



# Plagiarism Checker X Originality Report

**Similarity Found: 5%**

Date: martes, febrero 15, 2022

Statistics: 172 words Plagiarized / 3455 Total words

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

---

Recibido: 17-01-2020, Aprobado tras revisión: Forma sugerida de citación: S. Bobadilla y A. Loor, "Estudio de efectos de variación de temperatura en tiempo de carga/descarga de batería vehículo híbrido.", Revista **Investigación Tecnológica IST Central Técnico**, vol. 1, no. 1, pp. xx-yy, 2020. Effect's study of temperature variation at charge and discharge's time of a hybrid vehicle battery. Estudio de efectos de variación de temperatura en tiempo de carga/descarga de batería vehículo híbrido. ?Stalin Bobadilla Badillo 1 Ayrton Loor Suquillo 2 1E-mail: stalinjb97@gmail.com 2 ayrtonloor22@gmail.com RESUMEN El presente documento tiene como objeto determinar y mostrar la influencia de los cambios de temperatura en los procesos nominales de la batería HV (alto voltaje) del vehículo híbrido Audi Q5 Hybrid mediante el análisis de variables del sistema de refrigeración de la batería, debido a que este es un componente importante en vehículos híbridos y eléctricos, al ser la fuente de energía de los motores eléctricos que este tipo de vehículos poseen, además, de este depende el principio de su funcionamiento y viabilidad. En los vehículos de cualquier categoría la temperatura de trabajo tiene un significativo impacto en el desempeño de las baterías, cualquiera sea el tipo de la misma.

Al referirse a vehículos de tipo híbrido o eléctrico tenemos en cuenta que poseen integrada una batería compuesta por celdas de ion de litio y las reacciones químicas que se generan al cargar y descargar **la batería de alto voltaje** pueden verse afectadas por temperaturas que están fuera de su standard de funcionamiento. Palabras clave — Baterías de alto voltaje; vehículo híbrido; vehículo eléctrico; temperatura; ion litio. ABSTRACT The purpose of this document

is to establish and show temperature variation influence at nominal charge and discharge's time of high voltage Audi Q5 Hybrid's battery by means of data analysis from battery cooling system, considering that this is an important component in hybrid and electric vehicles, as it is the source of energy for the electric motors that these types of vehicles have and the principle of their operation and viability depends on it.

In vehicles of any category, the working temperature has a significant impact on battery performance, regardless of the type of battery. When referring to hybrid or electric vehicles, we take into account that they have an integrated battery composed of lithium-ion cells and the chemical reactions generated when charging and discharging the high voltage battery may be affected by temperatures that are outside their operating standard. Index terms — High voltage batteries; hybrid vehicles; electric car; temperature; ion lithium. Revista investigación Tecnológica IST Central Técnico Vol. 1, No. 2, 2020 1. INTRODUCCIÓN.

En los tiempos modernos se ha creado en la sociedad una conciencia ambiental muy fuerte lo que ha provocado en la industria automotriz un especial ahínco en reducir el consumo de los combustibles fósiles para reducir en gran manera las emisiones contaminantes que son enviadas a la atmósfera, es por este motivo que los fabricantes están optando por ir hacia la tecnología híbrida o eléctrica. Los vehículos híbridos son automóviles que para su desplazamiento utiliza dos tipos diferentes de motores, los cuales son el motor de combustión interna (MCI) que transforma la energía química en energía mecánica, y un moto-generador que transforma la energía eléctrica en energía mecánica.

Los vehículos híbridos al usar un moto-generador que es un motor eléctrico trifásico, necesitan de una fuente de energía eléctrica, en los vehículos híbridos la fuente de energía que se utiliza son las baterías de alta tensión, por este motivo los vehículos híbridos cuentan con un sistema que carga las baterías cuando estas tienen un nivel bajo de carga. En las baterías para vehículos híbridos existen factores que pueden afectar al momento de la carga y la descarga y que al estar expuesta a estos factores puede llegar a afectar a las propiedades que tienen las baterías.

Uno de estos factores que pueden afectar a la batería es la temperatura a la que esta se encuentra, es por esto que los vehículos híbridos cuentan con un sistema de refrigeración para las baterías y para el sistema de carga para disipar el calor que se genera en el proceso de carga. Se ha realizado varios estudios en baterías de plomo ácido abierto y se obtuvo que estas baterías cambian en la temperatura



de estas baterías ya sean en aumento de la temperatura o en la disminución de la misma tienen un impacto en el rendimiento o en la vida útil de las mismas.

En estas baterías la temperatura óptima de funcionamiento oscila alrededor de los 25°C en la cual la batería trabaja normalmente, cuando la temperatura aumenta repercute en las reacciones químicas que intervienen para cargar la batería lo que provoca que estas se produzcan más rápido y hace que la batería tenga un mejor rendimiento, pero esto reduce la vida útil de las mismas, en cambio al reducirse la temperatura se tiende a aumentar la resistencia interna de la batería ocasionando una disminución de la capacidad total **de carga de la batería** y en temperaturas extremadamente bajas se puede llegar a congelar el electrolito.

Ya que la temperatura ambiente puede interferir, se debe tener en cuenta el impacto que esos cambios de temperatura ambiental tienen en el rendimiento de **la batería de alto voltaje** y cambios/modificaciones se pueden realizar en el sistema de refrigeración del sistema de carga y las baterías del vehículo híbrido Audi Q5 se puede realizar. Es por esto que **el objetivo de la investigación** es determinar la influencia de la temperatura ambiente en los procesos de carga y descarga de la batería del vehículo híbrido Audi Q5 mediante la modificación de variables del sistema de refrigeración del motor. 2. MATERIALES Y METODOS Los resultados obtenidos en el presente artículo científico vienen de la investigación y experimentación en un vehículo híbrido marca Audi modelo Q5 Hybrid el cual cuenta con un motor 2.0

TFSI y una "e-machine" o máquina eléctrica, refiriéndonos a los moto-generador trifásico que posee, junto a una unidad de batería híbrida. Los motores son montados uno detrás de otro como un sistema híbrido en paralelo. "Electric Drive Power and Control Electronics JX1" es un inversor controlado por pulsos que conecta **la batería de alto voltaje** con la máquina eléctrica. La unidad de batería híbrida "AX1" está conformada por: - Batería de iones de litio A38. - Módulo de control de regulación de batería J840 - Conector de mantenimiento del sistema de alto voltaje TW. - Línea de conector piloto 1 TV44. - Arnés de cables de alto voltaje de la batería híbrida PX1.

- Conexiones para sistema eléctrico del vehículo de 12 voltios. 2.1 Unidad de control de regulación de batería J840. **La unidad de control** de regulación de batería J840 está integrada **en la unidad de** batería AX1 en su parte izquierda y está conectada al "Hybrid CAN" y "Powertrain CAN" de tren de poder. Esta unidad monitorea la temperatura de **la batería de alto voltaje** y la regula mediante el módulo de enfriamiento de la batería.

La unidad de control también obtiene y evalúa la información del nivel de carga, voltaje de las celdas y voltaje total de la batería. Esta información es retransmitida a través del "Hybrid CAN" a la unidad de control del motor. La línea de seguridad está envuelta a través de todos los componentes de alto voltaje y es monitoreada por la unidad J840. Por propósitos de monitoreo, la unidad de control J840 utiliza una señal eléctrica continua, suministrada por los electrónicos de poder en la línea de seguridad.

Todos los datos relacionados a la batería son almacenados en el historial de datos por la unidad de control. Esto hace posible un análisis exhaustivo por descarga o sobrecalentamiento de la batería de alto voltaje. 2.1.1 Contactos de alto voltaje. Este elemento está conectado al resto de componentes de alto voltaje y desconectada mediante contactos de alto voltaje. Los contactos de alto voltaje para positivo y negativo están conectados. La unidad J840 cierra los contactos de alto voltaje Revista investigación Tecnológica IST Central Técnico Vol. 1, No. 2, 2020 cuando el terminal 15 se activa.

Si el suministro de poder de 12 voltios para la unidad J840 es desconectada los contactores se abren. Si el suministro de 12 voltios de la batería está apagado significa que el sistema de alto voltaje está apagado también. La unidad de control J840 abre los contactos de alto voltaje si: - La ignición está desactivada. - La línea de seguridad está desconectada. - El tensor del cinturón de seguridad está desplegado. - El airbag está desplegado. 2.2 Batería de alto voltaje A38. La batería de alto voltaje A38 está integrada en la unidad AX1. Un sensor de corriente eléctrica monitorea la corriente eléctrica durante los ciclos de carga y descarga.

El nivel de carga de la batería de alto voltaje se mantiene entre 30% y 80%. El rango de carga limitada extiende considerablemente la vida útil de la batería de alto voltaje. El indicador de carga de batería en la pantalla del tablero muestra 0% o 100%. El nivel de carga es puesto en el "Hybrid CAN" como un mensaje. Si la capacidad de arranque es limitada (menor al 25% de carga de la batería de alto voltaje) o el motor falla al encender se despliega el mensaje "El vehículo no puede arrancar en este momento. Consulte manual de usuario". Cuando el nivel de carga de la batería cae debajo del 20% no se permite que se siga descargando.

Cuando se conduce solamente con energía eléctrica, la batería de alto voltaje provee energía a los sistemas de alto voltaje y a los sistemas de 12 voltios. Con lo que a la batería de alto voltaje respecta, esta posee un sistema de batería ligero de ion-litio que pesa 38kg el cual se encarga de almacenar y proveer energía a la



maquina eléctrica. Esta unidad compacta es ubicada en un área segura a los choques bajo el suelo del maletero sin reducir el espacio para el equipaje. La batería consiste de 72 celdas, a 266 voltios su energía nominal es 1.3 kWh con una salida de 39 kW.

Y esta es enfriada de dos formas, dependiendo de la carga de las necesidades. A carga de baja temperatura un ventilador lleva aire a la temperatura del interior del vehículo, si esta temperatura excede su límite un circuito de refrigeración separado es activado. El módulo de enfriamiento de la batería es acoplado al sistema principal del control de temperatura o climatización y tiene su propio evaporador. Figura 1: Batería de alto voltaje del vehículo Audi Q5. Fuente: Propia. 2.2.2

Carga de la batería de alto voltaje. Si en la pantalla del tablero se muestra "El vehículo no puede arrancar en este momento. Consulte manual de usuario", la batería de alto voltaje requiere ser cargada. Para este propósito, apague la ignición y conecte un cargador con una capacidad de al menos 30 A en los puntos de inicio de salto o alternativamente se puede usar la ayuda de un vehículo con alternador. Después que la batería ha sido cargada con éxito, encienda la ignición y en la pantalla del tablero aparecerá "Preparando el arranque del vehículo. Por favor espere..." 3. RESULTADOS.

Con lo que respecta a la externalización y visualización de datos provenientes de la ECU del vehículo del cual se recopilaban los datos, se utilizara un hardware con comunicación inalámbrica. Figura 2: Hardware para recopilación de datos. Fuente: Propia. Podemos observar que al momento de poner en marcha el vehículo, el amperaje de la batería de alto voltaje es 150 A y la temperatura con la que se inicia es 22.5°C aproximadamente. De igual forma la carga de la batería al empezar la recolección de datos la carga neta de la batería en base al 100% se encuentra al 40% aproximadamente. Datos aproximados ya que como se observa en la gráfica estos datos varían en factor al tiempo.

Tabla 1: Comparativa de los datos de la batería HV en base al tiempo. Tiempo (seg.) Temperatura (°C) Amperaje (A) Carga (%) 0 22.5 150 40 50 23 142 38 500 24 75 20  
Revista investigación Tecnológica IST Central Técnico Vol. 1, No. 2, 2020 Fuente: Propia. Figura 3: Datos correspondientes a la temperatura de la batería de alto voltaje. Fuente: Propia. Figura 4: Gráfico de datos del amperaje de la batería HV. Fuente: Propia. Partiendo del dato anterior se necesita tener los tiempos de descarga a un consumo de corriente contante y con una temperatura constante, pero con una temperatura menor a la del funcionamiento normal.

Los datos obtenidos en las tablas anteriores se condensan en una gráfica en el hardware, dicha gráfica contrapone en sus dos ejes el tiempo con la carga de la batería, para observar de una mejor manera a las diferencias que existen en los tiempos de descarga dependiendo de la temperatura. Ya que la temperatura ambiente puede interferir se debe tener en cuenta el impacto que esos cambios de temperatura ambiental tienen en el rendimiento de la batería de alto voltaje y cambios modificaciones se pueden realizar en el sistema de refrigeración del sistema de carga y las baterías del vehículo híbrido Audi Q5 se puede realizar. A largo plazo una variación de temperatura fuera de los rangos de funcionamiento de la batería de alto voltaje puede afectar al rendimiento de este tipo de componentes.

Teniendo como referencia una tabla de Victron Energy hablando de sus baterías. "Efectos de la temperatura en la duración de vida Las temperaturas elevadas tienen una influencia muy negativa en la duración de vida. La tabla presenta la duración de vida previsible" (Victron Energy,2020.) Tabla 1. Años de vida útil dependiendo de la temperatura Tabla 2: Años de vida útil dependiendo de la temperatura.

| Temperatura media de funcionamiento | AGM Deep Cycle años | Gel Deep Cycle años | Gel Long Life años |
|-------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| 20°C / 68°F                         | 7                   | 10                  | 12                 |
| 30°C / 86°F                         | 4                   | 6                   | 10                 |
| 40°C / 104°F                        | 2                   | 3                   | 5                  |

Fuente: <https://www.victronenergy.com.es/upload/documents/Datasheet-GEL-and-AGM-Batteries-ES.pdf> Asimismo, en base al componente químico de la batería de alto voltaje de nuestro vehículo de estudio, en este caso, Ion Litio; debemos tener en cuenta que la temperatura afecta al rendimiento de la misma.

Tenemos así, mientras mayor sea la temperatura la resistencia interna será menor, aumentando así su capacidad nominal, pero reduciendo su vida útil. Tabla 3: Capacidad disponible de una batería en base a la temperatura. Fuente: [https://www.rebacas.com/blog-baterias/23\\_Efecto-de-la-temperatura-en-las-bater%C3%ADas.html](https://www.rebacas.com/blog-baterias/23_Efecto-de-la-temperatura-en-las-bater%C3%ADas.html) Por otro lado, si la temperatura va por debajo de sus estándares de funcionamiento, la resistencia aumentara, disminuyendo su capacidad interna aun por debajo del 100%. Tabla 4: Comparación de la vida útil de una batería Ion-Litio en base a la temperatura. Fuente: [https://www.rebacas.com/blog-baterias/23\\_Efecto-de-la-temperatura-en-las-bater%C3%ADas.html](https://www.rebacas.com/blog-baterias/23_Efecto-de-la-temperatura-en-las-bater%C3%ADas.html) 4. DISCUSION.

El proceso de descarga de la batería se ve afectado negativamente por el aumento de temperatura dentro del paquete de batería de alto voltaje (HV), puesto que, según resultados obtenidos, este proceso se acelera, de una forma mínima ya que se mantiene en un rango máximo optimo el cual ha sido probado en el estudio



pre-fabricación, pero que aun así muestra esa disminución mínima en el tiempo de duración de la batería, lo que se traduce en una descarga más rápida, relativamente hablando. En el proceso de carga pasa lo contrario, las altas temperaturas ayudan a optimizar este proceso, llegando incluso a beneficiar en los tiempos en los que sucede este proceso.

El principal inconveniente con las pruebas realizadas es el factor de prevención de daños, ya que si no se toman las debidas precauciones pueden llegar a generarse daños irreversibles en la batería, y ya que es un elemento de muy alto costo Revista investigación Tecnológica IST Central Técnico Vol. 1, No. 2, 2020 en el vehículo probado no es la intención dañar la batería. 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. En conclusión, al estar el vehículo en un ambiente de estudio controlado en el momento de realizar el estudio, pueden existir una variación hablando de datos, ya que se ha tenido en cuenta el cuidado de la batería al no desconectar los sistemas de seguridad que ésta posee en lo que a temperatura respecta.

Otro aspecto a tener en cuenta con respecto a los datos obtenidos es que estos pueden variar de vehículo a vehículo de incluso la misma tecnología de funcionamiento, ya que cada marca y modelo cuenta con una batería de componentes diferentes. El vehículo Audi Q5 Hybrid, en ralentí mantiene la batería de alto voltaje a una temperatura de 21.5°C, este valor va variando a lo largo de una prueba de ruta corta, en la cual se notó que la temperatura iba aumentando gradualmente al acelerar más el vehículo, así como también se observó el valor de carga de la batería en 177 A con un voltaje de 271.25 V, dicho valor al llegar, aproximadamente, a 2500 rpm.

Realizando un poco más de recorrido empieza a generarse un consumo dentro de la batería de alto voltaje, para que los motores eléctricos puedan suplementar la potencia requerida, dicho consumo hace que la batería llegue a uno 90 A aproximadamente antes que entre en un proceso de carga y este valor empieza a aumentar. Finalmente, y en base a los datos tomados mediante la herramienta de estudio del vehículo Audi Q5 Hybrid podemos recalcar que, a pesar que se active el sistema de refrigeración y se mantenga dentro de un rango normal, la temperatura en la batería aumenta y el consumo de la batería también se ve afectada de tal forma que también se descarga más rápido, pero que por el contrario un valor de temperatura alta ayuda al proceso de carga.

A pesar de tener variaciones relativamente pequeñas de temperatura, pues no es posible manipular a placer estos valores, para evitar posibles daños en la batería y

así también no comprometer el correcto funcionamiento del vehículo, llegamos a la conclusión de que incluso las variaciones más mínimas de temperatura dentro de la batería, incluso estando dentro de un rango nominal en el que se mantiene sus modelos comerciales, ocasionan alteraciones en los procesos de carga y descarga. Al aumentar la temperatura el proceso de descarga se acelera, claro está que no es un cambio brusco, sino que es un cambio mínimo, pero existente. Así también bajo esta misma condición **el proceso de carga** se optimiza logrando una carga más rápida.

Por otro lado, al existir una temperatura más baja de los 20°C los procesos se vuelven más lentos y torpes ya que químicamente los componentes de composición de la batería funcionan mejor a altas temperaturas. Por lo que el sistema de refrigeración de la batería cumple un rol muy importante al momento de evitar inconvenientes mayores en los procesos de carga y descarga, manteniendo a estos en un rango de tiempo óptimo y así evitar desgastes prematuros de la batería, lo que supondría un reemplazo muy pronto de esta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. Janyte Holwerda. (2020). Datasheet GEL and AGM Batteries. Países Bajos: Victron Energy. Recuperado de:

[https://www.victronenergy.com.es/upload/docu](https://www.victronenergy.com.es/upload/documents/Datasheet-GEL-and-AGM-Batteries-ES.pdf)

[ments/Datasheet-GEL-and-AGM-Batteries-ES.pdf](https://www.victronenergy.com.es/upload/documents/Datasheet-GEL-and-AGM-Batteries-ES.pdf) Peña Ordóñez, C. (12 de mayo de 2011). Estudio de Baterías para Vehículos. Madrid, España: Universidad Carlos III De Madrid. Iglesias, R., Lago, A., Nogueira, A., Martínez- Peñalver, C., Marcos, J., Quintana, C., Valdés, M. (28 de marzo de 2020).

Modelado y Simulación de una Batería de Ion-Litio. Vigo, España: Universidad de Vigo. Reyes Álvarez J. & García Garnica A. (28 de marzo de 2020).

PATENTAMIENTO, TRAYECTORIA Y CARACTERÍSTICAS DE LAS BATERÍAS. León, México: Entreciencias. Martínez Javier. (2007). Autos híbridos. Quito, Ecuador:

Universidad Católica. Velásquez. P. (2019). **Estudio de la incidencia de la carga en la**

**ecualización de los packs de baterías de alta tensión de vehículos híbridos para**

**estimar la durabilidad, rendimiento y post - uso.** Ecuador: Escuela Politécnica del

Ecuador. Recuperado de: [https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16](https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1664/1/CD-2283.pdf)

[64/1/CD-2283.pdf](https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1664/1/CD-2283.pdf) Audi of America. (Noviembre, 2011). Self-Study Program

990123C: **Audi Q5 Hybrid Quattro.** Virginia, EEUU. REBACAS. Efecto De La

Temperatura En Las Baterías. Recuperado de: [https://www.rebacas.com/blog-](https://www.rebacas.com/blog-baterias/23_Efecto-de-la-temperatura-en-las-bater%C3%ADas.html)

[baterias/23\\_Efecto-de-la-temperatura-en-las-](https://www.rebacas.com/blog-baterias/23_Efecto-de-la-temperatura-en-las-bater%C3%ADas.html) bater%C3%ADas.html Barrera

Doblado O. & Ros Marín Joan A. (2017). Vehículos Eléctricos e Híbridos. Madrid,

España. Audi AG. (Abril, 2012). Productinfo: Q5, Q5 Hybrid Quattro. Ingolstadt,

Alemania. Audi AG.



(Noviembre, 2011). Self-Study Programme 489: **Audi Q5 Hybrid Quattro**. Ingolstadt, Alemania. Germán, E. L. W., Lizandro, Q. E. J., Antonio, Q. E. L., Alfredo, H. C. D., & Marcelo, G. C. F. EQUIPO GENÉRICO PARA VERIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS. C. P. Sandhya, B. John, and C. Gouri, "Lithium titanate as anode material for lithium-ion cells: a review", International Journals of Ionics, Vol. 20 (2014) Y. Ye, A.A.O Tay L.H.

Saw, "Electro-thermal analysis, and integration issues of lithium ion battery for electric vehicles," Journal of Power Sources, vol 131 Feng Leng, Cher Ming Tan, Michael Pecht, "Effect of Temperature on the Aging rate of Li Ion Battery Operating above Room Temperature" Scientific Reports, August 2015

#### INTERNET SOURCES:

---

<1% -  
inc42.com/features/can-hybrid-vehicles-make-a-difference-as-india-awaits-evs/  
<1% - www.popularmechanics.com > car-battery-how-to  
<1% - www.geniolandia.com > 13093473 > cuales-son-los-tres  
<1% - www.lifeder.com > objetivo-de-la-investigacion  
<1% - blogdeautomoviles.com > unidad-de-control-del-sistema-con  
<1% - www.lifeder.com > unidad-de-control  
<1% - upcommons.upc.edu > bitstream > handle  
<1% - files.support.epson.com > docid > cpd5  
<1% - www.puomotores.com > 13183853 > que-voltaje-tiene  
<1% - www.stulz.es > es > productos  
<1% - www.puomotores.com > 13071731 > como-saber-si-una  
<1% - www.ier.unam.mx > ~ojs > pub  
<1% - sites.google.com > site > estadisticadm  
1% - woman.elperiodico.com > moda > shopping  
<1% - www.mecanicaenaccion.com > tag > bateria-del-sistema  
1% - drms3v40st3o6.cloudfront.net > images > pdf  
<1% - diposit.ub.edu > dspace > bitstream  
<1% - dcbballester.com > carga-de-baterias-en-4-etapas  
<1% - www.investigacionistct.ec > issue > view  
<1% - diariohoy.net > interes-general > aseguran-que-la  
<1% - www.fisterra.com > mbe > investiga  
1% - biblioteca.epn.edu.ec > cgi-bin > koha  
<1% - www.scribd.com > Manual-Informacion-Q5-Hibrida  
<1% - pubs.acs.org > journal > cmatex  
<1% - ideas.repec.org > a > eee