

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Investigación

**Diseño de módulo de frenado de una locomotora  
general motors para análisis y detección de falla,  
Arequipa, 2018**

Hilton Antony Pilco Chise

Para optar el Grado Académico de  
Bachiller en Ingeniería Mecánica

Arequipa, 2019

Repositorio Institucional Continental

Trabajo de Investigación



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

## **AGRADECIMIENTO.**

Quiero expresar un sincero agradecimiento a mi novia Rosario Lourdes Moscoso Morales que directamente apoyo en la culminación de este proyecto.

Un agradecimiento a la Universidad continental y a mis profesores que brindaron sus conocimientos para mi formación profesional y ser cada día mejor.

Agradezco a mis amigos que compartí bellos momentos e inolvidables para culminar esta hermosa etapa y especialmente a mi asesor para culminar mi proyecto.

## **DEDICATORIA.**

Este trabajo va dedicado a mis padres por su apoyo y esfuerzo, por darme una enseñanza de oportunidades y por creer en mi la cual me llevara a culminar este trabajo gracias por todo el apoyo incondicional a lo largo de mi formación profesional he aprendido a valorar el amor de familia y también le doy gracias a la Universidad Continental las cuales supieron darme su apoyo moral y también en el aporte de sus conocimientos, lo cual me ha servido a lo largo de la realización de mi proyecto.

Paredes Sánchez Jonathan Alain

Moscoso Morales Rosario

Basilio Pilco Vargas

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....	1
1.1. Planteamiento y formulación del problema de investigación.....	1
1.1.1. Planteamiento del problema .....	1
1.1.2. Formulación del problema .....	2
1.1.2.1. Problema general .....	2
1.1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.2. Objetivos .....	2
1.2.1. Objetivo General .....	2
1.2.2. Objetivo Especifico .....	2
1.3. Justificación e importancia .....	2

1.4.	Hipótesis .....	3
1.4.1.	Hipótesis general .....	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....		4
2.1.	Antecedentes del problema .....	4
2.1.1.	A nivel internacional.....	4
2.1.2.	A nivel nacional.....	5
2.2.	Bases teóricas .....	6
2.2.1.	Locomotora .....	6
2.2.1.1.	Panel de control del motor .....	6
2.2.2.	Clasificación de locomotoras .....	8
2.2.2.1.	Locomotoras de vapor .....	8
2.2.2.2.	Locomotoras diésel-eléctricas .....	8
2.2.3.	Introducción a los frenos neumáticos.....	9
2.2.3.1.	Fundamentos de los frenos neumáticos .....	9
2.2.3.2.	Principio de funcionamiento del sistema de frenos.....	10
2.2.3.3.	Tipos de sistemas de frenos .....	10
2.2.4.	Componentes Neumáticos.....	12
2.2.4.1.	Válvulas .....	12
2.2.4.2.	Válvulas reguladoras .....	13
2.2.4.3.	Válvula Relevadora.....	14
2.2.4.4.	Válvulas de incomunicar el tubo de freno .....	14
2.2.4.5.	Válvulas de descarga o vente.....	14
2.2.4.6.	Válvulas de emergencia .....	15
2.2.4.7.	Válvulas de control .....	16

2.2.4.8.	Acoples neumáticos.....	17
2.2.4.9.	Tubos.....	18
2.2.4.10.	Compresor.....	19
2.2.4.11.	Manómetro.....	20
2.2.4.12.	Manguera.....	21
2.2.4.13.	Depósitos de aire.....	22
2.3.	Definición de términos básicos .....	23
2.3.1.	Neumática.....	23
2.3.2.	Diseño.....	23
2.3.3.	Compresor .....	23
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....		25
3.1.	Metodología aplicada para el desarrollo de la solución.....	25
3.1.1.	Enfoque de la investigación .....	25
3.1.2.	Tipo de investigación .....	25
3.1.3.	Nivel de investigación .....	25
3.1.4.	Diseño de investigación .....	26
3.1.4.1.	Investigación experimental .....	26
3.2.	Población y Muestra.....	26
3.2.1.	Población .....	26
3.2.2.	Muestra.....	26
3.3.	Fuentes de recolección de datos .....	26
3.4.	Variable de la investigación .....	26
3.5.	Técnicas e instrumentos .....	27

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN .....	28
4.1. Identificación de requerimientos .....	28
4.1.1. Requerimientos funcionales.....	28
4.1.2. Requerimientos no funcionales.....	28
4.1.2.1. Eficiencia .....	28
4.1.2.2. Seguridad .....	29
4.1.2.3. Usabilidad.....	29
4.1.2.4. Dependibilidad.....	29
4.2. Análisis de la solución.....	29
4.2.1. Propuesta de solución .....	29
4.2.2. Viabilidad .....	30
4.2.3. Análisis técnico y económico .....	30
4.2.4. Restricciones de costo y tiempo .....	32
4.3. Diseño.....	33
4.3.1. Requerimientos de materiales .....	34
4.3.1.1. Equipos de seguridad personal .....	34
4.3.1.2. Materiales e insumos.....	34
4.3.1.3. Herramientas .....	34
4.3.2. Documentos de gestión .....	35
4.3.3. Lista de exigencias .....	36
4.3.4. Secuencia de operaciones.....	38
4.3.5. Caja negra .....	39
4.3.6. Matriz morfológica.....	40



CAPÍTULO V: CONSTRUCCIÓN.....	42
5.1.    Construcción .....	42
5.1.1.    Circuito neumático .....	42
5.1.2.    Ingeniería de detalle .....	43
5.1.2.1.    Alternativa 1 .....	43
5.1.2.2.    Alternativa 2 .....	44
5.1.2.3.    Alternativa 3 .....	45
5.1.3.    Descripción y funcionamiento de las diferentes válvulas .....	45
5.1.4.    Componentes auxiliares que trabajan con equipo de freno .....	46
5.1.5.    Tubos requeridos .....	46
5.1.6.    Niveles de rendimiento, capacidad de frenado y exigencia .....	46
5.1.6.1.    Relación de frenado.....	47
5.1.6.2.    Relación de fugas de aire .....	47
5.1.6.3.    Relación de palancas .....	49
5.1.6.4.    Relación de una mesa .....	49
5.1.6.5.    Relación de un compresor.....	50
5.2.    Pruebas y resultados .....	52
CONCLUSIONES.....	55
TRABAJOS FUTUROS .....	56
RECOMENDACIONES .....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58
ANEXOS .....	60

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Panel de control del motor .....	7
Ilustración 2: Locomotora.....	8
Ilustración 3: Válvula de freno automático.....	12
Ilustración 4: Válvulas .....	13
Ilustración 5: Válvula reguladora .....	13
Ilustración 6: Válvula relevadora .....	14
Ilustración 7: Válvula de descarga .....	15
Ilustración 8: Válvula de emergencia .....	15
Ilustración 9: Válvulas de control .....	16
Ilustración 10: Tipos de acoples de neumáticos.....	17
Ilustración 11: Acoples neumáticos.....	17
Ilustración 12: Tubos.....	19
Ilustración 13: Compresor .....	20
Ilustración 14: Manómetro .....	20
Ilustración 15: Tipos de Manómetros .....	21
Ilustración 16: Manguera .....	21
Ilustración 17: Mangueras usadas en el frenado.....	22
Ilustración 18: Depósitos de aire.....	22
Ilustración 19: Maqueta módulo de frenado .....	33
Ilustración 20: Boceto de diseño del módulo de frenado .....	33
Ilustración 21: Lista de exigencias .....	36
Ilustración 22: Secuencia de operaciones.....	38
Ilustración 23: Caja negra .....	39
Ilustración 24: Matriz morfologica .....	40
Ilustración 25: Circuito neumático .....	42
Ilustración 26: Boceto alternativo 1 vista frontal .....	43

Ilustración 27: Boceto alternativo 2 vista lateral .....	44
Ilustración 28: Boceto alternativo 3 vista superior .....	45
Ilustración 29: Manijas de aire .....	48
Ilustración 30: Boceto de valvulas de descarga .....	48
Ilustración 31: Relacion de palancas.....	49
Ilustración 32: Mesa para maqueta .....	49
Ilustración 33: Comprensora .....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sistema de frenos .....	11
Tabla 2: Variables de investigación.....	27
Tabla 3: Técnicas e instrumentos .....	27
Tabla 4: Análisis técnico .....	31
Tabla 5: Análisis económico .....	32
Tabla 6: Equipos de seguridad personal.....	34
Tabla 7: Materiales e insumos .....	34
Tabla 8: Herramientas .....	34
Tabla 9: Documentos de gestión .....	35
Tabla 10: Nivel de rendimiento, capacidad de frenado y exigencia.....	46
Tabla 11: Memoria - Módulo de frenado .....	51
Tabla 12: Entrada a revisión de la locomotora "a".....	52
Tabla 13: Gastos de revisión de la empresa .....	52
Tabla 14: Recursos Económicos ahorrados.....	53
Tabla 15: Porcentaje de eficiencia al implementar el módulo de frenado.....	54
Tabla 16: Matriz de consistencias .....	61

## **RESUMEN**

El sistema de frenos es fundamental en toda maquinaria móvil y en el caso de los trenes la importancia aumenta, esto se debe al peso de las unidades y a la cantidad de vagones que transporta.

El principal propósito es de minimizar costos y tiempo en servicios de locomotora General Motors al igual que brindar conceptos y principios básicos que puedan demostrar cómo es que se puede ejecutar en el módulo de frenado.

En la operación del sistema de las locomotoras se ha identificado como principal componente las válvulas de aire donde se han efectuado pruebas y se ha obtenido resultados en la seguridad del frenado.

Con la aplicación de este diseño se permitirá disminuir el tiempo para la detección de las averías en válvulas de la locomotora.

**Palabras clave: Locomotora, Frenado, Modulo, Válvula, costos, diseño**

**Keywords: Locomotive, Braking, Module, Valve, costs, design.**

## INTRODUCCIÓN

Se pretende diseñar un módulo de frenado de una locomotora general Motors para el análisis y detección de fallas que permita minimizar costos, tiempo e inseguridad ante las pruebas, evitando accidentes.

Como principales objetivos se tiene el diseñar un módulo de frenado de una locomotora Genera Motors para el análisis y detección de fallas, así como identificar los requerimientos en la operación del sistema de una locomotora, al igual que adaptar el sistema de frenos en una maqueta en el taller de mecánica y analizar el impacto económico que traerá consigo la implementación del módulo de frenado.

Como principal resultado con la creación del módulo de frenado se obtuvo como resultado una disminución en el tiempo para la detección de las averías en válvulas de la locomotora.

Los capítulos a estudiar en el presente trabajo se dividirán en 5, los cuales son:

El primer capítulo muestra la forma detallada del planteamiento de la investigación, formulación del problema, objetivos e justificación que fueron considerados para realizar el diseño de módulo de frenado para análisis y detección de fallas.

El segundo capítulo trata de antecedentes del problema, conceptos básicos y fundamentales del sistema de frenos.

El tercer capítulo nos muestra la metodología usada, las variables, indicadores, instrumentos considerados para realizar este diseño de módulo para análisis y detección de fallas.

El cuarto capítulo se dividirá en 3 partes, la primera identificará los requerimientos funcionales y no funcionales para realizar un análisis de la solución para finalmente proponer un diseño.

El quinto capítulo, se detalló cómo se construyó el módulo de frenado para finalmente presentar pruebas para demostrar que se obtendrá una mejor distribución de recursos humanos y económicos.

# **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

## **1.1. Planteamiento y formulación del problema de investigación**

### **1.1.1. Planteamiento del problema**

En la actualidad el uso de locomotoras es poco frecuente, ya que empresas como personas optan por usar otros medios de traslado, originando que la implementación de nuevas tecnologías a las locomotoras se vuelva poco frecuente.

Las locomotoras General Motors representan tecnología antigua por el sistema mecanizado es un transporte seguro y económico, que permiten el mayor ahorro de energía y no contamina el medio ambiente tal como se ve en el sector automotriz, por ejemplo, en la actualidad las locomotoras modernas llevan una tecnología avanzada por su inyección electrónica y freno electrónico y componentes modernos que hacen ver más sofisticada y de mayor seguridad y confort tanto para el maquinista y mecánico.

Al tener implementado una tecnología antigua y un sistema mecanizado, se hace necesario el mejoramiento de los sistemas de funcionamiento, y uno de los principales es el diseñar un módulo neumático que permita mejorar el sistema de frenos de las locomotoras.

La estabilidad de la carga de aire es de gran importancia, es por ello que se debe tener los depósitos en óptimas condiciones y cargados a su máxima capacidad para realizar las pruebas a las válvulas, pero lo que sucede en la práctica es que el depósito no logra un aire comprimido correcto, y al no contar con un adecuado control en los depósitos de aire conllevara a la aparición de fallas en las pruebas de sistema de air.

El cambio de válvulas también registra fugas de aire lo que conlleva la pérdida de tiempo, costos en servicio, es por ello que se debe elaborar un proyecto para mejorar el proceso de detección de fallas a través de un módulo para reducir costos, tiempo, etc.



## **1.1.2. Formulación del problema**

### **1.1.2.1. Problema general**

¿Se puede diseñar un módulo de frenado de una locomotora general Motors para el análisis y detección de fallas, y de qué manera controlara el impacto económico por paradas imprevistas en los sistemas de frenos?

### **1.1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Es posible identificar los requerimientos en la operación del sistema de una locomotora?
- ¿Se puede adaptar el sistema de frenos en una maqueta en el taller de mecánica?
- ¿Qué impacto económico traerá implementar un módulo de frenado?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo General**

Diseñar un módulo de frenado de una locomotora General Motors para el análisis y detección de fallas, Arequipa 2018

### **1.2.2. Objetivo Especifico**

- Identificar los requerimientos en la operación del sistema de una locomotora.
- Adaptar el sistema de frenos en una maqueta en el taller de mecánica.
- Analizar el impacto económico que traerá consigo la implementación del módulo de frenado.

## **1.3. Justificación e importancia**

Con la implementación del diseño de módulo de frenado para el análisis y detección de falla de una locomotora General Motors, se pretende que los técnicos en sistemas de aire se familiaricen con los instrumentos a utilizar y tengan una idea de su funcionamiento.

- Economía: Basado en el ahorro de tiempo y dinero.
- Necesidad: Su principal función es minimizar costos y tiempo en la detección de fallas.
- Evolución: La mentalidad aplicada para el diseño del módulo.
- Innovación: Desarrollar una adaptación del sistema de frenos.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

El diseño de un módulo de frenado de una locomotora general Motors para el análisis y detección de fallas minimizara costos, tiempo e inseguridad ante las pruebas, evitando accidentes.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes del problema**

Dentro de los estudios e investigaciones anteriores, sobre el diseño de módulo de frenado para una locomotora general Motors se basó en una maqueta por lo siguiente:

#### **2.1.1. A nivel internacional**

Ayala y Vallejo (2011) En su trabajo de investigación titulado “Adaptación de un sistema de frenos ABS a un vehículo Fiat, para mejorar la seguridad del frenado”, Ibarra – Ecuador, nos plantea lo siguiente:

La adaptación de un sistema ABS, lo hace más seguro a un vehículo tanto como el fabricante y la persona a comprar, muchos estudiantes y profesores presentan mucho interés de buscar sistemas más avanzados para la problemática que existe en la actualidad en el sistema de frenos. Ya que estos vehículos no cuentan con mayor seguridad como el airbag, ABS y diseño que son de material muy frágil al momento de colisionar todo por minimizar costos esto solo pasa en países sudamericanos que no tienen normas y estándares establecidos en temas de seguridad.

Llegando a la principal conclusión que el sistema ABS es un conjunto de componentes de módulo, válvulas, sensores que ayudan a mantener y dar estabilidad a un vehículo durante un frenado, esto se origina gracias a la interacción del sistema.(2011)

Velasteguí (2015) En su trabajo de investigación titulado “Los materiales de fricción y su influencia en la eficiencia de frenado”, Quito – Ecuador, tiene como objetivo principal:

Analizar la seguridad activa del vehículo que proporciona el sistema de frenos, enfocándose en las pastillas de frenos, con lo cual permitirá conocer y observar los beneficios que ofrecen estas y cómo influyen los materiales de fricción en la eficiencia de frenado, la cual aportara seguridad al usuario.

Llegando a las conclusiones de que el sistema de frenos con los años ha ido evolucionando gracias al cumulo de conocimientos y evolución de la tecnología. La importancia de saber la eficacia del frenado, proporcionada por gran parte del material con que están construidas, ayuda a tomar una mejor decisión a la hora del mantenimiento o adquisición de pastillas de freno para nuestro vehículo; además se debe tomar en cuenta las condiciones climáticas, el terreno, el conductor pueden afectar la efectividad del frenado. (2015)

### **2.1.2. A nivel nacional**

Guevara (1981) en su trabajo de investigación titulado “Evolución y mejoras en el funcionamiento y efectividad de frenado en trenes” llega la conclusión de que:

Las fugas de aire del sistema no deben exceder los límites establecidos, porque el exceso de fugas causa aplicaciones o aflojen del freno, los cuales quedan fuera del control del maquinista y provoca dificultades durante el viaje. Además, aumenta innecesariamente el consumo de aire (con presión), haciendo que el compresor trabaje continuamente. No se debe poner un tren al servicio con los frenos de aire deficientes, amparado únicamente en la capacidad del freno dinámico, el servicio se hace normalmente, aun sin existir freno dinámico, si nos frenos de aire están en buenas condiciones.

Para conseguir un buen funcionamiento de los frenos, es importante que el aire a presión llegue a las válvulas y dispositivos con la menor cantidad de agua posible, para eso se debe observar el normal funcionamiento de válvula de drenaje automático en el depósito principal y drenar manualmente. La carrera del émbolo de cilindro del freno en un convoy, debe ser la misma en todos los carros, pues los que poseen carrera menor se aplicarán primero y después, los de carrera larga ocasionando paradas bruscas y choques entre los carros que componen el convoy o se deslizan y se aplanan las ruedas. (pág. 212)

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Locomotora**

Locomotora es una maquina diseñada para el transporte fabricadas Diésel, Eléctricas, teniendo como base su motor Diésel como corazón de su diseño y potencia y tres motores eléctricos por cada truque, que permiten la circulación de sus ruedas su mayor ahorro de energía de ahorro de combustible es en bajadas y protección al ambiente, ya que no genera contaminación solo frenado. En la actualidad las locomotoras modernas vienen con un sistema más sofisticado como el freno electrónico, computador aborto y motores de corriente alterna que en cuanto a la producción es mayor y seguridad ante todo tanto como para el maquinista y la empresa que invierte innovando tecnología y ahorro de energía.

La locomotora es un vehículo que tiene mucha fuerza, ya que lleva motores de gran tamaño que están diseñadas para transportar centenares y miles de toneladas, en capsulas o bodegas y también para el transporte de pasajeros que son muy usuales y seguros en el medio de transporte.

Las locomotoras modernas son más sofisticadas por el sistema moderno que lleva en su exterior e interior de su fabricación con estándares seguros y de calidad estas máquinas tienen varios sistemas como el freno electrónico y computadoras abordo que ayudan a hacer más seguras, tanto como el funcionamiento desde el encendido de la máquina, hasta puesta en marcha y el apague del equipo. Son datos muy importantes que el maquinista debe saber para operar una locomotora, por eso la persona a operar estos equipos deben tener una experiencia amplia en locomotoras. Hay motores diésel, de dos tiempos que son motores en paralelo que son pocos eficientes y son de admisión y escape de menor potencia se diferencia con un motor de cuatro tiempos en los ciclos de operación como: admisión, compresión, explosión y escape. Mayormente son motores petroleros que están diseñados a grandes cantidades de transporte. En el transporte ferroviario consta del material remolcado, sistema de frenos, aparatos de tracción y choque y mantenimiento del material rodante.

#### **2.2.1.1. Panel de control del motor**

Está ubicado en la cabina del maquinista a lado del asiento y control eléctrico de llave master de corte de batería, que está situado a lado derecho de la locomotora. Este panel de control del motor tiene varios manómetros de presión, alerta de hombre muerto,

voltímetro, amperímetro y dispositivos de alerta de emergencia. Este panel de control es muy importante ya que algún momento son utilizados por el maquinista y tenga una operación de la locomotora en óptimas condiciones.

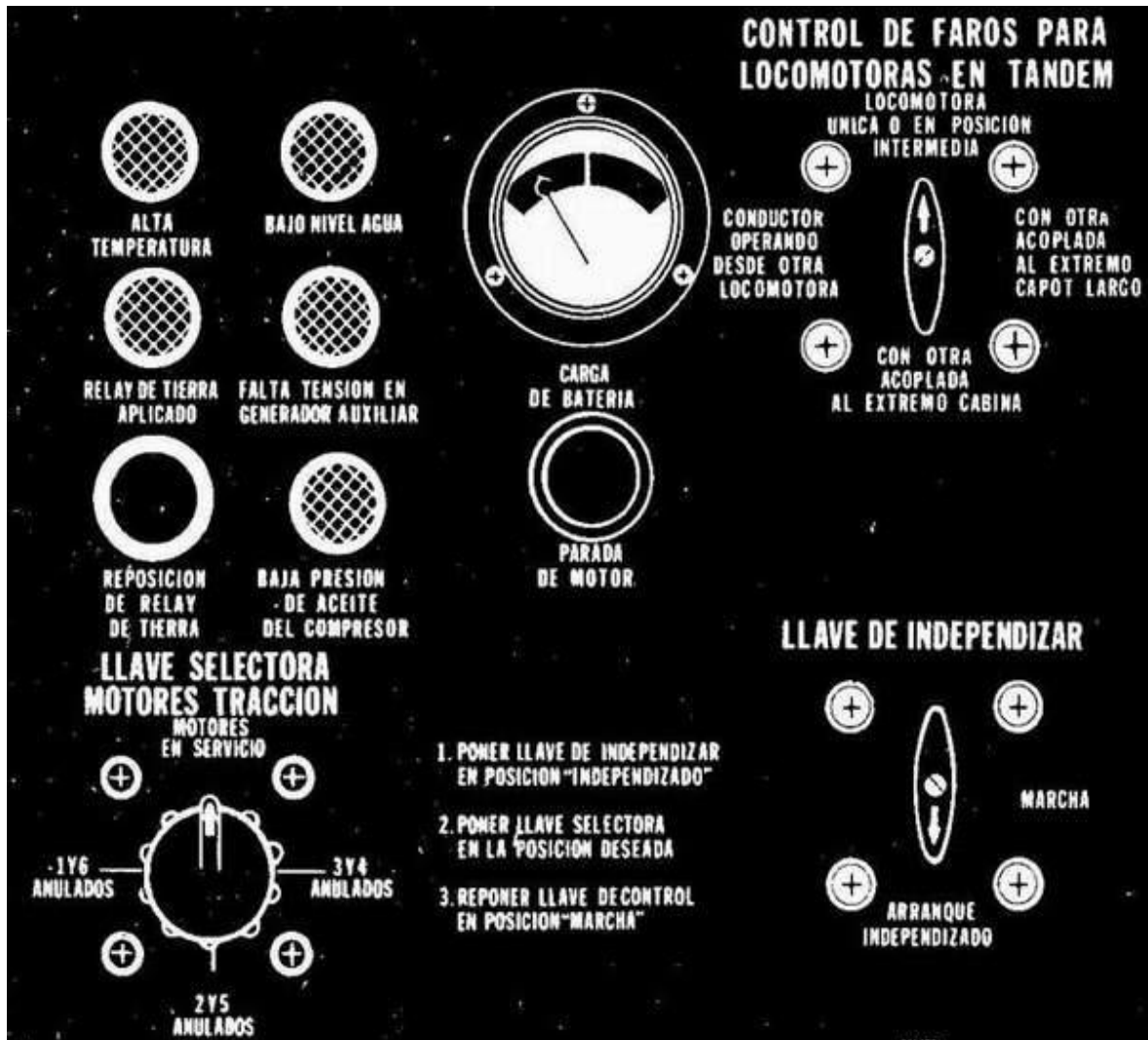


Ilustración 1: Panel de control del motor

Fuente: <http://trenesytrenes1.tripod.com/manual4.htm>

## **2.2.2. Clasificación de locomotoras**

### **2.2.2.1. Locomotoras de vapor**

Estas locomotoras ya no se emplean en el mercado debido al desarrollo tecnológico antiguamente se empleaban mucho porque eran la gran sensación y eran muy solicitados por los turistas que observan el funcionamiento de una locomotora a vapor así quedaron obsoletas por bajo rendimiento y por falta de repuestos y costos de mantenimiento. En lo actual las locomotoras vapor generan un gran impacto ambiental, ruido y emisiones de CO<sub>2</sub>.

### **2.2.2.2. Locomotoras diésel-eléctricas**

Las locomotoras diésel-eléctricas que son motores de gran tamaño y que llevan motores de corriente continua para la transmisión de sus ejes rodantes y van acoplados a un generador principal y auxiliar que son fundamental los que suministra la corriente. “En la actualidad las locomotoras diésel -eléctricas son muy utilizadas por el ferrocarril.” (Olivera, 2009)



Ilustración 2: Locomotora

Fuente: Perú Rail

### **2.2.3. Introducción a los frenos neumáticos**

Los frenos neumáticos son muy utilizados en máquinas rodantes de gran tamaño y dimensiones del motor, su principal gestor de fuente de aire es un compresor ya sea portátil o estacionario para realizar el almacenamiento y luego utilizarlo para un determinado trabajo.

Una de las características del aire comprimido es la de transportación, y se lo puede conducir a través de cañerías o tubos.

En locomotoras General Motors el principio de funcionamiento del freno neumático es similar de los vehículos menores solo es la capacidad de carga y materiales que han sido construidos para un determinado fin como a diferencia del tamaño, dimensiones y aplicaciones de trabajo.

La diferencia de una locomotora a vehículos menores solo es la capacidad de carga y motorización e diseño.

#### **2.2.3.1. Fundamentos de los frenos neumáticos**

El aire cuando pasa por el compresor es introducido por una válvula de admisión que hace la recepción del aire, luego a la cámara de admisión y es reducido su volumen, para después pasar por la válvula de escape, siguiente a un filtro purificador para luego ser abastecido a los depósitos de aire y ser distribuidos para fines convenientes del conductor o maquinista.

Los frenos neumáticos en todos los vehículos están obligado a ocupar un espacio menor que el que ocupa en estado natural, como resultado se reduce su volumen, pero aumenta su presión y la temperatura a medida que siga comprimiéndose a esto se le conoce como ley general de los gases.

Un gas comprimido cuando se encuentra en un recipiente cerrado (tanque) ejerce la misma presión en todos los sectores del mismo. Esta presión es muy peligrosa si las tuberías o cañerías no cuenta con estándares establecidos como conductores. El movimiento del pistón puede ser regulado mediante una válvula reguladora o válvula check. (GUALTIERI, 2004, pág. 16)



### **2.2.3.2. Principio de funcionamiento del sistema de frenos**

Para hacer funcionar los frenos de una locomotora y dispositivos auxiliares (persianas, campana, areneros, etc.) se necesita aire comprimido de alta presión. En las locomotoras el sistema de freno es igual al de un vehículo, solo el principio de funcionamiento es muy diferente por la estructura y diseño de la máquina y este módulo tiene el fin ahorrar tiempo en detectar fallas aún menor costo y tiempo.

Este aire recibe de un compresor los dos cumplen la función que necesitamos que es la principal proporcionar el aire para la operación de los frenos de aire y estos compresores son de dos etapas, de tres cilindros con su Carter de aceite, el compresor tiene su propia bomba, su sistema de lubricación es a presión y el nivel de aceite es por varillas y se controla mediante manómetros o indicadores.

El aire antes de introducirse dentro los cilindros, el aire es limpiado a su paso a través de un filtro de aire seco hay unidades con un solo filtro y otra con dos y el aire es arrastrado a través del filtro y de la válvula de aspiración y después pasa a compresión y luego al escape y descarga a todo el sistema de aire. (Lema, 2013)

### **2.2.3.3. Tipos de sistemas de frenos**

#### **2.2.3.3.1. Freno de mano**

Se conoce con este nombre al freno mecánico de un vagón o locomotora cuyo movimiento y poder se deriva de la fuerza aplicada que desarrolla el pulso de un hombre u operador a través del ensamblaje mecánico del freno que inmoviliza las ruedas de la locomotora o vehículo. Normalmente este es utilizado solo como freno de emergencia o paradas imprevistas para detener el vehículo.

#### **2.2.3.3.2. Freno automático**

La válvula 26 C conocido por el maquinista como el freno automático o freno mayor que controla todos los sistemas de frenado de una locomotora, convoy o coches de pasajeros. Es el conjunto de dispositivos y aparatos neumáticos que obedeciendo a las variaciones casuales o intencionales de la presión del tubo del freno operan los frenos simultáneamente en todo el tren y los de la locomotora.

### 2.2.3.3.3. Freno independiente

Se conoce también con este nombre a la válvula SA 26 y al conjunto de dispositivos neumáticos que sirven para controlar la operación del freno de la locomotora.

### 2.2.3.3.4. Freno directo

La válvula SA 2 es el freno de aire simple cuya operación se consigue enviando presión directa desde los depósitos principales de la locomotora a los cilindros de freno de los vagones o coches de carga.

### 2.2.3.3.5. Freno dinámico

Es un sistema electro magnético que se desarrolla en los motores de corriente continua para producir una acción de frenado en lugar de arrastre este freno se usa principalmente en pendientes, aunque también se puede usar con mucha ventaja en trenes muy pesado para disminuir la velocidad. (Lema, 2013)

Componentes del sistema de frenos:

Tabla 1: Sistema de frenos

Válvula automática	26
Válvula del maquinista	26-C
Válvula de control	26F
Válvula de aplicación	P-2-A
Válvula	M-U-2 <sup>a</sup>
Válvula	J-1
Válvula relevadora	F-1
Válvula piloto	A-1
Válvula magnetos	F-A-4
Válvula de descarga	KM
Válvula de pedal	D-1
Válvula de purga	D-1
Válvula de seguridad	E-7-C
Válvula check	24-A
Filtro	
Llaves de paso	
Accesorios de locomotora muerta	

Cilindros de freno	
Manómetros simples	
Manómetros dobles	
Depósitos principales	1 y 2
Depósitos auxiliares	

Fuente: Elaboración propia

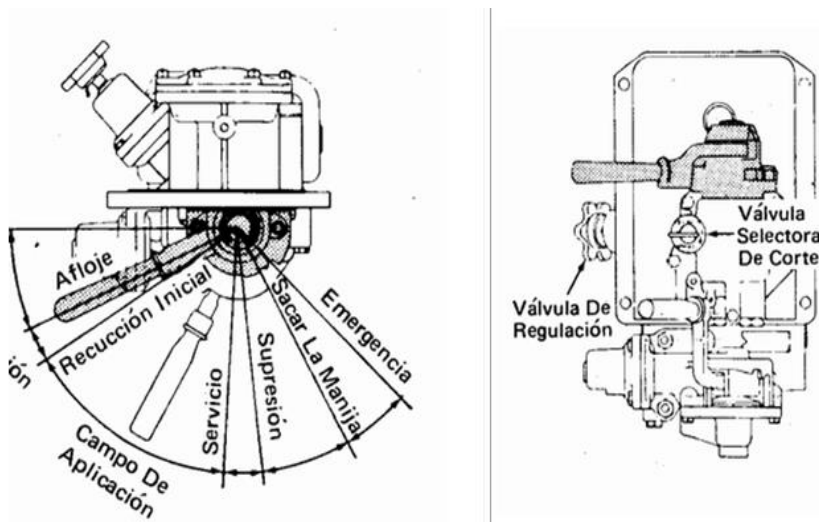


Ilustración 3: Válvula de freno automático

Fuente: <http://trenesyrenes1.tripod.com/manual4.htm>

## 2.2.4. Componentes Neumáticos

### 2.2.4.1. Válvulas

Dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases.



Ilustración 4: Válvulas

Fuente: Empresa analizada

#### 2.2.4.2. Válvulas reguladoras

Posee una característica de autor recubrimiento, es accionada por una leva existente en la válvula del maquinista y regula la carga del aire y del depósito equilibrante su función es mantener automáticamente la presión contra sobrecargas y fugas y evitar posibles accidentes en la locomotora.



Ilustración 5: Válvula reguladora

Fuente: Empresa analizada

### **2.2.4.3. Válvula Relevadora**

Su función es cargar el tubo de frenos la misma presión existente en el depósito auxiliar, cuando la manija de la válvula este en posición de afloje. Durante las aplicaciones de los frenos, la reducción de presión de depósito ocasiona que la válvula relevadora reduzca correspondientes la presión del tubo de freno.



Ilustración 6: Válvula relevadora

Fuente: Empresa analizada

### **2.2.4.4. Válvulas de incomunicar el tubo de freno**

Esta válvula permite el paso de aire de la válvula reveladora hacia el tubo de freno, interrumpiendo únicamente al colocar la llave de incomunicar en dicha posición.

### **2.2.4.5. Válvulas de descarga o vente**

Es accionada por una leva de la manija de la válvula del maquinista para producir una disminución rápida de la presión del tubo de freno cuando se coloca aquella en posición de emergencia.



Ilustración 7: Válvula de descarga

Fuente: Empresa analizada

#### **2.2.4.6. Válvulas de emergencia**

Es accionada por una leva (c) de la manija de la válvula del maquinista y tiene dos funciones: descarga rápidamente el aire del tubo de depósito equilibrante y suministra el aire para el accionamiento del interruptor PC y normalización de la válvula intercomunicadora de carga A1 en la posición emergencia.



Ilustración 8: Válvula de emergencia

Fuente: Empresa analizada



### 2.2.4.7. Válvulas de control

Es del tipo automático, está compuesta por un soporte para tubos en el cual está sujeta a la porción de servicio y la porción de afloje rápido. La válvula de controles capaz de responder a los cambios de presión del tubo de freno en grado o emergencia, por lo tanto, desarrolla presión en los cilindros de freno proporcionalmente a la reducción efectuada en el tubo del freno. La relación entre las áreas del diafragma, más la acción de los resortes incluidos en la porción de la válvula de servicio permite un funcionamiento estable del freno automático, y al mismo tiempo el desarrollo adecuado de la presión y así funcionar satisfactoriamente con otros sistemas de control automático.

Las cuatro válvulas Check sirve para:

- Cargar el depósito auxiliar desde el tubo de freno
- Carga el depósito de control desde el depósito auxiliar
- Cargar el depósito de control en el tubo de freno durante la acción de afloje directo de la válvula de control.
- Disipar el aire del tubo de freno desde la cámara de resorte de la válvula selectora hacia el depósito de volumen de servicio.

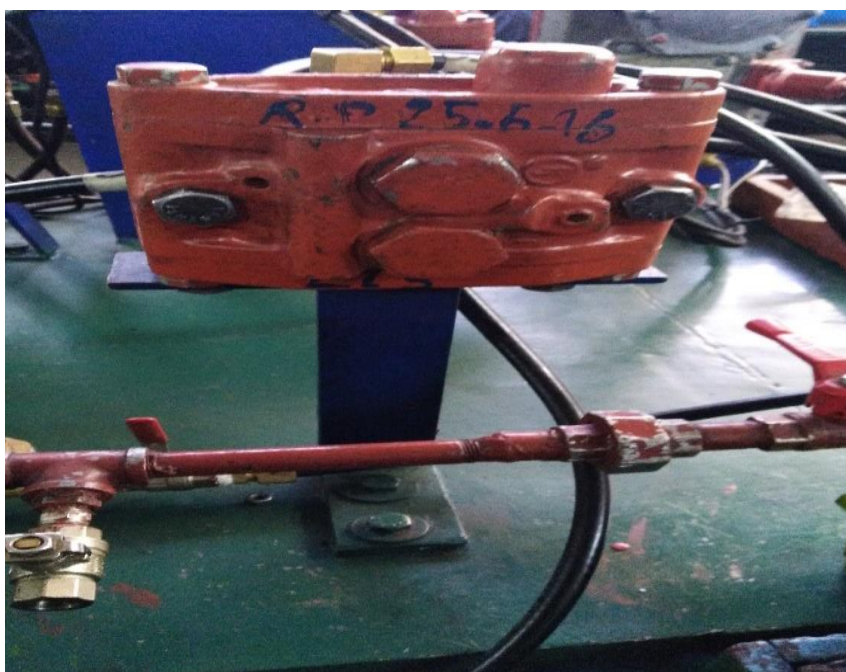


Ilustración 9: Válvulas de control

Fuente: Empresa analizada

### 2.2.4.8. Acoples neumáticos

Los acoples neumáticos son muy importantes para unir piezas y que coincidan entre sí para un efectivo trabajo y evitar pérdidas de aire. El diseño de módulo para análisis y detección de fallas consta de diferentes componentes para su funcionamiento que van conectados entre mangueras y acoples. En el mundo actual los acoples son fabricados mayormente con material de bronce y se está utilizando acoples rápidos para una fácil detección de fallas y ser cambiadas fácilmente en las pruebas en vacío y trabajo.



Ilustración 10: Tipos de acoples de neumáticos

Fuente: Empresa analizada

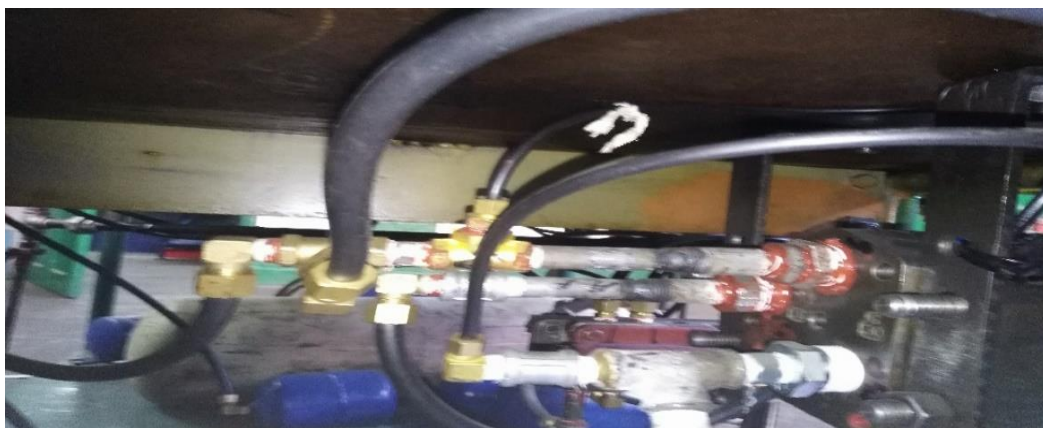


Ilustración 11: Acoples neumáticos

Fuente: Empresa analizada

Las elecciones de los acoples brindan un soporte didáctico y de manera segura de una:

- Fácil instalación
- Son económicos
- No se necesita de equipos o herramientas especiales
- No existan fugas ya que cuentan con estándares establecidos.



#### **2.2.4.9. Tubos**

Un tubo es una pieza muy importante para el transporte de aire y también usado para transportar agua y otros fluidos. En la locomotora viene de distintos tubos desde la entrada de absorción de aire hasta la salida a todo el sistema.

Un tubo de aire de una locomotora no puede estar rota por ninguna circunstancia, ya que llevaría a un mal funcionamiento del freno y esto ocasionaría consecuencias graves como volcadura o atropellos o defecto en la máquina.

Algunos tipos de tubo de 1 pulgada de bronce son:

- Tubo del depósito principal
- Tubo del cilindro del freno
- Tubo de aplicación de los cilindros de freno
- Tubo de aplicación del freno independiente
- Tubo actuador
- Tubo de descarga
- Tubo del interruptor
- Tubo de control de depósito equilibrante
- Tubo del interruptor de emergencia
- Tubo de carga del depósito equilibrante
- Tubo de aplicación y afloje con freno independiente
- Tubo de control de seguridad del tubo de freno
- Tubo de supresión
- Tubo del depósito principal
- Tubo de incomunicar el tubo del freno
- Tubo de freno
- Tubo de emergencia
- Tubo de control de unidades múltiples
- Tubos de enlazamiento
- Tubos de control del freno automático



Ilustración 12: Tubos

Fuente: Empresa analizada

#### **2.2.4.10. Compresor**

Su función principal es proporcionar el aire para la operación de los frenos y para hacer funcionarlos el aire es absorbido desde la atmosfera después ingresa a las cañerías del sistema y reparte a cada una de las válvulas a utilizar, tenemos el siguiente ejemplo:

- 1 compresor eléctrico
- Energía a utilizar de 220 voltios AC
- Potencia 4Hp
- Capacidad 120 psi
- Manómetro de presión de 180 psi.



Ilustración 13: Compresor

Fuente: Empresa analizada

#### 2.2.4.11. Manómetro

En este diseño de modulo utilizamos el manómetro para una buena lectura los manómetros utilizados son de 100 psi con su respectivo acople para conectarlo a las líneas de aire, la cual no ayudara a detectar fallas y dar soluciones inmediatas ante un desperfecto de la instalación del módulo de frenado además para la simulación de pruebas en vacío.



Ilustración 14: Manómetro

Fuente: Empresa analizada



Ilustración 15: Tipos de Manómetros

Fuente: Empresa analizada

#### **2.2.4.12. Manguera**

Es muy importante para la transportación del aire es un tubo hueco flexible que está diseñado para la conducción de fluidos.

Una característica muy importante de una manguera es su resistividad a presiones altas.



Ilustración 16: Manguera

Fuente: Empresa analizada



Ilustración 17: Mangueras usadas en el frenado

Fuente: Empresa analizada

#### **2.2.4.13. Depósitos de aire**

Un depósito de aire comprimido o tanque como lo conocemos mucho es un recipiente cuya principal función es de almacenamiento de aire comprimido en su interior regulando el correcto funcionamiento del compresor.



Ilustración 18: Depósitos de aire

Fuente: Empresa analizada

## **2.3. Definición de términos básicos**

### **2.3.1. Neumática**

Neumática es el conjunto de tecnologías que usan un gas como medio para transmitir energía. Habitualmente este gas suele ser aire o nitrógeno. El proceso es sencillo y a la vez tiene una cierta complicación debido a los elementos requeridos para su aplicación.

En el proceso se aprovecha la capacidad de compresión de los gases para acumular energía, al aumentar la presión de los mismos en el interior de recipientes o circuitos. Al ser liberado el gas en el interior de cilindros, herramientas o mecanismos diseñados para ello, se devuelve la energía acumulada al expandirse en su interior, produciendo el movimiento o el trabajo para el cual está diseñado dicho mecanismo (Mundo Compresor, 2019)

En la actualidad toda la industria utiliza el aire comprimido para ensamblado, empaquetado, etc. Para desarrollar su tecnología y productividad en el crecimiento de sus empresas, la cual la lleva a un éxito, la neumática es la aplicación del aire comprimido, el aire es fuente de energía que mueve toda la industria y fuente vital para el ser humano.

### **2.3.2. Diseño**

El diseño en ingeniería incluye un enfoque sistemático para la definición, conceptualización, desarrollo, pruebas, documentación, y producción/ construcción de un producto. El diseño es muy importante para el desarrollo de un boceto, ya que contribuye a ideas y habilidades para terminarlo.

El ingeniero debe de tener en cuenta muchos factores como el costo, la función, la duración y el impacto ambiental que pueda ocasionar al medio ambiente. (LIEU & SORBY, 2009, pág. 6)

### **2.3.3. Compresor**

El compresor es el corazón de la máquina y juega un papel muy importante para una maquina o equipos. El compresor su principal funcionamiento es aspirar el aire de la atmosfera luego para comprimir y luego almacenarlos.

Los compresores son de diferentes tipos y tamaños. La cual tiene sus propios componentes y funcionamientos internos y conducir aire hacia el motor y diferentes sistemas de enfriamiento.

El trabajo de un compresor en una locomotora es muy primordial porque es la fuente más importante del tren o cualquier vehículo que gracias al aire comprimido y purificado, el sistema del freno se activa y da seguridad a toda la locomotora y pasajeros a bordo, el sistema de aire tiene un principio desde el ambiente que es extraído por una válvula de admisión, luego por una válvula de escape y después llevada a dos cilindros de almacenamiento, la cual dan salida a un aire purificado y certificado. (Lema, 2013)

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Metodología aplicada para el desarrollo de la solución**

#### **3.1.1. Enfoque de la investigación**

El enfoque de la investigación será cuantitativo, ya que se pretende demostrar el ahorro de recursos económicos comparando el modo normal de revisión en la locomotora con los resultados de implementar el módulo de frenado.

#### **3.1.2. Tipo de investigación**

El presente trabajo de es tecnológico porque se busca diseñar un módulo de frenado para detectar las fallas de una forma más eficaz.

Investigación tecnológica, este tipo de investigación está dirigido a descubrir y conocer que técnicas son más eficaces o apropiadas (previo estudio de técnicas) para operar, es decir, producir cambios o conservar los progresos alcanzados, así como perfeccionar las actividades productivas o manipular cualquier fragmento de la realidad (Carrasco Díaz, 2006, pág. 45)

#### **3.1.3. Nivel de investigación**

El presente trabajo de investigación es explicativo por que pretende explicar los hechos o consecuencias ocurridas al implementar el módulo de frenado como alternativa a la forma convencional de realizar la inspección a las locomotoras.

Explicativo o causal: Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y



en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, pág. 95)

### **3.1.4. Diseño de investigación**

#### **3.1.4.1. Investigación experimental**

El trabajo de investigación es experimental ya que se manipulará los resultados obtenidos a partir de cambios en las pruebas realizadas en los módulos de frenado.

- Diseño experimental: “son aquellas investigaciones en la que su grado de control es mínimo.” (Carrasco, 2006, p. 63)

### **3.2. Población y Muestra**

#### **3.2.1. Población**

La población está constituida por 10 locomotoras.

#### **3.2.2. Muestra**

Se considerará una muestra no probabilística, ya que se analizará la incidencia de la implementación del módulo en una locomotora.

### **3.3. Fuentes de recolección de datos**

- Registro de Inspecciones técnicas
- Registro de ingreso al área de revisión
- Registro de Horas hombre empleado a cada locomotora
- Ficha general de mantenimiento

### **3.4. Variable de la investigación**

Tabla 2: Variables de investigación

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
Variable independiente: Modulo de frenado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de modulo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de falla de componentes</li> <li>• Mantenimiento del modulo</li> <li>• Ejecución del proyecto</li> </ul>
Variable dependiente: Análisis y detección de falla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AMEF (Análisis de modos y efectos de falla)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de diseño</li> <li>• Efecto de falla</li> <li>• Modos de falla</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspecto empresarial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % Productividad</li> <li>• % Eficiencia global</li> <li>• % Disponibilidad</li> <li>• % Utilización</li> <li>• Seguridad y costos</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

### 3.5. Técnicas e instrumentos

Tabla 3: Técnicas e instrumentos

<b>TECNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
V. Independiente: 1. Análisis documental	V. independiente: 1. revisión documentaria
V. dependiente: 1. Análisis documental 2. Observación no experimental 3. Análisis informático	V. dependiente: 1. revisión documentaria 2. Fichas de observación 3. Revisión en tablas de Excel

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN**

### **4.1. Identificación de requerimientos**

#### **4.1.1. Requerimientos funcionales**

- El módulo de frenado a través sistema de aire enviara falla a los manómetros de presión
- El módulo de frenado permitirá a los técnicos autorizados hacer planes y cronograma de planes de mantenimiento.
- El módulo de frenado permitirá aprobar cambiar o actualizar planes y cronogramas.
- El módulo de frenado también permitirá registro de fallas e pedidos, sin embargo, estas requieran autorización de gerencia de mecánica para su respectiva compra.
- El proceso de compras en el sistema abarcara los siguientes pasos ingreso a lista de requerimientos, emisión de la solicitud de cotización y emisión de orden de compra.
- A cada compra se tendrá un repuesto automático y un identificador que se realice sobre esta.
- La contabilización de transacciones o compras podría configurarse de forma automatizada a su registro o manualmente.
- El software a utilizar sería un Excel para poder emitir resultados y ganancias.

#### **4.1.2. Requerimientos no funcionales**

##### **4.1.2.1. Eficiencia**

- Toda funcionalidad del módulo de frenado debe responder en menos de 15 segundos

- El módulo de frenado debe ser capaz de operar adecuadamente 30 usuarios con sesiones recurrentes
- El módulo de frenado debe trabajar 23 horas diarias sin paradas de mantenimientos o imprevistos.

#### **4.1.2.2. Seguridad**

- Los permisos de acceso al diseño de módulo de frenado solo podrán ser cambiados solamente por el técnico en sistemas de aire
- El módulo de frenado no continuara trabajando a mayor de 89 DB permitidos.
- El módulo de frenado no continuara operando en caso de incendio Ej. un cortocircuito, fuga de aire.

#### **4.1.2.3. Usabilidad**

- El margen de error cometidos por un usuario deberá ser menor del 2%.
- El módulo de frenado debe contar con manuales para el técnico.
- El módulo de frenado proporcionara mensajes de falla que sean informados y orientados a la persona a operar.
- El módulo de frenado debe poseer señalización adecuada bien detallada.

#### **4.1.2.4. Dependibilidad**

- El módulo de frenado debe tener una disponibilidad del 99.9% de las veces a utilizar por el usuario
- El tiempo para reiniciar el sistema no debe ser mayor a 8 minutos.
- La duración de fallas no podrá ser mayor a 18 minutos.

### **4.2. Análisis de la solución**

#### **4.2.1. Propuesta de solución**

- Cambiar el método de envío de las locomotoras General motors a taller de mecánica, basándose en el módulo de frenado
- Calcular el personal necesario para cada servicio de mantenimiento, para que cumplan con las obligaciones, sin desperdiciar horas hombre ni recursos monetarios en el área de mecánica.
- Basarse en el historial de fallas por sistema de aire, entradas de las locomotoras a taller de mecánica, para establecer promedios de entrada durante cada mes y poder tener resultados con el módulo de frenado implementado.

- Se tiene que hacer ser seguimiento a componentes del módulo de frenado por su estructura, composición y trabajo a realizar.
- Se tiene que coordinar con la Gerencia Mecánica para determinar las fechas de mantenibilidad de todo el módulo de frenado.

#### **4.2.2. Viabilidad**

La propuesta es viable ya que no requiere de una inversión monetaria, solo la gestión adecuada de los recursos basándose en la mantenibilidad de las locomotoras en el sistema de aire.

Además de cambiar a un mantenimiento predictivo.

#### **4.2.3. Análisis técnico y económico**

Se detallará en 2 tablas los requisitos necesarios, así como el detalle económico:

Tabla 4: Análisis técnico

DETALLE		TECNICO
Válvula de maquinista	26-C	Transmite la orden de apriete
Válvula de control	26-f	Controla el flujo de un fluido
Válvula	M-U-2 <sup>a</sup>	Control de potencia y movimiento.
Válvula relevadora	J-1	Hace llegar el aire mas rapidamente
Válvula selectora	A-1	Introduce el aire comprimido
Válvula de descarga	KM	Vaciar la tension del aire
Válvula de pedal	D-1	Regulacion de caudal instantaneo
Válvula de purga	D-1	Reduce la posible acumulacion de condensacion.
Válvula de seguridad	E-7-C (150 lbs/plg2)	Dispositivo automatico de escape
Válvula doble check	24-A	Sistema de resortes para su cierre
Válvula de incomunicar de tres posiciones		Posiciones que permiten controlar el movimeinto
Filtro	h	Separar partes solidas de un liquido
Accesorio de locomotora muerta-Manómetros simples y dobles		Lectura de presiones de aire
Depósitos principales	1-y 2	Mantienen el aire en optimas condiciones
Distribución y circuito del sistema de freno		La razon a utilizar el aire comprimido
Manija de freno independiente y automático		Mecanismos de abrir y cerrar
Tubo de freno		Son tubos de acero y polimero para resistir la corrosion
Tubo de interruptor		Conecta directamente la corriente electrica.
Tubo de control del depósito equilibrante		Control de presion inferior del deposito
Tubo asegurador de aplicación		Conecta directamente a la aplicación de freno de emergencia
Tubo de interruptor de emergencia		Conecta directamente a las valvulas de seguridad de frenado
Tubo de actuador		Apertura el flujo de aire
Tubo de carga de depósito		Apertura de aire a deposito 1
Tubo de aplicación de freno		Conecta directamente con manija de aplicación de freno
Tubo de control de seguridad		Conecta directamente con valvulas de seguridad
Tubo de supresión		Accion o resultado de suprimir flujo de aire
Tubo de depósito principal		Conecta directamente al compresor

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Análisis económico

DETALLE		ECONOMICO
Válvula de maquinista	26-C	S/400.00
Válvula de control	26-f	S/300.00
Válvula	M-U-2 <sup>a</sup>	S/300.00
Válvula relevadora	J-1	S/200.00
Válvula selectora	A-1	S/250.00
Válvula de descarga	KM	S/300.00
Válvula de pedal	D-1	S/300.00
Válvula de purga	D-1	S/250.00
Válvula de seguridad	E-7-C (150 lbs/plg2)	S/400.00
Válvula doble check	24-A	S/400.00
Válvula de incomunicar de tres posiciones		S/500.00
Filtro	h	S/120.00
Accesorio de locomotora muerta-Manómetros simples y dobles		S/500.00
Depósitos principales	1-y 2	S/1,500.00
Distribución y circuito del sistema de freno		S/400.00
Manija de freno independiente y automático		S/200.00
Tubo de freno		S/100.00
Tubo de interruptor		S/150.00
Tubo de control del depósito equilibrante		S/250.00
Tubo asegurador de aplicación		S/150.00
Tubo de interruptor de emergencia		S/180.00
Tubo de actuador		S/150.00
Tubo de carga de depósito		S/150.00
Tubo de aplicación de freno		S/150.00
Tubo de control de seguridad		S/130.00
Tubo de supresión		S/120.00
Tubo de depósito principal		S/180.00

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4. Restricciones de costo y tiempo

- No existe restricciones, ya que no se requerirá de inversión para la realización del proyecto.
- El tiempo para la realización del proyecto será no mayor a 1 mes para el estudio de todos los casos presentados y poder implementar el plan de mejora.

### 4.3. Diseño

Se efectuará el módulo de frenado teniendo en cuenta la siguiente maqueta:

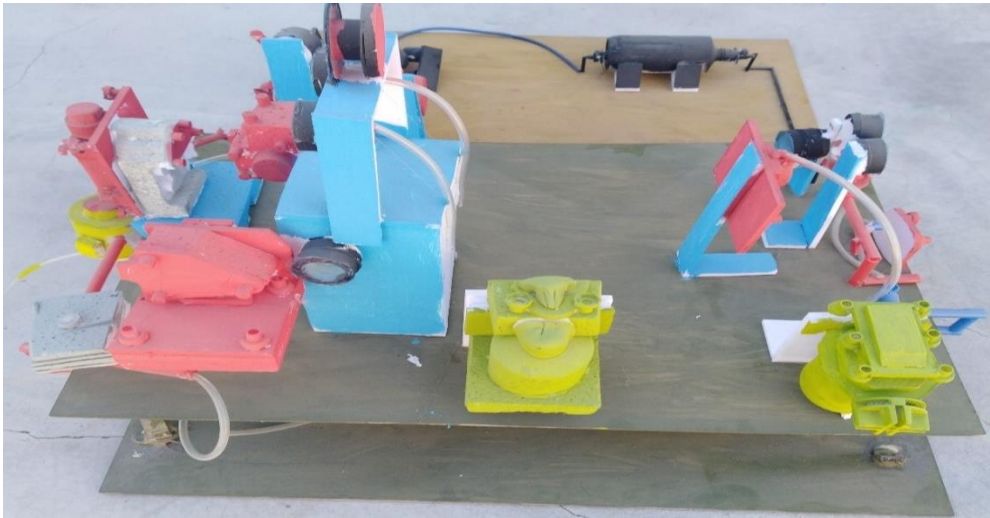


Ilustración 19: Maqueta módulo de frenado

Fuente: Elaboración propia

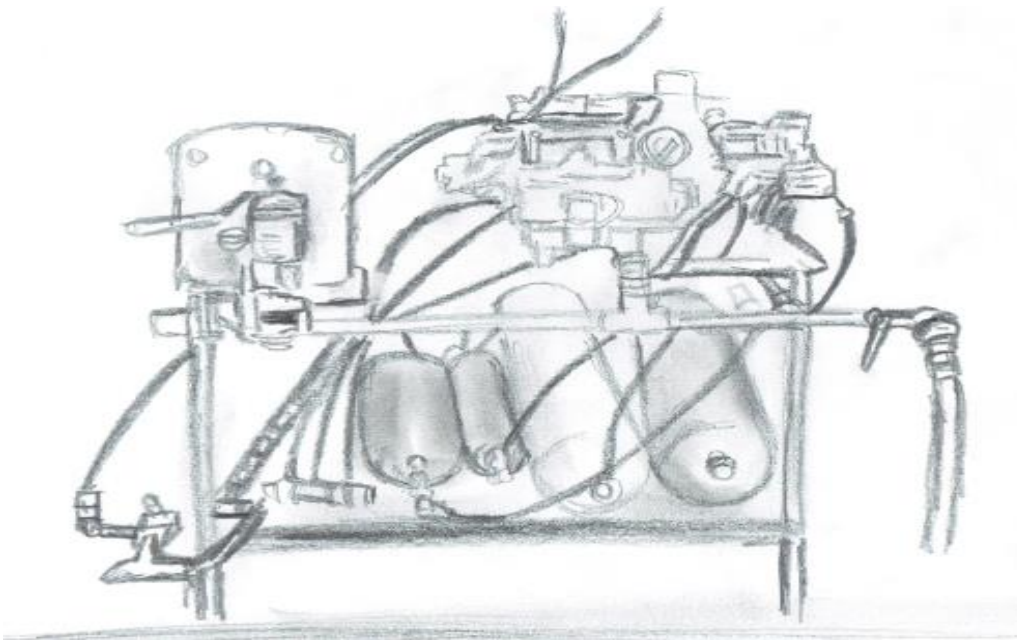


Ilustración 20: Boceto de diseño del módulo de frenado

Fuente: Elaboración propia



### 4.3.1. Requerimientos de materiales

#### 4.3.1.1. Equipos de seguridad personal

Tabla 6: Equipos de seguridad personal

ITEM	DESCRIPCION	MEDIDA	CANT.	P. UNIT.	IMPORTE
1	Casco	Unid.	2	29.9	59.8
2	Lentes de seguridad	Unid.	2	7.9	15.8
3	Tapones auditivos	Unid.	2	2.8	5.6
4	Respirador de Polvo	Unid.	2	9.5	19
6	Guantes de cuero	Unid.	2	14.9	29.8
5	Guantes de látex	Unid.	2	4.9	9.8
8	Mameluco de tela	Unid.	2	29.9	59.8
6	Mameluco Tyvek	Unid.	2	32	64
7	Zapatos de seguridad	Unid.	2	99.9	199.8
TOTAL					463.4

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1.2. Materiales e insumos

Tabla 7: Materiales e insumos

ITEM	DESCRIPCION	MEDIDA	CANT.	P. UNIT.	IMPORTE
1	sellador hidráulico	Unid.	2	79.9	159.8
	penetrating oilen	Unid.	2	19.5	39
2	aerosol	Unid.	2	19.5	39
3	paños absorbentes	Unid.	18	2.1	37.8
4	trapo industrial	Kg.	1	3.3	3.3
5	Baldes de 5 gal.	Unid.	2	4.8	9.6
TOTAL					249.5

Fuente: elaboración propia

#### 4.3.1.3. Herramientas

Tabla 8: Herramientas

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD MEDIDA	CANT.	P. UNIT.	IMPORTE
1	Llave mixta de 3/4"	Unid.	2	13.9	27.8
2	Llave mixta de 11/16"	Unid.	2	12.29	24.58
3	Llave mixta de 5/8"	Unid.	1	11	22
4	Llave francesa de 12"	Unid.	2	44.9	89.8
5	Llave francesa de 24"	Unid.	2	234	234
6	Llave Stilson de 12"	Unid.	2	46	46
TOTAL					444.18

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.2. Documentos de gestión

Es un formato estándar que sirve para realizar un procedimiento en trabajo seguro

Tabla 9: Documentos de gestión

ITEM	DESCRIPCION	MEDIDA	CANT.	P. UNIT.	IMPORTE
1	(PET'S) Elaboración de procedimiento estándar de trabajo	serv.	2	1000	1000
				TOTAL	1000

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.3. Lista de exigencias

LISTA DE EXIGENCIAS		EDICION	PAG.....DE....
Proyecto: DISEÑO DE MODULO DE FRENADO DE UNA LOCOMOTORA GENERAL MOTORS PARA ANALISIS Y DETECCION DE FALLAS, AREQUIPA 2018.			N°de identificación:.....
			Redactado por: Hilton Antony Pilco Chise.
			Fecha:...../...../.....
Cambios (fechas)	Deseo o Exigencia	Descripción	Responsable
	<b>E</b>	<b>Material de Bronce y Cobre:</b>  El material es fundamental para el proceso de ejecución este material aguante temperaturas altas y son inoxidable.	Hilton Antony Pilco Chise.
	<b>E</b>	<b>Transporte por Ruedas:</b>  Se necesita el transporte para evitar accidentes y lumbalgias. Por características del terreno.	Hilton Antony Pilco Chise.
	<b>E</b>	<b>Geometría:</b>  El espacio 5x5 en el ensamblaje debe ser desarmable para acceder a todos los componentes.	Hilton Antony Pilco Chise.
	<b>E</b>	<b>Manómetros:</b>  Se necesita unos manómetros de 60 a 200 psi.	Hilton Antony Pilco Chise.
	<b>E</b>	<b>Operatividad del diseño:</b>  El diseño del sistema debe permitir al operario maniobrar con facilidad y confort.	Hilton Antony Pilco Chise.

	<b>E</b>	<p><b>Peso por válvula 20kg:</b></p> <p>Para la transportación del material se necesita una fuerza.</p>	Hilton Chise.	Antony	Pilco
	<b>E</b>	<p><b>Seguridad del módulo:</b></p> <p>El sistema debe ofrecer medidas de seguridad en cuanto a la operación .Para el cual el operario debe estar capacitado.</p>	Hilton Chise.	Antony	Pilco
	<b>E</b>	<p><b>Ruido:</b></p> <p>Debe ser confiable y tener un nivel de ruido que no supere a los 80db permitidos.</p>	Hilton Chise.	Antony	Pilco
	<b>D</b>	<p><b>Color verde y amarillo:</b></p> <p>Tanto las entradas de la válvula y las salidas deben contar con color de operación para mejor maniobrabilidad.</p>	Hilton Chise.	Antony	Pilco
	<b>D</b>	<p><b>Culminación del proyecto</b></p> <p><b>09/06/2018 al 22/07/2018:</b></p> <p>Por el tiempo de curso.</p>	Hilton Chise.	Antony	Pilco

Ilustración 21: Lista de exigencias

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.4. Secuencia de operaciones

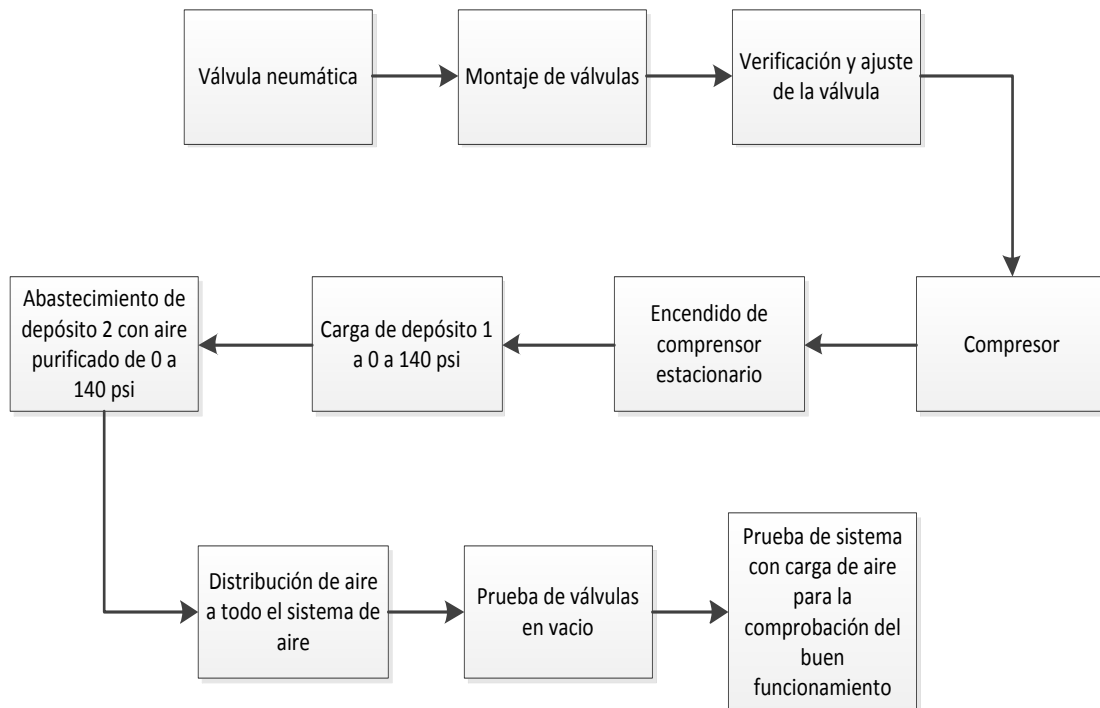


Ilustración 22: Secuencia de operaciones

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.5. Caja negra

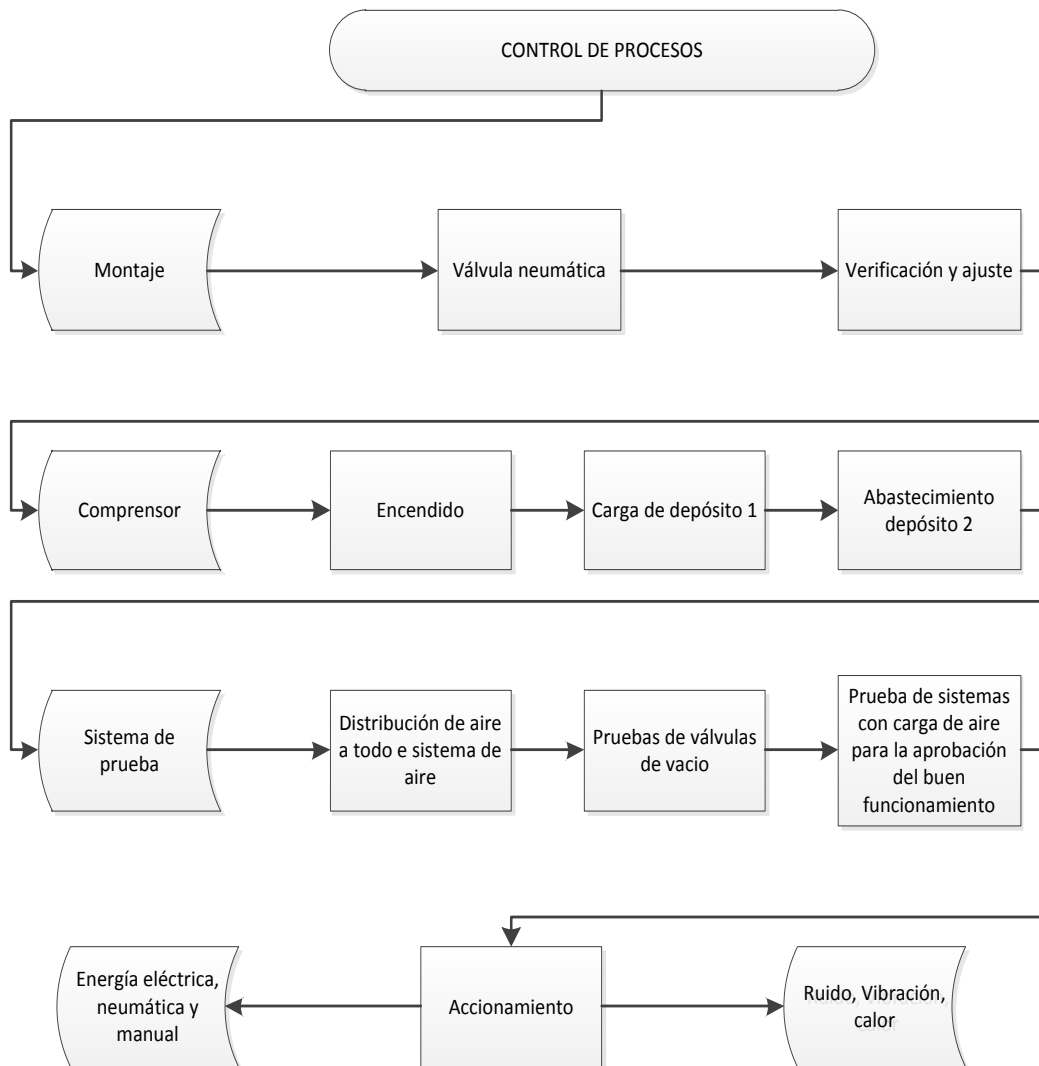


Ilustración 23: Caja negra

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.6. Matriz morfológica

Funciones	Portadores de funciones (Alternativas de efectos y/o principios de función)			
Válvula	Dispositivo mecánico + Accionamiento neumático			
Montaje de válvula	Automatizado + Manual			
Verificación y ajuste de la válvula	Ajuste de acople de mangueras + funcionamiento de la válvula			
Compresor	Aire de atmosfera	Válvula de aspiración	Filtro separador	Válvula de escape
Encendido del compresor	Llave general +llave termomagnetica			

Carga de depósito 1 De 0 a 140psi	Válvula reguladora	Válvula de seguridad		
Abastecimiento de depósito 2 con aire purificado de 130 a 140psi	Válvula check	Filtro de purga de aire		
Distribución de aire a todo el sistema de aire	Accionamiento de válvula check	Abastecimiento de depósito 1y 2		
Pruebas de válvulas en vacío	Inspección visual	Accionamiento de aire externo		
	SOLUCION 1	SOLUCION 2	SOLUCION 3	SOLUCION 4

Ilustración 24: Matriz morfológica

Fuente: Elaboración propia



## CAPÍTULO V: CONSTRUCCIÓN

### 5.1. Construcción

#### 5.1.1. Circuito neumático

La instalación de un circuito neumático para análisis y detección de fallas es muy importante con el motivo de instalación y montaje de válvulas, cañerías, manómetros y otros componentes importantes. En la figura 3 podemos observar el diseño de módulo de frenado.

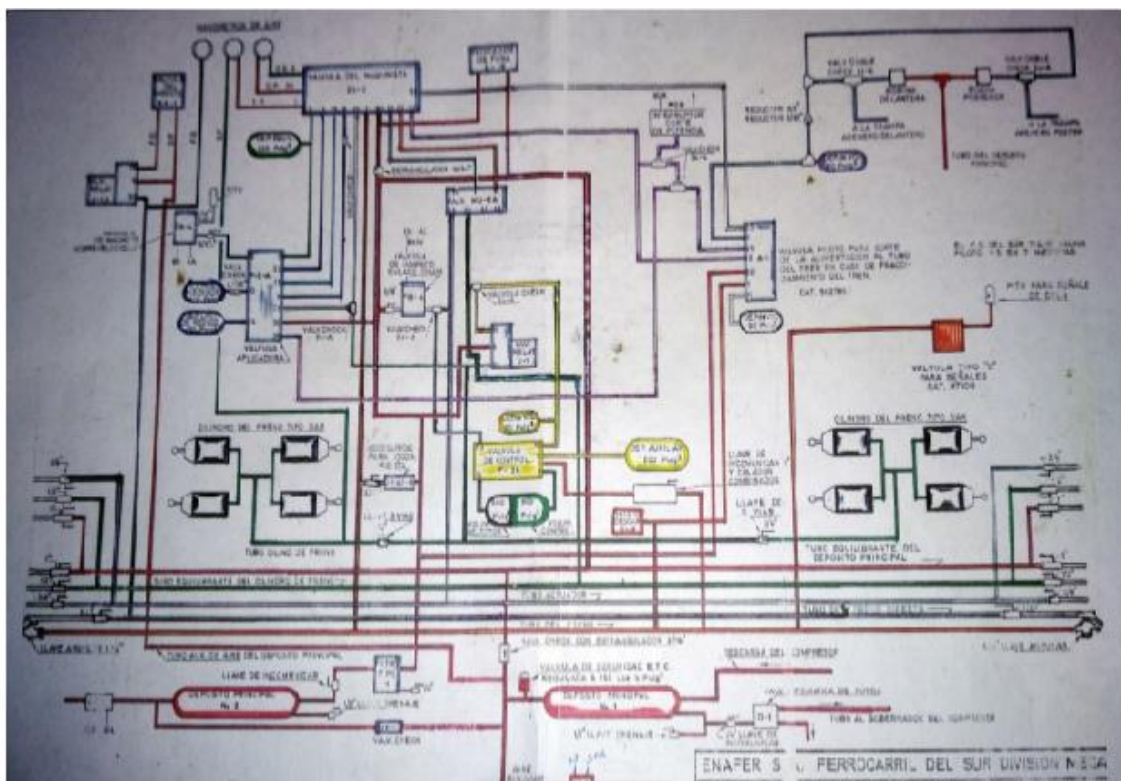


Ilustración 25: Circuito neumático

Fuente: Elaboración propia

## 5.1.2. Ingeniería de detalle

En base del diseño.

### 5.1.2.1. Alternativa 1

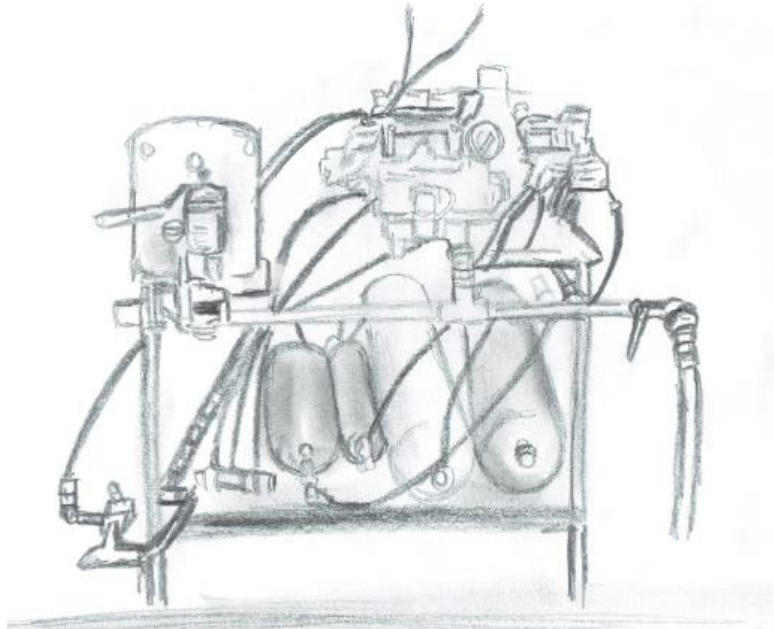


Ilustración 21: Boceto de alternativa 1 vista frontal

Fuente: Elaboración propia

Descripción: La llegada del aire comprimido del compresor con depósitos 1 y 2 hasta las válvulas. Una vez el depósito 1, el depósito 2 lleva el flujo de aire a un tiempo muy corto, el cual comprende la duración de la salida del depósito 2 de la válvula neumática de empuje que tiene una manija de accionamiento SA, pues solo debe desplazar de un lado a otro a una distancia equivalente de acuerdo a su posición ya que cuenta con tres posiciones servicio, carga y transporte. Una vez seleccionada la posición, se acciona el pase de aire de 0 a 10lb destinado al propósito de frenado. Una vez cerrado la manija o releen, se mantiene a 0 lb y los depósitos mantienen su carga (lo cual no se muestra en la Figura 1-1 para facilitar el sistema de aire principal).

### 5.1.2.2. Alternativa 2

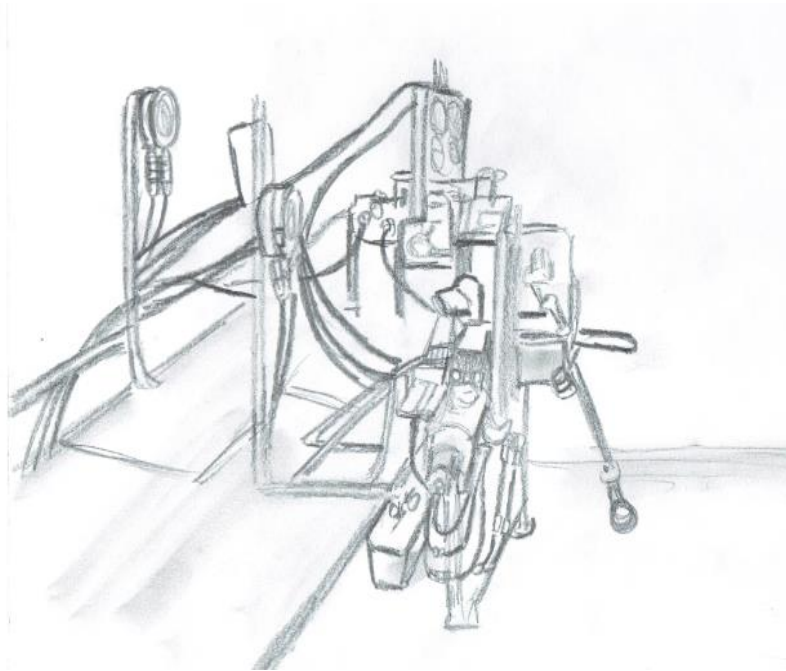


Ilustración 27: Boceto de alternativa 2, vista lateral

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Este diseño tiene un funcionamiento similar al de la alternativa 1 en lo que respecta a su funcionamiento. Se refiere al mecanismo de llenado de los depósitos 1 y 2 uso de un dispositivo automático de arranque del compresor un sistema de coordenadas X-Y formado por válvulas neumáticas, las válvulas de accionamiento tienen un modo de aseguramiento también similar al de la alternativa 1.

Este diseño tiene la solución que sería el tiempo de respuesta de las válvulas se vería incrementado por el hecho de tener que realizar varios movimientos para levantar, mover y tercero ejecutar hacia las pruebas necesarias de las válvulas reparadas o nuevas para comprobar el buen funcionamiento de las válvulas.

### 5.1.2.3. Alternativa 3

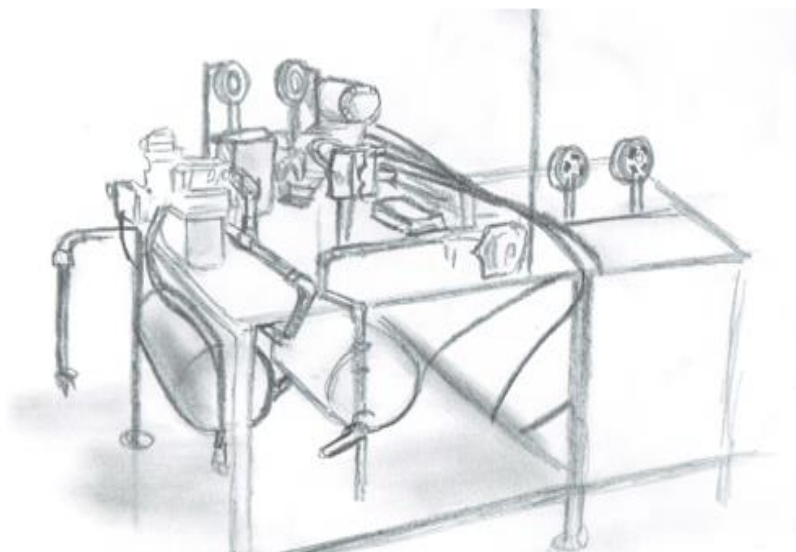


Ilustración 28: Boceto alternativa 3, vista superior

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Las válvulas se alimentan de la misma manera departir del compresor que en las alternativas 1 y 2, también se cuenta con un dispositivo automático para el encendido del compresor. Las mangueras pasan por diferentes válvulas y depósitos de aire. Seguidamente se accionan las válvulas SA para el accionamiento del aire.

Mientras que las válvulas accionan el aire para el frenado de la locomotora. Este es un proceso continuo. La principal ventaja de este sistema de aire es que el ordenado de las mangueras, depósitos y válvulas es completamente mecánico y accionado por aire comprimido y por alimentación de energía eléctrica 220v para la alimentación del compresor.

#### 5.1.3. Descripción y funcionamiento de las diferentes válvulas

- |                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| - Válvula de maquinista | 26-C               |
| - Válvula de control    | 26-f               |
| - Válvula               | M-U-2 <sup>a</sup> |
| - Válvula relevadora    | J-1                |
| - Válvula selectora     | A-1                |
| - Válvula de descarga   | KM                 |
| - Válvula de pedal      | D-1                |

- Válvula de purga D-1
- Válvula de seguridad E-7-C (150 lbs/plg2).

**5.1.4. Componentes auxiliares que trabajan con equipo de freno**

- Válvula doble check 24-A
- Válvula de incomunicar de tres posiciones
- Filtro h
- Accesorio de locomotora muerta-Manómetros simples y dobles
- Depósitos principales 1-y 2
- Distribución y circuito del sistema de freno
- Manija de freno independiente y automático

**5.1.5. Tubos requeridos**

- Tubo de freno
- Tubo de interruptor
- Tubo de control del depósito equilibrante
- Tubo asegurador de aplicación
- Tubo de interruptor de emergencia
- Tubo de actuador
- Tubo de carga de depósito
- Tubo de aplicación de freno
- Tubo de control de seguridad
- Tubo de supresión
- Tubo de depósito principal

**5.1.6. Niveles de rendimiento, capacidad de frenado y exigencia**

Tabla 10: Nivel de rendimiento, capacidad de frenado y exigencia

TUBERIA DEL FRENO (PSI)	EQUILIBRIO EN SERVICIO (PSI)	EQUILIBRIO EN EMERGENCIA (PSI)
70	50	60
75	53.5	64
80	57	68
85	60.6	73
90	54	77
100	71	85

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.6.1. Relación de frenado

$$RF = \frac{PXLXAXNXE}{W}$$

- P = Presión
- L= Relación de palanquajes
- A= Área
- N= Número de cilindros
- E= Eficiencia
- W= Peso

### 5.1.6.2. Relación de fugas de aire

#### EJEMPLO 1

Determinar la pérdida económica que representa una fuga de aire a 105 p.s.i.g en un orificio de un diámetro de 1/16

Datos:

Horas de trabajo compresor: 500hrs/año

Costo de la energía: \$ 0.16/kw-hr

Eficiencia del compresor:90%

$$v = (\text{s.c.f.m}) = 14.485 \times (1/16)^2 \times 0.61 \times 120$$

$$v = 4.14 \text{ s.c.f.m}$$

$$\text{Potencia} = 4.14 / 4.2 = 0.986 \text{HP} = 0.736 \text{KW}$$

$$\text{Pérdida} = 0.736 \times 5,000 \times 0.16 / 0.90 = \$654 \text{Xaño}$$



Ilustración 29: Manija de aire

Fuente: Empresa analizada

#### EJEMPLO 2

Si el carro fuese frenado a 6.5% de aire directo mínimo del peso bruto, con una tara de 50,000 lbs el frenado será: (con E = 0.6)

$$PF = \frac{0.065 \times 263,00}{50,000} \times 0.6 = 0.238 \text{ PSI}$$

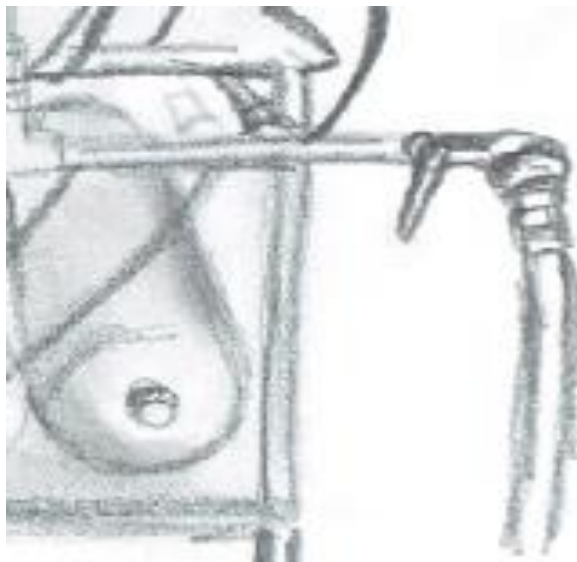


Ilustración 30: Boceto de válvulas de descarga

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.6.3. Relación de palancas

Siempre es igual

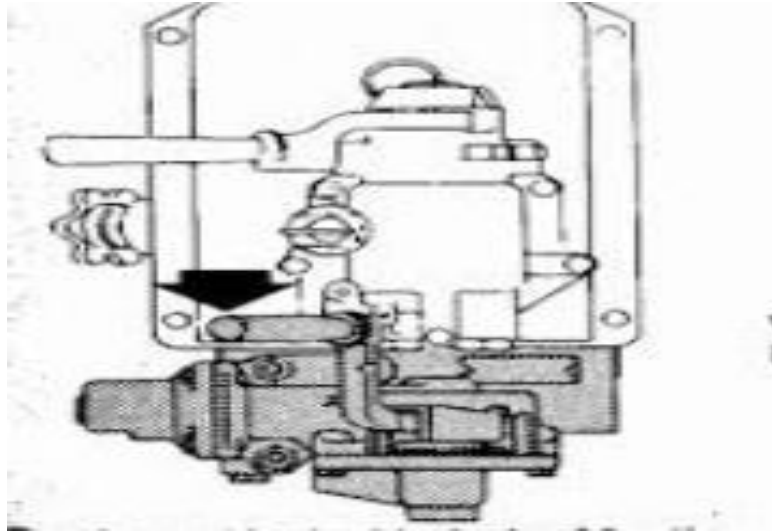


Ilustración 31: Relación de palancas

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.6.4. Relación de una mesa

EJEMPLO

Ancho x Alto x Espesor de cada pieza



Ilustración 32: Mesa para maqueta

Fuente: Empresa analizada



- Tapa 0,0432m<sup>3</sup>
- Travesaños 0,0044 m<sup>3</sup>
- Patas 0,014 m<sup>3</sup>
- Total = 0,1617m<sup>3</sup>
- Volumen x Densidad

$$0,1617 \text{ m}^3 \times 500\text{kg/m}^3 = 80,85\text{kg}$$

#### 5.1.6.5. Relación de un compresor

Se da por las características técnicas

- Modelo N-310-200
- Tipo Simple etapa
- Presión 310 l/min
- Potencia 1,43 KW
- Deposito 200 Litros



Ilustración 33: Compresora

Fuente: Empresa analizada

Tabla 11: Memoria - Módulo de frenado

<b>MEMORIA</b>		
<b>DISEÑO DE MÓDULO DE FRENADO DE UNA LOCOMOTORA GENERAL MOTORS PARA ANÁLISIS Y DETECCIÓN DE FALLA, AREQUIPA, 2018</b>		
<b>OBJETIVOS</b>		<b>PORCENTAJE LOGRADO</b>
Diseñar un módulo de frenado de una locomotora Genera Motors para el análisis y detección de fallas, Arequipa 2018		100%
Identificar los requerimientos en la operación del sistema de una locomotora.		100%
Adaptar el sistema de frenos en una maqueta en el taller de mecánica.		100%
Analizar el impacto económico que traerá consigo la implementación del módulo de frenado.		100%
<b>ACTIVIDADES REALIZADAS</b>	<b>FECHAS</b>	<b>NIVEL DE PARTICIPACION (1 al 5)</b>
Identificación de las necesidades en el módulo de frenado	ene-18	5
Creación de posibles alternativas de solución	feb-18	5
Identificación de requerimiento funcionales y no funcionales	may-18	5
Diseño de la alternativa de solución	jun-18	5
Análisis técnico y económico del proyecto	jul-18	5
Elaboración de una maqueta	sep-18	5
<b>VALORACION CUANTITATIVA DE LAS ACTIVIDADES</b>		<b>Grado de importancia (1 a 5)</b>
Identificación de las necesidades en el módulo de frenado		5
Creación de posibles alternativas de solución		4
Identificación de requerimiento funcionales y no funcionales		4
Diseño de la alternativa de solución		4
Análisis técnico y económico del proyecto		5
Elaboración de una maqueta		5
<b>PRESUPUESTO REAL</b>		<b>Soles</b>
Insumos y materiales		8,030.00
<b>CONCLUSION: CORRECCIONES Y POTENCIAMIENTO</b>		
Mantener el módulo de frenado en un lugar donde no pueda ser afectado por algún elemento como el polvo, agua, ya que esto podría ocasionar daños en los componentes neumáticos y eléctricos.		
Se recomienda siempre como habito de todos los días revisar y verificar el funcionamiento de los manómetros de presión, mangueras, acoples, válvulas del sistema que por tanto uso y tiempo a utilizar hay un desgaste y esto puede ocasionar accidentes o muertes a la persona operaria y también que esto dañe al módulo de frenado.		
Lo más importante es que no se debe ser confiados en los sistemas de aire sobre todo en los mantenimientos o reparación siempre debemos acudir al procedimiento seguro y normas establecidas para un análisis de efectividad del sistema y optimizar tiempo y costos.		
Respetar las normas que están en los manuales de operación y mantenimiento para evitar daños en los componentes neumáticos y eléctricos.		

Fuente: Elaboración propia

## 5.2. Pruebas y resultados

Se obtuvieron los siguientes datos al implementar el módulo de frenado en la revisión de una locomotora:

Tabla 12: Entrada a revisión de la locomotora "a"

MES	ENTRADAS DE TALLER
Enero	10
Febrero	10
Marzo	10
Abril	8
Mayo	7
Junio	7
Julio	6
Agosto	8
Setiembre	7
Octubre	7
Noviembre	6
Diciembre	5
TOTAL	91

Fuente: Empresa analizada

Tabla 13: Gastos de revisión de la empresa

DETALLE	RECURSO INVERTIDO	RECURSO ECONOMICO	Costo por hora
Ingreso a taller de mecánica	1 horas	700	700
Revisión y detección de falla	3 horas	2100	700
Ingeniero	2 horas	200	100
Técnicos	3 horas	120	40
Ayudante	3 horas	90	30
Área de calidad	2 horas	60	30
Total		3270	1600

Fuente: Empresa analizada

DETALLE	RECURSO INVERTIDO	RECURSO ECONOMICO	Costo por hora
Ingreso a taller de mecánica	1HORAS	700	700
Revisión y detección de falla	1HORAS	700	700
Ingeniero	1 HORAS	100	100
Técnicos	1HORAS	40	40
Ayudante	1HORAS	30	30
Área de calidad	1HORAS	30	30
Total		1600	1600

Fuente: Implementación del módulo de frenado

Al realizar una comparación entre implementar el módulo de frenado y no hacerlo, se obtiene una diferencia de 151 970.00 soles y este monto es por una locomotora, y la empresa estudiada tiene 30 locomotoras que tienen similares entradas al taller, es decir significaría un promedio de 4 millones de soles ahorrados anualmente.

Tabla 14: Recursos Económicos ahorrados

MES	Entradas al taller	Sin módulo de frenado	Módulo de Frenado	Ahorro
Enero	10	32,700.00	16,000.00	16,700.00
Febrero	10	32,700.00	16,000.00	16,700.00
Marzo	10	32,700.00	16,000.00	16,700.00
Abril	8	26,160.00	12,800.00	13,360.00
Mayo	7	22,890.00	11,200.00	11,690.00
Junio	7	22,890.00	11,200.00	11,690.00
Julio	6	19,620.00	9,600.00	10,020.00
Agosto	8	26,160.00	12,800.00	13,360.00
Setiembre	7	22,890.00	11,200.00	11,690.00
Octubre	7	22,890.00	11,200.00	11,690.00
Noviembre	6	19,620.00	9,600.00	10,020.00
Diciembre	5	16,350.00	8,000.00	8,350.00
TOTAL	91	297,570.00	145,600.00	151,970.00

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro de las variables, tenemos los siguientes datos:

Tabla 15: Porcentaje de eficiencia al implementar el módulo de frenado

Indicadores	Sin módulo de frenado	Módulo de Frenado	INCREMENTO/AHORRO
% Productividad	3	1	300%
% Eficiencia global	14	6	233.33%
Costos ahorrados	297,570.00	145,600.00	151,970.00

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

- El porcentaje de productividad está enfocado a las horas normales que ocupaba la empresa en la detección de la falla vs las horas que se demoraría en detectar la falla en el módulo de frenado, en base al cuadro anterior, se puede decir que hay una eficiencia del 300% al implementar el módulo de frenado.
- La eficiencia global está representada por las horas totales empleadas (ingenieros, calidad, entrada de la locomotora) vs las horas totales empleadas en el módulo de frenado, el cual nos indica que el % de eficiencia global es de 233.33% (o también puede ser interpretado que el módulo de frenado que solo ocupa el 42.85% del tiempo normal que usa la empresa en la revisión de sus locomotoras)
- El ahorro total por revisar una locomotora durante un año es de 151 970.00 soles.

## **CONCLUSIONES**

1. Se alcanzó con el objetivo general del diseño de un módulo de frenado de una locomotora general Motors para análisis y detección de fallas del sistema de aire usando tecnología en un banco de pruebas para uso específico de válvulas, beneficiando a la empresa y personal técnico en el análisis y detección de fallas del sistema de frenos de aire.
2. Se ha adaptado el sistema de frenos en una maqueta en el taller de mecánica que permite actualizar el sistema de control de aire de la locomotora general Motors permitiendo estar actualizados tecnológicamente.
3. Este diseño se ha identificado los requerimientos en la operación del sistema teniendo como principal componente las válvulas de aire donde se han efectuado pruebas y se ha obtenido resultados en la seguridad del frenado.
4. Este diseño permite reducir considerablemente el tiempo para la detección de las fallas en válvulas de la locomotora, además se ha logrado el ahorro de combustible y energía con la implementación del diseño de módulo de frenado con un control automatizado y manual actualizado de acuerdo a este rubro.

## **TRABAJOS FUTUROS**

1. El modelo del presente módulo de frenado puede aplicarse no solo a las locomotoras, si no a diversos equipos rodantes (maquinarias pesadas), para que mejoren en su análisis y detección de fallas en todos los sistemas de frenos
2. Los próximos trabajos deben respetar las normas de protección del medio ambiente mediante la disminución de ruido no deseada y dañina al ser humano, no sobrepasando los 89db permitidos.
3. Se debe fomentar la capacitación sobre este diseño de módulo de frenado para que a corto plazo se obligatorio su uso.

## **RECOMENDACIONES**

1. Al quedar este Diseño de Modulo para análisis y detección de fallas para una locomotora General Motors es importante cuidar de su mantenimiento o revisión diaria como son: horas de trabajo, estado de compresor niveles de aceite, tensión adecuada y aislamiento de materiales peligrosos.
2. Se debe tener en cuenta el voltaje que se necesita para la activación del módulo de frenado para evitar daños al compresor y componentes eléctricos y evitar lesiones graves.
3. Se recomienda siempre como habito de todos los días revisar y verificar el funcionamiento de los manómetros de presión, mangueras, acoples, válvulas del sistema que por tanto uso y tiempo a utilizar hay un desgaste y esto puede ocasionar accidentes o muertes a la persona operaria y también que esto dañe al módulo de frenado.
4. Lo más importante es que no se debe ser confiados en los sistemas de aire sobre todo en los mantenimientos o reparación siempre debemos acudir al procedimiento seguro y normas establecidas para un análisis de efectividad del sistema y optimizar tiempo y costos.
5. Mantener el módulo de frenado en un lugar donde no pueda ser afectado por algún elemento como el polvo, agua, ya que esto podría ocasionar daños en los componentes neumáticos y eléctricos.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto , FERNÁNDEZ COLLADO, CARLOS Y BAPTISTA Lucio, María del Pilar. *Metodología de la investigación, sexta edición*. México D.F. : INTERAMERICANA EDITORES S.A., 2014. 781456223960.
2. CARRASCO DÍAZ, Sergio. *Metodología de la investigación científica*. Lima : San Marcos, 2006. 9972342425.
3. AYALA AYALA, Luis Gerardo y VALLEJO ORBE, Juan Pablo. *Adaptación de un sistema de frenos ABS a un vehículo fiat, para mejorar la seguridad del frenado*. Ibarra, Ecuador : Ingeniero de mantenimiento automotriz, Universidad del Norte, 2011.
4. VELASTEGUI CARRILLO, Andrés Josué. *Los materiales de fricción y su influencia en la eficiencia de frenado*. Quito : Licenciatura en electromecánica y Administración Automotriz, Universidad San Francisco de Quito, 2015.
5. GUEVARA PINEDO, Hector Hugo. *Evolución y mejoras en el funcionamiento y efectividad de frenado en trenes*. Lima : Ingeniero Mecánico, Universidad Nacional de Ingeniería, 1981.
6. RAIL CANADA. Designer Web Montrea. *Designer Web Montrea*. [En línea] 19 de Enero de 2014. [Citado el: 10 de octubre de 2018.] ([www.rail-canada.com/es/sistema-frenos](http://www.rail-canada.com/es/sistema-frenos)).
7. OLIVERA, HARRY Santos. *Análisis del Sistema Eléctrico y Control para mejorar el Desempeño de las Locomotoras Diesel Eléctrica*. HUANCAYO-PERU : s.n., 2009.
8. LIEU, Dennis y SORBY, Sheryl. *Dibujo para DISEÑO DE INGENIERIA*. Mexico, D.F. : CENGAGE Learning, 2009. ISBN-13: 978-607-481 -379 -1.
9. ECURED. EcuRed. *EcuRed*. [En línea] 9 de Agosto de 2013. <https://www.ecured.cu/index.php?title=Compresores&action=history>.

10. Wucius wong. *Fundamentos del diseño*. Barcelona : Gustavo Gili S.A, 1979. ISBN 84-252-0926-9.

11. GUALTIERI, P. J. Manuel de Frenos Neumaticos: Aplicacion Camiones Y Omnibus. [En línea] 2004. <https://es.scribd.com/document/288378080/2-Monografia-Frenos-Neumaticos-CORREGIDO>.

## **ANEXOS**

Tabla 11: Matriz de consistencias

<b>DISEÑO DE MÓDULO DE FRENADO DE UNA LOCOMOTORA GENERAL MOTORS PARA ANÁLISIS Y DETECCIÓN DE FALLA, AREQUIPA, 2018</b>						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	DISEÑO DE INVESTIGACION	METODOS, TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION	METODOLOGIA
<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b></p> <p>¿Se puede diseñar un módulo de frenado de una locomotora general Motors para el análisis y detección de fallas, y de qué manera controlara el impacto económico por paradas imprevistas en los sistemas de frenos?</p> <p><b>PROBLEMA ESPECIFICOS:</b></p> <p>a) ¿Es posible identificar los requerimientos en la operación del sistema de una locomotora?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>Diseñar un módulo de frenado de una locomotora General Motors para el análisis y detección de fallas, Arequipa 2018</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b></p> <p>a) Identificar los requerimientos en la operación del sistema de una locomotora.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL:</b></p> <p>El diseño de un módulo de frenado de una locomotora general Motors para el análisis y detección de fallas minimizara costos, tiempo e inseguridad ante las pruebas, evitando accidentes.</p>	<p><b>V. INDEPENDIENTE:</b></p> <p>Módulo de frenado</p> <p><b>INDICADORES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prueba de falla de componentes</li> <li>- Mantenimiento del modulo</li> <li>- Ejecución del proyecto</li> </ul> <p><b>V. DEPENDIENTE:</b></p> <p>Análisis y detección de falla de camiones (truck shop)</p> <p><b>INDICADORES</b></p>	<p>Enfoque:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuantitativo</li> </ul> <p>Tipo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- I. Tecnológica</li> </ul> <p>Nivel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicativo</li> </ul> <p>Diseño:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigación experimental</li> </ul>	<p><b>METODO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comparativo</li> </ul> <p><b>TECNICAS:</b></p> <p><b>a) VARIABLE INDEPENDIENTE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis Documental</li> </ul> <p><b>b) VARIABLE DEPENDIENTE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis Documental</li> <li>- Observación experimental no</li> <li>- Análisis informático</li> </ul>	<p><b>AMBITO:</b></p> <p>Locomotoras General Motors</p> <p><b>TEMPORALIDAD:</b></p> <p>Año 2018</p> <p><b>UNIDAD DE ESTUDIO:</b></p> <p>a) <b>POBLACION:</b>30</p> <p>b) <b>MUESTRA:</b> 1</p> <p>c) <b>UNIDAD DE ESTUDIO:</b> locomotora general motors</p> <p>d) <b>TIPO DE MUESTRA:</b> No probabilística.</p>

<p>b) ¿Se puede adaptar el sistema de frenos en una maqueta en el taller de mecánica?</p> <p>c) ¿Qué impacto económico traerá implementar un módulo de frenado?</p>	<p>b) Adaptar el sistema de frenos en una maqueta en el taller de mecánica.</p> <p>c) Analizar el impacto económico que traerá consigo la implementación del módulo de frenado.</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de diseño</li> <li>- Efecto de falla</li> <li>- Modos de falla</li> <li>- % Productividad</li> <li>- % Eficiencia global</li> <li>- % Disponibilidad</li> <li>- % Utilización</li> <li>- Seguridad y costos</li> </ul>		<p><b><u>INSTRUMENTOS:</u></b></p> <p><b>a) VARIABLE INDEPENDIENTE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis Documental</li> </ul> <p><b>b) VARIABLE DEPENDIENTE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión documentaria</li> <li>- Fichas de Observación</li> <li>- M.S. Excel</li> </ul>	
---	---	--	--	--	---	--

Fuente: Elaboración propia