

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR MARIANO SAMANIEGO

“El Instituto Católico de la Frontera Sur”



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Trabajo de titulación previo a la obtención de título de:

Tecnólogo Mecánico Automotriz

TEMA:

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA DE FRENOS DE AIRE COMPRIMIDO PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR MARIANO SAMANIEGO DE LA CIUDAD DE CARIAMANGA”

AUTORES:

Calle Andrade Jimmy Alexis

Gaona Tillaguango Jefferson Jonathan

Jiménez Jiménez Edwin Manuel

Paccha Tamayo Claudio Efraín

DIRECTOR:

Ing. Luis Esteban Rodríguez Guarderas

CARIAMANGA – ECUADOR

2022

CERTIFICACIÓN

Ing. Luis Esteban Rodríguez Guarderas

Docente del Instituto Superior Tecnológico “Mariano Samaniego”, certifico:

Que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA DE FRENOS DE AIRE COMPRIMIDO PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR MARIANO SAMANIEGO DE LA CIUDAD DE CARIAMANGA”**,

realizado por Calle Andrade Jimmy Alexis, Gaona Tillaguango Jefferson Jonathan, Jiménez Jiménez Edwin Manuel, Paccha Tamayo Claudio Efraín, obteniendo el Proyecto Técnico, el cual cumple con todos los requisitos estipulados por el Instituto Tecnológico Superior “Mariano Samaniego”.

Cariamanga, abril del 2022

Ing. Luis Esteban Rodríguez Guarderas

C.I: 1104522238

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Los estudiantes, Calle Andrade Jimmy Alexis con documento de identificación N° 1105618001, Gaona Tillaguango Jefferson Jonathan con documento de identificación N° 11052565042, Jiménez Jiménez Edwin Manuel con documento de identificación N° 1150684726, Paccha Tamayo Claudio Efraín con documento de identificación N° 1105277550, manifestamos nuestra voluntad y cedemos al Instituto Tecnológico Superior “Mariano Samaniego” la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA DE FRENOS DE AIRE COMPRIMIDO PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR MARIANO SAMANIEGO DE LA CIUDAD DE CARIAMANGA”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Tecnólogo en Mecánica Automotriz*, en el Instituto Tecnológico Superior “Mariano Samaniego”, quedando el Instituto facultado para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca del Instituto.

Cariamanga, abril del 2022

Calle Andrade Jimmy Alexis
CI. 1105618001

Gaona Tillaguango Jefferson Jonathan
CI. 11052565042

Jiménez Jiménez Edwin Manuel
CI. 1150684726

Paccha Tamayo Claudio Efraín
CI. 1105277550

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los estudiantes, Calle Andrade Jimmy Alexis con documento de identificación N° 1105618001, Gaona Tillaguango Jefferson Jonathan con documento de identificación N° 11052565042, Jiménez Jiménez Edwin Manuel con documento de identificación N° 1150684726, Paccha Tamayo Claudio Efraín con documento de identificación N° 1105277550, autores del trabajo de titulación: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MAQUETA DIDÁCTICA DEL SISTEMA DE FRENOS DE AIRE COMPRIMIDO PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR MARIANO SAMANIEGO DE LA CIUDAD DE CARIAMANGA”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico* es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cariamanga, abril del 2021

Calle Andrade Jimmy Alexis
CI. 1105618001

Gaona Tillaguango Jefferson Jonathan
CI. 11052565042

Jiménez Jiménez Edwin Manuel
CI. 1150684726

Paccha Tamayo Claudio Efraín
CI. 1105277550

AGRADECIMIENTO I

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia en especial a mi esposa y a mis hijos que durante todo momento han estado a mi lado motivándome y apoyándome.

Mi profundo agradecimiento a las autoridades del instituto superior Mariano Samaniego por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar mis estudios de tercer nivel. A todos los docentes quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Calle Andrade Jimmy Alexis

DEDICATORIA I

Quiero dedicar este trabajo a Dios por darme la vida a mis amados padres de quienes he aprendido el valor de la responsabilidad, a mi esposa y a mis hijos quienes se han convertido el motor fundamental para cumplir esta meta.

.

Calle Andrade Jimmy Alexis

AGRADECIMIENTO II

Primero quiero agradecer a Dios por haberme otorgado una familia, quienes han creído en mí; a mis padres por enseñarme a superarme, y el valor del sacrificio, a ver más allá del conformismo. Quiero agradecerles por su acompañamiento y motivación en todo momento; este triunfo es de todos ustedes y espero contar con su apoyo incondicional hoy y siempre.

También quiero agradecer a los ingenieros y autoridades por su ardua tarea en la educación de nosotros, gracias por sus conocimientos, consejos y paciencia, por ello me atrevo a decir que ustedes cambiaron mi vida, me enseñaron a soñar, creer y brillar, logrando dejar en mí una huella de humildad y respeto que siempre perdurara.

Gaona Tillaguango Jefferson Jonathan

DEDICATORIA II

Este trabajo está dedicado primeramente a Dios, a mis padres, hermanos y amigos que me han acompañado en este largo trayecto académico, ya que, sin su apoyo hubiera sido imposible lograrlo.

De los cuales aprendido el valor del respeto, humildad y perseverancia que han sido indispensables en esta meta cumplida. Por ello les dedico este trabajo en ofrenda de su paciencia, fe y amor hacia mí.

Gaona Tillaguango Jefferson Jonathan

AGRADECIMIENTO III

A Dios, porque cada día bendice mi vida, y sobre todo porque nunca me ha abandonado en los momentos que más lo he necesitado, siempre me ha dado señales de seguir en pie y adelante para cumplir con mis propósitos de vida.

Gracias a mis padres, por ser los principales promotores ejemplares en mi vida de lucha y dedicación, que con esfuerzo se consigue lo que uno se propone, gracias a ellos que han sido mi motivación para seguir adelante.

A mi hermano Alex Jiménez; que aun estando lejos me han motivado con sus consejos a no decaer fácilmente y a seguir cumpliendo mis sueños.

Jiménez Jiménez Edwin Manuel

DEDICATORIA III

Para la elaboración del presente trabajo de grado, ha requerido de mucho empeño, entusiasmo, esfuerzo y dedicación para la correcta culminación, gracias al interés de cada una de las personas que me supieron orientar durante este proceso es por ello que dedico este trabajo:

A Dios primeramente por permitirme tener vida y salud gracias a su amor infinito y a su bondad, a Él quién ha sido mi motor principal, guiándome por el sendero correcto.

Dedico este trabajo a mis amados padres, por su apoyo y animo que me brinda día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.

Jiménez Jiménez Edwin Manuel

AGRADECIMIENTO IV

Me van a faltar páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, sin embargo, merecen reconocimiento especial mi Madre y mi Padre que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria y me dieron el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

Asimismo, agradezco infinitamente a mis Hermanos que con sus palabras me hacían sentir orgulloso de lo que soy y de lo que les puedo enseñar. Ojalá algún día yo me convierta en se fuerza para que puedan seguir avanzando en su camino.

De igual forma, agradezco a mi Director de Tesis, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo. A los Profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

Paccha Tamayo Claudio Efraín

DEDICATORIA IV

Dedico este trabajo primeramente a Dios, por ser nuestro creador y ayudarme a cumplir esta gran meta de mi vida. Además, de brindarme su protección estuvo para mí en cada segundo, para escuchar mis angustias y llenarme de ánimo y fortaleza,

A mis padres, Efraín y Yolanda por ser pilar fundamental en mi vida, por haberme traído a este mundo, inculcarme buenos valores y darme la mejor educación

A mi hermana, Doris por siempre estar para mí, sabes que este logro también es tuyo

A mi hijo, Anderson quien es mi mayor inspiración para convertirme en profesional, te amo profundamente

A mi abuelita Hilda y a mi tía Dalila, quienes me daban su bendición y buenos deseos al salir de casa a diario.

Paccha Tamayo Claudio Efraín

INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos en lo que respecta a la construcción y diseño de sistemas de seguridad y confort en vehículos automotrices, principalmente el vehículo de transporte pesado es muy significativo en la actualidad. Por esta razón una formación académica acorde a las necesidades actuales permitirá a los estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego tener las capacidades y conocimientos técnicos para desenvolverse óptimamente en el campo laboral.

El sistema de frenos neumáticos es sin duda la clave en la seguridad, dentro del transporte pesado, el cual se utiliza para movilizar un sinnúmero de mercaderías (alimentos, materiales de construcción, textil, etc.), representando así la base de la economía local, de la provincia, y del desarrollo social y económico del país. Actualmente los vehículos de transporte pesado en la provincia de Loja se han incrementado en un 7.8 % en relación a los dos años anteriores, cabe mencionar que por la pandemia del Covid 19 se redujo su venta, según datos presentados en La Feria Profesional de Transporte 2021.

Otro factor a considerar es la geografía de la provincia de Loja en la cual se presentan áreas montañosas que corresponden a más del 60% del total, y al transitar por esta región los vehículos de transporte pesado utilizan con mayor frecuencia su sistema de frenos neumáticos (Loaiza & Rodríguez, 2013).

Los equipos y las herramientas que se encuentran en los talleres del instituto permiten un aprendizaje practico (desarmado y armado de sistemas automotrices), analizar los componentes, funcionamiento de sistemas, fallos y soluciones que estos presentan.

Por este motivo es importante realizar una investigación y a su vez la implementación de una maqueta didáctica del sistema de frenos neumáticos, la misma que será gran importancia para el campo automotriz y académico en nuestra institución, permitirá al futuro tecnólogo automotriz obtener lo conocimientos teóricos y prácticos sobre este sistema acorde con los avances tecnológicos.

Esta investigación consta de tres capítulos los cuales permitirán alcanzar el objetivo planteado. En el primer capítulo se indica de forma las características y aspectos relevantes de cada uno de los componentes de un sistema de frenos neumáticos.

El segundo capítulo se enfoca en el diseño y construcción del circuito neumático, tomando en cuenta la estructura, armado y sujeción de los diferentes componentes.

Al finalizar se presenta el tercer capítulo, el cual hace referencia a la evaluación y mantenimiento de la maqueta didáctica.

RESUMEN

La industria automotriz crece significativamente día tras día en todos sus campos, adoptando mejores tecnologías en los sistemas de funcionamiento del vehículo automóvil y principalmente en los vehículos de transporte pesado es por esta razón que la presente implementación pretende mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje, generando profesionales con alto desempeño teórico, práctico y habilidades competitivas en el campo automotriz.

Dentro del desarrollo de la investigación se reunió información sobre los principales sistemas de freno neumático en vehículos de transporte pesado y semipesado realizando un estudio de todos los componentes que lo integran al sistema y detallando sus mecanismos.

Los principales componentes de un sistema de frenos neumáticos son: Compresor, regulador de presión, filtro, secador, calderines, válvula de drenaje, válvulas (retención, protección, seguridad, parqueo, pedal de freno), interruptor de luz de freno, pulmón de doble y simple acción, manómetro de presión, indicador de presión baja, tensor de ajuste, cañerías, elementos frenantes (zapatas y tambor) los cuales se consideran para la construcción de la maqueta didáctica.

Palabras clave: sistema de freno, freno neumático, presión, válvulas, aire comprimido.

ABSTRACT

The automotive industry grows significantly day after day in all its fields, adopting better technologies in the operating systems of the motor vehicle and mainly in heavy transport vehicles, it is for this reason that the present implementation aims to improve the teaching-learning process, generating professionals with high theoretical and practical performance and competitive skills in the automotive field.

Within the development of the investigation, information was gathered on the main pneumatic brake systems in heavy and semi-heavy transport vehicles, carrying out a study of all the components that make up the system and detailing its mechanisms.

The main components of a pneumatic brake system are: Compressor, pressure regulator, filter, dryer, cylinders, drain valve, valves (retention, protection, safety, parking, brake pedal), brake light switch, lung of double and simple action, pressure gauge, low pressure indicator, adjuster, pipes, braking elements (pads and drum) which are considered for the construction of the didactic model.

Keywords: brake system, pneumatic brake, pressure, valves, compressed air.

INDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN.....	II
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	III
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD.....	IV
AGRADECIMIENTO I.....	V
DEDICATORIA I	VI
AGRADECIMIENTO II	VII
DEDICATORIA II	VIII
AGRADECIMIENTO III.....	IX
DEDICATORIA III.....	X
AGRADECIMIENTO IV.....	XI
DEDICATORIA IV.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XXI
ÍNDICE DE FIGURAS	XXII
TEMA.....	XXII
Descripción	XXII
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	XXII
Planteamiento del problema.....	XXII
Formulación del problema.....	XXIII

OBJETIVOS.....	XXIII
Objetivo general.....	XXIII
Objetivos específicos	XXIII
JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	XXIV
METODOLOGÍA.....	XXV
CAPÍTULO I.....	1
1. MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1. Marco Contextual	1
1.2. Marco Teórico	1
Sistema de frenos neumáticos.....	1
Aire 1	
Aire comprimido.....	2
Frenos neumáticos	2
Frenos de servicio	3
Compresor de aire.....	6
Gobernador del compresor de aire.....	6
Depósitos de almacenamiento	6
Drenajes del tanque de aire.....	6
Válvula de seguridad	6
Pedal de freno	7
Medidor de suministro de presión	7

Advertencia de baja presión de aire	7
Pulmón de aire de doble acción	7
Tensor de ajuste	8
Válvula de estacionamiento	8
Ventajas y desventajas	8
CAPITULO II.....	10
2. Consideraciones para el diseño	10
2.1. Selección del compresor.	10
2.2. Selección de Cañerías.	11
2.3. Estructura.	11
2.4. Distribución de la fuerza de frenado en función de la carga	11
2.5. Diagrama del sistema neumático de frenado	13
2.5.1. Compresor.....	14
2.5.2. Calderines	14
2.5.3. Recamaras de aire o pulmón de frenos	15
2.5.4. Tensor de ajuste	15
2.5.5. Tambor y zapatas.....	16
2.5.6. Válvula del freno	17
2.5.7. Válvulas de control de reparto de frenada y descarga.	17
2.5.8. Manómetro, secador y regulador de presión.....	18
2.5.9. Mangueras de aire o cañería	18

2.5.10. Acoples rápidos.	19
2.5.11. Montaje de los elementos en la estructura.	19
CAPITULO III	21
3. Funcionamiento de la maqueta didáctica de frenos neumáticos.	21
3.1. Instrucciones de operación de la maqueta didáctica.	21
3.2. Gestión de mantenimiento de la maqueta didáctica.	21
3.3. Instrucciones del uso de la maqueta didáctica	24
3.4. Formato de prácticas.	24
CAPITULO IV	26
4. Análisis y conclusiones.	26
4.1. Cronograma de trabajo.	26
4.2. Costos económicos.	27
4.3. Conclusiones	28
4.4. Recomendaciones.	29
4.5. Bibliografía	30
ANEXOS	31
Anexo A.	31
Anexo B.	32
Anexo C.	33
Anexo D.	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	5
Tabla 2.....	8
Tabla 3.....	12
Tabla 4.....	14
Tabla 5.....	16
Tabla 6.....	22
Tabla 7.....	25
Tabla 8.....	26
Tabla 9.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	2
Figura 2	3
Figura 3	4
Figura 4	5
Figura 5	13
Figura 6	14
Figura 7	15
Figura 8	16
Figura 9	17
Figura 10	17
Figura 11	18
Figura 12	18
Figura 13	19
Figura 14	19
Figura 15	20

TEMA

Diseño y construcción de una maqueta didáctica del sistema de frenos de aire comprimido para el Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego de la Ciudad de Cariamanga.

Descripción

Las estadísticas de los vehículos de transporte pesados, en su gran mayoría poseen un sistema de frenos neumáticos, el cual le permite una eficiencia en la utilización del sistema de frenos, considerado como una técnica auxiliar donde permite al conductor ejecutar la fuerza necesaria para la parada del vehículo.

El proceso de esta técnica consiste en generar aire comprimido a altas presiones, el mismo que es transportado por el sistema de cañerías hasta llegar los pulmones del vehículo automotriz y se genera la fuerza suficiente para controlar y detener el carro convirtiendo así al freno neumático en un sistema de protección.

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema

En la ciudad de Cariamanga existe un alto porcentaje de vehículos de transporte pesado, los cuales de forma constante necesitan realizar sus mantenimientos al sistema de frenos neumáticos ya que es principal en lo que respecta a la seguridad, pero por falta de capacitación y actualización de habilidades prácticas del personal que labora en los talleres de mantenimiento particular, estos vehículos tienen que trasladarse a la capital de provincia a realizar los mismos.

El conocimiento práctico y teórico del sistema de frenos neumáticos en los vehículos de transporte pesado, permitirá a los estudiantes mejorar sus habilidades en

este campo desarrollando prácticas y manteamientos. Es por esto la necesidad de implementar en el taller del Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego una maqueta didáctica que permita conocer de forma real este tipo de sistemas y cada uno de los elementos que lo conforman con el fin de mejorar significativamente en el aprendizaje practico.

Formulación del problema

En esta investigación se implementará una maqueta didáctica del sistema de frenos neumáticos con todos sus accesorios y elementos, en la cual nos permitirá responder las siguientes interrogantes:

- ¿Qué diseño de sistema de frenos neumáticos se implementará para el taller de la carrera de Mecánica Automotriz del Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego de la ciudad de Cariamanga?
- ¿Cuál es la fuerza de frenado que el sistema neumático proporcionará al sistema convencional de frenos?
- ¿Cuál será la gestión de manteniendo para la maqueta didáctica del sistema de frenos neumáticos?

OBJETIVOS

Objetivo general

- Diseñar y construir una maqueta didáctica del sistema de frenos de aire comprimido para el Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego de la Ciudad de Cariamanga.

Objetivos específicos

- Reconocer los postulados teóricos de los componentes, funciones y características de un sistema de frenos neumáticos.

- Implementar la maqueta didáctica implementando cada uno de los componentes que conforman un sistema de frenos neumáticos.
- Evaluar funcionalidad de la maqueta del sistema de frenos de aire mediante la medición de presiones y gestión de mantenimiento.

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La innovación dentro de la industria automotriz ha cambiado la historia, generando automotores más seguros y eficientes, incorporando técnicas auxiliares que ayuden al mejoramiento de sus funcionalidades, permitiendo a los usuarios tener mayor seguridad al volante.

Es de vital importancia conocer el funcionamiento de estas técnicas auxiliares que se articulan a la industria del automotor por tal motivo en el Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego, surge la idea de realizar el diseño e implementación una maqueta didáctica del sistema de frenos de aire comprimido donde permita al estudiante de la carrera Mecánica Automotriz desarrollar sus habilidades y generar competencias específicas, analizando el proceso correcto de esta técnica. Porque esta maqueta didáctica se la considera con un prototipo de simulador que se quedará en los talleres del instituto para que futuros estudiantes puedan ejecutar prácticas con un eficiencia y construcción de conocimiento significativo, además permitirá tener seguridad y confianza.

La incorporación de esta maqueta es un nuevo modelo de enseñanza activa donde el estudiante inicia a fortalecer sus capacidades críticas y el razonamiento en los procesos investigativos.

METODOLOGÍA

Este TIC emplea una metodología de tipo descriptiva para la recolección de información donde se copila los datos de revistas científicas utilizando las siguientes palabras claves: frenos, innovación, transporte pesado y aire comprimido, estos datos fueron seleccionados para determinar las características y funcionamiento de los frenos neumáticos para transporte pesado.

También se emplea el tipo inductivo donde se comprobó el correcto funcionamiento de los frenos neumáticos basado en la teoría recopilada, además mediante la observación se analizó los sucesos y las prácticas que se realizaron para el desarrollo de la maqueta.

La población de estudio son los estudiantes de cuarto y quinto ciclo de la carrera de Mecánica Automotriz, las variables que se tomaron en cuenta para el funcionamiento óptimo son: presiones, gestión de mantenimiento y evolución del proceso de enseñanza aprendizaje mediante prácticas.

Los criterios de inclusión fueron, todos los estudiantes matriculados regulares de cuarto y quinto de la carrera Mecánica Automotriz y docentes.

Los criterios de exclusión estudiantes y docentes que no pertenecen al área automotriz.

Para la construcción de la maqueta didáctica se utilizó perfiles de acero para la estructura, métodos de soldadura y sujeción de componentes del sistema. Los componentes principales son: alimentación (presión mayor a 60 PSI), mangueras plásticas de alta resistencia y válvulas (para la distribución de aire comprimido) y elementos frenantes (tambor y zapatas).

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. Marco Contextual

La maqueta del sistema de frenos de aire se diseñará conforme las características propias y normativa SAE y europea vigente para este tipo de sistemas. Se instalará en los talleres del Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego, llegando al cumplimiento de la demanda exigida en el proceso de formación.

1.2. Marco Teórico

Sistema de frenos neumáticos

Según las estadísticas los sistemas de frenos neumáticos son utilizados en su mayoría por transporte pesados tales como camiones o buses por la eficacia en el frenado por que incorporan aire comprimido para la ejecución de sus elementos, este proceso es fácilmente de transportar por las cañerías y posee presión constante en los sitios de consumo y el aire es almacenado en depósitos que controlan el funcionamiento del compresor. Este sistema se aplica a vehículos de 8 a 40 toneladas.

Los frenos neumáticos se los considera como una fuerza opuesta a la trayectoria de los vehículos por tal motivo deben estar en perfectas condiciones en el instante de conducir.

Aire

Es un conjunto de gases tales como: el nitrógeno, oxígeno y los gases nobles, con su estructura de 78% N; 21% O y 1% (dióxido de carbono, argón y una unidad de vapor de agua) (MOTT, 2006) (Bendix Commercial Vehicle Systems LLC , 2004)

Aire comprimido

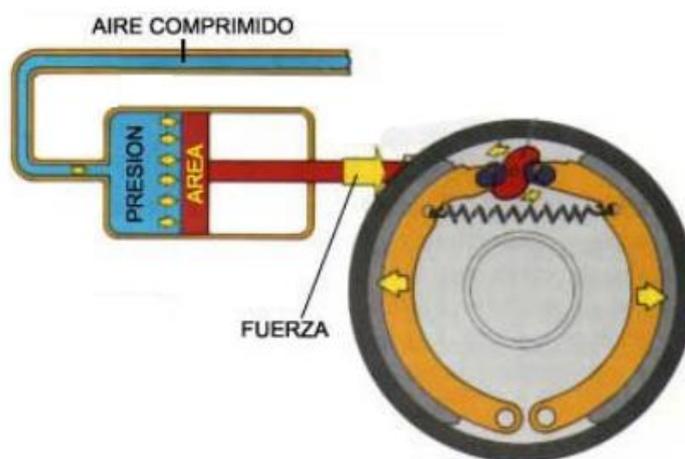
Se define como el abastecimiento de aire que genera un compresor que proporciona una cantidad de aire que tiene una presión específica y se circula por cañerías para realizar el proceso debido, una de las ventajas del aire comprimido es uno de los sistemas con un alto grado de eficaces para los frenos de transporte pesado.

Frenos neumáticos

Este sistema emplea el aire para su control y funcionamiento donde permite que el automotor se detenga de manera adecuada y segura como se puede observar en la figura 1. Para este sistema se debe planificar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para que la operatividad de la gestión sea la correcta. Además, en el anexo A se adjunta el circuito de un sistema de frenos neumáticos de un vehículo de transporte pesado.

Figura 1

Funcionamiento del freno neumático



Nota. Funcionamiento del freno neumático. Tomado de:

Al sistema neumático de frenos se lo conforma por dos sistemas: el freno de servicio se acciona cuando se opera la válvula o el pedal de freno mediante la conducción normal. El segundo es el freno de estacionamiento, el cual es

maniobrado por el conductor, se define como una válvula de empujar que permite el paso o liberación de aire. (Domínguez & Ferrer, 2012)

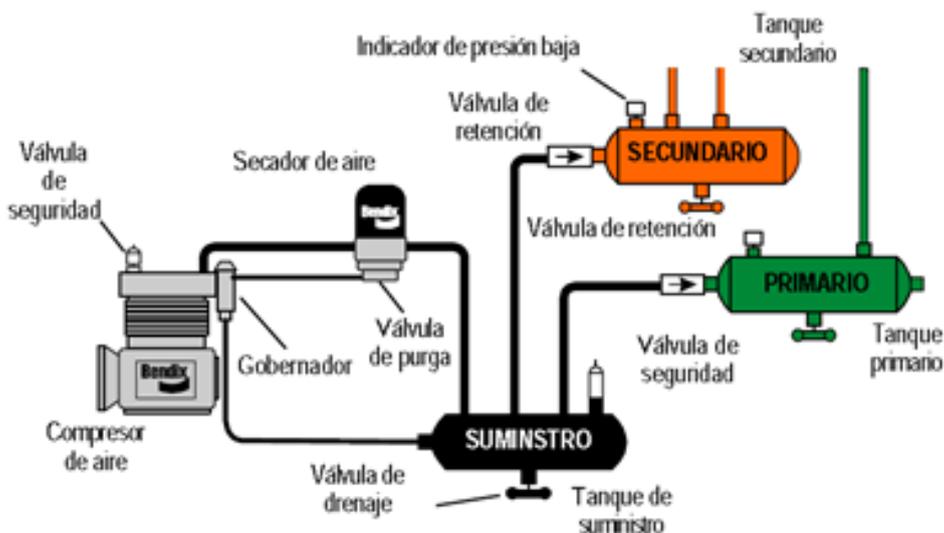
Frenos de servicio

La fuerza que aplica el conductor con el pie no es suficiente para parar al automotor, en el periodo de funcionamiento de la marcha, por tal motivo se incorpora instalaciones de freno de aire comprimido como una fuerza auxiliar que acciona al freno de servicio. Este proceso consiste en que el compresor toma aire filtrado para ser comprimido, el cual es entregado al secador donde se filtra el agua y una cantidad de aceite, después viaja a los tanques o depósitos para ser entregado a los sistemas de freno delantero y trasero, incluyendo al depósito del remolque. Este proceso es regulado el aire y está listo cuando se necesite. Los sistemas neumáticos de frenos de servicio se diferencian en dos subsistemas como muestra en las figuras 2 y 3.

Sistema de carga

Figura 2

Sistema de carga neumático

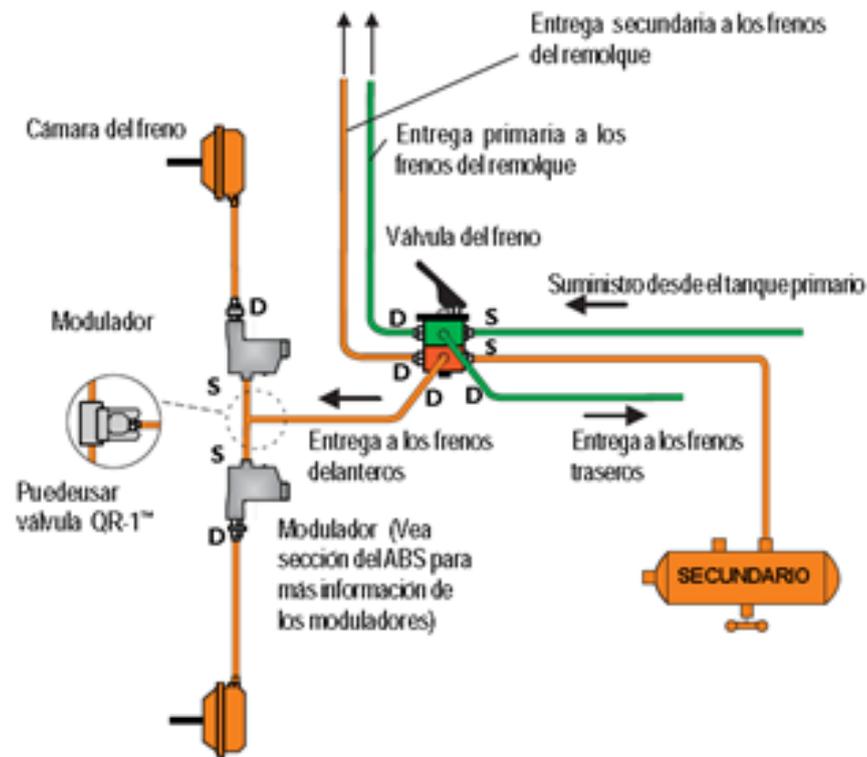


Nota. Circuito de sistema de carga neumático. Tomado de: (Bendix Commercial Vehicle Systems LLC , 2004)

Sistema de control

Figura 3

Sistema de control neumático



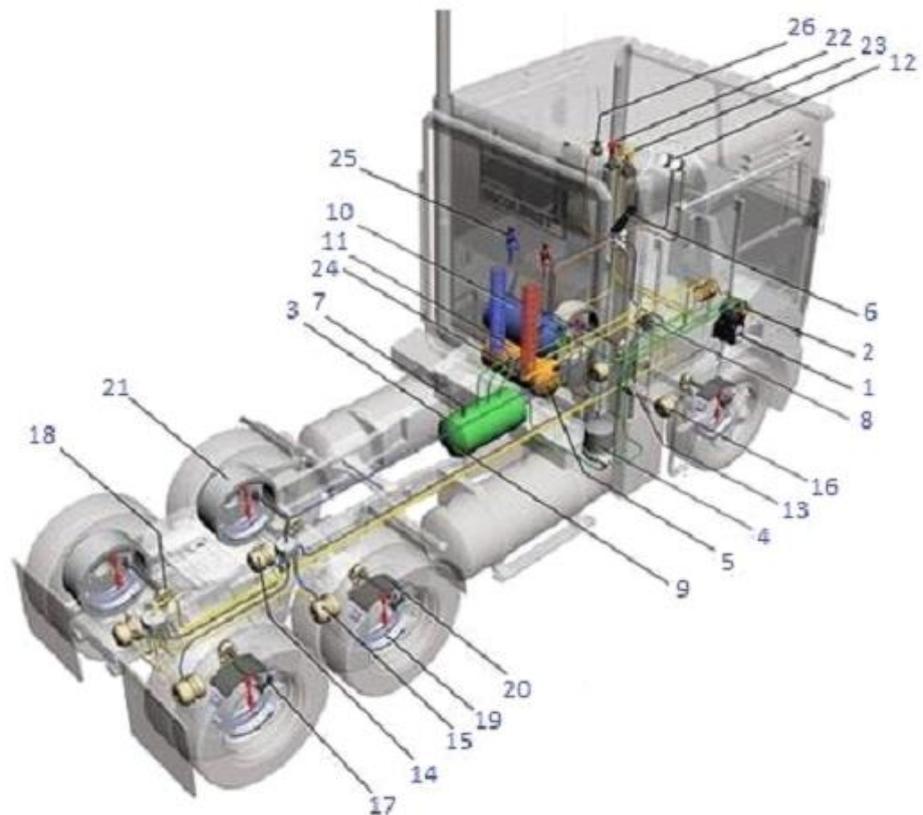
Nota. Circuito de sistema de carga neumático. Tomado de: (Bendix Commercial Vehicle Systems LLC , 2004)

También hay un sistema de doble circuito independiente el cual consiste en frenar los ejes: delantero y trasero, este sistema permite actuar correctamente en caso de que exista una avería en el primer circuito, esto comprende una fuerza elástica, instalaciones de freno auxiliares (como es el caso de los remolques o plataformas, el circuito de funcionamiento consta en el anexo B) y de estacionamiento.

Además, se acoplan los siguientes elementos que se muestran en la figura 4, y se detallan en la tabla 1.

Figura 4

Representación de los componentes de un sistema de frenos neumáticos



Nota Representación de los componentes de un sistema de frenos neumáticos.

Tomado de: (Loaiza & Rodríguez, 2013)

Tabla 1

Componentes del sistema de frenos neumático

1. Compresor.	14. Válvula relevadora.
2. Gobernador.	15. Cámara (pulmones) doble.
3. Deposito principal.	16. Cámara (pulmones) sencilla.
4. Secador.	17. Eje de leva.
5. Válvula check.	18. Leva ajustadora o Ratche.
6. Válvula de pedal.	19. Zapata.
7. Válvula de seguridad.	20. Material de fricción, bloque o banda.
8. Válvula doble check.	21. Campana.
9. Válvula para drenaje.	22. Válvula de parqueo tráiler.
10. Depósito de servicio primario.	23. Válvula de parqueo tractor.
11. Depósito de servicio secundario.	24. Válvula de protección tractor.
12. Manómetros.	25. Acoples para el tráiler.
13. Válvula de escape rápido.	26. Freno del remolque.

Compresor de aire

La función del compresor consiste en bombear aire limpio a los depósitos que nutre al sistema de frenado, está conectado al motor mediante de un engranaje que hace rotar a los elementos internos y que permite la admisión de aire. En causa de un sobrecalentamiento, cuenta con un circuito de refrigeración.

Gobernador del compresor de aire

Regula el funcionamiento del compresor, cuando está en funcionalidad, hasta obtener una presión de nivel de corte (125 PSI), el gobernador detiene el compresor para que deje de bombear aire y cuando la presión está a 100 PSI permite bombear de nuevo.

Depósitos de almacenamiento

Este elemento acumula el aire comprimido, la dimensión y la cantidad de los depósitos depende del automotor. Los tanques tienen aire suficiente para el correcto funcionamiento de los frenos, incluso si el compresor deja de funcionar.

Drenajes del tanque de aire

Es un elemento muy importante porque el aire comprimido contiene una pequeña cantidad de agua y aceite, esto puede ser perjudicial para el funcionamiento porque el agua se puede congelar en clima frío, esto ocasiona fallas en los frenos, por tal razón es esencial evacuar mediante la válvula de drenaje.

Válvula de seguridad

Este elemento sirve para proteger al sistema de la excesiva acumulación de la presión, estas válvulas se las puede conseguir de tipo ajustables y no ajustables, estas ejecutan su función cuando alcanzan los 150 PSI.

Pedal de freno

El conductor al presionar el pedal activa los frenos, y en su parte interior posee un conjunto de válvulas compuestas por un circuito doble, que permite el paso del aire a los elementos neumáticos de los ejes delanteros y traseros. Por lo tanto, es una válvula de paso doble la cual cierra herméticamente la transmisión y abre cuando es necesario.

También es muy importante mencionar que cuando el conductor empuja el pedal activa dos fuerzas en contra del pie, la primera inicia desde un resorte, la segunda acciona el aire que se dirige a los frenos, esto permite que el usuario sienta la presión de aire se transmite a los frenos.

Medidor de suministro de presión

Un manómetro de presión se incorpora como un elemento esencial, el cual está conectado al tanque de aire, estos permiten observar una lectura de la presión que está en los tanques. Este medidor tiene dos agujas, la primera es blanca e indica la lectura de las ruedas delanteras, la segunda es roja y presenta el valor de los ejes traseras.

Advertencia de baja presión de aire

Esta lectura es de suma importancia y obligatoria en los automotores de alta tonelada, la señal debe informar antes de que la presión disminuya por debajo del nivel de los 60 PSI. La alerta es de color roja o en algunos casos emite un zumbido. En algunos automotores como los autobuses la señal se activa cuando la presión está en un rango de 80 a 85 PSI.

Pulmón de aire de doble acción

Se lo conoce como freno de resorte o actuador, el objetivo de este elemento es la producción de fuerza a través de una varilla de empuje, que

permite activar los diferentes componentes del freno. Su funcionamiento inicia cuando el aire de presión se incorpora al actuador, el cual presiona una cámara que tiene un diafragma, el aire empuja al resorte y la varilla para su activación. El pulmón se encuentra en el eje posterior y son considerados como freno de servicio y de estacionamiento.

Tensor de ajuste

Es el componente que se encuentra entre la cámara de freno y el eje de levas, es ajustable a la varilla de empuje. Este puede regular el giro para la presión de las zapatas que se dirige al tambor lo cual permite graduar el frenado. Estos tensores incorporan graseros para disminuir la fricción de los componentes internos.

Válvula de estacionamiento

Este componente posee un freno independiente que está ubicado en el remolque para ser activado en el momento que requiera, especialmente en los descensos, cuando el remolque genere bandazos. El conductor, mediante el mando manual puede realizar una escala progresiva en los frenos del remolque.

Ventajas y desventajas

En este tipo de sistemas se tiene las siguientes ventajas y desventajas como se muestra en la siguiente tabla 2.

Tabla 2

Ventajas y desventajas de un sistema de frenos neumático

VENTAJAS	DESVENTAJAS
El aire es de fácil captación y abunda en la tierra.	En circuitos extremadamente largos o extensos se producen pérdidas de

	presión o carga considerables.
No existen riesgos de chispas o inflamación porque no posee características o propiedades explosivas.	Requiere de instalaciones especiales para recuperar el aire previamente empleado.
Los actuadores pueden trabajar a velocidades razonablemente altas y fácilmente regulables	Las presiones a las que trabajan normalmente no permiten aplicar grandes fuerzas.
<p>El trabajo con aire no daña los componentes de un circuito por efecto de golpes de ariete.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energía limpia • Cambios instantáneos de sentido. 	Altos niveles de ruidos generados por la descarga del aire hacia la atmósfera.

CAPITULO II

2. Consideraciones para el diseño

En vehículos industriales o de transporte pesado, la fuerza que el conductor aplica con el pie no es suficiente para lograr el frenado necesario o detención del vehículo durante la marcha. Por esta razón es de gran importancia el uso de sistemas de aire comprimido, el mismo que facilita la acumulación de energía la cual permite accionar el sistema de frenos de servicio.

Es importante destacar que según (Bosch, 2005) un sistema de frenos neumáticos está compuesto por los siguientes grupos constructivos:

- ◆ Alimentación de energía
- ◆ Reserva o almacenamiento
- ◆ Regulador de la fuerza de frenado
- ◆ Frenos para las ruedas
- ◆ Control, para el caso del remolque

Al hablar de la alimentación a parte del compresor y regulador de presión se pueden añadir otros elementos como anticongelantes, desagües, deshumificador, filtro de aire, cuya finalidad es mantener siempre el aire limpio y seco. Además, entre la alimentación y la reserva siempre se debe encontrar una válvula de protección, la cual se encarga de asegurar el abastecimiento a cada uno de los circuitos.

Por último, se tiene que el inicio del sistema de frenos neumáticos es el pedal del de freno y la finalización son los componentes accionados de forma mecánica y gestionados por la válvula de freno.

2.1. Selección del compresor.

Es importante la alimentación por ende el compresor es el componente principal, para la utilización y funcionamiento del banco didáctico a crear, se realizó

una ponderación de aspectos fundamentales como: montaje, ruido, peso, tamaño, costo y mantenimiento. En base a la cual se seleccionó un compresor con las siguientes características: 24 L, 8 bar y 110 V. Este servirá para recargar el calderín y así suministrar la energía de aire comprimido al sistema.

2.2. Selección de Cañerías.

Con respecto a las cañerías se debe mencionar que son los elementos que nos permiten transportar la energía (aire comprimido) a cada uno de los elementos del sistema de frenos neumáticos, se realizó una ponderación de aspectos fundamentales como: materia de fabricación, montaje, peso, tamaño, costo y mantenimiento. En base a la cual se seleccionó una cañería flexible plástica.

2.3. Estructura.

Para la construcción de la base donde se montarán los elementos del sistema de frenos neumáticos se ha considerado perfiles laminados en acero y unidos con soldadura. Se tomó en cuenta la aplicación de cálculos de esfuerzo y resistencia para diseñar y obtener el perfil adecuado, se seleccionó: 50x50x2mm laminado en frío por ser bastante común en el mercado. También es importante mencionar que se consideró el peso de los elementos y las vibraciones que producen a momento del funcionamiento.

2.4. Distribución de la fuerza de frenado en función de la carga

Cabe recalcar que las válvulas que se ocupan de la distribución de la fuerza de frenado, realizan o permiten que el vehículo se adapte a las condiciones de carga o no, para su detención o reducción de marcha. Por ende, estos esfuerzos pueden actuar sobre la estructura al accionar la fuerza de frenado. Para el cálculo de la fuerza de frenado se considera el pulmón, el brazo del tensor de ajuste y la presión de aire a las que va a trabajar el sistema. (Domínguez & Ferrer, 2012)

Por lo tanto, se tiene:

$$Ff = Al * Pr$$

Donde:

Ff: Fuerza de frenado o par de torsión (kg.cm).

Al: Factor de relación entre la longitud del brazo del tensor de ajuste y el área de la cámara del pulmón de freno.

Pr: Presión del sistema. (Kg/cm²)

Aplicando la ecuación se puede determinar la fuerza de frenado para para las posibles presiones de funcionamiento.

$$Ff = Al * Pr$$

$$Ff = 989.4 * 4.2$$

$$Ff = 4155.48 \text{ kg.cm}$$

A continuación, se indica en la tabla 3 las posibles fuerzas de frenado en función de las diferentes presiones a la que será sometido el sistema.

Tabla 3

Fuerza de frenado en función de la presión del sistema

Presión PSI	Presión $\frac{kg}{cm^2}$	Fuerza de frenado kg.cm
60	4.2	4155.48
80	5.6	5540.64
100	7.03	6955.48

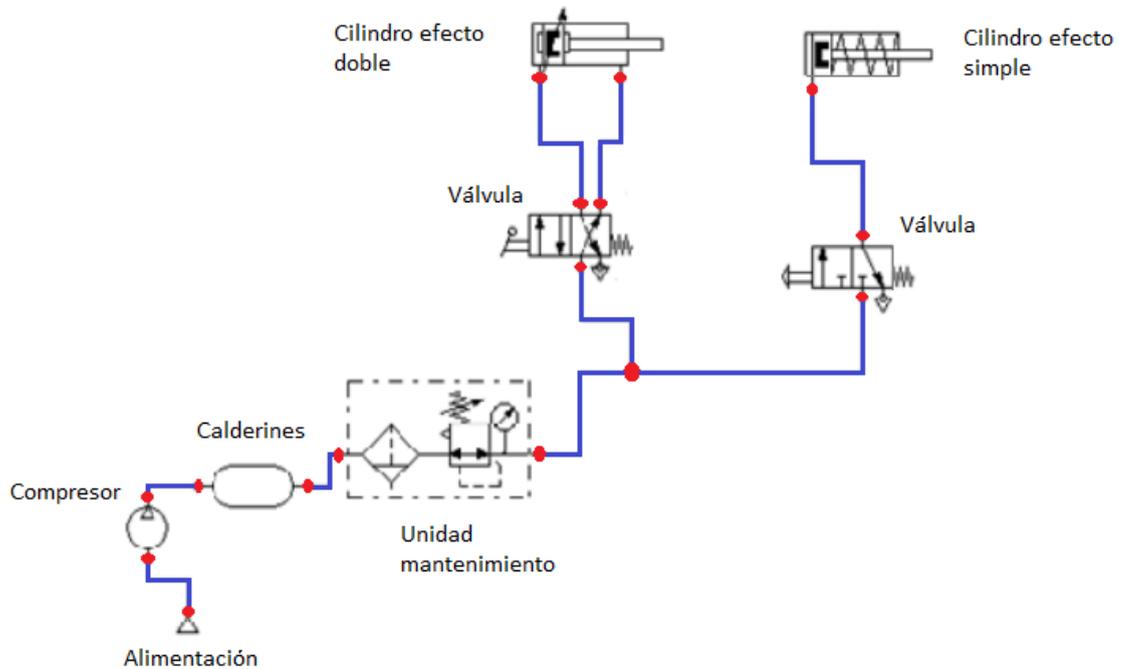
Se constata la fuerza que actúa sobre las zapatas y a su vez a los tambores ejerciendo una fricción, al ejecutar la acción de frenado, por ende, no se tendrá en cuenta como un esfuerzo que puede actuar sobre la estructura, al no influir su magnitud sobre la estructura.

2.5. Diagrama del sistema neumático de frenado

En la figura 31 se observa circuito general de un sistema de frenos neumáticos.

Figura 5

Diagrama del sistema neumático de frenado



Los componentes que lo conforman son:

- ◆ El compresor
- ◆ Calderines.
- ◆ Cañerías
- ◆ Válvula repartidora
- ◆ Recamaras de aire o pulmón de aire
- ◆ Tambor de freno
- ◆ Manómetro
- ◆ Válvula de freno principal
- ◆ Válvula de bloqueo
- ◆ Tensor de ajuste

2.5.1. Compresor

Los aspectos que posee el equipo seleccionado son, potencia, caudal, tamaño del tanque y tiempo de utilización. También es importante recalcar que el pulmón para ser accionado necesita una presión de aire mayor a 60 PSI, con máximo de 100 a 120 PSI.

Teniendo estos datos pudimos seleccionar la unidad compresora para el simulador.

Tabla 4

Características del compresor

Características del compresor.	
Potencia del motor	2 HP
Voltaje	110 V
Revoluciones	3450 rpm.
Presión máxima	116 PSI
Tanque	24 L

2.5.2. Calderines

Los calderines son depósitos que pueden tomar la forma vertical u horizontal, principalmente fabricados de acero al carbono, sirven para el almacenamiento del aire comprimido producido por el compresor.

Figura 6

Calderines o depósitos de aire comprimido



2.5.3. Recamaras de aire o pulmón de frenos

La recámara de aire o pulmón posterior de freno es un mecanismo que sirve para el servicio de freno convencional y como freno de estacionamiento, se compone de una cámara con un diafragma y un resorte el cual permanece comprimido por la presión que ejerce el sistema.

Como se observa en la figura el pulmón que se utilizo es de tipo 30, el cual necesita de para ser accionado una presión mayor a 60 PSI, cuando la presión se encuentra en un rango 20 a 35 PSI, el resorte se libera, acciona le vástago y ejecuta la función de frenos de emergencia. (Alvarez & Guagcha, 2013)

Figura 7

Pulmón de frenos



2.5.4. Tensor de ajuste

Es el elemento cuya función es ser un eslabón entre el pulmón de freno y el eje de levas del sistema de freno. A través del brazo que se ajusta a la varilla de empuje con una horquilla en la base del eje de levas del freno, con este elemento se multiplica y transforma la fuerza desarrollada por la cámara en un par de torsión, la cual se aplica a los frenos por medio del eje de levas del freno (zapatas), llevando la fuerza de frenado al tambor.

Existen variedad de tensores de ajustes que dependen del uso o aplicación a utilizar como se puede observar en la siguiente tabla 5.

Tabla 5

Medida de tensores de ajuste

Descripción	Número de dientes
1 ½"	10
1 ½"	28
1 5/8"	37

Los tensores de ajuste están disponibles en varias configuraciones del brazo, longitudes y tipos de lengüeta, el que se selecciono es de 10 dientes como se observa en la figura 8.

Figura 8

Tensor de ajuste



2.5.5. Tambor y zapatas.

Son los elementos que sirven para detener por medio de la fricción el vehículo de transporte pesado, a través de la fuerza de frenado proporcionada por el sistema neumático, las zapatas tienen a detener el tambor con movimiento circular, el frenado con zapata posee una gran ventaja que es mayor superficie de contacto por ende de frenado.

Figura 9

Tambor y zapatas de freno



2.5.6. Válvula del freno

La válvula de pedal del freno que se utilizara en la maqueta didáctica es la que se indica en la figura 10, tomando en cuenta una sola entrada y una sola salida ya que toda la presión está concentrada en el eje posterior.

Figura 10

Válvula del pedal de freno



2.5.7. Válvulas de control de reparto de frenada y descarga.

Este tipo de válvulas son sensibles a la presión, su funcionamiento es normalmente cerradas, son válvulas de abrir y cerrar las cuales automáticamente regresan a la ubicación de trabajo, cuando la presión de suministro está por debajo del mínimo requerido.

Están disponibles a diferentes relaciones de presión lo que significa que el sistema de frenos neumáticos operara hasta que la presión de retención se haya excedido, a continuación, se las indica en la figura 11.

Figura 11

Válvula de control, reparto y descarga



2.5.8. Manómetro, secador y regulador de presión.

El secador de aire como su nombre lo indica nos sirve para mantener seco y limpio el aire que recirculara por el sistema de igual manera el regulador permite regular la presión a los valores óptimos para que el circuito de aire comprimido funciones correctamente.

En cambio, los manómetros sirven para medir la presión absoluta que se encuentra en el sistema. Estos elementos se los indica en la siguiente figura 12.

Figura 12

Manómetro, secador y regulador de presión



2.5.9. Mangueras de aire o cañería

Para transportar el aire de una forma fácil y rápida por todo el sistema de frenos neumáticos se utilizó mangueras plásticas de alta presión, estas cañerías se

acoplan en cualquier lugar y facilitan su reemplazo o cambio. La cañería que se selecciono es el tipo MPC para aire comprimido para una presión de trabajo de 160 PSI, de color negro, como se muestra en la figura 13.

Figura 13

Cañerías o manguera de alta resistencia



2.5.10. Acoples rápidos.

Se utilizan para una fácil instalación y un desacople rápido, poseen un seguro para evitar fugas de aire durante el funcionamiento, se los puede encontrar en varias medidas y algunos tipos. como se muestra en la figura 14.

Figura 14

Acoples rápidos



2.5.11. Montaje de los elementos en la estructura.

Para la construcción de la maqueta didáctica se utilizaron equipos de protección personal, maquinaria de corte, soldadura, sujeción, limpieza y pintura, dentro de los materiales se tiene: perfiles de acero cuadrados, plancha de acero, pernos y tuercas, todo el proceso se puede observar en el anexo C.

A continuación, en la figura 15 se observa la maqueta didáctica del circuito de

frenos neumático de un vehículo de transporte pesado.

Figura 15

Montaje de elementos en la estructura



CAPITULO III

3. Funcionamiento de la maqueta didáctica de frenos neumáticos.

Con respecto al funcionamiento de la maqueta didáctica, primeramente, es necesario realizar una inspección visual en todo el sistema para evitar cañerías desconectadas o fuera de posición. Suministrar al calderin o tanque de almacenamiento la presión necesaria y suficiente para el funcionamiento la cual se verificará a través del manómetro de presión. Además, tener en cuenta realizar una inspección auditiva en todo el circuito con el fin de evidenciar alguna fuga del aire comprimido.

3.1. Instrucciones de operación de la maqueta didáctica

Procedimiento para la operación de la maqueta didáctica del sistema de frenos neumáticos.

1. Suministrar el aire comprimido a los calderines procedente del compresor.
2. Verificar la presión de funcionamiento del sistema, regularmente debe ser superior a 60 PSI.
3. Accionar la válvula del pedal de freno.
4. Verificar el funcionamiento de la fuerza de frenado de las zapatas con respecto al tambor de freno.

3.2. Gestión de mantenimiento de la maqueta didáctica.

Al tratarse de un sistema importante en los vehículos de transporte pesado y evidenciando la asociación de lo mecánico con lo neumático, es necesario la aplicación de un plan de mantenimiento, que permita el funcionamiento óptimo de cada uno de los elementos del sistema en cualquier situación de trabajo en que se encuentre.

En la siguiente tabla 6 se indica el mantenimiento a considerar para la maqueta

de frenos neumáticos.

Tabla 6

Mantenimiento para la maqueta de frenos neumáticos

Componentes	Verificación y procedimientos
Compresor	<ul style="list-style-type: none">◆ Revisar el nivel de aceite del compresor.◆ Revisar que la válvula de seguridad no se encuentre en apagada.◆ Revisar el funcionamiento correcto del manómetro.◆ Revisar que la válvula de purga del calderin del compresor se encuentre cerrada.◆ Realizar la purga al finalizar el periodo de trabajo.
Calderines	<ul style="list-style-type: none">◆ Verificar que la válvula de purga se encuentre cerrada.◆ Realizar la purga al culminar el trabajo.
Tensor de ajuste	<ul style="list-style-type: none">◆ Realizar el ajuste apropiado (calibración), para conseguir un óptimo frenado.◆ Desbloquear el sistema.◆ Liberar la rueda y con una llave 14mm ajustar todo.◆ Aflojar uno o dos dientes en relación al giro de la rueda.
Cañerías	<ul style="list-style-type: none">◆ Realizar una inspección visual para verificar que no existan fugas o roturas.◆ Realizar una inspección auditiva para verificar que no existan fugas o roturas.

	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Reemplazar las cañerías por otras del mismo diámetro.
Válvulas	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Revisión auditiva sobre fugas de aire. ◆ Aplicar un mantenimiento correctivo con un kit de reparación, reemplazo del elemento. ◆ Verificar que las válvulas cuenten con todos los elementos: sellos, resortes, etc.
Recamaras de aire o pulmón de aire	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Realizar una inspección visual exterior de los elementos y varilla de empuje. ◆ Realizar un mantenimiento preventivo de los diafragmas cada cierto tiempo de ser necesario hay que reemplazarlos. ◆ Realizar la lubricación de los elementos móviles. ◆ Cuando se realice un desmontaje es importante tener en cuenta las normas de seguridad ya que los resortes pueden salir disparados y ocasionar lesiones o daños graves.
Tambor y zapatas de freno	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Realizar una revisión periódica del estado de las zapatas. ◆ Realizar na revisión periódica de resortes, rodillos y mecanismos. ◆ Verificar el ancho de la zapata o espesor del asbesto para evitar daños en el disco.

3.3. Instrucciones del uso de la maqueta didáctica

El uso de la maqueta didáctica del sistema de frenos neumáticos tiene como finalidad identificar y reconocer los componentes que conforman el sistema y su funcionamiento.

Tomar en cuenta las siguientes instrucciones al momento de realizar las respectivas prácticas.

- ◆ Utilizar la maqueta didáctica en el laboratorio asignado para la misma.
- ◆ Evitar que los estudiantes manipulen el equipo sin antes haber recibido la respectiva capacitación.
- ◆ Operar el equipo con vestimenta apropiado, evitar ropa holgada o floja.
- ◆ Evitar la aglomeración de estudiantes alrededor del equipo en funcionamiento.
- ◆ Desconectar y liberar la presión del sistema para realizar la limpieza y mantenimiento de componentes.
- ◆ Realizar el mantenimiento programado al finalizar cada periodo de funcionamiento.
- ◆ La maqueta del sistema de frenos neumáticos solo puede ser manipulado bajo la responsabilidad del docente o personal a cargo.

3.4. Formato de prácticas.

Al tratarse de una maqueta didáctica donde los principales beneficiarios serán los alumnos del Instituto Tecnológico Superior Mariano Samaniego, es necesario e importante realizar un formato con guía de prácticas, donde los mismos puedan mejorar significativamente su proceso de aprendizaje de este sistema imprescindible en el funcionamiento de los vehículos de transporte pesado.

En el anexo D se representa el formato de prácticas a seguir, como recomendación para el desarrollo de los procesos de aprendizaje. Además, se detalla

algunos temas de referencia importantes a cumplir dentro del proceso de enseñanza aprendizaje.

Tabla 7

Temas para el desarrollo de prácticas

1. Reconocimiento de los elementos que conforman el sistema de frenos neumáticos de un vehículo de transporte pesado.
2. Identificar las variaciones de presión que existe en el circuito neumático.
3. Desmontaje y armado de componentes como: mecanismo de freno, zapatas y tambor, cámaras de aire o pulmones, válvulas, etc.
4. Calibración de la fuerza de frenado mediante el tensor de ajuste.
5. Identificación de fallas en cada uno de los componentes del sistema de frenos neumático.

CAPITULO IV

4. Análisis y conclusiones.

En este capítulo se detalla las conclusiones y recomendaciones obtenidas luego de la evaluación y practica en la maqueta didáctica del sistema de aire comprimido.

4.1. Cronograma de trabajo.

Se aplicó el siguiente cronograma como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8

Cronograma de trabajo

ACTIVIDADES	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
01. Verificación de la aprobación del perfil						
02. Socialización del perfil de proyecto						
03. Elaboración del marco teórico y estado del arte de los componentes, funcionamiento características del sistema de frenos neumáticos.						
04. Diseño y construcción de la maqueta didáctica del sistemas de frenos neumáticos en el taller del instituto tecnológico superior mariano Samaniego de la ciudad de Cariamanga.						
05. Evaluar la operación y funcionalidad del sistema de frenos neumáticos.						
06. Elaboración de conclusiones y recomendaciones						
07. Entrega del proyecto de titulación.						

4.2. Costos económicos.

Los costos económicos generados por el diseño y construcción del sistema de frenos neumáticos se los puede observar en la siguiente tabla 9.

Tabla 9

Costos de la maqueta didáctica

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Total
Calderines	1	90	90
Tensor de ajuste	1	52	52
Cañerías	1	45	45
Válvulas	3	85	255
Recamaras de aire o pulmón de aire	1	175	175
Tambor y zapatas de freno	1	89	89
Materiales para la construcción de la estructura (Suelta, elementos de sujeción, limpieza, pintura)	1	150	150
Total			856
(Nota: Valores no contienen IVA)			

4.3. Conclusiones

Luego de realizar la comprobación del funcionamiento del sistema de frenos neumáticos, se concluye lo siguiente:

- ◆ La selección de componentes adecuados para el diseño y construcción del sistema de frenos neumático con la investigación de características y funcionamientos de los mismos, permitió fabricar una maqueta funcional y didáctica para el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje.
- ◆ Al implementar la maqueta didáctica se permitirá a los estudiantes obtener y mejorar sus conocimientos prácticos y teóricos sobre los sistemas de frenos neumáticos por ser imprescindibles en los vehículos de transporte pesado.
- ◆ Con el desarrollo de prácticas, los estudiantes del cuarto y quinto ciclo de la carrera de mecánica automotriz interactúan y manipulan los elementos que intervienen en el sistema de frenos neumáticos de forma real.
- ◆ Con la utilización de un sistema neumático de frenos se ayuda a la conducción y control de los vehículos de transporte pesado, porque facilita la manipulación y descanso al conductor cuando se manipula o acciona el sistema de frenos reduciendo significativamente la fuerza de frenado ejercida por el conductor al pedal de freno.
- ◆ Que la maqueta didáctica del sistema de frenos neumáticos está diseñada para añadir un sistema de transmisión en un futuro, con la cual se lograra un movimiento circular donde se pueda experimentar de forma real el funcionamiento del freno en movimiento, como también aumentar más elementos haciéndola funcional para cuatro ruedas.

4.4. Recomendaciones

- ◆ La ubicación de la maqueta didáctica del sistema de frenos neumáticos debe estar en lugares donde el estudiante tenga espacio y visibilidad para que pueda realizar el estudio de los componentes y las respectivas prácticas.
- ◆ Verificar la fuente de alimentación de aire comprimido a una presión constante de trabajo para poder cargar el calderin y permita el funcionamiento óptimo de cada uno de los componentes del sistema de frenos neumáticos.
- ◆ Realizar una inspección visual y auditiva en cada uno de los componentes de la maqueta didáctica para identificar las posibles fugas de aire que dificultara el buen funcionamiento del sistema de frenos neumáticos.
- ◆ Al finalizar las prácticas es necesario purgar o desalojar el aire comprimido del sistema por medio de la válvula de drenaje ubicada en el calderin.
- ◆ Cuando se realice el mantenimiento del equipo es necesario utilizar la herramienta adecuada para el mantenimiento de los tensores de ajuste, mecanismos de frenado y pulmones de aire.

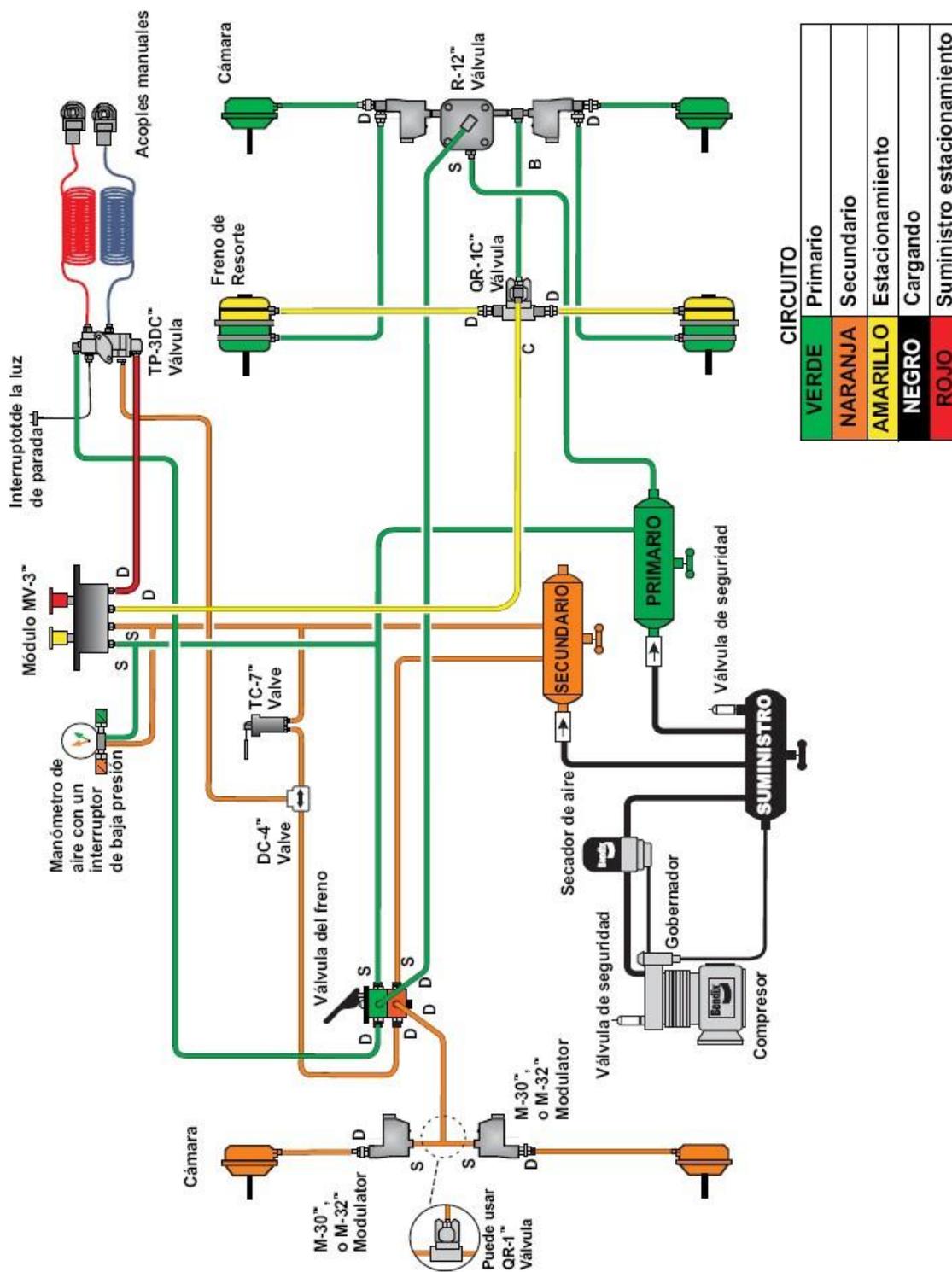
4.5. Bibliografía

- Bendix Commercial Vehicle Systems LLC . (10 de Enero de 2004). *Manual de frenos de aire*. Obtenido de Manual de frenos de aire: www.bendix.com
- Alvarez, H. A., & Guagcha, L. C. (2013). *Diseño y construcción de un banco didáctico de frenos de aire para la Escuela de Ingeniería Automotriz*. Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Bosch, R. (2005). *Manual de la técnica del automóvil 4ta edición*. Plochingen: GmbH.
- Buñay, F. A. (2005). *Construcción de una maqueta funcional de un sistema de frenos neumáticos para un tracto camión*.
- Cazzola, G. J., Arias, R. E., Mirassou, H. M., & Dusau, J. U. (2017). *Influencia de la válvula relé en sistemas de frenos neumáticos*. DYNA-Ingeniería e Industria.
- Cengel, Y. A. (2003). *Termodinámica*. México: McGraw-Hill.
- Domínguez, E. J., & Ferrer, J. (2012). *Sistemas de transmisión y frenado*. Editex.
- Loaiza, J. L., & Rodríguez, L. E. (2013). *Estudio de la eficiencia del sistema de transmisión y frenado de los vehículos de transporte pesado, para la Escuela de Formación y Capacitación de Conductores Profesionales del Cantón Calvas de la Provincia de Loja*. Bachelor's thesis.
- MOTT, R. L. (2006). *Mecánica de Fluidos Sexta Edición*. Mexico: Pearson Educacion.
- Parera, A. M. (1993). *Frenos ABS*. Marcombo.
- Post, W. (2003). *Sistemas de freno convencionales y electrónicos*. Reverte.

ANEXOS

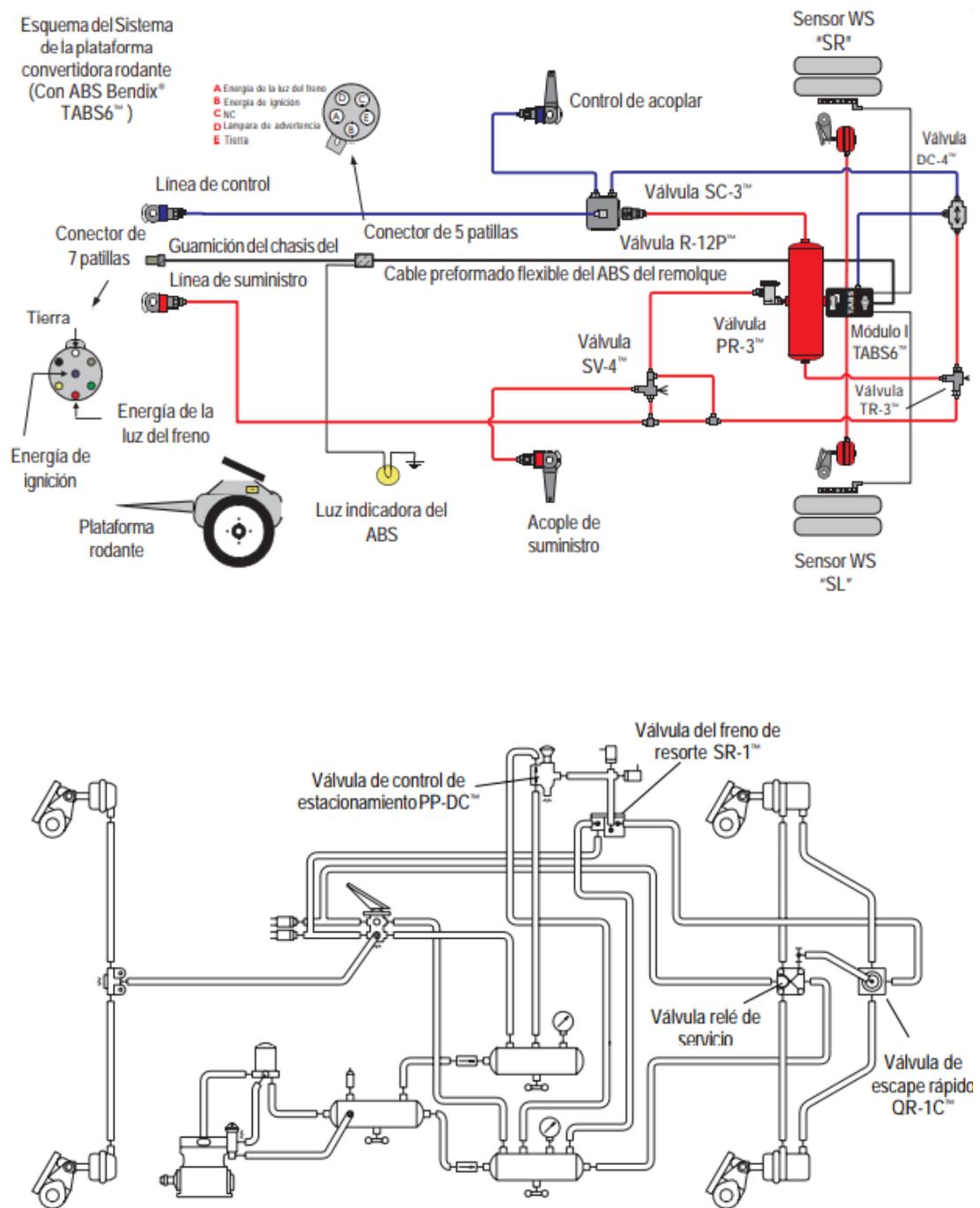
Anexo A

Esquema del sistema de frenos de mando neumático de los vehículos de transporte pesado.



Anexo B.

Esquema del sistema de la plataforma convertidora rodante frenos neumáticos de los vehículos de transporte pesado.



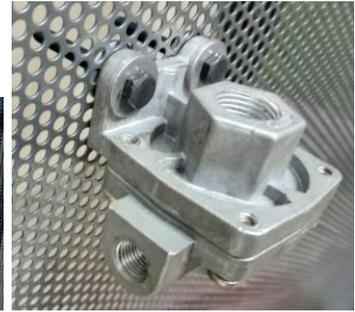
Anexo C.

Imágenes de la construcción de la maqueta del circuito neumático de freno.

Recolección y limpieza de elementos.



Montaje y sujeción de elementos en la estructura.



Anexo D.

Formato para guía de prácticas.

	<h1>ITSMS</h1> <p>INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR MARIANO SAMANIEGO</p>
Datos Informativos.	
Nombre:	
Curso:	
Materia:	
Docente:	
1. Tema:	
2. Objetivos:	
3. Marco teórico:	
4. Materiales:	
5. Procedimiento y desarrollo:	
6. Conclusiones y recomendaciones:	
7. Bibliografía:	

Temas para el desarrollo de prácticas.



ITSMS

INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUPERIOR MARIANO SAMANIEGO

6. Reconocimiento de los elementos que conforman el sistema de frenos neumáticos de un vehículo de transporte pesado.
7. Identificar las variaciones de presión que existe en el circuito neumático.
8. Desmontaje y armado de componentes como: mecanismo de freno, zapatas y tambor, cámaras de aire o pulmones, válvulas, etc.
9. Calibración de la fuerza de frenado mediante el tensor de ajuste.
10. Identificación de fallas en cada uno de los componentes del sistema de frenos neumático.