

CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLÓGICO CEUTEC

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO FASE 1

**ESTUDIO Y ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE LA CONVERSIÓN DE
UN VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA A ELÉCTRICO A
TRAVÉS DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS EN TEGUCIGALPA**

SUSTENTADO POR

DENNIS ORLANDO

MEJÍA CÁCERES

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE INGENIERÍA EN
ELECTRÓNICA**

TEGUCIGALPA, DC

HONDURAS, C.A.

ABRIL, 2022

**CENTRO UNIVERSITARIO TECNOLÓGICO
CEUTEC**

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR

MARLON ANTONIO BREVÉ REYES

**SECRETARIO GENERAL
ROGER MARTÍNEZ
MIRALDA**

**VICERRECTORA ACADÉMICA
CEUTEC DINA ELIZABETH
VENTURA DÍAZ**

**DIRECTORA ACADÉMICA
CEUTEC IRIS GABRIELA
GONZALES ORTEGA**

TEGUCIGALPA, DC

HONDURAS, C.A.

ABRIL, 2022

**ESTUDIO Y ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE LA CONVERSIÓN DE
UN VEHÍCULO DE COMBUSTIÓN INTERNA A ELÉCTRICO A
TRAVÉS DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS EN TEGUCIGALPA**

**TRABAJO PRESENTADO EN EL CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE:**

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA

ASESOR:

ING. KARIO ALEXANDROVILLAFRANCA REYES

PRÁCTICA.

TERNA EXAMINADORA:

TEGUCIGALPA, DC

HONDURAS, C.A.

ABRIL, 2022

DEDICATORIA

Le dedico este proyecto de graduación a mis padres Dennis y Jackie, por todos y cada uno de los momentos que me apoyaron, animaron y aconsejaron para seguir adelante con la carrera a pesar de todas las dificultades que esta representó.

Le dedico este proyecto a mi abuela Nohemí, que a pesar de no haberme podido acompañar hasta este punto y verme tan cerca de mi graduación, ella siempre fue, es y será una fuente de motivación para continuar con mis objetivos cada vez que me encuentro con una dificultad en el camino.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis papás por siempre ser apoyo incondicional que me enseña día a día a siempre ver el lado bueno de todas las situaciones, mis compañeros en las alegrías, inspiraciones, y frustraciones. Su fortaleza me motiva a seguir adelante y me provoca una sonrisa aún en los momentos más difíciles.

Agradezco a Dios por permitirme tener la oportunidad de estudiar, por ayudarme a llegar hasta este punto, por guardarme en cada actividad que realicé a lo largo de todos estos años, no hay forma de agradecer todas las bendiciones que él nos otorga día a día.

Resumen ejecutivo

La implementación de los autos eléctricos al mundo actual parece estar muy lejos aún. Nos sorprendemos cuando vemos en las calles un auto eléctrico, preguntándonos como recarga sus baterías, cuanto duran sin descargarse, cuanto es el consumo y lo más importante, cuánto nos costaría tener uno a nosotros.

La mayoría llegamos a la conclusión de que obteniendo uno de estos vehículos apoyamos el medio ambiente y nuestra economía podría mejorar, pero obtener el vehículo en sí es demasiado costoso y mucho más en Honduras.

Por lo tanto, a lo largo de esta investigación vamos a poder revisar a detalle los métodos para modificar nuestro propio vehículo de combustión interna a eléctrico a partir de una forma económica y otra no tanto, analizando a partir de una gran recolección de datos los resultados para saber que método es el mejor y porqué, de cualquier forma, cualquiera de estos dos métodos es mucho más económicos que comprar un auto eléctrico nuevo.

Palabras clave: consumo, carro eléctrico, medio ambiente, carga, combustión interna, economía.

Abstract

The implementation of electric cars in today's world seems to be a long way off. We are surprised when we see an electric car on the streets, wondering how it recharges its batteries, how long they last without being discharged, how much consumption it is and most importantly, how much it would cost us to have one.

Most of us conclude that by obtaining one of these vehicles we support the environment, and our economy could improve, but obtaining the vehicle itself is too expensive and much more so in Honduras.

Therefore, throughout this investigation we will be able to review in detail the methods to modify our own internal combustion vehicle to an electric one from an economical and a less economical way, analyzing the results from a large collection of data. to find out which method is the best and why, in any case, either of these two methods is much cheaper than buying a new electric car.

Keywords: consumption, electric car, environment, recharge, internal combustion, economic.

ÍNDICE TENTATIVO

Glosario.....	0
Capítulo 1: Introducción	1
Capítulo 2: Planteamiento del problema.....	2
Antecedentes	2
Definición del problema.....	3
Preguntas de la investigación	4
Actividades para realizar en la investigación	5
Hipótesis.....	6
Justificación de la investigación.....	7
CAPITULO 3: OBJETIVOS	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos.....	8
Capítulo 4: Marco teorico	9
Inicios de los carros eléctricos en Honduras	9
Conceptos base de los componentes a utilizar	11
Alternador	11
Potenciómetros	12
Compresor	13
Bomba de vacío	15
Interruptor electroactivo por vacío	16
Baterías de plomo de ciclo profundo.....	17
Baterías de litio.....	18
Convertidor DC a DC	19
Acelerador eléctrico.....	20
Controlador de salidas trifásicas.....	21
Motor de corriente alterna de inducción.....	22
Sistema de tracción 100% eléctrico.....	23
Monitor de voltaje y corriente	24
Comparación entre vehículos eléctricos y de combustión interna	25

Proceso de conversión de un carro de combustión interna a 100% eléctrico	27
Preparación e instalación del sistema eléctrico	29
Capítulo 5: Metodología/proceso.....	43
Enfoque y métodos.....	43
Población y muestra	44
Población	44
Muestra	45
Unidad de análisis y respuesta	46
Técnicas e instrumentos aplicados	48
Fuentes de información	48
Cronología de trabajo	1
Capítulo 6: resultados y análisis	52
Resultados de la encuesta.....	52
Presupuesto para la conversión	62
Costo de la conversión.....	63
Cálculos de comparación real en los precios de la gasolina	64
Impacto ambiental de los vehículos eléctricos.....	66
Cancelación de emisiones del tubo de escape en los VE	67
Los coches eléctricos se fabrican con materiales reciclables	67
Contaminación indirecta de los VE	68
Gran tiempo de recarga.....	68
Costo energético de una carga completa en los VE	68
Capítulo 7: concLusiones.....	70
Capítulo 8: Recomendaciones.....	72
Capítulo 9: Bibliografía	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 4.1: Alternador.....	11
Figura 4.2: potenciómetro.....	12
Figura 4.3: Compresor para aire acondicionado eléctrico	14
Figura 4.4: Bomba de vacío	15
Tomada de: (Aramox, 2020).....	15
Figura 4.5: Interruptor electroactivo por vacío	16
Figura 4.6: Batería de ciclo profundo de 12V.....	17
Figura 4.7: baterías de litio en un carro eléctrico.....	18
Figura 4.8: Acelerador eléctrico	20
Figura 4.9: Controlador de salidas trifásicas para sistemas eléctricos.....	21
Figura 4.10: Motor de inducción CA.....	22
Figura 4.11: Sistema de tracción eléctrico.....	23
Figura 4.12: Monitor de voltaje y corriente eléctrico	24
Figura 4.13: Elementos principales de la conversión.	28
Figura 4.14: Circuito de conexión para la bomba de vacío	30
Figura 4.15: Controlador para motor de inducción MC3336	31
Figura 4.16: Datasheet de baterías de 8 V Trojan.....	33
Figura 4.17: Datasheet de baterías de 8 V Trojan.....	34
Figura 4.18: Conexión del banco de baterías en serie	35
Figura 4.19: Motor CA de inducción a 72 V	36
Figura 4.20: Características técnicas del motor CA 72V.....	37
Figura 4.21: Trípode para acoplamiento del motor CA.....	38
Figura 4.22: Banco de baterías instalado	39
Figura 4.23: Paro de emergencia entre batería y controlador.....	40
Figura 4.24: Normativa IPXX.....	41
Figura 4.25: Normativa IP67 parte 1 motor de inducción	41
Figura 4.26: Normativa IP67 parte 2 motor de inducción	42
Figura 4.27: Normativa IP65 controlador de motor CA inducción	42
Figura 4.28: Título y descripción de la encuesta	52

Figura 4.29: Pregunta 1 encuesta	53
Figura 4.30: Pregunta 2 encuesta	54
Figura 4.31: Pregunta 3 encuesta	55
Figura 4.32: Pregunta 4 encuesta	56
Figura 4.33: Pregunta 5 encuesta	57
Figura 4.34: Pregunta 6 encuesta	58
Figura 4.35: Pregunta 7 encuesta	59
Figura 4.36: Pregunta 8 encuesta	60
Figura 4.37: Pregunta 9 encuesta	61

INDICE DE TABLAS

Características Pointer 2001	27
Parámetros técnicos del controlador para motor CA	32
Tabla 4.3 Cronología	1
Tabla 4.4 Kit 72 V	62
Tabla 4.5 Cotización	63

GLOSARIO

VE: Vehículo Eléctrico

VCI: Vehículo de Combustión Interna

CC: Corriente Continua

CA: Corriente Alterna

CP: Ciclo Profundo

EFF: Eficiencia de carga

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

El incontrolable crecimiento del consumo de combustibles, las exageradas alzas en los precios de la gasolina y la constante preocupación por encontrar una solución a la contaminación ambiental han hecho que los autos eléctricos cada día ganen más nombre y reputación entre todos los países del mundo.

Tener en cuenta que podemos movilizarnos sin afectar de manera negativa el medio ambiente y gastando algo insignificante de dinero en comparación a lo que se gasta hoy en día puede sonar un sueño para muchos, pero no lo es.

Los autos eléctricos en 10 años serán los autos del día a día y porque no pensar en que Honduras puede ir ingresando estas mismas tecnologías no por medio de las empresas reconocidas como Tesla, ya que el poder adquisitivo en Honduras no es lo suficientemente bueno para que la gente adquiera estos vehículos.

Por lo tanto, una alternativa barata y totalmente disponible para cualquier persona en Honduras sería espectacular, ya sea por medio de kits que son un poco más caros o de la forma que yo les quiero presentar que es muy económico pero tal vez la instalación un poco más compleja.

CAPÍTULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Antecedentes

Si bien es cierto que hoy en día ya se conoce la tecnología de los autos eléctricos, pero no tenemos la dicha de disfrutarlo, porque en Honduras aún no se frecuentan ese tipo de tecnologías. A medida que nos adentramos en el próximo siglo el coche eléctrico se convertirá en el principal transporte de nuestra sociedad. El resultado final de esta transición hacia los coches eléctricos como medio de transporte es un medio ambiente más sano para disfrute de las generaciones futuras. La era de los coches eléctricos ha llegado por fin.

Se encontraron algunas investigaciones similares, estas son:

En 2009 el Ing. Gutiérrez Riveros, Rodrigo Nicolás presentó una investigación bastante importante acerca de los avances de los elementos eléctricos de los carros semi y cien por ciento eléctricos en la universidad de san Andrés, Chile. El hallazgo de esta investigación es la innovación en todo el sistema eléctrico del vehículo convertido a eléctrico utilizando componentes de electrónica que no se habían usado antes en conversiones, uno de los elementos más atractivos sería un mini sistema UPS para regulación de entrada y protección del circuito.

En 2015 el Ing. Víctor Manuel Lascano presentó una investigación importante acerca de los cambios en el nivel de contaminación en Latinoamérica y también se muestra la mejor forma de construir un auto eléctrico compacto. El hallazgo de esta investigación se centra en la comparación entre la contaminación real de un auto eléctrico, basándonos en porcentajes reales en cuanto a la reducción en la emisión de gases contaminantes.

En todas estas investigaciones se hablan de las ventajas y desventajas de los autos eléctricos, pero ninguna de estas se basa en Honduras, su economía o una forma económica de fabricarlo.

Definición del problema

A nivel mundial existe un movimiento que viene tratando de hacer conciencia acerca de los grandes problemas de contaminación. Una de las mayores fuentes de contaminación son los millones de vehículos que circulan a diario consumiendo millones de galones de combustible proveniente del petróleo.

Sabemos que el consumo de combustible causa mucho daño en el medio ambiente pero también afecta la economía del país, ya que estos precios cada vez suben más y a la vez aumenta nuestra necesidad de transportarnos de un lugar a otro.

En los países del primer mundo se está viendo un auge en la producción y venta de vehículos híbridos y eléctricos, sin embargo, estas nuevas tecnologías son costosas y dificultan su completa implementación en nuestros países, donde existen muy pocas opciones para fabricar y adquirir estos vehículos. Estos vehículos eléctricos e híbridos nos vienen a resolver muchos problemas en contaminación y economía. Una nueva alternativa es la conversión de vehículos de combustión interna a eléctricos, comprando para ello, los diferentes elementos necesarios ya sea solos o mediante paquetes que traen todo incluido (kits).

Esto ya está al alcance de muchos países, sin embargo, en Honduras la idea de la conversión de vehículos por el método costoso es inimaginable, y no se conoce ninguna alternativa que sea eficiente y que nos asegure que nuestro vehículo trabajará de la manera correcta, por lo tanto, esta investigación se enfoca en una nueva alternativa de conversión de su vehículo de combustión interna a eléctrico o híbrido de forma económica, en comparación de la oferta ya establecida en el mercado.

Preguntas de la investigación

- ❖ ¿De qué manera reducimos la contaminación al medio ambiente si dejamos de utilizar autos de combustión y empezamos a usar 100% eléctricos?
- ❖ ¿Existe una gran diferencia en cuanto a los gastos de consumo entre vehículos de combustión interna y los eléctricos?
- ❖ ¿Cualquier vehículo puede ser sometido a una conversión de combustión interna a eléctrico sin importar el peso, capacidad interna o códigos de seguridad?
- ❖ ¿Cuáles son los elementos electrónicos y conexiones eléctricas necesarias para hacer una conversión de combustión interna a eléctrico?
- ❖ ¿Cuáles son los tipos de cargas que podríamos instalar en Tegucigalpa y cuánto nos costaría cada uno de ellos?

Actividades para realizar en la investigación

1. Construcción de un circuito eléctrico funcional para la conversión del vehículo.
2. Comparación entre alternativa de alto costo y el nuestro de bajo costo.
3. Análisis de datos en Honduras, cuantos vehículos se movilizan a diario, cuanto gasto se genera diariamente en combustible y cuanto contamina cada vehículo.
4. Demostrar las ventajas de utilizar un carro eléctrico en comparación a uno normal.
5. Mostrar paso a paso la conversión del vehículo.
6. Demostrar el consumo eléctrico real de un vehículo ya convertido a partir de nuestra alternativa.
7. Mostrar un presupuesto a detalle del costo de conversión del vehículo y compararlo con precios de otros países.
8. Recolección de datos con expertos y/o empresas de alto renombre para conocer las tecnologías actuales de los vehículos eléctricos e híbridos.
9. Demostrar cuantos kilómetros se pueden recorrer a partir de una carga eléctrica completa en el vehículo.
10. Explicar si existen vehículos a los que no se les pueda realizar una conversión de combustión a eléctricos/híbridos y el porqué.

Hipótesis

H1: Por un precio 10 veces menor que el de la competencia, podemos convertir nuestro vehículo de combustión interna a 100% eléctrico, eliminando el consumo de combustibles y por lo tanto reducir significativamente el gasto promedio.

H2: No cualquier carro puede ser sometido a una conversión de combustión interna a 100% eléctrico, ya que hay sistemas actuales en algunos carros que consumen demasiada energía o pueden presentar problemas relacionados con exceso de peso o poco espacio para almacenar todos los nuevos elementos que se le agregarían gracias a la conversión.

H3: El uso de la electrónica es esencial para estas conversiones de combustión a eléctricos, ya que las conexiones en parte dejan de ser tal y como las conocemos en un auto normal, de forma mecánica y empieza a ser más habilidad de electrónica y conexiones eléctricas para poder suministrar bien cada parte del vehículo. Muchas veces y dependiendo del carro puede ser necesaria la instalación de elementos extra para acoplar de la mejor manera todas las comodidades que un auto convencional nos ofrece.

Justificación de la investigación

En esta investigación nos vamos a centrar en las capacidades del país para poder soportar la introducción de una tecnología tan fuerte e innovadora como lo es los autos eléctricos. En Honduras, al no tener ni la información, ni los materiales para poder construir uno de estos vehículos, uno de estos proyectos sería una gran inversión a largo plazo.

Todo es un gran proceso, ya que es necesario innovar en todas las áreas desde el comienzo, que es la obtención de las baterías de litio o baterías de ácido, luego seguimos a toda la modificación eléctrica y terminamos con el modelado visual, es evidente que se divide en 3 grandes procesos, pero hay mucho trabajo detrás de cada una de estas etapas.

Poder introducir esta tecnología a un precio accesible al país revolucionaría el mercado de los automóviles para siempre, y todo esto a partir de ingenio en circuitos eléctricos y conocimiento en mecánica.

CAPITULO 3: OBJETIVOS

Objetivo general

- ❖ Demostrar como convertir un auto de combustión interna a 100% eléctrico a partir de elementos electrónicos y formando parte de un proceso que nos puede costar 10 veces menos que la compra de un vehículo eléctrico comercial, teniendo en cuenta que los autos eléctricos nos presentan beneficios tanto ambientales como económicos y estos ayudarían mucho a las personas en Tegucigalpa dispuestas a una conversión.

Objetivos específicos

- ❖ Evaluar las maneras en que el uso de vehículos eléctricos reduce la contaminación del medio ambiente.
- ❖ Exponer los diferencias de ahorro en cuanto a consumo de energía/gasolina entre los vehículos eléctricos comerciales, de conversión, de combustión interna y demostrar cuál es el beneficio real que el uso nos representa.
- ❖ Demostrar cuáles son las especificaciones de los vehículos de combustión interna que hay que tomar en cuenta para analizar si es factible o no la conversión de combustión interna a 100% eléctrico.
- ❖ los elementos que se requieren agregar o sustituir en un carro de combustión interna para una conversión a eléctrico.
- ❖ Describir cuáles son las formas de carga para los vehículos una vez que ya se convirtieron totalmente a eléctricos, tomando en cuenta el tiempo de duración hasta conseguir las baterías llenas y el costo eléctrico de dicha carga.

CAPÍTULO 4: MARCO TEORICO

Inicios de los carros eléctricos en Honduras

En Honduras, en el año de 2018 la empresa **Green4U** anunció que iba a realizar una inversión de 720 millones de lempiras para la fabricación de componentes de autos eléctricos y ensamblaje de estos, sin embargo, nunca se concretó por completo el acto por el tema de la instalación de las electrolineras para las diferentes estaciones de cargas que el país necesitaba para que se empezara a ver un flujo mayor de autos eléctricos. Que no se concretara esta primera iniciativa ayudó a que se incrementara el interés por los autos eléctricos.

En Honduras ya podemos encontrar distintos modelos de autos eléctricos, como ser el modelo **BMW i4**, el modelo de **Toyota BZ4X** o el **Tesla model 3**. Hay que tomar en cuenta que el más barato de estos modelos empieza en los 45,000 dólares y el más caro puede llegar a los 90,000 dólares.

Honduras está logrando importantes avances para ir ambientando y preparando la llegada de los autos eléctricos, ya contamos con 3 estaciones de carga, una de ellas está ubicada en el centro de San Pedro Sula, la segunda se encuentra en La Ceiba y la tercera se encuentra en Olancho. En Tegucigalpa existe una estación de carga sin embargo, esta es privada por lo que no cualquier vehículo eléctrico que este en la zona se puede beneficiar de este.

La estación de San Pedro Sula fue desarrollado gracias a un proyecto de techo solar de la empresa Celsia en el cual se instalaron 2,234 módulos solares. En esta ubicación se creó una estación pública de carga con una capacidad de 7.2 KW de potencia, puede generar poco más de 1,288 MW y permite generar el 16% del consumo energético de la zona.

En la zona de Tegucigalpa no se cuenta con ninguna zona de carga pública para carros eléctricos o híbridos, sin embargo, esto no significa que no se pueda utilizar uno de estos vehículos.

Aunque los vehículos eléctricos ofrecen una forma de viajar rentable y más respetuosa con el medio ambiente, su costo inicial puede asustar y alejar a los compradores potenciales del mercado. Los autos eléctricos utilizan grandes paquetes de baterías para la energía que usan, que cuestan más de decenas de miles de dólares para vehículos eléctricos comercializados como los diferentes modelos de autos que conocemos de la muy reconocida empresa Tesla. Estos autos usan baterías

de iones de litio que tienen un precio de alrededor de cien mil dólares. Obviamente, todo el mundo está buscando formas de hacer que los vehículos eléctricos sean de menor costo.

Una forma de hacerlo es considerar convertir un vehículo con motor de combustión interna (VCI) en uno nuevo eléctrico. Hay una serie de paquetes en el mercado que se pueden utilizar para realizar esta conversión, pero estos paquetes cuestan hasta diez mil dólares además del costo de las baterías.

Los vehículos eléctricos consisten en baterías para energía, un motor eléctrico para energía, un controlador para controlar el flujo de energía al motor y un potenciómetro para permitir que el pedal del acelerador proporcione entrada al controlador. En cambio, el motor de gasolina del vehículo utiliza diferentes elementos como el sistema de escape, el tanque de gasolina y el embrague los cuales ya no serán necesarios a la hora de la conversión y pueden ser retirados. La transmisión manual está atornillada al motor eléctrico y luego asegurada al chasis del vehículo.

Se instala una caja de batería en el vehículo que contiene baterías de ciclo profundo de 6 voltios conectadas en serie. El número de baterías depende del tamaño del vehículo y del tipo de motor que se utilizará. Sin embargo, más baterías hacen que el vehículo sea más pesado, pero proporcionan un mayor alcance.

Se necesita una bomba de vacío para accionar los frenos. Los medidores de voltaje y amperaje se utilizan para monitorear el estado de carga del paquete de baterías. Finalmente, existe la necesidad de un dispositivo de carga para cargar las baterías de CC desde una fuente de CA.

En este informe, se describirá un método para convertir de manera efectiva un vehículo ICE en uno eléctrico con un presupuesto pequeño que da como resultado un vehículo comparable a los autos comercializables de altos precios. El principal objetivo de este proyecto es crear un proceso que otros pudieran repetir y utilizar tomando en cuenta que este proyecto es muy rentable y la conversión completa, incluidas las baterías iniciales, cuesta menos de una cuarta parte del costo de los paquetes de conversión existentes y menos de una décima parte del precio de los vehículos eléctricos actuales del mercado.

En los siguientes capítulos de este informe estaré presentando la comparación de costos de los vehículos eléctricos con los que funcionan con gasolina, explicaré cómo se utilizan los resultados para calcular la potencia necesaria para arrancar el automóvil, y como calcular las velocidades y

distancias que el vehículo puede llegar a alcanzar, esto dependiendo principalmente del tipo de auto que se escoja. Y los componentes que utilizemos. También presentamos los datos de campo que se obtienen al probar el vehículo convertido en comparación con la predicción del modelo actual del mercado.

Conceptos base de los componentes a utilizar

Alternador

La función principal de los alternadores en los automóviles de combustión interna es el de producir electricidad, que este se almacene en la batería y que de esta forma se alimenten todas las partes del vehículo, como ser el motor, sistemas de control, sistemas de conducción, luces, pantallas, etc.

Ahora, es importante saber y conocer porque en los autos eléctricos no utilizamos un alternador, aprendimos que los alternadores trabajan como una clase de generadores para el suministro, sin embargo, estos alternadores siempre va producir menos energía de la que consume, entonces en un auto de combustión interna podemos controlar el consumo y balancearlo, ya que estamos utilizando una sola batería y el consumo no es tan alto, pero en el caso de los autos eléctricos el consumo de electricidad es gigantesco por lo tanto la función de un alternador se vuelve inútil. Se estaría elevando el consumo eléctrico exponencialmente en comparación a la que produce el generador o alternador.



Figura 4.1: Alternador

Tomada de: (Aparicio, 2020)

Potenciómetros

Los potenciómetros en los autos eléctricos vienen a brindar su utilidad a la hora de transferir las diferentes cantidades de energía del vehículo en la zona de los pedales. Los potenciómetros leen el ajuste del pedal del acelerador cuando lo acelera el conductor, y la transferencia de energía se envía al motor de la batería a través del controlador para regular la velocidad del automóvil. En estos carros eléctricos puede llegar a ser peligroso utilizar un solo potenciómetro ya que si este se descompone o tiene alguna falla leve puede alterar la cantidad de energía transmitida y de esta manera el carro perder el control. Para evitar esta situación lo que se hace en un auto eléctrico es instalar dos potenciómetros y de esta manera al controlador llegan dos señales que necesitan ser comparadas, y si estos nos entregan la misma señal significa que estamos teniendo un buen funcionamiento. En el caso contrario, sabemos que uno de los dos potenciómetros tiene alguna falla y necesita atención.



Figura 4.2: potenciómetro

Nota: En esta imagen podemos observar un potenciómetro 10k normalmente utilizado para carros de golf eléctricos.
Tomada de: (Kaddam, 2020)

Compresor

Una de las principales diferencias entre los autos de combustión y los eléctricos es el sistema de enfriamiento o climatización, este componente es el que se encarga de impulsar o promover la fluidez del refrigerante que es ingresado del evaporador para comprimirlo en temperaturas muy bajas o altas y terminar el proceso con el estado gaseoso.

Este es el proceso general que se utiliza en un carro de combustión normal para la climatización.

Podríamos repetir este proceso para el auto eléctrico pero hay dos principales obstáculos para la aplicación. Primero, no podríamos accionar el compresor. No contamos con ninguna polea que cree un movimiento rotativo en el compresor, algo que un motor de combustión a diferencia de uno eléctrico, sí genera.

Segundo, no disponemos de ninguna fuente de calor para poder ambientar el vehículo de la manera que deseamos, jamás tendríamos los extremos de temperatura que estamos buscando.

Para poder tener este servicio de calefacción vamos a utilizar nuevas tecnologías en este caso creadas por una empresa española llamada Pierburg, esta empresa creó un compresor de aire acondicionado para sistemas eléctricos. Este sistema nos ayuda a reducir el peso y aumentar la eficiencia en general del vehículo.

García (2019) afirma en su revista:

Los aires acondicionados de sistemas eléctricos contienen tres módulos que integran, un compresor mecánico, un motor eléctrico y la electrónica de potencia, estas se integran de forma modular. Su diseño permite el funcionamiento clásico de un aire acondicionado, es decir, refrigerar el interior cuando la temperatura exterior es elevada. Pero también funciona a la inversa, como una bomba de calor cuando en el exterior baja la temperatura y lo que se desea es elevar la temperatura interior del habitáculo. Además, Pierburg ha desarrollado desarrolló una válvula de expansión controlada electrónicamente para el circuito refrigerante. La nueva válvula se monta en un evaporador o enfriador y controla el flujo de refrigerante. Gracias a su diseño compacto, la válvula desarrollada por Pierburg puede integrarse completamente en intercambiadores de calor. El flujo de refrigerante se

puede adaptar según sea necesario mediante un regulador eléctrico, lo que aumenta la eficiencia general del sistema.

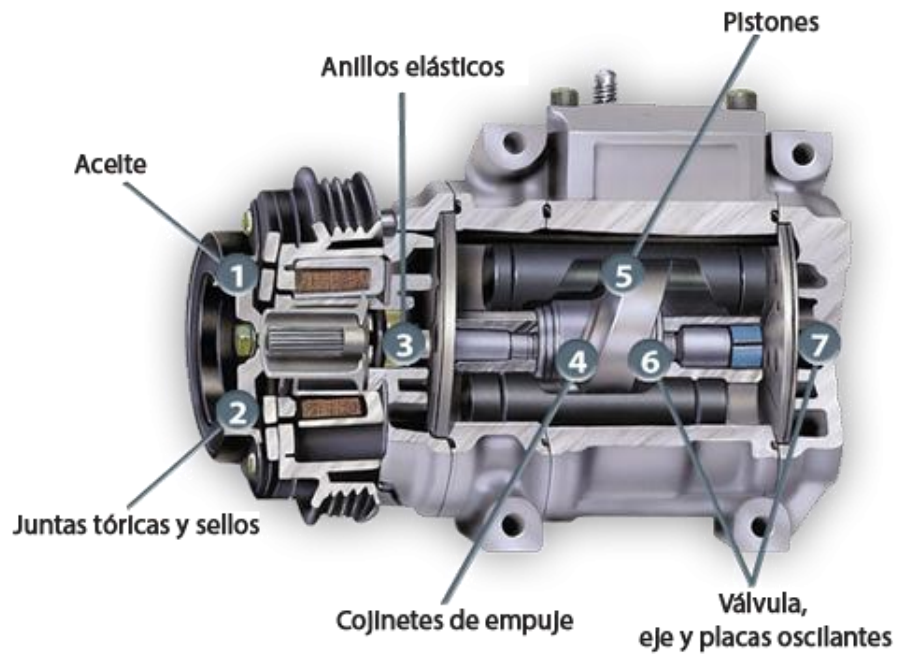


Figura 4.3: Compresor para aire acondicionado eléctrico

Tomada de: (Donado, 2021)

Bomba de vacío

La función principal de las bombas de vacío en un automóvil eléctrico es proveer la succión necesaria para poder suministrar energía a los frenos de potencia del vehículo. Las bombas de vacío en los carros eléctricos tienen una función similar a la de los potenciómetros y compresores.

Se asemejan a los compresores en el hecho de que estos expulsan aire y las bombas de vacío lo absorben. También podemos decir que se asemejan a los potenciómetros ya que según con la fuerza que se presione el freno, se activan los servofrenos y la presión aumenta y se refleja en la disminución en el movimiento del vehículo. Hay algunos casos en los que en algunas frenadas largas las bombas de vacío se pueden quedar sin presión, y para evitar que la bomba se vaya a dañar, es necesario instalar un depósito de vacío, esto nos ayudará a que el vehículo no tenga riesgo de quedarse sin presión aún en situaciones de máxima exigencia.



Figura 4.4: Bomba de vacío

Tomada de: *(Aramox, 2020)*

Interruptor electroactivo por vacío

Este dispositivo dependiendo del vacío que detecte en la línea, va a abrir o cerrar el circuito para que energizar la bomba de vacío.

Este interruptor se encarga de cubrir los dispositivos con el puro vacío, esto significa que no tendremos ningún tipo de fluido o gas cerca durante este activo, este mismo actuando como un excelente aislante.

Hay otros tipos de interruptores que pueden actuar similar al electroactivo, como el interruptor de alta tensión a base de aire a presión, pero este y los demás interruptores que ofrecen una función similar, son más dañinos con el medio ambiente o reducen la eficiencia de la máquina.



Figura 4.5: Interruptor electroactivo por vacío

Tomada de: (Huerta, 2019)

Baterías de plomo de ciclo profundo

Las baterías de ciclo profundo inicialmente eran conocidas por su gran uso en botes o yates, carros de golf, sillas de ruedas, drones militares de alta capacidad, generadores y robots, entre otras aplicaciones. Lo que hace común a todos estos dispositivos o medios de transporte es que son eléctricos.

Las baterías de ciclo profundo nos ayudan con procesos que necesiten un drenado de amperaje profundo y que se basen mucho en la repetición. En nuestro caso de los vehículos eléctricos podemos utilizar esta batería en lugar de las baterías comunes que conocemos, las de arranque.

Es necesario utilizar baterías distintas ya que el consumo de energía que hará el carro eléctrico no se compara con el consumo de uno de combustión. Si utilizamos baterías de arranque en autos eléctricos estas baterías se descargarían en cuestión de minutos y sería imposible tener que cargar el auto seguido, por lo tanto el uso de las ciclo profundo es esencial. Estas baterías nos asegurarán que no se descargarán de manera rápida y ayudarán a la eficiencia del vehículo, otorgando mayor kilometraje y función, sin embargo se pierde un poco de la potencia de arranque.



Figura 4.6: Batería de ciclo profundo de 12V

Tomada de: (Hansen, 2019)

Baterías de litio

Las baterías de litio nos ofrecen muchas ventajas al usarlas en comparación a las baterías comunes de plomo o ácido, estas nos permiten tener un mayor ciclo de vida (nos ofrecen hasta 2 veces más el ciclo de vida que las baterías comerciales), ofrecen una mayor densidad de energía, mayor eficiencia y uno de los puntos más importantes de esta investigación, menor peso.

Un gran problema de las baterías de litio, que son las más utilizadas en los vehículos comerciales de alto precio como los elaborados por Tesla o Toyota, es que estas son un gran dolor de cabeza a la hora de reutilizarlas. Estas baterías cuando termina su ciclo de vida solo se pueden reutilizar el 50% y en algunos de los mejores casos el 80%, aparte que se contamina mucho el medio ambiente en los procesos de reutilización de estos componentes. En la actualidad se está invirtiendo mucho en I+D (Investigación y desarrollo) para reutilizar en un 100% estas baterías y que no sea un alto contaminante.



Figura 4.7: baterías de litio en un carro eléctrico

Tomada de: (Agencia AFP, 2020)

Convertidor DC a DC

Un convertidor DC a DC en los vehículos eléctricos trabajan como los dispositivos que se encargan de que no se desperdicie la energía, ya que estos convertidores transfieren y distribuyen la energía por todas las instalaciones que cuentan con alta tensión.

Cabezas (2018) en su informe afirma:

Este conversor DC-DC tan eficiente tiene una densidad de energía gravimétrica de 10.5kW/kg y una densidad de energía volumétrica de 20kW/litro. Además, cuenta con cuatro puertos: dos se conectan al motor de tracción y a la batería de alto voltaje, el tercero se conecta a la fuente de energía secundaria y el cuarto a los sistemas de 12V del vehículo. Este convertidor es capaz de igualar las tensiones de estos componentes. El aspecto clave para poder lograr una eficiencia de casi el 100% ha sido el uso de dispositivos de carburo de silicio, que funcionan a una frecuencia mucho más elevada que los componentes de silicio equivalentes. Estamos hablando de una reducción muy significativa en las pérdidas de conmutación y una ganancia en la temperatura a la que trabaja, más elevada que los módulos de silicio convencionales.

En conducción normal, este convertidor incrementa la tensión de la batería unos 400V para optimizar el rendimiento del motor y poder complementar la alimentación de baterías con energía adicional. La energía regenerada puede transmitirse directamente entre la batería y los puertos del condensador además el sistema puede ser configurado para soportar otras fuentes de energía, como la pila de combustible.

Acelerador eléctrico

En este proyecto podríamos hacer la conexión de un acelerador común, pero por lo general en los VE se instala un acelerador eléctrico. La diferencia entre estos aceleradores es que los comunes son mecánicos, y por lo tanto necesitan un esfuerzo extra que se ejerce del motor, en cambio los eléctricos solo necesitan una conexión con un módulo de control electrónico y una mariposa que nos ayuda con la apertura o cierre de la válvula del acelerador, esto gracias al accionamiento eléctrico que incluye.



Figura 4.8: Acelerador eléctrico

Tomada de: (García G. , 2016)

Controlador de salidas trifásicas

El controlador en un vehículo eléctrico es el cerebro de todo el proyecto, este componente es el encargado de suministrar la energía debida y a tiempo de cada componente eléctrico. En un auto de combustión el controlador tiene mucho menos trabajo ya que hay muchas partes mecánicas, pero en un VE el controlador tiene que velar por la mayoría de los componentes al mismo tiempo. Estamos hablando de todo el sistema de aceleración y frenado, la climatización, carga y descarga de las baterías, arranque, indicadores, radio, luces, etc.



Figura 4.9: Controlador de salidas trifásicas para sistemas eléctricos

Tomada de: (America Curtis Controller, 2020)

Motor de corriente alterna de inducción

Los VE necesitan de un motor distinto a los de combustión, ya que todo el mecanismo debe ser adaptado para que el motor trabaje al 100% con electricidad. Estos motores de inducción de CA no necesitan de imanes permanentes y esto causa que el vehículo no necesite de mecanismos de arranque, ni de sistemas de control externos, ni sensores de posicionamiento. Las únicas desventajas que se presentan estos motores a la hora de utilizarlos es que pueden llegar a ser muy pesados en comparación a otros motores y causan pérdidas y calor.



Figura 4.10: Motor de inducción CA

Tomada de: (Andrade, 2018)

Sistema de tracción 100% eléctrico

En los sistemas de tracción, el motor eléctrico que impulsa el eje trasero impulsa el vehículo la mayor parte del tiempo, y el sistema de control del motor activa el eje delantero para proporcionar tracción en las cuatro ruedas cuando sea necesario. Los sistemas agregados, como la vectorización de par o el control de par selectivo de las ruedas traseras, añaden rendimiento y eficiencia adicionales al tren motriz. En buenas condiciones de tracción, son las ruedas traseras las que impulsan el coche, arrastrando las ruedas delanteras y traseras con sus correspondientes motores. Al ser motores asíncronos o de inducción, no existen pérdidas inherentes a este efecto, es decir, el consumo energético es muy bajo.

Cuando hay una alta demanda de potencia, en milisegundos, el eje delantero se activa y acciona todo el sistema de forma casi imperceptible para el conductor y sus pasajeros. Este efecto se produce cuando se requiere una transmisión de par elevada o cuando el coeficiente de fricción se reduce debido a la presencia de humedad, barro o nieve.

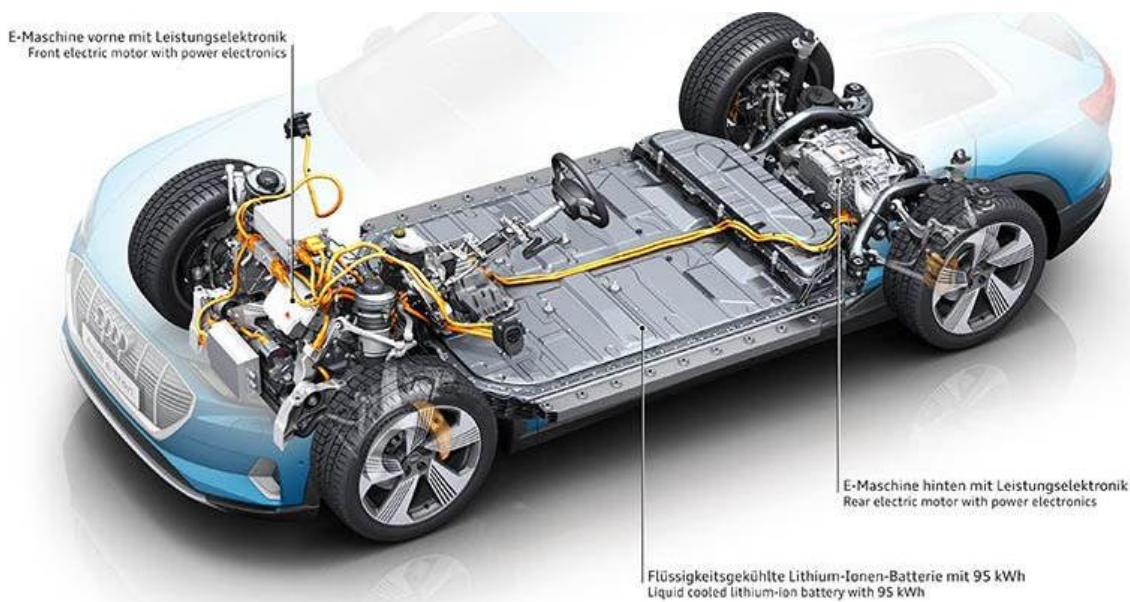


Figura 4.11: Sistema de tracción eléctrico

Tomada de: (García G. , híbridosyelectricos, 2020)

Monitor de voltaje y corriente

Este dispositivo nos ayuda a monitorear de forma inalámbrica las corrientes que están circulando de las baterías hacia el controlador. Una de sus funciones es calcular el voltaje actual de las baterías. Dentro de estos dispositivos se realiza una derivación del voltaje las cuales se interpretan para medir las cantidades de una forma muy aproximada.



Figura 4.12: Monitor de voltaje y corriente eléctrico

Tomada de: (Grupo LAAR, 2019)

Comparación entre vehículos eléctricos y de combustión interna

Vamos a comparar estas dos tecnologías para ver cuál es mejor.

El motor es la pieza principal en los autos de gasolina, el motor produce suficiente energía de presión para mover los pistones. El movimiento del pistón es transferido al movimiento giratorio usando un mecanismo de eje y una transmisión para transferir esta potencia de rotación a las ruedas.

En un automóvil eléctrico, la fuente de alimentación es desde un paquete de baterías. Un inversor convierte la energía de batería a 3 fases de corriente alterna, esta corriente AC hace girar un motor de inducción que gira las ruedas motrices.

En un motor de combustión interna la generación de energía no es uniforme, los componentes alternativos causan sustanciales problemas de equilibrio mecánico. Muchos accesorios son necesarios para resolver estos inconvenientes que hacen un vehículo a gasolina bastante pesado.

Estos inconvenientes no se encuentran en un motor eléctrico, estos motores trabajan con un campo electromagnético giratorio generado por el estator, se controla fácilmente la velocidad del motor ajustando la frecuencia de entrada de energía AC. Esto produce potencia uniforme e iniciada. Por estas razones el motor eléctrico es mucho más ligero que un motor de combustión interna, produciendo una potencia de salida con mayor torque.

Por lo general un motor eléctrico pesa 32 kg y genera una potencia de 270 kW. En el caso de un motor de combustión interna por lo general pesan alrededor de 180 kg y generan una potencia de 140 kW.

Es interesante observar que tanto el motor de combustión interna como el eléctrico requieren de refrigeración. Los de CI deben rechazar el calor residual para mantener la temperatura hasta cierto límite. Sin embargo, vale la pena señalar que el calor residual que produce un carro eléctrico es mucho más bajo que el que produce uno de CI.

Otra gran diferencia es que la gasolina requiere de un complejo tratamiento de gases de escape para mantener los contaminantes y ruidos a niveles adecuados.

Ahora si comparamos la dinámica de potencia, el automóvil eléctrico puede producir un gran torque desde el inicio. Además, el torque y la potencia de un motor eléctrico se controla instantáneamente mientras que los motores de CI tienen una respuesta muy baja. El control de tracción es superior en los automóviles eléctricos

Si hacemos una comparación de los costos en los carros comerciales, sabemos que un auto eléctrico es mucho más costoso que uno de CI promedio. Sin embargo, para obtener la imagen completa se debe comparar el costo necesario para viajar un kilómetro. El cálculo basado en los precios actuales de la gasolina y de la electricidad demuestra que los automóviles eléctricos son un tercio más baratos comparados a los de CI. Además, el costo de mantenimiento es también muy bajo comparado al de los de CI.

Proceso de conversión de un carro de combustión interna a 100% eléctrico

Para poder convertir un vehículo de combustión interna a eléctrico hay que tener muchos factores en cuenta para empezar con un proyecto de esta magnitud, teniendo en cuenta que, dependiendo del carro, y sus características vamos a poder obtener distintas eficiencias en cuanto a la velocidad máxima, duración en carga y descarga de las baterías y ahorro, por ejemplo.

El carro que elegí en esta ocasión para hacer el proyecto es un Volkswagen Pointer GTI del año 2001 con motor 2.0. Es necesario saber que es importante elegir un vehículo que sea ligero y tenga el suficiente espacio para poder ubicar las baterías que vamos a agregar.

Estas son algunas especificaciones del Pointer GTI:

Tabla 4.1

Características Pointer 2001

Volkswagen Pointer GTI 2.0 Lts.		
Largo	4,076	Mm
Ancho	1,695	Mm
Alto	1,406	Mm
Peso	1,000	Kg
Trocha delantera	1,440	Mm
Trocha trasera	1,455	Mm
Ciclo	4 tiempos a 4 cilindros	t/ciclo

Para empezar, vamos a pensar en los elementos que vamos a sustituir en el Pointer y en este caso vamos a necesitar eliminar el motor de combustión, el sistema de enfriamiento del motor y el compresor para la dirección hidráulica. Estos son los elementos más importantes que reemplazaremos. En su lugar vamos a incluir un motor de CA de 72 Volts. A 500 amperes, sistemas

de frenado de vacío, una controladora y baterías de ciclo profundo. Para poder realizar la conversión del vehículo podemos adquirir las partes necesarias en paquetes (kits) o individuales, y estos son los siguientes:

Un controlador de 72 V, el motor AC de 72 V a 30 KW y 6800 rpm, un cargador de baterías de cuatro etapas a 72 V, el acelerador electrónico, el convertidor DC a DC de 72 V y un medidor del estado de la batería.



Figura 4.13: Elementos principales de la conversión. Tomada de: (Autolibre, 2019)

Para empezar el proceso de conversión es necesario saber que tendremos tres etapas, las cuales serán:

1. **La desinstalación de los componentes del sistema mecánicos de combustión.**
2. **La preparación e instalación de los componentes del sistema eléctrico (el motor eléctrico y el controlador).**

3. La preparación e instalación del sistema de poder (Las baterías, cableado y cargadores).

Preparación e instalación del sistema eléctrico

Bomba de vacío para frenos

La mayoría de los vehículos utilizan la presión negativa o el vacío que genera el motor de combustión interna para que sirva de apoyo a los frenos. Nosotros al quitar el motor de combustión dejaremos de recibir este vacío, por lo tanto, ya empezando a buscar soluciones económicas que nos sirvan para el proyecto, podemos utilizar una bomba de vacío común UP28 de 7.25 PSI (500 mbar de vacío en 4 segundos).

Esta bomba de vacío funciona de 9 a 16 V a corriente directa y consume alrededor de 15 Amperios. En el caso de que queramos o necesitemos más presión de vacío, podemos utilizar una bomba UP30 o UP31.

La bomba de frenos irá acompañada por su interruptor eléctrico activado por vacío, este dispositivo dependiendo del vacío que detecte va a abrir o cerrar el circuito de la bomba de vacío y así pueda obtener un frenado suave y eficiente para el sistema del carro.

Para poder instalar este interruptor es necesario desprender su cabezal y seguro, a continuación, conectaremos un cable externo al aparato (Simple conductor) en una de las terminales del interruptor y volveremos a armar la pieza.

Para poder unir nuestra bomba con el interruptor también vamos a necesitar de un relevador.

El circuito que vamos a necesitar quedaría de esta manera:

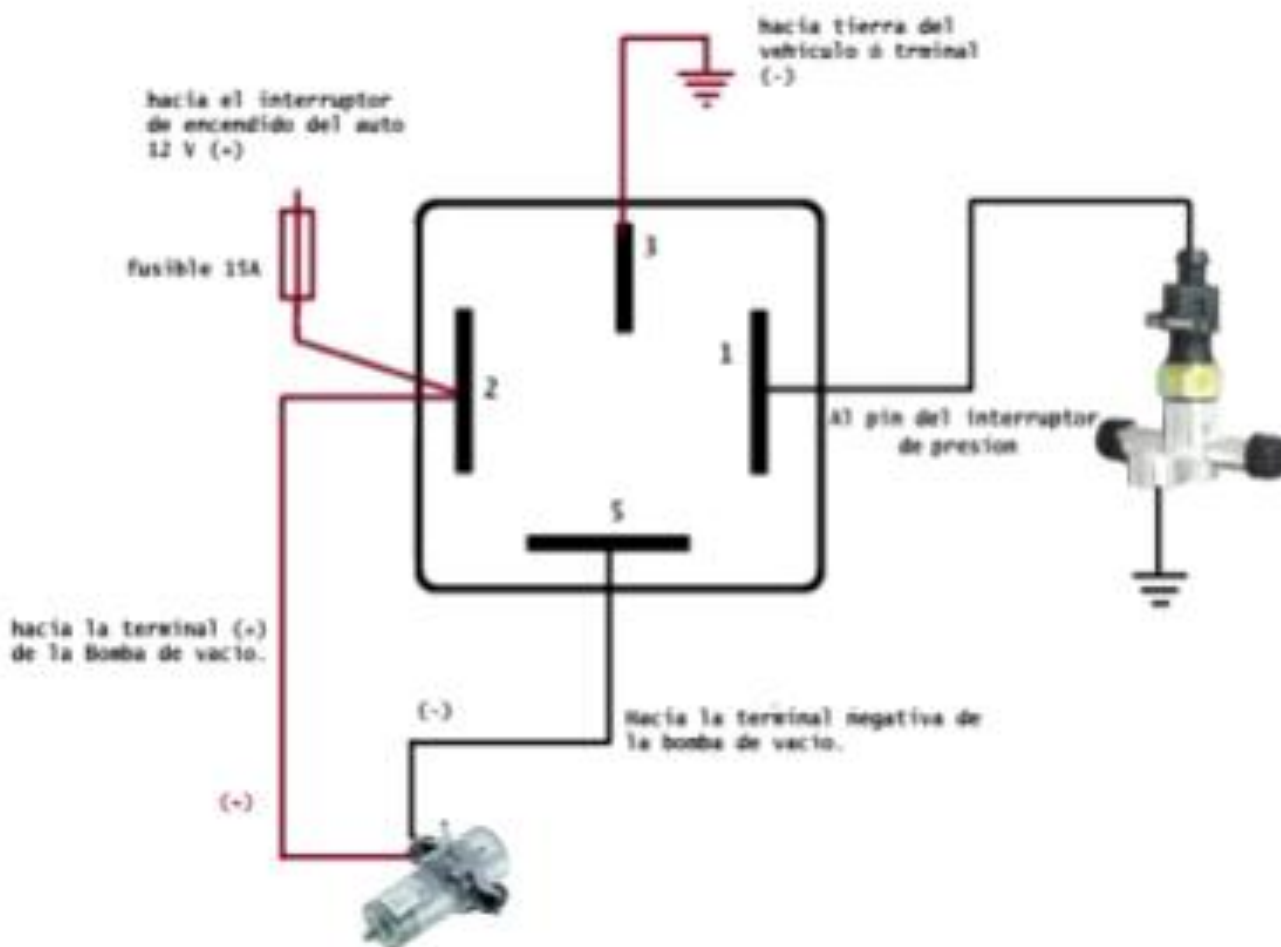


Figura 4.14: Circuito de conexión para la bomba de vacío

De esta manera quedaría todo energizado y solo faltaría conectar de forma manual la manguera de succión a la entrada de las muestras del interruptor.

Preparación e instalación del motor eléctrico, controlador, acelerador y convertidor

El convertidor DC a DC es el encargado de tomar el voltaje que nos está entregando el banco de baterías, en este caso 72 V. Nos reduce el voltaje a algo similar a 12 V. Hay que tener cuidado de trabajar bajo los parámetros del convertidor, ya que tiene límites de voltaje de entrada y si lo sobrepasamos podríamos dañar el dispositivo.

El acelerador eléctrico cuando se compra ya viene con su adaptador o conector, y obviamente trae su potenciómetro incluido, es importante saber que a la hora de elegir un acelerador eléctrico la apertura del pedal es significativo para la comodidad del conductor, ya que algunas piezas vienen con una apertura para presionar el pedal muy corta, por lo que hacer nada más un poco de presión, el carro lo toma como mucho impulso por el corto rango del potenciómetro para tomar las medidas.

En el caso del controlador, estamos hablando del elemento más importante del proyecto junto con el motor. Por lo general no es muy complicado comprender las conexiones de la controladora, Por la parte de enfrente hay 3 secciones, dos por la parte de abajo y una por arriba. Las conexiones de la parte superior nos sirven para conectar el positivo y el negativo del banco de baterías y la parte inferior la detectamos como una salida trifásica al motor. Es importante que estos elementos vengan con sensor de temperatura o al menos ventiladoras para los casos de temperaturas más altas. El controlador viene acompañado de todos los conectores necesarios para la instalación. Uno de los controladores más usados para estos proyectos son los serie MC3336 de la marca ENPOWER. En la **tabla 4.2** podemos apreciar las especificaciones de este controlador.



Figura 4.15: Controlador para motor de inducción MC3336

Tomada de: (Ortiz, 13)

Tabla 4.2

Parámetros técnicos del controlador para motor CA

Technical Parameter				
Specifications		MC3336-7250	MC3336-9650	MC3336-A850
		72V	96V	110V(for lithium battery)
Electrical performance	Input volt range (DC/V)	60~90	80~120	80~125
	Max. Output current (AC/A)	500	500	500
	Rated output current (AC/A)	120	120	120
	Controller starting volt (DC/V)	50	50	55
	Max. Output power (KW)	36	50	55
Operating temperature		-30 ℃----- 55 ℃		
Protection Grade		IP65		
INS. Class		Between Input Circuit or Output Circuit and Main Case:DC 1000V,Leakage Current: 0.05mA,Insulation Resistance:20M Ω		
Ambient Temperature		-40 ℃-----70 ℃		

El cargador de baterías también es un componente muy importante, este cuando se compra normalmente viene acompañado de su indicador de carga.

Para la parte de las baterías, vamos a estar utilizando baterías de 8 Voltios marca Trojan, estas tienen que ser CP (Ciclo Profundo) y a continuación les compartiré el datasheet de estas baterías para conocerlas más a detalle.



DATA SHEET

MOTIVE T-875

MODEL T-875 with Bayonet Cap
VOLTAGE 8
MATERIAL Polypropylene
DIMENSIONS Inches (mm)
BATTERY Deep-Cycle Flooded/Wet Lead-Acid Battery
COLOR Maroon
WATERING HydroLink™ Watering System

WITH T₂ TECHNOLOGY

8 VOLT

PHYSICAL SPECIFICATIONS

BCI	MODEL NAME	VOLTAGE	CELL(S)	TERMINAL TYPE *	DIMENSIONS * INCHES (mm)			WEIGHT * LBS. (kg)
					LENGTH	WIDTH	HEIGHT †	
GCB	T-875	8	4	1, 2	10.27 (261)	7.10 (180)	11.14 (283)	63 (29)

ELECTRICAL SPECIFICATIONS

CRANKING PERFORMANCE		CAPACITY * MINUTES		CAPACITY * AMP-HOURS (Ah)				ENERGY (kWh)	INTERNAL RESISTANCE (mΩ)	SHORT CIRCUIT CURRENT (amps)
C.C.A. ‡ @ 0°F (-18°C)	C.A. ‡ @ 32°F (0°C)	@ 25 Amps	@ 56 Amps	5-Hr	10-Hr	20-Hr	100-Hr	100-Hr		
—	—	295	117	145	155	170	189	1.51	—	—

Figura 4.16: Datasheet de baterías de 8 V Trojan

Tomada de: (Trojan Battery Company, 2021)

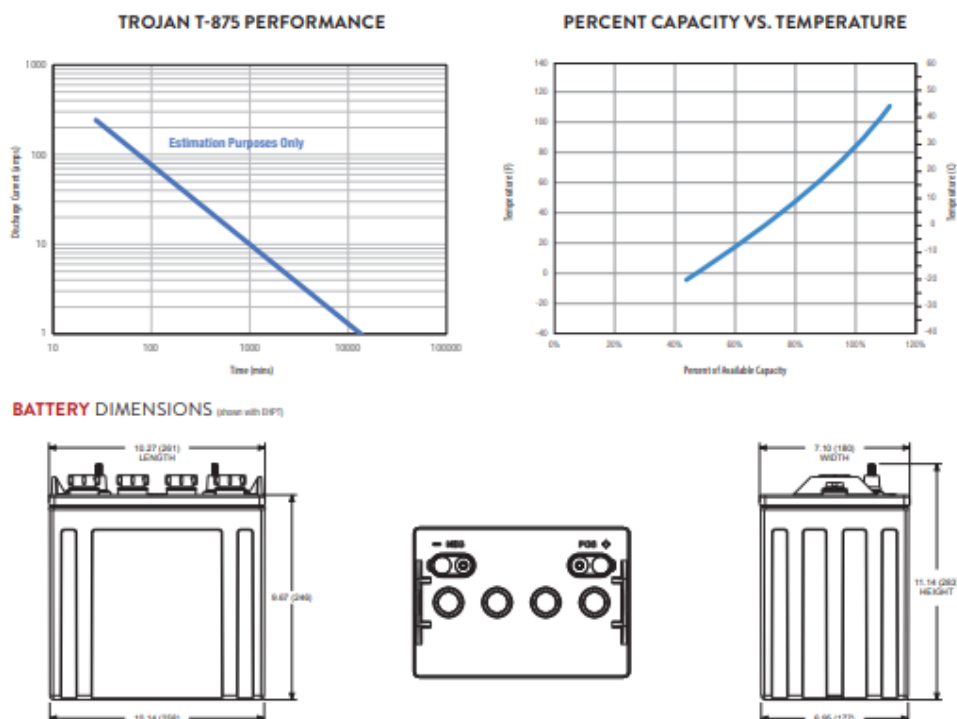


Figura 4.17: Datasheet de baterías de 8 V Trojan

Tomada de: (Trojan Battery Company, 2021)

Ya vimos los elementos por individual pero para el proyecto necesitamos acoplarlos todos para poder empezar a hacer el montaje en el vehículo, por lo tanto las primeras conexiones que podemos hacer son las del controlador con los demás elementos. En este caso el controlador ya trae su manual donde se especifican todo el cableado que debe llevar en los puertos específicos con los demás componentes externos, por lo que el proceso se facilita mucho.

El controlador debe ir conectado con el banco de baterías, el pedal de aceleración, los sensores del motor, las fases del motor y el codificador del motor. Si se siguen todas las indicaciones del manual las conexiones no deberían complicarse ya que cada elemento que hemos elegido viene listo para su instalación sin necesidad de ninguna modificación previa.

Las baterías tienen que ir todas conectadas en serie, ya que estamos utilizando baterías de 8 voltios y nuestro sistema del VE es de 72, usaremos 9. Estas 9 baterías en serie son las que van a conformar nuestro banco de baterías conectadas al controlador.

La **figura 4.18** nos muestra un ejemplo de cómo se vería el banco de baterías.

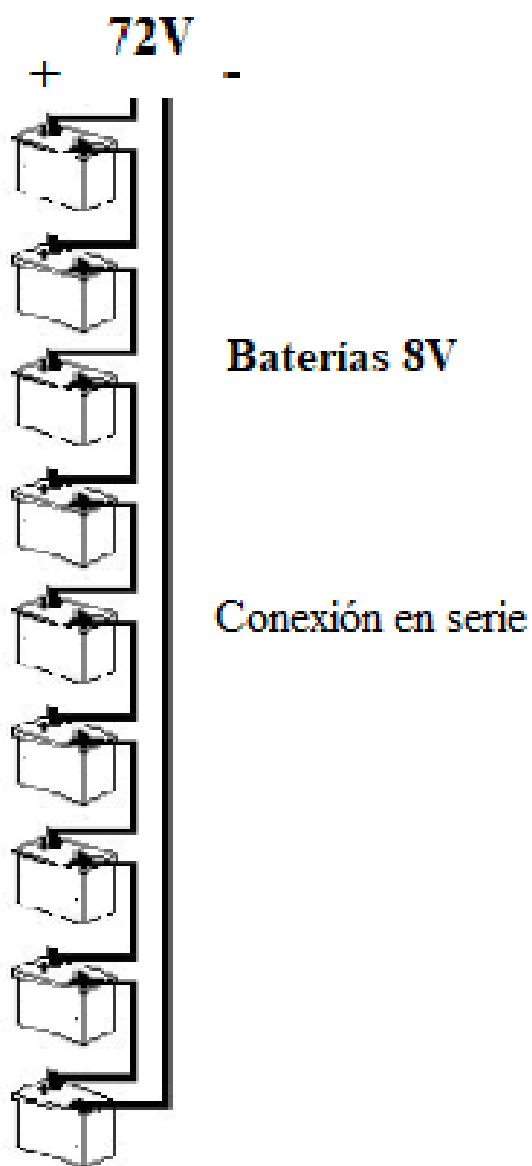


Figura 4.18: Conexión del banco de baterías en serie

Acoplamiento del motor eléctrico y la caja de cambios

El motor que estaremos utilizando es un motor de inducción de corriente alterna a 72 V

Una de las partes más importantes de este proyecto es la etapa de adaptación de la caja de cambios y el motor eléctrico (La caja de cambios necesitamos retirarla del vehículo para realizar la requerida adaptación). Donde se unen es una zona muy delicada ya que es donde más estrés y fuerza se producen en todo el vehículo, las piezas involucradas son muy delicadas y todo el trabajo que se haga debe ser muy bien trabajado ya que podemos llegar a dañar las flechas ya sea del motor o de la caja de cambios.

La forma más practica de adaptar el motor con la caja de cambios es adquirir una placa de aluminio de alrededor de tres cuartos de pulgada para que esa placa se adapte en la zona de unión del motor con la caja. Es importante mencionar que este vehículo no necesitara del uso de un embriague.

En la **figura 4.19** podemos apreciar el motor y en la **figura 4.20** encontrarán las características.



Figura 4.19: Motor CA de inducción a 72 V

Tomada de: (ShinTech, 2018)

El modelo	TZ210XS50H-400
La tensión de batería(CC)	400
La tensión nominal(CC)	283
La potencia nominal (kW)	50
Pico de potencia (kW)	120
La velocidad nominal(rpm).	4500r/min.
Pico de velocidad (RPM).	12000R/min.
Los pares de polos de	4
El modo de refrigeración	Refrigeración por agua
No cargar de nuevo coeficiente de EMF	RPM 34.7/1000
El par nominal (NM).	106
Par máximo (Nm).	300
Grado de protección	IP67
Clase de aislamiento	Clase H
Corriente nominal(A)	116
Pico de corriente(A)	440
La máxima eficiencia(%)	EI 95%
Peso(Kg)	51
Marca	HEPU
El embalaje	1PC/Caja de madera
Medición de la caja de madera	816 X 556 X 525=0,24CBM
Plazo de pago	T/T, L/C
hora de entrega	15 días
Los certificados	CE, ISO9001, ISO14001:2004,IATF16949
tiempo de producción en masa	30 días

Figura 4.20: Características técnicas del motor CA 72V

Tomada de: (ShinTech, 2018)

El motor eléctrico cuenta con una flecha de 22 estrías y un diámetro de 25 mm, esta pieza necesita de un tipo de adaptador para acoplarse bien con la placa de aluminio y en este caso podemos utilizar la parte interna de una junta homocinética (trípode) de 22 estrías. Es necesario asegurarse que coincidan las estrías del trípode con las de la flecha del vehículo.

Para obtener esta pieza ya completa es necesario que se haga un trabajo de soldadura muy acertado. Se une la placa de aluminio, el trípode y la base del clutch montado.

Como no se estará utilizando el clutch completo, ni siquiera las pastas de la base, tratamos solo de utilizar solo el estriado (esta porque nos sirve para acoplarlo con la flecha saliente de la caja de cambios).



Figura 4.21: Trípode para acoplamiento del motor CA

Tomada de: (Barbera-Kinn, 2020)

Montaje del motor de inducción, transmisión eléctrica y baterías de ciclo profundo

Para el montaje del motor de inducción y la caja de cambios, lo primero es ubicar dentro del vehículo el espacio necesario para el motor y la caja juntos, una vez ubicado hay que buscar atornillarlos bien para evitar demasiado movimiento. Por lo general es complicado que la caja y el motor queden fijos, siempre se están moviendo porque no hay de donde asegurarlos bien (ya que la caja solo trae una base por debajo para asegurar) por lo tanto, muchas veces es bueno instalar una barra a la altura del acoplamiento entre las piezas y de esta manera quedará bien asegurado.

Para el montaje de las baterías en el vehículo es necesario crear una base de un material resistente como fierro u otros metales para posicionarlas bien. Ya que son 9 baterías ocupamos acomodarlas lo mejor posible para no tener problemas de espacios reducidos.

En la **figura 4.22** podemos observar cómo se vería un banco ya instalado en el vehículo.



Figura 4.22: Banco de baterías instalado

Tomada de: (Trojan Battery Company, 2021)

Muchas veces lo que se hace en este tipo de vehículos que no son muy pesados es que la instalación de las baterías se hace por partes para equilibrar bien el peso del vehículo, poniendo una cantidad de baterías reducido con el motor y la caja de cambios y las baterías restantes en la parte de atrás del vehículo. En carros pickup en específico, no sería necesario distribuir el peso ya que en la paila es donde generalmente se puede soportar mucho peso.

Seguridad en la conversión de vehículos

Prácticamente este sería el montaje de los elementos para la conversión del vehículo, sin embargo, siempre hay que tener en cuenta todas las medidas de seguridad a la hora de hacer estas conversiones y más con elementos que utilizan voltajes y amperajes un poco altos, como en nuestro caso.

Cuando ya hemos terminado la instalación es importante conectar un paro de emergencia de 72 V entre las baterías y el controlador, esto obviamente se utiliza para en caso de emergencia cortar el paso de la corriente en el vehículo.

En la **figura 4.23** podemos apreciar la válvula de emergencia.



Figura 4.23: Paro de emergencia entre batería y controlador

Tomada de: (America Curtis Controller, 2020)

Cuando hablamos de la protección para una conversión de un Auto de CI a un VE, sabemos que no ensamblamos el auto de cero, si no que reemplazamos algunas piezas y modificamos otras por lo tanto, es necesario evaluar la protección de estas nuevas piezas que introducimos al vehículo.

Protección para el motor de inducción de CA

En el caso del motor de inducción de 72 V, este utiliza un grado de protección IP67.

El código IPXX se le determina al grado de protección contra ingreso, todo esto refiriéndonos a los agentes ambientales y humanos que se presentan de manera cercana a los componentes eléctricos y nos podemos guiar de este código de la siguiente manera que se muestra en la **figura 4.24**:

Definición del grado/índice de protección acorde a DIN EN IEC60529

Los niveles de protección están indicados por un código compuesto por dos letras constantes "IP" y dos números que indican el grado de protección. Por ejemplo: IP54

Ejemplo:

Ejemplo: Código IP65

Primer Índice:	—	Protección contra el ingreso de cuerpos sólidos.
Segundo Índice:	—	Protección contra líquidos.

Figura 4.24: Normativa IPXX

Tomada de: (HellermannTyton, 2020)

Para la parte específica del motor de inducción tenemos la siguiente protección:

6	Protección total contra la penetración de cualquier cuerpo sólido (estanqueidad)	Protección total contra el contacto de las piezas móviles interiores. Protección contra cualquier ingreso de polvo.
----------	---	--

Figura 4.25: Normativa IP67 parte 1 motor de inducción

Tomada de: (HellermannTyton, 2020)

7	Protección contra la inmersión temporal	La cantidad de agua que se introduzca, en caso de sumergir el equipamiento en específicas condiciones de presión entre 1 y 30 minutos, no debe dañar las piezas internas del mismo.
----------	--	---

Figura 4.26: Normativa IP67 parte 2 motor de inducción

Tomada de: (HellermannTyton, 2020)

Protección para el controlador para motor de inducción

Este componente utiliza una protección IP65 la cual se representa como:

Podemos consultar **la figura 4.27** para el número 6 de protección.

Para el número 5:

5	Protección contra chorros de agua de cualquier dirección con manguera	Los chorros de agua producidos con manguera y desde cualquier dirección, no deben de causar daño al interior.
----------	--	---

Figura 4.27: Normativa IP65 controlador de motor CA inducción

Tomada de: (HellermannTyton, 2020)

Protección para las baterías de 8 V de ciclo profundo

Trojan Battery Company (2021) afirma:

Como defensores proactivos de la sustentabilidad ambiental, la administración ambiental de Trojan se enfoca en iniciativas de energía limpia y programas de reciclaje.

Trojan fabrica baterías que son 99% reciclables. A través de su asociación con Southern California Edison (SCE), Trojan ahorra más de 8 millones de kilovatios hora y reduce las emisiones de CO2 en más de 12 millones de libras, reduciendo significativamente nuestro consumo anual de energía y la huella de carbono.

CAPÍTULO 5: METODOLOGÍA/PROCESO

Enfoque y métodos

Este proyecto esta principalmente basado en un enfoque mixto.

Comúnmente estamos acostumbrados a trabajar investigaciones o informes cualitativos, los cuáles se basan en profundizar y aterrizar ideas a partir de conceptos o definiciones que no deban ser o no sea necesario probar con hipótesis o resultados finales. Estos resultados se pueden obtener a partir de respuestas por simulaciones, encuestas, o cualquier otro tipo de recolección de datos.

Esta investigación se podría presentar en la categoría de enfoque mixto, ya que se puede profundizar mucho en los temas a partir de recolecciones de datos numéricos y teóricos dependiendo de la parte del proceso en la que se encuentre, sin embargo, ya no hay tantas suposiciones o preguntas sin respuestas ya que se está tratando de adaptar en Tegucigalpa algo en parte nuevo regionalmente hablando, pero tomando en cuenta que estas tecnologías y herramientas son fáciles de conseguir en países desarrollados.

Es evidente que se está creando un informe experimental ya que las variables son totalmente modificables, dependiendo de los valores que otorguemos o cambios que se realicen, se puede obtener un sinfín de alternativas en los resultados.

Población y muestra

Población

La población elegida para esta investigación son las personas que poseen un vehículo y estarían dispuestos a someterlo a una conversión de combustión a 100 % eléctrico en la ciudad de Tegucigalpa.

Para la elección de la población se tomó como criterio la accesibilidad y el cumplimiento de algunos requisitos, como ser: Poseer un vehículo con características dentro de los parámetros de la conversión (peso de alrededor de unos 1000 Kg, nivel de potencia media y espacio para la instalación de los nuevos sistemas de poder y eléctricos), ser mayor de edad, contar con licencia de conducir y/o capacidad para la inversión (capacidad económica para realizar la conversión y/o compra del vehículo).

En Honduras contamos con un parque vehicular de alrededor de 1,849,649. En Francisco Morazán conocemos que existen 501,460 unidades de transporte, de los cuales 280,016 son vehículos particulares y los cuales esta investigación se enfoca.

Muestra

En esta investigación se enfocará como una muestra no probabilística por conveniencia, ya que al contar con una población tan grande (280,016), es difícil conseguir una muestra significativa de este número. Por lo tanto, utilizaremos esta técnica que nos brinda mayor velocidad en los resultados, costo y facilidad en la obtención de datos.

Se enfocará en analizar a 27 personas a partir de sus respuestas, en preguntas relacionadas con el interés personal a la hora de adquirir el servicio/producto, rango de precios dispuestos a pagar, especificaciones en cuanto a autonomía del vehículo, opinión acerca de la comparativa de los productos actuales del mercado y las alternativas presentadas por el estudiante, entre otras.

Elegir a 27 personas nos ayudara a segmentar el resultado y a solucionar el problema de no poder proyectar resultado de las 280,016 personas calificadas a la conversión.

Unidad de análisis y respuesta

En este informe creamos una idea para la conversión de un vehículo de combustión interna a eléctrico a partir de elementos de bajo coste en comparación con los precios que manejan los autos eléctricos del mercado actual.

El primer paso por considerar para la conversión de un vehículo de combustión a eléctrico es en las características del vehículo que se dispone, ya que en este punto nosotros podemos determinar los elementos y las capacidades de estos mismos para mantener una buena autonomía general del vehículo. Si estamos utilizando autos como los propuestos al inicio del informe (Pointer GTI o Gol), estos estarán equipados con una autonomía totalmente aceptable para personas ubicadas en Tegucigalpa con el propósito de hacer sus actividades diarias sin ningún problema.

En el informe profundizamos en la comparación de los vehículos de combustión con los 100% eléctricos y analizamos por qué en los VE no se utilizan muchos elementos y es necesario retirarlos o en algunos pocos casos, intercambiar el elemento y adaptarlo al sistema eléctrico.

Realizamos una comparación de los costos que genera operar un vehículo de combustión interna en comparación a lo que consume un vehículo eléctrico, esta comparación incluye consumo energético, gasto por carga completa del vehículo (O tanque lleno de gasolina en el caso de los de combustión) y gasto por mantenimiento preventivo (En el caso de los VE cada 5 años).

Explicué cuáles eran las etapas para la conversión del vehículo, estas eran la desinstalación de los componentes del sistema mecánicos de combustión, la preparación e instalación de los componentes del sistema eléctrico (el motor eléctrico y el controlador). Y la preparación e instalación del sistema de poder (Las baterías, cableado y cargadores).

Utilizamos elementos electrónicos a lo largo de todo el proyecto, como ser medidores de carga y descarga, medidores generales para los montajes previos de cada elemento, convertidores DC-DC, rectificadores (en algunos casos), aceleradores electrónicos, etc.

A lo largo del informe analizamos la situación actual de Honduras y las capacidades para empezar a comercializar este tipo de vehículo eléctrico, tomando en cuenta todas las dificultades que este representa y la falta de recursos para que estos vehículos transiten con regularidad.

Técnicas e instrumentos aplicados

Para poder explicar punto por punto cada una de las técnicas o instrumentos que he utilizado para el informe, elaboré la siguiente tabla:

Encuestas	La encuesta será aplicada a partir de las 27 personas, solo tomando en cuenta una pequeña muestra para partir de esta recolección de datos, y poder analizar qué es lo que piensa un cierto porcentaje de la población acerca de la inducción de carros eléctricos al país, la reducción de costos en combustible que generarían, el costo energético mayor que tendrían y todas las ventajas ecológicas y de mantenimiento que estas proporcionan.
Recolección de datos	Nos ayuda a comprender y analizar el costo real de los vehículos, sus partes como unidad y la diferencia en comparación a mi propuesta. Recopilamos información a partir de las empresas más grandes de Honduras que ya cuentan con vehículos de última generación eléctricos. La recolección se puede dar a partir de visitas presenciales a os concesionarios, búsquedas en páginas web, periódicos, revistas, foros, etc.
Entrevistas a expertos	Entrevistas a profesionales del área para poder conocer las mejores opciones del producto y servicio al mercado y a partir de la experiencia de ellos, ubicar mejor el producto y mejorarlo en caso de que exista la posibilidad o necesidad, estos expertos pueden ser profesionales en electrónica y/o mecánica.

Fuentes de información

Las fuentes de información se pueden dividir en varias categorías, como ser las fuentes primarias, las secundarias, y las terciarias.

Las fuentes primarias de una investigación son los documentos que contienen información pura, es decir, que no ha sido nunca manipulada, publicada, filtrada o traducida por una influencia externa al original.

Las fuentes secundarias son prácticamente fuentes primarias modificadas. Esto genera diversas ventajas al lector, ya sea para un mejor entendimiento o facilidad de adquisición de información.

Las fuentes terciarias es la información que contiene fragmentos fuentes secundarias, teniendo en cuenta que esto significa mucha distorsión de la información primaria o secundaria.

Fuentes primarias

1. Alterburg, T. (2014). From Combustion Engines to Electric Vehicles. Entwicklungs, Germany: D-I-E.
2. SHRIVASTAVA, K. (2020). CONVERSION OF CONVENTIONAL VEHICLE INTO AN ELECTRIC VEHICLE. Cambridge: Mili.
3. SEAI. (2020). Switching to Electric Vehicles. Ireland: Sustainable energy Authority.

Fuentes secundarias

1. Comparison between Battery Electric Vehicles and Internal Combustion Engine Vehicles fueled by Electrofuels.
2. Electric Vehicles in the United States A New Model with Forecasts to 2030.
3. Advanced Components for Electric and Hybrid Electric Vehicles.

Fuentes terciarias

1. Combustion to electric by Renault
2. Types of electric cars and working principles by Omazaki
3. Charge driveways for electric cars by autocar

Cronología de trabajo

Tabla 4.3 Cronología

Actividades realizadas en el Q1	Periodo Q1											
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	
Análisis de la situación actual de los VE												
Preparación de lineamientos												
Creación del planteamiento del problema												
Entrega del primer avance												
Creación de objetivos y marco teórico												
Estudio de características de los vehículos												
Entrega del segundo avance												
Creación de la metodología y proceso												
Creación de resultados y análisis												
Entrega del tercer avance												
Entrega del informe final												
Presentación final												

CAPÍTULO 6: RESULTADOS Y ANÁLISIS

Resultados de la encuesta

Para realizar el estudio correspondiente del mercado actual en el que ingresaría mi producto/servicio, realicé una encuesta de 9 preguntas a 27 personas en la ciudad de Tegucigalpa. Esta encuesta se realizó a través de internet y se escogió exclusivamente a personas que cumplieran todos los requisitos expuestos anteriormente. Cada una de las personas que participó en la encuesta respondió de manera honesta y sin ninguna preparación o búsqueda previa.

Las preguntas junto a los resultados de la encuesta fueron las siguientes:



The image shows a survey interface with a navigation bar at the top containing three items: 'Preguntas', 'Respuestas' (with a circular badge containing the number '27'), and 'Configuración'. Below the navigation bar is a large white box with a purple border containing the survey title and description.

Preguntas Respuestas 27 Configuración

Conversión de un vehículo de combustión interna a 100% eléctrico de forma económica

Cada día son más comunes y necesarios los autos eléctricos en el mundo, estos nos generan muchas ventajas en economía y cuidado del medio ambiente. Existen distintas maneras de adquirir un vehículo 100% eléctrico, lo podemos comprar directamente (muy alto costo) o podemos convertir nuestro auto convencional que utiliza gasolina, en uno eléctrico obteniendo todas las ventajas que estos ofrecen.

Figura 4.28: Título y descripción de la encuesta

¿Qué ventajas cree usted que utilizar un vehículo eléctrico nos proporciona en comparación al utilizar uno de combustión?

 Copiar

27 respuestas

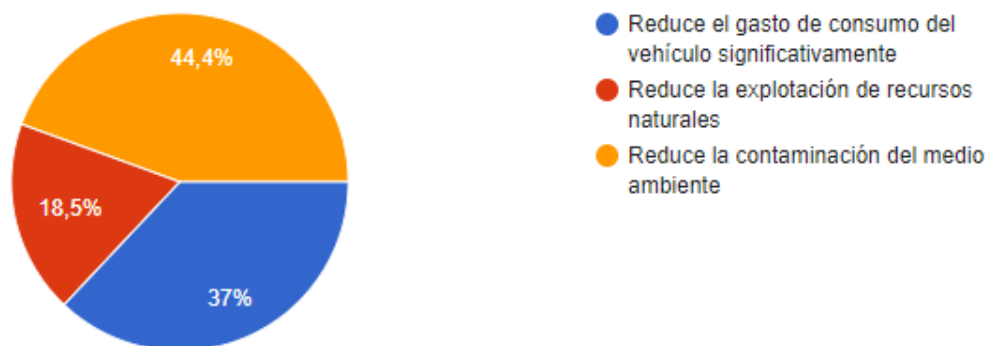


Figura 4.29: Pregunta 1 encuesta

Se le preguntó a los encuestados cuáles creen que son las principales ventajas del uso de estos VE en comparación a los del mercado actual, las tres alternativas que se les presentó afectan de forma directa al usuario que decide introducirse a los sistemas eléctricos.

En este caso uno de los cambios más significativos son los del consumo del vehículo, recibiendo selección por el 44,4 % de la muestra, la siguiente mayor selección fue la de la reducción de la contaminación del medio ambiente. Este es un dato curioso ya que con nuestro método esto si puede ahorrar mucho y evitar tanto daño al medio ambiente, pero los autos eléctricos comerciales aunque bien es cierto que contienen una buena autonomía, utilizan baterías de litio y estas para ser elaboradas utilizan muchos recursos y luego de que se consume su vida útil es muy difícil reutilizarlas, aparte que para esto se necesitan más recursos que a la hora de crearlas.

¿Cuál cree usted que sería su impacto económico si empezamos a utilizar solo autos eléctricos?



27 respuestas

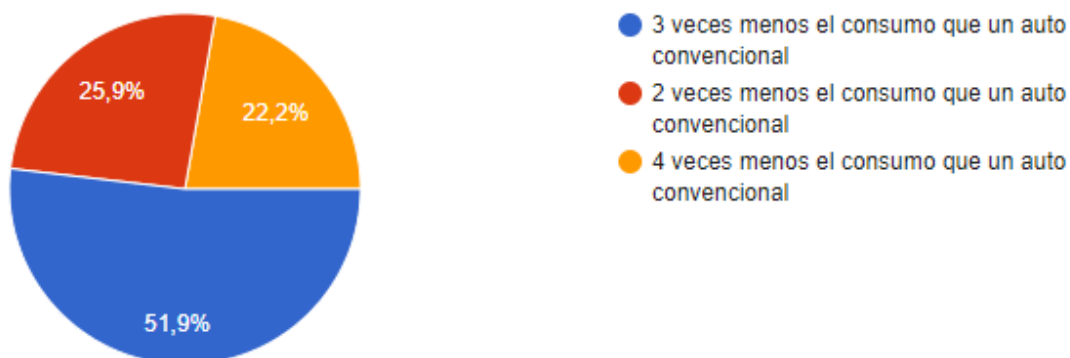


Figura 4.30: Pregunta 2 encuesta

En esta pregunta a los encuestados se les cuestionó cual creerían ellos que sería el impacto de utilizar autos eléctricos y dejar de lado los de combustión interna, enfocándonos en el consumo y por lo tanto costo por carga completa de tanque/batería.

Como podemos observar, la mayoría de las personas votaron porque el consumo sería de 3 veces menos, lo cual es una respuesta bastante coherente. Sin embargo, la respuesta correcta de reducción de consumo en un auto con las características expuestas en este informe sería la reducción de 4 veces el consumo de un vehículo convencional (22,2% de los encuestados). El 25,9% votaron por que el consumo sería 2 veces menor, lo cual no representaría tanta ventaja como la real.

¿Le parece atractivo que los autos eléctricos solo necesiten mantenimiento preventivo cada 5 años a comparación de los autos convencionales que necesitan cada año?

27 respuestas

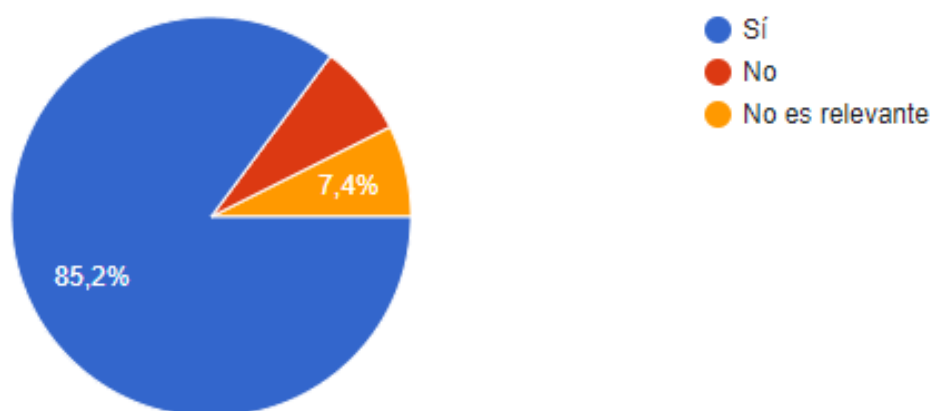


Figura 4.31: Pregunta 3 encuesta

Los vehículos eléctricos tienen la ventaja de solo necesitar mantenimiento preventivo cada 5 años, esto sin importar si es un auto comercial o a partir de nuestra conversión. Este mantenimiento se basa en el cambio de baterías, ya que estas solo tienen un ciclo de vida limitado y si se utilizan más de lo debido dejan de cargarse/descargarse como deberían, por ende, perderíamos autonomía.

Esto es hablando de mantenimiento preventivo, pero de igual manera los mantenimientos correctivos son de menor costo. Será más fácil corregir partes eléctricas que mecánicas.

¿Está usted al tanto de las formas de carga para las baterías de los autos eléctricos?

27 respuestas

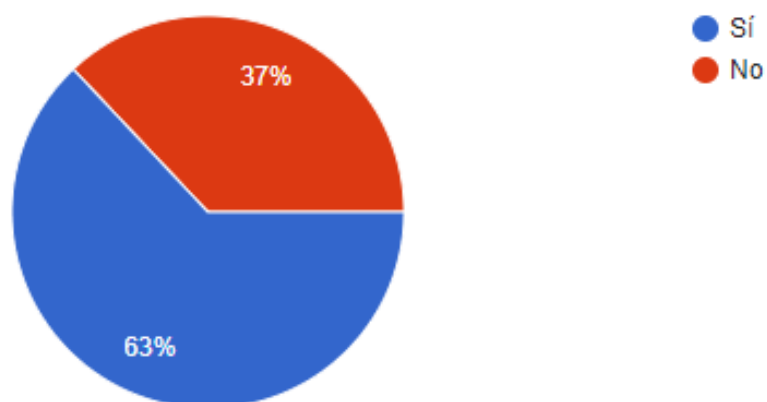


Figura 4.32: Pregunta 4 encuesta

Las formas de carga de los vehículos eléctricos permiten crear una necesidad en el gobierno para empezar a invertir en múltiples puntos de carga públicos ya que los carros eléctricos pueden cumplir su función perfectamente a personas dentro de la ciudad pero de igual manera si solo tenemos una capacidad de 50, 70 o 100 Km de autonomía, podríamos tener problemas algún día con mucho movimiento y si solo tenemos como cargar el vehículo desde casa se complicaría.

Existen varios tipos de carga para los VE, en esta pregunta el 63 % de los encuestados si conocía al menos una forma de carga y el 37 % lo desconocía totalmente.

¿Qué forma de carga conoce para los autos eléctricos?



27 respuestas

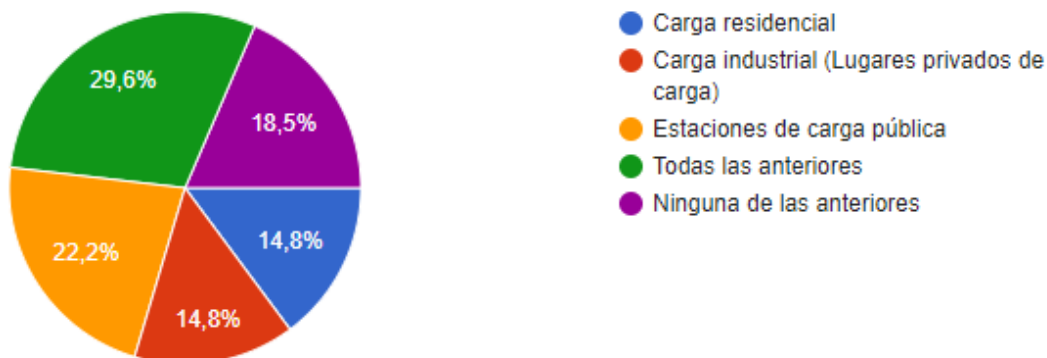


Figura 4.33: Pregunta 5 encuesta

Existen muchas formas de carga para los vehículos, existe la carga residencial (Fuente de electricidad por lo general en 220 V empleado desde casa en procesos de carga y descarga de 12 horas máximo), carga industrial (Lugares privados de carga especiales para cargar el VE en poco tiempo, de 2 a 3 horas máximo) y Estaciones de carga pública (Por lo general visibles en grandes ciudades de países desarrollados y estas cargan en periodos de menos de media hora).

En esta pregunta el 81 % de los encuestados conocía al menos una o todas las formas o estaciones de cargas que pueden tener los VE, solo un 18,5 % de las personas no conocían ninguna.

Actualmente Honduras cuenta solo con 4 puntos de carga públicas para vehículos eléctricos, ninguno de ellos ubicado en Tegucigalpa. ¿Apoyaría usted un programa para la construcción de más estaciones de carga en las ciudades mas grandes del país?

27 respuestas

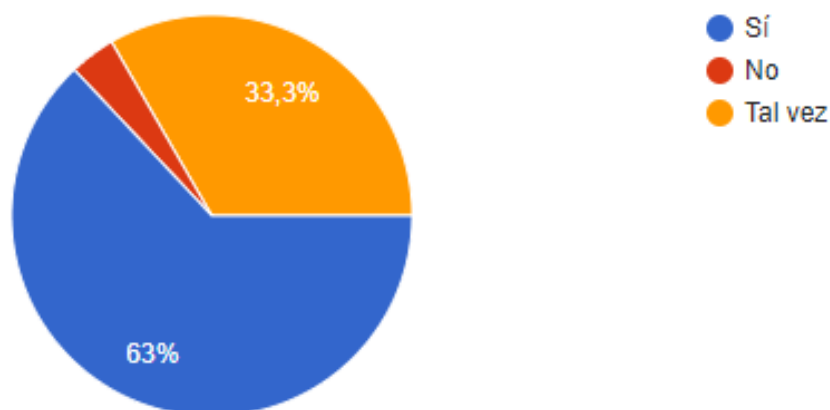


Figura 4.34: Pregunta 6 encuesta

En la ciudad de Tegucigalpa se podrían construir dos tipos de estaciones de carga, los tipo wallbox (22kW) que oscilan entre los 15,000 y 25,000 Lps por estación de carga, y también se podría instalar la carga super-rápida (50 kW) y estas oscilan entre los 50 mil y 80 mil Lps.

En la encuesta un 63% de las personas están de acuerdo con el programa para la instalación de estas estaciones de carga, un 33% no está muy segura por distintas razones y un porcentaje ínfimo confirma que no estaría de acuerdo.

¿Cuántos kilómetros por carga completa le gustaría que su vehículo pueda recorrer, si se convierte a 100% eléctrico?

27 respuestas

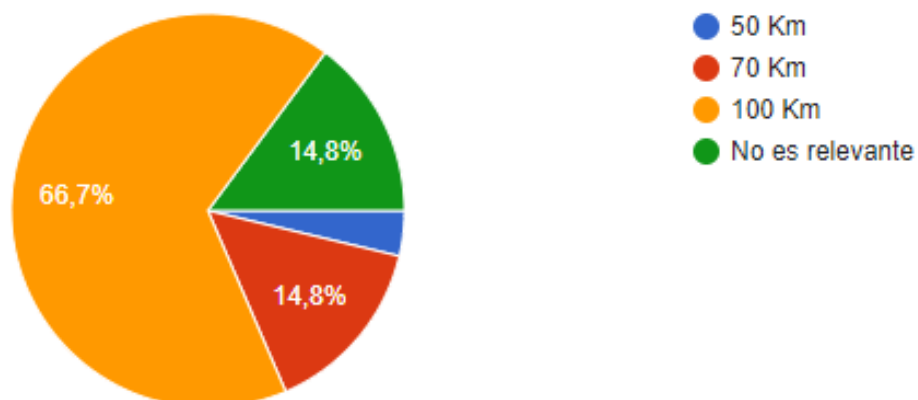


Figura 4.35: Pregunta 7 encuesta

Los VE comerciales de las grandes empresas actualmente están llegando a autonomías increíbles de hasta 400 Km por carga completa, por supuesto que los precios se elevan mucho más al mejorar tanto la autonomía de estos vehículos.

Por supuesto la mayoría de los encuestados al presentarse las distintas opciones iban a elegir la mejor autonomía, sin embargo, esta depende mucho de las características del vehículo al que le queramos hacer la conversión y de los elementos que estemos agregando, nuestro modelo con nuestros agregados puede llegar a tener una autonomía de 70 Km por carga.

¿Cuál cree usted que sería la mayor preocupación para una persona con vehículo eléctrico?



27 respuestas

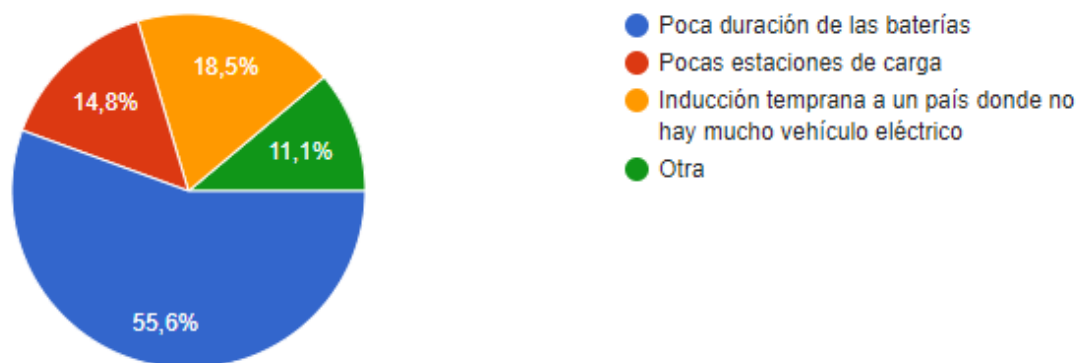


Figura 4.36: Pregunta 8 encuesta

Hay muchas inseguridades o preguntas a la hora de inducirse o a alguien más a tecnologías tan modernas e innovadores como los VE, en esta pregunta de la encuesta mencioné algunas de estas inseguridades y obtuvimos los siguientes resultados:

La mayor preocupación en la actualidad de nuestro país en cuanto a los VE debería ser la de las pocas estaciones de carga, sin embargo esto solo representó el 14,8% de los encuestados. La mayor preocupación fue la poca duración de las baterías, cuando esto se puede corregir consiguiendo equipo un poco más potente para aumentar la autonomía, se ve representado por el 55,6% de los encuestados. A un 18,5% le preocupó la inducción temprana de la tecnología y un 11% tenía mayores preocupaciones no mostradas como opciones.

Si usted tuviera el deseo de adquirir un vehículo eléctrico, se decidiría por la versión comercial existente de alto costo o valoraría la de bajo costo a partir de una conversión ya sea de su vehículo actual o alguno destinado solo a la conversión?

27 respuestas

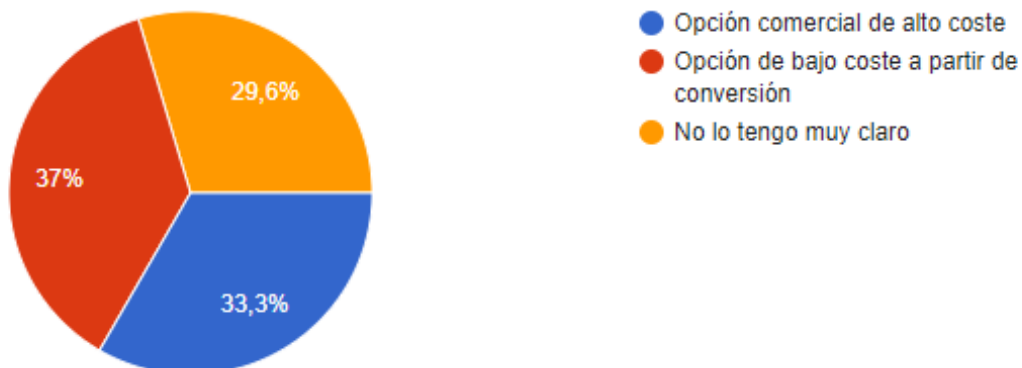


Figura 4.37: Pregunta 9 encuesta

Decidir cambiar un vehículo personal y exponerlo a una conversión tan drástica no es fácil de digerir, pero si se hace de la manera correcta nos trae muchos beneficios a corto y largo plazo.

Los encuestados decidieron en un 37% que preferirían adquirir la opción de bajo coste que yo he venido presentando en este informe, un 29,6% confesó que no tiene muy claro si una conversión les convendría a partir de las inseguridades presentadas anteriormente. Un 33,3% confesó que no se arriesgaría a la versión de bajo coste y mejor optaría por comprar la versión comercial.

Presupuesto para la conversión

En este punto vamos a analizar el costo de todos los materiales necesarios para la conversión de los vehículos de conversión interna a 100% eléctricos. Recordamos que este informe está basado en un auto Volkswagen Pointer GTI y a partir de sus características decidimos utilizar un kit de conversión de 72 V. Con este kit de 72 V vamos a poder conseguir lo siguiente:

Tabla 4.4 Kit 72 V

Kit de 72 Volts	
Autonomía	60-70 km
Velocidad máxima	70 km/h
Duración de carga completa (En caso de usar baterías de plomo de ciclo profundo)	Desde descarga completa hasta capacidad máxima alrededor de 8 horas

Es importante mencionar el detalle de las baterías que vamos a utilizar, ya que en el caso de las baterías de plomo de ciclo profundo (las que se están utilizando en este proyecto), solo pueden o tienen la capacidad de descargarse un 20% esto significa que solo pueden pasar de 100 por ciento de carga y llegar hasta 80%, ya que si empezamos a bajar de ese porcentaje de carga las baterías se nos dañarían poco a poco y en un auto eléctrico lo que menos queremos es tener que estar cambiando el banco de baterías constantemente.

Las baterías de litio tienen una importante ventaja en comparación a las de plomo de ciclo profundo, estas pueden descargarse hasta un 80%, y esto ayuda mucho a mejorar la autonomía del vehículo, pero solo agregar estas baterías de litio nos puede hasta triplicar el precio del proceso de conversión.

Costo de la conversión

Tabla 4.5 Cotización

Cotización	
Volkswagen Pointer GTI	35,000 Lps.
Kit de conversión de 72 Volts	55,000 Lps.
Baterías de ciclo profundo	40,000 Lps.
Cableado eléctrico	5,000 Lps.
Cople adaptador	1,500 Lps.
Medidor de voltaje inalámbrico	1000 Lps.
Placas adaptadoras	2000 Lps.
Botón de paro de emergencia	500 Lps.
Mano de obra	10,000 Lps.
Costo total de la conversión	150,000 Lps.

Este costo es adquiriendo incluso el vehículo de combustión, evidentemente la mayoría de las personas ya van a contar con su vehículo de combustión interna, por lo tanto, el costo total puede rondar los 115,000 Lps.

En el caso de la mano de obra, la investigación se basa en estos datos por personas en México que se animaron a vivir de estas conversiones de vehículos, por conversión cobran alrededor de 10 mil a 20 mil pesos mexicanos, dependiendo del tipo de vehículo que se esté sometiendo a la conversión. Los encargados de estas conversiones son los siguientes:

<http://www.conversionesautoelectrico.com>

Para calcular el VAN y el TIR, podemos decir que tendremos una inversión inicial de 5 mil dolares con una tasa de descuento al 5%, un flujo de caja de 12,430 Lps. (restando las ganancias por la diferencia entre los precios de mantenimiento y consumo por periodos de un año).

El VAN nos da como resultado 89,100 Lps y el TIR al 42.4%

Cálculos de comparación real en los precios de la gasolina

El costo de operación de un vehículo eléctrico se puede comparar directamente con los costos operativos equivalentes de un vehículo a gasolina. Un litro de gasolina contiene alrededor de 8,9 kW·h de energía. Para calcular el costo del equivalente eléctrico de un litro de gasolina, multiplicamos el costo de la utilidad por kW·h por 8.9. Debido a que los motores de combustión interna de los automóviles tienen solo un 20% de eficiencia, entonces se utiliza como máximo el 20% de la energía total en ese litro de gasolina.

Ahora, consideremos un vehículo propulsado por un motor de combustión interna con una eficiencia del 20 % y 8 l/100 km (30 mpg). Para simplemente mover el vehículo, se requiere:

$$\left(8.9 \text{ kW} \cdot \text{h} \times \frac{8 \text{ L}}{100 \text{ Km}}\right) \times 20 \% \text{ eff} = \frac{14.2 \text{ kW} \cdot \text{h}}{100 \text{ Km}}$$

A un costo de Lps.28,4/L (Lps.107,4/gal), el millaje de 8 L/100 km (30 mpg) equivale a:

$$\frac{28.4}{\text{L}} \times \frac{8 \text{ L}}{100 \text{ Km}} = \frac{227.4 \text{ Lps}}{100 \text{ Km}}$$

Una versión eléctrica del mismo automóvil en Estados Unidos con una eficiencia de carga/descarga del 81% y cargada a un costo de \$0.10 (tarifa regulada por el departamento de energía DOE) por kW·h costaría:

$$\left(\frac{14.2 \text{ kW} \cdot \text{h}}{\frac{100 \text{ Km}}{81 \% \text{ eff}}}\right) \times \frac{2.5 \text{ Lps}}{\text{kW} \cdot \text{h}} = \frac{43.1 \text{ Lps}}{100 \text{ Km}}$$

(14.2kW·h/100 km / 81%efficiency) * 2.5Lps/kW·h = 43.1Lps por cada 100 km.

Esto equivaldría a pagar alrededor de 5.42Lps/L o 20.44Lps/gal por gasolina.

La parte más cara de un vehículo eléctrico son las baterías. Las baterías de plomo ácido tienen una vida útil de unos cinco años. El costo de reemplazar todo el paquete de baterías en un vehículo eléctrico es de aproximadamente 60,000Lps. Si sumamos eso al aumento de los costos de electricidad por 5 años de uso, obtenemos:

$$\left(\frac{43.1Lps}{100Km} \times \frac{10,000Km}{1año} \times 5años \right) + (60,000Lps) = 81,550 Lps$$

Como los vehículos eléctricos tienen que reemplazar el paquete de baterías cada cinco años, los vehículos de CI deben tener un mantenimiento y cambios de aceite regulares. Para uso normal, este costo sería de alrededor de 30,000 Lps. durante el período de cinco años. Así, el coste de un vehículo de gasolina para recorrer la misma distancia que un vehículo eléctrico sería:

$$\left(\frac{227.4Lps}{100 Km} \times \frac{10,000Km}{1año} \times 5años \right) + (30,000Lps) = 143,700Lps$$

Esto es casi el doble de los costos operativos de un vehículo eléctrico.

Impacto ambiental de los vehículos eléctricos

Los vehículos eléctricos se ven como una forma de reducir el impacto negativo del tráfico de automóviles en el medio ambiente. Se mencionan con mayor frecuencia en el contexto de los problemas climáticos, como una forma de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del tráfico rodado. Debido a la importancia de reducir las emisiones de partículas y óxido de nitrógeno como principales contaminantes del aire, el control de la contaminación del aire es otro contexto para hablar sobre los vehículos eléctricos. Hay muchas publicaciones sobre el impacto ambiental de los vehículos eléctricos, muchas de las cuales son informes y estudios de noticias contradictorios. Así que preguntas similares surgen una y otra vez:

1. ¿Son los VE amigables con el medio ambiente o solo son una especie de reducción en la contaminación?
2. ¿Son realmente los VE menos contaminantes que los de combustión?

Contestando a la pregunta 1, sabemos lo siguiente:

La respuesta corta a la pregunta es sí son amigables, pero el potencial para llegar a ser completamente ecológica está bastante lejos aún.

Hoy en día sabemos que los vehículos eléctricos transforman menos residuos de carbono a lo largo de su vida útil, esto en comparación a las motocicletas, turismos o camionetas/camiones, es decir, vehículos de combustión interna.

Las redes eléctricas en la mayoría de los países del mundo son aún potenciadas por combustibles fósiles, es evidente también que los VE necesitan de estas energías para cargarse.

La producción de baterías y combustible para vehículos eléctricos produce más emisiones que la fabricación de automóviles. Pero con el tiempo, la eficiencia energética superior de los vehículos eléctricos compensa estos costos ambientales más altos.

En resumen, los automóviles que funcionan con baterías emiten menos emisiones totales por milla que los automóviles con motor de combustión interna.

La descarbonización es el proceso de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por la quema de combustibles fósiles. Se espera que los esfuerzos para reducir la contaminación en varias industrias reduzcan aún más el impacto ambiental de la producción y carga de vehículos eléctricos con el tiempo.

Cancelación de emisiones del tubo de escape en los VE

Con el mundo cada vez más consciente del medio ambiente, las personas recurren a los automóviles eléctricos en un intento por ayudar a reducir las emisiones de gases y mejorar la calidad del aire.

El transporte es la causa de aproximadamente el 25 % de las emisiones de gases de efecto invernadero en el mundo, por lo que estos vehículos avergüenzan a sus homólogos que funcionan con diésel o gasolina.

Como los coches eléctricos funcionan con motores eléctricos, no tienen emisiones de escape, lo que los convierte en una opción ecológica.

Los coches eléctricos se fabrican con materiales reciclables

No todos los vehículos eléctricos son así. Sin embargo, muchos modelos más nuevos tienen componentes interiores hechos de materiales reciclados, como asientos, paneles de puertas y tableros. BMW, por ejemplo, dice que una cuarta parte del interior de su automóvil eléctrico i3 está hecho de plástico reciclado y materiales renovables, mientras que el 95 por ciento del automóvil puede reciclarse.

La producción ecológica garantiza menos desperdicio cuando estos materiales se desmantelan y reciclan después de que el automóvil se desecha.

Las baterías que se utilizan para alimentar los vehículos eléctricos también se pueden reciclar. Una vez que la batería está agotada, se puede usar en otro lugar ya que todavía tiene alrededor del 70-80% de su carga original.

Contaminación indirecta de los VE

Si bien los autos eléctricos no emiten gases de escape, usan baterías que pueden emitir gases tóxicos. La mayor parte de la electricidad utilizada para impulsar vehículos eléctricos se genera a partir de fuentes de energía no renovables, lo que puede tener un impacto negativo tanto en nuestra salud como en el medio ambiente.

Gran tiempo de recarga

Una carga completa de un automóvil eléctrico puede demorar hasta 12 horas, según el tamaño de la batería, por lo que, si bien este automóvil puede ahorrar en gasolina o diésel, se sumará a su factura de electricidad. Sin embargo, esta cantidad será significativamente menor que los costos de combustible convencionales.

Costo energético de una carga completa en los VE

La tarifa actual de la CREE en Honduras es de 4.64 Lps el kW/h en los primeros 50 kW consumidos y después de los 50 kW consumidos tiene un valor de 6.03 Lps. Se puede crear tarifas para bajas, medias o altas tensiones, pero no es un cálculo certero porque cada estación de carga independientemente del nivel puede variar los niveles de consumo.

En este informe se especifican algunos vehículos recomendados para esta conversión. Bajo las características que se han presentado es posible conseguir una autonomía de 70 kW/h, esto debido a las características del kit de 72 voltios y el peso del vehículo, si se utiliza un kit de mayor voltaje general o un carro de menor peso la autonomía aumentaría indudablemente.

Por lo tanto, en Honduras si utilizamos cargadores de pared comunes y sabemos que estos pueden tardar hasta 8 horas en llegar a su carga total equivalente a las 70 Km de autonomía, con una conversión apropiada podemos decir que consumimos 88 kW/h por carga.

Esta carga nos puede durar dos días, por lo tanto, al mes estaríamos haciendo alrededor de 15 cargas al vehículo, siendo esto 1320 kW/h al mes.

Con estos datos tendríamos que hacer una inversión de 7,958 Lps al mes. Esto es un precio bastante elevado en las cargas completas, pero tomando en cuenta que estamos utilizando un cargador pequeño y económico de 10 Amp/h, por lo tanto, si queremos reducir el precio del consumo solo es necesario mejorar el cargador de baterías de 10 Amp a 20 o 30, y reduciríamos el tiempo de carga de 8 horas a 4 o incluso 2 horas.

Estas son cargas residenciales, claro que el consumo individual es alto, pero por lo mismo es necesario instalar estas electrovías para VE, con esta tecnología podemos reducir el precio energético brutalmente. Por lo mismo en estos países es cada vez más necesario la instalación de estas vías eléctricas y la inducción a los coches eléctricos.

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES

1. Tanto la reducción en las emisiones de escape, como parar de utilizar combustibles fósiles hacen que los autos eléctricos sean atractivos para la reducción de la contaminación medio ambiente, de igual manera, casi se logra que la descarbonización desaparezca. Sin embargo, no podemos decir que los VE son totalmente amigables con el medio ambiente, ya que se utilizan muchos recursos para poder fabricar baterías con las capacidades necesarias hoy en día para soportar hasta 400 kilómetros de autonomía. Se demuestra que los VE son una mejor alternativa que los de combustión interna.
2. Se demostraron grandes diferencias en las cantidades que podemos ahorrar si comparamos los precios de consumo en gasolina o energía por cada carga completa del vehículo si se utilizan estaciones de carga, una carga completa en carros de combustión puede costar hasta 6 veces más que las cargas de los carros eléctricos con los puntos de carga instalados en varios puntos específicos, pero con la actualidad de Tegucigalpa y sus cargas residenciales, no hay ningún diferenciador clave para elegir a los autos eléctricos antes que a los de combustión.
3. Explicamos cuáles son las especificaciones relevantes para la elección de un vehículo destinado a la conversión de combustión a 100% eléctrico, tomando en cuenta principalmente su peso, espacio y posición de los elementos. Cualquier carro se puede convertir a eléctrico a partir de nuestro método, pero obviamente el tipo de batería, motor, y cargadores también se van a tener que modificar. Lo más recomendable es utilizar un kit de 96 Volts, ya que este será compatible con la mayoría de los vehículos turismos.
4. Mostramos como eliminar todo el sistema de combustión interna y las partes que este incluye, mostramos los elementos que se agregaron al sistema de poder y al sistema eléctrico para realizar la conversión, tomando en cuenta que todos los elementos que se agregan deben ser exclusivamente para sistemas eléctricos.

5. Mostramos las diferentes formas de carga que podemos instalar en Tegucigalpa para puntos de carga públicas diferenciando los niveles 1, 2 y 3 y demostramos las capacidades de cada uno en cuanto a consumo, tiempo de una carga completa de las baterías, y los costos que representaría cada uno de los niveles en las estaciones.

CAPÍTULO 8: RECOMENDACIONES

1. El medio ambiente se ve afectado a partir de los vehículos eléctricos comerciales principalmente por sus baterías de litio, ya que estas utilizando demasiados recursos en su creación y es inviable reutilizarlas luego de que termina su ciclo de vida, por lo tanto sería bueno que todos los vehículos trabajara a partir del principio que presento yo, con baterías de ciclo profundo, ya que estas pueden ser perfectamente reutilizables y no tiene un costo ni parecido al de las baterías de litio. Si se trabaja con baterías de ciclo profundo simplemente es necesario crear un buen banco de baterías, siguiendo las especificaciones dadas a partir de las características del vehículo sometido a la conversión.
2. Los vehículos que se someten a una conversión, pueden llegar a tener problemas en la red eléctrica si no se toman cuidados en las partes iniciales del proyecto, cada uno de los elementos que vamos a incluir en el sistema debe ser probado en un sistema aislado, ya que con esto nos aseguramos que cada elemento está libre de fallas y resista el voltaje general del sistema, en el caso presentado de este informe serían 72 V, pero en vehículos con más exigencia podrían ser valores mucho más elevados.
3. Es necesario asegurarse al comienzo de una conversión del tipo de vehículo a utilizar y sus especificaciones, a partir de esto se hace un análisis y vemos que a que voltaje trabajará nuestro sistema, ya que si empezamos a adquirir elementos antes de hacer este análisis podemos perder dinero en componentes que no encajan en la conversión o simplemente no eran necesarios.
4. Es importante adaptar bien el espacio del vehículo a la hora de hacer el montaje del sistema eléctrico, ya que la vibración es un gran factor en contra para estos autos sometidos a una conversión. Se ha comprobado que la vibración afecta al motor y otros elementos de forma directa, por lo tanto siempre es bueno crear bases o soportes para ubicar bien nuestra caja de cambios conectada al motor, banco de baterías y/o sistema de control.

5. Se recomienda crear programas para influir a que se haga un esfuerzo en el país y se dedique el presupuesto necesario para la instalación de cargas públicas en por lo menos Tegucigalpa y San Pedro Sula, ya que la carga domiciliaria es inviable por los precios que manejamos en Honduras y porque las cargas públicas tienen más poder, consumen menos recursos y producen que el precio de una carga completa sea ínfimo, por supuesto que el tiempo de espera disminuye significativamente, podría tardar inicialmente 8 horas y con las estaciones de cargas públicas disminuir hasta 20 minutos.

CAPÍTULO 9: BIBLIOGRAFÍA

- Agencia AFP. (27 de 09 de 2020). *Gestión tecnológica*. Obtenido de <https://gestion.pe/tecnologia/todo-lo-que-hay-que-saber-sobre-las-baterias-electricas-noticia/>
- Alterburg, T. (2014). *From Combustion Engines to Electric Vehicles*. Entwicklungs, Germany: D-I-E.
- America Curtis Controller. (24 de 10 de 2020). *EXCAR*. Obtenido de <http://es.china-golf-cart.com/spare-part/55532764.html>
- Andrade, D. (12 de 03 de 2018). *Motorpasion*. Obtenido de <https://www.motorpasion.com/tecnologia/los-motores-son-tambien-clave-en-el-desarrollo-del-coche-electrico-no-todo-es-cuestion-de-baterias>
- Aparicio, J. (07 de 07 de 2020). *Autofácil (Fotografía)*. Obtenido de <https://www.autofacil.es/tecnica/sistema-carga-arranque-coche-componentes/178145.html>
- Aramox. (14 de 12 de 2020). *expertosenherramientas*. Obtenido de <https://expertosenherramientas.es/bomba-de-vacio/electrica-para-coche/>
- Autolibre. (20 de 03 de 2019). Obtenido de <http://autolibre.blogspot.com/2013/12/nuevo-kit-para-convertir-vehiculos.html>
- Barbera-Kinn. (2020). *Autopiezas BM*. Obtenido de https://www.autopiezasbm.com/MLA-814044846-triceta-semieje-peugeot-206-citroen-c3-onix-22-estrias-_JM
- Becker, T. A. (2009). *Electric Vehicles in the United States A New Model with Forecasts to 2030*. California: Center for Entrepreneurship & Technology (CET).
- Cabezas, N. (2018). *Modelado y control de un convertidor DC-DC de carga*. Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica.

- Donado, A. (27 de 03 de 2021). *Autosoporte*. Obtenido de <https://autosoporte.com/cursoautomotriz/5-fallas-que-puede-presentar-el-compresor-del-aire-acondicionado-de-tu-vehiculo/>
- García, G. (17 de 05 de 2016). *Prueba de ruta*. Obtenido de <https://www.pruebaderuta.com/el-acelerador-electronico-como-funciona.php>
- García, G. (15 de 11 de 2019). *hibridosyelectricos*. Obtenido de <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/climatizador-electrico-compacto-eficiente-silencioso-espanol-disenado-coches-electricos/20191115134832031513.html>
- García, G. (23 de 08 de 2020). *hibridosyelectricos*. Obtenido de <https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/detalle-sistema-traccion-total-quattro-coches-electricos-audi/20200818201406037491.html>
- Grupo LAAR. (25 de 02 de 2019). *yaesta*. Obtenido de <https://www.yaesta.com/b07yc1xhkq-medidor-de-pantalla-de-ca-drok-80-300v-100a-voltaje-corriente-factor-de-potencia-frecuencia-monitor-de-energa-elctrica-ampermetro-voltmetro-multmetro-tester-110v-220v-digital-color-lcd-volt/p>
- GUSTAFSSON, T. (2015). *Comparison between Battery Electric Vehicles and Internal Combustion Engine Vehicles fueled by Electrofuels*. Gothenburg, Sweden: Chalmers university of technology.
- Hansen, R. (01 de 11 de 2019). *soluzhonduras*. Obtenido de <https://www.soluzhonduras.com/baterias>
- HellermannTyton. (2020). *Definición y tabla de protección IP*.
- Huerta, L. (23 de 02 de 2019). *DEVS*. Obtenido de http://www.eaton.mx/ecm/groups/public/@pub/@mexico/documents/content/ct_232842.pdf
- Kaddam. (11 de 06 de 2020). Obtenido de <https://kaddam.com/producto/potenciometro-10k/>
- Ortiz, J. (2020 de 02 de 13). *Repositorio ESPE*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec>

- SEAI. (2020). *Switching to Electric Vehicles*. Ireland: Sustainable energy Authority.
- ShinTech. (2018). Obtenido de <https://www.motiontech.com.au/wp-content/uploads/2021/05/MT-Shintech-Catalogue-2018-270520.pdf>
- SHRIVASTAVA, K. (2020). *CONVERSION OF CONVENTIONAL VEHICLE INTO AN ELECTRIC VEHICLE*. Cambridge: Mili.
- Stricklett, K. (1993). *Advanced Components for Electric and Hybrid Electric Vehicles*. Maryland, USA: NIST.
- Trojan Battery Company. (2021). *trojanbattery*. Obtenido de https://www.trojanbattery.com/pdf/datasheets/T875_Trojan_Data_Sheets.pdf
- Universidad de Guadalajara. (2020). *Red universitaria de Jalisco*. Obtenido de biblioteca.udgvirtual.udg.mx