



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIA**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE
UN SISTEMA DE FRENOS CON SERVO ELECTRÓNICO**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

DENNIS EDMUNDO VERDEZOTO RIVAS

DIRECTOR: ING. EDWIN TAMAYO

Quito, julio 2016

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2016
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1717648826
APELLIDO Y NOMBRES:	VERDEZOTO RIVAS DENNIS EDMUNDO
DIRECCIÓN:	Av. REAL AUDIENCIA Y NAZACOTA PUENTO
EMAIL:	dennis_bsc_zoto@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	2801381
TELÉFONO MOVIL:	0992781972

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE UN SISTEMA DE FRENOS CON SERVO ELECTRÓNICO
AUTOR O AUTORES:	Dennis Edmundo Verdezoto Rivas
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	2016/07/14
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Edwin Tamayo
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz
RESUMEN:	Se diseñó y construyó un banco de pruebas que tiene la capacidad de dar a conocer un sistema no muy común en los vehículos convencionales, con un sistema que indica todos sus componentes y funcionamiento de cada uno de ellos que posee, para que se pueda ver la diferencia de los normales o más comunes sistemas de

frenos en comparación a este sistema que básicamente es lo mismo pero en algunos elementos cambia para que este sea electrónico, pero la base sigue siendo la misma que los anteriores sistemas.

El presente prototipo cumplió con todos los requisitos ergonómicos, de seguridad, técnicos y funcionales, con el único fin que sea en beneficio de la universidad tecnológica equinoccial para que cuando se realicen pruebas o enseñanzas de este sistema no haya ningún inconveniente con su desarrollo del mismo, con este trabajo y prototipo los estudiantes de la carrera de Ingeniería Automotriz de la Universidad Tecnológica Equinoccial puedan entender de mejor manera el funcionamiento del sistema de frenos con servo electrónico y la diferencia que existe con un sistema de frenos común .

Este banco de pruebas posee el diseño electrónico y mecánico, cuyas dos fases se realizaron con sumo cuidado y las especificaciones convenientes, el diseño mecánico se realizó basándose en el acero, sabiendo que acero es conveniente para dicho banco y así no tener problemas en la construcción, es decir

	<p>se hizo un estudio muy detallado para esta fase, y esto se tiene que hacer con especificaciones para que la estructura base del banco de pruebas soporte todos los componentes del sistema.</p> <p>Otro punto muy importante es el del mantenimiento se recomienda ser lubricado el sistema dependiendo el uso que se le dé.</p> <p>Para finalizar este prototipo es para beneficio de la universidad ya que se puede realizar varias pruebas y comparaciones para que los alumnos puedan saber el correcto funcionamiento de este sistema de frenos y poder realizar prácticas dentro del taller y en un futuro poder mejorarlo con los diferentes sistemas que se presenten en el futuro e incluso implementar en un nuevo sistema o en un vehículo.</p>
PALABRAS CLAVES:	Diseño, simulación, construcción sistemas de frenos con servo electrónico
ABSTRACT:	<p>It was designed and constructed a test that has the ability to provide a not very common system in conventional vehicles, with a system that indicates all its components and how each of them has, so that you can see the Unlike normal or most common brake</p>


systems compared to this system is basically the same but in some elements changes to this electronic, but the basis remains the same as previous systems.

This prototype met all ergonomic requirements, safety, technical and functional, with the only purpose which is to the benefit of the equinoctial technological university so that when testing or teaching of this system are made there is no problem with your development thereof with this work and students prototype race Automotive Engineering Technology University Equinoctial can better understand the operation of the brake system with electronic servo and the difference with a common brake system.

This test has the electronic and mechanical design, the two phases were done carefully and appropriate specifications, mechanical design was made based on steel, knowing that steel is suitable for the bank and not have problems in construction, if made a very detailed study for this phase, and this has to do with specifications for the base structure of the test bed support all system components.

	<p>Another very important point is the maintenance it is recommended that lubricate the system depending on the use to be given.</p> <p>To conclude this prototype is for the benefit of the university and you can perform various tests and comparisons for students to know the correct operation of the brake system and be able to practice in the workshop and in the future to improve the different systems that arise in the future and even implement a new system or in a vehicle.</p>
KEYWORDS	Design, simulation , construction, brake systems with electronic servo

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: 
 VERDEZOTORIVASDENNIS EDMUNDO
 1717648826

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, VERDEZOTO RIVAS DENNIS EDMUNDO, CI 1717648826 autor/a del proyecto titulado: DISEÑO, Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DEPRUEBAS DE UN SISTEMA DE FRENOS CON SERVO ELECTRÓNICO previo a la obtención del título de INGENIERO AUTOMOTRÍZ en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 14 de julio del 2016

f. 
VERDEZOTO RIVAS DENNIS EDMUNDO

DECLARACIÓN

Yo **DENNIS EDMUNDO VERDEZOTO RIVAS**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Dennis Edmundo Verdezoto Rivas
1717648826

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título “**Diseño y Construcción de un banco de pruebas de un sistema de frenos con servo electrónico**”, que, para aspirar al título de **Ingeniero Automotriz** fue desarrollado por **Dennis Verdezoto**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 19, 27 y 28.



Ing. Edwin Tamayo
DIRECTOR DEL TRABAJO
C.I. 1708601461

AGRADECIMIENTOS

A mi padre Ángel Edmundo Verdezoto Hinojoza, por apoyarme en todo este trayecto de mi etapa universitaria, por ser el apoyo incondicional y siempre darme ánimos de culminar mi meta de graduarme y su apoyo económico en el transcurso del mismo.

A mi madre Elena Piedad Rivas Hernández, por ser el motor de este logro, por siempre brindarme su apoyo cuando más lo necesitaba, por sus consejos que me sirvieron a lo largo de mi carrera y por su apoyo económico para lograr el objetivo.

A mi hermana Elena Jaqueline Verdezoto Rivas, por ser mi consejera y amiga a la vez que siempre estuvo en los momentos difíciles de mi vida, por ser mi mejor amiga en todo momento y mi cuñado que siempre me apoyo en todo.

A mis abuelos Ángel y Raquel, ya que ellos también son parte de este logro muy importante en mi vida, gracias a ellos logré culminar esta meta, porque siempre estuvieron presentes en los momentos malos de mi vida.

A mis primos, que con sus ocurrencias y bromas siempre me decían que ya termine mi carrera y siempre preguntar y darme el apoyo para concluirla.

A mis tíos Verito y Adrián que en mis duros momentos supieron apoyarme para seguir estudiando.

A mis mejores amigos Canguil, Andrés, Mike, Marco, Naly, Pedro, Bryan, Jose, por siempre brindarme una mano y sacarme adelante para terminar esta etapa de mi vida, por siempre ayudarnos entre amigos y ser muy unidos.

A mis amigos de la universidad que pasamos tanto tiempo molestándonos en la universidad y aguantándonos todo sin ustedes no hubiera ese empujón de llegar hasta el último, gracias por todos los momentos vividos en la universidad.

A todos les dedico mi esfuerzo y sacrificio ya que sin ustedes esto no sería posible

DENNIS EDMUNDO VERDEZOTO RIVAS

INDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1. HISTORIA DE LOS FRENOS	3
1.1.1. FRENOS DE DISCO.....	4
1.1.2. FRENO DE TAMBOR.....	4
1.1.3. DISCO VS TAMBOR.....	5
1.1.4. LOS PRIMEROS FRENOS ANTIBLOQUEO.....	5
1.1.5. FRENOS ANTIBLOQUEO MODERNOS.....	5
2.2. SISTEMA DE FRENOS.....	6
2.3. DISTANCIA DE FRENADO.....	7
2.4. FUERZAS QUE ACTÚAN EN EL SISTEMA DE FRENOS	9
2.4.1. ANÁLISIS DE FUERZAS DESARROLLADAS EN EL FRENADO DE VEHÍCULOS.....	10
2.5. FRENO HIDRÁULICO.....	13
2.5.1. FRENO MECÁNICO.....	15
2.5.2. FRENO NEUMÁTICO.....	16
2.5.3. FRENO ELÉCTRICO.....	17
2.5.4. FRENO DE ESTACIONAMIENTO.....	18
2.5.5. SISTEMAS DE FRENO DE AIRE	18
2.5.6. SISTEMA DE ANTIBLOQUEO DE FRENOS (ABS).....	18

2.5.7. FUNCIONAMIENTO.....	21
2.6. MECANISMOS UTILIZADOS PARA PRODUCIR EL ROZAMIENTO.....	21
2.6.1. FRENOS DE TAMBOR.....	22
2.6.2. PLATO DE FRENO.....	24
2.6.3. FRENOS DE ZAPATA.....	24
2.6.3.1. Formas y características de las zapatas.....	25
2.6.4. FRENOS DE DISCO.....	26
2.6.5. PASTILLAS DE FRENOS.....	27
2.6.6. TIPOS DE PASTILLAS DE FRENOS.....	28
2.6.6.1. Semimetálica.....	28
2.6.6.2. Orgánica sin asbesto.....	29
2.6.6.3. Baja en metal NAO.....	29
2.6.6.4. Cerámica.....	29
2.6.7. FRENOS DE BANDAS.....	30
2.6.8. LÍQUIDO DE FRENOS.....	31
2.7. SERVOFRENO.....	33
2.7.1. FUNCIÓN DEL SERVOFRENO.....	34
2.7.2. FUNCIONAMIENTO DEL SERVOFRENO.....	34
2.7.2.1. Posición de reposo.....	34
2.7.2.2. Posición de frenado.....	35
2.7.2.3. Presiones de frenado.....	37
2.7.3. TIPOS DE SERVOFRENOS.....	38
2.7.3.1. Servofreno hidráulico.....	38
2.7.3.2. Servofreno de aire comprimido.....	38
2.7.3.3. Servofreno de vacío.....	38
2.7.3.4. Servofreno eléctrico.....	39
2.8. MIXTOS O INTEGRALES.....	41
3. METODOLOGÍA.....	42
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	44

4.1. COMPONENTES MECÁNICOS.....	45
4.1.1. PEDAL DEL FRENO.....	45
4.1.2. SERVOFRENO.....	46
4.1.3. TAMBOR.....	48
4.1.4. CAÑERÍAS.....	48
4.1.5. DISCO DE FRENOS.....	49
4.2. CÁLCULO	50
4.2.1. TABLA DE VALORES DE ESFUERZO PEDAL/SERVO.....	51
4.3. CURVA DE LA RELACIÓN DE PRESIÓN DE FRENADO	52
4.3.1. CURVA CARACTERÍSTICA DEL SERVOFRENO.....	52
4.4. TEST DE CARRERA.....	54
4.5. PRUEBAS CON Y SIN SERVOFRENO	54
4.5.1. PRUEBA 1.....	55
4.5.2. CÁLCULOS DE COMPROBACIÓN.....	58
4.5.3. FUERZAS DE FRENADO QUE DETIENE EL MOVIMIENTO DEL AUTOMÓVIL.....	60
4.5.4. LA FUERZA TANGENCIAL ES CAUSADA POR FRICCIÓN.....	61
4.5.5. LAS FUERZAS DE ROZAMIENTO.....	61
4.5.6. FUERZAS DE FRENADO EN EL MANDO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO PRINCIPAL DE FRENOS.....	62
4.6. PROCEDIMIENTO	63
4.6.1. CONSTRUCCIÓN.....	76
4.6.2. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	76
4.7. PRUEBAS Y RESULTADOS.....	91
4.8. GUÍAS DE PRÁCTICA	101
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	114
5.1. CONCLUSIONES.....	114
5.2. RECOMENDACIONES	115

ANEXOS 118

INDICE DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1. Esquema de un circuito de frenos	6
Figura 2. Diagrama de frenado	8
Figura 3. Composición de frenos	10
Figura 4. Solicitaciones que actúan sobre un vehículo en el proceso de frenado	11
Figura 5. Sistema de frenos mecánico	15
Figura 6. Zapata accionada por leva	16
Figura 7. Circuito neumático de frenos de un camión.....	17
Figura 8. Sistema de frenos ABS.....	20
Figura 9. Tambor de freno	22
Figura 10. Tambor	23
Figura 11. Elementos del tambor.....	23
Figura 12. Esquema interno de un plato de freno.....	24
Figura 13. Zapatas.....	25
Figura 14. Zapatas de freno de tambor	26
Figura 15. Partes de los frenos de disco	27
Figura 16. Freno de disco	27
Figura 17. Pastillas de frenos	28
Figura 18. Frenos de banda.....	30
Figura 19. Curva comparativa de líquidos de frenos (DOT4 Y DOT5).....	32
Figura 20. Partes del servofreno.....	34
Figura 21. Posición de reposo del servofreno.....	35
Figura 22. Posición de frenado del servofreno	36
Figura 23. Gráfica de presión de frenado	37
Figura 24. Servo eléctrico	40
Figura 25. Sensor de nivel de presión de vacío.....	40
Figura 26. Bomba de vacío.....	41
Figura 27. Pedal de freno	45

Figura 28. Servofreno real	46
Figura 29. Diseño de un servofreno.....	47
Figura 30. Foto real del tambor.....	48
Figura 31. Foto de las cañerías del sistema de frenos	48
Figura 32. Foto real del disco de frenos	49
Figura 33. Foto real del disco de frenos	49
Figura 34. Cálculos de fuerza sobre el pedal de freno	50
Figura 35. Curva de relación de Sistema de frenos con servo y sin servo	51
Figura 36. Curva de la relación de presión de frenado	52
Figura 37. Curva característica del servofreno	53
Figura 38. Test de carrera	54
Figura 39. Curva con servofreno	55
Figura 40. Relación de presiones	56
Figura 41. Relación de presión vs fuerza	56
Figura 42. Relación de presión vs recorrido	57
Figura 43. Fuerzas aplicadas.....	61
Figura 44. Fuerzas aplicadas del pedal del freno	62
Figura 45. Diagrama mecánico en 3d y foto real de la Bomba-servofreno	63
Figura 46. Diagrama mecánico en 3d y foto real del pedal de freno.....	64
Figura 47. Foto real y diseño mecánico en 3d del disco de freno.....	65
Figura 48. Foto real y diseño mecánico en 3d del tambor del banco de pruebas	66
Figura 49. Ensamblaje del diagrama mecánico	67
Figura 50. Diseño y medidas de la estructura.....	68
Figura 51. Esquema de la estructura sin recubrimiento con sus elementos mecánicos	69
Figura 52. Estructura con sus elementos mecánicos (vista frontal).....	69
Figura 53. Estructura con sus elementos mecánicos (vista lateral).....	70
Figura 54. Estructura con sus elementos mecánicos (vista lateral).....	70
Figura 55. Estructura con sus elementos mecánicos (vista frontal).....	71
Figura 56. Tensión principal de la estructura	71
Figura 57. Tensiones de la estructura	72
Figura 58. Desplazamiento de la estructura	72

Figura 59. Coeficiente de seguridad de la estructura	73
Figura 60. Análisis de fuerza en el pedal.....	74
Figura 61. Coeficiente de seguridad en el pedal.....	74
Figura 62. Análisis de desplazamiento	75
Figura 63. Propiedades físicas y el centro de gravedad de la estructura	75
Figura 64. Piezas de la estructura metálica.....	76
Figura 65. Base de la estructura.....	77
Figura 66. (a) Tubo de refuerzo; (b) Tubo para soportar la falda.....	77
Figura 67. Soldadura de tubos que servirán para los soportes	78
Figura 68. Estructura soldada.....	78
Figura 69. Generador y manómetro de vacío con sus conectores y mangueras	79
Figura 70. Generador y manómetro de vacío con sus conectores y mangueras	79
Figura 71. Electroválvula	80
Figura 72. Regulador de presión de aire	80
Figura 73. Conectores	81
Figura 74. Estructura con su recubrimiento con disco y tambor instalados	82
Figura 75. Estructura del banco de pruebas con el pedal de freno instalado .	82
Figura 76. Puerta trasera de la estructura y el servofreno instalado.....	83
Figura 77. Pedal de freno con su pulsador	84
Figura 78. Pedal de freno y conector del pulsador	85
Figura 79. Electroválvula	85
Figura 80. Manómetro de presión de la entrada de aire	86
Figura 81. Manómetro de vacío y regulador de presión	87
Figura 82. Conexiones del manómetro de vacío	87
Figura 83. Conexión del manómetro de vacío con el servofreno.....	88
Figura 84. Conexiones del servofreno al manómetro de vacío.....	89
Figura 85. Conexiones del servofreno	89
Figura 86. Diagrama neumático del sistema de frenos con servo electrónico	90
Figura 87. Circuito Hidráulico.....	90
Figura 88. Conexión de aire o línea neumática conectada al banco de pruebas	91

Figura 89. Válvula de purga del tambor	92
Figura 90. Purgando el freno repetitivas veces.....	93
Figura 91. Curva de presión de frenado	94
Figura 92. Presión constante en el pedal de freno	95
Figura 93. Prueba de purga de freno	95
Figura 94. Presión de aire con la activación y desactivación del servofreno ..	97
Figura 95. Pedal de freno con su pulsador	98
Figura 96. Regulación de la válvula de presión	99
Figura 97. Medida en el manómetro de vacío cuando está activado el servofreno.....	99
Figura 98. Banco de pruebas del sistema de frenos con servo electrónico..	102
Figura 99. Sistema de frenos disco y tambor.....	102
Figura 100. Sacando tuercas que sujetan al tambor	102
Figura 101. Sistema de frenos de tambor.....	103
Figura 102. Sacando los seguros que sujetan las zapatas.....	103
Figura 103. Extracción de muelles de recuperación de zapatas.....	104
Figura 104. Despiece del bombín del freno de zapatas.....	104
Figura 105. Conjunto del bombín armado	105
Figura 106. Instalación de seguros para zapatas	105
Figura 107. Instalación de muelles de recuperación de las zapatas.....	106
Figura 108. Colocación del tambor de freno	106
Figura 109. Sacando perno guía de la mordaza.....	107
Figura 110. Extracción de pastillas de freno	108
Figura 111. Instalación del pistón en su alojamiento en la mordaza.....	108
Figura 112. Engrasado de guías de la mordaza	109
Figura 113. Instalación de las pastillas de frenado	109
Figura 114. Ajuste del perno guía.....	110
Figura 115. Girando el tambor de freno	112
Figura 116. Zapatas de frenos.....	112
Figura 117. Midiendo el espesor de las zapatas.....	113
Figura 118. Midiendo el diámetro de los tambores de freno	113

INDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Relación de fuerza y presión en el circuito de freno con y sin servo.....	51
Tabla 2. Análisis de datos con servofreno	58
Tabla 3. Pruebas de rangos de la fuerza en el pedal y la presión	94
Tabla 4. Resultados obtenidos de las presiones de aire activado y desactivado el servofreno (con presión ejercida en el pedal constante)	96
Tabla 5. Pruebas servofreno apagado	100
Tabla 6. Pruebas servofreno encendido	100

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO 1. Propiedadesdel acero estructural	118
ANEXO 2. Válvula reguladora de presión	119
ANEXO 3. Electroválvula	120
ANEXO 4. Generador de vacío	121

RESUMEN

Se diseñó y construyó un banco de pruebas que tiene la capacidad de dar a conocer un sistema no muy común en los vehículos convencionales, con un sistema que indica todos sus componentes y funcionamiento de cada uno de ellos que posee, para que se pueda ver la diferencia de los normales o más comunes sistemas de frenos en comparación a este sistema que básicamente es lo mismo pero en algunos elementos cambia para que este sea electrónico, pero la base sigue siendo la misma que los anteriores sistemas.

El presente prototipo cumplió con todos los requisitos ergonómicos, de seguridad, técnicos y funcionales, con el único fin que sea en beneficio de la industria automotriz para que cuando se realicen pruebas o enseñanzas de este sistema no haya ningún inconveniente con su desarrollo del mismo, con este trabajo y prototipo, tanto la carrera de ingeniería automotriz como el público en general puedan entender de mejor manera el funcionamiento del sistema de frenos con servo electrónico y la diferencia que existe con un sistema de frenos común .

Este banco de pruebas posee el diseño electrónico y mecánico, cuyas dos fases se realizaron con sumo cuidado y las especificaciones convenientes, el diseño mecánico se realizó basándose en el acero, sabiendo que acero es conveniente para dicho banco y así no tener problemas en la construcción, es decir se hizo un estudio muy detallado para esta fase, y esto se tiene que hacer con especificaciones para que la estructura base del banco de pruebas soporte todos los componentes del sistema.

Otro punto muy importante es el del mantenimiento se recomienda ser lubricado el sistema dependiendo el uso que se le dé.

Para finalizar este prototipo es para beneficio de la industria automotriz ya que se puede realizar varias pruebas y comparaciones para que cualquier persona relacionado o vinculado al campo automotriz puedan saber el correcto funcionamiento de este sistema de frenos y poder realizar prácticas dentro y fuera del taller y en un futuro poder mejorarlo con los diferentes sistemas que

se presenten en el futuro e incluso implementar en un nuevo sistema o en un vehículo.

ABSTRACT

It was designed and constructed a test that has the ability to provide a not very common system in conventional vehicles, with a system that indicates all its components and how each of them has, so that you can see the Unlike normal or most common brake systems compared to this system is basically the same but in some elements changes to this electronic, but the basis remains the same as previous systems.

This prototype met all ergonomic requirements, safety, technical and functional, with the only purpose which is to the benefit of the equinoctial technological university so that when testing or teaching of this system are made there is no problem with your development thereof with this work and students prototype race Automotive Engineering Technology University Equinoctial can better understand the operation of the brake system with electronic servo and the difference with a common brake system.

This test has the electronic and mechanical design, the two phases were done carefully and appropriate specifications, mechanical design was made based on steel, knowing that steel is suitable for the bank and not have problems in construction, if made a very detailed study for this phase, and this has to do with specifications for the base structure of the testbed support all system components.

Another very important point is the maintenance it is recommended that lubricate the system depending on the use to be given.

To conclude this prototype is for the benefit of the university and you can perform various tests and comparisons for students to know the correct operation of the brake system and be able to practice in the workshop and in the future to improve the different systems that arise in the future and even implement a new system or in a vehicle.

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de titulación surge de una idea original de probar un banco de pruebas y observar el funcionamiento de este sistema.

El banco de pruebas que se elaborara en este proyecto de tesis va a ser dirigido para el beneficio del público en general o personas vinculadas al campo automotriz, así como también para aquellos estudiantes y personas que requieran una capacitación o que necesiten realizar prácticas dentro y fuera de la universidad. Ya que servirá de gran aporte didáctico al taller, que posee la carrera de Ingeniería Automotriz.

En nuestra carrera universitaria se obtuvo conocimientos del sistema de frenos, para reforzar y así poder realizar este banco de pruebas, este proyecto ayudara de una manera práctica y didáctica para que los estudiantes puedan aplicar los conocimientos adquiridos acerca de este tema.

En este caso se propone el diseñar y construir un banco de pruebas de un sistema de frenos con servo electrónico con una estructura en la cual se pueda observar el funcionamiento de este mecanismo de frenos.

Por otra parte, una de las razones del desarrollo de este proyecto, es conocer las nuevas tecnologías que existen en el sistema.

Como objetivo general en este proyecto es Diseñar y construir un banco de pruebas de un sistema de frenos con servo electrónico para la Universidad Tecnológica Equinoccial.

Realizar un estudio del diseño de este sistema de frenos que va a ser instalado en el banco de pruebas.

Como objetivos específicos son el diseñar el banco de pruebas del sistema de frenos con servo electrónico, construir el banco de pruebas considerando todas las especificaciones, estudios realizados y la elaboración de guías de prácticas del Banco de pruebas.

Dado que en la Universidad Tecnológica Equinoccial no se ha presentado un proyecto como este, se ve que hay un beneficio para los estudiantes y para aplicar los conocimientos en este trabajo, en la universidad no hay un banco de pruebas similar a este proyecto y esta propuesta es para que la universidad cuente con este banco de pruebas para dar conocimiento sobre este sistema.

En la actualidad la mayoría de vehículos comercializados en Ecuador no poseen con este sistema, ya que lo podemos encontrar más en autos de alta gama, por este motivo el proyecto tiene como resultado adquirir conocimientos y capacitaciones sobre este sistema, el proyecto va a servir para dar a conocer el funcionamiento y partes del sistema de frenos con servo electrónico.

2. MARCO TEÓRICO

Entre todos los sistemas que existen en los automóviles posiblemente el sistema de frenos es el más importante.

Dada la importancia del sistema de frenos, existen varias variaciones en este sistema como su tecnología, hoy en día cada vez que pasa el tiempo salen al mercado nuevas tecnologías, no solo con este sistema, si no con todo el vehículo, la industria automotriz avanza en un parpadeo de ojos, y cada día un vehículo es mucho más seguro, los ingenieros actuales aparte de construir vehículos veloces y potentes, hacen vehículos que sean extremadamente seguros para la seguridad de los pasajeros y esto la tecnología lo hace posible, ya que en la actualidad los vehículos son más seguros y confortables.

El sistema de frenos también tiene su avance tecnológico para que el conductor y los pasajeros estén seguros en caso de accidentes.

Cabe recalcar el por qué es importante este sistema de frenos, una falla o una avería en el sistema de frenos puede causar daños, accidentes graves o inclusive la muerte. Un mecánico de frenos debe recordar siempre que la calidad de mantenimiento de los frenos se mide únicamente en términos de seguridad.

Los fabricantes de automóviles y de piezas para frenos están conscientes de la necesidad de ofrecer sistemas de frenos seguros; han optado muchas normas y reglamentos ya que lo principal es la seguridad de los ocupantes del vehículo.

En la actualidad el sistema de frenos ha avanzado de manera rápida y cada día existen nuevas tecnologías para la seguridad de los pasajeros del vehículo. Ya está quedando atrás los sistemas mecánicos, ahora ya prácticamente la electrónica esta en todos los sistemas.

2.1. HISTORIA DE LOS FRENOS

Los frenos son una parte crucial de un automóvil. Son usados para reducir la velocidad y detener la máquina. Sin frenos, conducir un automóvil no sería posible. Es por eso que la historia de éstos es una parte integral de la historia

del automóvil. Los primeros ingenieros intentaron y fallaron con muchos diseños hasta que encontraron en el que mejor funcionaba, los frenos es la uno de los sistemas más importantes del vehículo ya que se debe tener mucho cuidado en la fabricación de ellos para la seguridad de los pasajeros, y cada día avanza más la tecnología en los frenos, teniendo varios sistemas de frenos y cada día mejorando para el beneficio del ser humano (Kindler, 2008).

2.1.1. FRENOS DE DISCO

El freno de disco fue patentado por un ingeniero inglés llamado Frederick William Lanchester en 1902. A este tipo de frenos le tomaría más de 50 años en ganar popularidad en el exterior y es muy similar al que usamos hoy por hoy en nuestros automóviles. Dado que el diseño de Lanchester hacía un ruido terrible, no gano popularidad en sus inicios. En 1907, Herbert Froad forró las pastillas con asbesto y resolvió el tema del ruido pero el freno de disco no llegó a ser el estándar en Europa hasta después de mucho tiempo (Kynast, 2009).

2.1.2. FRENO DE TAMBOR

En 1902, Ransom E. Olds de Oldsmobile probó el primer diseño de freno de tambor en Nueva York. Enrollando una cinta de acero inoxidable alrededor de un tambor en un eje trasero, Olds creó el freno de tambor interno. Al colocar este diseño frente al tradicional freno de tiro de carruaje de caballo y el diseño creciente de zapato de Victoria, este nuevo diseño le permitió a un automóvil frenar muchos metros antes de que los vehículos de la competencia lo hicieran.

Con el avance de los años, la gran mayoría de otros fabricantes de automóviles empezaron a utilizar este diseño de frenos de Olds, ya que en comparación a los anteriores sistemas de frenos éste se volvió el mas seguro y el que presentaba mejores avances y mayor confort al momento de este método de seguridad para el uso del ser humano (Kynast, 2009).

2.1.3. DISCO VS TAMBOR

El freno de tambor externo no vino sin problemas. En colinas, donde el freno fallaba, los motoristas no podían confiar enteramente en este diseño. Tampoco funcionaba muy bien en caminos de tierra y era probable que la cinta se saliera después de 200 millas (360 km) o más. La solución a esta situación fue el freno interno. En 1918 Malcom Loughheed introdujo la hidráulica a los frenos utilizando tuberías para mover fluidos contra los pedales de freno. El primer automóvil en utilizar frenos hidráulicos fue el Modelo A Duesenberg en 1921. La mayor parte de los fabricantes de autos utilizaron hidráulicos en 1931, hasta que Ford dejó de hacerlo en 1939 (Kindler, 2008).

2.1.4. LOS PRIMEROS FRENOS ANTIBLOQUEO

El primer freno antibloqueo fue creado para aviones en 1929 por Gabriel Voisin y no sería aplicado en automóviles hasta 1950. En 1958 los frenos antibloqueo fueron probados en la motocicleta Royal Enfield Super Meteor. La prueba arrojó que los frenos antibloqueo reducían el arrastre que es común en las motocicletas. A pesar de ser probados en algunos modelos de carreras, los frenos antibloqueo no se utilizaron en autos hasta que Chrysler introdujo su "freno seguro" en el Impala de 1971 (Kindler, 2008).

2.1.5. FRENOS ANTIBLOQUEO MODERNOS

En 1978, Mercedes-Benz y Teldix produjeron frenos de cuatro ruedas multicanal antibloqueo en el clase S de Mercedes-Benz. La mayoría de diseños de freno antibloqueo modernos vinieron de ese modelo. Las compañías tales como BMW, Honda y Suzuki pronto empezarían a trabajar con este modelo. BMW creó el primer sistema de frenos antibloqueo electrónico/hidráulico para su motocicleta BMW K100 en 1988. La mayoría de autos ahora vienen con frenos antibloqueo, y los fabricantes de camiones están empezando a utilizarlos (Kindler, 2008).

2.2. SISTEMA DE FRENOS

Es el 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.

Su principal función de cualquier tipo de sistema de freno es anular o disminuir paulatinamente la velocidad del vehículo, o mantenerlo inmovilizado cuando está detenido.

En la construcción de cualquier tipo de vehículo, el sistema de frenos constituye una parte primordial en la seguridad del mismo, un freno es eficaz, cuando al activarlo se obtiene la detención del vehículo en un tiempo y distancia mínimos. La estabilidad de frenada es buena cuando el vehículo no se desvía de su trayectoria. Una frenada es progresiva, cuando el esfuerzo realizado por el conductor es proporcional a la acción de frenado.

Este sistema es uno de los más importantes de todo el vehículo, por la seguridad que debe brindar al conductor y sus ocupantes y cada día este sistema avanza con la tecnología y cada vez que esto avanza se convierte en más seguridad para el ser humano.

En la figura 1 se puede observar todo el circuito de frenos con sus respectivos elementos (Kynast, 2009).

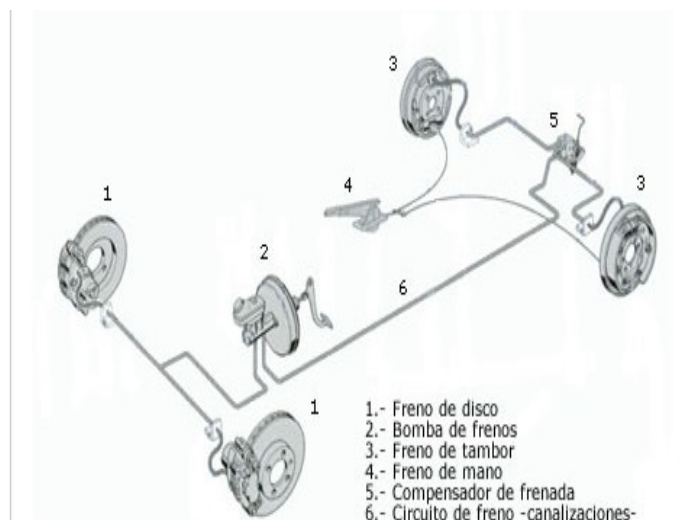


Figura 1. Esquema de un circuito de frenos
(GTZ historia de los frenos)

2.3. DISTANCIA DE FRENADO

La distancia de frenado es el trayecto que recorre un vehículo desde el momento en el que su conductor comienza a frenar hasta que se detiene por completo. Estos metros que se necesita para detener el vehículo puede salvar vidas o ponerlas en peligro, sin embargo, no dependen directamente del conductor. Si bien es cierto que gracias a los reflejos se puede disminuir la distancia de detección al reaccionar de manera inmediata también lo es que la capacidad de los frenos, el agarre al pavimento y otros factores se escapan de las manos.

Lo que sí se puede hacer es adecuar la conducción y el vehículo para disminuir la distancia de frenado al mínimo. La velocidad, los frenos y los neumáticos son algunos de los puntos fuertes para disminuir o reducir la distancia de frenado. Si se quiere garantizar la seguridad en la carretera hay que realizar una conducción responsable y se debe cuidar todos los elementos del vehículo para mejorar la capacidad del coche y reducir, en la medida de lo posible, esos tiempos.

Los factores que influyen en el trayecto que realizará el coche antes de detenerse pueden estar relacionados directamente con el propio coche (componentes físicos del mismo) o bien con la propia conducción:

- Velocidad.
- Estado de la calzada.
- Estado de los neumáticos.
- Eficiencia de los frenos.
- Suspensión.
- Carga del vehículo.
- Condiciones ambientales.

La distancia de detención o de parada técnica es la distancia que recorre un vehículo desde que el conductor percibe un obstáculo hasta que el vehículo queda completamente detenido.

Así mismo el tiempo de detención es tiempo que tarda el conductor en detener completamente el vehículo desde que aparece un estímulo o peligro. O sea, que la distancia de detención es la que recorre el vehículo durante este tiempo. El tiempo de parada técnica es la suma del tiempo de reacción más el tiempo de frenado:

El tiempo de reacción es desde que aparece el peligro hasta que el conductor reacciona (pisa el pedal del freno).

El tiempo de frenado es el tiempo que desde que se pisa el pedal del freno hasta que el vehículo se detiene por completo.

El tiempo de frenado varía con la velocidad, la carga del vehículo, la eficacia de los frenos, el estado de los neumáticos, la aerodinámica, la suspensión, el estado de la calzada y, en general, el estado del vehículo y del conductor. El tiempo de reacción varía por los factores del estado psico-físico del conductor, tales como fatiga, sueño, concentración, tasa de alcohol, drogas, enfermedades y medicamentos, se puede diferenciar en la figura 2 con el diagrama que muestra las distancias de detención teóricas a distintas velocidades, en vehículos en óptimas condiciones y conductores en perfecto estado de salud, en la raya azul se observa la distancia recorrida en 1 segundo (tiempo de reacción), en la raya verde se observa la distancia total recorrida hasta la inmovilización completa (ruta seca) y la raya roja es la distancia total recorrida hasta la inmovilización completa (ruta mojada) (Kynast, 2009).

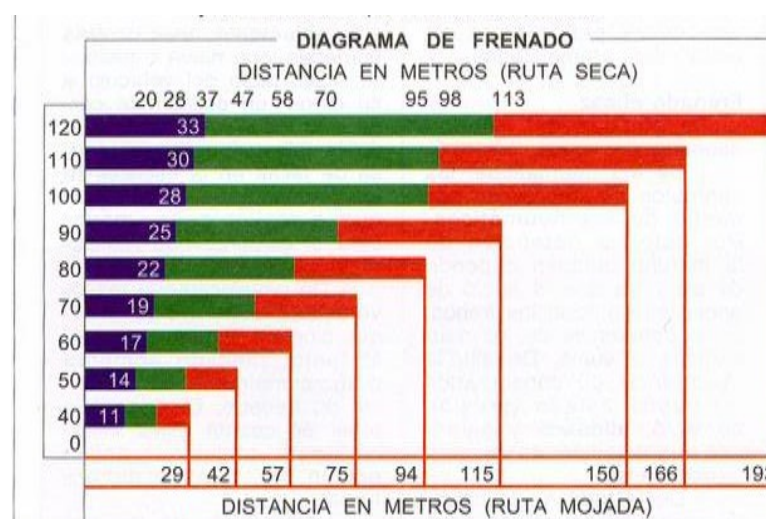


Figura 2. Diagrama de frenado (Kindler, 2008)

2.4. FUERZAS QUE ACTÚAN EN EL SISTEMA DE FRENOS

El auto es un móvil que se desplaza bajo control del conductor. Es acelerado con la fuerza (torque) y potencia del motor y desacelerado con la resistencia del mismo, pero sobre todo con la aplicación de los frenos, el sistema primordial de seguridad.

Un auto es una mole que pesa entre unos 800 y 2500 Kg. (según su tamaño y equipamiento) cuya inercia varía con la velocidad; para controlarla, disminuirla o anularla, se utilizan los frenos instalados en cada una de las cuatro ruedas.

Los frenos deben responder lo más exactamente posible a la solicitud del conductor. Deben ser al mismo tiempo sensibles y graduales para modular la velocidad, y asegurar la detección completa y la inmovilización total del vehículo.

Los frenos trabajan por rozamiento entre una parte móvil solidaria a las ruedas y otra parte fija solidaria a la estructura del auto. Al aplicarse los frenos, la parte fija se aprieta a la parte móvil y por fricción se consigue desacelerar el auto. Esta fricción emite calor y absorbe la energía de la inercia (a 120 Km/h un auto de 1.200 Kg aplica una potencia de frenado de más de 200 HP, lo que disparará calor hasta en una temperatura de 800°C).

Para que los frenos sean más eficaces, las superficies en rozamiento deben asegurar un máximo contacto.

Los frenos están diseñados para desacelerar (retardar) y parar el vehículo, o para facilitar su aparcamiento en una cuesta. Constituyen, por tanto, un equipo extremadamente esencial en los automóviles para la seguridad de la conducción.

En la sociedad movilizadora de hoy día, se supone que los frenos son de gran eficiencia y durabilidad, para que el vehículo se pueda parar no sólo con seguridad y prontitud, sino en cualquier y bajo cualquier condición.

La tecnología en este sistema importante del vehículo está avanzando a un abrir y cerrar de ojos y para eso no solo es la tecnología si no que para que todo esto este funcionando correctamente y cumpla la función que tienen los frenos que es brindar la seguridad al ser humano también se necesitan cálculos para que todo funcione correctamente (MONCAYO, 2014).

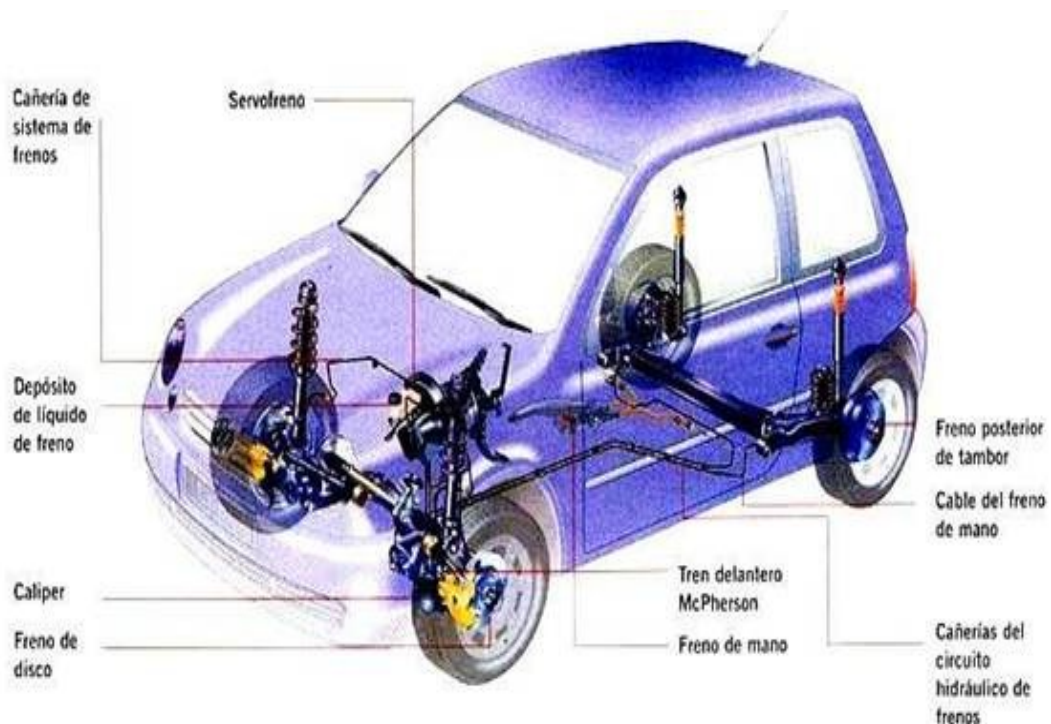


Figura 3. Composición de frenos
(MONCAYO, 2014)

Un vehículo en marcha no se puede parar inmediatamente cuando el motor se desconecta del tren de fuerza, debido a la inercia (la tendencia de un objeto en movimiento a continuar moviéndose). Esta inercia se tiene que reducir para conseguir la parada del vehículo.

El motor convierte la energía térmica en energía cinética (energía de movimiento) para impulsar el vehículo. Contrariamente, los frenos cambian la energía de esta moción (energía cinética) en energía térmica para el vehículo. Generalmente, los frenos de los vehículos actúan haciendo que un objeto fijo haga presión contra un objeto de rotación. El efecto de frenado se obtiene de la fricción que se genera entre dos objetos (Kynast, 2009).

2.4.1. ANÁLISIS DE FUERZAS DESARROLLADAS EN EL FRENADO DE VEHÍCULOS

El proceso de frenado es vital para el control de los vehículos automóviles. A continuación se va a proceder a hacer un análisis del mismo, para el cual se

modelizará el vehículo y las solicitaciones que actúan sobre el mismo como se representa en la figura 4:

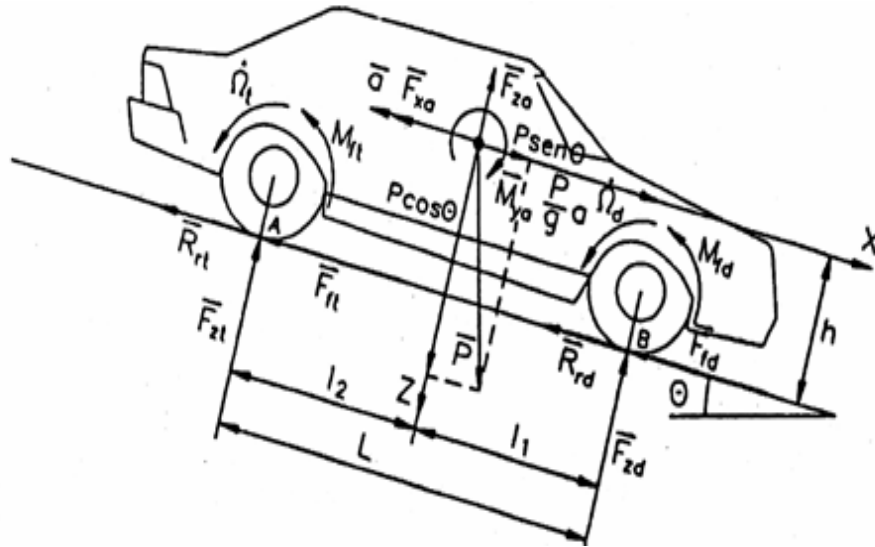


Figura 4. Solicitaciones que actúan sobre un vehículo en el proceso de frenado (Kindler, 2008)

Las fuerzas más importantes que toman parte en el proceso de frenado y el significado de las mismas son:

Pares de frenado (M_{fd} y M_{ft}): El sistema de frenos del vehículo tiene como misión crear estos pares que se oponen al movimiento de las ruedas y que hacen aparecer las fuerzas de frenado.

Fuerza de frenado (F_{fd} y F_{ft}): Un vehículo en movimiento dispone de una energía cinética o trabajo que es equivalente a la fuerza de impulsión por la velocidad media del desplazamiento. Este automóvil sufre una aceleración negativa o desaceleración cuando se aplica una fuerza igual y de sentido contrario a la fuerza que produce movimiento. Es decir, se debe aplicar una fuerza de frenado que anule a la fuerza de impulsión. El efecto de frenado consiste en transformar la energía cinética producida por el vehículo movimiento en calor producido por el rozamiento entre los elementos mecánicos de los frenos. La fuerza de frenado tiene el mismo valor que la fuerza de adherencia o rozamiento y por lo tanto se calculará mediante el producto entre el peso que gravita sobre una rueda y el coeficiente de adherencia entre ella y el suelo, y tiene sentido contrario a la fuerza de impulsión. Como la fuerza de impulsión está determinada por la resistencia

que oponen las ruedas a su desplazamiento, la fuerza de frenado que hay que aplicar para detener el vehículo está también en función de la resistencia obtenida en las ruedas.

Componentes del peso (P): Cuando el vehículo circula por terreno inclinado el peso se descompone en dos fuerzas. La primera de ellas en sentido longitudinal de la marcha ($P \cdot \text{Sen}$) se opone o ayuda al movimiento del automóvil, según este esté circulando por una pendiente ascendente o descendente. La segunda es en realidad el peso normal a la superficie de rodadura ($P \cdot \text{Cos}$), que en el caso de que esta sea horizontal, es la única componente del peso, sin embargo en este caso su valor se ve reducido lo que conlleva una disminución de la adherencia. Podemos obviar esta disminución ya que el ángulo de la pendiente suele ser muy pequeño en condiciones operativas normales del vehículo.

Resistencia a la rodadura (R_{rd} y R_{rt}) : Cuando pensamos en un coche deportivo lo primero que nos viene a la cabeza es un motor potente, enormes discos de frenado y una dura suspensión que lleva al vehículo a través de una curva tomada con rapidez.

Muy a menudo se asume que la maniobrabilidad y la adherencia dependen sólo del trabajo de muelles y amortiguadores. Esta tendencia es especialmente evidente entre los conductores que mejoran sus coches acercándolos al suelo y endureciéndolos, esperando que el efecto sea una conducción más correcta. Por desgracia son pocos los que se dan cuenta de que el elemento clave que influye en la conducción del coche no son los amortiguadores sino los neumáticos.

La aceleración, el frenado, la fuerza centrífuga sufrida durante los giros, todo esto es sufrido a través de los neumáticos y, más en concreto, por la pequeña superficie en contacto con la calzada (Kindler, 2008).

Las fuerzas de frenado son:

- Resistencias a la marcha
- Retención del motor
- Sistema de frenos

En todos los vehículos el sistema de frenos incluye dos posibilidades:

Frenos de marcha: Un sistema que puede manipular el conductor, generalmente con el uso de un pedal y que sirve para disminuir la velocidad del vehículo o detenerlo y poder mantenerlo inmóvil. La fuerza de frenado de este sistema la puede establecer el conductor de acuerdo a la presión que ejerza sobre el pedal de accionamiento.

Frenos de estacionamiento: Los que sirven para mantener el automóvil detenido cuando no está en movimiento o cuando se deja solo aparcado. Este sistema aplica una fuerza de frenado fija y suficientemente elevada como para bloquear la rueda.

Normalmente en los vehículos ligeros se acciona a través de un pedal o con el uso de una palanca que se aplica manualmente. Para los grandes camiones y autobuses es común que sea de tipo neumático al retirar la presión de aire de las cámaras de frenado como se verá más adelante.

Ambos sistemas pueden ser completamente independientes, no obstante, en la mayoría de los vehículos es común encontrar que los dos sistemas accionen los mismos elementos de frenado con diferente vía de accionamiento.

Salvo raras excepciones los sistemas de frenos producen una resistencia al movimiento de las ruedas por rozamiento entre una o varias piezas especialmente diseñadas para ello en cada rueda y su accionamiento puede ser de tres formas básicas (Thomson, 2004):

- Hidráulico: el que se acciona con la ayuda de un líquido.
- Neumático: el que utiliza aire comprimido.
- Manual: se acciona a través de un cable de acero.
- Combinaciones de las anteriores

2.5. FRENO HIDRÁULICO

El **Freno hidráulico** es el que aprovecha la acción multiplicadora del esfuerzo ejercido sobre un líquido oleoso incompresible.

Funcionamiento: Los frenos hidráulicos utilizan la presión de un líquido (presión hidráulica) para forzar las zapatas de freno hacia fuera, contra el tambor. El sistema consta esencialmente de dos componentes: el pedal del

freno con un cilindro maestro y el mecanismo de freno de ruedas, junto con los tubos o conductos correspondientes y las piezas de sujeción.

Al funcionar, el movimiento del pedal del freno fuerza a un pistón para que se mueva en el cilindro maestro. Esto aplica presión a un líquido delante del pistón.

Obligándolo a pasar – bajo presión – a través de los conductos de freno hacia los cilindros de ruedas. Cada cilindro de rueda tiene dos pistones. Cada pistón está acoplado a una de las zapatas de freno mediante un pasador accionador. Por tanto, cuando el líquido es forzado al interior de los cilindros de ruedas, los pistones resultan empujados hacia fuera. Este movimiento fuerza las zapatas también hacia fuera, poniéndolas en contacto con el tambor.

El Freno hidráulico es el que aprovecha la acción multiplicadora del esfuerzo ejercido sobre un líquido oleoso incomprensible.

La presión que se ejerce sobre un pistón que actúa sobre el líquido es transmitida a otros pistones que accionan los frenos, con lo cual se logra la misma presión de frenado en los distintos elementos de fricción y se evita la necesidad de realizar diferentes ajustes.

Su principal función es disminuir o anular progresivamente la velocidad del vehículo, o mantenerlo inmovilizado cuando está detenido.

El sistema de freno principal, o freno de servicio, permite controlar el movimiento del vehículo, llegando a detenerlo si fuera preciso de una forma segura, rápida y eficaz, en cualquier condición de velocidad y carga en las que rueda.

Los frenos deben cumplir los requisitos de inmovilizar al vehículo en pendiente, incluso en ausencia del conductor. Un freno es eficaz, cuando al activarlo se obtiene la detención del vehículo en un tiempo y distancia mínimos. La estabilidad de frenada es buena cuando el vehículo no se desvía de su trayectoria. Una frenada es progresiva, cuando el esfuerzo realizado por el conductor es proporcional a la acción de frenado.

Poco a poco el frenado es más preciso y tiene mayor seguridad de respuesta al momento de una reacción del conductor en cuestión de segundos y esto es gracias al avance de la tecnología que existe en la actualidad, este freno hidráulico funciona con presión hidráulica (MONCAYO, 2014).

2.5.1. FRENO MECÁNICO

Es accionado por la aplicación de una fuerza que es transmitida mecánicamente, por palancas, cables u otros mecanismos a los diversos puntos del frenado. Se utiliza únicamente para pequeñas potencias de frenado y suele requerir frecuentes ajustes para igualar su acción sobre las ruedas.

Los frenos mecánicos ya no se emplean ampliamente para frenar o detener el vehículo, aunque la mayoría de los automóviles poseen un freno de emergencia accionado mecánicamente. Los frenos mecánicos incorporan cables que articulan el pedal del freno con los dispositivos accionadores de las zapatas. La figura 5 ilustra un sistema de frenos de 4 ruedas, operado mecánicamente. La presión ejercida sobre el pedal del freno a través de unos cables acoplados a los dispositivos expansores de las zapatas de frenos. El dispositivo expansor de las zapatas consiste en una palanquilla o leva que es accionada o girada para que empuje un extremo de la zapata hacia fuera. El otro extremo de la zapata está unido a la placa respaldado mediante un pasador de anclaje. La Figura 5 se ilustra un sistema de frenos en las cuatro ruedas, accionado mecánicamente, y sus componentes son (Thomson, 2004): El número 1 es el conjunto de palanca de freno de mano, (2) palanca, (3) alojamiento, (4) placa de brida, (5) soporte, (6) articulación, (7 y 8) cable, (9) leva, (10) resorte, (11) pedal de freno, (12, 13 y 15) varilla, (14) eje transversal, (16) soporte, (17) cable, (18) placa de la brida, (19) palanca, (20) eje y leva, (21) resorte y (22) articulación

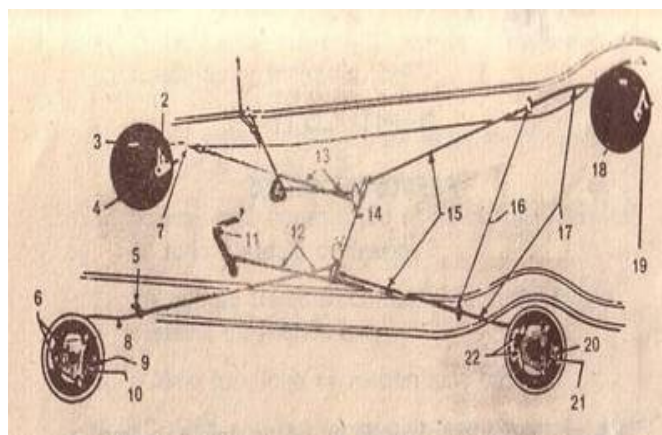


Figura 5. Sistema de frenos mecánico
(Thomson, 2004)

La figura 6 se presenta un dispositivo accionador de zapatas en el cual el cable es accionado desde el pedal de freno, se produce la rotación de la leva. Ésta, al girar, fuerza los extremos de las zapatas hacia afuera para que entren en contacto con el tambor. Sus elementos son: (1) leva, (2) zapatas de freno.

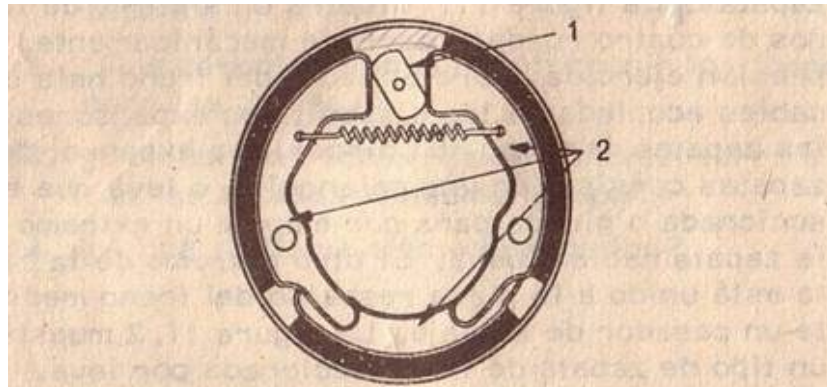


Figura 6. Zapata accionada por leva
(Thomson, 2004)

2.5.2. FRENO NEUMÁTICO

El freno neumático es un tipo de freno cuyo accionamiento se realiza mediante aire comprimido. Se utiliza principalmente en trenes, camiones, autobuses y maquinaria pesada.

Utiliza pistones que son alimentados con depósitos de aire comprimido mediante un compresor, cuyo control se realiza mediante válvulas. Estos pistones actúan como prensas neumáticas contra los tambores o discos de freno.

Como se ilustra en la figura 7 todo el circuito neumático de frenos de un camión y sus diferentes elementos que este tiene (Kindler, 2008).

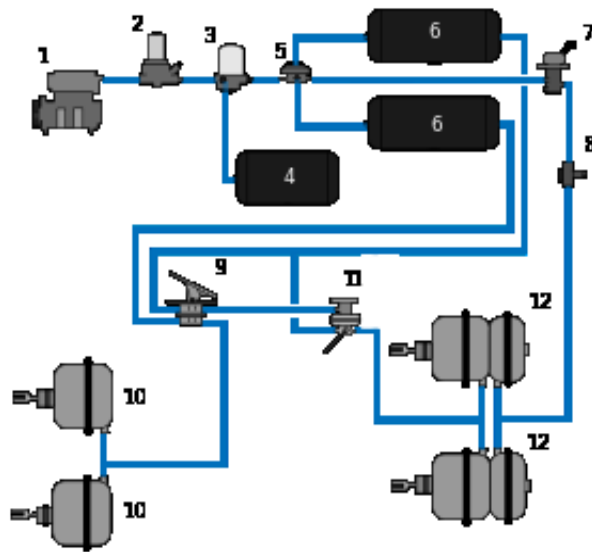


Figura 7. Circuito neumático de frenos de un camión
(Thomson, 2004)

1) Compresor. 2) Regulador de presión. 3) Secador de aire. 4) Depósito de regeneración. 5) Válvula de protección de cuatro vías. 6) Depósitos de aire comprimido. 7) Válvula de freno de mano. 8) Válvula de descarga del freno de mano. 9) Válvula de freno de servicio. 10) Cámaras de aire de frenos delanteros. 11) Válvula de control del reparto de frenada. 12) Cámaras de aire de frenos traseros

2.5.3. FRENO ELÉCTRICO

El freno eléctrico es un sistema avanzado de frenado electrónico. Es muy similar al sistema hidráulico de circuito doble, pero en lugar de un circuito de mando hidráulico, este sistema utiliza cables electrónicos para comunicarse con la computadora. El pedal de freno está conectado a un dispositivo que mide la resistencia eléctrica y envía una señal eléctrica para el equipo de frenos. A partir de ahí, funciona exactamente igual que el sistema hidráulico de circuito doble. La mayoría de los sistemas de freno eléctricos tienen una resistencia integrada para combatir las denuncias de los conductores por "falta de tacto" (MONCAYO, 2014).

2.5.4. FRENO DE ESTACIONAMIENTO

El freno de estacionamiento, también llamado freno de mano o freno de emergencia, es un sistema que consta de cables de acero que controlan los frenos traseros. Este sistema es totalmente mecánico, sin pasar por el sistema hidráulico, por lo que es posible detener el vehículo incluso si los frenos normales fallan (Kindler, 2008).

2.5.5. SISTEMAS DE FRENO DE AIRE

Los sistemas de freno de aire se utilizan en los autobuses, remolques, camiones y semirremolques. Muchos camiones utilizan sistemas de freno de aire comprimido, en el cual se activa un disco estándar o freno de tambor por aire en lugar del fluido hidráulico (Kindler, 2008).

2.5.6. SISTEMA DE ANTIBLOQUEO DE FRENOS (ABS)

Dispositivo que evita el bloqueo de las ruedas al frenar. Un sensor electrónico de revoluciones, instalado en la rueda, detecta en cada instante de la frenada si una rueda está a punto de bloquearse. En caso afirmativo, envía una orden que reduce la presión de frenado sobre esa rueda y evita el bloqueo. El ABS mejora notablemente la seguridad dinámica de los coches, ya que reduce la posibilidad de pérdida de control del vehículo en situaciones extremas, permite mantener el control sobre la dirección (con las ruedas delanteras bloqueadas, los coches no obedecen a las indicaciones del volante) y además permite detener el vehículo en menos metros.

El sistema antibloqueo ABS constituye un elemento de seguridad adicional en el vehículo. Tiene la función de reducir el riesgo de accidentes mediante el control óptimo del proceso de frenado.

Básicamente consiste un sistema que evita el bloqueo de las ruedas al frenar, y por tanto evita que se pierda el control direccional del vehículo. Esto es así porque sólo una rueda que gira, sin bloquearse, puede generar unas fuerzas

laterales que pueden cumplir con las funciones de dirección y control del vehículo.

Este sistema de regulación de la frenada comienza con unos sensores ubicados en las ruedas que controlan permanentemente la velocidad de giro de las mismas, por eso que también se les llama captadores RPM de ruedas. A partir de los datos que suministra cada uno de los sensores, la unidad de control electrónica (la ECU) es capaz de calcular mediante un algoritmo matemático una velocidad media, que se toma que corresponde aproximadamente a la velocidad del vehículo. Comparando las distintas velocidades que va adquiriendo una rueda con la media global se puede saber si esta rueda amenaza o no con bloquearse.

Si es así, el sistema ABS se activa reduciendo automáticamente la presión de frenado en la rueda en cuestión hasta alcanzar un valor umbral fijado de antemano y que queda por debajo del límite de bloqueo. Cuando la rueda vuelve a girar libremente se vuelve a aumentar al máximo la presión de frenado.

Este proceso (reducir la presión de frenado / aumentar la presión de frenado) se repite hasta que el conductor retira el pie del freno o disminuye la fuerza de activación del mismo.

El sistema antibloqueo ABS constituye un elemento de seguridad adicional en el vehículo. Durante un frenado que presente riesgo de bloqueo de una o varias ruedas, el ABS actúa evitando este riesgo, y consiguiéndose además las siguientes ventajas:

- Estabilidad en la conducción: es importante mantener la estabilidad del vehículo durante la frenada en cualquier situación;
- Control de la conducción: se debe mantener el control direccional del vehículo en todo momento, incluso en situaciones extremas de frenada en curva, y aunque se pierda adherencia en algunas ruedas, para esto se necesita que el conductor este en perfecto estado y en las mejores condiciones para que el manejo sea perfecto y no existan desconcentraciones;
- Distancia de frenado: con el uso del ABS las distancias de frenado en condiciones límites se reducen considerablemente, manteniéndose el control del vehículo.

Debido a que la respuesta del sistema para que sea efectiva debe ser muy rápida y exacta, el sistema cuenta con un componente electrónico muy potente, que permite además un análisis de la situación en cada instante y una respuesta en consonancia con la nueva situación. Los nuevos sistemas permiten tomar datos hasta quince veces por segundo de la situación de cada rueda y obrar en consecuencia, en la figura 8 se ilustra los elementos que conforman el sistema de frenos ABS (Kynast, 2009).

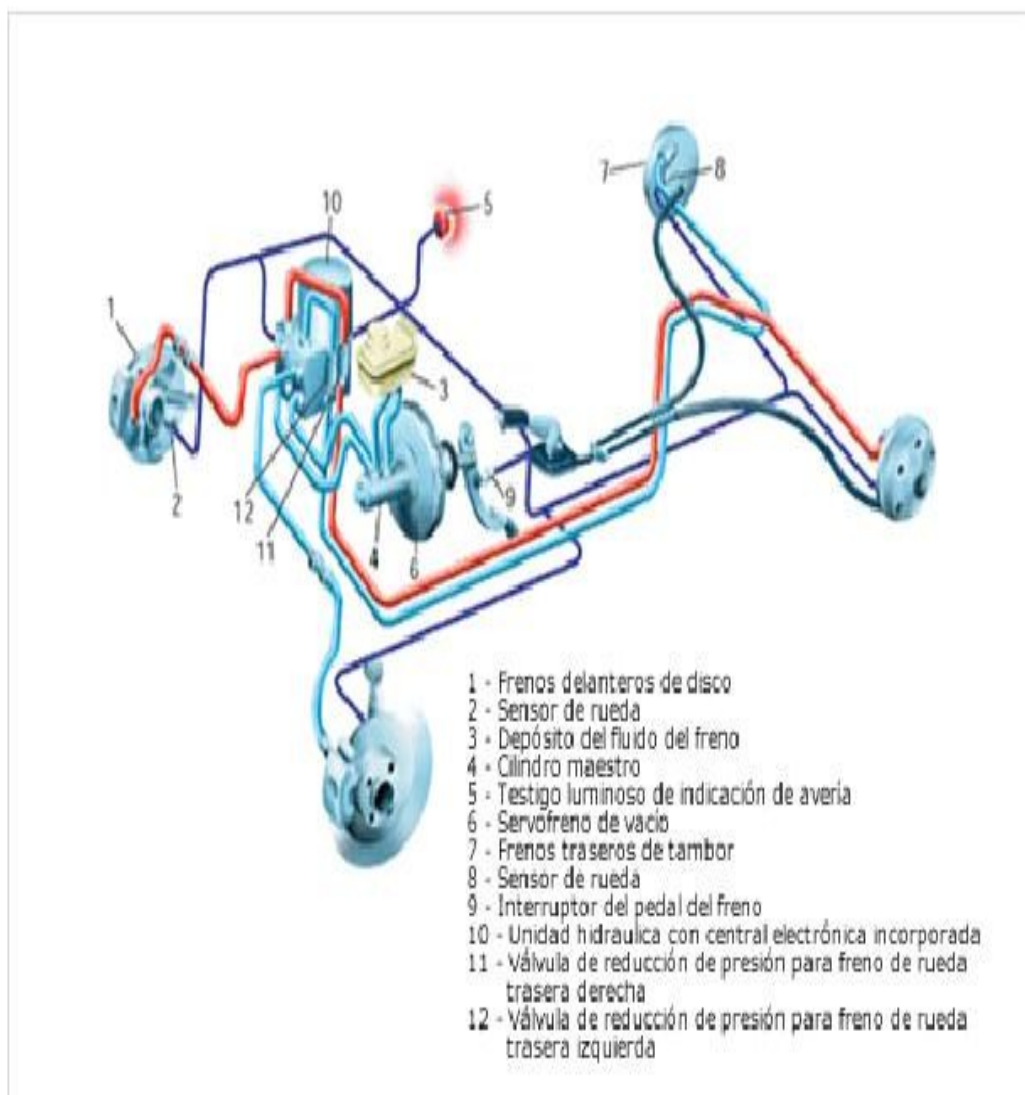


Figura 8. Sistema de frenos ABS (ingemecánica)

2.5.7. FUNCIONAMIENTO

Unos sensores ubicados en las ruedas controlan permanentemente la velocidad de giro de las mismas. A partir de los datos que suministra cada uno de los sensores, la unidad de control electrónica calcula la velocidad media, que corresponde aproximadamente a la velocidad del vehículo. Comparando la velocidad específica de una rueda con la media global se puede saber si una rueda amenaza con bloquearse.

Si es así, el sistema reduce automáticamente la presión de frenado en la rueda en cuestión hasta alcanzar un valor umbral fijado por debajo del límite de bloqueo.

Cuando la rueda gira libremente se vuelve a aumentar al máximo la presión de frenado. Solo una gira que rueda puede generar fuerzas laterales y, consecuentemente, cumplir funciones de guiado. Este proceso (reducir la presión de frenado / aumentar la presión de frenado) se repite hasta que el conductor retira el pie del freno o disminuye la fuerza de activación del mismo, en conclusión este sistema es muy importante ya que permite detectar gracias a los sensores, si una rueda se a bloquear en alguna curva y esto nos permite que el vehículo no pierda el control (MONCAYO, 2014).

2.6. MECANISMOS UTILIZADOS PARA PRODUCIR EL ROZAMIENTO

Con independencia del modo de accionamiento de los frenos, en la práctica se utilizan tres formas principales para producir la fuerza de rozamiento en la rueda que conduce al frenado

Frenos de tambor.

Frenos de zapata.

Frenos de disco.

Frenos de banda.

2.6.1. FRENOS DE TAMBOR

Como se observa en la figura 9, este tipo de freno está constituido por un tambor, que es el elemento móvil, montado sobre el buje de la rueda por medio de unos tornillos o espárragos y tuercas, del cual recibe movimiento, y un plato de freno, elemento fijo sujeto al puente o la mangueta. En este plato van instalados los elementos de fricción, llamados ferodos, y los mecanismos de accionamiento para el desplazamiento de las zapatas.



Figura 9. Tambor de freno

(Kynast, 2009)

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 esférico, 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, como se ilustra en la figura 10 el tambor de un vehículo estándar.



Figura 10. Tambor
(Kynast, 2009)

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. 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.

El diámetro de los tambores, según las características del vehículo, esta normalizado según la norma UNE 26 019, en la figura 11 se observa todos los elementos que tiene el tambor (Kynast, 2009).

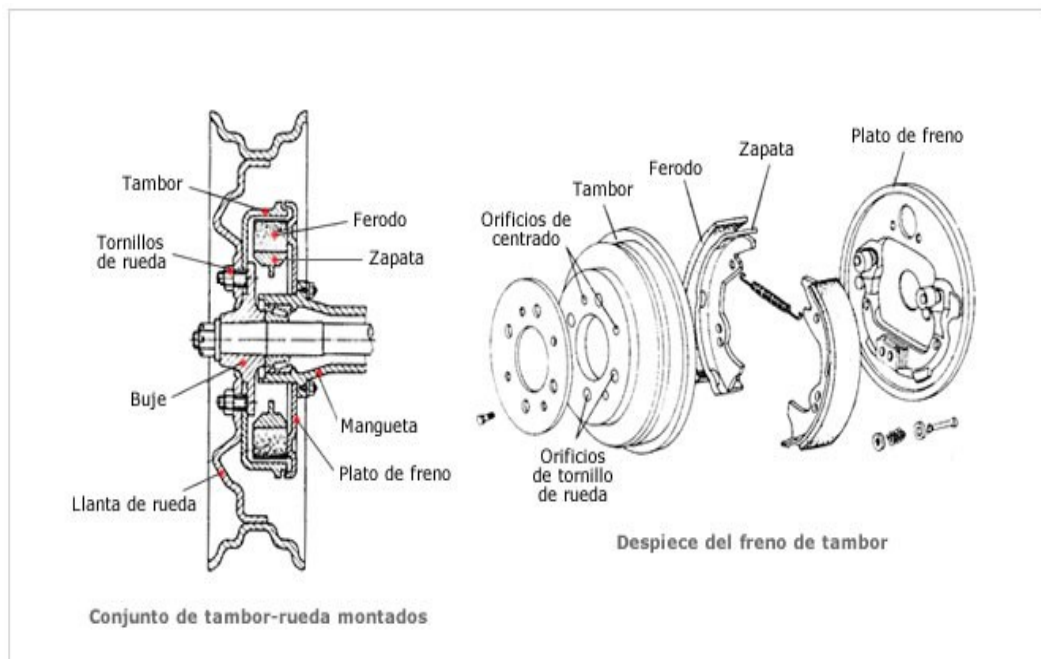


Figura 11. Elementos del tambor
(Kynast, 2009)

2.6.2. PLATO DE FRENO

Como se observa en la figura 12, el plato de freno está constituido por un plato porta frenos o soporte de chapa embutida y troquelada, sobre el que se monta el bombín o bombines de accionamiento hidráulico y las zapatas de freno y demás elementos de fijación y regulación.

Las zapatas se unen por un extremo al bombín 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, que permite un desplazamiento de aproximación al tambor y las mantiene fijas en su desplazamiento axial. El muelle, que une las dos zapatas, permite el retroceso de las mismas a su posición de reposo cuando cesa la fuerza de desplazamiento efectuada por el bombín (Kindler, 2008).

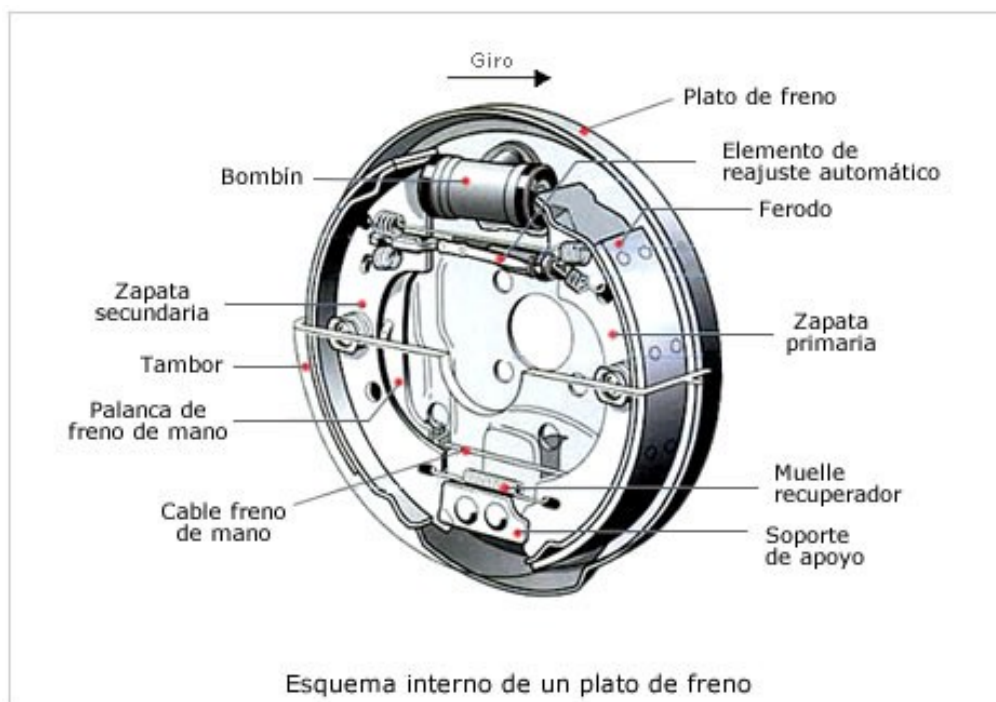


Figura 12. Esquema interno de un plato de freno

(Kindler, 2008)

2.6.3. FRENOS DE ZAPATA

Los frenos de zapata son muy utilizados en la maquinaria en general y especialmente para los frenos de los automóviles y ferrocarriles.

En todos los casos estos frenos funcionan haciendo rozar con fuerza una zapata, o bien de hierro fundido, o bien de acero recubierta de un material especial de fricción, con un tambor metálico cilíndrico solidario a la rueda en movimiento con la intención de detenerlo, o en caso tal, mantenerlo detenido. El tambor generalmente es de hierro fundido, especialmente tratado térmicamente y recibe el nombre de tambora. En algunas aplicaciones, como en los trenes la zapata roza directamente y sobre el exterior de la rueda de acero, en la figura 13 se observa las zapatas y su material (Kindler, 2008).



Figura 13. Zapatas
(Sites libro de frenos)

2.6.3.1. Formas y características de las zapatas

En la figura 14 se observa las zapatas de freno que están formadas por dos chapas de acero soldadas en forma de media luna y recubiertas un su zona exterior por los ferodos o forros de freno, que son los encargados de efectuar el frenado por fricción con el tambor.

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 (MONCAYO, 2014).

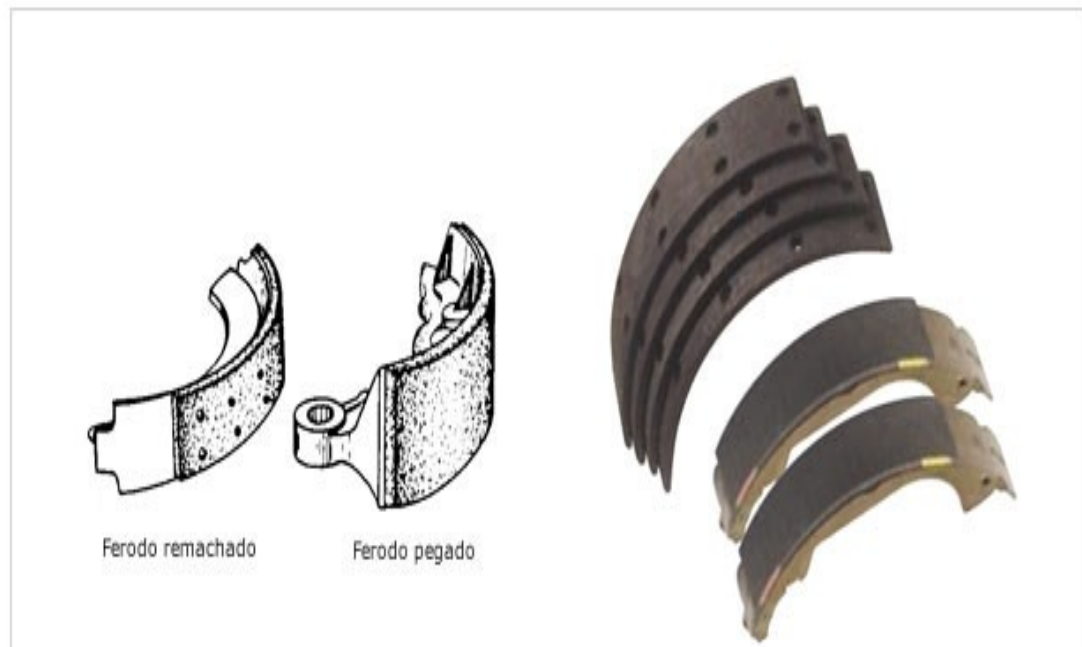


Figura 14. Zapatas de freno de tambor
(MONCAYO, 2014)

2.6.4. FRENOS DE DISCO

Los frenos de disco no tienen una aplicación tan universal como los de zapata. Su principal campo de aplicación es en frenos de automóviles y motocicletas. Este tipo de frenos necesita una mayor fuerza de accionamiento para obtener la misma fuerza de frenado, comparada con los otros tipos de frenos, por esta razón es muy poco utilizado en la industria.

La capacidad de auto regulación para compensar el desgaste de los materiales de fricción, la simplicidad de construcción, el bajo costo de las piezas de fricción y su elevada durabilidad sin fallo, son, entre otras, las ventajas que lo han llevado a ser los frenos por excelencia de los vehículos.

Estos frenos son muy utilizados y a la misma vez su fácil mantenimiento lo hace uno de los más usados en el campo automotriz.

En la figura 15 se observa de las partes de los frenos de disco y en la figura 16 se observa una foto real de un freno de disco (MONCAYO, 2014).

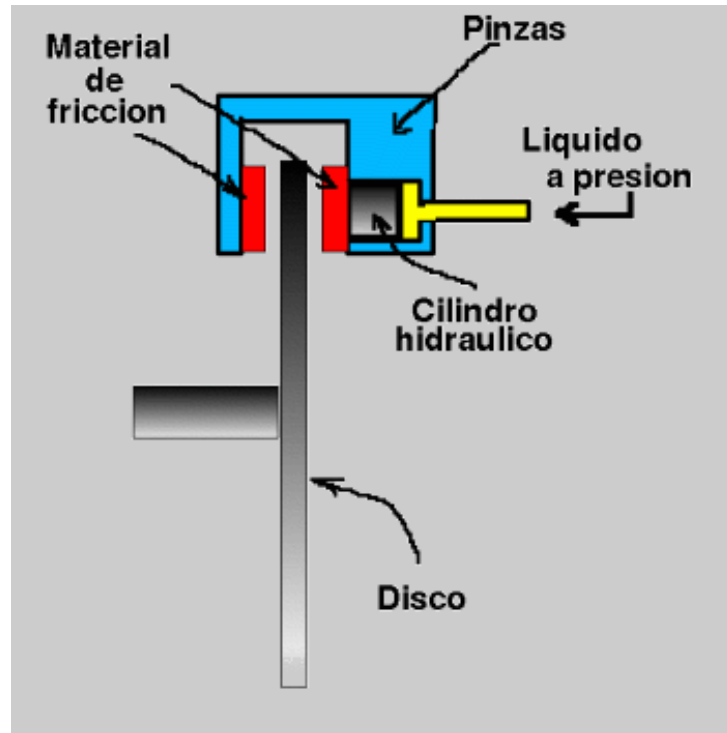


Figura 15. Partes de los frenos de disco
(Thomson, 2004)



Figura 16. Freno de disco
(Thomson, 2004)

2.6.5. PASTILLAS DE FRENOS

Como se observa la figura 17, las pastillas de freno son esenciales dentro del sistema de frenado del automóvil ya que proporcionan la fricción necesaria a

los discos de freno de tal forma que cuando accionamos el pedal, nuestro vehículo se detiene.



Figura 17. Pastillas de frenos
(MONCAYO, 2014)

2.6.6. TIPOS DE PASTILLAS DE FRENOS

2.6.6.1. Semimetálica

Las pastillas de freno etiquetadas como "semimetálicas" contienen una mezcla de 30 por ciento a 65 por ciento de metal y por lo general contienen lana de acero, polvo de hierro o de cobre mezclado con cargas inorgánicas. Las pastillas semimetálicas de freno se conocen por ser duraderas y por llevar a cabo la transferencia de calor eficiente. Éstas se utilizan a menudo en aplicaciones de alto rendimiento y pueden desgastar rotores normales con relativa rapidez.

Las partículas metálicas en estas pastillas funcionan mejor cuando se calientan, pero tal vez no puedan funcionar bien en frío (MONCAYO, 2014).

2.6.6.2. Orgánica sin asbesto

Las pastillas orgánicas sin asbesto se refieren generalmente como "orgánicas" y están hechas a partir de fibras de vidrio, caucho y carbono. Estas pastillas funcionan bien en la mayoría de las condiciones de conducción, pero pueden derretirse durante la conducción extrema. Ofrecen un uso más suave y más silencioso que los otros tipos, pero pueden desgastarse más rápido y crear más cantidad de polvo de frenos (Thomson, 2004).

2.6.6.3. Baja en metal NAO

Estas pastillas están fabricadas con una mezcla similar a la orgánica, pero con un pequeño porcentaje de elementos metálicos, normalmente 10 a 30 por ciento, para proporcionar un mejor frenado y transferencia de calor. La adición de elementos metálicos puede dar lugar a la producción de polvo de frenos y ruido añadido (Thomson, 2004).

2.6.6.4. Cerámica

Estas pastillas están fabricadas a partir de fibras cerámicas, materiales no ferrosos, agentes de unión y pequeñas cantidades de metal. Estas son más silenciosas y más limpias que otras almohadillas, pero también son más caras. Las pastillas orgánicas son capaces de ofrecer encima de la media de frenado sin desgastar prematuramente los rotores.

Consideraciones

Escoger la pastilla de freno correcta para un vehículo se reduce al uso que se dará al vehículo y la manera de conducir. Un conductor con rendimiento agresivo puede desear optar por pastillas semimetálicas por sus altas prestaciones; estas pastillas no funcionan tan bien como las pastillas orgánicas para un conductor que utiliza su coche para la conducción conservadora a corta distancia. El conductor debe tener en cuenta factores como estos antes de tomar la decisión de que frenos utilizar (Thomson, 2004).

2.6.7. FRENOS DE BANDAS

El freno de banda es muy utilizado en la industria para frenar e inmovilizar partes en rotación, dada su simplicidad y seguridad, y se usan en variadas aplicaciones, desde pequeños frenos para dispositivos domésticos hasta en lugares de alta responsabilidad y tamaño como: elevadores tirados por cables, grúas, maquinaria de minas y otras muchas. Su aplicación en los frenos de automóviles es reducida pero se ha utilizado para frenos de estacionamiento. El esquema de la izquierda FIGURA 18 representa un típico freno de banda simplificado. El objetivo es frenar el tambor mostrado en amarillo que puede girar en ambas direcciones.

El elemento de trabajo es una banda metálica elástica, generalmente de acero, que rodea el tambor. Esta banda está recubierta con un material especial con alto coeficiente de fricción para aumentar la fuerza de frenado.

Cuando se aplica la fuerza P a la palanca, esta tenderá a girar en el pivote, y apretará la banda fuertemente contra el tambor para frenarlo.

En la esquina superior derecha de la figura 18 se muestra una sección de la banda, donde puede apreciar algunos detalles constructivos.

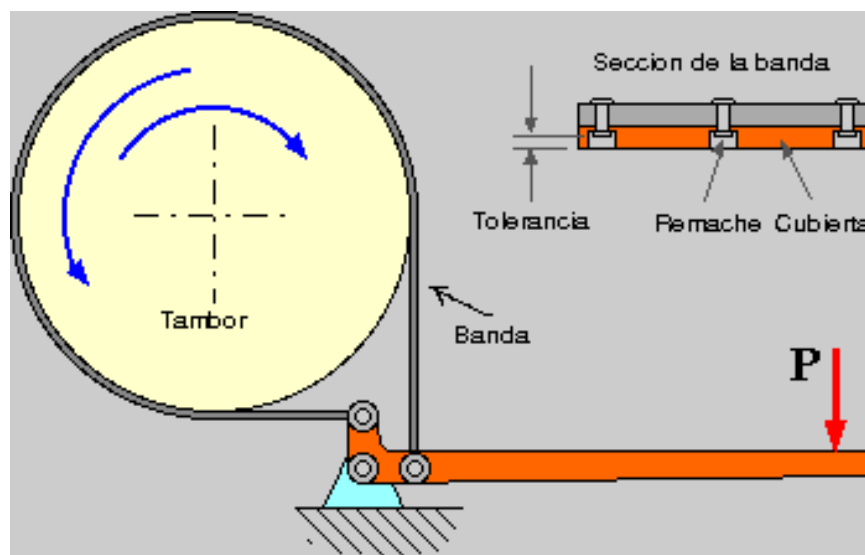


Figura 18. Frenos de banda
(Thomson, 2004)

2.6.8. LÍQUIDO DE FRENOS

Es un elemento muy importante en el frenado ya que son los encargados de que al circular o ser expulsados por la bomba y servofreno empujar los cilindros de las pinzas hacia las pastillas, para que se pueda producir el frenado, para que esto se realice correctamente depende de las características que tenga el líquido de frenos.

Este componente debe ser cambiado debido a que se degrada por el tiempo y su uso.

Sus características son:

- Su punto de ebullición mínimo debe ser superior a los 230 grados centígrados, con esto se consigue permanecer en estado líquido, sin que se produzca la ebullición, cuando las frenadas sean muy bruscas.
- Debe tener una viscosidad baja para que pueda circular sin problemas por el circuito.
- Una parte muy importante de las características es que debe ser un lubricante, principalmente para que todos los componentes no se puedan estropear.
- Debe tener un punto bajo de congelación. Lo ideal debe ser menor de 40 grados centígrados.
- Tiene que tener su estabilidad química para que no se produzcan oxidaciones de los componentes del sistema de frenos con el cual se está en contacto

Hoy en día casi todos los líquidos de frenos cumple bien sus características sin embargo debido a la composición de elementos que tiene, esta posee una propiedad que a todos los líquidos obliga a ser cambiados o sustituidos cada 2 años o 70000 km. Es la propiedad higroscópica, significa que tiene una gran capacidad de absorber agua.

Se piensa que cuando hay agua en el sistema de frenos no afectaría en nada, ni debería cambiar su características ya que es un fluido, pero no es así ya que el agua así sea en estado líquido este oxida los elementos del sistema, pero el mayor problema de la existencia de agua en el sistema es cuando la

temperatura supera los 100 grados centígrados, ya que está muy cerca a las pastillas o tambores y los discos de frenos en los cuales pueden llegar a tener 500 grados centígrados, esto provoca que el agua se evapore haciendo que se transforme en vapor de agua, el cual es un gas, que es lo contrario de la característica del líquido de frenos, el agua si es comprensible, con lo cual el pedal de freno irá al fondo, ya que la presión que estemos introduciendo al momento de frenar, el sistema servirá para comprimir ese vapor de agua y mas no para que se actúe sobre las pastillas de freno. Y hay que tener en cuenta que la presencia de agua en el sistema de frenos como se puede observar en la figura 19 hace que disminuya su punto de ebullición del líquido

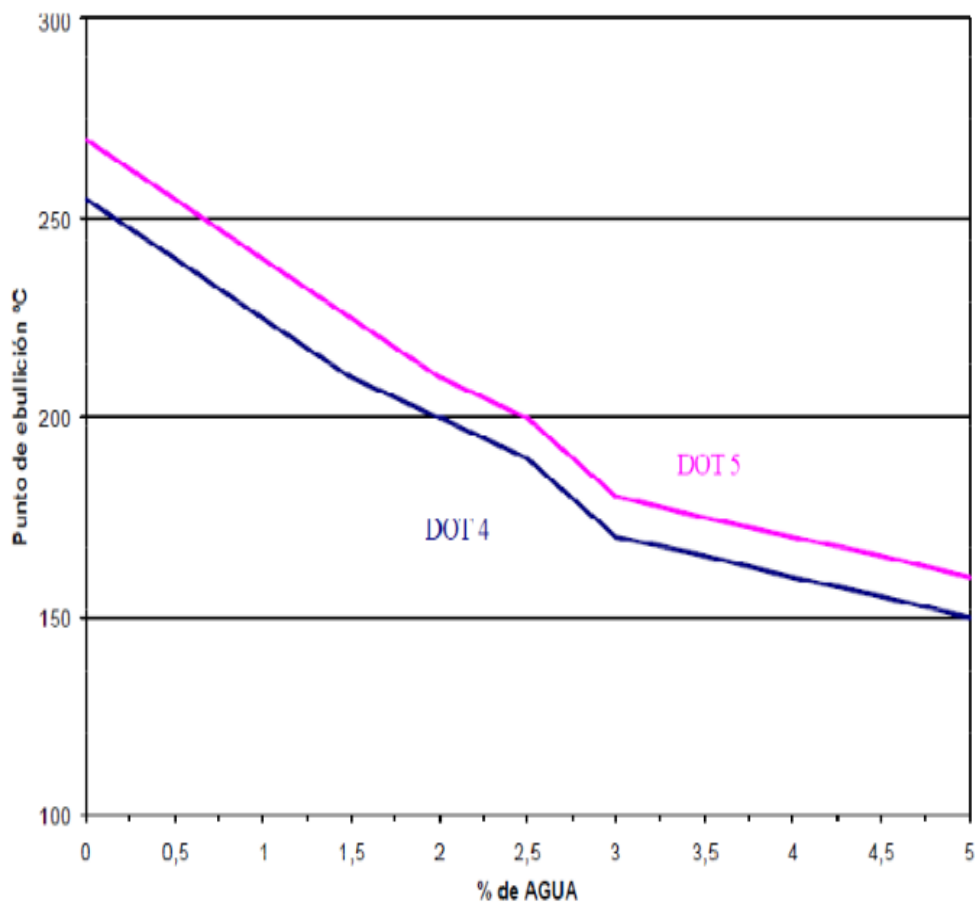


Figura 19. Curva comparativa de líquidos de frenos (DOT4 Y DOT5)
(Kynast, 2009)

Existen varios tipos de líquidos de frenos en la actualidad pero entre estos están el DOT4 Y DOT5.

- DOT4. Son para sistemas de disco/tambor o disco/disco que no tenga el sistema ABS, su punto de ebullición es de 255 grados centígrados.
- DOT5. Se utiliza en vehículos de altas prestaciones y que tengan el sistema ABS, su punto de ebullición es 270 grados centígrados.

2.7. SERVOFRENO

El servofreno es el sistema por el cual la fuerza que hay que ejercer sobre el pedal, para presurizar el circuito a una misma presión, se reduce. Es decir, es un elemento que reduce el esfuerzo que necesita el conductor para presurizar el circuito pisando el pedal.

Las ventajas del servofreno no son exclusivamente las de poder realizar una presión mayor sobre el circuito hidráulico, y por consiguiente, sobre los pistones de las pinzas con un mayor descanso del pie.

Si no que lo que se consigue es una mejor dosificación de la frenada.

Los servofrenos actuales más corrientes son aquellos que actúan por vacío.

Estos aparatos aprovechan la depresión creada en el colector de admisión en los motores Otto, o accionado por un depresor en los vehículos con motor diésel, cuando se retira el pie del acelerador para aumentar la fuerza que el pie proporciona al pedal del freno.

Los primeros servofrenos tuvieron su aplicación en los grandes vehículos a fin de disminuir los esfuerzos tan importantes que debía realizar el conductor para frenar (Kynast, 2009).

Es un dispositivo de asistencia al frenado o multiplicadores de fuerza que permite amplificar y modular la fuerza de frenado ejercida por el conductor sobre el pedal de freno en los vehículos, reduciendo el esfuerzo a aplicar por el mismo sobre el pedal de freno.

El servofreno nos ayuda a que el frenado sea mucho más suave y a la vez más preciso y en la actualidad existen varios tipos de servofrenos y cada vez son mejores y todos tienen el mismo funcionamiento que es brindar la comodidad y precisión al frenado.

Como se ilustra en la figura 20 las partes del servo freno (Kynast, 2009).

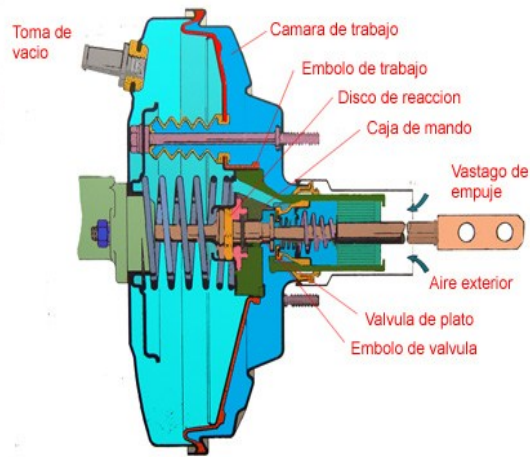


Figura 20. Partes del servofreno
(Kynast, 2009)

2.7.1. FUNCIÓN DEL SERVOFRENO

La función del servofreno es amplificar el esfuerzo del conductor para dar un nivel de presión hidráulica a los frenos delanteros y traseros del vehículo, ya que sin amplificación o asistencia alcanzar el mismo nivel de presión hidráulica en los frenos sería mucho más difícil físicamente para el conductor. Esta amplificación se basa en la diferencia de presión entre dos cámaras con una pared móvil entre ellas, que se desplaza hacia el lado donde hay menos presión para equilibrarla.

2.7.2. FUNCIONAMIENTO DEL SERVOFRENO

2.7.2.1. Posición de reposo

En su posición de reposo como se observa en la figura 21 el plato (8) y el pistón (2) se encuentran situados, por la acción del muelle (12), en la parte posterior del servofreno (parte derecha del dibujo), mientras que las cámaras anterior (A) y posterior (B) del cuerpo de vacío se encuentran sometidas a la depresión creada por el vacío interno en ellas.

En esta posición, el circuito hidráulico procedente de la bomba que llega al circuito hidráulico del servofreno, pasa por el interior del pistón (2) a través de la válvula (3), situada en él, y que permanece abierta por la presión del líquido a las canalizaciones de las ruedas. De esta forma, si se produce una avería en el servofreno o fallos en el circuito se vacía que impide el funcionamiento del mismo, el sistema hidráulico queda establecido a través del émbolo, funcionando, en este caso, como un sistema simple sin el servofreno.

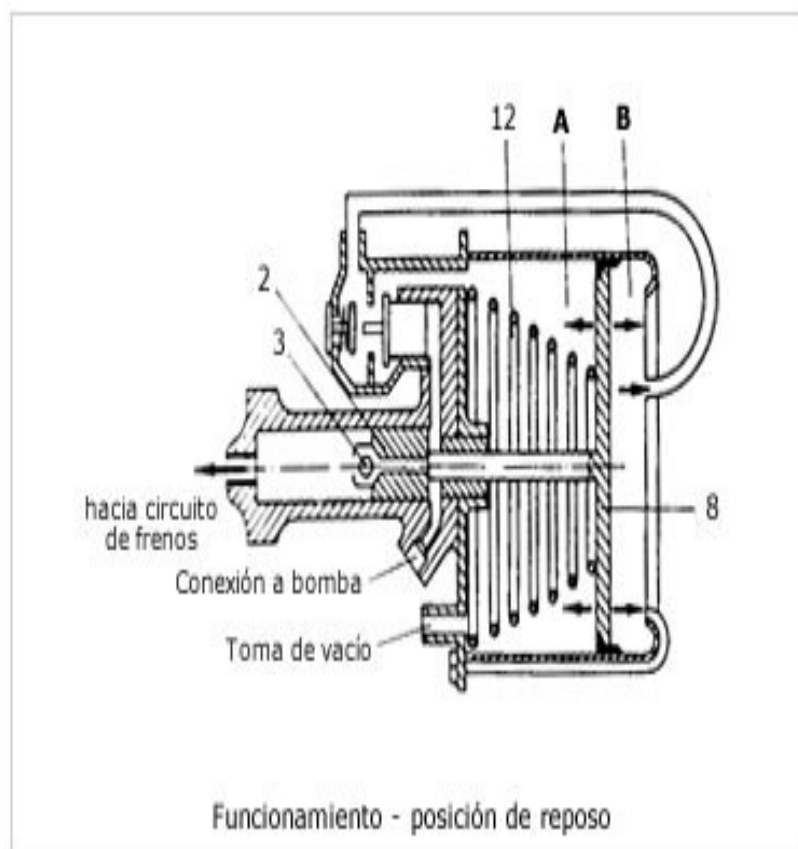


Figura 21. Posición de reposo del servofreno
(Kindler, 2008)

2.7.2.2. Posición de frenado

Al accionar los frenos como se observa en la figura 22, el líquido a presión, procedente de la bomba, entra por el orificio (5), pasa por el conducto (23) y

actúa sobre el émbolo (16) de la válvula de control, que cierra la válvula (17) incomunicando las dos cámaras de la válvula (C) y (D).

A su vez abre la válvula de aire (18) pasando éste a la cámara posterior (B) del cuerpo de vacío, a través del conducto (22), mientras que la cámara anterior (A) sigue sometida al vacío.

La depresión existente en la cámara anterior (A), ayudada por la presión atmosférica, al entrar en la cámara posterior (B), hace avanzar el plato (8) en el sentido indicado, desplaza el pistón (2) del cilindro hidráulico que cierra la válvula e impulsa el líquido a presión hacia los bombines de las ruedas.

Como se puede observar, sobre el émbolo del cilindro hidráulico actúan la fuerza de empuje del servofreno y la presión del líquido transmitido por la bomba, por lo que la presión total de salida del líquido hacia los bombines de las ruedas es la suma de ambos efectos (Kindler, 2008).

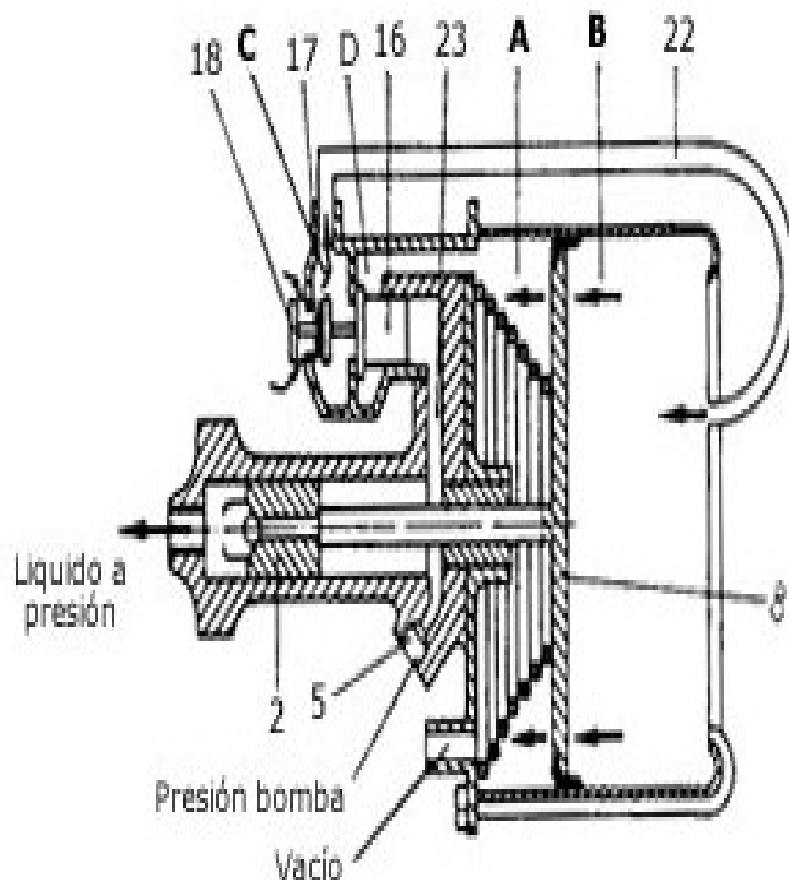


Figura 22. Posición de frenado del servofreno
(Aficionado a la mecánica libro GTZ)

2.7.2.3. Presiones de frenado

En la figura 23 se pueden ver las curvas de presión de frenado; "con" o "sin" servofreno para una misma fuerza ejercida sobre el pedal de freno. En la gráfica podemos destacar tres zonas de funcionamiento:

Presión comprendida entre 0 y 6 kgf/cm²; que resulta ser presión mínima de funcionamiento del servo; la válvula de control no actúa y la presión transmitida a los bombines de las ruedas es la suministrada por la bomba.

Presión comprendida entre 6 y 25 kgf/cm²; la presión de salida a las canalizaciones es la correspondiente a la acción combinada del servofreno y la bomba, cuyos esfuerzos se suman aumentado progresivamente.

Presiones superiores a los 25 kgf/cm²; las líneas siguen paralelas, ya que el servo no transmite más presión por haber llegado al límite máximo de vacío (unos 500 mm de mercurio) (Kynast, 2009).

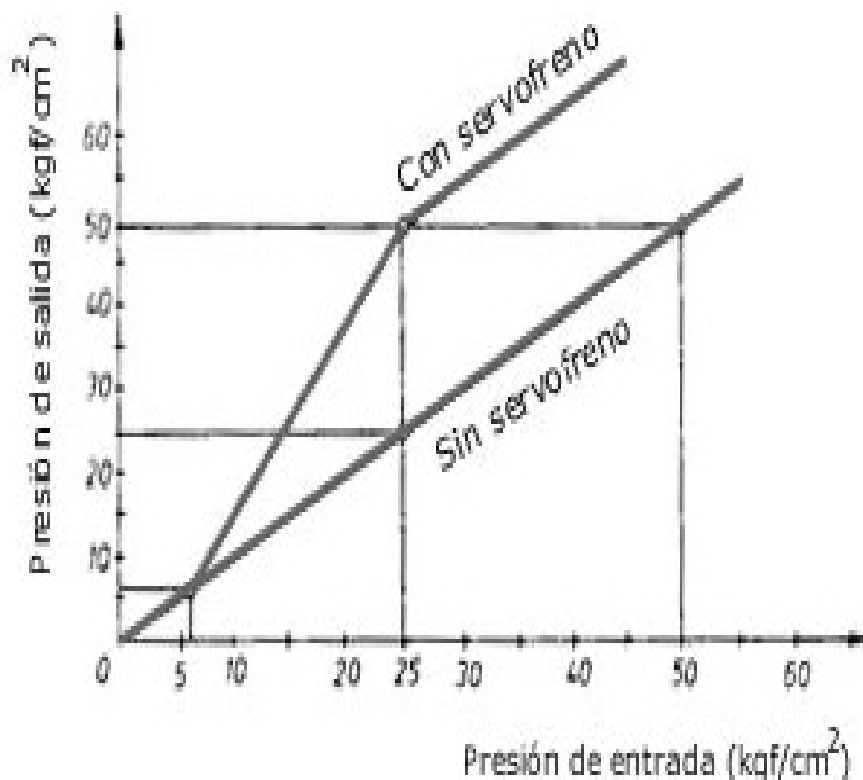


Figura 23. Gráfica de presión de frenado (Kynast, 2009)

2.7.3. TIPOS DE SERVOFRENOS

2.7.3.1. Servofreno hidráulico

Servofreno hidráulico: Al pisar el pedal además de enviarse líquido a presión con la bomba de pies, se descubren una tras otra varias válvulas que envían sucesivamente mucha más presión procedente de una bomba accionada por la transmisión del vehículo. O con otros sistemas en los que una bomba mandada por el motor envía líquido a un cilindro-acumulador lleno de aire que reduce su volumen almacenando más líquido de modo que al soltarlo con las válvulas que va abriendo el pedal de freno sale con fuerte presión acumulada. De esta forma aunque el vehículo vaya despacio o con el motor parado, hay una fuerte acción de ayuda con líquido a presión (Kindler, 2008).

2.7.3.2. Servofreno de aire comprimido

Servofreno de aire comprimido: Estos usan aire a presión en lugar de un fluido hidráulico para el accionamiento de los pistones que mueven las zapatas, necesitan de un compresor y un tanque de reserva de aire comprimido para mantener una capacidad de frenado adecuada en todas las ocasiones aun cuando el motor no funcione. El conductor al pisar el pedal de freno da paso al aire a presión hacia los frenos. Se usa en vehículos pesados, como camiones y otros (Kindler, 2008).

2.7.3.3. Servofreno de vacío

Servofreno de vacío: Es similar al de aire comprimido, con la diferencia que lo que hace mover las zapatas, no es una presión (aire comprimido), sino una depresión (vacío). En el servo-freno de vacío existen tres cilindros con sus émbolos, cuyo principal envía el líquido a presión a los cilindros de los frenos. Otro secundario acciona una válvula que cierra o abre la comunicación con el aire exterior. En el tercer cilindro de mayor diámetro actúa, sobre su pistón, el vacío de la admisión o la presión atmosférica (Kindler, 2008).

2.7.3.4. Servofreno eléctrico

Servofreno eléctrico: Diseñados durante la segunda guerra mundial usados para grandes vehículos militares. El sistema Telma está basado en el principio de la creación de corrientes que nacen en una masa metálica conductora cuando ésta se sitúa en un campo magnético variable. Estas corrientes se denominan de Foucault. En la práctica el estator crea un campo magnético fijo, y es el movimiento de los rotores unidos al eje de arrastre a frenar lo que produce la variación.

Todos los coches usan un sistema de frenado con servo frenos y por tanto este sistema ha de ser mantenido igual en un vehículo convertido a eléctrico. Al aumentar un poco más el peso si el coche se carga de baterías, los frenos deberían mantener la misma potencia de frenado o más. Piensa que el “freno motor” que se usa cuesta abajo en un vehículo eléctrico no funciona, o al menos tanto como con el motor de gasolina si el motor eléctrico está diseñado para usar freno regenerativo.

La diferencia del sistema de frenos en un coche eléctrico, no es ya el sistema de frenado en sí, sino el sistema con el cual se hace el vacío al reforzador del freno, que en un coche eléctrico se ha de hacer con una bomba de vacío.

Una bomba de vacío es lo mismo que un compresor de aire, pero con las válvulas cambiadas para absorber aire en vez de expulsarlo. En un coche normal el nivel de presión de vacío son 16” a 18” Hg (pulgadas de mercurio), que son unos 54.000 Pa (pascales) o N/m² (Newton/ m²), por tanto este nivel de presión de vacío es el que debería tener la bomba de vacío que se instale.

Bombas de vacío eléctricas se encuentran en algunos coches diésel como Volvo y camionetas cuyos motores de gasoil no proveen tanto nivel de presión. Estas bombas funcionan a 12V y suelen consumir una corriente de unos 6 o 7 amperios. Nunca hay que usar las bombas de vacío que se usan para los cierres centralizados de los coches, ya que tienen un nivel muy bajo de vacío, insuficiente para un sistema de frenado, en la figura 24 se observa un servo eléctrico real (Kynast, 2009).



Figura 24. Servo eléctrico
(Kynast, 2009)

Para que este sistema de depósito funcione, tiene que haber un sensor como se observa en la figura 25 que mantenga el nivel de presión de vacío siempre por encima de un valor dado, en nuestro caso 15" Hg. Estos sensores tienen asociado una válvula que abre y cierra el circuito para que la bomba siga manteniendo ese nivel de presión.

El freno de mano o freno de estacionamiento debe no obstante seguir funcionando al margen de la conversión en el sistema de frenos así como el freno regenerativo si el motor que se instale lo admite.



Figura 25. Sensor de nivel de presión de vacío
(indubal servo frenos)



Figura 26. Bomba de vacío
(MONCAYO, 2014)

Al pisar el pedal del freno se establece un circuito eléctrico permitiendo el paso de una corriente que activa unos electroimanes situados en los tambores del freno de cada rueda. El electroimán atrae a una leva que ayuda la acción del conductor sobre el pedal del freno. Más usado es el “ralentizador” eléctrico para grandes camiones. Para largas pendientes alivia el esfuerzo del motor, que puede ir en punto muerto, y el de los frenos (MONCAYO, 2014).

2.8. MIXTOS O INTEGRALES

De vacío e hidráulicos como el Hydrovac de la casa Béndix, o los Mastervac. Estos sistemas combinan el sistema de mando hidráulico y la ayuda por vacío, y son muy utilizados porque ya no se fabrican vehículos con mando enteramente mecánico y se aprovechan los dos sistemas. El servo se encuentra incorporado en la propia bomba de freno. Este es el sistema más utilizado (Kindler, 2008).

3. METODOLOGÍA

Para la adquisición de datos primero se realizó un estudio general de todo lo que tiene que ver con frenos ya que como se conoce en la actualidad, existen varios tipos de frenos y se analiza todos los tipos para poder observar y poner en práctica las diferencias que existen con el funcionamiento del sistema de frenos a realizar en este proyecto de titulación

Se realiza un estudio de todos los mecanismos de un sistema de frenos con servo electrónico que se necesita para instalar en el banco de pruebas para su correcto funcionamiento.

Se realizó un estudio general de todo lo que tiene que ver con frenos ya que como se conoce en la actualidad existen varios tipos de frenos y se analiza todos los tipos para observar y poner en práctica las diferencias que existen con el funcionamiento del sistema de frenos a realizar en este proyecto de titulación

En los varios tipos de frenos que se conoce en la actualidad, para este diseño se necesita saber qué tipo de pastilla, el correcto uso y el adecuado líquido de frenos, conocer las presiones adecuadas para este sistema, ver cuál es la distancia de frenado con la que este sistema de frenos opta, el tipo de neumático, rueda para este sistema y a todo esto ver si cambia o varía este sistema con los demás sistemas.

Se va a obtener un estudio por fases en las cuales estas constan:

La primera fase se realiza el estudio relacionado a todo lo que tiene que ver con la mecánica que forma este sistema como es el pedal, servofreno, la bomba, neumático, pastillas, estructura.

En esta fase se obtiene prácticamente todos los elementos que se va a necesitar, incluyendo a la estructura con la que se monta el sistema de frenos con servo electrónico, esta estructura está calculada y medida para que todos los elementos del sistema de frenos con servo electrónico sean bien montados y estén en perfecto estado para su correcto funcionamiento.

Para la estructura también se hace el estudio en general de los elementos importantes que se debe tener para montar esta estructura y saber el tipo de material que este apto para realizar trabajos o modificaciones en dicha

estructura como lo son las partes a soldar, se debe analizar qué tipo de acero se necesita para estos trabajos y que en el futuro de la realización del diseño no se encuentren problemas, para eso se debe conocer sus características que entre estas se encuentran la resistencia que debe existir en este acero, que sea el acero adecuado para el perfecto montaje del sistema de frenos y obviamente realizar un estudio que se basen en las normas o estándares adecuados para la realización del diseño.

En la segunda fase se obtuvo un estudio sobre todo lo que es la electrónica en este diseño del servo freno electrónico como son: el sensor que se necesita para enviar las diferentes señales y un módulo.

En esta fase se realiza un estudio de un diagrama electrónico para ver cómo está compuesto para que después los elementos armados sean como los datos o características de este sistema

Posteriormente se realiza la instalación de todos los mecanismos divididos en el proyecto para realizar las pruebas de funcionamiento del banco de pruebas. Se realiza un análisis de resultados y varias pruebas después de haber concluido el proyecto, para ver que todo esté funcionando correctamente y que no exista ningún problema en un futuro y así brindar un perfecto diseño para el bienestar de los alumnos y conocimiento de los mismos.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En los siguientes resultados se realiza el análisis y compra de todos los componentes para el sistema de frenos con servo electrónico, tanto componentes mecánicos como los componentes eléctricos. Después de realizar la compra de los materiales se hizo un diseño de todas las partes mecánicas en el programa Autodesk inventor 2015 como se observa en las figuras 45, 46, 47, 48, 49, para después realizar un diseño del montaje de todos los elementos como se observa en la figura 50 para proceder a realizar el ensamble de partes y la realización de la estructura para que el banco de pruebas del sistema de frenos con servo electrónico estén todos sus elementos funcionando.

Los elementos mecánicos fueron adquiridos en varias mecánicas generales y al igual todo elemento mecánico se observó que todos estén en buen estado y en perfecto funcionamiento. Para la estructura se realizó un estudio para ver cuál acero es adecuado para cumplir todas las especificaciones que van dentro de los tipos de acero, en este caso se necesita un acero que sea resistente y que tenga la facilidad de ser soldado para realizar las modificaciones adecuadas para el montaje del banco de pruebas.

En el caso del banco de pruebas se debe realizar las correctas mediciones que coincidan con la estructura para ser montado sin inconvenientes, los diferentes elementos del banco de pruebas se tuvo un estudio para que sean los correctos y con esto tener antes un conocimiento sobre el tema del sistema de frenos con servo electrónico para desarrollarlo correctamente su funcionamiento, ya que en este sistema existen varios elementos de diferentes funcionamientos, pero todos van a cumplir la misma misión de que funcione todo el sistema.

El banco de pruebas del sistema de frenos con servo electrónico tiene la misión de dar conocimientos y poder realizar pruebas en la Universidad Tecnológica Equinoccial todos los alumnos y los ingenieros para que en un futuro se pueda conocer este sistema y el avance que hay en la tecnología en la actualidad.

4.1. COMPONENTES MECÁNICOS

Y de ahí se selecciona los componentes mecánicos que forman el sistema, los cuales se obtuvieron en varias mecánicas generales y se observó que todos los elementos estén en buen estado y que todos estén funcionando.

4.1.1. PEDAL DEL FRENO

Es el elemento en el cual se va a actuar la fuerza necesaria, ejercida por el conductor del vehículo para reducir la velocidad.

El funcionamiento principal se basa al momento de que el conductor pisa el pedal de freno, en ese momento el cilindro principal acciona el líquido de frenos para que este cumpla con la función de empujar a cada pistón de las pinzas, las que son encargadas de empujar las pastillas contra el disco.

La principal ventaja de este sistema es que ambas pastillas se comprimen o empujan con la misma fuerza contra el disco, En la figura 27 se puede observar la foto real del pedal de freno con la varilla de empuje y su horquilla



Figura 27. Pedal de freno

4.1.2. SERVOFRENO

Como se explicó en el literal 2.7 todo el funcionamiento del servo freno y sus partes, Este es el elemento principal del sistema de frenos con servo electrónico, en la figura 28 se puede observar la foto real del servofreno ya acoplado con su respectiva bomba.



Figura 28. Servofreno real

Es el que se encarga de reducir el esfuerzo sobre el pedal de freno para presurizar el líquido.

Como se indica en el literal 2.7 la ventaja del servofreno es mejor dosificación del frenado. Como se puede observar en la figura 29 las partes de un servofreno.

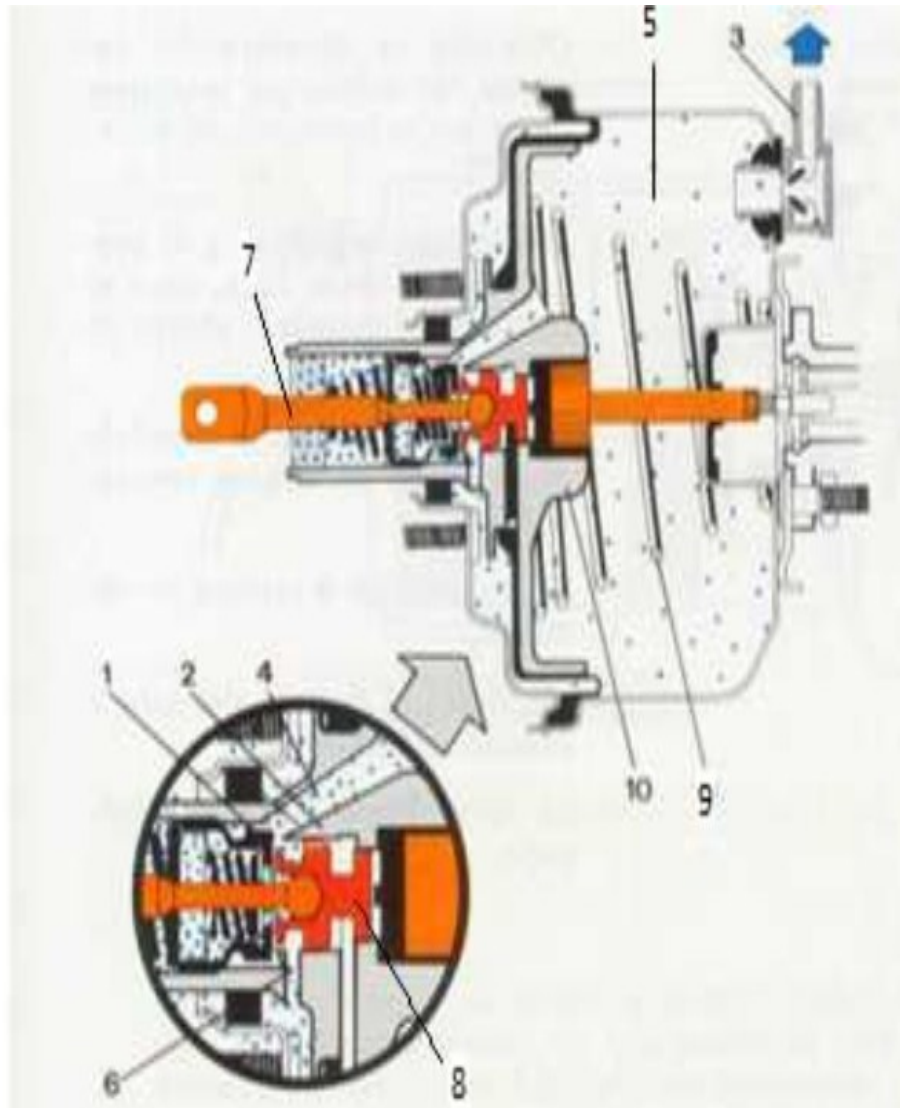


Figura 29. Diseño de un servofreno
(Kindler, 2008)

1. Válvula de comunicación
2. Asiento de válvula
3. Válvulas de salida
4. Canal de salida
5. Cámara posterior
6. Canal de salida
7. Vástago
8. Prolongador
9. Muelles
10. Pistón

4.1.3. TAMBOR

Como se observa en la figura 30 el tambor aun no montado y foto real adquirida en una mecánica general en perfecto estado, y como se explicó en el literal 2.6.1. Todo el funcionamiento de este importante elemento del sistema.



Figura 30. Foto real del tambor

4.1.4. CAÑERÍAS

En la figura 31 se observa las cañerías obtenidas en una mecánica general, estas cañerías son las comunes que se usan en cualquier sistema de frenos, que sirven para ser usadas en este sistema.



Figura 31. Foto de las cañerías del sistema de frenos

4.1.5. DISCO DE FRENOS

El disco de frenos se obtuvo en el mercado local y se encuentra en buen estado y con sus respectivas pastillas como se observa en las figuras 32 y 33. Este banco de pruebas como se puede observar va a tener freno de disco y tambor y como se explicó su importancia en el freno de disco en el literal 2.6.4. y todas sus partes como se observó en la figura 15 para tener el conocimiento y reconocer en la foto real sus elementos.



Figura 32. Foto real del disco de frenos



Figura 33. Foto real del disco de frenos

4.2. CÁLCULO

El principal cálculo que se debe tener en cuenta es conocer las fuerzas ejercidas sobre el pedal ya que como se observó en la figura 27 este es uno de los elementos más importantes del banco de pruebas de sistema de frenos con servo electrónico.

La fuerza ejercida sobre el eje del cilindro principal del freno depende de la geometría del pedal de freno, u de esta fuerza depende el grado de frenado del vehículo.

La fuerza F_p que se ejerce sobre el pedal del freno, genera una fuerza F_o sobre el cilindro. Dicha fuerza, teniendo en cuenta la relación que existen entre las fuerzas para un brazo palanca, esto depende de la geometría que se expresa en la figura 34.

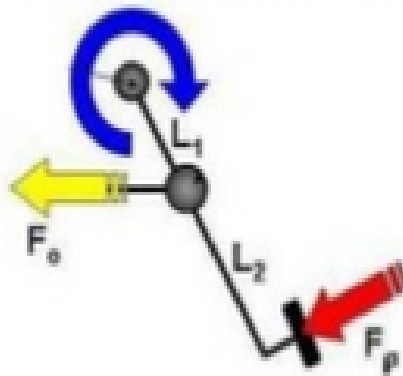


Figura 34. Cálculos de fuerza sobre el pedal de freno (MONCAYO, 2014)

$$F_o = F_p * \cos \alpha * \frac{L_2 + L_1}{L_1} \quad [1]$$

Dónde:

F_o : Fuerza de salida del servofreno

F_p : Fuerza ejercida sobre el pedal del freno

L_1 : Distancia del pivote al centro del pedal

L_2 : Distancia del punto de apoyo del pedal al centro del pedal

$\cos \alpha$: Ángulo entre el centro y la distancia total del pedal

La relación que existe entre la distancia del pivote al centro del pedal y la relación del punto de apoyo del pedal al centro del pedal nos da una fuerza de salida del servofreno que está entre 4 y 5 veces mayor a la fuerza ejercida sobre el pedal de freno.

Curva que existe entre la relación de un sistema de frenos con servo y sin servo, como se puede observar en la figura 35.

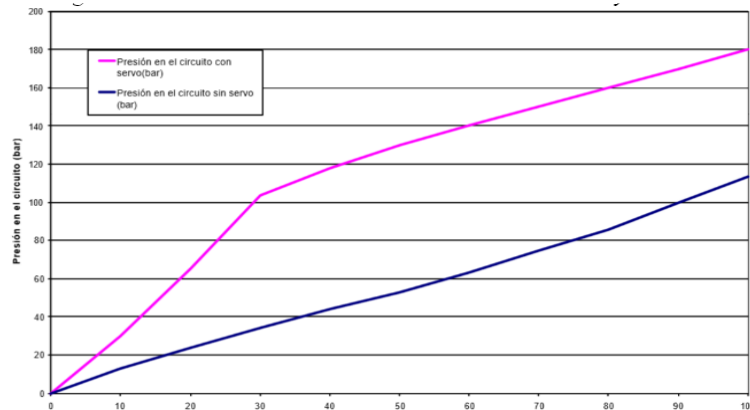


Figura 35. Curva de relación de Sistema de frenos con servo y sin servo (Manual de servicio GTZ)

4.2.1. Tabla de valores de esfuerzo pedal/servo

En la tabla 1 se muestra la relación entre fuerza y presión del circuito de freno con y sin servo

Tabla 1. Relación de fuerza y presión en el circuito de freno con y sin servo

Fuerza sobre el pedal (Kg)	Presión en el circuito con servo(bar)	Presión en el circuito sin servo (bar)
0	0	0
10	30	13
20	65	24
30	104	34
40	118	44
50	130	53
60	140	63
70	150	75
80	160	86
90	170	100
100	180	113

4.3. CURVA DE LA RELACIÓN DE PRESIÓN DE FRENADO

Como se puede observar en la figura 36, esta es la curva que se comparará con la relación de presión existente entre, la presión de frenado que existe en las ruedas delanteras con respecto a la presión de frenado de las ruedas posteriores. Esta curva muestra el punto óptimo en el cual se reparte el frenado al que se debe llegar para aprovechar al máximo la frenada, es muy difícil llegar en la práctica sobre la curva de frenado y tener el 100% de eficacia. Generalmente se obtiene una recta de frenado que va a aproximarse lo mayor posible a la curva del frenado (Kindler, 2008).



Figura 36. Curva de la relación de presión de frenado (Kindler, 2008)

4.3.1. CURVA CARACTERÍSTICA DEL SERVOFRENO

Esta curva es la que tiene relación o relaciona la presión que existe en el circuito de freno delantero con la relación de la fuerza que se aplica sobre el pedal de freno, esta curva se puede estudiar según los niveles de vacío que esté sometido el servofreno (Kindler, 2008).

Los puntos para analizar en esta curva son:

- Max presión (psi). Es la presión que se tiene al momento de que se obtenga el recorrido máximo del pedal de freno
- Salto o Jump In (Psi). Es el aumento de presión que existe cuando hay presión en el circuito de frenado
- Fuerza de ataque (lb). Es la fuerza que se aplica sobre el pedal de freno, en la cual se obtiene la presión de salida del circuito de frenado. Con el recorrido del pedal de freno no se obtiene presión en el circuito, esto únicamente debe depender del fabricante por lo general es de 2mm.
- Pendiente de la recta de asistencia o Ratio. Es la pendiente que existe cuando el servofreno está en funcionamiento, la que varía dependiendo del fabricante.

Como se puede observar en la figura 37 las especificaciones de las curvas.

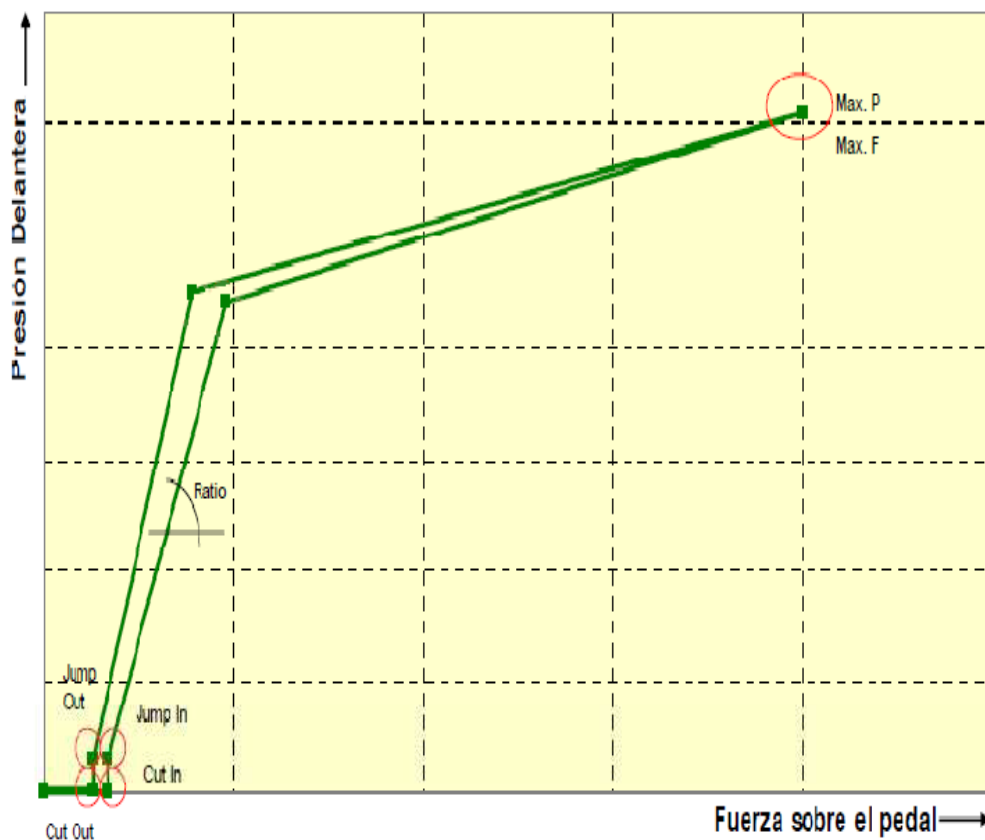


Figura 37. Curva característica del servofreno
(Kindler, 2008)

4.4. TEST DE CARRERA

Es la presión que se obtiene en el circuito de freno delantero en función al recorrido del pedal de freno, en la figura 38 se puede observar un ejemplo del test de carrera (Kindler, 2008).

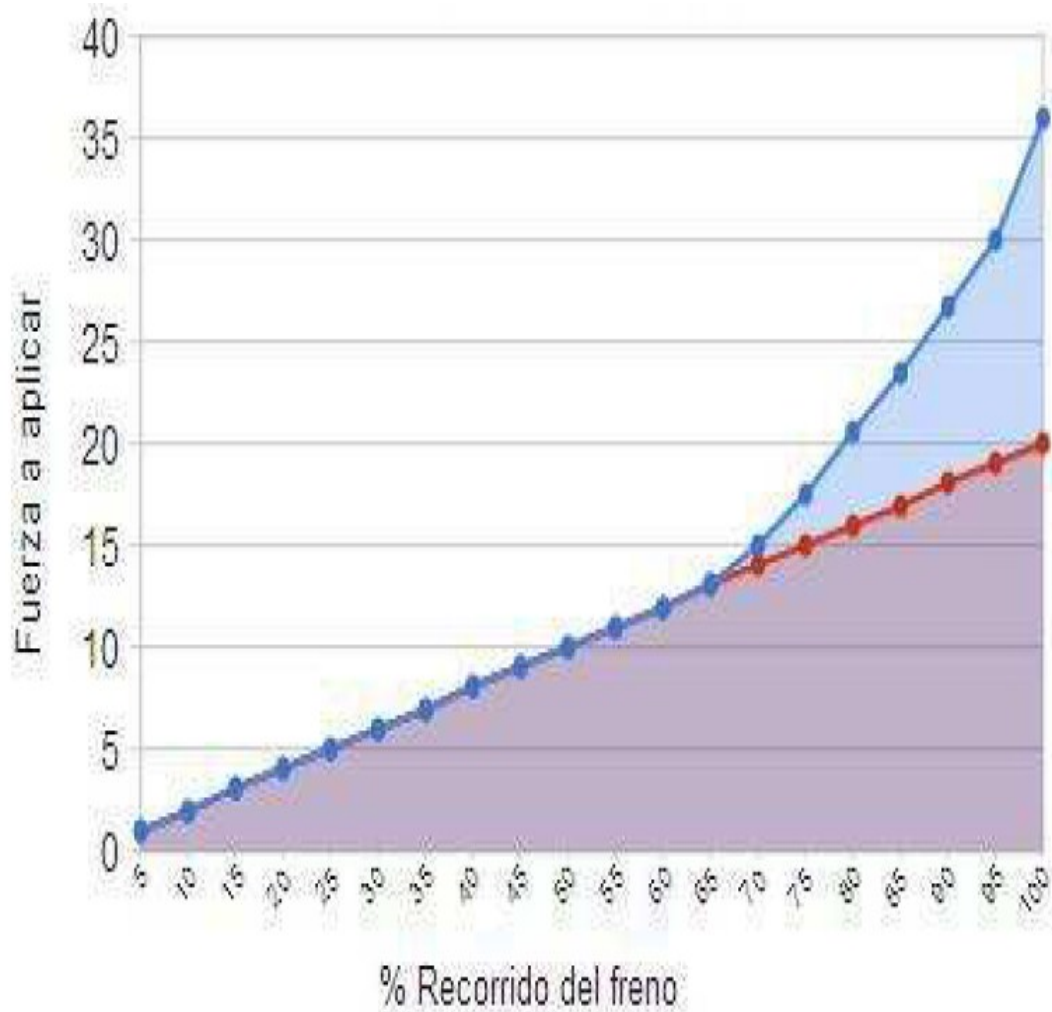


Figura 38. Test de carrera
(Kindler, 2008)

4.5. PRUEBAS CON Y SIN SERVOFRENO

Las siguientes pruebas se analizan el funcionamiento del circuito con servofreno.

En las pruebas realizadas se mostrará la pantalla la señal que se obtuvo de cada elemento.

4.5.1. PRUEBA 1

Señal de la curva con servofreno, en la figura 39 se puede observar las curvas que se generaron con el vehículo en funcionamiento.

Después de observar las pruebas realizadas en las figuras 39, 40, 41 y 42 se puede realizar una base de datos con un estudio de características en general de los servofrenos.

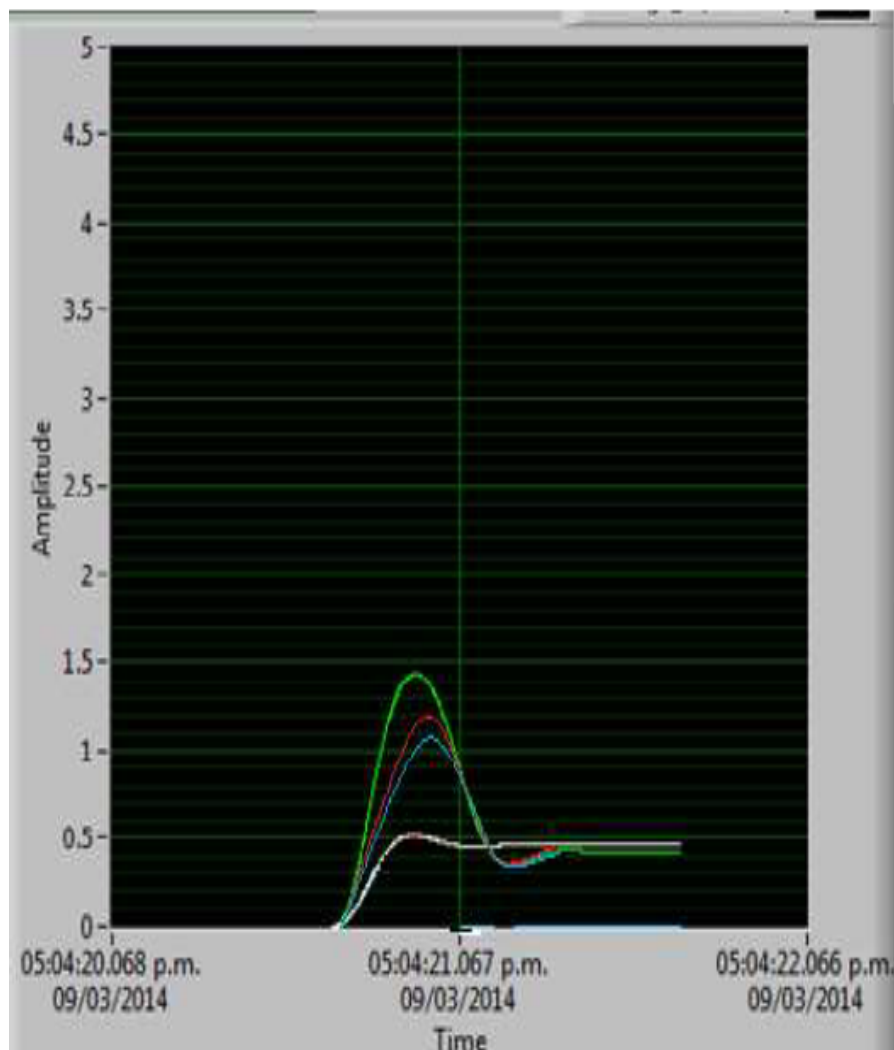


Figura 39. Curva con servofreno
(Thomson, 2004)

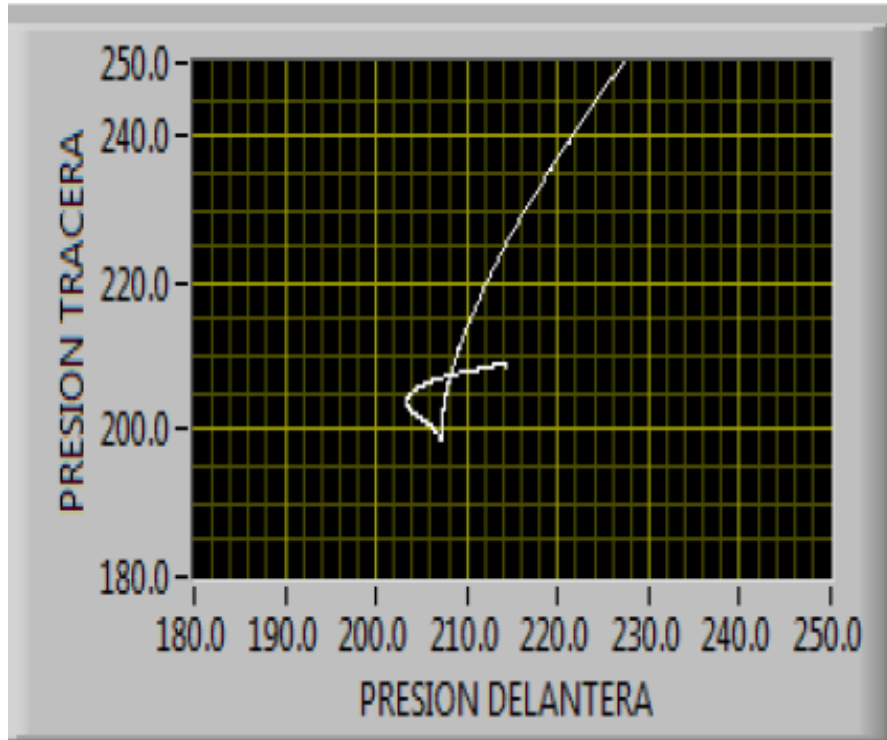


Figura 40. Relación de presiones (Thomson, 2004)

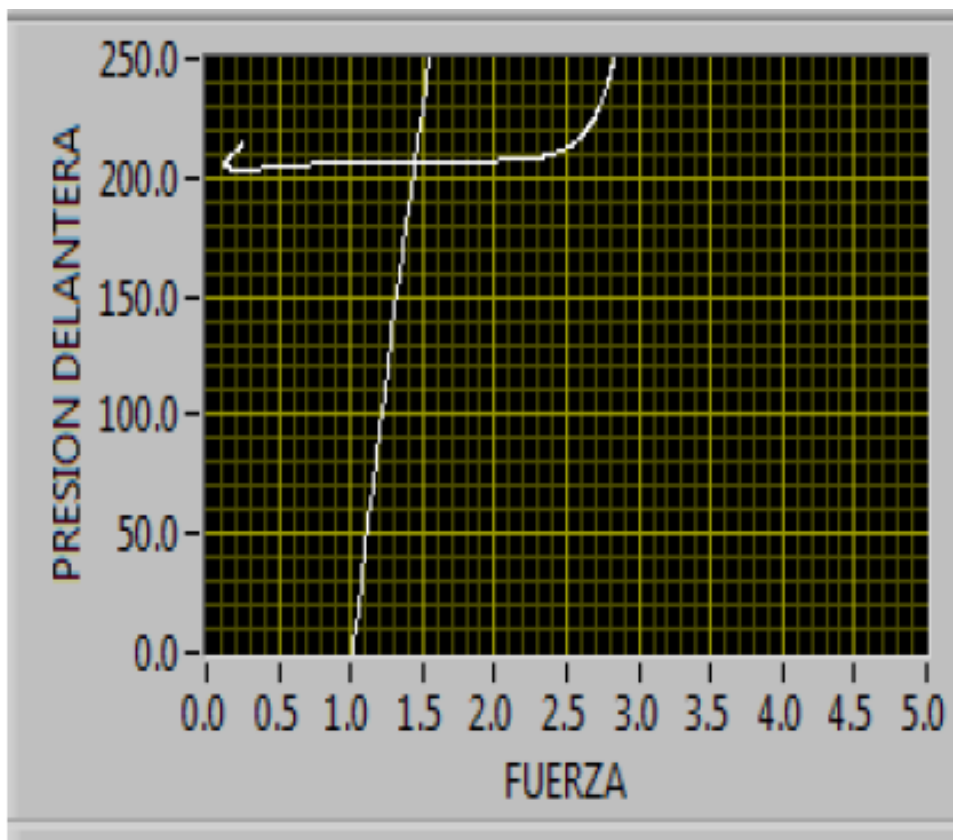


Figura 41. Relación de presión vs fuerza (Thomson, 2004)

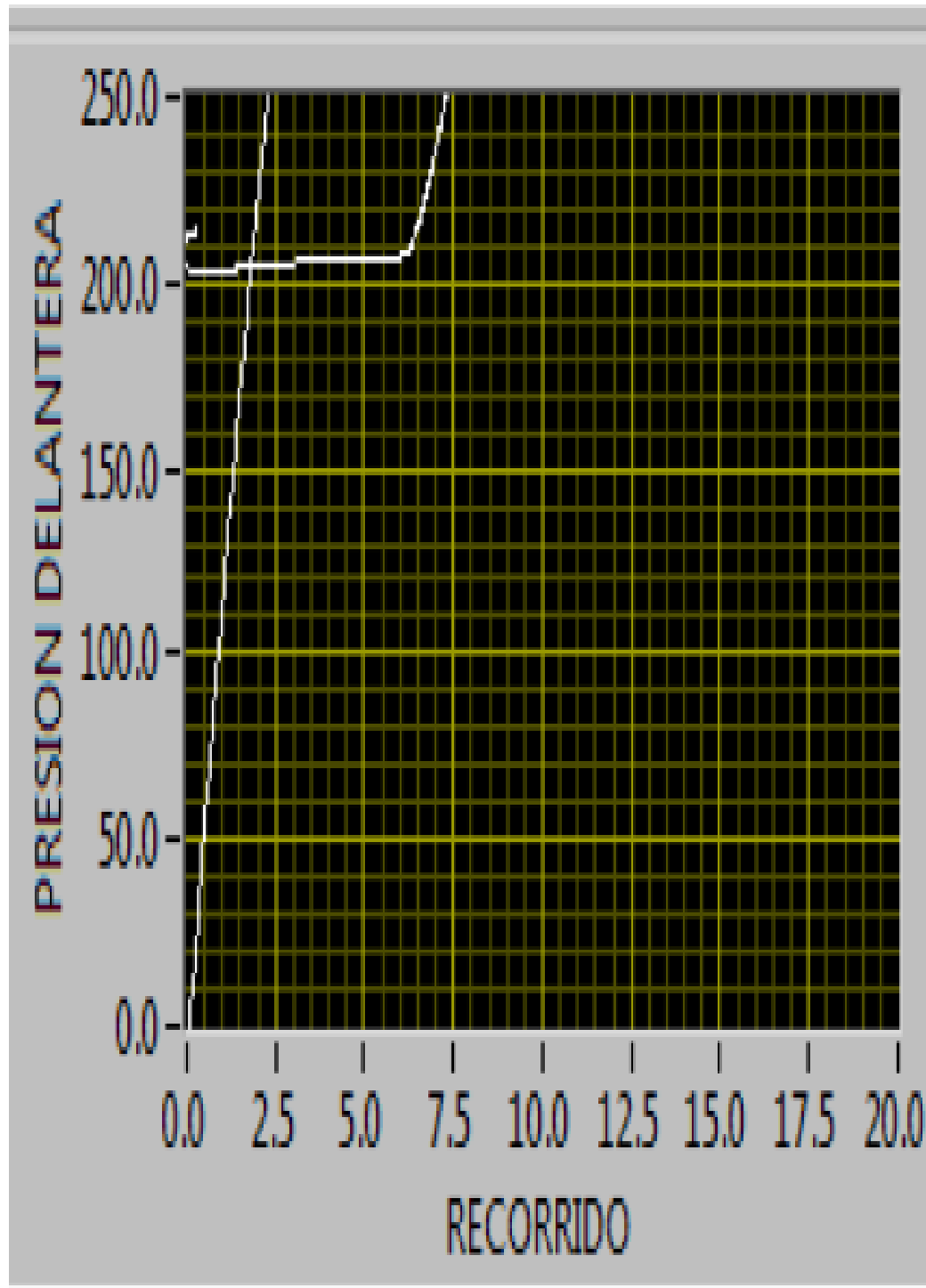


Figura 42. Relación de presión vs recorrido
(Thomson, 2004)

Después de realizar las pruebas que se presentaron anteriormente con los datos encontrados en el osciloscopio se procede a realizar una tabla de datos como se puede observar en la tabla 2 un análisis de todas las pruebas que se pudieron realizar.

Tabla 2. Análisis de datos con servofreno

TABLA DE DATOS		
Fuerza de ataque/práctica	5,5575	Kgf
Presión delantera máx.	260,6308	Psi
Presión trasera máx.	255,5030	Psi
Recorrido máximo	1,4613	Plg

4.5.2. CÁLCULOS DE COMPROBACIÓN

Para calcular la presión del servofreno y obtener la fuerza de frenado que existe en este sistema se realiza los siguientes cálculos:

$$P = \frac{P_{\text{servo}}}{2} \quad [2]$$

Donde

P= Presión

Pservo = Presión del servofreno

$$P = \frac{258,0669\text{lbf/plg}^2}{2}$$

$$P = 129,0335\text{lbf/plg}^2$$

Presión del servofreno

$$P = \frac{F}{A} \quad [3]$$

Donde

F: Fuerza

A: Área

$$F = P * A$$

$$F = P * \pi r^2$$

$$F = 129,0335 \frac{lbf}{plg^2} * \pi(0,2785plg)^2$$

$$F = 129,0335 \frac{lbf}{plg^2} * 0,243669plg^2$$

$$F = 31,4415lbf \quad \text{Fuerza sobre el émbolo del cilindro}$$

Fórmula del seno de un ángulo

$$\text{Sin } \alpha = \frac{\text{cateto opuesto}}{L_1+L_2} \quad [4]$$

Donde

L: Longitud del pedal

α : Ángulo de inclinación del pedal

$$\sin \alpha = \frac{30,708 plg}{27,559plg + 3,937plg}$$

$$\alpha = \sin^{-1} 0,974981$$

$$\alpha = 77,157^0 \quad \text{Ángulo de inclinación del pedal}$$

Fórmula de la fuerza sobre el pedal de freno

$$F_o = F_p * \cos \alpha * \frac{L_2 + L_1}{L_1} \quad [5]$$

Donde

F_p : Fuerza del pedal

F_o : Fuerza inicial

$$F_p = \frac{F_o}{\cos \alpha * \frac{L_2 + L_1}{L_1}}$$

$$F_p = \frac{31,4415 \text{ lbf}}{\cos 77,175 * \frac{27,559 \text{ plg} + 3,937 \text{ plg}}{3,937 \text{ plg}}}$$

$$F_p = \frac{31,4415 \text{ lbf}}{0,223 * 8}$$

$$F_p = \frac{31,4415 \text{ lbf}}{1,784}$$

$$F_p = 17,6241 \text{ lbf}$$

$$F_p = 8,0111 \text{ kgf}$$

4.5.3. FUERZAS DE FRENADO QUE DETIENE EL MOVIMIENTO DEL AUTOMÓVIL.

Las fuerzas de frenado que intervienen para detener el movimiento del automóvil cuando circula por la carretera, se produce en el instante de presionar el pedal de freno principal, se ejerce las fuerzas de frenado que actúan a través de los pistones de los cilindros de rueda sobre los elementos

frenantes, pastilla-disco, los cuales originan una fuerza de rozamiento entre ellas, que detienen la rueda (MONCAYO, 2004).

4.5.4. LA FUERZA TANGENCIAL ES CAUSADA POR FRICCIÓN.

En el automóvil la fricción, es la fuerza f_s de resistencia que actúa sobre los neumáticos cual evita o retarda su deslizamiento en relación con la superficie o terreno con el que se encuentra en contacto. Esta fuerza siempre actúa en dirección tangente a los puntos de contacto entre neumático-piso, y está dirigida de tal forma que se opone al movimiento posible o existente de la rueda en relación con estos puntos (MONCAYO, 2004).

4.5.5. LAS FUERZAS DE ROZAMIENTO

Se producen por la adherencia de la rueda con el terreno permiten que los neumáticos del vehículo puedan rodar o que el automóvil pueda desplazarse sobre el terreno, ya que la fuerza F aplicada al centro de gravedad del vehículo para que circule sobre el suelo tiene que ser mayor a la fuerza de fricción o rozamiento entre neumático-piso, es decir, que $F > f_s$ el automóvil se mueve. En la figura 43 se observa las fuerzas aplicadas (MONCAYO, 2004).

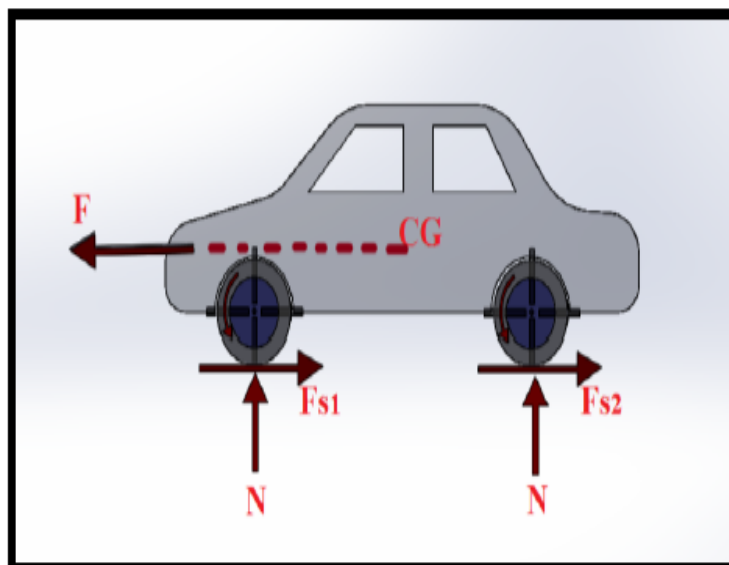


Figura 43. Fuerzas aplicadas (MONCAYO)

En el caso que $F \leq f_s$. El vehículo no se mueve. En la acción de frenado, es decir, cuando se aplican los frenos a través del pedal de accionamiento ejercida por el conductor, el vehículo es retenido en su movimiento por las fuerzas de fricción f_{s1} y f_{s2} entre neumático-piso ya que la fuerza F es inferior a la de rozamiento entre la rueda y el piso (MONCAYO, 2004).

La fuerza de rozamiento es directamente proporcional a la fuerza que somete la rueda sobre el piso y se puede calcular:

$$f_s = N \times \mu_s \quad [6]$$

4.5.6. FUERZAS DE FRENADO EN EL MANDO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO PRINCIPAL DE FRENOS.

La presión que hay que realizar sobre las pastillas de los frenos se consigue, en primer lugar, por el esfuerzo mecánico mediante la palanca de pedal y bajo la presión del pie del conductor. El pedal de freno está constituido por una palanca que al aplicar la presión del pie, gira sobre su eje transmitiendo el esfuerzo a la bomba, en sentido de F_1 , el muelle permite que el pedal regrese a su posición inicial cuando el conductor deje de presionar el pedal de freno. En la figura 44 se observa las fuerzas del pedal del freno (MONCAYO, 2004).

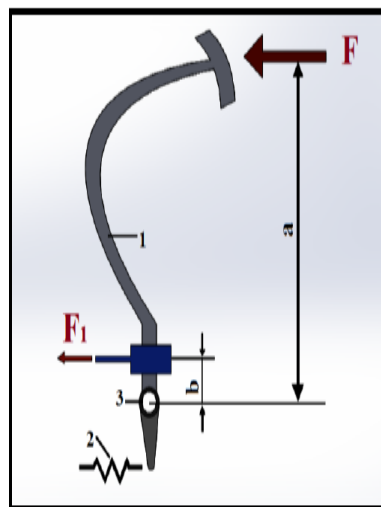


Figura 44. Fuerzas aplicadas del pedal del freno (MONCAYO, 2014)

4.6. PROCEDIMIENTO

En la figura 45 se observa la foto real y el diseño mecánico en el programa Autodesk Inventor 2015 de la bomba-servofreno para empezar a realizar el montaje de las piezas y hacer un diseño antes de montar las piezas para que todo sea estudiado y correcto todo el banco de pruebas.



Figura 45. Diagrama mecánico en 3d y foto real de la Bomba-servofreno

En la figura 46 se observa el diagrama mecánico en 3d y foto real del pedal del sistema que primero se debe tener en cuenta las dimensiones para después ser montado todo el sistema y que todo este correctamente analizado y calculado.

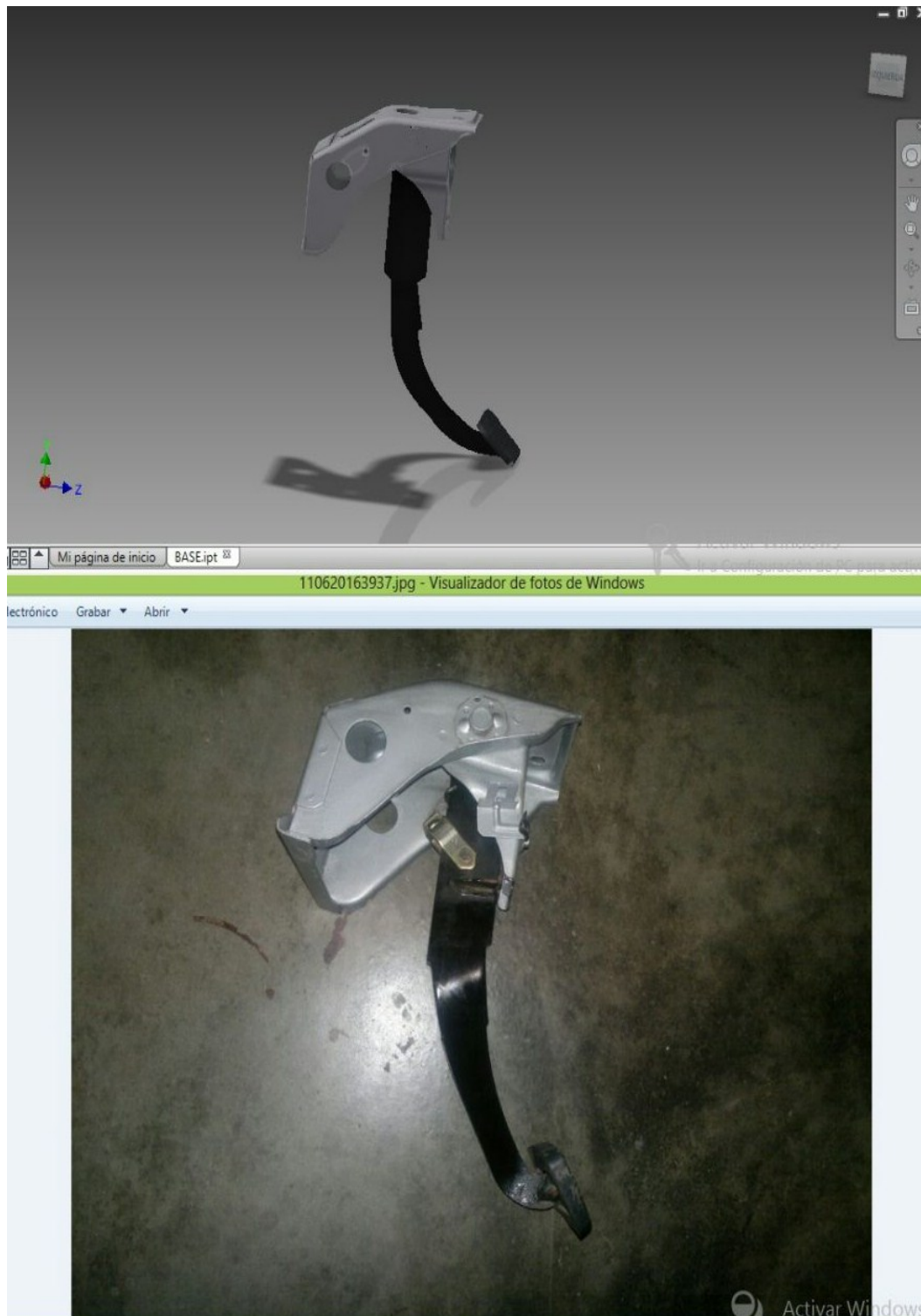


Figura 46. Diagrama mecánico en 3d y foto real del pedal de freno

En la figura 47 se observa el diseño mecánico en 3d y la foto real de la vista lateral del disco de freno, el cual fue adquirido en la misma mecánica general que se encontraron la mayoría de elementos.



Figura 47. Foto real y diseño mecánico en 3d del disco de freno

En la figura 48 se puede ver el diseño mecánico en 3d y la foto verdadera del tambor del sistema, se observa en ambas vistas laterales.



Figura 48. Foto real y diseño mecánico en 3d del tambor del banco de pruebas

Se realiza todos estos diseños mecánicos en 3d para que todo esté en orden y completamente estudiado para después en el mismo programa realizar un diagrama mecánico pero ya ensamblado todas las partes mecánicas del banco de pruebas.

En la figura 49 se observa a todo el diseño mecánico ya ensamblado en el programa para poder ver cómo van unidas las partes mecánicas del sistema de frenos con servo electrónico.

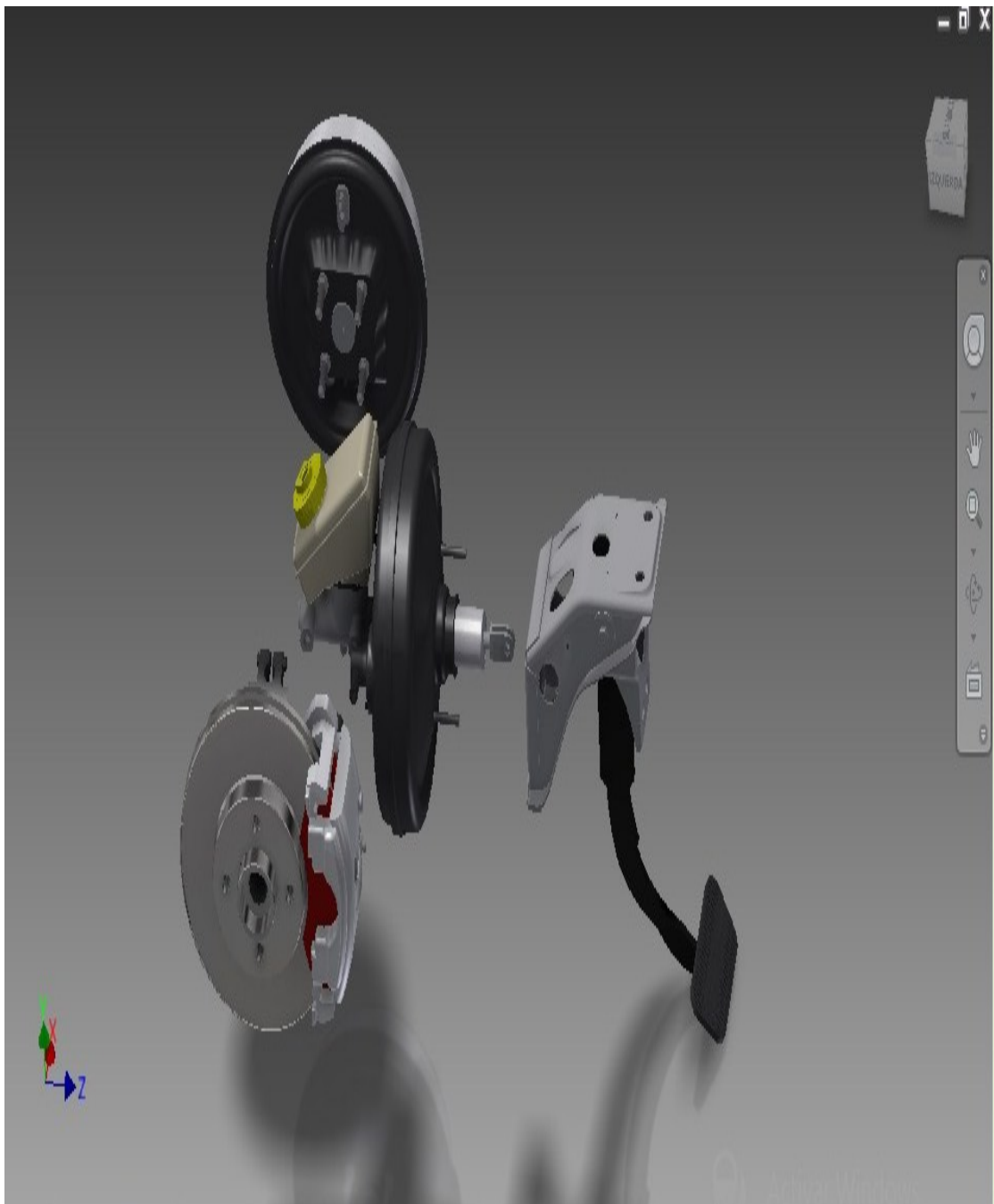


Figura 49. Ensamblaje del diagrama mecánico

Teniendo en cuenta ya todos los diseños de los elementos mecánicos del banco de pruebas, hechos en el programa Autodesk inventor 2015, se procedió a realizar el esquema de la estructura que en este caso es una estructura que facilitará a los estudiantes e ingenieros a realizar pruebas de funcionamiento, hechos muchos estudios de los diferentes tipos de estructuras que se pudo realizar para el banco de pruebas se hizo la prueba de cual conviene más, y es una con ruedas que tenga la facilidad de poder movilizarlo fácilmente a cualquier parte del taller de trabajo de la Universidad Tecnológica Equinoccial, como se puede observar en la figura 50 el diseño y medidas de la estructura teniendo en cuenta la medida de todos los elementos del banco de pruebas, al mismo tiempo como se observa en las figuras 51, 52 , 53, 54 y 55 el diseño de la estructura y ya montado todos los elementos mecánicos en todas las perspectivas.

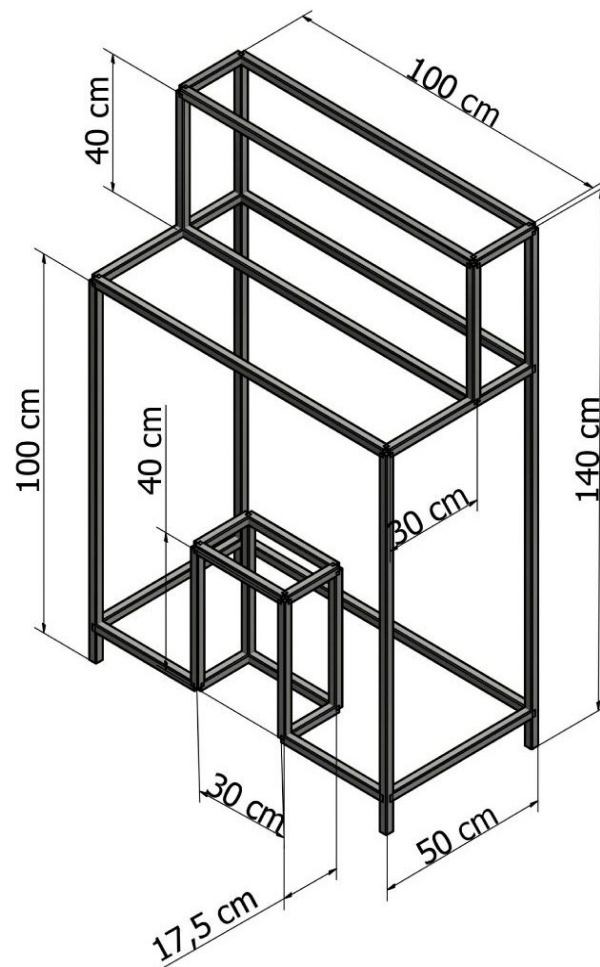


Figura 50. Diseño y medidas de la estructura

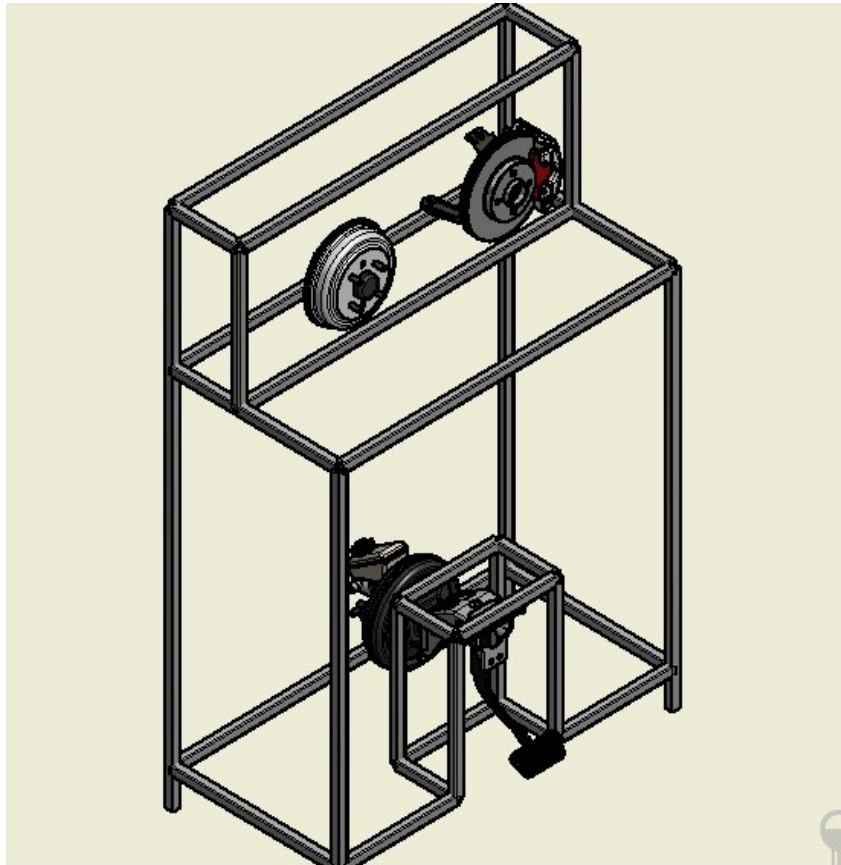


Figura 51. Esquema de la estructura sin recubrimiento con sus elementos mecánicos



Figura 52. Estructura con sus elementos mecánicos (vista frontal)

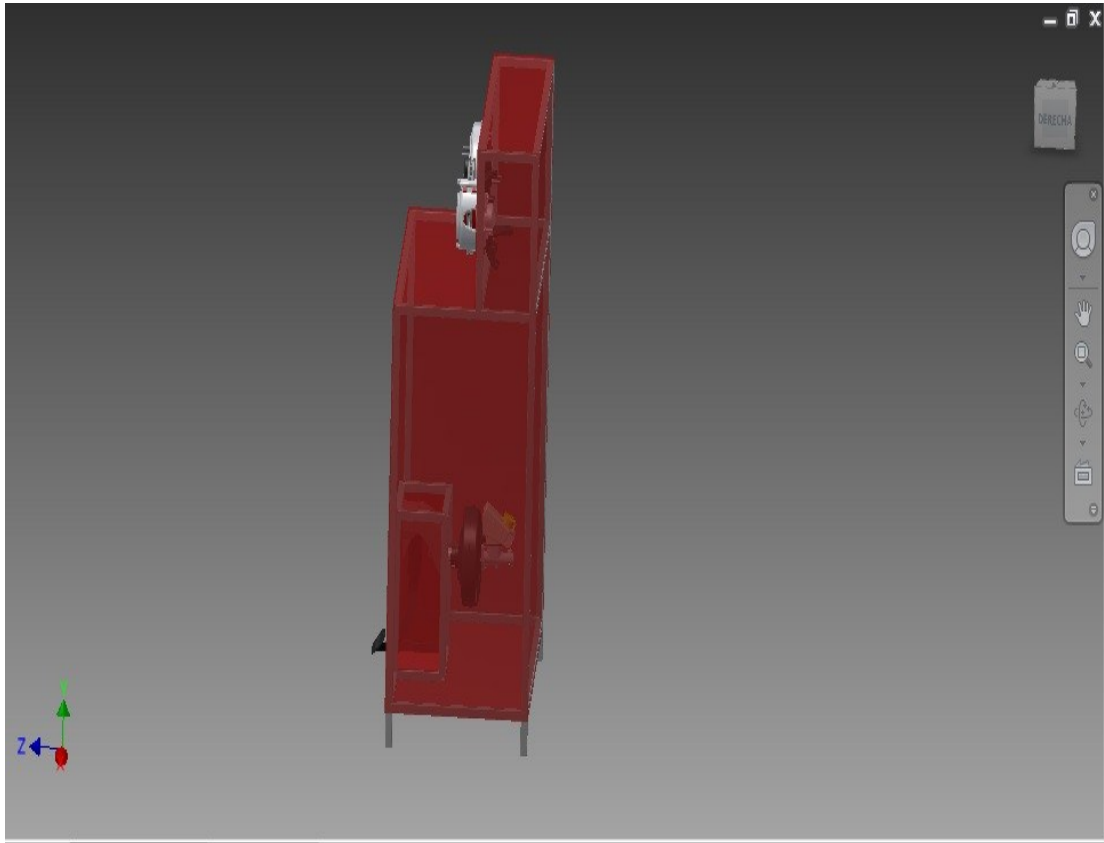


Figura 53. Estructura con sus elementos mecánicos (vista lateral)

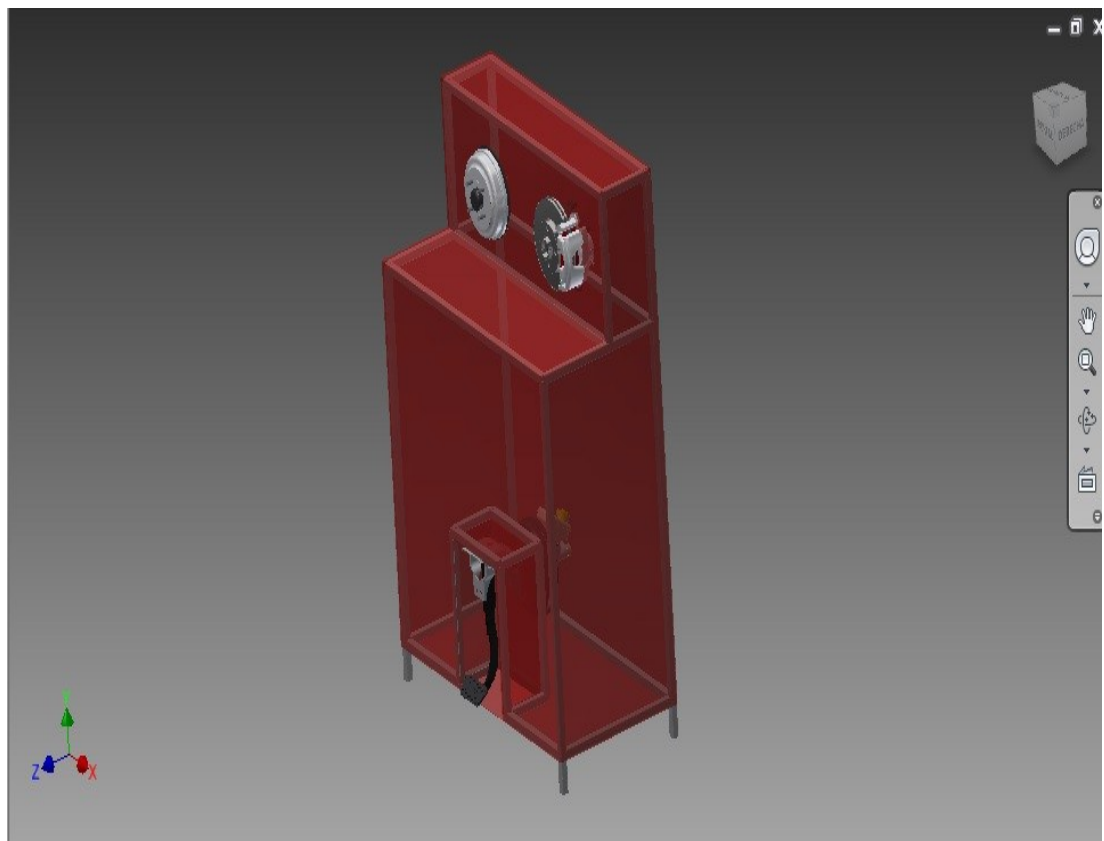


Figura 54. Estructura con sus elementos mecánicos (vista lateral)

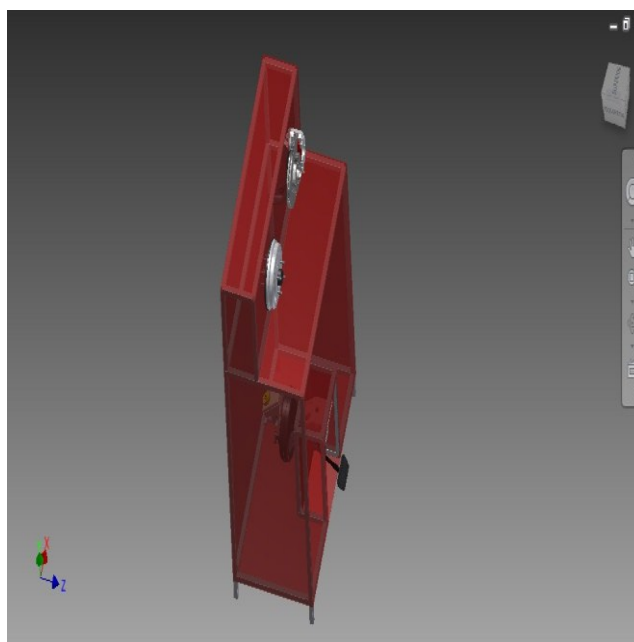


Figura 55. Estructura con sus elementos mecánicos (vista frontal)

Teniendo ya todo el diseño de la estructura y de cómo va a ir distribuido con todos sus elementos, se procede a realizar los resultados de la estructura de cómo se dio para que la estructura aguante todo el peso de los elementos de este banco de pruebas. En las figura 57, 57, 58 y 59 se puede observar todas las pruebas que se realizó en el programa Autodesk Inventor 2015 ya que este programa mide y calcula todo este proceso.

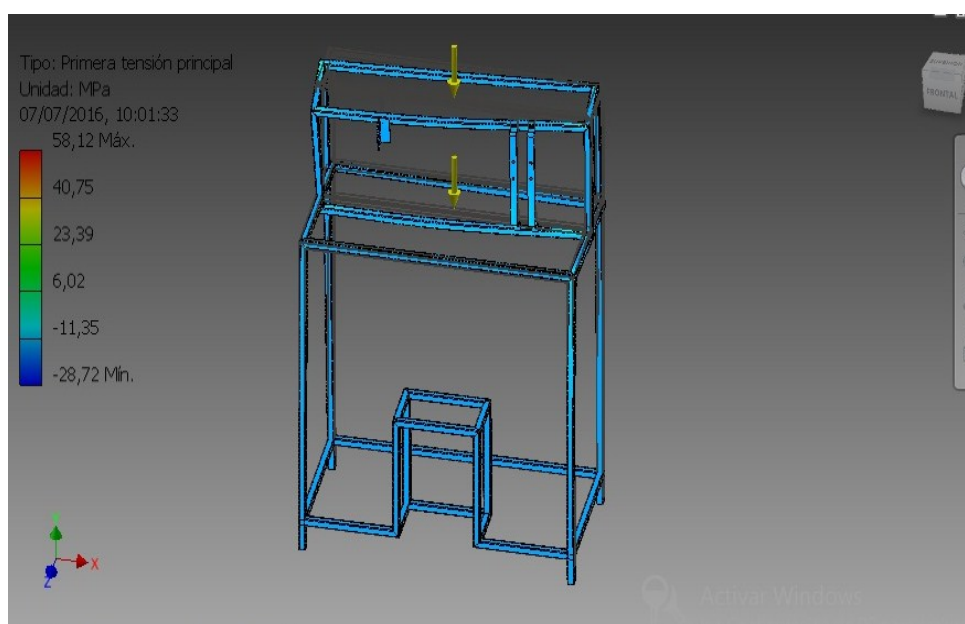


Figura 56. Tensión principal de la estructura

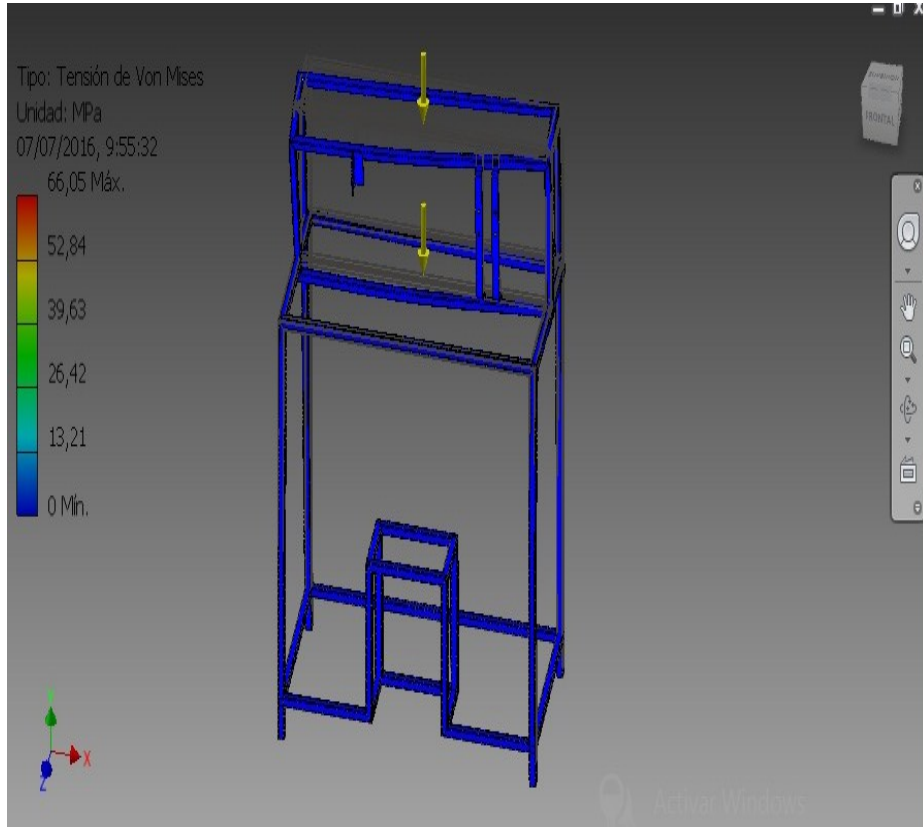


Figura 57. Tensiones de la estructura

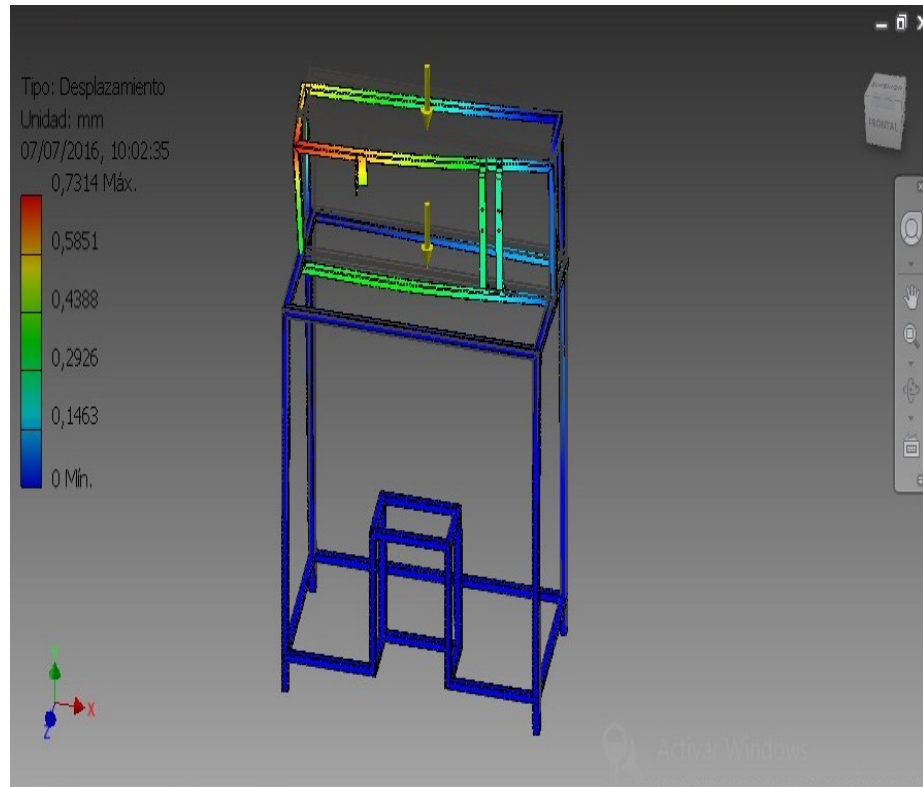


Figura 58. Desplazamiento de la estructura

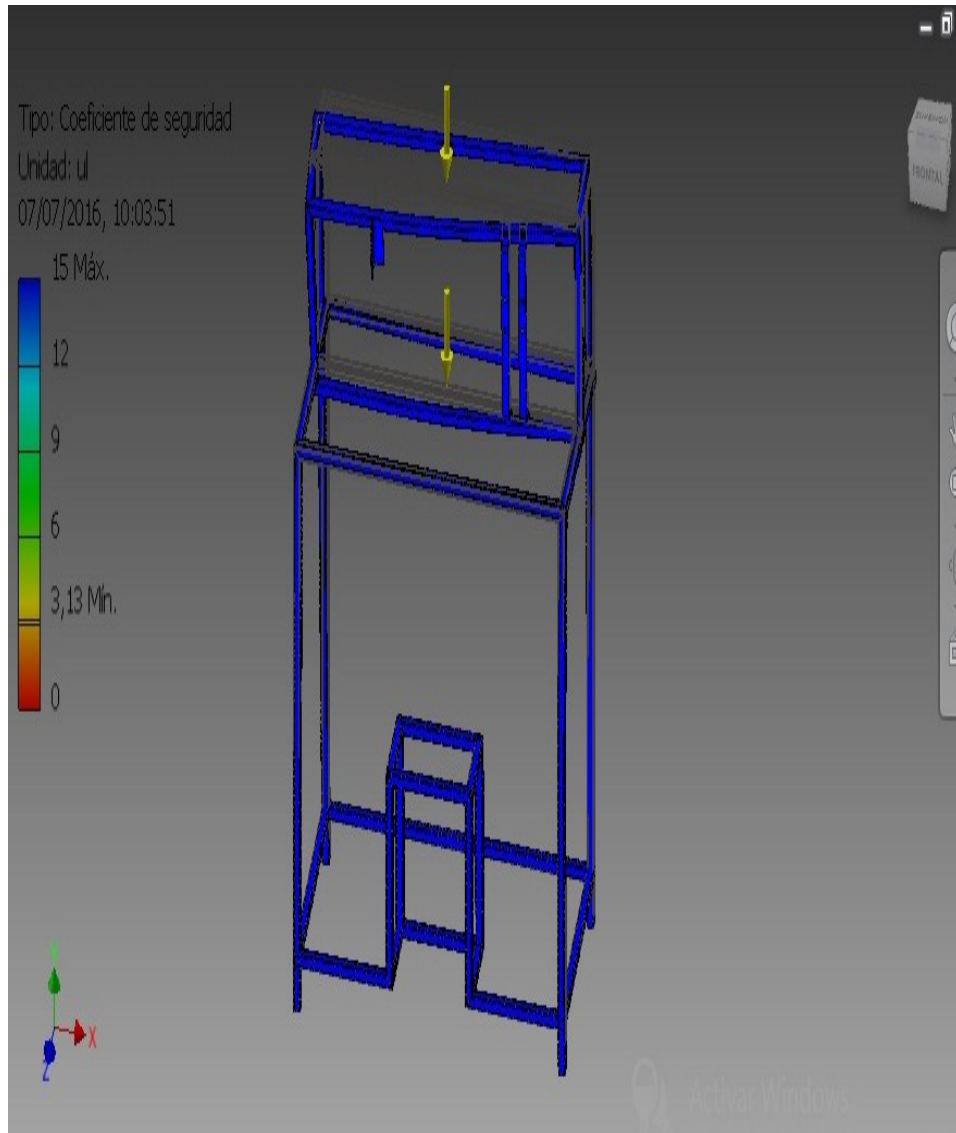


Figura 59. Coeficiente de seguridad de la estructura

Con estos resultados que se dieron en las figuras 56, 57, 58 y 59 se llega a observar que en la estructura se deforma en el lado izquierdo por el hecho de que el sistema de disco es más pesado, también se observa que el factor de seguridad de la figura 59 muestra un color azul el cual indica que la estructura no va a tener ningún tipo de problema para el montaje de los elementos.

En las tensiones como se observó en las figuras 56 y 57 se analiza que entre más rojo se vuelva más crítico será el soporte estructural, por lo que se observa que no existe ningún problema.

A continuación se procede a realizar el análisis de fuerza en el pedal como se observa en las figuras 60, 61 y 62.

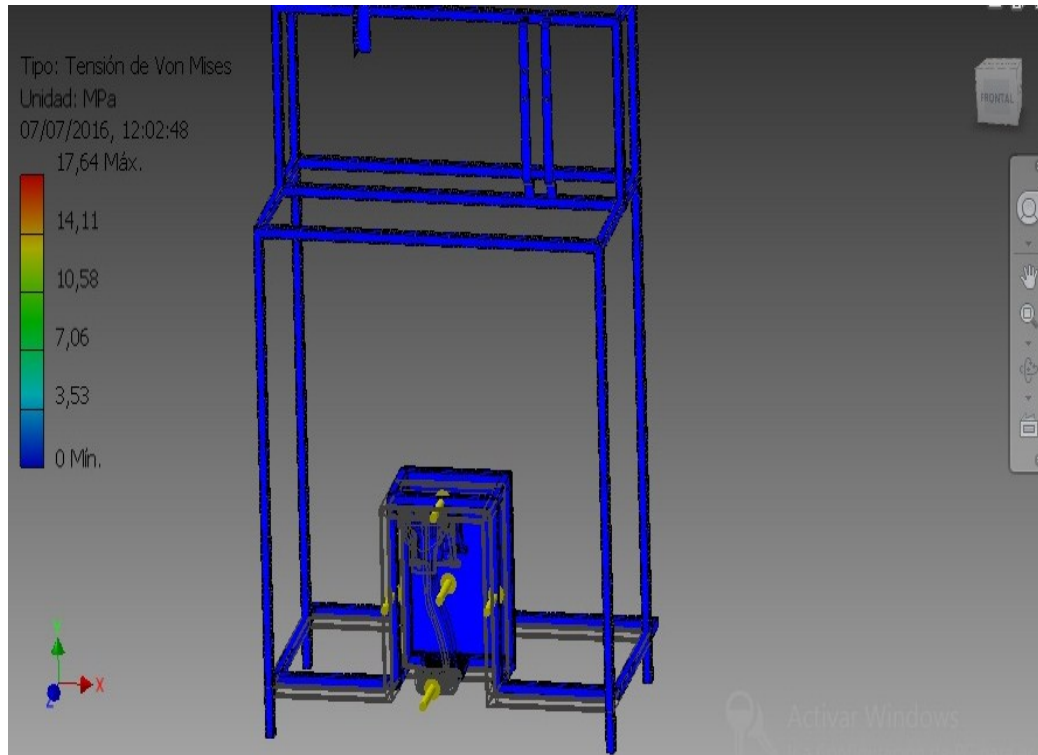


Figura 60. Análisis de fuerza en el pedal

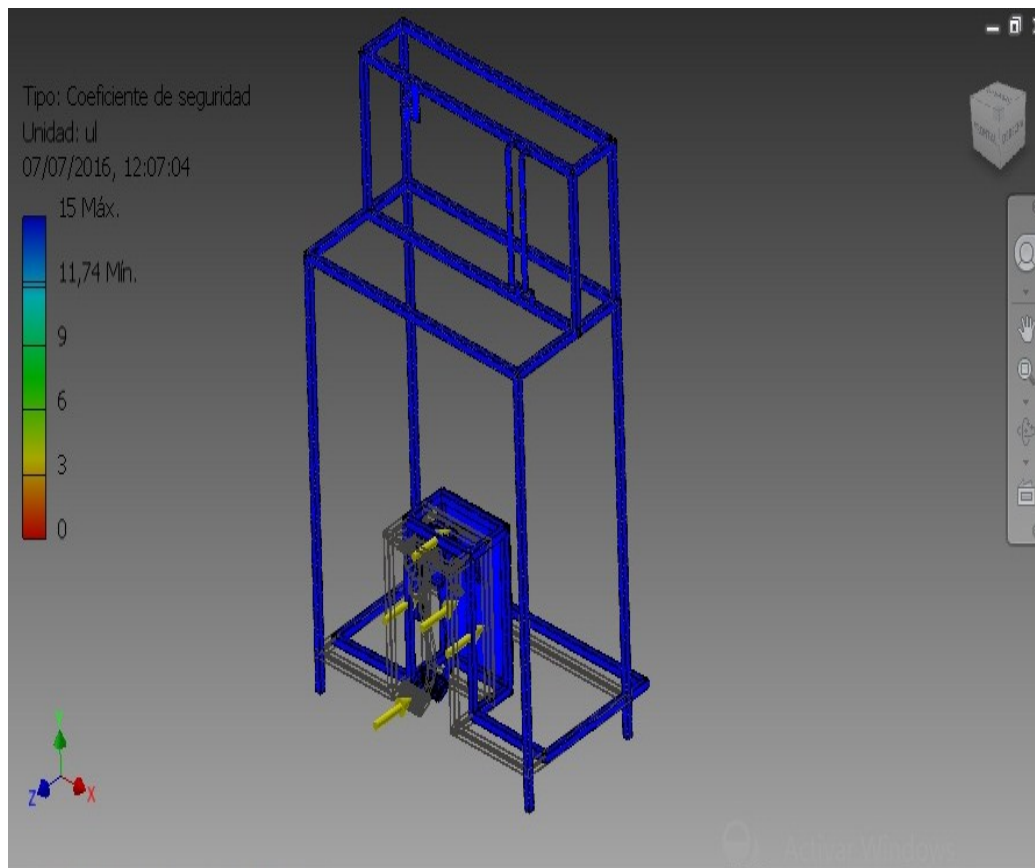


Figura 61. Coeficiente de seguridad en el pedal

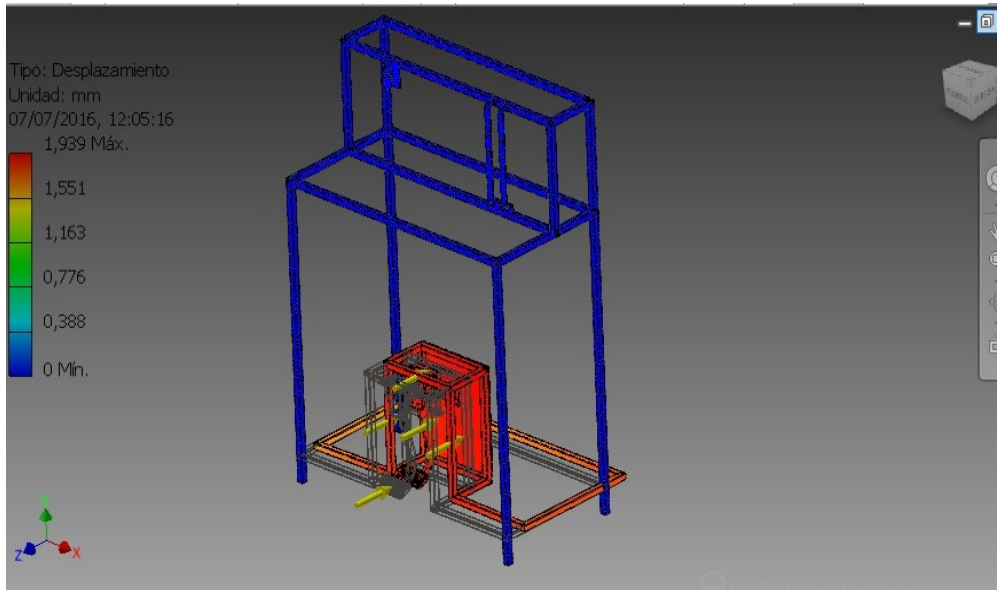


Figura 62. Análisis de desplazamiento

En la figura 63 se observa las propiedades físicas de la estructura con sus pesos y el centro de gravedad, estos datos el programa automáticamente los calcula, son datos aproximados que tiene el banco de pruebas.

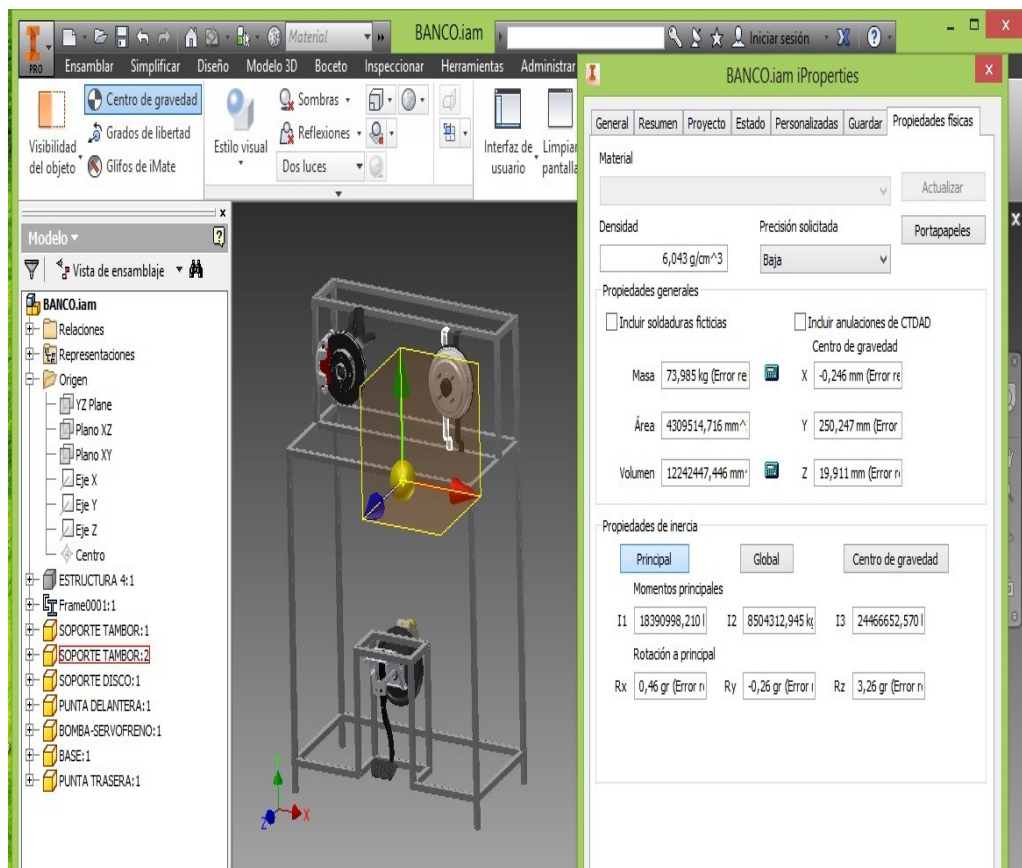


Figura 63. Propiedades físicas y el centro de gravedad de la estructura

4.6.1. CONSTRUCCIÓN

A continuación con los diseños listos de la estructura en todas las perspectivas en el programa se procede a realizar la construcción de la estructura y al ensamblaje de todos los elementos del banco de pruebas, pero sin la instalación aún del sistema.

4.6.2. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA

4.6.2.1. Trazos y Cortes del Acero

Para proceder a la construcción del banco primero se realizó el trazado y corte del material, tubos estructurales y planchas a la medida necesaria, para la conformación del banco de pruebas.



Figura 64. Piezas de la estructura metálica

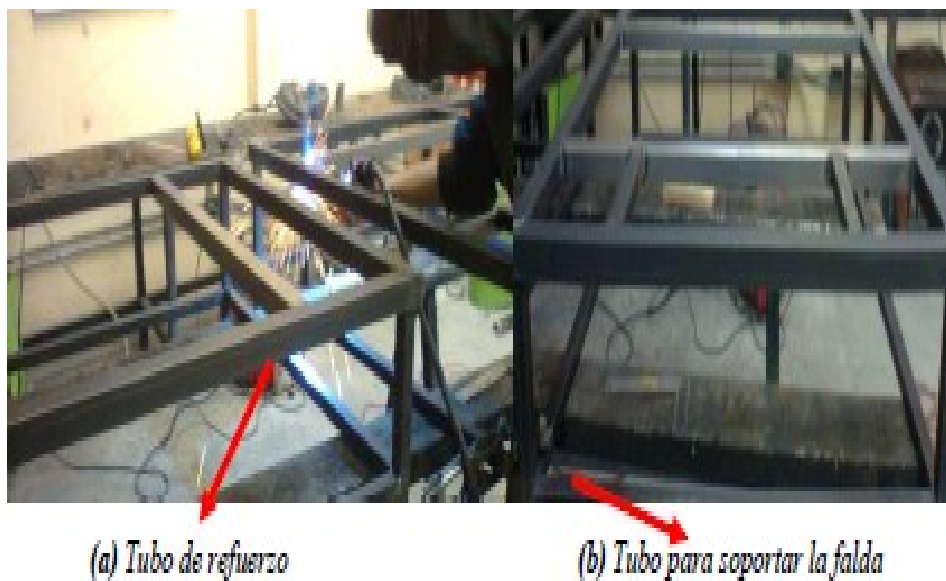
4.6.2.2. Armado de la base

Para elaborar la construcción de la estructura se utilizó tubos estructurales de 1^{1/2}" x 1.5 mm los cuales se cortaron a la medida, para luego unirlos con suelda extremos con extremos.



Figura 65. Base de la estructura

A continuación se procedió a colocar los tubos para dar la forma de la falda, así como también los tubos de refuerzo que van a soportar los elementos de los sistemas del sistema.



(a) Tubo de refuerzo

(b) Tubo para soportar la falda

Figura 66. (a) Tubo de refuerzo; (b) Tubo para soportar la falda

4.6.2.3. Soldadura de tubos que servirán para los soportes

Para realizar los soportes, primero se colocó un tubo de 2" x 2 mm para seguidamente proceder a cortar los tubos de menos sección es decir un tubo de 1^{1/2}" x 1.5 mm y por último un tubo de 1" x 1.5 mm.



Figura 67. Soldadura de tubos que servirán para los soportes

4.6.2.4. Soldadura final de la estructura

Después de todo el proceso de corte y soldadura de la estructura finalmente está toda la estructura esquelética lista como se observa en la figura 68 ya todos sus tubos soldados y listos para proceder a realizar el recubrimiento de la estructura. Y como se ilustró en la figura 50 todas sus medidas y diseño se observa que está todo en orden y correcto el diseño de toda la estructura.



Figura 68. Estructura soldada

4.6.2.5. Reconocimiento del sistema neumático y eléctrico

Después se procede al reconocimiento y adquisición de todos los elementos del sistema neumático y tiene como resultado a que el generador de vacío junto con el manómetro de vacío esté conectado correctamente y con sus mangueras como se observa en la figura 69 y 70. Y posteriormente del reconocimiento de los manómetros se puede comprobar con los cálculos realizados en literal 4.5.2.



Figura 69. Generador y manómetro de vacío con sus conectores y mangueras



Figura 70. Generador y manómetro de vacío con sus conectores y mangueras

En la figura 71 se ilustra la electroválvula que es de tipo normalmente cerrada, la cual se eligió por la corriente que tiene el sistema que es de 110V, esta es la que se encarga de controlar automáticamente el paso del vacío.



Figura 71. Electroválvula

En la figura 72 se observa el regulador de presión de aire con la principal característica que es el manómetro de presión de vacío que se adquirió en el mercado local.



Figura 72. Regulador de presión de aire

Finalmente en el sistema neumático también se obtuvo una compra de todos los conectores que se necesita en este sistema de servo freno electrónico como se puede observar en la figura 73.



Figura 73. Conectores

4.6.2.6. Ensamble de la estructura y piezas

En esta parte se realiza el ensamble de la estructura con los elementos pero sin las conexiones del sistema, primero se realizó con la estructura el recubrimiento total de la misma y luego se procedió a la unión de los elementos como son el disco de frenos, el tambor de frenos, el pedal de freno, el servofreno a la estructura con su recubrimiento total como se puede observar en las figuras 74, 75 y 76.



Figura 74. Estructura con su recubrimiento con disco y tambor instalados



Figura 75. Estructura del banco de pruebas con el pedal de freno instalado

Como se observa en la figura 76 se procedió a hacer una puerta de entrada para poder observar la ubicación del servofreno y para cualquier mantenimiento que se realice en el banco de pruebas, esta puerta se realizó en la parte trasera del banco de pruebas.



Figura 76. Puerta trasera de la estructura y el servofreno instalado

4.6.3. INSTALACIÓN DE TODOS LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS, HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS

Luego de que el pedal de freno está instalado como se observa en la figura 77 y con los debidos cálculos ya explicados en el literal 4.2 y 4.5.2 con la respectiva tabla de los esfuerzos de pedal freno explicados en la tabla 4.2.1 se procede a hacer una instalación de un pulsador que va a prender y apagar una electroválvula para la entrada del aire como se puede observar en las figuras 77 y 78.



Figura 77. Pedal de freno con su pulsador



Figura 78. Pedal de freno y conector del pulsador

Después de que se realizó correctamente la instalación del pulsador del pedal de freno, se procede a instalar la otra parte que es la electroválvula la cual gracias al pulsador que se indicó en las figuras 77 y 78, este acciona esta electroválvula para permitir la entrada de aire como se puede observar en la figura 79 las conexiones de esta electroválvula y el cable blanco del cual viene del pulsador del pedal de freno.



Figura 79. Electroválvula

A continuación se observa en la figura 80 el manómetro de presión de aire que con la instalación de la electroválvula y el pulsador de freno que se indicó en las figuras 78 y 79, este manómetro es el que indica la presión de la entrada del aire, que es activada por el pulsador de freno el cuál prende la electroválvula permitiendo la entrada de aire, como se indicó en la tabla 2 las presiones máximas del servofreno y con los cálculos en el literal 4.5.2.



Figura 80. Manómetro de presión de la entrada de aire

Como se observa en las figuras 81 y 82, se realiza la conexión del manómetro de vacío que con este podemos medir la presión negativa con la que el servo va a trabajar y con su respectivo regulador de presión



Figura 81. Manómetro de vacío y regulador de presión

Como se observa en la figura 82 las conexiones del manómetro de vacío y su perilla que van directamente conectados al servofreno para medir la presión negativa que este tiene



Figura 82. Conexiones del manómetro de vacío

Teniendo ya las conexiones del manómetro de vacío se procede a conectar al otro extremo que es en el servofreno para que el manómetro indicado en la figura 81 pueda medir la presión negativa del servofreno, como se ilustra la figura 83 las conexiones realizadas en el servofreno, las presiones del servofreno con los cálculos respectivos se indicó en el literal 4.5.2.



Figura 83. Conexión del manómetro de vacío con el servofreno

En las figura 84 y 85 se toma una foto del servofreno más detallado o enfocado de cómo se realizó las conexiones entre el manómetro de vacío y el servofreno para que el manómetro pueda medir la presión negativa con la que el servofreno va a trabajar.



Figura 84. Conexiones del servofreno al manómetro de vacío



Figura 85. Conexiones del servofreno

A continuación y para mejor entendimiento de la conexión del circuito neumático, se observa en la figura 78 el diagrama neumático de cada uno de los elementos que conforma esta etapa.

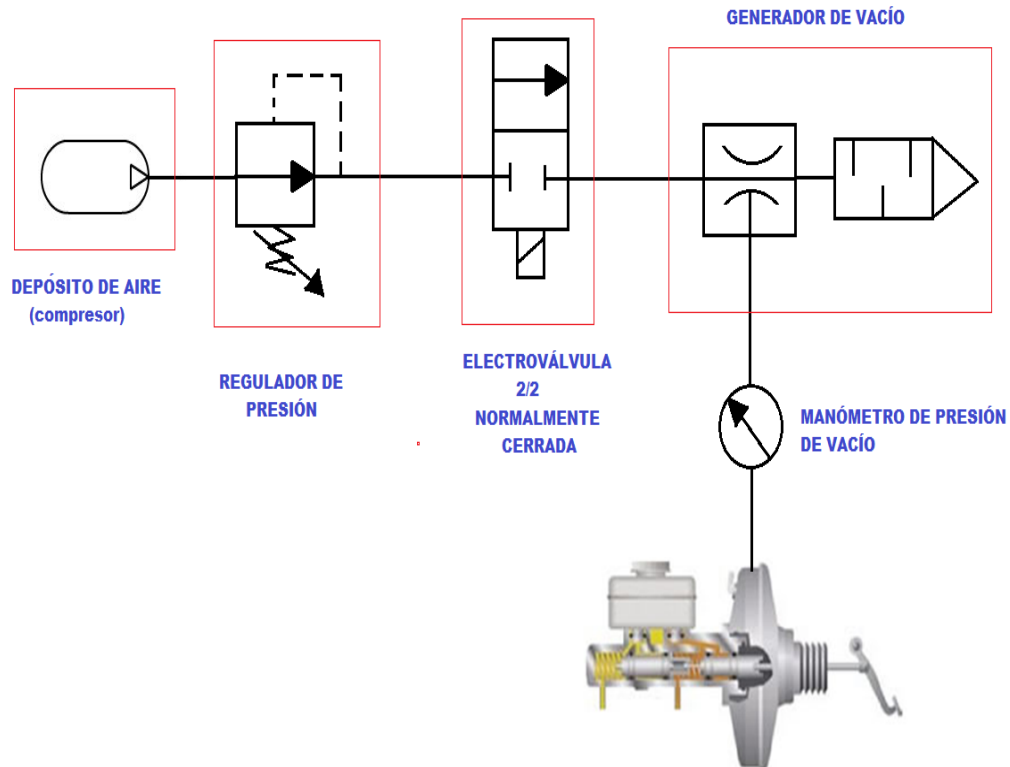


Figura 86. Diagrama neumático del sistema de frenos con servo electrónico

El circuito hidráulico quedaría también representado como se ilustra en la figura 79:

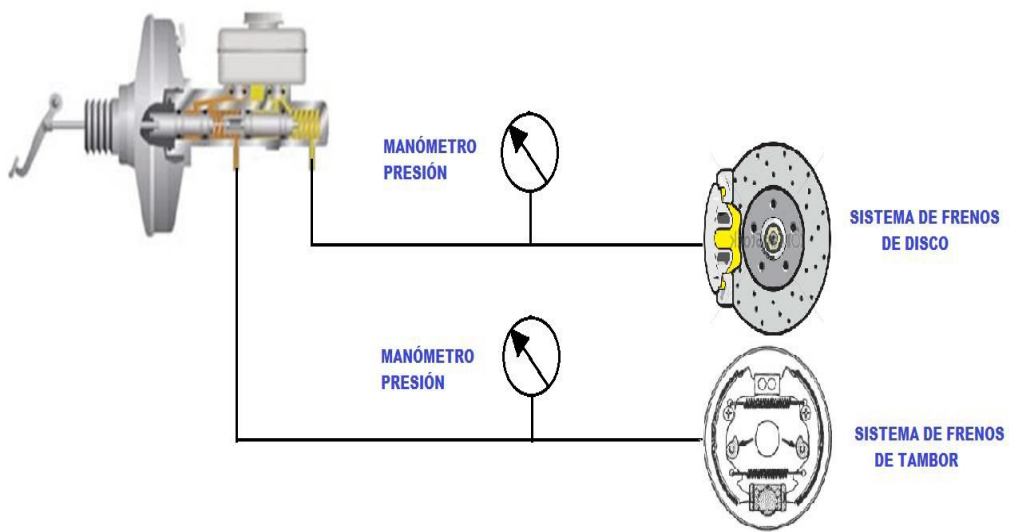


Figura 87. Circuito Hidráulico

4.7. PRUEBAS Y RESULTADOS

Después de realizar todas las conexiones adecuadas para todo el banco de pruebas y revisar que todo esté en orden, se procede a realizar las pruebas y resultados de todo el banco de pruebas para observar que está funcionando y ver todas las modificaciones y misiones que tiene cada elemento del banco de pruebas. Para realizar las pruebas primero tenemos que observar que el banco de pruebas este correctamente conectado a una conexión o toma corriente de 110 V y que exista la conexión de toma de entrada de aire comprimido que está instalada al costado derecho de la estructura metálica, como se puede observar en la figura 88.



Figura 88. Conexión de aire o línea neumática conectada al banco de pruebas

4.7.1. PRUEBA DE PURGA

Después de observar que el banco de pruebas esté conectado como se observó en la imagen 75 se empieza a hacer las pruebas y comprobaciones. Para empezar con las pruebas primero que nada se deberá purgar los frenos en el sistema para que los manómetros (figura 80) empiecen a marcar una magnitud, para este paso, paulatinamente presionaremos el pedal de freno una y otra vez, hasta que la pluma de los manómetros empiecen a funcionar, esto conllevará un poco de tiempo, ya que el circuito de los frenos debe llenarse en su totalidad, para que los manómetros empiecen a marcar alguna medida.

Una vez que los manómetros entran en funcionamiento, se presionará el pedal hasta el fondo y se procederá a abrir la válvula de purga para el sangrado del líquido, nuevamente se cierra esta válvula y se reanuda el bombeo del pedal, esto se hará conjuntamente para el sistema de freno de disco y tambor, como se observa en la figura 89 y 90.

Esto se realizará repetidas veces hasta que el sistema de frenos quede totalmente purgado y los manómetros de presión se estabilicen a un rango de presión determinada. Para saber que no existe fuga en el sistema los manómetros siempre deberán marcar los mismos valores al momento de presionar el freno, caso contrario si estos valores disminuyen quiere decir que existe fuga y que se deberá revisar todo el circuito al fin de corregir este error.



Figura 89. Válvula de purga del tambor

4.7.2. PRUEBA DE PRESIÓN DE AIRE

Después de observar que el sistema está bien purgado y no existen fugas, se procede a realizar una muestra de la presión que tiene el sistema con los manómetros de presión como se observó en la figura 80, sin que esté activado la parte eléctrica es decir sin presionar el pulsador que se explicó en la figura 77, en esta prueba se observa que cada vez que se presiona el pedal como se observa en la figura 90, la presión en los manómetros va a aumentar, pero si se mantiene constante al presionar el pedal de freno como se observa en la figura 92, esta presión va a estar de 200 a 300 psi como rango aproximado y se notará que el pedal se siente duro al momento de presionarlo, dependiendo del compresor que se utilice, como se observa en la figura 93, como observación siempre hay que sangrar los frenos cuando se abre el circuito hidráulico porque la presión no va a llegar al máximo.



Figura 90. Purgando el freno repetitivas veces

Los rangos aproximados que se dio en esta prueba varían dependiendo la presión del compresor, en este caso nos dieron los siguientes resultados como se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Pruebas de rangos de la fuerza en el pedal y la presión

Fuerza sobre el pedal (Kg)	Presión en el sistema con servo(bar)	Presión en el sistema sin servo (bar)
0	0	0
10	30	13
20	65	24
30	104	34
40	118	44
50	130	53
60	140	63
70	150	75
80	160	86
90	170	100
100	180	113

En la figura 91 como se puede observar la curva que existe y la diferencia del freno cuando está activado o desactivado el servofreno dependiendo de la presión de frenado con los datos obtenidos de la tabla 3 de presión de los manómetros.

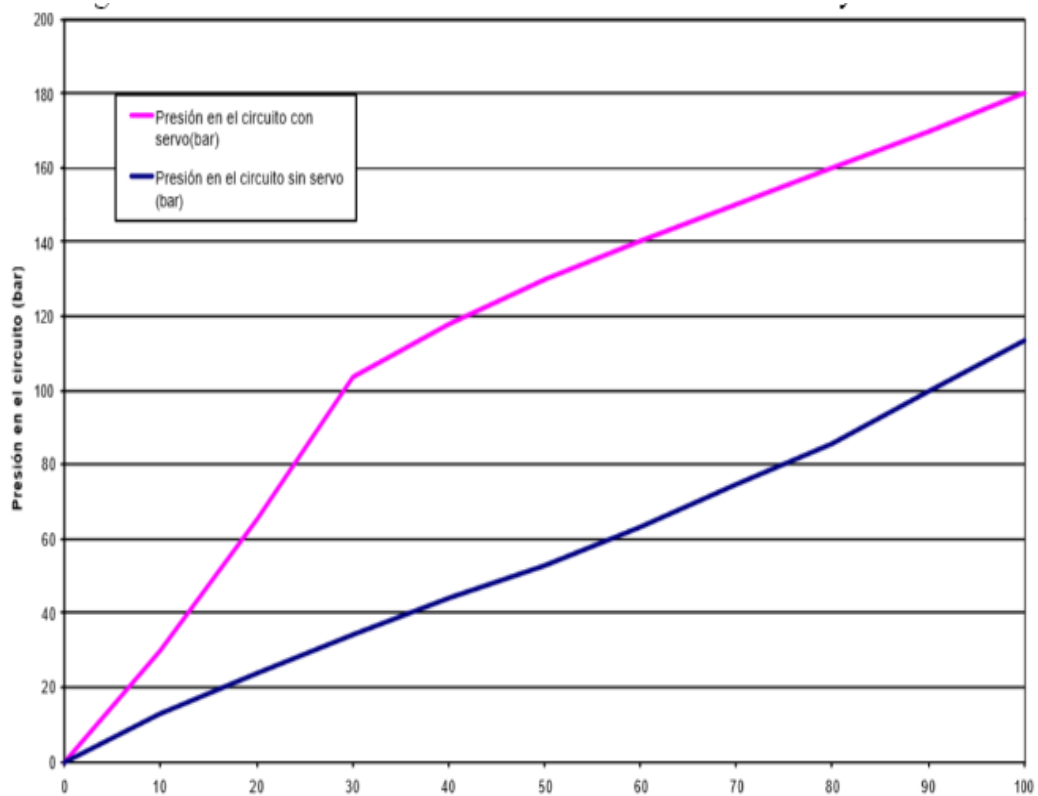


Figura 91. Curva de presión de frenado



Figura 92. Presión constante en el pedal de freno

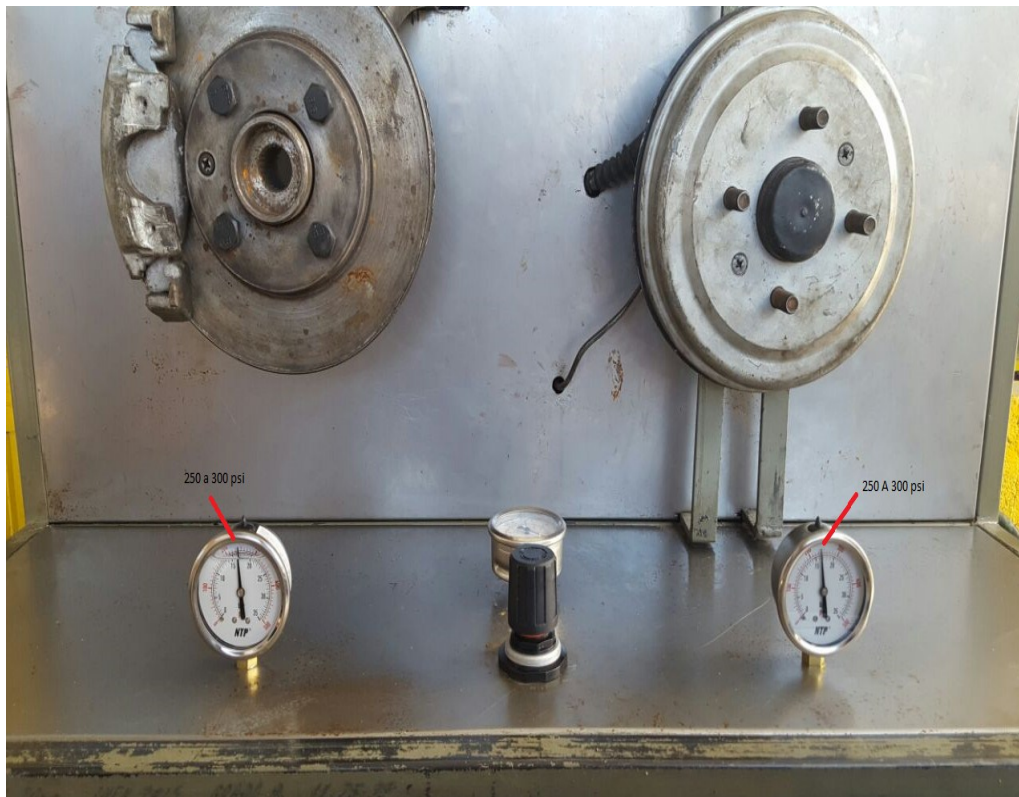


Figura 93. Prueba de purga de freno

Cuando se realizó la prueba de presión de aire en la que se puede observar en la figura 93 ésta tuvo los resultados de notar la diferencia que existe entre un sistema desactivado y activado el servofreno y gracias a esto se puede notar la diferencia de presiones que existen en estos sistemas, otro resultado que nos dio siendo más exacto con el pedal aplastado a una fuerza normal no da los siguientes resultados como se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados obtenidos de las presiones de aire activado y desactivado el servofreno (con presión ejercida en el pedal constante)

Fuerza ejercida sobre el pedal (kg)	Presión que existe en el sistema activado el servofreno (bar)	Presión que existe en el sistema sin ser activado el servofreno (bar)
120	200	116
130	210	120
140	220	133
150	230	145
160	240	149
170	250	154
180	260	159
190	270	166
200	280	172
210	290	181
220	300	190

Como resultado de estos datos obtenidos con una presión de freno constante se obtiene el siguiente resultado como se observa en la figura 94, en la cual se analiza que la presión de frenado cuando el servofreno está desactivado es decir, que va a ser un freno mecánico se observa que mientras más presión se ejerza en el freno esta presión de aire va a aumentar y cuando esté activado el servofreno se va a sentir primeramente una mayor suavidad y mayor precisión de frenado y a la vez se va a observar que en los manómetros de presión va a aumentar aproximadamente el doble de presión de un sistema mecánico de frenos esa es la diferencia.

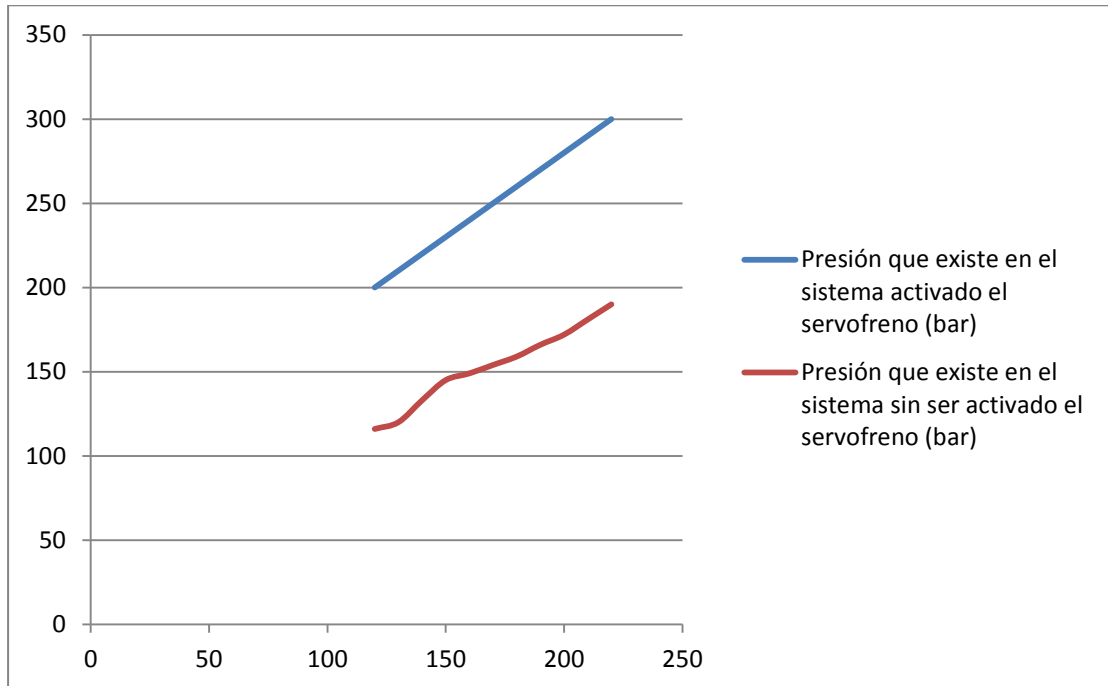


Figura 94. Presión de aire con la activación y desactivación del servofreno

4.7.3. PRUEBA DE VACÍO

En esta prueba se hace la comprobación de la electroválvula en donde se presionará con el pie, el pedal de freno junto al pulsador que se instaló en el mismo sitio, se deberá escuchar un ligero sonido que nos indicará que la electroválvula está funcionando, para activar el sistema se presiona el pulsador que se encuentra en el pedal de freno como se explicó en las figuras 77 y 78, este pulsador se lo hizo con el fin de reemplazar al sensor de vacío ya que por dificultades de costos no se lo pudo realizar, pero cumplen la misma función que es encender la electroválvula para permitir la entrada de aire, entonces después de presionar el pulsador industrial como se observa en la figura 95, se va a escuchar un sonido como se explicó, el cual es la electroválvula que se abre y se cierra, como se observó en la figura 79, al presionar el pedal en conjunto con el pulsador, se hará con la válvula reguladora de presión de la figura 81 en cero, es decir con la presión de vacío en cero, en donde el objetivo es diferenciar la sensación de la fuerza que ejercerá el pie de la persona que este manipulando el banco de pruebas sobre el pedal de freno, y ver la presión que marca los manómetros hidráulicos,

mientras otra prueba que se realiza es en la válvula reguladora de presión, mientras se aumenta la presión a su máxima capacidad se va a escuchar un sonido el cual es la conversión de vacío que se genera y se puede observar en el manómetro de vacío de la figura 81 mientras se va moviendo la perilla de la válvula reguladora de presión paulatinamente como se observa en la figura 96, se notará como se suaviza la sensación en el pedal y como la presión del manómetro de vacío, como se observa en la figura 97 marca un valor de -0.4 psi, valor máximo que dependerá de la capacidad del compresor que se esté usando para alimentar el sistema, cada vez que presionamos el freno con el pulsador se notará la diferencia en la presión de los manómetros de presión hidráulica ya que estos marcarán un valor más alto que la anterior prueba, lo que da como conclusión que el servofreno ayuda a ejercer mayor presión de frenado con menor esfuerzo sobre el pedal, en observación de esta prueba, mientras se aplaste el freno con el pulsador se va a encender y apagar el servo, si se aplasta el freno sin el pulsador simplemente va a ser un freno mecánico, se observa la diferencia de presión que existe con y sin servo, con el servofreno existe más presión de frenado y mecánicamente no puede llegar a la presión que tiene un frenado con servo



Figura 95. Pedal de freno con su pulsador



Figura 96. Regulación de la válvula de presión



Figura 97. Medida en el manómetro de vacío cuando está activado el servofreno

4.7.3.1. Pruebas sin estar encendido el servofreno

En la tabla 5 se puede observar el resultado que existe al apretar el pedal de freno sin activar el servofreno por lo que queda como resultado que las presiones de aire que marcan los manómetros de presión como se observó en la figura 93 que fue de 200 a 300 bares se observa que no existe depresión en el manómetro de vacío como se ilustra en la figura 97.

Tabla 5. Pruebas servofreno apagado

Fuerza de presión en el pedal (kg)	Presión de aire (bar)	Depresión de vacío (bar)
120	200	0
220	300	0

4.7.3.2. Pruebas con el servofreno encendido

En la tabla 6 con los mismos datos de fuerza de presión en el pedal que se realizó la prueba al igual que la tabla 5 se observa la diferencia que existe en un sistema con servofreno y otro sin servofreno, en este caso con el servofreno en funcionamiento se dio como resultado el aumento de presión de aire que casi duplica a un sistema sin servofreno y además se dio como resultado el vacío que se generó y esto hace que el frenado sea más efectivo y preciso y se siente en la suavidad del freno.

Tabla 6. Pruebas servofreno encendido

Fuerza de presión en el pedal (kg)	Presión de aire (bar)	Depresión de vacío (bar)
120	530	-0.4
220	643	-0.6

4.8. GUÍAS DE PRÁCTICA

TITULO: GUÍA DE PRÁCTICA PARA EL RECONOCIMIENTO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE FRENOS DE TAMBOR

Objetivos:

Objetivo General

Desarrollar las destrezas y las capacidades intelectuales de los estudiantes, en la materia del reconocimiento de los elementos de los sistemas de frenos disco y tambor.

Objetivos Específicos

Realizar la inspección visual de la disposición de los diferentes conjuntos de frenos.

Identificar de una manera práctica los diferentes tipos de elementos frenantes.

Reconocer de una manera práctica los diferentes tipos de sistemas de frenos.

Material

- Juego de llaves
- Alicates
- Desarmador de estrella
- Desarmador plano
- Juego de rachas
- Overol

Método

Paso 1: Con el banco de pruebas a su disposición, primero se procede a observar si existe facilidad para realizar el trabajo.



Figura 98. Banco de pruebas del sistema de frenos con servo electrónico

Paso 2: Frente al banco de pruebas se procede a visualizar e identificar cada uno de los sistemas de frenos de tambor como de disco.

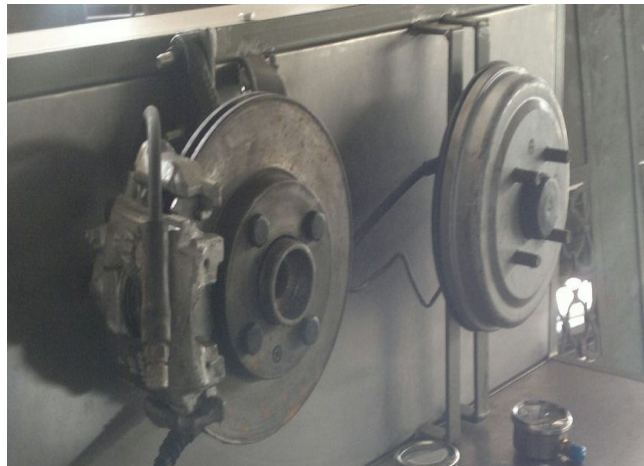


Figura 99. Sistema de frenos disco y tambor

Paso 3: Una vez que se ha identificado cada uno de los sistemas de frenos, se procede a desarmar los frenos de tambor siguiendo los siguientes pasos:

- 1) Proceda a retirar las tuercas que sujetan a las manivelas y las que sujetan a los tambores.



Figura 100. Sacando tuercas que sujetan al tambor

- 2) Retire el tambor, y observe detenidamente la posición de los elementos antes de desarmarlos para luego armarlo correctamente.



Figura 101. Sistema de frenos de tambor

- 3) Se procede a sacar los seguros que sostienen las zapatas del freno.



Figura 102. Sacando los seguros que sujetan las zapatas

- 4) Con cuidado se procede a sacar los resortes o muelles de retorno que tiene el conjunto.



Figura 103. Extracción de muelles de recuperación de zapatas

- 5) Se procede a sacar los bombines y se desmonta sus pistones respectivos retenes, y el muelle que se encuentra dentro del cilindro.

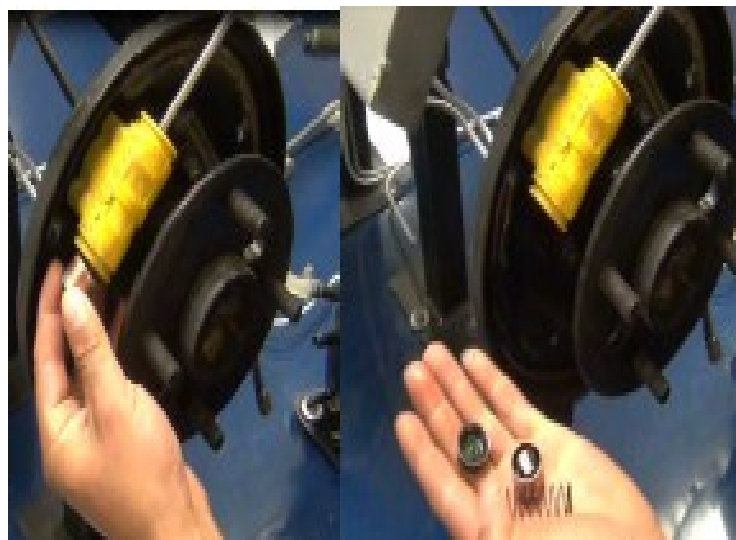


Figura 104. Despiece del bombín del freno de zapatas

Paso 4: Armado del conjunto de freno de tambor.

- 1) Limpieza de todos los elementos. Con un poco de agua, detergente y lija si este requiere o algún elemento requiere para que tenga un buen mantenimiento este sistema.
- 2) Se procede a armar el sistema de los bombines correctamente y luego se coloca en el plato de frenos.



Figura 105. Conjunto del bombín armado

- 3) Se procede a colocar los seguros de las zapatas.



Figura 106. Instalación de seguros para zapatas

4) Colocar las zapatas, los resortes y los mecanismos de calibración.



Figura 107. Instalación de muelles de recuperación de las zapatas

5) Colocar el tambor y fijarlo con las tuercas correspondientes.



Figura 108. Colocación del tambor de freno

TITULO: GUÍA DE PRÁCTICA PARA EL RECONOCIMIENTO DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE FRENOS DE TAMBOR

Objetivos:

Objetivo General

Desarrollar las destrezas y las capacidades intelectuales de los estudiantes, en la materia del reconocimiento de los elementos de los sistemas de frenos disco y tambor.

Objetivos Específicos

Realizar la inspección visual de la disposición de los diferentes conjuntos de frenos.

Identificar de una manera práctica los diferentes tipos de elementos frenantes.

Reconocer de una manera práctica los diferentes tipos de sistemas de frenos.

Material

- Juego de llaves
- Alicata
- Desarmador de estrella
- Desarmador plano
- Juego de rachas
- Overol

Método

Paso 1: Desmontaje del sistema de frenos de disco.

- 1) Se procede por sacar las mordazas retirando un perno de guía.



Figura 109. Sacando perno guía de la mordaza

- 2) Se continúa con el desmontaje de las pastillas de frenos, y luego se retira sus guías correspondientes.



Figura 110. Extracción de pastillas de freno

Paso 2: Armado del conjunto de freno de disco.

- 1) Limpieza de todos los elementos, con agua, detergente y papel lija a los elementos q corresponda.
- 2) Se procede a colocar el pistón y se debe tener cuidado de no dañar los cauchos retenes.



Figura 111. Instalación del pistón en su alojamiento en la mordaza

- 3) Antes de proceder a colocar las pastillas, se debe lubricar los pernos guías con grasa que contenga algún lubricante sólido (grasa de litio, grasa de molibdeno, etc.)



Figura 112. Engrasado de guías de la mordaza

- 4) Colocar el soporte de las pastillas, las pastillas y la mordaza para posteriormente ajustar los pernos de fijación.



Figura 113. Instalación de las pastillas de frenado

5) Finalmente se verifica que todos los elementos estén correctamente armados y ajustados.



Figura 114. Ajuste del perno guía

TITULO: GUÍA DE PRÁCTICA PARA EL MANTENIMIENTO Y COMPROBACIONES DE LOS SISTEMAS DE FRENOS DISCO Y TAMBOR

Objetivos:

Objetivos Generales

Desarrollar los conocimientos adquiridos y las habilidades manuales de los estudiantes, sobre el mantenimiento y comprobaciones del sistema de frenos disco tambor.

Implantar el método o procedimiento más adecuado para el mantenimiento del sistema de frenos de disco y tambor, con el fin de que los estudiantes puedan a futuro ejecutar y proveer esta actividad.

Objetivos específicos

Realizar una inspección visual de los elementos del sistema para determinar el estado de funcionamiento.

Desmontar y despiezar cada uno de los componentes para verificar el estado actual de los elementos internos, así como las posibles averías que se puedan presentar.

Establecer las causas que provocan daños en los elementos, basándose en la teoría aplicada.

Material

- Juego de llaves
- Alicata
- Desarmador de estrella
- Desarmador plano
- Juego de rachas
- Overol

Método

Paso 1: Con el banco a la disposición, se realiza una inspección visual de cómo está el estado de los elementos que se encuentran en el banco de pruebas.

Paso 2: Se procede a desarmar los conjuntos de frenos de disco y tambor

Paso 3: Mantenimiento en el conjunto del freno de tambor.

- 1) Al girar el tambor escuchar si presenta ruidos, desgaste excesivo. También se comprobará el ovalamiento de la superficie circular de rozamiento, deberá ser inferior a 0.1 mm. Esta medida se tomará con la ayuda de un reloj comparador.



Figura 115. Girando el tambor de freno

- 2) Zapatas de frenos; Los forros de las zapatas no deben estar sucios ni impregnados de aceite.

Comprobar el estado de las zapatas si no presentan ralladuras o roturas.



Figura 116. Zapatas de frenos

3) Comprobar que el espesor sea superior a 2mm.



Figura 117. Midiendo el espesor de las zapatas

4) Los dos tambores de freno del mismo eje deben de tener siempre el mismo diámetro. Cada vez que se realice un mantenimiento de frenos siempre se debe rectificar la superficie de fricción entre el tambor y las zapatas, para garantizar la efectividad del frenado.



Figura 118. Midiendo el diámetro de los tambores de freno

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se construyó un banco de pruebas del sistema de frenos con servo electrónico para demostrar que en el país si se puede tener nuevas tecnologías automotrices y construirlas dando como referencia a los sistemas básicos de frenos y solo modificarle con los estudios realizados dentro de la universidad.
- El banco de pruebas fue elaborado con los conocimientos y especificaciones correctas y fue creado con parámetros ergonómicos, tecnológicos, funcionales y con la debida seguridad que se debe tener en este sistema, generando un beneficio para la universidad y estudiantes para adquirir conocimientos y prácticas.
- La construcción del banco de pruebas brinda la posibilidad de realizar pruebas en el sistema de frenado con servo electrónico, y también brinda la posibilidad de comparar con los diferentes sistemas de frenado que existen.
- La función del servofreno es amplificar el esfuerzo del conductor para dar un nivel de presión hidráulica a los frenos delanteros y traseros del vehículo, ya que sin amplificación o asistencia, alcanzar el mismo nivel de presión hidráulica en los frenos sería mucho más difícil físicamente para el conductor. Esta amplificación se basa en la diferencia de presión entre dos cámaras con una pared móvil entre ellas, que se desplaza hacia el lado donde hay menos presión para equilibrarla.
- La construcción de este banco de pruebas fue fundamental conocer el funcionamiento de cada elemento que tiene que ir en el mismo e incluso saber las dimensiones correctas para ser montado el prototipo, ya que la estructura del banco de pruebas debe ser la adecuada para soportar todos los elementos y que funcione correctamente, inclusive se debe saber el metal que se utilizó.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para poder realizar este banco de pruebas se necesita hacer un estudio de las especificaciones de cada elemento y saber su funcionamiento para que al rato de las pruebas de este banco no haya inconvenientes y funcione correctamente.
- Se debe realizar un mantenimiento en este sistema, se debe hacer un purgado del sistema cierto tiempo para que no exista fallas en el banco de pruebas
- Uno de los elementos más importantes es la bomba eléctrica de vacío y esta debe ser de las especificaciones correctas, debe ser automotriz y de 12 voltios para el correcto funcionamiento del sistema.
- Bajo ningún concepto se debe tocar los terminales de la batería el positivo y negativo a la vez por la elevada carga que existe en este sistema, esto puede generar daños.
- No jugar con el pedal de freno pulsándolo varias veces ya que esto puede generar daños en el sistema.
- Se necesita incentivar todas las prácticas y desarrollos de este tipo de tecnologías y en general, ya que el único fin de adquirir conocimientos y saber todo sobre nuevas tecnologías existentes en la industria automotriz.

BIBLIOGRAFÍA

- (s.f.). Obtenido de <http://www.sabelotodo.org/automovil/frenos.html>
- (s.f.). Obtenido de http://www.ehowenespanol.com/tipos-pastillas-freno-sobre_145632/
- (s.f.). Obtenido de <http://www.slideshare.net/xipri/el-sistema-de-frenado>
- Aficionado a la mecanica libro GTZ.* (s.f.). Obtenido de <http://www.aficionadosalamecanica.net/frenos-2.htm>
- Buscador "Rasteador".* (s.f.). Obtenido de <http://www.rastreator.com/seguros-de-coche/guias/que-es-y-de-que-factores-depende-la-distancia-de-frenado.aspx>
- ecured servofreno.* (s.f.). Obtenido de <http://www.ecured.cu/index.php/Servofreno>
- elektrun. (s.f.). Obtenido de <http://elektrun.com/la-bomba-de-vacio-y-los-frenos/>
- frenos, M. d. (s.f.). *Manual de servicios Frenos.* Obtenido de http://www.ehowenespanol.com/tipos-pastillas-freno-sobre_145632/
- GTZ historia de los frenos.* (s.f.). Obtenido de http://www.ehowenespanol.com/historia-frenos-auto-sobre_88034/
- <http://blog.indubal.com/2011/11/08/%C2%BFque-son-los-servo-frenos/>. (s.f.). Obtenido de <http://blog.indubal.com/2011/11/08/%C2%BFque-son-los-servo-frenos/>
- <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3366/1/65T00123.pdf>. (s.f.). Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3366/1/65T00123.pdf>
- <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3366/1/65T00123.pdf>. (s.f.). Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3366/1/65T00123.pdf>
- <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3366/1/65T00123.pdf>. (s.f.). Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3366/1/65T00123.pdf>
- <http://e-auto.com.mx/enew/index.php/85-boletines-tecnicos/6399-frenos-diagnostico-2>. (s.f.).

http://www.ehowenespanol.com/tipos-pastillas-freno-sobre_145632/. (s.f.).
Obtenido de http://www.ehowenespanol.com/tipos-pastillas-freno-sobre_145632/

http://www.ehowenespanol.com/tipos-pastillas-freno-sobre_145632/. (s.f.).

<http://www.monografias.com/trabajos94/reacon>. (s.f.). Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos94/reacon>

<http://www.slideshare.net/xipri/el-sistema-de-frenado>. (s.f.). Obtenido de <http://www.slideshare.net/xipri/el-sistema-de-frenado>

<https://tienda.euromaster-neumaticos.es/servicios-mecanica-online/frenos>. (s.f.).

indubal servo frenos. (s.f.). Obtenido de <http://blog.indubal.com/2011/11/08/%C2%BFque-son-los-servo-frenos/>

ingemecanica. (s.f.). Obtenido de <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn75.html>

Manual de servicio GTZ. (s.f.). Obtenido de http://www.ehowenespanol.com/distintos-tipos-sistemas-frenos-lista_85388/

MONCAYO, 2. (s.f.). *MONCAYO, 2014*. Obtenido de MONCAYO, 2014: MONCAYO, 2014

monografias de frenos. (s.f.). Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos89/fuerzas-desarrolladas-frenado-vehiculos-dinamica/fuerzas-desarrolladas-frenado-vehiculos-dinamica.shtml>

repositorio espe. (s.f.). Obtenido de repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5095/1/T-ESPEL-0876.pdf

Sites libro de frenos. (s.f.). Obtenido de <https://sites.google.com/site/sistemadefrenos29/diferentes-tipos-de-frenos>

Thomson, L. (2004).


wikipedia. (s.f.). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Freno_hidr%C3%A1ulico

www.xtremeracers.info/forums/viewtopic.php? (s.f.).

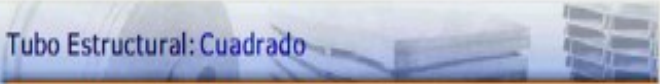
ANEXOS


ANEXO 1.

Propiedades del acero estructural




Tubo Estructural: Cuadrado





ESPECIFICACIONES GENERALES

Largo Normal: 6 m
 Recubrimiento: Negro o Galvanizado
 Dimensiones: Desde 3/4 a 4 plg
 (20 x 20) a (100 x 100) mm
 Espesores: Desde 1.5 a 4 mm
 Calidad del Acero: JIS G3132 SPHT-1
 ASTM A 569
 Observaciones: Otros largos previa consulta



NORMA INTERNA

Tolerancia Dimensional:
 3/4" (20 x 20) - 4" (100 x 100) +0.30 mm
 Variación Longitud: -0
 +10
 Rectitud: 0.4% de longitud (máximo)
 Radio máximo: 3 veces el espesor

APLICACIONES

Usos Estructurales

- Columnas de estructuras
- Estructuras para techos de vidrio
- Cerramientos
- Portones
- Dientes de calibración

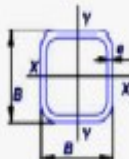
Otros usos

- Carrocinerías
- Muebles metálicos
- Máquinas para gimnasio
- Casetas de guardería
- Estructuras para letreros
- Ferrocarriles metálicos
- Maquinaria industrial
- Remolques

Designación	DIMENSIONES		PESO	AREA	PROPIEDADES			
	B	e			EJES X-X e Y-Y			
Pulg	mm	mm	Kg/76m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	
3/4	20	1.5	4.98	1.05	0.58	0.58	0.74	
		2.0	6.30	1.34	0.69	0.69	0.72	
1	25	1.5	6.36	1.35	1.21	0.97	0.95	
		2.0	8.16	1.74	1.48	1.18	0.92	
1 1/4	30	1.5	7.80	1.65	2.19	1.47	1.15	
		2.0	10.08	2.14	2.71	1.81	1.12	
1 1/2	40	1.5	10.62	2.25	5.48	2.74	1.56	
		2.0	13.66	2.94	6.92	3.46	1.53	
		3.0	19.80	4.21	9.28	4.64	1.48	
2	50	1.5	13.44	2.85	11.06	4.42	1.97	
		2.0	17.58	3.74	14.13	5.65	1.94	
		3.0	25.50	5.41	19.40	7.76	1.89	
2 3/8	60	1.5	16.26	3.74	18.68	6.22	2.23	
		2.0	22.44	4.94	25.12	8.37	2.35	
		3.0	33.30	6.61	35.06	11.69	2.30	
3	75	2.0	27.00	5.74	30.47	13.46	2.97	
		3.0	39.60	8.41	41.54	19.08	2.92	Nuevo!
		4.0	51.54	10.95	49.98	24.00	2.87	
4	100	2.0	36.42	7.74	122.99	24.60	3.99	
		3.0	53.76	11.45	176.95	35.39	3.94	Nuevo!
		4.0	70.38	14.95	226.09	45.22	3.89	

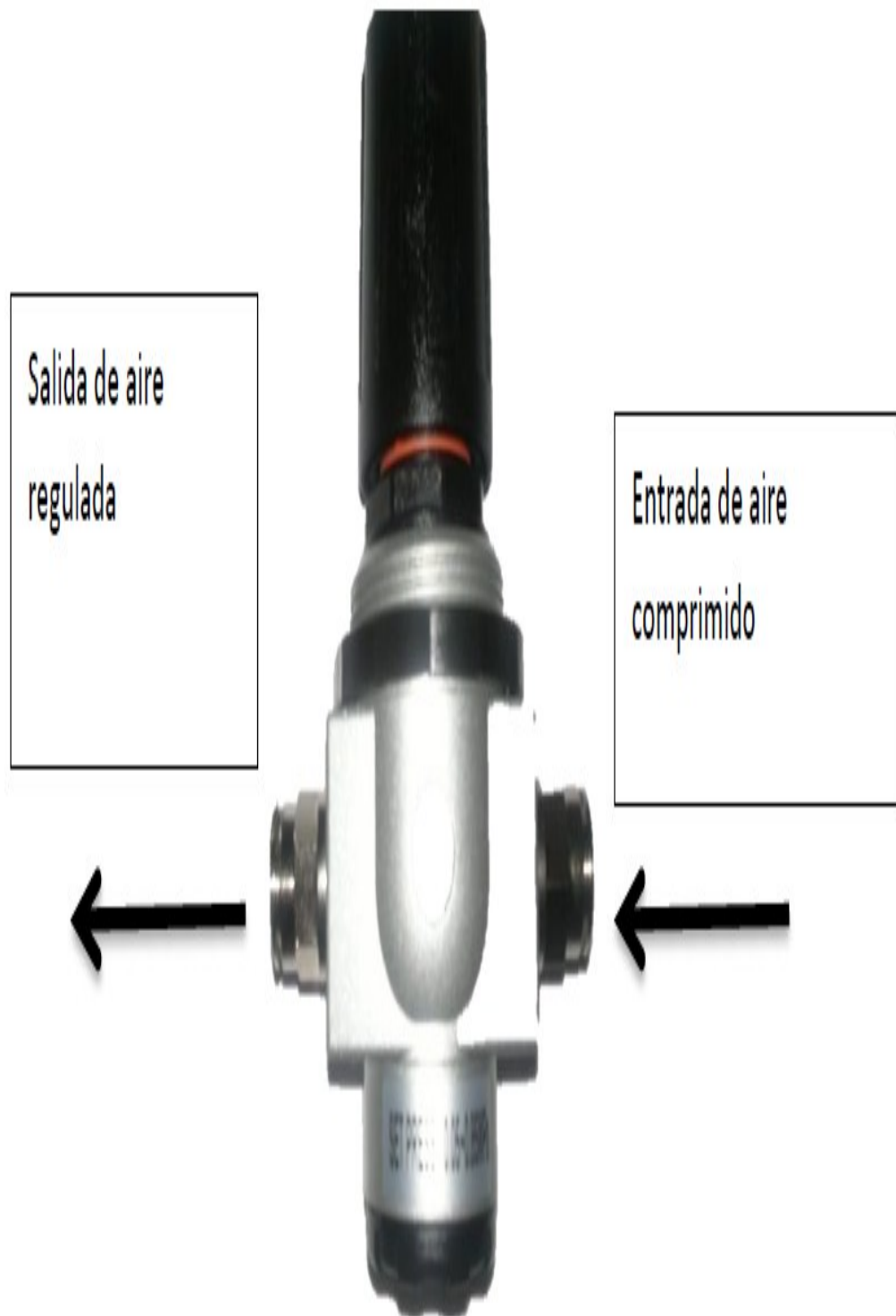
NOMENCLATURA

A= Área de la sección transversal del tubo, cm² W= Módulo resistente de la sección, cm³
 I= Momento de Inercia de la sección, cm⁴ i= Radio de giro de la sección, cm

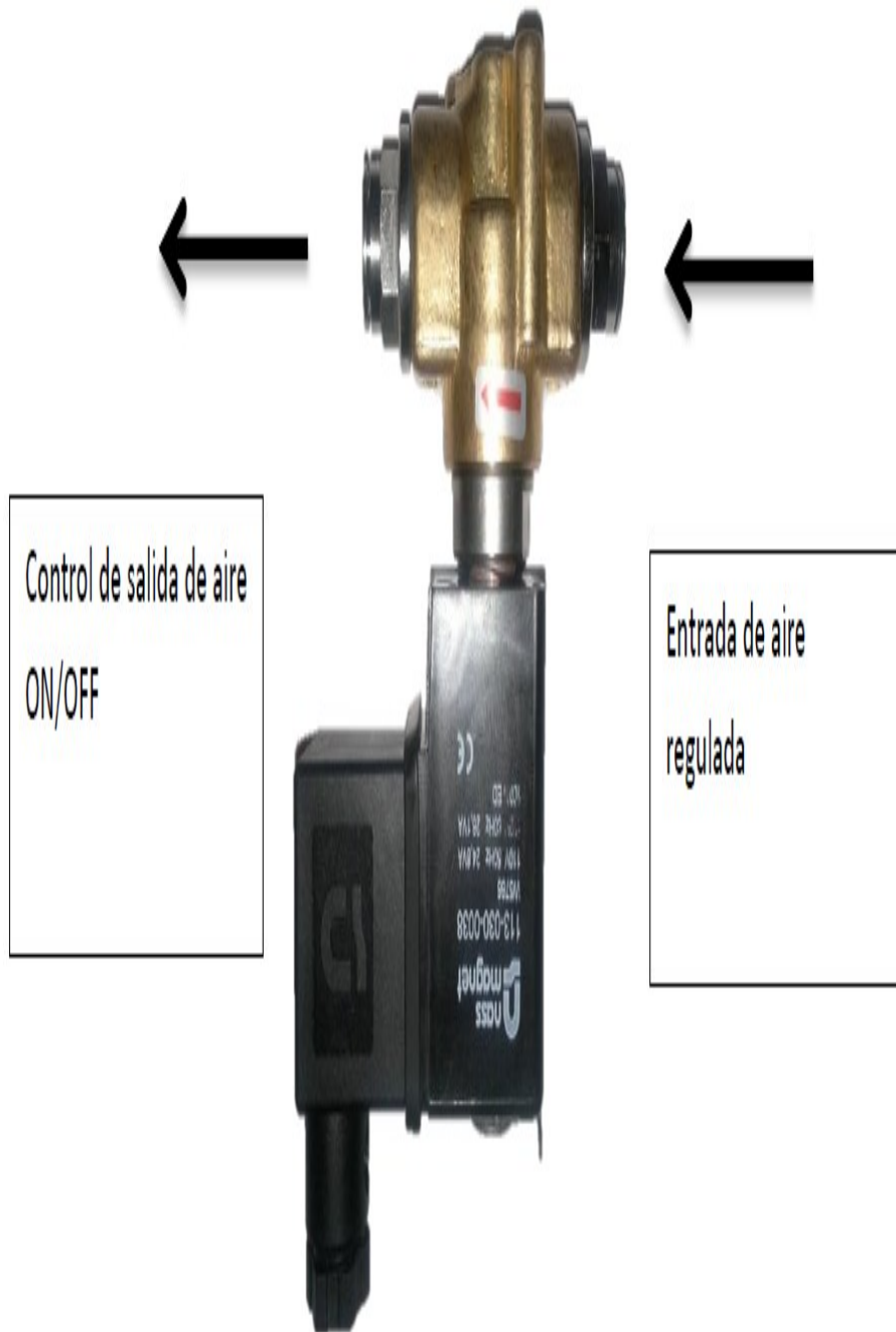


ANEXO 2.

Válvula reguladora de presión



ANEXO 3. Electroválvula



ANEXO 4. Generador de vacío

