



Eficiencia del sistema de frenos en vehículos eléctricos

Efficiency of the brake system in electric vehicles

Eficiência do sistema de freio em veículos elétricos

Sebastián Aldair Calderón-Guerra^I
scalderon@ist17dejulio.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8670-4524>

Luis Alberto Santos-Correa^{II}
lsantos@ist17dejulio.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5498-6774>

Diego Patricio Pineda-Maigua^{III}
dpineda@ist17dejulio.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9345-4866>

Correspondencia: scalderon@ist17dejulio.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de agosto de 2022 * **Aceptado:** 28 de septiembre de 2022 * **Publicado:** 21 de octubre de 2022

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

Resumen

El objetivo de esta investigación es determinar la eficiencia que tienen los sistemas de frenos en los vehículos eléctricos, esto por medio de una revisión bibliográfica documental, mediante la revisión de documentos que se encuentran en línea en revistas y publicaciones científicas. Los automóviles son el medio de transporte más utilizado en el mundo entero, desde su invención ha representado un gran apoyo para el desarrollo de las múltiples actividades del ser humano, sin embargo, los combustibles fósiles son su fuente principal para su funcionamiento, esto ha ocasionado un aporte importante a la creciente crisis climática que se vive en la actualidad en el planeta, por lo tanto, la emisión de los gases por el proceso de combustión de la gasolina representa una problemática para la salud y amenaza a la supervivencia de muchas especies, en este sentido, los vehículos eléctricos son la respuesta a la problemática de los gases invernadero, ya que por medio de los autos eléctricos se busca la transición hacia vehículos amigables con el medio ambiente por medio de la utilización de energías limpias, los vehículos eléctricos cuentan con sistemas como los de frenos que utilizan la energía generada por el frenado para almacenarla. Finalmente, se pudo encontrar que los diferentes tipos de vehículos eléctricos cuentan con frenos regenerativos que almacenan la energía generada por el frenado en energía eléctrica, sin embargo, al presentar el 100% de la carga de la batería se activara el sistema se frenado manual.

Palabras claves: Sistema de frenos; Vehículo eléctrico; Combustibles.

Abstract

The objective of this research is to determine the efficiency of the braking systems in electric vehicles, this through a documentary bibliographic review, by reviewing documents found online in scientific journals and publications. Automobiles are the most used means of transportation in the entire world, since their invention they have represented a great support for the development of the multiple activities of the human being, however, fossil fuels are their main source for their operation, this has caused an important contribution to the growing climate crisis that is currently being experienced on the planet, therefore, the emission of gases from the gasoline combustion process represents a health problem and threatens the survival of many species, In this sense, electric vehicles are the answer to the problem of greenhouse gases, since through electric cars

the transition towards environmentally friendly vehicles is sought through the use of clean energies, electric vehicles have with systems such as brakes that use the energy generated by braking to store it. Finally, it was found that the different types of electric vehicles have regenerative brakes that store the energy generated by braking in electrical energy, however, when presenting 100% of the battery charge, the manual braking system will be activated.

Keywords: Brake system; electric vehicle; Fuels.

Resumo

O objetivo desta pesquisa é determinar a eficiência dos sistemas de frenagem em veículos elétricos, isso por meio de uma revisão bibliográfica documental, por meio da revisão de documentos encontrados online em revistas e publicações científicas. O automóvel é o meio de transporte mais utilizado em todo o mundo, desde sua invenção representou um grande suporte para o desenvolvimento das múltiplas atividades do ser humano, porém, os combustíveis fósseis são sua principal fonte para seu funcionamento, isso tem causado uma importante contribuição para a crescente crise climática que se vive atualmente no planeta, portanto, a emissão de gases do processo de combustão da gasolina representa um problema de saúde e ameaça a sobrevivência de muitas espécies. problema dos gases de efeito estufa, uma vez que através dos carros elétricos busca-se a transição para veículos ecologicamente corretos através do uso de energias limpas, os veículos elétricos possuem sistemas como freios que utilizam a energia gerada pela frenagem para armazená-la. Por fim, verificou-se que os diferentes tipos de veículos elétricos possuem freios regenerativos que armazenam a energia gerada pela frenagem em energia elétrica, porém, ao apresentar 100% da carga da bateria, o sistema de frenagem manual será acionado.

Palavras-chave: Sistema de freio; veículo elétrico; Combustíveis.

Introducción

El bienestar de la población mundial en su conjunto, está íntimamente ligado al consumo de energía, es decir a un aumento de las condiciones de vida, tendremos un aumento del consumo de energía, las fuentes de donde provienen han ido cambiando en cuanto al porcentaje que representan, energía atómica, eólica, termo eléctrica proveniente del consumo de gas o carbón,

geotérmicas, hidroeléctricas, o la mayormente usada proveniente de petróleo (Guasumba et al., 2021).

Si se consideran el impacto de la obtención de los combustibles, el impacto de su combustión y la eficiencia de los motores en los que se utiliza, se puede ver que el impacto de la gasolina es muy superior al diésel, en todos los escenarios y tamaños de vehículos considerados, y ello es debido a la ineficiencia de los motores de gasolina, principalmente (Ihobe, S.A, 2020).

En la comparativa entre vehículos híbridos (HEV) e híbridos enchufables (PHEV), son los últimos los que menos impactos ambientales generan, debido al consumo de electricidad y menor consumo de combustible. Con respecto a los dos tipos de tecnologías HEV analizadas (batería de Li-NMC y de Ni-MH), los resultados entre ambas son muy similares; aunque el impacto de la batería Ni-MH es mucho mayor que el de la Li-NMC por unidad de peso, el pequeño tamaño y peso de las baterías de estos vehículos hace que el impacto no aumente significativamente por vehículo (Ihobe, S.A, 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).

En el plano mundial, la movilidad eléctrica es, sin duda, una tendencia en aumento, debido a que contribuye de forma efectiva en la reducción de emisiones de CO₂ y en el alivio de los problemas medioambientales asociados. De acuerdo con las cifras de crecimiento proyectadas sobre movilidad eléctrica a escala mundial, los vehículos eléctricos representarán el 11 % del mercado automotriz en 2025, el 28 % en 2030, el 43 % en 2035 y, con un 55 % del mercado, superarán los de combustión interna para 2040 (Acevedo y Morales, 2020).

En este sentido, el camino hacia la descarbonización del planeta y todo lo que implica para el medio ambiente ha comenzado muy timidamente, los grandes extractores de petróleo y otros minerales del suelo aun mantienen la hegemonía del mercado energético de todo el planeta, aun y

cuando son visibles y totalmente demostrados todos los efectos negativos que se han hecho al medio ambiente por la utilización de combustibles fósiles y sus derivados.

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 (basicamente), 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. En estos predominan los frenos regenerativos, que no son más que elementos que aprovechan la energía generada en la frenada, sin embargo presentan algunas particularidades que se presentarán en el desarrollo de esta investigación.

La siguiente investigación trata sobre la efectividad del sistema de frenos instalado en los vehículos eléctricos, reviste de importancia ya que el futuro de la humanidad y su supervivencia se encuentra en las energías alternativas, y uno de los factores claves para el progreso humano ha sido y siempre lo serán los medios de movilización, los vehículos eléctricos y sus componentes deben contar con sistemas eficientes, seguros y económicos, por lo cual el estudio de los frenos en estos vehículos ayudan al perfeccionamiento de estos para una mejor manufactura en un futuro.

Metodología

La investigación que a continuación se presenta, se desarrolla mediante una revisión bibliográfica de tipo documental, en la que por medio de la búsqueda de diferentes publicaciones científicas que se encuentran en línea, se pueden corroborar los avances e investigaciones que en el campo de investigación actual se han realizado.

La investigación documental es una de las técnicas de la investigación cualitativa que se encarga de recolectar, recopilar y seleccionar información de las lecturas de documentos, revistas, libros, grabaciones, filmaciones, periódicos, artículos resultados de investigaciones, memorias de eventos, entre otros; en ella la observación está presente en el análisis de datos, su identificación, selección y articulación con el objeto de estudio (Reyes y Carmona, 2020).

Resultados y discusión

El automóvil es uno de los inventos más perdurables que hasta la fecha siguen innovando en su manufactura, su impacto fue y ha sido hasta ahora tal que es el medio de transporte más usado por los seres humanos. Sin embargo su fuente principal de combustible para su funcionamiento han sido los combustibles fósiles, los vehículos de combustión tradicional son considerados uno de los mayores aportantes de las expulsiones de dióxido de carbono (CO₂), lo cual cooperan de forma directa al incremento de la huella de carbono (Crespo, 2021).

Esta industria es altamente contaminante, experimentando un incremento exponencial progresivo del 5% anualmente, logrando superar los 900 millones de vehículos en el año 2013 y se proyecta que la flota se incremente hasta los 1700 millones de vehículos para el 2035, considerando que el petróleo a la fecha se consume aproximadamente 20 millones de barriles por día, esto da como resultado una industria que aporta de forma sustancial a las emisiones de CO₂ (Crespo, 2021).

Indudablemente que, en el contexto mundial actual, en el que la crisis climática está alcanzando los índices más altos de gravedad, y la humanidad ve amenazado su propia supervivencia se evidencia la necesidad de lograr hacer un cambio del uso de combustibles fósiles. En este sentido, las energías alternativas han avanzado mucho, al menos en el campo automotriz la introducción de vehículos propulsados por un sistema completamente eléctrico está desplazando cada vez más a la energía fósil tradicional.

De acuerdo a lo anterior, Kongjeen y Bhumkittipich (2018) mencionan que el sector automotriz y los avances tecnológicos han hecho que se introduzcan al mercado un nuevo tipo de EV como los vehículos eléctricos enchufables (PEV), estos están considerados debido a que cuentan con una carga emergente y suman a los beneficios de un EV, donde se puede utilizar una pila de combustible o una batería como fuente de alimentación.

Se registró un crecimiento en el mercado de vehículos eléctricos de 3 millones en el 2017 y llegó a superar los 5 millones en el 2018 entre los mercados asiáticos, norteamericanos y europeos (Nour et al., 2020). Como resultados de las políticas implementadas a nivel mundial países como Noruega lograron que los vehículos eléctricos tengan una participación de mercado de 46%, Islandia un 17% y Suecia un 8%, referentes en innovación y apuesta por el medio ambiente (Nour et al., 2020).

Un vehículo eléctrico trae consigo beneficios tanto en el ámbito medioambiental (mejorando la calidad del aire de forma radical) como reducir la contaminación sonora dado que sus motores

apenas emiten ruido y al no poseer una caja de cambios favorece al tener una mejor respuesta en aceleración y mejor eficiencia en el frenado respecto a los vehículos convencionales, quienes debido al calor disipado por medio del frenado constante tarde o temprano padecen de una pérdida en el performance del vehículo (Crespo, 2021). Así mismo, en vista de que existe mejora en las condiciones medioambientales, se genera un impacto de forma directa y positiva en el bienestar de la población (Herrera et al., 2019).

El uso de este tipo de vehiculos trae consigo opiniones encontradas, por una parte los productores de combustibles fosiles ven amenazado su mercado a nivel global, y por otro el avance tecnologico que defienden los nuevos vehiculos que promueven un cambio total en la concepcion de un vehiculo, sin embargo los beneficios al ambiente son indudables, tal como la siguiente figura 1 lo muestra.

Fuente: (Crespo, 2021)

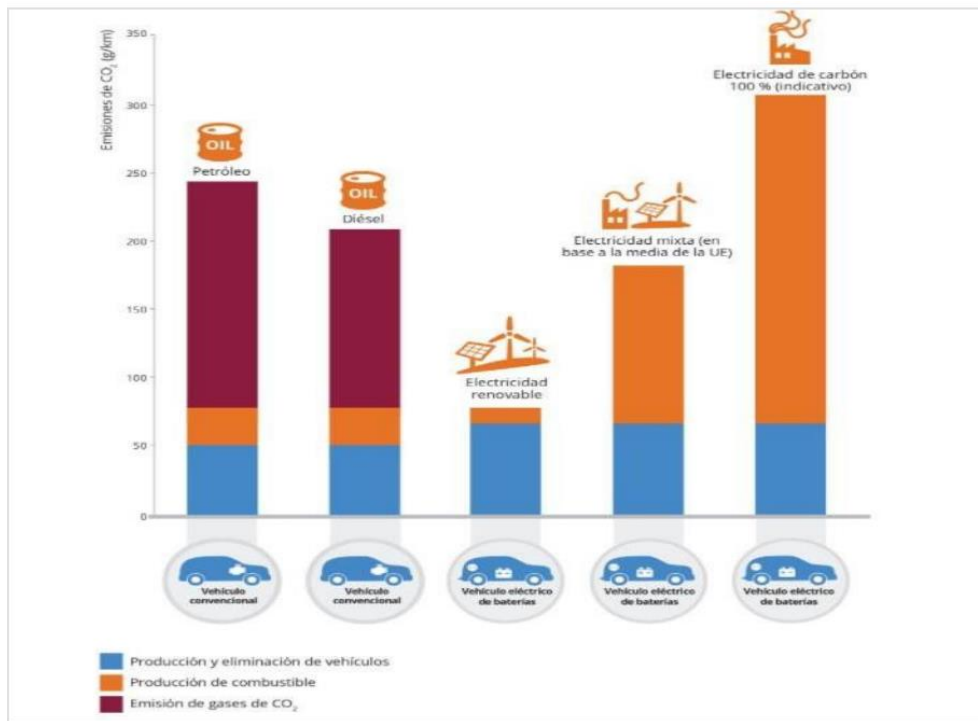


Figura 1: Beneficios del Uso de Vehiculos Electricos

Fuente: (Ordoñez, 2019)

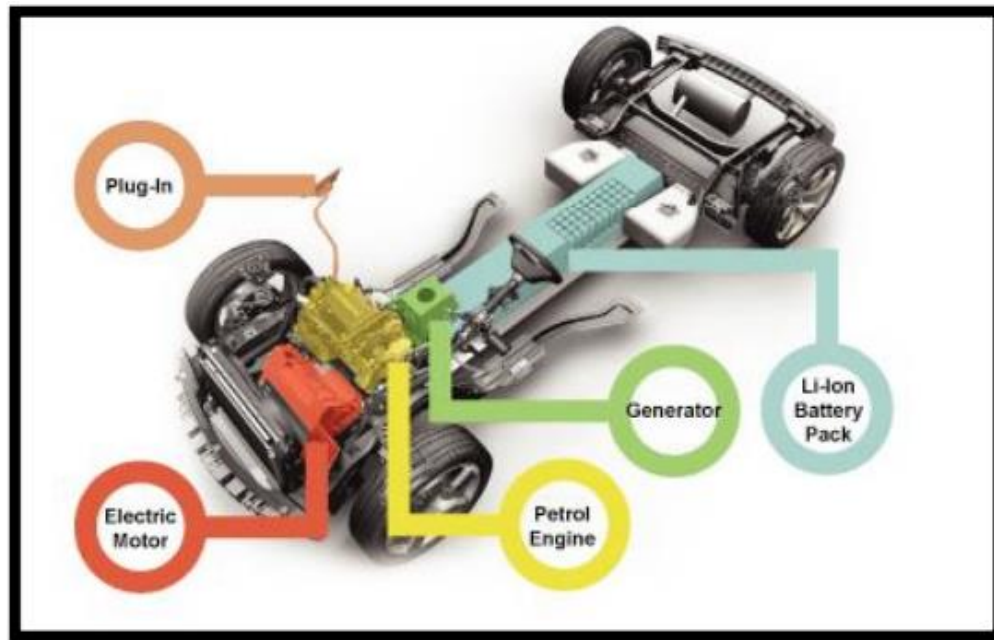


Figura 2: Componentes de un vehículo eléctrico

Los vehículos eléctricos, como su nombre lo indica, son vehículos propulsados por motores eléctricos. Entre sus ventajas está la independencia de los combustibles tradicionales, la no emisión de gases a la atmósfera y una menor frecuencia entre mantenimientos (Guevara et al., 2021). Por otro lado, para Ordoñez (2019) un vehículo eléctrico es aquel que utiliza la energía química guardada en una batería recargable para impulsarse con la fuerza que produce un motor alimentado por electricidad, los motores eléctricos ofrecen ventajas frente a los de combustión interna, menor tamaño y peso y mayor sencillez técnica, desde el punto de vista medioambiental permite disminuir las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Este tipo de vehículos utiliza la energía acumulada que procesa de manera química a varias baterías que suministran al motor, transformando la energía eléctrica en mecánica y así dando arrastre a las respectivas ruedas del vehículo y se pueda trasladar sin ningún problema. Este tipo de transporte trae la ventaja que la energía cinética de las ruedas en movimiento también puede ser usada, a través de un sistema regenerativo, para cargar la batería cuando esta rueda por inercia (Chuquiguanga y Jimenez, 2018). En la figura 2 se muestran los componentes de un vehículo eléctrico.

De esta manera Ordoñez (2019), indica que el funcionamiento de este tipo de vehiculos es el siguiente:

Posee un motor eléctrico acoplado al eje motriz con motores independientes, a su vez están acoplados a cada rueda del vehículo, tienen la ventaja que impiden pérdidas de transmisión por que utiliza motores independientes. El controlador acumula el suministro energía eléctrica de la batería y lo envía al motor. Cuando se oprime el pedal del vehículo, este a su vez proporciona la energía según la presión que se le aplique a más presión mayor consumo de energía (p.6)

Actualmente en el mercado automotriz existe una gama variada de vehiculos impulsados por electricidad, en este sentido, en la Figura 3 se pueden observar la actual clasificacion de estos vehiculos electricos.

Fuente: (Trashorras, 2019)

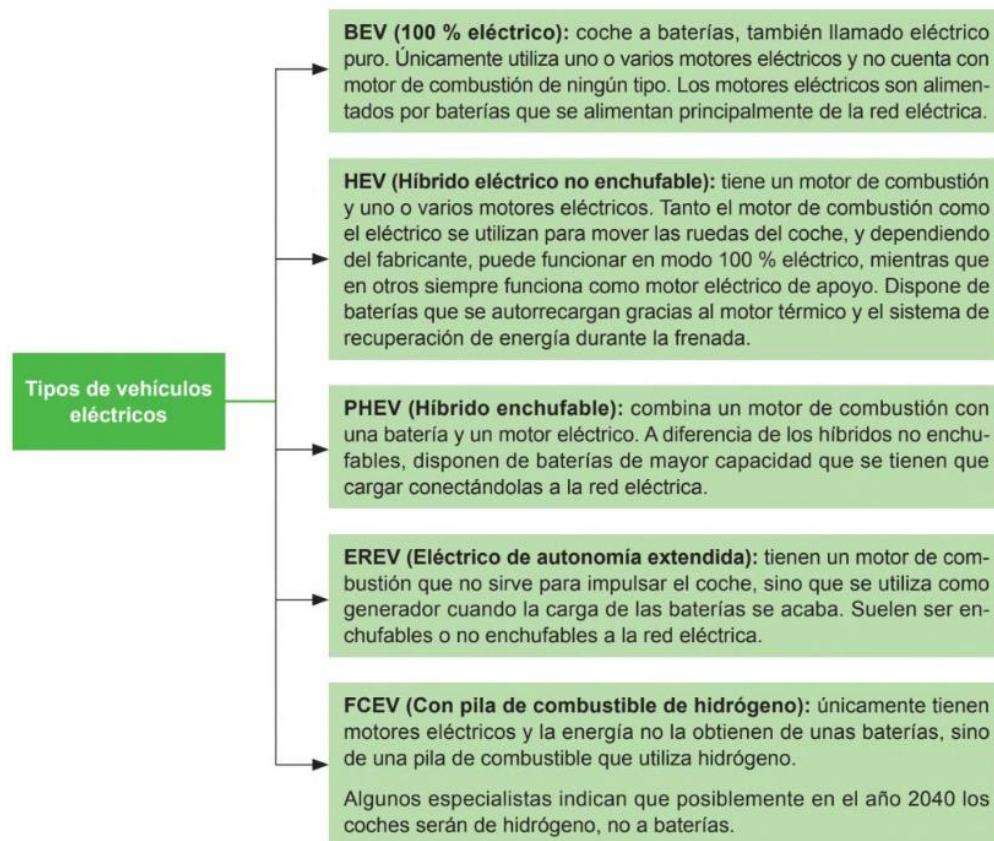


Figura 3: Tipos de Vehiculos Electricos

En las siguientes figuras 4,5 y 6 se pueden observar las diferentes configuraciones de los vehículos antes mencionados.

Fuente: (Ordoñez, 2019)

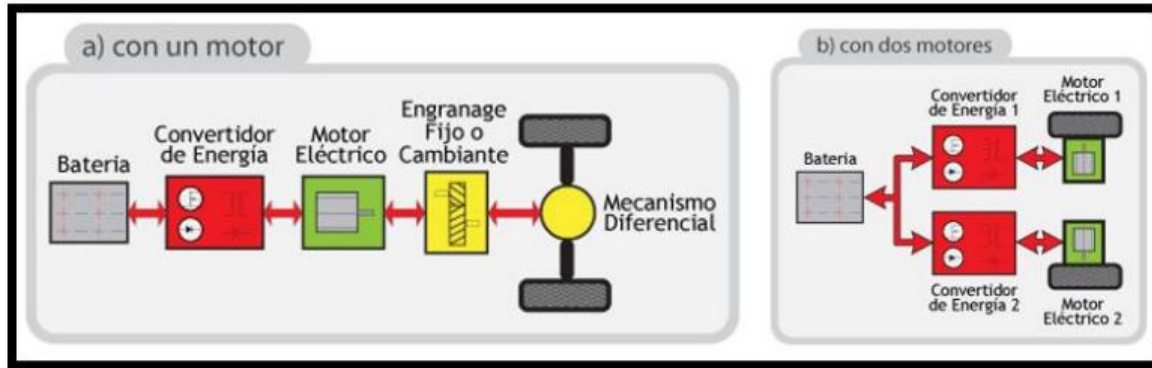


Figura 4: Vehículo eléctrico de 1 y 2 motores independientes.

Fuente: (Ordoñez, 2019)

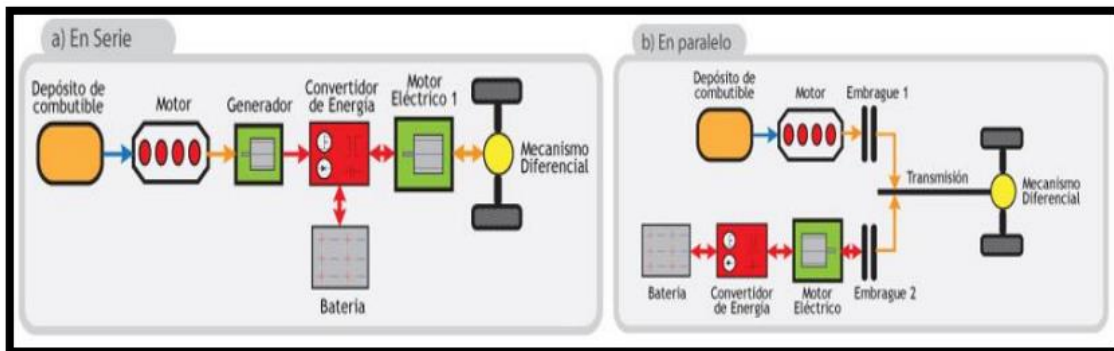


Figura 5: Esquema del vehículo eléctrico en serie (a) y paralelo (b)

Fuente: (Ordoñez, 2019)

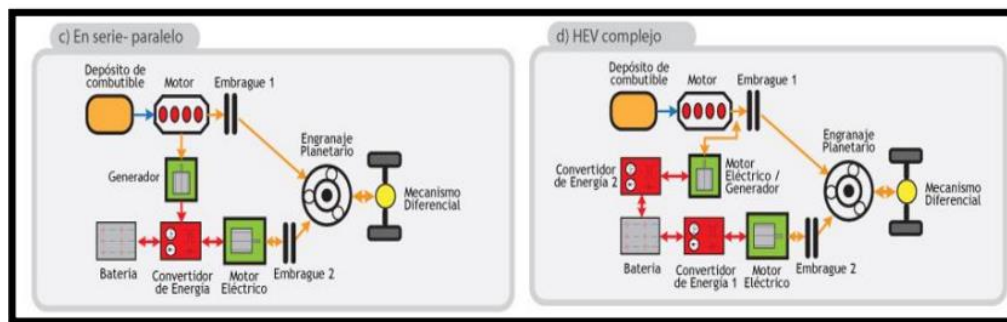


Figura 6: Esquema del vehículo eléctrico en serie-paralelo (c) y HEV complejo (d)

Ahora bien, este tipo de vehículos representa un cambio en las diferentes configuraciones tradicionales de un vehículo, siendo la más relevante el reemplazo del combustible fósil por el uso de una batería recargable y un motor cuyos componentes son totalmente eléctricos.

Sin embargo, no solo los cambios se dan en el vehículo a nivel de motor, sino que los otros sistemas que acompañan al automóvil también son objeto de modificación, este es el caso del sistema de frenos, los cuales son un conjunto de dispositivos diseñados, como su nombre lo indica para “frenar” el vehículo que va en marcha, bien sea para realizar una parada en algún momento determinado de la marcha del auto o como medida de emergencia ante un posible evento de choque.

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 (Bauza, 2018). A continuación, se puede observar como los sistemas de frenos para vehículos han evolucionado según Bauza (2018):

- 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 Loughheed (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.

Existe una diversa gama de tipos de sistemas de frenos, al respecto Chiroque (2020) realiza la siguiente clasificación:

- Freno de fricción
- Freno de cinta o de banda
- Freno de disco
- Freno de tambor
- Freno de llanta
- 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.

Para efectos de esta investigación, se desarrollara lo concerniente a los frenos en los vehículos eléctricos, los cuales son los más usados en este tipo de vehículos a locomoción eléctrica.

Los vehículos eléctricos actuales emplean el freno regenerativo (FR), el cual es un sistema de recuperación de energía cinética que permite a partir de la acción de frenado, transformar parte de su energía cinética en energía eléctrica. Dicha energía eléctrica es almacenada en bancos de baterías o capacitores para su uso posterior (Monroy et al., 2020).

Fuente: (Trashorras, 2019)

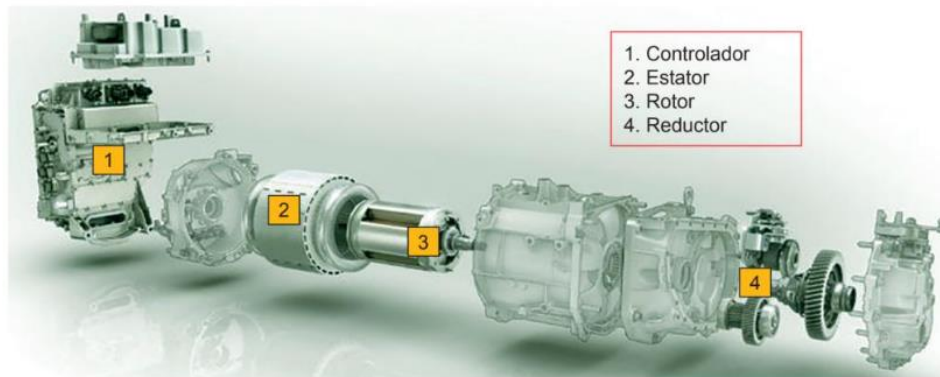


Figura 7: Frenado Regenerativo

En torno a esto, Monroy et al. (2020) mencionan lo siguiente:

El funcionamiento del FR consiste en la utilización del motor para reducir la velocidad del automóvil al aplicar fuerza al pedal del freno. En este instante, el motor eléctrico funciona en dirección inversa, lo que reduce la velocidad del automóvil. Cuando el motor cambia de sentido de giro, empieza a actuar como generador, produciendo energía que puede emplearse en sistemas eléctricos, como la recarga de batería. Por el contrario, cuando el BEV está en condiciones de aceleración el motor gira en el otro sentido tomando energía de la batería (p.308)

Fuente: (Monroy et al., 2020)

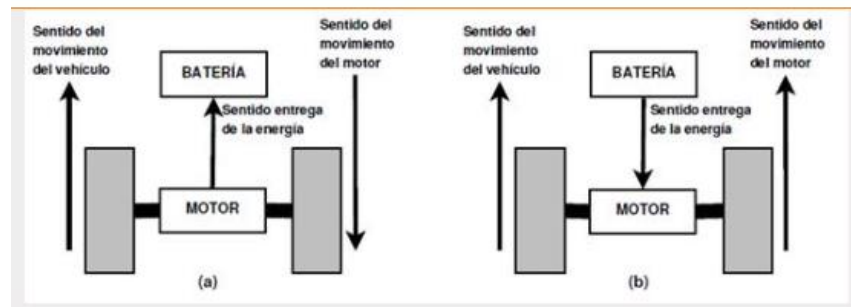


Figura 8: Diagrama Freno Regenerativo

De igual manera, Monroy et al. (2020) al definir el modelado de consumo de Potencia de BEV con FR describe lo siguiente:

Consta de una serie de variables como lo son: potencia en la rueda, peso, aceleración, resistencia aerodinámica, resistencia a la rodadura, densidad del aire que depende de la humedad y

temperatura del ambiente que golpea el frente del BEV, eficiencia de la transmisión y eficiencia del motor eléctrico. Este modelamiento se lleva a cabo a partir de un análisis de la potencia en la rueda a través de los diferentes elementos del ciclo de potencia, hasta llegar a la potencia que entrega la batería, la cual es mayor debido a las eficiencias de los equipos como inversores y cajas de transmisión. (p.308)

Tal como se muestra en la siguiente figura 9.

Fuente: (Monroy et al., 2020)

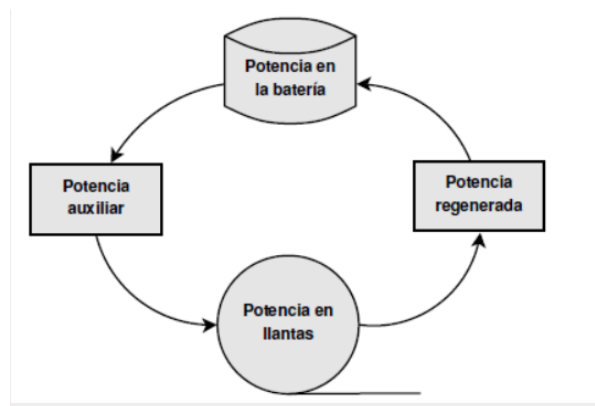


Figura 9: Diagrama de Flujo de Potencia en el BEV

Por lo cual, dada la importancia de los sistemas de frenos en los vehículos y el avance tecnológico que ha dado aportes importantes en este ámbito, Cantorin (Cantorin , 2018) explica lo siguiente:

El rendimiento de frenado de un vehículo es sin duda uno de los factores importantes que afecta a la seguridad del vehículo. Un sistema de frenado diseñado con éxito para un vehículo debe siempre satisfacer dos demandas distintas. En primer lugar, en el frenado de emergencia, debe poner el vehículo a descansar en la distancia más corta posible. En segundo lugar, debe mantener el control sobre la dirección del vehículo. El primero requiere que el sistema de frenado sea capaz de suministrar suficiente par de frenado en todas las ruedas. Una de las características más importantes de vehículos eléctricos (EV) y vehículos eléctricos híbridos (HEVs) es su capacidad para recuperar cantidades significativas de energía de frenado. Los motores eléctricos en EVs y HEVs pueden ser controlados para funcionar como generadores para convertir la energía cinética del vehículo en energía eléctrica. Generalmente, el par de frenado requerido es mucho mayor que

el par que un motor eléctrico puede producir. En EVs y HEVs, los sistemas de frenado mecánico de fricción deben coexistir con el frenado regenerativo eléctrico. Por lo tanto, el diseño y control adecuados de los sistemas de frenado tanto mecánicos como eléctricos son preocupaciones principales (p. 47).

La frenada regenerativa no es ilimitada. Los vehículos han de llevar además frenos convencionales ya que en el caso de que las baterías se encuentren al 100% de su capacidad, más energía no podría ser acumulada. Por tanto si ocurriera esto sería imposible frenar el vehículo. No obstante, los frenos regenerativos son frenos que funcionan mucho menos a lo largo de la vida útil del coche, por tanto su desgaste es mucho menor, y los intervalos de mantenimiento son mayores (Bauza, 2018).

Conclusión

Los vehículos son los principales medios de transporte del planeta, estos han sufrido muy pocas modificaciones desde su creación, sin embargo, con la actual crisis climática gobiernos, organizaciones en pro del medio ambiente, población en general y muy tímidamente los empresarios han comenzado a realizar cambios en la vida cotidiana misma.

Entre los cambios se dan la modificación, en un principio, de ciertos elementos de los vehículos con miras a que estos trabajasen de una forma menos contaminante y con la intención de ir introduciendo poco a poco elementos que sustituyeran a los elementos que dependían de los combustibles fósiles y sus derivados.

En este sentido, se han realizado avances importantes en torno a la manufactura de vehículos que no solo cumplan con las tan anheladas funciones de un vehículo, como lo son el confort, la estética, sino que elementos de seguridad son cada vez más integrados a estos vehículos, proporcionándole al cliente una experiencia segura y confortable, pero aunado a todo esto contribuyen a la conservación del medio ambiente. En el tema de la seguridad los sistemas de frenos usados por estos vehículos cuentan con una ventaja que es la de que mientras se realiza una frenada esta energía es almacenada en la batería del vehículo, lo que proporciona más carga útil para el desplazamiento, sin embargo, la desventaja que hasta ahora se manifiesta en este tipo de sistemas de frenos es que al momento de que la batería alcanza su tope de carga, ya no acepta más energía por lo cual la frenada deberá hacerse de forma manual.

A diario se incluyen elementos de alta tecnología en este tipo de transporte, sin embargo, los vehículos eléctricos actuales gozan de buena aceptación, pero aún falta un largo trecho por recorrer para que sean del todo seguros, económicos y atractivos para la mayoría de la población en el mundo.

Referencias

1. Acevedo, C., & Morales, A. (28 de Agosto de 2020). Proceso de decisión de compra de vehículos eléctricos en Bogotá (Colombia). *Pensamiento & Gestión*(49), 244-275. Recuperado el 12 de Octubre de 2022, de <https://www.redalyc.org/journal/646/64669289010/html/>
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:10.23857/pc.v7i4.3826
3. Bauza, F. (2018). *Estudio del sistema de frenado en los vehículos ligeros (turismos)*. Barcelona: Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Universidad Politecnica de Catalunya. Recuperado el 9 de Octubre de 2022, de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/113326/REPORT_470.pdf
4. Cantorin , R. (2018). *Freno regenerativo en la eficiencia energética de vehículos híbridos utilizados en Lima Metropolitana*. Universidad Nacional del Centro del Peru, Huancayo. Recuperado el 9 de Octubre de 2022, de <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4497/Cantorin%20B..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. Chiroque, J. (2020). *Análisis de los sistemas de frenos de un vehículo - determinación del sistema de frenos óptimo*. Tesis, Universidad Cpesar Vallejo, Chiclayo. Recuperado el 9 de Octubre de 2022, de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46356/Chiroque_CJC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
6. Chuquiguanga, W., & Jimenez, B. (2018). *Análisis de viabilidad para la implementación de un vehículo eléctrico que preste el servicio de taxi en la ciudad de Cuenca*. Tesis, Universidad Politecnica Salesiana, Cuenca. Recuperado el 9 de Octubre de 2022, de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15033>

7. Crespo, S. (2021). *Análisis bibliométrico del uso de vehículos eléctricos como alternativa de reducción de la huella de carbono*. Tesis, Universidad Cesar Vallejo, Lima. Recuperado el 5 de Octubre de 2022, de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/81765/Crespo_SSS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
8. Guasumba , J., Oramas, D., Trujillo, M., & Rojas , D. (Agosto de 2021). Factibilidad de los Vehiculos Electricos enla Problemática Energetica del Mundo. *Polo del Conocimiento*, 6(8), 1084-1095. doi:DOI: 10.23857/pc.v6i8.3001
9. Guevara, W., Rio, R., Martinez, I., & Morales, C. (5 de Abril de 2021). Análisis de la contribución científica Latinoamericana en la temática de los vehículos. *Revista de Ingenieria y Organizacion*, 75, 62-73. doi:<https://doi.org/10.37610/dyo.v0i75.610>
10. Herrera, M., Hernandez, A., & Velandia, C. (1 de Septiembre de 2019). Una revisión de las contribuciones de la dinámica de sistemas en la transición de vehículos eléctricos. *Inventum*, 14(27), 89-102. doi:10.26620/uniminuto.inventum.14.27.2019.89-102
11. Ihobe, S.A. (Enero de 2020). *Informe de análisis de ciclo de vida comparativa ambiental entre diferentes alternativas de vehículos*. Bilbao: Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda. Recuperado el 11 de Octubre de 2022, de https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/comparativa_vehiculos/es_def/adjuntos/Comparativa-Vehiculos.pdf
12. Kongjeen, Y., & Bhumkittipich, K. (18 de Junio de 2018). Impact of Plug-in Electric Vehicles Integrated into Power Distribution System Based on Voltage-Dependent Power Flow Analysis. *Energies*, 11(6). doi:<https://doi.org/10.3390/en11061571>
13. 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. *Ingenieria*, 25(3), 305-322. doi:<https://doi.org/10.14483/23448393.16620>
14. Nour, M., Chavez, J., Magdy, G., & Sanchez, A. (8 de Septiembre de 2020). Review of Positive and Negative Impacts of Electric Vehicles Charging on Electric Power Systems. *Energies*, 13(18). doi:<https://doi.org/10.3390/en13184675>
15. Ordoñez, W. (2019). *Estudio de las barreras que impiden la introducción del vehículo eléctrico en la flota de taxis en la ciudad de Cuenca*. Cuenca: Trabajo de titulación previo

- a la obtención del título de Ingeniero Mecánico Automotriz. Recuperado el 9 de Octubre de 2022, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17046/4/UPS-CT008172.pdf>
16. Ordoñez, W. (2019). *ESTUDIO DE LAS BARRERAS QUE IMPIDEN LA INTRODUCCIÓN DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO EN LA FLOTA DE TAXIS EN LA CIUDAD DE CUENCA*. Cuenca: Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico Automotriz. Recuperado el 9 de Octubre de 2022, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17046/4/UPS-CT008172.pdf>
17. Reyes, L., & Carmona, F. (2020). La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio. *Universidad Simon Bolivar*. Recuperado el 12 de Octubre de 2022, de <https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/6630/La%20investigaci%3b%20documental%20para%20la%20comprensi%3b%20ontol%3b%20del%20objeto%20de%20estudio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. Trashorras, J. (2019). *Vehiculos Electricos*. Madrid: Editoriales Parainfo. Recuperado el 9 de Octubre de 2022, de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FMqwDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=eficiencia+del+sistema+de+frenos+en+automoviles+electricos&ots=sI6ICDxa7Q&sig=T-iEukkewar3MP1hxqGe4MFrQr8#v=onepage&q&f=false>