



*Evaluación de la rentabilidad del sistema de freno hidráulico electro (EHB) Vs. El sistema convencional en un vehículo*

*Evaluation of the profitability of the electro hydraulic brake system (EHB) Vs. The conventional system in a vehicle*

*Avaliação da rentabilidade do sistema de freio eletro-hidráulico (EHB) Vs. O sistema convencional em um veículo*

Bryan Isaac Guaman-Garcés <sup>I</sup>  
[bryan.guaman023@ist17dejulio.edu.ec](mailto:bryan.guaman023@ist17dejulio.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-9687-8824>

Francisco Pozo <sup>II</sup>  
[dpozo@ist17dejulio.edu.ec](mailto:dpozo@ist17dejulio.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-3276-1491>

Carlos Quingla <sup>III</sup>  
[cquingla@ist17dejulio.edu.ec](mailto:cquingla@ist17dejulio.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-8793-5364>

**Correspondencia:** [bryan.guaman023@ist17dejulio.edu.ec](mailto:bryan.guaman023@ist17dejulio.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de septiembre de 2022 \* **Aceptado:** 18 de octubre de 2022 \* **Publicado:** 22 de noviembre de 2022

- I. Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Urcuquí, Ecuador.
- II. Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Urcuquí, Ecuador.
- III. Instituto Superior Tecnológico 17 de Julio, Urcuquí, Ecuador.

## Resumen

El sistema de frenos en un vehículo representa uno de los sistemas o elementos más importantes de un auto, esto se debe a que son el sistema de seguridad principal, con el cual se puede detener el automóvil y así evitar posibles accidentes que pongan en riesgo la seguridad e integridad física de los conductores y los peatones. En este sentido la presente investigación se fundamenta en la revisión para evaluar la rentabilidad del sistema de frenos hidráulicos eléctrico HEB comparado con el sistema de frenado tradicional, por lo cual se empleó una metodología de revisión bibliográfica documental, mediante la ubicación de los motores de búsquedas más frecuentes dispuestos en la web, este tipo de información se encuentra dispuesta en diferentes documentos, como tesis de grados, revistas científicas indexadas como Scopus, Latindex, Redalyc y Google Académico. Dentro de la principal conclusión es que los sistemas de frenos son vitales para cualquier vehículo, y la rentabilidad de estos dos sistemas de frenado radica básicamente en el uso del que se disponga, y por supuesto la utilidad del sistema de frenado elegido.

**Palabras claves:** Sistemas de Frenos; Eléctrico; Rentabilidad.

## Abstract

The braking system in a vehicle represents one of the most important systems or elements of a car, this is because they are the main security system, with which the car can be stopped and thus avoid possible accidents that put the safety at risk. safety and physical integrity of drivers and pedestrians. In this sense, the present investigation is based on the review to evaluate the profitability of the HEB electric hydraulic brake system compared to the traditional braking system, for which a documentary bibliographic review methodology was used, through the location of search engines. Most frequently available on the web, this type of information is found in different documents, such as degree theses, indexed scientific journals such as Scopus, Latindex, Redalyc and Google Scholar. Within the main conclusion is that braking systems are vital for any vehicle, and the profitability of these two braking systems lies basically in the use that is available, and of course the usefulness of the chosen braking system.

**Keywords:** Brake Systems; Electric; Cost effectiveness.

## Resumo

O sistema de travagem de um veículo representa um dos sistemas ou elementos mais importantes de um automóvel, isto porque são o principal sistema de segurança, com o qual se pode parar o automóvel e assim evitar possíveis acidentes que ponham em risco a segurança. integridade física de motoristas e pedestres. Nesse sentido, a presente investigação baseia-se na revisão para avaliar a rentabilidade do sistema de freio elétrico hidráulico HEB em comparação com o sistema de freio tradicional, para o qual foi utilizada uma metodologia de revisão bibliográfica documental, por meio da localização de mecanismos de busca. na web, esse tipo de informação é encontrado em diferentes documentos, como teses de graduação, revistas científicas indexadas como Scopus, Latindex, Redalyc e Google Acadêmico. Dentro da principal conclusão é que os sistemas de travagem são vitais para qualquer veículo, e a rentabilidade destes dois sistemas de travagem reside basicamente na utilização que se tem disponível, e claro na utilidade do sistema de travagem escolhido.

**Palavras-chave:** Sistemas de Freio; Elétrico; Efetividade de custo.

## Introducción

Un vehículo en movimiento (energía cinética) que acciona los frenos reduce la velocidad, y como consecuencia dicha energía se transforma en calor generado por la fricción. Esta transformación de energía genera un aumento de la temperatura de todo el sistema. Durante las frenadas fuertes, la disipación de potencia en una pastilla de freno está alrededor de 30 kW, lo que da como resultado temperaturas de superficie muy altas (Rodriguez et al., 2019).

Por lo cual, los frenos representan uno de los sistemas mas importantes de un vehiculo, principalmente por la seguridad que representa a la integridad fisica de los pasajeros. En los últimos años, la movilidad eléctrica se ha convertido en un área de interés tanto para la industria automotor como para la investigación (Monroy et al., 2020).

La industria automotriz está haciendo frente a grandes desafíos, implementar sistemas de fabricación ecológica, la crisis energética, el aumento del uso de diferentes tipos de energía renovable que en un largo plazo podrían reemplazar el uso de combustibles fósiles tradicionales, que dañan tanto el medio ambiente como la salud pública. En la búsqueda de obtener energía limpia, se han enfocado en convertir la energía que de alguna forma se desecha en el entorno

ambiental, en energía útil. Esta tecnología también se utiliza en el campo de la alimentación de sensores inalámbricos para evitar el uso de baterías convencionales que necesitan ser reemplazadas o recargadas periódicamente (Alvarado et al., 2022).

Es por esto que los sistemas de frenos también han presentado cambios significativos, aunque en esencia su funcionalidad y propósito sigue siendo la misma.

Tal como se indicó anteriormente, la empresa automotriz ha dado sus primeros pasos en cuanto a la modificación de los componentes de los vehículos tradicionales, por el cambio a vehículos eléctricos, en el que casi todos los elementos que funcionaban con derivados del petróleo (básicamente), han sido reemplazados por otros elementos, como es el caso del sistema de frenos, el cual es uno de los elementos de seguridad más importantes de los vehículos, estos han sido modificados según la necesidad de cada modelo híbrido o totalmente eléctrico presentado hasta ahora (Calderon et al., 2022).

La presente investigación está enfocada en la revisión de la bibliografía disponible para la determinación de la rentabilidad entre los sistemas de frenos convencionales de los vehículos así como del sistema de freno hidráulico electrónico HEB.

## **Metodología**

La presente investigación se basó en una revisión documental de la información disponible en la web, en la que se realizó una búsqueda exhaustiva, sistemática y lógica en la que se analizaron los principales y más recientes documentos en los que se dispone de información del tema en cuestión.

Mediante el uso de palabras claves como, sistemas de frenos, frenos hidráulicos, frenos hidráulicos electro, HEB, y haciendo uso de los motores de búsqueda como Google Académico, revistas indexadas, Scopus, Redalyc, Latindex, entre otras se facilitó el análisis de la información disponible.

Al respecto, Hurtado (2020) menciona que el diseño bibliográfico utiliza los procedimientos lógicos y mentales propios de toda investigación: análisis, síntesis, deducción, inducción, entre otros.

## Resultados y discusión

La industria automovilística no es nueva, desde hace algunos siglos atrás los hombres en su afán de buscar más y mejores formas de movilidad y resolver sus problemas para el transporte bien sea de materiales, comida o personas han realizado avances sorprendentes hasta llegar a esta la fecha en donde ya se comienza a hablar de autos movilizados vía remota o con conducción asistida.

Sin embargo, ha sido un largo camino el cual se ha recorrido con altas y bajas pero siempre en un constante avance, estos vehículos se les han añadido y eliminado ciertos elementos que han dado forma a estos transportes haciéndolos más confortables, elegantes y más seguros, al respecto de esto uno de los elementos de seguridad con que se cuenta es con el sistema de frenado, el cual representa un elemento vital para la seguridad de los ocupantes de todo vehículo, estos sistemas de frenado las define Rodriguez et al. (2019) como los frenos son un sistema de seguridad destinado a prevenir colisiones, por eso su eficiencia se puede ver afectada por el desgaste no homogéneo del disco debido a frenados bruscos.

De igual manera, el sistema de frenado es el encargado de desacelerar y detener el avance de un vehículo (Limaico et al., 2022). Por otra parte, la misión del sistema de frenado es la de crear una fuerza regulada para reducir la velocidad o para detener un vehículo en movimiento, así como para tenerlo estacionado (Galindo et al., 2020).

En este sentido, es importante mencionar el recorrido historico que este importante sistema del vehiculo ha tenido durante el tiempo, Bauza (2018) lo describe de la siguiente manera:

Los frenos surgieron antes incluso que los coches, debido a que ya existía la necesidad de frenar, vehículos, los carruajes tirados por caballos, el mecanismo consistía en una palanca de madera, que al ser accionada por el cochero rozaba sobre la rueda del carruaje. Desde entonces han sufrido diversas evoluciones haciéndolos mucho más eficientes.

- 1901: Wilhelm Maybach diseña el primer freno de tambor interno.
- 1902: Louis Renault diseña el modelo de freno de tambor usado hoy en día.
- 1902: Ramson E. Olds diseña un modelo de freno de tambor externo.
- 1903: Se implanta el sistema de frenado en las cuatro ruedas en un Dutch Spyker 60/80.
- 1903: Sistema de frenos asistidos por cámara de aire - Malcolm Lougheed (Lockheed) diseña es sistema de frenos hidráulico por el que recibe 7 patentes entre 1917 y 1923.

- 1926: Se le asigna la patente de un sistema de asistencia de frenada por vacío a General Motors Corporation
- 1930: Los frenos hidráulicos se instauran como norma.
- 1936: Bosch patenta el sistema de antibloqueo de frenos (ABS)
- 1949: Crosley motors primer fabricante americano en montar frenos de disco.
- 1960: Distintos fabricantes reemplazan los frenos de tambor a frenos de disco.
- 1978: Bosch introduce un sistema electrónico de ABS, multicanal y para las cuatro ruedas.
- 1984: Tevis introduce una segunda versión del sistema de ABS.
- 1985: Distintos modelos de General Motors utilizan un asistente de frenada eléctrico.
- 1999: Distintas características se añaden al ABS de Tevis, entre las cuales se incluye el sistema de control de tracción, y control de estabilidad.”

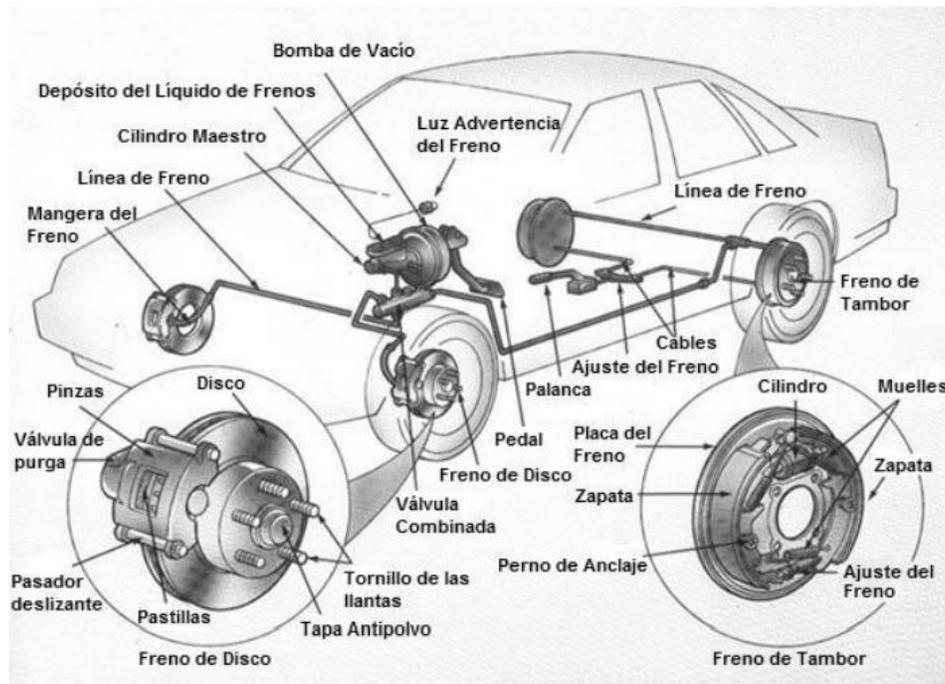
Ahora bien, la tecnología ha realizado diferentes aportes al desarrollo de los vehículos, entre esos por supuesto, avances en el sistema de frenado.

En torno a lo anterior, resulta conveniente conocer el funcionamiento del sistema de frenado de un vehículo convencional, Acosta y Parejo (2019) lo mencionan así:

El sistema de freno es el encargado de desacelerar y detener la progresión del vehículo. Al pisar el pedal de freno, se empuja el líquido que va por conductos a través del circuito. La presión del fluido acciona los pistones que llevan al contacto la cara de las pastillas con las pistas del freno. La fricción entre las dos superficies reduce la velocidad de la rueda, y con ello la del vehículo.

La siguiente figura 1, ilustra el sistema de frenado convencional.

Fuente: Tomado de (Acosta y Parejo, 2019)



**Figura 1:** Componentes de un Sistema de Frenado

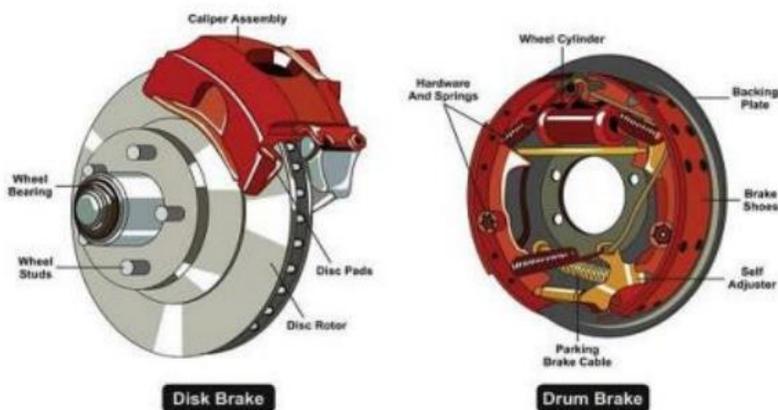
Según Muñoz y Calle (2020) mencionan que los sistemas de frenado deben poseer las siguientes características:

- **Seguridad:** La seguridad es imprescindible para un vehículo, por lo cual es necesario que estos cuenten con dos tipos de freno, uno de servicio o de pie y el otro de mano, los cuales deben permitir disminuir la velocidad, detenerlo y mantenerlo en una inclinación de hasta 18%, por lo cual este sistema deberá contar con dos circuitos independientes en caso de que se presente alguna avería en una de las ruedas.
- **Progresividad:** Se trata de la fuerza que se ejecuta al pisar el pedal de freno, la cual debe ser proporcional para lograr la frenada deseada. Esto quiere decir que si se desea una menor distancia para el frenado, mayor será la fuerza que se ejerza en el pedal del freno.
- **Eficacia:** Para que los frenos sean eficaces, la distancia de frenado debe ser razonable y sin perder la trayectoria, por lo que no se debería hacer mucho esfuerzo al pisar el pedal del freno.
- **Regularidad:** Los conductores de automóviles deben saber el estado de su sistema de frenos, sin importar que tanto se usen.

De igual manera, Macias (2022) explica:

Existen dos tipos de sistemas de freno para automóviles: de tambor y de disco, los cuales los dos sistemas se fundamentan en la fuerza de fricción producida por el contacto entre dos superficies, pero sin embargo, su funcionamiento es diferente. Por consiguiente, señala que los frenos de tambor cuentan con un cilindro que gira con el eje de la rueda, donde se encuentra un material de fricción. En el momento en que se presiona el pedal de freno, el pistón que se encuentra dentro del cilindro, empuja el material de fricción hasta el interior del tambor a través de un sistema hidráulico, donde se crea una fricción precisa y minimizar la velocidad o la detención total del automóvil. Este sistema es usado generalmente en la parte trasera de los automóviles. Con respecto a los frenos de disco, indican que son muy utilizados por la gran eficiencia que producen, están constituidos por dos partes: la pinza que es la parte estática y el disco que es la parte giratoria. En el momento en que líquido de frenos hace presión sobre los pistones de la pinza, las pastillas de frenos se ponen en contacto con el disco, lo cual genera la fricción para reducir la velocidad o detención del automóvil (p. 35).

Fuente: Tomado de (Macias, 2022)



**Figura 2:** Tipos de Frenos

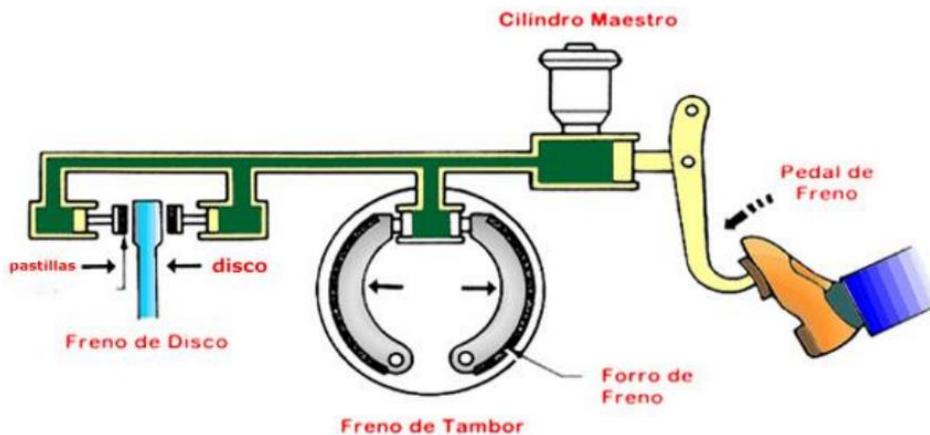
Ahora bien, no solo existe este tipo de frenos, los cuales son los convencionales, dentro de estos se encuentran los frenos hidráulicos, los cuales la zapata se monta en el tambor mediante presión de líquido. La manipulación de las palancas de los frenos el actuador envía fluido a compresión por la línea de freno hasta el cilindro de la rueda el pistón de cada cilindro es desplazado hacia fuera presionando la zapata contra el tambor. Al soltar el pedal baja la presión del líquido el

muelle de retracción de la balata retira esta del tambor haciendo volver a su posición inicial regresando el líquido del cilindro a la bomba (Chiroque, 2020).

Según Coloma y Reyes (2021), el sistema de frenos hidráulicos contempla dos aspectos importantes: Sistema Hidráulico y Materiales de Fricción. Este sistema de frenos, presenta el siguiente principio de funcionamiento:

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. 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.

Fuente: (Coloma y Reyes, 2021)



**Figura 3:** Esquema del sistema de Frenos Hidraulicos

Ahora bien, los frenos hidraulicos tambien tienen la modalidad de electricos, los cuales sustituye lo que es lo hidráulico y también lo mecánico. Las UC, unidades de control y electrónicos se han unido con pinzas de freno en cada rueda, todo dato es enviado desde la unidad de control central con un recorrido de buses de intercambio; también otros sensores sumados en cada pinza adicionan la temperatura, la posición del actuador y la fuerza de la pinza. Gracias al desarrollo de la tecnología, la resistencia del sistema es de 90 m/s frente a los 300 m/s de los frenos hidráulicos

comunes, y esto trabaja para la investigación y el estudio de automóviles semiautónomos y autónomos (Sierra, 2019).

Fuente: (Sierra, 2019)



**Figura 4:** Sistema de Frenos Electricos

Al respecto, el mismo autor Chiroque (2020) realiza una exposicion de los valores de desaceleracion para diferentes tipos de freno, lo cual es muy importante para determinar la evaluacion de la rentabilidad de los frenos convencionales y los frenos hidraulicos.

**Figura 5:** Valores de Desaceleracion Para Diferentes Tipos de Frenos

<b>VALOR DE DESACELERACIÓN PARA DISTINTO SISTEMA DE FRENO</b>		
Tipos de frenos	Rango mínimo	Rango máximo
Frenos mecánicos – varillas	1,2 m/s	2,2 m/s
Frenos hidráulicos	1,4 m/s	2,4 m/s
Frenos hidráulicos - asistidos por vacío	1,6 m/s	3,2 m/s
Frenos EBS	1,7 m/s	2,8 m/s

Fuente: Tomado de (Chiroque, 2020)

## Conclusión

Los vehículos representan un importante y sobre todo necesario medio para el transporte no solo de personas para recorrer ciertas distancias, sino también para el traslado de materiales, insumos, alimentos entre otros, lo que facilita mucho el avance y desarrollo de la humanidad en todos los sentidos.

En torno a esto, y para garantizar un medio de transporte seguro, los fabricantes de los vehículos han incorporado los sistemas de frenos, los cuales existen desde antes de la invención de los vehículos como tal.

Los sistemas de frenos tradicionales aportan gran robustez y efectividad a los vehículos, sin embargo, la tecnología ha logrado reducir los riesgos o puntos débiles que estos pudiesen haber presentado, por lo cual los sistemas de frenos hidráulicos eléctricos reducen en gran medida los elementos mecánicos con que cuentan los sistemas de frenos tradicionales.

## Referencias

1. Acosta, I., & Parejo, D. (2019). *Construcción de un banco de pruebas para el análisis del comportamiento al desgaste de los sistemas de frenos de discos automotrices*. Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander. Recuperado el 19 de Noviembre de 2022, de <http://repositorio.ufpso.edu.co/bitstream/123456789/2465/1/32199.pdf>
2. Alvarado, Y., Cando, M., Criollo, L., & Cabascango, C. (Abril de 2022). Evolución de los amortiguadores para vehículos. Una revisión sistemática. *Polo del Conocimiento*, 7(4), 312-322. doi:DOI: 10.23857/pc.v7i4.3826
3. Bauza, F. (2018). *Estudio del sistema de frenado en los vehículos ligeros*. Barcelona: Trabajo presentado para obtener el título de Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universidad Politecnica de Catalunya. Recuperado el 17 de Noviembre de 2022, de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/113326/REPORT\\_470.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/113326/REPORT_470.pdf)
4. Calderon, S., Santos, L., & Pineda, D. (Octubre de 2022). Eficiencia del sistema de frenos en vehículos eléctricos. *Polo del Conocimiento*, 7(10), 1743-1760. doi:DOI: 10.23857/pc.v7i8
5. Chiroque, J. (2020). *Análisis de los sistemas de frenos de un vehículo - determinación del sistema de frenos óptimo*. Chiclayo: TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO

PROFESIONAL DE: Ingeniero Mecánico Electricista de la Universidad Cesar Vallejo. Recuperado el 18 de Noviembre de 2022, de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46356/Chiroque\\_CJC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46356/Chiroque_CJC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

6. Coloma, C., & Reyes, H. (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*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el 19 de Noviembre de 2022, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20794/1/UPS%20-%20TTS483.pdf>
7. Galindo, J., Ramos, P., & Simeon, G. (2020). *Implementación de un nuevo sistema de frenos para mejorar la disponibilidad en camiones de bajo perfil de la empresa Doe Run Peru S. R. L. - Cobriza*. Huancayo: Para optar el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Mecánica de la Universidad Continental. Recuperado el 19 de Noviembre de 2022, de [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8060/2/IV\\_FIN\\_111\\_TI\\_Galindo\\_Ramos\\_Simeon\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8060/2/IV_FIN_111_TI_Galindo_Ramos_Simeon_2020.pdf)
8. Hurtado, F. (5 de Mayo de 2020). Fundamentos Metodológicos de la Investigación: El Génesis del Nuevo Conocimiento. *Revista Cientific*, 5(16), 99-119. doi:<https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2020.5.16.5.99-119>
9. Limaico, S., Yaselga, E., & Santos, L. (15 de Septiembre de 2022). Factores que influyen en el desgaste de las pastillas de frenos de los automóviles. *Revista Dominio de las Ciencias*, 8(3), 2130-2150. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i3>
10. Macias, J. (2022). *Caracterización y modelización de los fenómenos triboquímicos en la interfaz pastilla/rotor relacionados con el uso de sulfuros sintéticos mixtos en materiales de fricción sin cobre*. Barcelona. Recuperado el 19 de Noviembre de 2022, de <https://www.tesisenred.net/handle/10803/674352>
11. Monroy, C., Siachoque, C., Duran, I., & Marulanda, A. (18 de Agosto de 2020). Estudio Comparativo de un Sistema de Freno Regenerativo y Regeneración con Energía Cinética Constante en Vehículos Eléctricos de Batería. *Ingeniería*, 25(3), 305-322. doi:<https://doi.org/10.14483/23448393.16620>

12. Muñoz, C., & Calle, C. (2020). *Análisis del comportamiento térmico de las pastillas de freno cerámicas, semimetálicas y orgánicas en función de la distancia de frenado bajo la normativa ECE-13H*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo . Recuperado el 19 de Noviembre de 2022, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15296/1/65T00356.pdf>
13. Rodriguez, N., Nieto, I., & Velazquez, J. (03 de Julio de 2019). Una revisión técnica acerca de los sistemas diagnósticos en frenos de disco automotores. *Cuaderno Activa, 11*, 139-147. Recuperado el 17 de Noviembre de 2022, de <file:///C:/Users/siragon/Downloads/ojstdea,+10+139-147.pdf>
14. Sierra, J. (2019). *Sistemas de frenos asistidos*. Lima: Para optar al Título Profesional de Licenciado en Educación Especialidad: Fuerza Motriz. Recuperado el 19 de Noviembre de 2022, de <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/5655/MONOGRAF%c3%8dA%20-%20SIERRA%20CASTRO%20JHONIUR%20SHMIT%20-%20FATEC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).