



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y  
TECNOLOGÍAS**

**CARRERA DE EDUCACIÓN TÉCNICA**

**TÍTULO:**

**“EL AIRE COMPRIMIDO, SU APLICACIÓN, EFECTOS Y VENTAJAS EN EL SISTEMA DE FRENO DE AIRE COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ, DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO. PERIODO AÑO LECTIVO 2012-2013”**

**Trabajo presentado como requisito para obtener el título de  
Licenciado en la Especialidad de Mecánica Industrial-Automotriz.**

**AUTOR:**

**EDWIN SEBASTIÁN CHACAGUASAY BALLA.**

**TUTOR:**

**DR. IVÁN LARA.**

**RIOBAMBA - ECUADOR**

**2014**

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

**Dr.**

**IVÀN LARA**

**TUTOR DE TESIS Y DOCENTE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO.**

Certifica:

Que el presente trabajo: “EL AIRE COMPRIMIDO, SU APLICACIÓN, EFECTOS Y VENTAJAS EN EL SISTEMA DE FRENO DE AIRE COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ, DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO. PERIODO AÑO LECTIVO 2012-2013”, de autor del señor Edwin Sebastián Chacaguasay Balla, ha sido dirigido y revisado durante todo el proceso de investigación, cumple con todos los requisitos y los reglamentos esenciales por la norma general para la graduación, para lo cual, autorizo dicha presentación para su evaluación y calificación correspondiente.

Riobamba, julio del 2014

.....  
Dr. IVÀN LARA

TUTOR

## **MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

“EL AIRE COMPRIMIDO, SU APLICACIÓN, EFECTOS Y VENTAJAS EN EL SISTEMA DE FRENO DE AIRE COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ, DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO. PERIODO AÑO LECTIVO 2012-2013”, Trabajo de tesis de licenciatura en Educación Técnica, Aprobado en nombre de la Universidad Nacional de Chimborazo por el siguiente jurado examinador a los días del mes junio del año 2014.

## **PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

.....  
**Calificación**

.....  
**firma**

## **MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....  
**Calificación**

.....  
**firma**

## **TUTOR DE TESIS**

.....  
**Calificación**

.....  
**firma**

## **NOTA FINAL**

.....

**Edwin Sebastián Chacaguasay Balla**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Dr. Iván Lara, luego de revisar el presente trabajo de investigación y al ver que cumple con los requisitos y reglamentos de la Universidad Nacional de Chimborazo Facultad de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías, me permito surgir el presente tesis para su posterior defensa.

Riobamba, septiembre del 2014

.....

Dr. Iván Lara

**TUTOR DE TESIS**

## **DERECHO DE AUTOR**

Edwin Sebastián Chacaguasay Balla, soy responsable de las ideas, resultado y propuesta expuesta en el presente trabajo de investigación, los derechos de autoría pertenece a la Universidad Nacional de Chimborazo.

**Edwin Sebastián Chacaguasay Balla**

## **DEDICATORIA**

A DIOS

Por permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

Sebastián

## **RECONOCIMIENTO**

Agradezco primero a Dios por otorgarnos los sabios conocimientos, a la Universidad Nacional de Chimborazo a sus profesores, quienes nos guiaron durante la carrera estudiantil, como personas útiles a la sociedad con mística y ética profesional: de manera especial al Dr. Iván Lara, Tutor de la tesis por las acertadas indicaciones para la elaboración de la misma.

**Sebastián**

## INDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	ii
MIEMBRO DEL TRIBUNAL.....	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iv
DERECHO DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA.....	vi
RECONOCIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
1. MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. General:.....	2
1.3.2. Específicos:.....	2
1.4. Justificación e importancia del problema.....	3
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes de la investigación.....	5
2.2. Fundamentación teórica.....	5
2.2.1. Principio del sistema de frenos.....	6
2.2.1.1. Principio del sistema de frenos de aire.....	7
2.2.1.2. Aire.....	7
2.2.1.3. Propiedades de aire.....	8
2.2.1.4. Composición de aire.....	9
2.2.1.5. El aire comprimido.....	9
2.2.1.6. Generalidades de aire comprimido.....	11
2.2.1.7. Reseña histórica del sistema de frenos de aire.....	11
2.2.1.8. Las características principales de aire comprimido.....	13

2.2.1.9.	Constitución, esquema y descripción de los elementos del sistema de freno de aire comprimido.....	14
2.2.1.10.	Constitución y funcionamiento de los elementos del sistema. ....	15
2.2.1.11.	Funcionamiento de los frenos de aire. ....	16
2.2.2.	Equipos de freno. ....	18
2.2.2.1.	Compresor de aire.....	19
2.2.2.2.	Constitución.....	20
2.2.2.3.	Funcionamiento del compresor. ....	21
2.2.2.4.	Lubricación del compresor. ....	22
2.2.2.5.	Enfriamiento del compresor. ....	23
2.2.2.6.	Tubería de descarga. ....	24
2.2.2.7.	Entrada y compresión de aire (cargado). ....	24
2.2.2.8.	Sin compresión de aire (descargado). ....	25
2.2.2.9.	Tipos de compresores. ....	26
2.2.3.1.	Regulador de presión. ....	26
2.2.3.2.	Filtros de aire. ....	27
2.2.3.3.	Tipos y aplicaciones de filtros de aire. ....	28
2.2.3.4.	Depósito de aire. ....	30
2.2.3.5.	Drenajes del tanque de aire.....	32
2.2.3.6.	Válvula de retención.....	33
2.2.3.7.	Válvula de protección de presión. ....	34
2.2.3.8.	Válvula relé. ....	35
2.2.3.9.	Válvula de seguridad. ....	35
2.2.3.10.	Interruptor de la luz de freno. ....	36
2.2.3.11.	Secador de aire. ....	36
2.2.3.12.	Evaporador de alcohol. ....	37
2.2.3.13.	Válvula de parqueo.....	38
2.2.3.14.	Mando manual del freno de estacionamiento. ....	39
2.2.3.15.	Gobernador del compresor de aire. ....	40
2.2.3.16.	Válvula repartidora. ....	40
2.2.3.17.	Pulmón posterior de doble acción. ....	41
2.2.3.18.	Manómetro de presión. ....	42
2.2.3.19.	Indicador de baja presión.....	43
2.2.4.	Sistema operativo de los frenos delanteros y traseros. ....	43
2.2.4.1.	Pedal de freno. ....	45

2.2.4.2.	Válvula de liberación rápida.....	45
2.2.4.3.	Válvula principal de pedal.....	46
2.2.4.4.	Constitución y funcionamiento.....	47
2.2.4.5.	Posición de marcha.....	48
2.2.4.6.	Posición de frenado parcial.....	48
2.2.4.7.	Posición del frenado total.....	49
2.2.4.8.	Pulmón delantero.....	50
2.2.4.9.	Tensor de ajuste.....	50
2.2.4.10.	Cañerías.....	51
2.2.4.10.	Eje de levas del freno.....	54
2.2.4.12.	Rodillos.....	56
2.2.4.13.	Muelles de recuperación.....	56
2.2.4.14.	Elemento frenante.....	57
2.2.4.15.	Plato de freno.....	58
2.2.5.	Circuitos de frenos de aire comprimido.....	59
2.2.5.1.	Circuito simple.....	59
2.2.5.2.	Circuito de parqueo.....	60
2.2.5.3.	Instalaciones de dos circuitos.....	61
2.2.5.4.	Instalaciones hidroneumáticas de frenado.....	62
2.2.5.5.	Instalaciones en función de la carga.....	63
2.2.5.6.	Sistema de los frenos de remolque.....	64
2.2.6.	Ventajas y Desventajas del freno neumático.....	64
2.2.7.	Averías de los frenos.....	65
2.3.	Definiciones de términos.....	71
2.4.	Sistema de hipótesis.....	73
2.5.	Variables de la investigación.....	73
2.5.1.	Independiente.....	73
2.5.2.	Dependiente.....	73
2.6.	Operacionalización de las variables.....	74
CAPÍTULO III.....		75
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	75
3.1.	Diseño de la investigación.....	76
3.2.	Población y muestra.....	77
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	77

3.4. Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	78
CAPÍTULO IV .....	79
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	79
CAPÍTULO V .....	89
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	89
5.1. Conclusiones .....	89
5.2. Recomendaciones .....	90
CAPITULO VI .....	91
6. PROPUESTA .....	91
6.1. Título .....	91
6.2. Introducción .....	91
6.3. Objetivos .....	93
6.3.1. General .....	93
6.3.2. Específicos .....	93
6.4. Desarrollo de la propuesta .....	93
Requerimiento - aplicación .....	94
Bibliografía .....	95
ANEXOS .....	96

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
<b>Tabla N° 1.</b> Simbología de los componentes del sistema de frenos de aire. ....	15
<b>Tabla N° 2.</b> Tipos de cañerías y código del material. ....	53

<b>Tabla N° 3.</b> Tipos de acoples más usados.....	53
<b>Tabla N° 4.</b> Para hallar desperfectos en el sistema de frenos neumático, sus causas y soluciones más comunes.....	66
<b>Tabla N° 5.</b> Anomalías por causa de fallas en el Regulador de Presión.....	68
<b>Tabla N° 6.</b> Anomalías por causa de fallas en el compresor.....	69
<b>Tabla N° 7.</b> Anomalías por causa de fallas en el pedal de freno.....	70
<b>Tabla N° 8.</b> Operación de variables.....	74
<b>Tabla N° 9.</b> Resultado de pregunta 1.....	79
<b>Tabla N° 10.</b> Resultado de pregunta 2.....	80
<b>Tabla N° 11.</b> Resultado de la pregunta 3.....	81
<b>Tabla N° 12.</b> Resultado de la pregunta 4.....	82
<b>Tabla N° 13.</b> Resultado de la pregunta 5.....	83
<b>Tabla N° 14.</b> Resultado de la pregunta 6.....	84
<b>Tabla N° 15.</b> Resultado de la pregunta 7.....	85
<b>Tabla N° 16.</b> Resultado de la pregunta 8.....	86
<b>Tabla N° 17.</b> Resultado de la pregunta 9.....	87
<b>Tabla N° 18.</b> Resultado de la pregunta 10.....	88

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Págs.
<b>Gráfico N° 1.</b> Principio del sistema de frenos de aire.....	7
<b>Gráfico N° 2.</b> Composición de tierra.....	8

<b>Gráfico N° 3.</b> Evolución del sistema de frenos de aire.....	12
<b>Gráfico N° 4.</b> Elementos del sistema del freno de aire.....	16
<b>Gráfico N° 5.</b> Funcionamiento del sistema de freno.....	17
<b>Gráfico N° 8.</b> Tipos de compresor.....	26
<b>Gráfico N° 27.</b> Secador de aire.....	37
<b>Gráfico N° 28.</b> Evaporador de alcohol.....	38
<b>Gráfico N° 29.</b> Válvula de parqueo de botón.....	38
<b>Gráfico N° 30.</b> Mando manual.....	39
<b>Gráfico N° 31.</b> Constitución de la válvula.....	40
<b>Gráfico N° 32.</b> Pulmón posterior de doble acción.....	41
<b>Gráfico N° 33.</b> Manómetro.....	42
<b>Gráfico N° 34.</b> Indicador de baja presión.....	43
<b>Gráfico N° 35.</b> Sistema operativo.....	43
<b>Gráfico N° 36.</b> Pedal.....	45
<b>Gráfico N° 37.</b> Válvula liberadora.....	46
<b>Gráfico N° 38.</b> Constitución y Funcionamiento.....	47
<b>Gráfico N° 39.</b> Posición de Marcha.....	48
<b>Gráfico N° 40.</b> Posición de terminación del frenado.....	49
<b>Gráfico N° 41</b> Posición del Frenado total.....	50
<b>Gráfico N° 42.</b> Pulmón delantero.....	50
<b>Gráfico N° 43.</b> Tensor de ajuste.....	51
<b>Gráfico N° 44.</b> Cañería flexible.....	52
<b>Gráfico N°45.</b> Eje de levas del freno.....	55
<b>Gráfico N° 46.</b> Levas de freno.....	55
<b>Gráfico N° 57.</b> Resultado pregunta 1.....	79
<b>Gráfico N° 66.</b> Resultado de la pregunta 10.....	88



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y**  
**TECNOLOGÍAS**  
**CARRERA DE EDUCACIÓN TÉCNICA**

**RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal realizar el estudio del sistema de freno de aire comprimido, su aplicación, efectos y ventajas, el proceso de frenado seguro para el transporte pesado, abarca muchos conceptos básicos que hacen que el trabajo sea eficaz. El estudio de sistema de freno neumático, facilita los conocimientos a los Estudiantes de la Especialidad de Mecánica-Automotriz de la Universidad Nacional de Chimborazo, sobre el funcionamiento de los automotores. Con la investigación tengo la misión de satisfacer las necesidades de los estudiantes; para lo cual he realizado una recolección de datos como referencia, los resultados de la encuesta realizadas sobre los diferentes puntos específicos de la tesis. La metodología de la investigación utilizada es de tipo básica, descriptiva, de campo, bibliográfica longitudinal y cuantitativa – cualitativa acompañado de los instrumentos de investigación como la encuesta dirigida a los Estudiantes de la Universidad Nacional de Chimborazo de la Especialidad de Mecánica Automotriz, Y sobre todo de investigación acción. Para la elaboración del documento se ha tomado como referencia los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes del área, y en base a ellos se procedió a la elaboración de las conclusiones y recomendaciones. Para contribuir con una posible solución o guía de mantenimiento, se elaboró un manual de estudio del sistema de freno de aire comprimido.

## **SUMMARY**

The present research has as main objective the study of the system of air brakes, implementation, effects and advantages, the process of safe braking for heavy transport, covering many basic concepts that make the work effective. The study of air brake system, provides knowledge to students of the Specialty Automotive Mechanics-National University of Chimborazo, on the operation of motor vehicles. Through research I have a mission to meet the needs of students; for which I have made a reference data collection, the results of the survey conducted on specific points of the thesis. The research methodology used is basic, descriptive, field type, longitudinal and quantitative literature - accompanied by qualitative research tools such as the survey of the students of the National University of Chimborazo Specialty Automotive Mechanics, and on all action research. In preparing the document is taken as reference the results of the surveys of students in the area, and based on them they proceeded to the elaboration of conclusions and recommendations. To help with a possible solution or maintenance guide, manual system study air brake was developed.

## INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos nos permiten cada vez más, tener un crecimiento y adelanto considerable en todos sus campos, en la formación técnica y académica. Por ello estoy en la capacidad de resolver problemas en este campo y otros afines. Por este motivo me he permitido realizar una investigación sobre el sistema de freno de aire comprimido en los vehículos de carga y transporte público.

Siendo el aire comprimido un recurso utilizado para desarrollar trabajo en las máquinas y sistemas, así como para varios procesos en las diferentes ramas de la ciencia, se hace necesario su estudio y análisis, con el propósito de dar un buen uso.

El aire comprimido es una forma de energía y por tanto, capaz de producir trabajo, la circunstancia de poder ser almacenado dentro de tanques o depósitos bien cerrados, para su uso en el momento deseado, lo hace muy conveniente en ciertas aplicaciones, en medio de transporte como: camiones, autobuses, equipo caminero, se utilizan los frenos neumáticos.

Para los vehículos grandes, el mando hidráulico o mecánico de los frenos requiere gran fuerza de aplicación. La razón de utilizar el aire comprimido es por su versatilidad y su rapidez de respuesta en el trabajo. Su acción no es tan inmediata como la eléctrica, pero si es notablemente más rápida que la hidráulica, como materia prima, el aire atmosférico que nos circunda, el cual podemos tomarlo en la cantidad que sea necesario para comprimir y transformar su energía de trabajo.

Un pequeño compresor de aire, colocado a un costado del motor y movido por una correa o por una cadena cubierta, aspira a través de un filtro, lo comprime y lo envía a uno o dos depósitos, donde se almacena. Una válvula reguladora de presión se abre cuando esta pasa de los 5 kilogramos y permite que escape al exterior el exceso de aire.

El trabajo de investigación tiene como objetivo principal, analizar de qué manera incide el aire comprimido, en el rendimiento en los carros pesados, su aplicación, efectos y ventajas en el sistema de freno de aire.

La información requerida va ser de mucha utilidad para los estudiantes de la carrera de mecánica industrial-automotriz, que requieren saber cuáles son las aplicaciones, ventajas y efectos en el sistema de freno de aire comprimido.

Esta investigación es de gran importancia en el campo automotriz, porque permite que los futuros profesionales obtengan los suficientes conocimientos en este campo como una herramienta de enseñanza que va acorde con los avances tecnológicos, para lo cual he realizado un manual de estudio de aire comprimido, su aplicación, efectos y ventajas en el sistema de freno de aire como recurso didáctico para el Aprendizaje de los Estudiantes de la Carrera de Mecánica Industrial-Automotriz, de la Escuela de Educación Técnica de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo, recurso que les permitirá tener un mejor acceso al conocimiento de una manera diferente que garantice una mejor calidad de educación y ayude a su crecimiento como persona y sea útil a la sociedad.

El siguiente trabajo está estructurado en cuatro capítulos los mismos que se desarrollan a continuación:

- **CAPÍTULO I.** marco referencial, el mismo que constituye de: Planteamiento del problema, Formulación del problema, Objetivos, Generales y Específicos y la Justificación.
- **CAPÍTULO II.** Corresponde a marco teórico y contiene: Antecedentes de la Investigación, Fundamentación Teórica, Definición de Términos e Hipótesis.
- **CAPÍTULO III.** Corresponde a diseño de la investigación, Población y Muestra.
- **CAPÍTULO IV.** Análisis e interpretación.
- **CAPÍTULO V.** Conclusiones y recomendaciones.
- **CAPÍTULO VI.** Propuesta.

# **CAPÍTULO I**

## **1. MARCO REFERENCIAL**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El estudio del aire para sus diferentes aplicaciones no ha sido aún tratado en la magnitud que corresponde, sin duda alguna conocemos los efectos y ventajas de ciertas aplicaciones en diversos sistemas. En tal sentido se requiere del estudio del aire en la naturaleza y de sus posibles aplicaciones, y estudio respecto el sistema de freno de aire comprimido, su utilización sus ventajas y aplicaciones, lo que se requiere saber el rendimiento y averías en el sistema de freno de aire comprimido.

El presente trabajo investigativo está dirigido a los Estudiantes de la Escuela de Educación Técnica, Carrera de Mecánica Industrial – Automotriz, quienes han contribuido con informaciones requeridas.

La humanidad en el mundo propone cambios y avances tecnológicos, buscan siempre nuevas alternativas y estrategias para el buen vivir, por tal motivo surge la necesidad de investigar acerca del sistema de freno de aire comprimido.

En la Escuela de Educación Técnica, he observado la no utilización de materiales didácticos actualizados en lo que se refiere al estudio de Sistema de freno de aire comprimido, el cual es importante para obtener conocimientos teóricos y prácticos en la especialidad de Mecánica Industrial – Automotriz.

La implementación de un manual de mantenimiento sobre el sistema de frenos neumáticos, permitirá un mejor desarrollo académico tecnológico.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿De qué manera incide el estudio de aire comprimido, su aplicación, efectos y ventajas en el sistema de freno de aire, como recurso didáctico para el aprendizaje de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Industrial - Automotriz, de la Escuela de Educación Técnica de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. GENERAL:**

Determinar el estudio de aire comprimido, su aplicación, efectos y ventajas en el sistema de freno de aire, como recurso didáctico para el aprendizaje de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Industrial-Automotriz, de la Escuela de Educación Técnica de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo.

### **1.3.2. ESPECÍFICOS:**

- Investigar cómo funciona el sistema de freno de aire comprimido.
- Determinar el funcionamiento de los componentes del sistema de freno neumático, efecto, ventajas.
- Diseñar un manual didáctico del sistema de freno de aire comprimido.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROBLEMA.**

Las diferentes manifestaciones y comportamiento del aire en diversas formas; comprimido a presión extendida, de su conocimiento para explicar en diversas formas, se ha considerado necesario realizar la investigación del aire comprimido, su aplicación, efectos y ventajas en el sistema de freno de aire comprimido, Es pertinente desarrollar la investigación en vista que se del visto la necesidad de realizar un estudio minucioso para conocer el funcionamiento sistema de freno de aire comprimido y de cada uno de estos elementos que integran el sistema.

El estudio del sistema de aire comprimido, brinda la oportunidad de establecer los factores que lo afectan, para luego determinar las alternativas o posibles soluciones para la optimización del mismo, aplicando criterios adecuados.

Tres metodologías importantes como lo son la recopilación de datos, el diagnóstico energético y el análisis de fallas se utilizan no solo para poder establecer los factores que afectan al sistema de aire comprimido, sino que también determinar las condiciones actuales de operación tanto de los equipos que suministran aire comprimido como del sistema de distribución.

En vista de un gran crecimiento del parque automotor, a nivel nacional, el grado de conocimientos tecnológicos de los estudiantes de la Escuela de Educación Técnica, dentro de la mecánica automotriz, especialmente en el campo del tema planteado, es muy indispensable. Esto demuestra que la investigación es de gran importancia, por lo tanto, conocedor de este campo automotriz y siendo esta nuestra especialidad, me he permitido plantear este problema.

Es fundamental determinar que el presente trabajo es un aporte valioso para la educación, porque la Escuela de Educación Técnica a través de sus autoridades y maestros, están empeñados en proporcionar a la institución una formación académica que va acorde al campo ocupacional, preparando al alumno para su vida profesional, proponiendo el desarrollo de actitudes y aptitudes para mejorar su calidad de vida.

Los resultados de la presente investigación servirán como antecedente ya que nos permitirá conocer cómo funciona el sistema de freno de aire comprimido, efectos, averías, soluciones del dicho sistema.

El presente trabajo investigativo es factible de realizar porque se cuenta con una amplia bibliografía para describir cada una de las variable además de tener un libre acceso a la información tecnológica a través de textos especializados, catálogos, páginas web y otros.

Como beneficiarios directos del presente trabajo de investigación tenemos a los estudiantes de la Escuela de Educación Técnica de la Universidad Nacional de Chimborazo sobre el estudio del sistema de freno neumático que será de gran beneficio en la consulta.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.**

El presente trabajo de investigación sobre el aire comprimido, su aplicación, efectos y ventajas en el sistema de freno de aire comprimido, no existe estudio de investigación similar del tema que propongo, por lo que he pedido información en la biblioteca general de la Universidad Nacional de Chimborazo, en la biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías y la biblioteca del Instituto Superior Carlos Cisneros, por lo cual ha sido la preocupación de realizar el siguiente trabajo de investigación para la actualización de los conocimientos de los Estudiantes de la carrera de mecánica industrial-automotriz de la Escuela de Educación Técnica.

El presente trabajo constituirá un aporte con el fin de mejorar el aprendizaje de nuestros estudiantes con el conocimiento del sistema de freno de aire comprimido, con el planteamiento de un correcto mantenimiento automotriz, el cual los llevarán directamente a la práctica que es muy importante para el enriquecimiento de conocimientos.

En esta investigación se ha vinculado la teoría con la práctica, por tanto, quiero que se constituya en un aporte valioso para la educación, y de manera especial en la Escuela de Educación Técnica, mediante el estudio de sistema de freno de aire comprimido, funcionamiento, ventajas, efectos en cada una de las prácticas, para ello se hace necesario conocer el funcionamiento de sistema de freno de aire comprimido, en carros pesados.

#### **2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.**

En este punto se explicará lo que se desea obtener al realizar esta investigación: Un freno de aire es un sistema de frenos operado por aire comprimido. En la actualidad se pueden encontrar en muchos vehículos diferentes. Originalmente fue desarrollado

para uso en los ferrocarriles, los frenos de aire también han encontrado amplio uso en vehículos de carretera, en la mayoría de semi camiones. En este artículo se describen los distintos tipos de frenos de aire que se encuentran hoy en día. También muestra un breve desarrollo de los frenos de aire, desde los primeros ejemplos en el siglo XIX a los frenos de aire tecnológicamente sofisticados de hoy en día.

Con el desarrollo de esta investigación quiero hacer ver la importancia del sistema de freno de aire comprimido para que conozcan que el aire es importante.

En este proyecto ha vinculado la práctica, gracias a ello he podido complementar conocimientos y dudas sobre el aire comprimido los efectos, ventajas, rendimiento y resultado en cada una de sus procedimientos, para ello se hace necesario conocer algunos términos sobre el aire comprimido y sistema de freno.

En este trabajo se presenta una propuesta, de función del sistema de freno de aire comprimido ya que se vera la calidad y funcionamiento de freno en los vehículos pesados que nos permite conocer el desarrollo de este sistema que servirá para un futuro, así podrán ayudar al medio ambiente y saber si puede acoplar en los vehículos livianos.

### **2.2.1. Principio del sistema de frenos.**

Uno de los elementos y sistemas más importantes para el funcionamiento de un vehículo son los frenos, pues disminuye la velocidad o detiene el automóvil según las necesidades del conductor. De la eficiencia y correcto funcionamiento de este sistema depende la seguridad de los ocupantes o pasajeros del vehículo. Este sistema basa su funcionamiento en la pérdida de energía por la fricción de sus elementos frenantes como son el tambor y las zapatas.

Como principio general, el frenado es una fuerza contraria a la trayectoria del vehículo, por esta razón el correcto funcionamiento de todos sus componentes nos da como resultado una mayor seguridad a la hora de conducir un automotor.

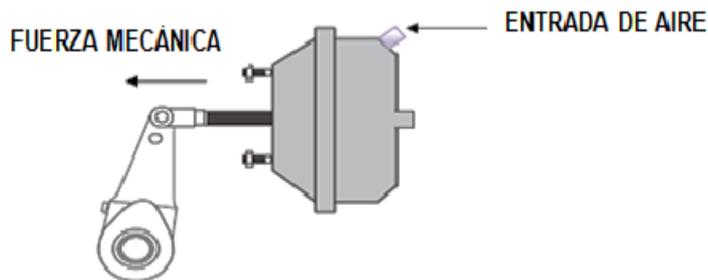
La fuerza de frenado está basada en la tercera ley de Newton que nos dice, “todo cuerpo que se somete a una acción tiene una fuerza contraria denominada reacción”, en nuestro caso la acción es el rozamiento de los elementos frenantes, y la reacción es la detención parcial o total del vehículo por la fuerza que aplique el conductor sobre el pedal de acuerdo a las necesidades en el momento del manejo.

#### **2.2.1.1. Principio del sistema de frenos de aire.**

Este sistema emplea aire comprimido para su funcionamiento, lo cual se consigue gracias a un compresor, que tiene por función reducirlo de tamaño haciendo que ocupe en espacio mucho menor al que se encuentra en la atmósfera, al mismo tiempo que incrementa su presión.

Una vez comprimido el aire y sometido a presión es almacenado en un tanque cuyos valores de operación deben estar en los rangos máximos y mínimos de 10 y 6 bares respectivamente, luego con la ayuda de válvulas y cañerías es guiado hasta su punto de trabajo para que se produzca la acción del frenado.

**Gráfico N° 1.** Principio del sistema de frenos de aire.



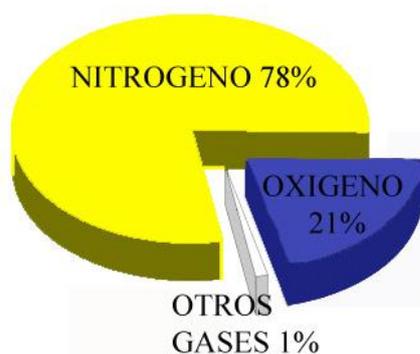
Fuente: BENDIX, Manual de frenos de aire, p. 55

#### **2.2.1.2. Aire.**

Se denomina aire a la mezcla de gases que constituye la atmósfera terrestre, que permanecen alrededor del planeta Tierra por acción de la fuerza de gravedad. El aire es esencial para la vida en el planeta. Es particularmente delicado, fino, etéreo y si está limpio transparente en distancias cortas y medias.

El aire del ambiente es, por así decirlo, la materia prima en los sistemas de aire comprimido. Está compuesto básicamente de nitrógeno 78%, oxígeno 21%, argón 0.9% y trazas 0.1% de bióxido de carbono, neón, helio y kriptón; físicamente es inodoro, incoloro y no tiene sabor. (Según WIKIPEDIA, 2010)

**Gráfico N° 2.** Composición de tierra.



Fuente:

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Proporci%C3%B3n\\_de\\_gases%C3%B3sfera.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Proporci%C3%B3n_de_gases%C3%B3sfera.svg)

### **2.2.1.3. Propiedades de aire.**

Según la altitud, la temperatura y la composición del aire, la atmósfera terrestre se divide en cuatro capas: troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera. A mayor altitud disminuyen la presión y el peso del aire.

Las porciones más importantes para análisis de la contaminación atmosférica son las dos capas cercanas a la Tierra: la troposfera y la estratosfera. El aire de la troposfera interviene en la respiración. Por volumen está compuesto, aproximadamente, por 78,08% de nitrógeno N<sub>2</sub>, 20,94% de oxígeno O<sub>2</sub>, 0,035% de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> y 0,93% de gases inertes, como argón y neón, hidrógeno y gases nobles como kriptón y Argón, es decir, 1% de otras sustancias.

En relación con esto vale la pena recordar que, en términos generales, un contaminante es una sustancia que está fuera de lugar, y que un buen ejemplo de ello puede ser el caso del ozono O<sub>3</sub>.

Cuando este gas se encuentra en el aire que se respira, es decir bajo los 25 kilómetros de altura habituales, es contaminante y constituye un poderoso antiséptico que ejerce un efecto dañino para la salud, por lo cual en esas circunstancias se le conoce como ozono troposférico u ozono malo.

#### **2.2.1.4. Composición de aire.**

Es importante saber todas las características que la comprensión del aire y su elevación a valores de presión puede aportar a un sistema cualquiera, en el que se necesite una fuerza importante para accionar cualquier mando.

El aire está compuesto principalmente por nitrógeno, oxígeno y argón. El resto de los componentes, entre los cuales se encuentran los gases de efecto invernadero, son vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, ozono, entre otros.

Cuando el aire es sometido a la acción de un compresor, lo que este hace es reducirlo de tamaño, o sea, hacer que ocupe mucho menos espacio que el que ocupa en estado natural. En estas condiciones, el aire, que se mantiene en la atmósfera a una presión determinada, aumenta su presión en la misma medida que es comprimido, de modo que, por este procedimiento puede llegar a ocupar muy poco espacio y por otra parte estar sometido a una alta presión.

En pequeñas cantidades pueden existir sustancias de otro tipo: polvo, polen, esporas y ceniza volcánica. También son detectables gases vertidos a la atmósfera en calidad de contaminantes, como cloro y sus compuestos, flúor, mercurio y compuestos de azufre.

#### **2.2.1.5. El aire comprimido.**

El aire comprimido no es otra cosa que el mismo aire del ambiente atrapado en un mecanismo donde se incrementa su presión por la reducción del volumen a través de un proceso mecánico. La máquina que realiza este trabajo es conocida como

compresor, del cual existen básicamente dos tipos: los compresores de desplazamiento positivo y los compresores dinámicos.

Un sistema de aire comprimido se divide en dos partes: el suministro y la demanda. Del lado del suministro, encontraremos el paquete de compresión, compuesto por el compresor, el motor del compresor, controladores y equipo de tratamiento del aire, como filtros, enfriadores, secadores, tanques de almacenamiento, etc. Por el lado de la demanda, están el cabezal principal, compuesto por las líneas principales de distribución, mangueras, reguladores de presión, válvulas, lubricadores, equipo neumático, etc.

Cada uno de los elementos mencionados, tanto del suministro como de la demanda, tienen una aplicación específica para el mejor desempeño del sistema y, en cada caso, se deberá cuidar su funcionamiento a través de un adecuado mantenimiento.

El aire comprimido no es más que aire atmosférico comprimido, este es transportado por medio de tuberías y puede ser almacenado en depósitos de aire comprimido. Para su uso dicho aire es descomprimido produciendo de esta forma energía.

Es importante saber todas las características que la compresión del aire y su elevación a valores de presión puede aportar a un sistema cualquiera, en el que se necesite una fuerza importante para accionar cualquier mando. Ello entra en el terreno de la neumática, una parte de la física que, dentro del estudio de los fluidos, constata las características propias del comportamiento propio del aire, de notable importancia en su aplicación en la automotriz.

Para efectuar esta operación de comprimir el aire es necesario aportar una energía de la que se vale el compresor; pero el aire puede devolver después buena parte de esta energía cuando es liberado.

En lo que respecta a la instalación de frenos de aire comprimido en los vehículos pesados, los valores de utilización se mantienen alrededor de los 6 bares, aun cuando,

para ello y desde el compresor, deba comprimirse a valores cercanos a los 10 bares de presión.

Otra de las características destacables del aire es su facilidad a ser dirigido por medio de conductos con una respuesta muy rápida y, además, al ser vertido después a la atmósfera como consecuencia de su final utilización, no resulta en absoluto contaminante, ya que vuelve en iguales condiciones.

Según colectivo de autores. Sistema de dirección y freno de los vehículos automotores C. Habana: Ed. Científico Técnica, 1981, 720 p.)

#### **2.2.1.6. Generalidades de aire comprimido.**

El aire comprimido es una forma de energía y por tanto, capaz de producir trabajo. La circunstancia de poder ser almacenado dentro de tanques o depósitos bien cerrados, para su uso en el momento deseado, lo hace muy conveniente en ciertas aplicaciones. En los camiones grandes que hacen el transporte por carretera se utilizan los frenos neumáticos.

Para los vehículos grandes, el mando hidráulico o mecánico de los frenos requiere gran fuerza de aplicación. El servo de vacío. Combinado con los frenos hidráulicos, es una solución; pero también se usa el aire comprimido, trabajando a unos 5 Kg de presión.

#### **2.2.1.7. Reseña histórica del sistema de frenos de aire.**

El sistema de frenos de aire fue creado por George Westinghouse (fundador de la Compañía Westinghouse Air Brake - WABCO) en Nueva York en 1869, originalmente fue para vehículos ferroviarios buscando mejorar su capacidad de respuesta de frenado, la seguridad y evitar los accidentes de tren con demasiada frecuencia. Tras una serie de mejoras y desarrollos del modelo original y una vez que su eficacia ha sido probada, los sistemas de frenos de aire también comenzó a aplicarse en los vehículos de carretera.

### Gráfico N° 3. Evolución del sistema de frenos de aire.



Fuente:<http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://www.uropeanbrakingsystems.co.uk/history> &ei=X6geUcncrKIio8QTu84DABg

La primera forma del freno de aire consistía en una bomba de aire, un depósito principal, una válvula, una cañería distribuida por todo el tren y un cilindro de freno en cada vagón; pero su deficiencia fue el tiempo de respuesta en el frenado para los vagones posteriores, frenando con mayor rapidez los delanteros, provocando daños y choques entre vagones, a más de que al ser una sola cañería la que distribuía el aire, un simple fallo en cualquier parte del sistema podía hacer que este falle totalmente.

En 1872, creó el freno automático de aire con la invención de la válvula de triple acción rápida y equipó a cada vagón con su propio depósito de aire. La presión del aire se mantenía en los depósitos auxiliares y en la tubería repartida a lo largo del tren cuando los frenos no se aplicaban.

Para aplicar los frenos a todos los vagones al mismo tiempo, se liberaba la presión de la cañería del tren, haciendo que la válvula de triple acción rápida en cada vagón aplique los frenos.

Para liberar los frenos en cada vagón, la presión se incrementaba en la cañería del tren hasta que un exceso de presión por encima de la presión de cada cilindro auxiliar, haga que la válvula de triple acción rápida cierre la entrada al cilindro del freno y abra la entrada para el depósito auxiliar.

En 1922 la compañía llamada Knorr-Bremse, inició el desarrollo de sistemas de

frenos neumáticos para vehículos comerciales de carretera, además fue la primera empresa europea que desarrolló un nuevo sistema neumático que aplicaba los frenos de forma simultánea a las cuatro ruedas de un camión, así como su remolque. En 1949, acelerada por la Segunda Guerra Mundial, el freno de aire se convirtió en estándar en todos los camiones pesados, tractores-remolques, autobuses y camiones de bomberos. En 1960, los ajustadores automáticos de holgura, secadores de aire, válvulas de doble freno y la primera generación de sistemas de antibloqueo de frenos se estaban desarrollando.

(Según VALLEJO, 2011 pág. 185)

#### **2.2.1.8. Las características principales de aire comprimido.**

Las características principales de este elemento es su facilidad de obtención, transportación por las cañerías y el incremento de presión, alcanzando fuerzas superiores a las de un ser humano; en lo referente a los frenos de aire podemos decir que se elimina la contaminación ya que este elemento luego de realizar su trabajo, regresa a la atmósfera con las mismas características y en condiciones iguales a las que ingreso.

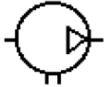
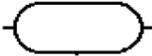
A continuación tenemos características primordiales dentro del flujo de aire comprimido y son las siguientes:

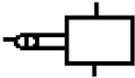
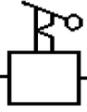
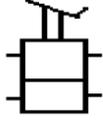
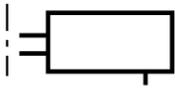
- ❖ No implica riesgos graves, ni peligro de accidente.
- ❖ El escape de aire no es tóxico ni es explosivo.
- ❖ Tiene gran cantidad de regulación y control.
- ❖ El aire no presenta riesgos de chispas ni de carga electrostáticas.
- ❖ Los circuitos de aire no están expuestos a los golpes de ariete como las hidráulicas.
- ❖ Admite su combinación con otra forma de energía por ejemplo el mismo freno hidroneumático.
- ❖ El costo de adquisición de energía del aire es más bajo comparando a otros métodos de trabajo en caso del vehículo combustible VS. Kw/ hora.

**2.2.1.9. Constitución, esquema y descripción de los elementos del sistema de freno de aire comprimido.**

A continuación procederemos a enumerar los componentes del sistema, destacando dos circuitos de frenado del vehículo. Circuito simple de frenado y el circuito de parqueo vehicular. El esquema viene determinado para una rueda delantera y una posterior, en otras palabras para un solo lado del vehículo, se dará pues misión, constitución, funcionamiento, disposición de todos los componentes de este sistema de aire comprimido.

**Gráfico N° 4.** Sistema de frenos de aire comprimido.

SIMBOLOGÍA	DESIGNACIÓN
	Compresor de aire
	Regulador de aire
	Filtro de aire
	Válvula de rebose o check
	Depósito de aire
	Válvula de purga
	Válvula relé

	Válvula repartidora
	Cilindro de doble acción (pulmón posterior)
	Válvula de estacionamiento
	Manómetro
	Válvula principal de pedal
	Cilindro de una acción pulmón delantero
	Cañerías de alta presión Cañerías de baja presión

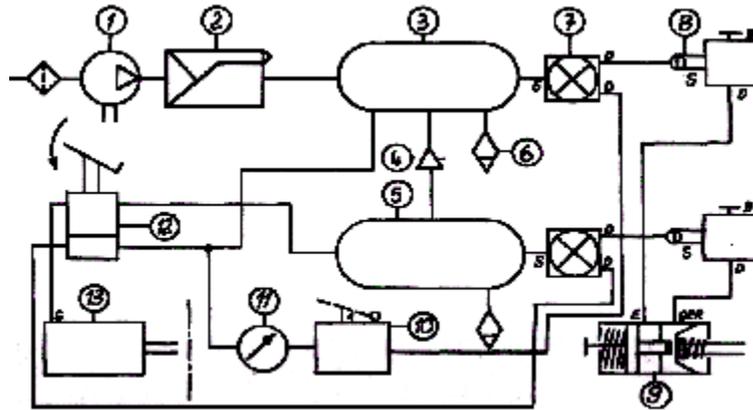
**Tabla N° 1.** Simbología de los componentes del sistema de frenos de aire.

Fuente: BENDIX Commercial Vehicle Systems. 2004. Manual de frenos de aire Bendi.

#### **2.2.1.10. Constitución y funcionamiento de los elementos del sistema.**

A una instalación de frenado por aire comprimido corresponden varios elementos alojados en diversos sitios del vehículo, y que están unidos entre sí por una red de conducciones.

**Gráfico N° 4.** Elementos del sistema del freno de aire.



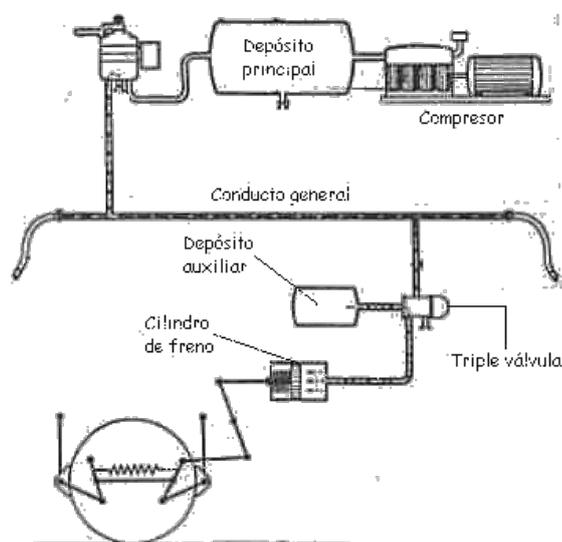
- |                                  |                                       |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1.- Compresor de aire mecánico,  | 8.- Pulmón posterior de doble acción. |
| 2.- Regulador y filtro de aire,  | 9.- Válvula de parqueo,               |
| 3.- Depósito de aire principal,  | 10.- Manómetro,                       |
| 4.- Válvula check,               | 11.- Válvula principal de pedal.      |
| 5.- Depósito de aire de reserva, | 12.- Pulmón delantero.                |
| 6.- Válvula de purga,            | 13.- Cañerías de alta presión,        |
| 7.- Válvula Relé tipo R6         | 14.- Cañerías de baja presión.        |

### 2.2.1.11. Funcionamiento de los frenos de aire.

Todos los frenos de aire básicamente funcionan de la misma manera. El aire comprimido se reúne en un depósito o cilindro. Cuando un interruptor se presiona, el aire es forzado a salir del depósito y esto empuja un pistón que presiona una zapata de freno en la rueda o eje. Al igual que cualquier otro freno lo que realmente hace que el vehículo se detenga es la fricción entre la zapata de freno y la rueda. La única cosa que distingue a un freno de aire de sus homólogos hidráulicos o mecánicos es la fuerza con la que empuja la zapata de freno.

Este sistema emplea el aire comprimido para accionar el conjunto de zapatas de cada tambor o campanas.

**Gráfico N° 5.** Funcionamiento del sistema de freno.



www.bendix.com

Su funcionamiento comienza al accionar el freno, la válvula deja pasar el aire comprimido del depósito hacia las cámaras de freno de las campanas, las cuales, mediante levas de accionamiento, desplazan las zapatas y forros contra el tambor en su interior. Al soltar el pedal, la válvula corta el paso del aire a presión y permite a la vez que salga el aire acumulado en las tuberías y cámaras de freno.

La acción de la bomba depende de la presión ejercida por el conductor sobre el pedal de freno. Un pequeño compresor de aire, colocado a un costado del motor y movido por una correa o por una cadena cubierta, aspira a través de un filtro, lo comprime y lo envía a uno o dos depósitos, donde se almacena. Una válvula reguladora de presión se abre y permite que escape al exterior el exceso de aire. El pedal del freno mueve la corredera de la válvula de freno: cuando aquel se pisa, la corredera deja pasar el aire comprimido a las tuberías que lo conducen hasta los cilindros de freno, en los que desplaza el pistón de mando de la palanca que gira la leva separadora de las zapatas. Cuando se levanta el pie del pedal, la corredera de la válvula de freno corta el paso del aire comprimido y pone en comunicación las tuberías con el aire libre, con lo que se descargan los cilindros de freno; sus pistones regresan a la posición de reposo y las levas dejan de apretar las zapatas. Un manómetro doble

indica al conductor la presión del aire de los depósitos y cuando frena, indica también la presión de trabajo en las tuberías y los cilindros de freno

Los frenos de aire en realidad son tres sistemas de freno diferentes: los frenos de servicio, los frenos de estacionamiento, y los frenos de emergencia.

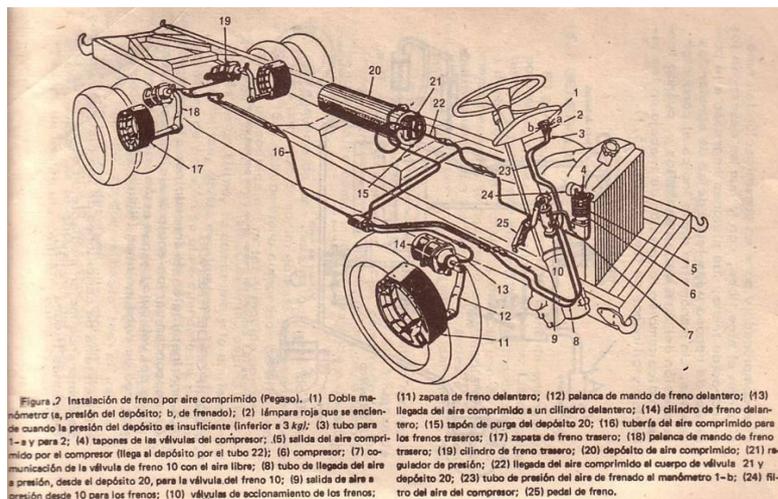
- El sistema de frenos de servicio aplica y libera los frenos cuando usted usa el pedal de freno durante el manejo normal.
- El sistema de frenos de estacionamiento aplica y libera los frenos de estacionamiento cuando usted usa el comando de los frenos de estacionamiento.
- El sistema de frenos de emergencia usa partes de los sistemas de los frenos de servicio y de los de estacionamiento para detener el vehículo en el caso de que ocurra una falla en el sistema de frenos.

### 2.2.2. Equipos de freno.

A una instalación de frenado por aire comprimido corresponden varios equipos alojados en diversos sitios del vehículo y que están unidos entre sí por una red de conducciones.

El sistema de conexiones de los distintos equipos se comprende mejor mediante un esquema de conducciones.

**Gráfico N° 6. Equipos de freno.**



### **2.2.2.1. Compresor de aire.**

La función del compresor de aire es proveer y mantener aire bajo presión para operar los dispositivos en el freno de aire y sus mandos auxiliares, uno de los compresores más utilizados es de tipo reciprocante de una sola etapa, tiene dos cilindros con una velocidad de desplazamiento de 13,2 pies cúbicos por minuto a 1250 RPM.

El compresor es accionado por el motor del vehículo y está operando continuamente mientras el motor esté funcionando, está acoplado por medio de engranajes o de una banda en v, desde un piñón perteneciente a la cadena cinemática de la distribución y actúa sobre el piñón del compresor, el mismo se encuentra solidario del cigüeñal, de modo que los pistones se mueven alternativamente arrastrados desde el piñón cuando los pistones se desplazan desde su PMS a su PMI, hacen que se abran las válvulas de admisión, las cuales toman el aire que se halla en contacto con el filtro de aire cuando el pistón sube, comprime el aire que existe en su interior hasta una presión suficiente que pueda abrir la válvula de salida desde donde el aire se dirige, por medio del conducto de salida hacia el depósito que almacena el aire comprimido.

A medida que el aire atmosférico es comprimido, todo el vapor de agua originalmente en el aire es llevado a lo largo del sistema de frenos de aire, como también una pequeña cantidad de aceite lubricante en forma de vapor. Si el secador de aire no se usa para quitar estos contaminantes antes de entrar al sistema de aire, la mayoría de los contaminantes, pero no todos, se condensan en los tanques.

La cantidad de contaminantes que llegan al sistema de aire, depende de varios factores, incluyendo la instalación, mantenimiento y dispositivos de manejo de los contaminantes en el sistema.

**Gráfico N° 7. Compresor de aire.**



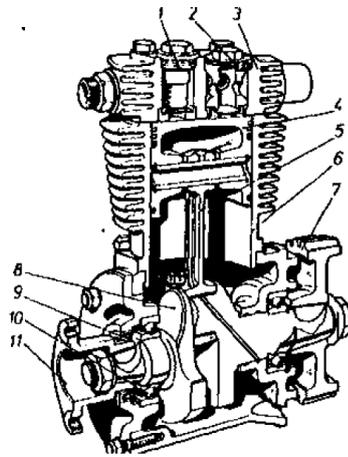
Fuente: BENDIX, Manual de frenos de aire.

#### **2.2.2.2. Constitución.**

El sistema está constituido por bloque mono cilíndrico de fundición de aluminio con amplias aletas de refrigeración, por el que se desplaza el pistón capaz de proporcionar según el modelo, hasta 360 metros de aire por minuto, funcionando a 1000 r.p.m. La culata es desmontable y lleva dos válvulas, una de aspiración y otra de presión, controladas automáticamente por el movimiento alternativo del pistón,

- |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. Válvula de presión    | 7. Rueda mando compresor |
| 2. Válvula de aspiración | 8. Cigüeñal              |
| 3. Culata                | 9. Retén de aceite       |
| 4. Émbolo o pistón       | 10. Rodamiento de bolas  |
| 5. Biela                 | 11. Plano de acople.     |
| 6. Cilindro              |                          |

**Gráfico N° 8.** Constitución del compresor de aire.

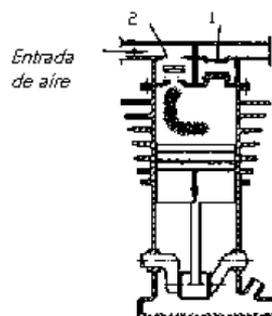


**2.2.2.3. Funcionamiento del compresor.**

El compresor recibe movimiento por medio de correas trapezoidales o bien directamente de la distribución del motor, que lo hace girar continuamente mientras el motor está en funcionamiento, mandando así el aire comprimido al depósito hasta alcanzar la presión de regulación tarada en la válvula de descarga.

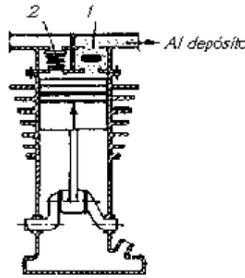
Cuando se alcanza esta presión, la válvula actúa, dejando salir a la atmósfera el aire procedente del compresor, permitiendo, de esta forma, que el compresor funcione en vacío, es decir, sin carga.

El descenso del pistón crea una depresión en el interior del cilindro. La válvula de aspiración se abre comprimiendo su resorte y el aire fresco es aspirado después del paso por un filtro, la válvula de compresión permanece aplicada sobre el asiento.



**Gráfico N° 9.** Aspiración.

La ascensión del pistón crea una sobrepresión, la válvula de aspiración cierra en tanto que la válvula de compresión se abre. El aire es lanzado a presión hacia el depósito. Un sistema de regulación automática limita la presión máxima que no debe ser sobrepasada.



**Gráfico N° 10.** Compresión.

#### **2.2.2.4. Lubricación del compresor.**

El motor del vehículo provee un suministro continuo de aceite al compresor, el mismo que es dirigido desde el motor hasta la entrada de aceite del compresor. Un conducto para el aceite en el cigüeñal del compresor permite que este lubrique los bujes de las bielas en el cigüeñal; en cambio, los bujes de los pasadores de la biela y los rodamientos de bolas del cigüeñal son lubricados por salpicadura.

Una tubería de retorno de aceite conectada desde el drenaje del compresor a la caja del cigüeñal del motor del vehículo, permite el retorno del aceite.

**Gráfico N° 11.** Lubricación del compresor.

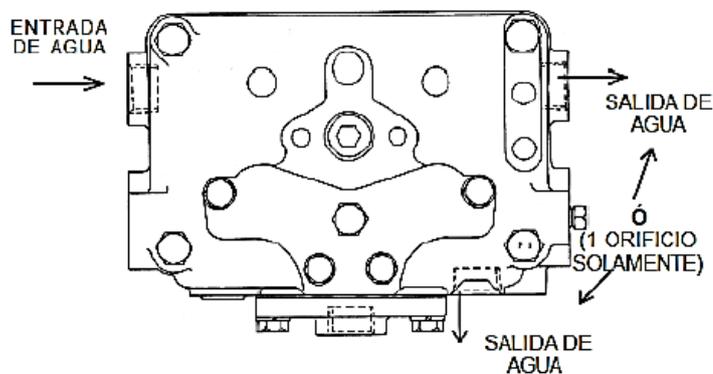


Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire.

#### 2.2.2.5. Enfriamiento del compresor.

El aire que fluye a través del compartimiento del motor por la acción del ventilador, y el movimiento del vehículo ayuda al enfriamiento del compresor. El refrigerante que fluye desde el sistema de enfriamiento del motor a través de las tuberías de conexión, entra a la cabeza del compresor y pasa a través de los conductos internos en la cabeza del cilindro y es regresado al motor. El enfriamiento apropiado es importante para mantener la temperatura del aire de descarga por debajo de la máxima recomendada de 400 grados Fahrenheit.

**Gráfico N° 12.** Enfriamiento del compresor.



Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire, p. 5

#### **2.2.2.6. Tubería de descarga.**

La tubería de descarga permite que la mezcla de aire, vapor de aceite y vapor de agua, se enfríe entre el compresor y el secador de aire o el tanque. Cuando la temperatura del aire comprimido que entra al secador de aire está dentro del límite normal, el secador de aire puede sacar más aceite del sistema de carga; si la temperatura del aire comprimido está sobre el límite normal, el aceite en forma de vapor de aceite puede pasar a través del secador de aire y así entrar al sistema.

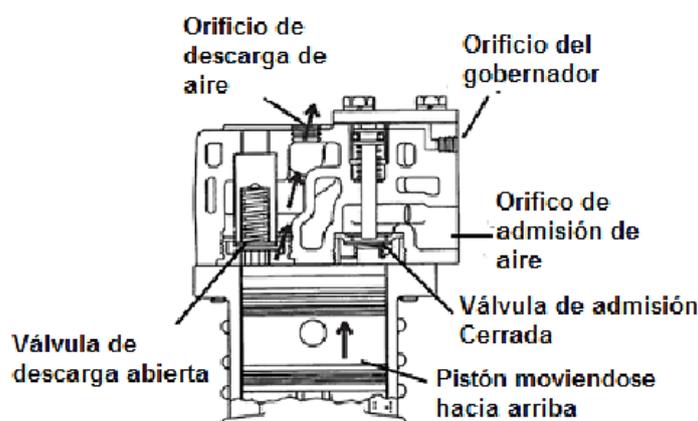
A medida que el pistón empieza su carrera de ascenso, el aire que fue llevado dentro del cilindro en la carrera de descenso es comprimido, la presión de aire sobre la válvula de admisión más la fuerza del resorte de entrada regresa la válvula de admisión a su asiento y la cierra. El pistón continuo la carrera de ascenso y el aire comprimido empuja la válvula de descarga fuera de su asiento y el aire fluye por la válvula de descarga abierta, a la tubería de descarga y a los tanques.

#### **2.2.2.7. Entrada y compresión de aire (cargado).**

La entrada y compresión de aire ocurre durante la carrera de descenso del pistón, se crea un ligero vacío entre la tapa del pistón y la cabeza del cilindro, haciendo que la válvula de admisión se mueva de su asiento y se abra. El aire atmosférico es llevado a través del filtro de aire y la válvula de admisión abierta dentro del cilindro.

A medida que el pistón empieza su carrera de ascenso, el aire que fue llevado dentro del cilindro en la carrera de descenso es comprimido, la presión de aire sobre la válvula de admisión más la fuerza del resorte de entrada regresa la válvula de admisión a su asiento y la cierra. El pistón continuo la carrera de ascenso y el aire comprimido empuja la válvula de descarga fuera de su asiento y el aire fluye por la válvula de descarga abierta, a la tubería de descarga y a los tanques.

**Gráfico N° 13.** Carga del compresor.



Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire, p. 3

Con las válvulas de admisión separadas de sus asientos por los pistones de descarga, el aire es bombeado hacia atrás y hacia adelante entre los dos cilindros; las válvulas de descarga permanecen cerradas. Cuando la presión de aire del tanque baja al punto de corte mínimo del gobernador, este se cierra y deja escapar el aire de la parte superior de los pistones de descarga, los resortes de descarga impulsan los pistones hacia arriba y las válvulas de admisión regresan a sus asientos, entonces la compresión es reanudada.

#### **2.2.2.8. Sin compresión de aire (descargado).**

Cuando la presión de aire en el tanque alcanza el punto de corte del gobernador, este permite que el aire pase desde el tanque a través del gobernador y entre en la cavidad sobre los pistones de descarga.

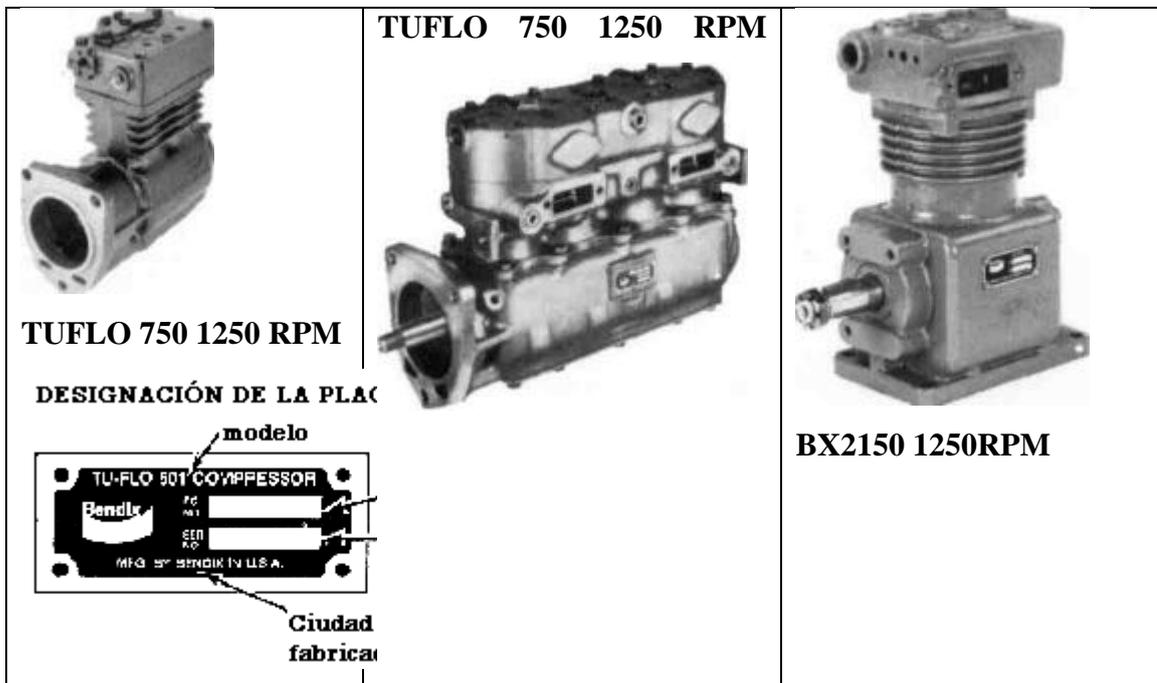
Los pistones de descarga bajan manteniendo las válvulas de admisión fuera de sus asientos. Con las válvulas de admisión separadas de sus asientos por los pistones de descarga, el aire es bombeado hacia atrás y hacia adelante entre los dos cilindros; las válvulas de descarga permanecen cerradas. Cuando la presión de aire del tanque baja al punto de corte mínimo del gobernador, este se cierra y deja escapar el aire de la parte superior de los pistones de descarga, los resortes de descarga impulsan los

pistones hacia arriba y las válvulas de admisión regresan a sus asientos, entonces la compresión es reanudada.

### 2.2.2.9. Tipos de compresores.

Una placa de nombre está en el cárter del cigüeñal de todos los compresores. Despliega el modelo, número de bendix y número de serie. Una placa de nombre es de fondo negro denota un nuevo compresor de equipo original, considerando que un placa de nombre con un fondo rojo designa que los compresores son de la marca, al hacer referencia a un uso del compresor particular.

**Gráfico N° 14.** Tipos de compresor.



Fuente: BENDIX BRAKES, Manual para frenos de aire, p. 4

### 2.2.3.1. Regulador de presión.

La misión de este elemento es la de regular la carga del compresor registrando la presión en el depósito de aire, cuando alcanza la presión operativa (8 y 10 bares), el mecanismo de descarga del compresor recibe una señal neumática del regulador de

presión que hace que se detenga la carga. Cuando la presión de funcionamiento disminuye en alrededor de 1 bar desaparece la señal del regulador de presión y el compresor reinicia la carga.

**Gráfico N°15.** Regulador de presión.



**D-2**

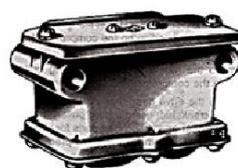
Fuente: BENDIX BRAKES, Manual para frenos de aire, p. 4

### **2.2.3.2. Filtros de aire.**

En el aire aspirado se encuentran materias extrañas, que pueden perturbar el correcto funcionamiento de los demás equipos y por ello, requieren ser eliminadas por medio de un filtro de aire. El filtro tiene, al propio tiempo, una conexión para su adaptación al hinchado de los neumáticos. Para tal fin, se suelta una tuerca de las aletas y en su lugar, se fija una conducción flexible portadora del aire.

Antes de empezar esta operación de hinchado de los neumáticos, se debe dar salida al agua condensada, quitando la tuerca de aletas con el motor en marcha. Con el filtro obturado, se abre la válvula de seguridad, liberando así el acceso al regulador de presión.

**Gráfico N° 16.** Filtro de aire.



**FILTRO DE ESPONJA DE POLIURETANO**



**FILTRO DE AIRE DE ELEMENTO SECO-PAPEL PLEGADO**

### **2.2.3.3. Tipos y aplicaciones de filtros de aire.**

#### **Filtro estándar.**

- a) Filtro desecante Premium, un elemento filtrante semejante a la esponja, con su marca.
- b) Capacidad de absorción de agua 100 por ciento superiores
- c) Cartucho de desecante de vida útil prolongada
- d) Desecante con resistencia a la compresión mejorada
- e) Tolerancia a la contaminación de aceite notablemente mejorada.

#### **Filtro extendido.**

- a) 50 por ciento más eficiente de desecante
- b) Viene con desecante Premium de las mismas características que el cartucho estándar
- c) Ideal para aplicaciones con arranques y paradas frecuentes y con largos ciclos de compresor.

Este contenedor metálico interno aloja al desecante, brindando protección contra las altas temperaturas que genera el compresor de aire. El contenedor también está diseñado para permitir el flujo de aire a través del cartucho sin pérdida de desecante.

#### **a) Filtros de aire sistema saver 1200 y 1800.**

- ✓ Funcionan con sistemas de frenos normales.
- ✓ No requieren de depósitos adicionales.
- ✓ Disponible con opciones de válvula de cierre turbo y desfogue por línea de descarga.
- ✓ El Sistema Saver 1800 ofrece mayor capacidad de secado para aplicaciones de servicio más pesado.

B) Filtros de Aire Sistema Saver 1200p Y 1800p.

- ❖ Para usarse con tanque de purgado dedicado.
- ❖ Disponible con opciones de válvula de cierre turbo y desfogue por línea de descarga
- ❖ Ideal para aplicaciones con arranques y paradas frecuentes y con largos ciclos de compresor.
- ❖ El Sistema Saver 1800P ofrece mayor capacidad de secado para aplicaciones de servicio más pesado.



**Gráfico N° 16.** Tipos de filtros de aire comprimido.

Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire,

c) **FILTRO DE AIRE DOBLE SISTEMA SAVER TWIN.**

- ❖ Sistema de dos cartuchos secuenciales que permite que uno de éstos se regenere mientras que el otro se encarga de secar el aire, con 22 libras. Diseñado para compresores que funcionan casi continuamente y camiones con varios neumáticos o sistemas de inflado de llantas centrales.



**Gráfico N° 17.** Filtro doble de aire.

Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire,

#### **2.2.3.4. Depósito de aire.**

Los depósitos de aire comprimido son en realidad un conjunto de cuatro depósitos, ellos son: el depósito húmedo, que actúa como el depósito de regulación de los demás, ya que está en contacto con ellos, y un conjunto de tres depósitos más que sirven para cada uno de los frenos de cada eje y para el freno de Estacionamiento.

La función de los depósitos de aire es:

- Equilibrar las pulsaciones de aire procedentes del compresor,
- Acumular aire comprimido,
- Actuar de distanciador entre los períodos de regulación: carga vacío o carga parada,
- Refrigerar el aire, recoger el aceite y el agua condensada.

Ahora, los depósitos deben tener o cumplir con ciertas condiciones según las normas de seguridad española y son:

- Válvula de seguridad que permita la evacuación total del caudal del compresor con sobrecarga que no exceda del 10 %.
- Manómetro.
- Grifo de purga o válvula automática en su fondo que permita la evacuación del

agua condensada y el aceite.

- Racores de toma del sistema de regulación del compresor.
- Agujero de limpieza.

La forma generalmente es esférica o cilíndrica y su capacidad está calculada para que almacenen la suficiente cantidad de aire comprimido para accionar los frenos aún en caso de fallo fortuito del compresor. El purgado se realiza con facilidad por la posición apropiada del grifo, el agua es expulsada automáticamente por la presión interna del aire.

1. Reserva
2. Válvula de purga
3. Entrada
4. Salida
5. Soporte
6. Racores
7. Tuerca de sujeción.



**Gráfico N° 18.** Depósito de aire,

Fuente: BENDIX, Manual de frenos de aire, p. 11

El aire comprimido llega primero al depósito húmedo, al mismo tiempo que distribuye el aire al resto de depósitos, los cuales son exclusivos para los frenos delanteros, posterior y freno de estacionamiento.

La fabricación del depósito húmedo generalmente suele ser de acero con la finalidad de conseguir una mayor resistencia, ya que la presión de aire que debe almacenar en algunos momentos requiere de una mayor fuerza de llenado que en el resto de depósitos, el número o disposición de los depósitos de aire comprimido está en base al diseño de cada fabricante así como también del tipo de vehículo.

Para la construcción de los depósitos de aire comprimido se utiliza la plancha de acero que tiene un grosor de entre 2,5 y 3,5 mm, la forma final se la conoce como abovedada buscando así dar la mayor resistencia a las presiones requeridas, además

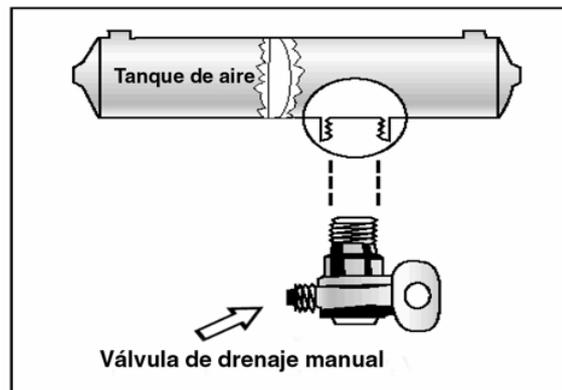
la capacidad de almacenamiento varían según el tamaño del vehículo pero se construye depósitos de entre 8 hasta 40 litros o más.

### 2.2.3.5. Drenajes del tanque de aire.

Por lo general, el aire comprimido contiene algo de agua y de aceite del compresor, lo que es perjudicial para el sistema de frenos de aire, ya que el agua se puede congelar en clima frío y provocar una falla de los frenos. El agua y el aceite tienden a acumularse en el fondo del tanque de aire y por eso es importante drenarlo completamente usando la válvula de drenaje que se encuentra en la parte inferior de cada tanque. Hay dos tipos de válvulas:

- Manual: se la gira un cuarto de vuelta o se tira de un cable. Se recomienda drenar manualmente los tanques al finalizar cada día de manejo.

**Gráfico N° 19.** Drenaje manual.



Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire

- Automática: el agua y el aceite son expulsados automáticamente. Estos tanques también pueden estar equipados para drenaje manual.

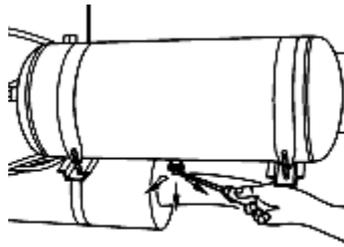
En este tipo de válvulas de drenaje, también tenemos las de tipo automáticas, en las que la expulsión del agua se la realiza que ya no es necesaria la intervención periódica del conductor o del encargado del mantenimiento.

Los tanques de aire automáticos están equipados con dispositivos de calentamiento eléctrico que previenen la congelación del drenaje automático en clima frío.

**ADVERTENCIA:**

No se acerque a la parte delantera de la salida de descarga de la válvula de eyección de humedad porque saldrán lanzados con fuerza humedad, sedimentos, y otras basuras cuando se completa el ciclo del compresor. Utilice protección para los ojos tal como gafas de seguridad al revisar la válvula de eyección de humedad para evitar que las basuras que puedan salir lanzadas causen daños a los ojos.

**Gráfico N° 20.** Drenado del agua del depósito.

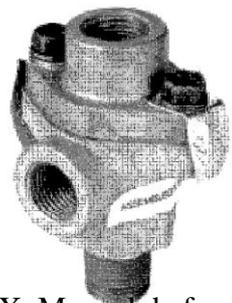


Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire.

**2.2.3.6. Válvula de retención.**

Esta válvula permite el paso del aire comprimido en una sola dirección, se recomienda por regla general que vayan instaladas en forma horizontal.

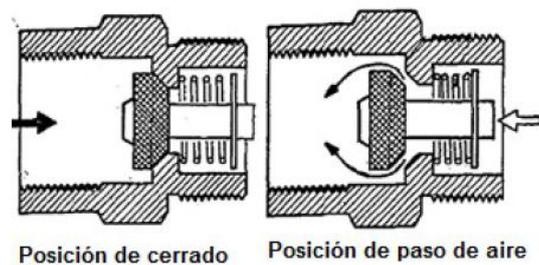
**Gráfico N° 21.** Válvula de retención.



Fuente: BENDIX, Manual de frenos de aire, p. 14

Cuando la válvula recibe el aire comprimido a presión en el sentido de circulación de carga hacia el depósito, la misma presión hace que se abra la válvula de retención, al contrario, cuando la presión es superior a la presión que viene del compresor, se cierra, imposibilitando el paso de aire comprimido, uno de los ejemplos más habituales es el utilizado en el inflado de los neumáticos.

**Gráfico N° 22.** Posiciones de la válvula de retención

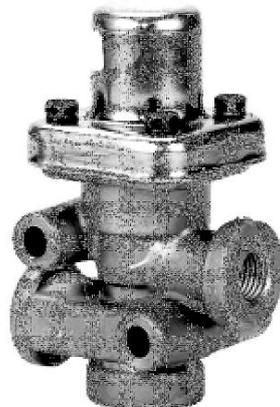


Fuente: CHANGO, CARLOS.

#### **2.2.3.7. Válvula de protección de presión.**

Es una válvula de control sensible a la presión normalmente cerrada, esta válvula puede ser usada en muchas aplicaciones diferentes, pero su utilización típica es para proteger la presión de un tanque, aislándolo del otro, cerrando el paso de aire automáticamente a una presión pre-ajustada. La válvula es también comúnmente usada para retardar el llenado de los tanques auxiliares, hasta que se logre la presión pre ajustada en el depósito.

**Gráfico N° 23.** Válvula de potencia de presión.

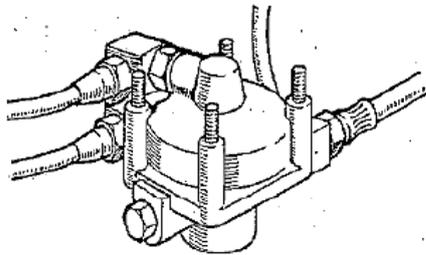


Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire,

#### **2.2.3.8. Válvula relé.**

Ya que los frenos en el eje posterior se encuentran a mayor distancia de los depósitos de aire comprimido, tendrían un cierto retraso con relación a los frenos del eje delantero, lo cual no brindaría una armonización perfecta en el frenado. Con el fin de mejorar este problema, se ha incrementado en el circuito una válvula relé, con el fin de igualar el abastecimiento de aire comprimido a los frenos delanteros y posteriores, de manera que ejerza entre los dos, una acción igual y al mismo tiempo.

**Gráfico N° 24.** Válvula relé.



Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire.

Para su funcionamiento, la válvula relé recibe aire desde dos conductos diferentes, el primero es un conducto grueso procedente directamente del depósito de alimentación de aire para el eje posterior, tiene una alimentación permanente y directa del depósito; el segundo conducto es más delgado viene directamente desde el pedal de freno, su función es transportar una pequeña cantidad de aire al pisar el pedal la misma que abre el paso principal y se consigue que los frenos posteriores reciban el aire comprimido al mismo tiempo que los delanteros.

#### **2.2.3.9. Válvula de seguridad.**

Se usan en el sistema de frenos de aire, para proteger al sistema contra la excesiva acumulación de presión, además tienen un sonido de alerta. Las válvulas de seguridad se las puede conseguir de la forma ajustable y no ajustable, en varios ajustes de presión y para varios tamaños de acoples, la presión máxima en el sistema de servicio es de 10 bares.

**Gráfico N° 25.** Válvula de seguridad.

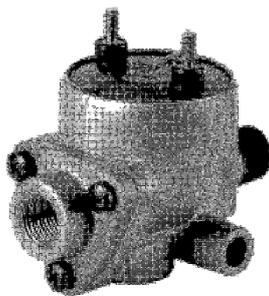


Fuente: BENDIX, Manual de frenos de aire, p. 10

#### **2.2.3.10. Interruptor de la luz de freno.**

Es necesario que los conductores que viajan detrás del vehículo sepan el momento en que se apliquen los frenos, el sistema de frenos de aire hace esto mediante un interruptor eléctrico que funciona con presión de aire y que hace que las luces de freno se enciendan cuando se pisa el pedal del freno.

**Gráfico N° 26.** Interruptor de la luz de freno.



Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire.

#### **2.2.3.11. Secador de aire.**

El secador de aire es un sistema de filtración en línea, que elimina el vapor de agua y gotas de aceite del aire comprimido que es enviado por el compresor; esto da como resultado que el sistema tenga un aire limpio y seco, ayudando así a prevenir que la línea de aire y componentes se congelen en tiempo de invierno.

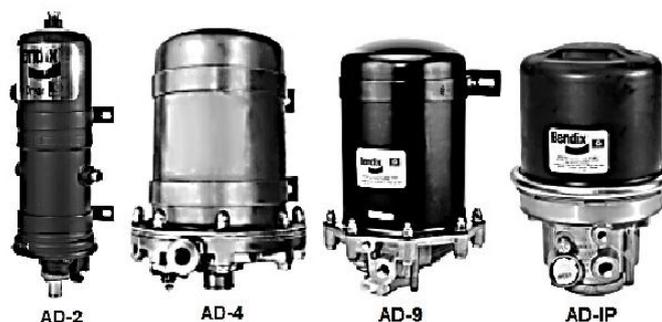
El secador de aire está colocado entre el compresor y el depósito, separa el agua y la suciedad del aire al hacer que éste pase por un recipiente que contiene un agente secador, en su mayoría estos secadores utilizan un cartucho reemplazable, el mismo que contiene el agente secante y un separador de aceite. El aire entonces se mueve a través del material secante, el cual elimina la mayoría de vapor de agua.

Cuando la presión de aire en el tanque de suministro alcanza el nivel requerido, el gobernador hace parar la carga del compresor y permite empezar el ciclo de purga del secador de aire. Durante el ciclo de purga, el material secante es regenerado por inversión del proceso de saturación.

Una pequeña cantidad de aire seco pasa a través del material secante y el agua que ha sido acumulada, como también las gotas de aceite acumuladas por el separador de aceite, son purgadas a través de la base del secador; por esta razón, es normal ver una pequeña cantidad de aceite alrededor de la válvula de purga.

Son diseñados con un almacenamiento interno (volumen de purga) de aire seco para el ciclo de purga.

**Gráfico N° 26.** Secador de aire.



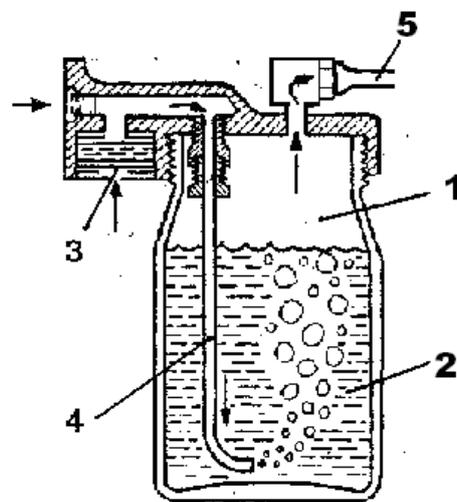
#### **2.2.3.12. Evaporador de alcohol.**

Algunos sistemas de frenos de aire están equipados con un evaporador de alcohol para poner alcohol en el sistema de aire. Esto ayuda a disminuir el riesgo de que se forme hielo en las válvulas de freno y en otras piezas del sistema cuando durante la

temporada de frío, ya que si hay hielo en el sistema, los frenos pueden dejar de funcionar.

Verificar el recipiente de alcohol y llénelo diariamente en la medida que sea necesario durante la temporada de frío. Es necesario drenar diariamente el tanque de aire para eliminar el agua y el aceite a menos que el sistema tenga válvulas de drenaje automático.

**Gráfico N° 7.** Evaporador de alcohol.

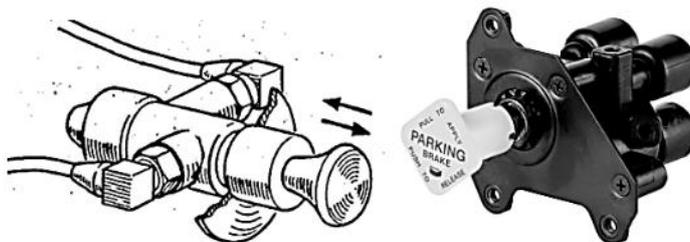


Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire,

### 2.2.3.13. Válvula de parqueo.

Es una válvula con una retención doble integral, operable manualmente que va montada en el tablero de instrumentos la misma que provee un control en la cabina para liberar o aplicar los frenos de estacionamiento del bus o camión.

**Gráfico N° 28.** Válvula de parqueo de botón.

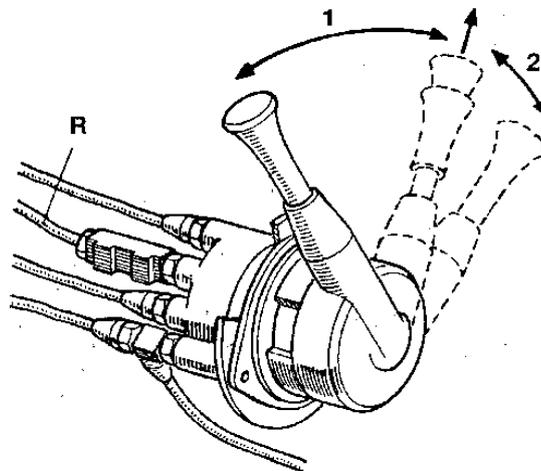


Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire,

La misión de la válvula de estacionamiento es de evitar mandar aire comprimido a la cámara del resorte de los frenos de estacionamiento cuando éstos estén aplicados, ni incluso cuando el sistema se esté cargando de aire comprimido.

#### 2.2.3.14. Mando manual del freno de estacionamiento.

Gráfico N° 9. Mando manual.



Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire,

La misión del mando manual consiste, al ser colocado en posición de trabajo, manda una orden neumática a la válvula relé mediante la cual se evacua el aire que existe en la cámara del muelle de disparo de los cilindros de freno de resorte.

Al eliminarse la presión del aire en esta zona, el muelle se dispara y avanza la varilla de mando, de modo que la cuña, o la leva, de la parte mecánica del freno expanda las zapatas y estas se apliquen fuertemente contra las paredes internas de roce del tambor.

El mando manual tiene dos posiciones la posición 1 en la que tanto el freno de estacionamiento como el de remolque se aplican gradualmente según se tire la palanca. Cuando el mando pasa a la posición 2, solo se aplica el freno de mano, la palanca se debe levantar un poco para colocarla en la posición 2.

### 2.2.3.15. Gobernador del compresor de aire.

El gobernador controla el funcionamiento del compresor de aire cuando éste bombea aire a los tanques de almacenamiento. Cuando la presión del tanque de aire se eleva al nivel de corte alrededor de 125 libras por pulgada cuadrada o psi, el gobernador detiene el compresor para que deje de bombear aire. Cuando la presión del tanque cae hasta la presión de bombeo alrededor de 100 psi, el gobernador permite que el compresor comience a bombear aire nuevamente.

### 2.2.3.16. Válvula repartidora.

Está válvula va situada en la bifurcación de los frenos posteriores, permite, a través de ella, el paso de aire a los cilindros de las ruedas, descargando la presión en los mismos cuando cesa la acción de frenado.

**Gráfico N° 10.** Constitución de la válvula.



Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire,

Está formada por un cuerpo de válvula en cuyo interior se abre una membrana elástica que hace de válvula de paso que se mantiene en su posición de reposo por el muelle.

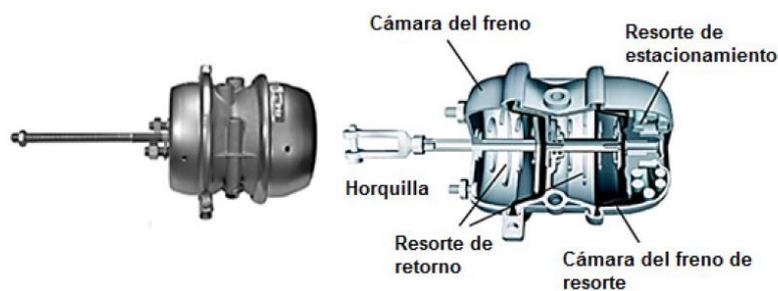
Funcionamiento de la válvula repartidora, cuando se accionan los frenos, la presión de aire procedente de la válvula de accionamiento que entra por A comprime el

muelle dejando pasar el aire que sale por B a los cilindros de las ruedas. Cuando cesa el efecto de frenado, la válvula se cierra por la acción antagonista del muelle, al cesar la presión en la entrada A, y la presión de retorno procedente de los cilindros se desplaza la membrana dejando pasar toda la presión de aire mientras dure el proceso de accionamiento.

### 2.2.3.17. Pulmón posterior de doble acción.

El pulmón es conocido también como freno de resorte o actuador, su función es la de convertir la presión de aire en una fuerza mecánica mediante una varilla de empuje, que actúa accionando los distintos componentes del freno.

**Gráfico N° 11.** Pulmón posterior de doble acción.



Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire.

El proceso de funcionamiento comienza cuando el aire a presión ingresa al actuador y presuriza una cámara que contiene un diafragma generalmente de caucho o a su vez de hule, el aire empuja al diafragma, al resorte y a la varilla de accionamiento.

Este tipo de pulmones se los ubica en el eje posterior del vehículo y está destinado a actuar como freno de servicio y también de estacionamiento, el freno de servicio requiere presión de aire para aplicar los frenos, mientras que el freno de estacionamiento o emergencia, usa la presión de aire para liberar los frenos.

Cuando la presión de aire desciende hasta un valor de entre 20 y 15 psi (normalmente entre 20 y 30 psi), la señal sonora conocida como zumbador se activa, al mismo tiempo se enciende la luz indicadora de baja presión de aire con lo cual el conductor

debe detener la marcha del vehículo.

### 2.2.3.18. Manómetro de presión.

**Gráfico N° 12.** Manómetro.



**MANOMETRO CON INDICADOR DE CARGA**

Fuente: <http://www.ferrovicmar.com/imagen/KRIPXE/manometros.jpg>

Todos los vehículos equipados con frenos de aire tienen un medidor de presión conectado al tanque de aire, estos medidores señalan cuánta presión existe en los tanques de aire, si el vehículo tiene un sistema dual de frenos de aire, tendrá un medidor para cada mitad del sistema o un único medidor con dos agujas.

Por lo general, estos aparatos se refieren siempre a la situación de presión en el circuito de los frenos delanteros y en el de los frenos traseros, de modo que son, en realidad, el conjunto de dos manómetros independientes que, sin embargo, trabajan sobre una sola esfera, de modo que controla dos circuitos independientes.

Estos manómetros de presión constan, pues, de dos agujas. La aguja blanca se refiere siempre, al circuito de las ruedas delanteras e indica la presión en bares o, lo que, es lo mismo, unidades de 100 kilo Pascal a que se encuentra la instalación del circuito delantero. En las mismas condiciones trabaja la aguja roja, pero controlando en este, caso la presión reinante en la instalación de las ruedas traseras.

Pequeñas variaciones en la presión de uno u otro circuito son normales y no significan la presencia de avería.

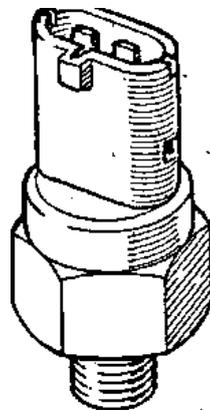
Los manómetros disponen también de una luz testigo de advertencia que se ilumina cuando el circuito está trabajando a baja presión. Este puede ir acompañado también de un zumbador, cuyo sonido ayuda a percibir lo que ocurre de una forma más rápida.

#### **2.2.3.19. Indicador de baja presión.**

Cuando la presión a la que se encuentra el circuito de aire resulta demasiado baja o está por debajo del valor necesario, se produce la iluminación de una luz testigo de funcionamiento que el conductor tiene dispuesta en el panel de instrumentos.

La luz también se ilumina cuando los frenos de estacionamiento se hallan aplicados para que el conductor no pueda olvidarse de los mismos en el momento de intentar el arranque. Es más un elemento de seguridad que convierte valores de presión en valores eléctricos.

**Gráfico N° 13.** Indicador de baja presión

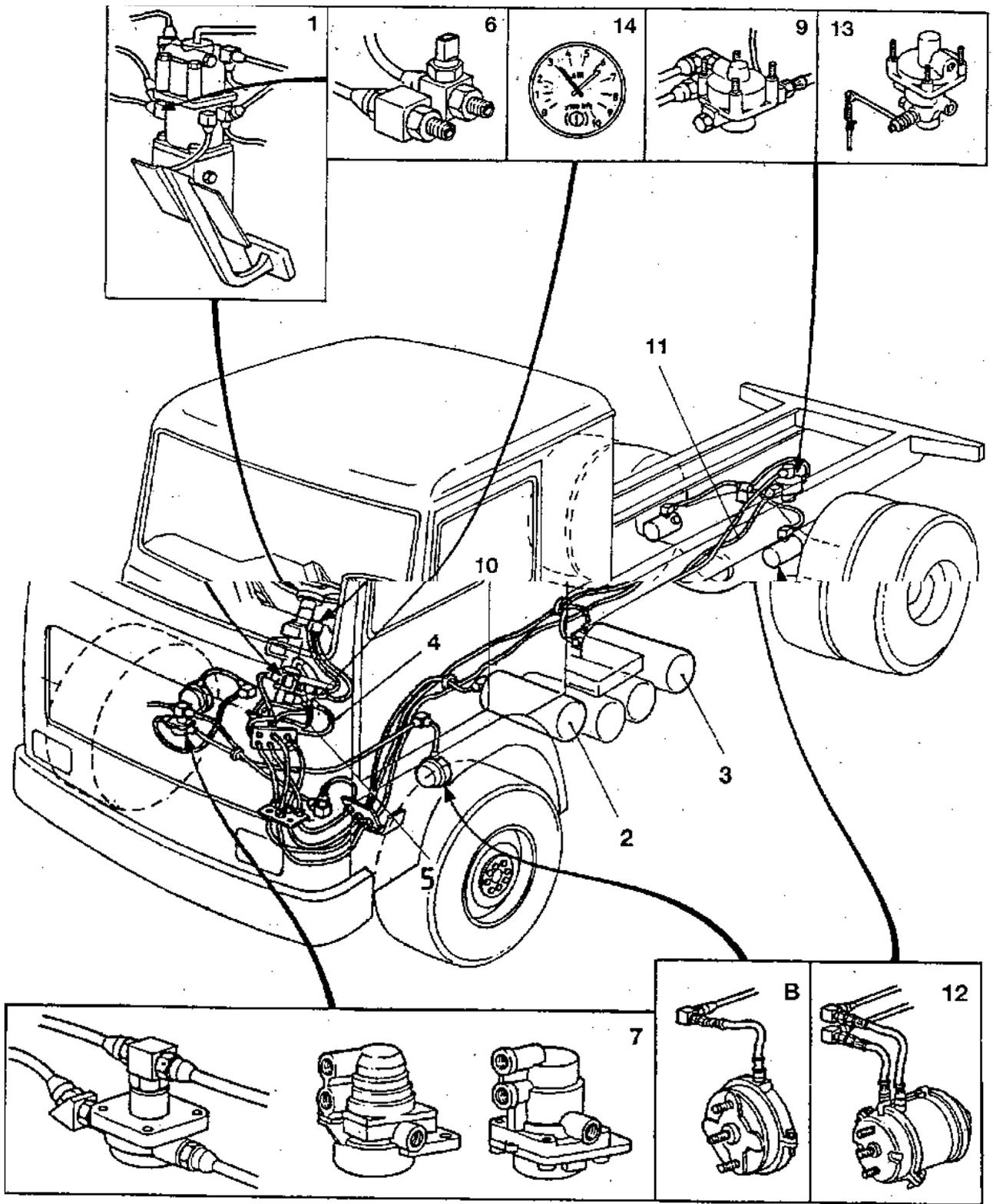


Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire,

#### **2.2.4. Sistema operativo de los frenos delanteros y traseros.**

En este sistema propiamente llamado freno de servicio, controla los frenos delanteros y traseros del autocamión.

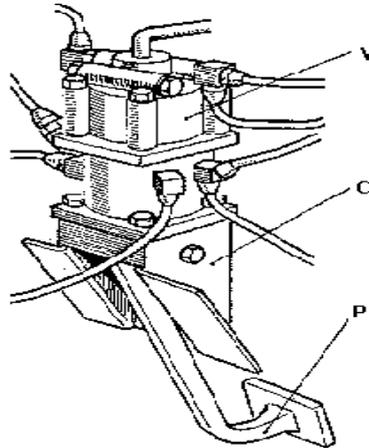
**Gráfico N° 14.** Sistema operativo.



Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire

#### 2.2.4.1. Pedal de freno.

Gráfico N° 15. Pedal.



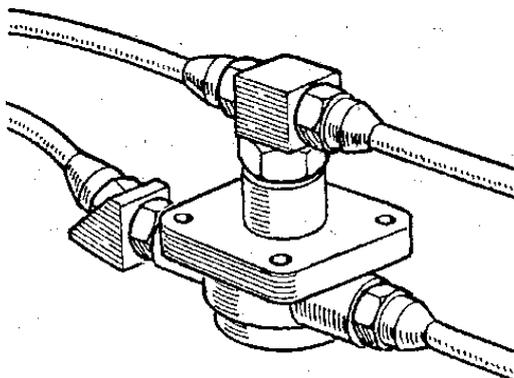
Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire,  
La imagen, caja del pedal. P, pedal de accionamiento y mando. V, válvula del pedal de freno.

Como elemento principal tenemos el pedal con el cual el conductor dispone el accionamiento de los frenos, esta tiene en su interior un conjunto de válvulas que constan de un circuito doble, que rige el paso del aire simultáneamente a los circuitos neumáticos de las ruedas delanteras y de las traseras. Así pues, se trata nada más y nada menos que de una válvula de paso de doble circuito, que debe poder cerrar herméticamente el paso cuando está inactiva y proceder a abrirlo en cuanto es requerida, con la máxima salida de aire hacia los centros de comando.

#### 2.2.4.2. Válvula de liberación rápida.

Una vez apretado el pedal del freno y accionados los cilindros de mando de cada uno de los ejes, al soltar el pedal del freno para dar por concluida la deceleración pedida al vehículo por parte del conductor, el aire acumulado que presiona sobre los cilindros se mantiene todavía en ellos, de forma que los frenos no se desapliquen de una forma instantánea, para evitar este fenómeno los fabricantes incluyen una válvula de Liberación rápida, que también es conocida como válvula.

**Gráfico N° 16. Válvula liberadora**



Esta válvula se coloca a pesar que el pedal de freno tiene un dispositivo de eliminación de aire a través de su válvula de escape, puesto que la misma puede resultar algo lenta de modo que los frenos se desactivan con algo de retraso, esto puede dar molestias al conductor.

La válvula de liberación rápida se halla más cerca de los cilindros de mando delanteros, en una posición aproximadamente equidistante, y tiene por misión facilitar, de la manera más rápida posible, la pérdida de presión en el circuito de mando cuando el pedal.

#### **2.2.4.3. Válvula principal de pedal.**

El freno es accionado al presionar el pedal, también llamado válvula de freno o válvula de pedal, al pisar el pedal con mayor fuerza se aplica más presión de aire; si se suelta el pedal se disminuye la presión y se sueltan los frenos. Cuando sucede esto, parte del aire comprimido del sistema se libera, razón por la cual la presión del aire comprimido del sistema disminuye, teniendo que reponer dicha pérdida el compresor; al presionar y soltar el pedal innecesariamente puede escapar aire con mayor rapidez con la que el compresor pueda reponerlo.

Como elemento principal tenemos el pedal, con el cual el conductor realiza el accionamiento de los frenos, este tiene en su interior un conjunto de válvulas que constan de un circuito doble, el mismo que suministra el paso de aire

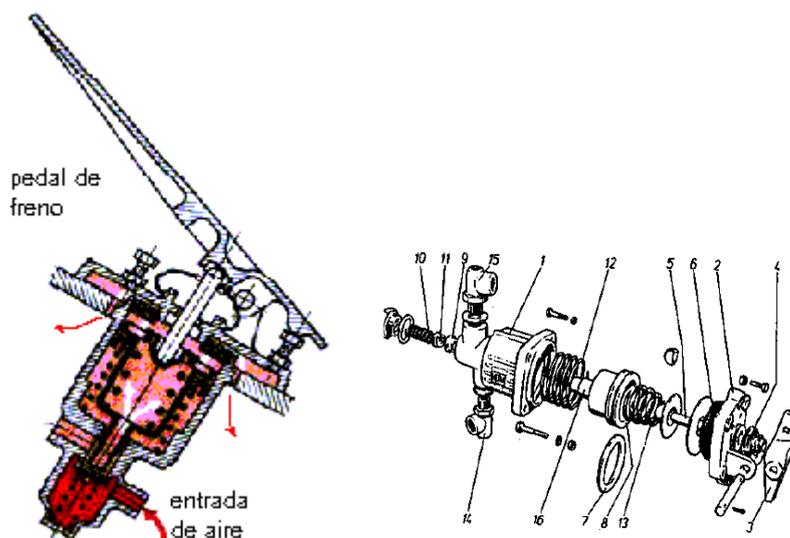
simultáneamente a los circuitos neumáticos de las ruedas delanteras y posteriores. En otras palabras, se trata de una válvula de paso de doble circuito que debe cerrar herméticamente el paso de aire cuando está inactiva y abrirlo cuando sea requerido.

#### 2.2.4.4. Constitución y funcionamiento.

Está formada por un cuerpo de válvulas 1 con un vástago de accionamiento y un muelle compensador, que regula la presión de salida a las canalizaciones. La presión de este muelle gradúa, por medio del émbolo la abertura de la válvula.

Estrangulando más o menos la salida de aire de forma que la presión de salida es casi proporcional al esfuerzo aplicado en el pedal.

**Gráfico N° 17.** Constitución y Funcionamiento.



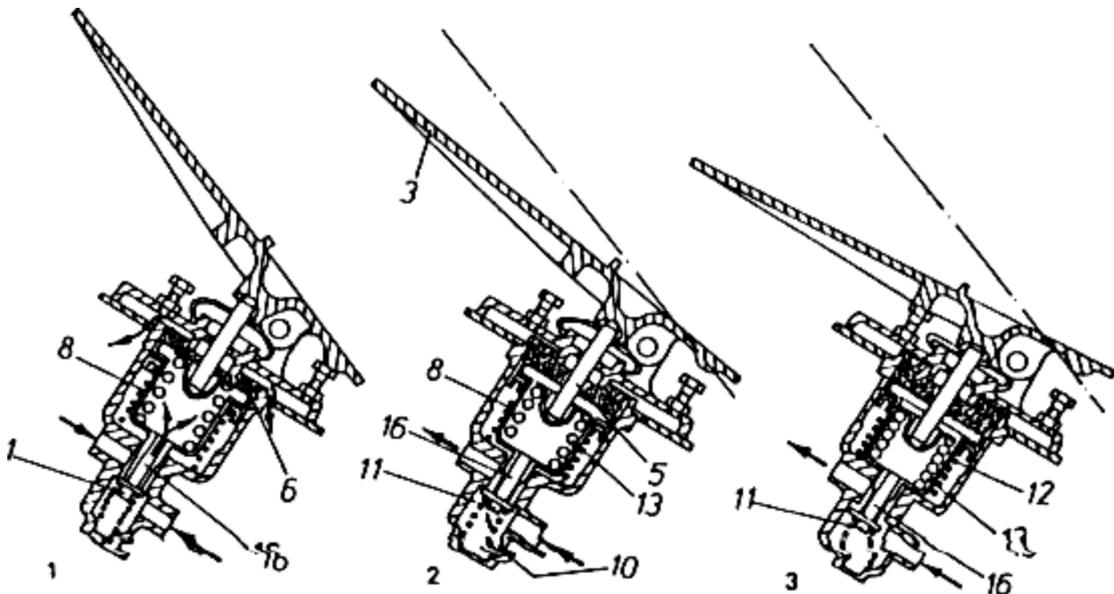
- |                             |                                           |
|-----------------------------|-------------------------------------------|
| 1. Cuerpo de la válvula     | 10. Muelle de presión válvula             |
| 2. Tapa de cuerpo           | 11. Válvula                               |
| 3. Palanca de accionamiento | 12. Muelle de ajuste y retorno del émbolo |
| 4. Guardapolvo              | 13. Muelle de presión del émbolo          |
| 5. Bulón de presión         | 14. Codo para entrada de aire             |
| 6. Tela filtrante           | 15. Codo para salida de aire              |
| 7. Junta de émbolo          | 16. Tubo de válvula.                      |
| 8. Émbolo                   |                                           |
| 9. Asiento de la válvula    |                                           |

Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire,

#### 2.2.4.5. Posición de marcha.

En esta posición el platillo de la válvula apoya sobre el asiento y cierra el acceso de aire a presión del depósito a los cilindros de frenos de aire de los cilindros de freno pasa a través del tubo de la válvula 16, al interior del émbolo 8 y de aquí al filtro de aire 6 incorporado en la parte superior de la carcasa de la válvula en comunicación con el aire exterior.

**Gráfico N° 18.** Posición de Marcha.



Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire,

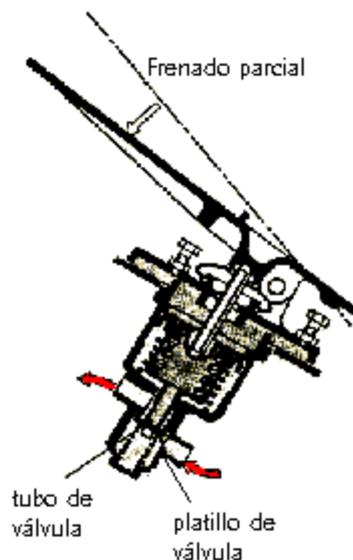
#### 2.2.4.6. Posición de frenado parcial.

El movimiento de giro de la palanca de accionamiento del freno 3, es transmitido al émbolo 8 por medio del bulón de presión 5 y el muelle 13 venciendo la fuerza del muelle 10. Tan pronto como el tubo de la válvula 16 se apoya en la válvula 11 queda interrumpida la comunicación entre los cilindros de los frenos y el aire exterior. Si se continúa presionando sobre la palanca del pedal del freno se separa más el plato de la válvula de su asiento correspondiente y entonces el aire a presión podrá pasar directamente del depósito de aire a los cilindros de los frenos.

Pero al mismo tiempo llega el aire a presión por la rendija ente el tubo de la válvula y la carcasa de la misma debajo del émbolo y empuja a este nuevamente hacia arriba. Con esto se tensa el resorte 13 que actuó sobre el émbolo y su fuerza es transmitida a la palanca del pedal.

Esta fuerza antagonista aumenta con la presión en los cilindros de los frenos, de tal forma que el conductor quede en todo momento notar la fuerza del frenado. El movimiento de retroceso del émbolo permanece hasta que el plato de la válvula vuelve a apoyarse sobre su asiento.

**Gráfico N° 19.** Posición de terminación del frenado.

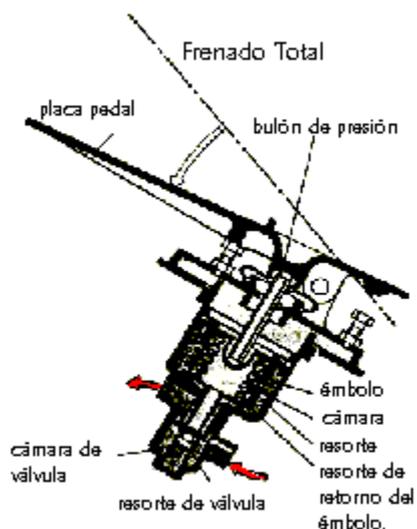


Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire,

#### **2.2.4.7. POSICIÓN DEL FRENADO TOTAL.**

La palanca de freno se pisa al fondo de modo que toda la presión del depósito pueda actuar sobre los cilindros de los frenos. Al levantar el pie de la palanca de freno se vuelve a cerrar la válvula y se interrumpe el enlace con el depósito de aire. El tubo 16 se separa del plato de la válvula, el muelle se distiende y el resorte de recuperación del émbolo traslada a éste a su posición de partida.

**Gráfico N° 20** Posición del Frenado total.



Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire,

#### **2.2.4.8. PULMÓN DELANTERO.**

Son conocidos también simplemente como Cámaras del freno, son identificados por números, los cuales especifican el área efectiva del diafragma: así por ejemplo una cámara del freno "tipo 30" tiene 30 pulgadas cuadradas de área efectiva. Su función es similar a la del pulmón posterior, pero es más pequeño ya que no posee cámara para el freno de estacionamiento.

**Gráfico N° 21.** Pulmón delantero



Fuente: BENDIX, Manual de frenos de aire, p. 17

#### **2.2.4.9. TENSOR DE AJUSTE.**

El tensor de ajuste es el eslabón entre la cámara de freno y el eje de levas del freno,

su brazo es ajustado a la varilla de empuje con una horquilla y su lengüeta es instalada en la base del eje de levas del freno. Transforma y multiplica la fuerza desarrollada por la cámara en un par de torsión, el cual aplica los frenos por medio del eje de levas del freno.

Para compensar el desgaste gradual de las zapatas, los tensores de ajuste son equipados con un mecanismo, el cual provee un medio de ajuste para el desgaste de las zapatas. Los modelos de tensores de ajuste son designados por un número, el cual representa su límite máximo de par de torsión, por ejemplo, una unidad tipo 20 es limitado a un par de torsión máximo, también están disponibles en varias configuraciones, longitudes y tipos de lengüeta.

Todo tensor de ajuste opera como una unidad, rotando como una palanca con el eje de levas del freno cuando los frenos son aplicados o liberados, la acción del frenado más eficiente es obtenida cuando el recorrido del brazo del tensor de ajuste es aproximadamente 90 grados y dentro de los límites recomendados de la cámara.

**Gráfico N° 22.** Tensor de ajuste.



Fuente: BENDIX, Manual de frenos de aire, p. 18

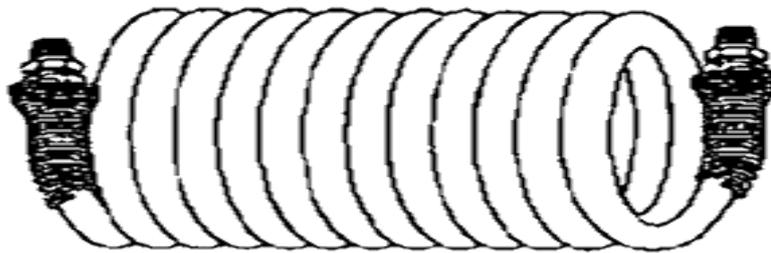
#### **2.2.4.10. CAÑERÍAS.**

Son las encargadas de transportar el aire comprimido a cada uno de los eleven los del

sistema de frenos, hasta lograr el accionamiento mecánico en las zapatas contra el tambor, mediante los elementos que ya estudiamos con anterioridad.

Las cañerías en sí manejan diferentes tipos o niveles de presión de aire comprimido, por ejemplo podemos hablar en forma general que las cañerías que transportan aire de baja presión, mientras que las cañerías que transportan aire de alta presión.

**Gráfico N° 23.** Cañería flexible.



Fuente:[http://img.alibaba.com/photo/599976324/nylon\\_brake\\_pipe\\_air\\_hose\\_spring\\_c](http://img.alibaba.com/photo/599976324/nylon_brake_pipe_air_hose_spring_c)

A continuación presentamos varios tipos de cañerías utilizadas en los sistemas de aire a presión:

- BW-101-M TIPO que UNA MANGA es normal para todas las conexiones flexibles en el sistema del freno neumático donde las condiciones no requieren manga más grande. ellos normalmente son más de usó para los Frenos de Cámara Manga, o conexiones de manga de Remolque. Identifique por dentro y fuera del diámetro y el marcar continuo por fuera la superficie.
  
- BW-127-M TIPO UNA MANGA es de construcción similar a BW-101- M TIPO UNA MANGA pero tiene más grande dentro y fuera de los diámetros. Se usa en casos especiales que requieren manga más grande que el Tipo BW-101-M normal. Identifique por dentro y fuera de los diámetros continuos por fuera la superficie.
  
- BW-127-M MANGA está disponible en una longitud del máxima de 50 pies, Se proporciona como sigue:

- BW-348-M TIPO la MANGA de B es de construcción similar a BW- 304-M TIPO la MANGA de B pero tiene más grande dentro y fuera de los diámetros. Se usa en casos especiales que requieren manga más grande que el tipo normal BW-101-M y BW-304-M manga.

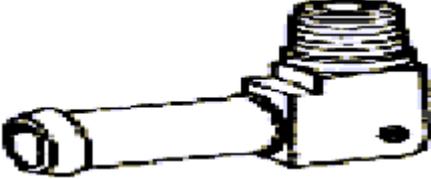
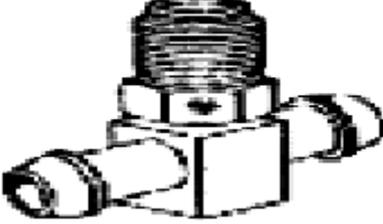
Identifique por dentro y fuera de los diámetros.

**Tabla N° 2.** Tipos de cañerías y código del material.

CODIDO DE LETRA	TIPO DE UNION	MATERIAL
A	Ondulado atacable	Aluminio
B	Campo atacable	Latón
C	Ondulado	Latón
D	Campo attachable	Acero
E	Ondulado	Acero
H	Ondulado	Latón
K	Con abrazadera	Acero
M	Ondulado	Acero
N	Campo attachable	Acero
P	Ondulado	Latón
S	Ondulado	Acero inoxidable
T	Campo attachable	Latón
U	Ondulado	Acero

**Tabla N° 3.** Tipos de acoples más usados.

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Conector del hilo recto masculino</li> </ul>	
---------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

<p>➤ Cañería masculina el 90° codo rígido</p>	
<p>➤ Pieza giratoria masculina invertida 90° codo</p>	
<p>➤ Pieza giratoria en T masculina invertida</p>	
<p>➤ Cañería masculina corta</p>	
<p>➤ Conector masculino con guardia primaveral</p>	

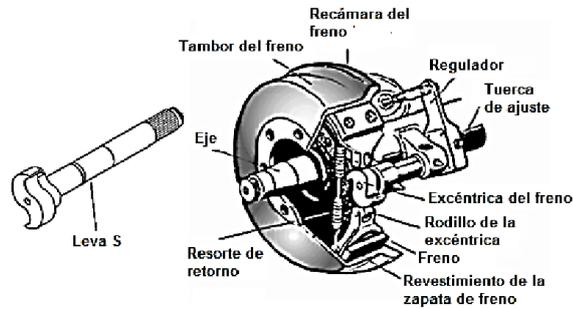
Fuente. Manual para frenos de aire. Estados Unidos: s.n., 2004.

#### 2.2.4.10. Eje de levas del freno.

Los frenos de base funcionan en cada una de las ruedas, siendo el tipo más común el freno de tambor con excéntrica en “S”, que funciona cuando el conductor presiona el pedal de mando del freno, luego el aire a presión ingresa a cada una de las cámaras del freno pulmones, el aire comprimido empuja la barrilla de accionamiento hacia afuera de la cámara, que hace mover el tensor de ajuste, es aquí donde entra a funcionar la excéntrica en “S” (llamada así por su forma en “S”), haciendo que se

separen las zapatas una de la otra y las presiona contra la cara interior del tambor de freno. BENDIX Comercial Vehiculé Sistema, 2004.

**Gráfico N° 24. Eje de levas del freno**



Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire.

Cuando el conductor suelta el pedal de freno, la excéntrica en “S” retorna a su posición original y un muelle de recuperación resorte aleja las zapatas de freno del tambor, lo cual permite que las ruedas vuelvan a girar libremente; el juego axial de la leva S no deberá exceder a 1/16 de pulgada 1.59 mm, y el juego radial es de 0.060 pulgadas. Es muy importante instalar las levas S adecuadamente, para que los rodillos enganchen correctamente y puedan realizar su trabajo de abrir a las zapatas.

La orientación de la leva S nos da la punta de la leva; si la punta en el lado izquierdo de la cabeza de la leva S apunta hacia arriba, es una leva S izquierda (lado del conductor); si la punta en el lado derecho de la cabeza de la leva S apunta hacia arriba, es una leva S derecha (lado del pasajero).

**Gráfico N° 25. Levas de freno**



Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire,

#### 2.2.4.12. Rodillos.

Los rodillos tienen por función la expansión de las zapatas cuando la leva gira en la acción de frenado, están fabricados de hierro por ser este un material maleable, extremadamente duro y pesado, es por esto que resiste la fricción y las elevadas temperaturas.

**Gráfico N° 47.** Rodillo.



Fuente: <http://recalfreno.com/es/productos/>

#### 2.2.4.13. Muelles de recuperación.

Los muelles de recuperación, tienen por función, retraer la zapata a su posición inicial luego de la acción de frenado, están fabricados de acero de alto carbono, permitiéndonos éste, realizar los tratamientos térmicos de temple y revenido, consiguiendo con esto características altas de resistencia, alargamiento y límite elástico.

**Gráfico N° 48.** Muelle de recuperación.



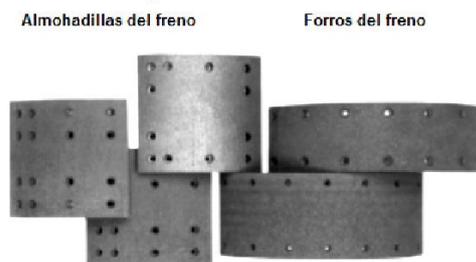
Fuente: [http://i01.i.aliimg.com/img/pb/198/984/369/369984198\\_880.jpg](http://i01.i.aliimg.com/img/pb/198/984/369/369984198_880.jpg)

#### 2.2.4.14. Elemento frenante.

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

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

**Gráfico N° 49.** Elemento frenante.



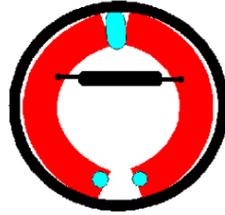
Fuente: BENDIX, Manual de frenos de aire

El elemento frenante es comúnmente un polímero termoestable de tipo fenólico, relleno con fibras de refuerzo, y en algunos casos polvos metálicos y negro de humo para incrementar la conductividad de calor.

Los frenos de zapata son muy utilizados en la maquinaria en general, y especialmente para los frenos de los vehículos, los mismos que funcionan haciendo rozar el elemento frenante con un tambor metálico, generalmente de hierro fundido.

El mecanismo como está representado en la figura no está ejerciendo ninguna fuerza de frenado sobre el tambor que gira libremente ya que las zapatas están separadas del mismo, atraídas por el muelle, debido a la posición de la leva del freno.

**Gráfico N° 50.** Zapatas sin rozamiento.



Fuente: <http://www.sabelotodo.org/automovil/frenos.html>

#### **2.2.4.15. Plato de freno.**

El plato de freno está constituido por un plato porta frenos de chapa embutida y troquelada, sobre el que se montan las zapatas y demás elementos de fijación y regulación. Las zapatas se unen por un extremo a la leva del freno, y por el otro a un soporte fijo, se unen al plato por un sistema elástico de pasador y muelle que permite un desplazamiento de aproximación al tambor, y las mantiene fijas en su desplazamiento axial. El muelle que une las dos zapatas permite el retroceso de las mismas a su posición de reposo cuando cesa la fuerza de desplazamiento efectuada por la acción de frenado.

**Gráfico N° 51.** Plato de freno.



Fuente: <http://image.made-in-china.com/2f0j00gKUEhuadsRke/Brake-Drum-3922x.jpg>

#### **2.2.4.16. Tambor**

El tambor de freno es el elemento que constituye la parte giratoria del freno, y recibe la casi totalidad del calor desarrollado en el frenado, están fabricados de fundición gris perlática con grafito esferoidal, material que se ha

impuesto por su elevada resistencia al desgaste y menor costo de fabricación; a más de absorber bien el calor producido por la fricción en el momento del frenado.

El tambor es torneado interior y exteriormente para obtener el equilibrado dinámico del mismo, con un mecanizado fino en la zona de fricción para facilitar el acoplamiento con los forros de la zapata sin que se produzcan agarrotamientos, en la zona central lleva practicados unos agujeros donde se acoplan los espárragos de sujeción a la rueda, y otros orificios que sirven para el centrado de la rueda.

**Gráfico N° 52.** Tambor de freno



Fuente: <http://image.made-in-china.com/2f0j00gKUEhuadsRke/Brake-Drum-3922x.jpg>

## **2.2.5. Circuitos de frenos de aire comprimido**

### **2.2.5.1. Circuito simple.**

Circuito de frenado principal

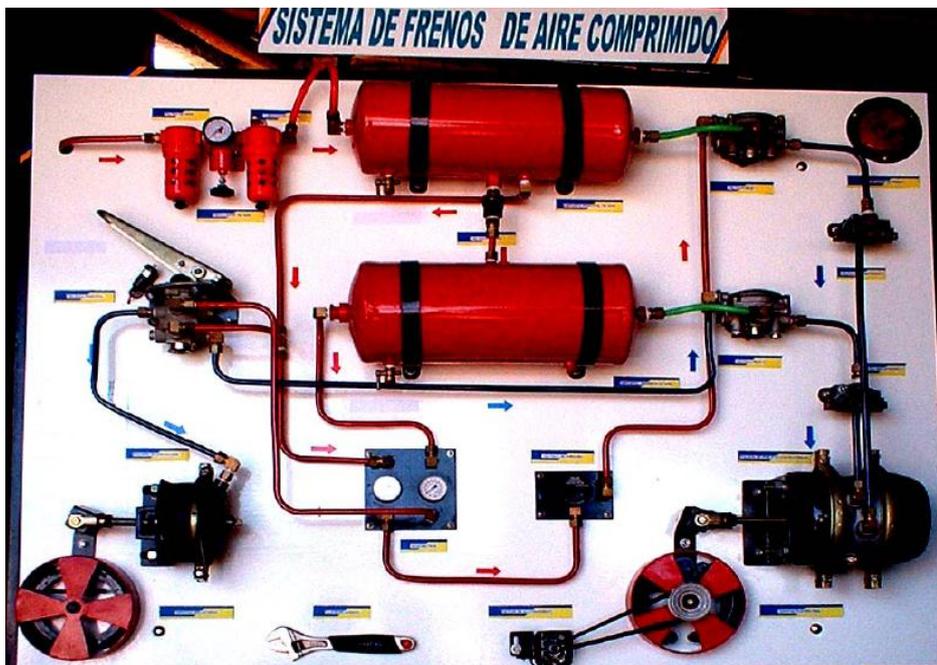
Como primera instancia estudiaremos el funcionamiento del sistema de frenos simple, el aire absorbido por el compresor directamente a la unidad de control de aire que está conformada por: filtro, regulador y por último el lubricador el mismo que contiene aceite de menor viscosidad SAE 10. El aire sigue su trayectoria llegando al depósito de aire I, este tiene salidas que son: al otro depósito II, a la válvula de purga de aplicación manual, a la válvula relay y por último a la válvula principal. Una válvula check separa los dos depósitos este segundo tanque tiene 3 salidas que son: a la segunda válvula relay, válvula de purga, y la última va hacia la segunda entrada de la válvula principal.

En el momento que se acciona el pedal por parte del conductor del vehículo, el aire pasa al servicio de la segunda válvula relay esta pues funciona dejando pasar el aire del segundo depósito a la segunda válvula repartidora, esta deja pasar el aire al servicio del pulmón posterior se acciona e diafragma principal moviendo la palanca de empuje y está a la palanca de desplazamiento de las zapatas mediante la leva. Ese momento de aplicación del pedal también pasa el aire al pulmón delantero originando el accionamiento de la palanca de desplazamiento de la zapatas delanteras mediante la leva.

### 2.2.5.2. Circuito de parqueo.

Del primer depósito antes de llegar el aire a la válvula principal se desvía también a un manómetro y a una válvula manual de parqueo está en el momento que se le acciona deja pasar el aire al servicio de la primera válvula relay y de esta a la válvula repartidora I, accionando la emergencia del pulmón posterior moviéndose internamente el diafragma llevando al desplazamiento de la palanca que lleva al giro de la leva de las zapatas posteriores produciendo el frenado instantáneo

**Gráfico N° 53.** Sistema de freno de aire.

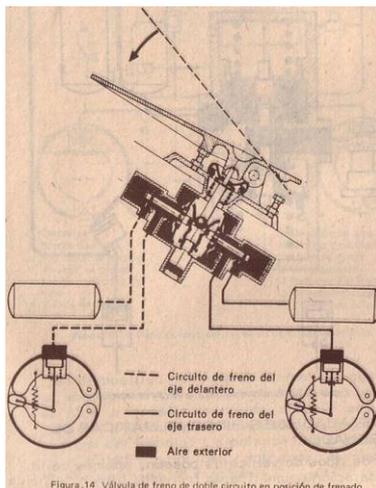


Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire,

### 2.2.5.3. Instalaciones de dos circuitos.

La seguridad en el funcionamiento de una instalación neumática de frenado puede perfeccionarse de diversas formas. La más sencilla es mediante su división en dos circuitos de frenado. En algunos países, una instalación de esta naturaleza es obligada, incluso legalmente, para los automóviles industriales. En ella cada circuito de frenado tiene un depósito de aire comprimido y una válvula de frenado propios. La presión de ambos circuitos puede conocerse mediante dos manómetros. La válvula de frenado tiene dos válvulas análogas, actuantes independientes entre sí. Ambas válvulas son accionadas simultáneamente por el movimiento de la placa del pedal. Con ello, fluye el aire comprimido desde los depósitos a los cilindros de las ruedas previamente evacuados.

**Gráfico N° 54.** Instalaciones de dos circuitos.



Fuente: BENDIX TU-FLO 550, Manual del compresor de aire,

1. Compresor
2. Botella de carga
3. Regulador de presión
4. Bomba protectora de hielo
5. Válvula de seguridad
6. Depósito de aire I
7. Depósito de aire II
8. Llave de cierre
9. Acoplamiento de tubo flexible
10. Cilindro de la rueda
11. Medidor de presión I
12. Válvula de pedal
13. Medidor de presión II
14. Válvula de freno.

Además, entre los depósitos se encuentra una válvula de seguridad en caso de fallo

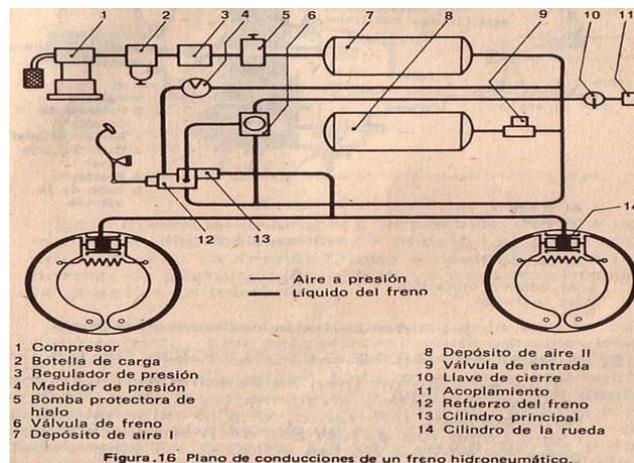
de un circuito de frenado, se cierra una válvula y el compresor de aire suministra aire sólo al depósito del otro circuito. La válvula se abre nuevamente y una vez alcanzada la presión establecida, el aire en exceso escapa a través de la válvula. El efecto de la válvula de frenado de un circuito permanece, por tanto, siempre activo.

#### 2.2.5.4. Instalaciones hidroneumáticas de frenado.

Otros tipos de vehículos poseen, además de la instalación neumática de frenado, otra hidráulica. En ellas, el aire comprimido actúa, a través de un dispositivo reforzador del frenado, sobre el cilindro principal. El vehículo, en caso de fallo del aire a presión, puede ser todavía frenado mediante el esfuerzo muscular. Además, se le puede agregar un remolque equipado con frenos de aire comprimido. El dispositivo reforzador de frenado consiste, en esencia, en un cilindro de freno asociado por el aire a presión con una válvula adjunta. Una palanca establece la conexión al vástago del émbolo. La palanca desplaza al émbolo en el cilindro principal y gobierna al mismo tiempo a la válvula de frenado.

Al actuar el pedal de frenado, la palanca de la válvula gira sobre su centro de rotación en el vástago del émbolo. El tubo de válvula se desplaza y abre simultáneamente la válvula de admisión. El aire comprimido penetra en el cilindro de frenos y refuerza la presión sobre el émbolo.

**Gráfico N° 55.** Instalaciones hidroneumáticas de frenado.

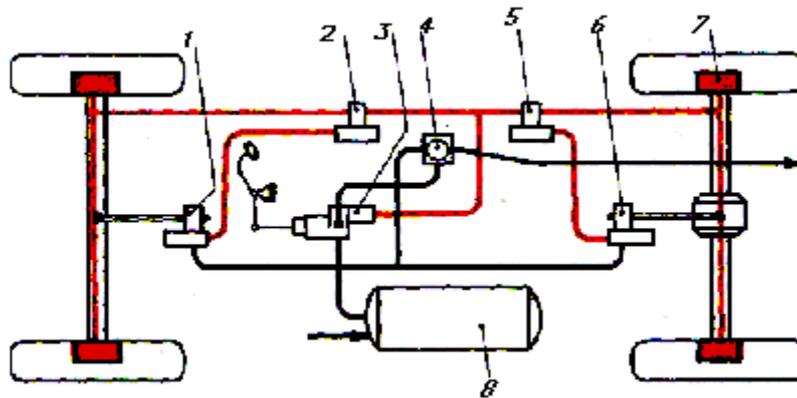


Fuente: <http://www.sabelotodo.org/automovil/frenos.html>

### 2.2.5.5. Instalaciones en función de la carga.

Los ejes de un tren de remolques están frecuentemente cargados en forma irregular y sus ruedas no soportan, por tanto, una presión uniforme. Pero como los esfuerzos de frenado se rigen por la presión mínima de las ruedas, no siempre el frenado adquiere su plena eficiencia y algunas veces el vehículo no resulta frenado a tiempo. Muchos camiones poseen, por esto, equipos adicionales, que ajustan la presión de frenado a las respectivas cargas sobre los ejes, y perfeccionan así la seguridad del vehículo. En una instalación de frenado en función de la carga, sobre cada eje se encuentra un dispositivo que se denomina transmisor de presión.

Gráfico N° 56. Instalaciones de función de carga.



Fuente: <http://www.sabelotodo.org/automovil/frenos.html>

Este dispositivo soporta la presión del eje por medio de una conducción de presión al regulador del esfuerzo de frenaje, que está inserto en la red normal de distribución y influye consecuentemente en la presión de frenado.

La distancia del eje del chasis varía con la carga del vehículo. Una palanca transmite este movimiento al émbolo de presión. Con pequeñas cargas el émbolo se desplaza hacia abajo y abre una válvula de admisión. Del depósito de aire comprimido fluye, entonces, el aire a presión hacia el cilindro de ajuste del regulador del esfuerzo de frenaje. La válvula se cierra y se desplaza al émbolo hacia arriba. El proceso tiene lugar en forma inversa en la carga del eje.

### **2.2.5.6. Sistema de los frenos de remolque.**

La gran mayoría de los vehículos pesados tienen prevista la posibilidad de que puedan acoplarse un remolque, de la misma forma esta debe cumplir algunas condiciones para que su recorrido sea segura entre ellas esta que he sus ejes este provisto del debido conjunto de frenos.

Para alimentar de aire comprimido a los frenos del remolque el autocamión debe estar provisto de un debido circuito de freno de remolque, según el tipo de diseño, el remolque puede ser frenado desde el puesto de conducción de tres formas diferentes. Estas formas son:

- ❖ Mando acoplado a los frenos de servicio del camión.
- ❖ Mediante un, mando manual del freno del remolque.
- ❖ Mediante el mando manual del freno de estacionamiento.

### **2.2.6. Ventajas y desventajas del freno neumático.**

#### **Ventajas.**

Al usar un sistema de frenos neumáticos en un camión, ofrecen indudables ventajas:

- El aire es de fácil captación y abunda en la tierra.
- El aire no posee propiedades explosivas, por lo que no existen riesgos de chispas.
- Los actuadores pueden trabajar a velocidades razonablemente altas y fácilmente regulables.
- El trabajo con aire no daña los componentes de un circuito por efecto de golpes de ariete.
- Las sobrecargas no constituyen situaciones peligrosas o que dañen los equipos en forma permanente.
- Los cambios de temperatura no afectan en forma significativa.
- Energía limpia
- Cambios instantáneos de sentido.

- Fácil transporte.
- La instalación es sencilla, rápida y limpia.
- Fácil montaje y mantenimiento.
- Rápida respuesta; los actuadores pueden trabajar a altas velocidades.
- No contamina: el aire después de utilizar se devuelve al ambiente sin representar contaminación del medio.
- Seguro; hay pocos riesgos de accidentes, porque no posee propiedades explosivos.
- Económico: se puede conseguir como fluido de trabajo simplemente tomándolo de la atmósfera, lo que no implica costos.

### **Desventajas.**

- En circuitos muy extensos se producen pérdidas de cargas considerables.
- Requiere de instalaciones especiales para recuperar el aire previamente empleado.
- Las presiones a las que trabajan normalmente, no permiten aplicar grandes fuerzas.
- Altos niveles de ruidos generados por la descarga del aire hacia la atmósfera.

#### **2.2.7. Averías de los frenos.**

El sistema de aire comprimido trabaja sólo con exceso de aire, siempre que el compresor esté en orden. Es, por ello, muy seguro, puesto que las fugas insignificantes no amenazan su funcionamiento.

Las averías más corrientes que pueden producirse durante el servicio de los frenos de aire comprimido y los modos de subsanarlas aparecen recopiladas en la tabla que damos a continuación.

Conviene señalar que la mayor parte de las averías indicadas no ponen en peligro inmediatamente el funcionamiento de los frenos y, por ello, la seguridad de marcha.

Si se producen, sin embargo, hay que subsanarlas lo más pronto posible, ya que, una vez desatendidas, podrían resultar peligrosas o causar otros inconvenientes más serios.

Un perfecto estado de funcionamiento del sistema de frenos es factor de primordial importancia. Por tanto, dedíquese al control y ajuste del sistema de frenos de aire comprimido al máximo cuidado.

**Tabla N° 4.** Para hallar desperfectos en el sistema de frenos neumático, sus causas y soluciones más comunes.

<b>DIFICULTAD</b>	<b>POSIBLES CAUSAS</b>	<b>COMPROBACIÓN O CORRECCIÓN</b>
	Ajuste de la presión de aire en los depósitos.	
Al frenar, la presión en el manómetro baja con rapidez.	Reserva de aire insuficiente. Tornillo regulador M2 demasiado apretado, de modo que se llena sólo el depósito auxiliar.	Aflojar un tanto el tornillo de regulación M2, para que a una presión aproximada de 4 a 4,5 atmósferas empiece a llenarse también el depósito adicional.
El aire escapa permanentemente por el orificio encima del pistón de la válvula.	La membrana en la cámara de resorte opuesta no cierra.	Desmontar la cámara de resorte que aprieta la membrana y verificar esta y el asiento. Reemplazar las piezas desgastadas o defectuosas.
La presión en los depósitos ha caído considerablemente Por	Orificio J encima del pistón de la válvula de descarga del compresor	Limpiar con precaución el orificio con un alambre fino de diámetro

debajo de 4,5 atmósferas, pero el compresor envía aire al medio ambiente.	obstruido	aproximadamente igual a 0,25 mm
Una vez parado el motor, la presión en los depósitos de aire cae con rapidez, a pesar de que la cañería y los aparatos, acoplados a los depósitos de aire, están cerrados en debida forma. El Aire escapa permanentemente por el orificio de escape del compresor.	La válvula de retención no estanca, de modo que el aire escapa de nuevo al compresor	Desmontar la válvula del compresor, limpiar los asientos en el cuerpo de este último o esmerilarlos eventualmente con talco o aceite. Después de esmerilarlos, desacoplar la cañería del cuerpo del compresor y untar el orificio de entrada con agua jabonosa. Si se forman burbujas, la válvula no cierra aún en debida forma.
El Aire escapa permanentemente por el orificio de escape del compresor.	Válvula de escape cierra mal.	Desmontar la válvula y limpiarla a fondo con queroseno. Esmerilar eventualmente su asiento con talco o aceite después de montaje, ensayar la válvula con agua jabonosa.
Después de alcanzar la presión máxima, el compresor no deja escapar el aire excedente a la atmósfera o solo muy despacio el aire escapa	Manguito del pistón de la válvula de escape del compresor permeable u orificio de la tobera encima del pistón, demasiado grande.	Desmontar el pistón. Des-atornillar primero el cierre inferior, retirar el resorte y la válvula de escape. Acto seguido, desenroscar el cierre

de la válvula de seguridad.		superior de la tobera. Sacar luego, por medio de una varilla de madera, el pistón. Lavarlo en gasolina y verificar su manguito. Si este no está desatornillado, sobarlo en aceite de piel y reponerlo. Reemplazar un manguito o una tobera defectuosa por otro nuevo.
Al alcanzar la presión máxima y escapar el aire excedente a la atmósfera, por la tubería de salida H de escape brota aceite.	En el infla-neumáticos hay demasiado aceite separado los segmentos de émbolo del compresor ajustad, probablemente, mal.	Vaciar el aceite del cuerpo del infla-neumáticos. Si el desperfecto se repite frecuentemente, verificar y reparar el compresor.

Fuente. Manual para frenos de aire. Estados Unidos: s.n., 2004.

**Tabla N° 5** Anomalías por causa de fallas en el Regulador de Presión.

Anomalías	Causas	Solución
No carga los Tanques.	Fallas en el regulador como: Válvula de admisión no cierra. Embolo trabado. Defecto en resorte de regulación.	Fallas en el regulador como: Válvula de admisión no cierra. Embolo trabado. Defecto en resorte de regulación.
El regulador no envía aire a los tanques.	Filtro del regulador tapado.	Limpiar el filtro o cambiar.

El regulador no descarga a la atmosfera.	Embolo del regulador trabado.	Examinar embolo del Regulador.
Pérdida de aire e el momento que esta cargando.	Válvula reguladora de presión y descarga falta de sellado.	Válvula reguladora de presión y descarga falta de sellado.

**Tabla N° 6.** Anomalías por causa de fallas en el compresor.

Anomalías	Causas	Solución
El compresor no opera.	Correa de mando cortada o suelta. Válvulas trabadas. Engranajes internos	Colocar una nueva correa o ajustarla. Limpiar o reemplazar válvulas. Cambiar el compresor.
Ruidos del compresor.	Fallas en los cojinetes del cigüeñal. Piezas internas sueltas. Deficiente sujeción del compresor en su base.	Cambiar el cojinetes. Desarmar y controlar. Comprobar y ajustar sujeción.
Pérdidas de aceite en el Compresor	Fallas o deficiente ajuste en las conexiones de lubricante. Fallas de los retenes de aceite.	Comprobar las conexiones. Cambiar los retenes.
Perdidas de líquido de enfriamiento en el compresor.	Fallas o deficiente ajuste en las conexiones del agua.	Comprobar las conexiones.

CASTRO, Miguel. 1994. Los frenos y la Suspensión. Barcelona : Ceac, 1994.

**Tabla N° 7.** Anomalías por causa de fallas en el pedal de freno.

Anomaliás	Causas	Solución
Pérdida de aire por descarga con el freno de estacionamiento aplicado.	Asiento de la válvulas del pedal de freno externo con defecto.	Limpiar o sustituir cuerpo de válvulas.
Pérdida de aire por descarga en la posición total o parcial.	Asiento de válvulas internas del pedal de freno o anillos con defecto.	Limpiar o sustituir cuerpo de válvulas o anillos
La presión en el circuito es insuficiente.	Émbolo del pedal de freno en granado.	Verificar émbolo limpiar y lubricar.
La diferencia de presión en las conexiones 1 y 2 es muy grande	Émbolo del pedal de freno con dificultad de movimiento. Orificio de comunicación de ambas cámaras obstruido.	Verificar émbolo. Limpiar orificio.

Fuente. Manual de frenos neumáticos. Aplicación Camiones y Ómnibus. Manuales

### 2.3. DEFINICIONES DE TÉRMINOS

- ✓ Presión: La presión es una magnitud física vectorial que mide la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie, y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza resultante sobre una superficie.
- ✓ Rozamiento: La fuerza de rozamiento es una fuerza que aparece cuando hay dos cuerpos en contacto y es una fuerza muy importante cuando se estudia el movimiento de los cuerpos. Es la causante, por ejemplo, de que podamos andar cuesta mucho más andar sobre una superficie con poco rozamiento, hielo, por ejemplo, que por una superficie con rozamiento como, por ejemplo, un suelo rugoso.
- ✓ Volumen: El volumen es una magnitud escalar, definida como el espacio ocupado por un objeto. Es una función derivada de longitud, ya que se halla multiplicando las tres dimensiones.
- ✓ Temperatura: La temperatura es una magnitud referida a las nociones comunes de caliente, tibio o frío que puede ser medida con un termómetro.
- ✓ Gravedad: La gravedad es una de las cuatro interacciones fundamentales. Origina la aceleración que experimenta un cuerpo físico en las cercanías de un objeto astronómico.
- ✓ Altitud: La altitud es la distancia vertical a un origen determinado, considerado como nivel cero, para el que se suele tomar el nivel medio del mar. En meteorología, la altitud es un factor de cambios de temperatura puesto que esta disminuye, como media, 0,65 °C cada 100 metros de altitud.
- ✓ Humedad: El aire, al salir del compresor, puede tener una alta temperatura, lo que hace que al recorrer la línea de distribución se presente enfriamiento y se produzca condensación, traduciéndose en presencia de agua en las tuberías.

- ✓ Caudal: El caudal de un compresor es una variable medida, esta medición se realiza de acuerdo con las normas VDMA 4362, DIN 1945, ISO 1217 o PN2 CPTC2, y se expresa normalmente en litros por minuto, metros cúbicos minuto o metros cúbicos por hora. Los caudales de los compresores solo pueden ser comparados cuando ambos se encuentran medidos bajo las mismas condiciones, es decir que el aire de entrada al compresor debe encontrarse en a la misma temperatura, humedad y presión.
  
- ✓ Fricción: La ley de conservación de la energía establece que la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma. La energía cinética y la calorífica son dos tipos de energía, la primera es aquella energía que tienen los cuerpos al estar en movimiento y la segunda es la energía que absorben o liberan los cuerpos en forma de calor. Cuando un vehículo se encuentra en movimiento tiene una cierta energía cinética y si queremos detenerlo tenemos que transformar esa energía en otro tipo de energía que no involucre el movimiento del vehículo, tal como la energía calórica

## **2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS**

Determinar el estudio el aire comprimido, su aplicación, efectos y ventajas en el sistema de freno de aire, para el aprendizaje de los estudiantes, en los talleres de Mecánica Industrial - Automotriz de la Escuela de Educación Técnica de la Universidad Nacional de Chimborazo.

## **2.5. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.5.1. INDEPENDIENTE**

El aire comprimido de sistema de freno neumático.

### **2.5.2. DEPENDIENTE**

Su aplicación, efectos y ventajas en el sistema de freno de aire, para el aprendizaje de los estudiantes.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

**Tabla N° 8.** Operación de variables.

VARIABLES	CONCEPTO	CATEGORIA	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTO
V.I El aire comprimido de sistema de freno neumático.	El aire comprimido es una forma de energía y por tanto, capaz de producir trabajo. En los camiones grandes que hacen el transporte por carretera se utilizan los frenos neumáticos	Sistema freno neumático.  Utilización de aire comprimido.	Funcionamiento Seguro y rápido.  Verificar.  Analizar.	Técnicas:  Encuesta.  Observación.  Instrumento:  Guía de observación.
V.D Su aplicación, efectos y ventajas en el sistema de freno de aire, para el aprendizaje de los estudiantes.	Este sistema emplea aire comprimido para su funcionamiento, lo cual se consigue gracias a un compresor, que tiene por función reducirlo de tamaño haciendo que ocupe en espacio mucho menor al que se encuentra en la atmósfera, al mismo tiempo que incrementa su presión.	Sistema de freno.  Compresor.  Presión.	Observar.  Desarrollar.	Esquema de sistema de freno.  Investigación.  Cuestionario.

Autor: Edwin Sebastián Chacaguasay Balla

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

El método científico se emplea con el fin de incrementar el conocimiento, para ello la recolección de los datos surge de la información empírica, que utilicé la observación simple y directa, para realizar el análisis del sistema de freno de aire comprimido o neumático con lo cual fui sacando conclusión acertada para desarrollo la investigación.

A esta técnica se suma además la aplicación de encuesta dirigidas a los estudiantes de la carrera de mecánica industrial automotriz, resultados que permite determinar los niveles de conocimiento sobre el sistema de freno neumático, para sacar conclusiones del funcionamiento del sistema de freno neumático, efectos, ventajas, durante y después de la práctica.

La aplicación de esta técnica en la investigación me permite obtener los datos así lograr determinar los hechos fundamentales que caracterizaron al fenómeno investigativo.

La utilización de los métodos inductivo – deductivo. Este método lo utilicé para hacer un proceso de análisis y síntesis para realizar un estudio de los hechos o fenómenos para llegar a descubrir una ley general que lo rige.

El método inductivo va de lo particular a lo general, observando las causas y efectos para sacar conclusiones.

El método deductivo va de lo general a lo particular, de lo abstracto a lo concreto, cuenta con el efecto para visualizar las causas; sigue un proceso reflexivo, sintético y analítico que parte del problema y establece las posibles causas.

### **3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.**

#### **Tipos de investigación**

##### **Descriptiva:**

Permitirá observar directamente el fenómeno investigativo, a la vez se descubrirá la funcionalidad de los componentes del sistema de freno neumático, como efecto, ventajas del problema visualizado, con dichos resultados y la aplicación de la encuesta se aplican conclusiones y recomendaciones.

##### **Diseño de la investigación**

El diseño de esta investigación es de carácter experimental porque los datos empíricos se obtuvieron durante la práctica, además de carácter documental por que la información requerida ha sido extraída de libros, folletos, página web, etc. Para la sustentación del problema.

##### **Tipo de estudio:**

Es una investigación de campo: porque se realizará el estudio en el taller de Mecánica Automotriz en la Escuela de Educación Técnica de la Universidad Nacional de Chimborazo, donde se requiere estudiar la funcionabilidad del sistema de freno neumático, en la que se verán resultados del tema planteado.

Al realizar una observación del problema, se establecería las variables a las que no podrá manipular, luego solo se realizara una descripción es decir establecerán relaciones.

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN.**

El universo o población total con la que trabaje comprende de 57 alumnos, 3 docentes de Educación Técnica.

### **3.2.2. MUESTRA.**

En la presente investigación no utilizare el muestreo estadístico para establecer el tamaño de la muestra porque la población total a investigar es pequeña y constan 60 entre alumnos y docentes que pertenecen a la Escuela de Educación Técnica de la UNACH.

### **3.2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **Técnicas:**

**Encuesta:** En el presente trabajo se empleará esta que será dirigida a los estudiantes de Educación Técnica con la finalidad de obtener información directamente de la realidad y poder desarrollar nuestra investigación.

**Observación:** La aplicación de ésta técnica permitirá obtener la información necesaria para apoyar y elaborar las conclusiones y recomendaciones.

#### **Instrumentos.**

#### **Bibliografía.**

Se utilizará para la recolectar la información de libros e Internet para la elaboración del marco teórico del proyecto.

Colectivo de autores. Sistema de dirección y freno de los vehículos automotores.

Del Razo, Hernández Adolfo, "sistemas neumáticos e hidráulicos"

Manual de frenos de aire Bendix. Manual para frenos de aire. Estados Unidos.

CASTRO, Miguel. 1994. Los frenos y la Suspensión. Barcelona: Ceac, 1994.

### **3.3. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Para el procesamiento y análisis, e interpretación de resultados, luego de realizar la encuesta sobre el tema, se procederá a tabular los datos, los que serán colocados en cuadros estadísticos graficados y analizados. Todas las preguntas estarán elaboradas de acuerdo a las variables cada pregunta tendrá su cuadro estadístico, su gráfico y su análisis para finalmente interpretar los datos.

## CAPÍTULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

#### 4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE AIRE COMPRIMIDO, SU APLICACIÓN, EFECTOS Y VENTAJAS EN EL SISTEMA DE FRENO A REALIZARSE A LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA MECÁNICA INDUSTRIAL-AUTOMOTRIZ.

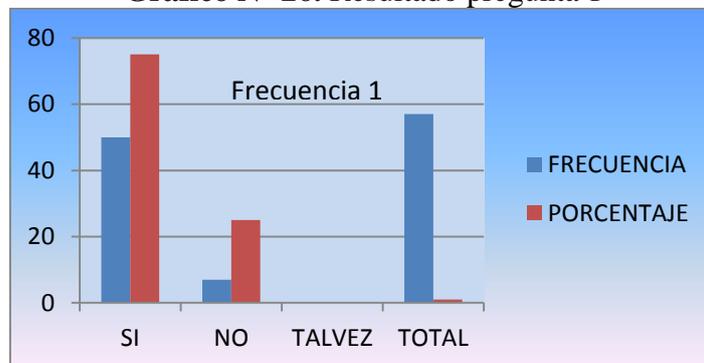
Resultados de las encuestas aplicadas a los estudiantes de Educación Técnica.

1.- ¿Conoce usted el sistema de freno de aire comprimido?

**Tabla N° 9. Resultado de pregunta 1**

PREGUNTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	50	75
NO	7	25
TALVEZ	0	0
TOTAL	57	100%

**Gráfico N° 26. Resultado pregunta 1**



Fuente: Encuesta realizadas a los estudiantes.

Elaborado por: Chacaguasay Sebastián

Aplicación de la encuesta: 7 de Enero del 2013

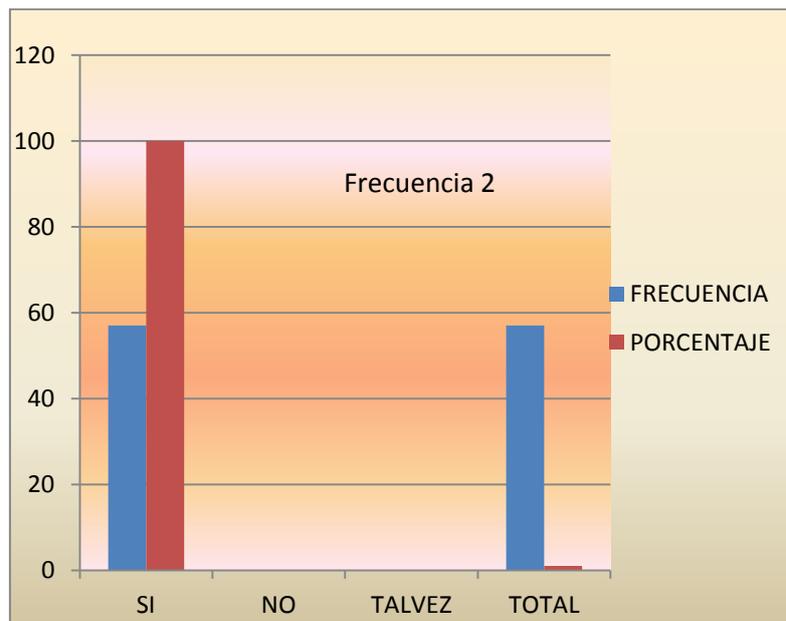
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN; Una vez tabulado la pregunta 1 tenemos el siguiente resultado el 75% conocen el sistema de freno de aire lo que precavían en la conducción y el 25% no conocen el sistema, pero era muy interesados por la investigación.

2.- ¿La producción de aire comprimido se realiza mediante el compresor?

**Tabla N° 10. Resultado de pregunta 2**

PREGUNTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	57	100
NO		
TALVEZ		
TOTAL	57	100%

**Gráfico N° 58. Resultado pregunta 2**



Fuente: Encuesta realizadas a los estudiantes.

Elaborado por: Chacaguasay Sebastián

Aplicación de la encuesta: 7 de Enero del 2013

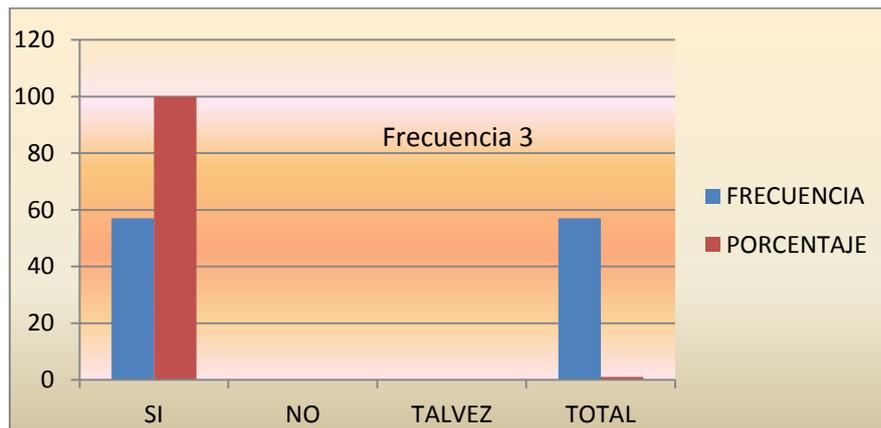
**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN;** Una vez tabulado la pregunta 2 tenemos el siguiente resultado el 100% conocen que el compresor genera aire y es tan fácil transportar del sistema neumático y la investigación es muy importante para el aprendizaje de los estudiantes.

3.- ¿La investigación de sistema de freno de aire comprimido es muy importante?

**Tabla N° 11. Resultado de la pregunta 3**

PREGUNTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	57	100
NO		
TALVEZ		
TOTAL	57	100%

**Gráfico N° 59. Resultado pregunta 3**



Fuente: Encuesta realizadas a los estudiantes.

Elaborado por: Chacaguasay Sebastián.

Aplicación de la encuesta: 7 de Enero del 2013

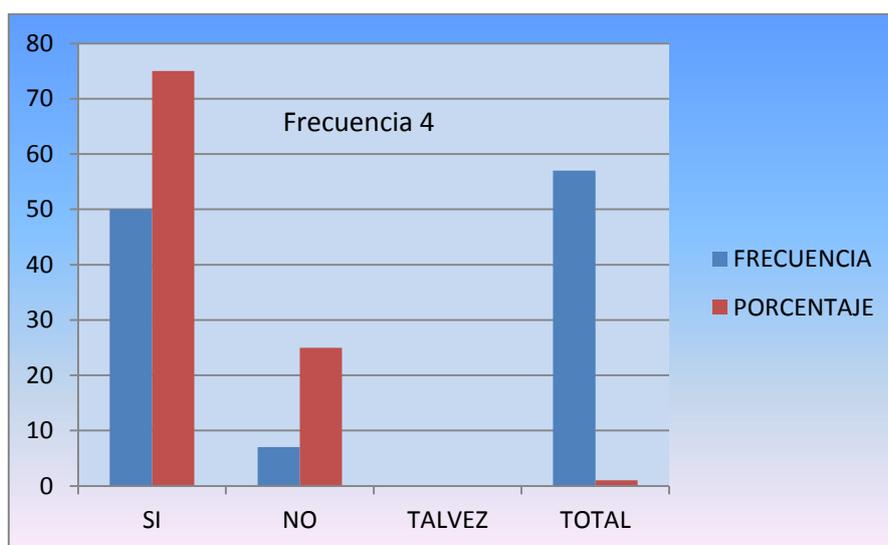
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN; Una vez tabulado la pregunta 3 tenemos el siguiente resultado el 100% conocen de sistema de freno de aire por lo cual habido accidentes por los fallos del sistema por lo cual es muy importante la investigación para el aprendizaje.

4.- ¿Considera que al realizar esta investigación podría reducir los desgastes de los componentes?

**Tabla N° 12. Resultado de la pregunta 4**

PREGUNTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	50	75
NO		
TALVEZ	7	25
TOTAL	57	100%

**Gráfico N° 60. Resultado pregunta 4**



Fuente: Encuesta realizadas a los estudiantes de Educación Técnica.

Elaborado por: Chacaguasay Sebastián

Aplicación de la encuesta: 7 de Enero del 2013

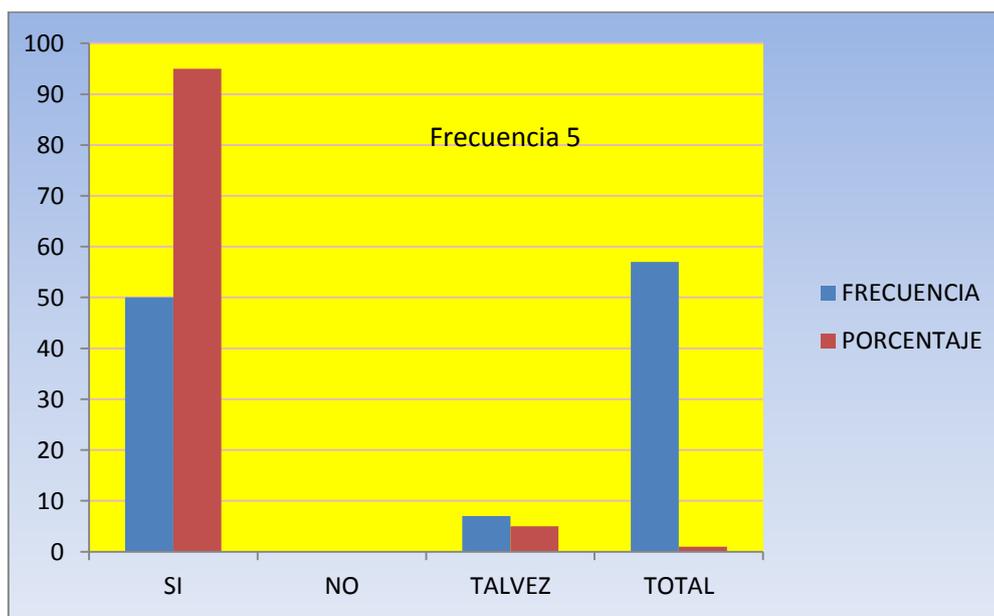
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN; Una vez tabulado la pregunta 4 tenemos el siguiente resultado el 75% saben que la investigación da mucha importancia no solo se reduce el desgaste si no también ahora el dinero y tiempo y el 25% tal vez pueda ser pero la investigación es muy importante de realizar.

5.- ¿Cree usted con el aumento de parque automotor, es necesario las charlas sobre el sistema de freno de aire comprimido?

**Tabla N° 13. Resultado de la pregunta 5**

PREGUNTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	50	95
NO		
TALVEZ	7	5
TOTAL	57	100%

**Gráfico N° 61. Resultado de la pregunta 5.**



Fuente: Encuesta realizadas a los estudiantes de Educación Técnica.

Elaborado por: Chacaguasay Sebastián

Aplicación de la encuesta: 7 de Enero del 2013

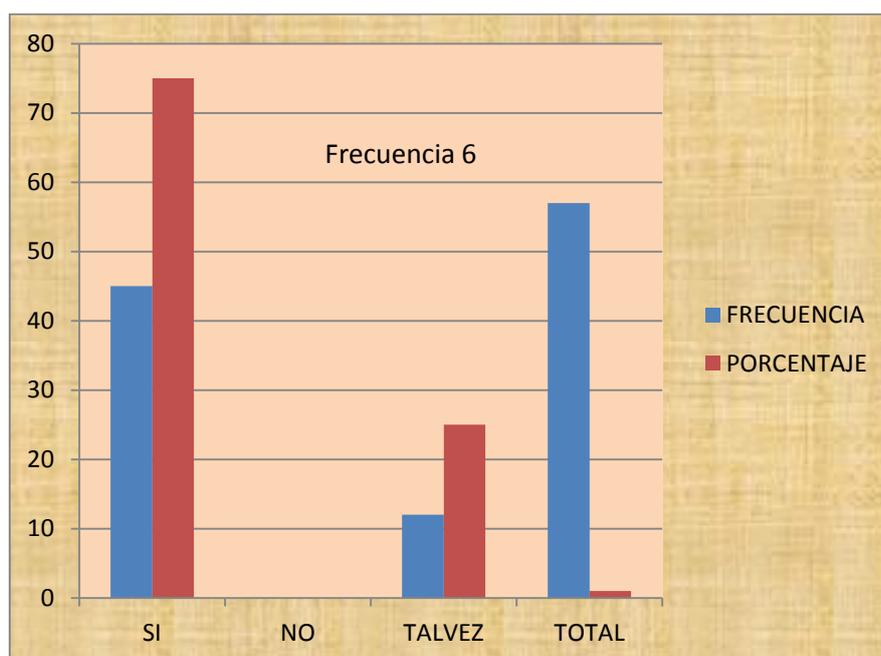
**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN;** Una vez tabulado la pregunta 5, tenemos el siguiente resultado: el 95% manifiesta que son importantes: las charlas, los foros, para que los estudiantes tomen conciencia y pongan interés en una auto preparación, y el 5% tal vez pueda ser importante la investigación.

6.- ¿Considera usted el sistema de freno de aire comprimido se puede utilizar solo en carros pesados?

**Tabla N° 14. Resultado de la pregunta 6**

PREGUNTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	45	75
NO		
TALVEZ	12	25
TOTAL	57	100%

**Gráfico N° 62. Resultado de la pregunta 6**



Fuente: Encuesta realizadas a los estudiantes de Educación Técnica.

Elaborado por: Chacaguasay Sebastián.

Aplicación de la encuesta: 7 de Enero del 2013.

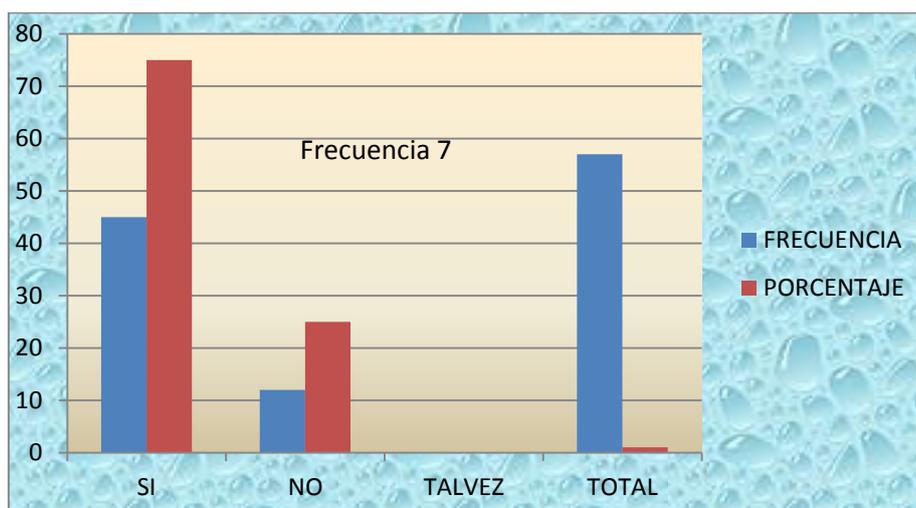
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN; Una vez tabulado la pregunta 6 tenemos el siguiente resultado el 75% tal vez puede ser utilizado en los vehículos pesados pero también se los puede adaptar en lo automóviles, y el 25% tal vez pueda ser adaptado pero no es necesario en otros carros que sea en los vehículos grandes.

7.- ¿Conoce usted que cada que tiempo se lo da el mantenimiento en el sistema de freno?

**Tabla N° 15. Resultado de la pregunta 7**

PREGUNTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	45	75
NO	12	25
TALVEZ		
TOTAL	57	100%

**Gráfico N° 63. Resultado de la pregunta 7**



Fuente: Encuesta realizadas a los estudiantes de Educación Técnica.

Elaborado por: Chacaguasay Sebastián.

Aplicación de la encuesta: 7 de Enero del 2013.

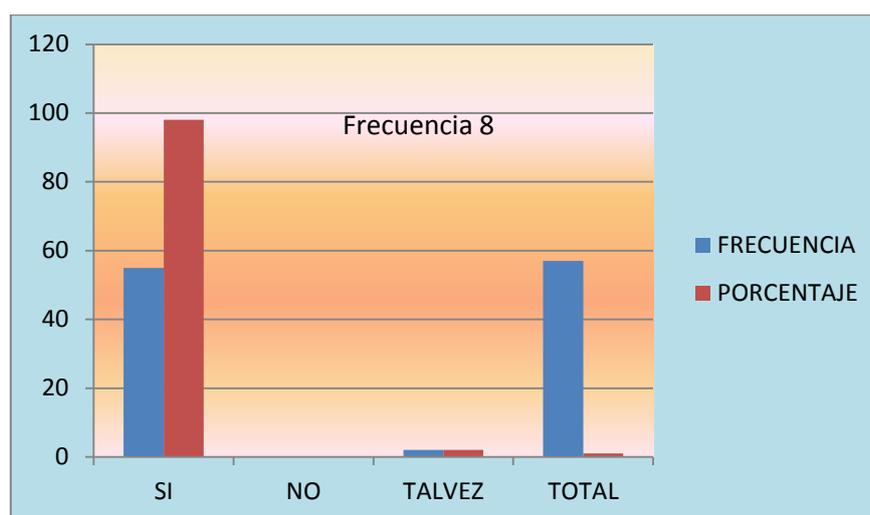
**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN;** Una vez tabulado la pregunta 7 tenemos el siguiente resultado el 75% cada día se lo revisa el sistema de freno para no tener problemas en el trayectoria y llega al destino, se lo puede dar mantenimiento preventivo para reducir los daños, y el 25% por apurado se lo puede andar sin verificar.

8.- ¿El uso del aire comprimido es muy común en los carros pesados de ser más rápido y seguro?

**Tabla N° 16. Resultado de la pregunta 8**

PREGUNTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	55	98
NO		
TALVEZ	2	2
TOTAL	57	100%

**Gráfico N° 64. Resultado de la pregunta 8**



Fuente: Encuesta realizadas a los estudiantes de Educación Técnica.

Elaborado por: Chacaguasay Sebastián.

Aplicación de la encuesta: 7 de Enero del 2013.

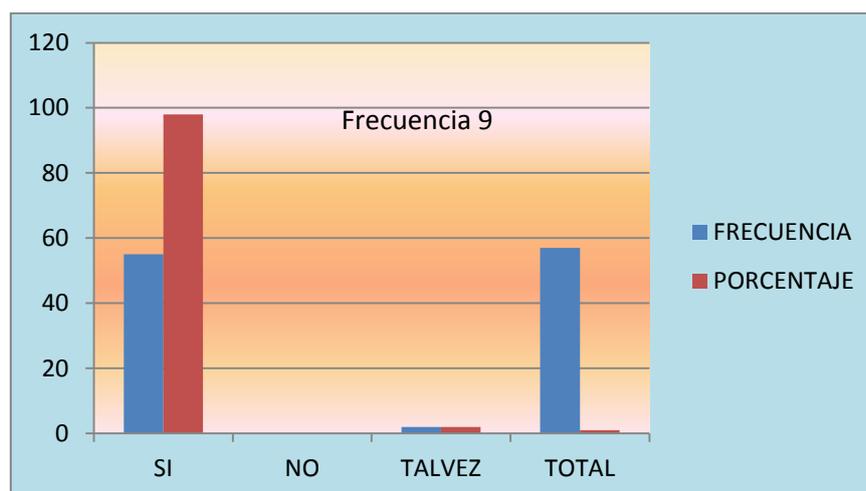
**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN;** Una vez tabulado la pregunta 8 tenemos el siguiente resultado el 98% el sistema de freno de aire es más seguro y la respuesta es rápida por eso es más utilizados en los carro grande, y el 2% si puede utilizar solo vehículos grandes el sistema de freno de aire comprimido.

9.- ¿Es necesario dar mantenimiento preventivo al sistema de freno de aire para evitar los desgastes?

**Tabla N° 17. Resultado de la pregunta 9**

PREGUNTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	56	99
NO		
TALVEZ	1	1
TOTAL	57	100%

**Gráfico N° 65. Resultado de la pregunta 9**



Fuente: Encuesta realizadas a los estudiantes de Educación Técnica.

Elaborado por: Chacaguasay Sebastián.

Aplicación de la encuesta: 7 de Enero del 2013.

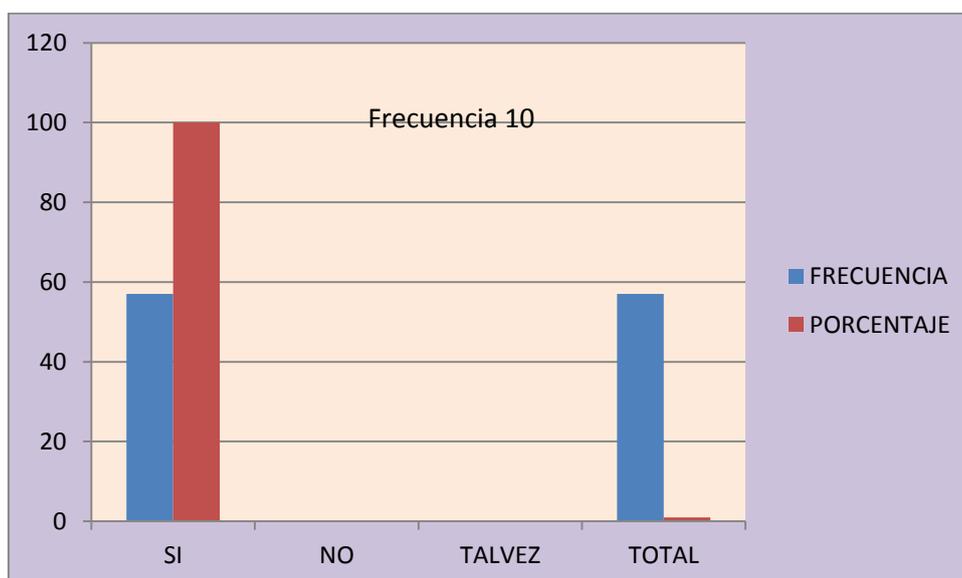
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN; Una vez tabulado la pregunta 8 tenemos el siguiente resultado el 99% están de acuerdo de lo mantenimiento preventivo por mucho factores, ahora tiempo, alarga la vida útil de los componentes el sistema de freno de aire, y el 1% no ponen interés de precaver, dejan hasta que se dañe.

10.- ¿Es necesario revisar ajuste del freno con la rueda en el suelo?

**Tabla N° 18. Resultado de la pregunta 10**

PREGUNTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	57	100
NO		
TALVEZ		
TOTAL	57	100%

**Gráfico N° 66. Resultado de la pregunta 10**



Fuente: Encuesta realizadas a los estudiantes de Educación Técnica.

Elaborado por: Chacaguasay Sebastián.

Aplicación de la encuesta: 7 de Enero del 2013.

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN;** Una vez tabulado la pregunta 10 tenemos el siguiente resultado el 100% están de acuerdo de lo mantenimiento preventivo por mucho factores, ahora tiempo, alarga la vida útil de los componentes el sistema de freno de aire.

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- El estudio del sistema de freno neumático es importante para el aprendizaje de los estudiantes de la Carrera de Mecánica Industrial Automotriz. Conocer los funcionamientos de los componentes de sistema de freno neumático. Para reducir los accidentes y el desgaste de los componentes, y el tiempo de vida útil de los elementos.
- Se investigó el funcionamiento del sistema de freno de aire, al igual que cada uno de sus componentes, efectos y ventajas, para seleccionar los elementos adecuados con el fin de mejorar el aprendizaje, que este campo es amplio dejó a consideración de los estudiantes que vienen, se inquieten por seguir conociendo sobre este sistema de freno hidroneumático.
- Se diseñó un manual didáctico del sistema de freno neumático, para el aprendizaje que los estudiantes que realicen las prácticas pertinentes y puedan así adquirir conocimiento teórico sobre este tema, Esta herramienta de es de suma importancia ya que conjuga lo teórico con lo práctico para mejorar el aprendizaje.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Para poder mantener esta importante herramienta en buen estado para su utilización por largo tiempo, darle un mantenimiento preventivo al sistema de frenos neumáticos como se indica en la investigación para que el funcionamiento beneficie por un tiempo extenso.
- La Escuela de Educación Técnica a través de sus autoridades y profesores realicen convenios interinstitucionales para el desarrollo práctico de sus estudiantes de la especialidad de Mecánica Industrial-Automotriz.
- Leer detenidamente el manual específico del sistema de freno neumático para que fortalezca el conocimiento que los estudiantes que reciben en las aulas por parte de los docentes de la especialidad, y dejar el manual didáctico en la biblioteca de la Universidad.

## **CAPITULO VI**

### **6. PROPUESTA**

#### **6.1. TÍTULO**

“Manual de estudio de sistema de freno neumático, efectos y ventajas, como recurso didáctico para el Aprendizaje de los Estudiantes de la Carrera de Mecánica Industrial-Automotriz, de la Escuela de Educación Técnica de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo”.

#### **6.2. INTRODUCCIÓN**

El trabajo que pongo a consideración de los lectores y en especial de los estudiantes de la Escuela de Educación Técnica de la Universidad Nacional de Chimborazo, orienta al estudio y conocimientos acerca de sistemas de freno neumático en los vehículos pesados.

Hoy en día la mayoría de los vehículos de medio tonelaje y por su puesto de gran tonelaje van provistos de un sistema de freno neumático.

Con este sistema es posible conseguir elevadas presiones que normalmente un ser humano no consigue con el solo hecho de pisar el pedal, ya que las zapatas que son de gran tamaño y necesitan gran fuerza en su aplicación. Para obtener esta gran fuerza se ha estudiado un sistema auxiliar que ayuda al conductor a aplicar esa gran fuerza necesaria en las zapatas mediante el aire comprimido y sus diferentes válvulas que la controlan.

Uno de los elementos más importantes para el funcionamiento de un vehículo son los frenos, pues disminuye la velocidad o detiene el automóvil según las necesidades del conductor. De la eficiencia y correcto funcionamiento de este sistema depende la

seguridad de los ocupantes o pasajeros del vehículo. Este sistema basa su funcionamiento en la pérdida de energía por la fricción de sus elementos frenantes como son el tambor y las zapatas.

Siendo el aire comprimido un recurso utilizado para desarrollar trabajo en las máquinas y sistemas, así como para varios procesos en las diferentes ramas de la ciencia.

El aire comprimido es una forma de energía y por tanto, capaz de producir trabajo. La circunstancia de poder ser almacenado dentro de tanques o depósitos bien cerrados, para su uso en el momento deseado, lo hace muy conveniente en ciertas aplicaciones.

La razón de utilizar el aire comprimido es por su versatilidad y su rapidez de respuesta en el trabajo. Su acción no es tan inmediata como la eléctrica, pero si es notablemente más rápida que la hidráulica.

En los camiones grandes que hacen el transporte por carretera se utilizan los frenos neumáticos. La finalidad del freno es la de conseguir detener la marcha del vehículo en las condiciones que determina el conductor, para ello, la energía cinética que desarrolla el vehículo tiene que ser absorbida, en su totalidad o en parte, por medio de rozamiento es decir, transformándole en calor.

Por esto se construye un Manual de estudio para que los estudiantes de mecánica automotriz, tengan un aprendizaje específico en el control del sistema de frenado y puedan realizar distintas prácticas en taller, de manera que se complemente los conocimientos teóricos con los prácticos.

El material didáctico que pongo a disposición de la institución y en forma de los estudiantes de la especialidad de mecánica industrial automotriz de la Escuela de Educación Técnica de la Universidad Nacional de Chimborazo, es fácil de manejar, este será un medio atractivo y motivador dentro del proceso de aprendizaje.

## **6.3 OBJETIVOS**

### **6.3.1. General**

Diseñar e implementar un manual de estudio de sistema de freno neumático, efectos y ventajas, como recurso didáctico para el Aprendizaje de los Estudiantes de la Carrera de Mecánica Industrial-Automotriz, de la Escuela de Educación Técnica de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Universidad Nacional de Chimborazo.

### **6.3.2. Específicos**

- Analizar los requerimientos del manual de estudio.
- Diseñar el manual de estudio de sistema de freno neumático.
- Implementar el manual de estudio en la biblioteca UNACH.

## **6.4. Desarrollo de la propuesta.**

El manual de estudio se caracteriza por ser un medio que apoya al proceso de aprendizaje, además de constituir un apoyo didáctico que eleve la calidad de dicho proceso; sirve como auxiliar didáctico adaptable a las características de los estudiantes y las necesidades de los docentes, como guía para el desarrollo de los temas objeto de estudio; representa un eficaz recurso que motiva al estudiante, despertando su interés ante nuevos conocimientos e imprime un mayor dinamismo a las clases, enriqueciendo así la calidad de la educación.

Parte del hecho de considerar que el conocimiento es un proceso de exploración, construcción individual y social, no un mero fenómeno de transmisión de datos ni de memorización de los mismos iniciando en él, la motivación, las actitudes y el ambiente de grupo, así como otros factores propios de la sociedad, además de la actividad intelectual y la efectiva motora de cada individuo.

## **REQUERIMIENTO - APLICACIÓN**

Se utilizarán los contenidos y temática de la asignatura de Mecánica serán comprensibles para los usuarios, para los estudiantes de la Escuela de Educación Técnica de la Universidad Nacional de Chimborazo.

### **TEMÁTICA:**

- Generalidades.
- Finalidad.
- Tipos de frenos.
- Sistema de freno hidráulico.
- Sistema de freno neumático.
- Sistema de freno hidroneumático.
- Las características principales de freno neumático.
- Funcionamiento de sistema de freno neumático.
- Componentes del sistema de frenos neumático.
- Ventajas de sistema de freno neumático.
- El sistema de frenos y el consumo de combustible.

## BIBLIOGRAFÍA

1. COLECTIVO DE AUTORES. Sistema de dirección y freno de los vehículos automotores.
2. DEL RAZO, Hernández Adolfo, "Sistemas Neumáticos e Hidráulicos"
3. DEPERT W. / K. Stoll. "Aplicaciones de Neumática" Ed. Marcombo"
4. GUILLÉN SALVADOR, Antonio. "Introducción a la Neumática" Editorial: Boixerau [http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual\\_Frenos\\_de\\_Aire.pdf](http://www.gruporacsa.net/html/Bendix/Manual_Frenos_de_Aire.pdf)
5. Sistemas de Enseñanza para la formación y el Perfeccionamiento en Ciencias y Técnica orientados al Futuro Alexbier Hidalgo Batista
6. Estado de nueva york manual de conductor comercial. <http://www.monografias.com/trabajos72/sistema-frenos-neumatico/sistema-frenos-neumatico.shtml#ixzz2IkuElXuY>
7. Miguel de Castro. Los frenos y la Suspensión. Grupo editorial Ceac, S.A. Barcelona 1994.
8. Manual de frenos neumáticos. Aplicación Camiones y Ómnibus. Manuales NEGRI. Argentina 2004.
9. BENDIX Commercial Vehicle Systems. 2004. Manual de frenos de aire Bendix. Manual para frenos de aire. Estados Unidos: s.n., 2004.
10. CASTRO, Miguel. 1994. Los frenos y la Suspensión. Barcelona: Ceac, 1994.CHANGO, Carlos. 2008. Diseño e instalación de un sistema de entrenamiento en el sistema de frenos
11. MARTIN, Ricardo. 2009. Manual de electricidad. Madrid: Cultural S.A, 2009.Sabelotodo.org. 2012. <http://www.sabelotodo.org/automovil/frenos.html>.
12. D. Hermógenes Gil Martínez "Manual del Automóvil" Reparación y mantenimiento de Suspensión, dirección y frenos. Edita. Cultural S.A. 2006.
13. Davis N. Dales "Manual Técnico Automotriz" Operación, mantenimiento y servicio de sistema de suspensión, Dirección y frenos. Edita Hispanoamericana S.A. 2007

# ANEXOS

**ANEXO 1 Encuesta aplicada a los estudiantes de Educación Técnica.**

ENCUESTA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACION, HUMANAS Y  
TECNOLOGÍAS

Estimado Sr.

La presente encuesta tiene como objetivo alcanzar la información sobre el sistema de freno de aire comprimido.

Marque la respuesta según su criterio, de acuerdo la siguiente escala.

1.- ¿Conoce usted el sistema de freno de aire comprimido?

SI  NO  TALVEZ

2.- ¿La producción de aire comprimido se realiza mediante el compresor?

SI  NO  TALVEZ

3.- ¿La investigación de sistema de freno de aire comprimido es muy importante?

SI  NO  TALVEZ

4.- ¿Considera que al realizar esta investigación podría reducir los desgastes de los componentes?

SI  NO  TALVEZ

5.- ¿Cree usted con el aumento de parque automotor, es necesario las charlas sobre el sistema de freno de aire comprimido?

SI  NO  TALVEZ

6.- ¿Considera usted el sistema de freno de aire comprimido se puede utilizar solo en carros pesados?

SI  NO  TALVEZ

7.- ¿Conoce usted que cada que tiempo se lo da el mantenimiento en el sistema de freno?

SI       NO       TALVEZ

8.- ¿El uso del aire comprimido es muy común en los carros pesados de ser más rápido y seguro?

SI       NO       TALVEZ

9.- ¿Es necesario dar mantenimiento preventivo al sistema de freno de aire para evitar los desgastes?

SI       NO       TALVEZ

10.-¿Es necesario revisar ajuste del freno con la rueda en el suelo?

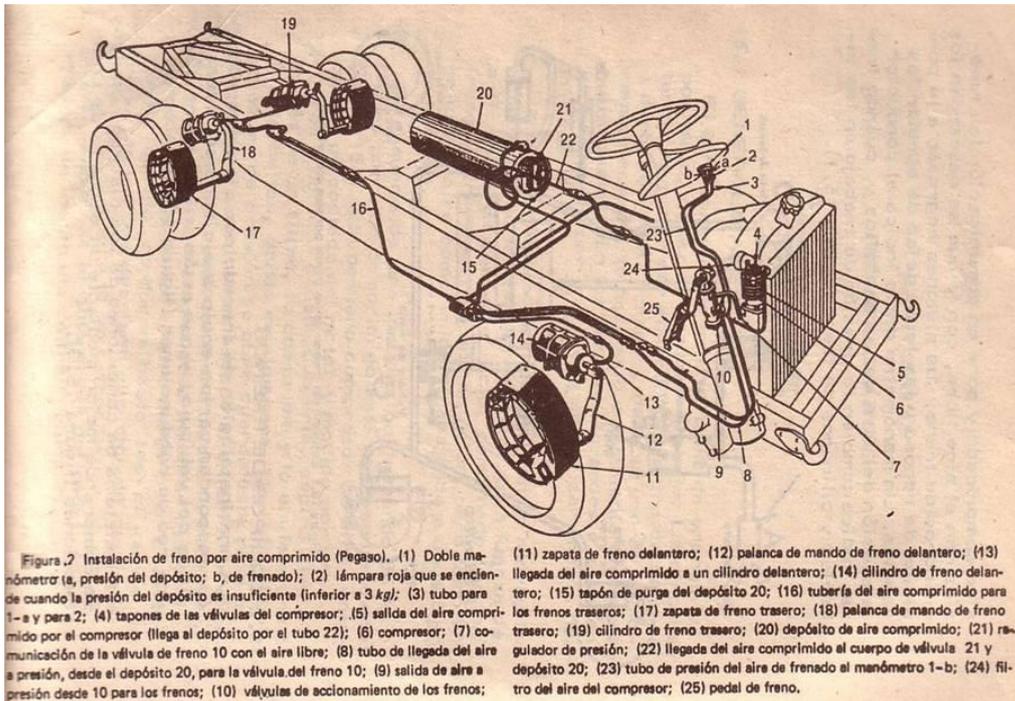
SI       NO       TALVEZ

## ANEXO N° 2 Manual de estudio de sistema de freno neumático.



### MANUAL DE ESTUDIO DE SISTEMA DE FRENO NEUMÁTICO.

#### SISTEMA DE FRENO NEUMÁTICO EN VEHÍCULO PESADO.



**AUTOR:**

**Edwin Sebastián Chacaguasay Balla.**

**RIOBAMBA 2014**

## **GENERALIDADES**

### **Diferencias entre sistema Hidráulico e sistema Neumático.**

Los sistemas de frenos hidráulicos son utilizados en vehículos livianos, el líquido de freno es el elemento que al ser presurizado por la bomba empuja los cilindros de las pinzas contra las pastillas, produciéndose así la acción de frenado. Los sistemas de frenos neumáticos son utilizados en vehículos pesados. Este sistema emplea aire comprimido para su funcionamiento, lo cual se consigue gracias a un compresor, que tiene por función reducirlo de tamaño haciendo que ocupe un espacio mucho menor al que se encuentra en la atmósfera, al mismo tiempo que incrementa su presión.

Las características principales de este elemento es su facilidad de obtención, transportación por las cañerías y el incremento de presión, alcanzando fuerzas superiores a las de un ser humano; en lo referente a los frenos de aire podemos decir que se elimina la contaminación ya que este elemento luego de realizar su trabajo, regresa a la atmósfera con las mismas características y en condiciones iguales a las que ingreso.

Uno de los elementos más importantes para el funcionamiento de un vehículo son los frenos, pues disminuye la velocidad o detiene el automóvil según las necesidades del conductor. De la eficiencia y correcto funcionamiento de este sistema depende la seguridad de los ocupantes o pasajeros del vehículo. Este sistema basa su funcionamiento en la pérdida de energía por la fricción de sus elementos frenantes como son el tambor y las zapatas.

La razón de utilizar el aire comprimido es por su versatilidad y su rapidez de respuesta en el trabajo. Su acción no es tan inmediata como la eléctrica, pero sí es notablemente más rápida que la hidráulica. Hemos de pensar que la neumática se sirve, como materia prima, del aire atmosférico que nos circunda, el cual podemos

tomarlo en la cantidad que sea necesario para comprimirlo y transformar su energía en trabajo.

### **FINALIDAD.**

La finalidad de los frenos en un vehículo es la de conseguir, detener o aminorar la marcha del mismo en las condiciones que determine su conductor, para ello, la energía cinética, en su totalidad o en parte, por medio de rozamiento, es decir, transformándola en calor. El efecto de frenado produce o friccionar unas piezas móviles; disco, tambores o pastillas.

### **FRENOS.**

Sistema de seguridad activa más importante dentro de un vehículo, su función es desacelerar el giro de los neumáticos para así lograr detener el vehículo. En virtud de esto los fabricantes dedican gran parte de su tiempo y esfuerzo al desarrollo de sistema de frenado más efectivo.

### **TIPOS DE FRENOS.**

- ✓ Frenos mecánicos.
- ✓ Frenos hidráulicos.
- ✓ Frenos de tambor.
- ✓ Frenos de disco.
- ✓ Frenos neumáticos.

### **Frenos mecánicos.**

Este tipo de freno consistía en un cable que al momento de ser presionado con el pie, transmitía la potencia necesaria para detener el vehículo; El sistema dejó de ser funcional cuando nuevos y potentes motores empezaron a desarrollar altas velocidades, requiriendo un gran esfuerzo físico para conseguir desacelerar el automóvil. El sistema evolucionó en los frenos hidráulicos, que con un menor esfuerzo conseguían una potencia de frenado mucho mayor.

El freno mecánico o "freno de estacionamiento" como es conocido en algunos lugares, evita que un vehículo estacionado se ponga en movimiento por sí solo, aun cuando este sistema puede ser utilizado, si es necesario, como freno de emergencia durante la marcha del vehículo.

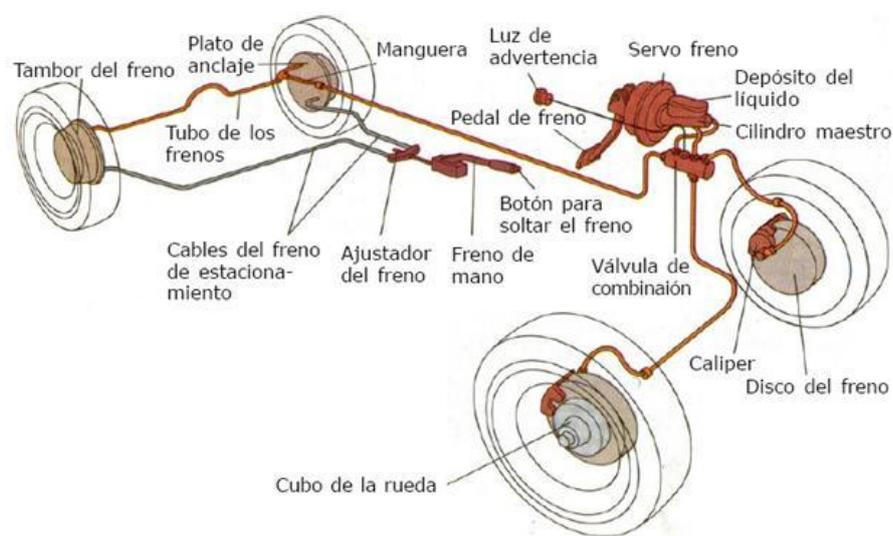
Normalmente consiste en una palanca o pedal que se encuentra al alcance del conductor; unida mediante un cable metálico a la leva de freno. Al accionarlo, las levas ejercen presión sobre las balatas de las ruedas traseras originando un frenado, que en caso de producirse mientras el vehículo está en movimiento, puede ser bastante brusco.

### **FRENOS DE HIDRÁULICOS.**

Los frenos detienen el automóvil al presionar un material de alta fricción (pastillas o balatas) contra los discos o los tambores de hierro atornillados a la rueda, y que giran con ella. Esta fricción reduce la velocidad del automóvil hasta detenerlo.

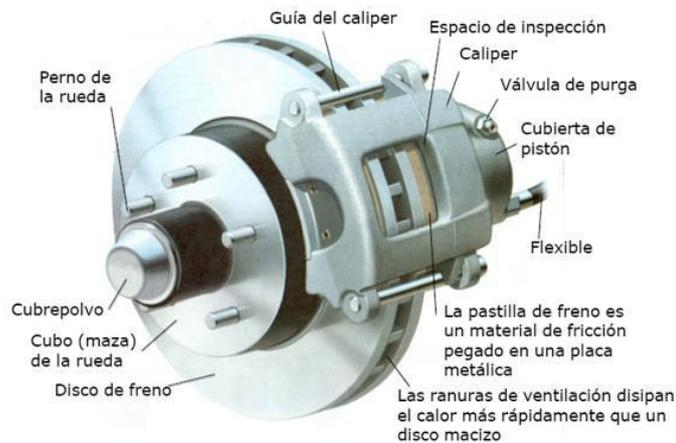
Hay dos tipos de frenos: de disco y de tambor. Los frenos de disco funcionan cuando las pastillas presionan ambos lados del disco.

Los de tambor presionan las balatas contra la cara interna del tambor. Los frenos de disco son más eficaces, porque su diseño permite una mayor disipación del calor por el aire.



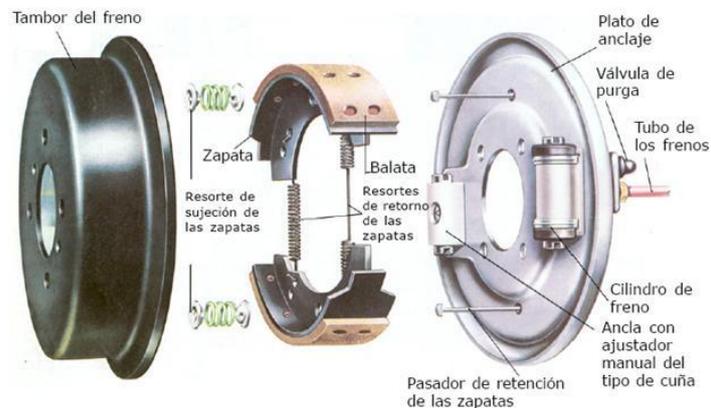
## Frenos de disco.

Los frenos de disco consisten en un rotor sujeto a la rueda, y un caliper que sujeta las pastillas del freno. La presión hidráulica ejercida desde el cilindro maestro causa que un pistón presione como una almeja, las pastillas por ambos lados del rotor, esto crea suficiente fricción entre ambas piezas para producir un descenso de la velocidad o la detención total del vehículo.



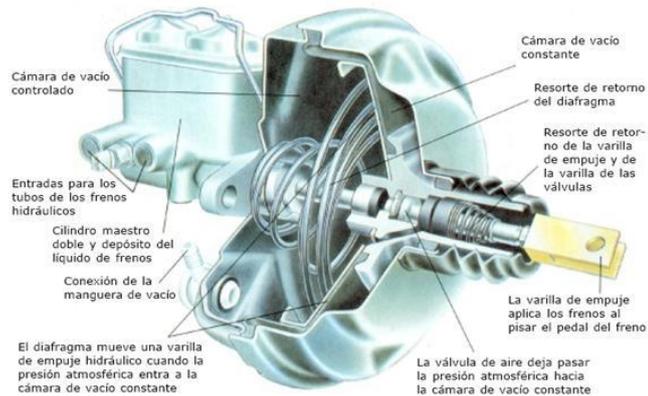
## Frenos de tambor.

Este tipo de frenos constan de tambor metálico sujeto a la rueda, un cilindro de rueda, pastillas y resortes de regreso. La presión hidráulica ejercida desde el cilindro maestro, causa que el cilindro de rueda presione las pastillas contra las paredes interiores del tambor, produciendo el descenso de velocidad correspondiente.



## Servofreno.

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



### **Bomba de freno.**

La bomba de freno o cilindro principal, es el encargado de presurizar el líquido por todo el circuito hidráulico. Como la legislación actual obliga a los fabricantes de vehículos a que estos vayan provistos de doble circuito de freno, las bombas de freno son de tipo tándem.



### **TEST DE CONOCIMIENTO**

- 1.- ¿Cómo funciona el sistema de freno hidráulico?
- 2.- ¿Enumere los componentes de freno hidráulico?
- 3.- ¿Qué elemento es encargado de presurizar el líquido por todo el circuito hidráulico?

4.- ¿Cuál es la función de servofreno?

5.- ¿Cómo funciona el freno de disco y tambor?

### **SISTEMA DE FRENOS DE AIRE O NEUMÁTICOS.**

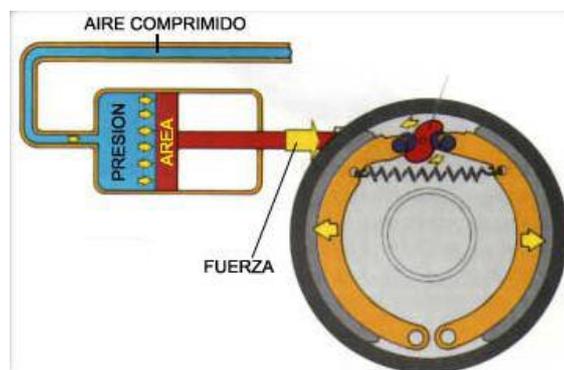
El sistema neumático se instala en vehículos pesados, a partir de seis toneladas, y la transmisión del esfuerzo del conductor hasta las ruedas se hace al liberar aire comprimido.

#### **Las características principales del aire comprimido.**

A continuación tenemos las características primordiales dentro del flujo de aire comprimido y son las siguientes:

- ❖ No implica riesgos graves, ni peligro de accidentes.
- ❖ El escape de aire no es tóxico ni es explosivo.
- ❖ Tiene gran cantidad de regulación y control.
- ❖ El aire no presenta riesgos de chispas ni de cargas electrostáticas.
- ❖ Los circuitos de aire no están expuestos a los golpes de ariete como los hidráulicos.
- ❖ Admite su combinación con otras formas de energía por ejemplo los mismos frenos hidroneumáticos.
- ❖ El costo de adquisición de energía del aire es más bajo comparado a otros
- ❖ métodos de trabajo en caso del vehículo.

#### **Funcionamiento de los frenos neumáticos.**



Este sistema emplea el aire comprimido para accionar el conjunto de zapatas de cada tambor o campanas.

Su funcionamiento comienza al accionar el freno, la válvula deja pasar el aire comprimido del depósito hacia las cámaras de freno de las campanas, las cuales, mediante levas de accionamiento, desplazan las zapatas y forros contra el tambor en su interior. Al soltar el pedal, la válvula corta el paso del aire a presión y permite a la vez que salga el aire acumulado en las tuberías y cámaras de freno.

La acción de la bomba depende de la presión ejercida por el conductor sobre el pedal de freno. La mayoría de los autocamiones de tonelaje medio y, por supuesto el total de gran tonelaje van provistos de un sistema de frenos a base de aire comprimido, puesto que requieren gran fuerza de aplicación.

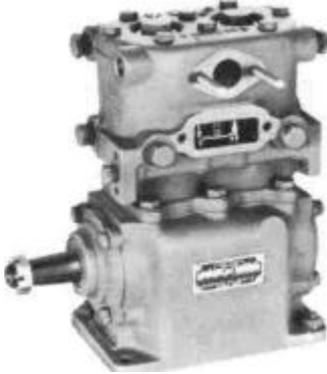
Por medio del aire comprimido es posible conseguir elevadas presiones que están muy encima de las que puede conseguir un ser humano.

Los frenos de aire en realidad son tres sistemas de freno diferentes: los frenos de servicio, los frenos de estacionamiento, y los frenos de emergencia.

- ✚ El sistema de frenos de servicio aplica y libera los frenos cuando usted usa el pedal de freno durante el manejo normal.
- ✚ El sistema de frenos de estacionamiento aplica y libera los frenos de estacionamiento cuando usted usa el comando de los frenos de estacionamiento.
- ✚ El sistema de frenos de emergencia usa partes de los sistemas de los frenos de servicio y de los de estacionamiento para detener el vehículo en el caso de que ocurra una falla en el sistema de frenos.

## **Componentes del sistema de frenos de aire.**

### **Compresor de aire.**



Es el encargado de tomar aire de la atmósfera y almacenarlo en los tanques instalados para tal fin.

El compresor de aire bombea el aire en los tanques de almacenamiento de aire. El compresor de aire se conecta al motor por medio de engranajes o por medio de una correa en V. El compresor puede ser enfriado por aire o puede ser enfriado por el sistema de enfriamiento del motor. Puede tener su propio suministro de aceite, o ser lubricado por el aceite del motor. Si el compresor tiene su propio suministro de aceite, verifique el nivel de aceite antes de conducir.

### **Lubricación.**

El motor del vehículo provee un suministro continuo de aceite al compresor, el mismo que es dirigido desde el motor hasta la entrada de aceite del compresor. Un conducto para el aceite en el cigüeñal del compresor permite que este lubrique los bujes de las bielas en el cigüeñal; en cambio, los bujes de los pasadores de la biela y los rodamientos de bolas del cigüeñal son lubricados por salpicadura.

Una tubería de retorno de aceite conectada desde el drenaje del compresor a la caja del cigüeñal del motor del vehículo, permite el retorno del aceite.

### **Enfriamiento.**

El aire que fluye a través del compartimiento del motor por la acción del ventilador, y el movimiento del vehículo ayuda al enfriamiento del compresor. El refrigerante que fluye desde el sistema de enfriamiento del motor a través de las tuberías de conexión, entra a la cabeza del compresor y pasa a través de los conductos internos en la cabeza del cilindro y es regresado al motor.

### **Regulador de presión.**

La misión de este elemento es la de regular la carga del compresor registrando la presión en el depósito de aire, cuando alcanza la presión operativa, el mecanismo de

descarga del compresor recibe una señal neumática del regulador de presión que hace que se detenga la carga. Cuando la presión de funcionamiento disminuye en alrededor de 1 bar desaparece la señal del regulador de presión y el compresor reinicia la carga.

### **Filtro de aire.**

Tiene la función de extraer del aire comprimido circulante, todas las impurezas y el agua condensada, tratando de conseguir un mayor grado de pureza en el aire comprimido, para lo cual se crea la necesidad de realizar un filtraje que garantice su utilización.

### **Depósito de aire.**

Los depósitos de aire comprimido son en realidad un conjunto de cuatro depósitos, ellos son: el depósito húmedo, que actúa como el depósito de regulación de los demás, ya que está en contacto con ellos, y un conjunto de tres depósitos más que sirven para cada uno de los frenos de cada eje y para el freno de Estacionamiento.

La función de los depósitos de aire es:

- ❖ Equilibrar las pulsaciones de aire procedentes del compresor,
- ❖ Acumular aire comprimido,
- ❖ Actuar de distanciador entre los períodos de regulación.
- ❖ Refrigerar el aire, recoger el aceite y el agua condensada.

### **Válvula de drenaje.**

El aire comprimido siempre contiene algo de agua y de aceite del compresor, esto es muy perjudicial para el sistema de frenos de aire, ya que el excesivo frío hace que el agua se congele provocando fallas en el sistema. El agua y el aceite tienden a acumularse en el fondo del depósito de aire y por eso es importante drenarlo completamente usando la válvula de drenaje que se encuentra en la parte inferior de cada tanque.

### **Válvula relé.**

En vista en que los ejes traseros se encuentran a una mayor distancia a las fuentes de alimentación de aire comprimido que son los depósitos, tendrían un cierto retraso con relación a los frenos del eje delantero, el cual no brindaría la armonización perfecta en el frenado. Con el fin de precautelar este problema han diseñado la inclusión en el circuito de una válvula de acción rápida, que iguale la velocidad de abastecimiento de los frenos delanteros y de los traseros, de modo que se ejerza entre ambos una acción perfectamente conjuntada.

### **Válvula de seguridad.**

Se usan en el sistema de frenos de aire, para proteger al sistema contra la excesiva acumulación de presión, además tienen un sonido de alerta. Las válvulas de seguridad se las puede conseguir de la forma ajustable y no ajustable, en varios ajustes de presión y para varios tamaños de acoples, la presión máxima en el sistema de servicio es de 10 bares.

### **Interruptor de la luz de freno.**

Es necesario que los conductores que viajan detrás del vehículo sepan el momento en que se apliquen los frenos, el sistema de frenos de aire hace esto mediante un interruptor eléctrico que funciona con presión de aire y que hace que las luces de freno se enciendan cuando se pisa el pedal del freno.

### **Secador de aire.**

El secador de aire es un sistema de filtración en línea, que elimina el vapor de agua y gotas de aceite del aire comprimido que es enviado por el compresor; esto da como resultado que el sistema tenga un aire limpio y seco, ayudando así a prevenir que la línea de aire y componentes se congelen en tiempo de invierno.

### **Evaporador de alcohol.**

Algunos sistemas de frenos de aire están equipados con un evaporador de alcohol para poner alcohol en el sistema de aire. Esto ayuda a disminuir el riesgo de que se forme hielo en las válvulas de freno y en otras piezas del sistema cuando durante la

temporada de frío, ya que si hay hielo en el sistema, los frenos pueden dejar de funcionar.

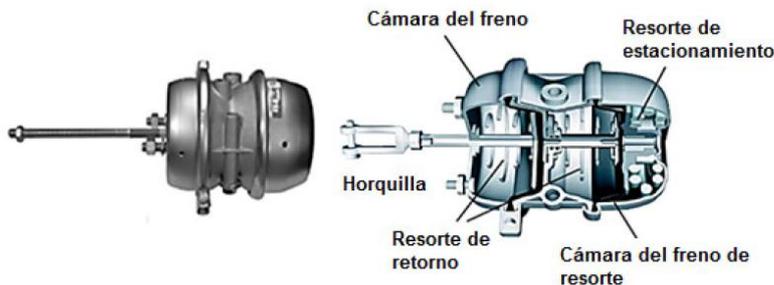
Verificar el recipiente de alcohol y llénelo diariamente en la medida que sea necesario durante la temporada de frío. Es necesario drenar diariamente el tanque de aire para eliminar el agua y el aceite a menos que el sistema tenga válvulas de drenaje automático.

### **Válvula repartidora.**

Esta válvula va situada en la bifurcación de los frenos posteriores, permite, a través de ella, el paso de aire a los cilindros de las ruedas, descargando la presión en los mismos cuando cesa la acción de frenado.

### **Pulmón posterior de doble acción.**

El pulmón es conocido también como freno de resorte o actuador, su función es la de convertir la presión de aire en una fuerza mecánica mediante una varilla de empuje, que actúa accionando los distintos componentes del freno.



### **Manómetro de presión.**

Todos los vehículos equipados con frenos de aire tienen un medidor de presión conectado al tanque de aire, estos medidores señalan cuánta presión existe en los tanques de aire, si el vehículo tiene un sistema dual de frenos de aire, tendrá un medidor para cada mitad del sistema (o un único medidor con dos agujas).

### **Indicador de baja presión.**

Cuando la presión a la que se encuentra el circuito de aire resulta demasiado baja o está por debajo del valor necesario, se produce la iluminación de una luz testigo de

funcionamiento que el conductor tiene dispuesta en el panel de instrumentos.

La luz también se ilumina cuando los frenos de estacionamiento se hallan aplicados para que el conductor no pueda olvidarse de los mismos en el momento de intentar el arranque. Es más un elemento de seguridad que convierte valores de presión en valores eléctricos.

### **Válvula principal de pedal.**

El freno es accionado al presionar el pedal, también llamado válvula de freno o válvula de pedal, al pisar el pedal con mayor fuerza se aplica más presión de aire; si se suelta el pedal se disminuye la presión y se sueltan los frenos. Cuando sucede esto, parte del aire comprimido del sistema se libera, razón por la cual la presión del aire comprimido del sistema disminuye, teniendo que reponer dicha perdida el compresor; al presionar y soltar el pedal innecesariamente puede escapar aire con mayor rapidez con la que el compresor pueda reponerlo.

### **Pulmón delantero.**

Son conocidos también simplemente como Cámaras del freno, son identificados por números, los cuales especifican el área efectiva del diafragma: así por ejemplo una cámara del freno "tipo 30" tiene 30 pulgadas cuadradas de área efectiva. Su función es similar a la del pulmón posterior, pero es más pequeño ya que no posee cámara para el freno de estacionamiento.

Pulmón delantero



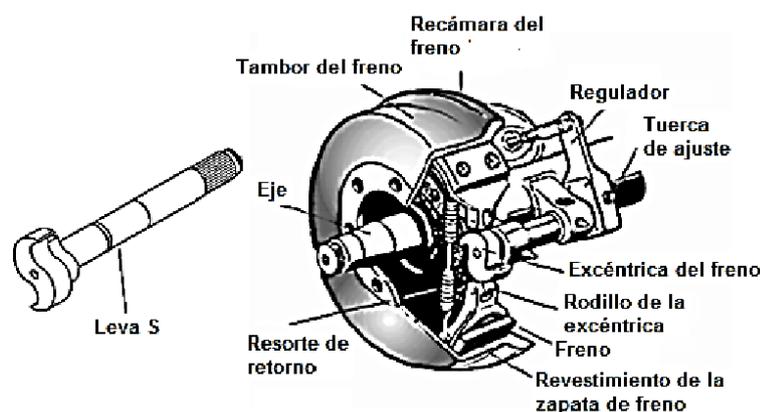
### Cañerías.

Son las encargadas de transportar el aire comprimido a cada uno de los elementos del sistema de freno, hasta lograr el accionamiento mecánico en las zapatas contra el tambor, mediante los elementos que ya estudiamos con anterioridad. Las cañerías en sí manejan diferentes tipos o niveles de presión de aire comprimido, por ejemplo podemos hablar en forma general que las cañerías que transportan aire de baja presión.

### Eje de levas del freno.

Los frenos de base funcionan en cada una de las ruedas, siendo el tipo más común el freno de tambor con excéntrica en “S”, que funciona cuando el conductor presiona el pedal de mando del freno, luego el aire a presión ingresa a cada una de las cámaras del freno (pulmones), el aire comprimido empuja la barrilla de accionamiento hacia afuera de la cámara, que hace mover el tensor de ajuste, es aquí donde entra a funcionar la excéntrica en “S” (llamada así por su forma en “S”), haciendo que se separen las zapatas una de la otra y las presiona contra la cara interior del tambor de freno.

Eje de levas del freno



### Rodillos.

Los rodillos tienen por función la expansión de las zapatas cuando la leva gira en la acción de frenado, están fabricados de hierro por ser este un material maleable, extremadamente duro y pesado, es por esto que resiste la fricción y las elevadas

temperaturas.

### **Muelles de recuperación.**

Los muelles de recuperación, tienen por función, retraer la zapata a su posición inicial luego de la acción de frenado, están fabricados de acero de alto carbono, permitiéndonos éste, realizar los tratamientos térmicos de temple y revenido, consiguiendo con esto características altas de resistencia, alargamiento y límite elástico.

### **Elemento frenante.**

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

### **Plato de freno.**

El plato de freno está constituido por un plato porta frenos de chapa embutida y troquelada, sobre el que se montan las zapatas y demás elementos de fijación y regulación. Las zapatas se unen por un extremo a la leva del freno, y por el otro a un soporte fijo, se unen al plato por un sistema elástico de pasador y muelle que permite un desplazamiento de aproximación al tambor, y las mantiene fijas en su desplazamiento axial. El muelle que une las dos zapatas permite el retroceso de las mismas a su posición de reposo cuando cesa la fuerza de desplazamiento efectuada por la acción de frenado.

### **El tambor de freno.**

Es el elemento que constituye la parte giratoria del freno, y recibe la casi totalidad del calor desarrollado en el frenado, están fabricados de fundición gris perlática con grafito esferoidal, material que se ha impuesto por su elevada resistencia al desgaste y menor costo de fabricación; a más de absorber bien el calor producido por la fricción en el momento del frenado.

## **Ventajas.**

Al usar un sistema de frenos neumáticos en un camión, ofrecen indudables ventajas:

- El aire es de fácil captación y abunda en la tierra.
- El aire no posee propiedades explosivas, por lo que no existen riesgos de chispas.
- Los actuadores pueden trabajar a velocidades razonablemente altas y fácilmente regulables.
- El trabajo con aire no daña los componentes de un circuito por efecto de golpes de ariete.
- Las sobrecargas no constituyen situaciones peligrosas o que dañen los equipos en forma permanente.
- Los cambios de temperatura no afectan en forma significativa.
- Energía limpia
- Cambios instantáneos de sentido.
- Fácil transporte.
- La instalación es sencilla, rápida y limpia.
- Fácil montaje y mantenimiento.
- Rápida respuesta; los actuadores pueden trabajar a altas velocidades.
- No contamina: el aire después de utilizar se devuelve al ambiente sin representar contaminación del medio.
- Seguro; hay pocos riesgos de accidentes, porque no posee propiedades explosivos.
- Económico: se puede conseguir como fluido de trabajo simplemente tomándolo de la atmósfera, lo que no implica costos.

## **TEST CONOCIMIENTOS.**

- 1.- ¿Cuál es la diferencia ente el sistema de freno hidráulico, neumático?
- 2.- ¿Ponga el funcionamiento de sistema de freno neumático?
- 3.- ¿Qué son los reguladores?
- 4.- ¿Es importante drenar el tanque de aire?
- 5.- ¿Por qué se utiliza la válvula relé solamente para accionar los pulmones posteriores?

6.- ¿Qué elemento está encargado de tomar aire?

### **El sistema de frenos y el consumo de combustible.**

El sistema de frenos juega un papel muy importante tanto en la seguridad como en el rendimiento de combustible de un automóvil por ejemplo, unos frenos demasiado ajustados podrían provocar:

- ✚ El sobrecalentamiento de las balatas.
- ✚ La cristalización de las mismas provocando una falta de frenado.
- ✚ Calentamiento excesivo.
- ✚ Daño a los sellos de los cilindros.
- ✚ Daño al neumático.
- ✚ Falla en los sellos de las ruedas (retenes) y por lo tanto fuga de aceite del diferencial o del transeje, contaminando las balatas.
- ✚ Reducción en la capacidad de frenado.
- ✚ Sobreconsumo de combustible.

### **Sistema de freno hidroneumático.**

Otros tipos de vehículos poseen, además de la instalación neumática de frenado, otra hidráulica. En ellas, el aire comprimido actúa, a través de un dispositivo reforzador del frenado, sobre el cilindro principal. El vehículo, en caso de fallo del aire a presión, puede ser todavía frenado mediante el esfuerzo muscular. Además, se le puede agregar un remolque equipado con frenos de aire comprimido.

El dispositivo reforzador de frenado consiste, en esencia, en un cilindro de freno asociado por el aire a presión con una válvula adjunta. Una palanca establece la conexión al vástago del émbolo. La palanca desplaza al émbolo en el cilindro principal y gobierna al mismo tiempo a la válvula de frenado.