

INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO CENTRAL TÉCNICO



CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ

TEMA: ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE VOLTAJE DE UNA BATERÍA DE HV EN UN SISTEMA HÍBRIDO EN PARALELO CUANDO EL VEHÍCULO SE DESPLAZA EN UNA CUESTA A VELOCIDADES DE 30, 60 Y 80 KM/H.

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

TITUAÑA CADENA KEVIN MAURICIO

TOAPANTA ALVARADO DARLING ALEXANDER

Asesor

LOACHAMIN GUACOLLANTE CHRISTIAN BERNARDO

Quito, Marzo del 2022

© Instituto Superior Universitario Central Técnico (2020).

Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo Kevin Mauricio Tituaña Cadena, 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.



Kevin Mauricio Tituaña Cadena

DECLARACIÓN

Yo Darling Alexander Toapanta Alvarado, 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.



Darling Alexander Toapanta Alvarado

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Kevin Mauricio Tituaña Cadena y Darling Alexander Toapanta Alvarado , bajo mi supervisión.

Christian Bernardo Loachamin Guacollante

TUTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme tener la suficiente paciencia e inteligencia para poder realizar con satisfacción este gran proyecto de investigación, ya que sin él hubiera sido un total fracaso. Además, a esta gran institución que me formó día a día con la ayuda de grandes docentes que me supieron guiar, aconsejar y sobre todo aportar con parte de su conocimiento que nunca fue mezquino hacia mi persona. También al Ing. Christian Loachamin quien fue el tutor de mi investigación que gracias a su guía y conocimiento logré concluir con éxito el proyecto. A mi compañero de investigación y amigo Alexander Toapanta, que gracias a su ayuda y conocimiento, conseguimos desarrollar y culminar nuestro gran trabajo. Finalmente y no menos importante, a toda mi familia, en especial a mi madre, que me dió su apoyo incondicional en todo momento, ya sea, moral y económicamente, gracias a ella aún sigo de pie y con muchas ganas de seguir adelante.

Kevin Mauricio Tituaña Cadena

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por ayudarme a tener fuerza en los momentos más difíciles para seguir adelante hasta cumplir mis metas y sobre todo permitirme adquirir los conocimientos con los que pude realizar este proyecto de investigación. Por otro lado, un agradecimiento especial a esta gran institución como lo es “Instituto Superior Universitario Central Técnico”, la cual me formó día a día durante mi etapa estudiantil por medio de los docentes, los cuales me ayudaron e impartieron su conocimiento hacia mi persona. También al Ingeniero Christian Loachamin que gracias a sus conocimientos y su ayuda pude culminar satisfactoriamente este proyecto. A mi compañero de investigación y gran amigo Kevin Tituaña que gracias a su ayuda, apoyo y conocimientos logramos superar cada etapa y finalmente pudimos culminar de la mejor manera nuestro trabajo. Y por último un agradecimiento especial a mi familia, pero sobre todo a mis padres y mi hermano quienes son las únicas personas que con su ayuda incondicional me permitieron seguir hacia delante ya que sin el apoyo de ellos no hubiera sido capaz de culminar estas etapas.

Darling Alexander Toapanta Alvarado

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres quienes fueron, son y serán pilares fundamentales en mi vida, ya que ellos son los que me motivan a ser mejor, no solo en lo académico, si no en lo personal.

A mis hermanos, que son los amigos más importantes en mi vida y por quienes yo daría todo y sé que recibiría lo mismo por su parte.

A mi abuelita, quien siempre me ha estado apoyando, aconsejando en todo momento y que siempre me tiene en sus oraciones.

Finalmente, a mi abuelito que me guía y me protege desde el cielo, que aunque ya no esté físicamente a mi lado, influyó mucho desde que yo era niño, para que siga adelante, sea una persona de bien y que pueda cumplir con todos mis objetivos.

Kevin Mauricio Tituaña Cadena

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres que son los pilares fundamentales en mi vida y que por nada en el mundo van a permitir que me caiga, siempre quieren lo mejor para mi y sobretodo me ayudan a ser una persona de bien.

A mi hermano que es la persona más importante en mi vida y el motivo principal para seguir adelante luchando para ofrecerle un mejor futuro.

A mi familia que con su granito de arena me ayudó en este camino con sus consejos para mantenerme en pie con ganas y fuerzas.

A mis amigos que de una a otra manera también fueron un gran apoyo.

Finalmente, a mi abuelito que me protege y guía desde el cielo y desde ahí me envía la fuerza que necesito donde esté. Siempre me quiso ver triunfar y se que está orgulloso de lo que he conseguido hasta ahora.

Darling Alexander Toapanta Alvarado

ANALYSIS OF VOLTAGE PARAMETERS OF A HV BATTERY IN A PARALLEL HYBRID SYSTEM WHEN THE VEHICLE MOVES ON A SLOPE AT SPEEDS OF 30, 60 AND 80 KM / H.

ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE VOLTAJE DE UNA BATERÍA HV EN UN SISTEMA HÍBRIDO EN PARALELO CUANDO EL VEHÍCULO SE DESPLAZA EN UNA CUESTA A VELOCIDADES DE 30, 60 Y 80 KM/H.

Kevin Mauricio Tituaña Cadena¹ Darling Alexander Toapanta Alvarado² Christian Bernardo Loachamin Guacollante³

¹*Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador
E-mail: kevincadena71@gmail.com*

²*Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador
E-mail: alexandertoapanta201299@gmail.com*

³*Instituto Superior Universitario Central Técnico, Quito, Ecuador
E-mail: cloachamin@istct.edu.ec*

1. RESUMEN

Los vehículos fueron evolucionando a la par con la tecnología, innovando así sus componentes, como lo son las baterías de alto voltaje, que fueron diseñadas con distintos modos de conexión de celdas, ya sean en serie, paralelo o mixto, según las necesidades del automotor permitiendo un mejor rendimiento. Debido a esta variedad existió una escasez de información en cuanto a parámetros de voltaje durante su funcionamiento que fueron necesarios para desarrollar un diagnóstico técnico. La velocidad del automotor, el estado de carga de la batería HV y la inclinación de la avenida fueron factores claves que determinaron el modo de trabajo de la batería de alto voltaje, es decir, en ocasiones la batería era quien se iba a estar cargando y en otras era quien otorgaba la energía necesaria para el funcionamiento de los motores eléctricos, debido a estos antecedentes el voltaje fue un factor que pudo cambiar con relación a lo mencionado. Es por ello que el documento tuvo como objetivo principal el

determinar las variaciones de voltaje que generó una batería HV en un sistema híbrido en paralelo durante la conducción en pendientes en un vehículo Audi Q5, mediante la realización de pruebas en módulos de comprobación de baterías de alto voltaje, donde se obtuvieron valores que reflejaron su comportamiento a diferentes velocidades, esto con el fin de generar información útil a las personas interesadas en el tema como estudiantes, docentes y técnicos. La tecnología empleada en el módulo permitió realizar pruebas de gran confiabilidad, ya que otorgaron rangos de trabajo más cercanos a la realidad. De esta manera, existió la posibilidad de simular el comportamiento del voltaje de la batería en paralelo donde dió como resultado 352,4 V a 30 Km/h, 348,8 V a 60 Km/h y 346,3 V a 80 Km/h, de este modo se reflejó que existe una variación conforme varía la velocidad.

Palabras clave - Análisis, Medición, Voltaje, Velocidad, Comparación.

2. ABSTRACT

Vehicles evolved along with technology, innovating their components, such as high voltage batteries, which were designed with different cell connection modes, whether in series, parallel or mixed, according to the needs of the vehicle, allowing a better performance. Due to this variety, there was a shortage of information regarding voltage parameters during operation that were necessary to develop a technical diagnosis. The speed of the vehicle, the state of charge of the HV battery and the inclination of the road were key factors that determined the working mode of the high voltage battery, i.e., sometimes the battery was the one that was going to be charging and sometimes it was the one that provided the necessary energy for the operation of the electric motors, due to this background the voltage was a factor that could change in relation to the above mentioned. That is why the main objective of the document was to determine the voltage variations generated by a HV battery in a parallel hybrid system during driving on slopes in an Audi Q5 vehicle, by performing tests on high voltage battery testing modules, where values were obtained that reflected their behavior at different speeds, this in order to generate useful information to people interested in the subject as students, teachers and technicians. The technology used in the module allowed performing highly reliable tests, since they provided working ranges closer to reality. In this way, it was possible to simulate the behavior of the battery voltage in parallel, which resulted in 352.4 V at 30 km/h, 348.8 V at 60 km/h and 346.3 V at 80 km/h, thus showing that there is a variation as the speed varies.

Keywords - Analysis, Measurement, Voltage, Speed, Comparison.

3. INTRODUCCIÓN

Determinar las variaciones de voltaje que genera una batería HV en un sistema híbrido en paralelo durante la conducción en cuestas, mediante la realización de pruebas en módulos de comprobación de baterías de alto voltaje, obteniendo así valores que reflejen su comportamiento a diferentes velocidades, esto con el fin de generar información técnica del vehículo.

Debido al continuo desarrollo de los vehículos, se han desarrollado sistemas para ayudar a reducir la contaminación ambiental, pero con el paso de los años, las leyes de emisión de gases contaminantes se han vuelto cada vez más estrictas, esto ha llevado a la búsqueda de mejoras en el vehículo; se trata de la creación de vehículos híbridos, que reducen el consumo de combustible, reducen los sistemas operativos del vehículo, además de simplificar los componentes automotrices desechables. Andara R. (2019)

La principal ventaja de los coches híbridos es la reducción de gases contaminantes, ya que el motor eléctrico reducirá la intervención del motor térmico durante el funcionamiento, y dependiendo del tipo de vehículo híbrido, el motor jugará un papel más o menos importante. Además, también se reducen los costes de mantenimiento, ya que el coche tendrá como factor principal la parte eléctrica y así se evitarán daños en los componentes que componen el sistema del motor de combustión interna. Chong Y. (2018)

De la misma manera que posee ventajas, existe una desventaja predominante con el que cuenta un vehículo híbrido, y es la batería HV, misma que al terminar su vida útil y quererla reemplazar, la misma tendrá un valor muy elevado, además, que el país no cuenta con planes de reciclaje para este tipo de baterías y que, al desecharse indebidamente, es un gran contaminante para el medio ambiente. Díez P. (2019)

En los vehículos híbridos, la batería HV es el principal componente operativo, ya que es la fuente de alimentación de los motores eléctricos, además de almacenar la energía que

estos producen. La velocidad del vehículo, el estado de carga de la batería HV y la inclinación de la avenida son los principales factores que determinan el modo de funcionamiento de la batería HV, es decir, en ocasiones se va a estar cargando o va a ser quien brinde la energía para la propulsión. Por lo tanto, el voltaje es un factor que puede tener un cambio es por ello que es motivo de estudio.



Figura 1: Vehículo Audi Q5 Híbrido
Fuente: AUDI (2021)

3.1 Batería de Iones de Litio

Una batería de litio de alto voltaje consta de un conjunto de celdas, conectadas en serie o en paralelo. Tienen la mayor densidad de energía de cualquier batería. Esta es la razón por la que estas baterías son más adecuadas para su uso en vehículos híbridos, ya que la capacidad de viajar largas distancias completamente con la energía de la batería sin necesidad de conectarla a un cargador mejora el funcionamiento del vehículo. Nülle L. (2021)

El software Nülle L. (2021) menciona que: Las baterías de iones de litio tienen una tensión de 3,6 a 3,7 voltios por celda en función de la composición química empleada.

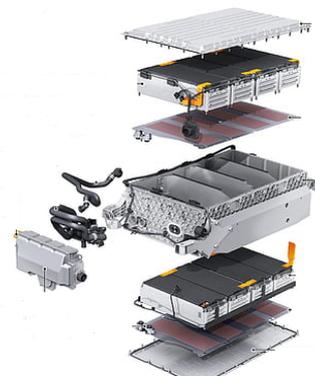


Figura 2: Batería de alto voltaje Audi Q5
Fuente: Peakpx (2020)

3.2 Características de la batería

Las baterías de Iones de Litio poseen diferentes características al momento de ser utilizadas en los vehículos híbridos.

3.2.1 Tensión

Es la diferencia de potencia eléctrica entre el ánodo y el cátodo, cabe señalar que el voltaje nominal no es el mismo, es el voltaje de referencia al que se debe conectar una batería; voltaje real, que es el valor obtenido al medir la batería con un dispositivo de medición en los terminales; y el voltaje de carga es el voltaje suministrado a la batería para reponer su carga. Joan R. (2017)

3.3.2 Capacidad

Es el valor del amperaje que se puede suministrar a la carga eléctrica multiplicado por el tiempo que se puede suministrar. Joan R. (2017)

3.3.3 Intensidad máxima

Este es el amperaje máximo que la batería puede suministrar, si excede este valor, la batería está defectuosa. Joan R. (2017)

3.3.4 Estado de carga (SOC)

Muestra la relación entre las cargas de la batería y las cargas totales. Este valor se expresa en porcentaje y se puede medir con instrumentos de medición. Guembe J.; San Martín I.; Pascual J. (2016)

3.3.5 Densidad de energía

Este es un valor que ayuda a determinar cuánta energía puede almacenar una batería por su peso. Camacás J. (2020)

3.3 Configuración de las baterías HV

Las baterías utilizadas en los vehículos son de alta tensión sin embargo no suelen ser una única batería, sino que se suele encontrar diferentes módulos conectados entre sí. Esto suele ir en un solo conjunto que se llama "paquete" o "pack". Las baterías son conectadas entre varias celdas para alcanzar el voltaje deseado. Además, para realizar conexiones en serie, paralelo y mixto se deben utilizar celdas que tengan los mismos valores de voltaje, amperaje y modelo debido a que en

el caso que se conecte una celda más débil se pueden ocasionar problemas en el funcionamiento. Joan R. (2017)

3.3.1. Conexión en serie

Este tipo de conexión consiste en conectar el polo positivo de la primera batería al polo negativo de la siguiente batería, y así sucesivamente. Los terminales en cada extremo seguirán siendo los polos del sistema conectados en la batería. Joan R. (2017)

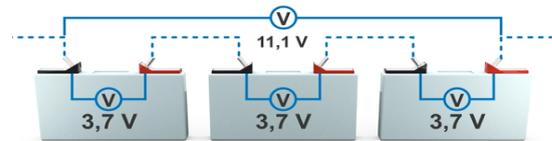


Figura 3: Ejemplo de conexión celdas en serie
Fuente: Nülle L. (2021)

3.3.2 Conexión Mixta

Este tipo de conexión permite obtener valores de voltaje, capacidad e intensidad elevados, debido al uso de conexión en paralelo tiene como ventaja aumentar la capacidad e intensidad del sistema mientras que la conexión en serie permite aumentar el voltaje. Chuquimarca S., Suin K. (2017)

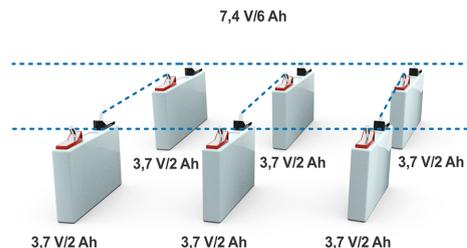


Figura 4: Ejemplo conexión mixta
Fuente: Nülle L. (2021)

3.3.3. Conexión en paralelo

En este tipo de conexión, el voltaje total es el mismo que el de la batería, por lo que se recomienda utilizar baterías de la misma especificación y fabricante. Sin embargo, la capacidad y el amperaje aumentan, es decir, el valor total es la suma de los valores de cada batería. Chuquimarca S., Suin K. (2017).

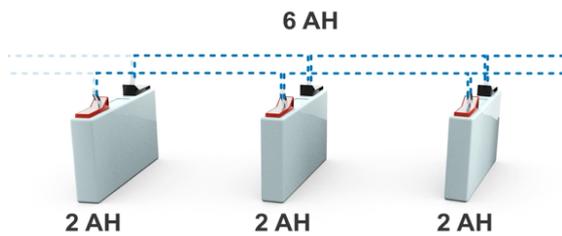


Figura 5: Ejemplo de conexión de celdas en paralelo
Fuente: Nülle L. (2021)

3.4. Configuración de los Vehículos Híbridos

3.4.1 Vehículo Híbrido en Serie

En este tipo de vehículos el Motor de combustión interna (MCI) no posee conexión mecánica con las ruedas del vehículo, debido a que solo tiene la función de generar electricidad para que el motor eléctrico sea capaz de mover el vehículo. En el caso que la batería esté completamente llena el motor se desconectará hasta que vuelva a descargarse. Nülle L. (2021)

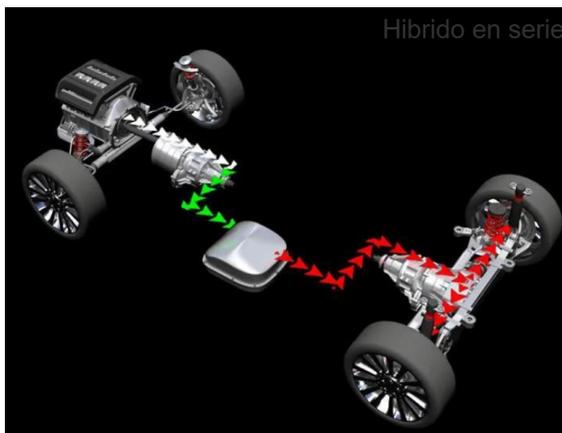


Figura 6: Configuración vehículo híbrido en Serie
Fuente: Nülle L. (2021)

3.4.2 Vehículo Híbrido Serie/Paralelo

La unidad híbrida serie / paralelo utiliza una combinación de unidades híbridas serie e híbridas paralelas. De acuerdo con los requisitos de alimentación, el modo de accionamiento seleccionado es eléctrico, combustión interna o una combinación de ambos. A través de una combinación de motor/generador, la potencia mecánica del motor de combustión interna puede ser bifurcada con el fin de cargar o propulsar. La energía eléctrica resultante puede almacenarse

en la batería o alimentarse directamente al segundo motor generador. Por lo tanto, el par de torsión deseado para las ruedas se transmite en parte a través de las trayectorias mecánica y eléctrica respectivamente.

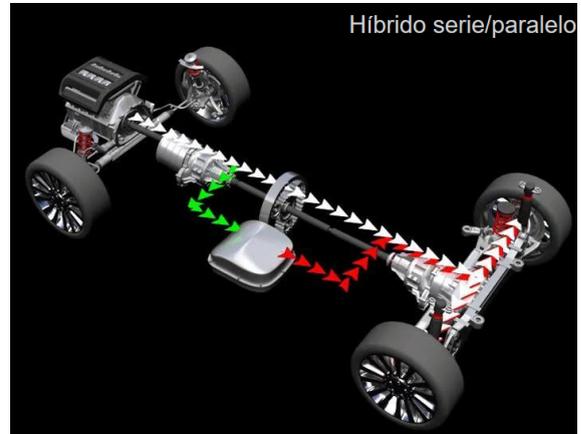


Figura 7: Configuración vehículo híbrido Serie/Paralelo
Fuente: Nülle L. (2021)

3.4.3 Vehículo Híbrido Paralelo

Según Joan R. (2017) menciona que: los vehículos híbridos con conexión en paralelo abarcan a los vehículos híbridos "suaves" (mHEV), los cuales no superan los 15 kW de potencia eléctrica y a los vehículos híbridos (HEV), estos si superan los 15 kW de potencia en el sistema eléctrico. Ambos vehículos tienen como finalidad aprovechar al máximo en su diseño tanto los elementos mecánicos como eléctricos para cumplir con las especificaciones iniciales. Los sistemas empleados son de alta tensión y de sistema trifásico, por esta razón se utilizan tres cables de color naranja para distinguir de los otros cables debido a su alta peligrosidad.

Este tipo de vehículo cuenta con dos sistemas de tracción, es decir, gracias a esta configuración, el motor de combustión interna y el motor eléctrico son capaces de proporcionar la potencia necesaria a las ruedas, para que puedan trabajar individualmente o al mismo tiempo. El MCI y el motor eléctrico trabajarán juntos cuando el vehículo necesite más potencia. A cambio, el vehículo híbrido utilizará la energía utilizada al frenar el movimiento de las ruedas para recargar la batería HV. Contreras R. (2018).

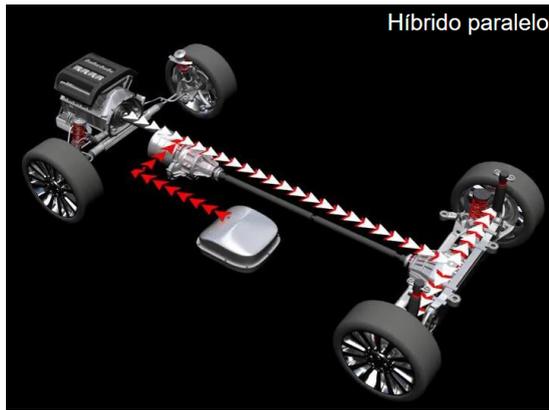


Figura 8: Configuración vehículo híbrido en paralelo
Fuente: Nülle L. (2021)

También menciona que las características más importantes en los vehículos híbridos en paralelo son:

- El vehículo es capaz de ser impulsado por el motor eléctrico, por el motor térmico o por los dos a la vez.
- Mientras el vehículo se encuentre circulando normalmente, para el empleo del motor térmico dependerá del requerimiento de uso y el estado de carga de la batería disminuyendo de esta manera el uso de combustible así como la contaminación.
- Las baterías se recargan por sí solas, mediante el freno regenerativo.

Algunas desventajas que pueden presentar este tipo de vehículos son:

- Mayor peso debido al aumento del motor eléctrico y las baterías en comparación a un vehículo tradicional.
- Mayor complejidad al realizar los mantenimientos del sistema.

3.5 Conducción cuesta arriba

La carretera por la cual se encuentre en vehículo, va a ser de suma importancia de acuerdo al modo de trabajo de los motores. De esta manera cuando se necesite mayor potencia se colocará mayor carga en la batería HV por lo cual se descargará más rápido. Debido a que el vehículo debe tener la capacidad de superar la fuerza de gravedad existente en la cuesta y a su vez moverse a la velocidad solicitada por el conductor. Nülle L. (2021)



Figura 9: Conducción cuesta arriba del vehículo
Fuente: Nülle L. (2021)

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Materiales

En la presente investigación se hizo uso del Módulo de vehículos Híbridos y Eléctricos Car Train, mismo que mediante su software y su aplicación LabSoft, la cual fue instalada en las computadoras, facilitó la obtención de datos necesarios para los resultados finales, además se utilizó un instrumento de medición (multímetro) el cual permitió realizar la lectura de voltaje, por otro lado, se hizo uso del equipo de protección personal adecuado para la manipulación de los componentes de alta tensión con la que cuenta el sistema.

4.2 Métodos de Investigación

Para la presente investigación se hizo uso de los siguientes métodos de investigación:

Investigación Descriptiva: Se utilizó para la demostración de resultados que se obtuvieron durante la investigación.

Investigación Experimental: Se empleó este tipo de investigación para el estudio de campo, es decir, durante el tiempo de desarrollo de las pruebas y la toma de datos técnicos de la investigación.

Investigación Explicativa: En el caso de la investigación que se llevó a cabo, consistió en un análisis minucioso del funcionamiento de la batería de HV en diferentes velocidades (causas) para observar si existe algún tipo de variación de voltaje (efecto) para obtener una explicación de los hechos.

5. RESULTADOS

Tabla 1

Condiciones en el módulo de prueba

CONDICIONES DE PRUEBA	
Inclinación de la pendiente	12°
Estado de Carga	78%
Velocidades	30, 60 y 80 Km/h
Tipo de Conexión	Paralelo

Fuente: Propia

Circuito en Paralelo de la Batería HV

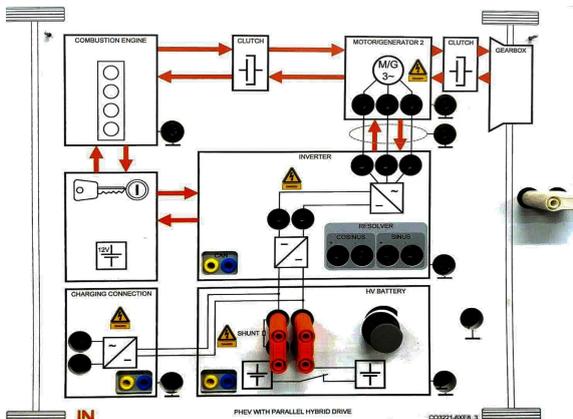


Figura 10: Circuito en paralelo vehículo híbrido Audi Q5

Fuente: Propia

Gráfico Velocidad/Voltaje

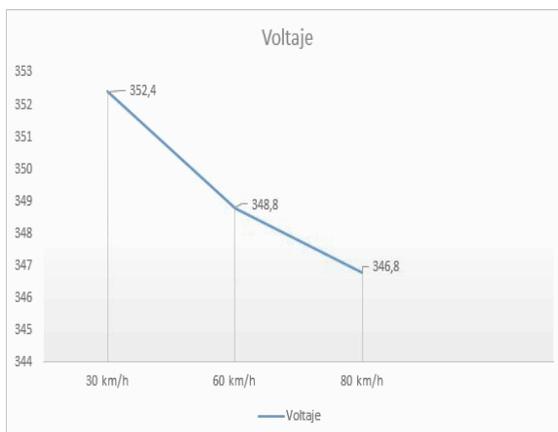


Figura 11: Diagrama Velocidad/Voltaje Audi Q5

Fuente: Propia

Vehículo se encuentra en una pendiente a una velocidad de 30 km/h

El vehículo circula por una pendiente a una velocidad de 30 km/h en una pendiente con una inclinación de 12°.



Figura 12: Tacómetro de velocidad y porcentaje de carga en 30 Km/h

Fuente: Propia.

La figura 13 muestra el funcionamiento del vehículo híbrido, es decir, trabaja el motor de combustión interna y a su vez la batería de alto voltaje para generar el movimiento del automotor.

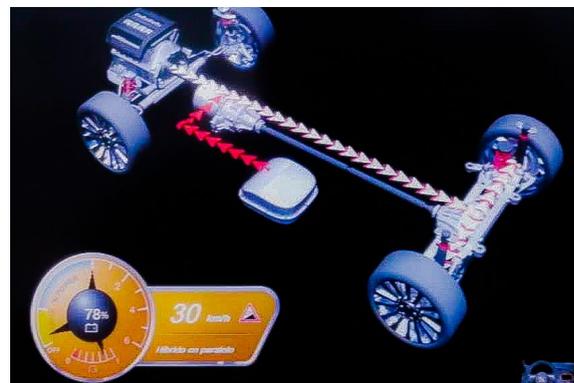


Figura 13: Representación del movimiento del vehículo en base a la velocidad

Fuente: Propia

Voltaje Obtenido

Mediante un instrumento de medición (multímetro), se obtiene el valor de voltaje con el que trabaja la batería HV a 30 km/h, donde marca 352.4 V en corriente continua mientras esta se encontraba en un estado de carga del 78%. Este es el punto más alto en la medición de voltaje con relación a las otras velocidades.

Vehículo se encuentra en una pendiente a una velocidad de 60 km/h

El vehículo circula por una pendiente a una velocidad de 60 km/h en una pendiente con una inclinación de 12°.



Figura 14: Tacómetro de velocidad y porcentaje de carga en 60 Km/h
Fuente: Propia.

El gráfico muestra el funcionamiento del vehículo híbrido, es decir, trabaja el motor de combustión interna y a su vez la batería de alto voltaje para generar el movimiento del automotor.

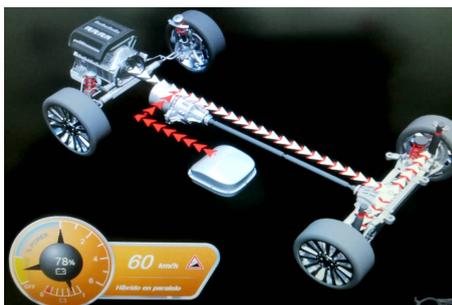


Figura 15: Representación del movimiento del vehículo en base a la velocidad
Fuente: Propia.

Voltaje Obtenido

Mediante un instrumento de medición (multímetro), se obtiene el valor de voltaje con el que trabaja la batería HV a 60 km/h, donde marca 348.8 V en corriente continua, mientras esta se encontraba en un estado de carga del 78%. Este es el punto medio en la medición de voltaje con relación a las otras velocidades.

Vehículo se encuentra en una pendiente a una velocidad de 80 km/h

El vehículo circula por una pendiente a una velocidad de 80 km/h en una pendiente con una inclinación de 12°.

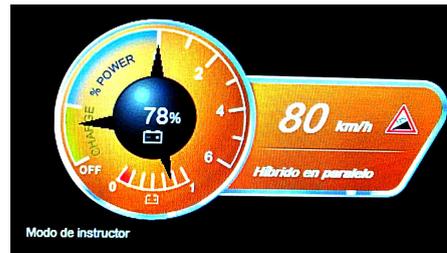


Figura 16: Tacómetro de velocidad y porcentaje de carga en 80 Km/h
Fuente: Propia.

La figura 17 muestra el funcionamiento del vehículo híbrido, es decir, trabaja el motor de combustión interna y a su vez la batería de alto voltaje para generar el movimiento del automotor.



Figura 17: Representación del movimiento del vehículo en base a la velocidad
Fuente: Propia.

Voltaje Obtenido

Mediante un instrumento de medición (multímetro), se obtiene el valor de voltaje con el que trabaja la batería HV a 80 km/h, donde marca 346.8 V en corriente continua, mientras esta se encontraba en un estado de carga del 78%. Este es el punto más bajo en la medición de voltaje con relación a las otras velocidades.

Resumen de resultados

Los valores mostrados a continuación, fueron extraídos por medio de un multímetro una vez configuradas las condiciones de prueba en el módulo Car Train, esto se puede observar en la tabla 2. Los voltajes obtenidos se encuentran ubicados conforme se fueron realizando las mediciones, es decir primero a 30 km/h, posteriormente a 60 km/h y para finalizar a 80 km/h. Donde se puede observar una disminución de voltaje conforme la velocidad

iba en aumento.

Tabla 2

Valores obtenidos en el módulo de prueba

Resultados Finales Obtenidos			
Velocidad	Inclinación de la pendiente	Estado de Carga	Voltaje
30 Km/h	12°	78%	352,4 V
60 Km/h	12°	78%	348,8 V
80 km/h	12°	78%	346,8 V

Fuente: Propia

6. DISCUSIÓN

Las comprobaciones desarrolladas en el módulo de prueba de la batería HV estuvieron sujetas a ciertas condiciones mostradas en la tabla 1, donde al realizar una comparación de resultados se pudo determinar que existen variaciones de voltaje dependiendo la velocidad a la que circula el vehículo (tabla 5).

Esta variación de resultados se debe a la cantidad de energía que exige el vehículo cuando se enfrenta a distintas adversidades. En este caso una pendiente y la velocidad a la que se traslada, es decir, si la velocidad es baja (30 Km/h), necesita más torque y menos velocidad para que el vehículo sea capaz de cumplir con los requerimientos. A esta velocidad el voltaje es más alto (352.4 V) a comparación de los otros dos valores obtenidos, debido a la misma necesidad de obtener más par motor y hacer trabajar a los MG (motogeneradores) con mayor exigencia. A diferencia que cuando se traslada a 60 Km/h y 80 km/h, el vehículo requiere de menor torque y mayor velocidad, en ese instante nos es necesario el suministro de una gran cantidad de energía por parte de la batería HV y los MG, dando como resultado voltajes menores de 348,8 V y 346.8 V respectivamente, a comparación al anterior 352.4 V. Al realizar un análisis se determinó que existe una disminución del voltaje de la batería HV según aumenta la velocidad del vehículo, es decir, que son inversamente proporcional.

En el desarrollo de las pruebas, para dar propulsión al vehículo se puso en marcha el MCI y los MG por medio de la batería HV como se muestra en la figura 11, de este modo la

comprobación concuerda con lo mencionado por Contreras R. (2018) y Lucas Nülle que indica que el vehículo híbrido paralelo cuando necesita un mayor esfuerzo y los MG no son suficiente para la propulsión del automotor, el MCI entra en marcha para ayudarlo y entre ambos generar el movimiento necesario. A partir de los 30 Km/h el vehículo tiene su propulsión a través del MCI y los MG, esto viene dado como condición del módulo de la batería HV, es por ello que a altas velocidades el voltaje tiende a bajar, ya que el MCI ayuda al automotor y no es necesario una alta cantidad de energía proporcionada por la batería.

7. CONCLUSIONES

- El funcionamiento de un vehículo híbrido depende de factores primordiales como el grado de inclinación de una avenida, el estado de carga de la batería y la velocidad del vehículo, ya que requiere de ellos el hacer funcionar el MCI, los MG o ambos al mismo tiempo, esto con la finalidad de dar propulsión al vehículo o el de cargar a la batería de alto voltaje.

- La operatividad del MCI y de los MGs, no siempre funcionarán con lo propuesto en la investigación, ya que eso dependerá netamente de las condiciones presentadas durante la conducción, como la inclinación de la pendiente, la velocidad y estado de carga, ya que si solo una de ellas cambia radicalmente, va a existir una variación muy notoria, si fuera el caso que el estado de carga sea demasiado bajo, el MCI va a trabajar de dos maneras, es decir, para dar la propulsión al vehículo y para dar carga a la batería HV. Esto se da a conocer debido a que los resultados de esta investigación serán útiles cuando sean casos iguales y similares a las condiciones de prueba.

- Con relación a los resultados se pudo determinar que el voltaje de la batería HV y la velocidad del vehículo son dos variables inversamente proporcionales, ya que, conforme la velocidad iba aumentando el voltaje iba disminuyendo, esto debido a que el MCI y los motogeneradores funcionaban para dar propulsión al vehículo y por ende la batería HV no necesitaba brindar una gran cantidad de voltaje a los MG, si no que con lo necesario.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Chong Terán, Yuver Fernando. (2018). *Análisis de la batería de alta tensión del Toyota Prius 4G*. Recuperado el 13 de noviembre de 2021. Obtenido de: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2558/1/T-UIDE-182.pdf>
- Guembe Zabaleta, Javier; San Martín Biurrun, Idoia; Pascual Miqueleiz, Julio María. (2016). *Cálculo del estado de carga en baterías de plomo-ácido: diseño y validación experimental*. Recuperado el 13 de noviembre de 2021. Obtenido de : https://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/21830/TFG_GuembeZabaleta.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=El%20estado%20de%20carga%20o,%20%25%20cuando%20est%C3%A9%20completamente%20descargada
- Santiago Chuquimarca, Kevin Suin. (2017). *Diseño y Desarrollo De Una Batería de Alto Voltaje Para Un Vehículo de Competencia Tipo Formula SAE Eléctrico*. Recuperado el 15 de noviembre de 2021. Obtenido de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14908/1/UPS-CT007327.pdf>
- Contreras Valenzuela, Rodolfo Bartolo. (2018). *Análisis de funcionamiento del Charger Research en el proceso de recarga de baterías de vehículos híbridos*. Recuperado el 15 de noviembre de 2021. Obtenido de: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2521/3/T-UIDE-178.pdf>
- Joan Ros, Ó. B. (2017). *Vehículos Eléctricos e Híbridos*. Madrid. Ediciones Paraninfo, SA.
- Nülle, L. (2021). *Interconexión de las celdas de la batería*. Alemania: LUCAS-NÜLLE GmbH.
- Ronald Méndez. (2015). *Estudio y análisis del conjunto de baterías del vehículo híbrido Toyota Prius modelo A*. Recuperado el 25 de noviembre de 2021. Obtenido de: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/826/1/T-UIDE-02.pdf>
- Díez, Patricia. (2019). *Principios Básicos del Vehículo Eléctrico*. Recuperado el 01 de diciembre de 2021. Obtenido de: <https://core.ac.uk/download/pdf/222807924.pdf>
- Christian Meneses. (2018). *Maqueta del sistema y funcionamiento de un Inversor en vehículos híbridos*. Recuperado el 03 de diciembre de 2021. Obtenido de: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7237/1/137746.pdf>
- Andara, R. (2019). *Usabilidad, impactos ambientales y costos de los vehículos de combustión interna y eléctricos*. Recuperado el 03 de diciembre de 2021. Obtenido de: <https://revistas.uva.es/index.php/trim/article/view/4203>
- AUDI. (2021). *AUDI*. Recuperado el 13 de diciembre de 2021. Obtenido de AUDI: https://www.audi.com.ec/aola/web/ec/modelos/q5/nuevo-q5.html?csref=sea:channel:Q5:TRAFICO_WEB:c:Search:UIO_Q5&gclid=Cj0KCQjwtrSLBhCLARIsACh6Rmirs7yOrU1EnHxFLg5zD5ZelsCrNvROG3FpV9FqLf0HtPIMQdESnkaApzXEALw_wcB
- AUDI. (2020). *Peakpx*. Recuperado el 13 de diciembre de 2021. Obtenido de Peakpx: <https://www.peakpx.com/es/hd-wallpaper-desktop-gauzk>
- Patricia, D. (2019). *Principios Básicos del Vehículo Eléctrico*. Universidad de Valladolid, Valladolid. Recuperado el 15 de diciembre de 2021. Obtenido de: <https://core.ac.uk/download/pdf/222807924.pdf>
- Camacás Tenganán, Jhonson Omar. (2020) *Implementación de un dispositivo de diagnóstico para módulos de batería de vehículos híbridos y eléctricos*. Recuperado el 15 de diciembre de 2021. Obtenido de: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10870/2/04%20MAUT%20125%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Chong, Yuver. (2018). *Análisis De La Batería De Alta Tensión Del Toyota Prius 4G*. Recuperado el 17 de diciembre de 2021. Obtenido de: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2558/1/T-UIDE-182.pdf>