



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

Diseño de un sistema de transmisión con motorreductor trifásico
para disminuir los costos operativos en trimovil de pasajeros

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Ramos Ipanaque, Isaac (orcid.org/0000-0002-1245-4371)

ASESOR:

Dr. Celada Padilla, James Skinner (orcid.org/0000-0002-5901-2669)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación De Sistemas Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este artículo es dedicado con mucho cariño para mi esposa por su valioso apoyo incondicional, para mis padres en el cielo, sé que desde lo alto siempre guían mis pasos. A mis hermanas por sus consejos, que siempre estuvieron a mi lado en los buenos y malos momentos que siempre me permitieron ver mis errores y aprender de ellos.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a nuestro padre celestial, por permitirme estar bien de salud y alcanzar mis objetivos, a mi esposa por su apoyo absoluto luego de culminar mis estudios de Ingeniería Mecánica eléctrica y al Dr. Celada Padilla, James Skinner por su buen asesoramiento, quien, gracias a su enseñanza, pudimos hacer realidad esta investigación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CELADA PADILLA JAMES SKINNER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Diseño de un sistema de transmisión con motorreductor trifásico para disminuir los costos operativos en trimovil de pasajeros.", cuyo autor es RAMOS IPANAQUE ISAAC, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 29 de Noviembre del 2023

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|---|---|
| JAMES SKINNER CELADA PADILLA DNI: 16782335 ORCID: 0000-0002-5901-2669 | Firmado electrónicamente por: CPADILLAJ el 11-12- 2023 20:07:29 |

Código documento Trilce: TRI - 0672768



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, RAMOS IPANAQUE ISAAC estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño de un sistema de transmisión con motorreductor trifásico para disminuir los costos operativos en trimovil de pasajeros.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| Nombres y Apellidos | Firma |
|---|--|
| RAMOS IPANAQUE ISAAC DNI: 02872586 ORCID: 0000-0002-1245-4371 | Firmado electrónicamente por: IRAMOSI el 27-04-2024 19:25:45 |

Código documento Trilce: INV - 1583367

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA..... | ii |
| AGRADECIMIENTO..... | iii |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR..... | iv |
| DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR..... | v |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | ivi |
| ÍNDICE DE TABLAS. | vii |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS. | vi |
| RESUMEN | vii |
| ABSTRACT | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 7 |
| III. METODOLOGÍA..... | 22 |
| 3.1. Tipo y Diseño de Investigación..... | 22 |
| 3.2. Variables y Operacionalización..... | 22 |
| 3.3. Población, Muestra, Muestreo, análisis..... | 23 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. | 24 |
| 3.5. Procedimientos..... | 26 |
| 3.6. Método de Análisis de Datos..... | 27 |
| 3.7. Aspectos éticos. | 27 |
| IV. RESULTADOS..... | 26 |
| V. DISCUSIÓN..... | 45 |
| VI. CONCLUSIONES | 50 |
| VII. RECOMENDACIONES | 51 |
| REFERENCIAS..... | 52 |
| ANEXOS | 26 |

ÍNDICE DE TABLAS.

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Resultados del consumo de combustible diario. ----- | 26 |
| Tabla 2: Resultados de la frecuencia de mantenimiento. ----- | 27 |
| Tabla 3: Peso estipulado del trimovil. ----- | 32 |
| Tabla 4: características del motorreductor trifasico a utilizar.----- | 34 |
| Tabla 5: características del banco de baterías. ----- | 35 |
| Tabla 6: Especificaciones técnicas del cargador de baterías.----- | 38 |
| Tabla 7: Inversión inicial de la propuesta. ----- | 39 |
| Tabla 8: Ingreso promedio del ahorro de consumo de combustible mensual.----- | 39 |
| Tabla 9: Flujo de caja de la propuesta. ----- | 41 |
| Tabla 10: Cálculo del VAN. ----- | 42 |
| Tabla 11: Cálculo del TIR. ----- | 43 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS.

| | |
|---|----|
| Figura 1: Descripción de un motor trifásico de corriente alterna..... | 13 |
| Figura 2: Descripción de un variador de frecuencia..... | 14 |
| Figura 3: Esquema de un variador de frecuencia. | 16 |
| Figura 4: Diagrama de barras del consumo de combustible (Km/Gal)..... | 26 |
| Figura 5: Diagrama de barras de la frecuencia de mantenimiento. | 27 |
| Figura 6: Esquema de ubicación del motorreductor. | 32 |
| Figura 7: Esquema de instalacion de dispositivos. | 36 |
| Figura 8: Esquema de conexión del cargador de baterías..... | 37 |
| Figura 9: Esquema de instalacion del cargador de baterias. | 37 |

RESUMEN

Gastar menos combustibles y disminuir los costos operativos es un reto para los fabricantes de trimoviles de diferentes marcas de estos vehículos, optar por innovar alternativas más relevantes en cuanto el uso de estas novedades de tecnologías en la industria automovilística.

El principal objetivo de esta investigación es Diseñar un Sistema de Transmisión con Motorreductor Trifásico para Disminuir los Costos Operativos en Trimovil de Pasajeros, especialmente para los vehículos eléctricos, se está implantando y existe una normativa que fomenta su uso.

El método que se empleó fue la de analizar las variables de operación de motores de inducción trifásicos de corriente alterna de alta eficiencia, como fuente de energía mecánica de un trimovil, que originalmente siempre fue propulsado por un motor de combustión de 150cc y su factibilidad de implementación de acuerdo con las diferentes situaciones y condiciones de operación de estos vehículos menores.

Inicialmente, se analizaron las variables operativas del motor de 150cc (combustión), es decir, la relación de la eficiencia energética y el consumo del combustible. El método de instalación del motorreductor asíncrono trifásico define nuevas condiciones de funcionamiento para este trimovil. La conservación de energía en varios sistemas determina la posibilidad de sustituir el motor de combustión por un eléctrico.

Asimismo, se realizó un balance energético del nivel de autonomía de los trimoviles según la capacidad energética almacenada en el bloque de baterías de la unidad. Finalmente, el retorno de los costos y presupuestos se deriva empleando indicadores basados en la inversión, así también el retorno económico, el producto de ingresos a corto plazo que generará este trimovil de pasajeros.

Palabras clave: Trimovil, motorreductor trifásico, sistema de transmisión.

ABSTRACT

Spending less fuel and reducing operating costs is a challenge for trimobile manufacturers of different brands of these vehicles, opting to innovate more relevant alternatives regarding the use of these new technologies in the automobile industry. The main objective of this research is to Design a Transmission System with a Three-Phase Geared Motor to Reduce Operating Costs in Passenger Trimobiles, especially for electric vehicles, it is being implemented and there is regulation that encourages its use.

The method used was to analyze the operating variables of highly efficient three-phase alternating current induction motors, as a source of mechanical energy for a trimobile, which was originally always propelled by a 150cc combustion engine, and its feasibility of implementation in accordance with the different situations and operating conditions of these minor vehicles.

Initially, the operating variables of the 150cc engine (combustion) were analyzed, that is, the relationship between energy efficiency and fuel consumption. The installation method of the three-phase asynchronous gear motor defines new operating conditions for this trimobile. Energy conservation in various systems determines the possibility of replacing the combustion engine with an electric one.

Likewise, an energy balance of the level of autonomy of the trimobiles was carried out according to the energy capacity stored in the unit's battery block. Finally, the return on costs and budgets is derived using investment-based indicators, as well as the economic return, the short-term income product that this passenger trimobile will generate.

Keywords: Trimovil, three-phase reducer motor, transmission system.

I. INTRODUCCIÓN

El uso del combustible en la actualidad en los motores de combustión tiene dos resultados: el enorme costo del combustible en cuanto a su operación y la liberación de gases tóxicos a través del tubo de escape hacia el medio ambiente. (según Tipanluisa pag.4) 2017.

Explorar nuevas energías para de alimentación para el parque automotor, es política energética de diversos países, que apunta a reducir la sujeción de los hidrocarburos.

El transporte eléctrico son los más dinámicos, adoptando nuevas tecnologías dentro del marco regulatorio sin afectar significativamente las fuentes energéticas de cada país (Muñoz pag.13) 2016.

En nuestro continente latinoamericano, donde la industria automotriz representa del 20% al 45% del consumo total de combustible, la gasolina de varios octanos, GLP y Diésel son los más utilizados. En la estructura de costos de operación vehicular, el combustible representa entre 35% y 55% de los costos totales (Instituto de Ingenieros Químicos de México pag.11) 2017.

Emplear motores eléctricos en cualquier vehículo de diferentes tamaños, está supeditado por el banco de baterías que lo contiene para almacenar la energía, que es manejada cada vez más por baterías de mayor capacidad, como por ejemplo las baterías de Litio, que hace cada vez más posible el uso de motores eléctricos, para la activación de la transmisión mecánica de diferentes vehículos, en este caso nuestro trimovil.

Asimismo, se realiza el proyecto de investigación desarrollado en relación con la posibilidad de utilizar motores asíncronos de corriente alterna trifásicos en los trimoviles según condiciones de operación y funciones correspondientes; se modificará de acuerdo con las características de las vías por donde circulen. En otras palabras, la instalación y dimensionamiento del motor eléctrico debe realizarse bajo un estricto control de las condiciones de puesta en marcha y manejo del trimovil (funcionamiento con motor de combustión a gasolina); esta es la razón de la propuesta de investigación.

En nuestra zona de Piura, si bien la flota es real, se divide en diferentes categorías, siendo los vehículos menores los trimoviles (motores 150cc) utilizados en el transporte local con exceso de combustible y costos de operación en relación con los gastos. Los mototaxistas invierten entre 40 y 55 soles diarios en combustible y obtienen un ingreso diario de 80 soles por la prestación del servicio; Estos inconvenientes causaron problemas en la industria y optaron por buscar formas de solucionar estos problemas. Demanda de nuevas tecnologías automotrices para disminuir los costos operativos.

Esta necesidad llevó a la siguiente pregunta: ¿Es posible diseñar un trimovil de pasajeros propulsada por motor reductor eléctrico trifásico, en lugar de un motor de combustión 150cc?

Desde nuestro punto de vista económico, el estudio se justifica, debido a que la inversión de instalar un motor eléctrico por un período determinado es rentable de acuerdo con los costos de gastos de combustible; En la ciudad de Piura en las condiciones de funcionamiento de estos vehículos cuando transitan, el consumo de combustible varía de acuerdo con el estado de mantenimiento del motor de combustión(150cc).

La propuesta justifica teórica y técnicamente, ya que la energía que necesita para accionar el sistema de transmisión del trimovil proviene de una unidad de batería que almacena energía eléctrica proveniente del medio externo. El ambiente exterior es el lugar donde se cargan los packs de baterías (infraestructura de carga) y actualmente existe una normativa sobre su uso. Además, el análisis operativo determinó cómo cambiaban los parámetros de operación de un trimovil equipado con un motor de 150cc bajo diferentes condiciones de trabajo, principalmente el torque generado por el motor de combustión 150cc a diferentes revoluciones.

Con el propósito de proteger nuestro medio ambiente, este artículo tiene como objetivo utilizar un motor eléctrico trifásico para accionar un trimovil, evitando el uso de motores de combustión (150cc) y la emisión de gases de impacto ambiental.

Considerando la fuente de generar electricidad. para cargar los packs de baterías de los trimoviles eléctricos A partir del agua y la energía solar de las baterías, reduciendo así la contaminación del aire en los aparcamientos y al mismo tiempo reduciendo el ruido o la contaminación acústica, que actualmente es una enfermedad profesional.

En nuestro contexto social, nuestro estudio elige los vehículos eléctricos como un medio de transporte universal que reduce los altos costos de combustible y brinda a los usuarios y/o pasajeros mejores condiciones de seguridad y comodidad durante el viaje.

El trimóvil siendo el medio de transporte más común en nuestra localidad, Muchos autores afirman que, tras la inserción al parque automotriz, se convirtió en una herramienta de trabajo para nuestra población, sin embargo, la ausencia de mantenimiento un alto índice de informalidad, agravando las condiciones ambientales de las principales localidades de nuestra región, generando repercusión en la generación de CO₂ y ruido ambiental.

Según Crouse y William Anglin (1992), nos dice que todas energías provenientes de motores de combustión generan gases contaminantes, como, por ejemplo: el óxido de carbono (CO), el de azufre (SO_x) y otros componentes como son los todos los aditivos, productos que sirven para aumentar el octanaje a la gasolina.

Estos combustibles incrementan su concentración para contaminar debido a la falta de mantenimiento de la unidad.

La generación de concentración de CO₂, en el parque automotor no se encuentra legislada, sin embargo, el incremento excesivo constituye el aumento de impacto ambiental.

Además, el exceso de ruido (contaminación acústica) generado por los trimoviles, ha sido demostrada en distintos estudios que causan enfermedades ocupacionales, según OMS.

Motivos por el cual buscamos alternativas de solución, para así reducir la contaminación, es aquí donde podemos cambiar de fuentes energéticas y poner en práctica el funcionamiento el motor de combustión a gasolina reemplazándolo por un motorreductor eléctrico trifásico de corriente alterna.

Una alternativa que requiere relevante información para demostrarle a nuestros usuarios las ventajas ambientales y ser efecto multiplicador por su atractiva implementación.

Se formuló el problema general de este proyecto de investigación siendo lo siguiente:
¿Al Diseñar un sistema de transmisión con Motor reductor trifásico en Trimovil de pasajeros beneficiará a disminuir los costos operativo y contribuir con nuestro medio ambiente?

Entonces a partir de este problema nacen los siguientes interrogantes específicos como son: ¿En qué porcentaje disminuirá los costos operativos al emplear estos vehículos con motor reductor eléctrico trifásico?, ¿Qué porcentaje de gases de escape, dejaría de arrojar el motor de combustión a gasolina al reemplazarlo por motorreductor eléctrico trifásico?, ¿Cuál es la diferencia de gases en pares por millón (PPM) que dejaría de emitir al medio ambiente el motor de combustión interna al sustituirlo por un motorreductor trifásico de corriente alterna?, ¿Qué porcentaje de nivel de ruido en decibeles reduciría al diseñar el trimovil con motor eléctrico?

El objetivo general de esta investigación fue Diseñar un Sistema de Transmisión con Motorreductor Trifásico para Disminuir los Costos Operativos en Trimovil de Pasajeros, el cual se planteó 4 objetivos específicos siendo las siguientes: describir la situación actual de funcionamiento de un trimovil con motor de combustión en cuanto al mantenimiento y consumo de combustible, realizar el diseño de transmisión utilizando un motor reductor de inducción 3Ø bajo diferentes condiciones de conducción, seleccionar el dimensionamiento de elementos del sistema de potencia y control para la transmisión de acuerdo con los requerimientos del trimovil y preparar un análisis económico de las propuestas utilizando métricas financieras de coste/beneficio.

Este proyecto es factible en cuanto al diseño del sistema de transmisión con un motorreductor eléctrico 3Ø, para un trimovil de pasajeros.

Para la justificación de este proyecto de investigación se acreditó según el argumento del siguiente autor:

Según el autor CASTRO et al. (2007). Nos dice que el descenso del almacenamiento de combustibles fósiles y el elevamiento de diversos inconvenientes de impactos ambientales vinculados con su empleo ha incentivado a la búsqueda de nuevas energías que sean amigables con el medio ambiente.

Nuestra comprensión de los beneficios ambientales de los motores eléctricos sobre los motores de combustión interna marrón confirmará su viabilidad ambiental, y se necesita información precisa para respaldar esta ventaja de tecnologías utilizadas actualmente. Para ello, se realizará un análisis de control del nivel de ruido, concentración de gases de impacto ambiental y consumo energético necesario convertido en emisiones de CO₂.

El impacto antrópico de utilizar un trimovil con motor eléctrico es demasiado pequeño, y se puede contar con el uso de esta herramienta de trabajo para disminuir el nivel de dispersiones de CO₂ y la contaminación acústica. Tal propagación podría mejorar nuestra calidad de vida al mitigar la contaminación de nuestro aire que respiramos en nuestra ciudad y mejorar los posibles cambios en la salud de la población. Los valores de datos analíticos cuantitativos obtenidos, como mediciones de nivel de ruido, emisiones de CO₂, etc., serán un punto de referencia para futuras investigaciones, así como para aquellos que deseen evaluar un mayor impacto ambiental y lograr su mitigación.

II. MARCO TEÓRICO

Para la elaboración de este trabajo de investigación, se recopilaron estudios de diversos autores relacionados con la utilización de la energía eléctrica en el uso de vehículos automotores:

Según el autor José Carlos Sabana Padilla en un artículo publicado en la Universidad Católica del Perú confirmó el cálculo de valores de velocidad angular generados por un motor eléctrico en cortocircuito montado sobre un vehículo eléctrico híbrido. Debido a su alta eficiencia, durabilidad, bajo coste de mantenimiento y control vectorial, brinda una excelente precisión en el control de velocidad y suficiente par en el arranque, lo que convierte a los motores de cortocircuito en un excelente reemplazo en los motores de explosión en los vehículos. Ayuda a mitigar la emanación de partículas de dióxido de carbono, que tienen impacto en el medio ambiente. (2018).

Según el autor, Ceñal Ramón, en su trabajo de investigación presentado en Universidad de Madrid-España, llamado Carlos III, observo a través de diferentes estudios algunos indicadores de funcionamiento y sistema permanente del motor de inducción con rotor en cortocircuito. Esto permitió crear diferentes ecuaciones que modelan el correcto funcionamiento de un motor en cortocircuito a diferentes velocidades y posiciones de potencia.

Esta investigación provocó cambios en la adaptación del motor eléctrico del vehículo, por lo tanto, opté por el análisis de cambios en la máquina eléctrica como unidad motriz del vehículo. Además, desarrolló sistemas de control numérico vectorial de tamaño adecuados control vectorial orientado al campo (FOC), que le permitieron determinar las relaciones entre la velocidad y las condiciones de operación de un vehículo sujeto a cambios en la potencia mecánica. Finalmente, realizó una simulación de modulación de la onda sinusoidal, al lograr cambiar el ancho de pulso. (2017).

Alegre, en una tesis de Ingeniería Industrial desarrollado por medio de la Escuela Técnica Superior-España, se concluyó lo siguiente:

Como parte de fuente de energía mecánica del vehículo, se fomentó al desarrollo de un modelo dinámico y eléctrico para el funcionamiento del motor eléctrico de rotor en cortocircuito y combustión interna. Por tanto, se realiza un análisis numérico de funcionabilidad de 2 motores instalados en paralelo en un coche híbrido.

El funcionamiento de la estación de carga implica el acceso de energía eléctrica a la unidad de batería del vehículo, y también genera en tiempo real un sistema de ubicación geográfica donde encontrar el lugar del punto de carga. De esta forma, se simulan parámetros de funcionamiento como el par, la velocidad angular, la corriente y la tensión que utiliza el vehículo eléctrico en caso de cortocircuito. Usó Matlab/Simulink para todas estas pruebas. / año 2017.

Apaza en una tesis presentada a la Universidad Nacional del Altiplano - Bolivia. realiza un estudio en la región de Puno, sobre el cambio de un vehículo de combustión Toyota (Prius) reemplazándolo por eléctrico. Para desarrollar la investigación utilizó la investigación analítica descriptiva, aplicando métodos sustentados en un ejemplar modelo de sustitución de automóviles híbridos para su posterior utilización. Su método de investigación es descriptivo, donde comparando diferentes variables y en base a su hipótesis, se separaron en la comparación de características y el comportamiento del fenómeno bajo diferentes condiciones de datos relacionales. Su población de muestra se basó en motores de cuatro tiempos (diésel), probados por motores eléctricos híbridos modelo Toyota Prius, dos de los cuales fueron probados en el tramo de Puno, donde se realizó el estudio. (2019).

Según Paz, la investigación, desarrollada y sustentada en Universidad Técnica de Ambato - Ecuador, tuvo como finalidad principal exponer la elaboración de un ejemplar modelo (prototipo) del sistema de mando (control) de un motor eléctrico que accionaba un auto biplaza modelo:UTACIM17.

En esta investigación precisó procedimientos de proceso de arranque y aceleración (funcionamiento) del sistema de mando del vehículo eléctrico, y durante el desarrollo del proceso constructivo se le agregaron los componentes eléctricos necesarios a la plataforma; utilizar diferentes fuentes de energía alternativas en el transporte, reduciendo así la contaminación ambiental provocada por los vehículos tradicionales y reduciendo también el ruido de funcionamiento de los vehículos y facilitando el acceso al mantenimiento gratuito. (2018)

Según un estudio publicado por Kantorini mediante la Universidad Nacional del Centro-Perú. Describió la utilización del frenado regenerativo para ahorrar energía en los autos híbridos que se usan en Lima. Su investigación fue descriptiva y, siguiendo un diseño descriptivo, utilizó un automóvil híbrido Toyota Prius como unidad de observación para investigar y recopilar datos sobre el frenado regenerativo, que puede lograr una mayor eficiencia del sistema. Sus resultados se centraron en la energía regenerativa de un motor HEV con una potencia media de 8.3 kW, y una relación de variación del 81,74 %, señalando una heterogeneidad de los resultados obtenidos. (2018)

Según Chuquillanqui et al. En un documento respaldado por la Universidad ESAN. Se realiza una descripción y valoración de la incorporación de vehículos eléctricos en nuestro país, con un estudio preliminar de la introducción de estos vehículos de otros países, como sus procedimientos, características y sobre todo, los inconvenientes para su uso, principalmente la disponibilidad; largas distancias desde los puntos de recarga de vehículos y el elevado precio de este Equipo. Respecto a estos estudios, mencionó que las empresas recolectoras de residuos sólidos no tendrían problema en utilizar estos vehículos y que sería un programa que incentivaría el uso activo de estos vehículos eléctricos porque tienen caminos predeterminados para superar obstáculos autónomos, para que el tiempo de uso corresponda al tiempo máximo de consumo de energía, lo que permite cargar la batería cuando el precio de la electricidad es bajo. (2017)

Según Rocha et al., su tesis que desarrolló y presentó a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK - Ecuador. realizado como proyecto de tesis un prototipo de vehículo eléctrico fabricado toda la estructura del chasis tubular convertible (biplaza) que cumpla con todos los requerimientos de diseño aprobados por la autoridad competente, como son 50 km/h de velocidad, 450 kg. De capacidad máxima de carga y un 14. % de tracción de subida, sin descuidar la holgura (comodidad). El análisis y desarrollo del modelo de dinámica vehicular tuvo en cuenta la topografía de la ciudad para identificar componentes eléctricos como potencia del motor en kilovatios, unidad de control electrónico, sistema de frenado regenerativo y batería. El dispositivo funcionó y fue evaluado bajo la condición de 4 pruebas de frenado, con una velocidad dinámica de 13,8 m/s, la unidad se detuvo después de 5,1 metros; para recibir una prueba de fuerza mecánica, con 14% de subida en línea recta, que van desde 9 a 11 kW, todos los análisis de prueba defrenado regenerativo dieron un resultado promedio de 0,6 kW; En la prueba autónoma se alcanzaron 30,4 km a plena carga. Por lo tanto, se concluye que se deben considerar dos componentes principales que son: las baterías y el motor eléctrico antes de proyectarse a convertir un vehículo eléctrico eficiente. (2017)

Los vehículos eléctricos son aquellos en los que el par mecánico necesario para el correcto funcionamiento del aparato lo proporciona un motor de jaula de ardilla que aprovecha la energía almacenada del banco de baterías. y descargarlo desde medios externos. A diferencia del motor de combustión, los motores de con rotor en cortocircuito tienen una alta eficiencia, destacando un 80-95% de torque o par motor rectilíneo e instantáneo, con una mayor eficiencia y un mínimo mantenimiento y sin emisiones de partículas de efecto invernadero. Por lo tanto, los coches eléctricos a futuro serán el medio de traslado (transporte) más considerado con el medio ambiente.

El motor eléctrico que utilizará el Trimovil de pasajeros será un motor reductor 3Ø de corriente alterna, un banco de baterías conectado directamente a la unidad transformadora, que permitela carga de baterías domiciliarias con un cargador monofásico unidireccionalaislado galvánicamente instalado en el sistema.

La tarea principal del convertidor de frecuencia, que regula la velocidad del motorreductor trifásico de corriente alterna y por lo tanto del sistema de transmisión de potencia del trimovil, es calcular el par o torque de arranque que se le aplica en función de la posición del acelerador (tipo manija), la celeridad real y otras restricciones en cuanto a la conducción, si el motorreductor eléctrico requiere par o torque se reducirá la velocidad del convertidor de frecuencia para aumentar la autonomía de las baterías. El convertidor de frecuencia envía potencia al motor trifásico, esto dependerá de la voluntad o posición del acelerador, cuando el conductor lo activa y puede al mismo tiempo invertir el sentido de giro.

El Trimovil de pasajeros eléctrico convertido debe tener Baterías de 12 VDC para operar otros sistemas que funcionan con alimentación de 12 VDC del convertidor de frecuencia con un convertidor de 220 VAC.

Para contar con la información de recarga y entrega de energía eléctrica en las baterías se conecta un indicador electrónico que registra los datos de carga de la batería en porcentajes, el cual estará insertado en el tablero principal del trimovil de pasajeros, sin tener que perjudicar la seguridad de estética de la carrocería interna de este vehículo.

La potencia mecánica representa el torque o par nominal que necesita el motorreductor trifásico para accionar el trimovil sin ningún problema, es decir, con todos los parámetros de funcionamiento que puedan estar disponible para su puesta en marcha. Esta potencia inicialmente suministrada por el motor de combustión a gasolina, depende mucho de la relación de compresión y el volumen del cilindro, ya que cuanto más altos son los valores, más alto será la explosión y por ende más fuerza tendrá en el pistón.

también depende de las revoluciones por minuto (RPM) que gira el cigüeñal del motor.

$$P = T \times \omega \quad \longrightarrow \quad \omega = \frac{2\pi \cdot n}{60} \quad \longrightarrow \quad P = \frac{T \cdot 2\pi \cdot n}{60}$$

Dónde:

P: Potencia (Watt)

T: Torque o par motor (N.m)

ω : Velocidad angular (rad. / seg.)

N: Velocidad (rpm)

El torque o par motor se puede concretar como la fuerza o momento de fuerza que necesita el cigüeñal de un motor de combustión para que gire y pueda accionar al sistema de transmisión.

$$T = \frac{P_e * V_H}{4\pi}$$

Dónde:

T: Par motor o torque (N.m)

P_e: Presión media promedio (Pa)

V_H: Cilindrada total del motor (cm³)

La potencia en los motores eléctricos trifásicos se mide en Watts o kW.

$$P_s = P_e * \eta \quad \longrightarrow \quad \eta = \frac{P_2}{P_1}$$

Dónde:

η : Eficiencia del motor eléctrico (%)

P₂: Potencia de salida (kW)

P₁: Potencia de entrada (kW)

La correcta selección del motorreductor trifásico, se calcula mediante la potencia mecánica que necesita trimovil para su eficiencia en el accionamiento de su sistema de transmisión.

$$P = \frac{P_v}{E_1 * E_2 * E_3}$$

Dónde:

P: Potencia del motorreductor trifásico (watts)

Pv: Potencia del sistema de transmisión (watts)

E1: Eficiencia del sistema de transmisión (0.88)

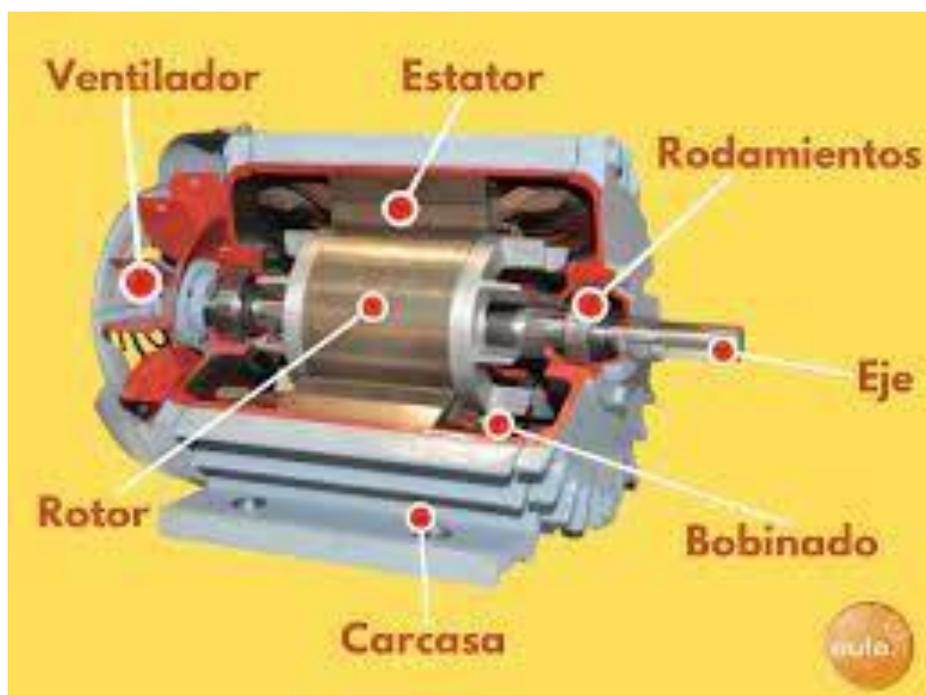
E2: Eficiencia de los rodamientos del sistema de transmisión (0.90)

E3: Eficiencia del motorreductor trifásico (0.90)

Motor trifásico de corriente alterna.

El motor de inducción trifásico lo podemos definir como una máquina eléctrica, que transforma la energía eléctrica en otro tipo de energía, como es energía mecánica a través de la interacción de los devanados separados a 120 grados eléctricos dentro del estator. Sus partes principales son: estator y rotor.

Figura 1: Descripción de motor trifásico de corriente alterna.



El motorreductor

Es una máquina compacta compuesta de un reductor de velocidad y un motor eléctrico. Estos van unidos entre si formando una sola pieza y su objetivo principal es reducir la velocidad de un equipo de forma automática.



En primer lugar, el motor reductor necesita reducir la velocidad de la máquina según su funcionamiento. Si son más fuertes que el equipo que está moviendo, los reductores son la solución para aumentar el par o torque nominal.

Datos del motor reductor trifásico:

- ✓ Potencia : 1.5 kW
- ✓ Tensión : 220 VAC
- ✓ Velocidad del motor (N.m): 1750 rpm
- ✓ Velocidad del reductor (Nr): 460 rpm
- ✓ Torque o Par nominal (T): N.m
- ✓ Velocidad angular (ω): rad/s

El convertidor de frecuencia

Es un equipo electrónico cuya función principal es controlar la aceleración y desaceleración de la velocidad (rpm) de un motor de inducción de corriente alterna (AC), mediante la modificación de la frecuencia de la corriente alterna suministrada por la red.



Para el diseño del presente proyecto se utilizó un variador de frecuencia con una entrada de 220 VAC monofásica y una salida de 220 VAC trifásica.

Figura 2: Descripción de un convertidor de frecuencia



Principio de funcionamiento

Estos equipos electrónicos, conocidos como convertidores de frecuencia, funcionan básicamente que, al ir variando la frecuencia de salida, también ira variando la aceleración y desaceleración de la velocidad de giro del motor trifásico de corriente alterna (AC), ya que para variar la velocidad de giro en las maquinas eléctricas, este dependerá al variar su frecuencia de la corriente suministro y por ende el número de polos de su devanado.

Para calcularlo se tiene la siguiente formula:

$$RPM = \frac{120 \times f}{p}$$

Dónde:

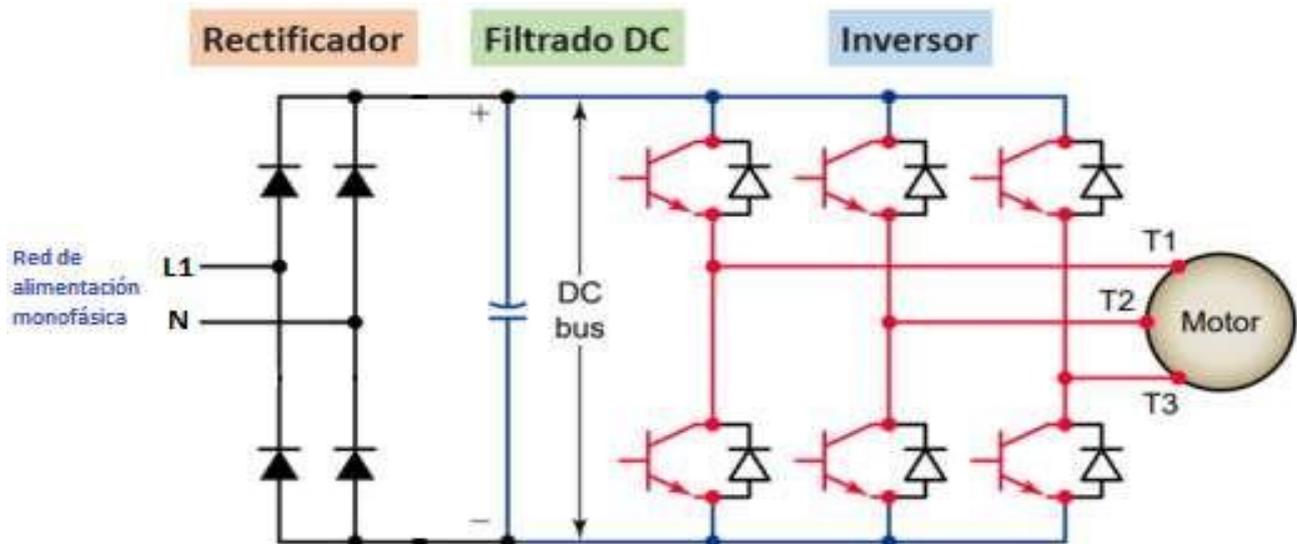
N: Velocidad de rotación del motor (rpm)

F: frecuencia de suministro de la corriente alterna (Hz)

P: Número de polos del motor.

Este equipo electrónico recibe una señal eléctrica de las fases de frecuencia de la red de suministro, para luego transformarla en una señal continua, filtrándolo y finalmente nuevamente en una señal alterna, pero con la frecuencia deseada según nuestras necesidades.

Figura 2: Esquema de un variador de frecuencia.



EL INVERSOR DC-AC

Los inversores DC-AC, son equipos electrónicos que tienen como función principal transformar la tensión de corriente continua (DC) procedente de un grupo de baterías en una tensión alterna (AC) de frecuencia constante.



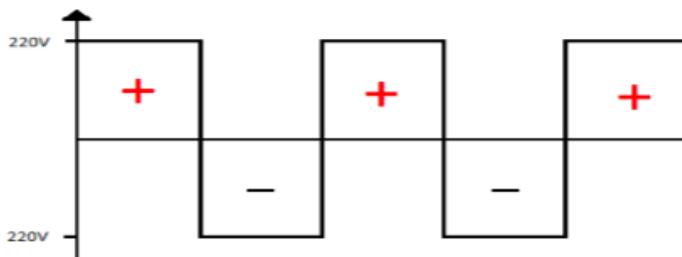
Fuente: internet.

TIPOS DE INVERSORES

Tenemos 3 tipos de inversores que se detallan según descripción:

Inversor de onda cuadrada:

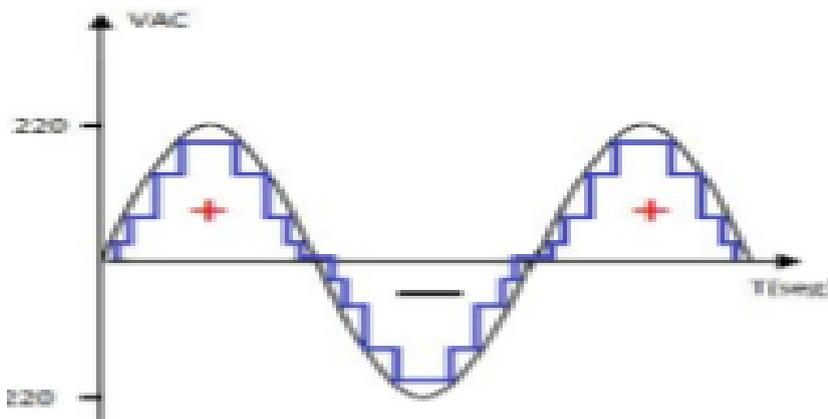
Estos equipos son económicos y menos eficientes, porque generan armónicos produciendo interferencias como ruidos, calentamiento de circuitos, etc. Además, no son aptos para cargas inductivas (motores de inducción). Al utilizarse para este tipo de cargas se produce un sobrecalentamiento del equipo. Principalmente se utilizan para cargas de bajo consumo de corriente: televisores, ordenadores, etc. Es importante tener en cuenta la potencia nominal del aparato en cuestión. Por ejemplo, para un TV Led de 32" que consume 140W, se debe considerar un inversor de 300W, debido a la falta de eficiencia del inversor.



Inversor de onda modificada:

Son más costosos que el anterior por ser más sofisticados, la modificación del ancho del pulso se logra utilizando una conmutación electrónica, para obtener una onda modificada lo más cercano posible a una onda sinusoidal.

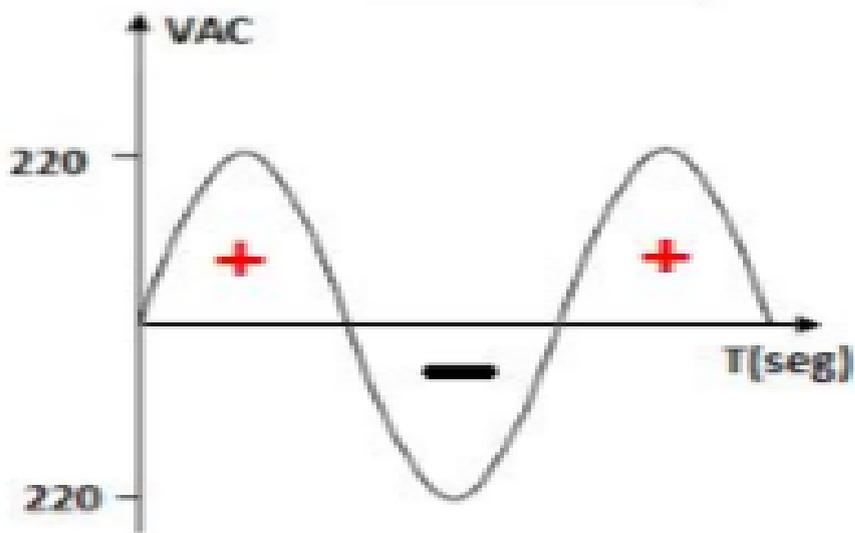
Asimismo, la salida de onda no es 100% onda sinusoidal pura, pero se aproxima. En cuanto al contenido de armónicos es menor que una onda cuadrada. Estos inversores relacionados con la calidad y precio son aplicables para sistemas de alumbrado, computadoras y televisores. la parte de color azul, indica la onda modificada.



Inversores de onda sinusoidal Pura:

En este tipo de inversor, la electrónica es más elaborada, considerándose la instalación de microprocesadores de última generación, el cual permiten tener una eficiencia de 90%. Al tener un mejorado diseño nos proporciona mejores beneficios de utilización, como la medición de energía consumida, selección de modalidades de bajo consumo en forma automática, etc. Estos equipos se pueden configurar para que trabajen con diferentes tipos de paneles fotovoltaicos. La principal desventaja es su elevado costo siendo este mayor que los inversores anteriores.

Es recomendable la utilización de estos equipos cuando se tiene cargas inductivas que necesiten gran potencia y eficiencia en las baterías como son: motores eléctricos, neveras, refrigeradores, máquinas de soldar, etc.



BATERÍAS

una batería es un dispositivo portátil capaz de almacenar corriente eléctrica continua, está conformado en su interior por celdas electroquímicas, cuya función principal es convertir la energía química en energía eléctrica. Su capacidad de almacenamiento dependerá esencialmente de su tamaño y potencia.



Tipos de baterías:

De plomo-ácido:

Las baterías de plomo-ácido son dispositivos electroquímicos que utilizan una combinación de plomo y ácido sulfúrico para almacenar energía eléctrica. Estas baterías son reconocidas por su robustez y fiabilidad, lo que las convierte en una opción popular en diferentes aplicaciones.

De níquel-hierro (Ni-Fe):

Esta batería está conformada en su interior de óxido de níquel que conectan las placas positivas y hierro con hidróxido de potasio en las placas negativas. Es muy robusta y resistente a sobrecargas, descargas y cortocircuitos. Se caracterizan por tener una larga vida útil aproximadamente de 20 años. Su sistema de carga es de forma continua, debido a su bajo consumo de energía específica.

De alcalinas de manganeso.

Las baterías alcalinas de manganeso se caracterizan por tener un menor tamaño en cuanto a la portabilidad y conveniencia, es perfecta para su traslado y utilización. Por su forma y tamaño garantizan que se ajusten perfectamente a dispositivos que se desea abastecer. Su capacidad de descarga es amplia, permitiendo así una larga vida útil.

De níquel-cadmio (Ni-Cd):

Estas baterías debido a su alto contenido de estos elementos químicos cada vez son menos utilizables en el sector doméstico e industrial, ya que posee mayores índices de contaminación. Sin embargo, dentro de las ventajas que se puede rescatar es porque tienen una capacidad de 1000-1500 ciclos de carga y descarga, permitiendo alargar la vida útil de la batería.

De níquel-hidruro metálico (Ni-MH):

Este tipo de batería se caracteriza por tener un ánodo de óxido de níquel y un cátodo de aleación de hidruro metálico. Por sus elementos químicos que lo conforman no es amigable con el medio ambiente. Esencialmente se caracteriza por ser entre 2 a 3 veces mayor su capacidad de almacenamiento, respecto a las baterías de Ni-Cd, siendo del mismo tamaño y peso.

De iones de litio (Li-ion):

Este tipo de batería emplea como principal elemento químico el electrolito de sal de litio capaz de realizar una reacción electroquímica reversible, conectando sus placas de cátodo y el ánodo.

Se caracterizan por tener una alta resistencia a la descarga y una gran capacidad de almacenamiento, gracias a ello han permitido diseñar una gran variedad de acumuladores de distintas formas y tamaños, con grandes índices de eficiencia y rendimiento, aplicados y adaptados especialmente en el campo de la electrónica industrial por su gran consumo.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación.

Tipo de Investigación: ES APLICADA.

Porque realmente trata de solucionar la problemática del alto nivel de consumo de combustible del motor 150cc (combustión) de alto empuje, para liderar y fortalecer el conocimiento de su aplicación en el aporte de logros de desarrollos científicos.

Diseño de la Investigación: ES EXPERIMENTA LONGITUDINAL.

Porque este estudio se ejecutó sin manipular intencionalmente las variables. En realidad, se basa en observar los fenómenos de conservación de energía en su entorno natural para luego elaborar un análisis cuidadosamente.

3.2. Variables y Operacionalización.

Variable independiente: Sustitución de motor de combustión (gasolina) por motorreductor de inducción trifásico.

Definición conceptual: Se trata de un estudio sobre la adaptación o sustitución del motor de 150 cc por un eficiente motor 3Ø como fuente de energía mecánica en trimovil.

Definición operacional: Las mediciones del cambio en esta fuente de energía se basan en los requisitos de carga de pasajeros del trimovil, mejor dicho, cómo pueden variar los matemáticamente los parámetros de operación del funcionamiento del motorreductor eléctrico.

Indicadores: Se observan o consideran varios indicadores del motor eléctrico y sus partes, por ejemplo: potencia eléctrica en kilovatios (kW), voltaje en voltios (V), corriente en amperios (A), almacenamiento de energía eléctrica en amperios hora (A-H).

Escala de Medición: esencialmente al elaborar un análisis matemático de la escala de relación de conversión permite operar todo tipo de operaciones de cálculo, así como una buena cantidad de datos estadísticos. (Padilla, 2008)

Variable Dependiente: Accionamiento de puesta en marcha del trimovil.

Definición conceptual: Es el movimiento de la transmisión mecánica que requiere el trimovil para el correcto desplazamiento y circulación, aprovechando la energía mecánica del manorreductor 3Ø.

Definición operacional: se determina y se evalúa la energía mecánica utilizando parámetros operativos de una rueda del vehículo (trimovil), en función a su velocidad y su resistencia en la fuerza de la dirección en diversas condiciones operativas.

Indicadores: Se toma en cuenta diferentes factores en el funcionamiento como son: potencia mecánica en kilowatts (kW), torque o par motor que se mide newton por metro (N.m), velocidad de rotación. (RPM).

Escala de medición: la escala de razón de transformación permite calcular operaciones de fórmulas matemáticas y conseguir proporciones de todo tipo, así como evaluar diferentes cálculos estadísticos. (Padilla / 2008)

3.3. Población, Muestra, Muestreo, análisis.

Población: 60 trimoviles con motor de combustión de 150cc en nuestra localidad (de año de fabricación 2016 - SUNARP).

Criterio de Inclusión: de preferencia trimoviles con motor 150cc (combustión), para comprobar la factibilidad de sustituir por el motorreductor trifásico, debido a que estos trimoviles de pasajeros, desde el año 2016 hasta la actualidad, este ya no cubre la garantía de la tienda del concesionario y por lo consiguiente se podrán realizar todas las transformaciones.

Muestra: 3 trimoviles con motor de combustión de 150cc (año fabricación 2016 según SUNARP)

Muestreo: se elabora un muestreo tipo aleatorio. Este método es un procedimiento comúnmente de mayor utilización en proyectos de investigación, ya que constan de mayores probabilidades para ser seleccionados, según Bravo Jarquín, (2020).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Para este correcto estudio se elabora una encuesta técnica para la recopilación de datos hacia los usuarios mototaxistas, fue: la observación y el análisis documental de los parámetros de operación.

- ✓ Las técnicas de la observación consistieron en la visualización de parámetros de operación y funcionamiento de trimoviles de pasajeros con motor 150cc (combustión) en cuanto al mantenimiento, así como el mayor consumo diario de combustible.
- ✓ El análisis de acreditación de los parámetros de operación y funcionamiento se centró esencialmente en las fórmulas matemáticas sobre la eficiencia en la conservación de la energía, en los motores de combustión a gasolina vs motores eléctricos de inducción electromagnética, así como también su protección eléctrica.
- ✓ Técnica de la encuesta.

Encuesta técnica.

La encuesta técnica recopiló diferentes datos de trimoviles de pasajeros para su posterior estudio. Estos varían de acuerdo a su recorrido a diferentes condiciones de funcionamiento como es la carga de pasajeros, velocidad etc. Para ello se utilizó un formato encuesta para determinar todos los gastos operativos más relevantes del sistema, a continuación, se detalla la siguiente tabla:

Formato de encuesta técnica de datos y evidencias.

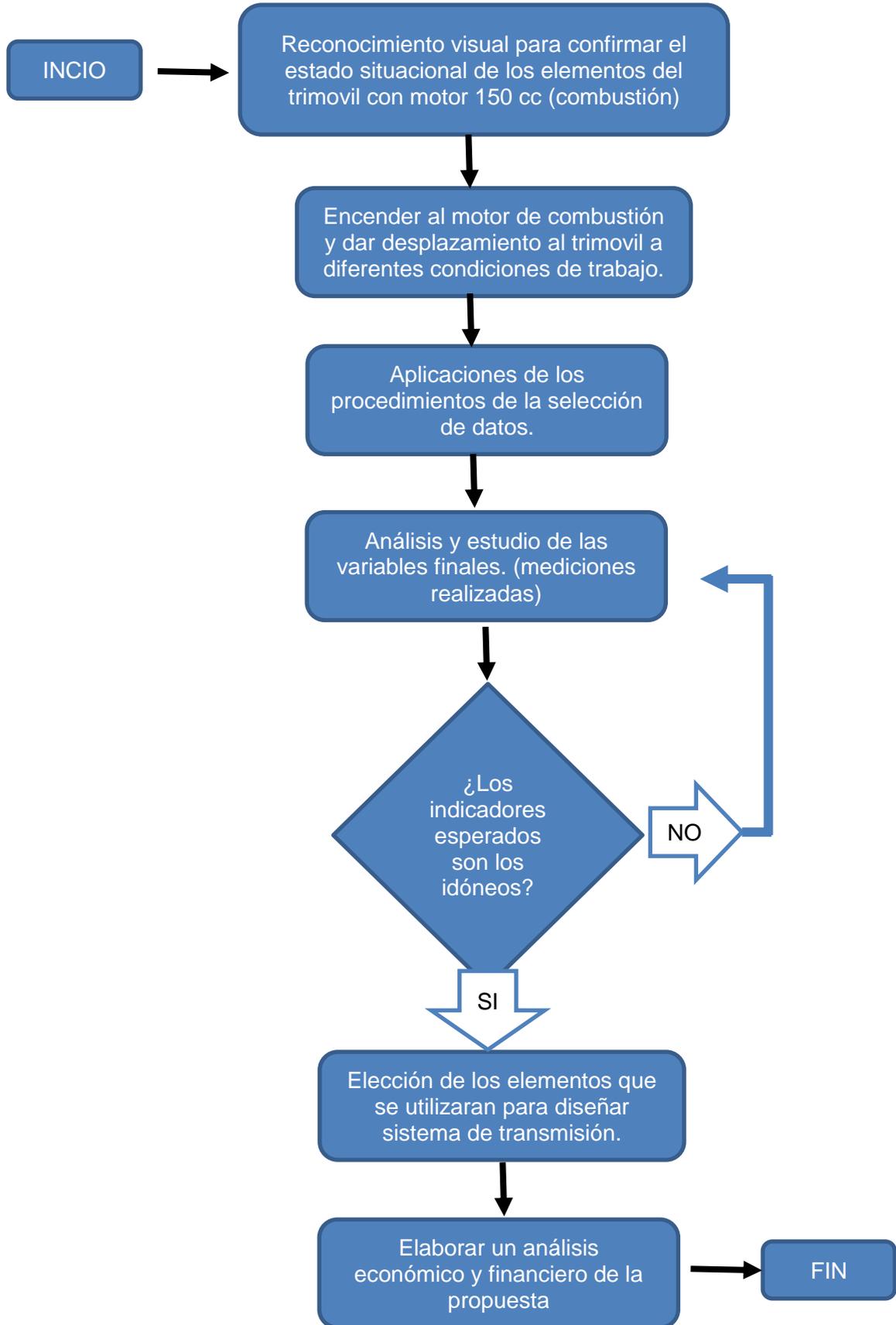
| Datos de la encuesta técnica | evidencias |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">✓ Año de fabricación según tarjeta de propiedad✓ Cilindraje en cm³✓ Marca de trimovil✓ Frecuencia de cambio de aceite✓ Frecuencia de cambio de sistema de arrastre |  <p>Ficha de encuesta</p> |

- ✓ Frecuencia de bajada de motor
- ✓ Cantidad de combustible consumido al día
- ✓ Horas de trabajo al día
- ✓ Días de trabajo a la semana
- ✓ Ingreso diario percibido



Proceso de encuesta a mototaxistas

3.5. Procedimientos.



3.6. Método de Análisis de Datos.

Todos los datos registrados en la encuesta técnica son cuidadosamente analizados utilizando fórmulas matemáticas de conversiones de energía térmica por medio del combustible (gasolina) en energía mecánica que generan los neumáticos, cuando funciona con un motor de 150cc. y uncorrecto análisis de como transferir la corriente eléctrica desde el banco de baterías hacia el motorreductor trifásico de corriente alterna, que acciona el sistema de transmisión.

3.7. Aspectos éticos.

Este trabajo de investigación se efectuó con el uso restringido de la información de todos los documentos de registro con la finalidad de prevenir cualquier situación de ocurrencia o hecho que pueda involucrar o comprometer la producción de una disconformidad de intereses.

IV. RESULTADOS

4.1. Describir el estado situacional en cuanto al gasto por consumo de combustible y el mantenimiento del motor de combustión.

El consumo de combustible

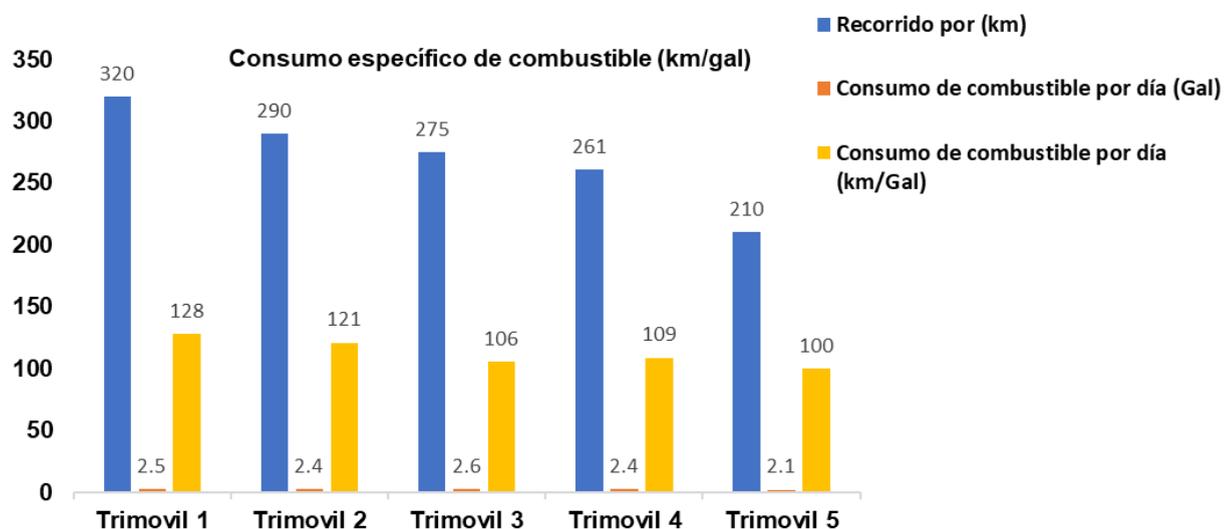
Gastar combustible se puede definir como la eficiencia o el rendimiento del motor de combustión de 150cc, al relacionarse en las diferentes prestaciones y desempeño.

Tabla 1: Resultados del consumo de combustible diario.

| Trimoviles de prueba | Recorrido por (km) | Consumo de combustible por día (Gal) | Consumo de combustible por día (km/Gal) |
|----------------------|--------------------|--------------------------------------|---|
| Trimovil 1 | 320 | 2.5 | 128 |
| Trimovil 2 | 290 | 2.4 | 121 |
| Trimovil 3 | 275 | 2.6 | 106 |
| Trimovil 4 | 261 | 2.4 | 109 |
| Trimovil 5 | 210 | 2.1 | 100 |

Fuente: elaboración propia.

Figura 3: Diagrama de barras del consumo de combustible (Km/Gal)



Fuente: elaboración propia.

Interpretación.

según lo verificado, los consumos de combustibles varían de acuerdo con la carga, de pasajeros a bordo y también la carretera que se transita.

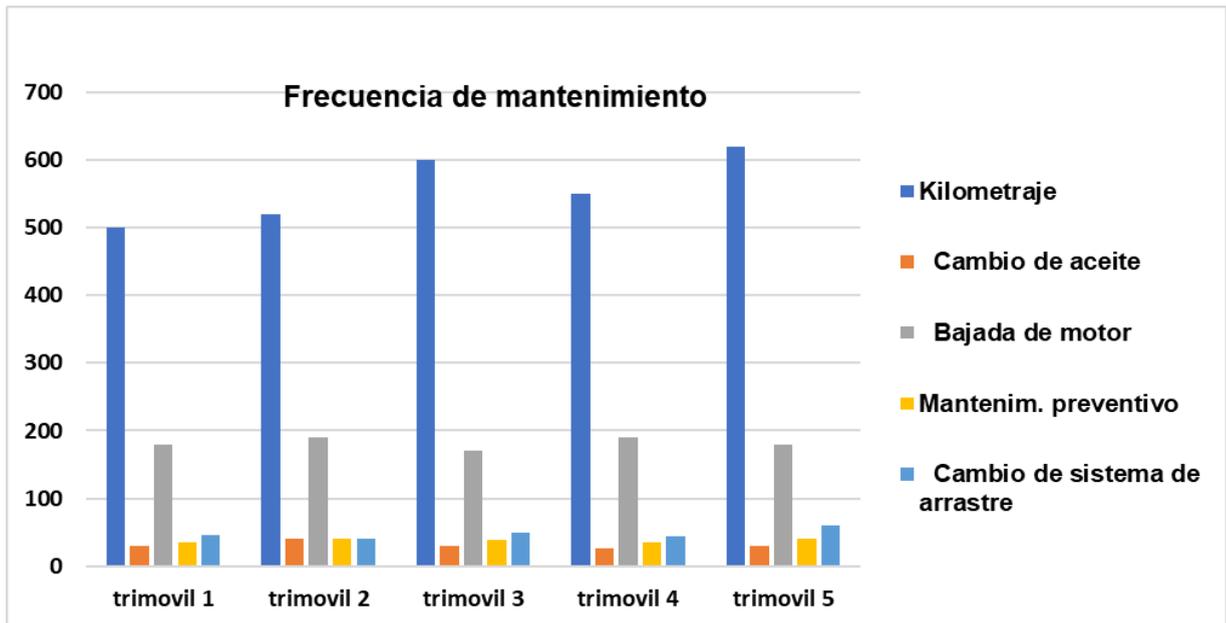
Se aprecia un pico más alto en cuanto al consumo de combustible, por ejemplo 128 Km/Gal. Y el más bajo de 100 Km/Gal.

Tabla 2: Resultados de la frecuencia de mantenimiento.

| | Kilometraje | NUMERO DE DIAS | | | |
|------------|-------------|------------------|-----------------|----------------------|-------------------------------|
| | | Cambio de aceite | Bajada de motor | Mantenim. preventivo | Cambio de sistema de arrastre |
| Trimovil 1 | 500 | 30 | 180 | 35 | 45 |
| Trimovil 2 | 520 | 40 | 190 | 40 | 40 |
| Trimovil 3 | 600 | 30 | 170 | 38 | 50 |
| Trimovil 4 | 550 | 26 | 190 | 35 | 44 |
| Trimovil 5 | 620 | 30 | 180 | 41 | 60 |

Fuente: elaboración propia.

Figura 4: Diagrama de barras de la frecuencia de mantenimiento.



Fuente: elaboración propia.

Interpretación.

Se observa que aproximadamente cada 500 Km, o mensualmente se procede a cambiar aceite, y cada 40 días también el sistema de arrastre conjuntamente con el mantenimiento preventivo al motor de combustión, como es la regulación de mecanismos al motor de combustión, cambio filtro de aire-combustible etc.

4.2. Realizar el diseño de la transmisión utilizando un motor reductor eléctrico 3Ø para el accionamiento del trimovil de pasajeros, bajo diferentes condiciones de conducción.

Torque o Par con Motor eléctrico

$$T = \frac{Pu}{\omega}$$



$$\omega = \frac{2\pi \times n}{60}$$

$$T = \frac{1500}{183} = 8 \text{ N.m}$$

d/s



Pu: Potencia útil (watt)

T : Torque o par motor (N.m)

ω: Velocidad angular (rad/s)

n : Velocidad del motor (rpm)

Torque o Par con Motorreductor

$$T = \frac{Pu}{\omega}$$



$$\omega = \frac{2\pi \times n}{60}$$



$$\omega = \frac{2\pi * 460}{60} = 48 \text{ rad/s}$$

$$T = \frac{1500}{48} = 31 \text{ Nm}$$

Interpretación

Según la ficha técnica de un trimovil, marca MAVILA M-150 se puede observar que el motor de combustión de 149 CC. tiene un torque máximo de 10.5 N.m., con una potencia de 11.4 HP-8000 rpm.

Por lo tanto, se sustenta matemáticamente que el motor reductor eléctrico con un torque de 31 N.m, empleado en el sistema de transmisión para el accionamiento del trimovil será suficiente para su funcionamiento.

Ficha técnica de un trimovil, marca MAVILA

Mototaxi M-150

| | |
|----------------------------------|---|
| Motor | Monocilíndrico OHV, 4T |
| Cilindrada | 149 cc |
| Relación de compresión | 9.0 :1 |
| Potencia máxima | 11.40 HP @ 8000rpm |
| Torque máximo | 10.5 N.m @ 7500 rpm |
| Tipo de carburador | Con bomba de aceleración |
| Sistema EURO III | Válvula EGR |
| Refrigeración | Aire natural |
| Arranque | Eléctrico y pedal |
| Encendido | CDI |
| Embrague | Multidisco en baño de aceite |
| Sistema de marchas | 5 velocidades |
| Transmisión final | Cadena |
| Sistema eléctrico | 12 V / 7 Ah |
| Suspensión delantera | Horquillas telescópicas |
| Suspensión posterior | 4 amortiguadores con resorte regulables |
| Freno delantero | Tambor |
| Freno posterior | Tambor |
| Neumático delantero | 3 x 17 |
| Neumáticos posteriores | 3 x 17 |
| Largo | 2840 mm |
| Ancho | 1280 mm |
| Altura | 1700 mm |
| Distancia entre ejes | 2300 mm |
| Distancia al suelo | 260 mm |
| Altura del asiento | 800 mm |
| Tipo de aro | Rayos o Aleación de aluminio |
| Peso neto | 240 kg |
| Capacidad del tanque de gasolina | 12 Lt |
| Tipo de aceite de motor | SAE 20W50 Multigrado |
| Capacidad de aceite de motor | 0.8 Lt |

DIMENSIONAMIENTO DEL BANCO DE BATERIAS

1. Corriente de consumo del motorreductor 3Ø – 1.5 KW/220 VAC.

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi \cdot \sqrt{3}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi \cdot \sqrt{3}} \longrightarrow I = \frac{1500}{220 \times 0.8 \times \sqrt{3}} = 4.92 \text{ A}$$

2. Capacidad neta del banco de baterías:

| Nº DE BATERIAS | CAPACIDAD | TOTAL |
|----------------|----------------|---------|
| 01 | 160 A.h / 12 V | 160 A.h |

3. Autonomía teórica del trimovil eléctrico:

P motorreductor = 1.5 kW
Perdidas = 1.5
PT = 4.92 Ah x 220V x 1.5
PT = 1624 Wh

4. Cálculo de la autonomía en horas:

► P. del banco de baterías del motorreductor = P_{bm}

$$P_{bm} = 160 \text{ A.h} \times 12 \text{ V} \\ P_{bm} = 1920 \text{ W.h}$$

► Autonomía en horas de funcionamiento = (h)

$$h = \frac{P_{bm}}{PT} \longrightarrow h = \frac{19200}{1624} = 11.8 \text{ h}$$

5. Cálculo de la autonomía en kilómetros (Km)

Se calcula con un valor promedio de 40 km/h, eficiencia de 0.85% de la autonomía del trimovil.

$$Km = 40 \frac{Km}{h} \times 11.8 \text{ h} \times 0.85 = 401 \text{ Km.}$$

6. Tiempo de carga del banco de baterías con energía domiciliar:

Cargador: 600W-12V-50 A / eficiencia 90%.
Banco de batería = 160 A.h
P. total = 160 x 12v = 1920 W.h

$$\text{Tiempo carga} = \frac{1920 \text{ W.h}}{600 \text{ W} \times 0.9} = 3.5 \text{ h}$$

4.3. Seleccionar el correcto dimensionamiento de los elementos del sistema para el

accionamiento del trimovil de acuerdo a la potencia requerida.

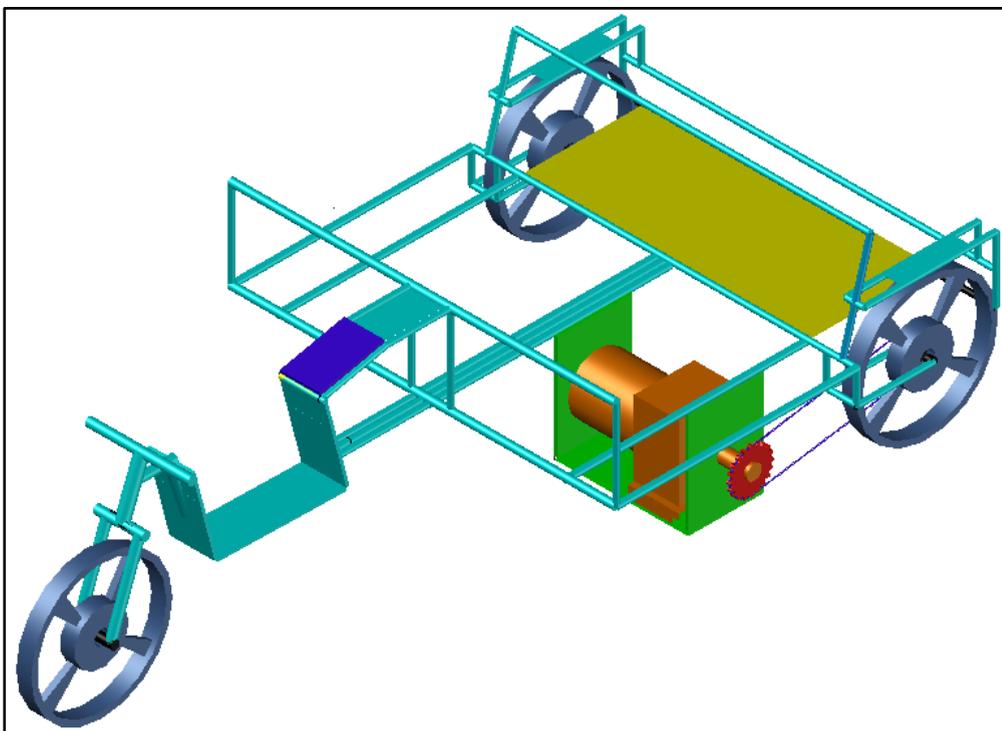
Selección del motor reductor

Para la correcta selección del motor reductor trifásico que accionará el trimovil de pasajeros, se necesita saber todos los datos de los pesos de cada componente que conforman este vehículo.

Tabla 3: Peso estipulado del trimovil.

| DESCRIPCIÓN | PESO (kg) |
|---------------------------|-----------|
| Chasis | 70 |
| Motoreductor 3 Φ | 20 |
| Bateria 2 x 12V -180 A.h | 40 |
| Variador Frecuencia | 0.2 |
| Inversor 12 vdc - 220 vac | 1 |
| Chofer | 70 |
| Pasajeros abordo (3) | 200 |
| TOTAL | 411.2 |

Figura 5: Esquema de ubicación del motorreductor.



Fuente: elaboración propia.

Interpretación:

En la figura adjunta presentamos el diseño de la carrocería que nos ayuda a

determinar las zonas que vamos a emplear para la fijación de los elementos que lo componen como es: el motor reductor trifásico, el variador de frecuencia, el banco de baterías, el inversor y otros accesorios.

Primeramente, utilizamos esta fórmula matemática para el cálculo de la fuerza del sistema de transmisión: (Becerril Sandoval, 2014)

$$F=Crr \times Nf \quad \longrightarrow \quad Nf = mg$$

F: fuerza de empuje para mover el trimovil en reposo.

Crr: Coeficiente de resistencia a la rodadura (0.03 para una llanta sobre asfalto)

Nf: Fuerza normal, para este caso esta fuerza es igual al peso.

M: Masa del objeto a mover (tabla 3)

g: Gravedad (9.81m/s²).

$$F=Crr \times Nf \quad \longrightarrow \quad F=0.03 \times 411.2 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\mathbf{F = 121 \text{ N}}$$

luego calculamos el torque o par motor necesario para mover este trimovil, que dependerá del radio de las ruedas de los neumáticos y de la fuerza de empuje, aplicando la siguiente formula (Becerril Sandoval, 2014):

$$Tn= F \times R$$

Tn: Torque necesario.

F : Fuerza de empuje.

R : Radio de la rueda.

Se emplea llantas de 18 in. De diámetro, equivalente a $R = 0.2286 \text{ m}$.

$$Tn= F \times R \quad \longrightarrow \quad Tn =121 \text{ N} \times 0.2286 \text{ m}$$

$$\mathbf{Tn = 27.6 \text{ N.m}}$$

Para calcular la potencia requerida deseada se calcula mediante la fuerza de empuje por la velocidad máxima que del trimovil, en este caso es de 44Km/h,

convirtiendo Km/h a m/s nos da 12 m/s: (Becerril Sandoval, 2014)

$$\text{Preq.} = F \times V_{\text{max.}}$$

Preq: Potencia requerida (W).

F: Fuerza de empuje. (N)

Vmax: Velocidad máxima. (m/s)

$$\text{Preq.} = F \times V_{\text{max.}} \longrightarrow \text{Preq.} = 121\text{N} \times 12 \text{ m/s}$$

$$\text{Preq.} = 1452 \text{ W.}$$

Para la selección del motor reductor trifásico de corriente alterna fueron relevantes los parámetros para su respectivo cálculo de dimensionamiento, eligiendo un motor de 1.5 KW con las características que se detallan a continuación:

Tabla 4: características del motorreductor trifásico a utilizar.

| PARAMETRO | ESPECIFICACIÓN |
|------------------------------|--------------------------------------|
| Tipo de motor | 3Φ de Inducción de corriente alterna |
| Velocidad sugerida | 1750rpm/460rpm |
| Grado de protección | IP 65 |
| Carga estipulada en Kg. | 411 Kg. |
| Voltaje estipulado | 220v |
| potencia del motor eléctrico | 1.5 Kw |
| Torque estipulado | 31 Nm |
| Corriente nominal | 4.93 A |

Dimensionamiento del Banco de Baterías

Para la correcta selección del banco de baterías que determina la capacidad de corriente total que entrega, se empleó la siguiente fórmula para su respectivo cálculo:

$$Ib = \frac{P}{Vb * (\% \text{ de descarga})}$$

donde:

Ib: Intensidad de Corriente del banco de baterías. (A.h)

P: Potencia del motorreductor trifásico. (1500 watts)

Vb: Tensión en las baterías. (12 V)

% descarga: máximo (80%)

Al reemplazar la formula se tiene que:

$$Ib = \frac{1500}{12*0.8} = 156.25 \text{ A.h}$$

En conclusiones podemos sustentar que para que el motorreductor trifásico funcione una hora de autonomía, necesita un banco de baterías de 160 A.h. con un voltaje total de 12 V, es decir se necesita la instalación de 2 baterías de 160 A.h cada una.

La conexión del banco de baterías se instalará en conexión en paralelo para obtener mayor corriente de suministro. (I1+I2+I3...)

Tabla 5: Características del banco de baterías.

| Bateria de Litio | |
|-------------------------|-----------------------|
| Modelo | GBS |
| Voltaje Nominal (V) | 12.8 |
| Capacidad Nominal (A.h) | 160 |
| Quimica | Litio- Hierro-Fosfato |
| Peso Kg | 13 |
| N° Recargas | 2000 |
| T° Operación | 0 a 65 °C |
| | |

Fuente: elaboración propia.

Dimensionamiento del Inversor 12 VDC -220 VAC

El inversor de 12 VDC a 220 VAC, su función principal es transformar la corriente continua que sale del banco de baterías (12 VDC) en corriente alterna (220 VAC) y así poner en marcha el motorreductor trifásico de corriente alterna.



Para la correcta selección de este equipo electrónico se calculó mediante la siguiente formula:

$$I = \frac{P \cdot K}{V}$$

Donde:

I: Corriente del motor reductor (A)

P: Potencia del motorreductor trifásico (w).

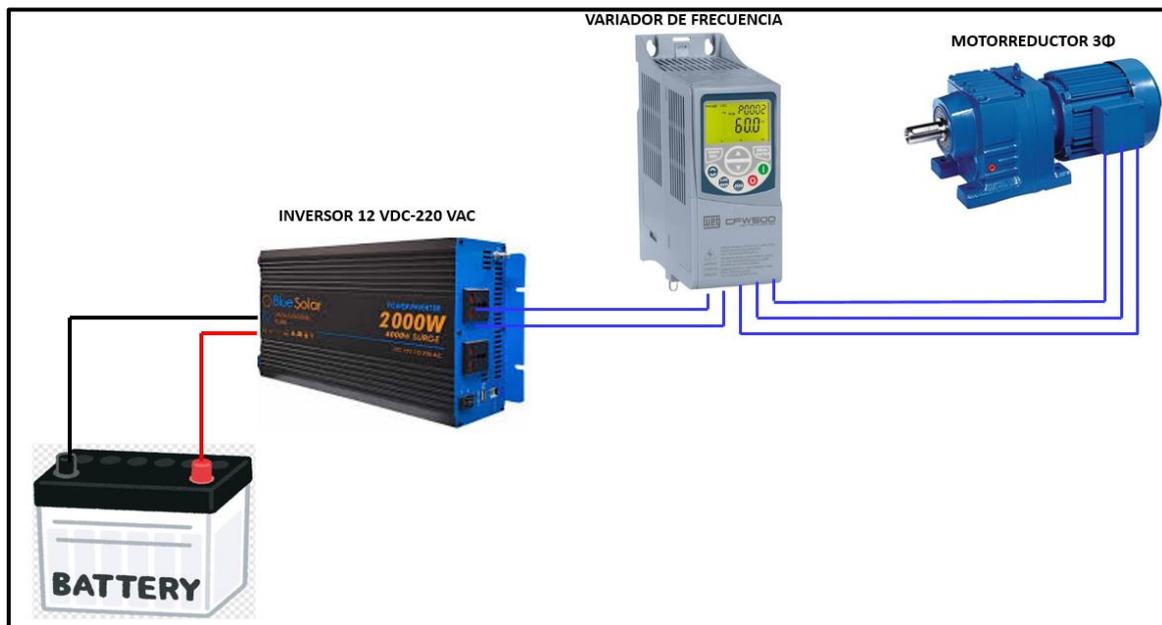
V: Tensión eléctrica (V)

K: Factor de corrección de la instalación (1.05)

Sustituyendo la formula se tiene lo siguiente:

$$I = \frac{1500 \cdot 1.05}{220} = 7.15 \text{ A}$$

Figura 6: Esquema de instalación de dispositivos.



Fuente: elaboración propia.

Dimensionamiento del Cargador de Baterías.

Este equipo cuenta con un indicador lumínico LED que permite monitorear el estado de carga del banco de baterías, dependiendo de la situación en que se encuentra el LED de carga ira cambiando de diferente color: rojo (20%), amarillo (60%) y verde (100%). además, este cuenta con un selector para 3 tipos de carga: lenta, semi rápida y ultra rápida.

Figura 7: Esquema de conexión del cargador de baterías.

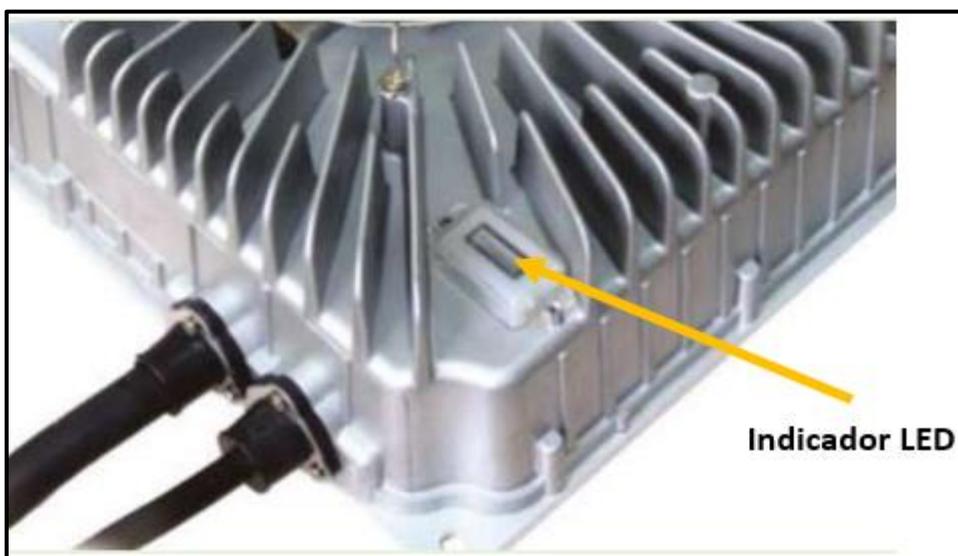
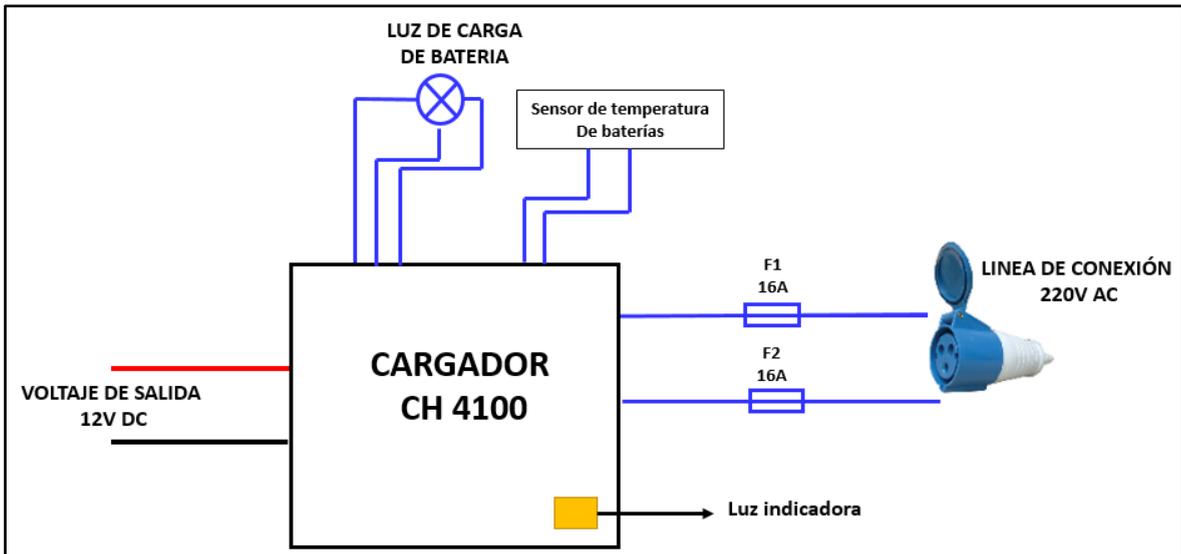


Figura 8: Esquema de instalación del cargador de baterías.



Fuente: Catálogo de fabricante.

Tabla 6: Especificaciones técnicas del cargador de baterías.

| Especificaciones del cargador de baterías | |
|---|--------------------------|
| Modelo | CH 4100 |
| Voltaje de entrada (VAC) | 110-220 |
| Voltaje de salida (VDC) | 12 |
| Eficiencia | 92 |
| Protección | Polaridad inversa |
| Peso (kg) | 2.7 |
| Enfriamiento | Aire ventilación forzada |
| Factor de potencia (%) | 99 |
| Dimensiones | 24.7x13.3x7 |
| Amperaje (A) | 10 |

4.4. Preparar un análisis económico de la propuesta, utilizando métricas financieras de costo/beneficio.

Para esta propuesta se elaboró un análisis en cuanto a la parte económica y financiera, utilizando los siguientes indicadores tales como: Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y la Relación del Costo-beneficio.

Inversión Inicial de la Propuesta.

Tabla 7: Inversión inicial de la propuesta.

| Item | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo Unitario S/ | Costo Total S/ |
|------|--|--------|----------|-------------------|----------------|
| 1 | Motorreductor coaxial 3Ø-1.5 KW-220V | Unidad | 1 | 1350 | 1,350 |
| 2 | Variador frecuencia 1Ø a 3Ø 1.5 KW | Unidad | 1 | 700 | 700 |
| 3 | Inversor onda pura 12VDC-220VAC/1.5 KW | Unidad | 1 | 800 | 800 |
| 4 | Baterías plomo - acido 160 A-H | Unidad | 1 | 600 | 600 |
| 5 | Cargador inteligente CH 4100 | Unidad | 1 | 120 | 120 |
| 6 | Interruptor termo magnético 2x 6 A | Unidad | 1 | 20 | 20 |
| 7 | Maquinado piñón de transmisión | Unidad | 1 | 120 | 120 |
| 8 | Acelerador de manija 0 -10 VDC | Unidad | 1 | 120 | 120 |
| 9 | Interruptor de palanca (ON)-OFF-(ON) | unidad | 1 | 12 | 12 |
| 10 | Cable vulcanizado 4 x 14 AWG. | Metros | 6 | 11 | 66 |
| 11 | Soporte para base de motorreductor trifásico | Unidad | 1 | 70 | 70 |
| 12 | Instalación y puesta en funcionamiento | Unidad | 1 | 300 | 300 |
| | | | | TOTAL | 4,278 |

Ingresos del Proyecto.

Los ingresos que se consideran en este proyecto de tesis se deben al ahorro de combustible mensual (gasolina) cuando este trimovil consumía un promedio diario de 112 Km por galón, cuando este utilizaba un motor de combustión interna de 150 CC.

A continuación, se muestra un cuadro comparativo del ahorro mensual de combustible:

Tabla 8: Ingreso promedio del ahorro de consumo de combustible mensual.

| Trimoviles de prueba | Recorrido por día (Km) | Consumo de combustible por día (Gal) | Consumo de combustible por día (Km/Gal) | Consumo de combustible mensual (Gal) | Ahorro de combustible mensual S/ |
|----------------------|------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------------|----------------------------------|
| Trimovil de prueba 1 | 310 | 2.5 | 124 | 60 | 1,200 |
| Trimovil de prueba 2 | 290 | 2.4 | 121 | 58 | 1,152 |
| Trimovil de prueba 3 | 275 | 2.6 | 106 | 62 | 1,248 |
| Trimovil de prueba 4 | 261 | 2.4 | 109 | 58 | 1,152 |
| Trimovil de prueba 5 | 210 | 2.1 | 100 | 50 | 1,008 |
| Promedio | 269 | 2 | 112 | 58 | 1,152 |

Interpretación:

Según la elaboración de esta tabla se puede concluir que el promedio de ahorro mensual haciende a 1,152 soles.

Egresos del proyecto de investigación.

Costos por mantenimiento.

Según especificaciones técnicas de fabricante el costo por mantenimiento del motorreductor trifásico y todo el demás equipo y/o dispositivos, se realizan cada 5000 km de recorrido, cabe señalar que todo esto se alcanzara en un periodo aproximado de 2 meses.

A esto se le llama mantenimiento preventivo y el costo por realizar este mantenimiento, se considera el 5% de la inversión total, el cual se tiene que:

$0.05 \times 4,278 = 214$ Soles, cada dos meses.

Costo por consumo de energía eléctrica.

El costo por consumo de energía eléctrica viene a ser el consumo de corriente eléctrica en Kw.h que gasta para recargar al banco de baterías que suministra a este trimovil de pasajeros.

Cargador: 600W-12V-50 A / eficiencia 90%.

Banco de batería = 160 A.h

P. total = $160 \times 12v = 1920$ W.h

$$\text{Tiempo recarga} = \frac{P. \text{ total}}{P. \text{ cargador} \times \text{efic.}}$$

$$\text{Tiempo carga} = \frac{1920 \text{ W. h}}{600 \text{ W} \times 0.9} = 3.5h$$

Además, se concluye que 1.9 kWh equivale a 3.5 horas de recarga del banco de baterías, si cada kWh cuesta actualmente 0.94 soles según recibo de facturación de ENOSA y trabaja 24 días al mes.

se obtuvo un costo mensual por consumo de energía de:

$$1.9 \times 0.94 \times 24 = 43 \text{ Soles.}$$

Tabla 9: Flujo de caja de la propuesta.

| Item | MESES | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Inversión S/. | 4,278 | | | | | | | | | | | | |
| Ingresos S/. | | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 |
| Egresos S/ | Mantenim | | | 214 | | 214 | | 214 | | 214 | | 214 | |
| | Costo energía eléctrica | | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 |
| | Total de Egreso | | 43 | 257 | | 257 | | 257 | | 257 | | 257 | |
| Utilidad S/ | | 1,109 | 895 | 1,109 | 895 | 1,109 | 895 | 1,109 | 895 | 1,109 | 895 | 1,109 | 895 |

Fuente: elaboración propia.

Análisis económicos de la propuesta.

Valor Actual Neto (VAN)

El valor actual neto (VAN), viene a ser el análisis económico de todos los ingresos y egresos que se dan anualmente, estos inician esencialmente en el mes cero, donde se inicia la propuesta, para ello se utilizara una tasa de interés mensualmente de 2.0%, esta tasa esta predestinada o aceptable para proyectos o propuestas de inversión en el rubro de la industria automotriz.

Para ello se tiene la siguiente formula:

$$Ia = \frac{In*(1+i)^{n-1}}{i*(1+i)^n}$$

Dónde:

Ia: Utilidad actualizada al mes cero (0)

In: Utilidad mensual (ingresos-egresos)

i: Tasa de interés (2.0 % mensual)

n: Numero de meses (12)

Cálculo VAN

Para analizar y calcular el valor actual neto (VAN), se empleó el software Microsoft Office Excel, utilizando el comando VNA.

Tabla 10: Cálculo del VAN.

| Item | MESES | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Inversión S/. | 4,278 | | | | | | | | | | | | |
| Ingresos S/. | | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 |
| Egresos S/ | Mantenim | | | 214 | | 214 | | 214 | | 214 | | 214 | |
| | Costo energía eléctrica | | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 |
| | Total de Egreso | | 43 | 257 | | 257 | | 257 | | 257 | | 257 | |
| Utilidad S/ | 4278 | 1,109 | 895 | 1,109 | 895 | 1,109 | 895 | 1,109 | 895 | 1,109 | 895 | 1,109 | 895 |
| Tasa de interes mensual | | 2% | | | | | | | | | | | |
| VAN | S/ 10,608 | | | | | | Valor actual neto | S/ 6,330 | | | | | |
| Se obtuvo una utilidad (Ia) = S/ 10,608 | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Se concluyó que el VAN es el resultado o efecto de la diferencia del valor de la ganancia actualizada de la propuesta (**Ia**) menos el costo de la inversión inicial: 10,608 – 4,278 = S/. 6,330.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno llamado TIR, viene a ser la rentabilidad o perdida que presenta una inversión y se da en porcentajes. También se dice que cuanto mayor sea el TIR mayor será la rentabilidad.

Se calcula de la siguiente manera:

$$Ia = \frac{Ia * (1 + TIR)^n - 1}{TIR * (1 + TIR)^n}$$

Dónde:

Inv.: Inversión inicial del proyecto S/ 4,605

Ia: Utilidades mensuales.

TIR: Tasa interna de retorno.

n: Numero de meses (12)

Cálculo del TIR

Para calcular la tasa de interés de retorno llamado TIR, como evidencia de solución a los cálculos matemáticos se utilizó el software Microsoft Excel, con un TIR de 21% mensual, este valor representa a un 2.0% de tasa de interés mensual que es ideal para proyectos de inversión en el campo de la industria automotriz.

Tabla 11: Calculo del TIR.

| Item | MESES | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Inversión S/. | 4,278 | | | | | | | | | | | | |
| Ingresos S/. | | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 | 1,152 |
| Egresos S/ | Mantenim | | 214 | | 214 | | 214 | | 214 | | 214 | | 214 |
| | Costo energía eléctrica | | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 |
| | Total de Egreso | | 43 | 273 | | 273 | | 273 | | 273 | | 273 | 273 |
| Utilidad S/ | -4278 | 1,109 | 895 | 1,109 | 895 | 1,109 | 895 | 1,109 | 895 | 1,109 | 895 | 1,109 | 895 |
| Tasa de interes mensual | | 2% | | | | | | | | | | | |
| VAN | S/ 10,608 | | | | | | Valor actual neto | S/ 6,330 | | | | | |
| TIR | | 21% | | | | | | | | | | | |

Relación Beneficio / Costo

Para calcular la relación del costo-beneficio se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$A = \frac{B}{C}$$

A: Costo/beneficio.

B: Utilidades de cantidades actualizadas en el mes cero (0).

C: Inversión inicial de propuesta o proyecto.

Reemplazando la fórmula con los valores obtenidos podemos sustentar que:

$$A = \frac{10608}{4278} = 2.4$$

Interpretación:

Se observa mediante la fórmula que el resultado es 2.4, siendo mayor a 1, por tanto, se refleja que los beneficios de la ganancia son mayores a los costos invertidos y por consiguiente este proyecto es viable para su ejecución.

V. DISCUSIÓN.

La utilización de la energía eléctrica, como principal fuente de tensión energética empleado para accionar un trimovil con motor a gasolina, transforma la matriz energética nacional, de manera que no existe combustión en el motorreductor trifásico que mueve al trimovil, esta energía eléctrica que necesita este trimovil de pasajeros, tiene su generación de origen, que puede ser energía hidroeléctrica, térmica, eólica y fotovoltaica, por ende, el consumo energético se elevará, y el gasto por consumir combustible se reducirá.

En el estudio efectuado se afirmó, que el motorreductor trifásico que se instala en el trimovil de pasajeros tiene una gran diferencia en cuanto al funcionamiento de un motor de combustión interna; la evaluación comparativa se basa esencialmente en el torque o par motor mecánico que se produce en el motor de combustión como el motor eléctrico. Se analiza que el motorreductor eléctrico trifásico, el par o torque que se genera en el rotor jaula de ardilla, está básicamente comprendida en la corriente alterna trifásica, manteniendo siempre constante el nivel de tensión (220 VAC); este torque varía directamente proporcionalmente con respecto al variador de frecuencia de entrada monofásica y salida trifásica que es alimentado a través de un inversor de corriente eléctrica proveniente del banco de baterías; por lo consiguiente la variación del torque o par motor se da en cada instante, al ir variando la velocidad de giro del motorreductor.

Por consiguiente, también se analizó el motor de combustión interna de 150cc en cuanto a su torque mecánico que proporciona, llegando a concluir que su torque es proporcional a la presión de la compresión de su cilindro o pistón, entregando así la fuerza que induce para mover el cigüeñal, y también a las características geométricas de la parte móvil en conjunto, como es: el pistón, la biela y el cigüeñal. De acuerdo a la carga que tiene el trimovil, la variación del torque se da a cada instante; manteniendo las posiciones adecuadas en la caja de velocidades con respecto a la relación de transmisión que lo componen.

El correcto funcionamiento de este trimovil de pasajeros adaptado con un motorreductor eléctrico trifásico de corriente alterna, la autonomía del motorreductor está determinado por la capacidad de almacenamiento de energía eléctrica proveniente de banco de baterías. Es decir que se necesita para una hora de autonomía de funcionamiento del motorreductor eléctrico trifásico, un banco de

baterías de 160 A.h. El banco de baterías tiene una tensión total de 12 voltios, por tanto, se requiere la instalación de 2 baterías de 12 voltios en conexión en paralelo, para así incrementar la corriente en el banco de baterías y poder alcanzar la autonomía estimada.

También mediante este estudio se confirmó que al contar con un trimovil de pasajeros de cualquier marca con motor de combustión interna de 150cc, se generan ciertos gastos mensuales por concepto de: cambio de aceite, cambio de sistema de arrastre, mantenimiento y calibración de válvulas en el motor, etc.

Y porque no decirlo en el consumo de combustible.

Por tanto en el presente estudio se afirmó que, en cuanto a la funcionabilidad del trimovil con motorreductor eléctrico trifásico, brindará mayores prestaciones en cuanto a su eficiencia, dentro de una trayectoria en el cual las variaciones de torque o par motor no sean pronunciadas, es decir en una trayectoria cuesta arriba o cuando se requiera incrementar la carga a este trimovil; estas variaciones de torque originan variaciones de consumo de corriente muy significativas proveniente desde el banco de baterías, es por ello, que la operatividad del trimovil se garantiza para cambios de torque moderados.

El autor Nicolás Gonzales Casares (2022). Afirma sobre una nueva investigación sobre sistemas alternativos de energía para un transporte limpio enmarcado especialmente a los vehículos eléctricos como una opción prometedora. Esta idea no es reciente, porque históricamente la opción del parque automotor ha hecho propuestas interesantes. Sin embargo, se va adquiriendo cierta tecnología para competir con los vehículos a gasolina y petróleo que progresaron exclusivamente en el siglo XX y para apoyar el sostenimiento en cuanto a su desarrollo. La principal desventaja que aun todavía se encuentra en pleno desarrollo es el suministro de la fuente de alimentación como es la batería. Este Sistema de almacenamiento de energía eléctrica y su estación de carga todavía son insuficientes. Como se ha apreciado a lo largo de la historia, las baterías recargables de ácido-plomo todavía tienen una gran desventaja en cuanto a su autonomía de su sistema de almacenamiento, (demasiado baja). Con la llegada de las baterías compuestas de iones de litio, con una capacidad de carga aproximadamente de 500 km, de autonomía de abrió las puertas en una gran variedad de modelos.

El autor Juan Carlos Mamani Apaza en un proyecto de tesis presentada a la Universidad Nacional del Altiplano Puno-Perú (2019), afirma sobre una base que

es muy acogedor sobre la creación de conciencia ambiental a que los vehículos híbridos trabajen con energías renovables para no contaminar al producir partículas nocivas a nuestro medio ambiente que después pueden tener efectos de impacto ambiental. Pero a través de este estudio de investigación se afirmó que al ser vehículos mixtos (híbridos) también contienen ciertos índices de indicadores de generación de gases contaminantes de evacuación a través de la cañería de escape conectado en el motor de combustión a gasolina, pero que al hallarse gases de muy poca concentración siguen siendo perjudicial y trasladándolo a un punto de debate para su posterior estudio.

En esta investigación resalta la idea del autor Gallegos (2017), donde afirma que el análisis de evaluación sobre el gasto por consumo de gasolina. Asimismo, se encamina en indagar los caminos por donde circulan los vehículos porque los huecos y el polvo en las carreteras ocasionan a corto o largo plazo su deterioro.

En consecuencia, en este proyecto de tesis se obtuvo como causante principal la apreciación de la evaluación a distintos ensayos de funcionamiento a este trimovil de pasajeros.

Para este proyecto de investigación se toman en cuenta las ideas de Rocha [et al] (2017). Quienes mencionaron todos los análisis de sus estudios, la autonomía de unos 40 km por cada litro de combustible de un motor de combustión a gasolina modelo Go-kart de 7.5 kW. Esta opción de convertir los vehículos a gasolina en vehículos eléctricos logra disminuir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) aproximadamente de 2.2 kg por cada litro de combustible (gasolina) consumido. Suponiendo a una coincidencia de ajuste de ideas, donde determinamos el cuidado de nuestro medio ambiente, al no haber producción de gases contaminante de escape.

Las ideas del autor Catata y Hanco (2019), quedan totalmente confirmados donde nombraron una de las importantes desventajas de los coches eléctricos es el banco de baterías. Al inicio de la llegada de los vehículos eléctricos, se presentaron inconvenientes en la batería como son: el costo, la autonomía, el tiempo recarga, etc., han restringido la autonomía y la adquisición de los vehículos eléctricos. Estando totalmente conforme con la citación de este argumento, considero que esto es una ligera desventaja, pero elaborando un análisis más a detalle en cuanto a la capacidad de almacenamiento de carga de la batería se pueden lograr disponer bancos ampliamente suficientes, con una eficiencia de la autonomía de hasta mayor

de 200 km, logrando conseguir por las baterías de plomo-acido que son los más alcanzables en cuanto al costo y si queremos una de mayor eficiencia tenemos las baterías de iones de litio, los cuales varían su precio de acuerdo a la autonomía de almacenamiento que se quiera alcanzar a tener.

Según Soriano (2018), en uno de sus estudios mencionó en sus resultados que: en primer lugar, para poder realizar una correcta evaluación, tenemos que tener presente siempre todos los requerimientos que exige el vehículo eléctrico con respecto a su motor de combustión. Y que la parte más dificultosa del motor de un vehículo es el sistema de arranque. Para este caso, el vehículo debe producir suficiente par en el motor a bajas velocidades, lo que puede incrementar la inercia del vehículo. A pesar de ello, si se está relacionando de las áreas de trabajo más frecuentes del motor de un automóvil, como, por ejemplo, bajo este contexto urbano, el automóvil arrancará sin conseguir altas velocidades, por lo que debe determinar la operatividad del motor de forma continua. Pero, sin embargo, cuando se circula por la carretera, el motor de combustión funciona a grandes revoluciones y un par relativamente bajo aumentando el par o torque en el motor cuando se desea subir cuestas. En cierta petición tiene razón con respecto al funcionamiento del motor eléctrico para desplazar un vehículo.

Se tomó como referencia en este proyecto de tesis el análisis del motor de combustión a gasolina bajo diferentes condiciones de trabajo, alcanzando todas las variables esencialmente importantes para el cálculo del motorreductor eléctrico a seleccionar según la potencia mecánica de su eje que entregaba el antiguo motor de combustión a gasolina.

Más adelante, en un estudio realizado por el autor Rivadeneira (2021), afirmo lo siguiente: que donde los cálculos de autonomía y consumo de energía eléctrica, dependen esencialmente de la potencia del motor eléctrico en el momento más crítico; la separación de la ruta 6, esencialmente en la calle Morona Santiago tiene 247 m de distancia con 21 m de altura de desnivel, un 7,68% en pendiente. Con este argumento, los motores de los vehículos presentados deben tener verdaderas características de potencia para satisfacer la parte de la ruta antes presentadas y ser generalizables al resto de rutas. En consecuencia, estos resultados coinciden con una gran parte de los análisis realizados, teniendo las mismas perspectivas para la elección del banco de baterías inevitables para el funcionamiento del motorreductor eléctrico trifásico a seleccionar.

Luzuriaga (2018), en este trabajo de investigación se tomó muy en cuenta en donde afirma que: en las instalaciones motores eléctricos, baterías y otros elementos que contienen cada parte, se deben tomar en cuenta que la masa de cada material utilizado influye mucho en el peso total del motor de combustión modelo Go kart. Asimismo, el resultado final del peso en vacío de 90 kg, sumando la masa del piloto, que es aproximadamente 70 kg. Sumando la masa total de 160 kg. Utilizando estos valores, concluyó que el análisis de la pérdida de peso debe elaborarse en áreas no afectadas por fuerzas externas. Bajo este contexto, el procedimiento anterior le permite considerar un soporte de motorreductor de 22 kg, que ofrece eficiencia en la operatividad. Por lo consiguiente esta idea se tomó en cuenta en este proyecto de investigación en donde influye el incremento del peso de los elementos seleccionados, como son el motorreductor eléctrico de 2 hp, con una masa de 22 kg que sustituirá al motor de combustión a gasolina que oscila entre los 35 kg a 50 kg de masa, el inversor y demás componentes necesarios para el funcionamiento correcto del trimovil de pasajeros.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Se determinó los indicadores de operación de 5 trimoviles de pasajeros, elaborando un cuadro de datos reales de las mediciones en cuanto al funcionamiento del motor de combustión a gasolina, como es el caso del costo mensual por consumo de combustible y mantenimiento.
- ✓ Se determinó el cálculo de la potencia mecánica real y el torque o par motor necesario, para el diseño del sistema de transmisión a través de 5 trimoviles de pasajeros, bajo diferentes condiciones de funcionamiento, tomando como referencia el trimovil de prueba N° 5, mediante este cálculo se estableció que el motor que suministrará el sistema de transmisión, será un motorreductor trifásico de 1.5 kW, de 22 kg. y es de libre mantenimiento por sus características aportantes.
- ✓ Se realizó la correcta selección de los elementos a utilizar mediante los cálculos respectivos de acuerdo con los requerimientos del trimovil de pasajeros, para la sustitución del motor de combustión de 150 CC. (gasolina) por un motorreductor trifásico de corriente alterna, teniendo en cuenta las condiciones de funcionamiento
- ✓ Se elaboró un análisis económico y financiero a través de estas dos herramientas VAR y el TIR, para relacionar y buscar en forma directa la precisión un cálculo con respecto al tiempo que tardara en recupera la inversión realizada en este proyecto. Para este caso se calculó en 12 meses, para garantizar la factibilidad del diseño del proyecto teniendo resultados acertadamente positivos.
- ✓ Se evidencio que los equipos o elementos más importantes para diseñar el sistema de transmisión en un trimovil de pasajeros son: motorreductor trifásico AC, variador de frecuencia, inversor de corriente, banco de baterías, regulador de velocidad tipo manija, interruptor termo magnético, cables y fusibles.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Para efectos de incrementar la autonomía en el banco de baterías, se recomienda el estudio de la instalación de paneles solares flexible y generadores eólicos para recargar las baterías y lograr mayores distancias de recorridos.
- ✓ El peso del banco de las baterías varía según el tipo o marca, oscilando entre 80 y 90 kg, asimismo debe ubicarse en un lugar estratégico en dónde exista el buen equilibrio del peso del trimovil de pasajeros, a fin de afianzar el buen equilibrio dinámico de este trimovil, asimismo no afectará gravemente en la estructura del trimovil ya que este compensará el peso del motor de combustión (gasolina) y otros elementos innecesarios para la conversión.
- ✓ Asimismo, se recomienda utilizar un motorreductor trifásico con una tensión de 220v de corriente alterna, ya que la corriente trifásica se caracteriza por transmitir mayores potencias eléctricas con menores pérdidas y por ende menor sección en los conductores eléctricos y además usar un motorreductor permiten transmitir grandes torques a bajas velocidades por el sistema de engranajes que lo componen.
- ✓ Es recomendable antes de iniciar la conversión del trimovil de pasajeros verificar el sistema de suspensión, para así evitar los daños de los componentes y elementos del sistema que lo conforman.

REFERENCIAS

Pinedo Gonzales, J.B. (2018). Beneficios ambientales de la conversión de energía entre mototaxis de combustión interna y mototaxis eléctricos en la Región Yarinacocha, Provincia coronel Portillo, Región Ucayali. Conservación de la Universidad Nacional de Ucayali.

Link: <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3487>

Alfonso, J.L. Diseño un sistema modular en la gestión de carga de baterías para motocicletas eléctricas. Universidad Nacional de Ciencia y Tecnología de Qinyi.

Link: <https://www.mdpi.com/1996-1073/14/12/3532>

Alonso, M. C. Propuesta de realización de un taller par conversiones de motocicletas con motores de combustión a motores eléctricos. Universidad Nacional de Guayaquil. (2019)

campos, dvs (2021). Implicaciones ambientales, sociales y económicas de convertirmotocicletas de combustión interna en motocicletas eléctricas solares. Universidad Nacional Satipo

Dani, BR Diseño sistemas electromecánicos de carga solar para vehículos a motor de tres ruedas. tesis de Maestría en la Universidad Señor de Sipán.

FLORES, H. A. propuesta de DISEÑO LA FABRICACIÓN DE UN CONVERTIDOR

DE FRECUENCIA LOS AUTOS HÍBRIDOS - ELÉCTRICOS. *universidad autónomade nuevo león*. (2020)

Godínez, J. E. (2022). Propuesta para diseñar la conversión de un triciclo de carga eléctrica. universidad nacional de México.

Hernández, j. (2022). Comparación de motores AC instalados en vehículos eléctricos de batería. Universidad Politécnica de Valencia- España.

Karrike, S. S. (2022). Circuito de carga AC-DC UPF para vehículo eléctrico de dos ruedas. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Fundación Educativa Koneru Lakshmaiah.

Lazaroiu, G. C. (2021). Comparación de emisiones contaminantes asociadas al funcionamiento de turismos con motor de explosión y otro con eléctrico. Revista Internacional Energía e Ingeniería Ambiental.

Martiarena, I. T. METODOLOGÍA PARA EL CAMBIO DE UN VEHÍCULO ACCIONADO POR MOTOR DE COMBUSTIÓN EN UN VEHÍCULO ELÉCTRICO, SUMINISTRADO CON BATERÍAS DE LITIO. *universidad nacional de la plata*. (2018)

Martínez, J. L. (2018). Diseño y construcción asistido por ordenador de carrocerías de motocicletas eléctricas. presentado a la Universidad Politécnica de Valencia - España

Recuperado de link: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/112136/Naval>

Persijs R. Vjego Felipe^{1*}, Dž. R. (2018). Motores síncronos accionados por inverter con devanados sin rotor para vehículos eléctricos. Carlos Rafael Rodríguez, Universidad de Cienfuegos.

Pinedo Gonsales, J.B. Beneficios ambientales sobre la conversión de energía entre mototaxis de combustión interna y mototaxis eléctricos en la Región Jarinacocha, Provincia coronel Portillo, Región Ucayali. Conservación realizada en

U. N de UCAYALI. obtenido de un repositorio.

Vazkess, A. M. (2020). Un diseño que convierte un vehículo de motor de explosión en motor eléctrico. Universidad San Carlos, Guatemala.

link:

[http://www.repositorio.usac.edu.gt/15400/1/Edgar%20Amilcar%20Morales%20V%](http://www.repositorio.usac.edu.gt/15400/1/Edgar%20Amilcar%20Morales%20V%20)

C3%A1squez.pdf

En una tesis presentado a la universidad nacional del altiplano por APAZA López, Alex Wilinthon. Análisis de un Toyota Prius de motor de combustión interna convertido a eléctrico híbrido en la localidad de Puno, 2017. 116 pp.

CEÑAL García, Miguel. Técnicas de control de un motor de inducción en un vehículo eléctrico. Tesis (Tecnologías Industriales). Madrid: Universidad Carlos III de Madrid, 2017. 86 pp.

ALEGRE Buj, María Susana. Modelado del vehículo eléctrico e híbrido paralelo por medio de Matlab/Simulink y planificación de estaciones de carga mediante sistemas de información geográfica y algoritmos genéticos. Tesis (Doctoral). España: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2017. 320 pp.

CHELE Sancan, Darwin Gregorio. Vehículos híbridos, una solución interina para bajar los niveles de contaminación del medio ambiente causados por las emisiones provenientes de los motores de combustión interna. Revista mensual de la UIDE, 2 (12):1-10, octubre 2017.

TOBOSO Fabregat, Álvaro. Diseño del sistema de propulsión eléctrico para vehículo híbrido. Tesis (Grado en Ingeniería Eléctrica). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2018. 131 pp.

PAZ David, ENCALADA Patricio. Sistema de control para el motor del prototipo de un auto eléctrico biplaza UTA-CIM17. Tesis (Grado en Ingeniería Electrónica y Comunicaciones). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2018. 91 pp.

PERNIA Nieto, Carlos. Pre-diseño de un motor eléctrico para el accionamiento de un automotor. Tesis (Doctoral). España: Universidad Politécnica de Madrid, 2017. 75 pp.

Beltrán, Alberto [et al]. Simulación y control de la velocidad y par electromagnético de un motor de inducción trifásico: Un enfoque a vehículos eléctricos [en línea]. 2019, vol. 16, n° 3. [fecha de consulta 10 enero 2021].

Disponible en: <https://doi.org/10.4995/riai.2019.10452>

RAMÍREZ Morales, Jenifer. Estudio de la dinámica de tracción en un vehículo eléctrico. Tesis (Ingeniería Mecánica). Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2017. 33 pp.

CANTORIN Benites, Rafael Anthony. Freno regenerativo en la eficiencia energética de Vehículos Híbridos utilizados en Lima Metropolitana. Tesis (Ingeniería Mecánica). Lima: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2018. 105 pp.

SCHOLTES Ruiz, Roberto. Impacto del vehículo eléctrico en la industria española: disrupción económica en ciernes. Revista de economía industrial, (411): 113-122, 2019.

ISSN: 0422-2784

ALARCON, Luis, MAXIMIANO, Cristian. Conversión de vehículo convencional a vehículo eléctrico. Tesis (Técnico Universitario en Mecánica Automotriz). Viña del Mar: Universidad Técnica Federico Santa María, 2020. 74 pp.

PARRA Delgado, Alberto. Torque Vectoring Control Strategies for Electric Vehicles. "Estrategias de control de vectorización de par para vehículos eléctricos". Tesis (Doctoral). España: Universidad del País Vasco, 2018. 190 pp.

JIMÉNEZ Garro, Michael. Estudio de prefactibilidad para sustitución de flota vehicular de motor de combustible fósil a vehículos eléctricos en ThyssenKrupp Elevadores SA Costa Rica. Tesis (Licenciatura). Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2020. 138 pp.

Evaluación del sistema de tracción en un vehículo eléctrico biplaza de estructura tubular por Juan Rocha Hoyos [et al]. Ecuador: Universidad Internacional SEK, 28 (2): 29-36, abril 2017

ISSN: 0718-0764

ABAD, Victoria; SAGREDO, Jesús. Evolución y proceso de fabricación de imanes "NEO" aplicados a motores de vehículos eléctricos. España: Universidad de Burgos, 54 (3), 127 pp., junio 2018.

ISSN: 0034-8570

SÁNCHEZ Vélez, Johnatan. Análisis y estimación de la demanda eléctrica con la implementación de vehículos eléctricos conectados a una red de distribución en cuenca y el Ecuador. Tesis (Ingeniería Eléctrica). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2017. 147 pp.

MÁRQUEZ Trujillo, Teodoro. Modelización de Vehículo eléctrico para la simulación de trayectorias en ADAMS. Tesis (Master en Ingeniería Mecánica). España: Universidad Politécnica de Valencia, 2020. 103 pp.

CAMACÁS Tenganán, Jhonson Omar. Implementación de un dispositivo de diagnóstico para módulos de batería de vehículos híbridos y eléctricos. Tesis (Licenciatura). Universidad Técnica del Norte, 2020. 83 pp.

HERRERO de Lucas, Luis Carlos. Control de velocidad de motores BLDC, mediante sistemas basados en Arduino para aplicaciones en vehículos eléctricos. Tesis (Ingeniería Electrónica Industrial y Automática). España: Universidad de Valladolid, 2020. 137 pp.

SIERRA Erice, Álvaro. Control de Motores de Inducción en Vehículos Eléctricos: Control Directo de Par Predictivo. Tesis (Maestría en Ingeniería Industrial). España: Universidad Politécnica de Madrid, 2020. 150 pp.

CHUQUILLANQUI, Jesús [et al]. El vehículo eléctrico como alternativa en el servicio de recolección de residuos sólidos. Tesis (Maestría en Gestión de la Energía). Lima: Universidad ESAN, 2017. 91 pp.

MONTOYA Rivera, Manuela. Modelo dinámico de un sistema de propulsión con motor eléctrico y hélice. Tesis (Licenciatura). Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana, 2020. 81 pp.

SORIANO Ribera, Juan Luis. Análisis comparativo teórico-experimental de la aplicación de las máquinas eléctricas clásicas en el vehículo eléctrico. Tesis (Doctoral). España: Universidad Politécnica de Valencia, 2018. 105 pp.

RIVADENEIRA Aguirre, Darío Javier. Proyecto de factibilidad sobre la implementación de vehículos eléctricos para transporte personal entre los campus de la Universidad Técnica del Norte. Tesis (Ingeniería en Mantenimiento). Ibarra: Universidad Técnica del Norte, 2021. 138 pp.

SABANA Padilla, José Carlos. Metodología para estimar la velocidad angular de un motor de inducción instalado en un vehículo eléctrico. Tesis (Ingeniería Electrónica). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. 48 pp.

ANEXOS

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLES DE ESTUDIO | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | INDICADOR | ESCALA DE MEDICIÓN |
|--|---|--|--|--------------------|
| <p>Variable independiente:</p> <p>Diseño alternativo para motor de combustión de 150cc Con eficientes motorreductores trifásicos AC en trimovil de pasajeros.</p> | <p>Es un estudio de adaptación de un motor de Combustión de 150cc en un motorreductor trifásico AC de alta eficiencia en un trimovil de pasajeros.</p> | <p>Las mediciones del cambio en esta fuente de energía se basan en los requisitos de carga del trimovil de pasajeros, es decir cómo pueden variar los parámetros de operación del funcionamiento del motorreductor eléctrico.</p> | Potencia (KW) | Razón |
| | | | TENSION (V). | Nominal |
| | | | Corriente (A) | Intervalo |
| | | | almacenamiento de corriente eléctrica(A-h) | Intervalo |
| <p>Variable Dependiente:</p> <p>Accionamiento del trimovil de pasajeros</p> | <p>El trimovil de pasajeros utiliza la energía mecánica proveniente de un motorreductor de inducción de 3Ø para realizar el movimiento necesario y traslado adecuado.</p> | <p>Se mide y se evalúa la energía mecánica utilizando parámetros operativos de una rueda del vehículo (trimovil de pasajeros), en función a la velocidad y la resistencia en la fuerza de la dirección en diversas condiciones operativas.</p> | Potencia (KW) | Razón |
| | | | Torque (Nm) | Nominal |
| | | | Velocidad (RPM). | Intervalo |



Descripción:

En esta toma se aprecia, que los trimoviles de pasajeros, son un medio de transportes más contaminantes de nuestro medio ambiente, asimismo también generan contaminación acústica, cuando el pasajero está a bordo, generando así impactos con nuestra salud y desencadenando respuestas de estrés con nuestro cuerpo.

consumo específico de combustible

| Trimoviles de prueba | Recorrido por (km) | Consumo de combustible por día (Gal) | Consumo de combustible por día (km/Gal) |
|----------------------|--------------------|--------------------------------------|---|
| Trimovil 1 | | | |
| Trimovil 2 | | | |
| Trimovil 3 | | | |
| Trimovil 4 | | | |
| Trimovil 5 | | | |

frecuencia de mantenimiento.

| | Kilometraje | NUMERO DE DIAS | | | |
|------------|-------------|------------------|-----------------|----------------------|-------------------------------|
| | | Cambio de aceite | Bajada de motor | Mantenim. preventivo | Cambio de sistema de arrastre |
| Trimovil 1 | | | | | |
| Trimovil 2 | | | | | |
| Trimovil 3 | | | | | |
| Trimovil 4 | | | | | |
| Trimovil 5 | | | | | |