base a silicona que tiene un punto de ebullición más alto, y su uso se ha hecho común en vehículos de carreras.

Sin embargo, la problemática de que puede producir espuma fácilmente, (debido a su imposibilidad de absorción de humedad), puede provocar daños en el desempeño del sistema de frenos.

Por otro lado, el líquido DOT 5 no es compatible con líquidos de especificación DOT 3 y DOT 4 lo que genera un grave problema en los casos en que se quiera sustituir uno de estos líquidos por el DOT 5 en un sistema.

Teoría de fluidos. El primer paso para saber cómo funciona un sistema hidráulico es aprender estas tres reglas básicas de hidráulica:

Un fluido no se puede comprimir. El fluido en un sistema hidráulico actúa como un sólido y, por tanto, se puede utilizar para transmitir presión.

Un fluido toma la forma del recipiente que lo contiene. Si en un sistema hidráulico no hay nada más, el fluido que hay tiende a llenarlo completamente. Entonces, la presión aplicada al fluido se transmite a todas las partes del sistema.

La presión aplicada a un fluido se transmite en igual forma en todas las direcciones.

Cuando se aplica presión al fluido en una parte del sistema hidráulico, transmite una presión igual a todas las demás partes.

En un sistema hidráulico siempre hay que considerar estas tres reglas básicas. Al trabajar con ellas, usará dos palabras que le son familiares, pero que se deben usar de acuerdo con una definición estricta.

Estas palabras son fuerza y presión. Fuerza es un empuje, o efecto de empuje, se miden libras o kilos.

El conductor de un automóvil aplica fuerza al sistema hidráulico empujando la palanca del freno; esta fuerza, multiplicada por la acción de la palanca del pedal del freno, se aplica al pistón del cilindro maestro.

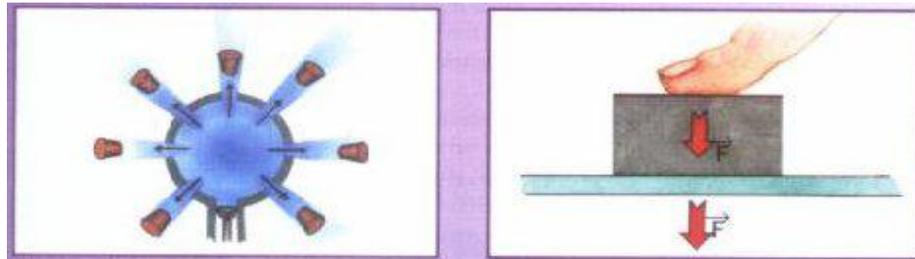
Presión es una cantidad o medida de fuerza aplicada a un área definida. Se mide en lb/pulg² (o kg/cm²) y, por lo general, se escribe PSI.

La presión en un sistema hidráulico de frenos de pedal empuja hacia afuera a los pistones del cilindro de la rueda con lo cual las zapatas hacen contacto con el tambor.

A la fuerza que se aplica a un sistema hidráulico se le llama fuerza de entrada y esta se emplea a un pistón de entrada que crea una presión dentro del sistema. Esta presión se transmite a diversas partes del sistema, donde se puede utilizar para mover otro pistón o grupo de pistones.

El principio de pascal y sus aplicaciones. La presión aplicada en un punto de un líquido contenido en un recipiente se transmite con el mismo valor a cada una de las partes del mismo.

Figura 22. Principio de pascal. [13]



Este enunciado, obtenido a partir de observaciones y experimentos por el físico y matemático francés Blas Pascal (1623-1662), se conoce como principio de Pascal.

El principio de Pascal puede ser interpretado como una consecuencia de la ecuación fundamental de la hidrostática y del carácter incompresible de los líquidos.

En esta clase de fluidos la densidad es constante, de modo que de acuerdo con la ecuación $p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$ en donde:

P = presión (kg/cm^2)

P_0 = presión inicial (kg/cm^2)

G = gravedad (m/seg^2)

H = altura (m)

La prensa hidráulica constituye la aplicación fundamental del principio de Pascal y también un dispositivo que permite entender mejor su significado. Consiste, en esencia, en dos cilindros de diferente sección comunicados entre sí, y cuyo interior está completamente lleno de un líquido que puede ser agua o aceite.

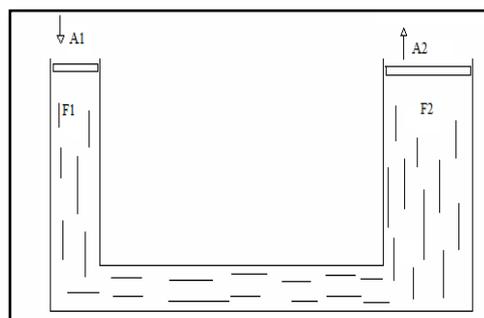
Dos émbolos de secciones diferentes se ajustan, respectivamente, en cada uno de los dos cilindros, de modo que estén en contacto con el líquido.

Cuando sobre el émbolo de menor sección S_1 se ejerce una fuerza F_1 la presión p_1 que se origina en el líquido en contacto con él se transmite íntegramente y de forma instantánea a todo el resto del líquido; por tanto, será igual a la presión p_2 que ejerce el líquido sobre el émbolo de mayor sección A_2 , es decir:

$$p_1 = p_2 \quad (1)$$

Si la sección A_2 es veinte veces mayor que la A_1 , la fuerza F_1 aplicada sobre el émbolo pequeño se ve multiplicada por veinte en el émbolo grande. La prensa hidráulica es una máquina simple semejante a la palanca de Arquímedes, que permite amplificar la intensidad de las fuerzas y constituye el fundamento de elevadores, prensas, frenos y muchos otros dispositivos hidráulicos de maquinaria industrial.

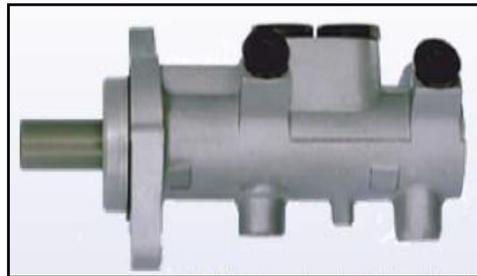
Figura 23. Prensa hidráulica.



2.14 Cilindros de frenos

El cilindro principal de freno (cilindro maestro) genera la presión hidráulica en el circuito de freno y controla el proceso de frenado. Recibe la presión de pedal de freno a través del auxilio del amplificador de fuerza de frenado y presiona el líquido de freno hasta los cilindros de las ruedas.

Figura 24. Cilindros de frenos. [14]

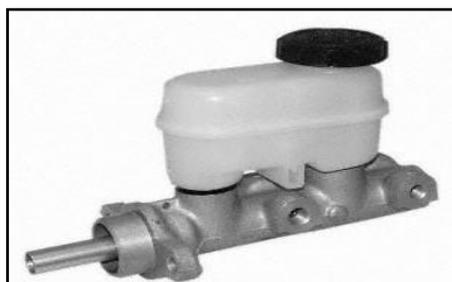


Cilindro de doble efecto. Este tipo consta de un cilindro con dos émbolos de accionamiento gemelos. Al accionar el pedal de freno la presión hidráulica entra por el orificio del latiguillo de freno y hace desplazar a los émbolos hacia el exterior del cilindro.

Estos, a su vez, desplazan a las zapatas de freno hasta que se apoyan contra el tambor y las mantienen bajo presión hasta que remite la presión en el interior del Cilindro.

Una vez la presión a remitido el muelle de recuperación se encarga de hacer retornar a los émbolos a su posición inicial. En este tipo de cilindros el muelle de freno va sujeto y centrado sobre la junta tórica de los émbolos.

Figura 25. Cilindro de doble efecto. [15]



Se suelen montar en los frenos del tipo simplex, o lo que es lo mismo, en el tipo más extendido entre los automóviles.

Estos funcionan de igual forma que los de doble efecto. La única diferencia es que los émbolos no son gemelos, y uno es más grande que el otro.

El émbolo mayor empuja a la zapata secundaria, para imprimirle un esfuerzo mayor y conseguir una frenada similar a la de la zapata primaria, que por construcción ya obtiene un esfuerzo de frenada mayor, y el émbolo menor empuja a la zapata primaria.

Cilindro de rueda. Los cilindros de freno son los encargados de transformar la presión hidráulica, generada en la bomba, en un movimiento longitudinal para desplazar la zapatas hacia el tambor.

El cilindro es el elemento que hace la función de carcasa del conjunto, en el van alojados todos los elementos y es por donde va sujeto al plato de freno, ya que tiene los orificios de sujeción mecanizados en su superficie.

El émbolo es el elemento encargado de transmitir el movimiento longitudinal a las zapatas para que se desplacen hacia el tambor. Este elemento además tiene un junta tórica para evitar que el líquido salga al exterior.

El muelle de retorno es el elemento que se encarga de hacer volver a su posición de reposo a los émbolos. Este va montado en el émbolo y va centrado sobre la junta tórica del mismo.

Figura 26. Cilindro de rueda.



Fuente: <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-2.htm>

El guardapolvo es el elemento que cierra el conjunto por la parte del émbolo y su finalidad es la de impedir que entren impurezas y humedad en el interior del cilindro.

El retén es un anillo de goma que tiene como misión impedir que se salga el líquido de frenos del interior del cuerpo del cilindro hacia el exterior.

Normalmente, va montados sobre una entalladura que le sirve de alojamiento y de sujeción para impedir que se desplace con respecto al émbolo, garantizando así la estanqueidad del mismo.

El purgador es un tornillo hueco en su parte interior con una rosca que permite abrir o cerrar el paso del líquido del cilindro hacia el exterior.

Su finalidad es poder purgar todo el aire que se encuentre en el cilindro y dejarlo sólo con el líquido de frenos, para que el frenado sea correcto.

La entrada de líquido es una toma hidráulica, donde va rosado el latiguillo de freno. Es por donde entra la presión hidráulica del líquido de frenos al cilindro.

2.15 Cañerías

Las distintas partes de instalación de frenos hidráulicos en un vehículo se unen mediante cañerías.

Según las normas existentes deberán emplearse cañerías de acero sin costura, de doble arrollamiento o estirados o soldados.

Figura 27. Cañerías. [16]



Las superficies externa e interna de las cañerías serán desoxidadas, pulidas y limpias. Se emplea cañerías con diámetros exteriores de 4.75mm, 6mm, 8mm y 10 mm.

Las cañerías, por lo general, llevan por dentro y por fuera un cobreado galvánico y además, por fuera, están cincados con una capa de 12 a 15 μm . La protección contra la corrosión se mejora todavía más con otro recubrimiento plástico.

Las cañerías cincadas y con capa de plástico se pueden curvar y rebordear sin que se arranque o salte el recubrimiento.

2.16 Accesorios

Los accesorios para cañerías de freno son de diversos tipos, como: T, uniones, tuercas tipo racor, etc. Y sirven para unir las cañerías con los diferentes componentes que constituyen el sistema de frenos hidráulico.

Figura 28. Accesorios para cañerías. [17]

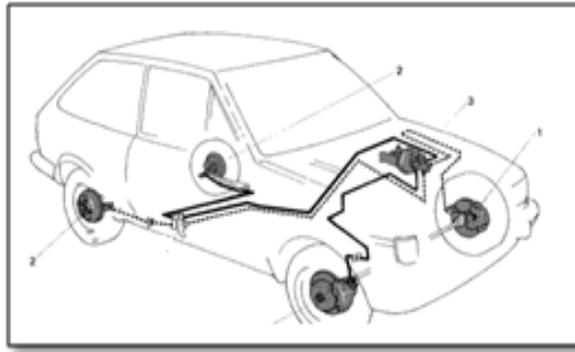


2.17 Circuito de frenos en el automóvil

Comenzar ver en la figura 29, una instalación muy corriente de equipos de frenos propio de un automóvil de tipo pequeño y medio.

Una de las soluciones más frecuentes en los vehículos de este segmento consiste en aplicar frenos de disco en las ruedas delanteras y frenos de tambor en las traseras, como es el caso del dibujo en los automóviles de segmento medio/alto o altos, los frenos suelen ser de disco en las cuatro ruedas, con los discos delanteros ventilados, aunque, según el fabricante es lógico que podamos encontrar excepciones.

Figura 29. Circuito de frenos. [18]



1. Frenos de disco
2. Frenos de tambor
3. Elementos de mando

2.18 Manómetro medidor de presión

Figura 30. Manómetro medidor de presión. [19]



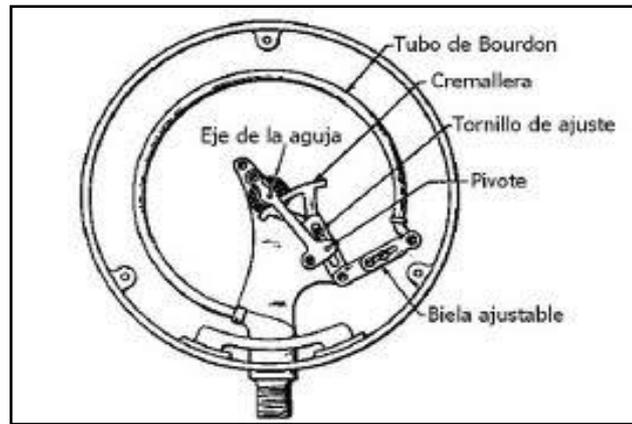
Es un instrumento diseñado para medir los cambios en una presión y convertir estos un movimiento mecánico, indicándolos sobre una escala graduada.

Los elementos de medición de presión tipo tubo bourdon son comúnmente usados para medir un amplio rango de presiones.

El elemento de medición o tubo bourdon esta hecho de un tubo de pared delgada, doblado en forma de semicírculo (tipo C) o enrollado en un espiral (tipo helicoidal). Cuando la presión es aplicada al sistema de medición a través del puerto de presión o conexión, la presión causa que el tubo de bourdon intente enderezarse, causando que el tip se desplace.

El movimiento del tip es transmitido a través del eslabón al movimiento, el cual convierte el movimiento lineal del tubo bourdon en un movimiento de rotación que causa que el puntero se mueva e indique la medición de la presión en la carátula.

Figura 31. Funcionamiento del manómetro. [20]



2.19 Vacuómetro

Es un instrumento destinado para medir presiones inferiores a la presión atmosférica. La medida del vacuómetro no tiene más significado que valorar la caída de presión que se produce en los colectores (antes de la tarea de presión) en función de la abertura de la mariposa y del número de revoluciones.

Tipos. Existen varios tipos de vacuómetros. Uno de ellos el más simple, es el manómetro en U de mercurio.

Es un barómetro simplificado, en el cual cuando está unido a un recipiente con vacío total, las dos ramas coinciden. Se intercala en la tubería de vacío, dándonos la presión interior en torr (+0,2 en el mejor de los casos).

En el vacuómetro no se deja entrar aire para lo cual la llave del mismo solamente se abre cuando está conectado a la instalación.

Un tipo especial de vacuómetro es el dispositivo que a veces se emplea para la sincronización de las mariposas de los motores de varios carburadores.

Esto consiste en un tapón que se aplica en la entrada del carburador, conectado a un manómetro.

Figura 32. Vacuómetro análogo. [21]



Los más conocidos en la industria son los del tipo metálico, cuyo funcionamiento es igual al manómetro del mismo tipo.

CAPÍTULO III

3. CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE

3.1 Diseño del soporte para la instalación de los elementos de sistema hidráulico

Para el diseño del bastidor sobre el que se montará el conjunto de sistema de freno hidráulico, se estableció como parámetros fundamentales brindar la seguridad y comodidad durante las prácticas de los estudiantes, para ello se requiere de una estructura capaz de soportar las cargas a las que se estará expuesta, en consecuencia, se estableció las medidas del bastidor, tomando en cuenta las dimensiones y peso del motor, así también la altura promedio de un estudiante en nuestro medio, que es 1.65 m.

El bastidor, está compuesto por tres partes, la primera es la estructura soportante, donde se apoyará la transmisión.

La segunda parte del bastidor es la formada por los elementos que sirven para la colocación de los distintos componentes necesarios para el funcionamiento de sistema de freno hidráulico como son: bomba de vacío, habitáculo del conductor, servofreno, y el panel de control.

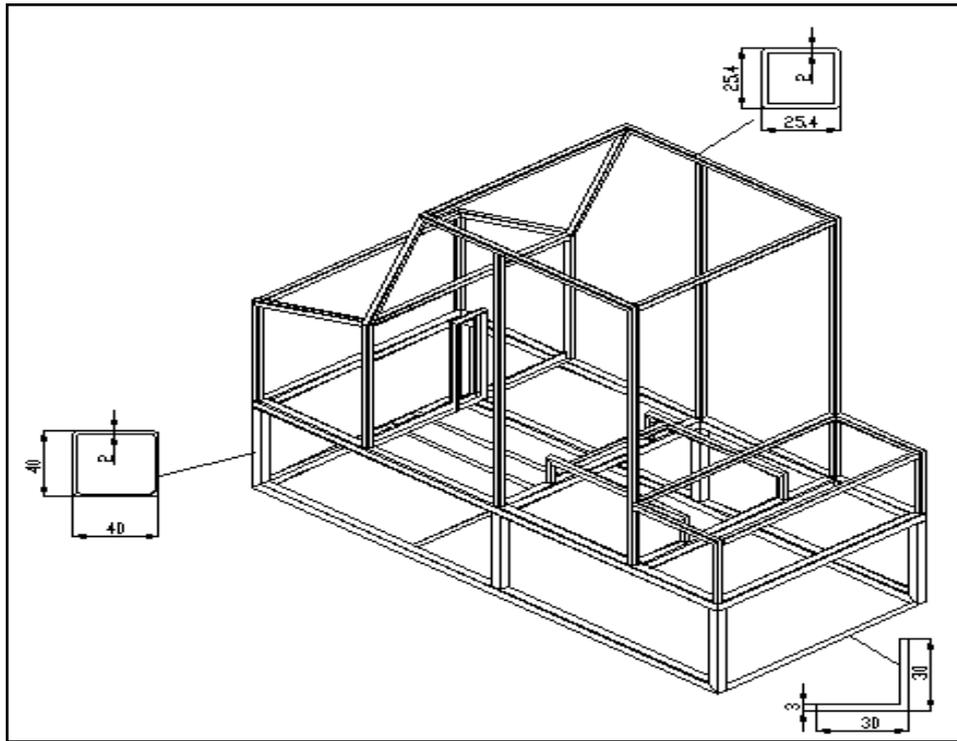
La tercera parte del bastidor está formado por los elementos de conjunto de freno delanteros

3.2 Esquema de la estructura

Se realiza el dibujo estructural del banco, en AUTOCAD 2012 acorde a los parámetros de diseño en tres dimensiones, con esto se obtiene las primeras pautas para el desarrollo.

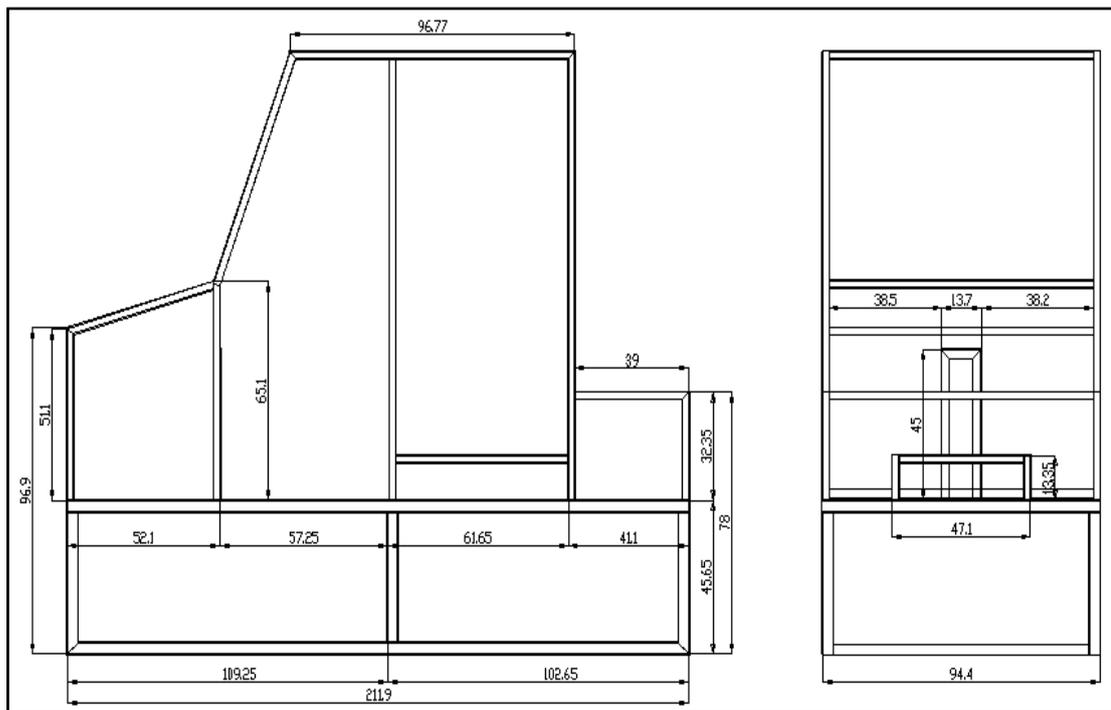
En el gráfico en tres dimensiones se indica el material a utilizar para su respectiva construcción.

Figura 33. Estructura dibujada en 3D.



Las dimensiones que se muestran en la siguiente figura. Están expresadas en centímetros, con estos datos se procede a construir la maqueta.

Figura 34. Estructura dibujada en 2D.



3.2.1 Cálculo estructural. Se realiza el cálculo estructural, con el objetivo de determinar si el diseño de la estructura soportante del bastidor, será el adecuado para soportar el peso del motor, y de los distintos componentes, de igual forma para determinar si el material con el que será construido, es el idóneo.

Se calcula las fuerzas que actuarán sobre la estructura, este cálculo se lo hizo en base al peso de la transmisión, el mismo que se consiguió experimentalmente y corresponde a 52.5kg.

$$W_{\text{transmisión}} = m_{\text{transmisión}} * g \quad (2)$$

Donde:

- $W_{\text{transmisión}}$ = Peso de la transmisión trasera
- $m_{\text{transmisión}}$ = Masa de la transmisión trasera
- g = gravedad

Se reemplaza los valores ya conocidos en la ecuación, y se tiene que:

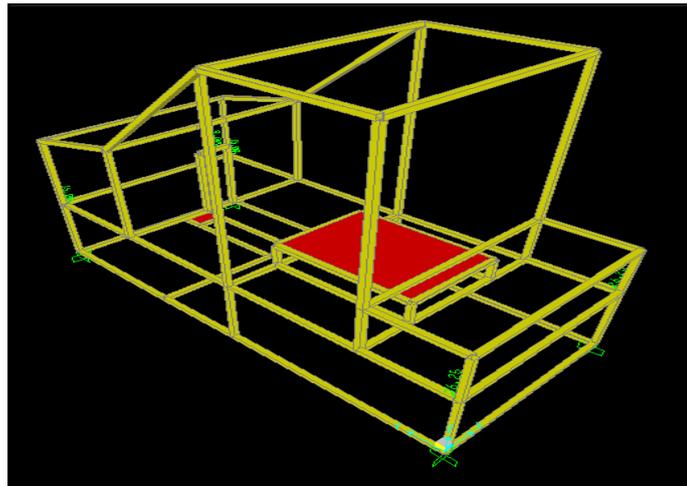
- $W_{\text{transmisión}} = m_{\text{transmisión}} * g$
- $W_{\text{transmisión}} = 52.5 \text{ Kg} * 9.8 \text{ m.s}^{-2}$
- $W_{\text{transmisión}} = 514.5 \text{ N}$

Este valor es la carga que soportará la estructura, pero considerando que son dos las bases sobre las cuales se apoyará la transmisión, se divide para dos este valor, dando como resultado 257.25 N.

$$F1 = F2 = 257.25 \text{ N}$$

Una vez conocidas las cargas que requiere soportar la estructura, se ha procedido a ejecutar el cálculo con la asistencia del programa SAP2000 v14 que ofrece la posibilidad de determinar si el diseño, material y perfil estructural escogidos cumple con los requerimientos necesarios.

Figura 35. Estructura dibujada en Sap2000 v 14.



El material con el que se plantea construir la estructura soportante del bastidor, es acero ASTM A-500 (F_y : 2741.97 kg/cm², F_u : 3163. Kg/cm²), que en el área automotriz es empleado para construir engranajes, ejes, palancas, chasis de automóviles, etc.

Se emplea un tubo cuadrado de acero estructural, cuyas especificaciones son las siguientes:

Tabla 2. Especificaciones tubo cuadrado estructural 1 ½ pulgada

	DIMENSION	ESPESOR	PESO	PESO
Denominación (pulgadas)	B (mm)	e (mm)	P (Kg/m)	P (kg/cm)
1 1/2	40	2	2,27	13,62

Fuente: Autores

Figura 36. Medida de tubo cuadrado 1 ½ pulgada.

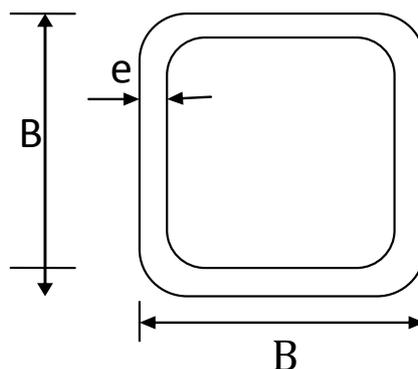
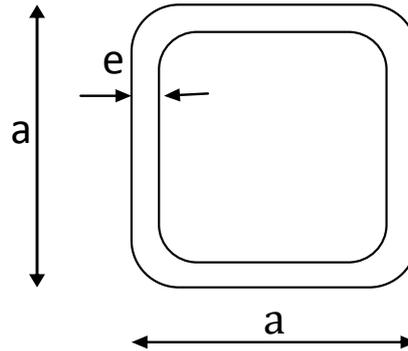


Tabla 3. Especificaciones tubo cuadrado estructural 1 pulgada

	DIMENSION	ESPESOR	PESO	PESO
Denominación (pulgadas)	a (mm)	e (mm)	P (Kg/m)	P (kg/cm)
1	25	2	1,48	8,90

Fuente: Autores

Figura 37. Medida de tubo cuadrado 1 pulgada.



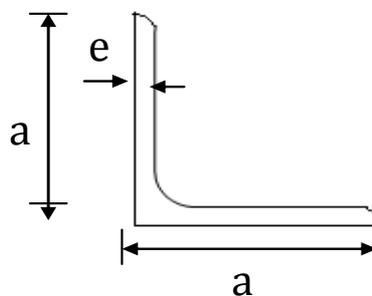
De igual manera se utilizó perfiles tipo (L) de las siguientes dimensiones:

Tabla 4. Especificaciones de perfil tipo L.

	DIMENSIONES	DIMENSIONES	PESO	PESO	AREA
DENOMINACIÓN	a (mm)	e (mm)	P (Kg/m)	P (kg/cm)	cm²
AL 30X3	30	3	1,34	8,05	1,71

Fuente: Autores

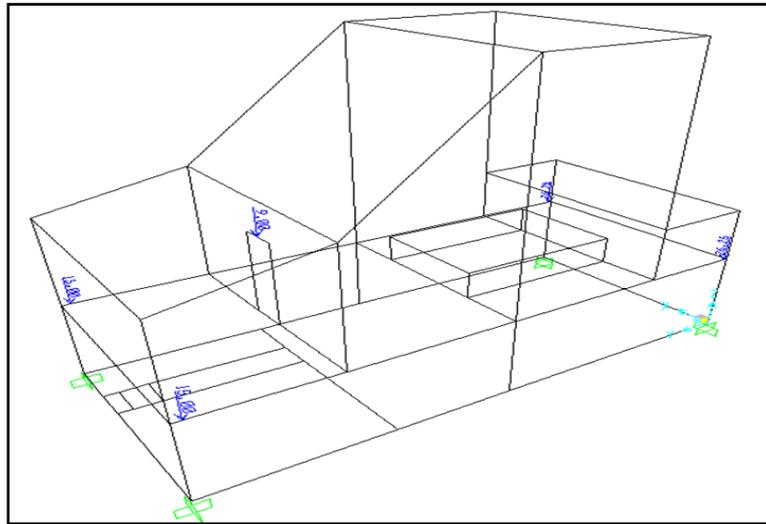
Figura 38. Medida del ángulo L.



En el programa se introduce el diseño con sus respectivas dimensiones, y se ubica las cargas que actuarán sobre la estructura con sus respectivos apoyos, además de ello se establece el tipo de acero utilizado, así como su sección.

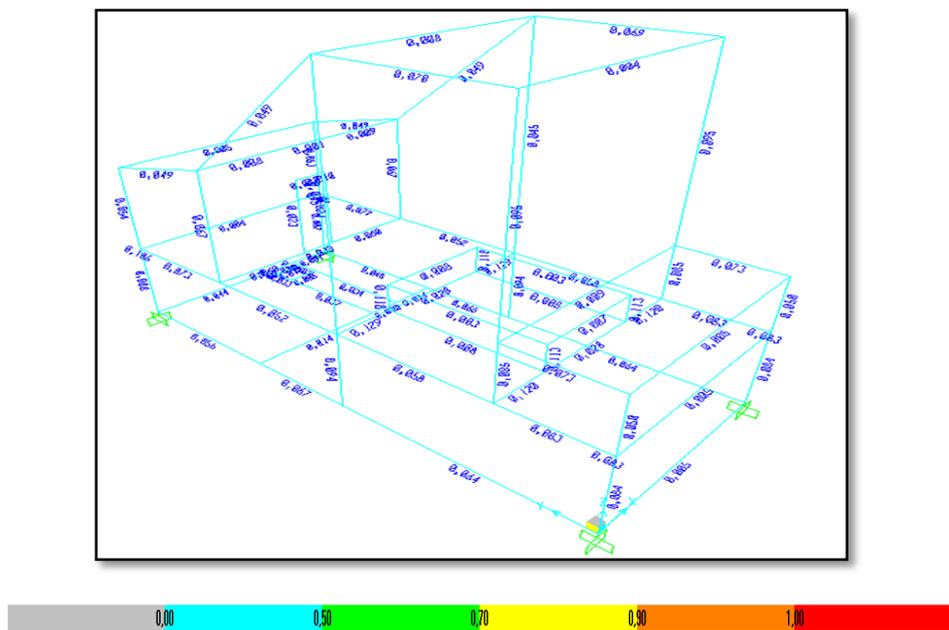
Se considerado que el peso de la transmisión actuará como una carga muerta descartando así el torque generado por el mismo, debido a que este no impulsará ningún mecanismo.

Figura 39. Vista en 3D del diseño ingresado en el software.



Analizados los resultados de las razones de esfuerzos, que se muestra en la Figura 40, se concluye que la estructura si estará en capacidad de soportar las cargas que estarán actuando sobre ella, ya que las razones de esfuerzo para todos los elementos son menores a 1 de acuerdo al código aplicado (AISC/ASD 2001); por ende, se puede empezar con la construcción del bastidor.

Figura 40. Muestra de resultados en SAP2000 v14.



3.3 Construcción del bastidor

Para la construcción del bastidor, fueron empleados los siguientes materiales:

Tabla 5. Materiales empleados en la construcción del bastidor

ELEMENTO	CANTIDAD	MATERIAL/MODELO
Tubo estructural cuadrado 1 1/2 "	16.20m	Acero/(40x40x2)mm
Tubo estructural cuadrado 1"	16,65m	Acero/(25x25x2)mm
Angulo "L"	6.82m	Acero/(30x30x3)mm
Acrílico(0.4mm)	1	Polietileno/(1.85 X 2.44)m
Plancha de tol(0.09mm)	3	Acero Galvanizado/(1.20X2.40)m
Ruedas	6	Acero/(70)mm
Pernos	47	Acero/(11.11x76.19)mm
Tuercas	47	Acero/(11.11)mm
Chumaceras	2	Acero/(25)mm
Silicona	1	Rtv Silicone
Angulo "L" aluminio	2	Aluminio/(12x12x1)mm
Bisagras	4	Acero inoxidable
Remaches	150	Aluminio

Fuente: Autores

3.4 Procedimiento de construcción

Se procede a cortar los diferentes elementos para la estructura, marcando exactamente las medidas especificadas para luego continuar con el proceso de soldadura.

La estructura soportante está constituida por tubo estructural cuadrado de acero ASTM A-500 (40X40X2) mm, la unión se la realiza con suelda eléctrica, con electrodos 60-11.

Nota:

Utilizar la mascarilla de soldar para que el arco de la soldadura no afecte a la vista.

Figura 41. Soldadura de la estructura metálica.



Luego de terminar la parte inferior de la estructura del bastidor, se construye la parte superior en donde se da la forma de un vehículo real con el tubo cuadrado estructural de Acero/(25x25x2)mm, donde también va ubicado el asiento del conductor y el tablero de control.

Terminado de soldar la estructura principal en donde van a ir colocados los diferentes componentes de sistema de freno, se procede a pulir las fallas con la amoladora.

A la estructura se coloca las ruedas de acero en 6 puntos, para facilitar el traslado del banco didáctico, estas ruedas son adecuadas para soportar la carga necesaria y así brindar seguridad durante la realización de prácticas por los estudiantes.

Figura 42. Colocación de las ruedas en la estructura metálica.



Terminado de construir toda la estructura de la maqueta se procede a pintar toda la carrocería.

Este es el fin del proceso y tiene que ser realizado por una persona que tenga conocimientos sobre este.

Figura 43. Pintura de la estructura de la carrocería.



3.4.1 *Ensamblaje de los componentes de frenos.* Instale los elementos en sitios adecuados en donde deben ir ubicados los componentes de sistema de freno hidráulico

Servofreno. Se ubica está en la parte superior del bastidor, sobre la base constituida por ángulo "L" de acero, una de las razones es de mantenerla lo más cerca posible al pedal de freno donde va ser accionada por el conductor, otro de los motivos de esa ubicación, fue el hecho de optimizar el uso del espacio en el banco didáctico, para brindar la accesibilidad requerida.

Figura 44. Colocación de servofreno.



Pedal de freno. Se instala en la platina de acero conjuntamente con el servofreno, está sujeta con tres pernos para dar estabilidad al realizar el respectivo frenado.

Este elemento principal permite al conductor ejecutar el frenado con solo pisar el pedal.

Figura 45. Montaje de pedal de freno.



Freno de mano. El ensamble de la palanca de accionamiento con su base, se la realiza mediante 4 pernos de sujeción.

Cumple la función de unir la palanca de accionamiento con su base y permite el movimiento longitudinal de la misma.

Figura 46. Montaje de freno de mano.



Transmisión. Se coloca en la parte posterior del bastidor, es decir de manera similar a la que se ubica en los vehículos, la transmisión y el sistema de freno trasero forman un solo conjunto, y se monto mediante 3 apoyos, 2 de ellas colocados en la parte de la estructura del bastidor, y la tercera se instala sobre el ángulo L de acero.

Figura 47. Colocación de la transmisión.



Tambores de freno. Se ubica en el lado derecho e izquierdo de la transmisión es decir de manera similar a la que se sitúa en los vehículos.

El mecanismo de frenado de tambor se sitúa en la parte posterior de la estructura, mediante dos pernos de sujeción que ayuda a mantener estable dicho componente.

Figura 48. Colocación de los tambores de freno.



Disco de freno. Se instala en la parte delantera del bastidor, está sujeto mediante pernos a la estructura principal.

Figura 49. Colocación de los discos delanteros.



3.4.2 *Ensamble del circuito hidráulico.* Para el ensamble del circuito hidráulico se inicia con el armado de los componentes de frenos delanteros, empieza en el cilindro principal de frenos.

Luego la cañería va conectada hacia una T, quien se encarga de repartir el fluido hidráulico a cada circuito delantero.

Para iniciar con la conexión del circuito hidráulico posterior, se conecta la cañería que va desde el cilindro principal hacia la entrada de fluido del regulador de presión hidráulica.

Figura 50. Conexión de cañería principal posterior.



3.4.3 Ensamble del acrílico. Se utiliza el acrílico transparente como parte de la cubierta de carrocería de nuestro diseño por sus ventajas que presenta que son:

1. Transparencia excelente
2. Buen funcionamiento mecánico
3. Buen aislamiento eléctrico
4. Establo y artículo
5. No tóxico
6. Resistencia de impacto superior
7. Resistencia de la grieta
8. Resistencia a las inclemencias del tiempo superior
9. Resistencia de la luz UV
10. Resistencia química
11. Color estable bajo exposición al aire libre.

Para esto se uso la plancha de acrílico de 4 mm de espesor y de medidas de 1.85x2.44 metros.

Figura 51. Medidas de espesor de acrílico. [22]

ESPEORES	MEDIDA EN METROS	CRISTAL PERLA	BLANCO	HUMO	COLORES
2MM	1.25 X 1.85	0	0	0	0
2.5MM	1.25 X 1.85	0	0	0	0
3MM	1.25 X 1.85	0	0	0	0
	1.25 X 2.44	0	0	0	0
	1.85 X 1.85	0	0	0	0
	1.85 X 2.44	0	0	0	0
4MM	1.25 X 1.85	0	0	0	0
	1.25 X 2.44	0	0	0	0
	1.85 X 1.85	0	0	0	0
	1.85 X 2.44	0	0	0	0

Se corta el acrílico transparente con las medidas requeridas para el tablero y parte de la cubierta de carrocería.

Nota:

Se recomienda utilizar gafas de protección para la vista ya que durante su corte se desprenden partículas pequeñas de acrílico.

Antes de proceder a ubicar la cubierta de acrílico se coloca la silicona transparente al contorno de los perfiles de aluminio para lo cual es necesario usar la pistola de silicona. Al terminar de poner la silicona en los bordes del aluminio se procede a colocar con mucho cuidado el respectivo acrílico.

Figura 52. Colocando el acrílico en los parabrisas de la maqueta.



Concluida ya la instalación de todos los acrílicos se puede observar cómo va quedando el diseño de la maqueta.

Figura 53. Acrílico colocado en la parte delantera de la maqueta.



3.4.4 *Ensamble de tol.* Descripción técnica de plancha de acero galvanizado.

Plancha de Acero Galvanizado. Material: Acero Galvanizado Espesor (Mm): 0.90mm y de dimensiones de 1,20x2.40m

Usos:

- Industria de refrigeración y aire acondicionado.
- Construcción, línea blanca y automotriz.
- Metalmecánica en general.

Características:

- Acero laminado en frío recubierto de Zinc (Galvanizado).
- Resistente a la corrosión y condiciones extremas.
- Combina la resistencia del acero y la durabilidad del Zinc.
- Excelente conformabilidad.
- Disponible en diferentes grados para plegado y estampado.

Normas:

- ASTM 653 Calidad Comercial G60.
- ASTM 653, Calidad Comercial G40, espesor 0.30 Mm.
- Cortado la plancha de tol con las medidas y con su respectivo doblado se procede a instalar en la estructura de tubo cuadrado de 1" (pulgada) y luego a remacharlo para dejarlo ya fijo. Además se realiza las instalaciones de sus respectivos vidrios.

Figura 54. Ensamble con plancha de tol.



3.4.5 *Ensamble de la unidad de control.* Se coloca un panel de control que es necesario para la realización de las prácticas en el banco didáctico, siendo encargado de informar al operario, ciertas condiciones específicas relacionadas con el

funcionamiento del sistema de frenos, como el nivel de líquido de freno, presión de frenado hidráulico, luces pilotos que indican la actividad de la bomba de vacío, el encendido de Switch, el accionamiento de pedal y freno de mano, indicador de la carga de la batería.

Debajo del pedal se instala un pulsador normalmente abierto de tres posiciones su función es encender las luces de freno al momento de pisar el pedal, como también activa la luz piloto en el tablero de control indicando así que el sistema está funcionando correctamente.

Figura 55. Interruptor de luces de freno instalado.



También se ha colocado el mismo pulsador en la palanca de freno de estacionamiento y realiza la misma función ya dicha anteriormente.

Se ubica en el tablero de control tres luces pilotos (encendido de Switch, bomba de vacío, frenos), como también el indicador de nivel de batería y se procede a soldar con estaño dichos elementos.

Figura 56. Unión con soldadura de los componentes electrónicos.



También se coloca los manómetros de presión y de vacío en el tablero de control, dichos elementos son los encargados de demostrar las presiones que se generan en el sistema.

Por medio de los respectivos manómetros se observa el funcionamiento de freno delantero y trasero al momento de accionar el pedal.

El Switch de encendido está situado en el tablero de control, cumple la función de activar todo el circuito al poner en contacto, además es alimentado por una batería de 12V.

Figura 57. Instalación de los componentes de control.



3.4.6 Ensamble eléctrico. Para mayor seguridad se conecta tres lámparas pilotos en el tablero de control. Indica un bajo nivel de fluido hidráulico de frenos, el encendido bomba de vacío, el encendido del Switch principal y a su vez el accionamiento de frenos.

Como también está presente un indicador de voltaje de la batería.

Figura 58. Tablero de control instalado.



Batería. La batería de 12V se ubica en la parte superior del bastidor muy próximo al asiento del conductor, sobre la base constituida por plancha de tol de 0.09 mm de acero, una de los motivos de esa ubicación, fue el hecho de optimizar el uso del espacio en el banco didáctico, para brindar la accesibilidad requerida.

La batería está sujeta a su base, de la misma manera que se lo hace en los vehículos, así se garantiza que la misma no estará expuesta a vibraciones, que podrían causar su deterioro.

Figura 59. Montaje de la batería.



Manómetros. Estos sirven para registrar la presión de funcionamiento del sistema hidráulico de frenos.

Figura 60. Manómetro de presión.



Tiene una presión máxima de 300 y 400 PSI cada una. Estos manómetros fueron escogidos por la resistencia que presentan, su capacidad que es apta para este tipo de trabajo así como es también muy didáctico pues se hallan graduados en dos escalas tanto en bar como en PSI.

Estos dos manómetros están instalados en la parte izquierda de tablero de control junto al manómetro de vacío.

En el manómetro de vacío la presión máxima de medición descendente es de 30 bares, estos manómetros deben escogerse por la resistencia que presentan, su capacidad es apta para este tipo de trabajo.

Figura 61. Manómetro de vacío.



Bomba de vacío. La bomba se coloca en la parte inferior sobre la base constituida por ángulo "L" de acero, una de las razones fundamentales es mantenerla alejada de las vibraciones que este produce cuando está en funcionamiento. Otro de los motivos de esa ubicación, fue el hecho de optimizar el uso del espacio en el banco didáctico, para brindar la accesibilidad requerida.

Figura 62. Montaje de bomba de vacío.



Nota: Es primordial el cuidado de este componente eléctrico por lo general tiende a presentar deterioros en elementos como por ejemplo: cableado, escobillas que sirven para alimentar a los rotores bobinados, estos con el tiempo se van desgastando y hay que cambiarlos, el fusible, esto dependerá del tiempo de uso y del trato que se dé al banco.

Motor eléctrico. Es el encargado de mover el eje de las dos ruedas delanteras través de una banda. Su potencia es de 1.5 Hp y necesita una fuente eléctrica de 110 voltios para su arranque. El control de este motor es mediante la manipulación del Switch la misma que se encarga de activar el sistema.

Figura 63. Montaje de motor eléctrico.



- 1730 RPM

Switch de encendido. Es necesario para abrir el paso de corriente que permita accionar los elementos requeridos para arrancar el motor, se lo ubica a un costado del tablero.

Figura 64. Switch de encendido.



Relé

Nombre: Relé (Relay)

Función: es un elemento electromecánico que puede actuar como interruptor o conmutador, dependiendo del número de contactos, accionado por una corriente eléctrica, la función que cumple un relé es controlar grandes consumos eléctricos mediante una pequeña corriente de activación. Consta de un circuito de excitación, formado por la bobina unida a la armadura fija, y un circuito de trabajo, compuesto por la armadura móvil y el grupo de contactos.

Ubicación: Debajo del tablero de control.

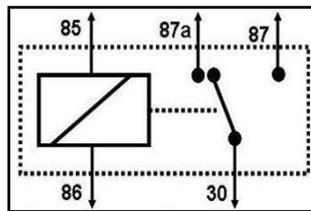
Tipo: Electromecánico

Figura 65. Relé. [23]



Diagrama eléctrico relé:

Figura 66. Numeración de pines de relé. [24]



3.5 Construcción e instalación de un sistema digital para simulación de averías del tablero didáctico.

Se considera necesario incorporar un sistema de simulación de averías en este banco didáctico, de tal manera que sea posible evidenciar fallas reales ocurridas en el circuito de freno, y con ello contribuir a la formación profesional de los estudiantes. El proceso para simular averías, consiste en la interrupción de señales utilizando interruptores que se encarguen de bloquear la señal eléctrica.

Estas interrupciones de señales, serán comandadas manualmente mediante interruptores y potenciómetros, como también por conexión USB, permite enviar datos hacia un micro controlador, el mismo que previamente ha sido programado para el efecto, de tal forma, que en los pines de salida habilitados, exista un uno o un cero lógico (0-5V) de acuerdo al requerimiento, un transistor, colocado después del micro controlador, recibirá este voltaje en su base, y su respectiva avería será mostrado en la computadora.

El microcontrolador utilizado en este proyecto es un PIC 18F2550 de MICROCHIP, en este se ha grabado el programa que se lo realizó en el software MICROCODE, este programa grabado en el PIC tiene la finalidad de permitir al mismo procesar la información enviada desde la PC hasta el PIC, para obtener en los pines de salida habilitados, un uno o un cero lógico, según el requerimiento del usuario del sistema de simulación de averías, la conexión entre el microcontrolador y la PC se la realiza mediante cable USB, por otra parte se ha utilizado el programa LABVIEW 9.0, en el cual se ha diseñado un software que permite al estudiante o usuario, mediante un tablero virtual de interruptores, simular y detectar fallas.

Figura 67. Visualización del software identificación de averías.



En el software; se muestra el circuito de conexión de sistema de freno hidráulico, la información mostrada en estos gráficos, serán de gran utilidad como una guía en el aprendizaje de los estudiantes, adicionalmente en esta ventana se muestra un texto en el cual constan las indicaciones requeridas para el uso del software.

En el programa LabWIEV 9.0 luego del diseño y pruebas del software se procede a la creación de un archivo ejecutable, el mismo que permite el uso del software para verificación de averías, en cualquier PC, independientemente de que esta tenga instalado el programa LabWIEV 9.0.

Finalmente se graba en un CD de datos, todos los archivos necesarios para la instalación del software; estos archivos son los siguientes:

- Programa ejecutable
- Instalador del driver (necesario para el reconocimiento del microcontrolador)
- Instrucciones y requerimientos para la instalación y uso del software

3.5.1 Simulador de Averías. Previo a la elaboración del circuito, se procede a realizar la simulación correspondiente en el software PROTEUS, paralelamente con el programa LabVIEW 9.0, una vez que virtualmente se verifica su correcto funcionamiento se comienza a diseñar el circuito para posteriormente imprimirlo, y así poder fabricar la placa impresa.

Para instalar los componentes electrónicos necesarios y permitir la comunicación entre la PC y el micro controlador, como también la visualización de fallos, los elementos electrónicos utilizados en la construcción de este circuito se describen a continuación:

Tabla 6. Elementos electrónicos utilizados en el circuito

ELEMENTO	CANTIDAD	CARACTERISTICA
Micro controlador	1	PIC 18F2550
Condensador cerámico	2	100 uF
Resistencia	12	4.7 KΩ
Diodo rectificador	4	1N4007
Oscilador	2	20 MHz
Transistor	4	2N3904
Conector USB	1	Tipo B
Capacitor cerámico	3	100 nF
Relé	4	5V a 10A
Bornera	8	10A
Molex	1	6 PINES
Diodo led	2	5V
Potenciómetro	6	1K
Regulador	1	7805

Fuente: Autores

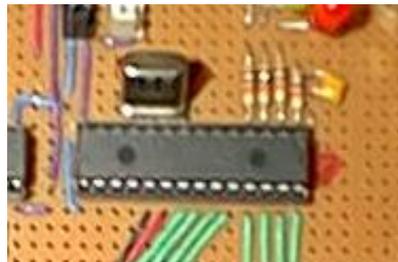
Descripción de componentes

Micro controlador. Es un circuito integrado que contiene todos los componentes de un computador. Se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y,

debido a su reducido tamaño, suele ir incorporado en el propio dispositivo al que gobierna.

En su memoria sólo reside un programa destinado a gobernar una aplicación determinada; sus líneas de entrada/salida soportan la conexión de sensores y actuadores del dispositivo a controlar. Una vez programado y configurado el micro controlador solamente sirve para gobernar la tarea asignada.

Figura 68. Micro controlador PIC 18F2550. [25]



Características

MCU FLASH 8 BITS, 18F2550, SDIL28

- Serie: PIC18F
- Tamaño memoria FLASH: 32KB
- Tamaño EEPROM: 256BYTE
- Tamaño memoria RAM: 2.048 bytes
- Líneas de E/S: 24
- Entradas ADC: 10
- Temporizadores: 4
- PWM Channels: 2
- Frecuencia Reloj: 48MHz
- Tipo de interfaz: EUSART, I2C, Interfaz serie a paralelo, USB
- Tensión de alimentación mín.: 4,2V
- Tensión de alimentación máx.: 5,5V
- Tipo de terminación: Agujero pasante
- Tipo de caja: SDIL
- Pines: 28
- Temperatura de funcionamiento: -40 °C a +85 °C
- Temperatura de op. Máx.: 85°C
- Temperatura de op. Mín.: -40°C

- Número de Bits temporizador: 16
- Número de Bits ADC: 10
- Número genérico CI: 18F2550
- Interruptores internas: 19
- Rango de temperatura: Industrial

Condensador cerámico. Es un operador o componente eléctrico formado por dos placas metálicas, denominadas armaduras, que se encuentran separadas por un material aislante, denominado dieléctrico.

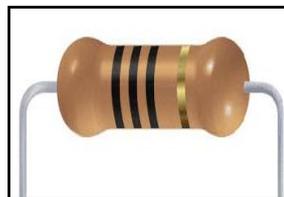
La misión de un condensador es almacenar carga eléctrica para suministrarla en un momento determinado.

Figura 69. Condensador cerámico. [26]



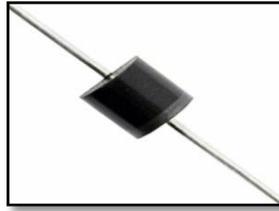
Resistencia. La resistencia eléctrica de un objeto es una medida de su oposición al paso de una corriente. Según sea la magnitud de esta medida, los materiales se pueden clasificar en conductores, aislantes y semiconductores. Existen además ciertos materiales que, en determinadas condiciones de temperatura, aparece un fenómeno denominado superconductividad, en el que el valor de la resistencia es prácticamente nulo.

Figura 70. Resistencia. [27]



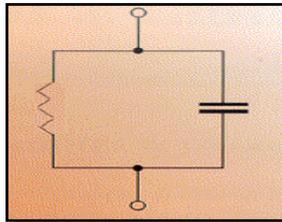
Diodo rectificador. Un diodo rectificador es uno de los dispositivos de la familia de los diodos más sencillos. El nombre diodo rectificador procede de su aplicación, que consiste en separar los ciclos positivos de una señal de corriente alterna.

Figura 71. Diodo rectificador. [28]



Osciladores. Los osciladores son generadores que suministran ondas senoidales y existen multitud de ellos. Un circuito oscilador está compuesto por: circuito oscilante, amplificador y una red de realimentación

Figura 72. Osciladores. [29]



El transistor. Es un dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador.

Figura 73. Transistor. [30]



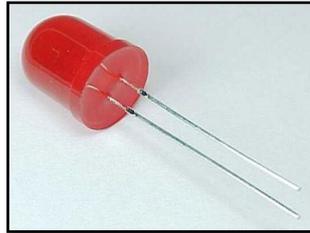
Bornera. Es un dispositivo para enchufar los cables con tornillos para que queden bien ajustados, es un empalme prolijo.

Figura 74. Bornera. [31]



Diodo led. Son dispositivos semiconductores que emiten luz cuando por el circula una corriente eléctrica, siendo excelentes indicadores lumínicos por ejemplo, para saber cuándo una opción del dispositivo esta activada, como el botón de encendido.

Figura 75. Diodo led. [32]



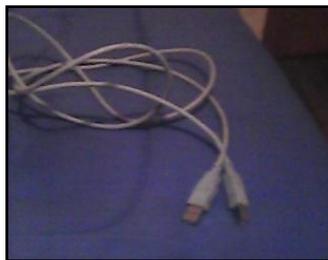
Potenciómetro. Un potenciómetro es un resistor cuyo valor de resistencia es variable. De esta manera, se puede controlar la intensidad de corriente que fluye por un circuito si se conecta en paralelo, o la diferencia de potencial al conectarlo en serie.

Figura 76. Potenciómetro. [33]



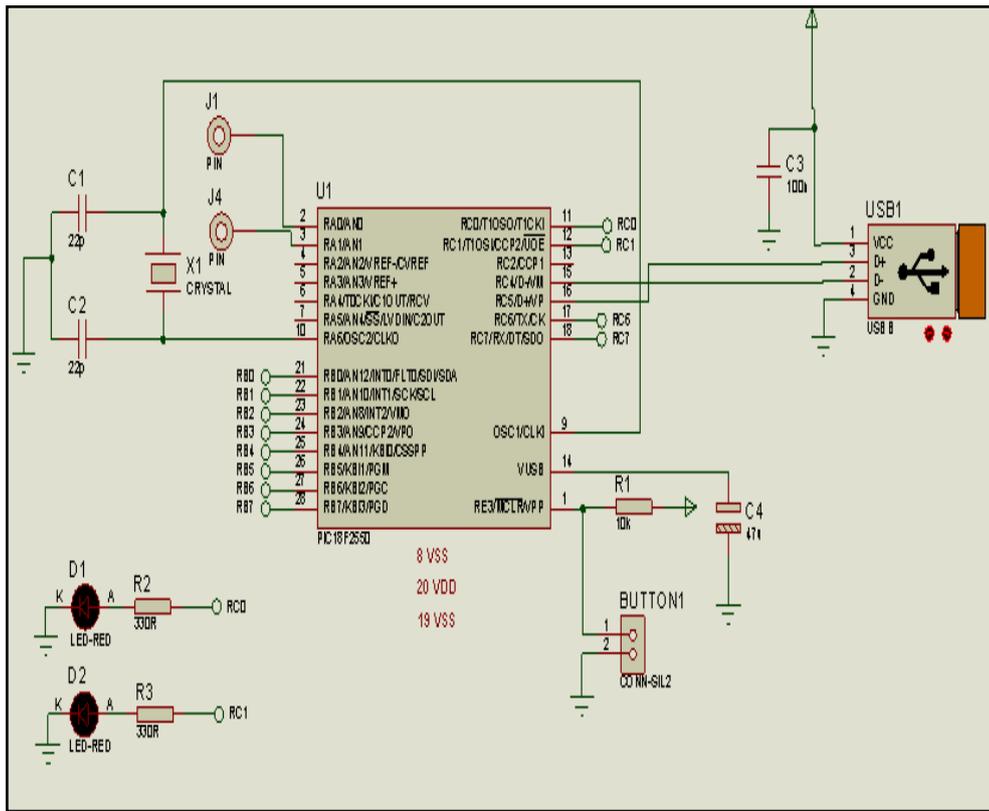
Conector USB. Permite compartir la información entre la computadora y el circuito electrónico.

Figura 77. Cable USB. [34]



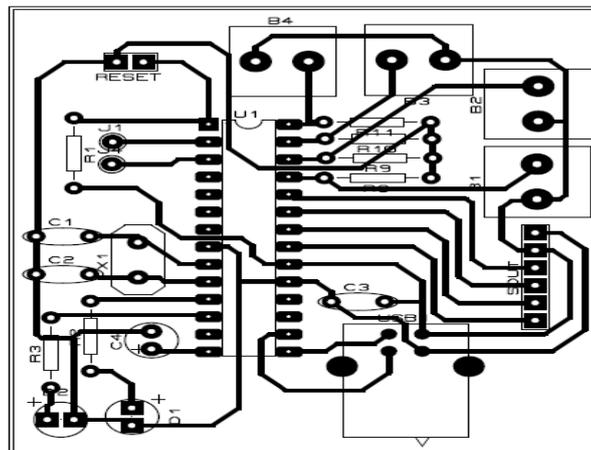
El diseño final del circuito utilizado para cumplir con los objetivos planteados en este proyecto se lo puede apreciar en la siguiente figura:

Figura 78. Diagrama de circuito de control.



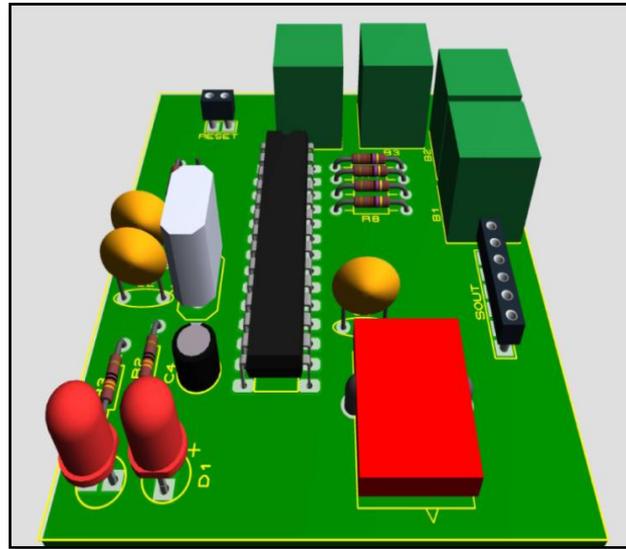
Una vez finalizada la elaboración de este circuito, se instala estratégicamente en el tablero de instrumentos, en su parte inferior, de esta manera, el circuito está ubicado correctamente, distanciado de posibles fuentes de alta temperatura, derrames, o algún tipo de daño, finalmente se instala el cable que permite conectar el sistema de simulación de averías, con la PC vía USB, este cable se encuentra en el tablero de control.

Figura 79. Pista placa de control.



La placa de control permite la recepción y envío de datos vía USB hacia la computadora desde la tarjeta electrónica donde se encuentra el microcontrolador 18F2550, mediante la programación del mismo(ver anexo F), se realiza la simulación de averías de freno.

Figura 80. Placa de control.



La placa de potencia se encuentra integrada por cuatro reles de 5V a 10A los cuales se encargan de simular las fallas de las luces de freno mediante la computadora quien se encarga de enviar la señal hacia la placa de control y luego a la placa de potencia.

Figura 81. Pista placa de potencia.

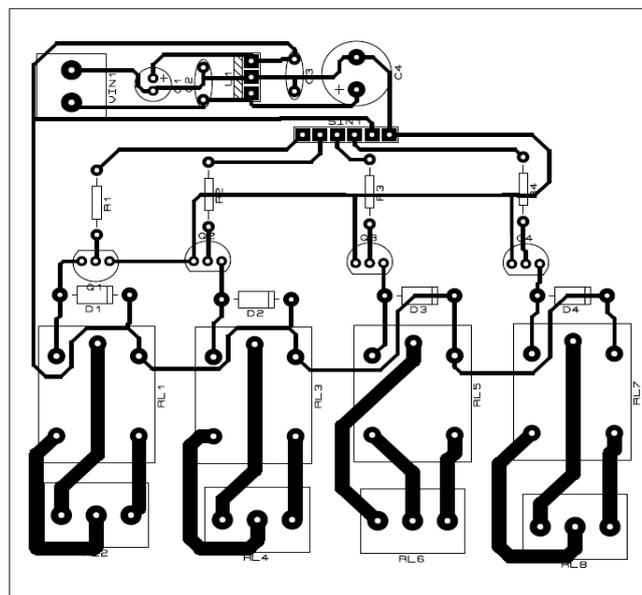


Figura 82. Placa de potencia.

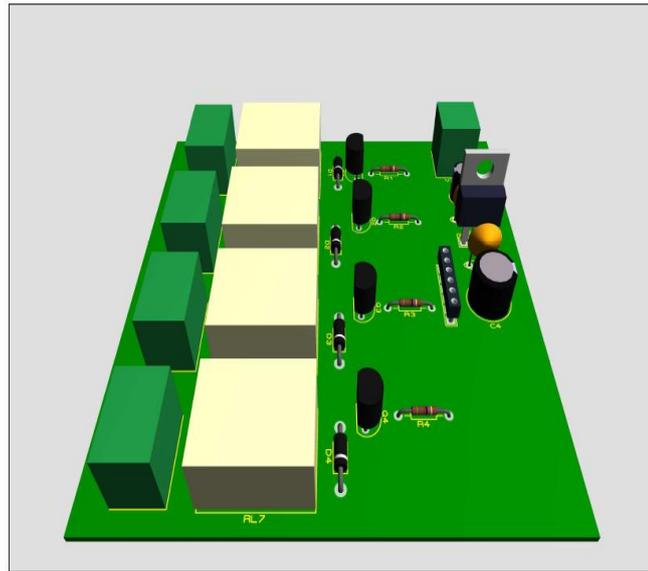
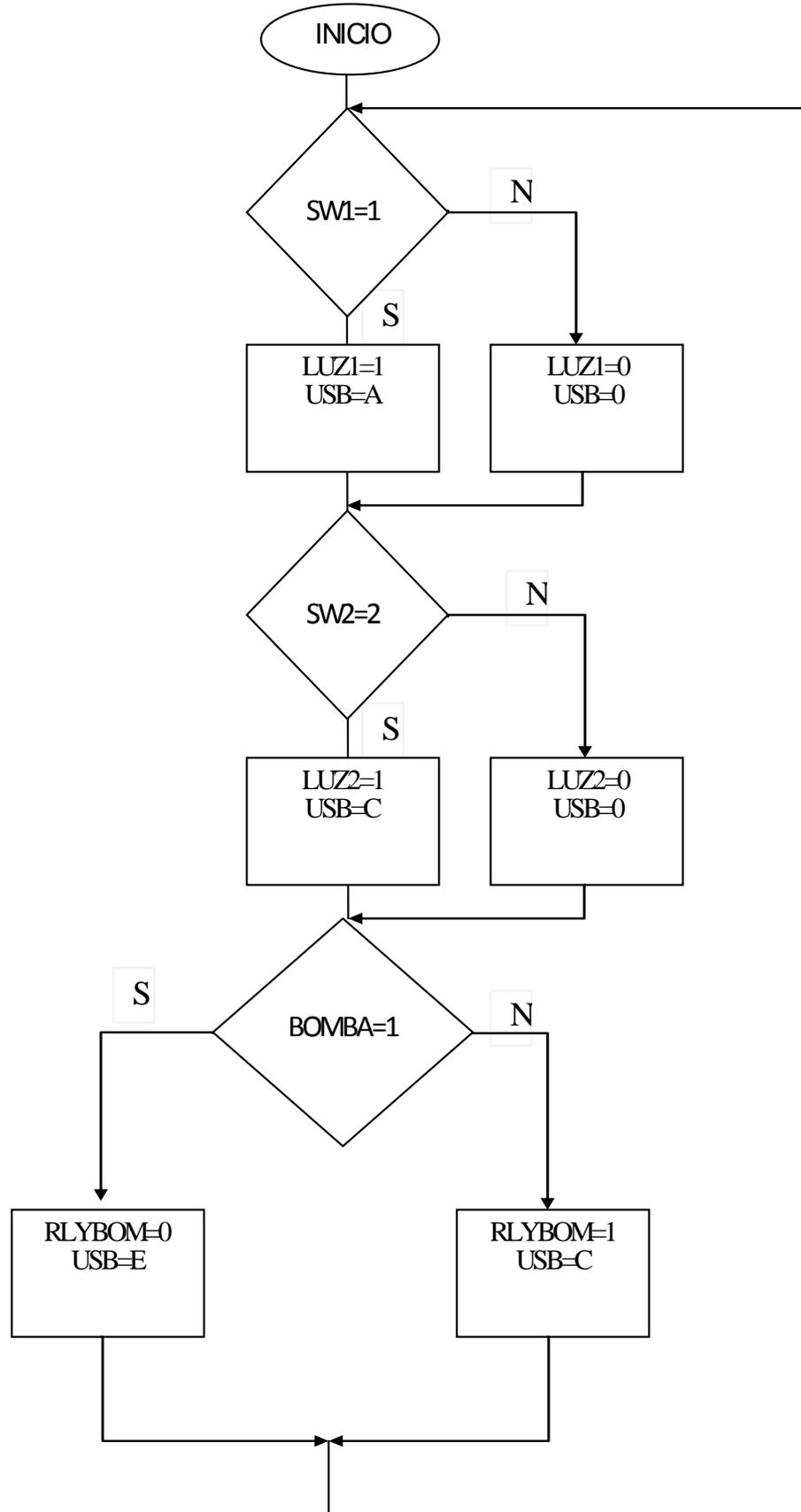


DIAGRAMA DE FLUJO DE FUNCIONAMIENTO DE CIRCUITO



CAPÍTULO V

4. PRUEBA Y ANÁLISIS

4.1 Funcionamiento del banco

El banco de pruebas del sistema de frenos permite medir la presión de frenado del circuito delantero y posterior, además ayuda a conocer los componentes y sus funciones en sistema real haciendo esto más didáctica y ayudando al estudiante para mejor comprensión. Al poner el funcionamiento el banco didáctico se podrá notar que se activará la bomba de vacío quién se encarga de crear un vacío en el sistema, así simulamos el funcionamiento de sistema de freno en forma real. La acción aplicada por el conductor en el pedal genera una fuerza hidráulica que mueve los pistones de la rueda delantera y el cilindro en la parte trasera efectuando así el frenado instantáneo, además existe una luz piloto que indica el funcionamiento de freno de mano y de pedal a realizar la acción de frenado.

4.2 Recomendaciones generales

4.2.1 *Tablero didáctico*

- Procurar que la maqueta no esté expuesto a la intemperie debido a que toda la estructura puede sufrir de corrosión.
- Revisar periódicamente todos los elementos de sistema
- Mantener constantemente limpia la carrocería de maqueta para así evitar ralladuras por acumulación de polvo en la pintura

4.2.2 *Líquido de freno*

- El líquido de freno contiene éteres poliglicósicos. Evitar el contacto con los ojos y lavarse las manos minuciosamente, después de manipular líquido de freno.
- Si cae líquido de freno en los ojos, sumergirlos en agua limpia y circulante durante 15 minutos. Si persiste la irritación de los ojos o si se ha ingerido líquido de freno, buscar asistencia médica.
- Vigilar que se mantenga durante toda la operación de purgado el nivel de líquido de frenos en el depósito.

- Tratar de evitar que el líquido de freno salpique sobre la estructura de la maqueta pintada ya que este líquido generalmente daña la pintura
- Para el funcionamiento seguro y adecuado del sistema de frenos, es esencial un líquido de freno limpio y de alta calidad.
- Si el líquido de freno se contamina, drenar y lavar el sistema. Luego, llenar el cilindro maestro con líquido nuevo.

4.23 *Cilindro maestro*

- No se debe sacar la varilla de empuje. Detrás de la varilla de empuje, en muchos de estos vehículos, está el llamado disco de reacción. Éste es un amortiguador entre el cilindro reforzador de potencia y la varilla de empuje. Si ese disco de reacción se saca, no podrá ponerse de nuevo en su lugar.

4.24 *Pastilla de freno*

- Nunca pulir el revestimiento de la pastilla con papel de lija, debido a que las partículas duras del papel de lija se pueden quedar pegadas en el revestimiento, que a su vez dañará el rotor del freno
- El polvo de los frenos puede contener amianto. El amianto es dañino para la salud.
- Nunca utilizar aire comprimido para limpiar ningún componente del freno.
- Debe utilizarse una máscara con filtro durante cualquier reparación de los frenos.

4.25 *Mordazas*

- En ciertas mordazas flotantes puede ser posible desmontar uno de los pasadores guías y pivotar la mordaza hacia arriba o abajo para ganar acceso a las pastillas del freno. Si se decide hacer esto, asegurarse de que al pivotar la mordaza no se dañan las mangueras flexibles del freno.
- No es necesario separar la manguera del freno de la mordaza durante este procedimiento. Si decide separar la manguera, será necesario purgar el sistema de frenos.

- Se recomienda, como medida de seguridad, utilizar pegamento de bloqueo de roscas en los pernos enroscados de la mordaza.

4.26 *Rotores De Freno*

- El rotor se puede oxidar, en éstos casos se recomienda rociar con abundancia el área con un aceite penetrante y luego, aflojar con pequeños golpes el rotor.
- Los rotores nuevos vienen con la superficie de frenado aceitada con una capa protectora antioxidante. Esta capa puede eliminarse con un limpiador de piezas de freno. Debe asegurarse que todo resto de la capa es eliminado. Dejar secar el rotor antes de su instalación.

4.27 *Tambor de freno*

- Mientras se desmonta el tambor de freno de la maquina, se debe inspeccionar el cilindro de la rueda para localizar daños o fugas.
- Las zapatas de frenos viejas pueden contener amianto, determinado que es un agente causante de cáncer.
- Cuando se limpien superficies de freno, utilizar un líquido comercialmente disponible para limpiar frenos.
- Si resulta difícil desmontar el tambor, se recomienda aflojar las zapatas de freno ajustando su posición con una cuchara de freno
- Es siempre una buena idea usar protección en los ojos cuando se trabaje en los componentes de freno, especialmente en frenos de tambor. Los frenos de tambor utilizan a menudo potentes resortes que podrían causar daños severos en los ojos, si se rompen accidentalmente.

4.28 *Zapatas de freno*

- Nunca pulir el revestimiento de la zapata con papel de lija, debido a que las partículas duras pueden quedar incrustadas en la zapata, que dañará la superficie de contacto del tambor.
- Si la pastilla de la zapata está dañada o desigualmente desgastada, las zapatas deben reemplazarse.

4.3 Guía de laboratorio

4.3.1 *Guía de identificación de fallas.* Como resultado del trabajo cotidiano, en toda profesión se va acumulando la experiencia y la capacidad de reconocer una falla o situación a partir de un síntoma o determinada manifestación. Sin embargo, muchas veces esta experiencia se olvida o no se transmite a los compañeros de trabajo porque no se registra de manera escrita.

Una guía estipula una recomendación: es una guía no una receta general. Cada problema puede ameritar una solución específica, por lo tanto, observa el problema, revisa la guía, analiza la situación y toma decisiones.

Tabla 7. Identificación de fallas

1.- PEDAL DE FRENO DURO

	Posible causa	Verificación y posible solución
Líquidos de freno	<ul style="list-style-type: none">● Contaminantes e impurezas	<ul style="list-style-type: none">● Revisa si hay contaminación en el líquido de frenos● Sustituye líquido y purga el sistema
Pastillas O balatas	<ul style="list-style-type: none">● Atoradas	<ul style="list-style-type: none">● Inspección, verificación y reparación de obstrucciones y daños en tuberías● Revisa desgastes irregulares en pastillas● Comprueba que las pastillas sean adecuadas para la maqueta (vehículo)● Sustituye en caso de no cumplir con las especificaciones
Caliper o cilindros de rueda	<ul style="list-style-type: none">● Guías de calipers atoradas● Ligas o gomas del cilindro dañadas● Pistón pegado	<ul style="list-style-type: none">● Verifica que los pistones del caliper y cilindros de rueda se deslicen libremente.● Compruebe si existe contaminación por grasa, aceite o líquido de frenos en goma.

Brooster	<ul style="list-style-type: none"> • Diafragma picado 	<ul style="list-style-type: none"> • Compruebe el vacío en el brooster
Cilindro maestro	<ul style="list-style-type: none"> • Pistones o gomas pegadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplaza repuestos para cilindro maestro y púrgalo
Mangueras y tuberías	<ul style="list-style-type: none"> • Deformadas u obstruidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Verifica si se encuentran obstruidas las mangueras y tuberías • Reemplaza mangueras y tuberías, no repares
Pedal	<ul style="list-style-type: none"> • Bujes del eje del pedal desgastados 	<ul style="list-style-type: none"> • Verifique que el pedal funcione libremente • Revisa la existencia del juego en el eje del pedal de freno

2.- VIBRACIÓN

	POSIBLE CAUSA	VERIFICACION Y POSIBLE SOLUCIÓN
Pastillas o balatas	<ul style="list-style-type: none"> • Superficie de fricción de pastillas con desgaste irregular • Pastillas contaminadas con grasa, aceite o líquido de frenos • Pastillas incorrectas 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisa que las pastillas instaladas sean las adecuadas para el vehículo • Revisa si hay desgaste irregular y/o excesivo en pastillas y balatas
Discos y tambores	<ul style="list-style-type: none"> • Discos con excesivo alabeo (curvatura) • Discos deformados • Tambores ovalados • Falta de ajuste en frenos de tambor 	<ul style="list-style-type: none"> • Mide el espesor de disco y diámetro interior de tambores. • Revisa existencia de alabeo de discos
Booster	<ul style="list-style-type: none"> • Fugas en mangueras 	<ul style="list-style-type: none"> • Asegúrate que las mangueras no estén obstruidos o se encuentren con fugas.
Rodamientos	<ul style="list-style-type: none"> • Cascados o picados • Mal ajustados 	<ul style="list-style-type: none"> • Verifica que los rodamientos no estén desgastados o rayados • Compruebe si existe juego excesivo en las ruedas.

Desbalanceo en las ruedas		<ul style="list-style-type: none"> • Comprueba que no existan fugas de líquido en el cálipers, cilindro de rueda y maestro. • Reemplaza juegos de sellos y pistones.
---------------------------	--	--

3.- EL SISTEMA NO FRENA ADECUADAMENTE

	POSIBLE CAUSA	VERIFICACION Y POSIBLE SOLUCIÓN
Líquidos de frenos	<ul style="list-style-type: none"> • Con impurezas, incorrecto o caduco • Fuga de líquido en el sistema • Aire en el sistema hidráulico 	<ul style="list-style-type: none"> • Verifica el nivel del líquido de frenos • Comprueba visualmente fugas en tuberías y conexiones • En caso de encontrar esas anomalías sustituye, repara y purga el sistema hidráulico
Discos y tambores	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste o alabeo excesivo por falta de rectificado • Falta de ajuste en frenos de tambor 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección visual del estado físico de los discos y tambores. Grietas y/o deformaciones. • Comprueba el espesor, paralelismo de los discos y tambores • Sustituye o rectifica según la conclusión de la comprobación.
Pastillas o balatas	<ul style="list-style-type: none"> • Espesor mínimo • Contaminación por grasa aceite o líquido de frenos • Colocación incorrecta • Superficie de material de fricción cristalizada • Superficie de fricción con desgaste irregular 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisa el desgaste en las pastillas • Herrajes mal colocados o dañados • Verifica el estado de las balatas y pastillas (cristalización) • Comprueba que las pastillas no estén fuera de la posición o atoradas

Cáliper o cilindros de rueda	<ul style="list-style-type: none"> ● Pistones pegados ● Ligas o gomas dañadas ● Guías o pernos de cáliper atorados 	<ul style="list-style-type: none"> ● Desmonta el cilindro maestro y empuja el pistón primario. Verifica si se desliza suavemente, en caso contrario, reemplázelo ● Asegúrate que el cáliper no se atore. ● Revisa que el pistón no esté pegado; si lo estuviera, desarme, límpialo y verifica rayaduras o picaduras , si las hay, sustitúyalo.
Booster	<ul style="list-style-type: none"> ● Falta de vacío o escasez 	<ul style="list-style-type: none"> ● Verifica la manguera de vacío, realiza pruebas de vacío al booster y corrija el problema
Mangueras y tuberías	<ul style="list-style-type: none"> ● Obstruidas, deformadas o dañadas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Verifica que las válvulas repartidoras no estén obstruidas
Herrajes de sujeción	<ul style="list-style-type: none"> ● Deformados, faltantes o mal colocados. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Verificar el estado de los herrajes de sujeción, y realizar pruebas a resorte ● Limpia y lubrica los puntos de apoyo en el porta balatas y en las zapatas

4.- PEDAL DE FRENO BAJO

	POSIBLE CAUSA	VERIFICACION Y POSIBLE SOLUCIÓN
Líquido de frenos	<ul style="list-style-type: none"> ● Bajo nivel en el depósito ● Fugas de líquido de frenos ● Líquido de frenos incorrecto, con impurezas o caducidad vencida ● Aire en el sistema hidráulico 	<ul style="list-style-type: none"> ● Revisa el flujo y fugas de líquido en el cilindro maestro, válvulas y tuberías. ● Purga el sistema de freno, reemplaza el líquido de frenos, repuestos o cilindro maestro, válvulas y reparar las fugas.
Discos y tambores	<ul style="list-style-type: none"> ● Desgaste excesivo ● Diámetro interior de tambores excéntricos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Comprueba el espesor del disco y el diámetro interior de los tambores, asegúrate

	fuera de especificación.	que estén dentro de lo especificado y reemplaza o rectifica según los resultados <ul style="list-style-type: none"> ● Compruebe que no exista alabeo o excentricidad en discos ni en tambores.
Pastillas o balatas	<ul style="list-style-type: none"> ● Espesor y/o montajes de pastillas inadecuado ● Pastillas o zapatas incorrectas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Compruebe que las pastillas sean adecuadas para el vehículo (maqueta) ● Revisa desgaste irregulares en pastillas ● Comprueba que la superficie de fricción no esté sobrecalentada o cristalizada.
Cálipers o cilindros de rueda	<ul style="list-style-type: none"> ● Fugas en gomas del cilindro o ligas del pistón 	<ul style="list-style-type: none"> ● Inspección visual a gomas de cilindro de rueda. ● Verifica que el pistón del calíper se deslice libremente. ● Verifica si existe contaminación Por grasa, aceite o líquido de frenos.
Cilindro maestro	<ul style="list-style-type: none"> ● Funciona incorrectamente o está dañado, esto es si al pisar el pedal no se mantiene la altura 	<ul style="list-style-type: none"> ● Verifica fugas en la conexión del cilindro maestro ● Reemplaza repuestos del cilindro maestro o todo el componente
Mangueras y tuberías	<ul style="list-style-type: none"> ● Tuberías con fisuras ● Mangueras hinchadas o dobladas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Inspección visual de mangueras y tuberías ● Comprueba el vacío en mangueras de booster
Herrajes y ajustadores	<ul style="list-style-type: none"> ● Ajustadores automáticos no funcionan o les falta ajuste ● Accesorios de sujeción dañados, incorrectos o mal colocados 	<ul style="list-style-type: none"> ● Realiza pruebas a resorte ● Inspección visual de los componentes de sujeción ● Limpia el ajustador automático y los herrajes

Circuito hidráulico sin presión		<ul style="list-style-type: none"> • Compruebe que exista presión y que sea uniforme en cada uno de los circuitos del cilindro maestro hacia las ruedas
Pedal	<ul style="list-style-type: none"> • Desgaste en los bujes del eje del pedal y del vástago 	<ul style="list-style-type: none"> • Verifica que el pedal funcione libremente • Reemplaza bujes o pernos • Revisa que no haya juego excesivo en los bujes del pedal • Realiza mediciones del vástago y verifica su estado

5.- RUIDO AL ACTIVAR LOS FRENOS

	POSIBLE CAUSA	VERIFICACION Y POSIBLE SOLUCIÓN
Discos y tambores	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de rectificado • Fuera de especificaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisa el correcto rectificado de la superficie de fricción • Verifica que el espesor del disco y el diámetro interior del tambor este dentro de lo especificado • Revise el alabeo del disco y excentricidad del tambor • Rectifica y reemplaza
Pastillas y balatas	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos incorrectos de pastillas o balatas • Pastillas con partículas extrañas • Mal montaje de pastillas o balatas • Término de vida útil del material de fricción • Superficie del material de fricción sobrecalentada • Falta de lubricación en puntos de apoyo de las 	<ul style="list-style-type: none"> • Compruebe si existe desgaste irregular en pastillas y balatas o si están cristalizados • Compruebe que las balatas sean las correctas • Revisa las pastillas con espesor mínimo • Compruebe que las pastillas no estén fuera de posición

	zapatas en porta balatas <ul style="list-style-type: none"> ● Falta de placas anti ruido ● Suciedad o materiales en el área de fricción ● Resortes, seguros, ajustadores con pérdida de tensión o posición incorrecta 	
--	--	--

Fuente: CROUSE, William. Mecánica del Automóvil. España: Marcombo, 1993.

4.3.2 *Información sobre uso del tablero.* Antes de utilizar el tablero, por favor seguir detenidamente las siguientes instrucciones.

- Revisar la tensión de alimentación del tablero de 110V.
- Comprobar el nivel de líquido de frenos del depósito.
- Observar que no exista fugas en el sistema de frenos.
- Mantener el contorno de depósito limpio.
- Evitar golpes en la unidad control electrónica.
- No manipular las tarjetas electrónicas ni el cableado de la caja de control.
- No manipular los discos que simulan las ruedas del automóvil.
- No exista herramientas sobre el mismo

Si el sistema no funciona inmediatamente, no debe forzarlo, se recomienda inspeccionar cual es la razón que produce esa falla para poder solucionarla, y luego ponerlo en funcionamiento.

4.3.3 *Manual de uso del tablero.* El manual de usuario tiene como objetivo procurar que durante el uso del tablero didáctico, este se mantenga en buen estado y que las prácticas puedan ser realizadas de forma adecuada.

Características:

- Voltaje de entrada de 12 VDC, para alimentar el circuito de potencia.
- Voltaje 5 VDC para el circuito de control vía USB.

- Cuatro salidas de relay y cuatro entradas para pulsadores
- Reset incorporado.
- Cuatro entradas analógicas.

Precauciones:

- Este equipo debe ser conectado a una batería de 12 voltios incorporada en el sistema.
- Primero encender la máquina que contiene el software de control del sistema.
- Cuando está funcionando el sistema no desconectar el cable USB caso contrario pierde conexión con el circuito electrónico y tendrá que reiniciar la máquina.
- Evitar el contacto de los elementos electrónicos con agua, pues este es un elemento químico corrosivo que puede dañar los componentes o puede causar un corto circuito.
- Evitar el contacto de toda la estructura en general con agua, pues se puede desencadenar un deterioro rápido de todos los componentes.

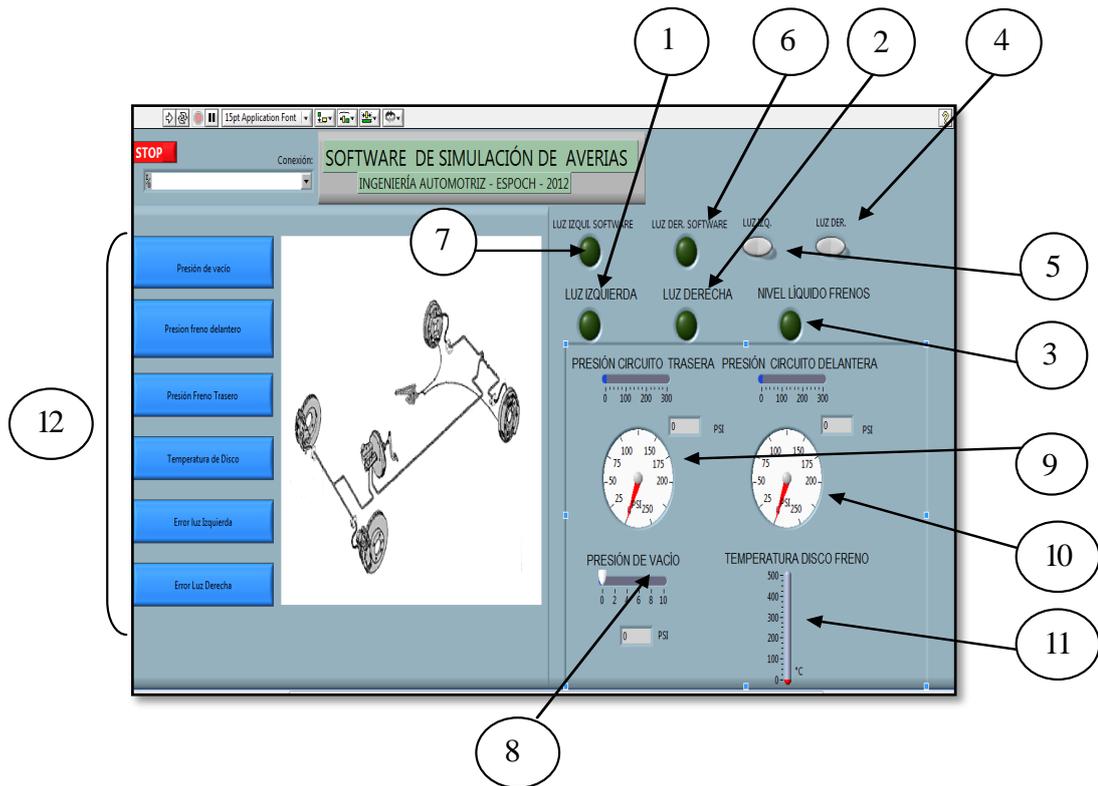
Software utilizado. El software realizado para esta aplicación se realizó en la plataforma de LABVIEW de National Instrument, es un prototipo de programación grafica, esta contiene una variedad de beneficios con los que se puede contar en el momento de la programación.

Utilización del sistema de simulación de averías. Para proceder a utilizar el tablero didáctico en la modalidad de simulación de fallas o averías, en primer lugar hay que disponer de una computadora, en la cual se deberá instalar el software que se realizó para el efecto.

Luego de instalar el software, se debe conectar el cable USB ubicado en la parte frontal derecha del tablero de instrumentos y entra en funcionamiento el circuito encargado de la simulación de averías, la PC lo reconocerá de forma automática, y de esa manera está listo el sistema para ser utilizado, al abrir la ventana del software creado.

Controles. Funciones principales en la Pantalla del software de control

Figura 83. Pantalla de software de control.

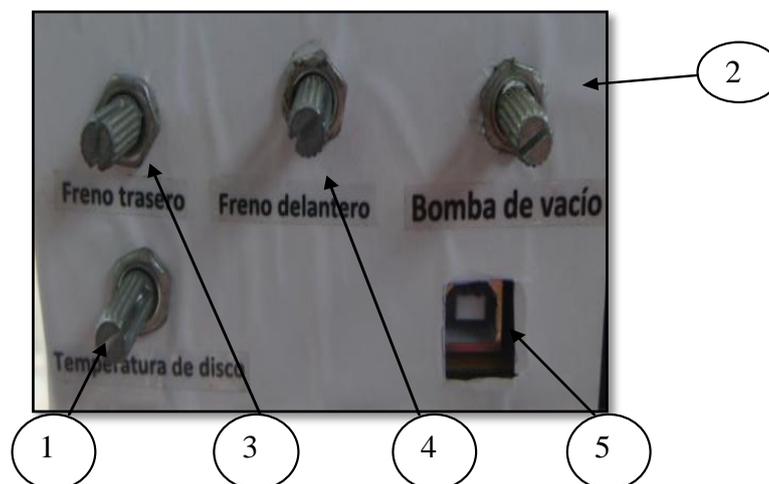


1. Luz Izquierda: Se enciende cuando existe una falla en el foco izquierdo trasero.
2. Luz Derecha: Indica cuando existe una falla en el foco derecho trasero.
3. Nivel Líquido de Frenos: Muestra la aparición de fallo, donde indica que el nivel de líquido de frenos es bajo.
4. Indicador de Luz Derecha: Indica una falla desde la PC para la luz derecha trasera.
5. Luz Izquierda: Genera una falla desde la PC para la luz izquierda trasera.
6. Luz Derecha Software: Muestra la aparición de una falla, generada desde la PC
7. Luz Izquierda Software: Enciende la luz testigo cuando existe la aparición de una falla, generada desde la PC
8. Presión de vacío: indicador de presión de vacío, el cual será simulado por medio de un potenciómetro.
9. Presión en el circuito Trasera: Muestra la presión circuito trasero simulada por medio de un potenciómetro.
10. Presión en el circuito Delantero: Indica la presión del circuito delantero el cual es simulada.
11. Temperatura Disco de Freno: Visualiza la temperatura máxima del disco de freno.

12. Cuadro de Fallas: Muestra las soluciones e indicaciones generadas por las fallas reales y simuladas por medio de potenciómetros.

Circuito interfaz se control

Figura 84. Circuito de interfaz de control.

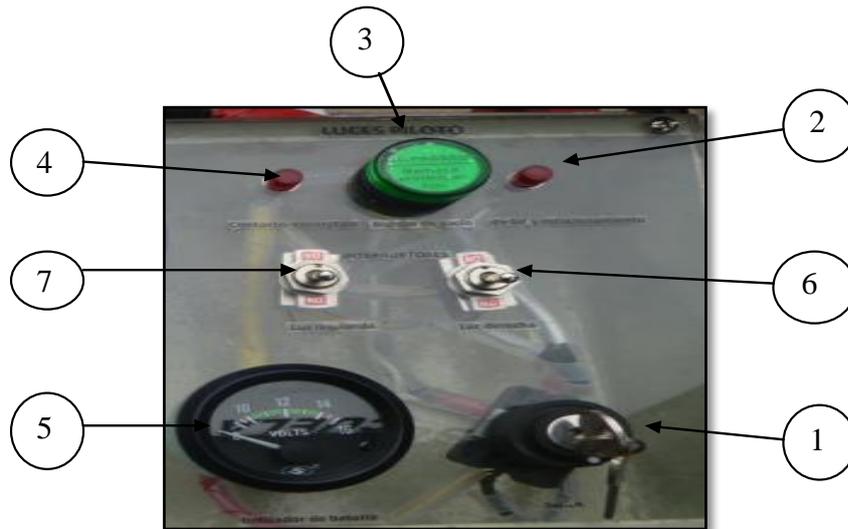


1. Potenciómetro de Temperatura FTP: Permite manipular las distintas condiciones de temperatura del disco de frenos y así simular una falla en la PC, si la temperatura es mayor a 250 °C la PC detectará la falla y creará así un cuadro de soluciones.
2. Potenciómetro de vacío FTP: Permite manipular las distintas presiones de vacío y así simular una falla en la PC, al ser menor de 4 PSI la PC detectará la falla creándole así un cuadro de soluciones
3. Potenciómetro de presión del circuito trasera FTP: Permite manipular las distintas condiciones de presión en el circuito trasero y así simular una falla en la PC, cuando sea menor de 70 PSI detectará la falla la PC dando así las soluciones.
4. Potenciómetro de presión del circuito delantero FTP: Permite manipular las distintas condiciones de presión en el circuito delantero y así simular una falla en la PC, en este al ser menor de 80 PSI detectará la falla la PC y saldrán sus respectivas soluciones.
5. Cable USB.-Para la conexión del sistema de simulación de averías

Controles:

Tablero de control manual. El tablero de instrumentos, que incorpora este banco didáctico, incluye varios elementos, de los cuales se indica su ubicación en la siguiente figura:

Figura 85. Tablero de control manual.



1. Switch de encendido: Permite encender el equipo.
2. Luz Piloto de 12 VDC : Indica el accionamiento del pedal de frenos como también la palanca de freno de mano.
3. Luz Piloto de 110 VAC: Al encender muestra el correcto funcionamiento de la bomba de vacío.
4. Luz Piloto de 12 VDC: Permite verificar que al encender el switch de encendido el tablero de control se encuentra en contacto
5. Indicador de Batería: Muestra la carga de batería en voltaje
6. Interruptor luz Derecha: Permite apagar la luz de freno derecha y así simular una falla en el tablero de control electrónico.
7. Interruptor Luz Izquierda: Permite apagar la luz de freno izquierdo y así simular una falla en el tablero de control electrónico.

Se recomienda verificar constantemente el tablero de control manual, en especial inspeccionar las luces testigo, que son las encargadas de comunicar al estudiante u operario de alguna falla existente.

Figura 86. Indicadores de presión en el tablero.



- 8. Manómetro de Vacío: Muestra la presión existente de la bomba de vacío durante su funcionamiento
- 9. Manómetro de Presión: Registra la presión existente en el circuito delantero durante su funcionamiento.
- 10. Manómetro de Presión: Indica la presión existente en el circuito trasero de sistema hidráulico de frenos.

Operaciones

Conexión y desconexión de la batería. Antes de energizar el equipo asegúrese que todos los interruptores se encuentren en la posición de apagado.

Figura 87. Conexión de batería.



La alimentación proviene de una batería de 12 Voltios, ubicada en la parte posterior izquierda del asiento del conductor, dicha batería posee un indicador de carga en voltaje que se encuentra en el tablero, donde funciona al mismo tiempo que empieza hacer energizado totalmente.

Finalmente con el Switch de encendido que se encuentra en el tablero, queda energizado el equipo por completo.

Para realizar la desconexión, en primer lugar hay que poner el Switch de encendido en apagado y posteriormente desconectar el cable de la batería.

Utilización del tablero manual. Conectar los cables de la batería de 12 voltios, una vez hecho esto se procede a activar el Switch de encendido (1) donde se encenderá una luz piloto de 12 VDC (4) que indica que la unidad de control está energizado totalmente, de la misma manera se tiene un indicador de voltaje (5) que mostrará la carga de batería.

Al estar energizado totalmente, la bomba de vacío se prende por lo tanto también la luz piloto de 110 VAC (3) donde indica que la bomba de vacío esta funcionando.

Existe otra luz piloto de 12 VCD (2) que se enciende siempre y cuando se aplaste el pedal de freno o cuando se accione el freno de mano.

El tablero consta de dos interruptores, para las luces trasera derecha (6) y el foco trasero izquierdo (7), donde su función es apagar la luz de freno izquierdo o derecho y así simular una falla en la pantalla del software de control.

De la misma manera se cuenta con 2 manómetros de presión, la posterior (9) y la delantera (10), estos manómetros indican la presión que está ejerciendo el circuito hidráulico al pisar el pedal, posteriormente se tiene otro manómetro que es la de vacío (8) que muestra la presión existente de la bomba de vacío durante su funcionamiento.

Solución de problema. Al ser un equipo que utiliza corriente eléctrica y su funcionamiento se basa en sistemas electrónicos, está sujeto a posibles problemas, los mismo que se detallan y se les da sus respectivas soluciones.

Tabla 8. Guía de solución de problemas

PROBLEMA	CAUSA	SOLUCION
No existe alimentación de energía	El cable de la batería esta flojo	Revise la conexión del cable con la batería y ajústela.
La batería está conectada pero no se visualiza nada.	El cable de alimentación de la batería hacia el circuito está roto. La llave de encendido no está en la posición adecuada.	Revise el cable y replácelo si es necesario. Ubique la llave en la posición correcta
No pasa nada cuando se manipulan los interruptores.	Cable de los interruptores sueltas o desoldadas Focos de freno quemados	Revisar la conexión y soldar nuevamente Sustituir por focos de freno nuevos
Baja presión en la lectura del manómetro de circuito delantera y trasera	Fugas de líquido de frenos en las uniones y tuberías Manómetro en mal estado Cilindro maestro en mal estado.	Ajustar los acoples, cambiar tuberías y pulgar el sistema. Cambiar el manómetro. Revise el cilindro maestro
Potenciómetro no funciona al manipular las distintas condiciones de presión y temperatura	Se encuentra quemado, desconectado las conexiones al circuito.	Cambiar por un nuevo potenciómetro. Revisar el circuito

Fuente: Autores

4.4 Identificación de los puntos de medición

Existen tres puntos de medición del banco de pruebas de sistema de frenos hidráulicos, el primero indica el funcionamiento de los dos circuitos delanteros. Cuando se acciona el pedal de freno por el conductor este manómetro muestra las presiones en PSI.

Cuando la presión se mantiene a 90 PSI al pisar el pedal a fondo y sin soltarlo, en este caso el frenado es la adecuada en circuito delantero.

Si la presión está por debajo de los 60 PSI en los manómetros y esto desciende repentinamente o lentamente por debajo cuando está pisando el pedal es porque existe alguna avería en el sistema hidráulico y se tendrá que realizar las siguientes revisiones.

- Revisar si existe fugas en las uniones y acoples
- Revisar si existe líquido en el depósito
- Revisar si el cilindro maestro está en buen estado

Una vez realizado todas las revisiones de todo el sistema, se debe proceder por último a purgar el sistema hidráulico hasta llegar a la presión recomendada.

También al pisar el pedal el motor eléctrico se apagará instantáneamente simulando el frenado en el circuito delantero. Y a la vez se encenderá una luz testigo que indicará que se está efectuado el frenado.

El segundo manómetro muestra la presión de las dos ruedas posteriores cuando es accionado el pedal por el conductor, las presiones varían de mínima al máximo o de máximo a mínimo según la acción de frenado.

Si la presión alcanza los 120 PSI en el circuito posterior o más al pisar el pedal y se mantiene a esa presión en el circuito en este caso no existe ninguna avería, y si la presión se sitúa por debajo de 90 PSI al pisar el pedal entonces existe alguna fuga en el sistema.

Las presiones en el circuito posterior tienen que estar entre 120 PSI y 130 PSI al pisar el pedal a fondo y debe mantenerse constante mientras no suelte el freno. Caso contrario se tendrá que hacer las siguientes revisiones:

- Revisar si existe fugas en las uniones y acoples
- Revisar si existe líquido en el depósito

- Revisar si el cilindro maestro está en buen estado

Al realizar las revisiones antes mencionadas luego proceder a purgar el sistema hidráulico.

El tercer punto de medición está ubicado en el mismo tablero de control aquí se obtiene la lecturas de vacío de servofreno.

El tercer punto de medición está ubicado en el mismo tablero de control aquí se obtiene la lecturas de vacío de servofreno.

La presión de vacío tiene que oscilar entre 7 PSI y 15 PSI de ser menor al 4 PSI se tendrá que hacer las siguientes revisiones.

- Revisar las fugas en las mangueras y uniones
- Revisar la presión de la bomba es la adecuada

Existe un luz testigo en el tablero de control que indica que la bomba de vacío está funcionando correctamente.

La temperatura en el disco de freno debe constar a 300 °C como punto máximo, sobrepasado esa temperatura se presentará un mensaje en el software de simulación que alertará al usuario.

4.4.1 *Comparación de los datos del tablero con los datos reales.* Los datos en la verificación, se comparan con los datos reales recomendados por el fabricante, para asegurarse que el sistema se encuentre funcionando correctamente.

A continuación se presenta una tabla que indica los resultados obtenidos y los del fabricante.

Tabla 9. Valores nominales de presión y temperatura.

	V. NOMINAL	V. PRACTICO
Presión en el circuito delantero	Max: 362,05 PSI Min: 310 PSI	Max:130 PSI Min: 60 PSI
Presión en el circuito trasero	Max: 348.67 PSI Min: 300,05 PSI	Max:120 PSI Min: 90 PSI
Vacío de servofreno	Max: 14 PSI Min: 7 PSI	Max: 7 PSI Min: 4 PSI
Temperatura de disco	250 - 300 °C	250 °C

Fuente: Autores

4.4.2 Análisis de resultados del banco de frenos. Si los datos se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la tabla, indica que el sistema de frenos se encuentra funcionando correctamente, caso contrario se podrá simular tales caídas de presión en el software determinando la existencia de averías en el sistema.

4.5 Observaciones

- Revisar el nivel de líquido en el depósito, caso contrario al realizar la prueba de funcionamiento del sistema no se ejecutará el correcto frenado.
- Si se completa el líquido al máximo, no pasa nada, al contrario así se podrá ver si existe posibles fugas.
- La mayoría de los sistemas recomiendan los líquidos de freno DOT 3 y DOT 4 son fabricados en base a mezclas etílicas y son los líquidos recomendados para la mayor parte de vehículos que utilizan sistemas de frenos hidráulicos.

El tablero de frenos debe ser utilizado exclusivamente para fines creados, ósea, para dar instrucciones didácticas y prácticas de frenado. Tomar muy en cuenta todas las recomendaciones que se les ha explicado en el manual del usuario y cumplir con los mantenimientos programados.

4.6 Guía de práctica

4.6.1 Guía nº 1

Cambio de pastillas

1.- Objetivo

- Realizar el cambio de pastillas de frenos
- Inspeccionar el desgaste de pastilla de freno

2.- Precauciones

- El líquido de frenos es corrosivo y ataca la pintura de la maqueta
- Si las pastillas están gastadas y el depósito tiene poco líquido no añadir hasta que se monten las nuevas

3.- Equipos y herramientas

- Líquido de frenos
- Pastillas.
- Caja de llaves en mm
- Destornilladores
- Guaipe

4.- Desarrollo

a. Inspección:

1. Desmontar la rueda.

Figura 88. Desmontaje de rueda



2. Normalmente es posible ver el espesor de la pastilla a través del agujero grande de la mordaza, o mirando el lado de la pastilla. Sin embargo, en

algunos modelos puede ser necesario desmontar la pastilla para inspeccionarla.

Figura 89. Visualización de pastilla en el interior de mordaza.



Nota:

El material de revestimiento de la pastilla debe desgastarse no más de 1/8 de plg (3 mm). En pastillas de freno encoladas al material de soporte, el material de la pastilla puede medirse desde el borde del material de soporte. Sin embargo, en pastillas que están remachados al material de soporte, el revestimiento debe medirse desde las cabezas de los remaches (en los agujeros del material de revestimiento).

3. El material de revestimiento del freno no debe mostrar ninguna humedad, rajaduras o estar desmenuzados. Si es evidente algún daño, las pastillas tienen que ser sustituidas, ejemplos de estos daños: si las pastillas muestran evidencia de humedad.

Figura 90. Inspección de pastilla.



4. Localizar la fuente del salidero de líquido y repararlo antes de instalar las pastillas nuevas.

Figura 91. Revisión de retenes.



Nota:

La sustitución de las pastillas de freno debe ejecutarse siempre simultáneamente en ambas ruedas, las delanteras o las traseras, a la vez. Nunca sustituir pastillas en sólo una rueda. Se recomienda utilizar sólo pastillas de mejor calidad. Algunas pastillas de frenos se quedan con la mordaza; otras permanecen en el soporte de montaje de la mordaza.

b. Inspección Caliper

1. Retirar la mordaza de su montaje y desconecta la manguera del freno para extraerla completamente.
2. Colocar la mordaza en el banco de trabajo y retira el guardapolvo

Figura 92. Retiro de guardapolvo



3. Con una varilla de madera o plástico retira el sello del pistón.

Figura 93. Retiro de sello de pistón



4. Revisar el pistón, si está estriado, picado o desgastado, será necesario cambiarlo. En este punto no consideres como daño los puntos negros; en cierta manera son normales debido al sello del mismo pistón.

Para realizar el cambio del pistón suministre aire comprimido a la mordaza desmontada, el aire forzará al pistón a salir. Debes usar un trapo u otro material suave para evitar daños al sacarlo. Obviamente, las manos y los dedos deben mantenerse lejos de la trayectoria de salida.

Figura 94. Extracción del pistón.



5. Usar líquido de frenos para limpiar el caliper y para remover cualquier suciedad atrapada. Elimina el fluido de frenos del caliper y desecha el líquido drenado. Algunos fabricantes recomiendan limpiar el interior de la mordaza con una herramienta rectificadora. Aunque el pistón no hace contacto con su interior, la eliminación de herrumbre o corrosión de la superficie, es importante para evitar problemas futuros. Si el proceso de rectificación no elimina las picaduras o áreas rayadas, las mordazas deberán reemplazarse.

Figura 95. Pistón desmontado



c. Desmontaje

1. Desmontar la rueda
2. Observar la mordaza por su costado, insertar la hoja del destornillador plano y separa poco a poco el émbolo que aprisiona las pastillas internas, tal como te muestro en las fotos

Figura 96. Inspección de ubicación del émbolo en la mordaza



3. Hacer que el émbolo retroceda lo más posible, para que más adelante puedas cerrar la mordaza sobre las pastillas nuevas. Comprimir el émbolo de modo que quede alrededor de 1.5cm libre para las pastillas nuevas.

Figura 97. Proceso de retroceso de émbolo



4. Soltar el perno inferior de la mordaza, con cuidado retira la manguera que lleva el fluido de frenos para que no se rompa o deteriore en la maniobra siguiente, que es levantar la mordaza:

Figura 98. Desmontaje de pernos de sujeción de la mordaza



5. Las dos pastillas de freno quedan visibles por completo, con el destornillador plano las retiras. Puedes tomarte un tiempo para compararlas con las nuevas, notarás que hay algunos milímetros de diferencia en el grosor.

Figura 99. Retiro de pastillas



Nota:

No pisar el pedal del freno en este momento, porque se saldrían los émbolos de su lugar.

d. Instalación

1. Colocar las pastillas nuevas, primero limpia los rastros de las pastillas viejas y/o polvo en el disco de freno.
2. Ubicar las pastillas nuevas de modo que el borde de las pastillas coincida con el borde del disco, baja la mordaza y procede a reponer el perno de sujeción y aprieta firmemente.

Figura 100. Proceso de montaje de pastillas de freno



3. Agregar el líquido de freno en el depósito.
4. Bombear el pedal del freno para que baje el émbolo, notarás que en las primeras bombeadas el pedal estará suave, se debe a que el líquido de frenos ha subido al contenedor del líquido en el momento de separar con el destornillador el émbolo.

5.- Análisis de Resultados

- Comparar el estado de los componentes desarmados
- Registrar el elemento que entro en inspección o posible cambio.

6.- Cuestionario

- a) ¿Cuál es la función de pastillas de frenos?
- b) ¿Con que material están fabricados las pastillas de frenos?

- c) ¿Qué sucede si el cambio de pastilla se realiza en una sola rueda?
- d) ¿Qué ocurre si pisa el pedal de freno en el momento que se está cambiando las pastillas?
- e) ¿Por qué se deben limpiar los rastros de las pastillas viejas antes de colocar las pastillas nuevas?
- f) ¿Cuántos tipos de pastillas de frenos existen?

4.6.2 Guía nº 2

Revisión de las zapatas de freno

1.- Objetivos

- Realizar el desmontaje de los siguientes elementos tambor, zapatas y sus componentes
- Verificar y dar el necesario mantenimiento a dichos elementos.
- Montaje de los elementos y de ser necesario hacer cambios respectivos.

2.- Equipo y herramientas

- Caja de llaves mm, dados mm, destornilladores, alicate de punta fina.
- Martillo de cabeza plástico

3.- Procedimiento

a. Inspección

1. Desmontar el tambor de freno.

Figura 101. Extracción de tambor de rueda posterior



2. Inspeccionar si el material de la zapata de freno tiene rajaduras, evidencia de humedad o están desmenuzados. Sustituir las zapatas por otras nuevas, si se encuentra alguno de estos daños. Si la presencia de humedad es evidente, reparar el componente que tiene fugas antes de instalar las zapatas nuevas.
3. Medir el espesor del material de la zapata de freno (sin incluir la base de la zapata). Generalmente, el mínimo espesor permisible es de 1/16 plg (1.6 mm) sobre la cabeza del remache (para material de fricción montado con remache) o 3/32 plg (2.4 mm) desde la base de la zapata (para material de fricción pegado).

4. Si una de las zapatas de freno está desgastada o por debajo del límite permisible, tienen que sustituirse las cuatro zapatas de freno traseras.

Nota: Nunca pulir el revestimiento de la zapata con papel de lija, debido a que las partículas duras del papel de lija se pueden quedar incrustadas en la zapata, lo cual dañará la superficie de contacto del tambor.

Si la pastilla de la zapata está dañada, excesivamente desgastada o desigualmente desgastada, las zapatas deben reemplazarse.

5. Instalar el tambor de freno.

b. Desmontaje

1. Desmontar cada rueda, durante toda la operación no debe pisarse el pedal del freno y debe mantenerse suelto el freno de mano.

Figura 102. Retiro de las tuercas de sujeción de la rueda.



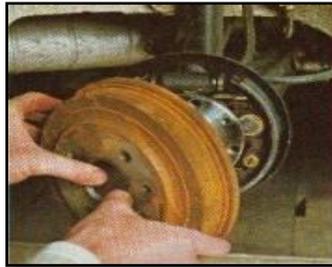
2. Para desmontar el tambor, basta con soltar los dos tornillos que lo sujetan; uno de ellos va normalmente provisto de un guía para facilitar el montaje de la rueda. Los cuatro orificios que se observan en el tambor corresponden a los cuatro tornillos de sujeción de la rueda.

Figura 103. Tornillo de sujeción de ruedas retiradas



3. En ocasiones retirar el tambor de su alojamiento es difícil; previamente se debe haber actuar sobre la excéntrica de aproximación (en la parte posterior del tambor) para aflojar por completo las zapatas. Si hay que golpear el tambor para extraerlo, utilizar un martillo de cabeza de plástico, golpeando suavemente el lateral en todo su contorno.

Figura 104. Retiro de tambor



4. En esta fotografía se aprecian los elementos que componen el sistema de tambor; antes de proceder a la sustitución de las zapatas, es conveniente limpiar bien el polvo, soplando con aire, todo el conjunto, o frotando con un cepillo de cerdas largas y duras.

Figura 105. Visualización de los componentes de tambor



5. La mano esta sujetando al perno de guía de las zapatas, no confundir con el dispositivo autorregulable que figura unos centímetros más arriba, ya se ha desmontado el de la izquierda y girándolo, se desmonta este segundo, con su correspondiente muelle, cazoletilla y muelle deben estar en perfecto estado.

Figura 106. Retiro de perno de guía de zapatas.



6. Con un alicate de punta fina, se procede a desalojar primeramente el muelle superior, por el enganche de la zapata que vayan a extraer en primer lugar y que normalmente no importa sea la derecha o la izquierda.

Figura 107. Desalojo de muelle superior de zapatas.



7. A continuación, proceder del mismo modo con el muelle inferior, cuidando de no deformar los extremos y observando el estado de ambos muelles y su flexión regular, cambiar los muelles si se encuentran deformados o destensados.

Figura 108. Retiro de muelle inferior de zapatas.



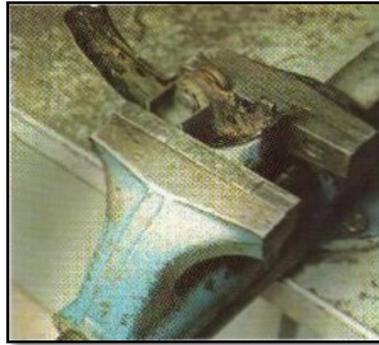
8. Extraer la zapata, apreciar en la fotografía como se han desalojado los dos muelles de sus cuatro puntos de fijación antes de retirar las dos zapatas, pero puede también procederse a sacar una a una, desenganchándose los resortes.

Figura 109. Extracción de zapatas



9. Cambiar las arandelas de fricción del dispositivo auto regulable cada vez que se extraigan las zapatas, para ello, lo mejor es fijar la zapata en una mordaza de banco y retirar el anillo elástico con un alicate de punta.

Figura 110. Fijación de la zapata en una mordaza de banco



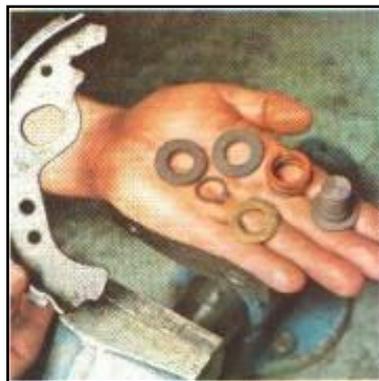
10. Para vencer la presión del muelle sin que este salte, será necesario improvisar un útil desmontaje mediante una chapa o abrazadera metálica que se doblará conformando las arandelas para poder comprimir, dejando libre para poder retirarlo, con facilidad.

Figura 111. Comprensión de muelle de presión



11. Cuidar de no perder ninguno de los componentes del sistema autorregulable y de volverlos a colocar en su orden, lo mejor es hacer un pequeño croquis o esquema, indicando claramente el orden y las caras.

Figura 112. Visualización de componentes desmontados.



c. Instalación

1. Insertar el espárrago/pivote de la palanca del freno de mano, a través del orificio practicado en la zapata trasera. Luego, instalar una arandela ondulada nueva y la presilla de herradura. Apretar los extremos de la presilla hasta que la presilla no pueda salirse del espárrago/pivote de la palanca.

Figura 113. Instalación del espárrago de la palanca del freno de mano



2. Conectar el cable del freno de mano en la palanca.

Figura 114. Conexión de cable de freno de mano



3. Colocar el conjunto de la zapata trasera en el plato de soporte e instalar el pasador de sujeción y el conjunto del resorte.

Figura 115. Ajuste de conjunto de zapatas



4. Asegurar que el extremo superior de la zapata esté encajada con el pistón del cilindro de rueda o la clavija del pistón.

Figura 116. Sujeción de cilindro rueda.



5. Colocar el resorte de retorno de la zapata trasera en la guía y en el orificio de la zapata, utilizando una herramienta para resortes de freno; estirar el resorte hacia la clavija del disco de anclaje. Asegurarse de que la guía del cable permanece en su lugar.
6. Si la zapata no encaja adecuadamente en el eslabón o en el pistón del cilindro de rueda, intentarlo de nuevo desmontando el resorte.

Figura 117. Desmontaje de resorte



7. Colocar el resorte inferior en su agujero en la zapata delantera. Sujetar el muelle con unos alicates de sujeción y estirarlo para engancharlo en el orificio de la palanca de ajuste. Asegurarse de que el cable queda en su lugar, sobre la guía.
8. Girar la rueda de estrella para desplegar las zapatas hasta el punto en que se pueda instalar el tambor con una resistencia al movimiento muy ligera.

9. Instalar el tambor y ajustar la rueda de estrella hasta que el tambor no se pueda girar. Entonces, retroceder el despliegue lo justo para que el tambor se pueda girar sin resistencia al movimiento.

Figura 118. Ajuste de componentes de freno de tambor



4.- Análisis de resultados

- Comparar el estado de los componentes anteriores al desarme.
- Registrar el elemento que entro en revisión.

5.- Cuestionario

- a) ¿Qué síntomas presenta al desgastar las zapatas en el sistema freno tambor?
- b) ¿En el sistema de freno tambor identifique sus elementos?
- c) ¿De qué material está construido el tambor de freno?
- d) ¿Si la regulación de las zapatas está demasiado ajustado qué efectos puede causar al frenar?
- e) ¿De qué material está fabricado la zapatas de freno de tambor?

4.6.3 Guía nº 3

Revisión de cilindro hidráulico de rueda

1.- Objetivos

- Realizar la revisión de cilindro hidráulico de rueda
- Verificar y dar el necesario mantenimiento al cilindro hidráulico.
- Montaje de los elementos y de ser necesario hacer cambios respectivos.

2.- Equipo y herramientas

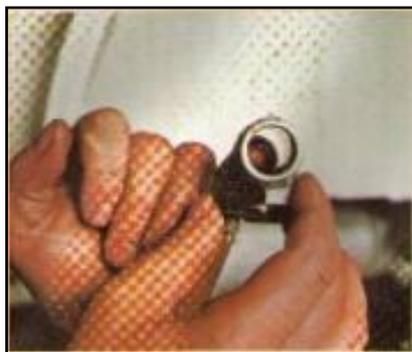
- Caja de llaves mm, alicate de punta fina.
- Destornillador estrella

3.- Procedimiento

a. Inspección

1. Revisar que no se peguen los pistones o exista fugas de fluido en el cilindro hidráulico, eso será evidente por la humedad o por el líquido excesivo dentro de cubre polvos de hule.
2. Revisar que los pernos o las presillas del cilindro hidráulico no estén oxidados debido a que llevan mucho tiempo a su sitio.
3. Verificar finalmente las paredes del cilindro; no deben presentar la más mínima raya, mancha de óxido o defecto de cualquier otro tipo, siendo inevitable la sustitución completa del mismo en caso contrario, ya que no es recomendable la reparación.

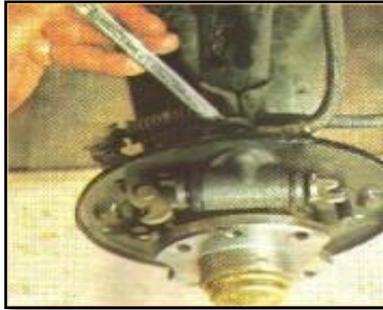
Figura 119. Verificación de paredes de cilindro



b. Desmontaje

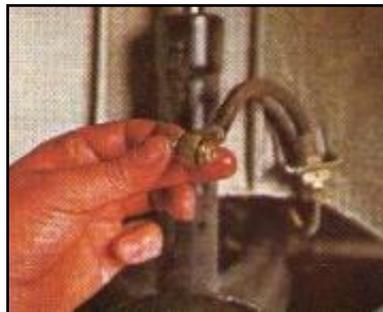
1. Soltar el tornillo que le sujeta al soporte general.

Figura 120. Retiro de tornillo de sujeción.



2. Al retirar el cilindro queda suelto el terminal del latiguillo de freno, pudiendo sustituirse con facilidad en caso de rotura de este elemento. Durante la reparación se estará perdiendo líquido por dicho punto, por lo que interesa taponar la salida o recoger el líquido en un recipiente.

Figura 121. Retiro de terminal del latiguillo de freno



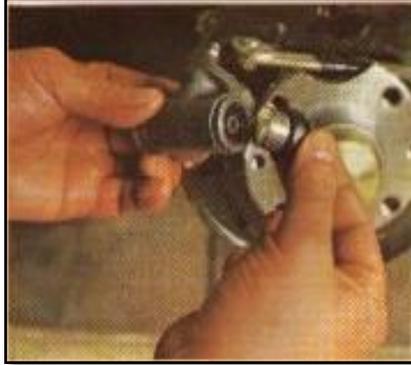
3. Para proceder a la reparación del cilindro, y una vez completamente limpio en su exterior (para lo que se utilizará exclusivamente líquido de frenos), se procede a retirar la goma de sujeción, que hace también las veces de guardapolvo.

Figura 122. Retiro de goma de sujeción de cilindro rueda



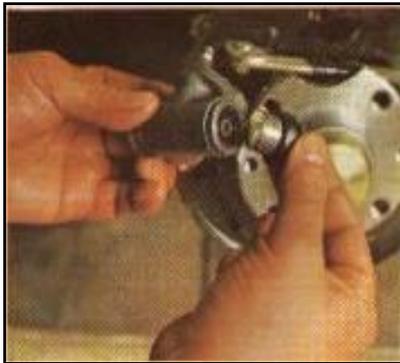
4. Sin necesidad de ningún tipo de herramienta, y una vez retiradas las gomas de los bordes, salen por si solos los pistones, o con una leve presión del uno al otro extremo. Cambiar las gomas viejas por las nuevas.

Figura 123. Visualización de gomas de cilindro rueda



5. Retirados los pistones, es importante verificar también el estado del muelle interior que presiona sobre ambos y sobre todo, comprobar que las arandelas de sus extremos se encuentren en impecable estado, sin marcas ni oxidaciones de ningún tipo.

Figura 124. Retiro del pisto de cilindro rueda.



6. Antes de volver a ensamblar el cuerpo del cilindro, lubrica las partes con líquido de frenos limpio.

c. Instalación:

1. Limpiar el plato de soporte completamente.
2. Colocar el cilindro en el plato de soporte. Luego, instalar los pernos de retención. Reacoplar la tubería del freno en el cilindro de rueda.

Figura 125. Montaje de tuberías de freno



3. Instalar las zapatas de freno.

Figura 126. Instalación de zapata de freno



4. Instalar el tambor.
5. Purgar el sistema de frenos.

Figura 127. Purga de ruedas posteriores.



6. Ajustar las zapatas de freno.

Figura 128. Ajuste de zapatas de freno



7. Instalar las ruedas y apretar las tuercas de los espárragos de las ruedas.

4.- Análisis de Resultados

5.- Cuestionario

- a) ¿Explique qué función desempeñan los cilindros hidráulicos en el tambor de freno?
- b) ¿Cuál es la función del cilindro hidráulico de rueda?
- c) ¿Qué se desgastan normalmente en el cilindro hidráulico?
- d) ¿En qué parte está ubicado el cilindro hidráulico?

4.6.4 Guía nº 4

Purgado manual de sistema hidráulico

1.- Objetivos

- Realizar el purgado del sistema hidráulico.

2.- Equipos y herramientas

- Líquido de frenos DOT3, de 250 cc
- Botella plástica con tapa, de medio litro
- Tubo plástico de 30cm de largo y diámetro 7mm.
- Llave de 8 mm
- Una persona como ayudante

3.- Procedimiento

1. Con el motor apagado oprime el pedal del freno varias veces hasta perder todo el vacío de reforzador.

Figura 129. Proceso de oprimido de pedal para el purgado



2. Llenar el depósito de frenos (por lo menos a la mitad). Verificar que esté lleno el líquido de frenos como se menciona anteriormente por lo menos a la mitad.

Figura 130. Llenado de líquido en el depósito



3. Si el cilindro maestro tiene aire deberá ser purgado antes que todo el sistema. Pon una llave del tamaño adecuado sobre el tornillo de purga y una manguera transparente (coloca el otro extremo dentro de un contenedor apropiado).

Figura 131. Colocación de llave en el tornillo de purga



4. Presionar el pedal del freno lenta y firmemente (no bombear el pedal, porque formará espuma y será más difícil el purgado). Abre el tornillo de purga, cierra el tornillo y suelta el pedal. Repite el procedimiento hasta sacar todo el aire.

Figura 132. Desajuste de tornillo de purga



5. Apretar apropiadamente el tornillo de purga, rellenar el cilindro maestro a nivel y vuelve a colocar la tapa. Desechar el líquido de frenos usado, pero no lo viertas en el drenaje.

Figura 133. Ajuste de tornillo después del purgado del sistema



4.- Análisis de resultados

- Debes notar una vez que empieces a pisar el pedal de freno, existe mayor resistencia y consistencia cuando se lo presiona.
- El frenado es más potente y preciso que antes de este mantenimiento, siendo este efecto muy notorio.

5.- Cuestionario

- a) ¿Cuántos tipos de líquido de frenos existen?
- b) ¿Explique las precauciones que se debe tener antes de realizar el purgado manual?
- c) ¿Cuáles son las características fundamentales del líquido de freno?
- d) ¿Qué tipo de líquido se recomienda usar en los vehículos?

4.6.5 Guía nº 5

Revisión de cilindro maestro

1.- Objetivos

- Realizar el desmontaje y revisión del cilindro maestro
- Verificar y dar el necesario mantenimiento a dichos elementos.

2.- Equipos y herramientas

- Juego de herramientas en mm
- Líquido de freno DOT 3
- Playo de presión
- Guaipe

3.- Procedimiento

a. Desmontaje:

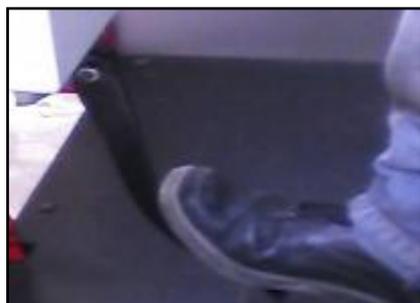
1. Desconectar el cable negativo de la batería.

Figura 134. Desconexión de cable negativo de batería



2. Si es necesario, aplicar el pedal del freno varias veces, para expulsar todo el vacío del sistema reforzador de potencia.

Figura 135. Aplicación de pedal de freno varias veces



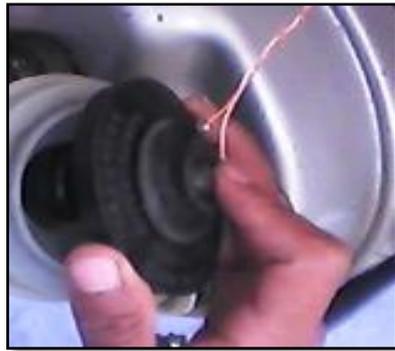
3. Desmontar cualquier componente en el compartimento que pueda interferir en el desmontaje del cilindro maestro.

Figura 136. Desmontaje de conexión de vacío



4. Desconectar cualquier conector eléctrico de cualquier interruptor montado sobre el cilindro maestro.

Figura 137. Desconexión de conector eléctrico



5. Colocar trapos absorbentes debajo de los puntos en los cuales la tubería del freno se conecta con el cilindro maestro.

Figura 138. Colocación de trapo absorbente



6. Desmontar las tuberías del freno de las aberturas de salida primaria y secundaria del cilindro maestro. Cubrir o taponar las tuberías para evitar pérdidas de fluido y contaminación.

Figura 139. Desmontaje de tuberías



7. Retirar los pernos que fijan al cilindro maestro en el reforzador de potencia del freno.

Figura 140. Desalojo de tuercas que fijan al cilindro maestro



8. Deslizar el cilindro maestro hacia delante y desmontarlo del vehículo.

Figura 141. Retiro de cilindro maestro.



b. Instalación:

1. Si es necesario, trasladar cualquier interruptor del cilindro maestro viejo al nuevo cilindro maestro.
2. Purgar en un banco el cilindro maestro nuevo.
3. Colocar el cilindro maestro del freno en el reforzador de potencia del freno.

Figura 142. Colocación de cilindro maestro



4. Introducir las tuercas o los pernos de retención, y apretarlos firmemente.

Figura 143. Colocación de tuercas de sujeción



5. Instalar las dos tuberías del freno primario y secundario en el cilindro maestro.

Figura 144. Montaje de tuberías primario y secundario



6. Cuando ambas tuberías del freno estén instaladas, apretarlas firmemente.

Figura 145. Ajuste de acoples en las tuberías.



7. Reacoplar todo conector eléctrico.

Figura 146. Montaje de conector eléctrico



8. Llenar el cilindro maestro con un líquido de freno adecuado.

Figura 147. Llenado de líquido de freno



9. Purgar el sistema de freno. Tapar el cilindro maestro cuando esté completo.
10. Conectar el cable negativo de la batería.
11. Probar que el sistema de frenos funcione correctamente.

4.- Análisis de resultados

- Comparar el estado de los componentes anteriores con los actuales
- Registrar el elemento que es revisado

5.- Cuestionario

- a) ¿Qué función cumple el cilindro maestro?
- b) ¿Explique el funcionamiento de cilindro maestro?
- c) ¿Cuál es la función del reservorio y su tapa?
- d) ¿Qué síntomas presenta un cilindro maestro defectuoso?

4.6.6 Guía nº 6

Comprobación del funcionamiento de servofreno

1.- Objetivos

- Realizar la comprobación del funcionamiento del servofreno
- Determinar el proceso de desmontaje y instalación del servofreno

2.- Equipos y herramientas

- Juego de herramientas en mm
- Líquido de frenos

3.- Precauciones

- El intervalo entre pisada y pisada del pedal es aproximadamente de 5 segundos.
- Evite deformar o doblar la tubería del freno cuando se desmonte y monte el servofreno.
- Sustituya el pasador de horquilla si está dañado.
- Evite dañar las roscas del perno de espárrago del servofreno. Si el servofreno está inclinado o se inclinará durante el montaje, el panel del tablero puede dañar las roscas.

Con el motor parado, cambie el vacío a presión atmosférica pisando varias veces el pedal del freno. Después, con el pedal del freno pisado a fondo, arranque el motor y cuando la presión del vacío alcance el estándar, asegúrese de que la separación entre el pedal del freno y el panel del suelo se reduzca.

4.- Procedimiento

a. Desmontaje

1. Retirar la tubería de freno del cilindro maestro de freno.
2. Desmontar el cilindro maestro del freno.

Figura 148. Retiro de cilindro de freno



3. Quitar la manguera de vacío del servofreno

Figura 149. Retiro de manguera de vacío



4. Extraer el pasador a presión y el pasador de horquilla del pedal del freno del interior del vehículo.
5. Retirar las tuercas del servofreno y del conjunto de pedal del freno.
6. Desmontar el conjunto de servofreno del panel del tablero.

b. Instalación

1. Aflojar la contratuerca para ajustar la longitud de la varilla primaria de forma que la longitud cumpla el valor especificado.
2. Después de ajustar apretar provisionalmente la contra-tuerca para montar el conjunto de servofreno en la maqueta. En ese momento, asegúrese de montar una junta entre el conjunto de servofreno y el panel del tablero.
3. Conectar el pedal del freno con la horquilla de la varilla primaria.
4. Montar las tuercas de montaje del soporte del pedal y apriételas al par especificado.
5. Instalar el cilindro maestro en el conjunto de servofreno.

Figura 150. Instalación de cilindro de freno en el conjunto servofreno



6. Ajusta la altura y el juego del pedal del freno.
7. Apretar la contratuerca de la varilla primaria al par especificado.
8. Llenar con fluido de frenos limpio y purgue el aire.

5.- Cuestionario

- a. ¿Cuál es la función de servofreno?
- b. ¿Qué síntomas presenta un servofreno defectuoso?
- c. ¿Cómo funciona el Servofreno de depresión de dos cámaras?
- d. ¿En qué parte va ubicado el servofreno?

4.6.6 Guía 7

Simulación de averías de sistema de freno hidráulico

1.- Objetivos

- Realizar las prueba de simulación de averías
- Conocer la instalación de la interfaz del tablero de frenos con puerto
- Observar las presiones del circuito de freno
- Comprender la función de los elementos que ayudan a mantener y caer la presión en las cañerías.

2.- Herramientas y equipos

- Computadora
- Tablero de frenos
- Cable USB

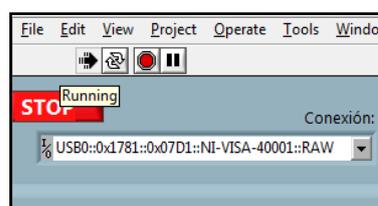
3.- Revisión teórica

- Sistema de freno hidráulico

4.- Procedimiento

1. Conectar la alimentación de tablero a 12V de la batería
2. Colocar el conector USB al computador
3. Configurar el puerto
4. Instalar el setup PROGRAMA FRENO que se encuentra en el disco de instalación
5. Abrir el icono PROGRAMA FRENO en el menú inicio
6. A continuación asignar el puerto respectivo el recuadro de comunicación.
7. Correr el programa

Figura 151. Ejecución del programa



Procedimiento de simulación de luces de freno

1. Activar el Switch del tablero de control
2. Accionar el interruptor de las luces cuando el pedal o freno de mano esta aplicado.

Figura 152. Switch de encendido accionado



3. Falla de la luz derecha del tablero

Figura 153. Falla de luz posterior derecha



4. La falla se presentará en el software de la computadora indicando que ha ocurrido un problema en el sistema eléctrico de las luces y a la vez presentará un cuadro de soluciones que se debe hacer para resolver las causas.

Figura 154. Mensaje de avería de luz posterior derecha



5. Revisados los elementos planteados accionar en el comando **OK** y desaparecerá el mensaje de falla inmediatamente.

Procedimiento de simulación del nivel de líquido de depósito

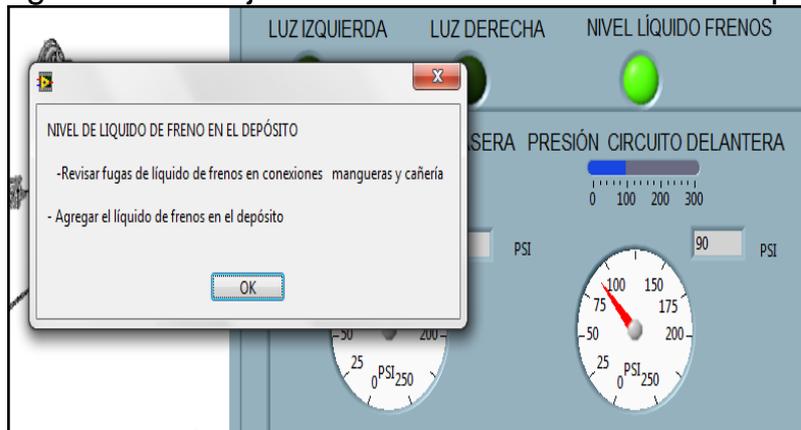
1. Destapar la tapa del depósito

Figura 155. Depósito sin líquido de freno



2. La advertencia de falta de nivel de líquido se presentará en el software de control inmediatamente.

Figura 156. Mensaje de advertencia de falta de nivel de líquido



3. Para que el mensaje no se presente se tendrá que agregar el líquido en el depósito

Figura 157. Llenado de líquido en el depósito



4. Tapar el depósito
5. Para que el mensaje desaparezca de la pantalla del software se debe aplastar **ok**

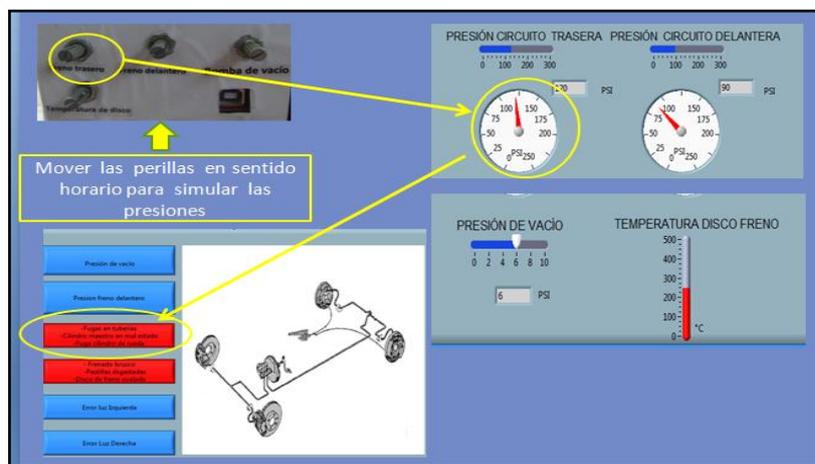
Procedimiento de simulación de presión de frenado

Si la presión alcanza los 120 PSI en el circuito trasero o más al pisar el pedal y se mantiene a esa presión en el circuito en este caso no existe ninguna avería.

Al pisar el pedal de freno se presentará una lectura en los manómetros de circuito delantero y trasero. Con estos datos reales obtenidos mover la perilla de potenciómetro hasta alcanzar esas presiones.

Comparar los datos reales con los simulados y si el valor de manómetro del tablero está menor a 60 PSI en el circuito delantero y 90 PSI en el circuito trasero mover la perilla de potenciómetro hasta alcanzar esas presiones e inmediatamente se presentará un mensaje de averías en el software.

Figura 158. Simulación de presión de frenado del circuito posterior.



Con las averías indicadas proceder a revisar el circuito y corregir las fallas del sistema hidráulico.

5.- Análisis de resultados

6.- Conclusiones

4.7 Identificación de los componentes y conocimiento de sus propiedades de operación y parámetros

Para el correcto uso de este banco didáctico, es fundamental conocer la operación de todos los elementos claves para su funcionamiento, así también leer todas las instrucciones de seguridad. Consulte el ítem Atención en las próximas secciones, en éste de describirán distintas acciones referentes a la seguridad del estudiante u operario, así como del equipo.

Se inicia haciendo una breve descripción de la distribución de los componentes en el banco didáctico.

El conjunto de freno hidráulico: forman parte del mismo, servofreno, disco de freno, tambor de freno, cañerías, accesorios, motor que genera vacío, luces de freno, batería y reservorio para líquido de freno.

Panel de control, y circuito para detección de fallas: Este conjunto se ubica en el interior del banco didáctico, forman parte del mismo: el tablero de control, y el circuito que permite la simulación de fallas desde una PC.

4.7.1 Nivel de líquido de freno. Antes de poner en funcionamiento el banco didáctico, se deberán seguir los siguientes procedimientos recomendados.

- Verificar el nivel de líquido de frenos en el depósito.
- El nivel debe estar entre las marcas mínimas y máximas.
- Si se encuentra baja, rellenar con líquido de frenos hasta la marca (Max).
- Utilice preferiblemente el líquido de frenos DOT 3.
- Asegure que la tapa del depósito esté herméticamente sellado para evitar la absorción de humedad.

4.7.2 Batería

- Desconexión del cable de la batería:

- Todos los interruptores deben estar en la posición "OFF" (APAGADO).
- Desconecte el cable a tierra de la batería.
- Desconecte el cable del positivo de la batería.
- Para la conexión de la batería, siga el proceso de desconexión en sentido inverso, colocando de forma adecuada los bornes, de manera que no queden flojos

Atención:

- Es importante que se desconecte primero el cable a tierra de la batería. Desconectar primero el cable positivo de la batería puede provocar un cortocircuito.
- Limpie los terminales de la batería y aplique una capa fina de grasa para evitar que se oxide.
- Para evitar averías en los componentes electrónicos del sistema, no se debe desconectar la batería con el motor operando.

4.7.3 *Tablero de control.* El tablero de control, que incorpora este banco didáctico, incluye varios elementos, de los cuales se indica su ubicación en la siguiente figura:

1. Manómetro de presión y de vacío.
2. Indicador de nivel de batería.
3. Luces testigo de: bomba de vacío, luces de freno al accionar el pedal, encendido de Switch.
4. Interruptores para simulación de averías de luces de freno.
5. Potenciómetros para simulación de averías de presión; circuito delantero y posterior, temperatura de disco de freno, presión de vacío.
6. Cable USB para la conexión del sistema de detección de averías.

Verificar constantemente el panel de control del tablero, en especial las luces testigo, que son las encargadas de comunicar al estudiante u operario de alguna falla existente.

Figura 159. Luz testigo panel de control.



4.7.4 *Plan de mantenimiento, inspecciones y cambios* . A continuación se detalla los mantenimientos que se debe realizar en el banco didáctico.

Tabla 10. Tiempo de revisión y cambios

SERVICIOS AFECTUARSE	Diariame	Semana	Mensua	Annual
Revisar el nivel de líquido en el depósito			•	
Revisar el nivel de batería		•		
Revisar las conexiones eléctricas			•	
Verificar las posibles fugas del líquido en las uniones y cañerías	•			
Verificar el correcto funcionamiento de los manómetros	•			
Verificar el correcto funcionamiento del motor eléctrico y la bomba generadora de vacío	•			
Revisar el funcionamiento de luces de freno			•	
Cambiar el líquido de freno				•
Purgar el sistema hidráulico				•
Verificar banda del motor 1.5 hp				•

Fuente: Autores

Este banco de pruebas de sistema de freno hidráulica se considera de bajo mantenimiento, a pesar de esto debe ser sometidos a inspecciones periódicas en sus componentes; uniones en las cañerías, servofreno, tambor de freno en especial los cilindros, nivel de líquido, reposición y/o reemplazo del fluido de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

- Se puede cambiar el líquido del circuito de freno, bien porque ha perdido debido a una fuga, o para un mejor mantenimiento.
- Para cambiar el líquido de freno primero hay que vaciar el líquido que está en su circuito antes de proceder al llenado con líquido nuevo, debido a que el banco de pruebas no se va encontrar siempre funcionando.
- Verificar que el líquido no haga espuma, no se emulsiona y que el nivel no sobrepasa el máximo en el depósito. Medir el nivel de líquido en el depósito.
- Revisar de forma periódica todos los elementos de su sistema
- Seleccionar las herramientas necesarias para realizar el trabajo.
- Realiza el montaje del sistema de freno, de acuerdo a los procedimientos y parámetros establecidos.
- Realiza el purgado de sistema de freno, utilizando el tipo de fluido recomendado, considerando los parámetros y procedimientos técnicos establecidos.
- Verificar con el banco didáctico ya en funcionamiento que los elementos de los frenos funcionan correctamente.
- Si el pedal de freno se vuelve dura, inestable o si hace ruidos extraños, realizar una revisión completa antes que los daños sean mayores a pesar de que es material didáctico.
- Aplicar las medidas de seguridad establecidas.

4.8 Normas de seguridad para el correcto uso del banco didáctico dentro del laboratorio

Se recomienda leer atentamente todas las medidas y notas de seguridad antes de realizar cualquier práctica en el banco didáctico.

La siguiente lista presenta las precauciones generales que deben ser seguidas para garantizar su seguridad personal.

- Asegurar que el área de trabajo alrededor del banco didáctico esté seca, bien iluminada, ventilada, organizada; sin herramientas y piezas sueltas, fuentes de ignición y sustancias peligrosas. Verificar cuales condiciones peligrosas pueden ocurrir y evitarlas.

- El bastidor sobre el cual está montado los componentes de sistema de freno hidráulico , tiene instalado 6 ruedas de acero lo cual facilita su traslado dentro del laboratorio
- Los sistemas con encendido electrónico tienen potencia muy superior a la de los sistemas convencionales. Por lo tanto, es altamente peligroso ejecutar cualquier servicio con el sistema conectado.
- Siempre usar herramientas en buenas condiciones, en cada trabajo utilice la herramienta adecuada, emplear para la función que fue diseñada, y luego de su utilización coloque en su respectivo lugar.
- Por su salud y seguridad, jamás fume, coma o beba en el interior del laboratorio.
- Al realizar prácticas en este banco didáctico lea atentamente la respectiva guía de laboratorio, siga en todo momento las instrucciones del profesor. Ante cualquier duda, consulte al responsable de la práctica.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se implementó el banco de pruebas de manera satisfactoria, y con su uso permitirá a los estudiantes elevar el nivel académico.

Se construyó el tablero didáctico de un sistema de frenado hidráulico con accionamiento manual, control de parada y presión de frenado electrónico, para el laboratorio de la **Escuela de Ingeniería Automotriz de la ESPOCH**.

Se distribuyó de forma adecuada los elementos constitutivos en el tablero de manera que los estudiantes puedan ejecutar las prácticas correspondientes, teniendo un acceso seguro y ergonómico.

Para utilización de este proyecto dentro del laboratorio se crea un manual de uso y seguridad, con la finalidad de establecer los parámetros necesarios para salvaguardar la integridad tanto del usuario como del equipo.

Se elaboraron guías de prácticas de laboratorio para que los estudiantes las ejecuten y obtengan resultados que permitan afianzar sus conocimientos.

6.2 Recomendaciones

Procurar que el tablero no esté expuesto a la intemperie debido a que toda la estructura puede sufrir de corrosión y si es posible mantener continuamente limpio.

Leer detalladamente el manual de seguridad, antes de operar el banco didáctico en donde describe minuciosamente los parámetros de funcionamiento así como el mantenimiento que se brindará al equipo.

Realizar las prácticas siguiendo el proceso indicado en las guías de laboratorio, nunca se debe experimentar sin la autorización del profesor.

Brindar un mantenimiento adecuado al equipo, utilizando repuestos, líquido de frenos de buena calidad

Verificar las posibles fugas de líquido hidráulico de freno por las cañerías, acoples, conexiones, etc.

Informar de cualquier anomalía en el funcionamiento del banco de sistema de freno hidráulico

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] FERRER, Julián. Sistema de Transmisión y Frenado, España: Editex 2008. Pág. 238-239.
- [2] <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-6.htm>
- [3] BOSCH, Robert. Sistema de Frenos Convencionales y Electrónicos, 3^a Edición. Alemania 2003. Pág. 30-31.
- [4] <http://www.part-rich.com/sp/products/brands/item/freno-de-disco>
- [5] <http://www.mas4x4.com/Dise%C3%B1o/samurai/Samurai-Ejes.htm>
- [6] <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/503347>
- [7] <http://www.clubfiatbravo.com/foro/viewtopic.php?f=2&t=17493>
- [8] <http://spanish.alibaba.com>
- [9] <http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-4.htm>
- [10] <http://www.actiweb.es/servicionavarro/archivo1.pdf>
- [11] <http://pcchampionsa.com/pcc/index.html>
- [12] <http://dobac.com/capac/Sistema%20de%20Frenos%20Hidr%C3%A1ulicos.pdf>
- [13] <https://biofisicabuenaonda.wordpress.com>
- [14] http://www.frenosate.es/generator/bz_presentation_pdf_es.pdf
- [15] <http://www.rockauto.com>
- [16] <http://www.citroclubchile.cl/foros/showthread.php?t=9938>
- [17] <http://www.secosacr.com/portfolio/mangueras-automotrices/.html>
- [18] ARROYO, Carlos. Los Frenos en el Automóvil, 2^{da} Edición, España: CEAC 1996. Pág. 86-87.
- [19] <http://www.masoportunidades.com.ar/aviso/4560955-manometro.htm>
- [20] <http://www.processcontrol.com.ve/literatura.html>
- [21] <http://www.ecured.cu/index.php/Vacu%C3%B3metro>
- [22] <http://www.comercioindustrial.net/productos.php?id=acr1&mt=acrilico>
- [23] ALONSO, José. Técnicas del Automóvil - Inyección de Gasolina y Dispositivos

Anticontaminación. España: Thomson, 2002. Pág. 55-68.

[24] OROZCO, José. Diagnóstico y Servicio de Inyección Electrónica, México: Digital Comunicación, 2006. Pág. 26-29.

[25] <http://www.electronicamagnabit.com/tienda/74-pic-18f2550.html>

[26] http://es.wikipedia.org/wiki/Condensador_el%C3%A9ctrico

[27] http://electronica.ugr.es/~a/curso0304/occe/practicaresistencia/codigos_colores.htm

[28] http://es.wikipedia.org/wiki/Diodo_rectificador

[29] <http://es.wikipedia.org/wiki/Oscilador>

[30] <http://es.wikipedia.org/wiki/Transistor>

[31] http://en.wikipedia.org/wiki/Mblex_connector

[32] <http://es.wikipedia.org/wiki/Led>

[33] <http://es.wikipedia.org/wiki/Potenci%C3%B3metro>

[34] <http://www.monografias.com/trabajos11/usbmem/usbmem.shtml>

BIBLIOGRAFÍA

- ARROYO, Carlós. Los frenos en el automóvil. España: Ceac, 2002.
- ALONSO, José M. Sistema de frenado, cuarta Edición , Colombia, 2008
- AGUEDA, Eduardo. Fundamentos Tecnológicos del Automóvil. España:
Thonson, 2002
- ASTUDILLO, Manuel. Tecnología del automóvil. España: Paraninfo, 2010
- CEAC, Manual Ceac del Automóvil. Barcelona: CEAC, 2008.
- CASTRO, Miguel, Suspensión Dirección Frenos Localización de Averías.
Barcelona: Grupo Editorial Ceac, 2001.
- CRANE, Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías, McGraw-Hill
Interamericana. México, 2009.
- CROUSE, William. Mecánica del Automóvil. España: Marcombo, 1993.
- GIL, Hermógenes. Manual práctico del automóvil, reparación, mantenimiento,
practicar. España, Grupo Cultural, 2011
- GIL, Hermógenes. Manual Ceac del Automóvil. España: Ceac, 1996.
- LUQUE, Pablo. Ingeniería del automóvil. España, Paraninfo, 2005
- MARTINEZ, José A. Tecnología avanzada del automóvil, Ed. Paraninfo, Madrid, 1994.
- ROJAS, Leonardo. Mecánica Automotriz, M. INACAP Capacitación, Marzo
2001
- ROBERT, L.: Mecánica de los Fluidos Aplicada, Publicado por Prentice Hall
Hispanoamericana, S.A., Cuarta edición, México D.F., 1996
- THOMSON, Alonso M. Técnicas del automóvil. España, Paraninfos, 2004

LINKOGRAFÍA

LOS FRENOS EN EL AUTOMÓVIL

<http://www.cdr.es/uploads/MFG/Los%20Frenos.pdf>

10-26-2008

LÍQUIDO DE FRENO

<http://dobac.com/capac/Sistema%20de%20Frenos%20Hidr%C3%A1ulicos.pdf>

20-8-2010

MISIÓN DE LOS FRENOS

<http://www.actiweb.es/servicionavarro/archivo1.pdf>

17-11-2009

FUNDAMENTOS DE SISTEMA DE FRENO

<http://www.todomecanica.com/sistemas-de-frenos-fundamentos.html>

17-10-2007

SERVOFRENO

<http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-6.htm>

19-07-2008

SISTEMA DE FRENO HIDRAÚLICOS

<http://www.aficionadosalamecanica.com/frenos-2.htm>

28-11-2007

VACUÓMETRO

<http://www.ecured.cu/index.php/Vacu%C3%B3metro>

3-11-2011

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE FRENOS DE DISCO

<http://dobac.com/capac/Sistema%20de%20Frenos%20Hidr%C3%A1ulicos.pdf>

13-21-2010