



ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo integración Curricular previa a la
obtención del título de Ingeniero en
Automotriz.**

**ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE FRENADO DE LA VÁLVULA
COMPENSADORA DE PESO EN EL EJE POSTERIOR, PARA MEJORAR
LA SEGURIDAD DEL VEHÍCULO.**

AUTOR:

Inés Francisca Sánchez Correa
Francisco Antonio Acosta Enríquez

TUTOR:

Ing. Juan Carlos Rubio Terán MSc

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN.....	4
ACUERDO DE CONFIDENCIALIDAD.....	6
DEDICATORIA.....	7
AGRADECIMIENTO.....	9
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. FUNDAMENTO TEÓRICO.....	14
2.1 Elementos de seguridad.....	15
2.2. Sistema de freno.....	16
2.3. Neumáticos.....	16
2.4 Dinámica de frenado.....	16
2.4.1 Frenado del vehículo.....	16
Cálculo dinámico del sistema de frenado.....	17
2.6. Normativa técnica 2185 y EC13H.....	18
3. MATERIALES Y METODOS.....	19
3.1. Método.....	19
3.2. Materiales.....	19
3.2.1. Vehículos.....	19
3.2.2 Válvula compensadora de freno posterior.....	20
3.2.4 Normativa.....	21
3.2.5 Equipo.....	22
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1 Datos de entrada.....	23
4.2. PRUEBAS DE LABORATORIO.....	24
4.2.1 Prueba con la válvula compensadora de freno posterior.....	24
4.2.2 Prueba sin válvula compensadora de freno posterior.....	24
4.3 PRUEBAS DE CAMPO.....	25
4.3.1 Prueba de campo, con carga y la válvula conectada.....	25
4.3.2 Prueba de campo, sin carga y con la válvula conectada.....	26
4.4 COMPARATIVA DE RESULTADOS.....	26
5. CONCLUSIONES.....	27
6. Bibliografía.....	28
7. ANEXOS.....	30

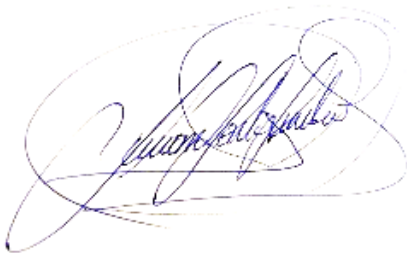
CERTIFICACIÓN

Yo, INÉS FRANCISCA SÁNCHEZ CORREA, 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.



INÉS FRANCISCA SÁNCHEZ CORREA

Yo, JUAN CARLOS RUBIO TERAN, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



JUAN CARLOS RUBIO TERAN

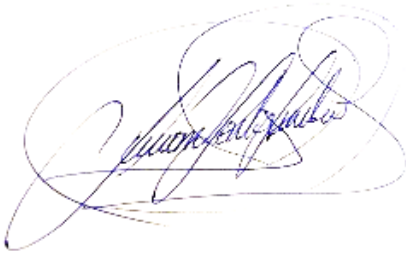
CERTIFICACIÓN

Yo, FRANCISCO ANTONIO ACOSTA ENRÍQUEZ, 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.



FRANCISCO ANTONIO ACOSTA ENRÍQUEZ

Yo, JUAN CARLOS RUBIO TERAN, certifico que conozco al autor del presente trabajo siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.



JUAN CARLOS RUBIO TERAN

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a las personas que más han influenciado en mi vida, dándome los mejores consejos, guiándome y haciéndome una persona de bien, con todo el amor y afecto se los dedico a mi mamá por ser mi ayuda incondicional, a mi papá por apoyarme, a mis hermanos por ser parte de todo este proceso.

Dedico este proyecto a las personas que conforman Hospital de Autos que estuvieron en mi proceso de crecimiento académica y profesionalmente.

Finalmente quiero dedicar este proyecto a mis profesores por enseñarme el camino del éxito y por el apoyo brindado todos estos años de mi trayectoria con profesional.

Inés Francisca Sánchez Correa

DEDICATORIA

Todo este proceso y proyecto no habría sido posible sin el apoyo e influencia de mis padres Susy Margaret Enríquez Albán y Pedro Francisco Acosta Farina, abuelos Gladys Angela Farina Ronchi y César Enrique Acosta Vásquez, tíos Cesar Luis Acosta Farina, Daniel Benigno Acosta Farina, Pedro José Crespo Moncayo, Bayrón Xavier Enriquez Granja, Carlos Alejandro Enriquez Alban, que siempre han estado para mí con consejos y palabras de aliento.

Dedico y espero que este proyecto sea de beneficio para futuras generaciones, y que les sea de utilidad como punto de partida para sus investigaciones.

Finalmente, quiero agradecer a los profesores y docente de la universidad que me han formado y capacitado para una vida profesional de éxitos.

Francisco Antonio Acosta Enríquez

AGRADECIMIENTO

Un reconocimiento especial a Eliana Correa, mi madre, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ti logré llegar hasta aquí y convenirme en lo que soy. Es un orgullo y privilegio de ser tu hija, gracias por ser la mejor madre.

Animismo, agradezco infinitamente a mis hermanas por estar presente, acompañándome y por el apoyo que me han brindado a lo largo de esta etapa de mi vida.

De igual forma, agradezco a mi Director de Tesis MSc. Juan C. Rubio que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo.

Inés Francisca Sánchez Correa

AGRADECIMIENTO

Al culminar esta etapa de mi vida, la cual ha sido un proceso con subidas y bajadas, pero sobre todo de gran aprendizaje. Quiero agradecer a mi familia por su apoyo incondicional en este camino, por no soltar mi mano y sobre todo por guiarme en cada paso que doy.

Gracias a mi madre Susy Margaret Enríquez Albán por su infinito amor, por ser mi fortaleza, por nunca dejar que me rinda y ser ese pilar fundamental, pues gracias a ella, a sus consejos y su ejemplo hoy estoy cerrando esta etapa en mi vida. A mi padre Pedro Francisco Acosta Farina, quien con su templanza ha sabido dirigirme por el camino correcto. A Manuela Gallardo, mi compañera, maravillosa mujer, quien a mi lado durante estos años me ha enseñado que la vida siempre es mejor si estamos acompañados de persona llenas de luz. A mi tío Pedro José Crespo Moncayo, va dedicada todos mis esfuerzos universitarios ya que siempre estuvo apoyando con su bondad y paciencia para culminar esta etapa dura de aprendizaje. Al ingeniero Juan Carlos Rubio Terán, mi Tutor por siempre estar pendiente de que culmine la universidad y apoyarme en la toma de decisiones para poder graduarme. solo puedo decir muchas gracias por todos.

Y sobre todo le agradezco a la vida por todas las personas que han sido parte de este proceso y que me han permitido crecer tanto personal como profesionalmente.

FRANCISCO ANTONIO ACOSTA ENRÍQUEZ

RESUMEN

El mercado automotriz ecuatoriano, ofrece diferentes tipos de frenos, los cuales están instalados en la mayoría de vehículos, sin embargo, no todos los sistemas de frenos son completamente eficientes al momento de frenado en condiciones extremas de carga o livianos, el estudio del presente artículo sugiere una solución alternativa al evaluar el rendimiento en condiciones de manejo reales para esos vehículos que demanden de una frenada efectiva con carga o sin carga, utilizando la válvula compensadora de freno instalada en el eje posterior de los vehículos.

La investigación es abordada para un segmento particular automotriz, analizaremos los datos mediante pruebas de laboratorio y de campo según la normativa EC-13H estableciendo como material referencial la válvula compensadora de freno trasero de una camioneta HILUX pick up, que pertenece a la categoría N1, la misma que corresponde a la normativa INEN 2185 la cual permite estudiar los materiales de fricción que ingresan o se fabrican en el Ecuador. Las pruebas de laboratorio realizadas respecto al material original mantienen un índice estándar de frenado, las pruebas en pista nos permiten corroborar que la temperatura alcanzada y la distancia recorrida al frenar se mantiene dentro de los parámetros permisibles en nuestro caso alcanzamos una temperatura máxima de 66 °C y eficiencia en el eje posterior de 55.38%, al accionar el sistema de frenos; En los resultados de laboratorio se evidencia una mayor eficiencia con la válvula conectada llegando a tener hasta un 1.6% de incremento en la reacción del frenado, y la exactitud del mismo, mejorando de forma tangible el frenado del vehículo.

Palabras Clave: Material de fricción, válvula compensadora de freno trasero.

Comentado [1]: Ver tabla adjunta para corrección de todo el documento tiempos verbales
EL resumen debe tener Metodología, conclusiones principales y resultados

Comentado [2]: Palabras claves de 1 o dos palabras

ABSTRACT

In the Ecuadorian automotive market, different types of brakes are offered, which are used in all vehicles, however, not all brakes are completely efficient at the time of braking in real driving conditions, the study of this article uses the rear brake compensator valve, to evaluate its performance and operation under real driving conditions when braking. The investigation approached the subject from a particular automotive segment made specific observations, the data obtained through laboratory and field tests are analyzed according to the EC-13H regulation, demonstrating as reference material the rear brake compensating valve of a HILUX pick up truck that belongs to the N1 category that corresponds to the INEN 2185 regulation which allows studying the friction materials that enter or are manufactured in Ecuador. The laboratory tests carried out respect to the original material maintain a standard braking rate, the track tests allow us to corroborate that the temperature reached and the distance traveled when braking remain within the permissible parameters with a maximum temperature of 66 °C and efficiency on the rear axle of 55.38%. When activating the brake system, the vehicle wheels turn with greater difficulty due to their friction, on the other hand the engine is dragged by the vehicle when moving forward if it is not landed in such a way that the mass of the vehicle decelerates. The force acting in the direction of travel keeps the wheels moving on the road until the vehicle's kinetic energy has been converted into braking work. Laboratory results show greater efficiency with the valve connected, reaching up to a 1.6% increase in braking reaction, and its accuracy, tangibly improving vehicle braking.

Keywords: Friction material, rear brake compensating valve.

1. INTRODUCCIÓN

Durante la frenada de un vehículo se debe evitar el bloqueo tanto de los neumáticos delanteros como los traseros con el fin de obtener una frenada óptima, maximizando la desaceleración y disminuyendo el tiempo de frenada, especialmente en condiciones de baja adherencia donde debido a la disminución de la misma es más factible que se produzca este fenómeno (Correa Neira, 2020) .

Comentado [3]: Citas en Normas APA 7ma edición

Se determinará la eficiencia del frenado con la válvula compensadora de freno posterior, utilizando el freno-metro, como herramienta de diagnóstico, para comprobar la fuerza de frenado en cada eje y los beneficios al momento de frenado en condiciones reales de manejo, es por este motivo que el estudio abarca pruebas de laboratorio de la válvula compensadora de freno posterior para evaluar su rendimiento y seguridad bajo las mismas condiciones al frenar. En el sistema de freno se destaca la línea base del vehículo, para asegurar condiciones operativas óptimas de los sistemas de suspensión y frenos del vehículo de prueba, el funcionamiento de la válvula compensadora de freno posterior debe ser aprobado como un dispositivo indispensable, es por eso que en el presente estudio se comprobará la utilidad de la válvula y los beneficios que esta representa para el vehículo, para determinar esto, será necesario realizar estudios que comprueben el estado y condiciones de trabajo, comprobando así la eficiencia de frenado, para esto será necesario efectuar pruebas de campo y de laboratorio bajo las normas ya establecidas, que permitan identificar su eficiencia y su aporte a la seguridad operativa del vehículo.

En la revisión vehicular específica, realizada periódicamente por un ente certificador se verifica el cumplimiento de normas de **seguridad**, las mismas que permitirán definir los parámetros de frenado necesarios que se deben cumplir como requisito indispensable necesario para circular sin ningún problema, además determinará de forma legal la necesidad de un mantenimiento preventivo del vehículo inspeccionado. Esta revisión se lleva a cabo mediante pruebas de laboratorio con procesos ya establecidos, en base al reglamento EC13H, dicho documento normaliza las pruebas de ruta, por los que usando un freno-metro, como medio de diagnóstico, evaluaremos resultados bajo las mismas condiciones en vehículos categoría M, N y O en lo relativo al equipo de frenado. Los datos adquiridos con las pruebas realizadas se comparan con los datos que nos ofrece la misma categoría de vehículo bajo las normas establecidas, adicionalmente se comparan los valores para analizar los resultados. Teniendo en cuenta que el accionamiento de frenado es fundamental para detener al vehículo, el accionar con fuerza el

Comentado [4]: Utilizar conectores para los párrafos,

freno de mano. Detener el vehículo cuando es solicitado por el conductor la masa y peso del vehículo ayuda a frenar suavemente para evitar levantamiento la parte posterior. Es importante conocer que si frenamos bruscamente en caminos montañosos provocaríamos un sobrecalentamiento del sistema y pérdida de equilibrio del automóvil (Chiroque Chavez, 2020).

El sistema de frenos es una parte fundamentalmente importante del vehículo, la que permite al operador disminuir la velocidad o detener el mismo según sea necesario, debemos destacar que su principio de funcionamiento radica en absorber la energía cinética generada por el motor y transformarla en calor por causa de la fricción entre los accesorios del freno para disiparlo al ambiente (Coloma Torres, 2021).

Las características de los diferentes tipos de válvulas que son fabricadas para ayudar con la eficiencia de frenado, varían dependiendo de su función mecánica en relación al tipo de vehículo y el peso del mismo, con el fin de realizar un estudio general de los materiales de frenado, hemos considerado tanto la respuesta al frenar, así como la compensación y distribución de peso en la parte delantera y posterior del vehículo, en el que se demuestra el equilibrio de peso para ayudar al frenado del vehículo, ya que se genera una acción de freno no equitativo sobre las ruedas posteriores (Barba Nieto, 2019). A partir del análisis del fading de freno se prioriza las características de funcionamiento sobre la válvula compensadora de freno posterior que trabaja al accionar el freno y las condiciones de trabajo en el freno, las medidas obtenidas, demuestran cuales son los efectos que resultan en el vehículo a causa del sobrecalentamiento y fallo (Cisneros Topete, 2018), se destaca que las pruebas se realizaron en un vehículo categoría N1 bajo pruebas normalizadas ECE13H.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

Es supremamente importante considerar que los frenos son utilizados constantemente y están expuestos a grandes esfuerzos durante el proceso de conducción que implica el frenado frecuente y a esfuerzos térmicos extraordinarios durante una brusca acción de freno, por otra parte, el sistema de frenado se puede ver afectado al no tener una respuesta mecánica inmediata y apropiada del vehículo, la misma que podría causar una respuesta tardía de freno y descontrol del peso del vehículo.

Es por esto que el freno de servicio deberá funcionar de manera eficaz en todo momento, el conductor debe accionar el pedal de freno sin retirar las manos del volante, el freno garantiza

seguridad al accionarse de manera secuencial durante la marcha normal, este circuito está constituido por un pedal de accionamiento, una bomba hidráulica con depósito de líquido de freno, servofreno, discos de freno, pinzas de freno, zapatas de freno, tambores de freno, líquido de freno, y la válvula compensadora de freno posterior. Cuando hablamos del sistema de freno hidráulico podríamos clasificar a los vehículos entre los que sí tienen el sistema ABS y los que no, adicional a esto todos los vehículos cuentan con un freno de estacionamiento de acción manual, el que se utiliza para inmovilizar al vehículo cuando está parado. Técnicamente, en cuanto a la operatividad del sistema de freno, la acción se transmite desde la bomba hacia los cilindros por medio de tuberías rígidas de acero, algunos vehículos en la parte posterior cuentan con limitadores de presión, la misma que se incrementa a mayor carga o disminuye a menor carga del monoplaza, incrementando el agarre de los neumáticos, es por esta razón que se debe tomar en cuenta las consecuencias que se producen al frenar, considerar la transferencia de pesos para analizar el sistema de frenos, puesto que se acciona longitudinalmente y se transfiere el peso del eje posterior al eje delantero; es decir, evidencia una descarga de pesos. En contraste, cuando se incrementa el peso en el eje delantero, el frenado es efectivo gracias al aumento del agarre de los neumáticos (Coloma Torres, 2021).

Con respecto a la fuerza de frenado que puede desarrollar el vehículo, se determina en caso de ensayo en el freno-metro que está limitada por la adherencia existente entre el neumático y el freno-metro de rodillos, lo que en la práctica vendría a ser entre el neumático y la calzada. El desequilibrio de frenado es otro de los parámetros representativos del funcionamiento del sistema de frenado y también se mide durante la inspección, este se traduce como la diferencia de fuerzas de frenado entre ruedas de un mismo eje, si este se presenta en un alto grado de desequilibrio conllevaría a que durante la frenada, un lado del vehículo genere más fuerza de frenado que el otro lado, provocando lo que se conoce como un momento de guiñada, esta acción provoca que el vehículo “gire” hacia el lado en el que la fuerza de frenado es mayor.

2.1 Elementos de seguridad

Los autos poseen seguridad activa y pasiva las cuales nos protegen de cualquier impericia o descuido al manejar.

Al hablar de seguridad activa se destacan los sistemas ABS, los que junto a los sensores activados son los responsables de mantener un trayecto uniforme, generando la actuación activa de las partes del freno, [como son](#), el SP servofreno activo, unidad de control hidráulica y

aceleración lateral que ayuda al conductor a realizar la compensación necesaria para obtener confort y seguridad al manejar.

Por otra parte la seguridad pasiva se refiere a los componentes de seguridad, elementos fundamentales de la estructura del vehículo cuya función principal es evitar daños en los ocupantes al momento de un impacto, se componen de: juego de airbags, cinturones de seguridad y reposacabezas del vehículo.

2.2. Sistema de freno

El principal trabajo del sistema de frenos es detener el vehículo de manera progresiva y segura de acuerdo a las circunstancias de la marcha y las necesidades del conductor, hasta poner estático al vehículo, es importante que al mismo tiempo pueda modular la rapidez, seguridad y equilibrio del automóvil en las vías carrozables y así no ocasionar accidentes catastróficos (Correa Neira, 2020).

Estructuralmente el freno de disco consta de componentes mecánicos como pastillas y los émbolos, lo mismos presionan los componentes contra los cálipers mediante el sistema de fricción, lo que permite detener el vehículo cuando está en movimiento.

Las pastillas están fabricadas de material cerámico, cada pastilla debe tener un espesor mayor que el mínimo especificado y no deben estar contaminados con grasa o líquido de freno.

Los mecanismos de frenos son ventilados para reducir el calor, ya que la temperatura extremadamente alta podría llegar a inactivar el sistema.

Es importante destacar, que el disco no debe tener fisuras, surcos profundos o rajaduras y no debe exceder los límites de variación de espesor y de concentricidad (Chiroque Chavez, 2020).

2.3. Neumáticos

Al seleccionar los neumáticos es fundamental regir nuestra decisión guiados en las especificaciones del fabricante, ya que tienen diferentes normativas, con esto podremos obtener una frenada precisa y estable, además de aumentar de la acción de frenado.

2.4 Dinámica de frenado

2.4.1 Frenado del vehículo

El objetivo del sistema de frenos en un automóvil es reducir la energía cinética y potencial de la unidad en movimiento, llegando a detenerlo en caso de ser necesario. La disminución de la

energía cinética se logra transformándola en energía calórica a través de la fricción entre los materiales que componen el sistema de frenos, para que la fricción ocurra, el sistema de freno dispone de un sistema de actuación que permite la fricción entre las piezas encargadas de ejercerla, en el caso de los vehículos el mecanismo usado para actuar en el sistema de frenos es el pedal (Gutiérrez González, 2019).

Cálculo dinámico del sistema de frenado

Principalmente el frenado se produce gracias al rozamiento entre las pastillas y los discos de freno, transformando la energía cinética del vehículo en calor. Para calcular esta energía disipada es necesario saber la masa del vehículo, el factor de corrección, las masas rodantes y la velocidad que lleva el vehículo al momento que empieza a frenar. Para un vehículo convencional su masa(m) es aproximadamente de 1930 Kg, el factor de corrección para masas rodantes (i) para un vehículo de velocidad media es 1,05, y tomando una velocidad de 80 Km/h para efectos de cálculo (equivalente a 22,22 m/s) se obtiene el siguiente valor de energía disipada en el freno trasero (García León, 2018):

$$E_f = i \cdot m \cdot (V^2 - V_f^2) / 2 = 500270,3 \text{ J} \quad (\text{GARCIA LEON, 2018})$$

Para calcular la energía disipada en el freno delantero (Ed) es necesario saber que la energía total se distribuye entre un 75 % y 80 % en el eje delantero debido a que la mayor cantidad de masa del vehículo se presenta en ese eje, de lo que resulta [4]:

$$E_d = E_f \cdot 0,75 = 375202,72 \text{ J.} \quad (\text{García León, 2018})$$

Del total de energía que se absorbe en el eje delantero, un 90% se disipa en el disco de freno y un 10% en la pastilla [4].

$$E_{\text{disco}} = E_d \cdot 0,9 = 337682,45 \text{ J} \quad (\text{García León, 2018})$$

Un automóvil tiene 2 ejes y cada eje tiene dos discos, así que la energía disipada se reparte entre ellos:

$$E = E_{\text{disco}} / 2 = 168841,22 \text{ J.} \quad (\text{García León, 2018})$$

La optimización del sistema de frenado en este caso es que la energía se disipe en el menor tiempo posible y, de esta manera, evitar sobrecalentamientos y fallas del sistema (García León, 2018).

2.5. Efectos de deslizamiento en la frenada

El deslizamiento durante la frenada se produce cuando la fuerza de frenado del vehículo supera a la capacidad de adherencia de los neumáticos con el asfalto produciéndose el bloqueo de las ruedas del vehículo. Cuando un vehículo se encuentra en estático, el peso del mismo se distribuye sobre cada eje dependiendo de la concentración de la masa en el mismo. Además, durante el frenado del vehículo, se produce un efecto debido a la inercia del vehículo de transferencia de peso desde el eje trasero al eje delantero, la cual aumenta cuanto mayor es la desaceleración del vehículo (Gutiérrez González, 2019).

2.6. Normativa técnica 2185 y EC13H

Los requisitos para homologar un elemento de fricción al Ecuador como: pastillas de freno, empaques de zapata se rigen bajo esta normativa técnica demostrando parámetros de dureza y fricción en la que toda empresa que fabrique o importe material tiene que aprobar la normativa, entre los requisitos hay que tomar en cuenta los materiales no deberá tener imperfecciones ni deformaciones que afecten el funcionamiento y no deberá sufrir alteraciones a un lapso no menor a un año. Bajo estos requisitos se deberá realizar método de ensayo para que un elemento de fricción logre ingresar al mercado ecuatoriano y ser parte del funcionamiento del sistema de frenos (Olavares, 2021). La eficacia de un sistema de frenado se va a determinar midiendo la distancia de frenado en relación con la velocidad inicial del vehículo, para la homologación de cualquier vehículo la eficacia del frenado se determinará en ensayos en pista en laboratorio que serán efectuados en condiciones de las velocidades indicadas para cada tipo de ensayo (Reglamento no 13-H, 2015).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Método

En esta investigación principalmente se comprende el tema desde un segmento particular automotriz hacia observaciones específicas, donde se analiza los datos obtenidos mediante las pruebas de laboratorio y de campo según la normativa EC-13H en relación con las variables independientes y dependientes mostradas en la tabla 3 y tabla 4 las cuales son parte de la investigación. Los datos obtenidos nos permitirán una evaluación donde se seguirá un criterio objetivo a la investigación creando una descripción evaluativa descriptiva del funcionamiento de los materiales.

3.2. Materiales

3.2.1. Vehículos

A nivel nacional existen camionetas con diferente capacidad de carga y distribución de freno para lo cual teniendo en cuenta los criterios de seguridad y normativas europeas se escogió la camioneta pick up Toyota Hilux categoría N1.

Se considera que la fortaleza fundamental con la que cuenta la camioneta Hilux de Toyota es la calidad que ofrece a sus clientes, ya que es capaz de adaptarse y ser resistente a casi cualquier tipo de clima, por esta razón se ha ganado el sobre nombre de indestructible, todo esto sumado a la comodidad de un SUV, para brindar al consumidor una experiencia satisfactoria en el viaje (Barberán Benavides, 2018).

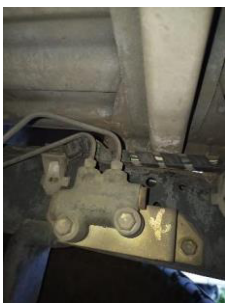
Figura 1. HILUX 2004



Fuente: Autores

3.2.2 Válvula compensadora de freno posterior

Figura 2 válvula compensadora de freno posterior



Fuente: Autores

La mayor capacidad de frenado siempre va a ser en los frenos delanteros con un 60 % de capacidad de frenado y en los posterior un 40%, donde la válvula se instala en el freno posterior (Tufiño Ortega, 2021).

La bomba tiene dos líneas de freno que son de salida, una que se encuentra en el frente de la bomba la cual es para el actuador del ABS y otra se encuentra al costado de la bomba , esta es la principal para los cuatro frenos y se reparte para los frenos delanteros tanto izquierdo como derecho ,además para los frenos traseros primero llega a la válvula compensadora y se reparte a los frenos posteriores de tal forma que emite la fuerza de frenado cuando la camioneta está cargada o cuando está vacía.

De tal manera que la válvula se conecta al diferencial con un muelle, en donde tiene tres tubos, dos son de entrada y uno de salida, en el cual la línea principal sale desde la bomba de freno, la otra línea distribuye para los frenos posteriores y los tambores, por ende la última línea es la entrada que viene directo desde el actuador del ABS donde el mecanismo que actúa sobre la válvula compensadora se mueve dependiendo el peso de la camioneta si está cargada o está vacía. Teniendo en cuenta si el frenado de las llantas delanteras y posteriores es un 50% - 50% se pueden empezar a bloquear las ruedas traseras en frenadas irregulares a fuertes, de tal forma que la camioneta puede empezar a perder el equilibrio en la parte posterior por eso la mayor fuerza de frenado es en los frenos delanteros (Sanmartín Vaca, 2018).

Cuando la camioneta lleva peso o no lleva peso en el balde va a variar el espacio de la válvula modificando la altura y eso afecta la compresión del muelle, donde abre o cierra la válvula conforme al movimiento la palanca de la válvula modificando la fuerza de frenado en la parte superior. El trabajo de la válvula ayuda a distribuir el peso y fuerza del frenado para que no se bloqueen la ruedas (Balla, 2014).

Figura 3. IMAGEN



Fuente: Autores

3.2.4 Normativa

La normativa EC13H la cual se va a utilizar alude primordialmente procesos para las pruebas de campo y las pruebas de laboratorio el cual ayuda a verificar si los datos de ruta suben el rango estándar con referencia a la válvula compensadora de freno posterior. En la tabla (poner cita de la tabla) se observa las condiciones para las pruebas, velocidad promedio, tiempo y número de pruebas. Donde por seguridad tiene un límite de 120 km/h.

El ensayo en el freno-metro permite obtener características de inercia necesaria, los frenos montados son idénticos a los del tipo del vehículo inicial, de tal manera que obtiene un registro continuo de la velocidad de giro del disco o del tambor y tiempo de frenado.

3.2.5 Equipo

Para el siguiente análisis se utilizó el freno metro brak3000 el cual cumple con la normativa Inter local ISO 376 es la única a nivel local que cubre la calibración original.

Los valores que determina el freno metro son datos de funcionamiento bajo rodillos de alto desempeño que mide la eficiencia de frenado.

Tabla 1. Línea de Inspección Técnica de Vehículos ligeros 4Tm

Dimensiones	4,915 x 1700 x 1780 mm.
Peso	1760 kg.
Vía Admisible	755 ÷ 2.200 mm.
Máx. Peso Eje	4.000 kg
Medidas	723 x 206 mm
Rodillos	
Distancia Ejes	400 mm
Rodillos	
Velocidad	80 km/h
Prueba	
Potencia Motor	102 CV / 75 kW
Coeficiente	Seco > 0,9
Fricción	
	Húmedo > 0,7
Rango de	0 ÷ 6 kN
Medición	
Alimentación	3 x 230 / 3 x 400 V
	50 / 60 Hz

Condiciones de Temperatura $-5 \div +40^{\circ}\text{C}$
Trabajo
Humedad Relativa $< 95\%$

Fuente: (VTEQ, 2021)

Los valores que obtenemos del freno- metro son bajo el funcionamiento de los rodillos de alto desempeño el cual mide la distancia y eficiencia de frenado.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Datos de entrada

En la tabla 2 detalla los valores que se utilizan en cada una de las pruebas realizadas manteniendo la categoría del vehículo y colocando datos importantes para el desarrollo de las pruebas, las cuales son ejecutadas por una sola persona para mantener los datos con la misma presión de frenado y peso establecido con el conductor.

Tabla 2. Datos de entrada

VEHÍCULO	HILUX
Año	2004
Fuerza de frenado	60,72Dan.
Selector marcha de transmisión	Neutro
Numero de pruebas	6
Velocidad de prueba	80 km/h
Temperatura ambiente	12 °C
Coeficiente de Adherencia carretera	$\geq 0,70$
presión Inflado de neumáticos	30 psi
Medidas neumático vehículo sin carga	205/75/R16 1104Kg

vehículo con media carga	1232Kg
vehículo con carga completa	1341Kg

Fuente: Autores

4.2. PRUEBAS DE LABORATORIO

4.2.1 Prueba con la válvula compensadora de freno posterior

En primer lugar se medirá la distancia de frenado desde el punto donde se acciona el pedal de freno hasta que el vehículo frene completamente para verificar la distancia recorrida sin peso en el balde.

Tabla 3. Resultado prueba de laboratorio con válvula

CON LA VALVULA COMPENSADORA DE FRENO

PRUEBA CON VALVULA

	post Izq. (KN)	post Der (KN)	Eficiencia eje post	Velocidad	Distancia
VALVULA SIN CARGA	3221,2	3392,1	61,9%	80 km/h	30,3 m
VALVULA CON MEDIA CARGA	3943,1	4430,7	61,7%	80 km/h	29,4 m
VALVULA CON CARGA COMPLETA	4608,5	47740,2	60,3%	80 km/h	28,1 m

Fuente: Autores

4.2.2 Prueba sin válvula compensadora de freno posterior

Los resultados detallados en la tabla 4, indican un aumento en la eficacia en el eje posterior de freno sin carga, un aumento de distancia con carga completa y una fuerza de adherencia mayor con carga.

Tabla 4. Resultado prueba de laboratorio sin válvula

SIN LA VALVULA COMPENSADORA					
PRUEBA SIN VALVULA					
	post Izq. (KN)	post Der (KN)	Eficiencia eje post	Velocidad	Distancia
SIN CARGA	3120,3	3275,6	60,3%	80 km/h	30,3 m
CON MEDIA CARGA	3828,8	4328,2	59,8%	80 km/h	32,2 m
CON CARGA COMPLETA	4500,7	47637,5	53.6%	80 km/h	35 m

Fuente: Autores

4.3 PRUEBAS DE CAMPO

Las pruebas de campo bajo la normativa EC13H se la realizan para establecer los procesos de nuestro estudio y poder sustentar el uso de la válvula de compensación de freno posterior con carga, sin carga, con carga media, y la medición del desplazamiento del vehículo durante la frenada con y sin la válvula.

4.3.1 Prueba de campo, con carga y la válvula conectada

De acuerdo con los resultados detallados en la tabla 5 se puede observar un incremento de distancia directamente proporcional a el peso y la velocidad, el recorrido del pedal de freno conforme a el tiempo de freno es el ideal para mantener una distancia uniforme y segura.

Tabla 5. Resultado prueba de campo válvula compensadora de freno

	Velocidad inicial Km/h	Distancia Mts	Tiempo de frenado Seg	Velocidad final Km/h
CON VÁLVULA				
Sin carga	4	30	3,9	80
Media carga	5,4	29,5	3,72	80
Carga total	5,2	28,7	3,59	80
SIN VÁLVULA				
Sin carga	5,1	30,5	4,1	80
Media carga	5,7	31,1	4,5	80

Carga total	6,8	34,2	4,9	80
-------------	-----	------	-----	----

Fuente: Autores

4.3.2 Prueba de campo, sin carga y con la válvula conectada

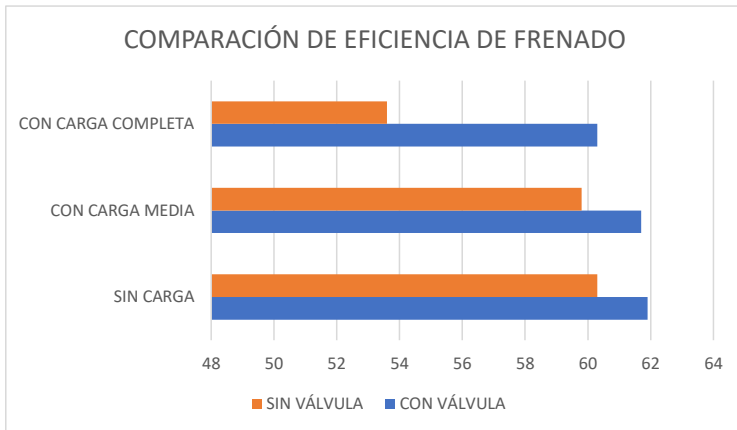
Principalmente la prueba permitió definir rangos de distancia y tiempos, en la tabla 6 detalla una elevada distancia con un aporte mayor al freno si el vehículo esta sin carga, a mediana y alta carga el vehículo no tarda en detenerse por completo, pero logra una mejor adherencia a la carretera en bajas revoluciones.

4.4 COMPARATIVA DE RESULTADOS

Las pruebas realizadas en diferentes condiciones de carga en la camioneta con la válvula de compensación de freno posterior conectada y con la válvula desconectada se puede analizar la eficiencia de frenado, la distancia recorrida y la velocidad estimada al accionar el freno.

Como se puede observar en la tabla 3 y en la tabla 4 las pruebas de laboratorio indican el porcentaje de eficiencia en el eje posterior donde se ubica la válvula, teniendo en cuenta que se necesita una relación de 40 por ciento en la parte delantera y 60 por ciento en la parte posterior indicando que la válvula ayuda a la compensación de peso al momento de accionar el freno para tener la correcta proporción de peso total del vehículo.

Figura 4. Prueba de laboratorio



Fuente: Autores

5. CONCLUSIONES

Una vez realizados los ensayos con la válvula conectada y desconectada se tiene resultados favorables hacia la válvula conectada con diferentes variables que son sin carga, con carga media y con carga completa. Los valores de tiempo de frenado con y sin la válvula de compensación de freno posterior en la prueba de campo se puede analizar que con la válvula conectada tiene menor tiempo de recorrido, teniendo mayor exactitud al frenar.

Los resultados de laboratorio determinan un porcentaje mayor de eficiencia en el eje posterior con la válvula conectada, llegando a tener un valor sin carga de 61,9 %, con carga media de 61,7% y con carga completa de 60,3%, a diferencia de los resultados sin la válvula de compensación de freno posterior al tener un valor sin carga de 60,3%, con carga media de 59,8% y con carga completa de 60,3%, todas las pruebas fueron realizadas a 80km/h con una distancia aproximada de 30 metros de desplazamiento.

Concluyendo con el estudio sobre la utilización de la válvula compensadora de freno posterior para mayor seguridad y precisión de frenada sabiendo que el peso del vehículo va a influir indispensablemente en el frenado hay que tener en cuenta las pruebas realizadas en laboratorio donde se llega a obtener un 60% de frenada con la válvula y en la prueba de campo con la válvula tiene menor tiempo de frenada siendo más eficaz al momento de frenar.

6. Bibliografía

- Correa Neira, M., Pravia Rojas, J., & Sánchez Sandoval, A. L. (2020). Diseño e implementación de un sistema de supervisión de frenos hidráulicos en los vehículos livianos.
- Chiroque Chávez, J. C. (2020). Análisis de los sistemas de frenos de un vehículo-determinación del sistema de frenos óptimo.
- Coloma Torres, C. P., & Reyes Cevallos, H. J. (2021). *Diseño y construcción del sistema de freno hidráulico para el banco de pruebas del motor de combustión interna de 1400 cc de la Universidad Politécnica Salesiana* (Bachelor's thesis).
- García-León, R. A., Echavez Díaz, R. D., & Flórez Solano, E. (2018). Análisis termodinámico de un disco de freno automotriz con pilares de ventilación tipo NACA 66-209. *Inge Cuc*.
- Gutiérrez González, E. (2019). Diseño del sistema de frenado de un vehículo FSAE.
- Lita, K. E. Y., Olaves, L. E. G., Campaña, G. G. R., & Terán, J. C. R. (2021). Estudio eficiencia en frenado con empaques de fricción local e importados en vehículos de categoría N1 bajo norma EC13H. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(6), 280-300.
- de la Unión Europea, D. O. (2015). Reglamento no 13-H. *Europa de las Naciones Unidas (CEPE)*.
- Barberán Benavides, S. J. (2018). Diseño de estrategias de marketing para Toyota del Ecuador SA empresa comercializadora de vehículos. caso: modelos Hilux (Bachelor's thesis, PUCE-Quito).

- Sanmartín Vaca, D. F., & Marcillo Loayza, M. A. (2018). Estudio de las presiones hidráulicas en un sistema de frenos ABS.
- Balla, C., & Sebastián, E. (2014). *EL AIRE COMPRIMIDO, SU APLICACIÓN, EFECTOS Y VENTAJAS EN EL SISTEMA DE FRENO DE AIRE COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ, DE LA ESCUELA DE EDUCACIÓN TÉCNICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN HUMANAS Y TECNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO. PERIODO AÑO LECTIVO 2012-2013* (Bachelor's thesis, Riobamba, UNACH 2014).
- Tufiño Ortega, W. M. (2021). Mantenimiento y reparación del sistema de frenos de aire en los vehículos isuzu a diésel, dirigido a los choferes de la cooperativa de Transporte Trans Pusuquí (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Cisneros Topete, A. (2018). Metodología para la caracterización y optimización del sistema de frenado diseñado para vehículos pesados (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Groczewski Perote, C. (2019). Diseño y optimización del sistema de frenada de un vehículo monoplace.
- Barba Nieto, Á. (2019). Laboratorio virtual para la medición de las fuerzas de frenado en inspección del parque de vehículos industriales. <https://doi.org/10.1504/IJHVS.2015.073200>.
- Ni, W. T. (2013). ASTROD-GW: Overview and progress. *International Journal of Modern Physics D*, 22(01), 1341004.
- Abdo Almeida, Á. W. (2014). Estudio de factibilidad para crear una empresa de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de frenos en vehículos livianos (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial.).

7. ANEXOS

Anexo 1. Diseño e implementación de un sistema de supervisión de frenos hidráulicos en los vehículos livianos.

I. INTRODUCCIÓN

REALIDAD PROBLEMÁTICA

PROBLEMÁTICA A NIVEL INTERNACIONAL

"La seguridad vehicular ha sido un tema primordial de los constructores o fabricantes de vehículos livianos quienes han creado nuevos sistemas y servicios de seguridad que son enfocados en la seguridad activa y seguridad pasiva. Sin embargo, el aumento de tantos elementos no significa solamente que un automóvil deba implementar todos los equipamientos de seguridad técnicamente factibles" (Jaramillo, 2018, p. 08).

"indica la rapidez y la detección de que la probabilidad de que la causa fundamental y/o tipo de falla sea detectada con rapidez suficiente y así prevenir pérdidas catastróficas, es decir, la rapidez la rapidez que detecta la falla antes que llegue al punto final"(Rodríguez y Revilla, 2017, p.15).

"Los accidentes de tránsito en la actualidad es un causal de muerte más usuales, esto debido a distintos factores, sean mecánicos y humanos; al relacionar accidentes de tránsito una de las causas con mayor frecuencia son las fallas mecánicas en el sistema de frenos, para lo cual el sobrecalentamiento de sus componentes es un factor determinante en el aumento de esta cifra" (Muños, Borja y Moreno, 2020, p. 110).

"los frenos es el sistema más preciso e importante en la seguridad de los vehículos, siendo eficiente y progresivo para el conductor, donde en todo momento pueda controlar el comportamiento del vehículo durante el frenado" (Ayala, 2018, p. 09).

"los frenos de un vehículo tienen que cumplir un conjunto de características, donde la seguridad es el punto más principal en el vehículo, los frenos tienen la función de brindar la eficiencia del frenado en cualquier circunstancia que sea requerido, donde debe tener un nivel estable en determinados tipos de temperaturas en el medio ambiente" (Acosta y Pareja, 2019, p. 01).

Tipos de frenos

Frenos hidráulicos

"los frenos es un conjunto que transmite la fuerza que ejerce el conductor que aplica en el pedal de freno, donde se transmite por el circuito de frenos para paralizar el vehículo, el sistema de frenos hidráulicos es el que acciona dobles esfuerzos en el fluido hidráulico" (Escandón, 2012)

El primer componente que se encuentra es el pedal de freno y requiriendo de su menor o mayor diámetro aplica la fuerza, el segundo componente es el servo freno el cual requiere del motor ser ayudado para generar una presión, presión atmosférica en un lado y vacío en el otro, al pisar el pedal de freno aplica el esfuerzo del conductor, donde más sea el diámetro mayor será la presión, como tercer componente está el sistema hidráulico conformado por el cilindro master y los cilindros de rueda, a más diferencia en las áreas de los pistones mayor será la presión.

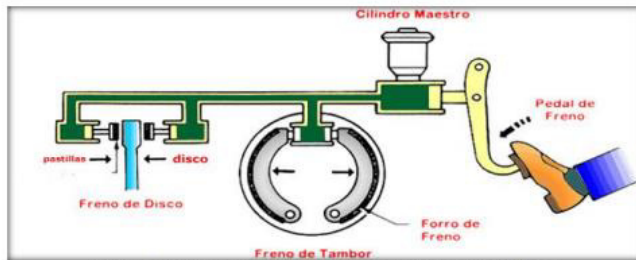


Figura 01: Demostración del sistema de frenos hidráulicos
Fuente: widman.biz

Frenos hidráulicos de tambor

“Generalmente van situados en las ruedas traseras y su función es hacer que el automóvil frene a medida que uno aprieta el pedal, Como van en las ruedas traseras del vehículo se desgasta menos, incluso duran más que los frenos de disco” (Suarez, 2016).

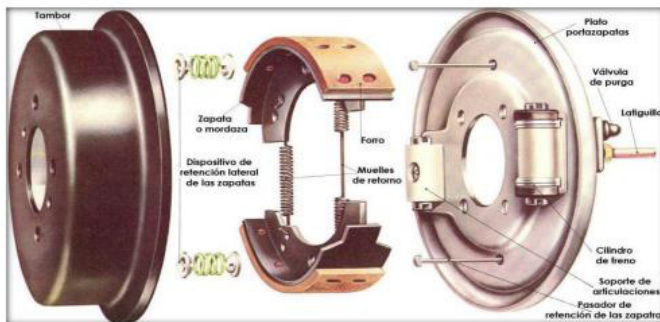


Figura 02: Demostración de frenos de tambor
Fuente: como-funciona.com

Funcionamiento:

Al friccionar el conductor el freno el cilindro se llena de líquido hidráulico, luego las zapatas realizan una separación generando contacto con los tambores, donde realizan el frenado de tal manera las ruedas dejan de girar generando una estabilidad en el vehículo.

Frenos hidráulicos de disco

Están situados en las ruedas delanteras del automóvil, su función es que el auto frene, pero lo que lo diferencia del freno del tambor es que el freno de disco es más potencial y preciso al frenar, por esta razón se ponen en los ejes delanteros

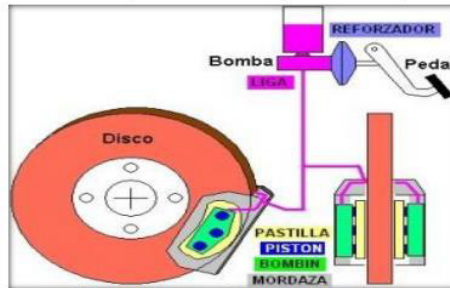


Figura 03: Demostración de sistema con disco
Fuente: audioledcar.

Componentes del sistema de frenos.

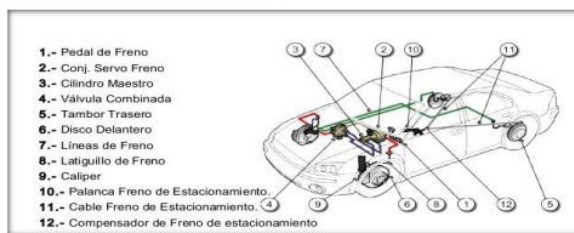


Figura 04: Demostración de componentes del sistema de frenos
Fuente: es.slideshare.net.

Cilindro maestro.

Su función es recibir la fuerza que produce el conductor presionando el pedal y se encarga de distribuir por el sistema hacia los tambores.

Servo freno.

Es el componente que genera una suavidad al pedal de freno, ya que con su vacío se genera una mayor precisión a la hora de frenar, el vehículo será más fácil controlar la estabilidad.

Cilindro auxiliar o bombín de frenos.

Su trabajo es obtener la fuerza recibida por el líquido hidráulico desde el cilindro master principal y manipular los componentes que ejercen a las pastillas contra el disco de rueda.

Calíper.

Es donde se alojan los pintones que ejercen la presión, para accionar a las pastillas hacia el disco.

Mordaza.

Es un componente fabricado de metal para soporte del sistema de frenos.

Racor.

Es el conector roscado del sistema de las líneas de trabajo del freno.

Deposito.

El componente principal para el líquido hidráulico.

Válvula compensadora.

Su trabajo es distribuir la presión de freno a los ejes posteriores y aumentar o restar según el trabajo que realice el vehículo.

Pastillas.

El componente que ejerce el trabajo de friccionar el disco a través de la presión ejercida por los pistones.

Banda.

Un componente que realiza su trabajo de accionar y poner en contacto con el tambor para paralizar el vehículo.

Disco.

Este componente que está instalado en las ruedas tanto delanteras como posteriores, que se encarga de alojar las pastillas para realizar el frenado.

Campana/tambor.

Hoy en día principalmente van instalados en los ejes posteriores para frenar el vehículo de una manera precisa.

Anexo 2. Análisis de los sistemas de frenos de un vehículo-determinación del sistema de frenos óptimo.

I. INTRODUCCIÓN.

1.1 Realidad problemática.

A Nivel Internacional:

Se encuentran dentro del medio muchos tipos y modelos de frenos para automóviles, permite iniciar investigaciones para determinar la principal característica mecánica del material adecuado del mecanismo, su textura integral, rango óptimo de reacción, mantenimiento preventivo, correctivo. Avance tecnológico del sistema de freno, hidráulico, mecánico, freno eléctrico, llamado freno regenerativo. permite reacciones rápidas en espacios reducidos, es muy adquirido por muchas marcas de fabricantes de automóviles del ámbito mundial, nuestro país.

“Freno es un mecanismo muy útil que permite reducir parcial o total la velocidad del automóvil, consta de componentes como zapatas, cilindros, paileros, pastillas de freno, el freno es un transformador de energía cinética del vehículo en energía calorífica, esto permite detener el vehículo en el momento indicado. Pueden funcionar según su diseño como sistema hidráulico, sistema de aire comprimido, ABS, EBS. El control es realizado por el conductor según tiempos indicados” (Pejerrey, 2011, pág. 3)

Pejerrey (2011) afirma: “los frenos son utilizados por muchos tipos de máquinas. Las aplicaciones son especiales e importantes en los automóviles, camiones, trenes, aviones, trimovil de pasajeros, bicimotos. Con eficiencia y operatividad”

Freno de fricción

“El freno está diseñado con un mecanismo para disminuir el avance del automóvil. Consta de un mecanismo fijo sobre el cual se presionan este componente al desacelerar. Se utiliza bastante en automóviles” (Pejerrey, 2011, pág. 3)

Freno de cinta o de banda:

Es uno de los frenos más utilizados antiguamente este consta de una faja flexible cuyas mordazas ejercían presión sobre las balatas del tambor en movimiento era un solo conjunto con el palier de las ruedas permitiendo la desaceleración y parada del vehículo.

Freno de disco:

“Compuesto por componentes mecánicos como pastillas y los émbolos presionan los compontes contra el cáliper mediante el sistema de fracción este permite detener el vehículo cuando está en movimiento las pastillas están fabricadas de material cerámico, están montados y sujetos por seguros y pasadores, los mecanismos de frenos son ventilados para reducir el calor” (Pejerrey, 2011, pág. 4)

Freno de tambor:

Este sistema de frenos es muy utilizado en vehículos liviano y pesados consta de una rueda fabricada de hierro fúndico y dimensionada para cada vehículo utiliza el sistema de fricción esta permite frenar al camión y accionar sus componentes.

Freno de llanta:

Utiliza un cuerpo giratorio denominado freno de aros. Se utiliza mucho para la bicicleta.

Otro tipo de freno**Dependiendo del accionamiento**

Frenos por sistema de aire comprimido

Frenos convencionales

Freno hidráulico

Freno de motor

Freno de parqueo

Freno eléctrico. Existen más de un tipo: frenos regenerativos y frenos reostáticos. Este sistema es empleado en remolcadores y automóviles

Dispositivo especial:

Sistema ABS

sistema dinámico

sistema de compresión

Frenos de inercia

“Los sistemas del freno se fueron innovándose, en forma similar que los automóviles, también fueron sufriendo muchas evoluciones para generar una eficiencia en el frenado y una comodidad para los ocupantes. Son sistemas que faltan implementar en muchos automóviles y preferidos en pocos fabricantes” (Bauza & F, 2018, pág. 79)

“En la actualidad el sistema del control mecánico en general del vehículo está remplazándose por un sistema “X-by-Wire. Estos sistemas determinan el comando del operador por medio de sensores, procesa la información electrónicamente, desplazamientos y velocidades de pisadas de los pedales de frenos y envían la orden a al actuador, se realiza en vehículos con electrónicos.” (Bauza & F, 2018, pág. 79)

“En Bosch están trabajando constantemente en un sistema electrónico para el área de direcciones, frenos. Aplicaciones creadas mediante las interacciones en muchos sistemas del automóvil. La teoría del “freno por cable” este sistema de frenado (Sensotronic Brake control), creado en la empresa Bosch mediante convenio con Daimler Chrysler. Este frenado selectivo por la sensoria, la actuación del chofer en el pedal de freno, se convierte en impulso eléctrico y se conduce a los microprocesadores estos mediante combinaciones con la señal emitida en forma simultánea por muchos sensores y depende de las situaciones de operatividad al instante, registra el eficaz de frenada en ambas ruedas. Esto brinda una mayor seguridad en la calzada resbaladiza. Un recipiente con máximas presiones, actuadores que controlan el frenado sea mucho antes” (Bauza & F, 2018, pág. 79)

Bauza (Innovación en el sistema de frenos, 2018) Afirma: “No se trata de frenos anti bloqueos modernos, se trata de controlar su estabilidad de forma rápida, con un sistema totalmente moderno. Actualmente, el propio conductor lo realiza directamente, disminuye esa fuerza aplicaba en los frenos. En el SBC el operador indica la acción de detener el vehículo”

“Como se muestro el pedal en el montaje anterior, cambia esa determinación en señal eléctrica, (informa esa velocidad de desplazamiento y la presión actuada sobre el pedal). Esta señal llega al microprocesador, y calcula la fuerza aplicada sobre un sistema hidráulico, y la actuación sobre cada rueda independiente según la información recibida de forma independiente de las ruedas, al girar la dirección rápido. El dispositivo juntado su actuador y el sensor transmiten el cambio en las presiones que convierte como ondas eléctricas. una fuente de emergencia”. (Bauza & F, 2018, pág. 79)

“El sistema de Frenado Selectivo Sensotronic, tiene una cantidad numérica de componentes convencionales están sustituidos por partes eléctricas. En el futuro, el servofreno descrito en

el pasado, es inutilizado. actualmente la electrónica calculará las presiones del actuador maestro, velocidad desplazamiento y transmitirán mediante el procesador la señal eléctrica”. (Bauza & F, 2018, pág. 78)

Zapatas del freno: Están hechas de dos piezas de acero y están remachadas el material de fricción, utilizado en vehículos livianos y pesados, resiste una temperatura, (aprox.720 °C) su desgaste mínimo es de 1.2mm

Frenos de Discos:

Pieza principal del sistema de frenos. En la actualidad se utiliza mucho el del tipo de disco ventilado disipa mejor el calor, tiene buena conductividad térmica se fabrican de fundición especial.



Figura 1. Partes del mecanismo de freno

Fuente. Nissan, 2017

Acciones aerodinámicas

Criado (2012) afirma: "En el recorrido el auto se produce la fuerza aerodinámica, el avance en el párrafo posterior, ésta tiene interés como fuerza retardadora en velocidad alta, la velocidad moderada puede perderse a los valores de las fuerzas de frenados". Esa fuerza aerodinámica es importante en velocidad superior y sus valores aumentan la velocidad mediante los desplazamientos del automóvil. la siguiente tabla observaremos la variación de la resistencia en función del desplazamiento del automóvil, también los Hp que requiere el automóvil para obtener su potencia.

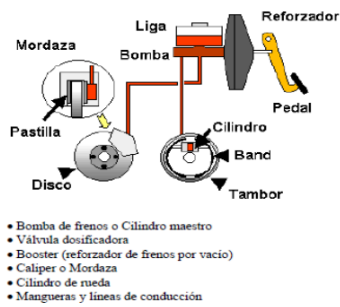


Figura 2. Descripción del mecanismo para el circuito de freno.

III. RESULTADOS.

3.1 Detallar su diferente mecanismo en frenos del automóvil, existente en el ámbito local, internacional.

Según Elliot S, 2015: “El freno está diseñado para disminuir el avance del automóvil. Se utiliza bastante en automóviles, camiones”. El freno detiene al vehículo cuando se aplica la fuerza al tambor de frenos producido la parada instantánea del automóvil. La fuerza de rozamiento disminuye el desplazamiento y detiene al vehículo.

El freno regenerativo es uno de los más solicitados por los fabricantes de los automóviles permiten el ahorro de combustible eficiencia de respuesta en espacios reducidos ayuda a proteger el medio ambiente, concesionarios como Toyota, Nissan lo utiliza en sus unidades vehiculares.

- **Frenos de cinta de banda:**

Su frenado se produce cuando tiramos la corra sobre la rueda giratoria su aplicación es sencilla. Es uno de los frenos utilizado antiguamente este consta de una faja las mordazas ejercían presión sobre las balatas del tambor en movimiento era un solo conjunto con el palier de las ruedas permitiendo la desaceleración y parada del vehículo.

- **Freno de disco:**

Está compuesto únicamente por un disco solidario ventilado al cubo de la rueda se caracteriza por un frenado uniforme a pesar del frenado brusco, el calor se disipa rápidamente es fabricado de material frágil y liviano, se clasifican en ventilados y plenos. agujerados.

- **Freno de tambor:**

Este sistema de frenos es muy utilizado en vehículos pesados consta de una rueda fabricada de hierro fúndico y dimensionada para las zapatas utiliza el sistema de fricción esta permite reducir la velocidad del vehículo al momento de ser accionar sus componentes. Se revisan constantemente para detectar si el tambor esta rajado, las zapatas estas sueltas, torcidas.

▪ **Freno de llanta:**

Conocido como freno de aro utiliza la rueda del mecanismo existen muchos tipos se utilizó en la bicicleta.

Tipo de frenos más utilizados por su accionamiento

Freno de aire comprimido

Freno convencional

Freno por fluido hidráulico

Freno hidráulico asistido con servo freno

Freno de parqueo

freno magnético.

▪ **Sistema especial**

Sistema de freno antibloqueo

Sistema de compresión

Sistema por retardador

Por disco ventilado

El freno de disco consta de componentes mecánicos como pastillas y los émbolos presionan los componentes contra el cálipers mediante el sistema de fracción este permite detener el vehículo cuando está en movimiento las pastillas están fabricadas de material cerámico, están montados y sujetos por seguros y pasadores, los mecanismos de frenos son ventilados para reducir el calor. cada pastilla debe tener un espesor mayor que el mínimo especificado y no deben estar contaminados con grasa o líquido de freno. El disco no debe tener fisuras, surcos profundos o rajaduras y no debe exceder los límites de variación de espesor y de concentricidad.

Según Elliot S, 2012: “en sus inicios el freno de disco, se utilizó en automóviles deportivos la demanda de frenado era mayor una mayor. Se montaban cerca de la corona del automóvil, en la actualidad se monta en el cubo de rueda. Las posiciones en el automóvil permiten reducir el peso suspendido y el calor transferido a la rueda, primordial para alta competencia”.

Actualmente el freno de disco tubo buena acogida en los automóviles, todavía se utiliza el freno de tambor en el eje posterior, para disminuir costo y simplificar el accionamiento del

freno de estacionamiento. la mayor fuerza del frenado es aplicado sobre el eje principal, de tipo. Mordaza, pinza:

Las mordazas aloja a la pastilla, pistón de frenado. El pistón está generalmente fabricado de material blando su revestimiento es recubierto por un cromado. La mordaza flotante falla cuando se inclina. Se produce por falta de mantenimiento correctivo, con el automóvil sin operar por un tiempo largo se produce deterioro en los componentes del freno, la pastilla se fricciona en la mordaza, produciendo desgaste prematuro de las pastillas y reduce el rendimiento del automóvil.

Según Muro J, 2014: “La mordaza flotante puede fallar cuando se inclina, producto por la corrosión y la sociedad cuando el automóvil está paralizado, las pastillas del freno de las mordazas harán fricciones contra las paredes del disco, el freno sin utilizar, produce desgaste rápido a las pastillas”

- **Pistones y cilindros:**

El pistón cuenta con unas fijaciones que van alrededor el sello impide la pérdida de presión ejercida por el líquido de freno, las mordazas llevan conductos para el ingreso del DOT3 produciendo un empuje de la varilla contra el disco realizando un pequeño recorrido de las mordazas frenando paralelamente evitando el desgaste.

- **Pastillas de freno:**

Son los elementos de fricción de frenado que esperan quietas, acopladas al chasis, para frenar por presión hidráulica y fricción a los discos de freno. El conductor, al pisar transmite al sistema hidráulico de frenos y los calipers que portan las pastillas se cierran contra los discos que giran. Se produce un trabajo de fricción que tiene por objetivo disminuir y detener el giro de los discos.

. El mínimo espesor para poder utilizar una pastilla es 2mm; a partir de allí, el riesgo de dañar el disco rayándolo es alto (por el contacto metal con metal).

Según Muro J 2015: “el asbesto en las pastillas de freno está totalmente prohibido, por ser peligroso para la salud es cancerígeno. En la actualidad, se utiliza material cerámico al

Anexo 3. Diseño y construcción del sistema de freno hidráulico para el banco de pruebas del motor de combustión interna de 1400 cc de la Universidad Politécnica Salesiana.

**CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO**

1.1 Introducción

En la siguiente sección se expondrán criterios teóricos referentes a un sistema de freno hidráulico, se describirán los conceptos fundamentales y el funcionamiento, con la intención de entender su importancia desde una visión de ingeniería. Se mostrará la función del sistema de freno, así como sus componentes mecánicos y electrónicos de mayor importancia. Además, se expondrá el mecanismo de frenado que se origina durante la acción del freno.

1.2 Banco de pruebas

El banco de pruebas es un instrumento beneficioso para universidades, centros tecnológicos mecánicos y talleres particulares, ya que se enfoca en la prevención, localización e investigación de posibles problemas. Su función principal y más importante es determinar potencia y torque o par que dependen de la velocidad de giro del motor, que se analizan mediante gráficos como modelos numéricos [1].

1.2.1 Banco de Pruebas para Motores de Combustión Interna

Un banco de pruebas para motores de combustión interna es un equipo que se utiliza para realizar medidas de rendimiento a motores y comprobar su funcionamiento.

Para analizar el comportamiento de motores de combustión interna se han empleado distintas formas como ensamblar al motor a un soporte y ser anclado a un dinamómetro para medir ciertas fuerzas. Pero, el aumento en las velocidades de rotación promovió la invención de otros sistemas como los frenos de dinamo, que constaban por un dinamo cuya estructura podía oscilar libremente en torno al eje del motor manteniéndose en equilibrio por medio de pesos móviles a lo largo de un brazo que estaba regulado y graduado. La medición del par o torque de frenado se obtenía variando las resistencias electrónicas que formaban la carga eléctrica del dinamo [2].

1.2.2 Componentes del Banco de Pruebas de Motor de Combustión Interna

Cuenta con una cimentación capaz de absorber las vibraciones que se generan como consecuencia del movimiento del motor; por lo tanto, tiene su estructura armada adecuadamente para soportar el motor, instrumentos de control y los registros.

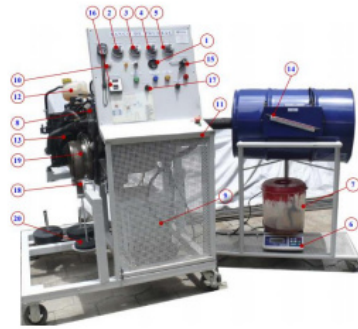


Figura 1. Banco de pruebas de motor de combustión interna de la Universidad Politécnica Salesiana.
[3]

Tabla 1. Partes del motor del banco de pruebas

Descripción y ubicación de partes del motor del banco de pruebas	
1. Nivel de combustible	2. Tacómetro
3. Temperatura de refrigerante	4. Presión de aceite
5. Voltímetro	6. Balanza de consumo másico
7. Tanque de combustible	8. Motor de combustión interna
9. Cisterna de escape	10. Scanner motor
11. Módulo de control electrónico	12. Reservorio de refrigerante
13. Sistema de refrigeración	14. Manómetro de aire
15. Acelerador	16. Pirómetro
17. Selector de °Ts	18. Dinamómetro
19. Sistema de freno de cinta	20. Pesas

Mención de partes del banco de pruebas de la Universidad Politécnica Salesiana. [3]

1.3 Freno dinamométrico

1.3.1 Tipos de Frenos Dinamométricos

1.3.1.1 Frenos Eléctricos

El estator en los dinamómetros eléctricos cuenta con un montaje basculante que está hermanado a un sistema de medición de fuerza.

El medio de transmisión del par motor en el dinamo desde el rotor al estator es a través de campos magnéticos. Para la regulación de carga cuando existen variaciones pequeñas se utiliza un reóstato para la excitación del dinamo.

Dentro de sus ventajas:

- Se usan como motores eléctricos.
- Presentan menor inercia que dinamómetros de corriente de Foucault.

Por otra parte, sus desventajas:

- Son de elevado costo.
- Presentan mayor inercia que dinamómetros hidráulicos. [4]

Tabla 2. Comparación de frenos dinamométricos eléctricos

Cuadro comparativo de frenos dinamométricos eléctricos			
	Dinamómetro de corrientes parasitas	Dinamómetro de corrientes continua	Dinamómetro de corrientes Foucault
Capacidad a alta potencia	Bueno	Bueno	Bueno
Potencia de frenado	500W a 140kW	-	3Kw a 140kW
Tiempo de respuesta a cambio de carga	Muy bueno (menos de 0.05 segundos)	Excelente (menos de 0.005 segundos)	-
Par máximo	300 N-m a 560 N-m	-	5 N-m a 1200 N-m
Acomodamiento a pruebas de alta duración	Excelente (con refrigeración con agua)	Excelente	-
Índice de precisión	± 0,3% a 0,5%	-	± 0,3 % a ± 0,5 %

Comparación de algunos frenos dinamométricos eléctricos. [4]

1.3.1.2 Sistema de Freno Hidráulico

El sistema de frenos hidráulicos contempla dos aspectos importantes: Sistema Hidráulico y Materiales de Fricción.

Principio de Funcionamiento del sistema de freno hidráulico.

Su funcionamiento inicia cuando acciona el operador el pedal de freno el cual actúa directamente sobre la bomba maestra, una vez que esto sucede, envía el líquido a

presión a través de las cañerías o mangueras. El líquido de freno transmite en este proceso la fuerza del dispositivo de acción al freno de disco [5].

“Al soltar el pedal baja la presión del líquido, el sistema vuelve a su posición inicial y el líquido del cilindro retorna a la bomba con el fin de incrementar la fuerza de frenado” [5].

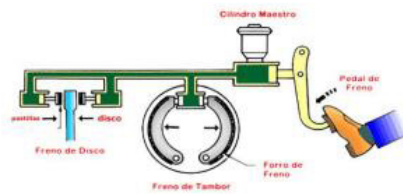


Figura 2. Esquema del sistema de freno oleo hidráulico. [6]

Materiales de fricción.

Los materiales de fricción, también llamados balatas o pastillas de freno, son elementos de metal, semimetal o cerámica capaces de soportar altas temperaturas, ya que generan la fricción al tener contacto con una superficie fija y esto produce el frenado. Cabe indicar que estas son piezas susceptibles a desgaste, por lo que deben ser revisadas y cambiadas con cierta periodicidad [7].

1.3.1.3 Partes del Sistema de Freno Hidráulico

Está compuesto por las siguientes partes que funcionan en conjunto para alcanzar la función de frenado:

a. Depósito de líquido de frenos.

Su función es abastecer y mantener el líquido de frenos al alimentar la bomba maestra. Frecuentemente se encuentra sobre esta, por lo que el líquido de frenos se beneficia de la gravedad para su traslado [8].



Figura 3. Depósito de líquido de frenos. [9]

b. Bomba maestra.

La bomba maestra, también denominada cilindro maestro, transforma la fuerza propiciada por el operador, el cual ejerce una pujanza sobre el pedal con presión oleo hidráulica en el interior del circuito de frenos. Es así que la presión de salida del cilindro maestro a través de las canarias que transportan el fluido es de 24.6564 PSI a 27.5572 PSI [10].

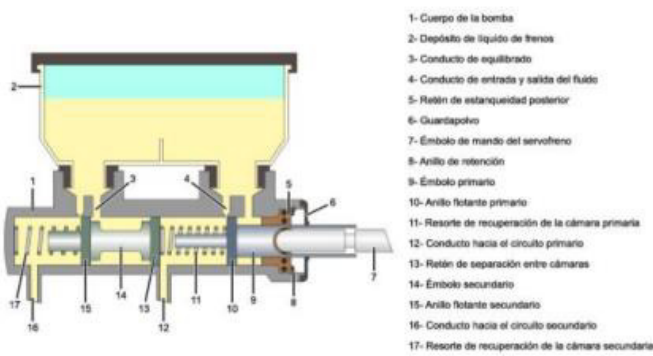


Figura 4. Bomba maestra.[10]

c. Mangueras.

Son canalizaciones que transportan el líquido de frenos y tienen una resistencia de -40 a 120 °C, con una presión de rotura de 15kgf / cm². La estructura de la manguera de frenos es: epdm, hilo y epdm como se muestra en la Figura 5, generalmente se emplea cañerías con:

$$D_e = 4.75 \text{ mm}, 6 \text{ mm}, 8 \text{ mm y } 10 \text{ mm.}$$



Figura 5. Manguera o cañería de freno flexible. [11]

Anexo 4. Análisis termodinámico de un disco de freno automotriz con pilares de ventilación tipo NACA 66-209. *Inge Cuc.*


Thermodynamic analysis of an automotive brake disc with ventilation pillars NACA type 66-209

DOI: <https://doi.org/10.17981/ingecuc.14.2.2018.01>


Artículo de investigación. Fecha de recepción: 12/01/2018. Fecha de aceptación: 21/06/2018

Ricardo Andrés García-León 

Universidad Francisco de Paula Santander. Ocaña (Colombia).
ragarcial@ufps.com

Robert Dajjan Echavez-Díaz 

Universidad Francisco de Paula Santander. Ocaña (Colombia).
rdechavezd@ufps.com

Eder Flórez-Solano 

Universidad Francisco de Paula Santander. Ocaña (Colombia).
enflorezs@ufps.com

Para citar este artículo:

R. A. García-León, R. D. Echavez-Díaz y E. Flórez-Solano, "Análisis termodinámico de un disco de freno automotriz con pilares de ventilación tipo NACA 66-209," *INGE CUC*, vol. 14, no. 2, pp.9-18, 2018. DOI: <http://doi.org/10.17981/ingecuc.14.2.2018.01>

Resumen

Introducción– El sistema de frenado de un automóvil debe trabajar de forma segura y predecible en cualquier circunstancia, lo cual implica disponer de un nivel estable de fricción en cualquier condición de temperatura, humedad y salinidad del medio ambiente. Para un correcto diseño y operación de los discos de freno, es necesario considerar diferentes aspectos, tales como: la geometría, el tipo de material, la resistencia mecánica, la temperatura máxima, la deformación térmica, la resistencia al agrietamiento, entre otros.

Objetivo– En el presente trabajo se realizó el análisis del sistema de freno a partir del pedal como inicio de los cálculos de cinética y dinámica de los elementos constitutivos, y, de esta manera, simular el comportamiento de un freno automotriz con pilares de ventilación tipo NACA 66-209.

Metodología– El desarrollo de la investigación se llevó a cabo mediante la ejecución de un Análisis de Elementos Finitos (FEA) con la ayuda del programa de computador SolidWorks Simulation, con el que se llevó a cabo el modelo geométrico del disco para identificar los elementos sometidos a máximas variaciones de temperatura.

Resultados– Con los resultados numéricos obtenidos se demuestra que, con los cálculos matemáticos, se logró validar el correcto funcionamiento de sistema de frenado en diferentes condiciones de operación, optimizando el tipo de geometría de los discos y ayudando así a la evacuación más rápida de calor con respecto a otros tipos de frenos de disco.

Conclusiones– Estos sistemas trabajan en condiciones óptimas, es decir, velocidad de 80 Km/h y en un medio ambiente de 22 °C, generando una temperatura de frenado de 60,5 °C. Estos valores garantizan altos niveles de seguridad y operación en comparación con otros tipos de geometrías, además de poder determinar sus condiciones de funcionamiento en diferentes condiciones de trabajo.

Palabras clave– Termodinámica; fricción; FEA; CFD; frenos de disco, automóvil; NACA 66-209

Abstract

Introduction– The braking system of a car must work safely and predictably under any circumstance. This implies having a stable level of friction in any condition of temperature, humidity and salinity of the environment. For a correct design and operation of the brake discs, it is necessary to consider different aspects, such as geometry, type of material, mechanical resistance, maximum temperature, thermal deformation, resistance to cracking, among others.

Objective– In the present work, the analysis of the brake system from the pedal was carried out as the beginning of the kinetic and dynamic calculations of the constituent elements and, in this way, simulate the behavior of an automotive brake with NACA 66-209.

Methodology– The development of the investigation was carried out by means of the execution of a Finite Element Analysis (FEA) with the help of the SolidWorks Simulation Software. The geometric model of the disk was carried out in order to identify the elements submitted to maximum temperature variations.

Results– The results correspond to the numerical results of the tests that were carried out, in this case, optimizing the disc geometry type so as to aid in a faster heat evacuation of disc brakes.

Conclusions– These systems work in optimal conditions, that is to say: speed of 80 Km/h and in an environment of 22 °C, generating a braking temperature of 60.5 °C. These values guarantee high levels of safety and operation compared to other geometry types. In addition, operating conditions under different working conditions can be determined.

Keywords– Thermodynamics; friction; FEA; CFD; disc brakes; automobile; NACA 66-209

I. INTRODUCCIÓN

El sistema de frenos es, sin duda, el componente más importante para la seguridad vial del automóvil, ya que de este depende la detención total o parcial del vehículo, y, en consecuencia, la integridad de sus pasajeros. Generalmente, el 70 % de la energía cinética producida en el movimiento es absorbida por los frenos de disco delanteros y el restante por el freno trasero, que suele ser de tambor. Estos sistemas se fundamentan en la fricción para detener el movimiento del vehículo, teniendo como principio la presión hidráulica que empuja las pastillas de freno contra el disco de hierro fundido. En consecuencia, el comportamiento que produce este tipo de dispositivos, a través de la energía cinética, es el de crear un calor considerablemente alto durante el frenado, aumentando la temperatura por fricción. Este calor se disipa rápidamente con el aire circundante por medio del fenómeno de convección (transferencia de calor que se produce entre masas a diferente temperatura), y esto depende de la geometría del disco y del material del que se fabrica. Los factores ambientales también son determinantes para que la etapa de transferencia de calor se produzca. Además, cuando la temperatura alcanza valores elevados aparece el fenómeno de radiación, que también ayuda a disipar la energía en forma de calor almacenada en el disco [1][2][3]. Bajo estas condiciones, la funcionalidad y la seguridad del freno del sistema pueden estar comprometidas.

La determinación de las características geométricas de los discos depende de la capacidad de carga y el funcionamiento, lo cual es un factor importante en la fase de diseño inicial. En la mayoría de los casos, el diseño de los discos debe evitar el sobrecalentamiento que surge entre el freno y la pastilla por el efecto de la fricción, seleccionando de forma adecuada las propiedades físicas, mecánicas y químicas que se producen debido a que en algunas ocasiones los tipos de materiales no se comportan correctamente y tienen efectos negativos sobre la eficacia del proceso de frenado [4]. En la etapa del diseño mecánico en frenos de disco ventilados, es muy importante analizar el comportamiento de los termo-fluidos asociados (aire circundante), es decir, observar las características y operación de los fluidos sobre la superficie del disco, siempre garantizando la efectividad del proceso de frenado y de disipación de calor por la superficie y los canales de ventilación [5]. El calor de disipación térmica y el rendimiento de los discos de frenos ventilados depende en gran medida de las características del flujo de aire a través de los canales de ventilación y las configuraciones de geometría de los discos de freno, los cuales se comprueban mediante la implementación de programas de diseño que posean la biblioteca de la Dinámica de Fluidos Computacionales "CFD", como es el caso de SolidWorks Simulation [6][7][8][9][10].

En general, las aplicaciones de CFD en la industria del automóvil han recorrido un largo camino para influir en el diseño de componentes de automoción debido a los continuos avances en *hardware* y *software*, así como los avances en las técnicas numéricas para resolver las ecuaciones de flujo de fluidos. El interés de la industria del automóvil en aplicaciones CFD (Dinámica de Fluidos Computacional) se deriva de su capacidad para mejorar el diseño de automóviles y para reducir el costo del producto y el tiempo de ciclo de vida de los productos [11][12][13]. Por lo anterior, el estudio de los efectos dinámicos de los discos de freno es un área importante de la investigación para los fabricantes de la industria, así como para el mundo académico.

Actualmente, investigadores de la University of Technology Sydney simulaban, en un banco de pruebas, el comportamiento del disco de freno para obtener el beneficio económico y dinámico en el rendimiento del sistema, con lo que se comprobó la eficiencia del sistema en diferentes condiciones de operación [14][15]. Asimismo, se obtuvieron perfiles de frenado mediante el modelado y análisis numéricos de los componentes del sistema con la finalidad de predecir su comportamiento en diferentes usos a los que puede ser sometido, teniendo en cuenta los resultados del análisis de elementos finitos (FEA) para validar los resultados [16]. Además, en [17] se estudió el efecto de la dinámica longitudinal en trenes que funcionaban con frenos de aire predecido las características del sistema.

En 2015, científicos utilizaron el método de elementos finitos con la ayuda del programa CATIA para predecir fallas en el disco de freno y, de esta manera, identificar las zonas más críticas, teniendo en cuenta que estos sistemas están fabricados de fundición gris nodular, obteniendo resultados importantes en la optimización de los sistemas de frenado [18][19][20].

En la investigación realizada por [21], consideraron como componente principal del sistema de frenos al pedal con el fin de estudiar las condiciones en cálculos dinámicos. Se obtuvieron resultados matemáticos en condiciones estáticas y dinámicas del sistema para predecir su comportamiento. La fuerza del pedal (PF), el recorrido del pedal (PT) y el tiempo de respuesta (RT) son estudiados con la finalidad de satisfacer las expectativas de seguridad mediante análisis estáticos y dinámicos en diferentes tipos de automotores y en diferentes condiciones de trabajo, resultó de gran ayuda aplicar estas herramientas para investigaciones en ingeniería [22]. Además, se ha analizado la influencia de las cargas en el sistema de frenado y de la fuerza en el pedal del freno debido a que influyen directamente en la dinámica natural de los componentes [23].

Con la finalidad de cumplir los requisitos de frenado y optimizar los recursos tecnológicos de los sistemas de freno, investigadores propusieron un frenado

do alta frecuencia utilizando un accionador magnético, para así resolver los problemas del frenado hidráulico. Los resultados se analizaron con la ayuda del programa LabVIEW y por medio del análisis de elementos finitos FEA [24].

En la actualidad se utilizan frenos de disco ventilados debido a que poseen altas características de disipación de calor. Investigaciones recientes han demostrado que los discos ventilados tienen altas velocidades de transferencia de calor debido a un aumento en la turbulencia, que se traduce en un mayor coeficiente de transferencia calor. Los discos ventilados también tienen una mayor resistencia a la deformación térmica debido a la distribución uniforme del material, lo que reduce el estrés térmico acumulado dentro del rotor, que depende principalmente de la geometría del disco y de la configuración óptima de los canales de ventilación [25][26]. Además, el mantenimiento de los frenos de disco es más económico en comparación con los frenos de tambor [27].

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La energía cinética y potencial del vehículo se transforma rápidamente en energía térmica por los frenos cuando se realizan frenados repetitivos. Para que el sistema de frenado funcione correctamente, el calor generado debe disiparse lo más rápidamente posible para que los frenos sucesivos no sobrecalienten el sistema y comprometan así el rendimiento y la seguridad. El movimiento del vehículo permite la disipación del calor por convección y radiación, comportamientos típicos en transferencia de calor. Un frenado intenso hace que la temperatura aumente hasta cierto límite, conocida como la temperatura de saturación, que depende de la capacidad de disipación térmica del disco de freno. Se obtuvieron las propiedades físicas y térmicas de los discos. Se analizaron los materiales del disco y se encontró que los discos consistían en hierro fundido gris nodular con grafito laminar, silicio y manganeso. Las propiedades físicas y térmicas de este material fueron determinadas teniendo en cuenta las referencias de Cengel y Riley [28][29].

El Comité Asesor Nacional para la Aerodinámica (NACA), predecesor de la NASA, es el organismo que se encarga del diseño de los perfiles más eficientes según las diferentes necesidades que surgen en la aviación mundial desde los años de 1930. Los perfiles fueron generados usando ecuaciones analíticas que describen la curvatura de la línea central geométrica o la línea de curvatura media, así como la distribución del espesor a lo largo de la longitud del perfil [30].

Con la finalidad de llevar a cabo el proceso metodológico, se seleccionó el perfil para el desarrollo de la investigación, que fue el NACA 66-209 (Fig. 1), correspondiente a la serie 6, con un rango de máximo espesor del 9 % al 45 % de la longitud de la cuerda y

un rango de máxima curvatura de entre el 1.1 % y el 50 % de la cuerda, con un coeficiente de sustentación de 0,2 y la ubicación del punto de mínima presión en el 60 % de la longitud de la cuerda [31][32].

Teniendo en cuenta lo anterior, el perfil tipo NACA 66-209 minimiza el coeficiente de resistencia, comúnmente llamada serie Airfoil, el cual tiene como objetivo minimizar la resistencia asegurando un flujo laminar constante, reduciendo el gradiente de presión adversa, además de aumentar las características de máxima sustentación. La nomenclatura de este tipo de perfiles consta de 5 dígitos, siendo siempre el primero el número 6, el cual hace referencia a la serie. El segundo dígito corresponde a la ubicación del punto de mínima presión en décimas de la cuerda, medidas desde el borde de ataque. El tercer número indica el coeficiente de sustentación de diseño y, finalmente, los dos últimos valores otorgan el máximo grosor en porcentaje de la cuerda. Existen otras modificaciones y variaciones de los perfiles de álabes pero son relativos a la función con que se quieran operar.

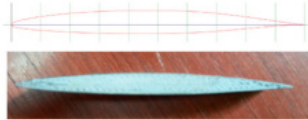


Fig. 1. Perfil NACA 66-209.
Fuente: elaboración propia.

Habiendo seleccionado el tipo de geometría de los álabes, se procedió a diseñar un freno de disco con pilares de ventilación tipo Naca. Teniendo en cuenta investigaciones realizadas por [33] y con la ayuda de libros de transferencia de calor, se llevaron a cabo las siguientes características en los cálculos matemáticos:

A. Cálculo dinámico del sistema de frenado

Energía disipada por el sistema de frenos. El frenado se produce gracias al rozamiento entre las pastillas y los discos de freno, transformando la energía cinética del vehículo en calor. Para calcular esta energía disipada es necesario saber la masa del vehículo, el factor de corrección i para masas rodantes y la velocidad que lleva el vehículo al momento que empieza a frenar. Para un vehículo convencional su masa m es aproximadamente de 1930 Kg, el factor de corrección para masas rodantes i para un vehículo de velocidad media es 1,05, basados en [34], y tomando una velocidad de 80 Km/h para efectos de cálculo (equivalente a 22,22 m/s) se obtiene el siguiente valor de energía disipada en el freno trasero:

$$E_d = \frac{i * m * (V_i^2 - V_f^2)}{2} = 500270,3 \text{ J} \quad (1)$$

Para calcular la energía disipada en el freno delantero (E_d) es necesario saber que la energía total se distribuye entre un 75 % y 80 % en el eje delantero debido a que la mayor cantidad de masa del vehículo se presenta en ese eje, de lo que resulta:

$$E_d = E_t * 0,75 = 375202,72 \text{ J} \quad (2)$$

Del total de energía que se absorbe en el eje delantero, un 90 % se disipa en el disco de freno y un 10 % en la pastilla, como lo indica [35].

$$E_{\text{disco}} = E_d * 0,9 = 337682,45 \text{ J} \quad (3)$$

Un automóvil tiene 2 ejes y cada eje tiene dos discos, así que la energía disipada se reparte entre ellos:

$$E = \frac{E_{\text{disco}}}{2} = 168841,22 \text{ J} \quad (4)$$

La optimización del sistema de frenado en este caso es que la energía se disipe en el menor tiempo posible y, de esta manera, evitar sobrecalentamientos y fallas del sistema.

Fuerza de roce sobre las pastillas. Para calcular la fuerza de roce en la pastilla es necesario tener un factor de adherencia entre la calzada y el neumático. Para este caso se toma un factor de 0,93, teniendo en cuenta las referencias en condiciones de una calzada seca [36].

La tabla 1 muestra los coeficientes de adherencia μ de neumáticos sobre calzadas en diferente estado, con distintos estados de los neumáticos y a diferentes velocidades.

Tabla 1. COEFICIENTES DE ADHERENCIA.

Velocidad de Marcha (Km/h)	Estado de los Neumáticos	Carretera Seca (M)	Carretera Mojada (M)
50	Nuevo	0,85	0,65
	Usado	1	0,5
80	Nuevo	0,8	0,6
	Usado	0,95	0,2
120	Nuevo	0,75	0,55
	Usado	0,9	0,2

Fuente: [1]

Por lo tanto, resulta que:

$$F_r = u_b * F_n \quad (5)$$

Donde u_b es el coeficiente de adherencia y F_n es la fuerza normal al vehículo; reemplazando se obtiene:

$$F_n = 1930 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2 = 18.933,3 \text{ N}$$

$$F_r = 0,93 * 18.933,3 \text{ N} = 17.607,96 \text{ N}$$

Ésta es la fuerza necesaria para que la fricción entre la pastilla y el freno pueda desacelerar por completo el vehículo en una calzada seca.

Longitud de frenado. Para determinar la longitud de frenado es necesario conocer la masa del vehículo, la fuerza de roce sobre las pastillas y la velocidad a la que el vehículo comienza a frenar. Para estos cálculos la velocidad es de 80 Km/h=22,22 m/s.

$$l = \frac{1}{2} * \frac{m}{g * F_r} * (V_i^2 - V_f^2) = 27,05 \text{ m} \quad (6)$$

Tiempo de frenado. Este tiempo es necesario para ver si un disco de freno es óptimo en relación con otros tipos, ya que la integridad del conductor se ve involucrada en este lapso de tiempo. Para calcularlo se necesita la distancia de frenado y la velocidad a la que el vehículo empieza a frenar.

$$t = \frac{2(x_f - x_i)}{(v_f - v_i)} = 2,43 \text{ s} \quad (7)$$

Cálculo del calor generado en el proceso de frenado. Para determinar la temperatura que se genera en el proceso de frenado, es necesario tener en consideración el área de la pastilla de freno, el tiempo que se demora en detenerse el vehículo, la longitud de la pastilla y las propiedades térmicas y físicas de los elementos de freno.

Se debe tener la potencia por unidad de área para el cálculo del calor generado. Para esto es necesario el valor del área de la pastilla, que es donde se produce la fricción, el tiempo de frenado y la energía disipada en el disco de freno.

El área de una pastilla convencional es de 29.996,2 mm² [36].

$$q_{\text{total}} = \frac{E}{a * t} = 2.316.359,52 \text{ W/m}^2 \quad (8)$$

Ésta es la potencia por unidad de área que se produce entre el disco y la pastilla en el freno.

B. Análisis térmico del disco de freno.

La potencia disipada en el sistema de frenos que proviene de la energía cinética y potencial del vehículo se transforma en energía calorífica, la cual va a ser generada en un corto intervalo de tiempo. Para que el sistema de frenos funcione correctamente, el calor generado debe ser evacuado con la mayor rapidez posible, para que las sucesivas frenadas no produzcan una elevada temperatura y así perder la seguridad del sistema. El propio avance del vehículo permite la disipación del calor generado esencialmente por convección y radiación. Cuando se producen frenadas excesivas, la temperatura se eleva hasta llegar a un límite (temperatura de saturación) en función de la capacidad de disipación térmica del disco de freno [1].

Las propiedades físicas y térmicas de la fundición gris nodular de grafito laminar, el cual tiene una composición de silicio y manganeso, fueron obtenidas de la Tabla A-3 del libro de transferencia de calor de Yunus A. Cengel [37]:

Conductividad térmica: $k = 41 \text{ J/s} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C}$
 Calor específico: $C_p = 434 \text{ J/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$
 Densidad: $\rho = 8131 \text{ Kg/m}^3$
 Difusividad térmica: $\alpha = 11,6 \cdot 10^6 \text{ m}^2/\text{s}$
 Coeficiente de transmisión térmica:
 $U = 32 \text{ J/s} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

La elevación de temperatura del conjunto de un freno se evalúa por la siguiente expresión:

$$\Delta T = \frac{E_{\text{disco}}}{m \cdot C_p} = 38,5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (9)$$

Para calcular la temperatura en la superficie del disco se utiliza la siguiente ecuación:

$$T_i - T_a = \Delta T \quad (10)$$

Donde T_a es la temperatura ambiente de 22°C , entonces la temperatura en la superficie del disco es $T_i = 60,5 \text{ } ^\circ\text{C}$

Lo que nos indica que, para un vehículo con una masa de 1930 Kg que lleva una velocidad de 80 Km/h y circula en un ambiente de 22°C , la temperatura que se genera en el disco de freno hasta detenerse es de aproximadamente $60,5^\circ\text{C}$.

Enfriamiento de Newton. Un objeto sometido a una temperatura T_i se enfriará si se deja a temperatura ambiente, de acuerdo con la ecuación exponencial [37]:

$$T_i - T_a = (T_i - T_a) \cdot e^{-\frac{UA}{m \cdot C_p} \cdot t} \quad (11)$$

Donde:

- T_i = Temperatura instantánea en cada momento en $^\circ\text{C}$
- A = Área de transferencia de calor en m^2
- U = Coeficiente de transmisión térmica superficial de material en $\text{J/s} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$
- m = Masa del disco de freno en Kg
- C_p = Calor específico del material en $\text{J/Kg} \cdot ^\circ\text{C}$
- t = Tiempo de enfriamiento de Newton en segundos



Fig. 2. Diámetro interior y exterior del disco.
Fuente: elaboración propia.

Como el disco de freno hace contacto con las pastillas mediante dos superficies, el área de la superficie de contacto aproximada tiene la siguiente ecuación:

$$A_{\text{contacto}} = 2 \cdot \pi \cdot (r_{\text{ext}}^2 - r_{\text{int}}^2) = 0,1122 \text{ m}^2 \quad (12)$$

Despejando T_i de la ecuación de enfriamiento de Newton, se obtiene la función de tiempo donde se muestra la temperatura del disco a cada instante:

Tabla 2. TEMPERATURA DE ENFRIAMIENTO DE NEWTON.

Disco	
Tiempo (s)	Ti (°C)
0	60,5
600	45,555
1200	36,411
1800	30,817
2400	27,394
3000	25,300
3600	24,019
4200	23,235
4800	22,755
5400	22,462
6000	22,282
6600	22,173
7200	22,105
7800	22,064
8400	22,039
9000	22,024
9600	22,014
10200	22,009
10800	22,005
11400	22,003
12000	22,002
12600	22,001
13200	22,000

Fuente: elaboración propia.

De lo que se obtuvo la siguiente Fig. 3:

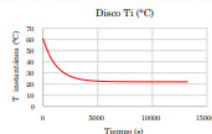


Fig. 3. Enfriamiento de Newton.
Fuente: elaboración propia.

El disco de freno, luego de haber sido sometido a una temperatura de $60,5^\circ\text{C}$ en una frenada, tomará una temperatura ambiente de 22°C en aproximadamente 10 minutos, siempre y cuando el enfriamiento se dé por convección natural, fenómeno en el que el aire del ambiente debe tener una velocidad cercana a cero, por otra parte, si el aire estuviera inmóvil, el fenómeno sería solo por conducción.

Anexo 5. Gutiérrez González, E. (2019). Diseño del sistema de frenado de un vehículo FSAE.

3. ALCANCE

El presente trabajo se centra en el cálculo y dimensionamiento del sistema de frenado de un vehículo Formula Student, atendiendo a las necesidades de la asociación FSULL.

Previo al cálculo y el dimensionamiento se estudiarán los componentes que forman parte del sistema de frenado de un automóvil de manera que podamos adaptar de manera satisfactoria productos que se encuentran en el mercado a las necesidades y características de un vehículo Formula Student.

Se realizará un estudio de la dinámica de la frenada relativo al vehículo objetivo del proyecto, atendiendo a las características específicas de este tipo de vehículo. Se buscará como objetivo encontrar el máximo rendimiento de frenada posible para ajustarnos a las exigencias de este tipo de competición.

Habiendo obtenido los resultados del estudio de la dinámica de la frenada, se escogerán los componentes idóneos que formen el sistema de frenada del vehículo. A la hora de escoger a estos no sólo se atenderán solo a criterios

puramente técnicos, sino que se atenderán a otro tipo de criterios como pueden ser los costes, la capacidad y facilidad de adaptación al vehículo entre otros.

En el caso de que alguno de los componentes integrantes del sistema de frenado no pudiera adaptarse de soluciones comerciales se realizará el diseño de las piezas o mecanismos necesarios para satisfacer las necesidades del equipo.

Los componentes a dimensionar y seleccionar del sistema de frenado son:

- Pedalera
- Repartidor de frenada
- Bombas de Freno
- Latiguillos de freno y elección de racores, diseño del esquema hidráulico.
- Pinzas de freno
- Pastillas de freno
- Discos de freno
- Sensores de presión
- Brake over travel switch, BOTS

Para la pedalera se realizará un diseño propio el cual se integre mejor a las condiciones del vehículo, debido al ratio del pedal y al tamaño de los modelos comerciales existentes los cuales están principalmente destinados a turismos convencionales.

T6.1 Sistema de frenado – General

T6.1.1 El vehículo debe estar equipado con un sistema de frenado que actúe sobre las cuatro ruedas al mismo tiempo y ha de ser operado por un solo sistema de control.

T6.1.2 El sistema de freno debe tener dos circuitos hidráulicos independientes tal que, en el caso de fuga o fallo en algún punto del sistema, la potencia de frenado efectiva se mantenga en al menos dos de las ruedas. Cada circuito hidráulico debe tener su propio depósito de reserva de fluido, bien sea por el uso de depósitos independientes o por el uso de un único depósito con separación de líquido para cada circuito hidráulico.

T6.1.3 Un solo freno actuando en un diferencial de deslizamiento limitado es aceptable.

T6.1.4 Los sistemas de frenado brake by wire están prohibidos. [Solo DV] Únicamente en vehículos de conducción autónoma está permitido el uso de sistemas brake by wire mientras estos sistemas están en funcionamiento.

T6.1.5 Están prohibidos los latiguillos de freno plásticos sin armadura.

T6.1.6 El sistema de freno debe estar protegido del fallo de la transmisión (ver T7.4.2) y de colisiones menores.

T7.4.2 Piezas rotatorias finales de la transmisión expuestas, cadenas y correas deben ser cubiertas con escudos de dispersión.

- Los escudos de dispersión deben:

- Cubrir cadenas y correas desde el piñón de transmisión hasta el piñón conducido/rueda de la cadena/correa o polea.

- Empezar y finalizar paralelo al punto más bajo del piñón conducido/rueda de la cadena/correa o polea.

- Estar construido de acero no perforado de 2mm o 3 mm de aleación de aluminio 6061-T6

T6.1.7 En vista lateral cualquier porción del sistema de frenado que está montado en la parte suspendida del vehículo debe no estar proyectada por debajo de la superficie más baja del chasis.

T6.1.8 El pedal de freno debe ser diseñado para soportar una fuerza de 2 KN sin ningún fallo del sistema de freno o la pedalera. Esto puede ser testado por la presión del pedal con la máxima fuerza que puede ser ejercida por cualquier oficial estando sentado con normalidad en el vehículo.

T6.1.9 El pedal de freno debe estar fabricado de acero o aluminio o estar maquinado de acero, aluminio o titanio.

T6.1.10 [EV ONLY] El primer 90% del recorrido del pedal puede ser usado para regenerar energía del frenado sin actuación del sistema hidráulico. El recorrido restante del pedal debe actuar directamente el sistema hidráulico de frenado, pero el sistema de regeneración de energía a través del frenado puede permanecer activo.

T6.2 Brake Over-Travel Switch (BOTS)

T6.2.1 Un switch de sobre recorrido del pedal de freno debe ser instalado en el vehículo como parte del circuito de apagado. Este switch debe ser instalado así que en el caso de fallo en uno o los dos circuitos hidráulicos de freno el sobre recorrido del pedal resulte en que el circuito de apagado sea abierto. Esto debe funcionar para todos los ajustes del pedal de freno y de la barra de balance usados para conducir el vehículo.

T6.2.2 La actuación repetida del switch no debe cerrar el circuito de apagado, y debe estar diseñado de manera que el piloto no pueda resetearlo.

T6.2.3 El switch debe estar implementado con componentes analógicos, no incorporando controladores lógicos programables, unidades de control del motor (ECU), o controladores digitales de funcionamiento similar.

T6.2.4 El switch de sobre recorrido debe ser un switch de un solo polo, y recorrido simple (conocido comúnmente de dos posiciones) (de empujar-tirar o tipo flip).

Anexo 6. Estudio eficiencia en frenado con empaques de fricción local e importados en vehículos de categoría N1 bajo norma EC13H. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(6), 280-300.

Estudio eficiencia en frenado con empaques de fricción local e importados en vehículos de categoría N1 bajo norma EC13H

Study of efficiency in braking with local and imported friction packaging in vehicles of category N1 under standard EC13H

Estudo da eficiência de travagem com juntas de fricção locais e importadas em veículos da categoria N1 segundo a norma EC13H

Kevin Esteveen Yugsi-Lita ^I
keyugsili@uide.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0148-3062>

Guillermo Gorky Reyes-Campaña ^{III}
gureyesca@uide.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7133-9509>

Luis Eduardo González-Olaves ^{II}
lugonzalezol@uide.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5021-7855>

Juan Carlos Rubio-Terán ^{IV}
jrubio@uide.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-5815-0154>

Correspondencia: keyugsili@uide.edu.ec

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

***Recibido:** 10 de abril de 2021 ***Aceptado:** 03 de mayo de 2021 * **Publicado:** 01 de junio de 2021

- I. Egresado de Ingeniería Mecánica Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- II. Egresado de Ingeniería Mecánica Automotriz, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- III. Ingeniero Mecánico Especialidad Automotriz, Magíster Sistemas Automotrices, Coordinador Investigación EIA Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.
- IV. Ingeniero de Ejecución En Mecánica Automotriz, Magister En Gestión De Empresas Mención Pequeñas y Medianas Empresas, Docente Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.

Introducción

El mercado ecuatoriano oferta varios materiales de fricción para el reempaque de zapatas de freno, sin embargo, no todos los empaques tienen los mismos beneficios de frenado en condiciones reales de manejo es por tal motivo que el estudio abarca pruebas de laboratorio con empaques locales y regionales para evaluar su rendimiento y seguridad bajo las mismas condiciones al frenar. El mundo económico del mercado de materiales de fricción ha crecido significativamente (Carter, 2021) por lo tanto se ofertan varios materiales del cual elegir sin conocer sus beneficios o defectos que se adquieren, las autoridades responsables de aceptar que material se aprueba para la importación o creación de materiales es el servicio ecuatoriano de normalización el cual establecen parámetros de fricción y métodos de ensayo para el material no ensamblado (Servicio Ecuatoriano de normalización, 2017).

Por tal motivo es necesario realizar estudios que comprueben el estado del material en condiciones de trabajo para verificar la eficiencia de frenado creando así un aporte de seguridad para los ocupantes del vehículo, es necesario efectuar pruebas de campo y de laboratorio bajo normas ya establecidas. Los datos para evaluar también serán establecidos en la revisión técnica vehicular el cual especifica que es un mantenimiento legal preventivo del vehículo inspeccionado periódicamente por un ente certificador (Agencia metropolitana de tránsito, 2013), se verifica el cumplimiento de las normas de seguridad y se define los parámetros de frenado necesarios para lograr cumplir con los requisitos necesarios para poder circular sin ningún problema.

La investigación se llevará a cabo bajo pruebas de laboratorio con procesos ya respaldados en base al reglamento Ec13H, el documento normaliza las pruebas en ruta como por medio de un freno-metro permitiendo respaldar resultados bajo las mismas condiciones en vehículos categoría M, N y O en lo relativo al equipo de frenado (Miguel Granja Paredes, 2018). Los datos adquiridos con las pruebas se comparan con los datos que nos ofrece la misma categoría de vehículo en la revisión técnica vehicular, los datos adquiridos con las pruebas realizadas se establecen en tablas y se comparan los valores para analizar los resultados.

El comercio de repuestos automotrices en el Ecuador ocupa una cantidad significativa en ventas con lo que respecta a seguridad como elementos de fricción, existe una alta demanda de consumo al igual que de importación, un estudio realizado por la universidad técnica de Valencia determina que el mayor importador de materiales de fricción y servofrenos hacia el Ecuador es de procedencia China, Estados Unidos y Alemania con una participación continua desde el año 2014 (Dillon Guevara, 2019). La característica de diferentes tipos de materiales en la fabricación de empaques de freno puede ayudar con la eficiencia de frenado debido a sus características. Los materiales fabricados con fibras de acero obtienen un coeficiente positivo en temperatura ambiente, pero a altas temperaturas tiende a formar resistencia a la decoloración y no es compatible con ciertas superficies de fricción a diferencia de materiales con fibras de cobre (Jang, 2004). El estudio general de los materiales de fricción comprende tanto en el momento de rozamiento sobre la pastilla y en las zapatas, pero el diseño que ofrece las zapatas con el tambor al frenar se obtiene predicciones inexactas de frenado (Day A. H., 1979), en el estudio de elementos finitos demuestra las áreas de contacto que no cubren toda el área y por lo tanto genera más temperatura y presión sobre esa área del cual no se calcula y se genera un freno no equitativo sobre las ruedas posteriores.

Al analizar el fading de freno se prioriza las características de funcionamiento sobre los nuevos empaques de zapata que actúan en el tambor y las condiciones de trabajo en el freno, las medidas obtenidas son los efectos que actúan sobre el vehículo como sobrecalentamiento y fallo (Day T. , 2018). Las pruebas se realizaron en vehículo categoría N1 bajo pruebas normalizadas ECE13H.

Fundamento teórico

Los frenos están expuestos a grandes esfuerzos térmicos durante el frenado de rutina y a esfuerzos térmicos extraordinarios durante el frenado brusco, los materiales muestran deformaciones plásticas que afectan secuencialmente a los componentes de freno. Se sabe que las desaceleraciones de alta g típicas de los vehículos de pasajeros generan temperaturas de hasta 900 ° C en una fracción de segundo (Mackin, 2002). El freno de servicio deberá funcionar de manera eficaz para cada momento de su uso, el conductor deberá accionar el pedal de freno sin retirar las manos del volante, el freno garantiza seguridad al accionarse de manera secuencial durante la marcha normal, este circuito está constituido por un pedal de accionamiento, una bomba hidráulica con depósito de líquido de freno, servofreno, discos de freno, pinzas de freno, zapatas de freno y tambores de freno (PEREZ, 2014). El

sistema de freno hidráulico se divide diagonalmente en el sistema ABS o sin el sistema (Parera, 1993), además cuentan con un freno de estacionamiento de efecto manual que se utiliza para inmovilizar al vehículo cuando está parado. El freno se transmite desde la bomba hacia los cilindros por medio de tuberías rígidas de acero, en algunos vehículos en la parte posterior hay limitadores de presión la cual ayuda a frenar con más presión a mayor carga o menor presión si se tiene menor carga (Digest, 1971).

Elementos de seguridad

Los vehículos poseen seguridad activa y pasiva el cual nos permite protegernos de cualquier imperfecto ocurrido en el manejo o descuido al manejar, Seguridad activa: Los sistemas ABS con los sensores activados son los responsables de mantener un trayecto uniforme con la actuación activa de las partes del freno, el SP servofreno activo, unidad de control hidráulica y aceleración lateral que ayuda al conductor a realizar la compensación necesaria para obtener confort y seguridad al manejar. Seguridad pasiva: En este sistema de seguridad los elementos fundamentales son la estructura del vehículo y el sistema de retención, los cuales su función principal es evitar daños en los ocupantes al momento de un impacto tomando en cuenta los airbags, cinturones de seguridad y reposacabezas del vehículo (PEREZ, 2014).

Sistema de freno

El mecanismo de frenos contempla parámetros de absorción de energía y calor que logra detener las ruedas, la ejecución del freno se basa bajo la ley de pascal el cual establece que al aplicar presión sobre un líquido confinado en un recipiente cerrado la fuerza se transmitirá equitativamente (SanJuan, 1996). El accionamiento de los frenos de tambor es un mecanismo de accionamiento mecánico, hidráulico o neumático el cual ejercerá un esfuerzo sobre las zapatas desplazándolas para que entren en contacto con la pared interna del tambor, el frenado se produce gracias a la fricción que existe entre la banda de fricción y el tambor. Luego de dicho proceso y una vez desactivado el mecanismo de mando las zapatas retornan a su posición original gracias al resorte de recuperación (Esteban Jose Dominguez, 2012). Los frenos de tambor que se va a estudiar tienen los siguientes componentes: zapatas de freno con sus empaques de fricción, tambor de freno metálico, resortes de ajuste, porta frenos.

El accionamiento de los frenos de disco es un mecanismo mediante el cual la presión que se envía desde la bomba maestra se distribuye equitativamente a los émbolos de las pinzas de freno

ocasionando una fricción de la pastilla de freno sobre el disco y así se reduce el giro con bastante fuerza absorbiendo la energía cinética de aquel momento (SanJuan, 1996).

Dinámica de frenado

Neumáticos

Para el uso eficaz de los neumáticos es necesario que el montaje de los neumáticos sea según las normas que la fábrica específica, los neumáticos con alto perfil nos ayudara a una concentricidad optima y a una disminución de prolongación de recorrido de freno (Robert Bosch, 2003). El deslizamiento de los neumáticos es la distancia que especifica como la diferencia entre la distancia teórica y la real recorrida por el automóvil (Robert Bosch, 2003), el proceso físico mediante la cual la goma de la llanta, el asfalto crea un proceso elástico en el neumático y dependiendo de las condiciones de la calzada en conjunto con las condiciones ambientales generara deslizamiento.

Desplazamiento y distancia de parada

El movimiento de los neumáticos genera una fuerza de impulsión que transmite a la masa del vehículo y generamos el desplazamiento. La fuerza de frenado máxima sin deslizamiento por otro lado necesitamos la fuerza de impulsión, el peso del vehículo y el coeficiente de adherencia del neumático con el terreno tomando en cuanto el desgaste del neumático.

La ecuación para utilizar al medir la distancia que recorre el vehículo cuando se aplica el freno y se detiene en su totalidad influye fuerza de freno, adherencia de neumático y la velocidad del vehículo (Esteban Jose Dominguez, 2012).

[Ec. 1]

$$e = \frac{v^2}{E \cdot 254}$$

e = Distancia de detención en metros

E = La eficacia del sistema de frenos en %

v = Velocidad en km/h

2.4 Fuerzas presentes

En la figura 1 se puede visualizar las fuerzas que actúan sobre el tambor que pueden ser medidos por medio de la ecuación a continuación (Esteban Jose Dominguez, 2012)

Anexo 7. De la Unión Europea, D. O. (2015). Reglamento no 13-H. *Europa de las Naciones Unidas (CEPE)*.

ACTOS ADOPTADOS POR ÓRGANOS CREADOS MEDIANTE ACUERDOS INTERNACIONALES

Solo los textos originales de la CEPE surten efectos jurídicos con arreglo al Derecho internacional público. La situación y la fecha de entrada en vigor del presente Reglamento deben verificarse en la última versión del documento de la CEPE (TRANS/WP.29/343), que puede consultarse en: <http://www.unece.org/tram/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29docsts.html>

Reglamento nº 13-H de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE) — Disposiciones uniformes sobre la homologación de los vehículos de turismo en lo relativo al frenado [2015/2364]

Incorpora todo el texto válido hasta:

el suplemento 16 de la versión original del Reglamento, con fecha de entrada en vigor: 15 de junio de 2015

ÍNDICE

REGLAMENTO

1. Ámbito de aplicación
2. Definiciones
3. Solicitud de homologación
4. Homologación
5. Especificaciones
6. Ensayos
7. Modificación de un tipo de vehículo o de un sistema de frenado y extensión de la homologación
8. Conformidad de la producción
9. Sanciones por no conformidad de la producción
10. Cese definitivo de la producción
11. Nombres y direcciones de los servicios técnicos responsables de la realización de los ensayos de homologación y de las autoridades de homologación de tipo
12. Disposiciones transitorias

ANEXOS

1 Comunicación

Apéndice. Lista de datos del vehículo para las homologaciones con arreglo al Reglamento nº 90

2 Disposición de las marcas de homologación

3 Ensayos de frenado y eficacia de los sistemas de frenado

Apéndice. Procedimiento de supervisión del estado de la carga de las baterías

4 Disposiciones sobre las fuentes de energía y los dispositivos de almacenamiento de energía (acumuladores de energía)

- 5 Distribución del frenado entre los ejes de los vehículos
 - Apéndice 1. Procedimiento de ensayo de la secuencia de bloqueo de la rueda
 - Apéndice 2. Procedimiento de ensayo de la rueda del par
 - 6 Requisitos de ensayo de los vehículos equipados con sistemas antibloqueo
 - Apéndice 1. Símbolos y definiciones
 - Apéndice 2. Utilización de la adherencia
 - Apéndice 3. Eficacia sobre superficies de distinta adherencia
 - Apéndice 4. Método de selección de la superficie de adherencia baja
 - 7 Método de ensayo dinamométrico de inercia para forros de freno
 - 8 Requisitos especiales aplicables a los aspectos relativos a la seguridad de sistemas electrónicos complejos de control del vehículo
 - 9 Sistemas de control electrónico de la estabilidad y de asistencia en el frenado
 - Apéndice 1. Utilización de la simulación de la estabilidad dinámica
 - Apéndice 2. Herramienta de simulación de la estabilidad dinámica y validación de la misma
 - Apéndice 3. Acta de ensayo de la herramienta de simulación de la función de control de la estabilidad del vehículo
 - Apéndice 4. Método de determinación de F_{ABS} y a_{ABS}
 - Apéndice 5. Tratamiento de datos para el BAS
1. ÁMBITO DE APLICACIÓN
 - 1.1. El presente Reglamento se aplica al frenado de los vehículos de las categorías M₁ y N₁ (*).
 - 1.2. El presente Reglamento no se aplica a:
 - 1.2.1. los vehículos cuya velocidad por fabricación no supere los 25 km/h;
 - 1.2.2. los vehículos adaptados a los conductores con discapacidad.
 2. DEFINICIONES
A efectos del presente Reglamento, se entenderá por:
 - 2.1. «Homologación de un vehículo»: homologación de un tipo de vehículo en lo relativo al frenado.
 - 2.2. «Tipo de vehículo»: categoría de vehículos que no difieran entre sí en aspectos esenciales como:
 - 2.2.1. la masa máxima, según se define en el punto 2.11 siguiente;
 - 2.2.2. la distribución de la masa entre los ejes;

Procedimiento de ensayo de la rueda del par

1. INFORMACIÓN GENERAL

El objetivo de este ensayo es medir los factores del frenado y determinar, así, la utilización de la adherencia de los ejes delantero y trasero en una gama de coeficientes de frenado de entre 0,15 y 0,8.

2. CONDICIONES DEL VEHÍCULO

- a) Carga del vehículo: cargado y descargado
- b) Posición de la transmisión: motor desembragado.

3. CONDICIONES Y PROCEDIMIENTOS DEL ENSAYO

- a) Temperatura inicial del freno: media de entre 65 °C y 100 °C en el eje más caliente.
- b) Velocidades del ensayo: 100 km/h y 50 km/h.
- c) Fuerza sobre el pedal: la fuerza sobre el pedal aumentará a un índice lineal de entre 100 y 150 N/s en el ensayo a 100 km/h de velocidad o entre 100 y 200 N/segundo en el ensayo a 50 km/h de velocidad hasta el bloqueo del primer eje o hasta que la fuerza sobre el pedal sea de 1 kN (lo que se produzca primero).
- d) Refrigeración del freno: entre los accionamientos del freno, el vehículo circulará a velocidades de hasta 100 km/h hasta que se alcance la temperatura inicial del freno especificada en la letra a) de este punto 3.
- e) Número de ensayos: estando el vehículo descargado, se efectuarán cinco paradas a una velocidad de 100 km/h y cinco paradas a una velocidad de 50 km/h alternándose entre las dos velocidades de ensayos después de cada parada. Con el vehículo cargado, se harán otras cinco paradas a cada una de las velocidades de ensayo alternando entre las dos velocidades de ensayo.
- f) Superficie de ensayo: este ensayo se realizará en una superficie de carretera de ensayo que permita una buena adherencia.
- g) Datos que se registrarán: se registrará automática y continuamente en cada ejecución del ensayo la información siguiente, de manera que se puedan hacer referencias cruzadas entre los valores de las variables en tiempo real:
 - i) Velocidad del vehículo
 - ii) Fuerza ejercida sobre el pedal del freno
 - iii) Velocidad angular en cada rueda
 - iv) Par del freno en cada rueda
 - v) La presión del circuito hidráulico de cada circuito de freno, incluidos los captosres de al menos una de las ruedas delanteras y una rueda trasera después de cualquier válvula de dosificación operativa o de limitación de la presión.
 - vi) Deceleración del vehículo
- h) Índice de muestreo: todo equipo de adquisición de datos será capaz de un índice de muestreo mínimo de 40 Hz en todos los canales.
- i) Determinación de la presión del freno delantero en relación con la presión del freno trasero: determínese la relación entre la presión del freno delantero y la del trasero en toda la gama de presiones del circuito. A no ser que el vehículo tenga un sistema dosificador del freno variable, esta determinación se hará en ensayos estáticos. Si el vehículo tiene un sistema dosificador del freno variable, se realizarán ensayos dinámicos con el vehículo cargado y descargado. Quince frenados a 50 km/h en cada una de las dos condiciones de carga utilizando las mismas condiciones iniciales especificadas en este apéndice.

4. REDUCCIÓN DE LOS DATOS

- a) Los datos de cada accionamiento del freno exigido en la letra e) del punto 3 anterior se filtrarán utilizando un promedio variable centrado de cinco puntos por canal de datos.
- b) Por cada accionamiento del freno exigido en la letra e) del punto 3, determinese la inclinación (factor de freno) y la intersección con el eje de la presión (presión de retención del freno) de la ecuación lineal de mínimos cuadrados que describe más adecuadamente el resultado del par medido en cada rueda frenada en función de la presión del circuito medida en esa misma rueda. Solo se utilizarán en el análisis regresivo los valores de los resultados del par obtenidos a partir de datos recogidos cuando la deceleración del vehículo esté situada entre 0,15 g y 0,80 g.
- c) Hágase la media de los resultados de la letra b) para calcular el factor medio de frenado y la presión de retención del freno en todos los accionamientos del freno en el eje delantero.
- d) Hágase la media de los resultados de la letra b) para calcular el factor medio de frenado y la presión de retención del freno en todos los accionamientos del freno en el eje trasero.
- e) Utilizando la relación entre la presión del circuito de freno delantero y trasero determinada en la letra i) del punto 3 y el radio dinámico de rodamiento del neumático, calcúlese la fuerza de frenado en cada eje en función de la presión del circuito de freno delantero.
- f) Calcúlese el coeficiente de frenado del vehículo en función de la presión del circuito de frenado delantero aplicando la ecuación siguiente:

$$Z = \frac{T_1 + T_2}{P \cdot g}$$

siendo:

z = coeficiente de frenado a una presión del circuito de frenado delantero determinada

T_1, T_2 = fuerzas de frenado en los ejes delantero y trasero respectivamente, que corresponden a la misma presión del circuito de frenado delantero

P = masa del vehículo.

- g) Calcúlese la adherencia utilizada en cada eje en función del coeficiente de frenado aplicando la fórmula siguiente:

$$f_1 = \frac{T_1}{P_1 + \frac{Z \cdot h \cdot P \cdot g}{E}}$$

$$f_2 = \frac{T_2}{P_2 - \frac{Z \cdot h \cdot P \cdot g}{E}}$$

En el punto 2 del presente anexo figura la definición de los símbolos.

- h) Trácese f_1 y f_2 en función de z , tanto en condiciones de carga como de descarga. Estas son las curvas de utilización de la adherencia del vehículo que deben satisfacer los requisitos del punto 5.2, letra a), inciso ii) del presente anexo (en el caso de las comprobaciones de la conformidad de la producción, estas curvas cumplirán los requisitos del punto 6.2 del presente anexo).

5.2.8.1.2. Un valor individual compensador en cualquiera de los ejes:

a) 50 % del valor nominal en las deceleraciones del vehículo $\geq 2 \text{ m/s}^2$,

b) un valor equivalente al 50 % del valor nominal a 2 m/s^2 en las deceleraciones inferiores a este valor.

5.2.8.2. La compensación así definida se autoriza únicamente cuando el accionamiento inicial del freno se efectúa yendo el vehículo a una velocidad superior a 10 km/h.

5.2.9. El funcionamiento defectuoso de la transmisión eléctrica del mando no accionará los frenos contra la voluntad del conductor.

5.2.10. Los sistemas de frenado de servicio, de socorro y de estacionamiento deberán actuar sobre superficies de fricción unidas a las ruedas por medio de componentes adecuadamente robustos.

En aquellos casos en que el par de frenado correspondiente a uno o varios ejes sea producido a la vez por un sistema de frenado por fricción y un sistema de frenado eléctrico de la categoría B con recuperación de energía, se permite la desconexión de la primera fuente, a condición de que la fuente de frenado por fricción quede permanentemente conectada y capaz de proporcionar la compensación mencionada en el punto 5.2.7.1.

No obstante, en el caso de efectos transitorios de desconexión de carácter breve, se admite una compensación incompleta, pero en 1s dicha compensación deberá haber alcanzado al menos el 75 % de su valor final.

Sin embargo, en todos los casos, la fuente de frenado por fricción conectada permanentemente garantizará que tanto el sistema de frenado de servicio como el de socorro sigan funcionando con el grado de eficacia prescrito.

Se permitirá la desconexión de las superficies de frenado del sistema de frenado de estacionamiento solo con la condición de que la desconexión esté controlada exclusivamente por el conductor desde su asiento mediante un sistema que no pueda activarse a causa de una fuga.

5.2.11. El desgaste de los frenos se podrá compensar fácilmente mediante un sistema de reajuste manual o automático. El mando y los componentes de la transmisión y de los frenos deberán disponer, además, de una reserva de recorrido tal y, en caso necesario, de unos medios de compensación tales que, aunque los frenos se hayan recalentado o los forros hayan alcanzado un cierto grado de desgaste, se asegure la eficacia del frenado sin necesidad de un ajuste inmediato.

5.2.11.1. El ajuste de desgaste será automático en los frenos de servicio. Los dispositivos de ajuste de desgaste automáticos deberán garantizar un frenado efectivo después de un calentamiento de los frenos seguido de un enfriamiento. En particular, el vehículo deberá poder circular de manera normal una vez efectuados los ensayos según el punto 1.5 del anexo 3 (ensayo del tipo I).

5.2.11.2. Comprobación del desgaste de los componentes de fricción de los frenos de servicio

5.2.11.2.1. Deberá poder comprobarse fácilmente el desgaste de los forros de los frenos de servicio desde fuera o desde debajo del vehículo sin extraer las ruedas, mediante orificios de inspección adecuados o por otros medios. Ello podrá lograrse con herramientas sencillas habituales o con un equipo corriente de inspección de vehículos.

También puede aceptarse un dispositivo detector por rueda (las ruedas gemelas se consideran una única rueda), que advertirá al conductor en el puesto de conducción de que es necesario sustituir el forro. En el caso de una señal óptica de advertencia, podrá utilizarse la señal de advertencia amarilla especificada en el punto 5.2.21.1.2.

Herramienta de simulación de la estabilidad dinámica y validación de la misma

1. ESPECIFICACIONES DE LA HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN

1.1. El método de simulación tendrá en cuenta los principales factores que influyen en la trayectoria y en el balanceo del vehículo. Un modelo tipo podrá incluir los siguientes parámetros del vehículo de forma explícita o implícita:

- a) eje/rueda
- b) suspensión
- c) neumático
- d) chasis/carrocería del vehículo
- e) cadena de tracción/transmisión, si procede
- f) sistema de frenos
- g) carga útil.

1.2. La función de control de la estabilidad del vehículo se añadirá al modelo de simulación mediante:

- a) un subsistema (modelo software, «software model») de la herramienta de simulación o bien
- b) una caja de control electrónico en una configuración de hardware en bucle («hardware-in-the-loop»)

2. VALIDACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN

2.1. La validez de la herramienta de modelización y simulación se comprobará mediante comparaciones con ensayos prácticos en vehículos. Los ensayos utilizados para la validación consistirán en las maniobras dinámicas contempladas en el punto 5.9 de la parte A del anexo 9.

Durante los ensayos, las siguientes variables del movimiento, según el caso, se registrarán o calcularán conforme a la norma ISO 15037 parte 1:2005: Condiciones generales para vehículos automóviles, o parte 2:2002: Condiciones generales para vehículos pesados y autobuses (según la categoría del vehículo):

- a) ángulo en el volante (δH)
- b) velocidad longitudinal (vX)
- c) ángulo de deriva (β) o velocidad transversal (vY) (facultativo)
- d) aceleración longitudinal (aX) (facultativo)
- e) aceleración transversal (aY)
- f) velocidad de guiñada ($d\psi/dt$)
- g) velocidad de balanceo ($d\Phi/dt$)
- h) velocidad de cabeceo ($d\theta/dt$)
- i) ángulo de balanceo (Φ)
- j) ángulo de cabeceo (θ)

Anexo 8. Diseño de estrategias de marketing para Toyota del Ecuador SA empresa comercializadora de vehículos. caso: modelos Hilux (Bachelor's thesis, PUCE-Quito).

Pregunta 15: ¿Cuál es el principal uso que le da a su Toyota?

Tabla 20: ¿Cuál es el principal uso que le da a su Toyota?

CUÁL ES EL PRINCIPAL USO QUE LE DA A SU TOYOTA	PORCENTAJE	# PERSONAS
TRABAJO	33%	58
FAMILIA	20%	34
MOVILIZACIÓN DIARIA	26%	45
VIAJES	10%	18
PASEOS FAMILIARES	11%	19
TOTAL	100%	174

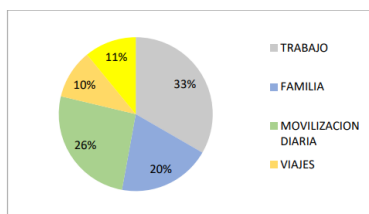


Figura 22: ¿Cuál es el principal uso que le da a su Toyota?

El principal uso que le dan a su vehículo Hilux es para trabajo en un 33% de personas, el 26% para la movilización diaria y un 20% para el uso de la familia en general.

Pregunta 16: ¿Realiza los mantenimientos en un concesionario Toyota?

Tabla 21: ¿Realiza los mantenimientos en un concesionario Toyota?

REALIZA LOS MANTENIMIENTOS EN UN CONCESIONARIO TOYOTA	PORCENTAJE	# PERSONAS
SI	73%	127
NO	27%	47
TOTAL	100%	174

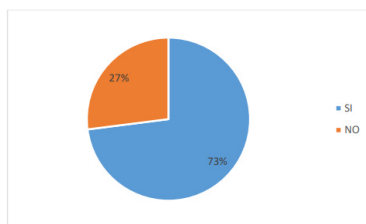


Figura 23: ¿Realiza los mantenimientos en un concesionario Toyota?

Se pudo constatar que un 73% de las personas encuestadas realizadas los mantenimientos en una consecionaria autorizada Toyota, mientras que un 27% lo realiza en mecánicas particulares y el principal motivo de esta situación radica en el costo que tienen los repuestos y mano de obra.

Anexo 9. Estudio de las presiones hidráulicas en un sistema de frenos ABS.

1. INTRODUCCIÓN.

La prueba se realizará en dos vehículos de la misma marca, los cuales son de marca Chevrolet modelo Sail y Aveo. La prueba consiste en comparar las diferencias que existen entre un sistema de freno ABS y un sistema de freno convencional. El objetivo por el cual realizaremos esta prueba es por motivos de comprobar la seguridad que brinda el sistema ABS y sistema convencional, para que la población pueda estar al tanto de la seguridad que brindan y sirva como guía al momento de comprar un vehículo.

La prueba se realizará mediante un instrumento llamado frenómetro el cual tiene la función de comprobar la eficiencia y tiempo de freno de ambos sistemas.

El frenado de servicio debe permitir controlar el movimiento del vehículo y detenerlo de una forma segura, rápida y eficaz, cualesquiera que sean las condiciones de velocidad y de carga y para cualquier pendiente ascendente o descendente en la que el vehículo se encuentre. Su acción debe ser regulable.

El conductor deberá poder conseguir ese frenado desde su asiento, sin separar las manos del órgano de dirección. El dispositivo de frenado de servicio,

deberá actuar sobre todas las ruedas del vehículo. [1]

La medición de la frenada en el banco de rodillos de ITV, se realiza situando el vehículo sobre los rodillos que giran a una velocidad de 5km/h, que la rueda intentará detener mediante la frenada. En este proceso se registra el valor de la presión del circuito hidráulico de frenos del vehículo, y el valor deslizamiento sabiendo la velocidad angular tanto de los rodillos como de las ruedas del vehículo utilizado dos encoders de la marca OMRON uno modelo E6B2-CWZ6C, y otro modelo E6B2-CWZ1X”.

2. MARCO TEORICO.

2.1. Presión hidráulica

Es una magnitud física que mide la proyección de la fuerza en dirección perpendicular por unidad de superficie. Y sirve para caracterizar cómo se aplica una determinada fuerza sobre una línea. [2]

2.2. Freno

Del latino *frenum*, es el mecanismo que permite que un dispositivo se detenga o reduzca su avance. Los frenos se

encargan de transformar la energía cinética de un objeto en trabajo o calor. [3]

2.3.Freno regenerativo

Un freno regenerativo o KERS (en inglés kinetic energy recovery system, «sistema de recuperación de energía cinética») es un dispositivo que permite reducir la velocidad de un vehículo transformando parte de su energía cinética en energía eléctrica. Esta energía eléctrica es almacenada para un uso futuro. [4]

2.4.Freno hidráulico

El Freno hidráulico es el que aprovecha la acción multiplicadora del esfuerzo ejercido sobre un líquido oleoso incompresible. La presión que se ejerce sobre un pistón que actúa sobre el líquido es transmitida a otros pistones que accionan los frenos, con lo cual se logra la misma presión de frenado en los distintos elementos de fricción y se evita la necesidad de realizar diferentes ajustes.

Su principal función es disminuir o anular progresivamente la velocidad del vehículo, o mantenerlo inmovilizado cuando está detenido. El sistema de freno principal, o freno de servicio, permite controlar el movimiento del vehículo, llegando a detenerlo si fuera preciso de

una forma segura, rápida y eficaz, en cualquier condición de velocidad y carga en las que rueda. [5]

2.5.Sistema de frenos

El más importante para la seguridad vial del automóvil. Por tal motivo las autoridades de los diferentes países establecen reglas y parámetros a cumplir por los automóviles en cuanto a distancia y estabilidad de la carrera de frenado. Por su parte los fabricantes y desarrolladores del automóvil, se esfuerzan cada día más en lograr sistemas de frenos seguros y duraderos. [6]

2.6.Líquido de frenos

El líquido de frenos es un líquido hidráulico que hace posible la transmisión de la fuerza ejercida sobre el pedal de freno a los cilindros de freno en las ruedas de automóviles, motocicletas, camionetas y algunas bicicletas avanzadas. El líquido de frenos se compone normalmente de derivados de poliglicol. En casos extraordinarios (ej. coches antiguos, ejército) se usan líquidos de silicona y aceites minerales. El punto de ebullición del líquido de frenos ha de ser elevado ya que las aplicaciones de frenos producen mucho calor, además la formación de burbujas puede dañar el freno, y la temperatura de

congelación ha de ser también muy baja, para que no se congele con el frío. [3]

2.7. Control de estabilidad electrónico

El ESC (por sus siglas en inglés Electronic Stability Control) es un sistema computarizado que mejora la estabilidad del vehículo al detectar y reducir las pérdidas de tracción. El sistema frena automáticamente para ayudar a curvar al vehículo, aplicando el freno en las ruedas independientemente con el ABS.

2.8. Sistema ABS

El ABS (por sus siglas en inglés, Anti-lock Braking System) es un sistema de frenado que evita que las ruedas se bloqueen y patinen al frenar, con lo que el vehículo no solamente desacelera de manera óptima, sino que permanece estable y direccionable durante la frenada (podemos girar mientras frenamos). Fue diseñado para ayudar al conductor a mantener cierta capacidad de dirección y evitar el arrastre durante el frenado. Con el sistema ABS se impide que ninguna de las 4 ruedas patine, lo que permite dirigir el vehículo y seguir manteniendo el frenado (frenar y dirigir al mismo tiempo).

2.9. Sistema de control de tracción

El TCS (por sus siglas en inglés, Traction Control System) funciona cuando la aceleración y el torque no concuerdan con las condiciones de la superficie. Este sistema funciona en conjunción con el ABS, ya que, al detectar una falta de tracción, aplica fuerza de frenado a una o más llantas independientemente, al mismo tiempo que corta potencia del motor.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Vehículos

Para el estudio usamos como vehículos: Chevrolet Aveo 2006, (es un automóvil con un motor 1.6 cc de cuatro cilindros con una potencia de 103 HP, consta con frenos de disco en las llantas delanteras y tambor en las traseras, no cuenta con sistema ABS) y Chevrolet Sail 2018 (consta con un motor 1.6 cc de cuatro cilindros con una potencia de 109 HP, tiene frenos de disco en la parte delantera y tambor en las traseras, incluyen frenos antibloqueo (ABS) opcionales con distribución electrónica de fuerza de frenado).

Los vehículos son comparados con datos ideales tienen un diferente kilometraje y año de fabricación, para así tener datos diferentes y poder hacer un estudio más real y exacto.

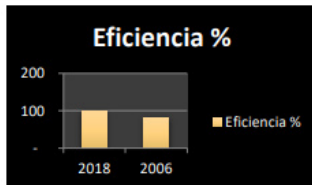


Figura 2. Eficiencia de frenado

Fuente: Autores

Podemos observar que la eficiencia de presión hidráulica de un sistema ABS es del 100% en el Sail 2018 y podemos ver que el Aveo 2006 tuvo un desgaste del 19% de la presión, el desgaste puede ser también por los sellos de los frenos.

La electroválvula ayuda mucho a la hora de enviar presión, la válvula se abre cuando la presión de la bomba de frenos es inferior a la presión del estribo.

Pero al igual podemos ver que la presión del sistema de frenado del Aveo cuando era nuevo, puede haber sobrepasado los 16 Nm², ya que el Sail de concesionario tiene los mismo 16Nm². Las piezas que se hacían antes, se las probaba para que duren y que tengan una mayor autonomía y de mejor calidad, en cambio, las piezas de ahora, se las hace más para que la concesionaria tenga más ingresos de servicio al cliente, ya sea taller o en venta de repuestos.

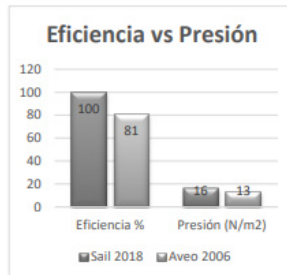


Figura 3. Eficiencia vs presión

Fuente: Autores

En esta tabla representa de mejor manera el desgaste que sufrió la presión del freno del Aveo 2006, y la calidad de bombas de freno actuales, que se venden en el mercado ecuatoriano.

5. CONCLUSIONES

El sistema de freno ABS nos permite maniobrar mientras se produce el frenado ya que no bloquea las llantas, le dan un mayor control al conductor sobre el vehículo, al igual que cuando el conductor desea realizar un frenazo de emergencia tiene que llevar el pedal del freno hasta al fondo así reduce la presión del sistema hidráulico y deja libre la dirección para poder maniobrar de mejor manera.

El sistema de frenos convencional bloquea por completo las llantas, por lo que al momento de realizar un frenazo de emergencia se pierde la maniobrabilidad

Anexo 10. *El aire comprimido, su aplicación, efectos y ventajas en el sistema de freno.*

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

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

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

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

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

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

2.2.1. Principio del sistema de frenos.

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

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

6

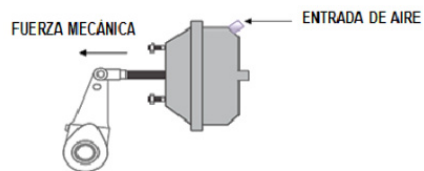
La fuerza de frenado está basada en la tercera ley de Newton que nos dice, “todo cuerpo que se somete a una acción tiene una fuerza contraria denominada reacción”, en nuestro caso la acción es el rozamiento de los elementos frenantes, y la reacción es la detención parcial o total del vehículo por la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

2.2.1.1. Principio del sistema de frenos de aire.

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

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

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



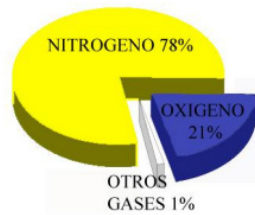
Fuente: BENDIX, Manual de frenos de aire, p. 55

2.2.1.2. Aire.

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

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

Gráfico N° 2. Composición de tierra.



Fuente:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Proporci%C3%B3n_de_gases%20de_la_atm%C3%B3sfera.svg

2.2.1.3. Propiedades de aire.

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

Las porciones más importantes para análisis de la contaminación atmosférica son las dos capas cercanas a la Tierra: la troposfera y la estratosfera. El aire de la troposfera interviene en la respiración. Por volumen está compuesto, aproximadamente, por 78,08% de nitrógeno N₂, 20,94% de oxígeno O₂, 0,035% de dióxido de carbono CO₂ y 0,93% de gases inertes, como argón y neón, hidrógeno y gases nobles como kriptón y Argón, es decir, 1% de otras sustancias.

En relación con esto vale la pena recordar que, en términos generales, un contaminante es una sustancia que está fuera de lugar, y que un buen ejemplo de ello puede ser el caso del ozono O₃.

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

2.2.1.4. Composición de aire.

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

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

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

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

2.2.1.5. El aire comprimido.

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

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

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

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

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

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

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

Anexo 11. Mantenimiento y reparación del sistema de frenos de aire en los vehículos isuzu a diésel, dirigido a los choferes de la cooperativa de Transporte Trans.

INTRODUCCIÓN

La Empresa Isuzu Motors Ltda., con fundación 1916 es un fabricante japonés de vehículos industriales y comerciales, así como de motores diésel, con sede mundial en Tokio, Japón. Su actividad se concentra en el diseño, producción, ensamblaje, venta y distribución de vehículos comerciales. También cuenta con filiales, subsidiarias y con otros fabricantes alrededor del mundo. Sus plantas de producción se encuentran ubicadas en Fujisawa y en las prefecturas de Tochigi y Hokaido, en Japón. Isuzu se enfoca solamente a los camiones de todos los tonelajes, autobuses y autopartes tanto carrozados como en chasis, camionetas SUV y pickup, así como en los motores diésel destinados al transporte, la marítima y otros usos industriales. Hasta el año de 1949 cuando se fusiona con el fabricante de automóviles Dot Automobile Manufacturing Inc, bautizándola como Isuzu, que significa “**cincuenta campanas**” y hace referencia a un río del mismo nombre. (AUTOBILDES, 2014)

Por tal motivo el interés de focalizar el estudio de investigación a la marca de vehículo antes expuesta fue por la trayectoria de crecimiento tecnológico, determinando principalmente el cómo establecer orientaciones al mantenimiento y reparación del sistema de frenos de aire en dichos vehículos.

El estudio se abordó en el Sector de Pusuquí, direccionado a la Cooperativa de transporte que lleva por nombre la ubicación del mismo.

La idea se centró en la capacitación y fundamentación con respecto a la formación del personal que labora en dicha cooperativa, el cual fue considerada una muestra de 10 conductores como fase preliminar, arrojando excelentes resultados de mecánica, en nuestro caso el mantenimiento del sistema de frenos de aire en los vehículos Isuzu a Diésel.

EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las partes más importantes en la seguridad activa en los vehículos es el sistema de frenos, ya que de este sistema depende la vida de su conductor, sus acompañantes y también la de los peatones y los bienes materiales. Tomando en cuenta, como la importancia del sistema de frenos queremos llegar a las autoridades y conductores demostrando si es necesario que se implemente o establezca un centro de revisión vehicular y así poder reducir algunos de los problemas en el tránsito que se dan por defectos mecánicos de los automóviles. Para llevar a cabo esta investigación se ha tomado en cuenta a conductores de la Cooperativa de Transporte de Pusuquí, los cuales facilitaron sus vehículos para así poder recopilar datos que nos indiquen el estado de frenado de los mismos.

En la actualidad, las condiciones de frenado de los vehículos que circulan como transporte público en la ciudad de Quito, específicamente en el sector Pusuquí; uno de los problemas, son los accidentes de tránsito, debido al mal mantenimiento que se da en los componentes existentes, los mismos podrán ser reducidos al implantar revisiones periódicas del sistema de frenos a vehículos tipo pesados, a través de nuevas tecnologías mecánicas, el cual servirá de apoyo en la actualización en conocimientos en el tema abordado.

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

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

HISTORIA DEL AUTOMÓVIL Y SU SISTEMA DE FRENOS

Existieron, y llegaría el carro, la bicicleta, y Roger Bacon (1219-1292) filósofo inglés, que vaticinó "también será posible la construcción de vehículos capaces de moverse con una fuerza inconcebible sin la ayuda de animales de tiro. (AUTOMOVILISMO, 1999, p.6)

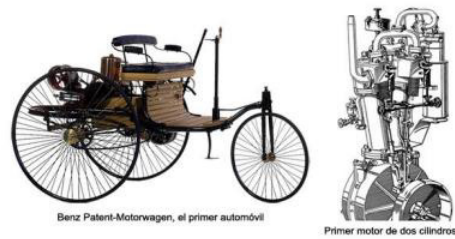


FIGURA: N.º 1; VEHÍCULOS CAPACES DE MOVERSE CON UNA FUERZA INCONCEBIBLE SIN LA AYUDA DE ANIMALES DE TIRO.

Fuente; (LLAMAS, 2017)

Christian Huygens creador de la máquina motriz a pistón, una explosión de pólvora movía un pistón en el interior de un cilindro, James Watt (1736-1819) admitido como el inventor de la máquina de vapor fue otro de los precursores. (AUTOMOVILISMO, 1999, p8)

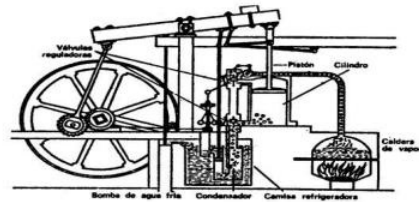


Figura: N.º 2 Máquina motriz a pistón

Fuente; (La máquina de Watt James Watt , , s.f.)

En 1771 la obediente, "primer automóvil" Nicolás Joseph Cugnot (1771) creó un dispositivo para mover cañones con tres ruedas y caldera de vapor. pero Amedé Bollé fundó un centro de fabricación de motores a vapor con orientación comercial y presentó un carricoche a vapor en 1873 al que llamó "l'obéissant" (1873) (Agüero Alva, 2008, p15)

En 1880 un viaje para la historia bollé realiza el primer viaje conocido de la historia del automóvil. lo realizó entre paris y berlin en un vehículo similar a un autobús movido por vapor.

Gottlieb Daimler registra la patente de un motor de gasolina previsto exclusivamente para su montaje en un vehículo en abril y presenta en agosto el "vehículo montura", el antecesor de la motocicleta. Paul, el hijo de Daimler, realiza el primer viaje público, con lo que se transforma en el primer "motero" de la historia. el tribunal de justicia alemán inhabilita la patente (registrada ya en 1877) del motor de cuatro tiempos de Niko Laus otto, lo que abre las posibilidades de mercado para los fabricantes de motores. (MANUEL, 2010)



Figura: N°3: Gottlieb Daimler

Fuente: (MANUEL, 2010)

Ford, el primer carnet de conducir Henry Ford pone en marcha su primer vehículo, el quadricycle. para circular por las calles de detroit se ve obligado a pedir al alcalde un permiso especial de circulación: el primer carnet de conducir de EE.UU. y Ford se convierte así en el primer ciudadano en tener carnet de conducir. (vector, 2016)

Primer "gasolina" made in usa, aunque en 1891 William Morris ya había circulado por las calles de chicago con un automóvil eléctrico, no sería hasta septiembre de 1893 cuando Frank Duryea el primer automóvil de gasolina estadounidense. ni el vapor, ni la electricidad, ni la gasolina lograrían despertar entusiasmo por el automóvil en los EE.UU., que se incorporarían casi 15 años más tarde al "boom" automovilístico que había recorrido Europa. (CONNECTICUT HYSTORY.ORG, 2016).

En 1968 Yo freno con ABS la firma Ford instala en sus vehículos americanos el ABS, sistema antibloqueo de los frenos procedente de la industria de la aviación. esta mejora llegaría a Europa y terminaría imponiéndose en los vehículos de gama alta. (historia del automovil, 2019)

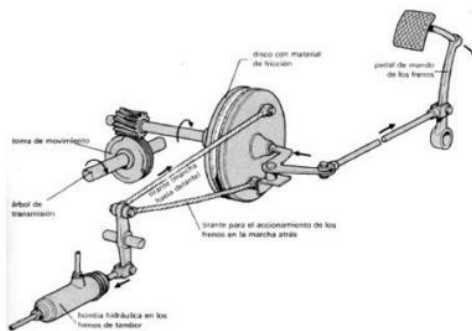


Figura: N°7; Ford instala en sus vehículos americanos el ABS.

Fuente: (historia del automovil, 2019)

EN 1977 Saab, turbo para la familia Saab, en un intento de cumplir las leyes anticontaminación suecas, se convierte en el primer fabricante que monta la turbo alimentación en un vehículo de tipo familiar. (josemmed, 2011)

SOLTANDO

Una vez que se accionan los frenos y el aire se escapa después de frenar, el aumento de presión libera los frenos. En lugar de utilizar la fuerza o el aire dirigido para aplicar los frenos de manera similar al líquido hidráulico de nuestros automóviles, el sistema de tres válvulas llena un tanque de suministro y utiliza la presión del aire para liberar los frenos. En otras palabras, los frenos de un sistema de tres válvulas permanecen completamente engranados hasta que el aire es bombeado a través del sistema. Considerando que, si este tipo de sistema tuviera una pérdida total de aire, los frenos se activarían y detendrían el tren. El sistema de tres válvulas es el concepto básico que se utiliza en los sistemas actuales de frenos de aire en trenes, autobuses y tracto camiones. (MUNDO, 2019)

PRINCIPALES SISTEMAS DE UN VEHÍCULO

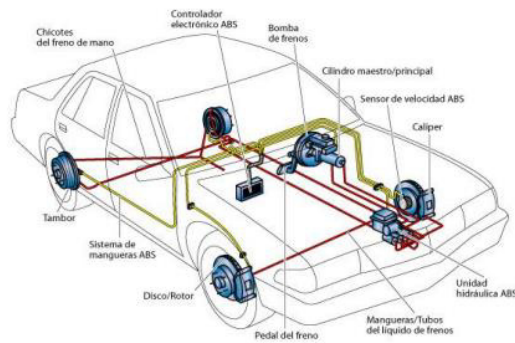


Figura: N.º 10; Principales sistemas de un vehículo

Fuente: (Castellanos, 2012)

RINES, LLANTAS Y FRENOS: Estos dispositivos trabajan conjuntamente para soportar el peso del auto y resistir diversas fuerzas. también permiten un contacto adecuado con la calzada, lo que posibilita el arranque o la detención total del coche. (Vizcaino, 2014)

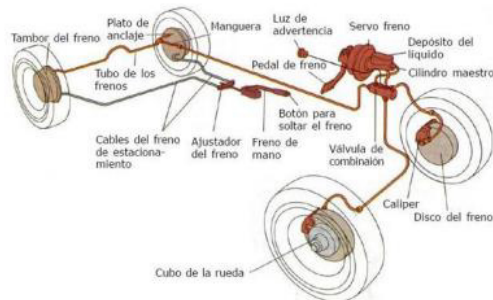


Figura: N.º 13; Rines, llantas y frenos

Fuente; (Vizcaino, 2014)

SUSPENSIÓN DEL AUTO: Sistemas que absorben las irregularidades del terreno facilitar el control de auto y la comodidad del mismo. este actúa entre el chasis y las ruedas. (CASADO, 2019, p. 147)



Figura: N.º 14; Suspensión del auto

Fuente; (Guerrero, 2017)

VÁLVULA RELÉ.

Es una válvula de acción rápida, que iguala la velocidad de abastecimiento de aire de los frenos delanteros y los traseros, de modo que se ejerza entre ambos la misma acción, también ayuda para la reacción de la válvula de bloque y la del pedal del freno, por lo general esta situada en el eje posterior. (GUALTIERI, 2004) Es importante utilizar una válvula relé en los vehículos que utilizan sistema de aire para que la presión de frenado sea igual para los dos ejes y no existe sobre carga de presión de aire en el eje delantero (Castro Vicente, 1986). Una válvula relé permite una mejor reacción del sistema. Se utilizan para proporcionar y eliminar rápidamente la presión de los actuadores y para accionar los frenos de estacionamiento. Al presionar el freno, la línea de servicio que llega a la válvula relé la activa y provoca el cierre del escape de aire al tiempo que abre la de admisión y, por tanto, la llegada de aire hacia los frenos. (Volvo, 2015, p. 43)



Figura: N.º 45; Válvula de relé

Fuente: (Guangzhou Damin Auto Parts Trade Co., Ltd., s.f.)

CILINDRO MAESTRO:

La bomba de frenos o cilindro maestro es la encargada de proporcionar la debida presión al líquido, enviándolo a los cilindros de las ruedas. genera la presión hidráulica en el circuito de freno y controla el proceso de frenado. recibe la presión de pedal de freno a través del auxilio del amplificador de fuerza de frenado y presiona el líquido de freno hasta los cilindros de las ruedas.

Es una estructura sólida, que lleva incorporado un depósito que le sirve para almacenar fluido (líquido de frenos). en la parte interna tiene diseñado un espacio que le sirve para deslizar dos pistones, estos pistones sellan los contornos con hules y su movimiento obedece al empuje que se le da al pedal de freno, y al resorte que lo impulsa para regresarlo. (e-auto.com.mx, 2012)

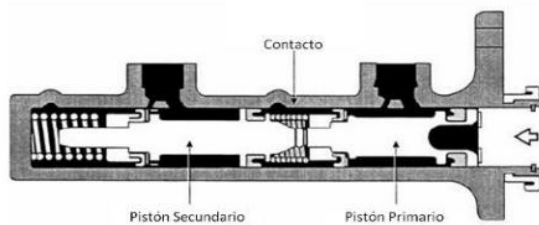


Figura: N.º 29; Cilindro maestro

Fuente: (e-auto.com.mx, 2012)

El movimiento, que hacen los pistones, dentro de la estructura del cilindro maestro, genera fuerza hidráulica. esta fuerza es conducida por medio de tuberías y mangueras, hacia los cilindros de las ruedas del vehículo.

VÁLVULA DOSIFICADORA:

Forma parte del dispositivo de transmisión y permite dividir las líneas de transmisión del fluido en dos circuitos independientes para lograr la disposición diagonal. los vehículos con tracción delantera, traen esta válvula.

El cilindro maestro tiene dos circuitos, y tiene dos líneas de salida. una línea lógicamente llevaría la fuerza del fluido hacia las ruedas traseras, y la otra lo haría, hacia las ruedas delanteras. la válvula dosificadora, recibe la fuerza de las dos líneas y la deriva en dos circuitos, de tal manera, que un circuito, activa los frenos en forma diagonal una rueda de adelante y una de atrás, y el otro circuito activa las otras dos ruedas. la idea es que, al frenar, la acción no desestabilice el vehículo, acentuando el frenado en cualquier rueda. algunos modelos de cilindro maestro, traen esta función incorporada, mostrando 4 líneas de salida. (Bendix, 2004, p. 28)

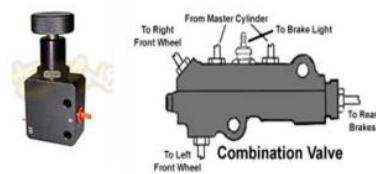


Figura: N.º 30; Válvula dosificadora

Fuente; (Bendix, 2004)

BOOSTER (REFORZADOR DE FRENOS POR VACÍO):

La función del booster, o reforzador de frenos, es minimizar la fuerza requerida, para presionar el pedal, y obtener respuesta de frenado. es un amplificador de fuerza de frenado que aprovecha la depresión generada en la cámara de combustión para incrementar la fuerza del pie del conductor del vehículo. puede amplificar la fuerza del pedal de freno hasta 5 veces, existen básicamente dos tipos de reforzadores: los que aprovechan el vacío del motor (conocidos como hidrovac) y los que utilizan el hidráulico de la dirección (conocidos como hidromax) hidrovac: en algunos motores, las depresiones generadas en la cámara de combustión son insuficientes y se instala una bomba de vacío cuya función es generar el vacío que requiere el amplificador de

frenado. es una estructura cerrada, dentro se encuentra diseñado un espacio, que es separado en dos ambientes por un diafragma de hule. cuando el motor esta encendido, se activa el vacío, este se conecta y mantiene presión de vacío en ambos lados del diafragma, al pisar el pedal, se mueve la varilla de operación que abre las válvulas de la presión atmosférica, y cierra las válvulas de vacío .el aire entra a presión atmosférica normal [1 kg/cm²] a la cámara de vacío constante, en volumen proporcional a la apertura de las válvulas, y empuja el diafragma para aumentar la presión contra la varilla de operación, al soltar el pedal, el resorte de retorno regresa el diafragma, con lo cual se abre la válvula de vacío y se cierra la válvula de presión atmosférica. Debido a que el vacío que hace funcionar al booster proviene del motor en funcionamiento; si este se apagara en plena marcha, el pedal se pondrá bastante duro porque el booster dejo de funcionar, pero el sistema de frenos sigue funcionando aun sin asistencia del booster. lo que sucederá es que se requiere aplicar mayor fuerza al pedal de freno. (automecanico.com, 2003, p. 3)

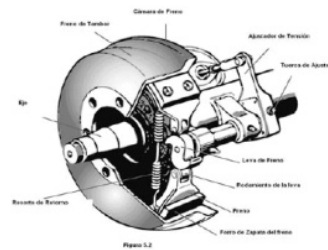


Figura: N.º 31; **Booster**

Fuente: (mecanica automotriz, 2012)

Anexo 12. Sobre la válvula compensadora y dosificadora.

Válvulas dosificadoras

- La válvula dosificadora se emplea en vehículos de tracción trasera equipados con frenos de disco en las ruedas delanteras y de tambor en las ruedas traseras, con un sistema hidráulico dividido delantero – trasero.
- Como los frenos de tambor tienen resortes de retroceso muy fuertes y los frenos de disco no los tienen, entonces los frenos de disco responden más rápidamente al pisar el pedal de frenos.

Recomendado

- C:\Fakepath\Bomba De Frenos Diego Giraldos
- Bomba principal o cilindro maestro Jim Andrew Uni - Tecnológico
- Sistema de frenos 1 Victor Ruiz Ortiz
- Sistema de frenos hidráulicos Lucho Karal

Válvulas dosificadoras

- La válvula dosificadora se emplea en vehículos de tracción trasera equipados con frenos de disco en las ruedas delanteras y de tambor en las ruedas traseras, con un sistema hidráulico dividido delantero – trasero.
- Como los frenos de tambor tienen resortes de retroceso muy fuertes y los frenos de disco no los tienen, entonces los frenos de disco responden más rápidamente al pisar el pedal de frenos.

Recomendado

- C:\Fakepath\Bomba De Frenos Diego Giraldos
- Bomba principal o cilindro maestro Jim Andrew Uni - Tecnológico
- Sistema de frenos 1 Victor Ruiz Ortiz
- Sistema de frenos hidráulicos Lucho Karal

Válvulas dosificadoras

- La válvula dosificadora se emplea en vehículos de tracción trasera equipados con frenos de disco en las ruedas delanteras y de tambor en las ruedas traseras, con un sistema hidráulico dividido delantero – trasero.
- Como los frenos de tambor tienen resortes de retroceso muy fuertes y los frenos de disco no los tienen, entonces los frenos de disco responden más rápidamente al pisar el pedal de frenos.

+ 2



< 17 de 37 >

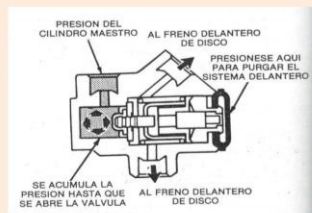


Anuncio

Recomendado

- C:\Fakepath\Bomba De Frenos
Diego Giraldos
- Bomba principal o cilindro maestro
Jim Andrew Uni - Tecnológico
- Sistema de frenos 1
Victor Ruiz Ortiz
- Sistema de frenos hidraulicos
Lucha Karal

Válvulas dosificadoras



< 21 de 37 >



Anuncio

Recomendado

- C:\Fakepath\Bomba De Frenos
Diego Giraldos
- Bomba principal o cilindro maestro
Jim Andrew Uni - Tecnológico
- Sistema de frenos 1
Victor Ruiz Ortiz
- Sistema de frenos hidraulicos
Lucha Karal

Diseños de las válvulas compensadoras

- En la siguiente figura se muestra una válvula compensadora con dos salidas, una para cada freno trasero, para un sistema dividido delantero – trasero.
- En la figura que sigue se muestra una válvula compensadora conectada directamente en el cilindro maestro, este diseño se utiliza para un sistema dividido en diagonal.



< 30 de 37 >



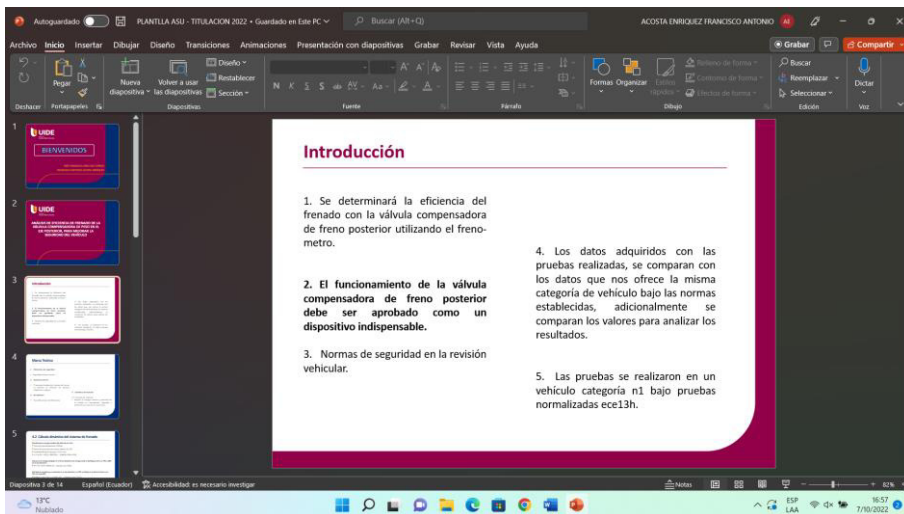
Anuncio

Recomendado

- C:\Fakepath\Bomba De Frenos
Diego Giraldos
- Bomba principal o cilindro maestro
Jim Andrew Uni - Tecnológico
- Sistema de frenos 1
Victor Ruiz Ortiz
- Sistema de frenos hidraulicos
Lucha Karal



Anexo 13. Diapositivas de la presentación.



Autoguardado PLANTILLA ASU - TITULACION 2022 - Guardado en Este PC ACOSTA ENRIQUEZ FRANCISCO ANTONIO

Archivo Inicio Insertar Dibujo Diseño Transiciones Animaciones Presentación con diapositivas Grabar Revisar Vista Ayuda

1 BIENVENIDOS

Marco Teórico

- Elementos de seguridad**
 - Seguridad pasiva y activa
- Sistema de freno**
 - El principal trabajo del sistema de frenos es detener el vehículo de manera progresiva y segura.
- Neumáticos**
 - Especificaciones del fabricante
- Dinámica de frenado**
 - Frenado de vehículo**
 - Reducir la energía cinética y potencial de la unidad en movimiento, llegando a detenerlo en caso de ser necesario.

Diapositiva 4 de 14 Español (España) Accesibilidad en recursos investigados

13°C Nublado

ESP LAA 16:57 7/10/2022

Autoguardado PLANTILLA ASU - TITULACION 2022 - Guardado en Este PC ACOSTA ENRIQUEZ FRANCISCO ANTONIO

Archivo Inicio Insertar Dibujo Diseño Transiciones Animaciones Presentación con diapositivas Grabar Revisar Vista Ayuda

2 BIENVENIDOS

4.2 Cálculo dinámico del sistema de frenado

Transformar la energía cinética del vehículo en calor

- Masa (m) aproximadamente 1930 kg
- Factor de corrección para masas rodantes (i) 1.05
- Velocidad 80 km/h (equivalente a 22,22 m/s)
- $E_{k1} = i * m * (V^2 - VF^2) / 2 = 500270,3 \text{ J}$ (GARCIA LEON, 2018)

Cálculo de la energía disipada en el freno delantero (la energía total se distribuye entre un 75% y 80% en el eje delantero)

- $E_d = E_k * 0,75 = 375202,72 \text{ J}$. (García León, 2018)

Del total de energía que se absorbe en el eje delantero, un 90% se disipa en el disco de freno y un 10% en la pastilla

- $E_{disco} = E_d * 0,9 = 337682,45 \text{ J}$ (García León, 2018)

La energía disipada que se reparte en cada eje

- $E = E_{disco} / 2 = 168841,22 \text{ J}$. (García León, 2018)

Diapositiva 3 de 14 Español (España) Accesibilidad en recursos investigados

13°C Nublado

ESP LAA 16:58 7/10/2022

Autoguardado PLANTILLA ASU - TITULACION 2022 - Guardado en Este PC ACOSTA ENRIQUEZ FRANCISCO ANTONIO

Inicio Insertar Dibujo Diseño Transiciones Animaciones Presentación con diapositivas Grabar Revisar Vista Ayuda

3 4 5 6 7

5. Efectos de deslizamiento en la frenada

- Se produce cuando la fuerza de frenado del vehículo supera a la capacidad de adherencia de los neumáticos con el asfalto produciéndose el bloqueo de las ruedas del vehículo.

6. Normativa técnica 2185 y EC13H

- Requisitos para homologar un elemento de fricción al Ecuador.
- Reglamento
 - La eficiencia de un sistema de frenado

Dispositivo 6 de 14 Español (España) Accesibilidad en necesario investigar

13°C Nublado

Autoguardado PLANTILLA ASU - TITULACION 2022 - Guardado en Este PC ACOSTA ENRIQUEZ FRANCISCO ANTONIO


Inicio Insertar Dibujo Diseño Transiciones Animaciones Presentación con diapositivas Grabar Revisar Vista Ayuda

4 5 6 7 8

Materiales y Métodos

- Método
 - Se analiza los datos obtenidos mediante las pruebas de laboratorio y de campo según la normativa EC-13H.
- Materiales
 - Vehículos
 - Camioneta pick up Toyota Hilux categoría N1

Figura 1. HILUX 2004



Fuente: Autores

Dispositivo 7 de 14 Español (España) Accesibilidad en necesario investigar

13°C Nublado


Autoguardado PLANTILLA ASU - TITULACION 2022 - Guardado en Este PC ACOSTA ENRIQUEZ FRANCISCO ANTONIO

Inicio Insertar Dibujo Diseño Transiciones Animaciones Presentación con diapositivas Grabar Revisar Vista Ayuda

2.2 Válvula compensadora de freno posterior

- La bomba tiene dos líneas de freno que son de salida, una que se encuentra en el frente de la bomba la cual es para el actuador del ABS y otra se encuentra al costado de la bomba.
- La válvula se conecta al diferencial con un muelle, en donde tiene tres tubos, son dos de entrada y uno de salida.
- El trabajo de la válvula ayuda a distribuir el peso y fuerza del frenado para que no se bloqueen las ruedas.

Figura 2 válvula compensadora de freno posterior



Fuente: Autores

Diapositiva 5 de 14 Español Ecuador Accesibilidad es necesario investigar

Autoguardado PLANTILLA ASU - TITULACION 2022 - Guardado en Este PC ACOSTA ENRIQUEZ FRANCISCO ANTONIO

Inicio Insertar Dibujo Diseño Transiciones Animaciones Presentación con diapositivas Grabar Revisar Vista Ayuda

2.3 Normativa

La normativa EC13H la cual se va a utilizar alude primordialmente procesos para las pruebas de campo y las pruebas de laboratorio el cual ayuda a verificar si los datos de ruta suben el rango estándar con referencia a la válvula compensadora de freno posterior.

2.4 Equipo

Para el siguiente análisis se utilizó el freno metro brak3000 el cual cumple con la normativa Inter local ISO 376 es la única a nivel local que cubre la calibración original.

Tabla 1 Línea de Inspección Técnica de Vehículos ligeros 4Tm.

Dimensiones	4,915 x 1,700 x 1,780 mm.
Peso	1,700 kg
Via Axialmente	755 - 2,200 mm.
Máx. Peso Eje	4,000 kg
Modulo Rodillos	72 x 206 mm
Distancia Ejes Rodillos	400 mm
Velocidad Prueba	80 km/h
Potencia Motor	102 CV / 75 kW
Cofre con Fricción	Seo > 0.9
	Humedo > 0.7
Rango de Medición	0 - 6kN
Alimentación	3 x 230 / 3 x 400 V
	50 / 60 Hz
Condiciones de Trabajo	Temperatura -5 - +40°C
	Humedad Relativa < 95%
	Fuentes: (VTSQ, 2021)

Diapositiva 9 de 14 Español Ecuador Accesibilidad es necesario investigar

Autoguardado PLANTILLA ASU - TITULACION 2022 - Guardado en Este PC ACOSTA ENRIQUEZ FRANCISCO ANTONIO

Inicio Insertar Diseñar Transiciones Animaciones Presentación con diapositivas Grabar Revisar Vista Ayuda

Resultados y Discusión

1. Datos de entrada

Tabla 1. Datos de entrada

VARIABLE	VALOR
Año	2004
Potencia de entrada	80,732W
Selector suavizado de transmisión	Ninguno
Número de pruebas	6
Velocidad de prueba	80 km/h
Temperatura ambiente	12 °C
Coefficiente de adherencia carretera	≥ 0,70
presión inflado de neumáticos	30 psi
Módulo elástico	205759216
velocidad sin carga	110402
velocidad con media carga	123202
velocidad con carga completa	114102

Fuente: Autores

2. Pruebas de laboratorio

Prueba con la válvula compensadora de freno

CON LA VALVULA COMPENSADORA DE FRENO		post log (KN)	post Der (KN)	Eficiencia eje post	Velocidad Distancia
PRUEBA CON VALVULA					
VALVULA SIN CARGA	3221,2	3392,1	61,9%	80 km/h	30,3 m
VALVULA CON MEDIA CARGA	3943,1	4430,7	61,7%	80 km/h	29,4 m
VALVULA CON CARGA COMPLETA	4608,5	47740,2	60,3%	80 km/h	28,1 m

Tabla 3. Resultado prueba de laboratorio con válvula
Fuente: Autores

Dispositivo 10 de 14 Español (Brasil) Accesibilidad en necesario investigar

Autoguardado PLANTILLA ASU - TITULACION 2022 - Guardado en Este PC ACOSTA ENRIQUEZ FRANCISCO ANTONIO

Inicio Insertar Diseñar Transiciones Animaciones Presentación con diapositivas Grabar Revisar Vista Ayuda

Prueba sin válvula compensadora de freno posterior

SIN LA VALVULA COMPENSADORA		post log (KN)	post Der (KN)	Eficiencia eje post	Velocidad Distancia
PRUEBA SIN VALVULA					
SIN CARGA	3120,3	3275,6	60,3%	80 km/h	30,3 m
CON MEDIA CARGA	3828,8	4328,2	59,8%	80 km/h	32,2 m
CON CARGA COMPLETA	4500,7	47637,5	53,6%	80 km/h	35 m

Tabla 4. Resultado prueba de laboratorio sin válvula
Fuente: Autores

Dispositivo 11 de 14 Español (Brasil) Accesibilidad en necesario investigar

Autoguardado PLANTILLA ASU - TITULACION 2022 - Guardado en Este PC ACOSTA ENRIQUEZ FRANCISCO ANTONIO

Inicio Insertar Dibujo Diseño Transiciones Animaciones Presentación con diapositivas Grabar Revisar Vista Ayuda

3. Pruebas de campo

Prueba de campo, con carga y la válvula conectada

	Velocidad		Tiempo de frenado	Velocidad
	Inicial	Distancia		
	Km/h	Mts	Seg	Km/h
CON VÁLVULA				
Sin carga	4	30	3,9	80
Media carga	5,4	29,5	3,72	80
Carga total	5,2	28,7	3,59	80
SIN VÁLVULA				
Sin carga	5,1	30,5	4,1	80
Media carga	5,7	31,1	4,5	80
Carga total	6,8	34,2	4,9	80

Tabla 5. Resultado prueba de campo válvula compensadora de freno
Frenar: Autores

Dispositivo 12 de 14 Español (España) Accesibilidad en necesario Investigar

13°C Nublado ESP LAA 16:59 7/10/2022

Autoguardado PLANTILLA ASU - TITULACION 2022 - Guardado en Este PC ACOSTA ENRIQUEZ FRANCISCO ANTONIO

Inicio Insertar Dibujo Diseño Transiciones Animaciones Presentación con diapositivas Grabar Revisar Vista Ayuda

4. Comparativa de resultados

Figura 4. Prueba de laboratorio

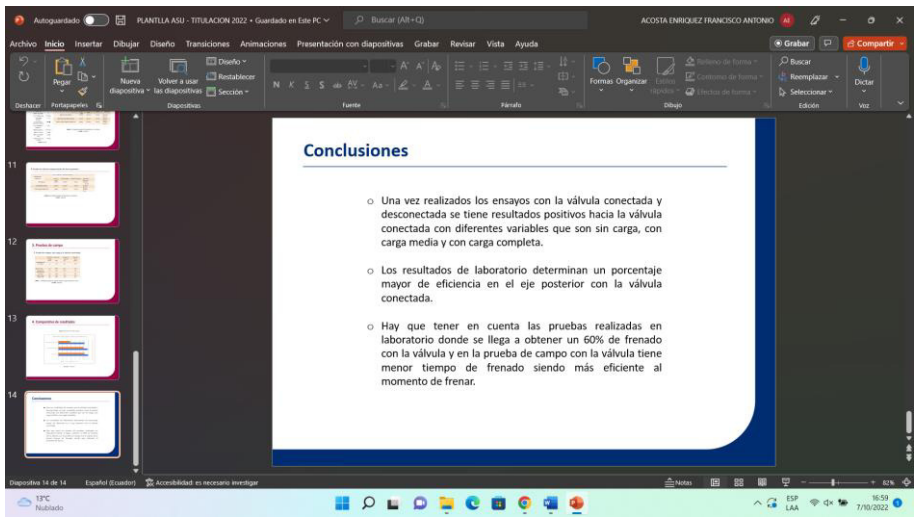
COMPARACIÓN DE EFICIENCIA DE FRENADO

Carga	SIN VÁLVULA	CON VÁLVULA
CON CARGA COMPLETA	~52	~60
CON CARGA MEDIA	~54	~62
SIN CARGA	~56	~64

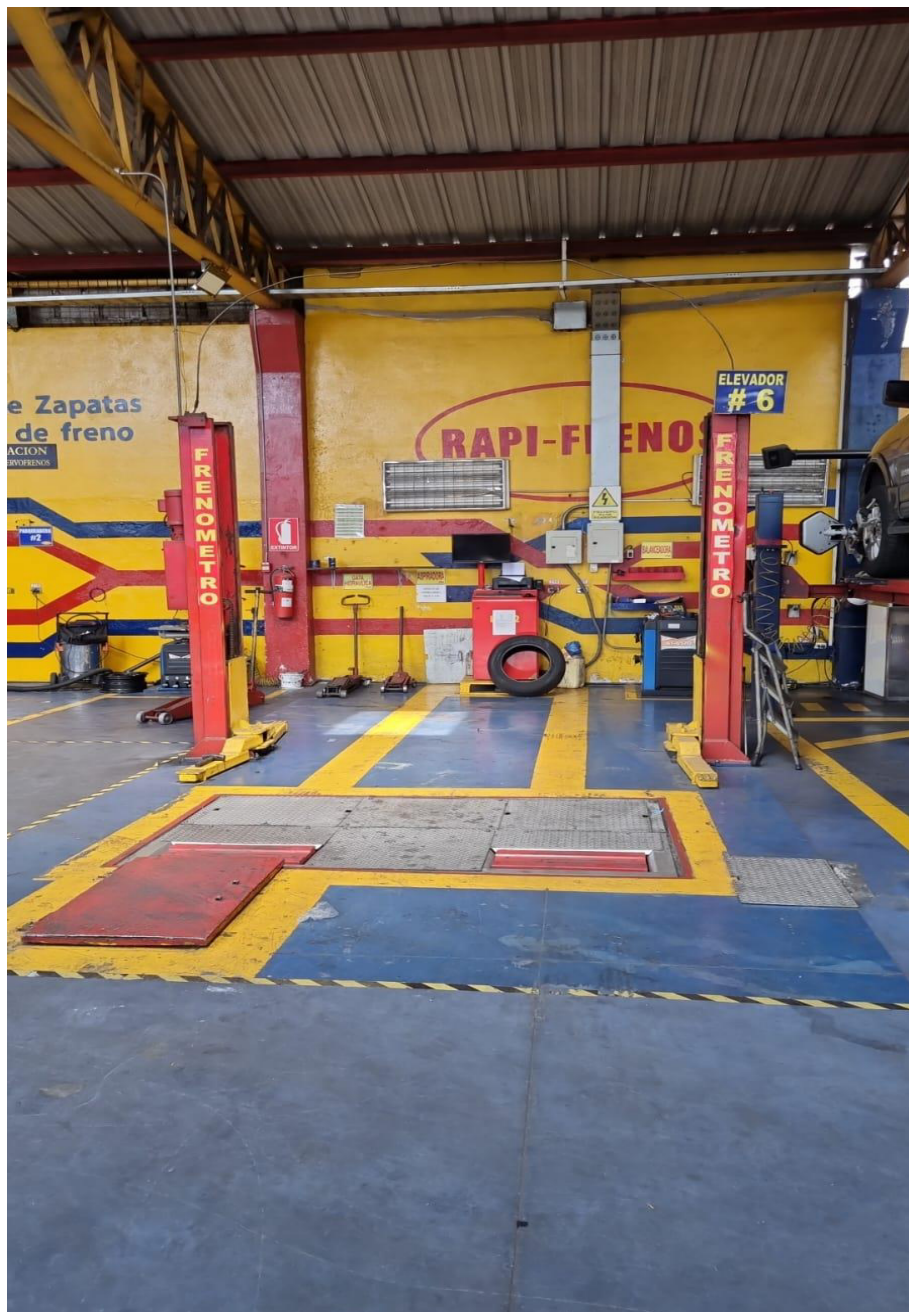
Frenar: Autores

Dispositivo 13 de 14 Español (España) Accesibilidad en necesario Investigar

13°C Nublado ESP LAA 16:59 7/10/2022



Anexo 14. Laboratorio donde se realizó las pruebas y resultados.





V03.35
 Date: 30/06/2021 Time: 15:44:25
 Print Date : 28/09/2021 Print Time: 13:29:31

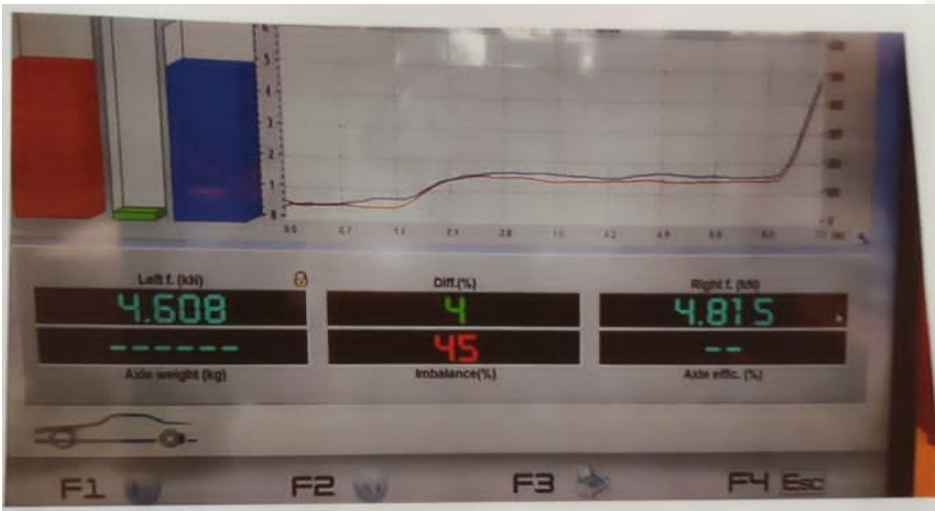
Serial# :
 Homologation# :
 Calibration date :

Name : RAPI-FRENOS
 Address : EL CONDADO
 City : UIO
 County/State : PICHINCHA
 Ident.# :
 Telephone : 2-412-311
 License plate :
 Make :
 Model :
 Odometer :
 Chassis :
 Inspectors : KEVIN

BRAKES

S.B. Axle 1: Left: 4,050 kN Right: 4,160 kN Dif.: 3 % Left w.: — kg Right w.: — kg Eff.: — %
 Oval Axle 1: Left: 8 % Right: 7 %
 P.B.: Left: 3,221 kN Right: 3,392 kN Dif.: 5 %
 OvalParking (Left: — % Right: — %
 S.B. Axle 2: Left: 4,608 kN Right: 4,815 kN Dif.: 4 % Left w.: — kg Right w.: — kg Eff.: — %
 Oval Axle 2: Left: 9 % Right: 9 %

SB efficiency: 99 %
 PB efficiency: 43 %
 Total weight: 1570 kg



V03.35
 Date: 28/09/2021 Time: 11:59:06
 Print Date : 28/09/2021 Print Time: 13:22:16

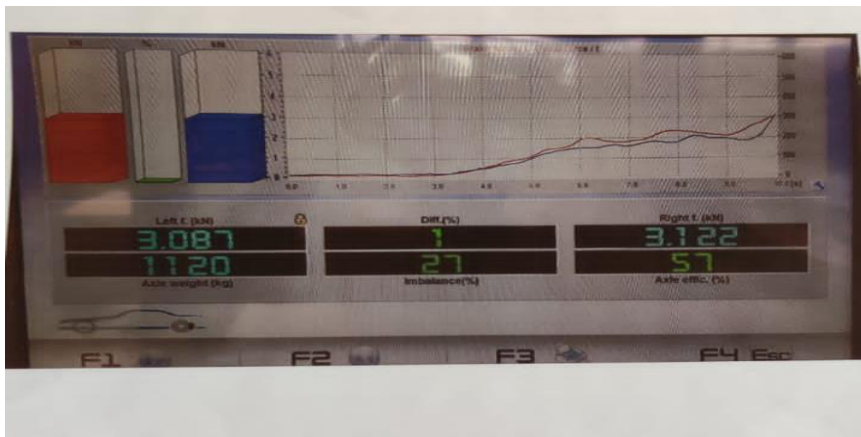
Serial# :
 Homologation# :
 Calibration date :

Name :
 Address :
 City :
 County/State :
 Ident.# :
 Telephone :
 License plate :
 Make :
 Model :
 Odometer :
 Chassis :
 Inspectors :

BRAKES

S.B. Axle 1:	Left: 3,085 kN	Right: 2,657 kN	Dif.: 14 %	Left w.: 661 kg	Right w.: 636 kg	Eff.: 45 %
Oval Axle 1:	Left: 9 %	Right: 10 %				
P.B.:	Left: 2,642 kN	Right: 2,873 kN	Dif.: 8 %			
OvalParking (Left):	— %	Right: — %				
S.B. Axle 2:	Left: 3,087 kN	Right: 3,122 kN	Dif.: 1 %	Left w.: 550 kg	Right w.: 570 kg	Eff.: 57 %
Oval Axle 2:	Left: 23 %	Right: 28 %				

SB efficiency: 50 %
PB efficiency: 23 %
 Total weight: 2417 kg



Anexo 15. Fotos de la camioneta que se utilizo para el trabajo de investigacion.





