

**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO
CENTRAL TÉCNICO**



CARRERA DE MECÁNICA AUTOMOTRIZ

TEMA:

ESTUDIO DE LOS MODOS DE OPERACIÓN EN RELACIÓN CON LA CARGA DE LA
BATERÍA DE ALTO VOLTAJE DEL VEHÍCULO AUDI Q5 HIBRIDO.

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

SANTILLAN ESPIN OSWALDO DAVID
GUERRERO CHALACAN OMAR JAVIER

Asesor:

JUAN PABLO LLANGA CANTUÑA.
QUITO, DICIEMBRE DEL 2020

© Instituto Superior Tecnológico Central Técnico (2020).

Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo SANTILLAN ESPIN OSWALDO DAVID 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.

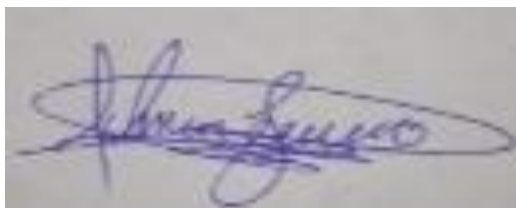


SANTILLAN ESPIN OSWALDO DAVID

DECLARACIÓN

Yo GUERREO CHALACAN OMAR JAVIER 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 blue ink, appearing to read 'Guerrero Chalacan Omar Javier', enclosed within a large, loopy oval stroke.

GUERRERO CHALACAN OMAR JAVIER

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por SANTILLAN ESPIN OSWALDO DAVID, GUERRERO CHALCAN OMAR JAVIER bajo mi supervisión.



Firmado electrónicamente por:

**JUAN PABLO
LLANGA
CANTUNA**

JUAN PABLO LLANGA CANTUÑA

TUTOR DE PROYECTO

AUSPICIO/AGRADECIMIENTOS ESPECIALES. AUTOR 1

En especial a Dios por darme la mentalidad y las fuerzas necesarias para poder finalizar mi carrera.

Agradezco también a todos los docentes de mecánica automotriz que siempre fueron buenos profesionales, pero principalmente buenas personas, sabiendo inculcar su buena enseñanza.

Finalmente, a mi tutor Juan Pablo Llanga, que desde el comienzo estuvo ahí dándonos, tanto a mi como a mi compañero la guía adecuada para poder realizar una buena investigación.

AGRADECIMIENTO. AUTOR 1

En especial a mis padres y hermanas ya que ellos siempre estuvieron ahí en todo momento de mi vida, educándome, disciplinándome, dándome consejos y sobre todo el aliento necesario para seguir con mis estudios.

A todos mis compañeros, docentes y unos cuantos amigos, que a lo largo de la carrera estuvimos ahí ayudándonos mutuamente para poder pasar los semestres.

DEDICATORIA. AUTOR 1

A mis padres y mis hermanas que siempre estuvieron ahí dándome todo el apoyo necesario, cariño y corrigiéndome cuando era necesario y sobre todo el aliento para cumplir una meta más, este logro va para todos ellos que siempre fueron y son el pilar fundamental de mi vida.

A mis tías y tíos que siempre estuvieron brindando ese apoyo y consejos a sus sobrinos para que puedan superarse y lleguen a ser profesionales de bien en la vida.

También va dedicado a mi tutor, el cual lo considero un gran amigo, una persona excelente que siempre estuvo ahí para ayudarme y de igual darme buenos consejos cuando era necesario, ya que su objetivo además de formarme como profesional, fue formarme como una buena persona.

AUSPICIO/AGRADECIMIENTOS ESPECIALES. AUTOR 2

Agradezco a Dios, a mis padres por su respaldo y ayuda para la culminación de una etapa más en mi vida que han sabido guiarme y darme consejos que me han servido a lo largo de mi vida ellos son lo más valioso que tengo, a mi hermana Silvia quien ha sido una guía y ejemplo de superación, a mi esposa quien me han brindado su apoyo incondicional y por último a todos mis familiares por sus consejos y apoyo que me han brindado día a día.

Agradezco a mis formadores; personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a alcanzar y culminar el desarrollo de esta investigación con éxito y obtener una afable titulación profesional.

Finalmente; a mi tutor Juan Pablo Llanga, por trasmitirme sus conocimientos y apoyarnos por haber sido muy paciente y haber sido esa persona que con sus directrices pudo explicarnos aquellos detalles para culminar nuestra investigación.

AGRADECIMIENTO. AUTOR 2

A la familia quienes cumplen una importante tarea, la de ayudar al progreso a la formación de este ser, se trata de los cimientos y la base de lo que es la sociedad como tal, los valores y la responsabilidad que día a día se me han inculcado para así llegar a mi desarrollo personal y profesional.

A los docentes quienes han compartido sus conocimientos con el fin de apoyarnos en la formación profesional, a mi tutor de proyecto de titulación Ing. Juan Pablo Llanga por su valiosa asesoría quien nos ha guiado para la elaboración de este artículo con sus conocimientos y sabiduría compartiendo su tiempo en el desarrollo del proyecto.

DEDICATORIA. AUTOR 2

Dedico de manera especial a mis padres por el gran esfuerzo que hacen cada día para apoyarme a cumplir cada meta propuesta, pues ellos han sido un pilar fundamental para la construcción de mi vida profesional y profesional. A quienes han sido la base de mi responsabilidad y deseos de superación. A mi Esposa y a mis hijos, por acompañarme y apoyarme en todo momento. A mi hermana, por estar siempre apoyándome y ayudándome en todo momento y darme la dicha de contar con ellos en buenos y malos momentos.

Estudio de los Modos de Operación en Relación con la Carga de la Batería de Alto Voltaje del Vehículo Audi Q5 Híbrido.

Study of the Modes of Operation in Relation to the Charging of the High-Voltage Battery of the Hybrid Audi Q5 Vehicle.

David Santillán Espín¹ Omar Guerrero Chalacan²

¹*Instituto Superior Tecnológico Central Técnico, Quito, Ecuador
E-mail: santillandavid1998@gmail.com*

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

Resumen

El presente artículo se basó en el estudio de los modos de operación del vehículo Audi Q5 Híbrido con relación a la carga de batería de alto voltaje, en este tipo de vehículos maneja dos sistemas eléctricos, el principal es el de alto voltaje que genera 266 voltios con un rango aproximado del 100 por ciento, y un alterno de 12 voltios que brinda energía a accesorios múltiples del vehículo. Los vehículos híbridos se los considera un paso hacia la electro-movilidad puesto que trabajan de manera conjunta entre el motor de combustión interna y el motor eléctrico que funciona con baterías de alto voltaje conectadas en serie. El sistema de propulsión que presentan estos vehículos es autónomo, es decir, él mismo se encarga de las transiciones entre el motor de combustión interna y el eléctrico, sin que el conductor tenga que manipular su funcionamiento. Estos vehículos también permiten al conductor escoger que tipo de funcionamiento desea emprender, puesto que se puede escoger el modo de operación entre el uso eléctrico, de combustión interna y combinado entre los anteriores. Dicho lo anterior podemos generar un máximo rendimiento del vehículo, mejorar

su funcionamiento y prolongar su vida útil. Para esta investigación se usó una metodología de investigación documental y cualitativa, misma que ayudo a determinar parámetros y modos de funcionamiento del vehículo Audi Q5 híbrido. El nivel de profundidad de este estudio fue exploratorio puesto que en nuestra investigación predomina fuentes bibliográficas de varios autores. Finalmente se concluyó con los modos de operación que más cargan y descargan a la batería de alto voltaje

Palabras claves: *E-Boost, lones de litio, redox, Híbrido.*

Abstract

This article is based on the study of the operating modes of the Audi Q5 hybrid vehicle in relation to high voltage battery charging, in this type of vehicle, it handles two electrical systems, the main one being the high-voltage system that generates 266 volts with an approximate range of 100 percent, and a 12- volt alternate that provides power to multiple vehicle accessories. Hybrid vehicles are seen as a step towards electromobility since they work together between the internal combustion engine and

the electric motor that works with high voltage batteries connected in series. The propulsion system presented by these vehicles is autonomous, that is, it takes care of the transitions between the internal combustion engine and the electric motor, without the driver having to manipulate its operation. These vehicles also allow the driver to choose what type of operation he wishes to undertake, since the mode of operation can be chosen between electric, internal combustion and combined use among the previous ones. That said, we can generate maximum vehicle performance, improve its operation and extend its useful life. For this research, a documentary and qualitative research methodology was used, which helped determine parameters and modes of operation of the Audi Q5 hybrid vehicle. The level of depth of this study was exploratory since bibliographic sources from various authors predominate in our research. Lastly, the operating modes which charge and discharge the higher voltage battery have been concluded.

Keywords: *E boost, Lithium ion, redox, hybrid.*

1. Introducción.

Con el paso del tiempo el campo automotriz se ha enriquecido de avances tecnológicos, dando paso a vehículos híbridos, estos funcionan con un motor eléctrico y un motor de combustión interna. Los motores eléctricos a pesar de los avances tecnológicos que existen no pueden funcionar de manera autónoma puesto que existe un déficit de energía eléctrica para un funcionamiento normal extendido. El automóvil híbrido Audi Q5 tiene la ventaja de generar su propia energía al momento de encender el motor de combustión interna y utilizar frenos regenerativos, esta energía

recarga la batería de alto voltaje y provoca el funcionamiento del motor eléctrico. Es por ello que el estudio de las baterías de alto voltaje se vuelve un tema importante puesto que el funcionamiento del auto depende mucho de la selección de la misma.

Por todo lo dicho según la investigación de D.Edwin Raúl Grijalva Campana, (2019) aproximadamente, se estima que por cada kw/h de energía de batería se necesita 1,5 kilogramos de carbonato de litio, y un rápido aumento de la demanda podría llevar a una escasez de litio, derivando un aumento del precio en el mercado y la refinería se la hace la mayor parte en china por lo que en los últimos años se ha incrementado de dos a tres veces el costo de estos materiales, y esto genera que los vehículos híbridos aumenten el precio a los consumidores.

“Estos vehículos, por combinar motor eléctrico con otro de combustión interna, reducen las emisiones entre un 25% y un 50% respecto a los coches tradicionales” (Sanz, 2015), por lo tanto, son eficientes y el gasto reducido de combustibles fósiles en la ciudad es muy notable, es importante mirar en detalle cada una de las características del auto para saber cuál será el ahorro de combustible del que el conductor podrá disfrutar.

Por lo expuesto, esta investigación se planteó estudiar los diferentes modos de operación en relación con la carga de la batería de alto voltaje del vehículo Audi Q5 híbrido mediante el laboratorio didáctico del Instituto Superior Tecnológico Central Técnico para comprender parámetros de funcionamiento.

Específicamente se buscó determinar cuáles son los modos de funcionamiento y operación en relación con la carga de la batería de alto voltaje del vehículo Audi Q5 Híbrido mediante el laboratorio didáctico; estudiar las propiedades de la batería de alto voltaje del vehículo Audi Q5 Híbrido y establecer la relación del funcionamiento y carga del

vehículo Audi Q5 híbrido.

Métodos

Con el fin de lograr el objetivo donde se realizó una investigación documental, revisando tesis, manuales técnicos, papers y revistas orientadas al tema para de esta manera identificar los modos de operación y funcionamiento de la batería del Audi Q5 híbrido, dicho material nos permitió realizar la elaboración de un resumen más claro y preciso del funcionamiento de los mismos, se llevó a cabo una revisión en bases de datos bibliográficas como: Audi Q5 Hybrid Quattro, David G. artes, Joan Antoni Ros Marin, Sanz , entre otras.

El otro enfoque que se usó en esta investigación fue el Cualitativo, porque nos permitió recopilar y analizar datos obtenidos en el laboratorio práctico del Instituto Superior Tecnológico “Central Técnico” tales como, las características que con lleva un vehículo híbrido, la combinación de un motor de combustión interna y otro eléctrico sustentado por una batería de alto voltaje, los tipos y rangos de los modos de operación que tiene el Audi Q5.

Desarrollo

Según la investigación de D.Edwin Raúl Grijalva Campana (2019), los principios de funcionamiento de las baterías están basados en procesos de reducción y oxidación más conocidos como redox, un proceso en el cual uno de los componentes se oxida, es decir, pierde electrones y el otro se reduce ganando electrones. Los tipos de baterías usadas en los automóviles son cuatro; las baterías de plomo-acido, las de sales fundidas (zebra), el níquel metal hidruro y las de ion-litio, aunque todas las tecnologías están vigentes, al parecer las de ion-litio son las que más futuro tienen.

Vehículos Híbridos con baterías Ion-litio

Estamos utilizando una denominación demasiado genérica al hablar de las baterías Ion-litio, la composición química da lugar a un subconjunto de características técnicas, desarrolladas con la tecnología actual. Señala David G. artes (2012) los siguientes subconjuntos (Tabla 1):

Tabla 1.

Subgrupos de baterías fabricadas con ion-litio.

Nombre	Ciclos de Recarga [ciclos]	Densidad Energética [Wh/kg]
Baterías de litio-Cobalto (LiCoO ₂)	500	170-185
Baterías de Litio-Hierro-Fosfato (Li Fe P O ₂)	2000	90-125
Baterías de Litio-manganeso (LiMn ₂ O ₂)	1500	90-110
Baterías de Litio-Titanio (Li ₄ Ti ₅ O ₁₂)	12000	65-100

Fuente:(David G. artes, 2012)

Elaborado por: Omar Guerrero

En la actualidad, esta tecnología alcanzó varias características positivas una de ellas es la baja auto descarga y una vida útil larga, sin embargo, las baterías pueden ser afectadas por los cambios de temperatura del vehículo y por las descargas bruscas sea por exceso del consumo de la batería o por la suspensión intempestiva de su actividad. Por lo tanto, es importante al momento de seleccionar la batería tomar en cuenta los ciclos de carga, su densidad energética y la ubicación dentro del automóvil para de esta manera salvaguardar la batería y mejorar su rendimiento. En las baterías de ion-litio al momento de cumplir sus ciclos de carga se debe realizar un mantenimiento para prolongar la durabilidad, puesto que a mayores ciclos de carga menos es la densidad energética.

Capacidad de carga de la batería de Audi Q5

Para Audi (2012), el Q5 hybrid quattro es el primer modelo híbrido con sistemas de doble accionamiento, Con un motor de 2.0 litros, Turbocharged Fuel Stratified Injection (TFSI) y desarrolla 211 Caballos de fuerza (hp) o 155 kW, operando en conjunto con un motor eléctrico refrigerado por agua que desarrolla 54 hp o 40 kW. El motor eléctrico funciona con una batería compacta de iones de litio con las siguientes características (Tabla 2):

Tabla 2.
Especificaciones de la batería Híbrida A 38 para el vehículo Audi Q5 hybrid Quattro

Especificaciones	
Tensión nominal	266V
Tensión de la celda	3.7V
Número de celdas Capacitancia	72 (conectado en serie) 5Ah
Temperatura de funcionamiento	15–131 ° F (15–55 ° C)
Contenido de energía	1.3 kWh
Contenido de energía utilizable de potencia de salida	0.8 kWh máximo 53 hp (40 kW)
Peso	84 lb (38 kg)

Fuente: Autores basado en (Audi, 2012)

La batería se compone de 72 celdas; con una tensión nominal de 266 voltios, su contenido de energía asciende a 1,3 kWh y su contenido de energía utilizable de potencia de salida es de 40 KW. El acumulador de energía de este vehículo viene instalado un sistema de batería de iones de litio que sólo pesa 38 kg, tiene un volumen de 26 litros y se encuentra ubicada en la parte inferior del maletero y no afecta a la

capacidad de carga del maletero.

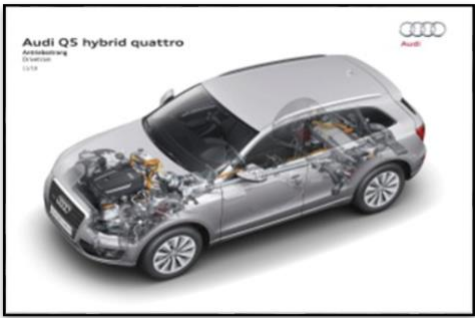


Figura 1. Modelo Vehículo Audi Q5

Fuente: autores basado en(Audi MediaServices España, 2010)

La batería de iones de litio es refrigerada con aire por dos vías, en función de la demanda. Si la carga térmica es baja recibe aire acondicionado del habitáculo del vehículo a través de un ventilador.

Cuando su temperatura supera un determinado valor se activa un circuito de refrigeración propio. Dicho circuito está acoplado al climatizador automático principal del vehículo y utiliza un evaporador independiente. Esta refrigeración activa de alta potencia diferencia al Audi Q5 hybrid quattro de otros muchos vehículos híbridos; el equipo contribuye de manera decisiva a aumentar la disponibilidad eléctrica del sistema híbrido. (Audi, 2012)

Con lo antes mencionado podemos decir que, este sistema consta de una refrigeración múltiple y mejorada, misma que ayuda al enfriamiento de la batería prolongando su durabilidad y evitando gastos extras por mantenimientos.

En el caso de que exista un mal funcionamiento del aire acondicionado, de los sensores del automóvil o taponamiento de vías de aire que refrigeran a la batería provocarán el recalentamiento de la misma, causando avisos falsos como la disminución o aumento del porcentaje de la batería en el tablero de control y por ende un mal funcionamiento del automóvil híbrido, de manera continua detallamos las partes que provocan la refrigeración de la batería (Figura 1).

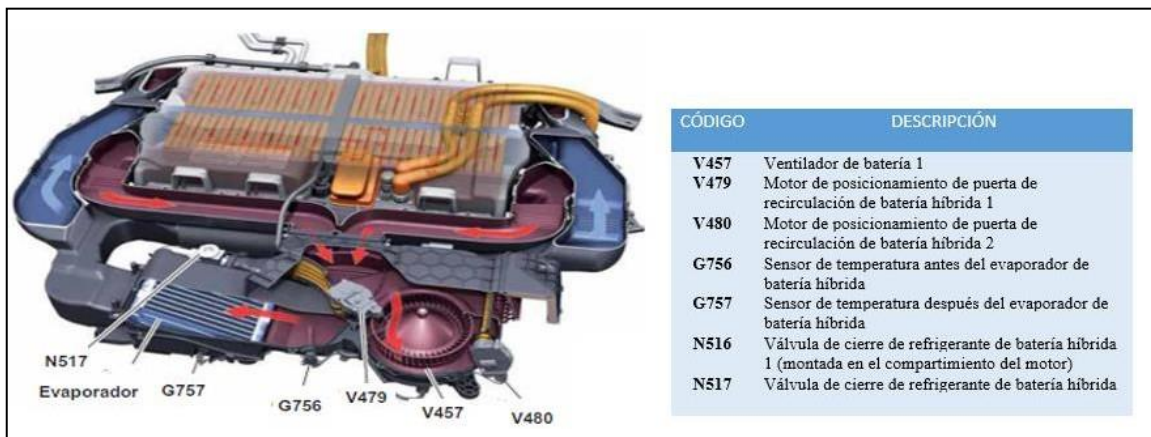


Figura 1. Partes de refrigeración de la Batería

Fuente: Autores basado en (Audi, 2012)

El automóvil híbrido se autoprotege manteniendo un rango de carga limitada para extender la vida útil de la batería de alto voltaje, esto se puede observar al mirar el cuadro de instrumentos del automóvil, mismo que maneja un rango disponible de batería de entre 0% a 100% de carga, mientras que sí lo conectamos a un escáner la batería de alto voltaje se mantiene en un rango de entre el 30% y 80% de carga, dicha información fue comprobada en el laboratorio del Instituto Superior Tecnológico Central Técnico. Otro punto que se pudo comprobar en el laboratorio antes mencionado es la insuficiencia de arranque en modo eléctrico del automóvil con porcentaje de batería baja, es decir, se pudo observar que la misma es limitada, porque sí en el cuadro de instrumentos nos muestra que está por debajo del 25% de carga en la batería de alto voltaje el motor no arranca en modo eléctrico y muestra el siguiente mensaje: “El vehículo no se puede arrancar en este momento cuando se conduce solo con energía eléctrica” pero el MCI si enciende Audi, (2012).

Programa de posición del selector de marchas

El Audi Q5 Híbrido según Audi (2012), tiene tres programas de conducción que pueden ser seleccionadas por el conductor, en primera

posición tenemos la operación extendida de accionamiento eléctrico “EV” en la que los efectos al conducir en esta posición seleccionamos directamente el funcionamiento eléctrico hasta un nivel de carga de batería de alto voltaje del 30% y podemos mantener en este rango una velocidad hasta 100 km/h y la recuperación de energía es mediante los frenos regenerativos en el frenado del vehículo híbrido, como segunda posición tenemos la configuración optimizada de combustible con moderada función E-Boost “RE” en la que podemos activar las funciones de: conducir con energía eléctrica hasta en un nivel de batería del 30%, activar de manera moderada el modo E-boost, recuperar la energía en el frenado (frenos regenerativos), y por último tenemos el tercer programa, la posición puertas “S” y “puntas”, es la función de refuerzo electrónico mejorada del accionamiento donde se activa la recuperación de energía mediante el frenado y la función intensiva del modo E-BOOST

Los modos operativos

El Audi Q5 Híbrido quattro puede circular en tres modos operativos diferentes: sólo con el motor de combustión, sólo con el motor eléctrico y en modo híbrido, además de estos, tenemos dos

modos extras que aportan al rendimiento en cada uno de los modos antes mencionados y son: el modo de recuperación y en modo E-Boost.

Refuerzo eléctrico (e-boost)

El accionamiento híbrido ofrece una función de impulso eléctrico (e-boost). Cuando se activa esta función, la máquina electrónica y el motor de combustión interna entregan su máxima potencia (Figura 2).

Figura 2.- Conducción ME y MCI (E-Boost)

Fuente: Autores basado en (Audi, 2012)



En el Audi Q5 hybrid quattro, el motor 2.0L TFSI desarrolla 211 hp (155 kW), mientras que el motor electrónico desarrolla 41 hp (31 kW) como generador y 54 hp (40 kW) como motor eléctrico. El motor de combustión interna y el motor eléctrico tienen una potencia combinada de 245 hp (180kW).

Desaceleración

Al desacelerar, el motor eléctrico actúa como generador de energía, convirtiendo energía cinética en eléctrica que se utiliza para recargar el módulo de baterías de alta tensión.

El modo regenerativo se activa durante la fase de frenado, es decir, al momento de reducir parcialmente la velocidad o frenar totalmente

el vehículo, es por ello que este sistema siempre se encuentra activo. En este caso el motor eléctrico actuaría como generador de energía dando una resistencia magnética al movimiento del vehículo, pero al mismo tiempo reduce su velocidad es decir causa una fuerza resistiva magnética. Para frenar totalmente el vehículo el sistema utiliza el modo regenerativo en conjunto con el frenado hidráulico para en ambos casos poder aprovechar la energía regenerativa del freno y el hidráulico para su frenado total (Figura 3).

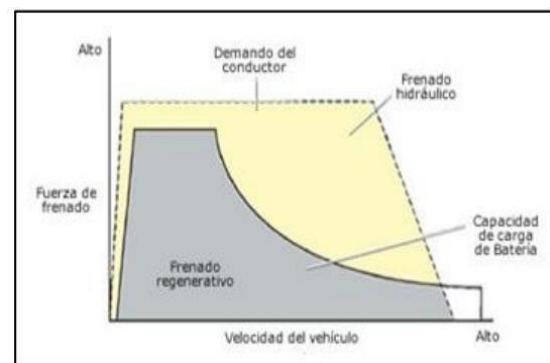


Figura 3.- Cuadro comparativo de la distribución de fuerza

Fuente: Autores basado en (Audi, 2012)

Modos de operación que da carga a la batería del Vehículo Audi Q5.

La recuperación de energía del freno sirve para recargar las baterías y mantener en movimiento el automóvil, después el motor eléctrico pasa a ser un motor de arranque, mismo que ayuda a encender el motor de combustión interna. Una parte de la energía se recupera tan pronto como el conductor levanta el pie del acelerador, y otra parte aumenta durante el frenado del vehículo (Figura 4).



Figura 4.- Conducción Recuperación de Batería

Fuente: Autores basado en (Audi, 2012)

En dicha imagen podemos observar cuando el vehículo está en el modo operativo de recuperación de energía a la batería, el sistema eléctrico del vehículo de 12 voltios recibe energía del motor eléctrico para el consumo de accesorios internos del vehículo. Cuando el eje del motor de la máquina electrónica se acciona externamente, suministra energía eléctrica como generador. La máquina electrónica de un híbrido reemplaza el arrancador y generador (alternador) convencionales de un motor de combustión interna, cubriendo una distancia mayor de 62 millas (100 km).

Modo de transporte

En este modo, el motor eléctrico se usa solo como generador, por lo tanto, no hay accionamiento eléctrico, refuerzo electrónico, función de arranque y recuperación de energía de frenado disponibles. En el modo de transporte, la batería de alto voltaje se carga cuando el motor de combustión interna está funcionando. La velocidad máxima está limitada a (35 km/h) o 3500 rpm. Si el modo de transporte no se desactiva de debe usar la herramienta de escaneo VAS (Figura 5).



Figura 5.- Conducción carga de la batería mediante MCI.

Fuente: Autores basado en (Audi, 2012)

Modos de operación que más descargan a la batería del Vehículo Audi Q5.

Al conducir con energía eléctrica, la energía se extrae de la batería de alto voltaje, que también suministra energía para el sistema eléctrico del vehículo de 12 voltios. El impulso del auto es generado por el motor eléctrico y nos marca de color verde desde las llantas hacia atrás (Figura 6).

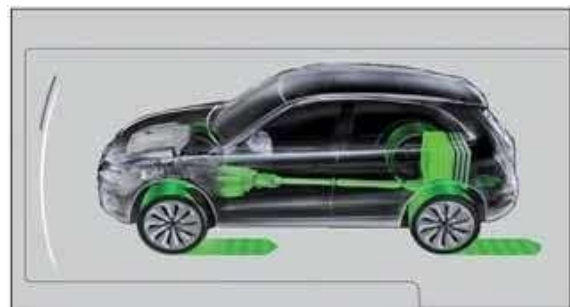


Figura 6.- Conducción Modo Eléctrico

Fuente: Autores basado en (Audi, 2012)

“Al frenar, el motor eléctrico funciona como alternador y recupera la energía cinética que se acumula en la batería de alto voltaje” Jaramillo cabrera edwin israel (2018), a esta función se la conoce como frenos regenerativos el cual nos ayuda en un cierto porcentaje a la carga de la batería para optimizar la energía generada por los MG, El vehículo Audi Q5 hibrid es capaz de captar la energía que se desperdicia durante el frenado y reutilizarla al cargar las baterías, esta es una de las características más importantes de los vehículos híbridos y eléctricos.

Conclusiones

Se comprobó que cuando la batería está en un 70% de su carga puede trabajar dando tracción al 100% con su motor eléctrico acompañado del MCI dependiendo de las necesidades del conductor y cuando la carga de la batería comienza a disminuir hasta llegar a un 30% de su carga el vehículo trabajara netamente con su MCI que este a su vez dará carga a la batería junto con los frenos regenerativos.

Finalmente se comprobó mediante el laboratorio didáctico que para el funcionamiento del motor eléctrico se necesita un porcentaje mínimo de carga de batería del 30%, sí la carga de la batería es inferior al 30% el motor eléctrico dejaría de funcionar, encendiendo el motor de combustión interna automáticamente para generar tracción y cargar a la batería de alto voltaje.

Con relación al movimiento del vehículo, los frenos regenerativos son otro modo de operación que ayuda a cargar la batería mediante la energía cinética que produce el vehículo.

En relación a lo expuesto, el modo de operación que más carga a la batería de alto voltaje es cuando el motor de combustión interna está dando tracción en su totalidad a las ruedas y genera carga suficiente para la batería de alta tensión. Y el modo de operación que más descarga a la batería es cuando la tracción del vehículo es netamente eléctrica y adicional proporciona 12 voltios directamente y por ende genera más desgaste continuo en la batería de alto voltaje.

Recomendación

Siempre se debe verificar que el porcentaje de carga de la batería este por encima del 30% de carga ya que si tenemos menos porcentaje de carga el motor eléctrico ya no se pondría en funcionamiento y solo trabajaríamos con el motor de combustión interna.

La energía cinética en este tipo de vehículo como es el Audi Q5 Híbrido es muy importante para los frenos regenerativos de este.

Para medir la tensión de las celdas de la batería

hacerlos con todas las medidas de seguridad ya que se manejan voltajes altos que son peligrosos para las personas.

Bibliografía

Arnaiz, I. S. (2015). *ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN Y EL IMPACTO DE LOS VEHÍCULOS ELÉCTRICOS*. MADRID.

Artes, D. G. (14 de marzo de 2012). *Coches y Tecnología*. Obtenido de TECMOVIA: <https://www.diariomotor.com/tecmovia/2015/07/13/por-que-es-tan-importante-el-coche-conectado-volvo-responde/>

Audi Of America , L. (2012). *Servicio de formacion*. EE.UU.

BRITO, A. a. (2011). *analisis de rendimiento, consumo y emisiones*. latacunga.

Digital, E. (10 de 11 de 2018). *opennemas*. Obtenido de Estrella digital: <https://www.estrelladigital.es/articulo/motor/audi-q5-hybrid-quattro/20101118232707121969.html>

MECANICA, A. A. (2018). *AFICIONADOS A LA MECANICA* . Obtenido de aficionadosalamecanica.net/hibridos.htm

Meganeboy, D. (2014). *aficionados por la mecánia* . Obtenido de Sistema Híbrido de bosh : <http://www.aficionadosalamecanica.net/hibridos-bosch.htm>

PROCHAZKA, P., PAZDERA, I., & VOREL, P. (2012). *P“Design of small electric car”, Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion*. SPEEDAM: International Symposium.

Ros Marin, J. A., & Barrera Doblado, O. (2017). *Vehículos Eléctricos e Híbridos*. Madrid - España: Ediciones para ninfo, SA.