



Conversión de Automóvil Estándar de Combustión Interna a Eléctrico

M en C en Ing. Ind. Verónica Flores Sánchez¹
Ing. en Mant. Ind. Rubén Torres Casto
Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Resumen

El uso de gasolina como fuente principal de energía de los automóviles representa el 34% de la contaminación ambiental, repercutiendo en cambio climático, daños para la salud, además de no ser una fuente de energía renovable y un costo económico elevado, por lo que el propósito del presente trabajo es el estudio y modificación de los automóviles de combustión interna a eléctricos mostrando su eficiencia y viabilidad así como de incursionar en un campo de trabajo aun sin explotar.

El uso de energías renovables y limpias como fuente principal para el impulso de automóviles, se vuelve una opción viable ante el consumo de combustibles fósiles.

El proyecto consta de dos etapas, la primera en la que se debe definir los parámetros de funcionamiento del carro eléctrico para demostrar la viabilidad económica y ambiental; la segunda, el desarrollo del prototipo en donde se debe elaborar y adaptar los dispositivos de generación de energía para su reabastecimiento.

¹ calidad.utcv@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Se puede construir un vehículo que tenga todas las ventajas de uno con motor de combustión interna, pero sin los inconvenientes tales como contaminación, ruido, reducción de los recursos naturales y degradación ambiental general, para ello, la opción más viable es la construcción del Vehículo Eléctrico (VE), el cual es de cero emisión y también de cero contaminación, al no utilizar gasolina ni aceites, lo que también resulta extremadamente limpio y con un funcionamiento silencioso.

Un VE es aquel que utiliza un motor eléctrico en lugar de un motor convencional de explosión, y un paquete de baterías en lugar de un tanque y gasolina. El motor eléctrico tiene un tamaño de unos 25 litros, y se conecta directamente a una transmisión estándar. Cada batería en el paquete es del doble en tamaño y forma a la que se enciende en el motor convencional, y contiene muchas más. El pedal acelerador del vehículo está conectado mediante un enlace a un controlador eléctrico. Presionando el acelerador ligeramente, se enviará energía al motor eléctrico en proporción a la presión que se ejerza sobre el pedal.

Se ha demostrado también, que el motor eléctrico es más conveniente para impulsar no sólo automóviles, sino también trenes, robots, entre otros, debido a que este tipo de motor logra un 90% de efectividad (energía producida / energía consumida). En cambio, el motor a combustión aprovecha menos del 40% de la energía. Es decir, de cada 10 litros de gasolina, seis litros se pierden en forma de gases, calor, ruido, vibraciones, residuos. Por lo que se considera más viable el uso de automóviles eléctricos como medio de transporte, siendo este, un nuevo campo de desarrollo.

ANTECEDENTES

Este tipo de VE no son nuevos, su aparición es anterior a los vehículos de combustión, al tener más de un siglo de antigüedad, pero en los últimos años han reaparecido gracias al avance de la tecnología, principalmente en las baterías, pero aun con sus limitantes en peso, dimensión, costo y autonomía, es por eso, que aun los vehículos de combustión llevan la ventaja ante los VE, pero con el paso del tiempo y el avance de la tecnología se espera poder revertir esta situación.

Los primeros datos del vehículo eléctrico, datan de 1838, cuando Robert Davidson consigue mover una locomotora a 6 km/h sin usar carbón ni vapor.

Entre 1832 y 1839 Robert Anderson inventó el primer carruaje de tracción eléctrica, con pila de energía no recargable. Poco después se patentó la línea electrificada, pero eso no valía para coches, solo para trolebuses o trenes. Las primeras baterías recargables aparecieron antes de 1880, ahí comenzaron realmente.

Se hicieron las carreteras en poco tiempo, y en 1900 podemos considerar su apogeo, cuando eran los coches que más se vendían, mucho más que los de vapor o gasolina. De hecho, en 1899 el Ingeniero Belga Camille Jenatzy superó por primera vez los 100 km/h e instauró un récord de velocidad bautizando al vehículo “La Jamais Contente”

El coche eléctrico triunfaba por su simplicidad, fiabilidad, suavidad de marcha, sin cambio de marchas ni manivela, no hacían ruido, eran veloces, la autonomía era razonable y su coste era soportable para la burguesía y las clases altas, los primeros usuarios de automóviles superaban por 10 a 1 a los de gasolina.

Sin embargo el coche de gasolina recibió el motor de arranque (1912), Henry Ford inventó la producción en masa mecanizada, la gasolina alcanzó un precio muy popular, se empezaron a abrir carreteras al tráfico y entonces la autonomía pasó a ser una característica muy valorada, además del precio.

La tecnología de las baterías avanzaba muy bien, el mismo Thomas Alva Edison, puso una batería de níquel a un coche eléctrico antes de 1890 y consiguió más autonomía y prestaciones. Pero el coche de gasolina acabó ganando el pulso a los eléctricos.

Hasta mediados de los 60 casi desaparecieron, algunos sobrevivieron en el sector industrial. En EEUU muchas empresas de tranvías eléctricos se adquirieron por General Motors, Firestone y Standard Oil, las desmantelaron e impusieron un servicio de autobuses de dudosa calidad para favorecer al transporte privado, crearon una necesidad.

OBJETIVO GENERAL

Realizar la conversión de un automóvil estándar tipo sedán de combustión interna a eléctrico, para reducir la contaminación ambiental así como el ahorro en el consumo de energéticos.

METODOLOGÍA

La conversión del vehículo convencional a tracción eléctrica consta de diferentes etapas que permiten lograr una correcta transformación y funcionamiento. A modo de ejemplo uno de los aspectos más importantes que se deben considerar en esta conversión, es la robustez del chasis del vehículo, el cual fue elegido para soportar las exigencias mecánicas que debe tener una vez convertido, debido al peso agregado por las baterías. Hay que tener cuidado con los funcionamientos de los sistemas de suspensión y frenos después de la conversión, puesto que pueden ser exigidos más allá de sus límites técnicos. Por tales motivos, se debe realizar un estudio y desarrollo previo de la transformación, para no ser exigido más allá de sus límites. Este procedimiento es explicado más adelante por completo, al mostrar todas las consideraciones y cuidados necesarios. A continuación, se muestra una metodología para efectuar la conversión. Si se va a convertir un auto, solo se utilizará la caja de cambios siendo ésta, un elemento que se utilizará en la conversión, además de un buen estado exterior de la carrocería y la documentación.

Selección de Componentes

En esta fase se seleccionan los componentes, lo que constituye una etapa importante, ya que estos componentes definen su funcionamiento y rendimiento final. Los componentes de una conversión son las siguientes:

Vehículo:

Para elegir el vehículo es necesario considerar los siguientes aspectos:

Peso: Se recomienda que el vehículo no sea de una alta masa, para poder obtener una mejor aceleración. La masa del vehículo es un factor importante para la posterior selección del motor. Normalmente un V.E. agregará de 100 a 300 Kg. Para éste trabajo, se seleccionó un Tsuru III modelo 92 de transmisión estándar, sin

dirección asistida cuyo masa oscila en 1000 kg, éste tipo de vehículos son muy comerciales, por lo que sus refacciones son de bajo costo, además de ser el promedio de masa de los vehículos convencionales.

Caja de Cambios: El vehículo puede tener una caja de cambios mecánica o automática. Se prefiere tener una caja de cambios mecánica, puesto que las cajas de cambios automáticas necesitan que el motor este siempre en movimiento, porque deben mantener la presión interna del líquido de caja. Generalmente la presión de la caja de cambios automática es mantenida por el ralenti del motor (revoluciones del motor cuando el vehículo está estático). Si se desea realizar la conversión en un vehículo con caja de cambios automática, se debe agregar una pequeña bomba que debe mantener la presión necesaria. Esta instalación es compleja y no existen soluciones sencillas para este problema en la actualidad. Por lo tanto, se recomienda un vehículo con la caja de cambios mecánica, ya que es fácil de trabajar y no necesita ningún dispositivo externo para su correcto funcionamiento.

Frenos: Los frenos son una parte importante del vehículo, puesto que es un elemento de seguridad e imprescindible para un vehículo. Por tal motivo se debe tener conocimiento si el vehículo tiene frenos servo-asistidos o hidráulicos (sin asistencia). Esto es importante puesto que los frenos servo-asistidos utilizan una bomba especial que entrega la asistencia al conductor, que mejora su rendimiento y eficacia al momento de frenar. En cambio los frenos normales dependen del conductor, debido a que depende de la fuerza aplicada al pedal. Para reconocer que tipo de frenos utiliza el vehículo se debe observar si existe alguna conexión entre la bomba de freno y el sistema de vacío, lo que significa que el vehículo tiene frenos servo-asistidos. Otra solución existente para los frenos asistidos, es la incorporación de una pequeña bomba de vacío, la cual permite mantener la presión necesaria en el sistema de frenos. Otra posibilidad, es el cambio del tipo de frenos, si se coloca un freno no asistido que sea compatible con el modelo del vehículo. Se recomienda utilizar los frenos originales del vehículo, puesto que fueron diseñados ad-hoc. Como el peso del vehículo aumenta, es importante mantener los frenos en buenas

condiciones, ya sean originales o adaptados, con el objeto de evitar futuros accidentes.

Tipo de Tracción: Otro dato importante es qué tipo de tracción tiene el vehículo, es decir, si su tracción es trasera o delantera. Para tracción trasera, el motor debe ser instalado en línea a lo largo del vehículo, esto es, conectado en forma directa a la caja de cambios, que a su vez está unida a través de un eje al diferencial trasero. Si se tiene un vehículo con tracción delantera, el motor deberá ser instalado en forma transversal a lo largo del vehículo, y conectado en forma directa a la caja de cambios que también está en forma transversal. Se debe aclarar que la conversión de vehículos con tracción delantera es más difícil que con tracción trasera, razón por la cual es más recomendable esta última.

Tamaño y Firmeza del Vehículo: Se debe tener en cuenta el tamaño del vehículo, el cual debe tener el espacio suficiente para la instalación de todas las baterías. Otra consideración importante es la firmeza del chasis del vehículo, ya que al instalar el peso de las baterías en el vehículo convertido, este chasis se puede quebrar, romper o sufrir daños estructurales.

Potencia del motor.

Peso y Tamaño del vehículo seleccionado: El peso del vehículo influye en la selección de potencia del motor, debido a que es fundamental establecer la potencia necesaria para poder mover el vehículo en las condiciones normales de conducción. El tamaño también es un factor importante, porque debe existir el espacio suficiente para colocar el motor y el banco de baterías que requiere el motor para su voltaje de operación.

Velocidad máxima deseada: El motor influye en la velocidad máxima deseada, debido a que la potencia del motor está directamente relacionada a la velocidad máxima del vehículo. También la velocidad depende de la aerodinámica del vehículo, que es importante si se desea lograr altas velocidades. Los motores utilizados frecuentemente en los autos eléctricos, tienen características de potencia entre 10 HP y 30 HP, que permiten desarrollar una velocidad máxima de 100

Km/Hr aproximadamente. Si el vehículo además es liviano y aerodinámico, es posible alcanzar velocidades del orden de 120 Km/Hr.

Peaks de potencia y autonomía deseada: La Potencia del motor determina los peaks de potencia que el motor puede solicitar. Mientras más altos sean los valores de los *peaks*, mejor es el comportamiento cinemático del vehículo. Sin embargo, el aumento de potencia del motor influye en la autonomía del vehículo y en las corrientes *peaks* del sistema. Por esta razón, se deben considerar estos peaks para la selección de los cables y el controlador, ya que estas corrientes pueden provocar daños en los componentes eléctricos. Esto se debe a que el motor utiliza una mayor potencia instantánea, lo que provoca un mayor consumo de energía y corriente.

El voltaje del motor debe ser elegido por los siguientes factores:

Potencia del motor: El voltaje depende de la potencia del motor, ya que define las corrientes que existen en los cables de alta corriente. Se debe elegir un nivel de corriente no muy alto para evitar los sobrecalentamientos en los cables. Hay que aclarar que mientras mayor sea la potencia del motor, mayor debe ser su voltaje nominal.

Cálculos para la Potencia de Motor

Para saber la potencia del motor se ocupan las siguientes ecuaciones:

$C_x = \text{Coeficiente de Penetración del aire al vehículo} = 0.34 \dots \dots \text{Ecuación 1}$

$P = 1.2 \text{ Kg/m}^3 \text{ a } 20^\circ\text{C} = \text{Densidad del aire} \dots \dots \text{Ecuación 2}$

$\text{Área} = 2.27 \text{ m}^2 \dots \dots \text{Ecuación 3}$

$V^2 = \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \dots \dots \text{Ecuación 4}$

$F_a = \text{Fuerza a la aceleración} = 1/2 * C_x * \text{Área} * \rho * V^2 \dots \dots \text{Ecuación 5}$

Sustituyendo valores en la ecuación 5 se tiene que a una velocidad de 10Km/hr la fuerza de aceleración sería de:

$F_{a(10 \text{ Km/hr})} = \left(\frac{1}{2}\right) * (0.34) * (2.27 \text{ m}^2) * (1.2 \text{ kg/m}^3) * (7.7 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}) = 3.57 \text{ N} \dots \dots \text{Ecuación 6}$

Al valor anterior se suma la fuerza de rodamiento (Fr)

$$Fr = \mu N \dots \dots \text{Ecuación 7}$$

Donde:

μ = Coeficiente de fricción al rodamiento=0.03

N = Fuerza normal (m*g)

$$Fr = 0.03 * 1200 * 9.8 = 353.16 \text{ N}$$

$$Ft = (Fa + Fr) * V \dots \dots \text{Ecuación 8}$$

$$Ft = (3.55\text{N} + 353.16\text{N}) * 2.77 \frac{\text{m}}{\text{s}} \dots \dots \text{Ecuación 8}$$

$$Ft = 988 \text{ Watts}$$

Se convierte en HP dividiendo entre 746

$$\text{HP} = 988 \text{ watts} / 746 = 1.32\text{HP} \dots \dots \text{Ecuación 9}$$

De los resultados obtenidos obtenemos la siguiente tabla

| Km/Hr | m/s | (m/s) ² | Constante | Cx | Area | ρ | Fa | Fr | Ft | Watts | Hp |
|-------|-------|--------------------|-----------|------|------|--------|--------|--------|--------|----------|-------|
| 10 | 2.78 | 7.7 | 1/2 | 0.34 | 2.27 | 1.2 | 3.57 | 353.16 | 356.73 | 990.93 | 1.33 |
| 20 | 5.56 | 30.9 | 1/2 | 0.34 | 2.27 | 1.2 | 14.29 | 353.16 | 367.45 | 2041.40 | 2.74 |
| 30 | 8.33 | 69.4 | 1/2 | 0.34 | 2.27 | 1.2 | 32.16 | 353.16 | 385.32 | 3210.99 | 4.30 |
| 40 | 11.11 | 123.5 | 1/2 | 0.34 | 2.27 | 1.2 | 57.17 | 353.16 | 410.33 | 4559.23 | 6.11 |
| 50 | 13.89 | 192.9 | 1/2 | 0.34 | 2.27 | 1.2 | 89.33 | 353.16 | 442.49 | 6145.68 | 8.24 |
| 60 | 16.67 | 277.8 | 1/2 | 0.34 | 2.27 | 1.2 | 128.63 | 353.16 | 481.79 | 8029.89 | 10.76 |
| 70 | 19.44 | 378.1 | 1/2 | 0.34 | 2.27 | 1.2 | 175.08 | 353.16 | 528.24 | 10271.42 | 13.77 |
| 80 | 22.22 | 493.8 | 1/2 | 0.34 | 2.27 | 1.2 | 228.68 | 353.16 | 581.84 | 12929.81 | 17.33 |
| 90 | 25.00 | 625.0 | 1/2 | 0.34 | 2.27 | 1.2 | 289.43 | 353.16 | 642.59 | 16064.63 | 21.53 |
| 100 | 27.78 | 771.6 | 1/2 | 0.34 | 2.27 | 1.2 | 357.31 | 353.16 | 710.47 | 19735.41 | 26.45 |
| 110 | 30.56 | 933.6 | 1/2 | 0.34 | 2.27 | 1.2 | 432.35 | 353.16 | 785.51 | 24001.72 | 32.17 |
| 120 | 33.33 | 1111.1 | 1/2 | 0.34 | 2.27 | 1.2 | 514.53 | 353.16 | 867.69 | 28923.11 | 38.77 |

Tabla 1 Relación velocidad deseada-Potencia requerida (sin ángulo de inclinación)

Motor

Al tener un vehículo de una masa aproximada de 1 tonelada, que una vez convertido, se estima en 1.1 tonelada (350 Kilogramos de masa de las baterías menos 250 en la eliminación de motor, radiador, tanque de gasolina entre otros), hace que se requiera un motor con una potencia que sea capaz de mover el vehículo en forma adecuada, lo que aproximadamente equivale a 16 HP. Además se desea tener una razonable autonomía para el uso en ciudad, que corresponde a 40 Km. La selección del motor de 16 HP logra consumir la energía en forma paulatina, ya que no es de una gran potencia.

Principales a Componentes

Se muestra una lista de los principales componentes que se instalaron en el automóvil:



Motor DC

El motor es un 8 "Avanzada serie DC-herida de motor. Pesa 25 Kg. y está valorada en 48 caballos de fuerza pico. Estos motores están disponibles en varios tamaños.



Placa adaptadora

La placa adaptadora permite el anclaje del motor a la transmisión. Su construcción es de 1 / 2 pulgadas de aluminio o hierro y tiene las perforaciones para atornillar el motor y la transmisión. Un espaciador de aluminio también se utiliza para el espaciado adecuado entre los ejes de la transmisión y motor.



Controlador de motor DC



Potbox (Potenciómetro)



Contacto principal.

El controlador regula la frecuencia de la electricidad que llega al motor. Se trata de un dispositivo de estado sólido que utiliza un modulador de ancho de pulso (PWM) que envía ráfagas de corta duración al motor a una velocidad de 15 kHz. . Los controladores disponibles son Curtis y Altrax

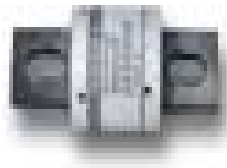
El *potbox* es un potenciómetro 5 K ohmios conectado al controlador y accionado por el acelerador de pie. El *potbox* tiene una palanca conectada al actual acelerador por cable.

Un relé eléctrico que sirve al mismo fin que el interruptor de contacto en un coche. Cuando la llave está a la posición de encendido, el contactor cierra el circuito para permitir el paso de corriente al controlador y el motor.



Llave general

Un dispositivo de seguridad que desconecta a las baterías del circuito durante una emergencia. Esta llave puede estar instalada bajo el capo y se puede apagar desde adentro con un cable tirador.



Fusible principal

El fusible general protege el sistema de picos de alta intensidad eléctrica. Un fusible debe ser instalado en cada un grupo de baterías.



Shunt

Una derivación se coloca en serie dentro de la instalación eléctrica para permitir la instalación de amperímetros y medidores de potencia consumida.



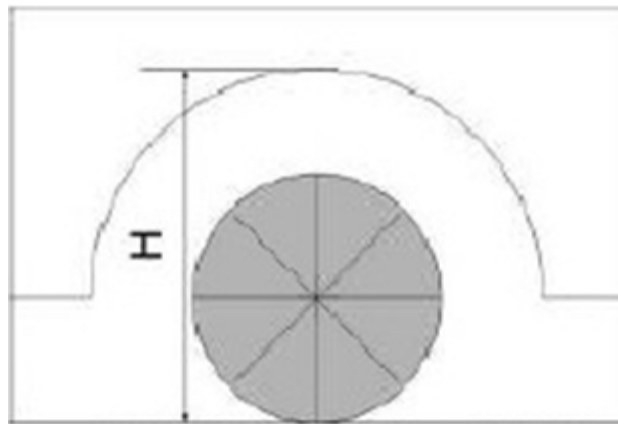
DC / DC convertidor

El DC / DC convertidor tiene la función de bajar el voltaje del banco de baterías y cargar la batería de servicio para luces y accesorios. También se puede utilizar un alternador en el eje del motor, pero es menos eficaz.

Adaptación Mecánica

Para la conversión se debe seguir el siguiente procedimiento con las precauciones que se mencionan a continuación

1. Para comenzar se debe de medir la altura del vehículo respecto al suelo, Esto significa medir en las cuatro ruedas la altura que existe entre el tapabarros (salpicadera) y el suelo. Es importante que esta medida H se haga en la parte central de la rueda, como se indica en la siguiente figura



Medición de la altura del vehículo.

2. Se deben desmontar todas las partes del vehículo que no serán utilizadas posteriormente en la conversión, desinstalación de motor, filtros, radiador, compresor, sensores, tubos de escape entre otros.
3. Se debe marcar con mucho cuidado el sistema eléctrico del vehículo ya existente, esto se hace para no perder las conexiones de los dispositivos auxiliares del vehículo, tales como las luces, radio, ventilador de la calefacción, chapa y luces de freno y reversa. Para esto, se deben marcar las siguientes conexiones más importantes
 - i. Cables del alternador (se elimina)
 - ii. Conexión del distribuidor (se elimina)
 - iii. Conexiones del motor de partida (se elimina)
 - iv. Cableado de energía general (se mantiene)

4. Se debe marcar la piola del acelerador (chicote) y el bulbo de temperatura del agua. La piola del acelerador puede ser utilizado, si está en buen estado, Si no es el caso, se debe de cambiar e intentar mantener la misma ubicación actual. El bulbo de la temperatura debe ser eliminado.
5. Se sustrae la batería del automóvil y se marca ls cables de alimentación general, que pueden ser utilizados posteriormente.
6. Se deben desmontar y desconectar todas las partes que componen el motor y que utilizan espacio en forma innecesaria. Estas partes son el carburador, sistema de aire, tuberías de agua y de aire, distribuidor y tuberías de la gasolina.
7. A continuación se procede a desmontar todo el sistema de escape del vehículo, Esta comprende desde el múltiple de escape (conexión con el motor) hasta el silenciador (parte final del sistema de escape). Primero se debe desconectar el múltiple de escape, para luego desmontar el tubo de escape que se encuentra en la parte inferior del vehículo desde la parte delantera hasta el silenciador.
8. Se debe medir la distancia existente entre la caja de cambio y algún punto de referencia de la carrocería, generalmente, se utiliza algún punto sobre la caja de cambios. Esto es importante, yaque permite posteriormente colocar la caja de cambios nuevamente en su posición original, Con esto se evitan posibles vibraciones parásitas a futuro debido a la mala ubicación de la caja de cambios.
9. Se debe sustraer el sistema de alimentación de combustible. Esto significa desmontar las mangueras conectadas al motor, las tuberías hacia el tanque de gasolina, el filtro, la bomba y por último el tanque de gasolina. Lo principal en esta etapa, es la eliminación de todas las partes relacionadas con la alimentación de gasolina. Así se deja libre la zona del motor y disminuye el peso del auto

10. Posteriormente, se procede a sacar el motor del vehículo. Se recomienda inspeccionar que el motor esté totalmente desconectado, para asegurar que la extracción no tenga inconvenientes. La extracción del motor se hace mediante una pluma con Tecele o bombona hidráulica que permite levantar y transportar el motor sin mayor problema ya que su peso es de aproximadamente 150 kg. Este motor puede ser vendido a alguna desarmadura al estar en buenas condiciones y recuperar parte de la inversión que conlleva la conversión. Es importante mencionar que el embrague se encuentra aún colocado en el motor, por lo que se debe desmontar. Se sugiere vender el motor, cuando el motor eléctrico ya esté montado en el vehículo, y así asegurar que no falten piezas que se utilizan en la conversión.

11. Antes de extraer el volante motor del motor a combustión interna, se debe tomar la medida existente entre el *clutch* y el motor. Esto se realiza puesto que esto define el correcto funcionamiento del sistema de embrague.

12. Luego se desmonta la caja de cambios que se debe realizar con cuidado, para la posterior unión entre el motor eléctrico y la caja de cambios.

Cuando la caja de cambios está desmontada, es recomendable revisar su estado y su limpieza que asegure su correcto funcionamiento. Adicionalmente, se sugiere revisar que los engranajes y coronas internas de la caja debe ser rearmada nuevamente y quedar en funcionamiento. En general, estas cajas se pueden enviar a un servicio autorizado donde se desarmen, revisan, limpian y rearman sin problemas.

13. En este instante, se tienen todas las partes mecánicas importantes del vehículo desmontadas. Ahora, se debe diseñar el plato adaptador que conectará el motor eléctrico y la caja de cambios, lo cual constituye una de las etapas más complicadas de la conversión.

14. A estas alturas, se procede a diseñar una solución para el acoplamiento entre la caja de cambios y el motor eléctrico.

15. Por último, luego de realizar el diseño y construcción de esta solución, se procede a conectar el embrague con el motor eléctrico, Esta conexión debe ser realizada con cautela y bien planificada, ya que el motor y el embrague deben de quedar bien alineadas para minimizar las vibraciones y problemas inherentes a las vibraciones. Luego de asegurar un buen montaje, se debe probar la caja de cambios junto con el motor eléctrico y lograr la seguridad que están en correcta operación.

Es importante agregar que al desarmar todas las partes de del vehículo se deben de guardas todos los pernos correspondientes a la unión del motor con la caja, como también los pernos de sujeción de la caja y el motor. Su importancia reside en el hecho de que algunas medidas de estos pernos son específicas y no necesariamente fáciles de conseguir. Por consiguiente, conviene guardar todo el material extraído del auto que puede ser reutilizable en la conversión.

Selección de baterías

La cantidad mínima de baterías es determinada por el voltaje nominal del motor seleccionado. La potencia máxima y la autonomía dependen directamente de esta cantidad. La cantidad de baterías define el peso y volumen agregado al vehículo y a su vez el tipo de baterías condiciona la autonomía del vehículo. Mientras más baterías se utilicen, mayor es la potencia que se le puede entregar al motor y una mayor autonomía (depende del tipo de conexión). Si se utiliza una conexión en serie, se aumenta el voltaje, pero se reduce su duración. En cambio la conexión en paralelo aumenta su duración.

El tipo de baterías más usado y accesible en el mundo, es la batería de plomo-ácido de ciclo profundo. Esta batería no es como la convencional, debido a que esta soporta descargas casi totales. La principal ventaja de la batería de plomo-ácido de ciclo profundo es su bajo precio, en relación con otros tipos de baterías, y son accesibles en casi todo el mundo.

Para este proyecto se utilizan 8 baterías de 6 V conectadas en serie para obtener los 48 V necesarios para el funcionamiento del motor eléctrico, las cuales tienen una intensidad de 315 Ah tal y como se muestra a continuación.

Auto Eléctrico Diagrama de Conexiones Controlador 48 V

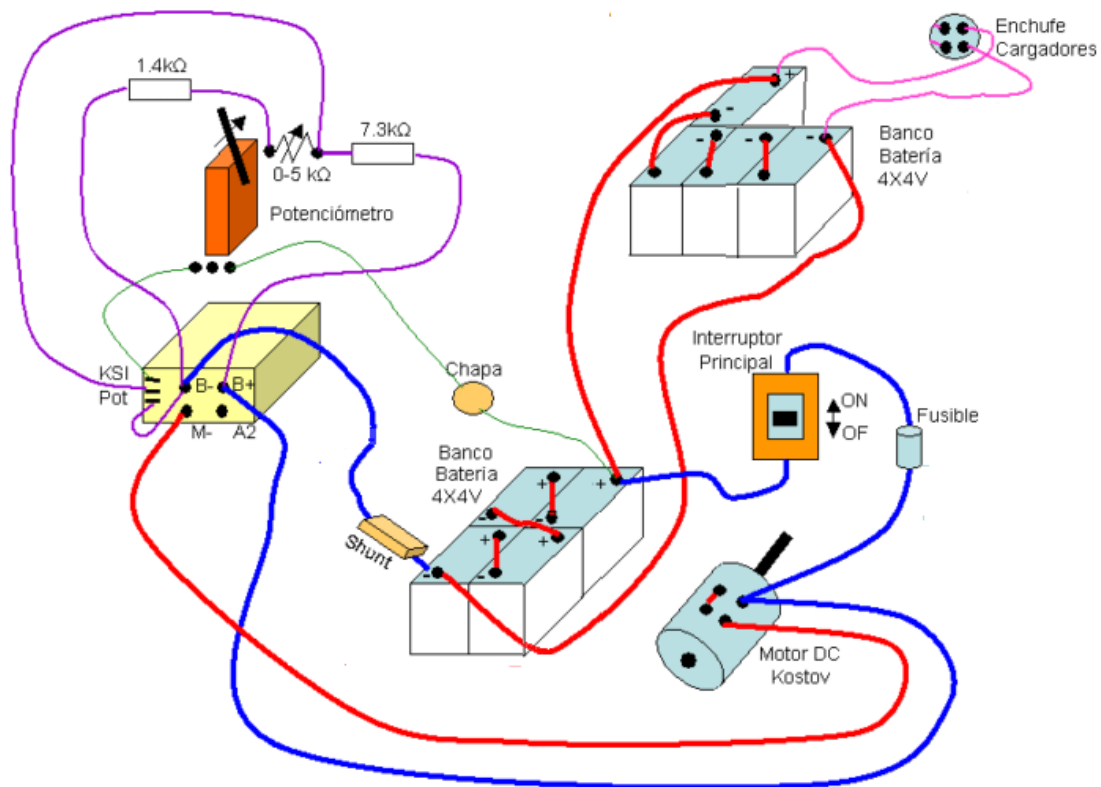


Diagrama de conexiones del vehículo eléctrico.

RESULTADOS

Una persona que se traslada 70kms (Fortin-UTCV ida y vuelta) en un Tsuru III estándar que recorre 12 km por litro necesitaría 5.83 l para recorrer esa distancia, donde:

5.83 litros por 10.45 c/litro = \$ 60.95 por lo tanto \$61

Lun-Vie=\$305

Mes (22 días) \$1,342

Año = \$ 16,104

Todo esto contando únicamente el gasto del combustible, sin poner gastos por cambio de aceite, afinación, consumo de aceites para el motor, bujías entre otros.

| |
|-----------------------------|
| 18 de Agosto de 2012 |
| \$10.45 Magna |
| \$ 11.02 Premium |
| \$ 10.81 Diesel |

Precio de gasolinas

Si en lugar de ocupar gasolina se ocupara energía eléctrica se tendría que:

Cuotas de electricidad aplicables mensualmente.

Se aplican los siguientes cargos por la energía consumida en función de la temporada del año:

En temporada de verano abril-septiembre

Cargos por energía consumida, para consumos hasta 150 kilowatts-hora

Consumo básico \$ 0.637 por cada uno de los primeros 100 (cien) kilowatts-hora.

Consumo intermedio \$ 0.738 por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

Cargos por energía consumida, para consumos mayores a 150 kilowatts-hora

Consumo básico \$ 0.637 por cada uno de los primeros 100 kilowatts-hora.

Consumo intermedio \$ 0.956 por cada uno de los siguientes 50 kilowatts-hora.

Consumo excedente \$ 2.529 por cada kilowatt-hora adicional a los anteriores.

Un Vehículo Eléctrico que recorre una distancia de 80Kms. necesita aproximadamente 15kw/h por lo cual:

15kw/hr por \$0.637 = \$ 9.555

Y con el cual se puede sacar la siguiente gráfica:

| Distancia recorrida (kms) | \$ en Gasolina Magna | \$ en Energía Eléctrica |
|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| 10 | \$8.7 | \$1.1 |
| 20 | \$17.4 | \$2.3 |
| 30 | \$26.1 | \$3.5 |
| 40 | \$34.8 | \$4.7 |
| 50 | \$43.5 | \$5.9 |
| 60 | \$52.2 | \$7.1 |
| 70 | \$61 | \$8.3 |
| 80 | \$69.7 | \$9.5 |

Tabla 4.2 Comparación Gasolina contra Electricidad

A través de la tabla mostrada se puede observar que el costo es menor al ocupar Electricidad como fuente de Energía para impulsar un vehículo, de igual forma reduce el mantenimiento de preventivo y/o correctivo de un automóvil, al dejar de usar aceites para el motor, así como su cambio de bujías, aceites, refrigerantes entre otros.

De la misma manera, según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) mencionan que un Vehículo de combustión interna produce 4 veces su peso en CO₂, y al dejar de usar gasolina como fuente principal de energía, dejará de producir 4 toneladas de CO₂ al año, con ella dejaría de contaminar el aire como habitualmente se venía haciendo.

CONCLUSIONES

Tal como se describió la historia del auto eléctrico no es nueva. Se planteó en su tiempo como una alternativa de transporte. Sin embargo, debido a motivos de investigación y costos esta alternativa siempre fue quedando en la espera, mientras que el desarrollo de los otros sistemas comenzó a perfeccionarse cada vez más.

Y hoy pasado más de un siglo, nuevamente se comienza a pensar en ellos debido a que las consecuencias dañinas para la salud de las personas, entre otros problemas hacen que el

transporte mire con buenos ojos esta tecnología en el cual podemos mencionar sus distintas ventajas pero también inconvenientes de los VE.

Ventajas de un VE

Los motores con una tracción íntegramente eléctrica son muy simples y prácticamente no emiten ninguna partícula contaminante cuando están en uso.

Los motores eléctricos pueden ser controlados con precisión y tienen una eficiencia de conversión de la energía del 90%.

Pueden ser combinados con sistemas de recarga a través del uso del freno regenerativo.

No emiten contaminantes ni gastan energía cuando se encuentran parados y no precisan marchas para conseguir distintas velocidades, sino que la aceleración es constante.

Ofrecen menos vibraciones y prácticamente no hacen ruido.

Inconvenientes de un VE

Aunque las emisiones de un coche eléctrico son prácticamente nulas, dependen de energía generada en muchas ocasiones con combustibles fósiles para recargar las baterías.

Si una gran proporción de vehículos privados necesitaran conectarse a la corriente eléctrica de los hogares, aumentaría la necesidad de generar y transmitir electricidad, pese a que la mayoría de las recargas se produjeran durante la noche en el momento de bajo consumo.

Las baterías empleadas en los vehículos eléctricos e híbridos todavía deben mejorarse: el objetivo de los fabricantes es reducir su coste, peso y tamaño, a la vez que aumenta su capacidad y fiabilidad.

REFERENCIAS

1. Falzarano, A.; Ketha, S.; Winebrake, J.J.; Hawker, J.S.; Corbett, J.J.; Korfmacher, K.; Zilora, S. Development of an Intermodal Network for Freight Transportation Analysis. Presented at the Environmental Systems Research Institute International User Conference, San Diego, CA, 2007.

2. Vanek, F.M.; Morlok, E.K. Improving the Energy Efficiency of Freight in the United States through Commodity-Based Analysis: Justification and Implementation; *Transport. Res. D* **2000**, *5*, 11-29.
3. Schipper, L.; Scholl, L.; Price, L. Energy Use and Carbon Emissions from Freight in 10 Industrialized Countries: an Analysis of Trends from 1973 to 1992; *Transport. Res. D* **1997**, *2*, 57-76.
4. Greening, L.A.; Ting, M.; Davis, W.B. Decomposition of Aggregate Carbon Intensity for Freight: Trends from 10 OECD Countries for the Period 1971–1993; *Energy Econ.* **1999**, *21*, 331-361.
5. *National Transportation Statistics 2005*; U.S. Department of Transportation; Research and Innovation Technology Administration; Bureau of Transportation Statistics: Washington, DC, 2005.
- 6 André butoli; jean-marc lévy-leblond, *La física en preguntas: electricidad y magnetismo* Alianza editorial 1ª edición. Pags 124,125,132-134
7. Roald k. Wangsness, *Campos electromagnéticos*, Editorial limusa. Pags 328,329, 654,655
8. L. Boylestad, Robert, *Análisis básico de circuitos en ingeniería*, 5ta edición editorial prentice hall, México. 1998
9. Irwin j. , David, *Análisis introductorio de circuitos*, 8ª edición editorial trillas, México 1997
10. Larrode pellicer, Emilio, *Automóviles eléctricos*, Editorial: reverté 80-187
- 11 <http://www.hormigamillonaria.com/2012/08/13/precio-gasolina-subede-nuevo-en-mexico/>
- 12 <http://www.airesdecampo.com/autos-electricos/>
- 13 <http://www.motorpasion.com/motorpasion/encuesta-sobre-coches-hibridos-y-electricos-los-usuarios-de-motorpasion-confian-en-su-llegada-real-para-2015-pero-todavia-queda-camino-por-recorrer>
14. <http://diccionario.motorgiga.com/>
15. <http://www.forosdeelectronica.com/f28/motor-auto-electrico-13995/index5.html>
16. http://www.taringa.net/posts/autos-motos/10311662/Como-construir-tu-propio-auto-electrico-_MATIAS270298_.html

17. [http://foro.tuning-on.com/notas-tecnicas/torque-y-potencia-\(mover\)/](http://foro.tuning-on.com/notas-tecnicas/torque-y-potencia-(mover)/)
18. <http://www.vehiculoselectricos.com.mx/servicios.html>