



# Plagiarism Checker X Originality Report

Similarity Found: 2%



Firmado electrónicamente por:  
**ALEX STALIN  
NUÑEZ MOSCOSO**

Date: martes, diciembre 14, 2021

Statistics: 116 words Plagiarized / 5215 Total words

Remarks: Low Plagiarism Detected - Your Document needs Optional Improvement.

---

INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO / CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ TEMA: ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO DEL INVERSOR DE LA CONVERSIÓN DE CORRIENTE CONTINUA A ALTERNA EN UN VEHÍCULO ELÉCTRICO CUANDO SE ENCUENTRA EN DIFERENTES CONDICIONES DE CAMINO (EN TRAYECTORIA RECTILÍNEA, PENDIENTE POSITIVA Y NEGATIVA A DIFERENTES VELOCIDADES DE MANEJO). PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO MECÁNICA AUTOMOTRIZ Bryan Santiago Álvarez Acaro Cristian Alexander Bedón Simbaña Asesor: Stalin Núñez Moscoso). QUITO, DICIEMBRE DEL 2021. © Instituto Superior Universitario Central Técnico (2020).

Reservados todos los derechos de reproducción DECLARACIÓN Yo Bryan Santiago Álvarez Acaro, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. El Instituto Superior Tecnológicos Central Técnico puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

----- Bryan Santiago Álvarez Acaro DECLARACIÓN Yo Cristian Alexander Bedón Simbaña, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento. El Instituto Superior Tecnológicos Central Técnico puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la

Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

/ CERTIFICACIÓN **Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por** (Nombre del Autor), bajo mi supervisión. \_\_\_\_\_ Stalin Núñez Moscoso  
TUTOR DE PROYECTO AUSPICIO/AGRADECIMIENTOS ESPECIALES  
AGRADECIMIENTO Para el presente trabajo, agradezco a Dios por ser mi guía y por darme la paciencia y la sabiduría para completar con éxito mis metas propuestas. **A mis padres por** ser mi pilar fundamental y por apoyarme incondicionalmente a pesar de las dificultades y dificultades que surgieron.

Doy las gracias a mis docentes quienes me guiaron en mis estudios y a subes en mi investigación del Instituto Superior Universitario Central Técnico de la Carrera de Mecánica Automotriz con su experiencia, conocimiento e inspiración, consejos, educación, apoyo y todas las amistades ofrecidas durante los momentos más difíciles de mi vida. DEDICATORIA Este trabajo lo dedico principalmente a Dios porque él me ha dado esta vida y me ha permitido llegar a este momento importante en mi formación profesional. A los familiares más cercanos, como el pilar más importante, y para mostrar siempre su amor y apoyo incondicional, sin importar nuestras diferencias.

Para mi padre, a pesar de nuestra distancia física, siento que siempre estás conmigo y aunque tenemos muchas cosas para vivir juntos, sé que este momento sería tan especial para mí, siempre está dispuesta a compartir momentos importantes conmigo y siempre **escucharme y ayudarme en cualquier momento.**  
Inverter performance analysis of DC to AC conversion in an electric vehicle when under different road conditions (straight path, positive and negative slope at different driving speeds) Análisis de funcionamiento del inversor de la conversión de corriente continua a alterna en un vehículo eléctrico cuando se encuentra en diferentes condiciones de camino (en trayectoria rectilínea, pendiente positiva y negativa a diferentes velocidades de manejo) Bryan Álvarez Acaro 1 Cristian Bedón Simbaña2 Alex Núñez Moscoso3 1Comision de investigación IST Central Técnico, Quito, Ecuador E-mail: balvareza@istct.edu.ec 2Instituto Superior Tecnológico Central Técnico, Quito, Ecuador E-mail: cbedons@istct.edu.ec 3 Comisión de Planificación IST Central Técnico, Quito, Ecuador E-mail: anunez@istct.edu.ec

RESUMEN El presente artículo científico trata acerca del análisis de funcionamiento del inversor de la conversión de corriente continua a alterna en un vehículo eléctrico cuando se encuentra en diferentes condiciones de camino (en trayectoria rectilínea, pendiente positiva y negativa a diferentes velocidades de manejo), con el objetivo de analizar el funcionamiento del inversor al ser cambiadas las condiciones de uso, así como la toma de valores referenciales de voltaje arrojados por el ingreso y salida de corriente el inversor de corriente continua a alterna (CC y CA).

Se utilizó investigación exploratoria al igual que la aplicación de una investigación descriptiva la cual nos permitirá recalcar puntos claves en la investigación donde se buscará las características del funcionamiento de los diferentes componentes del inversor y del mismo también, en base a información obtenida en libros digitales y páginas web, al igual que datos tomados a partir de prueba realizadas en el banco de trabajo ubicado en el laboratorio designado (CarTrain). Tras suministrar las variantes de velocidad de 30 Km/h y 90 km/h, batería totalmente cargada y a media carga (50% de su carga total), con un grado de inclinación variado de 0° y 15° como también un aproximado de la 53,3 V de energía saliente de la batería al inversor para tener las diferentes variables de datos en voltios, se observará **la variación de energía** entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 10,6 V en la medida más baja a 105,9 V como la medida más alta.

Al finalizar de leer esta investigación se podrá enterar las variantes de voltaje resultante del inversor hacia el motor eléctrico las cuales tiene una variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de distintos volts cuando está en una trayectoria rectilínea al igual que cuando está en pendiente tomando en cuenta que su velocidad y otros factores ya antes dados en este resumen. Palabras clave-- Inversor, corriente continua a alterna (CC y CA), vehículos, eléctricos, condiciones, pendiente, prueba, CarTrain, velocidad, batería, inclinación, voltios.

ABSTRACT This scientific article deals with the analysis of the operation of the inverter of the conversion of direct current to alternating current in an electric vehicle when it is in different road conditions (in a rectilinear path, positive and negative slope at different driving speeds), with the objective is to analyze the operation of the inverter when the conditions of use are changed, as well as the taking of reference voltage values ??thrown by the current input and output of the inverter from direct current to alternating current (DC and AC).

Exploratory research was used as well as the application of a descriptive research which will allow us to emphasize key points in the investigation where the

characteristics of the operation of the different components of the investor and of the same will be sought, based on information obtained in digital books and web pages, as well as data taken from tests performed on the workbench located in the designated laboratory (CarTrain). After supplying the speed variants of 30 km / h and 90 km / h, the battery is fully charged and half charged (50% of its total charge), with a varied degree of inclination of 0 ° and 15 ° as well as an approximate 53 , 3 V of energy outgoing from the battery to the inverter to have the different variables given in volts, the variation of energy between the different phases of the motor (U, V, and W) will be observed, it oscillates the ranges of 10.6 V in the lowest measurement at 105.9

V as the highest measurement. At the end of reading this investigation, it will be possible to find out the voltage variants resulting from the inverter to the electric motor which has a variation of energy between the different phases of the motor (U, V, and W) oscillating the ranges of different volts when it is in a rectilinear trajectory as when it is on a slope taking into account that its speed and other factors already given before in this summary.

Key Words--Inverter, Direct to Alternating Current (DC & AC), Vehicles, Electric, Conditions, Slope, Test, CarTrain, Speed, Battery, Incline, Volts. 1. INTRODUCCIÓN En la actualidad el mercado automotriz ha sufrido grandes cambios esto producto del ingreso de los vehículos eléctricos causando grandes controversias en base a su funcionamiento. Las diferentes empresas que en la actualidad empiezan a innovar con vehículos eléctricos el mercado nacional e internacional han implementado diferentes tipos de módulos, accesorios, sensores y actuadores.

Dando así paso a las nuevas tecnologías de las cuales una de las incógnitas a tratar, es en base a las cargas energéticas que ingresan al inversor, un componente muy importante para el funcionamiento de los ya mencionados vehículos eléctricos, ya que el mismo es el encargado de suministrar el voltaje necesario al motor eléctrico para la movilidad del vehículo, esto abriendo una serie de dudas con respecto al funcionamiento del inversor ya que al ingresar por sus pines encontramos corriente continua (CC) y al salir hacia lo pines del motor eléctrico encontramos corriente alterna (CA) lo que permite abrir una seria de dudas las cuales se aclararan por medio de un simulador que permite las diferentes condiciones de trabajo de un vehículo eléctrico al igual de que comportamiento que tiene la energía eléctrica durante el proceso de cambio de tipo de corriente y la variación de sus voltajes. (simonelectric, 2019) 1.1

La batería (componente eléctrico que aporta energía al inversor) Una muy

importante variante en la batería, es la autonomía depende de la calidad, almacenamiento y tamaño de la misma, este componente almacena energía eléctrica por medio de componentes electroquímicos. La explicación química del funcionamiento de los diferentes tipos de baterías para el coche eléctrico es que esta aprovecha energía proveniente de la reacción redox (es un proceso químico donde unos de los componentes pierden electrones y al mismo tiempo otros los ganan).

Una batería está formada por dos electrodos los cuales son; ánodo y cátodo, los cuales están sumergidos en electrolito Las baterías están formadas por celdas las cuales varían sus dimensiones dependiendo del fabricante como puede ser de pequeño tamaño y poca capacidad como las que utiliza tesla, las mismas pueden estar unidas en serie (igual intensidad mayor tensión) o en paralelo (igual tensión mayor intensidad) 1.2 Los autos eléctricos contienen baterías de ion-litio, Plomo GEL, Níquel hidruro metálico etc. Las misma que almacenan la energía que posteriormente será utilizada, para hacer funcionar el motor del automóvil.

(Montecelos, 2021) como se muestra en la Figura 1 / Figura 1: Batería Vehículos eléctricos

Fuente: (Fidalgo, 2020) 1.3 El Inversor El inversor transporta la energía que almacena las baterías de corriente continua al motor transformando y modificando el voltaje y la señal según las necesidades que sea requerida, que generalmente requiere corriente alterna, de igual forma transforma la energía obtenida por el freno regenerativo para cargarlas baterías. (Gonzales, 2013) en la figura 2 se muestra la ubicación del inversor.

/ Figura 2: Ubicación del inversor vehículo eléctrico

Fuente: (Montecelos, 2021) La energía eléctrica en corriente continua, se caracteriza por una polaridad definida y constante, la corriente alterna se caracteriza por alternar sucesivamente la polaridad a lo largo del tiempo. (Berizzo, 2021) Como se muestra en la figura 3. / Figura 3: Gráficas corriente continua y alterna

Fuente: (Alonso, 2021) La energía parte de acumulador hasta llegar a la primera entrada topándose con un transistor IGBT (Transistor bipolar de puerta aislada) el mismo que es un dispositivo electrónico que se suele usar como un interruptor en la electrónica de potencia, como se observa cada uno de estos rieles está conectado un cable de conexión al motor.

Explicando lo siguiente la energía llegara hasta los IGBT los mismo que cortaran la energía en base a pulsaciones causando que la energía siga ciertos rieles las cuales modifica la frecuencia y el voltaje tanto al ingresar por unos de los pines, como al

salir. (berkonte, 2021) Como se muestra en la Figura 3, la corriente continua sigue una sola dirección, en cuanto al su voltaje a diferencia de la corriente Alterna la misma que genera una honda senoidal, la energía de salida proveniente del inversor trata de acercarse lo más posible a la honda senoidal como se muestra en la Figura 5, donde a base de pulsaciones (PWM son las siglas de Pulse Width Modulation), cortará y abrirá el paso de energía permitiendo el funcionamiento correcto del motor eléctrico.

(berkonte, 2021) En la figura 4 se observa el diagrama eléctrico del inversor donde se visualiza el flujo energético que se direcciona al motor eléctrico./ Figura 4:

Diagrama eléctrico Inversor

Fuente: (Montecelos, 2021) / Figura 5: Ondas generadas por el inversor correspondientes a la transformación de corriente

Fuente: (berkonte, 2021) Las letras U, V y W en motores de CA se usan para representar los devanados. Es solo una convención típica, una convención mundial.

Para cosas como las unidades, la convención es RST (es un código para describir la calidad de transmisiones, esto para poder diferenciar un factor específico de señalando así diferentes denotaciones) para el suministro, (U, V, W) para la salida al motor. Los cables del motor también pueden etiquetarse como (X, Y, Z). Existen muchas convenciones de este tipo. En los EE. UU., El 'estándar' pasado era L1 / L2 / L3 para entrantes, T1 / T2 / T3 para salientes y motores. (Retrieved, s.f.) 1.4 El Motor

El motor de los vehículos eléctricos en su mayoría es trifásico los mismos que suelen estar conectados en triangulo o en estrella como se muestra en la Figura 6 y Figura 7.

/ Figura 6: Diagrama eléctrico Inversor

Fuente: (Montecelos, 2021) / Figura 7: Diagrama eléctrico Inversor

Fuente: (Ingenieria, 2021) Los motores poseen 3 fases para su funcionamiento las mismas que hacen referencia al número de bobinados de cada una de las fases en las cuales encontramos (U, V, W) las mismas que generan el campo magnético para el funcionamiento del motor como se observa en la Figura 7, estas entradas se las puede apreciar en los pines de ingreso de energía eléctrica al motor trifásico.

2. Métodos de Investigación En base al tema de investigación tratado en este artículo "Análisis de funcionamiento del inversor de la conversión de corriente continua a alterna en un vehículo eléctrico cuando se encuentra en diferentes condiciones de camino.

(Plano, subida y bajada)" se utilizará un tipo de investigación exploratoria, tanto el funcionamiento del inversor al someterlo a distintas variantes de manejo que

tendrá el vehículo, esto al incrementar factores los cuales forzarán y declinarán el funcionamiento del inversor.

Como siguiente punto de aplicación, investigación descriptiva la cual nos permitirá recalcar puntos claves en la investigación donde se busquen las características del funcionamiento de los diferentes componentes del inversor en base a información obtenida en libros digitales y páginas web, al igual que datos tomados a partir de pruebas realizadas en el banco de trabajo ubicado en el laboratorio designado (CarTrain).

## 2.1

**Materiales para la obtención de datos**  
**Multímetro:** Es un equipo con la capacidad de medir diferentes cargas eléctricas como es corriente continua y corriente alterna al igual que medir la resistencia eléctrica, es muy utilizado para diagnosticar diferentes interrogantes en cuestión de corriente eléctrica (ITCA, 2016).  
**Diagrama vehículo eléctrico:** Es una representación gráfica de los diferentes componentes de una red eléctrica (Ruiz, 2021).  
**Simulador de vehículo CarTrain:** simulador del funcionamiento de vehículos eléctricos y híbridos en el cual se pueden establecer diferentes condiciones de trabajo, para poder comprender el funcionamiento de estos vehículos . 2.2

**Proceso** Se tomará el multímetro y con ayuda del diagrama eléctrico se identificarán las entradas y salidas del inversor en el simulador CarTrain como se muestra en la figura 8 donde el borne positivo y negativo por donde ingresa la energía hacia el inversor y en las fases U V W es donde saldrá la energía hacia el motor trifásico. /

Figura 8: Diagrama eléctrico simulador

Fuente: Propia Como se muestra en la imagen para medir la energía que ingresa al inversor, tomamos el multímetro y con el pin positivo colocamos en el borne positivo y el pin negativo en el borne negativo lo que permitirá observar el valor de ingreso de energía al inversor en la pantalla digital, esto se lo realizará con el simulador CarTrain encendido y con las condiciones de trabajo correspondientes las cuales son con variantes de carga de batería y velocidad del vehículo eléctrico.

Para la obtención de cargas eléctricas salientes del inversor se colocan los pines del multímetro sobre las fases del motor como se observa en la figura 9 donde se coloca uno de los pines sobre la Fase U y el otro sobre la Fase V lo que permitirá visualizar el voltaje en la pantalla digital (en los pines que ingresan al motor eléctrico del inversor no encontramos un pin negativo así que no importa la colocación de los pines provenientes del multímetro) esto se lo realizará entre las Fases U-V, U-W, V-W, V-U, W-U, W-V) previamente se deberá colocar en el simulador

las condiciones de trabajo en las cuales las variantes a tomar en cuenta son el % de carga de la batería, la velocidad y los grados de inclinación (tomando en cuenta que el simulador solo permite 15 grados).

/ Figura 9: Diagrama eléctrico simulador prueba de faces

Fuente: Propia Para poder analizar los diferentes datos obtenidos mediante el multímetro en el simulador se tabulará, donde los ítems a tomar en cuenta serán (velocidad, % de batería, grados de inclinación, energía saliente de batería hacia el inversor, pines de entrada del motor trifásico y variación de voltajes) al concluir con la tabulación se procederá al análisis entre las diferentes tablas las cuales nos revelaran los resultados de la investigación. 3.Resultados obtenidos 3.1

Análisis de los resultados obtenidos mediante la obtención de valores eléctricos en el simulador (Car train) En a la Figura 10 se muestra la dirección de la energía eléctrica la misma que va desde el inversor hacia el motor eléctrico esto cuando el vehículo se encuentra en trayectoria rectilínea y en pendiente. / Figura 10: Flujo de corriente inversor

Fuente: CarTrain 3.2 Pruebas cuando el vehiculo se encuentra en trayectoria rectilínea. Como primera recopilación de información se analiza las diferentes cargas eléctricas resultado de la simulación del vehículo eléctrico cuando este se encuentra en una trayectoria rectilínea.

Tabla 1 resultados prueba 1 de voltajes en simulador VELOCIDAD \_BATERIA \_GRADOS DE INCLINACION \_ENERGUA SALIENTE DE BATERIA HACIA EL INVERSOR \_PINES DE ENTRADA MOTOR TRIFASICO \_VARIACION DE VOLTAJES \_  
\_30 km/h \_100% \_0° \_53,3 V \_U-V \_72 V \_30 km/h \_100% \_0° \_53,3 V \_U-W \_72,5 V  
\_30 km/h \_100% \_0° \_53,3 V \_V-W \_68,9 V \_30 km/h \_100% \_0° \_53,3 V \_V-U  
\_69,6 V \_30 km/h \_100% \_0° \_53,3 V \_W-U \_70 V \_30 km/h \_100% \_0° \_53,3 V  
\_W-V \_69,4 V \_

Fuente: Propia En la tabla 1 se observa los valores obtenidos a una velocidad de 30 Km/h con la batería cargada totalmente con un grado de inclinación de 0° con una aproximado de la 53,3 V de en erguía saliente de la batería al inversor para tener las diferentes variables de dados en voltios.

Como se observa la variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 69,4 a 72 V. Tabla 2 resultados prueba 2 de voltajes en simulador VELOCIDAD \_BATERIA \_GRADOS DE INCLINACION \_ENERGUA SALIENTE DE BATERIA HACIA EL INVERSOR \_PINES DE ENTRADA MOTOR TRIFASICO \_VARIACION DE VOLTAJES \_  
\_90 km/h \_100% \_0° \_53,3 V \_U-V \_104,5 V  
\_90 km/h \_100% \_0° \_53,3 V \_U-W \_105 V \_90 km/h \_100% \_0° \_53,3 V \_V-W

\_103,9 V \_90 km/h \_100% \_0° \_53,3 V \_V-U \_102,4 V \_90 km/h \_100% \_0° \_53,3 V  
\_W-U \_105,5 V \_90 km/h \_100% \_0° \_53,3 V \_W-V \_102,3V \_

Fuente: Propia En la Tabla 2 se observa los valores obtenidos a una velocidad de 90 Km/h con la batería cargada totalmente con un grado de inclinación de 0° con una aproximado de la 53,3 V de en erguía saliente de la batería al inversor para tener las diferentes variables de datos en voltios Como se observa la variación de energía entre las diferentes fases del motor u, v, y w oscila los rangos de 102,3 a 104,5 V.

Como se logra diferenciar la tabla 1 y 2 hay una diferencia al comparar la carga resultante de las fases, esto a consecuencia que a mayor velocidad se debe exigir al motor un mejor campo magnético por motivo mayor cantidad de energía. Tabla 3 Tabla de resultados prueba 3 de voltajes en simulador VELOCIDAD \_BATERIA \_GRADOS DE INCLINCACION \_ENERGUIA SALIENTE DE BATERIA HACIA EL INVERSOR \_PINES DE ENTRADA MOTOR TRIFASICO \_VARIACION DE VOLTAJES \_  
\_30 km/h \_50% \_0° \_53,3 V \_U-V \_71,8 V \_30 km/h \_50% \_0° \_53,3 V \_U-W \_73,2 V  
\_30 km/h \_50% \_0° \_53,3 V \_V-W \_71,9 V \_30 km/h \_50% \_0° \_53,3 V \_V-U \_71,3  
V \_30 km/h \_50% \_0° \_53,3 V \_W-U \_73 V \_30 km/h \_50% \_0° \_53,3 V \_W-V \_71,5  
V \_

Fuente: Propia En la Tabla 3 se observa los valores obtenidos a una velocidad de 30 Km/h con la batería cargada al 50% con un grado de inclinación de 0° con una aproximado de la 53,3 V de en erguía saliente de la batería al inversor para tener las diferentes variables de datos en voltios.

Como se observa la variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 71,5 a 73 V. Al compara la tabla 1 con la tabla 3 se logra identificar que a pesar de que la betería esta 50% de su capacidad a diferencia de la otra prueba que está a 100 % el voltaje entre interfaces para el campo magnético no tiene una variación eléctrica notable Tabla 4 resultados prueba 4 de voltajes en simulador VELOCIDAD \_BATERIA \_GRADOS DE INCLINCACION \_ENERGUIA SALIENTE DE BATERIA HACIA EL INVERSOR \_PINES DE ENTRADA MOTOR TRIFASICO \_VARIACION DE VOLTAJES \_  
\_90 km/h \_50% \_0° \_53,3 V \_U-V \_105,2 V \_  
\_90 km/h \_50% \_0° \_53,3 V \_U-W \_105,9 V \_90 km/h \_50% \_0° \_53,3 V \_V-W \_104,5  
V \_90 km/h \_50% \_0° \_53,3 V \_V-U \_105,8 V \_90 km/h \_50% \_0° \_53,3 V \_W-U  
\_105,7 V \_90 km/h \_50% \_0° \_53,3 V \_W-V \_103,3 V \_

Fuente: Propia En la Tabla 4 se observa los valores obtenidos a una velocidad de 90 Km/h con la batería cargada al 50% con un grado de inclinación de 0° con una aproximado de la 53,3 V de en erguía saliente de la batería al inversor para tener las diferentes variables de datos en voltios Como se observa la variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 103,3 a

105,9 V Al compara la tabla 2 con la tabla 4 se logra identificar que a pesar de que la batería este al 50% de su capacidad a diferencia de la otra prueba que está a 100 % el voltaje entre interfaces para el campo magnético no tiene una variación eléctrica notable. 3.3: Pruebas cuando el vehículo se encuentra en pendiente  
Análisis de cargas eléctricas producidas por el inversor cuando el vehículo eléctrico se encuentra en pendiente.

Tabla 5 Tabla de resultados prueba 5 de voltajes en simulador VELOCIDAD  
\_BATERIA \_GRADOS DE INCLINACION \_ENERGIA SALIENTE DE BATERIA HACIA EL INVERSOR \_PINES DE ENTRADA MOTOR TRIFASICO \_VARIACION DE VOLTAJES \_  
\_30 km/h \_100% \_15° \_53,3 V \_U-V \_70,1 V \_30 km/h \_100% \_15° \_53,3 V \_U-W  
\_70,9 V \_30 km/h \_100% \_15° \_53,3 V \_V-U \_70 V \_30 km/h \_100% \_15° \_53,3 V  
\_V-W \_69 V \_30 km/h \_100% \_15° \_53,3 V \_W-U \_70,3 V \_30 km/h \_100% \_15°  
\_53,3 V \_W-V \_68,4 V \_

Fuente: Propia En la tabla 5 observa los valores obtenidos a una velocidad de 30 Km/h con la batería cargada totalmente con un grado de inclinación de 15° en una elevación, con una aproximado de la 53,3 V de en erguía saliente de la batería al inversor para tener las diferentes variables de datos en voltios. Como se observa la variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 68,4 a 70,1 V.

Como se observa en la tabla 5 a pesar de que el vehículo ese encuentra en pendiente no se nota una diferencia de voltaje al comparar al vehículo con la misma velocidad en trayectoria rectilínea esto presente en la tabla 1 y 3 Tabla 6 resultados prueba 6 de voltajes en simulador VELOCIDAD \_BATERIA \_GRADOS DE INCLINACION \_ENERGIA SALIENTE DE BATERIA HACIA EL INVERSOR \_PINES DE ENTRADA MOTOR TRIFASICO \_VARIACION DE VOLTAJES \_  
\_30 km/h \_50% \_15° \_53,3 V \_U-V \_71,5 V \_30 km/h \_50% \_15° \_53,3 V \_U-W \_71,3 V \_30 km/h \_50%  
\_15° \_53,3 V \_V-W \_70,2 V \_30 km/h \_50% \_15° \_53,3 V \_V-U \_69,4 V \_30 km/h  
\_50% \_15° \_53,3 V \_W-U \_70,9 V \_30 km/h \_50% \_15° \_53,3 V \_W-V \_69,5 V \_

Fuente: Propia En la tabla 6 se observa los valores obtenidos a una velocidad de 30 Km/h con la batería cargada al 50% con un grado de inclinación de 15° con una aproximado de la 53,3 V de en erguía saliente de la batería al inversor para tener las diferentes variables de datos en voltios.

Como se observa la variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 69,5 a 71,5 V. Como se observa en la tabla 6 el voltaje no varía esto compararlo con la tabla 5 que a pesar de que la carga de la batería es menor el voltaje no varía, al igual que al compararlo con el tabal 1y 3 en donde el vehículo se encuentra en trayectoria rectilínea. 3.4

Pruebas cuando el vehículo se encuentra en bajada / Figura 11: Flujo de corriente inversor

Fuente: CarTrain En la Figura 11 se muestra como la energía retorna hacia la batería, esto identificando como un proceso regenerativo de la energía eléctrica producto del freno regenerativo esto se realiza cuando el vehículo desciende en una pendiente. Tabla 7 resultados prueba 7 de voltajes en simulador VELOCIDAD \_BATERIA \_GRADOS DE INCLINACION \_ENERGIA SALIENTE DE BATERIA HACIA EL INVERSOR \_PINES DE ENTRADA MOTOR TRIFASICO \_VARIACION DE VOLTAJES \_30 km/h \_100% \_15° \_53,3 V \_U-V \_10,6 V \_30 km/h \_100% \_15° \_53,3 V \_U-W \_10,6 V \_30 km/h \_100% \_15° \_53,3 V \_V-U \_10,6 V \_30 km/h \_100% \_15° \_53,3 V \_V-W \_10,6 V \_30 km/h \_100% \_15° \_53,3 V \_W-U \_10,6 V \_30 km/h \_100% \_15° \_53,3 V \_W-V \_10,6 V \_

Fuente: Propia En la tabla 7 se observan los valores obtenidos a una velocidad de 30 Km/h con la batería cargada totalmente con un grado de inclinación de 15° de bajada de la carretera con una aproximado de la 53,3 V de en erguía saliente de la batería al inversor para tener la variable de 10,6 V total. Como se observa la variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 10,6 V.

Tabla 8 resultados prueba 8 de voltajes en simulador VELOCIDAD \_BATERIA \_GRADOS DE INCLINACION \_ENERGIA SALIENTE DE BATERIA HACIA EL INVERSOR \_PINES DE ENTRADA MOTOR TRIFASICO \_VARIACION DE VOLTAJES \_30 km/h \_50% \_15° \_53,3 V \_U-V \_10,9 V \_30 km/h \_50% \_15° \_53,3 V \_U-W \_10,9 V \_30 km/h \_50% \_15° \_53,3 V \_V-W \_10,9 V \_30 km/h \_50% \_15° \_53,3 V \_V-U \_10,9 V \_30 km/h \_50% \_15° \_53,3 V \_W-U \_10,9 V \_30 km/h \_50% \_15° \_53,3 V \_W-V \_10,9 V \_ Fuente: Propia En la tabla 8 se observan los valores obtenidos a una velocidad de 30 Km/h con la batería cargada al 50% con un grado de inclinación de 15° con una aproximado de la 53,3 V de en erguía saliente de la batería al inversor para tener la variable de 10,9 V total.

Como se observa la variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 10,9 V. Como se observa en la tabla 7 y 8 el voltaje es contante en las diferentes fases del motor trifásico como son u, v y w al igual que la energía eléctrica se invierte esto producto del freno regenerativo este proceso se realiza como un apoyo para cargar la batería. 4.

Conclusiones Las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 71,5 a 73 V cuando está en una trayectoria rectilínea al igual que cuando está en pendiente tomando en cuenta que su velocidad es de 30 km/h al aumentar la

velocidad, el campo magnético de fases aumenta como es el caso de ir a 90 km/h sus rangos oscilan de 103,3 a 105,9 V, lo que en parte permite afirmar que el inversor está diseñado para generar las cargas eléctricas necesarias para que el motor pueda desempeñar su trabajo al enfrentarse a diferentes condiciones de trabajo.

Al comparar los voltajes obtenidos de las mediciones de las fases del motor eléctrico, cuando se encuentra en trayectoria rectilínea y pendiente, las cuales oscilan 71,5 y 73 V esto al estar 30 km/h con la batería totalmente cargada demuestra que el consumo de energía es similar en las dos condiciones de trabajo. Las fases del motor eléctrico oscilan, en un voltaje de 10,6 V cuando se encuentra en descenso estableciendo que el consumo de energía es mínimo, el freno regenerativo el cual cumple la función de cargar la batería empieza a funcionar lo cual también se refleja al momento de medir el voltaje proveniente del inversor.

Al realizar la comparación de los voltajes extraídos mediante el simulador, determina que la variación de cargas energéticas entre fases del motor eléctrico va a depender de las condiciones en las que se encuentre el vehículo, siendo el inversor quien modifica el voltaje de cada fase.

5. BIBLIOGRAFÍA

Alonso, R. (14 de Julio de 2021). hardzone.es. Obtenido de hardzone.es:  
<https://hardzone.es/tutoriales/mantenimiento/corriente-continua-alterna-pc/>

AUT, C. T. (2017). Chevrolet Trax LT AUT. Obtenido de Chevrolet Trax LT AUT:  
<https://carplanet.mx/noticia/tipsyconsejos/aditivos-para-motor-y-gasolina-conoces-como-funcionan/5957da972f364>

Bardahl. (2020). Uso de aditivos para combustibles. Obtenido de <https://www.bardahl.com.mx/uso-aditivos-combustible/>

Bardahl. (2021). Bardahl. Obtenido de Bardahl:  
<https://www.bardahl.com.mx/uso-aditivos-combustible/>

Berizzo, R. (1 de Julio de 2021). www.editores-srl.com.ar. Obtenido de www.editores-srl.com.ar:  
[https://www.editores-srl.com.ar/autor/ricardo\\_berizzo/20210701\\_conversor\\_e\\_inversor\\_electronica\\_basica\\_de\\_los\\_vehiculos\\_electricos](https://www.editores-srl.com.ar/autor/ricardo_berizzo/20210701_conversor_e_inversor_electronica_basica_de_los_vehiculos_electricos)

berkonte. (1 de Mayo de 2021). www.youtube.com. Obtenido de www.youtube.com:  
<https://www.youtube.com/watch?v=OZN5LIJAPXM&list=LL>

Casas, J. (25 de octubre de 2018). buenosybaratos. Obtenido de buenosybaratos:  
<https://buenosybaratos.es/comparativa/el-mejor-limpiador-de-inyectores-de-gasolina/>

Colchado. (2017). Motor de combustión interna. Obtenido de <https://sites.google.com/site/manifo1dmx/introduccion/capitulo-3>

compralubricantes.com. (30 de noviembre de 2019). compralubricantes.com. Obtenido de compralubricantes.com:  
<https://compralubricantes.com/blog/aditivos-de-lubricantes-que-tipos-hay/>

CONAUTO. (20 de Julio de 2016). CONAUTO. Obtenido de CONAUTO:

<http://www.conauto.com.ec/index.php/aditivos/> Fidalgo, R. (7 de Agosto de 2020). [www.autocasion.com](http://www.autocasion.com). Obtenido de [www.autocasion.com](http://www.autocasion.com):  
<https://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/problemas-autonomia-coche-electrico-recargas> FullClasificados. (26 de diciembre de 2015). FullClasificados . Obtenido de FullClasificados :  
<http://blogs.fullclasificados.ec/autos/2015/12/26/uso-de-aditivos-en-los-vehiculos/> Gestionmax. (2019). Gestionmax. Obtenido de Gestionmax:  
<https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/aditivos-definicion-significado/gmx-niv15-con65.htm> Gonzales, L. (4 de Julio de 2013). [forococheelectricos.com](http://forococheelectricos.com). Obtenido de [forococheelectricos.com](http://forococheelectricos.com):  
<https://forococheelectricos.com/2013/04/el-inversor-funcionamiento-y-novedades.html> Gustato. (2021). Aditibos para combustibles. Obtenido de Gustato:  
<http://gustato.com/petroleo/aditivos.html> Ingenieria, M. d. (21 de Febrero de 2021). [youtube.com](https://www.youtube.com). Obtenido de [youtube.com](https://www.youtube.com):  
<https://www.youtube.com/watch?v=MUNE1b1F4w&list=LL&index=2&t=33s> ITCA. (4 de Noviembre de 2016). [www.youtube.com](http://www.youtube.com). Obtenido de [www.youtube.com](http://www.youtube.com):  
<https://www.youtube.com/watch?v=ImuVciAHQD0&t=26s> Martin. (2019). Funcionamiento de un motor de combustión. Obtenido de  
<https://www.motorpasion.com/revision/funcionamiento-motor-combustion-paso-a-paso-video> Montecelos, J. T. (6 de 10 de 2021). [archivo pdf](#) . Obtenido de [archivo pdf](#) :  
[file:///C:/Users/User/Downloads/Vehiculos%20electricos%20-%20JESUS%20TRASHORRAS%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Vehiculos%20electricos%20-%20JESUS%20TRASHORRAS%20(1).pdf) Nulle, L. (s.f.). MOVILIDAD ELECTRICA . MOVILIDAD ELECTRICA, 4. Retrieved. (s.f.). Retrieved. Obtenido de Retrieved:  
<https://respuestas.me/q/por-que-se-usan-las-letras-u-v-y-w-en-motores-de-ca-para-representar-los-de-60254103919> Ruiz, M.

(30 de Julio de 2021). [www.industriasgsl.com](http://www.industriasgsl.com). Obtenido de [www.industriasgsl.com](http://www.industriasgsl.com):  
<https://www.industriasgsl.com/blog/post/diagrama-electrico> Sanz. (2018). Realmente funcionan los aditivos en el combustible. Obtenido de  
<https://blog.pulpomatic.com/blog/realmente-funcionan-los-aditivos-para-combustible> simonelectric. (10 de Enero de 2019). [www.simonelectric.com](http://www.simonelectric.com). Obtenido de [www.simonelectric.com](http://www.simonelectric.com):  
<https://www.simonelectric.com/blog/el-vehiculo-electrico-elementos-principales-y-funcionamiento> UIDE. (2017). UIDE. Obtenido de UIDE:  
<https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1944>

#### INTERNET SOURCES:

-----  
1% - [bibdigital.epn.edu.ec](http://bibdigital.epn.edu.ec) > [bitstream](#) > 15000/8401/3

<1% - es.scribd.com › document › 315915482  
<1% - wol.jw.org › es › wol  
1% - repositorio.unsm.edu.pe › bitstream › handle  
<1% - www.cienotes.com › 2018/09/0625\_s15\_qp\_13  
<1% - www.sabelotodo.org › fisica › circuitosalterna  
<1% - coparoman.blogspot.com › 2014 › 09  
<1% - www.slideshare.net › gisselcb3 › tipos-de-facies  
<1% - openaccess.uoc.edu › webapps › o2  
<1% - aguaysig.com › los-diagramas-mas-usados-para-la  
<1% - www.tdi.texas.gov › pubs › videoresourcessp  
<1% - support.google.com › websearch  
<1% - upcommons.upc.edu › bitstream › handle  
<1% - comoseresuelvelafisica.blogspot.com › p › cinematica  
<1% - www.forosdelweb.com › f87 › comparacion-entre-2-tablas-1039349  
<1% - www2.montes.upm.es › dptos › digfa  
<1% - www.sapiensman.com › mecanica › cinematica\_ejemplos  
<1% - www.fao.org › 3 › v8490s  
<1% - www.minedu.gob.pe

**INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO**

**CENTRAL TÉCNICO**



**CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

**TEMA:**

ANÁLISIS DE FUNCIONAMIENTO DEL INVERSOR DE LA CONVERSIÓN DE CORRIENTE CONTINUA A ALTERNA EN UN VEHÍCULO ELÉCTRICO CUANDO SE ENCUENTRA EN DIFERENTES CONDICIONES DE CAMINO (EN TRAYECTORIA RECTILÍNEA, PENDIENTE POSITIVA Y NEGATIVA A DIFERENTES VELOCIDADES DE MANEJO).

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO  
MECÁNICA AUTOMOTRIZ**

Bryan Santiago Álvarez Acaro

Cristian Alexander Bedón Simbaña

**Asesor:**

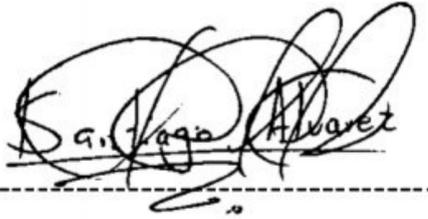
Ing. Alex Stalin Núñez Moscoso

Quito , diciembre del 2021.

## DECLARACIÓN

Yo Bryan Santiago Álvarez Acaro, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

El Instituto Superior Tecnológicos Central Técnico puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

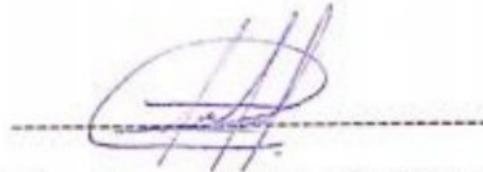
A handwritten signature in black ink, appearing to read "Santiago Álvarez", is written over a horizontal dashed line. The signature is stylized and somewhat illegible due to the cursive nature of the handwriting.

Bryan Santiago Álvarez Acaro

## DECLARACIÓN

Yo Cristian Alexander Bedón Simbaña, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

El Instituto Superior Tecnológicos Central Técnico puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Cristian Alexander Bedón Simbaña

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por (Bedón Simbaña Cristian Alexander - Álvarez Acaro Bryan Santiago), bajo mi supervisión.



Firmado electrónicamente por:  
**ALEX STALIN  
NUÑEZ  
MOSCOSO**

---

Ing. Alex Stalin Núñez Moscoso

**TUTOR DE PROYECTO**

## **AUSPICIO/AGRADECIMIENTOS ESPECIALES**

### **AGRADECIMIENTO**

Para el presente trabajo, agradezco a Dios por ser mi guía y por darme la paciencia y la sabiduría para completar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres por ser mi pilar fundamental y por apoyarme incondicionalmente a pesar de las dificultades y dificultades que surgieron.

Doy las gracias a mis docentes quienes me guiaron en mis estudios y a subes en mi investigación del Instituto Superior Universitario Central Técnico de la Carrera de Mecánica Automotriz con su experiencia, conocimiento e inspiración, consejos, educación, apoyo y todas las amistades ofrecidas durante los momentos más difíciles de mi vida.

Bedón Simbaña Cristian Alexander

Álvarez Acaro Bryan Santiago

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico principalmente a Dios porque él me ha dado esta vida y me ha permitido llegar a este momento importante en mi formación profesional. A los familiares más cercanos, como el pilar más importante, y para mostrar siempre su amor y apoyo incondicional, sin importar nuestras diferencias. Para mi padre, a pesar de nuestra distancia física, siento que siempre estás conmigo y aunque tenemos muchas cosas para vivir juntos, sé que este momento sería tan especial para mí, siempre está dispuesta a compartir momentos importantes conmigo y siempre escucharme y ayudarme en cualquier momento.

Bedón Simbaña Cristian Alexander  
Álvarez Acaro Bryan Santiago

## **Inverter performance analysis of DC to AC conversion in an electric vehicle when under different road conditions (straight path, positive and negative slope at different driving speeds)**

### **Análisis de funcionamiento del inversor de la conversión de corriente continua a alterna en un vehículo eléctrico cuando se encuentra en diferentes condiciones de camino (en trayectoria rectilínea, pendiente positiva y negativa a diferentes velocidades de manejo)**

**Bryan Álvarez Acaro<sup>1</sup> Cristian Bedón Simbaña<sup>2</sup> Alex Núñez Moscoso<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Comision de investigación IST Central Técnico, Quito, Ecuador  
E-mail: balvareza@istct.edu.ec*

<sup>2</sup>*Instituto Superior Tecnológico Central Técnico, Quito, Ecuador  
E-mail: cbedons@istct.edu.ec*

<sup>3</sup>*Comisión de Planificación IST Central Técnico, Quito, Ecuador  
E-mail: anunez@istct.edu.ec*

#### **RESUMEN**

El presente artículo científico trata acerca del análisis de funcionamiento del inversor de la conversión de corriente continua a alterna en un vehículo eléctrico cuando se encuentra en diferentes condiciones de camino (en trayectoria rectilínea, pendiente positiva y negativa a diferentes velocidades de manejo), con el objetivo de analizar el funcionamiento del inversor al ser cambiadas las condiciones de uso, así como la toma de valores referenciales de voltaje arrojados por el ingreso y salida de corriente el inversor de corriente continua a alterna (CC y CA).

Se utilizo investigación exploratoria al igual que la aplicación de una investigación descriptiva la cual nos permitirá recalcar puntos claves en la investigación donde se buscará las características del funcionamiento de los diferentes componentes del inversor y del mismo también, en base a información obtenida en libros digitales y páginas web, al igual que datos tomados a partir de prueba

realizadas en el banco de trabajo ubicado en el laboratorio designado (CarTrain).

Tras suministrar las variantes de velocidad de 30 Km/h y 90 km/h, batería totalmente cargada y a media carga (50% de su carga total), con un grado de inclinación variado de 0° y 15° como también un aproximado de la 53,3 V de energía saliente de la batería al inversor para tener las diferentes variables de datos en voltios, se observará la variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 10,6 V en la medida más baja a 105,9 V como la medida más alta. Al finalizar de leer esta investigación se podará enterar las variantes de voltaje resultante del inversor hacia el motor eléctrico las cuales tiene una variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de distintos volts cuando está en una trayectoria rectilínea al igual que cuando está en pendiente tomando en cuenta que su velocidad y otros factores ya antes dados en este resumen.

**Palabras clave**— Inversor, corriente continua a

alterna (CC y CA), vehículos, eléctricos, condiciones, pendiente, prueba, CarTrain, velocidad, batería, inclinación, voltios.

#### ABSTRACT

This scientific article deals with the analysis of the operation of the inverter of the conversion of direct current to alternating current in an electric vehicle when it is in different road conditions (in a rectilinear path, positive and negative slope at different driving speeds), with the objective is to analyze the operation of the inverter when the conditions of use are changed, as well as the taking of reference voltage values thrown by the current input and output of the inverter from direct current to alternating current (DC and AC).

Exploratory research was used as well as the application of a descriptive research which will allow us to emphasize key points in the investigation where the characteristics of the operation of the different components of the investor and of the same will be sought, based on information obtained in digital books and web pages, as well as data taken from tests performed on the workbench located in the designated laboratory (CarTrain).

After supplying the speed variants of 30 km / h and 90 km / h, the battery is fully charged and half charged (50% of its total charge), with a varied degree of inclination of 0 ° and 15 ° as well as an approximate 53 , 3 V of energy outgoing from the battery to the inverter to have the different variables given in volts, the variation of energy between the different phases of the motor (U, V, and W) will be observed, it oscillates the ranges of 10.6 V in the lowest measurement at 105.9 V as the highest measurement. At the end of reading this investigation, it will be possible to find out the voltage variants resulting from the inverter to the electric motor which has a variation of

energy between the different phases of the motor (U, V, and W) oscillating the ranges of different volts when it is in a rectilinear trajectory as when it is on a slope taking into account that its speed and other factors already given before in this summary.

*Key Words*--Inverter, Direct to Alternating Current (DC & AC), Vehicles, Electric, Conditions, Slope, Test, CarTrain, Speed, Battery, Incline, Volts.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mercado automotriz ha sufrido grandes cambios esto producto del ingreso de los vehículos eléctricos causando grandes controversias en base a su funcionamiento.

Las diferentes empresas que en la actualidad empiezan a innovar con vehículos eléctricos el mercado nacional e internacional han implementado diferentes tipos de módulos, accesorios, sensores y actuadores. Dando así paso a las nuevas tecnologías de las cuales una de las incógnitas a tratar, es en base a las cargas energéticas que ingresan al inversor, un componente muy importante para el funcionamiento de los ya mencionados vehículos eléctricos, ya que el mismo es el encargado de suministrar el voltaje necesario al motor eléctrico para la movilidad del vehículo, esto abriendo una serie de dudas con respecto al funcionamiento del inversor ya que al ingresar por sus pines encontramos corriente continua (CC) y al salir hacia los pines del motor eléctrico encontramos corriente alterna (CA) lo que permite abrir una serie de dudas las cuales se aclararan por medio de un simulador que permite las diferentes condiciones de trabajo de un vehículo eléctrico al igual de que comportamiento que tiene la energía eléctrica durante el proceso de cambio de tipo de corriente y la variación de sus voltajes. (simonelectric, 2019)

### 1.1 La batería (componente eléctrico que aporta energía al inversor)

Una muy importante variante en la batería, es la autonomía depende de la calidad, almacenamiento y tamaño de la misma, este componente almacena energía eléctrica por

medio de componentes electroquímicos.

La explicación química del funcionamiento de los diferentes tipos de baterías para el coche eléctrico es que esta aprovecha energía proveniente de la reacción redox (es un proceso químico donde unos de los componentes pierden electrones y al mismo tiempo otros los ganan). Una batería está formada por dos electrodos los cuales son; ánodo y cátodo, los cuales están sumergidos en electrolito

Las baterías están formadas por celdas las cuales varían sus dimensiones dependiendo del fabricante como puede ser de pequeño tamaño y poca capacidad como las que utiliza tesla, las mismas pueden estar unidas en serie (igual intensidad mayor tensión) o en paralelo (igual tensión mayor intensidad)

### 1.2 Los autos eléctricos contienen baterías de ion-litio, Plomo GEL, Níquel hidruro metálico etc.

Las mismas que almacenan la energía que posteriormente será utilizada, para hacer funcionar el motor del automóvil. (Montecelos, 2021) como se muestra en la Figura 1



Figura 1: Batería Vehículos eléctricos  
Fuente: (Fidalgo, 2020)

### 1.3 El Inversor

El inversor transporta la energía que almacena

las baterías de corriente continúa al motor transformando y modificando el voltaje y la señal según las necesidades que sea requerida, que generalmente requiere corriente alterna, de igual forma transforma la energía obtenida por el freno regenerativo para cargarlas baterías. (Gonzales, 2013) en la figura 2 se muestra la ubicación del inversor.

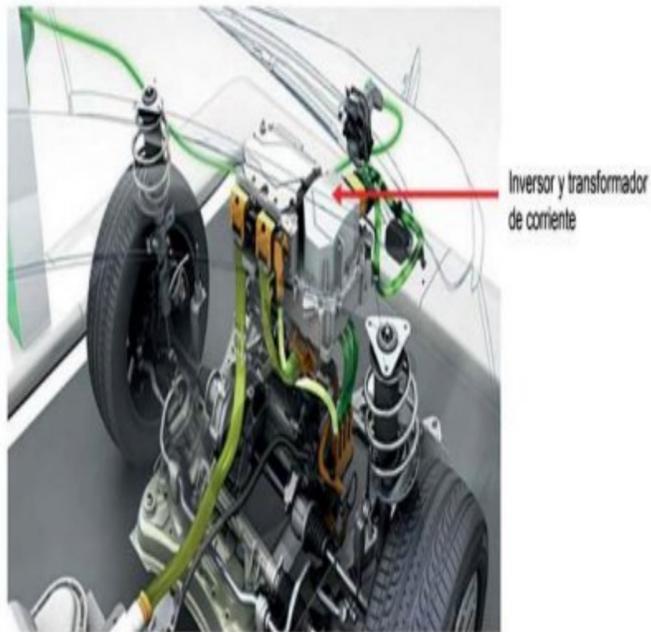


Figura 2: Ubicación del inversor vehículo eléctrico  
Fuente: (Montecelos, 2021)

La energía eléctrica en corriente continua, se caracteriza por una polaridad definida y constante, la corriente alterna se caracteriza por alternar sucesivamente la polaridad a lo largo del tiempo. (Berizzo, 2021) Como se muestra en la figura 3.

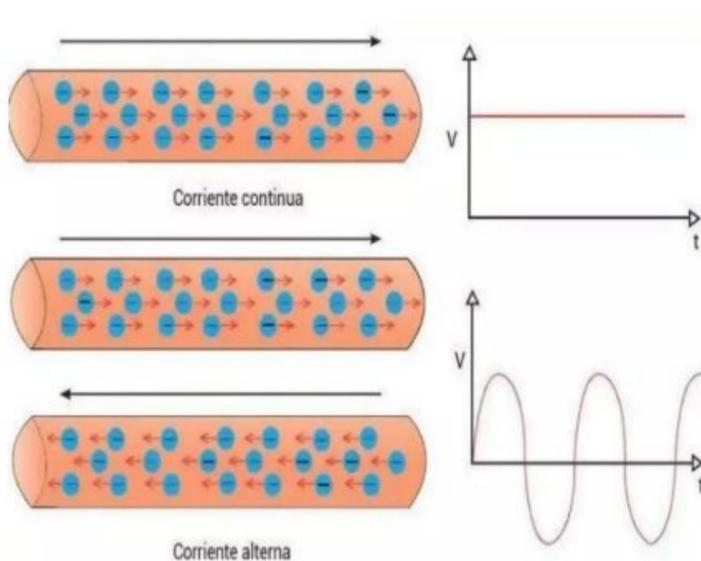


Figura 3: Graficas corriente continúa y alterna  
Fuente: (Alonso, 2021)

La energía parte de acumulador hasta llegar a la primera entrada topándose con un transistor IGBT (Transistor bipolar de puerta aislada) el mismo que es un dispositivo electrónico que se suele usar como un interruptor en la electrónica de potencia, como se observa cada uno de estos rieles está conectado un cable de conexión al motor. Explicando lo siguiente la energía llegara hasta los IGBT los mismo que cortaran la energía en base a pulsaciones causando que la energía siga ciertos rieles las cuales modifica la frecuencia y el voltaje tanto al ingresar por unos de los pines, como al salir. (berkonte, 2021)

Como se muestra en la Figura 3, la corriente continua sigue una sola dirección, en cuanto al su voltaje a diferencia de la corriente Alterna la misma que genera una honda senoidal, la energía de salida proveniente del inversor trata de acercarse lo más posible a la honda senoidal como se muestra en la Figura 5, donde a base de pulsaciones (PWM son las siglas de Pulse Width Modulation), cortará y abrirá el paso de energía permitiendo el funcionamiento correcto del motor eléctrico. (berkonte, 2021)

En la figura 4 se observa el diagrama eléctrico del inversor donde se visualiza el flujo energético que se direcciona al motor eléctrico.

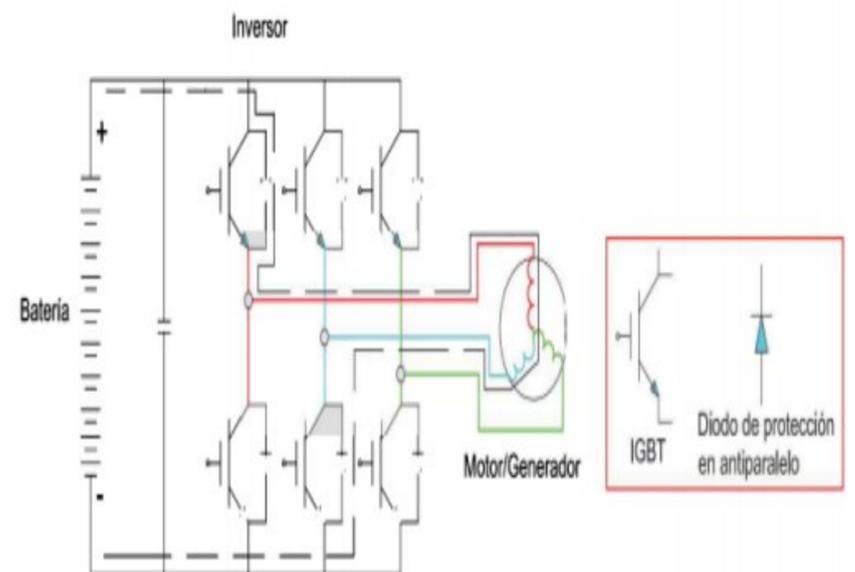


Figura 4: Diagrama eléctrico Inversor  
Fuente: (Montecelos, 2021)

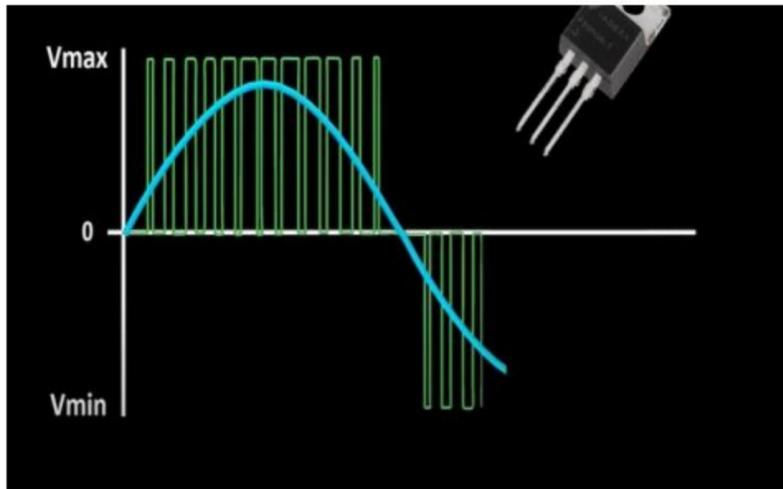


Figura 5: Ondas generadas por el inversor correspondientes a la transformación de corriente  
Fuente: (berkonte, 2021)

Las letras U, V y W en motores de CA se usan para representar los devanados.

Es solo una convención típica, una convención mundial. Para cosas como las unidades, la convención es RST (es un código para describir la calidad de transmisiones, esto para poder diferenciar un factor específico de señalando así diferentes denotaciones) para el suministro, (U, V, W) para la salida al motor. Los cables del motor también pueden etiquetarse como (X, Y, Z). Existen muchas convenciones de este tipo. En los EE. UU., El 'estándar' pasado era L1 / L2 / L3 para entrantes, T1 / T2 / T3 para salientes y motores. (Retrieved, s.f.)

#### 1.4 El Motor

El motor de los vehículos eléctricos en su mayoría es trifásico los mismos que suelen estar conectados en triángulo o en estrella como se muestra en la Figura 6 y Figura 7.

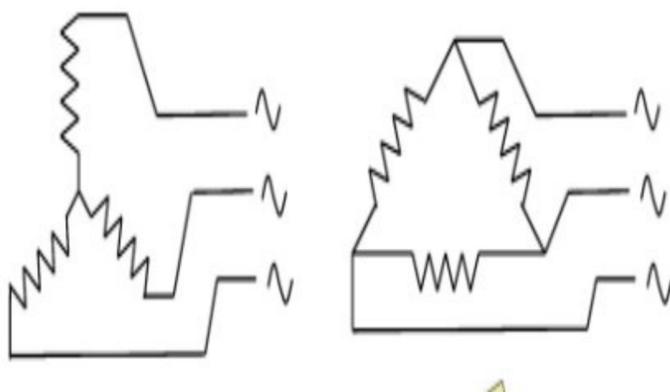


Figura 6: Diagrama eléctrico Inversor  
Fuente: (Montecelos, 2021)

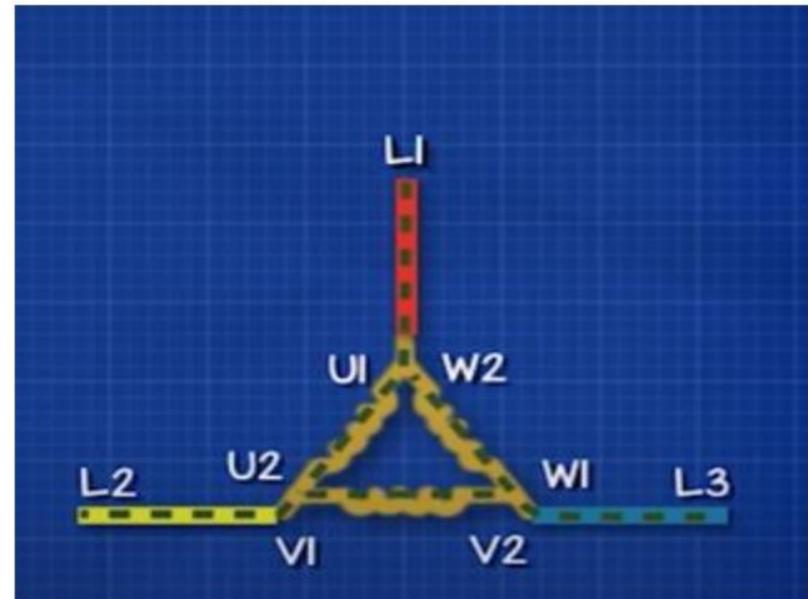


Figura 7: Diagrama eléctrico Inversor  
Fuente: (Ingenieria, 2021)

Los motores poseen 3 fases para su funcionamiento las mismas que hacen referencia al número de bobinados de cada una de las fases en las cuales encontramos (U, V, W) las mismas que generan el campo magnético para el funcionamiento del motor como se observa en la Figura 7, estas entradas se las puede apreciar en los pines de ingreso de energía eléctrica al motor trifásico.

#### 2. Métodos de Investigación

En base al tema de investigación tratado en este artículo "Análisis de funcionamiento del inversor de la conversión de corriente continua a alterna en un vehículo eléctrico cuando se encuentra en diferentes condiciones de camino. (Plano, subida y bajada)" se utilizará un tipo de investigación exploratoria, tanto el funcionamiento del inversor al someterlo a distintas variantes de manejo que tendrá el vehículo, esto al incrementar factores los cuales forzarán y declinarán el funcionamiento del inversor.

Como siguiente punto de aplicación, investigación descriptiva la cual nos permitirá recalcar puntos claves en la investigación donde se busquen las características del funcionamiento de los diferentes componentes del inversor en base a información obtenida en libros digitales y páginas web, al igual que datos

tomados a partir de prueba realizadas en el banco de trabajo ubicado en el laboratorio designado(CarTrain).

### 2.1 Materiales para la obtención de datos

Multímetro: Es un equipo con la capacidad de medir diferentes cargas eléctricas como es corriente continua y corriente alterna al igual que medir la resistencia eléctrica, es muy utilizado para diagnosticar diferentes interrogantes en cuestión de corriente eléctrica (ITCA, 2016).

Diagrama vehículo eléctrico: Es una representación gráfica de los diferentes componentes de una red eléctrica (Ruiz, 2021).

Simulador de vehículo CarTrain: simulador del funcionamiento de vehículos eléctricos y híbridos en el cual se pueden establecer diferentes condiciones de trabajo, para poder comprender el funcionamiento de estos vehículos.

### 2.2 Proceso

Se tomará el multímetro y con ayuda del diagrama eléctrico se identificará las entradas y salidas del inversor en el simulador CarTrain como se muestra en la figura 8 donde el borne positivo y negativo por donde ingresa la energía hacia el inversor y en las fases U V W es do de saldrá la energía hacia el motor trifásico.

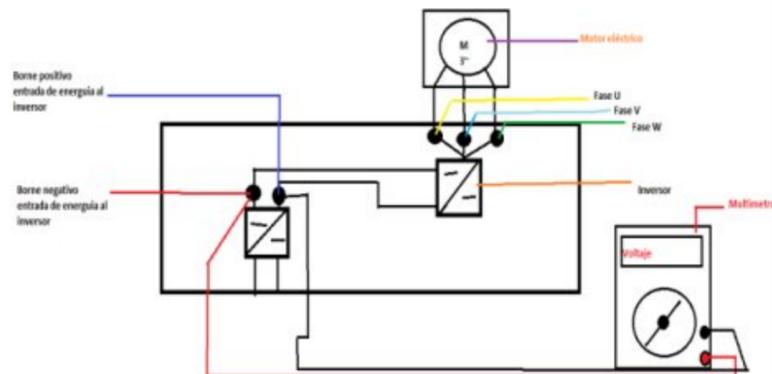


Figura 8: Diagrama eléctrico simulador  
Fuente: Propia

Como se muestra en la imagen para medir la energía que ingresa al inversor, tomamos el multímetro y con el pin positivo colocamos en el borne positivo y el pin negativo en el borne negativo lo que permitirá observar el valor de ingreso de energía al inversor en la pantalla digital, esto se lo realizara con el simulador CarTrain encendido y con las condiciones de trabajo correspondientes las cuales son con variantes de carga de batería y velocidad del vehículo eléctrico.

Para la obtención de cargar eléctricas salientes del inversor se coloca los pines del multímetro sobre las fases del motor como se observa en la figura 9 donde se coloca uno de los pines sobre la Fase U y el otro sobre la Fase V lo que permitirá visualizar el voltaje en la pantalla digital (en los pines que ingresan al motor eléctrico del inversor no encontramos un pin negativo así que no importa la colocación de los pines provenientes del multímetro )esto se lo realizara entre las Faces U-V,U-W,V-W,V-U,W-U,W-V) previamente se deberá colocar en el simulador las condiciones de trabajo en las cuales las variantes a tomar en cuenta son el % de carga de la batería, la velocidad y los grados de inclinación ( tomando en cuenta que el simulador solo permite 15 grados) .

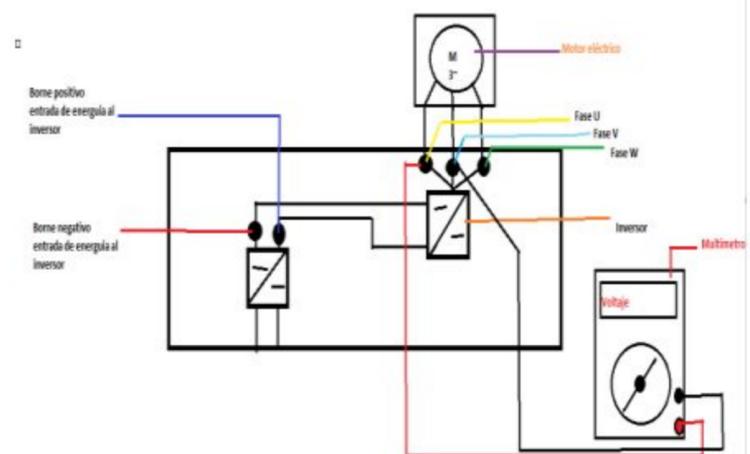


Figura 9: Diagrama eléctrico simulador prueba de  
fases  
Fuente: Propia

Para poder analizar los diferentes datos obtenidos mediante el multímetro en el simulador se tabulará, donde los ítems a tomar en cuenta serán (velocidad, % de batería, grados de inclinación, energía saliente de batería hacia el inversor, pines de entrada del motor trifásico y variación de voltajes) al concluir con la tabulación se procederá al análisis entre las diferentes tablas las cuales nos revelaran los resultados de la investigación.

### 3. Resultados obtenidos

#### 3.1 Análisis de los resultados obtenidos mediante la obtención de valores eléctricos en el simulador (Car train)

En a la Figura 10 se muestra la dirección de la energía eléctrica la misma que va desde el inversor hacia el motor eléctrico esto cuando el vehículo se encuentra en trayectoria rectilínea y en pendiente.

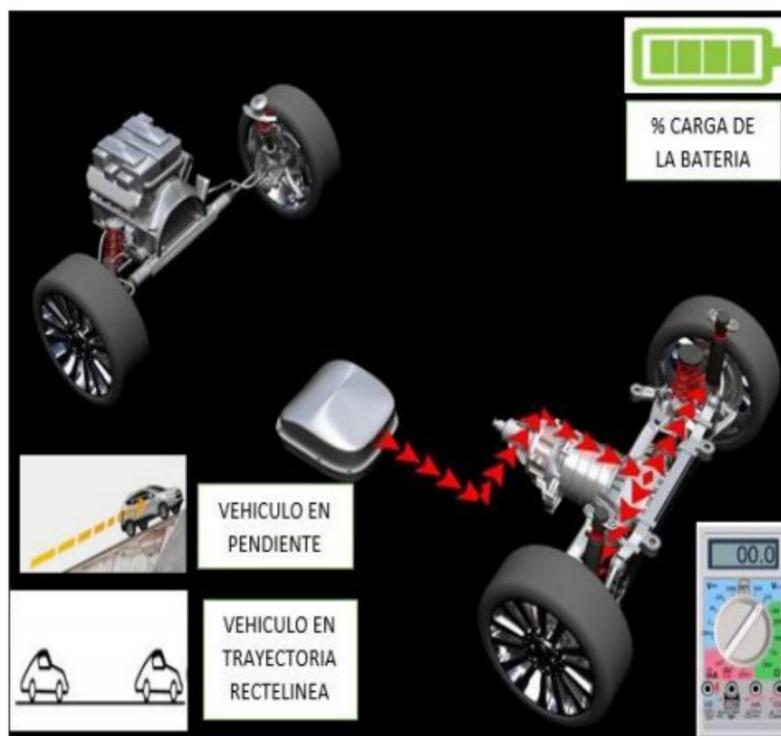


Figura 10: Flujo de corriente inversor

Fuente: CarTrain

#### 3.2 Pruebas cuando el vehículo se encuentra en trayectoria rectilínea.

Como primera recopilación de información se analiza las diferentes cargas eléctricas resultado

de la simulación del vehículo eléctrico cuando este se encuentra en una trayectoria rectilínea.

Tabla 1

resultados prueba 1 de voltajes en simulador

VELOCIDAD	BATERIA	GRADOS DE INCLINACION	ENERGIA SALIENTE DE BATERIA HACIA EL	PINES DE ENTRADA MOTOR TRIFASICO	VARIACION DE VOLTAJES
30 km/h	100%	0°	53,3 V	U-V	72 V
30 km/h	100%	0°	53,3 V	U-W	72,5 V
30 km/h	100%	0°	53,3 V	V-W	68,9 V
30 km/h	100%	0°	53,3 V	V-U	69,6 V
30 km/h	100%	0°	53,3 V	W-U	70 V
30 km/h	100%	0°	53,3 V	W-V	69,4 V

Fuente: Propia

En la tabla 1 se observa los valores obtenidos a una velocidad de 30 Km/h con la batería cargada totalmente con un grado de inclinación de 0° con una aproximado de la 53,3 V de en erguía saliente de la batería al inversor para tener las diferentes variables de dados en voltios.

Como se observa la variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 69,4 a 72 V.

Tabla 2

resultados prueba 2 de voltajes en simulador

VELOCIDAD	BATERIA	GRADOS DE INCLINACION	ENERGUA SALIENTE DE BATERIA HACIA EL INVERSOR	PINES DE ENTRADA MOTOR TRIFASICO	VARIACION DE VOLTAJES
90 km/h	100 %	0°	53,3 V	U-V	104,5 V
90 km/h	100 %	0°	53,3 V	U-W	105 V
90 km/h	100 %	0°	53,3 V	V-W	103,9 V
90 km/h	100 %	0°	53,3 V	V-U	102,4 V
90 km/h	100 %	0°	53,3 V	W-U	105,5 V
90 km/h	100 %	0°	53,3 V	W-V	102,3V

Fuente: Propia

En la Tabla 2 se observa los valores obtenidos a una velocidad de 90 Km/h con la batería cargada totalmente con un grado de inclinación de 0° con una aproximado de la 53,3 V de en erguía saliente de la batería al inversor para tener las diferentes variables de dados en voltios

Como se observa la variación de energía entre las diferentes fases del motor u, v, y w oscila los rangos de 102,3 a 104,5 V.

Como se logra diferenciar la tabla 1 y 2 hay una diferencia al comparar la carga resultante de las fases, esto a consecuencia que a mayor velocidad se debe exigir al motor un mejor campo magnético por motivo mayor cantidad de energía.

Tabla 3

Tabla de resultados prueba 3 de voltajes en simulador

VELOCIDAD	BATERIA	GRADOS DE INCLINACION	ENERGUA SALIENTE DE BATERIA HACIA EL INVERSOR	PINES DE ENTRADA MOTOR	VARIACION DE VOLTAJES
30 km/h	50%	0°	53,3 V	U-V	71,8 V
30 km/h	50%	0°	53,3 V	U-W	73,2 V
30 km/h	50%	0°	53,3 V	V-W	71,9 V
30 km/h	50%	0°	53,3 V	V-U	71,3 V
30 km/h	50%	0°	53,3 V	W-U	73 V
30 km/h	50%	0°	53,3 V	W-V	71,5 V

Fuente: Propia

En la Tabla 3 se observa los valores obtenidos a una velocidad de 30 Km/h con la batería cargada al 50% con un grado de inclinación de 0° con una aproximado de la 53,3 V de en erguía saliente de la batería al inversor para tener las diferentes variables de dados en voltios.

Como se observa la variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 71,5 a 73 V.

Al compara la tabla 1 con la tabla 3 se logra identificar que a pesar de que la betería esta 50% de su capacidad a diferencia de la otra prueba que está a 100 % el voltaje entre interfaces para

el campo magnético no tiene una variación eléctrica notable

Tabla 4  
resultados prueba 4 de voltajes en simulador

VELOCIDAD	BATERIA	GRADOS DE INCLINACION	ENERGUA SALIENTE DE BATERIA HACIA EL INVERSOR	PINES DE ENTRADA MOTOR TRIFASICO	VARIACION DE VOLTAJES
90 km/h	50%	0°	53,3 V	U-V	105,2 V
90 km/h	50%	0°	53,3 V	U-W	105,9 V
90 km/h	50%	0°	53,3 V	V-W	104,5 V
90 km/h	50%	0°	53,3 V	V-U	105,8 V
90 km/h	50%	0°	53,3 V	W-U	105,7 V
90 km/h	50%	0°	53,3 V	W-V	103,3 V

Fuente: Propia

En la Tabla 4 se observa los valores obtenidos a una velocidad de 90 Km/h con la batería cargada al 50% con un grado de inclinación de 0° con una aproximado de la 53,3 V de en erguía saliente de la batería al inversor para tener las diferentes variables de datos en voltios

Como se observa la variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 103,3 a 105,9 V

Al compara la tabla 2 con la tabla 4 se logra identificar que a pesar de que la betería este al 50% de su capacidad a diferencia de la otra prueba que está a 100 % el voltaje entre

interfaces para el campo magnético no tiene una variación eléctrica notable.

### 3.3: Pruebas cuando el vehículo se encuentra en pendiente

Análisis de cargas eléctricas producidas por el inversor cuando el vehículo eléctrico se encuentra en pendiente.

Tabla 5  
Tabla de resultados prueba 5 de voltajes en simulador

VELOCIDAD	BATERIA	GRADOS DE INCLINACION	ENERGUA SALIENTE DE BATERIA HACIA EL INVERSOR	PINES DE ENTRADA MOTOR TRIFASICO	VARIACION DE VOLTAJES
30 km/h	100%	15°	53,3 V	U-V	70,1 V
30 km/h	100%	15°	53,3 V	U-W	70,9 V
30 km/h	100%	15°	53,3 V	V-U	70 V
30 km/h	100%	15°	53,3 V	V-W	69 V
30 km/h	100%	15°	53,3 V	W-U	70,3 V
30 km/h	100%	15°	53,3 V	W-V	68,4 V

Fuente: Propia

En la tabla 5 observa los valores obtenidos a una velocidad de 30 Km/h con la batería cargada totalmente con un grado de inclinación de 15° en una elevación, con una aproximado de la 53,3 V de en erguía saliente de la batería al inversor para tener las diferentes variables de datos en

voltios.

Como se observa la variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 68,4 a 70,1 V.

Como se observa en la tabla 5 a pesar de que el vehículo ese encuentra en pendiente no se nota una diferencia de voltaje al comparar al vehículo con la misma velocidad en trayectoria rectilínea esto presente en la tabla 1 y 3

Tabla 6  
resultados prueba 6 de voltajes en simulador

VELOCIDAD	BATERIA	GRADOS DE INCLINACION	ENERGIA SALIENTE DE BATERIA HACIA EL INVERSOR	PISES DE ENTRADA MOTOR TRIFASICO	VARIACION DE VOLTAJES
30 km/h	50 %	15°	53,3 V	U-V	71,5 V
30 km/h	50 %	15°	53,3 V	U-W	71,3 V
30 km/h	50 %	15°	53,3 V	V-W	70,2 V
30 km/h	50 %	15°	53,3 V	V-U	69,4 V
30 km/h	50 %	15°	53,3 V	W-U	70,9 V
30 km/h	50 %	15°	53,3 V	W-V	69,5 V

Fuente: Propia

En la tabla 6 se observa los valores obtenidos a una velocidad de 30 Km/h con la batería cargada al 50% con un grado de inclinación de 15° con una aproximado de la 53,3 V de en erguía saliente de la batería al inversor para tener las diferentes variables de dados en voltios.

Como se observa la variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 69,5 a 71,5 V.

Como se observa en la tabla 6 el voltaje no varía esto compararlo con la tabla 5 que a pesar de que la carga de la batería es menor el voltaje no varía, al igual que al compararlo con el tabal 1y 3 en donde el vehículo se encuentra en trayectoria rectilínea.

### 3.4 Pruebas cuando el vehículo se encuentra en bajada

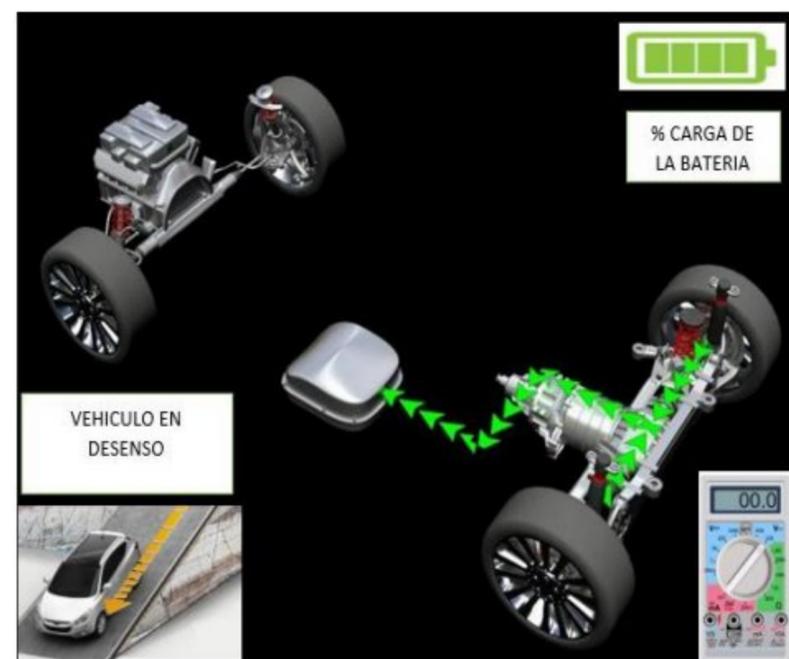


Figura 11: Flujo de corriente inversor

Fuente: CarTrain

En la Figura 11 se muestra como la energía retorna hacia la batería, esto identificando como un proceso regenerativo de la energía eléctrica producto del freno regenerativo esto se realiza cuando el vehículo desciende en una pendiente.

Tabla 7

resultados prueba 7 de voltajes en simulador

VELOCIDAD	BATERIA	GRADOS DE INCLINACION	ENERGUJA SALIENTE DE BATERIA HACIA EL INVERSOR	PINES DE ENTRADA MOTOR TRIFASICO	VARIACION DE VOLTAJES
30 km/h	100%	15°	53,3 V	U-V	10,6 V
30 km/h	100%	15°	53,3 V	U-W	10,6 V
30 km/h	100%	15°	53,3 V	V-U	10,6 V
30 km/h	100%	15°	53,3 V	V-W	10,6 V
30 km/h	100%	15°	53,3 V	W-U	10,6 V
30 km/h	100%	15°	53,3 V	W-V	10,6 V

Fuente: Propia

En la tabla 7 se observan los valores obtenidos a una velocidad de 30 Km/h con la batería cargada totalmente con un grado de inclinación de 15° de bajada de la carretera con una aproximado de la 53,3 V de en erguía saliente de la batería al inversor para tener la variable de 10,6 V total.

Como se observa la variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 10,6 V.

Tabla 8

resultados prueba 8 de voltajes en simulador

VELOCIDAD	BATERIA	GRADOS DE INCLINACION	ENERGUJA SALIENTE DE BATERIA HACIA EL INVERSOR	PINES DE ENTRADA MOTOR TRIFASICO	VARIACION DE VOLTAJES
30 km/h	50%	15°	53,3 V	U-V	10,9 V
30 km/h	50%	15°	53,3 V	U-W	10,9 V
30 km/h	50%	15°	53,3 V	V-W	10,9 V
30 km/h	50%	15°	53,3 V	V-U	10,9 V
30 km/h	50%	15°	53,3 V	W-U	10,9 V
30 km/h	50%	15°	53,3 V	W-V	10,9 V

Fuente: Propia

En la tabla 8 se observan los valores obtenidos a una velocidad de 30 Km/h con la batería cargada al 50% con un grado de inclinación de 15° con una aproximado de la 53,3 V de en erguía saliente de la batería al inversor para tener la variable de 10,9 V total.

Como se observa la variación de energía entre las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 10,9 V.

Como se observa en la tabla 7 y 8 el voltaje es contante en las diferentes fases del motor trifásico como son u, v y w al igual que la energía eléctrica se invierte esto producto del freno regenerativo este proceso se realiza como un

apoyo para cargar la batería.

#### 4. Conclusiones

Las diferentes fases del motor (U, V, y W) oscila los rangos de 71,5 a 73 V cuando está en una trayectoria rectilínea al igual que cuando está en pendiente tomando en cuenta que su velocidad es de 30 km/h al aumentar la velocidad, el campo magnético de fases aumenta como es el caso de ir a 90 km/h sus rangos oscilan de 103,3 a 105,9 V, lo que en parte permite afirmar que el inversor está diseñado para generar las cargas eléctricas necesarias para que el motor pueda desempeñar su trabajo al enfrentarse a diferentes condiciones de trabajo.

Al comparar los voltajes obtenidos de las mediciones de las fases del motor eléctrico, cuando se encuentra en trayectoria rectilínea y pendiente, las cuales oscilan 71,5 y 73 V esto al estar 30 km/h con la batería totalmente cargada demuestra que el consumo de energía es similar en las dos condiciones de trabajo.

Las fases del motor eléctrico oscilan, en un voltaje de 10,6 V cuando se encuentra en descenso estableciendo que el consumo de energía es mínimo, el freno regenerativo el cual cumple la función de cargar la batería empieza a funcionar lo cual también se refleja al momento de medir el voltaje proveniente del inversor.

Al realizar la comparación de los voltajes extraídos mediante el simulador, determina que la variación de cargas energéticas entre fases del motor eléctrico va a depender de las condiciones en las que se encuentre el vehículo, siendo el inversor quien modifica el voltaje de cada fase.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

Alonso, R. (14 de Julio de 2021). *hardzone.es*.

Obtenido de *hardzone.es*:  
<https://hardzone.es/tutoriales/mantenimiento/corriente-continua-alterna-pc/>

AUT, C. T. (2017). *Chevrolet Trax LT AUT*. Obtenido de Chevrolet Trax LT AUT:  
<https://carplanet.mx/noticia/tipsyconsejos/aditivos-para-motor-y-gasolina-conoces-como-funcionan/5957da972f364>

Bardahl. (2020). *Uso de aditivos para combustibles*. Obtenido de <https://www.bardahl.com.mx/uso-aditivos-combustible/>

Bardahl. (2021). *Bardahl*. Obtenido de Bardahl:  
<https://www.bardahl.com.mx/uso-aditivos-combustible/>

Berizzo, R. (1 de Julio de 2021). *www.editores-srl.com.ar*. Obtenido de [www.editores-srl.com.ar](http://www.editores-srl.com.ar):  
[https://www.editores-srl.com.ar/autor/ricardo\\_berizzo/20210701\\_convertidor\\_e\\_inversor\\_electronica\\_basica\\_de\\_los\\_vehiculos\\_electricos](https://www.editores-srl.com.ar/autor/ricardo_berizzo/20210701_convertidor_e_inversor_electronica_basica_de_los_vehiculos_electricos)

berkonte. (1 de Mayo de 2021). *www.youtube.com*. Obtenido de [www.youtube.com](http://www.youtube.com):  
<https://www.youtube.com/watch?v=OZN5LIJAPXM&list=LL>

Casas, J. (25 de octubre de 2018). *buenosybaratos*. Obtenido de [buenosybaratos](http://buenosybaratos.com):  
<https://buenosybaratos.com/comparativa/el-mejor-limpiador-de-inyectores-de-gasolina/>

Colchado. (2017). *Motor de combustión interna*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/manifoldmx/introduccion/capitulo-3>

compralubricantes.com. (30 de noviembre de 2019). *compralubricantes.com*. Obtenido de [compralubricantes.com](http://compralubricantes.com):  
<https://compralubricantes.com/blog/aditivos-de-lubricantes-que-tipos-hay/>

CONAUTO. (20 de Julio de 2016). *CONAUTO*. Obtenido de [CONAUTO](http://www.conauto.com.ec/index.php/aditivos/):  
<http://www.conauto.com.ec/index.php/aditivos/>

Fidalgo, R. (7 de Agosto de 2020). *www.autocasion.com*. Obtenido de [www.autocasion.com](http://www.autocasion.com):  
<https://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/problemas-autonomia-coche-electrico-recargas>

FullClasificados. (26 de diciembre de 2015). *FullClasificados*. Obtenido de FullClasificados :  
<http://blogs.fullclasificados.com/autos/2015/12/26/uso-de-aditivos-en-los-vehiculos/>

Gestionmax. (2019). *Gestionmax*. Obtenido de [Gestionmax](https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/aditivos-definicion-significado/gmx-niv15-con65.htm):  
<https://diccionario.motorgiga.com/diccionario/aditivos-definicion-significado/gmx-niv15-con65.htm>

Gonzales, L. (4 de Julio de 2013). *forococheselectricos.com*. Obtenido de forococheselectricos.com: <https://forococheselectricos.com/2013/04/el-inversor-funcionamiento-y-novedades.html>

Gustato. (2021). *Aditivos para combustibles*. Obtenido de Gustato: <http://gustato.com/petroleo/aditivos.html>

Ingenieria, M. d. (21 de Febrero de 2021). *youtube.com*. Obtenido de youtube.com: <https://www.youtube.com/watch?v=MUNEI1b1F4w&list=LL&index=2&t=33s>

ITCA. (4 de Noviembre de 2016). *www.youtube.com*. Obtenido de *www.youtube.com*: <https://www.youtube.com/watch?v=ImuVciAHQD0&t=26s>

Martin. (2019). *Funcionamiento de un motor de combustión*. Obtenido de <https://www.motorpasion.com/revision/funcionamiento-motor-combustion-paso-a-paso-video>

Montecelos, J. T. (6 de 10 de 2021). *archivo pdf*. Obtenido de *archivo pdf*: [file:///C:/Users/User/Downloads/Vehiculos%20electricos%20-%20JESUS%20TRASHORRAS%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Vehiculos%20electricos%20-%20JESUS%20TRASHORRAS%20(1).pdf)

Nulle, L. (s.f.). *MOVILIDAD ELECTRICA . MOVILIDAD ELECTRICA*, 4.

Retrieved. (s.f.). *Retrieved*. Obtenido de Retrieved: <https://respuestas.me/q/por-que-se-usan-las-letras-u-v-y-w-en-motores-de-ca-para-representar-los-de-60254103919>

Ruiz, M. (30 de Julio de 2021). *www.industriasgsl.com*. Obtenido de *www.industriasgsl.com*: <https://www.industriasgsl.com/blog/post/diagrama-electrico>

Sanz. (2018). *Realmente funcionan los aditivos en el combustible*. Obtenido de <https://blog.pulpomatic.com/blog/realmente-funcionan-los-aditivos-para-combustible>

simonelectric. (10 de Enero de 2019). *www.simonelectric.com*. Obtenido de *www.simonelectric.com*: <https://www.simonelectric.com/blog/el-vehiculo-electrico-elementos-principales-y-funcionamiento>

UIDE. (2017). *UIDE*. Obtenido de UIDE: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1944>