



Diseño de un sistema alternativo de suministro de energía para un vehículo híbrido

Juárez Hernández Miriam Laura, Reyes Manzano Cesar Fabian, González Villanueva Daniel

RESUMEN

El 97% de los vehículos fabricados siguen utilizando algún combustible derivado del petróleo, lo que representa un 60% de la contaminación total por partículas suspendidas gruesas. Derivado de tal problemática surgen los vehículos híbridos con el único objetivo de reducir la emisión de contaminantes. Los vehículos tradicionales con motores de combustión interna emiten gases contaminantes que contribuyen al cambio climático y a la mala calidad del aire en las ciudades, lo que tiene un impacto negativo en la salud de las personas. Actualmente, en el mercado de los vehículos híbridos; están los vehículos solares con motor de gasolina, vehículos eléctricos con motor de gasolina o diésel, vehículos eléctricos con baterías recargables con uno o más motores, sin embargo, no existen vehículos híbridos con 3 sistemas diferentes e independientes, de suministro de energía. La incorporación de los vehículos híbridos en la sociedad tiene un impacto positivo, desde el cuidado del medio ambiente repercutiendo en la salud de las personas, hasta la economía y la creación de nueva tecnología. Los vehículos híbridos son una industria en constante evolución, lo que significa que están mejorando constantemente en términos de eficiencia y rendimiento.

Por todo lo mencionado se propone el diseño de un vehículo híbrido que combina tres diferentes tecnologías para lograr un mayor rendimiento y eficiencia energética, además de contribuir el cuidado del medio ambiente.

Para la fabricación y armado del prototipo de este vehículo se realizaron varias pruebas para poder determinar cuáles son los materiales más recomendables para la fabricación del vehículo, así como realizar experimentos que permitieron obtener los resultados de eficiencia de cada sistema.

ABSTRACT

97% of the vehicles manufactured continue to use some fuel derived from petroleum, which represents 60% of the total contamination by coarse suspended particles. Derived from such a problem, hybrid vehicles arise with the sole objective of reducing the emission of pollutants. Traditional vehicles with internal combustion engines emit polluting gases that contribute to climate

change and poor air quality in cities, which has a negative impact on people's health. Currently, in the hybrid vehicle market; There are solar powered vehicles with a gasoline engine, electric vehicles with a gasoline or diesel engine, electric vehicles with rechargeable batteries with one or more motors, however, there are no hybrid vehicles with 3 different and independent power supply systems. The incorporation of hybrid vehicles in society has a positive impact, from caring for the environment, having an impact on people's health, to the economy and the creation of new technology. Hybrid vehicles are an ever-evolving industry, which means they are constantly improving in terms of efficiency and performance.

For all of the above, the design of a hybrid vehicle that combines three different technologies is proposed to achieve greater performance and energy efficiency, in addition to contributing to the care of the environment.

For the manufacture and assembly of the prototype of this vehicle, several tests were carried out in order to determine which are the most recommended materials for the manufacture of the vehicle, as well as to carry out experiments that allowed obtaining the efficiency results of each system.

Palabras claves: Vehículo, híbrido, eficiencia, eléctrico, solar.

INTRODUCCIÓN

La demanda de vehículos esta influenciada por una gran variedad de factores entre los cuales se destaca la necesidad de transporte personal y comercial, el aumento de la población, traslado de mercancías, entre otras cosas.

Los medios de transporte como los vehículos motorizados y los aviones emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero, especialmente dióxido de carbono, que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático. Aunque ya existen alternativas que contribuyen a disminuir los gases contaminantes aun no son suficientes, pues se busca reducir al máximo y si es posible eliminar la contaminación ambiental.

Los vehículos híbridos en la actualidad ofrecen una serie de ventajas y características que los hacen atractivos para muchos consumidores como por ejemplo eficiencia de combustible ya que combinan un motor de combustión interna con uno o mas motores eléctricos, esta combinación permite un uso mas eficiente del combustible y por lo tanto una mayor economía de combustible en comparación con los vehículos convencionales. Estos pueden ahorrar combustible y reducir costos de combustible a largo plazo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se busca mitigar la problemática ambiental que se genera con el uso de vehículos convencionales, por tal motivo se propone el diseño y fabricación de un vehículo

* Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca, Investigación, milau_50@hotmail.com M.I.I. Miriam Laura Juárez Hernández, Dr. Cesar Fabian Reyes Manzano, Investigación, cesarm5@hotmail.com, M.I.I. Daniel González Villanueva, Tecnológico de Estudios Superiores de Oriente del Estado de México. soloelectric@hotmail.com



híbrido que trabaje con tres sistemas alternativos para su funcionamiento, que contribuya al cuidado medio ambiental.

ANTECEDENTES

Derivado de las consecuencias provocadas por la contaminación con la utilización de vehículos convencionales que son una primera necesidad en estos tiempos, algunos autores buscan alternativas que brinden una opción al combinar diferentes tecnologías y conceptos que permitan el desarrollo tecnológico en el diseño y fabricación de nuevos vehículos híbridos, que contribuyan al medio ambiente.

El primer vehículo híbrido se fabricó en 1899 por Henrie Pieper, quien diseñó un motor que giraba a velocidad constante utilizando un dinamo. La energía eléctrica que utilizaba para mover motores eléctricos en el eje delantero incrustados en las ruedas considerando así el primer vehículo de tracción delantera (Ver figura 1).

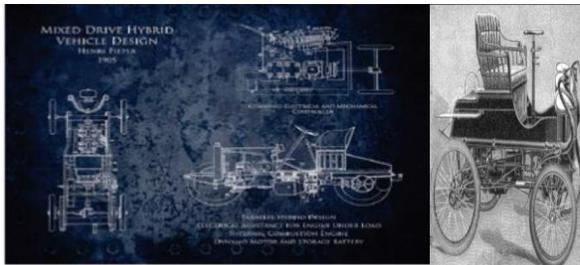


Figura 1. Diseño de un vehículo híbrido de Henri Pieper.

Este vehículo contaba con dos motores, uno de combustión y otro eléctrico, cada uno de esos motores entraba en acción automáticamente cada vez que fuera necesario, cuando se perdía velocidad la batería del motor se recargaba transformando el movimiento en electricidad sin necesidad de requerir de una fuente externa, iniciaba su movimiento con el motor eléctrico alimentado de los acumuladores de energía.

Se han desarrollado propuestas de diseños de prototipos utilizando las tecnologías que mejoran la eficiencia de funcionamiento en diferentes sistemas como: baterías (Hidalgo, 2019); (Figura 2), tracción (Cristian Gonzalo Choca Socoy, 2022) (Figura 3), ecológicos para movilidad urbana, (Lopez, 2019) control (Figura 4), entre otros.



Figura 2. Prototipo de un vehículo híbrido de tres ruedas.



Figura 3. Prototipo de un vehículo de chasis tubular.



Figura 4. Prototipo de un vehículo ALSO2.

Los vehículos híbridos han experimentado importantes avances en los últimos años, estos avances se centran en áreas clave como la tecnología y la autonomía eléctrica. En la industria automotriz han utilizado sistemas de propulsión híbridos más avanzados y eficientes. Los motores de combustión interna se han combinado con motores eléctricos más potentes y sofisticados así como las baterías que utilizan para estos vehículos se han vuelto más potentes y de mayor capacidad.

También algunos cuentan con un enchufe que combinan un motor de combustión interna con una batería recargable de mayor capacidad ofreciendo una autonomía eléctrica permitiendo recorrer distancias más largas sin utilizar combustible y reducir las emisiones de manera significativa.

El resultado de los avances tecnológicos en la industria automovilística sirvió para lanzar una gama de automóviles



modernos que empresas como Toyota, Honda, BMW (Figura 5) cuentan con automóviles híbridos en su programa de producción y actualmente los exportan a todos los países del mercado (figura 6). También se han fabricado varios diseños de vehículos híbridos militares (Figura 7).



Figura 5. Diseño vehículo híbrido Honda.



Figura 6. Diseño Tesla.



Figura 7. Prototipo VAMTAC ST5 híbrido.

Con el análisis de las propuestas se observa que se siguen buscando alternativas con mejores características para el diseño de vehículos híbridos con el fin de mejorar su eficiencia y aumentar la producción que cubra la demanda de vehículos.

DESARROLLO DEL TEMA

La apertura de los vehículos híbridos en el mercado ha sido un proceso gradual que ha ido evolucionando a lo largo de años. Los fabricantes de automóviles han invertido en investigación y tecnología para crear vehículos híbridos eficientes y atractivos. El aumento de la conciencia sobre los problemas ambientales, como el cambio climático y la contaminación del aire ha llevado a un mayor interés, los consumidores están buscando opciones más ecológicas y eficientes en términos de consumo de combustible y emisiones.

Este proyecto esta dirigido a la industria automotriz que continuamente busca mejorar la eficiencia del combustible, cumplir con las regulaciones, adaptarse a las preferencias del consumidor, impulsando la innovación tecnológica y avanzar hacia la movilidad eléctrica mediante el desarrollo y la promoción de vehículos híbridos.

Para el desarrollo del prototipo se diseñaron modelos 3D en SolidWorks y skétchup; se diseñaron archivos pieza y ensamble con medidas reales a escala para verificar el ensamble de los diferentes sistemas y dispositivos dentro de las medidas establecidas para el desarrollo del prototipo. A partir de los diseños y modelos, las auto partes de la carrocería, suspensión y dirección se imprimieron en una impresora 3D.



Figura 8. Diseño de carcasa de prototipo.

Para el desarrollo del proyecto se diseñó en un programa sketchup de simulación y se utilizó una impresora 3d marca flasforge para obtener la base del arquetipo (Ver figura 8).

En el sistema de combustión externa se diseñó y calculo el diámetro y longitud de los émbolos y se manufacturo mediante torno CNC y fresadora, resultando ser un sistema sumamente versátil ya que puede utilizar una gran variedad de combustibles; realizándose pruebas con aceite reciclado en combinación con un detonante para aumentar la eficiencia de la combustión, aceites naturales, alcohol y ceras náurales.

Para el sistema fotovoltaico de acuerdo con las necesidades de corriente y voltaje del motor eléctrico para impulsar el vehículo; se



calculó el número de paneles fotovoltaicos y de acuerdo con las características necesarias se escogieron en el catálogo del fabricante, se construyó el circuito regulador y estabilizador de voltaje capaz de recargar de energía el sistema 'A' de baterías.

El sistema eléctrico está constituido por un tomacorriente que puede conectarse al suministro de energía eléctrica de 127 VCA de una casa habitación para transformar esa energía en corriente directa: mediante un transformador eléctrico, un rectificador de onda completa y un regulador de voltaje, con el objetivo de recargar el sistema 'B' de baterías y poder impulsar el motor eléctrico.

El sistema de control se realiza mediante la programación de un microcontrolador y con ayuda de la plataforma de Arduino, de tal manera que compara que sistema de baterías tiene más energía, para elegir con que sistema comenzara a funcionar, el sistema de baterías del sistema fotovoltaico siempre estará recargándose siempre y cuando lo permitan las condiciones ambientales, está programado para sensar cuando ambos sistemas de baterías se encuentren por debajo del 20% de energía, automáticamente se encenderá la máquina de combustión externa proporcionando energía al motor eléctrico para el impulso del vehículo, además al mismo tiempo empezara a recargar el sistema de baterías con menor nivel de energía, ya sea el alimentado por el sistema fotovoltaico o el alimentado por el tomacorriente de la casa habitación. El sistema de control realizara la conmutación de los sistemas de forma automática.

Se realizaron varias pruebas de las cuales se presentarán los resultados más adelante, sin embargo, antes de presentar resultados finales se realizo un proceso de reingeniería mediante un análisis de los 8 pasos Deming con lo cual se lograron realizar varias modificaciones con el objetivo de elevar el rendimiento de los sistemas (Figura 9).



Figura 9. Diseño de prototipo.

RESULTADOS Y ANALISIS

Se realizo una prueba de velocidad considerando las siguientes características mostradas en la tabla 1.

Tabla 1. Prueba de velocidad con respecto del tiempo.

Peso del vehículo(kg)	Velocidad (m/s)	Distancia recorrida(m)	Tiempo(s)
1.5 kg	0.5	1,427.60	2855.2
1.5 kg	0.51	1,461.30	2865.3
1.5 kg	0.5	1,454.20	2908.4
Carga extra-1.75 kg	0.45	1,387.90	3084.2
Carga extra-1.75 kg	0.47	1,392.60	2963.0
Carga extra-1.75 kg	0.48	1,398.80	2914.2
Carga extra-2 kg	0.41	1,345.10	3280.7
Carga extra-2 kg	0.39	1,338.40	3431.8
Carga extra-2 kg	0.4	1,341.70	3354.3

Se realizaron tres pruebas de velocidad y cada una se realizo por triplicado, la primera prueba es sin carga es decir considerando solo el peso del vehículo, la velocidad en este caso fue prácticamente constante prestando una variabilidad despreciable. La distancia recorrida en esta prueba si tiene una significativa variabilidad teniendo resultados diferentes, lo que atribuimos a que



Figura 9. Pasos de deming para mejora de los procesos de calidad.

Se obtuvo la siguiente propuesta integrando todos los sistemas.



en cada caso los tiempos en que trabajo cada uno de los sistemas fue diferente en cada una de las pruebas, los resultados de los tiempos también fueron diferente; sin embargo, esto es congruente de acuerdo a la distancia que recorrió el vehículo en cada una de las pruebas.

También se realizaron dos pruebas en las cuales se le agrego una carga extra, en esta prueba los resultados obtenidos fueron de acuerdo a los resultados esperados de tal forma que las distancias recorridas son menores a las distancias recorridas sin carga y los tiempos aumentan de forma proporcional a la disminución de las distancias recorridas, sin embargo se esperaba a que las distancias recorridas fueran menores y los tiempos mayores en las pruebas de velocidad del vehículo con carga; estos resultados los atribuimos a que el vehículo con carga puede tener menor fricción entre las llantas y la superficie del suelo. Para trabajos futuros se pueden realizar pruebas con neumáticos de diferentes materiales que se aproximen a los neumáticos reales.

Tabla 2. Prueba de combustión con respecto del tiempo.

Combustible utilizado	Cantidad (ml)	Tiempo de combustión (s)
Alcohol	250	3,584
Alcohol	260	3,598
Alcohol	270	3,621
Aceite reciclado	250	3,486
Aceite reciclado	260	3,494
Aceite reciclado	270	3,517
Cera natural	250	3,591
Cera natural	260	3,606
Cera natural	270	3,654

En esta prueba se utilizaron tres cantidades diferentes de combustible y tres diferentes combustibles, además las pruebas se realizaron por triplicado, la prueba incluye alcohol, aceite reciclado enriquecido con un detonante y cera natural. De acuerdo con los resultados obtenidos el alcohol es el combustible que proporciona menos tiempo de combustión; probablemente a que también es un líquido volátil lo cual produce perdidas, se esperaba a que fuera el combustible idóneo sin embargo fue con el que se obtuvo los peores tiempos de acuerdo con la tabla de resultados, se puede proponer a partir de este resultado como trabajo futuro un dispositivo de reingeniería que pueda disminuir la perdida por evaporación del alcohol. De esta prueba sin ser un resultado esperado se obtiene que para esta primera fase del prototipo la cera natural es el mejor combustible utilizado obteniendo los mejores tiempos de prueba.

En general los motores de combustión externa son generalmente menos eficientes en términos de conversión de energía que los motores de combustión interna. Sin embargo, tienen algunas ventajas, como la capacidad de utilizar una variedad más amplia de combustibles y la capacidad de quemar combustibles de manera más limpia y controlada. Además, algunos motores de combustión externa, como los motores Stirling, son conocidos por su funcionamiento silencioso y su baja emisión de ruidos y vibraciones.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- Cristian Gonzalo Choca Socoy, J. C. (12 de Marzo de 2022). Escuela Superior Politecnica de Chomborazo. *Diseño e implementacion de un sistema traccion electrica aplicado a un vehiculo prototipo de tres ruedas*. Riobamba, Ecuador.
- diseño y Construccion de un prototipo de vehiculo hibrido ecologico para movilidad urbana . (12 de Marzo de 2020). *Escuela Superior Politecnica de Chimborazo*. Riobamba-Ecuador.
- Hidalgo, B. D. (19 de Febrero de 2019). Diseño e implementacion de un poste de recarga de baterias para un protitipo de vehiculo hibrido en la esvuela der ingenieria automotriz. *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO*. Roobamba, Ecuador.
- Lopez, D. S. (septiembre de 2019). Implementacion de un sistema de control de velocidad para un prototipo de vehiculo electrico autonomo. *Esscuela Tecnuca Superior de Ingenietros Industriales y de Telecomunicacion*. Cantabria.
- Macias, N. (2022). Diseño de prototipo de carga para vehiculos electricos basado en sistemas fotovoltaicos hibridos. *Escuela de Ciencias Basicas Tecnologia e Ingenieria*.

INFORMACIÓN ACADÉMICA

Miriam Laura Juárez Hernández: Ingeniero Mecatrónico egresada del Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán, Maestra en Ingeniería Industrial egresada del Tecnológico de Estudios Superiores de Oriente del Estado de México.

Cesar Fabian Reyes Manzano: Ingeniero en biónica, egresado del Instituto Politécnico Nacional, Maestro y Doctor en Tecnología avanzada en la misma casa de estudios.

Daniel González Villanueva: Ingeniero Mecatrónico egresada del Tecnológico de Estudios Superiores de Chimalhuacán, Maestra en Ingeniería Industrial egresada del Tecnológico de Estudios Superiores de Oriente del Estado de México.