



INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**Proyecto Previo a la Obtención del Título de Ingeniero en
Mecánica Automotriz**

Autor: Alex Oswaldo Arévalo Anzules

Tutor: Ing. Adolfo Peña Pinargote

**Implementación de un Sistema de Suspensión Neumático para
una Cabina Extendida de un Tractocamión Marca Kenworth**

T370

Certificado de Autoría

Yo, Alex Oswaldo Arévalo Anzules, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.

Alex Oswaldo Arevalo Anzules

C.I 0924168750

Aprobación del Tutor

Yo, Adolfo Peña Pinargote certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Ing. Adolfo Peña Pinargote MsC.

Director de Proyecto

Dedicatoria

Este trabajo de titulación se lo dedico a toda mi familia, que fueron un pilar fundamental en cada etapa de mi vida. En especial a mis amados padres quienes han estado siempre apoyándome y guiándome, que gracias a sus consejos, valores y principios me han convertido en un hombre de bien.

Para finalizar a toda mi familia que fueron un pilar fundamental en cada etapa de mi vida. Esto es por y para ustedes.

Alex Oswaldo Arévalo Anzules

Agradecimiento

A Dios por ser mi creador y permitirme llegar con Sabiduría a finalizar esta etapa de mi vida estudiantil.

A mi familia porque me motivan siempre a cumplir con mis objetivos de vida.

A mi director de trabajo de Titulación Ing. Adolfo Peña Pinargote y a cada uno de mis docentes con quienes compartí gratos momentos durante mi etapa de formación profesional y me hicieron sentir orgulloso de ser Ingeniero en Mecánica Automotriz.

A toda mi familia que me aconsejó para poder culminar satisfactoriamente mi carrera y ser un buen profesional.

Alex Oswaldo Arévalo Anzules

Índice General

Certificado de Autoría.....	iii
Aprobación del Tutor.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice General.....	vii
Índice de Tablas.....	xi
Índice de Figuras.....	xii
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
Introducción.....	xvi
Capítulo I.....	1
Antecedentes.....	1
1.1. Tema de Investigación.....	1
1.2. Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema.....	1
1.3. Objetivos de la Investigación.....	1
1.3.1. Objetivo General.....	1
1.3.2. Objetivos Específicos.....	1
1.4. Justificación y Delimitación de la Investigación.....	2
1.4.1. Justificación Teórica.....	2
1.4.2. Justificación Metodológica.....	2
1.4.3. Justificación Práctica.....	2
1.4.4. Delimitación Temporal.....	2
1.4.5. Delimitación Geográfica.....	3
1.4.6. Delimitación del Contenido.....	3

Capítulo II.....	4
Marco Referencial.....	4
2.1. Kenworth en Ecuador	4
2.1.1. Antecedentes	4
2.1.2. Modelos de Tractocamiones	4
2.1.2.1. Modelo T800.....	5
2.1.2.2. Modelo W900	5
2.1.2.3. Modelo T660.....	5
2.1.2.4. Modelo T460.....	5
2.1.2.5. Modelo T 370.....	5
2.1.2.5.1. Características y Beneficios del Modelo T370	6
2.2. Cabina	7
2.2.1. Tipos de Configuraciones de Cabina	7
2.2.1.1. Cabina sobre el Motor o Cabin Over Engine (COE)	7
2.2.1.2. Cabina Convencional	8
2.2.1.3. Cabina Lateral al Motor	8
2.2.2. Tipos de Cabinas para Tractocamiones	8
2.2.2.1. Cabina Chata o COE (Cab Over Engine)	8
2.2.2.2. Cabina Convencional	9
2.2.2.2.1. Cabina de Día (Day Cab).....	10
2.2.2.2.2. Cabina-Dormitorio Modular	10
2.2.2.2.3. Cabina Integral.....	10
2.2.2.2.4. Cabina Aerocab.....	10
2.2.2.3 Cabina Extendida	10
2.3. Sistema de Suspensión en Tractocamiones.....	11

2.3.1. Componentes de un Sistema de Suspensión	12
2.3.1.1. Neumáticos	12
2.3.1.2. Amortiguadores y Puntales	13
2.3.1.2.1. Tipos de Amortiguadores.....	13
2.3.1.3. Ballestas	15
2.3.1.4. Barra Estabilizadora.....	16
2.3.2. Tipos de Sistemas de Suspensión en Tractocamiones	17
2.3.2.1. Sistema Mecánico	17
2.3.2.2. Sistema Rígido de Suspensión del Remolque.....	17
2.3.2.3. Sistema Bogie	17
2.3.2.4. Sistema Neumático o de Aire	18
2.3.2.4.1. Beneficios de la Suspensión Neumática en un Tractocamión	19
2.3.2.4.2. Componentes Principales de un Sistema de Suspensión Neumática	20
2.4. Funcionamiento de la Suspensión Neumática	27
2.5. Sistema de Suspensión en Tractocamión Kenworth T370	29
Capítulo III.....	30
Implementación del Sistema de Suspensión Neumático para una Cabina Extendida de un Tractocamión Marca Kenworth T370.....	30
3.1. Características del Sistema	30
3.2. Sistema Neumático	30
3.2.1. Distribución del Sistema Neumático	30
3.2.1.1 Selección de Elementos que Componen el Sistema Neumático	30
3.2.2. Funcionamiento del Sistema de Suspensión Neumática en Cabina extendida	31
3.2.3. Esquema Guía del Proceso de Instalación del sistema de suspensión Neumática en cabina extendida.....	32

3.3. Implementación del Sistema	38
3.3.1. Mecanismo para Determinar el Nivel del Vehículo Pesado	38
3.3.2. Base de Colocación de Boyas Neumáticas	38
3.3.3. Montaje e Instalación de los Elementos del Sistema	38
3.3.3.1 Instalación de los Amortiguadores.....	40
3.3.3.2. Instalación del Templador de Cabina	41
3.3.3.3. Instalación de Boyas Neumáticas	41
3.3.3.4. Instalación de Mecanismo de Nivel.	42
3.4. Pruebas de Funcionamiento del Sistema.....	43
3.4.1. Prueba de Resistencia de la Base Metálica	43
3.4.2. Prueba de Inflado	45
3.4.3. Prueba de Estabilidad.....	46
3.4.3.1. Prueba de Carretera y Cabeceo	46
Capítulo IV.....	48
Análisis e Interpretación de los Resultados	48
4.1. Análisis de la Prueba de Resistencia de la Base Metálica	48
4.2. Análisis de la Prueba de Inflado	50
4.3. Análisis de la Prueba de Estabilidad.....	50
4.3.1. Análisis de la Prueba de Carretera y Cabeceo	50
Conclusiones	53
Recomendaciones	54
Bibliografía	55
Anexos	60

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Dimensiones de la Base de Colocación de Boyas Neumáticas</i>	38
Tabla 2 <i>Descripción de cada Componente del Montaje</i>	39
Tabla 3 <i>Propiedades del Material</i>	44
Tabla 4 <i>Fuerza de Reacción</i>	44
Tabla 5 <i>Detalles de Carga</i>	44
Tabla 6 <i>Resultados Obtenidos para el Diseño de la Base</i>	48

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Ubicación Talleres Kenworth de la Empresa Indusur</i>	3
Figura 2 <i>Modelos Kenworth T800, W900, T660 y T460</i>	5
Figura 3 <i>Modelos Kenworth T370 con y sin Cabina Extendida</i>	6
Figura 4 <i>Cabina Extendida en un Tractocamión</i>	11
Figura 5 <i>Componentes Principales de Suspensión en Camiones</i>	12
Figura 6 <i>Estructura de un Amortiguador Hidráulico Presurizado</i>	15
Figura 7 <i>Partes de una Ballesta</i>	16
Figura 8 <i>Partes de una Barra Estabilizadora</i>	16
Figura 9 <i>Sistema de Suspensión Neumática en un Tractocamión</i>	19
Figura 10 <i>Circuito de Alimentación de un Fuelle Neumático</i>	20
Figura 11 <i>Modelos de Compresores de un cilindro</i>	21
Figura 12 <i>Estructura del Secador de Aire</i>	22
Figura 13 <i>Depósito de Aire o Calderín</i>	23
Figura 14 <i>Estructura de la Válvula Reguladora de Presión en el Circuito</i>	24
Figura 15 <i>Válvula de 4 Vías o de Protección de Circuitos</i>	24
Figura 16 <i>Válvula Niveladora</i>	26
Figura 17 <i>Válvula de Frenos</i>	26
Figura 18 <i>Tipos de Cilindros de Freno</i>	27
Figura 19 <i>Diagrama de Flujo de Funcionamiento de la Suspensión Neumática</i>	29
Figura 20 <i>Esquema del Sistema Neumático</i>	30
Figura 21 <i>Montaje de los componentes del sistema de suspensión Neumática para cabina extendida</i>	39
Figura 22 <i>Instalación de Amortiguadores</i>	40
Figura 23 <i>Instalación de Templador de Cabina</i>	41

Figura 24 <i>Instalación de Boyas Neumáticas</i>	42
Figura 25 <i>Instalación de Mecanismo de Nivel</i>	43
Figura 26 <i>Modelado de Base de Suspensión de Cabina</i>	45
Figura 27 <i>Prueba De Inflado</i>	45
Figura 28 <i>Prueba de Carretera y Cabeceo</i>	47
Figura 29 <i>Prueba- Tensión de Von Mises</i>	48
Figura 30 <i>Prueba- Deformación</i>	49
Figura 31 <i>Prueba- Deformación Unitarias</i>	49
Figura 32 <i>Análisis de la Prueba de Inflado</i>	50
Figura 33 <i>Gráfica Aceleración Lineal vs Tiempo</i>	51
Figura 34 <i>Gráfica Velocidad Angular vs Tiempo</i>	51

Resumen

El objetivo del trabajo de titulación consiste en la implementación de un sistema de Suspensión Neumática en un tractocamión Kenworth T370 de cabina extendida que originalmente se fabrica con un Sistema de Suspensión Mecánica, cuál resulta ser poco confortable en viajes por carreteras irregulares para el conductor por la inestabilidad del vehículo pesado que proporciona la suspensión. Para la implementación del Sistema de Suspensión Neumático, primero se diseñaron las bases metálicas para asentar las boyas neumáticas y se simuló la resistencia del material que posee en función del peso de estos componentes con ayuda del programa SolidWorks, terminando con el montaje de forma correcta en el chasis y cabina. Luego se realizaron las respectivas conexiones de los componentes del sistema como válvula de Freno y la válvula Reguladora de Presión, así como también de la instalación de los amortiguadores, boyas neumáticas y mecanismos de control de altura. Finalmente, para comprobar el funcionamiento y Confort del nuevo sistema de Suspensión se realizaron pruebas de estabilidad y Cabeceo en el vehículo pesado.

Palabras Clave: Kenworth T370, Implementación, Suspensión, Neumática, Cabina extendida.

Abstract

The objective of this research work consists of the implementation of a pneumatic suspension system in a Kenworth T370 trailer truck with extended cab that was originally manufactured with a mechanical suspension system. This type of suspension turns out to be very uncomfortable for the driver when traveling on irregular roads due to the instability this suspension causes in the heavy vehicle. Therefore, for the implementation of the pneumatic suspension system, first the metallic foundation was designed to seat the pneumatic buoys and the resistance of the material was simulated in relation to the weight of these components using the SolidWorks program, finishing with the proper assembly in the chassis and cabin. Then, the respective connections of the system components, such as the brake valve and the pressure regulator valve were made, as well as the installation of the shock absorbers, pneumatic buoys and height control mechanisms. Finally, to check the performance and comfort of the new suspension system, stability and pitching tests were performed on the heavy vehicle, where it was demonstrated that it meets the expected needs of the driver. Finally, to check the performance and comfort of the new suspension system, stability and pitching tests were performed on the heavy vehicle.

Keywords: Kenworth T370, Implementation, Suspension, Pneumatic, Extended Cab.

Introducción

La pérdida de productividad , dinero y problemas musculares en el conductor por movimientos bruscos al pasar por carreteras irregulares son consecuencias del rompimiento consecutivo de los componentes de un sistema de suspensión y de la falta de Confort que se presenta al mantener una suspensión mecánica en un tractocamión Kenworth T370, por eso el propósito del trabajo de investigación es de implementar un Sistema de Suspensión neumático para mejorar la seguridad al volante y el confort del conductor como de los ocupantes , lo cuál es posible gracias a que es capaz de ofrecer un grado de amortiguación flexible dependiendo de las características de la vía o carretera por la que se circule como baches, socavones o irregularidades del terreno, minimizando el impacto negativo que estos suponen sobre el confort de los ocupantes del vehículo evitando balanceo de la cabina para lograr la máxima estabilidad posible y conseguir una experiencia más placentera.

En el primer capítulo se detalla el planteamiento y formulación del problema del trabajo de investigación, su limitación del estudio, el alcance del trabajo, los objetivos trazados, la justificación y los beneficiarios del problema, la hipótesis que se pretende demostrar y sus variables.

El Segundo Capítulo comprende la revisión bibliográfica de la tesis, que incluye información sobre historia y características del Modelo Kenworth T370, tipos de cabinas, tipos de Suspensión en tractocamiones, definición y funcionamiento de un sistema de Suspensión Neumático, así como también de los componentes principales que presenta.

En el tercer Capítulo se describe la característica y la guía de instalación de cada uno de los componentes del Sistema de Suspensión Neumático, como también del diseño y montaje de la base donde se colocarán las boyas neumáticas, terminando con las pruebas de resistencia del material de la base montada, estabilidad y cabeceo del vehículo pesado con el nuevo sistema de Suspensión instalado.

Para finalizar en el Cuarto Capítulo se realiza el análisis de los resultados de las pruebas mencionadas en el capítulo anterior y se detallan las respectivas conclusiones y recomendaciones en base a los objetivos específicos de la tesis, referencia bibliográfica y anexos.

Capítulo I

Antecedentes

1.1. Tema de Investigación

Implementación de un sistema de suspensión neumático para una cabina extendida de un tractocamión marca Kenworth T370.

1.2. Planteamiento, Formulación y Sistematización del Problema

Para un alto nivel de comodidad en la conducción, fácil manipulación, la suspensión neumática permite que la estructura descansa sobre el aire del fuelle, proporcionando además una suspensión muy suave. La suspensión neumática permite soportar hasta 9 toneladas en el eje delantero del camión, logrando confort en el momento de la conducción (Viloria, 2013).

Los Kenworth T370 poseen una suspensión por medio de una goma fijada al chasis, Con el trabajo y las vibraciones que estas unidades están expuestas a realizar terminan en la ruptura de las bases, ya que no hay un elemento elástico. Por ese motivo se pretende realizar la implementación de un sistema de suspensión neumática para una cabina extendida de un tractocamión Kenworth T370.

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Implementar un sistema de suspensión neumático para una cabina extendida de un Tractocamión Kenworth T370.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Recopilar la información bibliográfica de soporte para el proyecto de investigación.
- Seleccionar los elementos adecuados que se incorpora en la implementación del sistema de suspensión neumática para la cabina del Tractocamión.
- Elaborar una guía del proceso de instalación del sistema de suspensión neumática de la cabina del Tractocamión.

- Analizar el funcionamiento del sistema mediante pruebas de ruta.

1.4. Justificación y Delimitación de la Investigación

1.4.1. Justificación Teórica

La inactividad de la unidad representa una pérdida considerable de dinero y productividad diaria para los dueños del tracto camión. Actualmente en el Ecuador el día productivo de una de las unidades en mención son de \$ 500 dólares. Debido a la pérdida de dinero y productividad, la resistencia de los componentes internos de la suspensión debe ser de buena calidad para no generar fallas de forma prolongadas, mediante el estudio presentado de la implementación del sistema de suspensión neumática lo cual solucionará los problemas de forma fiable y sostenible (Iñiguez, 2013).

1.4.2. Justificación Metodológica

Para la elaboración y aplicación del estudio previamente mencionado, se van a realizar investigaciones siguiendo un proceso lógico y ordenado realizando indagaciones y buscando trabajos similares mediante métodos técnicos y científicos, acerca de los problemas que se generan en las bases de la suspensión y en si en todo el sistema de las cabinas extendidas del tractocamión T370 y de esta forma resolver los inconvenientes evidentes que se originan en la suspensión del tracto camión.

1.4.3. Justificación Práctica

Mediante la implementación del sistema de suspensión neumática se va a lograr conocer la utilidad de la resolución del problema presente, proveyendo beneficios mutuos de ambas partes tanto a la marca de la maquinaria presente como la del cliente comprador del producto, ya que de esta forma se elimina el tiempo de parada de la unidad y al mismo tiempo se obtiene una mejor productividad e impulso al desarrollo del transporte ecuatoriano.

1.4.4. Delimitación Temporal

El trabajo se desarrollará desde el mes de abril de 2020, hasta Julio de 2022 lapso que

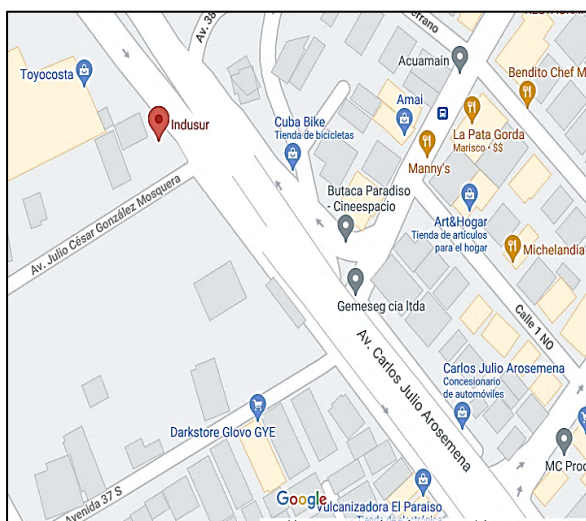
permitirá realizar la investigación, así como diseñar la propuesta.

1.4.5. Delimitación Geográfica

El trabajo se desarrollará en la ciudad de Guayaquil, en los Talleres Kenworth de la empresa Indusur S.A Agencia Matriz Guayaquil, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Ubicación Talleres Kenworth de la Empresa Indusur



1.4.6. Delimitación del Contenido

La información detallada en el presente trabajo está constituida en base y demás documentación, en donde se trate acerca del sistema de suspensión neumática, normas y factores de influencia en la implementación del sistema de suspensión neumática.

Capítulo II

Marco Referencial

2.1. Kenworth en Ecuador

2.1.1. Antecedentes

Kenworth Motor Truck Company es una empresa de los Estados Unidos creada en 1923 por los accionistas Harry Kent y Edgar Worthington.

Esta iniciativa dio origen al reemplazo del uso de caballos y ferrocarriles porque se especializaron en la construcción de camiones de gran tonelaje: forestales, mineros y construcción para largos recorridos u otros tipos de terrenos.

De esta forma después de la segunda Guerra Mundial , el crecimiento de la demanda de vehículos especiales llevo a Kenworth a construir camiones para lugares tan distantes y variados como Arabia Saudí o la helada tundra de Alaska, así también cubriendo las necesidades de la clientela estableció una extensa red de distribución y servicios postventa y mantenimiento en África, Australia, Medio y extremo oriente, América del Sur, América Central y en países de Europa (Montenegro, 2009).

En 1999 se establece en Ecuador con el objeto de realizar actividades de comercialización, venta, compra, exportación e importación en general de todo tipo de productos de la industria automotriz, usando para sus actividades principales y portuarias productos Kenworth tales como volquetes de 8 y 12 metros cúbicos, tractocamiones para 25, 20 y 45 toneladas de arrastre y camiones para 10 y 15 toneladas de carga (Merchán, 2010).

2.1.2. Modelos de Tractocamiones

Entre los modelos más comunes en Ecuador como se muestra en figura 2, tenemos:

Figura 2

Modelos Kenworth T800, W900, T660 y T460



Fuente: (Jaramillo, 2018)

2.1.2.1. Modelo T800

Este modelo es uno de los más usado ya que posee las siguientes características: Potencia confiable, fabricado para durar, gran capacidad de carga, fácil mantenimiento, alto precio de reventa, eficiente rendimiento.

2.1.2.2. Modelo W900

Es conocido como clásico de Kenworth ya que es cómodo, seguro, productivo, con excelente desempeño, durable y legendario.

2.1.2.3. Modelo T660

Es llamado aerodinámico porque posee tecnología avanzada, eficiencia en combustible, mayor visibilidad, mejor iluminación y excelente conducción.

2.1.2.4. Modelo T460

Es usado especialmente en la construcción gracias a su diseño innovador, potencia, rendimiento, calidad, durabilidad y motor cummins. (Jaramillo, 2018)

2.1.2.5. Modelo T 370

Son modelos que ofrecen un rango de peso bruto de 26.000 a 66.000 libras y que

proporcionan un mejor desempeño y mayor rendimiento y entre sus principales características tenemos que son más productivos, versátiles y eficientes para distribuir sus productos a tiempo, además entre su variedad de aplicaciones incluyen la distribución de alimentos y bebidas, carga general, gas y combustibles, mudanza, construcción y servicios públicos u otros.

A continuación, se muestra las variaciones del modelo t370 en la figura 3.

Figura 3

Modelos Kenworth T370 con y sin Cabina Extendida



Fuente: (Heras, 2019)

2.1.2.5.1. Características y Beneficios del Modelo T370

- Posee una cabina que está fabricada de aluminio y con parabrisas curvo por lo que es más ligera, resistente a la corrosión y fácil de reparar, así también está ensamblada con sujetadores Huck, que son 6 veces más resistentes que los remaches comunes.
- Cuenta con estribos más anchos y colocados 5 cm más debajo de lo normal reduciendo la fatiga de los repartidores al subir y bajar de la unidad.
- Tiene una apertura de 90 grados del capó facilitando acceso al compartimiento del motor, haciendo un mantenimiento más rápido y eficiente que otro tractocamión de la competencia.

- Su radiador cuenta con suspensión independiente evitando daños provocados por las vibraciones y flexiones del bastidor, aumentando la vida del paquete de enfriamiento.
- La geometría de la dirección mejora el radio de giro, de esta forma brindando una excelente maniobrabilidad.
- Su parrilla de aluminio es de dos piezas.
- El guardafango es de un material compuesto, más ligero y resistente a impactos frecuentes en las labores de reparto.
- El ángulo de apertura de sus puertas, la colocación y longitud de sus asideras combinadas con el ancho de sus peldaños permiten un acceso más cómodo y seguro a la cabina.
- Los faros delanteros están cubiertos de policarbonato haciéndolos más resistentes.
- Posee un tablero de diseño envolvente ya que cuenta con indicadores e instrumentos más al alcance y con mayor facilidad de lectura.
- Posee luces de halógeno que proporcionan un 30% mayor de iluminación en luz baja y con doble tiempo de vida.
- La defensa esta adelantada frente a la parrilla y al capó protegiendo al condensador, radiador y posee enfriador. (Portalautomotriz.com, 2021)

2.2. Cabina

La cabina es un espacio cerrado donde se sienta el conductor u operador y cuenta de un camarote que es un espacio adjunto a la cabina donde el conductor descansa mientras no puede conducir, propio de los camiones articulados con tracto camión y semirremolque.

2.2.1. Tipos de Configuraciones de Cabina

2.2.1.1. Cabina sobre el Motor o Cabin Over Engine (COE)

Es aquella en la que el conductor tiene el asiento sobre el eje delantero y el motor, este

diseño es casi omnipresente en Europa, donde las longitudes totales de camiones están estrictamente reguladas, pero su estilo era muy común en los camiones pesados de América del Norte donde perdió protagonismo cuando la longitud permitida se extendió a principios de 1980, sin embargo, este diseño sigue siendo popular en los camiones de servicio mediano y ligero. Para acceder al motor, toda la cabina se inclina hacia adelante, por lo que también se conoce como «cabina abatible». Este tipo de cabina es especialmente adecuado para las condiciones de entrega en Europa, donde muchas vías siguen un trazado de caminos mucho más antiguos, y en muchos lugares se necesita dar vuelta en un espacio corto, que requieren la capacidad de giro adicional dada por la corta distancia entre ejes de la cabina sobre el tipo de motor. El diseño COE fue inventado por Viktor Schreckengost.

2.2.1.2. Cabina Convencional

Es la más frecuente en América del Norte y Australia y por su aspecto se denomina «cabina de morro», en el Reino Unido se conoce como «cabina americana» y en los Países Bajos como «cabina torpedo». El conductor está sentado detrás del motor, como en la mayoría de los vehículos de pasajeros o camionetas tienen diseños aerodinámicos, con capó inclinado y otras características de baja fricción.

2.2.1.3. Cabina Lateral al Motor

Es un diseño poco frecuente que se utiliza principalmente en el interior de los astilleros u otros lugares donde se requiera el vehículo para transportar cargas largas, tales como tubos, barras de metal, planchas y otros materiales de construcción. Estas cabinas suelen construirse por encargo. (Rodríguez, 2010).

2.2.2. Tipos de Cabinas para Tractocamiones

Las cabinas para tracto camiones se dividen en dos tipos, que van de acuerdo con sus características estructurales:

2.2.2.1. Cabina Chata o COE (Cab Over Engine)

Esta cabina no tiene cofre en la parte frontal, debido a que la posición del motor está por debajo de ésta; de ahí su nombre (cabina sobre motor).

Ventajas:

- Proporciona radios de giro más cortos que el tracto camión con cabina convencional.
- Incrementa la capacidad de carga de los vehículos remolcados, debido a que el espacio que no ocupa por el cofre se puede transferir como área para carga.
- Proporciona mayor visibilidad al operador.
- Disminuye el número de maniobras para dar vuelta.

Desventajas:

- Tiene mucha resistencia aerodinámica, lo cual incrementa el consumo de combustible.
- Para dar mantenimiento al motor, hay que abatir toda la cabina.

2.2.2.2. Cabina Convencional

Se encuentra detrás del motor, ya que este está cubierto por el cofre en la parte frontal del vehículo. y la cabina va montada sobre el chasis.

Ventajas:

- Otorga un perfil aerodinámico, lo que disminuye el consumo de combustible.
- No es necesario abatir toda la cabina para revisar el motor.

Desventajas:

- Reduce la visibilidad, derivado del espacio que ocupa el cofre en la parte frontal.
- Incrementa el número de maniobras para dar vuelta.
- Baja la capacidad de carga de los vehículos remolcados, debido al espacio que ocupa el cofre.

Las cabinas convencionales se clasifican en los siguientes tipos:

2.2.2.2.1. Cabina de Día (Day Cab)

No cuenta con dormitorio, regularmente los tractos camiones que tienen este tipo de cabina no recorren grandes distancias, se usan para desplazarse por zonas urbanas.

2.2.2.2.2. Cabina-Dormitorio Modular

Es independiente del dormitorio, sólo están unidos mediante una corbata de hule y un marco por la parte interior, a través del cual el operador se mueve de cabina a dormitorio y viceversa. Existen paredes entre cabina y dormitorio, lo que disminuye el espacio para desplazarse entre ambos elementos.

2.2.2.2.3. Cabina Integral

El dormitorio está unido a la cabina de mando del operador (es de una sola pieza), no existen paredes entre estos dos elementos, por lo que proporciona más espacio interior y facilidad para desplazarse de cabina a dormitorio y viceversa.

2.2.2.2.4. Cabina Aerocab

Estructuralmente se puede considerar como modular, ya que se puede separar la cabina del dormitorio y funcionalmente es una cabina integral, ya que no existen paredes entre cabina y dormitorio que puedan obstaculizar el desplazamiento del operador entre ambos elementos. Cabe mencionar que esta cabina es exclusiva de la marca Kenworth. (Wabco, 2016)

2.2.2.3 Cabina Extendida

Es un tipo de cabina que consta de dos puertas y un área para almacenamiento o asientos detrás de la primera fila de asientos que son por general un banco pequeño o asientos plegables (Mobi, 2013) , en modelos recientes podemos encontrar una puerta o puertas adicionales con bisagras en la parte trasera.

Son conocidas por una variedad de nombres que incluyen Club Cab, Super Cab, Space Cab, King Cab y Xtra Cab. (Winn, 2000)

Se muestra en la figura 4 a continuación la cabina extendida en el modelo t370 fabricada

localmente con la implementación de sistema de suspensión neumática.

Figura 4

Cabina Extendida en un Tractocamión



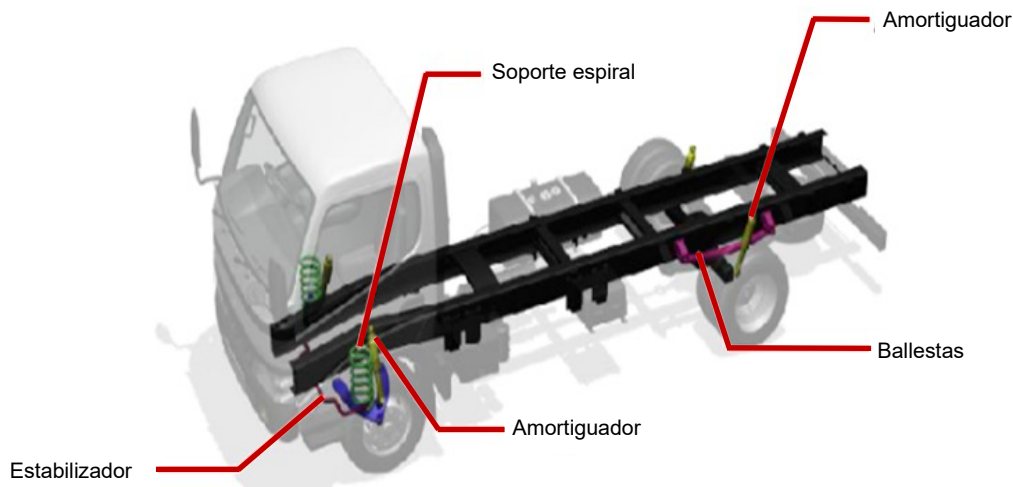
2.3. Sistema de Suspensión en Tractocamiones

El sistema de suspensión de un vehículo es el conjunto de componentes mecánicos que unen la parte suspendida del vehículo con la superficie rodante, cuyo objetivo primordial es de mantener siempre el contacto de la rueda con el terreno en manera que se consiga mayor control y seguridad del vehículo dado que toda suspensión va a contribuir a mejorar la estabilidad del vehículo, mejorando la adherencia y la respuesta de la dirección, y por otra, que también sirva para absorber las irregularidades del terreno de manera que proporcione una mayor comodidad a los ocupantes del vehículo (García, 2016) y es una de las partes más importantes en la estructura de un vehículo pesado, ya que gracias a esto su manejo se vuelve placentero, el tipo de suspensión a utilizar se elige de acuerdo al tipo de carga y camino por el que se conduzca comúnmente, debido a que no es fácil transportar demasiado peso por carretera (Cesvi, 2012).

La suspensión se compone principalmente de resortes o muelles, amortiguadores y estabilizadores como se muestra en la siguiente figura 5.

Figura 5

Componentes Principales de Suspensión en Camiones



Fuente: (Teojama, 2017)

Las funciones principales del sistema de suspensión incluyen:

- Maximizar el contacto entre los neumáticos y la superficie de la carretera.
- Proporcionar estabilidad del sistema de dirección y un buen manejo.
- Soportar uniformemente el peso del vehículo (incluido el bastidor, el motor y la carrocería).
- Garantizar la seguridad de la carga al absorber y amortiguar cualquier golpe.

2.3.1. Componentes de un Sistema de Suspensión

2.3.1.1. Neumáticos

Es una parte fundamental del sistema de suspensión con el aire que llevan y es la única parte del vehículo que entra en contacto con la carretera dirigiendo el camión y al mismo tiempo son responsables de detener el vehículo. Un sistema de suspensión requiere que los neumáticos se muevan hacia arriba y hacia abajo para absorber el impacto de los golpes y suavicen la conducción sobre superficies duras, adaptándose a superficies ligeramente irregulares y rugosas.

2.3.1.2. Amortiguadores y Puntales

Son cilindros llenos de aceite hidráulico que obligan a la suspensión a comprimirse y descomprimirse a un ritmo constante para evitar que los resortes y el vehículo reboten hacia arriba y hacia abajo, constan de un resorte helicoidal para soportar el peso del vehículo, una carcasa para proporcionar un soporte estructural y un cartucho para controlar el movimiento de la suspensión y asegurar así que los neumáticos mantengan contacto con la carretera.

Su propósito principal es controlar el movimiento de los resortes y la suspensión y asegurarse de que los neumáticos mantengan contacto con la carretera. (Fuso, 2020)

2.3.1.2.1. Tipos de Amortiguadores

Se pueden clasificar los amortiguadores atendiendo a otros criterios, como son:

a) Según su sentido de trabajo:

- Amortiguadores de simple efecto: sólo amortiguan en un sentido.
- Amortiguadores de doble efecto: amortiguan en extensión y compresión.

b) Según el fluido de amortiguación empleado:

- Amortiguadores de gas.
- Amortiguadores hidráulicos.

2.3.1.2.1.1. Amortiguador Hidráulico Convencional

Su efecto de amortiguamiento se consigue forzando el paso de un fluido (aceite hidráulico) a través de unos pasos calibrados de apertura diferenciada, de manera que permite dotar al amortiguador del grado de flexibilidad o rigidez necesaria, según las diferentes situaciones.

Son de doble efecto, sin embargo, su comportamiento va a ser diferente, según trabajen en expansión o en compresión ya que su fuerza amortiguadora que se consigue con los amortiguadores hidráulicos es variable y función creciente con la velocidad.

Existen dos tipos de amortiguadores hidráulico

a) Amortiguadores de Doble Tubo

Son aquellos que constan de dos cámaras: interior y de reserva, como se aprecia en la figura adjunta. Disponen de válvulas en el pistón y en la base del amortiguador, llamada válvula de pie.

Los hay de dos tipos: no presurizados (aceite) y presurizados (aceite y gas).

b) Amortiguadores Monotubo

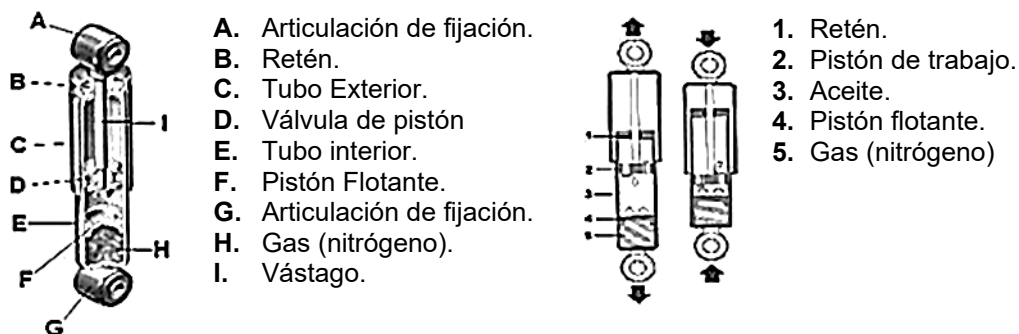
Estos constan de dos cámaras principales, una contiene el aceite y el otro gas a presión, estando separadas ambas cámaras por un pistón flotante. Su uso cada vez está más extendido en vehículos de altas prestaciones y vehículos de competición y se los considera como amortiguadores hidráulicos presurizados, con la diferencia que tienen sólo válvulas en el pistón.

2.3.1.2.1.2. Amortiguador Hidráulico Presurizado

Surgieron como una solución de mejora de los no presurizados para evitar que se genere espuma y bolsas de aire en el fluido hidráulico, porque estos factores afectan muy negativamente en el comportamiento del amortiguador, se diferencia de los convencionales por el aumento de una cámara de gas a presión.

Su funcionamiento podemos relacionarlo con la siguiente figura a continuación que consiste en que el pistón (2) desplaza el aceite (3) durante la compresión, este aceite comprime un poco más el nitrógeno (5), por tanto el gas se encuentra sometido a variaciones de volumen, actuando como un muelle y la presión continua ejercida por el gas sobre el aceite, por medio del pistón flotante (4), asegura una respuesta instantánea y evita los fenómenos que provoca la aparición de espuma en el aceite causante de una ineficaz amortiguación.

A continuación, se muestra en la figura 6 la estructura de un amortiguador hidráulico presurizado.

Figura 6*Estructura de un Amortiguador Hidráulico Presurizado*

Fuente: (García, 2016)

2.3.1.3. Ballestas

Son un tipo de resorte constituido por un conjunto de hojas o láminas superpuestas fabricadas en acero especial para muelles, unidas en el centro por un tornillo (Capuchino) pasante con tuerca que se mantienen alineadas por una serie de abrazaderas que evitan que se abran en abanico como se muestra en la figura 6.

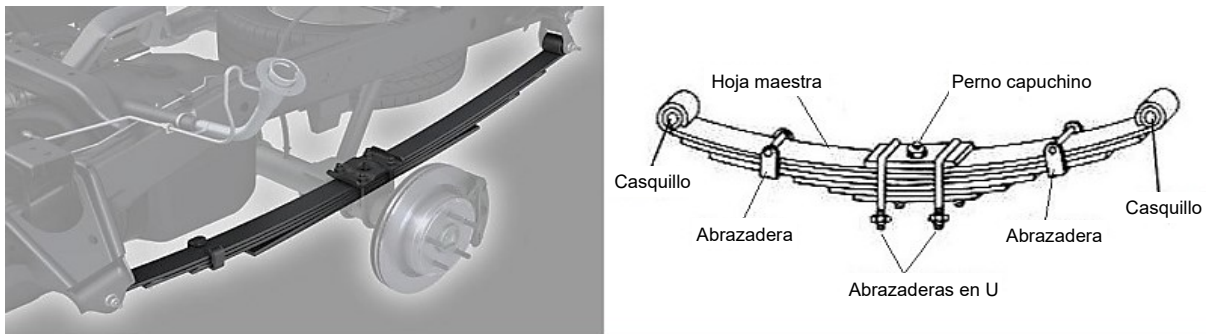
A la vez permiten el deslizamiento entre las hojas cuando éstas se deforman debida a la carga.

Formando todo ello un conjunto elástico de gran resistencia a la rotura es decir se encargan de suavizar los golpes producidos por las irregularidades en el firme, garantizando la unión entre los órganos de rodadura y el resto del vehículo, aportando una fuerza recuperadora cuando se produce alguna separación entre ellos y alargando la vida del chasis del vehículo.

En la figura 7 a continuación se muestra las partes de una ballesta.

Figura 7 Partes de una Ballesta

Partes de una Ballesta



Fuente: (García, 2016).

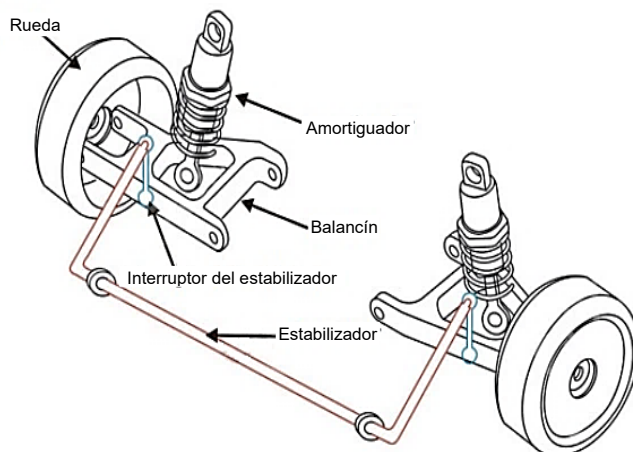
2.3.1.4. Barra Estabilizadora

Es una barra de acero con propiedades de naturaleza elástica, que se encarga de asegurar la estabilización de la suspensión del vehículo, en situaciones de cierto desequilibrio en las partes externas de los ejes, como en situaciones de curvas, frenadas o baches. Se sitúan en posición perpendicular respecto al eje del camión para lograr la estabilización del vehículo de manera longitudinal y neutralizar el posible balanceo lateral que puede ocasionarse en las curvas. (Euromaster, 2021).

En la figura 8 se muestra las partes de una barra estabilizadora.

Figura 8

Partes de una Barra Estabilizadora



Fuente: (Oponeo, 2019)

2.3.2. Tipos de Sistemas de Suspensión en Tractocamiones

La selección de un sistema de suspensión dependerá del nivel de estabilidad que necesite, la frecuencia de giro y el mayor peso previsto de su carga, es decir una suspensión excesivamente ligera para su remolque aumentará los daños por impacto en su vehículo y por el contrario si la suspensión es excesivamente rígida contribuye a la fatiga del conductor.

Entre los tipos de sistemas de suspensión de tractocamiones tenemos:

2.3.2.1. Sistema Mecánico

Están compuestos de brazos de reacción que mantienen la orientación horizontal de los ejes del remolque en todos los movimientos, su principal ventaja es su estabilidad incluso en terrenos difíciles, además que la distribución de la carga de su remolque se mantiene constante incluso al frenar, son baratos y necesitan poca o ninguna lubricación, suelen tener mecanismos de muelle para reducir las vibraciones del remolque.

El sistema de suspensión mecánica (delantera y trasera) está conformada, además de otros elementos como: perchas, pernos roscados, pernos U, amortiguador, brazo de torsión, abrazaderas de acero, banco central. (Contreras, 2021)

2.3.2.2. Sistema Rígido de Suspensión del Remolque

Es una opción convencional cuyo movimiento de una de las ruedas del remolque dependerá del de las demás, a pesar de que no son tan cómodos para los conductores son baratos y sencillos. Su forma robusta los hace fiables para cargas pesadas porque soportan movimientos variados de los ejes.

Los neumáticos permanecen perpendiculares a la carretera cuando se utilice este sistema ya que genera un agarre seguro entre los neumáticos y la carretera y reduce el desgaste de sus neumáticos.

2.3.2.3. Sistema Bogie

Es usado principalmente en remolques RGN ya que permite a los conductores bajar la

posición del motor y el centro de gravedad del remolque, aumentando la estabilidad y ajustando la altura del remolque. Las suspensiones de Bogie son asociadas a vibraciones mínimas y a una reducción del impacto de la carrocería en terrenos accidentados, de esta forma aumenta el confort del conductor.

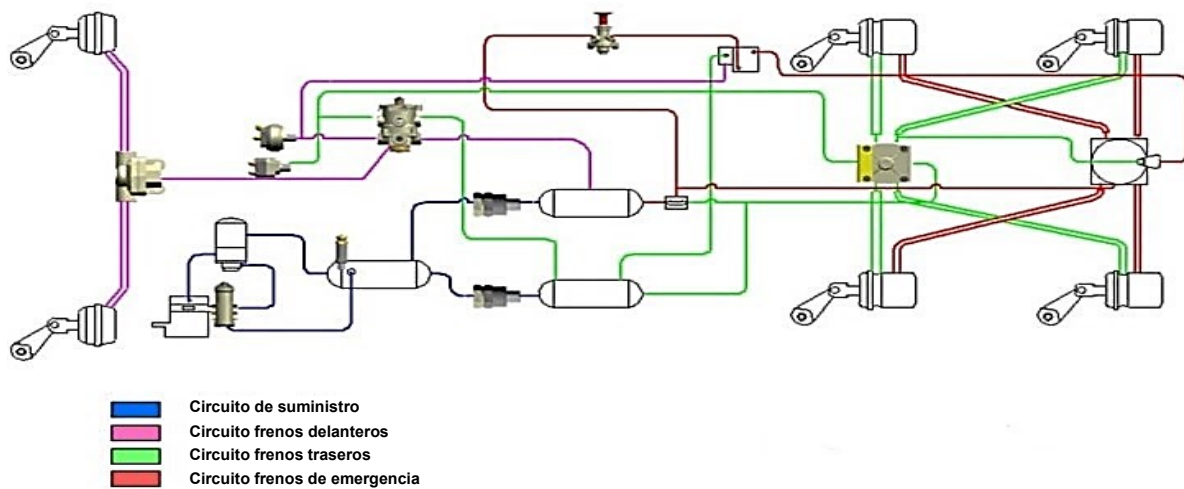
2.3.2.4. Sistema Neumático o de Aire

Este sistema incluye bolsas de goma y poliuretano infladas y es considerado como mejor sustituto de los sistemas de ballesta que ya no se recomiendan en la actualidad para camiones pesados porque no permiten una conducción cómoda y un deslizamiento suave sobre los baches como lo hace un sistema Neumático. Otra de las ventajas que poseen es que crean vibración mínima generando un menor desgaste y gastos de mantenimiento.

Algunos sistemas de suspensión neumática tienen ejes adicionales que permiten ajustar a una altura baja del remolque mejorando la dirección del vehículo, la aerodinámica y la estabilidad.(Rath, 2020)

Es muy utilizado en la parte trasera de camiones rígidos, tractocamiones, autobuses foráneos y semirremolques para eje sencillo, tándem y trídem y se caracteriza por el aumento de la carga útil a 25 a 30 mil libras utilizando aire comprimido en el interior de unas cámaras o fuelles, localizadas entre el eje y el chasis del vehículo. (Contreras, 2021). Los componentes más importantes en este tipo de sistema son: cámaras de aire, válvula niveladora y líneas de aire, pero también encontramos perchas de suspensión, muelles, pernos roscados, abrazaderas “U”, brazos de torsión, columpios, cámaras de aire, viga o muelle principal, canal transversal, barras de torsión, amortiguadores, varilla de la válvula, espaciadores (z). (Cesvi, 2012)

En la figura 9 a continuación se muestra el sistema de suspensión neumática en un tractocamión.

Figura 9*Sistema de Suspensión Neumática en un Tractocamión***Fuente:** (Gutiérrez, 2011)**2.3.2.4.1. Beneficios de la Suspensión Neumática en un Tractocamión**

- Más confort en el manejo de la carga en el caso de los tractocamiones debido al sencillo sistema de enganche y desenganche del remolque, al descansar sobre el aire del fuelle y a que no hay ninguna fricción mecánica en la suspensión proporcionando una suspensión muy suave.
- Mayor fiabilidad y seguridad a la hora de transportar productos frágiles gracias a la absorción uniforme de las irregularidades del terreno y a un menor nivel de vibración en la zona de carga del vehículo durante la conducción porque la rigidez de los fuelles neumáticos se adapta automáticamente a la carga.
- Permite transportar un mayor nivel de carga manteniendo la distancia de ésta con la carretera de manera uniforme en todo momento porque el sistema neumático regula automáticamente la presión a los fuelles, de forma que la altura del chasis siempre es la misma, independientemente de la magnitud de la carga.
- Un mayor nivel de seguridad en lo que se refiere al control del frenado en función de la carga transportada. (Narváez, 2011)

2.3.2.4.2. Componentes Principales de un Sistema de Suspensión Neumática

2.3.2.4.2.1. Fuelle Neumático

Es un dispositivo neumático básicamente fabricado como una especie de bolsa en cuyo interior se encuentra un gas o aire que hace la función de un resorte reduciendo vibraciones y brindando una mejor estabilidad a la unidad, de esta forma generando una conducción más segura y suave al operador del vehículo independientemente de la carga a la cual está sometido el camión. (Automotriz, 2020)

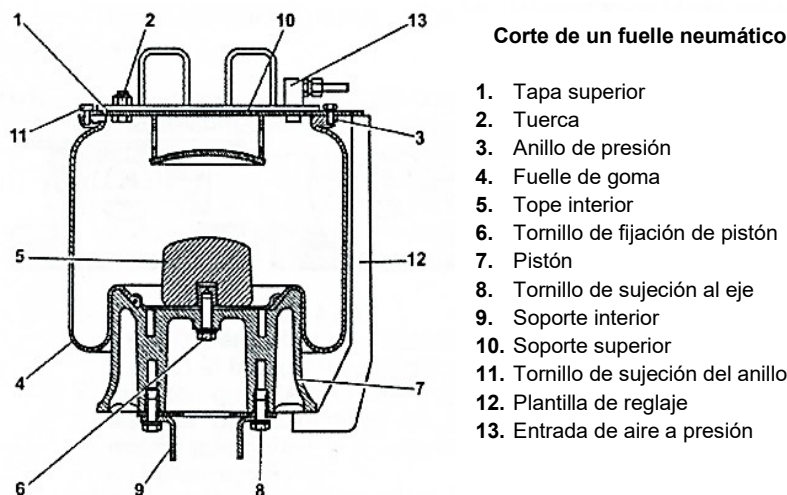
Su circuito de alimentación consta de un calderín auxiliar alimentado por la instalación general de frenos y equipado con una válvula de rebose que permite su llenado, a partir de los 4,5 bar de presión, con el fin de poder mantener en el calderín general una reserva de aire para el buen funcionamiento de los frenos como se muestra en la figura.

La alimentación de los fuelles, situados en cada una de las ruedas, se realiza a través de una válvula de nivelación que permite mantener la presión adecuada dentro del diafragma. (Pakin, 2011).

En la figura 10 se muestra circuito de alimentación de un fuelle neumático.

Figura 10

Circuito de Alimentación de un Fuelle Neumático



Fuente: (Cortez, 2013)

2.3.2.4.2.2. Compresor

Es el encargado de alimentar tanto el circuito de frenos como el de suspensión y se conecta al motor por medio de engranajes o de una banda en V, donde el aire llega al depósito de frenos hasta 12 bar y luego a unos depósitos auxiliares de suspensión hasta una presión de 1200 kpa –12 bar. (Senati, 2018) .El compresor puede ser enfriado por aire o por el sistema de enfriamiento del motor y puede tener su propia provisión de aceite lubricante o estar lubricado con aceite del motor.

A continuación, en la figura 11, los modelos de compresores de un cilindro.

Figura 11

Modelos de Compresores de un cilindro

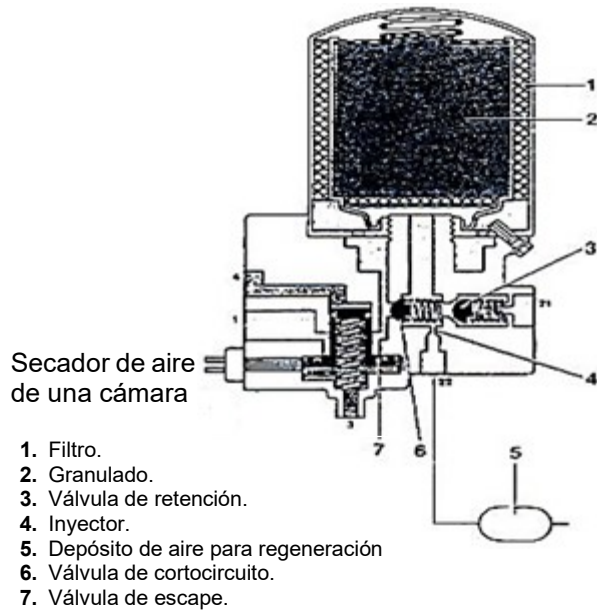


Fuente: (Batista, 2009)

2.3.2.4.2.3. Secador de Aire

Es un dispositivo que está montado entre el regulador de presión y válvula protectora de circuitos cuya función es la de quitar la humedad del aire, evitando la formación de óxidos y sedimentos en el sistema y de esta forma, prolongando la vida útil de los componentes.

La estructura la podemos ver en la figura 12 a continuación.

Figura 12*Estructura del Secador de Aire*

Fuente: (Román, 2015)

2.3.2.4.2.4. Depósitos de Aire o Calderines

Considerados como recipientes metálicos de forma cilíndrica cuya capacidad está calculada para que almacene la suficiente cantidad de aire comprimido para accionar los frenos aun en el caso de fallo fortuito del compresor, en su parte inferior llevan montado un grifo de purga para vaciar y eliminar posibles condensaciones de agua que pudieran producirse en el depósito. El proceso de purgado se realiza con facilidad por la posición apropiada del grifo, ya que como la condensación se deposita en la parte inferior del depósito, al accionar el grifo el agua es expulsada automáticamente por la presión interna del aire.

La Figura 13 nos muestra un modelo de Calderín utilizado en los Kenworth t370.

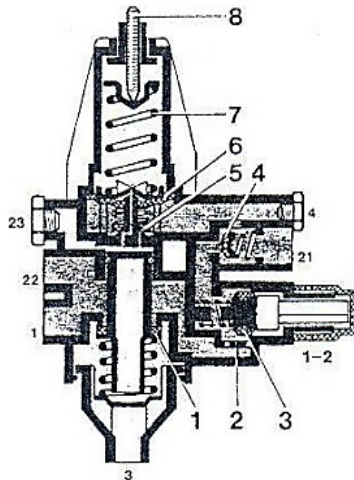
Figura 13*Depósito de Aire o Calderín*

Fuente: (Román, 2015)

2.3.2.4.2.5. Válvula Reguladora de Presión en el Circuito

Está situada antes del dispositivo secador de aire y disponen de una toma de aire que puede alimentar un circuito o aparato externo al camión o al contrario de llenar la instalación del camión desde un depósito externo por ejemplo para desbloquear los frenos en caso de emergencia. El aire que llega desde el exterior pasa a través de la válvula de carga hacia la válvula de retención y desde allí a la instalación de aire comprimido. La válvula se desconecta al alcanzar la presión de servicio y todo el aire suministrado por el compresor pasará por el tubo hasta la apertura de la válvula de seguridad.

En la figura 14 nos muestra la estructura de la válvula reguladora de presión en el circuito neumático.

Figura 14*Estructura de la Válvula Reguladora de Presión en el Circuito*

Válvula reguladora de la presión en el circuito.

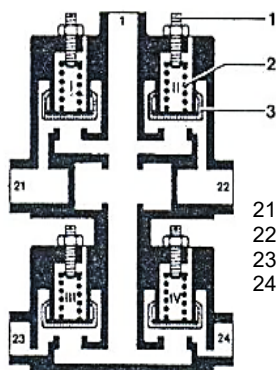
1. Pistón de desconexión. 2. Filtro tamiz.
3. Válvula de llenado. 4. Válvula de retención.
5. Válvula doble. 6. Membrana. 7. Muelle de apriete. 8. Tornillo de reglaje de la presión.

Fuente: (Román, 2015)

2.3.2.4.2.6. Válvula de 4 Vías o de Protección de Circuitos

Son las encargadas de suministrar el aire de frenos como el de suspensión, trabajando a una presión de frenos de 7.5bar a 8.5bar y de suspensión en 10 bar a 11.5bar de esta manera protegiendo los demás circuitos en caso de falla de alguno de estos. (Senati, 2018)

En la figura 15 se muestra la válvula de 4 vías utilizada para suministrar aire de frenos.

Figura 15*Válvula de 4 Vías o de Protección de Circuitos*

- 21 Circuito de freno anterior.
- 22 circuito de freno posterior.
- 23 circuito de freno de estacionamiento
- 24 circuito de servicios auxiliares.

Válvula de protección de circuitos (para cuatro circuitos).

1. Tornillo de ajuste. 2. Muelle. 3. Embolo de válvula

Fuente: (Román, 2015)

2.3.2.4.2.7. Válvula Niveladora

Esta válvula está formada por un cuerpo de válvula, fijada al bastidor o carrocería, con la entrada de aire por su parte superior, procedente del calderín auxiliar; las salidas de distribución de aire a los fuelles situadas en la parte central de la válvula y el orificio de descarga rápida situado en la parte inferior, mediante una varilla se gradúa el nivel fuelle. (Bianchi, 2011).

Para explicar su funcionamiento nos basaremos en una de sus características: la altura constante del bastidor respecto al suelo, tanto en vacío como en cualquier condición de carga.

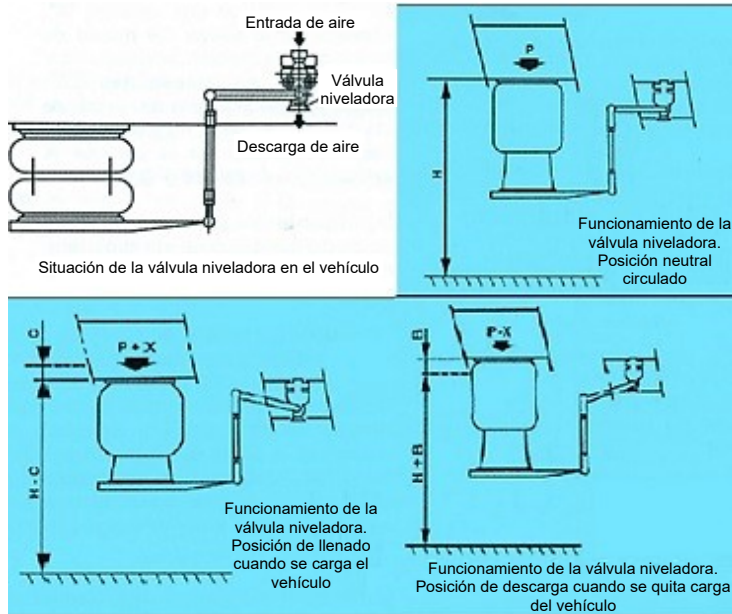
La válvula niveladora ha suministrado a los fuelles la presión necesaria para sostener la carga "P", presión que mantiene la altura preestablecida "H", que debe ser constante como se muestra en la figura. En estas condiciones se nivela la timonería de la válvula de forma que este en la zona neutral.

Partiendo de la posición inicial, si nosotros aumentamos la carga del vehículo en una cantidad "X", tendremos un crecimiento del fuelle, que tenía la presión necesaria para mantener la carga anterior "P" y el bastidor bajará una cantidad "C"; por la misma razón la palanca de la válvula niveladora se desplazará hacia arriba. Al producirse en la palanca de la válvula este giro hacia arriba, y se abre el paso del aire al fuelle, el cual, al incrementar su presión interna, aumenta su capacidad de empuje y eleva el bastidor hasta que alcance la altura: "H" establecida; en este momento se cierra la válvula cuya palanca ha vuelto a llegar a su zona neutra restableciéndose la posición inicial. (Franco, 2001)

En la figura 16 se muestra el funcionamiento de la válvula y sus diferentes posiciones.

Figura 16

Válvula Niveladora



Fuente: (Cortez, 2013)

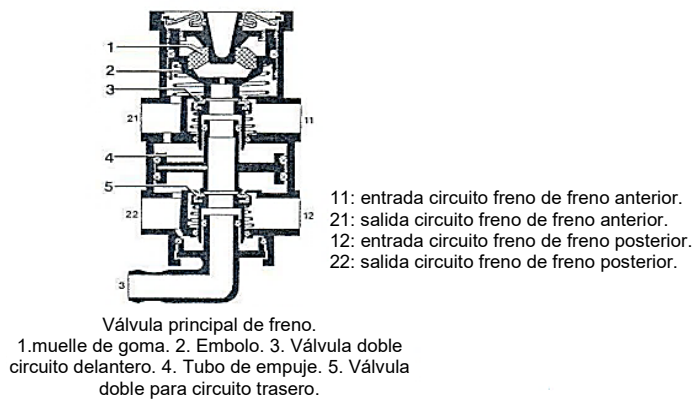
2.3.2.4.2.8. Válvula de Frenos

Es aquella que provee al tractocamión un frenado gradual y proporcional al esfuerzo ejercido por el pedal de freno a través de la presurización independiente de cada circuito de freno o de doble circuito, de manera que si falla uno de los circuitos el otro continúe funcionando normalmente.

En la figura 17 vemos las partes de la válvula de frenos.

Figura 17

Válvula de Frenos



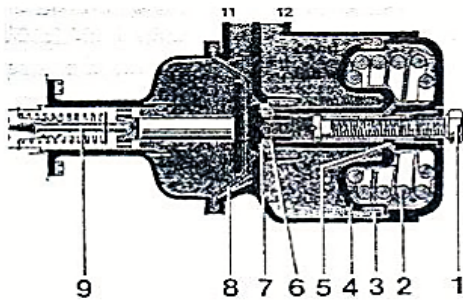
Fuente: (Román, 2015)

2.3.2.4.2.9. Cilindros de Freno

Van situados en los frenos de las ruedas y tienen como misión el accionamiento de las zapatas o de pastillas. Tenemos dos tipos de cilindros de frenos más conocidos como se muestra en la figura 18.

Figura 18 Tipos de Cilindros de Freno

Tipos de Cilindros de Freno



Cilindro de freno con acumulador de muelle para freno de estacionamiento.

1. Tornillo para soltado de emergencia. 2. Muelle. 3. Junta. 4. Pistón. 5. Taladro. 6. Taladro. 7. Collarín de obturación. 8. Membrana. 9. Cuña de expansión

Fuente: (Román, 2015)

El Cilindro de Freno de una Cámara que está Formado por un cuerpo cilíndrico dentro del que se desplaza un émbolo que es empujado por el aire a presión procedente del circuito cuando se acciona la válvula principal de frenos, cuyo émbolo este acoplado por medio de un vástago a la palanca de accionamiento de las zapatas, desplazándolas mecánicamente para efectuar el frenado de las ruedas.

Otro tipo es el cilindro de Freno con Acumulador de Muelle que está ubicado en los ejes traseros del tractocamión cumpliendo la función de freno de estacionamiento y se montan fuera del freno de rueda, pero atornillados directamente a él.

2.4. Funcionamiento de la Suspensión Neumática

Como resultado del sistema de suspensión, el vehículo forma una unidad oscilatoria con una frecuencia propia de la carrocería, determinada por las masas de muelles y el

correspondiente sistema de suspensión. Antes de explicar cómo funciona la suspensión neumática, hay cosas importantes que se necesita saber. Lo primero es la altura de marcha que es simplemente la distancia entre el chasis del vehículo y los ejes del vehículo en la conducción. La altura de marcha se determina por la carrocería o el fabricante del chasis. El fabricante suministrará las medidas correctas y los puntos de medición en el chasis. Lo que esto significa es que el bastidor del vehículo se moverá hacia arriba o hacia abajo cuando se retire o se añada peso al vehículo.

Aunque esto es cierto en cualquier suspensión ya sea de aire, de resorte o de barra de torsión permanecerán elevado o bajado cuando se quite o se añada peso. Debido a las válvulas de control de altura, los vehículos con suspensiones de aire deben permanecer siempre a la altura de manejo. La altura de marcha de otras suspensiones cambia cuando se agrega o quita peso. Basta con llenar el tanque de combustible para que aumente considerablemente el peso del vehículo.

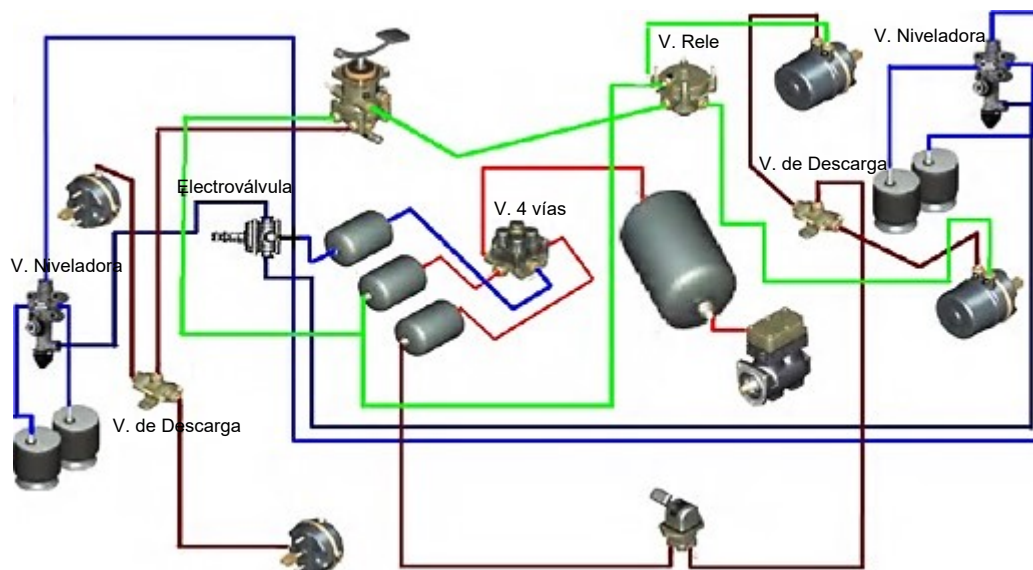
Un cambio más sutil en peso puede ser causado por el movimiento del vehículo. Cuando un vehículo se inclina, la suspensión transfiere el peso de un lado o extremo al otro, esto añade o elimina peso de diferentes puntos de la suspensión. La compresibilidad del aire permite que el vehículo se mueva hacia arriba o hacia abajo en el bastidor con el peso que se desplaza sin añadir ni quitar el aire de las bolsas.

El vehículo está soportado en el bastidor con una disposición de bolsas de aire. El sistema de aire del vehículo, el compresor de aire, tanques, líneas, etc. Suministran aire a las válvulas de control de altura montadas en la parte trasera del vehículo. Las válvulas de control de altura están conectadas a las bolsas de aire con una línea de aire (J.M, 2012).

En la figura 19 se muestra el diagrama de flujo de la suspensión neumática.

Figura 19

Diagrama de Flujo de Funcionamiento de la Suspensión Neumática



Fuente: (Senati, 2018)

2.5. Sistema de Suspensión en Tractocamión Kenworth T370

Es de tipo elástico Convencional ya que presenta un aislamiento mediante elementos elastómeros (caucho y gomas antivibración) adheridos en armadura metálica que soportan esfuerzos multidireccionales filtrando las frecuencias de excitación y neutralizando la transmisión de ruidos y vibraciones. Las suspensiones elásticas son anti vibratorias de baja frecuencia de resonancia, con capacidad amortiguadora y altas prestaciones en el aislamiento de vibraciones, ruidos y choques. Presentan un tamaño menor y pesan menos en comparación con un motor térmico de similitud potencia.

Capítulo III

Implementación del Sistema de Suspensión Neumática para una Cabina Extendida de un Tractocamión Marca Kenworth T370

3.1. Características del Sistema

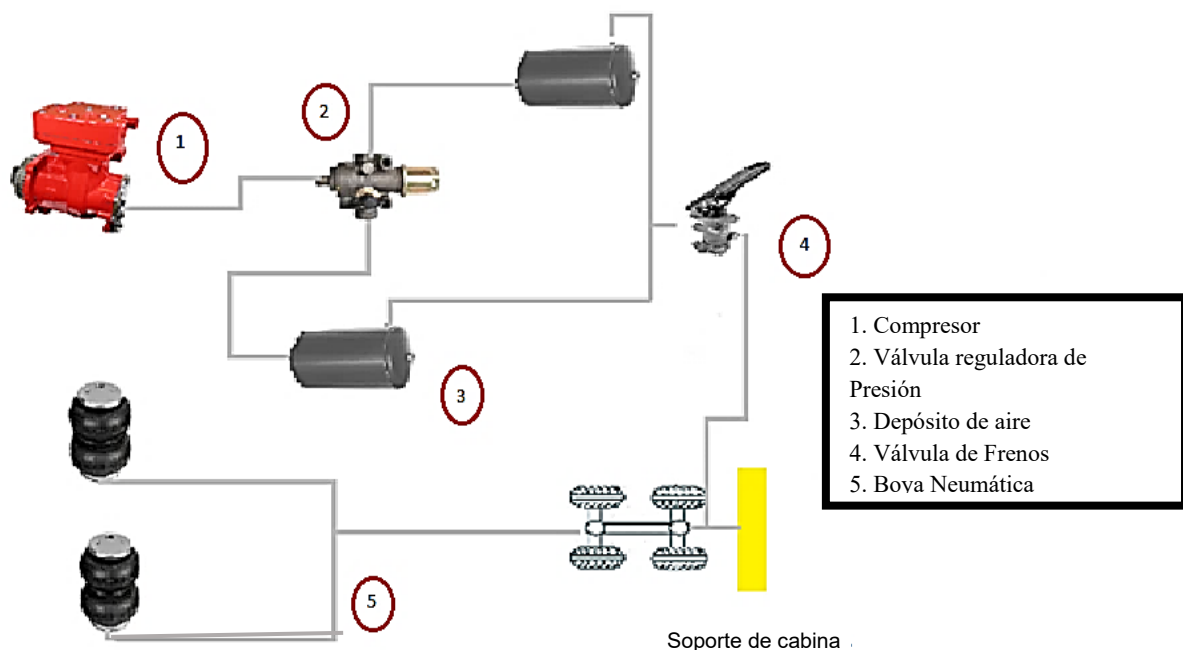
El sistema de suspensión neumática tiene como principal característica en mejorar la estabilidad y el confort del vehículo, con respecto al sistema de suspensión mecánico convencional.

3.2. Sistema Neumático

3.2.1. Distribución del Sistema Neumático

Figura 20

Esquema del Sistema Neumático



3.2.1.1 Selección de Elementos que Componen el Sistema Neumático

Los elementos que se utilizan para la implementación del sistema neumático son:

- 1 motor – compresor de aire

N° Part #5301094 - Pies cúbicos por minuto: 18,7

Tamaño del orificio: 85 mm

Puertos de agua: 3/4" - 16 STOR

Puertos de descarga: M27 - 2.0 STOR

Puertos del gobernador: M10 - 1.0 STOR

- depósitos de aire o calderines
- boyas neumáticas

Nº Part #1S5-055

Montaje inferior: 1/2-13 UNC

Altura mín./máx.: 4,0"/10,0"

Número de pistón: ASC-08-7-194

Montaje superior: 3/4 DE LISO / 1/8-27 NPTF

- 1 válvula reguladora de presión




Presión Max. 150 psi

- 1 válvula distribuidora asiento neumático

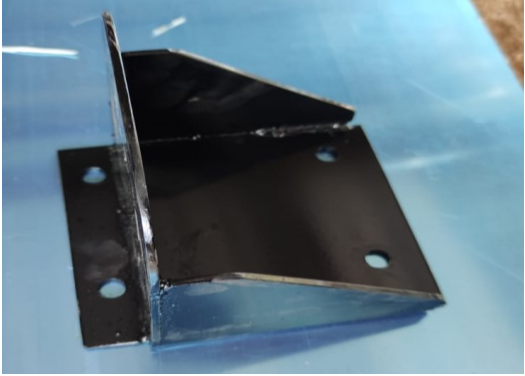


3.2.2. Funcionamiento del Sistema de Suspensión Neumática en Cabina extendida

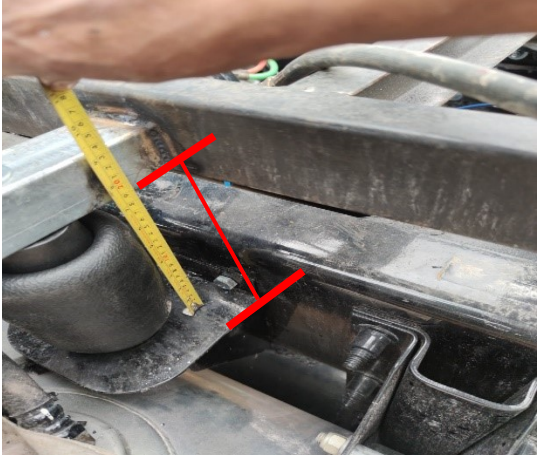


El motor con compresor integrado genera la presión de aire de 100 psi que a través de una válvula reguladora de presión distribuye aire a dos depósitos o secadores donde luego fluye en sus cañerías permitiendo el paso de aire al sistema neumático del asiento en donde se conecta una válvula de freno en paralelo con una T para aprovechar este sistema cual está conectada a la cabina manteniendo la altura constante ya que distribuye la presión a los dos fuelles neumáticos.



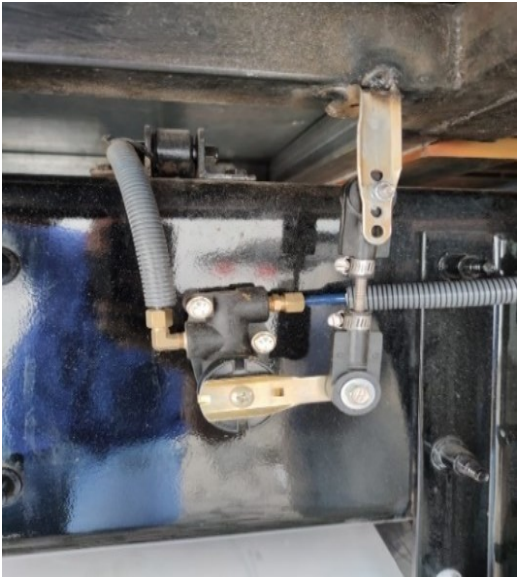
3.2.3. Esquema Guía del Proceso de Instalación del sistema de suspensión Neumática en cabina extendida

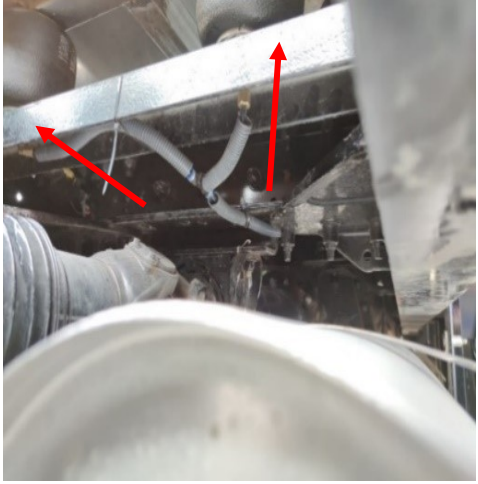


Proceso de Instalación de Suspensión		
Pasos	Procedimiento	Ilustración Fotográfica
1	Se coloca la unidad en posición nivelada y con los tanques de aire descargados.	
2	Por seguridad se desconecta los cables de alimentación de energía.	
3	Se procede a eliminar los remaches que vienen instalados en el chasis de la unidad.	

4	<p>Se corta la placa de fijación de la base (espesor 5mm) que soportara las boyas neumáticas. (18.5 cm x 15.5 cm)</p>	
5	<p>Se procede a cortar los soportes laterales de la base de suspensión a fin de transmitir los esfuerzos de la carga ejercida por la suspensión neumática. (10 cm x 13.5 cm). Ver en el anexo 1.</p>	
6	<p>Se considera la perpendicularidad de la base para un correcto asentamiento de la estructura, Se utilizó soldadura por punto de resistencia eléctrica.</p>	

7	<p>En forma debería obtenerse una base parecida a la fotografía, se cuida la superficie de la misma para el cuidado del elemento neumático.</p>	
8	<p>Se instala la base con 4 pernos de fijación M16 al chasis de grado 10.9, realizar el siguiente apriete (247-790) N*M, Fijado con tuercas de presión, Se recomienda que en ambos lados se tome las medidas correspondientes para el correcto nivel.</p>	
9	<p>Adquisición de materiales previa justificación.</p> <p>A.- 2 boyas Neumáticas Goodyear 1S5-055 y</p> <p>B.-Mangueras neumáticas de 5/8 de pulgadas junto a conexiones Tóricas</p> <p>C.-Conexiones en T de 5/8 de pulgadas.</p>	

10	<p>Medimos la altura desde la base y el punto de soporte, el cual nos dio 20 cm de resultados, replicamos el proceso en el otro lado de la unidad.</p>	
11	<p>Ensamblamos las mangueras neumáticas de 5/8 de pulgadas con su respectiva junta tórica conector recto macho.</p>	
12	<p>Realizar las conexiones de la manguera neumática hacia las boyas neumáticas.</p>	

13	Realizar la prueba de inflado de la instalación que antecede.	
14	El suministro de aire es tomado desde la válvula distribuidora direccional de aire que va dirigida al control de altura del asiento.	
15	<p>Se instala la válvula reguladora de nivel de cabina extendida, misma que tiene regulación variable para determinar la altura. Ver en esta referencia (3.3.3.4. Instalación de Mecanismo de Nivel).</p> <p>El flujo esta dado desde compresor de aire- distribuidora del asiento- reguladora de nivel- 2 boyas.</p>	

16	Se conecta las dos boyas en forma paralela hacia la válvula reguladora de nivel.	
17	Se toma referencia de la separación entre el capot y la cabina el cual lo dejamos en 2 cm por medio de la válvula reguladora de nivel.	
18	Comprobamos la altura y el ángulo de ataque del frontal para que la misma no haya sido modificada (48 cm).	

3.3. Implementación del Sistema

3.3.1. Mecanismo para Determinar el Nivel del Vehículo Pesado

El mecanismo se basa en un principio de funcionamiento biela – manivela, cuál consta de una varilla (biela) colocada sobre el chasis del vehículo y una platina (manivela).

3.3.2. Base de Colocación de Boyas Neumáticas

Al implementar un sistema de suspensión neumática debemos tener en cuenta que se debe incluir boyas neumáticas que reemplazarán a los mecanismos de suspensión mecánica, por tal motivo es importante que las bases que se construyan sean proporcionales al peso a soportar que van puesta en el chasis y en las cabinas.

Para el diseño de la base metálica se considera las dimensiones de las boyas neumáticas, cuales se muestran en la tabla 1:

Tabla 1

Dimensiones de la Base de Colocación de Boyas Neumáticas

Ancho (cm)	Alturas (cm)	Profundidad (cm)	Diámetro interior y exterior de base circular (cm)	Diámetro interior de estructura rectangular (cm)
16	5 y 18	14	2.5 y 19	1.2

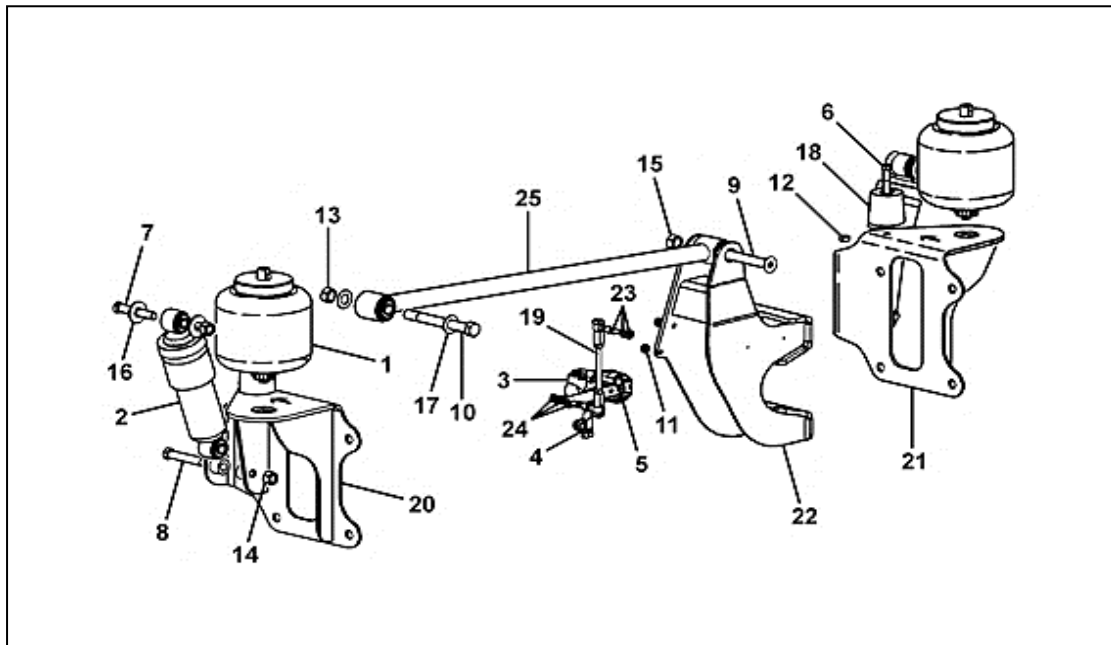
3.3.3. Montaje e Instalación de los Elementos del Sistema

La suspensión neumática basa su funcionamiento en someter aire a presión, por eso se sustituye el elemento de fijación mecánico por una boya neumática.

Con esta suspensión se puede variar la altura de la cabina en función de las características de la calzada y estilo de conducción. A continuación, se muestra un gráfico del montaje y una tabla de la descripción de los componentes del sistema Neumático. Véase en figura 21.

Figura 21

Montaje de los Componentes del Sistema de Suspensión Neumática para Cabina Extendida

**Tabla 2**

Descripción de cada Componente del Montaje

Detalle de Partes	
1. Dos Muelle neumático en Kits.	9. Un Tornillo de cabeza (1/2-20'' x 3- 1/2 '')
2. Dos Amortiguadores para 38'' Aero cabinas en Kit C.	10. Un Perno hexagonal (1/2''x 5'')
3. Una válvula de control de altura.	11.Dos Tuercas de seguridad (1/4 '' UNC)
4. Un Accesorio en T (1/4'' x 3/8 '').	12. Dos Tuercas de seguridad (5/16'' UNC)
5. Dos Pernos hexagonal (1/4 ''x 1- 3/4 '').	13. Una Tuerca de seguridad (1/2'' UNC)
6. Dos Tornillo de cabeza, hexagonal (5/16-18'' x 1- 1/2 '').	14. Cuatro Tuercas de seguridad (7/16 ''UNF)
7. Dos Pernos hexagonal (7/16''x 1/2'')	15. Una Tuerca de seguridad (1/2'' UNF).
8. Dos Pernos hexagonal (7/16''x 1/2'').	16. Cuatro Arandelas (7/16'')
3-	17. Dos Arandelas (1/2'') Marca Stainless Steel.

3.3.3.1 Instalación de los Amortiguadores

Para instalar los amortiguadores, se debe retirar el sistema de original del tractocamión y cambiarlo por el sistema de suspensión neumática, siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Colocar el vehículo en un lugar plano y desconectar la batería.
2. Instalar la varilla en el agujero del chasis del vehículo, y apretar la tuerca de sujeción contra esta.
3. Colocar el amortiguador en su alojamiento y acoplarlo a la platina, asegurar el amortiguador por medio de pernos a la carrocería.
4. Conectar la platina a la varilla por medio de una rotula que está unida a esta con un perno.

En la figura 22 se muestra la posición donde se instalaron los amortiguadores.

Figura 22

Instalación de Amortiguadores



3.3.3.2. Instalación del Templador de Cabina

Para instalar el templador de la cabina, siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Fijar Bases (Platinas en L) con pernos al chasis, apretar tuerca de sujeción.
2. Fijar Bases (Platinas en L) con pernos a la cabina, apretar la tuerca de sujeción.
3. Instalar Bujes de templador, fijado a la cabina y asegurar por medio de pernos a la carrocería.

En la figura 23 se muestra la posición en la cual se instalaron los templadores de la cabina extendida de un Kenworth t370

Figura 23

Instalación de Templador de Cabina



3.3.3.3. Instalación de Boyas Neumáticas

Para instalar las boyas neumáticas, se debe desmontar las bases fijas del sistema original del tractocamión, que están compuestas por perno que está compuesta por un perno con base rígida que absorben las vibraciones y aíslan los componentes entre cabina y chasis y siguiendo este procedimiento:

1. Las bases diseñadas van sujetas de la siguiente manera: la parte inferior donde va asentada la boya se conecta en el chasis y la parte superior va anclada a la cabina o camarote.

2. Se colocan las dos boyas neumáticas en las bases respectivas.
3. Luego se conectan las boyas neumáticas a una misma válvula reguladora de presión y a un templador ajustable hacia la parte inferior de la cabina, permitiendo que cuando la cabina haya bajado al punto muerto inferior por falta de aire y descompensación o este el vehículo apagado por mucho tiempo, una vez que comience a cargar el aire, los cilindros al encender el motor, ingrese aire en las boyas y eleve la cabina a una altura predeterminada. Véase en figura 24.

Figura 24

Instalación de Boyas Neumáticas

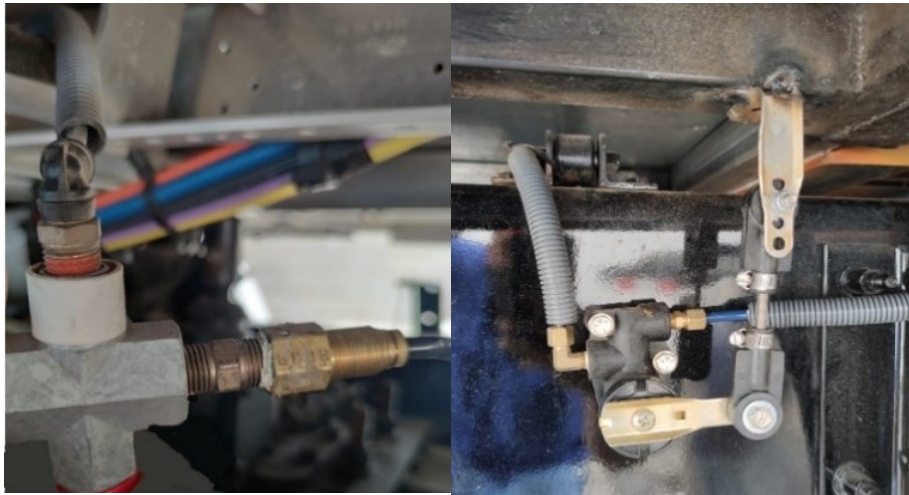


3.3.3.4. Instalación de Mecanismo de Nivel. El mecanismo de la Válvula reguladora de nivel biela-manivela seguirá a continuación el procedimiento de instalación:

1. Colocar la varilla en el agujero del chasis del vehículo, y apretar la tuerca de sujeción contra esta.
2. Acoplarlo a la platina y asegurar el mecanismo por medio de pernos a la cabina.
3. Conectar la platina a la varilla por medio de una rotula que está unida a esta con un perno.
4. Conectar suministro de aire desde el empalme del asiento hacia el mecanismo de nivel

Figura 25

Instalación de Mecanismo de Nivel



3.4. Pruebas de Funcionamiento del Sistema

3.4.1. Prueba de Resistencia de la Base Metálica

Una vez realizado el diseño de la base, con ayuda del programa SolidWorks verificamos la resistencia de la base metálica al colocar las boyas neumáticas utilizando sus respectivas dimensiones, se procede a determinar si el diseño soportará las cargas que se alojarán.

Para ello se realiza lo siguiente en el programa:

- Se activa el asistente para simulación del programa y se selecciona las propiedades del material.
- El asistente solicita que se coloquen las sujeciones que soportarán a la base.
- Se coloca las cargas que soportará la base metálica (en nuestro caso las cargas son de 196.88 Kg. que equivalen al peso de las boyas neumáticas más el peso de la estructura que soportan).

Tabla 3*Propiedades del Material*


Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: ASTM A36 Acero	
	Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal	Solido
	Límite elásticos: 2.5 e+08N/m ²	1(Redondeo1)
	Límite de tracción: 4e+08N/m ²	(Pieza metálica)
	Modulo elástico: 2 e+11N/m ²	
	Coefficiente de Poisson: 0.26	
	Densidad: 7850 kg/m ³	
	Modulo cortante: 7.93e+10N/m ²	

Tabla 4*Fuerza de Reacción*

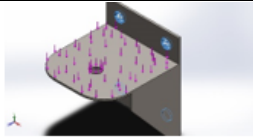
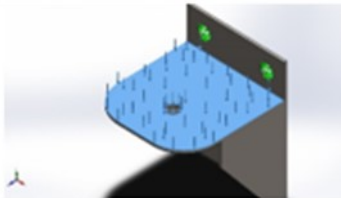
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: 4 caras Tipo: Geometría fija

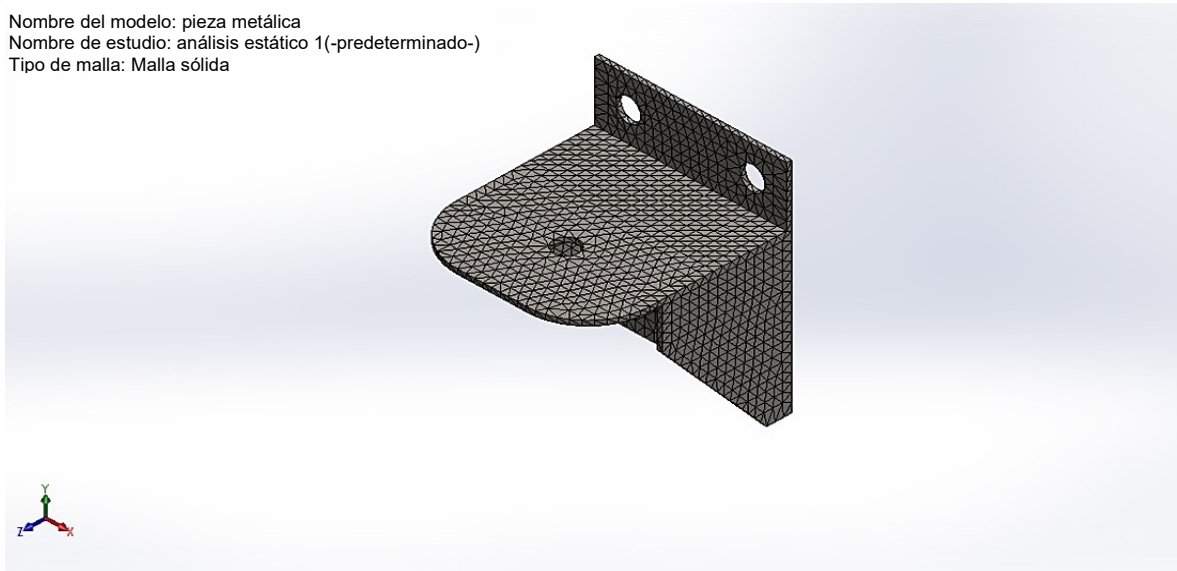
Tabla 5*Detalles de Carga*

Nombre de la carga	Modelo	Detalle de Carga
Fuerza 1		Entidades: 1 cara Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 196.88 kgf

En la figura 26 se muestra el modelado de base de suspensión de cabina

Figura 26*Modelado de Base de Suspensión de Cabina*

Nombre del modelo: pieza metálica
 Nombre de estudio: análisis estático 1(-predeterminado-)
 Tipo de malla: Malla sólida

**3.4.2. Prueba de Inflado**

Se realizará en los muelles neumáticos a una presión próxima de 100 Psi para inspeccionar si existe fuga en la cañería que alimenta de aire a las boyas neumáticas.

Véase en la figura 27 la prueba de inflado.

Figura 27*Prueba De Inflado*

3.4.3. Prueba de Estabilidad

Este tipo de prueba se realiza para comprobar, si el sistema de suspensión neumática implementado en el tractocamión mejora con respecto a uno con un sistema de suspensión mecánico convencional, determinando si la estabilidad es mayor, menor o se mantiene.

En este caso se determinó la estabilidad del vehículo pesado de acuerdo a la siguiente prueba de campo:

3.4.3.1. Prueba de Carretera y Cabeceo

Nos permite observar el funcionamiento de la suspensión cuando el tractocamión se encuentra en movimiento y se realiza en carretera debido a que la estabilidad del vehículo pesado está relacionada con la velocidad angular y aceleración lineal que posee él mismo al momento de pasar por un tramo de carretera rugosa.

Por lo tanto, se realiza una prueba de ruta con el sistema de suspensión mecánica convencional y luego con el sistema de suspensión neumático instalado en el vehículo. La prueba se realizó en el tramo Guayaquil comprendido entre Perimetral – Contecon (Puerto de Guayaquil). En esta prueba se toma en cuenta los siguientes factores con ayuda de la aplicación Phyphox en un smartphone colocado en el camarote del tractocamión y empleando las opciones de acelerómetro y giroscopio:

- Tiempo al pasar por tramos rugosos (s).
- Velocidad angular (rad/s).
- Aceleración Lineal (m/s^2)

Figura 28

Prueba de Carretera y Cabeceo



Capítulo IV

Análisis e Interpretación de los Resultados

4.1. Análisis de la Prueba de Resistencia de la Base Metálica

Luego de haber realizado la Simulación de resistencia de la base donde se asentarán las boyas neumáticas, con ayuda del Software SolidWorks el cual nos permite diseñar, simular las condiciones de trabajo a la cual estará sometida la estructura y en cuanto a la resistencia de la base metálica se obtuvieron los siguientes datos representado en la tabla 6:

Tabla 6

Resultados Obtenidos para el Diseño de la Base

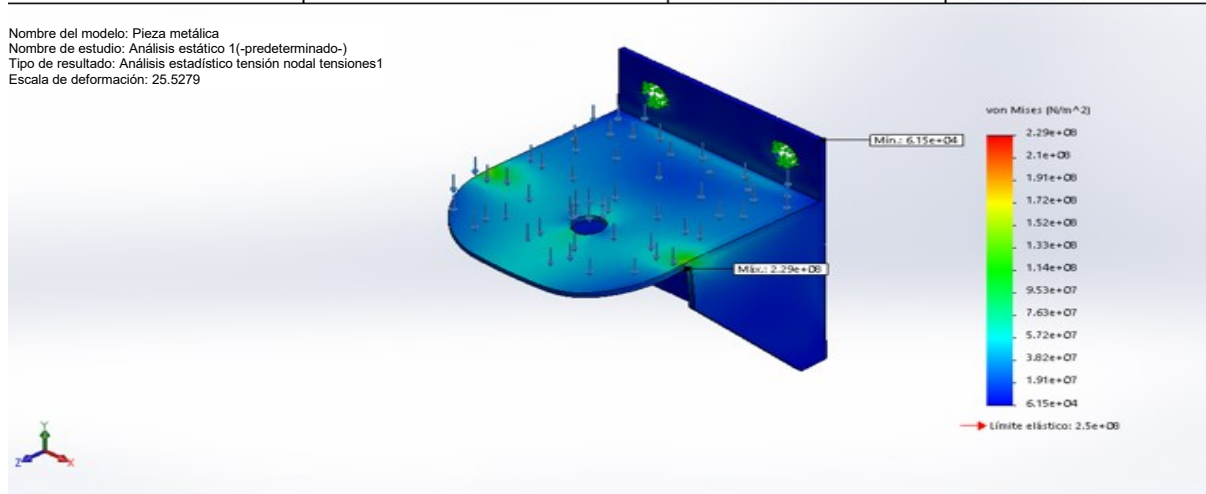
Datos	Valor obtenido con el programa
	SolidWorks.
Tensión de Von Misses	2.29e+08 N/m ²
Deformación	0,72mm
Factor de seguridad	1,4

Figura 29

Prueba- Tensión de Von Mises

Nombre	Tipo	Mín.	Max.
Tensiones1	VON: Tension de von Mises	6.15e+04 N/m ² Nodo: 10166	2.29e+08 N/m ² Nodo: 14506

Nombre del modelo: Pieza metálica
 Nombre de estudio: Análisis estático 1(-predeterminado-)
 Tipo de resultado: Análisis estadístico tensión nodal tensiones1
 Escala de deformación: 25.5279



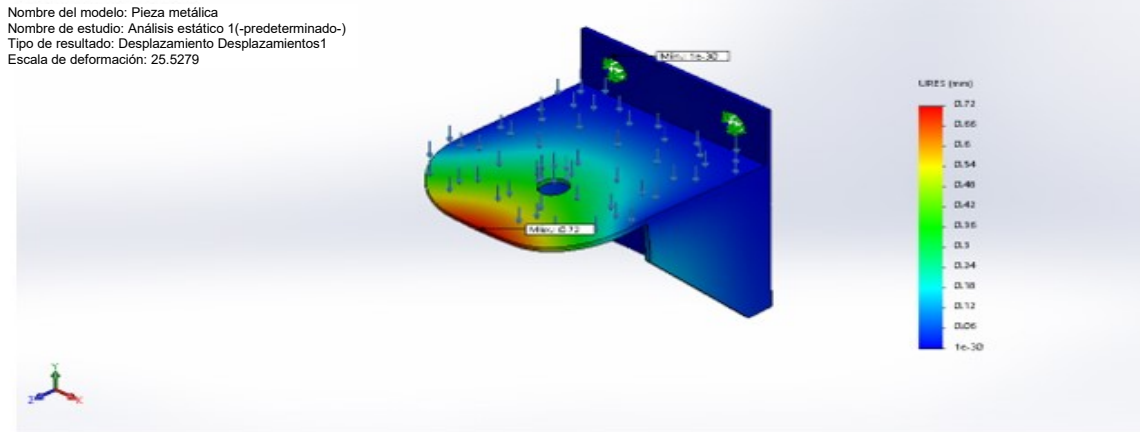
Pieza metálica-Análisis estático 1-Tensiones-Tensiones1

En la figura 30 a continuación se muestra la prueba de deformación y los desplazamientos resultantes.

Figura 30

Prueba- Deformación

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Desplazamientos1	URES: Desplazamientos resultantes	0 mm Nodo: 15	0.72 mm Nodo: 996

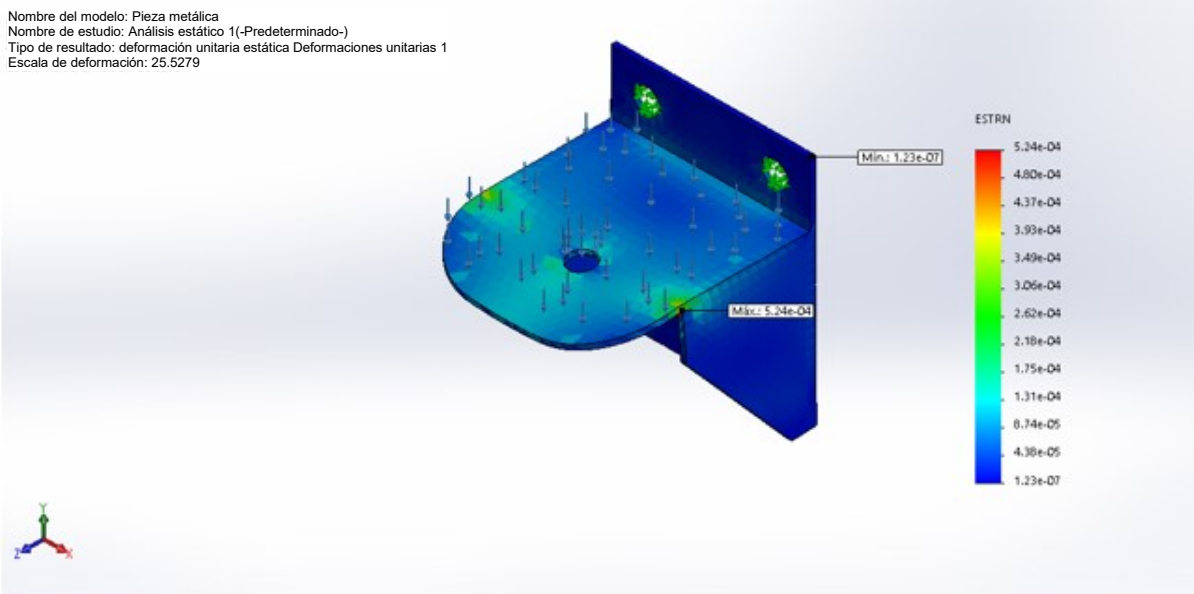


En la figura 31 a continuación se muestra la prueba de deformación unitaria.

Figura 31

Prueba- Deformación Unitarias

Nombre	Tipo	Mín.	Máx.
Deformaciones unitarias1	ESTRN: Deformación unitaria equivalente	1.23e-07 Elemento: 4852	5.24e-04 Elemento: 5424



De acuerdo a las características del material y los resultados obtenidos se comprueba que la base soportará la carga establecida.

4.2. Análisis de la Prueba de Inflado

Luego de realizar la inspección se localizó una fuga en la cañería 5/16'' que alimenta a las boyas neumáticas como se puede observar en la figura con el descenso de la presión en el manómetro del sistema Neumático, la cual se corrigió llevando a cabo un empalme de conexión rápida y así mantener la presión del sistema.

Véase en la figura 32 el análisis de las presiones en la prueba de inflado.

Figura 32

Análisis de la Prueba de Inflado



4.3. Análisis de la Prueba de Estabilidad

4.3.1. Análisis de la Prueba de Carretera y Cabeceo

Para el análisis de esta prueba utilizamos el software Phypox mismo que utiliza los sensores integrados de los dispositivos móviles y Tablet para recoger mediciones para lo cual utilizamos los datos del acelerómetro y giroscopio para efecto de la prueba.

En la prueba de carretera y cabeceo, se tomó en cuenta las gráficas tiempo vs aceleración lineal empleando la opción acelerómetro (Ver Anexo 2), tiempo vs velocidad Angular usando giroscopio (Ver Anexo 3) en la aplicación Phyphox en un Smartphone , cual las detalla en movimientos de 3 dimensiones, para ello se colocó el teléfono con la aplicación en el camarote del vehículo usando el sistema de suspensión convencional, y cuando en este se implementa el sistema de suspensión neumático como se muestran en las siguientes figura 33 y figura 34.

Figura 33

Gráfica Aceleración Lineal vs Tiempo

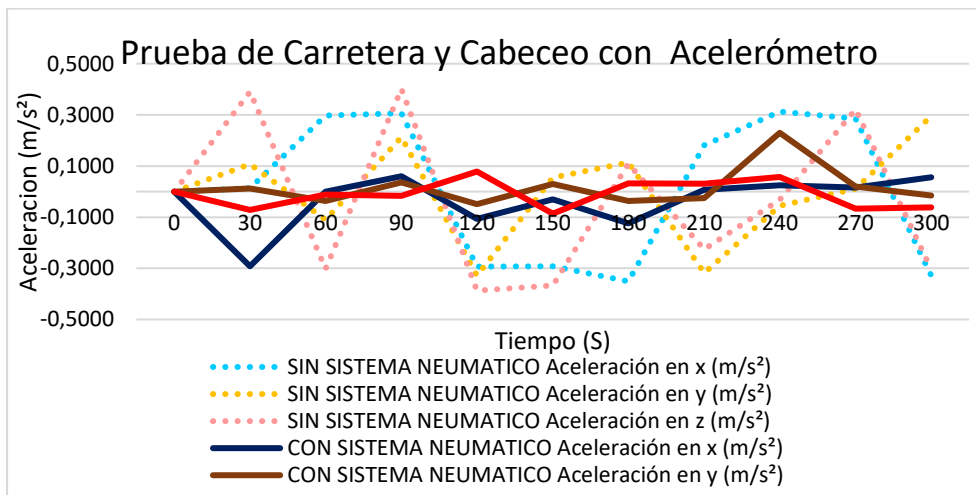
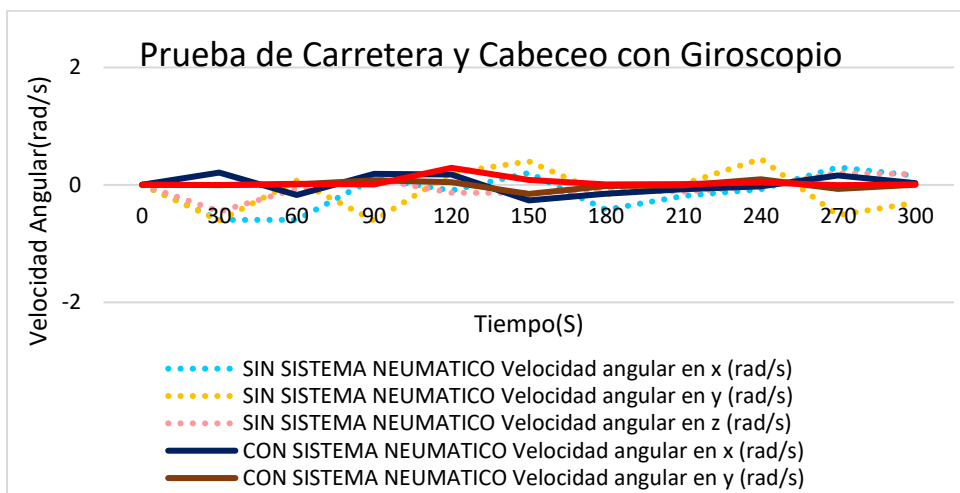


Figura 34

Gráfica Velocidad Angular vs Tiempo



Después de haber recorrido 5 minutos en tramos de carreteras rugosas hemos observado que tanto en la gráfica empleando acelerómetro como en la de giroscopio, los picos son notablemente reducidos ya que las vibraciones y las irregularidades del terreno a lo cual estas unidades son sometidas , se evidencia una reducción de la cuarta parte de su aceleración lineal (Ver Anexo 4) y velocidad angular (Ver Anexo 5) en todas las dimensiones al emplear un sistema de suspensión neumático al de un sistema convencional ya que genera buena estabilidad y poco cabeceo al pasar por tramos de carreteras rugosas y a su vez beneficiando el confort al Conductor.

Conclusiones

Al implementar el sistema de suspensión neumática en el tractocamión, mitigamos las rupturas de bases rígidas que presentaban las unidades Kenworth modelo.

En base al sistema de presión de aire del sistema (100 Psi) y componentes originales del modelo Kenworth T370 se determinó cada uno de los componentes faltantes como boyas neumáticas, válvula reguladora de presión para lograr un sistema de Suspensión Neumático efectivo

Se puede observar en el capítulo de instalación del Sistema de Suspensión Neumático, la guía del proceso de instalación del sistema que va desde la construcción de bases adecuadas que de acuerdo al análisis de esfuerzo con ayuda del software solidworks resisten el peso de las boyas neumáticas, montaje de bases y hasta la instalación de cada uno de sus componentes como Amortiguadores, mecanismo de altura y boyas neumáticas en el chasis y cabina del tractocamión.

Al Realizar las pruebas de funcionamiento del Sistema como estabilidad y Cabeceo podemos observar la gran diferencia de Confort entre un Sistema de Suspensión Mecánico y Neumático que mantiene el sistema en una altura constante gracias a la distribución uniforme de presión en las boyas neumáticas. Además, esto se evidencia en la encuesta de confort realizada a los conductores que probaron los dos tipos de Sistemas de Suspensión, eligiendo el tipo de Suspensión Neumático.

Recomendaciones

Debemos contar de una base bibliográfica fiable y concisa sobre el principio, componentes principales del sistema y su funcionamiento ya que nuestro trabajo de investigación se trata de la instalación de un sistema de suspensión que no es originario del Modelo Kenworth T370.

Al seleccionar correctamente cada uno de los componentes en base al sistema de presión de aire (100 Psi) y a los componentes originales del modelo Kenworth podremos lograr el confort de Suspensión requerido para el conductor durante su viaje en carreteras no uniformes.

Es de gran importancia realizar una guía detallada del proceso de instalación del Sistema de Suspensión Neumático del Modelo Kenworth T370 ya que como mencionamos en la primera recomendación es un Sistema que no es originario del tractocamión y debemos elaborar una base para los componentes principales como las boyas neumáticas y saber cómo va instalada con los demás componentes en el chasis y en la cabina.

Al Realizar las pruebas de funcionamiento del Sistema como estabilidad y Cabeceo debemos tener en cuenta el control de rango de tiempo asignado para el estudio y las variaciones de presión, altura para poder reportar resultados eficaces.

Bibliografía

- Automotriz, I. y. (21 de Mayo de 2020). Ingeniería y Mecánica Automotriz . ¿Qué es un fuelle y cómo funciona?:
<https://www.ingenieriaymecanicaautomotriz.com/category/mecanica/suspension/fuell es/>
- Autor. (23 de Mayo de 2021). Google maps. <https://www.google.com/maps/place/Indusur/@-2.166205,-79.9226534,19.71z/data=!4m9!1m2!2m1!1stalleres+kenworth+indusur+guayaquil!3m5!1s0x0:0xeb9c89ff5d23f31b!8m2!3d-2.1660298!4d-79.9226219!15sCiN0YWxsZXJlcyBrZW53b3J0aCBpbmR1c3VyIGd1YXlhcXVpbCIDiAEBkgEcZGll>
- Batista, A. H. (24 de Julio de 2009). Monografias.com. <https://www.monografias.com/trabajos72/sistema-frenos-neumatico/sistema-frenos-neumatico.shtml>
- Bianchi, B. E. (2011). Suspensión Neumática. Guadalajara, México.
- canalMotor. (3 de junio de 2020). Mapfre. <https://www.motor.mapfre.es/coches/noticias-coches/motor-asincrono/#:~:text=Los%20as%C3%ADncronos%20son%20motores%20de,caso%20de%20los%20motores%20s%C3%ADncronos.>
- Vega Valles, B. A., & Aimacaña Parra, S. J. (2022). Análisis de vibraciones de un sistema estándar de suspensión y un sistema modificado de un vehículo L3.
- Castelvecchi, D. (2011). El origen de las baterías . España: Investigación y ciencia .
- Cesvi. (2 de Febrero de 2012). Transporte Informativo.com. <https://www.transporteinformativo.com.mx/el-sistema-de-suspension-en-los-vehiculos-pesados/>

- CLEANPNG. (01 de 01 de 2021). CLEANPNG. <https://www.cleanpng.com/png-battery-electric-vehicle-car-electric-motor-all-ki-1283147/preview.html>
- Contreras, S. R. (18 de Febrero de 2021). ¿Suspensión mecánica o neumática para tu vehículo pesado? Alianza Flotillera, 2.
- Cortez, A. (12 de Agosto de 2013). Scribd. Suspensión Neumática de Camiones: <https://es.scribd.com/doc/159630855/Suspension-Neumatica-en-Camiones>
- Electric, S. (2021). Hepsiburada. <https://www.hepsiburada.com/schneider-electric-schneider-3x40a-c-otomat-sigorta-6ka-schneider-ez9f56340-pm-HB000018PFIU>
- Puente, E. (2018). Análisis y diagnóstico del sistema de control electrónico de inyección de combustible diésel HEUI CAT-3126. INNOVA Research Journal, 3(1), 145-150.
- Electricas, M. (2021). <https://sites.google.com/site/201602maquinaselectricas/maquinas-electricas/motor-de-corriente-continua/motor-brushless>
- Electricidad, R. (10 de 04 de 2017). <https://www.revistaei.cl/informes-tecnicos/motores-reluctancia-opcion-menor-consumo-electrico-mineria/#>
- electrico, t. (18 de 04 de 2014). <http://transporteelectrico.blogspot.com/2014/04/bateria-de-sal-fundida-zebra.html>
- Emeisa. (01 de 01 de 2021). <https://emeisa.mx/equipos/banco-de-baterias-niquel-cadmio-VTX1M-VTX1L.jpg>
- Euromaster. (5 de Enero de 2021). Euromaster mantenimiento de su vehículo. La importancia de la suspensión de los neumática en los camiones: <https://www.euromaster-neumaticos.es/blog/suspension-neumatico-camiones>
- Franco, R. M. (2001). Sistema de Suspension. Mexico.
- Fuso. (23 de Octubre de 2020). Fuso. <https://www.fuso.com.pe/blog/funciones-sistema-suspension-camion/>
- García, F. (2016). Ingemécánica. <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn73.html>

- Gardey, J. P. (2015). Definicion.de. <https://definicion.de/voltio/>
- Generatuluz. (01 de 01 de 2021). <https://www.generatuluz.com/tu-propia-instalacion-aislada/tipos-de-baterias-y-sus-caracteristicas/baterias-plomo-acido/>
- Guairacocha, B. (julio de 2018). dspace ups. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16376/1/UPS-CT007975.pdf>
- Gutiérrez, J. (10 de Junio de 2011). Circuito Neumatico de un tractocamión.
- Harper, G. E. (2001). Motores de induccion . Limusa.
- Heras, A. L. (2019). Kenworth no te detengas . Kenworth 370 Ideales para el transporte de mercancia dentro y entre ciudades.: <https://www.kenworth.com.mx/modelos/t370/>
- Ibáñez. (05 de 06 de 2011). motorpasion. <https://www.motorpasion.com/coches-hibridos-alternativos/baterias-de-niquel-zinc-mas-pequenas-mas-ligeras>
- Inc, T. G. (17 de 12 de 2020). Amazon. https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/81w%2Bt0SKAhL._AC_SY355_.jpg
- Iñiguez, F. (2013). Implementacion de un sistema de suspension neumatica. RIOBAMBA.
- J.M, A. (2012). Circuito de fluidos y suspension. ESPAÑA: 2DA EDICION.
- Jaramillo, J. (2018). Kenworth. Modelos: <https://www.indusur.com/kenworth-modelos.php>
- Jonathan, H. (2018). Riunet. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/113390/Herrera%20-%20An%C3%A1lisis%20de%20la%20eficiencia%20de%20los%20motores%20de%20inducci%C3%B3n%20que%20operan%20bajo%20diferentes%20condic....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MAPFRE, F. (2020). Fundacion MAPFRE. Manual de movilidad segura: <https://manualmovilidadsegura.fundacionmapfre.org/vehiculos/seguridad-vehiculos-electricos/>
- Matías, J. (2021). Taller actual. <https://talleractual.com/tecnica/electronica-y->

electricidad/7134-baterias-de-ion-litio-para-autos-electricos

Merchán, S. (9 de Julio de 2010). KENWORTH: Clásico americano. El Universo, pág. 1.

Mobi. (14 de Julio de 2013). www.automotriz.xyz. Tipos de cabinas de camiones:

<http://www.automotriz.mobi/coches/cars-trucks-autos/trucks/140551.html>

Montenegro, I. M. (2009). Coleccionables Mundo Camión 9 - kenwoth: El Mito Americano.

Coleccionables Mundo Camión, 21.

Motor66. (01 de 01 de 2021). pinterest. <https://www.pinterest.es/pin/309341068124755559/>

Narváez, J. (27 de 01 de 2011). Construcción e implementación de un sistema de suspensión

neumática inteligente en un mazda 323.

Oponeo. (11 de Abril de 2019). Oponeo: [https://www.oponeo.es/blog/estabilizador-de-la-](https://www.oponeo.es/blog/estabilizador-de-la-suspension-y-su-papel-en-la-adherencia-del-vehiculo)

[suspension-y-su-papel-en-la-adherencia-del-vehiculo](https://www.oponeo.es/blog/estabilizador-de-la-suspension-y-su-papel-en-la-adherencia-del-vehiculo)

Pakin, J. (2011). Suspension Neumatica(MECANICO AUTOMOTRIZ). ARGENTINA.

Plummer, B. (2017). El futuro de los autos eléctricos . New York Times.

Pocholito. (15 de 06 de 2015). Burbuja. [https://www.burbuja.info/inmobiliaria/threads/solo-](https://www.burbuja.info/inmobiliaria/threads/solo-habra-trabajo-de-programador-de-la-linea-de-produccion-a-la-linea-de-codigo-en-seat.1456644/)

[habra-trabajo-de-programador-de-la-linea-de-produccion-a-la-linea-de-codigo-en-](https://www.burbuja.info/inmobiliaria/threads/solo-habra-trabajo-de-programador-de-la-linea-de-produccion-a-la-linea-de-codigo-en-seat.1456644/)

[seat.1456644/](https://www.burbuja.info/inmobiliaria/threads/solo-habra-trabajo-de-programador-de-la-linea-de-produccion-a-la-linea-de-codigo-en-seat.1456644/)

Portalautomotriz.com. (2021). Portalautomotriz.com. T370:

<https://www.portalautomotriz.com/camiones/medianos/t370>

Raffino, M. E. (15 de diciembre de 2020). concepto.de. Obtenido de

<https://concepto.de/bateria/>

Rath, A. (26 de Febrero de 2020). Sistemas de suspensión de remolques: Cómo distinguir los

cuatro tipos principales. [https://www.capecfarewellfoundation.com/trailer-suspension-](https://www.capecfarewellfoundation.com/trailer-suspension-systems-get-to-tell-apart-the-four-main-kinds/)

[systems-get-to-tell-apart-the-four-main-kinds/](https://www.capecfarewellfoundation.com/trailer-suspension-systems-get-to-tell-apart-the-four-main-kinds/)

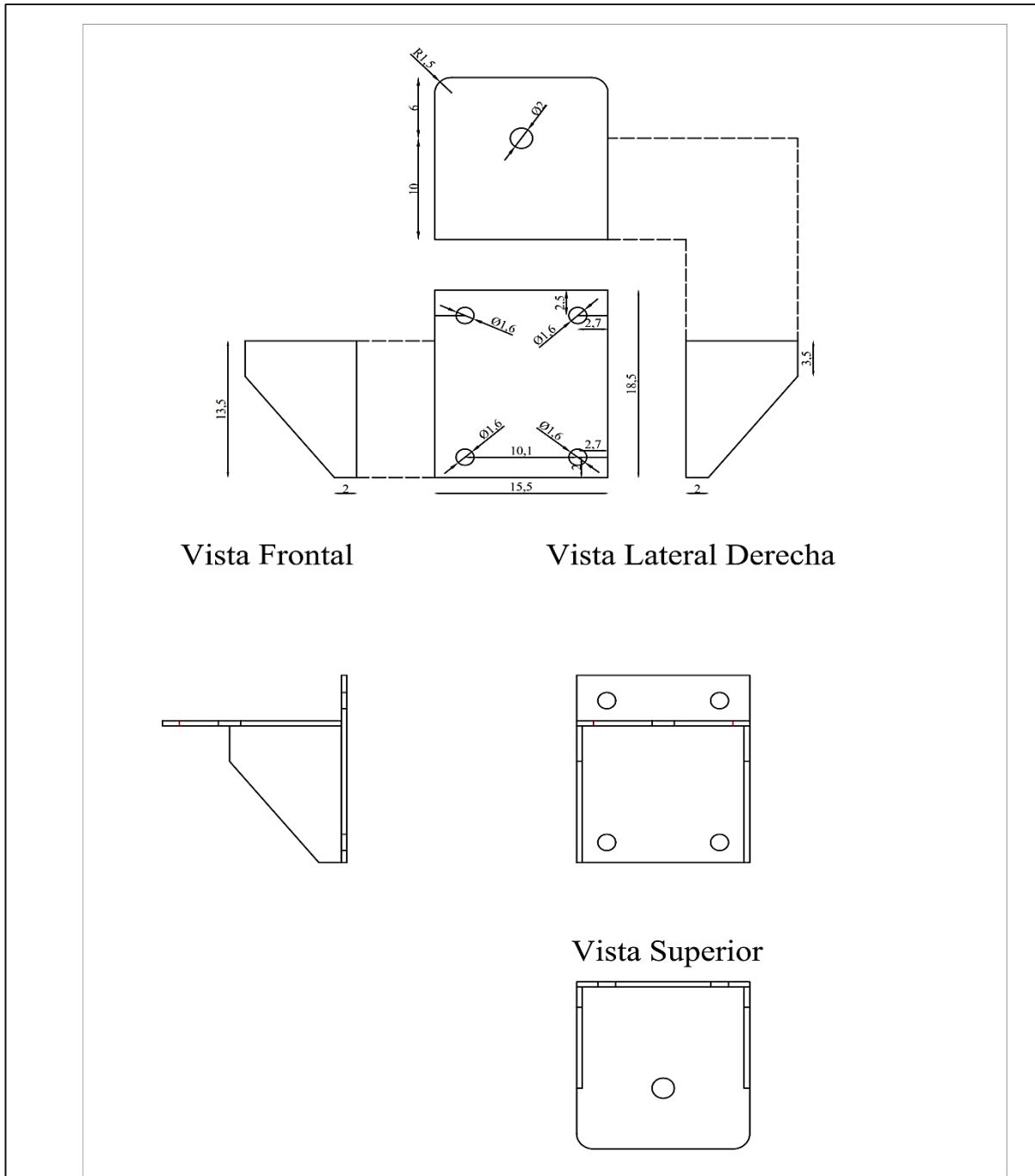
REVE. (4 de febrero de 2021). REVE. [https://www.evwind.com/sobre-el-vehiculo-](https://www.evwind.com/sobre-el-vehiculo-electrico/definicion-y-tipos/)

[electrico/definicion-y-tipos/](https://www.evwind.com/sobre-el-vehiculo-electrico/definicion-y-tipos/)

- Rodriguez, J. A. (2010). Suspensiones de vehiculos industriales.
- Roldàn Viloría, J. (2014). motores de corriente continua. Paraninfo, S.A.
- Román, S. (9 de Mayo de 2015). Slideshare. Curso sistemas-hidraulicos-neumaticos-maquinaria-pesada: <https://es.slideshare.net/silviroman3/curso-sistemashidraulicosneumaticosmaquinariapesada>
- Senati. (16 de Febrero de 2018). Suspension Neumática . México, México.
- Noroña, M. V., & Gómez, M. F. (2019). Desarrollo e innovación de los sistemas mecatrónicos en un automóvil: una revisión. Enfoque UTE, 10(1), 117-127.
- Teojama. (7 de Enero de 2017). Teojama Comercial . <https://www.teojama.com/blog/recomendaciones-mantenimiento-la-suspension-camiones/>
- Trashorras Montecelos, J. (2019). Vehiculos eléctricos . Paraninfo, S.A.
- Viloria, R. (2013). Neumatica, hidraulica y electricidad aplicada . España: 3a Edicion.
- Wabco. (2016). Suspension neumatica controlada electronicamente. 3A EDICION.
- Lhorente, B., Lugtigheid, D., Knights, PF y Santana, A. (2004). Un modelo para el mantenimiento óptimo del inducido en motores de ruedas de camiones eléctricos: un estudio de caso. Ingeniería de confiabilidad y seguridad del sistema, 84 (2), 209-218.
- wikipedia. (26 de 02 de 2021). https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ec/Hotzenblitz_ThunderSky-LPF60AH.JPG
- Winn, C. L. (2000). Analysis of Fatalities in Extended Cab Pickup Trucks Using an Estimating Equation Method. Association for the Advancement of Automotive Medicine, 8.
- Xinfeng, F. (2013). Obtenido de <http://www.imanes-de-neodimio.com/news/Motor-Sincronico-de-Im-n-Permanente-268.html>

Anexos

Anexo 1: Plano y medidas de bases metálicas de suspensión de Cabina

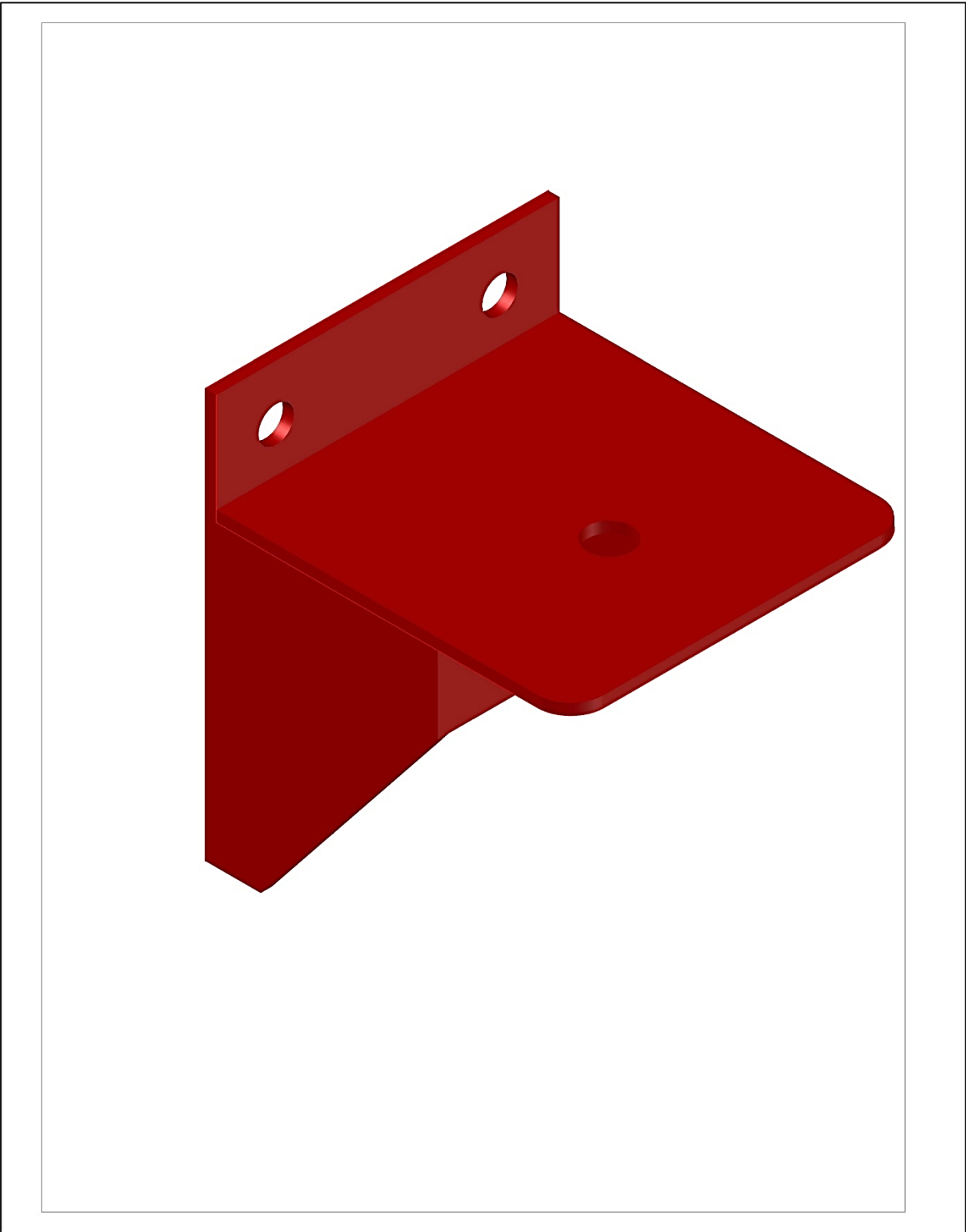


Vista Frontal

Vista Lateral Derecha

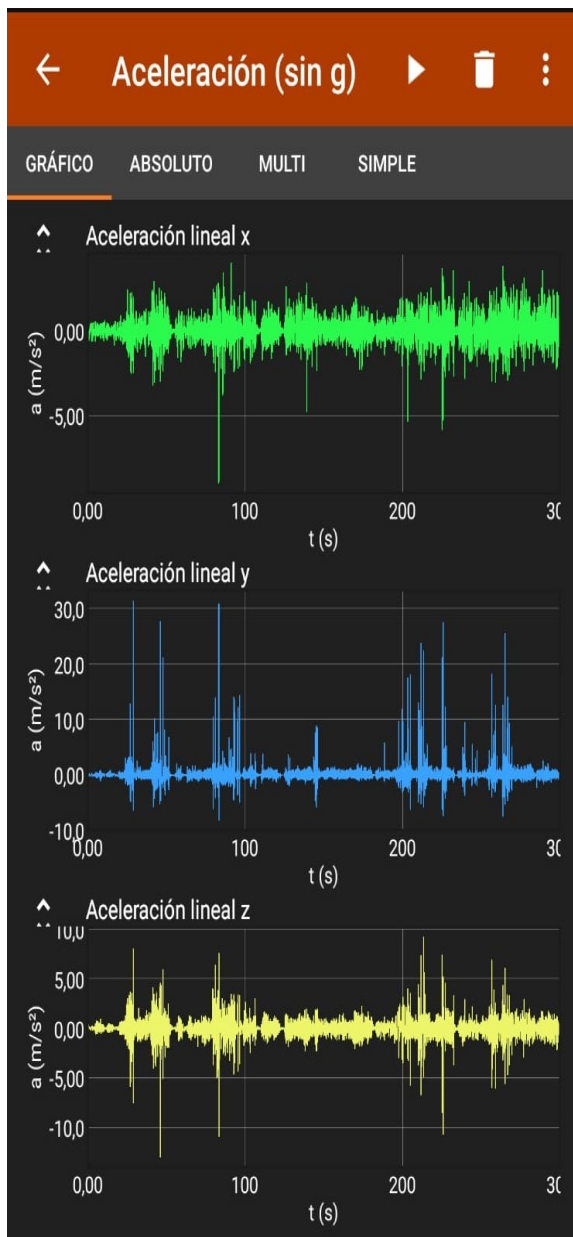
Vista Superior

				Tolerancias	(peso)	Materiales	
					fecha	Nombre	
				Dib.			Denominación
				Rev.			Unidades en cm.
				Apro.			Escala 1/2
					Firma empresa	Número de dibujo	Marca de registro
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nomb.			(sustitución)	

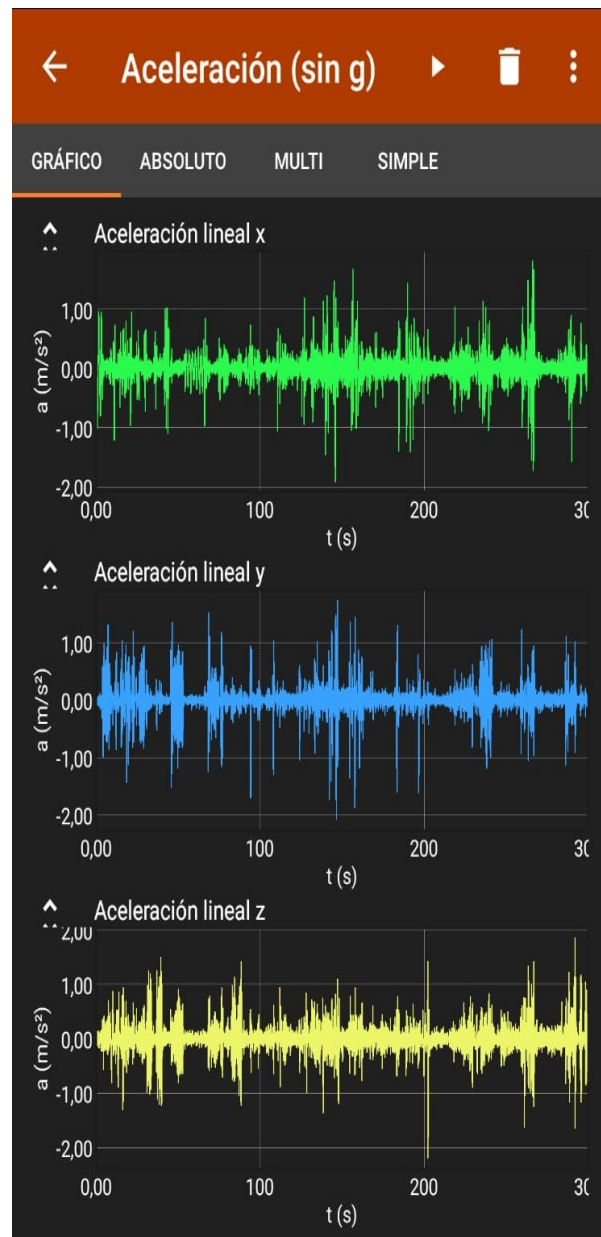


				Tolerancias	(peso)	Materiales	
					fecha	Nombre	
				Dib.			Denominación Unidades en cm.
				Rev.			
				Apro.			
							Escala 1/4
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nomb.		Firma empresa	Número de dibujo	Marca de registro
						(sustitución)	

Anexo 2: Gráficas Generadas para cada dimensión por la aplicación PhyPhox de Smartphone empleando la opción Acelerómetro con y sin Sistema Neumático.

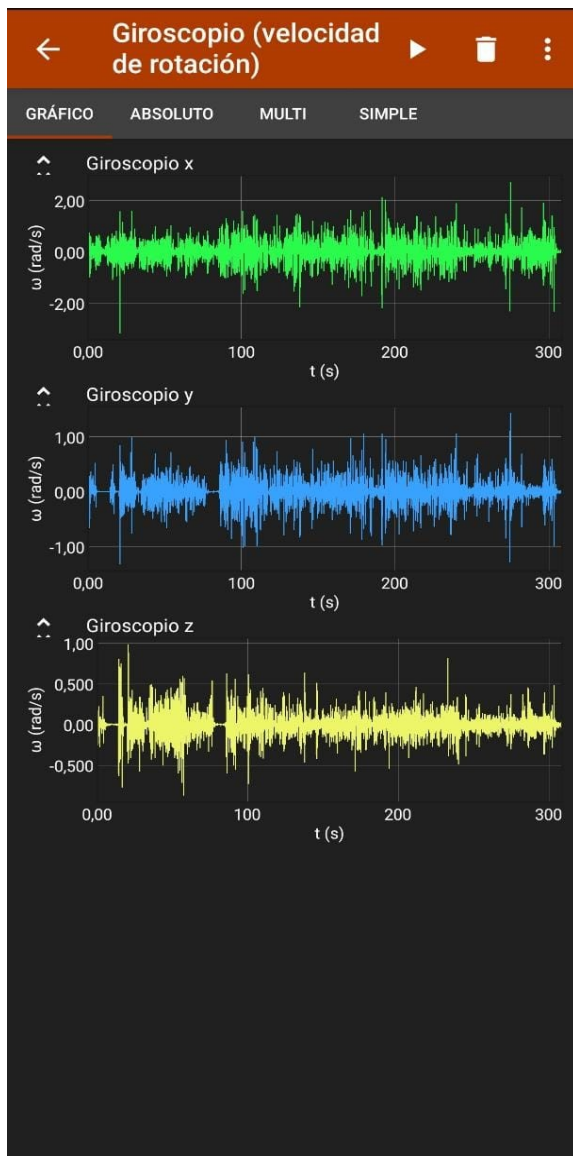


Con Sistema Neumático

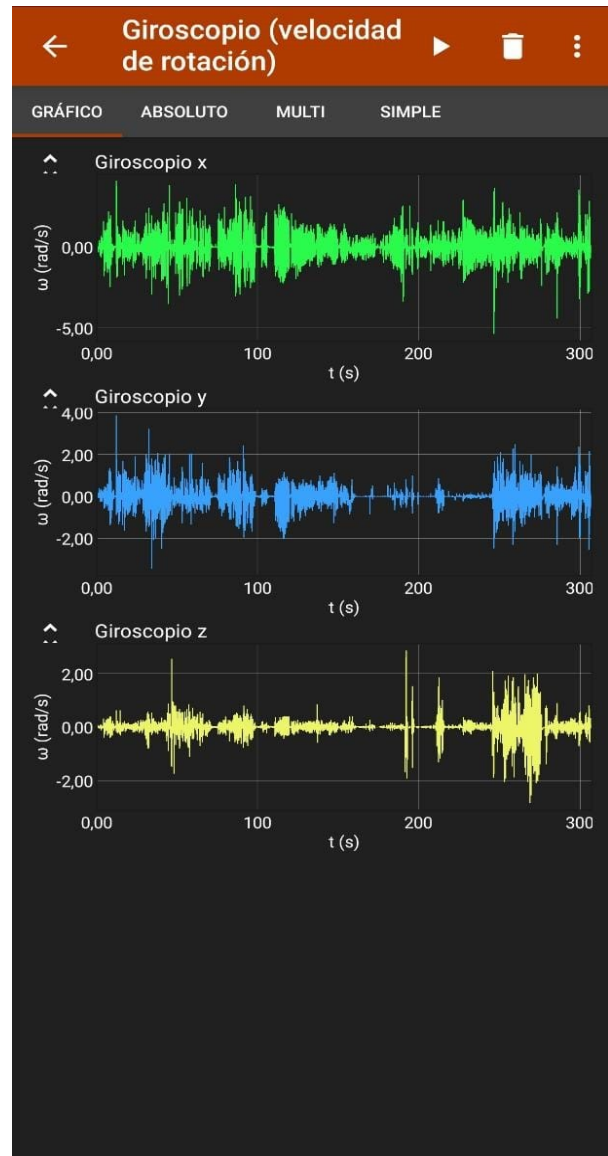


Sin Sistema Neumático

Anexo 3: Gráficas Generadas para cada dimensión por la aplicación PhyPhox de Smartphone empleando la opción Giroscopio con y sin Sistema Neumático.



Con Sistema Neumático



Sin Sistema Neumático

Anexo 4: Tabla con datos de aceleración lineal (m/s^2) vs tiempo (s) para las 3 dimensiones, exportados por la aplicación PhyPhox de Smartphone empleando la opción Acelerómetro con y sin Sistema Neumático.

Tiempo (S)	Sin Sistema Neumático			<u>Con Sistema Neumático</u>		
	Aceleració n en x (m/s²)	Aceleració n en y (m/s²)	Aceleració n en z (m/s²)	Aceleració n en x (m/s²)	Aceleració n en y (m/s²)	Aceleració n en z (m/s²)
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
30	0,0135	0,1074	0,3904	-0,2920	0,0115	-0,0718
60	0,2972	-0,1100	-0,3017	-0,0636	-0,0367	-0,0123
90	0,3060	0,2125	0,4011	0,0599	0,0361	-0,0162
120	-0,2938	-0,3288	-0,3871	-0,1070	-0,0491	0,0784
150	-0,2919	0,0540	-0,3667	-0,0311	0,0293	-0,0864
180	-0,3509	0,1132	0,1083	-0,1248	-0,0365	0,0317
210	0,1812	-0,3185	-0,2262	0,0065	-0,0258	0,0308
240	0,3126	-0,0559	-0,0316	0,0241	0,2298	0,0576
270	0,2845	0,0114	0,3212	0,0154	0,0196	-0,0672
300	-0,3277	0,2954	-0,3043	0,0560	-0,0151	-0,0617

Anexo 5: Tabla con datos de velocidad angular (m/s^2) y tiempo (s) para las 3 dimensiones, exportados por la aplicación PhyPhox de Smartphone empleando la opción Giroscopio con y sin Sistema Neumático

Tiempo (S)	Sin Sistema Neumático			Con Sistema Neumático		
	Velocidad angular en x (rad/s)	Velocidad angular en y (rad/s)	Velocidad angular en z (rad/s)	Velocidad angular en x (rad/s)	Velocidad angular en y (rad/s)	Velocidad angular en z (rad/s)
0	0	0	0	0	0	0
30	-0,5953	-0,6065	-0,4523	0,2099	-0,0025	-0,0011
60	-0,5953	0,0722	-0,0699	-0,1725	0,0097	0,0178
90	0,1133	-0,6102	0,1079	0,1864	0,0775	0,0056
120	-0,0944	0,2071	-0,1328	0,1785	0,0457	0,2908
150	0,2037	0,399	-0,1383	-0,2641	-0,1534	0,0825
180	-0,4213	-0,1673	-0,0741	-0,1517	-0,0202	0,0092
210	-0,1872	0,0153	-0,1187	-0,0723	-0,0092	0,0147
240	-0,0718	0,4435	-0,0265	-0,024	0,0952	0,0391
270	0,2994	-0,5142	0,2034	0,1629	-0,0685	-0,0042
300	0,1556	-0,3044	0,1838	0,02909	0,0024	0,0104

