



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

Implementación del sistema de frenos para un vehículo biplaza tipo buggy para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE

Quinche Cabascango, Cesar Santiago

Departamento de Ciencias de Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología en Mecánica Automotriz

Monografía, previo a la obtención del título de tecnólogo en Mecánica Automotriz

Ing. Sánchez Mosquera Carlos Rafael

1 de septiembre de 2020



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, “**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS PARA UN VEHÍCULO BIPLAZA TIPO BUGGY PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE**” fue realizado por el señor **Quinche Cabascango, Cesar Santiago** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, septiembre de 2020

Firma:

Ing. Sánchez Mosquera Carlos Rafael

C.C.: 1803232113



Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS QUINCHE CABASCANGO CESAR SANTIAGO.pdf
(D78418457)
Submitted: 8/31/2020 8:25:00 PM
Submitted By: csquinche@espe.edu.ec
Significance: 3 %

Sources included in the report:

PROYECTO DE TITULACION (Guaman Luis- Neppas).docx (D54371666)
Archivo FSAE Urkund.docx (D23360428)
Frenos Rally parte 1.docx (D13846100)
Tesis - Emilio Sánchez.pdf (D25229999)
FINAL Tesis 15491542.pdf (D51262702)
<https://docplayer.es/12400892-Federacion-ecuatoriana-de-automovilismo-y-kartismo-deportivo-fedak.html>
<https://www.ultimatespecs.com/es/car-specs/Volkswagen/23010/Volkswagen-Brasilia-1600.html>
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/706/1/T-UIDE-0632.pdf>
<https://docplayer.es/8017087-Universidad-tecnica-del-norte-facultad-de-educacion-ciencia-y-tecnologia-ensenanza-de-un-motor-electrico-mg1-y-los-frenos.html>

Instances where selected sources appear:

16

Firma:

Ing. Sánchez Mosquera Carlos Rafael

C.C.: 1803232113

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Quinche Cabascango, Cesar Santiago**, con cédula de ciudadanía n° 1727463968, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS PARA UN VEHÍCULO BIPLAZA TIPO BUGGY PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, septiembre de 2020

Firma

Quinche Cabascango, Cesar Santiago

C.C.: 1727463968



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Quinche Cabascango, Cesar Santiago** con cédula de ciudadanía n° 1727463968 autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE FRENOS PARA UN VEHÍCULO BIPLAZA TIPO BUGGY PARA LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ DE LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS ESPE”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, septiembre de 2020

Firma

Quinche Cabascango, Cesar Santiago

C.C.: 1727463968

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres Euclides y María, por brindarme su apoyo y amor incondicional en los momentos más difíciles de mi Carrera Universitaria, por ser esos cimientos los cuales me ayudaron a encaminarme por el buen camino y ser un hombre de bien. También quiero dedicar este trabajo a mi hermano Wilmer sin su constante amistad y hermandad nada de esto hubiese sido posible. A mis familiares los cuales me aconsejaron a no discontinuar mis estudios a ser una persona que no se rinde ante las adversidades venideritas.

QUINCHE CABASCANGO CESAR SANTIAGO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Santísima Virgen del Quinche por la vida y salud que me han brindado. Agradezco a mis padres y hermano por sus oraciones y sus buenos deseos. Un especial agradecimiento a mis compañeros de tesis por ser leales y comprometidos con todo el trabajo realizado, a mi tutor de Tesis Ing. Carlos Sánchez por su constante ayuda y guía, a la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y a todo el personal docente por impartir sus conocimientos.

QUINCHE CABASCANGO CESAR SANTIAGO

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA.....	1
CERTIFICACIÓN.....	2
URKUND ANALYSIS RESULT.....	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA.....	4
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	5
DEDICATORIA.....	6
AGRADECIMIENTO.....	7
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	8
ÍNDICE DE TABLAS.....	12
ÍNDICE DE FIGURAS.....	13
RESUMEN.....	16
ABSTRACT.....	17

CAPITULO I

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes.....	18
1.2. Planteamiento del Problema.....	19
1.3. Justificación.....	20

1.4. Objetivos	21
1.4.1. General	21
1.4.2. Específicos	21
1.5. Alcance	22

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción al Sistema de Frenos	23
2.2. ¿Qué son los Frenos?	24
2.3. Frenos Usados en Vehículos de Competición Buggy	25
2.4. Equipo de Frenos	26
2.4.1. Frenos de Servicio	27
2.4.2. Frenos de Estacionamiento	29
2.5. Accionamiento del Sistema de Frenos	30
2.5.1. Frenos Mecánicos	30
2.5.2. Sistema de Frenos Hidráulicos	32
2.6. Elementos que Componen el Sistema de Frenos	35
2.6.1. Pedal de Freno	35
2.6.2. Cilindro Maestro	37
2.6.3. Cañerías	40
2.6.4. Líquido de Frenos	40
2.6.5. Depósito de Líquido de Frenos	44

	10
2.6.6. Acople en T.....	45
2.7. Accionamiento de Frenos con Potencia Asistida	46
2.7.1. Servofreno	47
2.8. Accionamiento de Frenos sin Potencia Asistida	47
2.9. Tipos de Freno de Rueda.....	47
2.9.1. Frenos de Disco.....	47
2.9.2. Frenos de Tambor.....	56
2.9.3. Partes del Freno de Tambor	59

CAPITULO III

3. DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Selección e Implementación del Sistema de Frenos en el Vehículo Buggy	61
3.2. Matriz de Ponderación para la Selección de los Frenos	62
3.3. Matriz de Ponderación para la Selección Líquido de Frenos	64
3.4. Tabla de Especificaciones Volkswagen Brasilia 1600, Aerodinámica y Peso ...	65
3.5. Diseño del Circuito Hidráulico del Sistema de Frenos	66
3.5.1. Circuito de Frenos Delantero por Discos Macizos.....	67
3.5.2. Circuito de Frenos Traseros por Tambor.....	69
3.5.3. Frenos de Mano y Derrape	72
3.6. Construcción del Freno de Mano con Doble Palanca de Accionamiento	75
3.7. Construcción de la Base de Sujeción del Cilindro Maestro Tándem.....	79
3.8. Montaje de Latiguillos y Cañerías en el Sistema de Frenos	85

3.9. Limpieza de Discos y Tambor de Frenos	93
--	----

CAPITULO IV

4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1. Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Frenos Implementado	96
4.1.1. Comprobación de estado de las pastillas de freno	96
4.1.2. Comprobación del sistema de freno de tambor	97
4.1.3. Purga del sistema de frenos.....	98
4.1.4. Comprobación del circuito hidráulico de frenos.....	99
4.2. Pruebas de carretera.....	102
4.3. Pruebas del freno de mano hidráulico	104

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	105
5.2. Recomendaciones.....	106

6. ANEXOS	113
------------------------	------------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación entre los principales sistemas de accionamientos de los frenos	33
Tabla 2. Síntomas de fallo que se presentan cuando se presiona el pedal de freno	36
Tabla 3. Comparación de los líquidos de freno	42
Tabla 4. Tabla de fuerzas aplicadas en el pedal de freno	46
Tabla 5. Tabla de valores	62
Tabla 6. Matriz para la selección del sistema de accionamiento de los frenos	62
Tabla 7. Matriz de ponderación de los discos de freno	63
Tabla 8. Clasificación de los fluidos de freno según la norma DOT	64
Tabla 9. Dimensiones usadas para ensamblar la palanca de mano	76
Tabla 10. Dimensiones usadas para ensamblar la base de la pedalera	80
Tabla 11. Componentes del sistema de freno	86
Tabla 12. Accionamiento de las ruedas traseras	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fricción entre el revestimiento y cuerpo rotatorio.....	25
Figura 2. Esquema de clasificación del sistema de frenos de competición	26
Figura 3. Sistema de frenos servicio y estacionamiento	27
Figura 4. Sistema de freno de circuito único	28
Figura 5. Sistema de freno de circuito dual.....	29
Figura 6. Palanca de freno de mano.....	30
Figura 7. Frenos mecánicos en las cuatro ruedas	31
Figura 8. Cilindro maestro TANDEM.....	38
Figura 9. Bomba de embrague	39
Figura 10. Cilindro Tándem	40
Figura 11. Clasificación de los líquidos de freno	41
Figura 12. Depósito de líquido de frenos	45
Figura 13. Acople de una entrada y dos salidas	45
Figura 14. Partes del freno de disco	48
Figura 15. Frenos de disco en reposo.....	48
Figura 16. Frenos de disco aplicados	49
Figura 17. Pinzas de cuerpo fijo en reposos y frenada	50
Figura 18. Accionamiento de las mordazas de freno de cuerpo flotante	51
Figura 19. Accionamiento de la mordaza de pinzas oscilantes	51
Figura 20. Discos macizos con su superficie plana.....	53
Figura 21. Visualización de las entradas de aire en los laterales del disco de freno	54
Figura 22. Disco de freno en perforado la superficie.....	55
Figura 23. Visualización grafica de un disco de cerámica.....	56
Figura 24. Circuito interno del sistema de tambor	57

	14
Figura 25. Zapatas de freno en reposos	58
Figura 26. Anclaje de rosca	59
Figura 27. Funcionamiento del cilindro de rueda	60
Figura 28. Partes de una zapata de freno.....	60
Figura 29. Simulación del cilindro maestro tipo Tándem.....	67
Figura 30. Conexión del cilindro maestro hacia los caliper de las ruedas delanteras	68
Figura 31. Circuito de frenos delanteros en posición de reposo.....	69
Figura 32. Configuración de las salidas para el cilindro maestro.....	70
Figura 33. Conexión del cilindro maestro hacia las ruedas traseras	71
Figura 34. Circuito de frenos de tambor en reposo	72
Figura 35. Doble palanca de mano con accionamiento hidráulico.....	73
Figura 36. Diagrama del circuito hidráulico de mano.	74
Figura 37. Vista en 3D del Freno de mano con doble palanca de accionamiento	75
Figura 38. Bombas de embrague.....	77
Figura 39. Platina base para el par de bombas de embrague.....	77
Figura 40. Platinas para la sujeción del bulón.....	78
Figura 41. Bulón y pasador para los bocines	78
Figura 42. Alineación de la bomba de embrague con los bocines.....	79
Figura 43. Freno de mano instalado en el chasis tubular	79
Figura 44. Vista en 3D de la Base de sujeción al piso de la pedalera	80
Figura 45. Posición del de la pedalera en el vehículo buggy.....	81
Figura 46. Vista de la pedalera montada en la base de platinas	82
Figura 47. Alineación de la pedalera con respecto a la base de la bomba de freno	82
Figura 48. Vista de la bomba de freno montada en la base de platinas	83
Figura 49. Platina de refuerzo.....	83

Figura 50. Varilla de accionamiento macho	84
Figura 51. Proceso de soldadura de la base de la bomba de frenos y pedalera	84
Figura 52. Topes de la pedalera de freno	85
Figura 53. Corte de cañerías solidas	89
Figura 54. Abocardador de cañería	89
Figura 55. Cañerías o Latiguillos terminados	90
Figura 56. Diagrama hidráulico de frenos que se va implementar en el buggy.	90
Figura 57. Pasos de fluido generados por la bomba hidráulica	91
Figura 58. Conexión del acople T con las bombas de embrague.....	92
Figura 59. Cañería de la rueda trasera	92
Figura 60. Disco de freno.....	93
Figura 61. Plato del tambor de freno.....	94
Figura 62. Engrase de rodamientos	95
Figura 63. Pastillas de freno	96
Figura 64. Estado de las zapatas.....	97
Figura 65. Cilindro de rueda	98
Figura 66. Proceso de purga del sistema de freno.....	99
Figura 67. Depósito sin variación de nivel de líquido de freno	100
Figura 68. Ajuste de racores de latiguillos al freno de mano	101
Figura 69. Comprobación de mordazas del freno delantero.....	102
Figura 70. Prueba del comportamiento de los frenos en la carretera	103
Figura 71. Ruta de prueba de funcionamiento.....	103

RESUMEN

El presente trabajo de titulación trata de la Implementación del sistema de frenos para un vehículo biplaza tipo buggy para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE. Consta de cinco capítulos, el primero es sobre el alcance al cual se quiere llegar con los objetivos previamente planteados, en el segundo se investigó sobre los sistemas de frenos usados en competencias automovilísticas tipo buggy, así como las diferencias, tipos, ventajas y desventajas de cada uno, de igual forma se investigó los elementos mecánicos que influyen en el accionamiento del freno y como estos funcionan, en el tercer capítulo se seleccionó e implemento uno de los sistemas previamente investigados siguiendo parámetros estipulados por la Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo Deportivo (FEDAK) modificándolos con el fin de que el vehículo biplaza tipo buggy tenga el mejor rendimiento en competencias automovilísticas. En el cuarto capítulo se realizó las pruebas de funcionamiento de los principales componentes del freno, así como pruebas de rendimiento del vehículo biplaza tipo buggy en la carretera para determinar el accionamiento correcto del freno. El quinto y último capítulo está conformado por las conclusiones y recomendaciones a las cuales he llegado después de haber hecho el trabajo practico, así como la investigación sobre el tema planteado.

Palabras Clave:

FEDAK

Competencias automovilísticas

Sistema de frenos

Buggy

ABSTRACT

The present degree paper deals with the Implementation of the brake system for a two-seater buggy-type vehicle for the Advanced Technology Career in Automotive Mechanics of the ESPE Technology Management Unit. It consists of five chapters, the first on the scope to be reached with the objectives previously set, the second investigated the brake systems used in buggy type motor racing, as well as the differences, types, advantages and disadvantages of each one in the same way, the mechanical elements that influence the actuation of the brake and how they work were investigated, in the third chapter, one of the previously investigated systems was selected and implemented according to parameters stipulated by the Ecuadorian Federation of Motor Racing and Sports Karting (FEDAK) modifying them so that the two-seater buggy type vehicle has the best performance in motor racing. In the fourth chapter, the functional tests of the main brake components were carried out, as well as performance tests of the two-seater buggy type vehicle on the road to determine the correct brake operation. The fifth and final chapter it is formed by the conclusions and recommendations to which I have come after having done the practical work, as well as the research on the raised topic.

KEYWORDS

FEDAK

Motor Racing

Brake system

Buggy

CAPITULO I

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

“En la actualidad, el sistema de frenos es el mecanismo de seguridad de mayor importancia del automóvil. Una avería de este mecanismo durante la marcha del vehículo puede ocasionar las más fatales consecuencias para el competidor”. (Guizado Cháves Manuel Mesías & Perez Pilco, 2016, pp. 1-2), esto quiere dar a entender que el sistema de frenos es indispensable y por ende es necesario realizar mantenimientos periódicos que garanticen su óptimo funcionamiento.

“El freno es un dispositivo utilizado para detener o disminuir el movimiento de algún cuerpo, generalmente un eje, árbol o tambor.” (Treviño Andino & Salazar Zúñiga, 2012, p. 132). Por lo tanto, este sistema es uno de los más importantes de seguridad activa en el vehículo.

En el mercado existen diferentes sistemas de frenos, cada uno diseñado para ofrecer la mejor adaptabilidad de frenado a cada una de las condiciones de trabajo del automotor, por ende, es de gran importancia realizar un estudio que determine qué mecanismo brinda mayor seguridad a vehículos de esta índole ya que al ser fabricados de forma artesanal deben estar:

Equipados con todos los sistemas de seguridad automotriz requeridos, responsables de brindar la fiabilidad, estabilidad, seguridad y eficacia necesarias; teniendo en cuenta algunos parámetros de la Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo Deportivo (FEDAK), entidad encargada de establecer los estándares y reglamentos necesarios para las diferentes disciplinas en el mundo de la competición automovilística profesional a nivel nacional. (ARCOS, 2017, p. 3).

En conclusión, los factores determinantes para que un sistema de frenos funcione correctamente está en elegir el sistema de frenos adecuado para cada vehículo, una instalación bien realizada y mantenimientos periódicos para evitar el desgaste prematuro. En muchos casos para cumplir con estos parámetros es necesario realizar modificaciones para mejorar su adaptabilidad a cada uno de los sistemas que trabajan conjuntamente con el sistema de frenos.

Con la implementación de un sistema de frenos para un vehículo biplaza tipo buggy se pretende, “mejorar la maniobrabilidad, de esta manera aumentar la estabilidad y el rendimiento del vehículo a grandes velocidades llegando así a tener un alto nivel competitivo”. (Guizado Chávez Manuel Mesías, 2016, p. 1).

1.2. Planteamiento del Problema

La Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, es una institución de Educación Superior caracterizada por formar profesionales competentes en el campo teórico práctico, siendo estos conocimientos de suma importancia para el desarrollo del campo técnico industrial y automotriz del Ecuador.

“Actualmente es de conocimiento general que muchas personas han optado por realizar sus propias modificaciones e implementación de sistemas para sus vehículos, centrándose generalmente en motor, suspensión, chasis, y frenos” (ARCOS, 2017, p. 3), ya sea por temas relacionados a competición automovilística o simplemente para mejorar el rendimiento de su vehículo. Esto generalmente hecho de forma empírica o artesanal por personal no calificado que desconoce temas relacionados con la mecánica automotriz.

Detectando así un alto índice de inseguridad en los ocupantes durante el manejo del automóvil, al no regirse a normas que garanticen la seguridad del conductor durante la

selección e implementación del sistema de frenos mientras se realiza la preparación del vehículo.

En consecuencia, ha generado riesgos a los ocupantes del automotor además de producir desgastes prematuros dando como resultado el aumento en costos de mantenimientos siendo desfavorable su uso a largo plazo.

Adicionalmente en el caso de que el vehículo biplaza sea usado para competencias automovilísticas su uso se vería mermado ya que existen entidades encargadas de controlar y regular las diferentes disciplinas de competición automovilística.

De no solucionarse el deterioro de los elementos del sistema de frenos sería prematuro, desgastando zapatas, pastillas, discos, rodamientos, además de producir fugas de líquido de freno en las cañerías hidráulicas.

1.3. Justificación

El presente proyecto está encaminado a la selección e implementación de un sistema de frenos para un vehículo biplaza tipo buggy considerando algunos parámetros de la FEDAK (Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo Deportivo) así como modificaciones que ayuden al mejorar el rendimiento del vehículo buggy en competencias automovilísticas, aplicando así conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante la preparación profesional.

Al implementar el sistema de frenos en el vehículo tipo buggy se pretende mejorar la adaptabilidad de sus componentes por ende tendrá mejores características para la competencia automovilística además se aspira que el tiempo de desgaste y mantenimiento se reduzca dependiendo del uso adecuado que se dé al vehículo siendo beneficioso a largo plazo para el operador al no requerir mantenimientos periódicos.

Al seguir una normativa de selección e instalación de frenos el vehículo será apto para futuras competencias automovilísticas categorías buggy.

Los beneficiarios con la elaboración de este proyecto son los ocupantes del vehículo debido a que presentara seguridad, estabilidad y confort de manejo, con esto se pretende ser un punto de referencia para futuras instalaciones de sistemas de freno en vehículos biplaza tipo buggy

Como se explicó anteriormente la instalación de este sistema es de suma importancia ya que representa uno de los sistemas más activos de seguridad del vehículo. De ahí la importancia de la implementación de un sistema de frenos que garantice seguridad y frenado en todo momento.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Implementar un sistema de frenos en un vehículo biplaza tipo buggy acorde a sus características de construcción que será para la Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Automotriz de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE.

1.4.2. Específicos

- Investigar los diferentes sistemas de freno que existen actualmente en el mercado y determinar cuál es el más adecuado para vehículos buggy.
- Seleccionar un sistema de frenos que presente seguridad estabilidad, fácil montaje y funcionamiento para un vehículo biplaza tipo buggy.

- Implementar el sistema de frenos seleccionado modificando la posición de las cañerías, cables, bombas hidráulicas para cada sistema independiente de frenos.
- Verificar el funcionamiento de los componentes del sistema de frenos implementado con pruebas de carretera con el fin de detectar anomalías y corregirlas en caso de ser necesario.

1.5. Alcance

Se seleccionará e instalará un sistema de frenos para un vehículo biplaza tipo buggy, realizando las pertinentes investigaciones que ayuden a mejorar su estabilidad a las distintas condiciones mecánicas de trabajo.

Al terminar la instalación el sistema de frenos se encontrará dentro de los parámetros para la competición automovilística buggy en el Ecuador, siendo de gran importancia ya que servirá como referente para instalaciones similares en el futuro.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Introducción al Sistema de Frenos

El vehículo al estar en movimiento, genera energía proporcionada por el motor para producir velocidad de marcha, cuando se desea detener dicha energía es necesario aplicar una fuerza que se contraponga a la velocidad de marcha. Una forma de detener el vehículo de una forma poco ortodoxa consiste en vencer la resistencia del movimiento del eje motriz al momento de cambiar la marcha de la caja de velocidades, obligando al vehículo a detenerse por la pérdida de energía. Esto da como resultado que el conductor no infiera en la detención del vehículo a voluntad, pudiendo dar paradas a largas distancias que podrían causar accidentes viales. (Estevez Somolinos, y otros, 1984)

Por esta razón es necesario un sistema que permita al conductor frenar a voluntad con el mínimo de tiempo y distancia recorrida.

Los primeros vehículos no tenían un sistema de frenos sofisticado como los usados actualmente, los primeros frenos eran mecánicos y consistían en una guaya similar a las de las bicicletas que al ser accionado por el conductor detenía el vehículo esto al aplicar una fuerza considerable en las ruedas traseras, esto debido a que estos vehículos no trabajaban a velocidades considerablemente altas. (Estevez Somolinos, y otros, 1984)

Con la evolución automovilística estos aumentaron su velocidad siendo necesario proporcionar un sistema de frenos que proporcione seguridad ya que es evidente que la seguridad del automóvil depende principalmente de los frenos. (Estevez Somolinos, y otros, 1984)

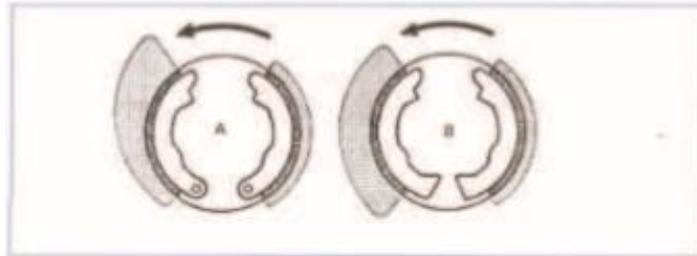
2.2. ¿Qué son los Frenos?

El sistema de frenos es un sistema de seguridad activa encargado de detener o disminuir la velocidad del vehículo cuando este se encuentra en planadas o declives y están diseñados de tal forma que la fuerza aplicada a estos sea controlada por el conductor o por medio de un pedal y así mantener el vehículo controlado. (Santander, 2010)

“Los frenos son mecanismos o dispositivos que transforman la energía de movimiento en calor, utilizando para ello el rozamiento entre dos superficies” (Estevez Somolinos, y otros, 1984, p. 322), Somolinos da a entender que para su funcionamiento necesita un material de fricción revestimiento y un cuerpo rotatorio como un tambor o rotor, la acción de estos produce el rozamiento que dará origen a una fuerza de rozamiento que se contrapone al movimiento de las ruedas.

Figura 1.

Fricción entre el revestimiento y cuerpo rotatorio



Nota. La figura representa el momento en que una zapata se contrapone al movimiento de las ruedas produciendo la disminución de velocidad del vehículo. Tomado de (García Galea & Estremera Carrera , 2014)

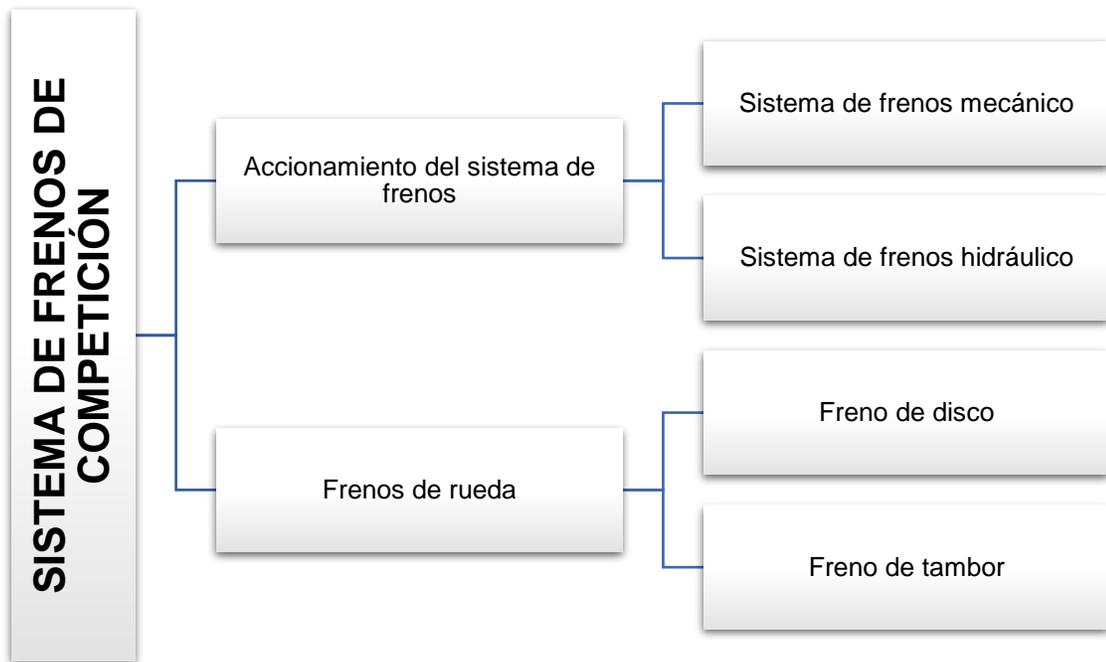
2.3. Frenos Usados en Vehículos de Competición Buggy

Actualmente en el mercado existen variedad de vehículos y estos están clasificados ya sea por marca o tipo de trabajo que se realice con este, por ende, existen variedad de sistemas de frenos que satisfagan con las condiciones de uso que le de cada vehículo, los frenos pueden variar en tamaño, tipos de accionamiento tales como mecánicos, hidráulicos, neumáticos y eléctricos etc.

Los sistemas de frenos que se detallaran a continuación son específicamente para vehículos livianos de competición buggy, independientemente del tipo de competencia por lo general los vehículos usan sistemas de freno mecánicos e hidráulicos.

Figura 2.

Esquema de clasificación del sistema de frenos de competición

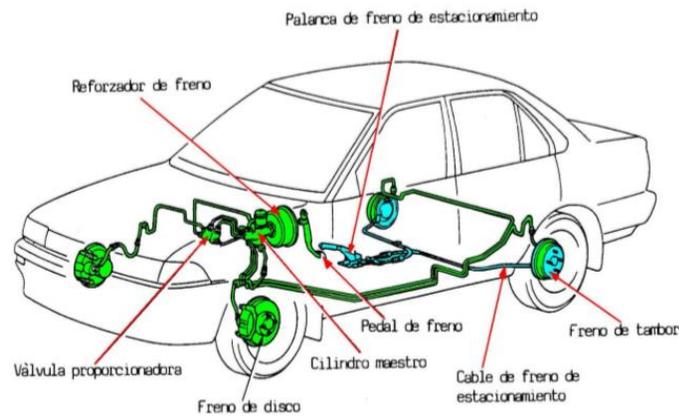


2.4. Equipo de Frenos

La mayoría de automóviles están conformados por un sistema de frenos de servicio y estacionario, independientemente del tipo de vehículo el freno de estacionamiento es accionado por una palanca de mano mientras que los frenos de servicio por un pedal.

Figura 3.

Sistema de frenos de servicio y estacionamiento



Nota. Componentes principales del sistema de frenos delanteros y traseros. Tomado de (Perugachi Falconí & Moromenacho Vega, 2010)

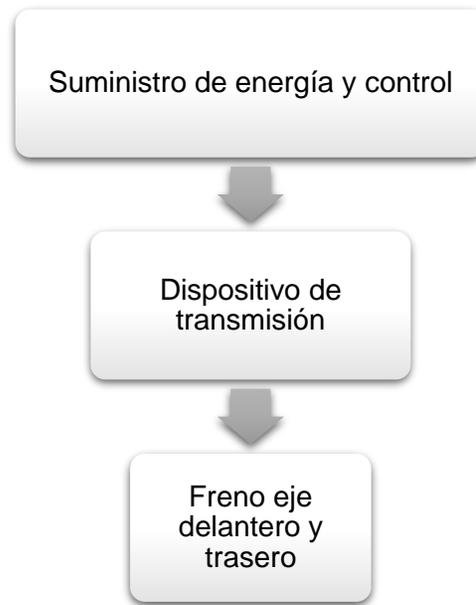
2.4.1. Frenos de Servicio

El freno de servicio permite al conductor controlar la velocidad del vehículo a voluntad en descensos, planadas, pendientes, su accionamiento se da por medio del pedal. El sistema de frenado puede ser de circuito único o de circuito dual.

2.4.1.1. Circuito Único. La transmisión de energía hacia las ruedas se produce por un solo dispositivo de transmisión, que dándose el caso de falla el circuito de freno dejaría de funcionar en todas las ruedas aumentando la inseguridad de los ocupantes del automóvil.

Figura 4.

Sistema de freno de circuito único

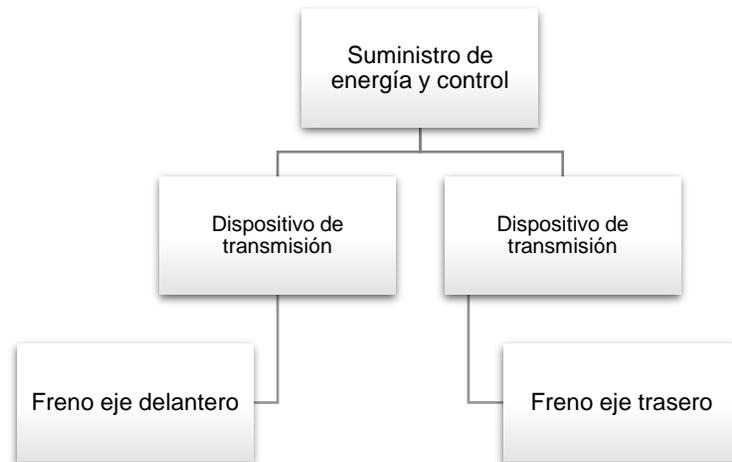


Nota. El gráfico de flujo de trabajo de la figura 4 demuestra el proceso de activación de un sistema de frenos, en la cual existe un suministro de energía proporcionado por el conductor al pisar el pedal de freno y como esta es transmitida hacia las ruedas por medio de una sola bomba de freno para detener el vehículo. Tomado de (Pablo Luke, Daniel álvez, & Carlos Vera, 2004)

2.4.1.2. Circuito Dual. Circuito de freno más seguro ya que utiliza un dispositivo de transmisión independiente para transmitir la energía hacia las ruedas, presentando mayor seguridad en caso de fallo de alguno de los circuitos de freno delantero y trasero.

Figura 5.

Sistema de freno de circuito dual



Nota. En el organigrama de la figura 5 se detona que los dispositivos de transmisión hacia los frenos delanteros y traseros son independientes para ellos se utilizan elementos de doble cámara como el cilindro maestro Tándem. Tomado de (Pablo Luke, Daniel álvez, & Carlos Vera, 2004)

2.4.2. Frenos de Estacionamiento

Es uno de los sistemas más importantes del vehículo, debe presentar operabilidad aun con el fallo del circuito hidráulico, para su funcionamiento utiliza un sistema mecánico que une el suministro de energía (conductor) y control con el freno de rueda (leva del tambor) por medio de cables entre la palanca de mano y el freno trasero. (Pablo Luke, Daniel álvez, & Carlos Vera, 2004)

Figura 6.

Palanca de freno de mano



Nota. En la figura se puede observar las partes más importantes de la palanca de mano las cuales permiten su anclaje para el estacionamiento del vehículo. Tomado de (*Perugachi Falconí & Moromenacho Vega , 2010*)

En el freno de estacionamiento la palanca de mano es sostenida por un trinquete que acciona o estira una varilla, mediante esta tensión del cable se produce que actúen las palancas de accionamiento de las zapatas. Para que dicha tensión sea repartida por igual hacia las ruedas traseras se utiliza un dispositivo derivador.

2.5. Accionamiento del Sistema de Frenos

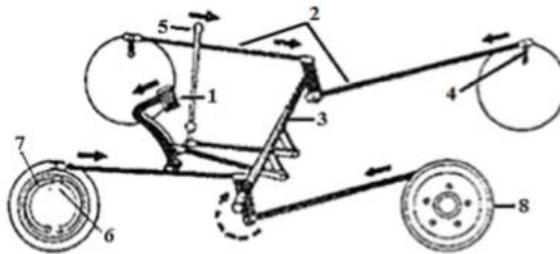
2.5.1. Frenos Mecánicos

Los frenos mecánicos actualmente están en desuso debido a su poca efectividad en condiciones extremas de trabajo, este tipo de freno consiste en un conjunto de palancas, varillas, cables y palanca de giro de leva que accionan las zapatas de las cuatro ruedas del vehículo por medio de expansores. (Velasteguí Carrillo, 2015)

Hoy día es común encontrar este tipo de sistema principalmente en las ruedas traseras de los vehículos esto como freno de estacionamiento debido a su efectividad de anclaje y bloqueo de las ruedas.

Figura 7.

Frenos mecánicos en las cuatro ruedas



Nota. En la figura 7 se muestra la disposición de cómo están conectados los varillajes mecánicos a cada una de las ruedas. Tomado de (Velasteguí Carrillo, 2015)

A continuación, se detallarán los principales elementos que componen en un sistema de freno de estacionamiento.

1. Pedal de mando
2. Varillas de mando de freno
3. Eje transversal
4. Palanca de levas
5. Palanca de freno de mano
6. Leva de accionamiento

7. Zapata

8. Tambor de freno (Velasquí Carrillo, 2015)

2.5.2. Sistema de Frenos Hidráulicos

Su funcionamiento se basa en dos principios de la hidráulica:

1. “Los líquidos son prácticamente incomprensibles es decir que su volumen no disminuye, aunque sea sometida a grandes presiones”. (Estevez Somolinos, y otros, 1984, p. 342)
2. “Cuando un líquido es totalmente encerrado en un recipiente y se le aplica presión en un punto dicha presión es comunicada por igual a toda la masa del líquido”
(Estevez Somolinos, y otros, 1984, p. 342)

Compuesto principalmente por:

1. Suministro de energía (esfuerzo humano)
2. Dispositivo de transmisión (pedal de frenos)
3. Dispositivo de accionamiento (bomba de frenos)

A continuación, se realizará una tabla comparativa entre el sistema de frenos mecánico e hidráulico.

Tabla 1.

Comparación entre los principales sistemas de accionamientos de los frenos

TIPO DE SISTEMA DE FRENO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Sistema de frenos mecánico	<p>Mayor cantidad de respuestas.</p> <p>De fácil reparación.</p> <p>Repuestos de bajo costo.</p> <p>Sistema de sencillo funcionamiento al usar cables y alabes.</p> <p>No utiliza líquidos por lo tanto no es un sistema corrosivo.</p> <p>Sistemas usados como frenos de estacionamiento en vehículos livianos y pesados.</p>	<p>Poca efectividad de funcionamiento en condiciones extremas de trabajo.</p> <p>El conductor debe aplicar mayor fuerza al momento pisar el pedal de los frenos esto por el uso de cables y alabes.</p> <p>Con el uso de este sistema es necesario el uso de las zapatas en las cuatro ruedas, ya que usa una leva de recorrido en cada rueda.</p> <p>Con el aumento de la temperatura el tambor se expande impidiendo un buen contacto con el forro de la zapata.</p>

TIPO DE SISTEMA DE FRENO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
		<p>Cuando existe humedad o grasas en los forros de freno la fricción se ve interrumpida desmejorando su funcionamiento en el freno.</p>
Sistema de frenos hidráulico	<p>Presenta mejor seguridad durante el frenado.</p> <p>No se necesita ejercer grandes cantidades de energía por parte del conductor para que los frenos se activen.</p> <p>La distancia de frenado puede ser controlada de forma precisa evitando así accidentes.</p> <p>Mantenimientos más sencillos de realizar.</p> <p>Sistema de freno de mejor enfriamiento.</p>	<p>Una fuga en sus cañerías desmejoraría el freno.</p> <p>Al usar líquidos de frenos estos pueden ser corrosivos para componentes metálicos o pinturas.</p> <p>Repuestos mucho más costosos que los mecánicos.</p> <p>Para su mantenimiento se requiere de equipo especial.</p>

TIPO DE SISTEMA DE FRENO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
	Los sistemas de freno pueden ser de circuito único o dual sienta el segundo de mayor seguridad en caso de algún fallo.	Si se crean vacíos de aire en el sistema de hidráulico pueden ocasionar molestias en el pedal, así como inconformidad con el frenado.

2.6. Elementos que Componen el Sistema de Frenos

2.6.1. Pedal de Freno

Palanca o dispositivo que acciona el cilindro maestro al aplicar una mínima fuerza por parte del conductor, para retornar de su posición de reposo el pedal de freno utiliza un muelle de tracción ubicado entre el pedal y la carrocería del mismo. Para activar las luces de freno utiliza un conmutador de cierre de circuito ubicado en el mismo pedal. (Centro Zaragoza, 2001)

Tabla 2.

Síntomas de fallo que se presentan cuando se presiona el pedal de freno

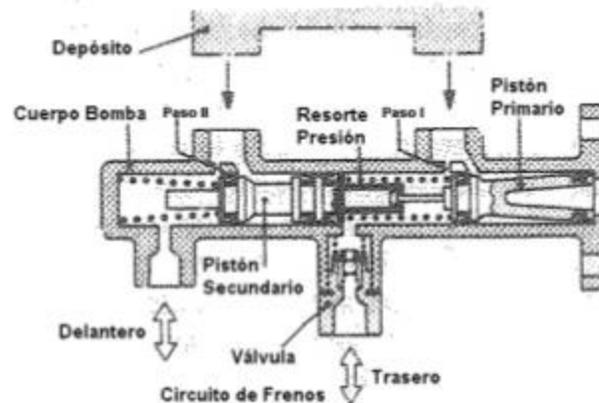
Síntomas	Causas
Carrera excesiva del pedal al accionarlo.	<ul style="list-style-type: none"> - Fugas de fluido por alguno de los elementos que componen el freno. - Nivel de líquido de freno muy bajo.
Pedal esponjoso	<ul style="list-style-type: none"> - Latiguillo o cañerías defectuosas. - Líquido de frenos se ha mezclado con agua. - Problemas en el pistón de las mordazas.
Pedal duro	<ul style="list-style-type: none"> - Cañerías de frenos dobladas u obstruidas. - Pistones de la mordaza pegados. - Problemas en el servofreno hacen que cueste activar el pedal. - Pastillas de freno cristalizadas.

Síntomas	Causas
Una de las ruedas se bloquea	<ul style="list-style-type: none"> - Pastilla o zapata agarrotada. - Cable de freno de mano bloqueado. Cilindro de ruedas defectuosos
Vibración en el pedal	<ul style="list-style-type: none"> - Rodamientos de ruedas desgastados - Discos con alabes - Pastillas o zapatas de frenos desgastadas - Ruedas no equilibradas.

Nota. La pedalera es un indicador que empieza a generar síntomas de falla cuando el sistema de frenos no está en óptimas condiciones de trabajo. En la tabla 2 se detallan algunos de los síntomas más frecuentes que se presentan. Tomado de (*espacio TOYOTA, 2013*)

2.6.2. Cilindro Maestro

Debido a normas de seguridad de construcción cualquier tipo de vehículo debe ser adaptado con un circuito dual para cada freno de servicio. Por esta razón la mayoría de vehículos utilizan un cilindro denominado Tándem el cual suministra igual caudal a cada uno de los circuitos de freno. Por consiguiente, existen una variedad de cilindros maestros que pueden ser usados como bombas para alimentar circuitos hidráulicos.

Figura 8.*Cilindro maestro Tándem*

Nota. La Figura 8 muestra el interior de un cilindro tipo Tándem y como este direcciona el fluido hidráulico por cada uno de sus canales a las ruedas. Tomado de (*Centro Zaragoza, 2001*)

El cilindro maestro está formado por un depósito con líquido ubicado en la parte superior del cilindro tándem comunicado así las cámaras de paso I y II con sus cámaras internas.

Cuando los frenos están en reposo por medio de los resortes, los pistones se desplazan a su lado derecho conectando el circuito hidráulico delantero y trasero con el paso I y II hacia el depósito compensador de doble cámara. Por el contrario, al presionar los frenos el vástago del servofreno empuja los pistones hacia su lado izquierdo cerrando la conexión de paso I y II hacia el depósito, en estas condiciones las cámaras de cada circuito independiente permanecen estancas o herméticamente cerradas que al momento de aplicar un suministro de energía se transmite a los circuitos de freno delantero y trasero. (*Centro Zaragoza, 2001*)

2.6.2.1. Cilindro Maestro Simple. Este tipo de bombas utiliza un solo pistón interior para repartir la presión generada por el conductor hacia los cilindros de rueda, haciendo que este dispositivo sea ineficaz en caso de que alguna fuga llegue a ocurrir ya que impediría el frenado en las cuatro ruedas del vehículo. Comúnmente es usado en la salida de la pedalera para multiplicar la fuerza que ejerce el conductor sobre el pedal de embrague.

Figura 9.

Bomba de embrague



2.6.2.2. Cilindro Maestro con Doble Cámara. Construido con dos émbolos o pistones, que al presionar el pedal de frenos se accionan al mismo tiempo, en este tipo de diseño el líquido hidráulico es enviado por igual al cilindro delantero y trasero de forma independiente. Durante su accionamiento a la presión se mantiene y cuando la acción de frenado termina un muelle de recuperación en el interior del cilindro maestro retorna los émbolos a su posición de partida.

Figura 10.*Cilindro Tándem*

2.6.2.3. Cilindro de Rueda. Son los elementos encargados que reciben la caudal generada por el cilindro maestro, estos a su vez se accionan longitudinalmente para empujar las zapatas contra el tambor de frenos.

2.6.3. Cañerías

La comunicación entre el circuito hidráulico y los cilindros de la rueda es por medio de cañerías metálicas y otras flexibles (latiguillos). Las cañerías son de cobre y acero y por lo general se acoplan a cada salida del cilindro maestro y los latiguillos suelen estar cubiertos en su interior de caucho y por lo general son usados en conexiones de difícil posición por lo general para absorber las diferentes oscilaciones durante la marcha del vehículo.

2.6.4. Líquido de Frenos

El líquido de frenos es un aceite especial utilizado para transmitir la fuerza necesaria para hacer funcionar el sistema de frenos hidráulico, además este presenta características de alta calidad tales como: punto de ebullición para evitar su evaporación por el calentamiento de los cilindros de rueda, capacidad de absorber humedad, mantiene su viscosidad bajo el punto

de congelamiento, no es corrosivo y se conserva sus propiedades durante mucho tiempo.

(Santander, 2010)

Es importante que el líquido de frenos posea una buena tensión superficial para evitar la formación de burbujas cuando existe una depresión en el sistema hidráulico causado por los pistones y resortes del cilindro de ruedas que al estar en constante funcionamiento crean vacíos al momento de que el cilindro maestro cierra las válvulas de paso hacia el depósito del cilindro maestro (Parera, 1993).

Según la norma federal de seguridad FMVSS 116 de EE. UU “los líquidos de freno no nos pueden presentar corrosividad frente a los metales habituales en las instalaciones de frenos en los diferentes aspectos de funcionamiento” (Bosch, 2003, p. 330), por tal razón los fluidos deben presentar características que resistan las diferentes condiciones de funcionamiento del vehículo.

Figura 11.

Clasificación de los líquidos de freno

Clasificación Parámetro	DOT3	DOT4	DOT5		
	Éter de glicol	Éter de glicol	DOT5.1 Éter de glicol	DOT5 SB Silicona	Aceite mineral
Punto de ebullición	205	230	260		
Punto húmedo de ebullición(°C)	140	155	180		
Viscosidad a -40 °C (mm ² /s)	< 1.500	< 1.800	< 900		
Diferencia de colores	De incoloro a colores binarios			lila	verde

Nota. En el gráfico se puede observar algunas de las características más importantes que poseen los líquidos de freno, en las cuales se denota la ebullición que presenta, factor importante para la implementación del líquido de freno ya que de seleccionarse

un fluido incorrecto puede llegar a evaporarse por las elevadas temperaturas de trabajo del vehículo. Tomado de *(Bosch, 2003)*

De acuerdo a la figura 11 a los aceites se los pueden clasificar en aceites que cumplan la norma DOT (department of transportation) DOT3, DOT4, DOT5 y DOT5.1

Tabla 3.

Comparación de los líquidos de freno

LÍQUIDOS DE FRENOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
DOT3	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad en el mercado - Precio de compra bajo - Compatible con líquidos DOT4 y DOT5.1 	<ul style="list-style-type: none"> - Puede ocasionar que deterioro en los retenes de goma naturales de los cilindros - Temperatura de ebullición menor en comparación a otros líquidos - Puede ocasionar corrosión por la humedad que este posee. - Ataca a la pintura si existe alguna fuga

LÍQUIDOS DE FRENOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
DOT4	<ul style="list-style-type: none"> - Compatible con líquidos DOT3 y DOT5.1 - Uso recomendado por los fabricantes de vehículos modernos - Usado en sistemas de freno de alto rendimiento y temperatura al tener menor grado de higroscópico 	<ul style="list-style-type: none"> - Precio de compra mayor al DOT3 - Ataca a la pintura - Ocasiona corrosión en caso de alguna fuga.
DOT5	<ul style="list-style-type: none"> - En caso de producirse alguna fuga la pintura no es corrompida - No absorbe agua, haciéndolo ventajoso en condiciones de humedad - Compatible con los elementos de goma de índole natural o sintética del circuito de freno 	<ul style="list-style-type: none"> - Incompatible con líquidos DOT3 Y DOT4 - Puede ocasionar corrosión en puntos específicos al no absorber humedad - Se debe purgar el sistema periódicamente

LÍQUIDOS DE FRENOS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
		<ul style="list-style-type: none"> - Se debe purgar el sistema periódicamente en caso de crearse vacíos
DOT5.1	<ul style="list-style-type: none"> - Prestaciones similares a un DOT4, pero con cualidades superiores a los demás líquidos de freno - Punto de ebullición mayor al DOT3 y DOT4 en condiciones húmedas y secas - Compatible con elementos de goma sintéticos y naturales 	<ul style="list-style-type: none"> - Ataca a la pintura si existe alguna fuga - Precio de adquisición más costoso que otros líquidos de freno - Su adquisidor se hace en centros especializados de competición

Nota. En la tabla 3 se puede se muestran comparaciones entre los diferentes líquidos de freno usados actualmente en el parque automovilístico. Tomado de (*piedetoro.net, s.f.*)

2.6.5. Depósito de Líquido de Frenos

Generalmente unida al cilindro maestro o bomba por medio de retenes o gomas se encarga de almacenar líquido hidráulico para hacer funcionar el sistema de frenos y en otros

casos es posible observar un depósito independiente. Como todo depósito está dotado de un indicador de nivel de fluido.

Figura 12.

Depósito de líquido de frenos



Nota. Este tipo de depósito de líquido de frenos es acoplado en cilindros maestros simples. Tomado de (Marín Garrido)

2.6.6. Acople en T

Es un dispositivo que consta de una entrada, la cual genera dos canales para la repartición de fluido hacia los dispositivos que frenan el automóvil.

Figura 13.

Acople de una entrada y dos salidas



2.7. Accionamiento de Frenos con Potencia Asistida

Tabla 4.

Tabla de fuerzas aplicadas en el pedal de freno

Fuerza sobre el pedal(kg)	Presion en el circuito con servofreno(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

Nota. En la tabla 4 se puede observar la diferencia de presión con las que trabaja una bomba de freno al ser accionada mediante servofreno y el esfuerzo muscular directo del conductor. Tomado de (*Falasca, s.f.*)

2.7.1. Servofreno

El servofreno permite mejorar el suministro de energía entregado a cada uno de los frenos de rueda, ya que la presión ejercida por el conductor no es suficiente debido a que se encuentra limitada tal y como se puede observar en la tabla 4.

En la tabla se puede observar que gracias al servofreno la presión hidráulica aumenta considerablemente al aplicar una fuerza sobre el pedal.

2.8. Accionamiento de Frenos sin Potencia Asistida

La presión hidráulica generada por pisar el pedal de freno es transmitida directamente al cilindro maestro, la presión obliga al líquido circular hacia el cilindro o pinzas de la rueda.

Estos sistemas se los puede encontrar en vehículos aproximadamente posteriores a los años 1981, al no usar servofreno la fuerza que el conductor aplica al pedal de frenos debe aumentar para tener un frenado eficiente.

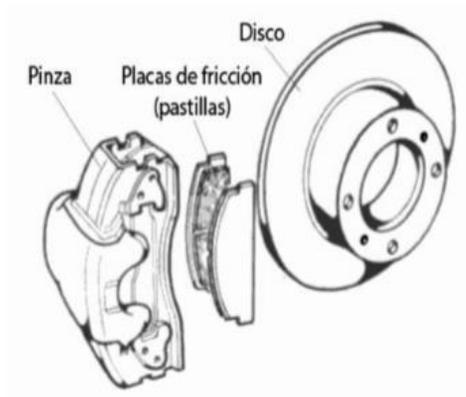
2.9. Tipos de Freno de Rueda

2.9.1. Frenos de Disco

El freno consiste en un disco metálico, una mordaza y un par pastilla que ejercen presión en ambas caras del disco generando fricción para que este llegue a detenerse. Este tipo de freno presenta una mayor ventaja contra los frenos de tambor ya que estos al estar expuestos a la intemperie poseen un enfriamiento más rápido y en caso que el disco se caliente y dilate estos se expanden haciéndolos más gruesos aumentando la presión contra las pastillas. (Santander, 2010)

Figura 14.

Partes del freno de disco

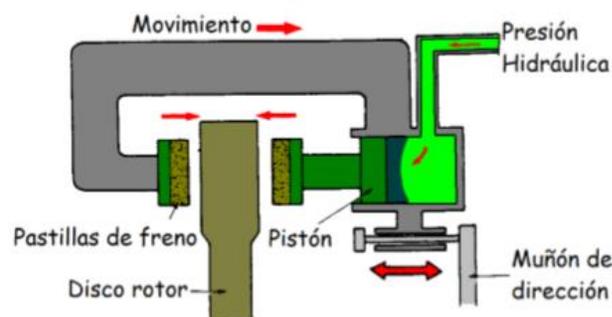


Nota. La figura 14 expone el despiece de un sistema de freno de disco. Tomado de (Andrade Guerrero & Potosí Potosí)

2.9.1.1. Frenos Sin Aplicar. Cuando los frenos de disco no están aplicados el pistón de la mordaza se contraen y las pastillas no tiene contacto con el disco. En este estado la presión hidráulica aplicada a las mordazas se mantiene sin cambios.

Figura 15.

Frenos de disco en reposo

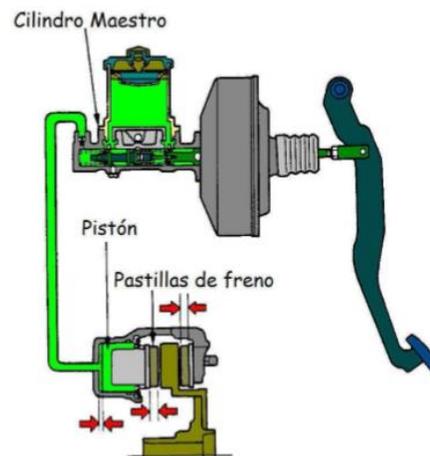


Nota. En la representación gráfica se puede observar el momento en que las pastillas se encuentran despegadas del disco por ende el caliper no ejerce presión, por lo tanto,

el líquido de freno en las cañerías permanece estancado. Tomado de (*Perugachi Falconí & Moromenacho Vega , 2010*)

Figura 16.

Frenos de disco aplicados



Nota. La figura se encuentra con sistema de freno asistido por servofreno en la cual el caliper ejerce presión de tal forma que el embolo situado en su interior recorran las pastillas contra el disco, en este momento el conductor presiono el pedal de freno.

Tomado de (*Perugachi Falconí & Moromenacho Vega , 2010*)

En este estado la presión hidráulica generada por el cilindro maestro hace que el pistón de la mordaza corrediza presione las pastillas contra el disco de tal manera que el movimiento rotatorio se detenga. Al usar una mordaza la fuerza hidráulica es repartida por igual al pistón esto debido a que la mordaza posee orificios y cañerías de conexión entre si tal y como se puede observar en la figura 16. (Santander, 2010)

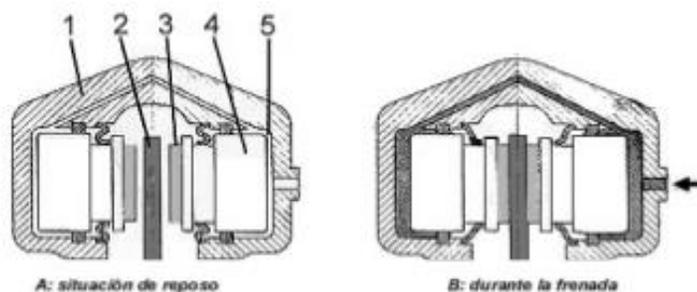
2.9.1.2. Pinzas de Freno. Las pinzas son dispositivos que están sometidos en constantes esfuerzos de vibraciones, aumentos de temperatura, durante la frenada. En su

cuerpo está compuesto por cañerías de líquido y cilindros o émbolos que empujan las pastillas de fricción contra el disco además de soparlas.

2.9.1.2.1. Pinzas de Cuerpo Fijo. Cuando es un freno de cuerpo fijo el freno está montado en el soporte de la rueda esto quiere decir que esta fija al cuerpo portante del eje. En este caso los cilindros del freno están opuestos entre si siendo los cilindros los que accionen los émbolos que a su vez accionan las pastillas de freno al mismo tiempo ya que ambos cilindros están unidos por un mismo circuito hidráulico.

Figura 17.

Pinzas de cuerpo fijo en reposos y frenada



Nota. En la figura se muestra el canal de conexión entre los dos cuerpos de la pinza para que el fluido sea repartido por igual. Tomado de (*Centro Zaragoza, 2001*)

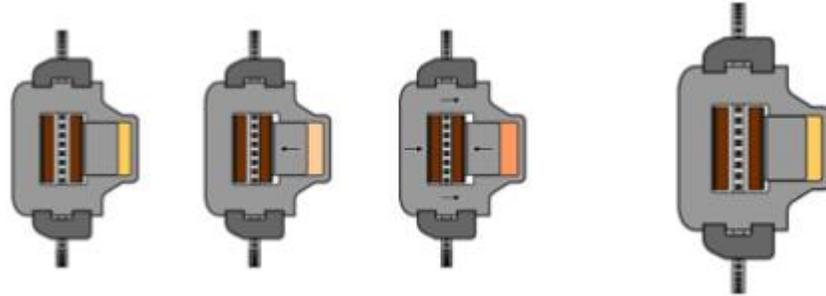
Durante el sece del freno mediante los anillos elásticos de estanquidad que se habían deformado vuelven a su posición haciendo retroceder el embolo. (Estevez Somolinos, y otros, 1984)

2.9.1.2.2. Pinzas de Cuerpo Flotante. Los frenos de pinza cuerpo flotante utilizan un cilindro único para accionar el embolo y a su vez las pastillas de frenos. Su funcionamiento radica que al presionar el cilindro contra el disco produce una reacción que hace a la pinza

flotante se acerque al disco haciendo que la pastilla de freno entre en contacto con el disco produciéndose el frenado. (Kashima University, s.f.)

Figura 18.

Accionamiento de las mordazas de freno de cuerpo flotante

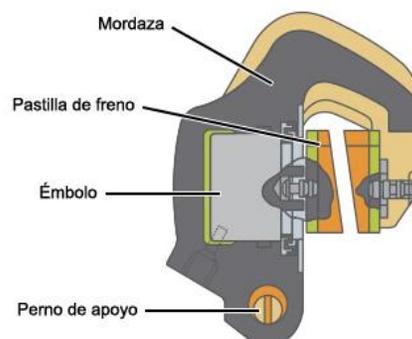


Nota. En la figura 18 se muestra la acción y reacción que tiene la pinza flotante al momento en que se activa el freno. Tomado de (Kashima University, s.f.)

2.9.1.2.3. Pinzas Oscilantes. Cuando tenemos pinzas oscilantes al aplicar el freno se ejerce una fuerza igual y opuesta a la del pistón de la mordaza haciendo que la pinza tenga que desplazarse en un pequeño giro alrededor del tornillo de apoyo. (Centro Zaragoza, 2001)

Figura 19.

Accionamiento de la mordaza de pinzas oscilantes



Nota. En pinzas oscilantes como se puede observar en la figura 19 las pastillas tienen una forma singular ya que la forma de accionamiento es un tanto diagonal. Tomado de *(Kashima University, s.f.)*

2.9.1.3. Pastillas de Freno. Son pastillas remachadas en una base de metal. Estas actúan sobre la superficie del disco de freno por medio de un pisotón ubicado en la mordaza o pinza de frenos.

Las balatas de la pastilla están fabricadas en compuesto orgánicos e inorgánicos generalmente en fibras metálicas sintetizadas y libres de asbesto, es por esta razón que soportan altas temperaturas. Cabe resaltar que las pastillas pueden cambiar de material de fabricación para mejorar su trabajo. (Santander, 2010)

Características:

- Comprensión en trabajos demandantes de frío y calor
- Absorción de vibraciones e irregularidades en cada una de las superficies de contacto
- Coeficiente de fricción adecuado al cambio de temperaturas
- Resistencia al desgaste

Las pastillas deberán ser reemplazadas cuando las balatas estén desgastadas o cuando el vehículo presente ruidos provocados por el contacto de la superficie metálica de la pastilla con el disco. Por lo general se hace una revisión de las pastillas a los 20000 km además el coeficiente de rozamiento no debe variar entre 0.35 y 0.45. (Cáraces Gavilanez & Ruiz Solórzano, 2015).

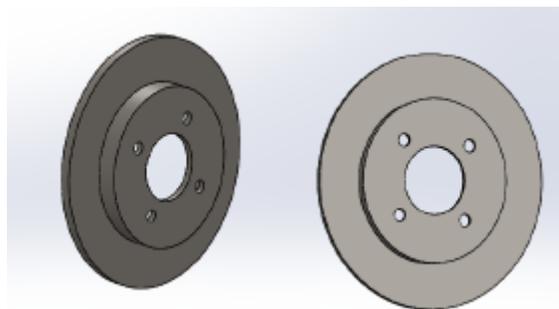
2.9.1.4. Tipos de Freno de Disco. Los frenos de disco como de tambor están hechos por lo general de fundición gris o acero con una cavidad central, en comparación al tambor del freno, el freno de disco soporta mayor presión de apriete por ende su desgaste es superior por las grandes cantidades de calor que se generan por la fricción.

En vehículos de competición los discos de freno han sufrido una gran transformación haciendo posible encontrar discos de frenos perforados, En otros casos se ha modificado el material de fabricación del disco esto para reducir el peso del vehículo. “Se han fabricado discos de ventilación interior con base de fibras de carbono y en ultimas estancias ha sido posible hacer combinaciones con materiales cerámicos, esto proporcionando grandes ventajas tales como la reducción del uso del combustible”. (*sistema de frenos convencionales y electrónicos p: 61*)

2.9.1.4.1. Discos Macizos. Son aquellos discos de superficie lisa que no poseen entradas de ventilación por aire almacenando así calor y suciedad que cristalizan las pastillas de freno. Una de sus principales ventajas radica en su bajo precio de obtención y sencillez de construcción.

Figura 20.

Discos macizos con su superficie plana



Nota. En la figura se puede observar que el disco no presenta ninguna de entrada de aire en la superficie y lateral. Tomado de (Cáraces Gavilanez & Ruiz Solórzano, 2015)

2.9.1.4.2. Discos Ventilados. Caracterizado por su diseño, posee alabes en los laterales del disco que facilitan la salida rápida del calor generado por la fricción entre las pastillas y su superficie. Son los discos más usados en el mercado en cuanto a calidad y precio.

Figura 21.

Visualización de las entradas de aire en los laterales del disco de freno



Nota. El lateral del disco está dispuesto de entradas que facilitan el enfriamiento. Tomado de (Pozo Castillo & Quingla Garrido, 2010)

2.9.1.4.3. Discos Perforados. Los frenos perforados aumentan de superficie gracias a las perforaciones circulares ubicadas en toda su superficie esto presenta grandes ventajas ya que enfría en si el disco además de las pastillas. (Cáraces Gavilanez & Ruiz Solórzano, 2015)

Figura 22.

Disco de freno en perforado la superficie



Nota. En la figura se denota las perforaciones en la superficie del disco. Tomado de (Pozo Castillo & Quingla Garrido, 2010)

2.9.1.4.4. Discos Estriados. Están clasificados en la rama de los discos perforados ya que los estriados están diseñados para evacuar el calor o enfriar el disco además de limpiar la superficie de la pastilla de cualquier partícula contaminante. Esto presenta una gran ventaja en cuanto a calidad de frenado, pero como desventaja sería el rápido deterioro de las pastillas de freno. (Cáraces Gavilanez & Ruiz Solórzano, 2015)

2.9.1.4.5. Discos Mixtos. Este tipo de disco combinan la mayoría de modificaciones realizadas a su superficie tales como estriado, perforado, ventilados, mejorando su enfriamiento y adaptando equilibrio entre todas sus características

2.9.1.4.6. Discos de Cerámica. Los discos están fabricados en compuestos de carbono con una base de cerámica que ayudan a mejorar la capacidad y resistencia a altas temperaturas. En la actualidad son usados en vehículos de competición y vehículos de altas prestaciones, además las pastillas que utiliza este disco deben ser de carbono y como gran ventaja de estos equipos es la reducción de peso, su alta capacidad de frenado en condiciones

de alta temperatura además de evitar grietas y roturas por la fricción siendo su única desventaja su alto precio. (Cáraces Gavilanez & Ruiz Solórzano, 2015)

Figura 23.

Visualización grafica de un disco de cerámica



Nota. El disco de cerámica como se puede observar en la figura está compuesto entradas de aire similares a las del discos perforados y estriados. Tomado de (Cáraces Gavilanez & Ruiz Solórzano, 2015)

2.9.2. Frenos de Tambor

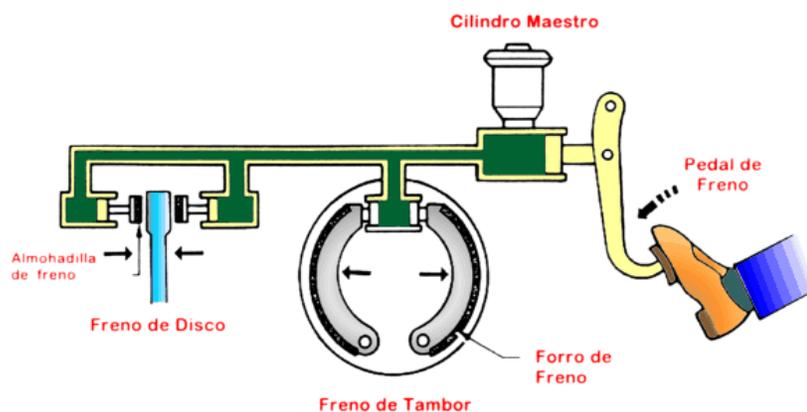
También conocidos como frenos de banda y frenos de expansión es un sistema construido con una superficie robusta para soportar los grandes esfuerzos de trabajo y así evitar el sobrecalentamiento y que este llegue a deformarse.

Este freno consiste en un mecanismo de tambor fijo cuyo interior está constituido por unas zapatas semicirculares que al presionarlas crean rozamiento entre las paredes internas del tambor generando una estanquidad que se contrapone al movimiento de la rueda, estas zapatas están montadas sobre un plato que se encuentra anclado al eje trasero. (Santander, 2010)

2.9.2.1. Frenos Aplicados. Al momento de presionar el pedal de freno, la presión hidráulica del circuito aumenta gracias al cilindro maestro y continuamente se dirige a cada uno de los cilindros de rueda haciendo que estos empujen las zapatas contra el interior de las paredes del tambor tal y como se puede observar en la figura 24.

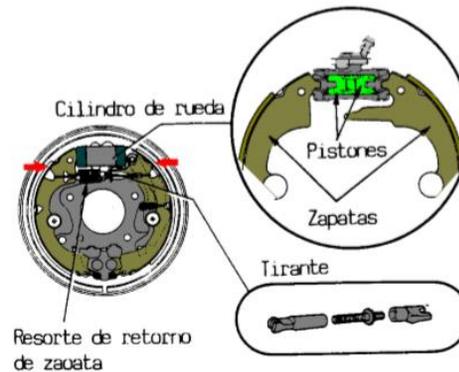
Figura 24.

Circuito interno del sistema de tambor



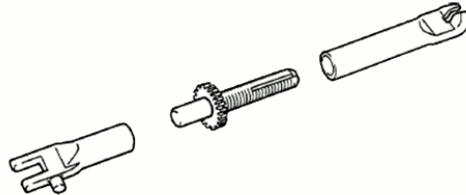
Nota. La figura representa cómo recorre el líquido de freno hasta llegar a sus componentes actuadores. Tomado de (*Amante, 2013*)

2.9.2.2. Frenos sin Aplicar. En este caso los cilindros de rueda se encuentran presionados de tal forma que las zapatas se encuentren contraídas esto por medio de un muelle de retorno.

Figura 25.*Zapatas de freno en reposos*

Nota. En la figura se representa los componentes que actúan al momento de frenar con el tambor. Tomado de (*Perugachi Falconí & Moromenacho Vega , 2010*)

Por el uso prolongado de las zapatas las balatas llegan a desgastarse siendo necesario reemplazarlas si su desgaste es excesivo, caso contrario las zapatas están unidas por medio de un anclaje de rosca que permiten acercar la zapata al tambor del freno para mantener la fuerza de frenado del vehículo. (Santander, 2010)

Figura 26.*Anclaje de rosca*

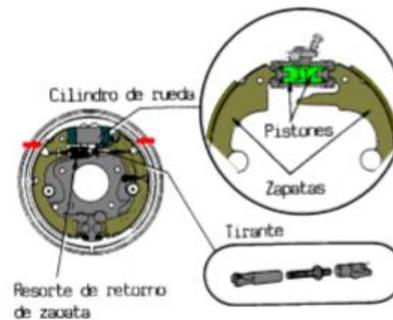
Nota. El anclaje está dispuesto de una rosca que permite el ajuste del freno por ende su regulación cuando los frenos están flojos. Tomado de (*E-auto, s.f.*)

2.9.3. Partes del Freno de Tambor

2.9.3.1. Plato de Anclaje. Elemento atornillado a la carcasa o soporte del eje donde se montan los componentes internos del freno tales como cilindro de rueda, zapatas, anclaje de rosca, anclas de unión.

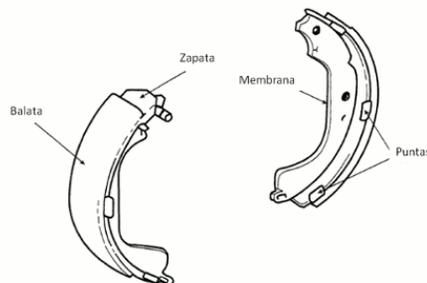
2.9.3.2. Tambor. Es elemento encargado de soportar la fricción ejercida con cuando choca la balata de la zapata contra su superficie, su detención gradual obliga al vehículo a detener su movimiento giratorio.

2.9.3.3. Cilindro de Rueda. Compuesto por un cilindro, tazas de hule, pistones, guardapolvos y resorte expansor. Su función consiste que al estar activados los frenos las tazas de hule dispuestas a cada extremo del cilindro llegan abrirse conjuntamente con el pistón-bota obligando a las zapatas a chochar contra el tambor. (Santander, 2010)

Figura 27.*Funcionamiento del cilindro de rueda*

Nota: Cuando la acción del freno cesa los resortes de retracción contraen las zapatas y la fuerza ejercida por el cilindro de rueda se contrae. Tomado de (*Perugachi Falconí & Moromenacho Vega , 2010*)

2.9.3.4. Zapatas. Conformada por balatas unidas por medio de remaches a una superficie rígida semicircular, sujetas al plato de anclaje por medio de resortes, espigas o chavetas.

Figura 28.*Partes de una zapata de freno*

Nota. En la figura se muestran los puntos de sujeción de las muelles y anclajes de rosca (E-auto, s.f.)

CAPITULO III

3. DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Selección e Implementación del Sistema de Frenos en el Vehículo Buggy

El prototipo en el cual se van a instalar el sistema de frenos es un vehículo biplaza tipo buggy con motor 1600 CC.

A continuación, se realizarán los respectivos análisis para determinar qué tipo de sistema de frenos es el más adecuado tomando en cuenta algunos de los parámetros de la FEDAK, además de varias consideraciones tales como precio, disponibilidad en el mercado, capacidad de frenado de acuerdo al peso del vehículo, seguridad etc.

La norma de la Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo Deportivo (FEDAK) cita textualmente que:

“el número de discos o tambores de freno se limitan a 4 al igual que el número de mordazas. Serán libres el material de las pastillas y los forros de las zapatas. El número de bombas de freno puede ser de máximo 2 una para el circuito delantero y otra para el posterior deberán tener obligatoriamente funcionando el freno de mano” (FEDAK, 2016)

Para la implementación del sistema de freno se tomarán varios parámetros citados anteriormente que corresponden a la normativa FEDAK la cual recomienda usar un circuito hidráulico único o circuito dual para el freno delantero y trasero, esto por motivos de mantener la seguridad del conductor en caso de que alguno de estos sistemas llegue a fallar. A continuación, se realizará una tabla de ponderación o priorización para la correcta selección del sistema de frenos.

3.2. Matriz de Ponderación para la Selección de los Frenos

Tabla 5.

Tabla de valores

Valor	1	2	3	4	5
Ponderación	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Excelente

Nota. Para realizar la matriz de ponderación se han tomado en cuenta las variables de mayor demanda con respecto a la instalación de sistemas de frenos para vehículos de competición con la respectiva ponderación de calificación del uno al cinco, siendo el número cinco como la de mejor calificación.

Tomando en cuenta las siguientes variables se determinará qué sistema de frenos brinda mayores prestaciones con respecto al tipo de mandos de accionamiento, mecanismos de frenado y tipo de fluido de freno utilizado de acuerdo a las ventajas y desventajas previamente investigadas.

Tabla 6.

Matriz para la selección del sistema de accionamiento de los frenos

Frenos	Seguridad (30%)	Precio (10%)	Disponibilidad (20%)	Frenado (30%)	Mantenimiento (10%)	Total
Frenos hidráulicos	5 (30%)	5(10%)	5(20%)	5(30%)	5(10%)	(100%)
Frenos mecánicos	2(12%)	5(10%)	4(16%)	3(18%)	4(8%)	(64%)

Nota. En la tabla 6 se demuestra que los frenos hidráulicos generan un total de 100% de aceptación para la implementación en el prototipo buggy. Siendo factible su instalación ya que variables que mayor importancia tendrán para esta selección son seguridad, precio y disponibilidad en el mercado automovilístico.

Tabla 7.

Matriz de ponderación de los discos de freno

Tipos de freno de disco	Seguridad (30%)	Precio (10%)	Disponibilidad (20%)	Frenado (30%)	Mantenimiento (10%)	Total
Discos sólidos	4(24%)	5(10%)	5(20%)	3(18%)	5(10%)	(82%)
Discos ventilados	5(30%)	4(8%)	4(16%)	4(24%)	4(8%)	(86%)
Discos perforados	4 (24%)	2(4%)	2(8%)	5(30%)	2(4%)	(70%)
Discos estriados	4 (24%)	2(4%)	1(4%)	5(30%)	1(2%)	(64%)
Discos mixtos	4 (24%)	1(2%)	1(4%)	5(30%)	(2%)	(62%)
Discos de cerámica	5(30%)	1(8%)	1(20%)	5(30%)	5(10%)	(98%)

Nota. Se determino que los frenos de disco cerámico presentan mayor grado de confiabilidad, pero las variables precio y disponibilidad hacen que su adquisición sea imposible por ende en este apartado específicamente se optó por escoger un disco de

freno macizo o solido ya que sus prestaciones son más que suficientes para detener el vehículo biplaza tipo buggy.

Para los frenos del eje trasero se ha optado por la instalación de frenos por zapata y tambor.

3.3. Matriz de Ponderación para la Selección Líquido de Frenos

Para la selección del líquido de freno de igual forma se procederá a realizar una matriz de ponderación tomando en cuenta variables que puedan proporcionar seguridad en los componentes del freno que se van usar.

Tabla 8.

Clasificación de los fluidos de freno según la norma DOT

Líquido de frenos	Punto de ebullición (20%)	Precio (10%)	Disponibilidad (10%)	Capacidad de absorber humedad (30%)	Anticorrosivo (30%)	Total
DOT3	2 (8%)	5(10%)	5(10%)	4(24%)	3(18%)	(70%)
DOT4	3(12%)	4(8%)	4(8%)	4(24%)	3(18%)	(76%)
DOT5	4 (16%)	3(6%)	3(6%)	5(30%)	3(18%)	(84%)
DOT5.1	5 (20%)	1(2%)	1(2%)	5(30%)	4(24%)	(88%)

Nota. El vehículo buggy usara aceite de frenos DOT3 ya que las prestaciones están en un 70% y es altamente recomendado por fabricantes para sistemas de freno de alto rendimiento además que su disponibilidad y precio son más que rentables para su adquisición.

Hay que aclarar que no se optó por otro líquido de frenos de mayor puntuación debido a que la bomba de frenos implementada es de un Volkswagen Brasilia, y el uso de aceites superiores a DOT 3 provocan el deterioro en los empaques del pistón.

3.4. Tabla de Especificaciones Volkswagen Brasilia 1600, Aerodinámica y Peso

Volkswagen Brasilia 1600 Dimensiones, aerodinámica y peso	
Tipo de carrocería	Estate
Núm. De puertas	5
Batalla	240 cm
Longitud	401 cm
Anchura	161 cm
Altura	143 cm
Vía lateral	132 cm
Vía trasera	136 cm
Frenos de delanteros	Disco (-mm)
Frenos traseros	Tambor (-mm)
Peso	890 kg
Relación Peso/ potencia	16.5 kg/hp
Tipo de dirección	Endless screw
Suspensión delantera	Torsion bar. Anti-roll bar
Suspensión trasera	Semi-trailing arm. Trailing arm. Anti-roll bar

Nota. En la tabla se logran observar las especificaciones técnicas del vehículo Brasilia del cual se extrajo el sistema de frenos que será instalado en el vehículo buggy.

Tomado de (*UltimateSPECS, s.f.*)

Como se puede observar en la ficha técnica del vehículo del cual se extrajo el sistema de frenos, este está compuesto por un sistema de freno de disco para la vía delantera y frenos de tambor para las vías traseras siendo capaz de frenar vehículos con un peso de 890 Kg. De igual forma otra de sus características consiste en usar un sistema hidráulico simple sin servofreno.

3.5. Diseño del Circuito Hidráulico del Sistema de Frenos

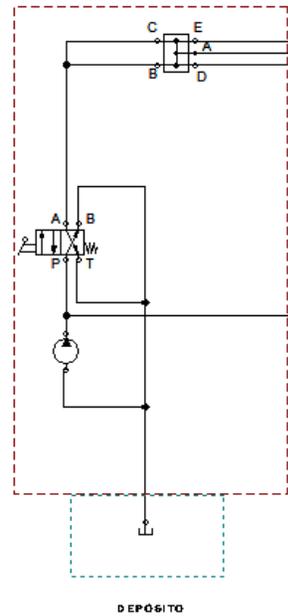
Para el diseño del sistema de frenos se utilizará el software llamada FluidSIM en el cual se diseñará un circuito hidráulico dual con frenos de disco sólido en la parte delantera y frenos de tambor en la parte trasera.

Para la simulación de la pedalera y bomba de freno se usó una válvula 4 vías 2 posiciones (4/2) con retorno por muelle, alimentada por una bomba hidráulica que generara caudal desde el depósito hasta accionar el cilindro de la rueda y pistón de la mordaza.

Figura 29.

Simulación del cilindro maestro tipo Tándem

BOMBA DE FRENO INDEPENDIENTE

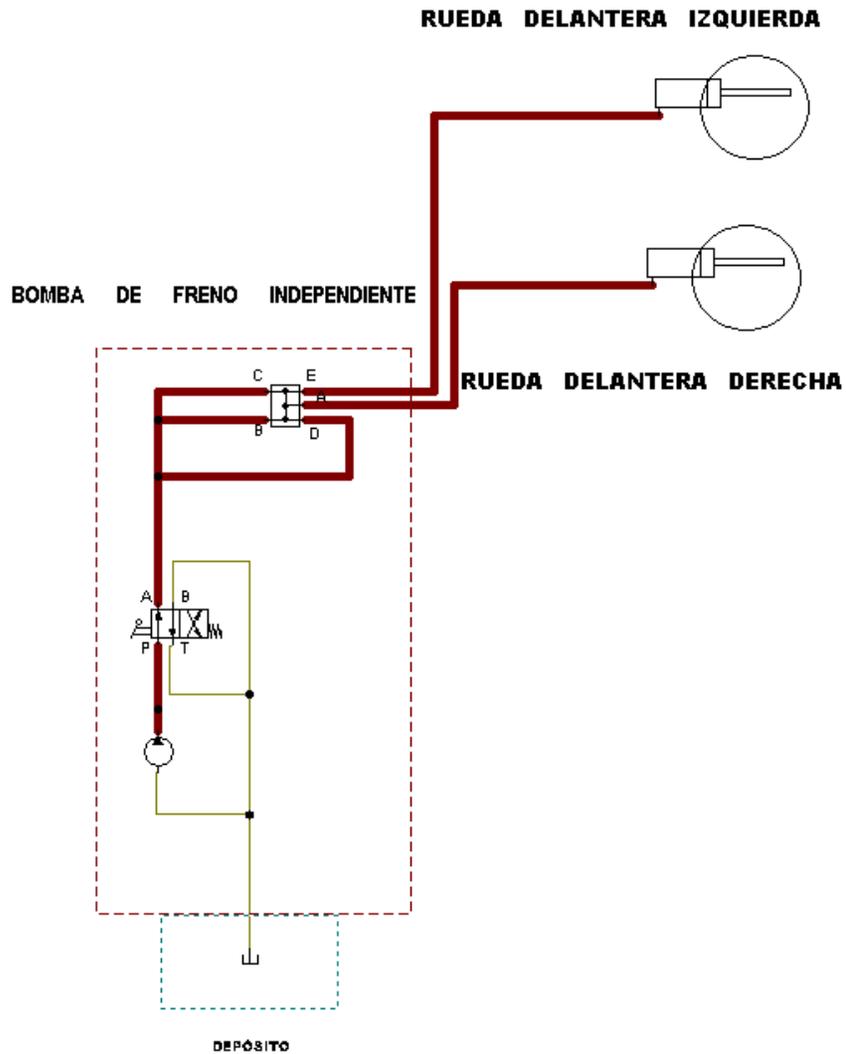


3.5.1. Circuito de Frenos Delantero por Discos Macizos

Al presionar el pedal de freno un vástago se desplaza longitudinalmente haciendo que el líquido hidráulico contenido en una de las cámaras del cilindro maestro sea enviado con presión por dos de los pasos abiertos hacía cada uno de los pistones de la mordaza del freno delantero.

Figura 30.

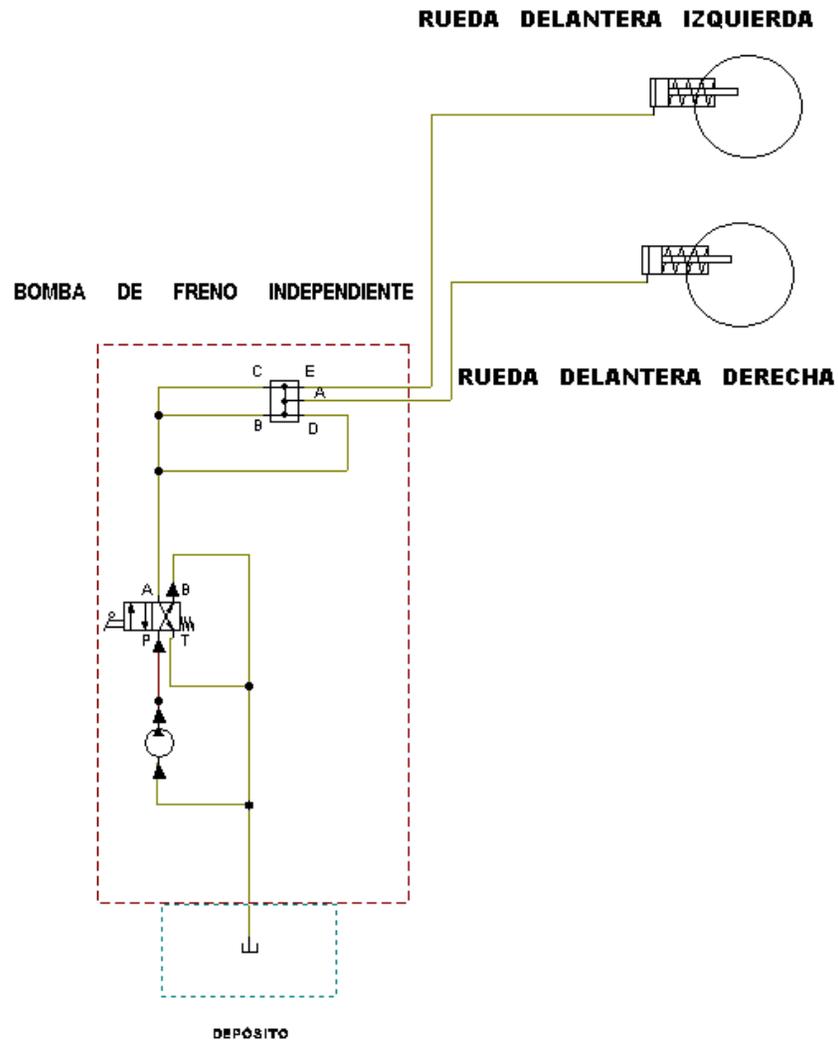
Conexión del cilindro maestro hacia los caliper de las ruedas delanteras



Al dejar de presionar el pedal simulado por la válvula 4/2 el fluido hidráulico retorna por la misma cañería hasta nuevamente llenar el cilindro maestro, permitiendo que el pistón de la mordaza retorne a su posición inicial.

Figura 31.

Circuito de frenos delanteros en posición de reposo



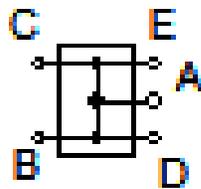
3.5.2. Circuito de Frenos Traseros por Tambor

Para este caso se usó el mismo principio de frenado que el sistema delantero por mordaza con la variante de usar frenos de tambor y zapata.

El cilindro maestro usado al ser independiente posee dos cámaras separadas por medio de empaques de pistón, una de las cámaras está conectada al sistema de frenos trasero, por ende, el funcionamiento es el mismo que el sistema de frenos de disco.

Figura 32.

Configuración de las salidas para el cilindro maestro

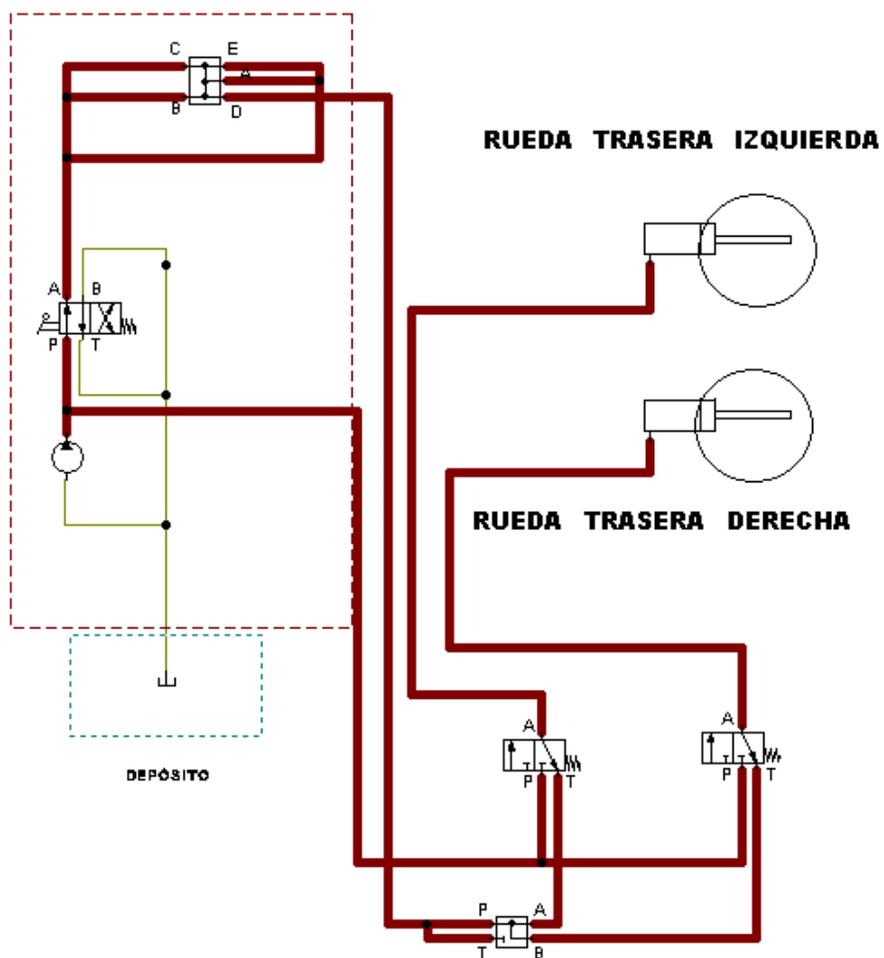


Al presionar el pedal de freno el cilindro maestro envía fluido hidráulico a presión hacia un acople repartidor tipo T que genera un circuito independiente para cada cámara de las bombas de embrague, tomando en cuenta que para esta conexión se usó un circuito hidráulico directo por consiguiente no es necesario que se active una palanca de mano para dejar pasar el fluido hacia cada uno de los cilindros de rueda tal y como se puede observar en la figura 33.

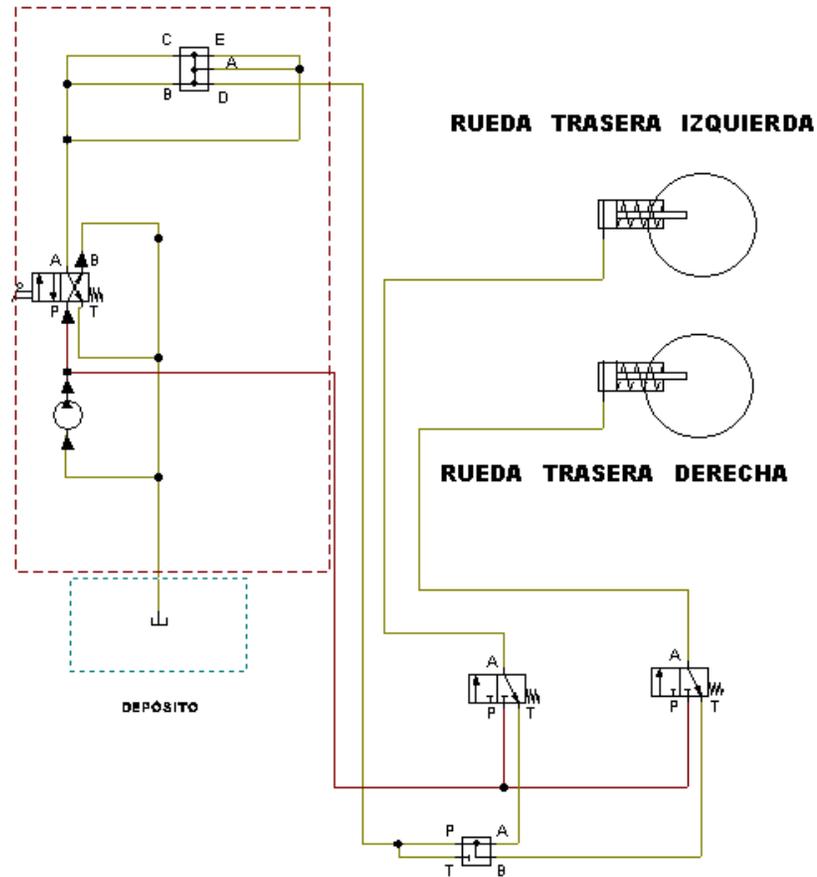
Figura 33.

Conexión del cilindro maestro hacia las ruedas traseras

BOMBA DE FRENO INDEPENDIENTE



Al dejar de presionar el pedal de frenos, el líquido hidráulico retorna por la misma cañería hasta el cilindro tipo Tándem

Figura 34.*Circuito de frenos de tambor en reposo***BOMBA DE FRENO INDEPENDIENTE****3.5.3. Frenos de Mano y Derrape**

El accionamiento de este tipo de frenos es mecánico y se da por medio de una palanca de mano ubicada en el interior de la carrocería del conductor, esta a su vez estira una varilla que ejercen tensión para permitir el accionamiento de las zapatas.

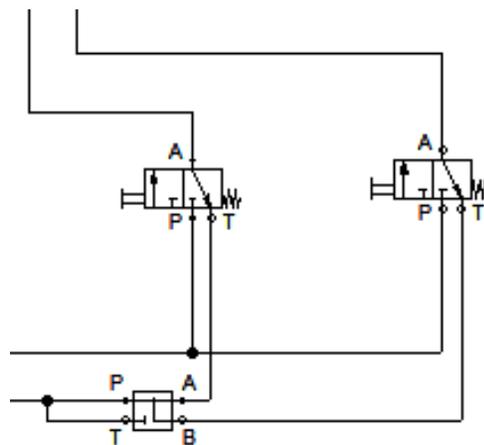
Según el reglamento de la FEDAK es necesario la implementación de un sistema de frenos de mano, para lo cual se optó por el uso de un sistema hidráulico independiente con

doble palanca de mano para cada rueda trasera ya que se trata de un vehículo de competición tipo rally.

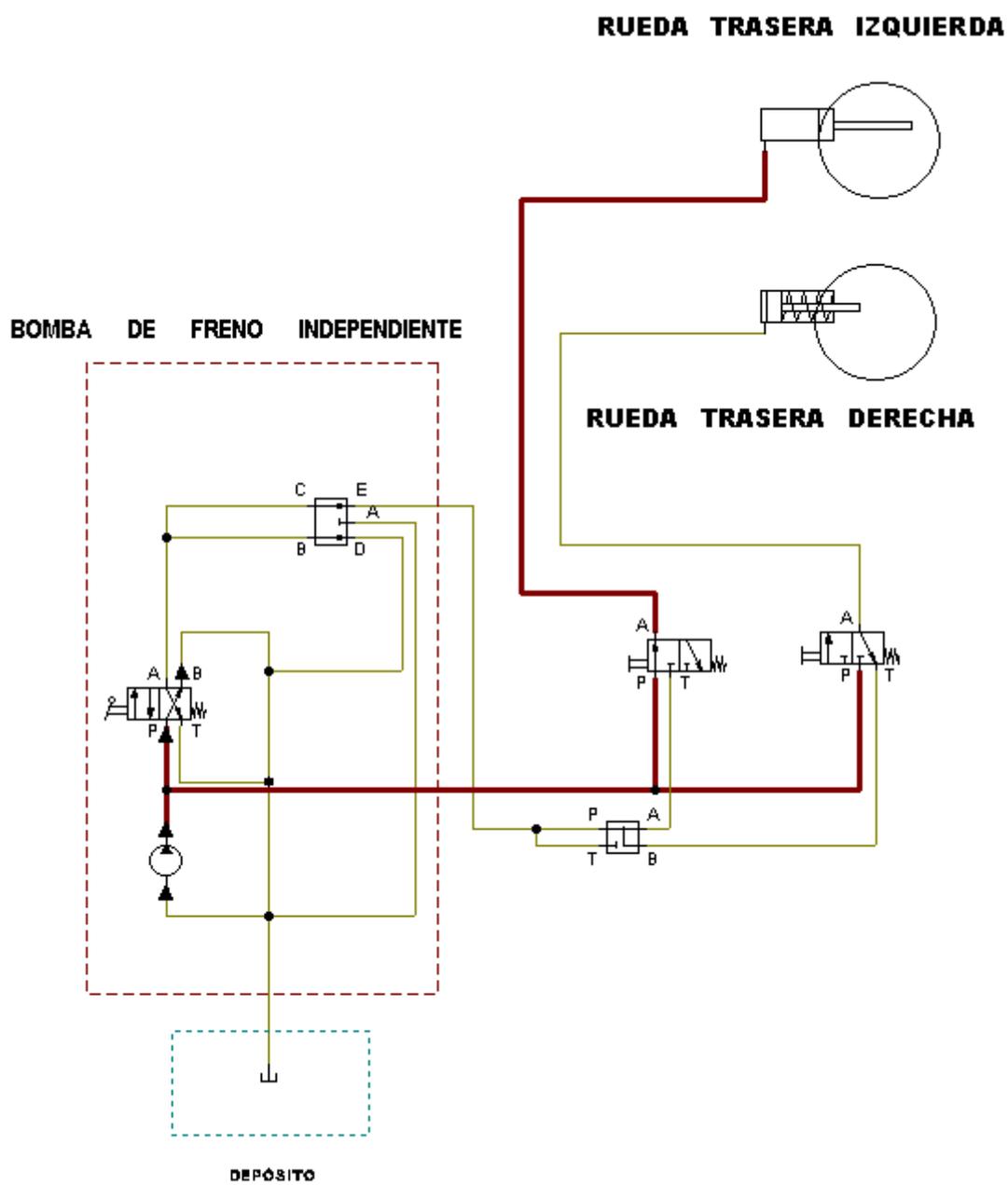
3.5.3.1. Circuito Hidráulico de Freno de Mano. El circuito de freno de mano consiste en un cilindro maestro tipo Tándem que conecta el paso de una sus cámaras hacia una válvula repartidora, esta a su vez divide el caudal para dos bombas de embrague las cuales permiten el paso directo del fluido hacia cada cilindro de rueda del freno trasero.

Figura 35.

Doble palanca de mano con accionamiento hidráulico



Al accionar cualquiera de las válvulas direccionales cuádruples de 2 vías de palanca manual que se muestra en la figura 35 el fluido contenido en las cañerías hidráulicas es direccionado hacia el cilindro de rueda, permitiendo su apertura y por ende el frenado de una de las ruedas.

Figura 36.*Diagrama del circuito hidráulico de mano*

La configuración mostrada en la figura 36 es muy usada en vehículos de competición buggy debido a su rápida acción de freno en curvas, permitiendo al vehículo buggy derrapar en el sentido al que se bloquea la rueda trasera.

3.6. Construcción del Freno de Mano con Doble Palanca de Accionamiento

Para el freno de mano se procedió a diseñar las palancas de accionamiento, así como una base donde serán montadas las bombas de embrague, para ello se procedió a cortar un conjunto de platinas de acero AST A36 siguiendo las dimensiones de la tabla 9 y anexos (palanca de mano) cabe recalcar que las dimensiones dadas no siempre encajaron con el resultado final ya que se modifican de acuerdo a como se van ensamblando.

Figura 37.

Vista en 3D del Freno de mano con doble palanca de accionamiento



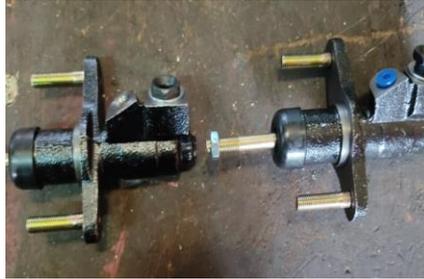
Tabla 9.*Dimensiones usadas para ensamblar la palanca de mano*

Número	Elemento	Dimensiones
4	platinas	145 x 30 mm
1	platina	120 x 74 mm
2	platinas	130 x 30 mm
2	platinas	60 x 25 mm
2	platinas	75 x 26 mm
1	platina tipo L	12 x 7 x 100
1	bulón	23 mm diámetro interior
2	palancas de accionamiento	437 mm de largo aprox.

El sistema de freno de mano consiste en un par de cilindros maestros simples que serán accionados por dos palancas de mano.

Figura 38.

Bombas de embrague



Se corta una platina de acero de 120 x 74 mm para la sujeción de las dos bombas de embrague, además se realizan dos perforaciones circulares de 1 3/8 in (35 mm) y otras cuatro de con una broca 5/16 (8 mm).

Figura 39.

Platina base para el par de bombas de embrague



En las dos platinas de 130 x 30 mm, se perfora una circunferencia con una broca 7/8 y con una prensa hidráulica se dobla el centro de la platina en diagonal.

Figura 40.

Platinas para la sujeción del bulón



Se procede a cortar un bulón que recorra libre por el diámetro dispuesto en las platinas de sujeción diagonales.

Figura 41.

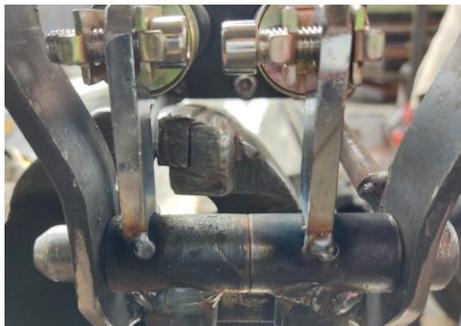
Bulón y pasador para los bocines



Se cortan dos bocines con un diámetro que permita la entrada del bulón, en los mismos bocines se soldaran dos ejes que servirán como palancas de accionamiento del freno, además se procede a instalar las bombas de embrague en la respectiva base y sujetarlas con los pernos sin olvidar que el macho de la bomba de embrague quede alineado con la las platinas de 75 x 26 mm que está por debajo del bocín tal y como se puede observar en la figura 42.

Figura 42.

Alineación de la bomba de embrague con los bocines



Cuando el freno de mano quede ensamblado se procede a soldar una base de sujeción al chasis tubular del buggy, buscando siempre que exista una distancia prudente entre el asiento y la posición del conductor.

Figura 43.

Freno de mano instalado en el chasis tubular



3.7. Construcción de la Base de Sujeción del Cilindro Maestro Tándem

Como el sistema de frenos va ser instalado en un chasis tubular sus componentes obligadamente deben cambiar de posición para ello con la ayuda del software SolidWorks se

procedió a diseñar una base que será instalada en el piso del prototipo buggy de tal forma que la pedalera pueda accionar el cilindro maestro o bomba.

Para la construcción de la base se han seguido las dimensiones de la tabla 10 y anexos (base de la pedalera).

Figura 44.

Vista en 3D de la Base de sujeción al piso de la pedalera

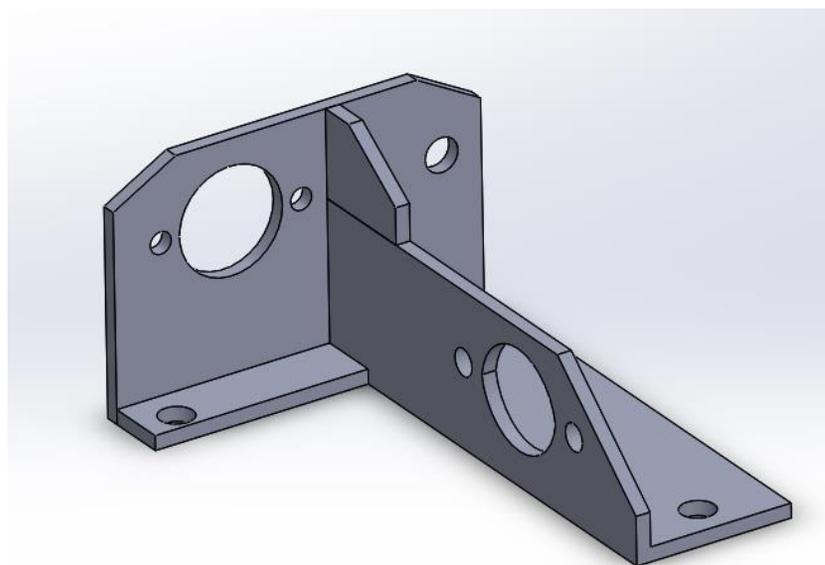


Tabla 10.

Dimensiones usadas para ensamblar la base de la pedalera

Número	Elemento	Dimensión
1	platina acero	157 x 100 mm
1	platina de acero	91 x 25 mm
1	platina de acero L	200 x 66 x 58 mm

Realizar la respectiva inspección visual de la ubicación de la pedalera con respecto al volante y el asiento de la cabina de conducción. Para este prototipo de buggy se optó por la construcción de una base de tal forma que la bomba de frenos quede por encima del chasis tubular.

Figura 45.

Posición del de la pedalera en el vehículo buggy



Se procede a cortar las platinas con las dimensiones previamente mostradas en la tabla 10, además en la platina de ángulo tipo L se procedió a perforar circunferencias con una broca de 1 7/8 in (48 mm) y una broca 7/16 (11 mm) para los pernos de sujeción.

Realizada las perforaciones respectivas hay que centrar la pedalera y sujetarlas con pernos y tuercas.

Figura 46.

Vista de la pedalera montada en la base de platinas



Para la base de la bomba hay que centrar la base de la pedalera de tal forma que el barilla de accionamiento del freno(macho) quede centrada con la bomba además se marcan los puntos de perforación.

Figura 47.

Alineación de la pedalera con respecto a la base de la bomba de freno



Se perfora una circunferencia de diámetro 44 mm (1 $\frac{3}{4}$ in), y con una broca 9/16 para los pernos de sujeción. Una vez perforada la platina se monta la bomba de freno y se ajustan los pernos.

Figura 48.

Vista de la bomba de freno montada en la base de platinas



La base de la pedallera necesita de una platina refuerzo para su sujeción al piso del vehículo buggy. De igual forma se procede a cortar una platina de acero de 91 x 25 mm con una perforación de diámetro 14 mm (9/16).

Figura 49.

Platina de refuerzo



En el eje de accionamiento(macho) se procedió a soldar un bulón de una 1 in para que la pedallera tenga mejor distancia de acción entre el pedal y el pie del conductor.

Figura 50.

Varilla de accionamiento macho



Cuando la bomba de freno y la pedalera queden alineadas se procede a soldar las bases.

Figura 51.

Proceso de soldadura de la base de la bomba de frenos y pedalera

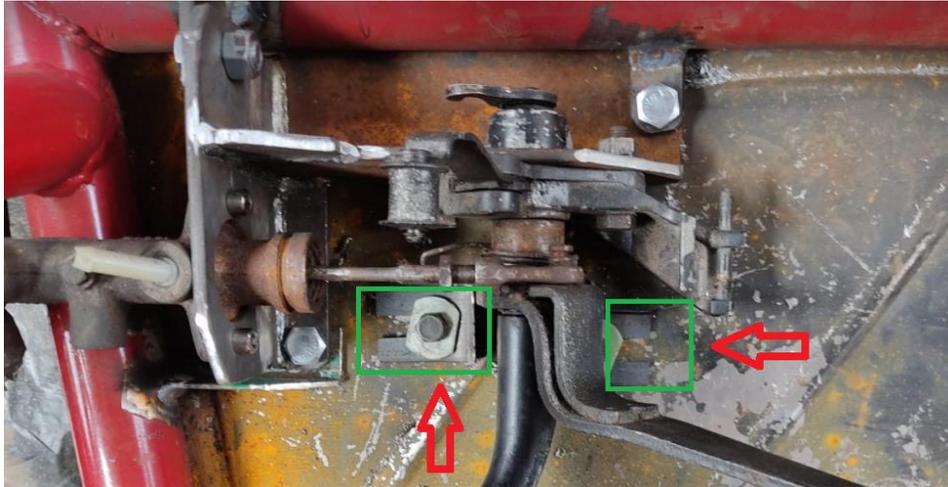


Como se mencionó anteriormente la base quedará configurada de tal forma que el cilindro maestro quede por encima del chasis tubular para ello con ayuda de platinas dispuestas por debajo del piso del buggy se procederá a su ajuste.

De igual forma se cortarán platinas que intervengan en el recorrido del pedal sirviendo como topes tal y como se puede observar la figura 52

Figura 52.

Topes de la pedalera de freno



3.8. Montaje de Latiguillos y Cañerías en el Sistema de Frenos

Con en análisis previamente realizado en la tabla 6, 7 y 8 se optó por utilizar un sistema de frenos con disco sólidos y mordaza para el freno delantero y frenos de tambor para la parte trasera del prototipo buggy. Cabe recalcar que los sistemas usados son las que se usan el vehículo Volkswagen Brasilia, sistema más que eficiente para detener el vehículo.

Tabla 11.*Componentes del sistema de freno***Elementos que conforman el sistema de frenos**

Bomba de freno



Se optó por el uso de un cilindro maestro de circuito independiente para frenos delanteros y traseros tal y como recomienda la Federación Ecuatoriana de Automovilismo y Kartismo Deportivo (FEDAK)

Cañerías



Para la conexión hidráulica de sistema de frenos se usó cañerías solidas de acero además de latiguillos en lugares de difícil conexión.

Disco de freno y mordaza



Se usarán discos macizos, mordazas y pastillas de frenos, además de acuerdo a la respectiva inspección visual necesitarán mantenimientos correctivos

Elementos que conforman el sistema de frenos

Freno de tambor



Se realizará mantenimientos para eliminar el óxido existente en cada uno de los componentes que conforman el sistema de frenos trasero.

Válvula repartidora



Válvula dispuesta en cada salida independiente de la bomba de frenos para la repartición de líquido de frenos a cada cilindro de rueda trasero del prototipo buggy.

Pedalera de accionamiento



Se uso la pedalera del Volkswagen Brasilia con la adaptación de una base hecha de platinas para el correcto anclaje y ubicación de la bomba de frenos.

Elementos que conforman el sistema de frenos

Depósito



Depósito dispuesto de dos cañerías que reparte líquido a cada una de las cámaras del cilindro maestro o bomba de frenos.

Bombas de embrague



Se usarán dos bombas de embrague conectadas por medio de una válvula repartidora a una de las salidas o pasos del cilindro maestro, además estas servirán como un cilindro de paso directo de fluido.

Palanca de mano



El freno de mano consta de dos palancas mecánicas que accionan una bomba de embrague cada una.

Para la conexión del circuito de frenos se usaron cañerías rígidas, así como flexibles y se seguirá el diagrama de la figura 56.

Con la ayuda de una cortadora y dobladora de cañería se procederá a cortar según sea conveniente ya que la disposición entre cada componente del freno es diferente.

Figura 53.

Corte de cañerías solidas



Para realizar la boca de las cañerías con las que serán sujetas los racores se usó un abocardador.

Figura 54.

Abocardador de cañería



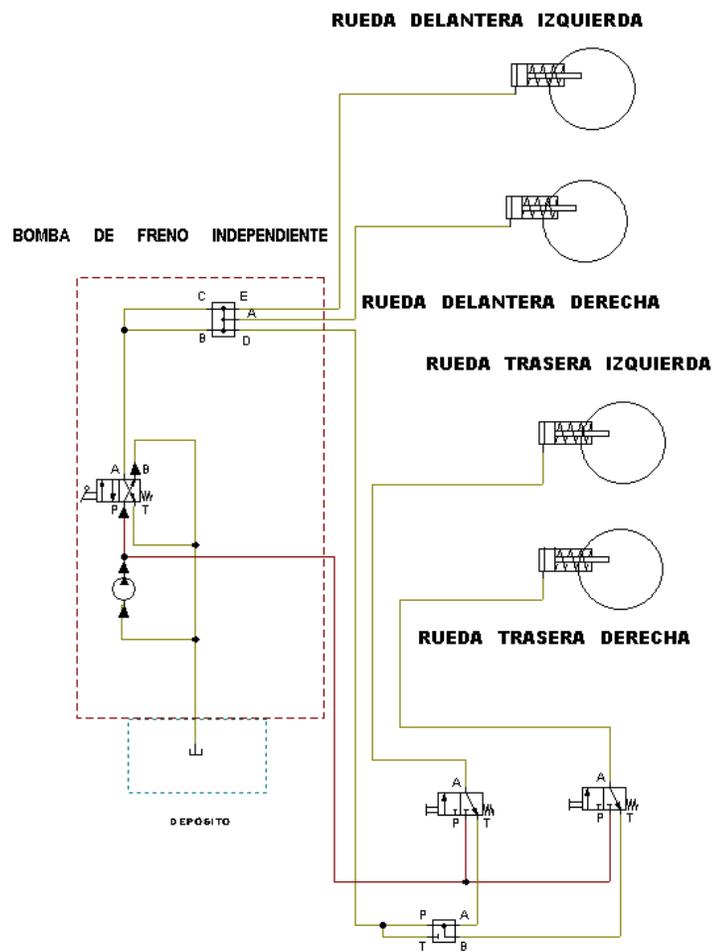
Figura 55.

Cañerías o Latiguillos terminados



Figura 56.

Diagrama hidráulico de frenos que se va implementar en el vehículo buggy.

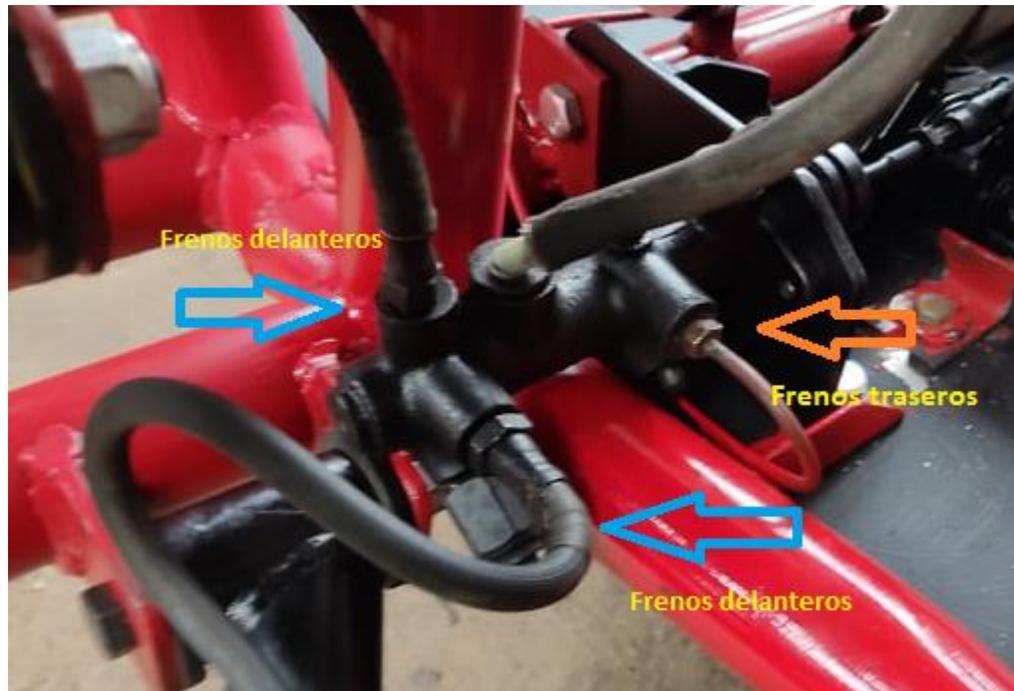


La conexión consiste en dos cañerías flexibles que salen del depósito hacia dos entradas dispuestas en cada cámara del cilindro.

Para alimentar el freno delantero se conectan dos latiguillos entre la mordaza de freno y los pasos generados por una de las cámaras del cilindro maestro tipo Tándem, tal y como se muestra en la figura 53.

Figura 57.

Pasos de fluido generados por la bomba hidráulica



En cuanto a los frenos traseros una cañería solida sale desde uno de los pasos del cilindro tipo tándem hacia un acople tipo T que a su vez generan dos conexiones hacia las bombas de embrague.

Figura 58.

Conexión del acople T con las bombas de embrague



Con cañería solida se conectan cada paso de las dos bombas de freno hacia cada una de las ruedas traseras de tal forma que el caudal generado sea constante.

Figura 59.

Cañería de la rueda trasera



Para sujetar cada cañería se cortaron platinas de formas y tamaños convenientes, según se vaya posicionando al vehículo buggy.

3.9. Limpieza de Discos y Tambor de Frenos

Uno de los primeros pasos para la construcción del vehículo buggy fue acoplar el chasis con el eje delantero y trasero del vehículo por ende el tambor y disco de las cuatro ruedas se encontraban expuestas a la intemperie por ende se generó óxido que será necesario remover para que los frenos no pierdan fricción entre elemento rodante y estático.

Con una llave Allen se procede a retirar el pasador de la tuerca de sujeción del disco y con una pinza de presión pasamos a aflojarla en sentido horario consecuentemente se retiran rodela y demás componentes del disco de freno.

Los discos de freno tienen adherida una capa de óxido en todo el cuerpo, por ende, con una lámina de lija se procede a limar cuidadosamente el disco sin dañar la superficie lisa.

Figura 60.

Disco de freno



Una vez lijados los discos se procede a pasar una capa de spray de frenos sobre todo el cuerpo del disco de frenos para quitar el óxido. Dejar reposar por 15 minutos hasta que el spray surja efecto, en caso de que el óxido persista se debe volver a mandar otra mano de spray de freno.

Para el tambor de freno al igual que el disco de proceder a retirar la tuerza de sujeción con una llave Allen para posteriormente retirar el tambor. De igual forma se lija el interior del tambor y se manda una capa de spray de frenos hasta retirar el óxido.

Los componentes internos del sistema de frenos trasero se encontraban con residuos contaminantes tales como grasas, y polvos por ende se procedió a su respectivo mantenimiento.

Figura 61.

Plato del tambor de freno



Con la ayuda de pinzas se procede a retirar los muelles recuperadores además de los muelles de sujeción de las zapatas.

Se realiza una inspección visual del estado de los componentes internos del tambor de freno tales como estado de los cilindros de rueda, forros de las zapatas, estados de los rodamientos, en caso de que exista algún componente defectuoso se procede a remplazarlos.

Con gasolina y una brocha se procede a lavar el plato del freno hasta retirar cualquier tipo de suciedad

De igual forma con gasolina se lavan muelles, arandelas y rodamientos hasta quitar la suciedad además de engrasar los rodamientos de los frenos una vez secos.

Figura 62.

Engrase de rodamientos



Limpios los componentes del freno se procede a su respectivo montaje teniendo en consideración la posición de las zapatas, cilindro de rueda y muelles de sujeción.

CAPITULO IV

4. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

4.1. Pruebas de Funcionamiento del Sistema de Frenos Implementado

El sistema de frenos que se instaló en el vehículo buggy se le realizaron algunas modificaciones, por ende, es recomendable inspeccionar y corregir fallas que se puedan producir con el vehículo parado y en movimiento.

4.1.1. *Comprobación de Estado de las Pastillas de Freno*

Las pastillas son los elementos que tienden a mayor desgaste por el rozamiento constante a las que están sometidas, una forma de comprobar si se encuentran en mal estado es observando si el disco de freno posee alguna deformación en su superficie. Otro método más eficaz de comprobación consiste en observar el estado del material de carbono, esta no debe llegar a estar al nivel de la base metálica de la pastilla caso contrario se procede al remplazo inmediato de las pastillas de freno defectuosa.

Figura 63.

Pastillas de freno



4.1.2. Comprobación del Sistema de Freno de Tambor

Para la inspección del sistema de frenos trasero se procede a desmontar el tambor, y se observara el grado de desgaste de los diferentes componentes internos.

Se debe verificar que el tambor no tenga rayaduras, así como excesivo desgaste es su superficie.

Los forros de las zapatas no deben presentar rayaduras o algún tipo de suciedad como aceites, el espesor del forro de las zapatas no debe ser inferior a 2 mm.

Figura 64.

Estado de las zapatas



Se debe verificar que los dientes de los elementos de reglaje no posean roturas además se verifica el estado de los muelles.

Se debe inspeccionar que los cilindros de rueda no estén mojados, en caso de estarlos significa que hay fuga y se procede a su remplazo.

Figura 65.*Cilindro de rueda***4.1.3. Purga del Sistema de Frenos**

Para la purga del sistema de freno se va ser uso del líquido de frenos previamente seleccionado DOT 3. El proceso consiste en eliminar el aire atrapado en el circuito hidráulico.

Colocar obstructores de en las cañerías que impidan la circulación de fluido hacia los tambores y mordazas más cercanas a la bomba de freno.

El conductor debe presionar el pedal de freno repetidas veces hasta que este se endurezca y mantenerlo presionado hasta aflojar la tuerca de purga

En el freno más lejano a la bomba con una llave inglesa número 7 se procede aflojar la tuerca de purga ubicada en el plato de los elementos internos del freno de tambor.

Con el pedal de freno presionado y la tuerca de purga abierta el líquido de freno empezara a fluir con burbujas.

Se ajusta la tuerca de purga y se presiona nuevamente el pedal de freno hasta endurecerlo, se debe repite el proceso descrito anteriormente hasta eliminar las burbujas de las cañerías de freno.

Cuando las burbujas cesen cerrar la tuerca de purga y proceder con las demás cañerías de freno.

Se debe recordar no dejar disminuir el líquido de freno por debajo de la marca recomendada por el fabricante en cada purga para ello es indispensable llenarlo constantemente.

El proceso descrito anteriormente debe ser repetido para las cuatro ruedas sin olvidar quitar la obstrucción de la cañería que se va purgar además respetar el orden de purga que para este vehículo fue rueda trasera derecha, rueda trasera izquierda, rueda delantera derecha, rueda delantera izquierda.

Figura 66.

Proceso de purga del sistema de freno



4.1.4. Comprobación del Circuito Hidráulico de Frenos

Como se usó el mismo cilindro maestro que venía por defecto del Volkswagen Brasilia es necesario revisar si esta falla, con el circuito hidráulico de frenos cerrado además la tapa del depósito de líquido de frenos retirado se presiona el pedal de frenos suavemente, luego se lo suelta, dicha acción se repitió consecutivamente, en caso de que exista aumento de fluido en el

depósito significa que los retenes del cilindro tipo Tándem se encuentran defectuosos. Para este caso el cilindro maestro se encontraba funcionando perfectamente.

Figura 67.

Depósito sin variación de nivel de líquido de freno



Con el vehículo detenido se realiza una inspección visual al sistema hidráulico de frenos en busca de fugas de fluido, es recomendable presionar continuamente el pedal de frenos hasta que se endurezca. En caso de que el pedal de frenos se hunda y la bomba previamente examinada se encuentran en perfecto funcionamiento existe fugas en algún otro elemento que componen el sistema de frenos, en ese caso se debe revisar cilindros de rueda, cañerías, acoples etc.

Durante la inspección visual se encontraron fugas en uno de los racores de la cañería para lo cual se procedió a su respectiva corrección, en la cual se pudo costar que existían incorrectos ajustes haciendo que el líquido de frenos escapase del circuito hidráulico.

Figura 68.

Ajuste de racores de latiguillos al freno de mano



Realizada nuevamente la inspección del sistema hidráulico, se determinó que no existían fugas en las cañerías y acoples de los frenos delanteros, por consiguiente, se comprobó el funcionamiento del émbolo interior situado en la mordaza de freno, para ello se pisa el pedal de freno y la pastilla debe chocar con el disco de freno. En caso de que no sucede significa que el pistón se encuentra agarrotado al cilindro por ende se procedería a su respectiva reparación.

Figura 69.

Comprobación de mordazas del freno delantero

**4.2. Pruebas de Carretera**

Antes de comprobar el sistema de frenos es necesario revisar la presión de aire de los neumáticos, así como el desgaste que estas posean ya que influyen directamente en la adherencia al suelo. Por lo anteriormente dicho la presión de las ruedas deben estar alrededor de los 30 PSI (libras por pulgada cuadrada).

En una planada con el vehículo en movimiento es necesario realizar repetidas frenadas bruscas para determinar la eficiencia del freno de servicio, así como la fuerza que el conductor debe aplicar en el pedal para que el vehículo se detenga.

Para ello con el vehículo buggy a una velocidad aproximada de 80 km/h se procede a realizar frenadas consecutivas para determinar si los frenos de servicio son capaces de soportar el peso además de verificar si su enfriamiento es adecuado. Una vez realizada la prueba se verificó que el vehículo freno a una distancia prudente y que los discos no se encontraban cristalizados.

Figura 70.

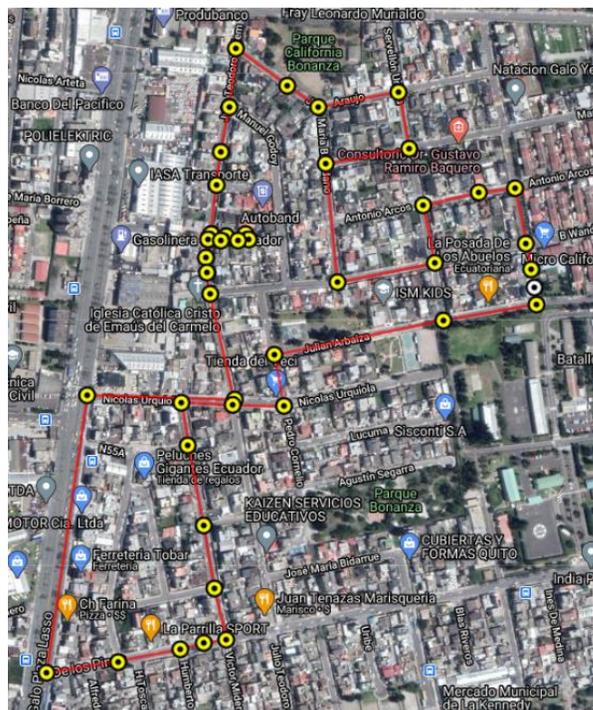
Prueba del comportamiento de los frenos en la carretera



Se realizó una prueba de ruta con el fin de verificar el funcionamiento de los frenos para ello se trazó un recorrido de 3 km a diferentes velocidades siguiendo los puntos de la figura 71.

Figura 71.

Ruta de prueba de funcionamiento



Se debe observar el comportamiento del vehículo buggy, por ejemplo, si durante su recorrido existen tirones, vibraciones al frenar, si la fuerza de frenado es repartida por igual hacia las cuatro ruedas.

Se constato que durante el frenado existían leves chirridos al momento de frenar, pero con el transcurso del movimiento del vehículo los sonidos fueron cesando, esto era producido porque las zapatas y pastillas no se asentaban correctamente.

4.3. Pruebas del Freno de Mano Hidráulico

Como se instalaron frenos con palanca independiente para cada rueda trasera es necesario realizar su revisión para ello con el vehículo en movimiento se procede a halar suavemente una de las palancas y esta debe frenar una de las ruedas.

Tabla 12.

Accionamiento de las ruedas traseras

Accionamiento de	Frena Rueda Trasera
Palanca izquierda	Izquierda
Palanca derecha	Derecha

Una de las pruebas consta en verificar si el objetivo del freno de mano es cumplido, la cual era el derrape para tomar mejor las curvas. Una de las claves para verificar si funciona correctamente seria en calzadas arenosas, para este caso se usó una planada pavimentada siguiendo la misma ruta de la figura 71 dando como resultado un funcionamiento positivo.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El sistema de frenos ha evolucionado en gran medida siendo posible encontrar al día de hoy sistemas con diferentes configuraciones que mejoran en grandes aspectos el rendimiento del freno en general, así mismo los elementos que lo componen pueden ser de mayor gama, pero de menor durabilidad debido a que están fabricados para trabajos específicos como la competición automovilística.
- El peso del vehículo influye en gran medida al momento de seleccionar un sistema de frenos, llevar a cabo una instalación con parámetros que sobre exijan su capacidad producirían que el vehículo no pare a una distancia prudente, así como sobrecalentamiento en los componentes actuadores que detienen el vehículo.
- En vehículos de competición buggy no se deben usar cañerías de cobre debido a que estas tiende a sufrir roturas por los movimientos bruscos generados, ocasionado así que el freno quede inutilizado por la fuga de fluido además cabe recalcar que líquido de frenos es vital para que el sistema de frenos funcione correctamente, por ende, es necesario una buena selección, e implementación tal es el caso que varios componentes necesariamente deben llevar un tipo específico ya que de no hacerlo ocasionan averías como roturas de empaques y por ende caídas de presión en el circuito hidráulico.

- El sistema de freno al ser independiente genera mayor seguridad en caso de que algunos de los componentes usados lleguen a producir fallas, por tal razón la mayoría de fabricantes automovilísticos usan cilindros maestros tipo Tándem por la fiabilidad que genera.

5.2. Recomendaciones

- Usar las herramientas y equipos de seguridad permitentes antes, durante y después de cada trabajo de corte y construcción para evitar accidentes no deseados.
- Antes de probar el vehículo buggy en la carretera inspeccionar el nivel de líquido de freno.
- Como se trata de un vehículo de competición se recomienda realizar mantenimientos periódicos evitando así el deterioro del sistema de frenos.
- Las bombas de freno instaladas como freno de mano tienden a perder presión cuando están enclavadas por demasiado tiempo por ende es recomendable poner el vehículo en primera marcha si se va estar estacionado por tiempos prolongados.
- Revisar constantemente el estado de las zapatas, discos y pastillas ya que al ser un vehículo pensado en la competición tiende a desgastarse con mayor rapidez.
- Evitar usar líquidos de freno mayores a DOT 3 ya que en muchos de los casos la bomba de freno tiende a producir fallos.
- Revisar el estado de los componentes que van ser reusados en el freno con el fin de evitar fallas futuras.

- Antes de realizar cualquier conexión de las cañerías de freno, elaborar un esquema gráfico con el fin de tener un punto de referencia que facilite su unión.
- Realizar una inspección visual de la ubicación en la que estarán sujetas las bases y freno de mano antes de su construcción.
- Durante el accionamiento de las palancas de mano no usar demasiada fuerza durante su activación ya que podría ocasionar que el vehículo buggy no derrape como se desea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Perugachi Falconí , D. C., & Moromenacho Vega , C. R. (2010). Diseño, construcción e implementación de un Sistema Electrónico de Seguridad contra robo aplicado en un Sistema de Frenos de un vehículo liviano marca Chevrolet Aveo 1.4. Recuperado el 05 de Noviembre de 2019 de *(TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO EN MECANICA AUTOMOTRIZ)*. UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR, Quito.

Amante, S. (11 de Marzo de 2013). *Taringa*. Obtenido de Taringa: https://www.taringa.net/+autos_motos/sistema-de-frenos-tipos-clasificacion-detalles_i7t0y

Andrade Guerrero Santiago Miguel, P. P. (2012). *MODIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO A LOS SISTEMAS DE FRENOS, SUSPENSIÓN Y DIRECCIÓN DEL AUTOMÓVIL PEUGEOT 604 EN UN VEHÍCULO TIPO BUGGY*. Recuperado el 05 de Noviembre de 2019 de Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingenieros en la especialidad de mantenimiento automotriz, UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGIA, Ibarra-Ecuador.

Andrade Guerrero, S. M., & Potosí Potosí , M. J. (s.f.). “MODIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO A LOS SISTEMAS DE FRENOS, SUSPENSIÓN Y DIRECCIÓN DEL AUTOMÓVIL PEUGEOT 604 EN UN VEHÍCULO TIPO BUGGY. 2012. Recuperado el 01 de Enero de 2020 de UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA , Ibarra.

ARCOS, E. X. (2017). *IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN Y FRENOS PARA UN AUTO PROTOTIPO DE COMPETENCIAS BAJO REGLAMENTOS DE LA FEDAK*.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL , Recuperado el 09 de Febrero de 2020 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ , QUITO.

Bosch, R. (2003). *Manual de la Técnica del automóvil* (Vol. 4). Alemania. Recuperado el 15 de Febrero de 2020

Cáraces Gavilanez, H. P., & Ruiz Solórzano, R. C. (2015). *REDIMENSIONAMIENTO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE FRENOS POSTERIORES DE DISCO CON FRENO DE MANO HIDRÁULICO PARA UN VEHÍCULO DE RALLY*. Rioba,ba: Recuperado el 20 de Marzo de 2020 de ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Centro Zaragoza. (2001). *CD Interactivo Multimedia sobre Frenos*. Pedrola. Recuperado el 25 de Marzo de 2020

E-auto. (s.f.). *E-auto*. Obtenido de E-auto: Recuperado el 04 de Abril de 2020 de <https://e-auto.com.mx/enuw/index.php/85-boletines-tecnicos/3504-frenos-de-tambor>

espacio TOYOTA. (6 de Marzo de 2013). Obtenido de espacio TOYOTA: Recuperado el 1 de Abril de 2020 de <https://www.motorpasion.com/espaciotoyota/todo-sobre-los-frenos-deteccion-de-problemas>

Estevez Somolinos, S., Castro Vicente, M., Coll Coll, A., Rodríguez Fernández, J., Vidal, R. M., & Villalta Esquius, J. (1984). Recuperado el 5 de Abril de 2020 de *Transmisiones y Bastidor*. Barcelona, España: CEAC,S.A.

Falasca, G. (s.f.). *Academia.Edu*. Obtenido de Academia.Edu: Recuperado el 12 de Abril de 2020 de https://www.academia.edu/7457719/Manual_tecnico_pastillas_freno

FEDAK. (2016). *REGLAMENTO TÉCNICO Y DE SEGURIDAD PARA RALLY CATEGORÍAS*.

Obtenido de REGLAMENTO TÉCNICO Y DE SEGURIDAD PARA RALLY CATEGORÍAS:
Recuperado el 20 de Abril de 2020 de <https://docplayer.es/12400892-Federacion-ecuatoriana-de-automovilismo-y-kartismo-deportivo-fedak.html>

García Galea , R., & Estremera Carrera , V. (2014). ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN DISCO DE FRENO. (*Ingeniero Técnico Industrial Mecánico*. Recuperado el 3 de Mayo de 2020 de ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN, Pamplona.

Guizado Cháves Manuel Mesías, & Perez Pilco, D. P. (2016). *Diseño y construcción del sistema de frenos de un vehículo de competencia formula SAE para la carrera de ingeniería automotriz-ESPOCH*. Recuperado el 11 de Abril de 2020 de Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecanica Escuela de Ingeniería Automotriz, Riobamba.

Kashima University. (s.f.). Obtenido de *Kashima University*:
<http://kashima.campuseina.com/mod/book/view.php?id=7614&chapterid=9447>

Marín Garrido, A. (s.f.). DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE FRENADO PARA UN MONOPLAZA FORMULA STUDENT . Recuperado el 6 de Mayo de 2020 de *GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA* . Universidad Politécnica de Valencia.

Pablo Luke, Daniel álvez, & Carlos Vera. (2004). *Ingeniería del Automovil. Sistemas y Comportamiento Dinámico* . Recuperado el 9 de Mayo de 2020 de Madrid: Thomson Editors Spain.

Parera, A. M. (1993). Recuperado el 16 de Junio de 2020 de *Frenos ABS*. Barcelona: MARCOMBO S.A.

piedetoro.net. (s.f.). Obtenido de *piedetoro.net*:
<https://www.piedetoro.net/web/bricos/perdamoselmiedoalamecanica-Frank67/09%20%20LIQUIDOS%20DE%20FRENOS.pdf>

Pozo Castillo, D. F., & Quingla Garrido, C. A. (2010). *CONDICIONES DE FRENADO DE LOS VEHÍCULOS LIVIANOS QUE CIRCULAN EN LA CIUDAD DE IBARRA*. Ibarra: Recuperado el 18 de Junio de 2020 de UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE.

Santander, J. R. (2010). *Técnico en Mecánica y Electronica Automotriz* (Vol. 2). Recuperado el 27 de Junio de 2020 de (R. P. Guevara, Ed.) Colombia: Diseli.

Simmons and Fletcher, P.C. (2018). Obtenido de Simmons and Fletcher, P.C.: Recuperado el 12 de Julio de 2020 de <https://www.simmonsandfletcher.com/es/truck-accidents/failure-maintain-brakes/>

Treviño Andino, A. E., & Salazar Zúñiga, J. A. (2012). *Estudio para el Diseño y Construcción de un Buggy*. TESIS DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE, UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR , Recuperado el 18 de Julio de 2020 de Facultad de Ingeniería Automotriz , Riobamba, Ecuador.

UltimateSPECS. (s.f.). *UltimateSPECS*. Obtenido de UltimateSPECS: Recuperado el 25 de Julio de 2020 de <https://www.ultimatespecs.com/es/car-specs/Volkswagen/23010/Volkswagen-Brasilia-1600.html>

Velasteguí Carrillo, Á. J. (2015). Los Materiales de Fricción y su Influencia en la Eficiencia de Frenado. Recuperado el 27 de Junio de 2020 de *(Licenciatura en Electromecánica y Administración Automotriz. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO, Quito.*

Velasteguí Carrillo, A. J. (2015). Recuperado el 2 de Agosto de 2020 de *Los Materiales de Friccion y su influencia en la Eficiencia de Frenado. Quito.*

ANEXOS