

Optimización del voltaje de operación de packs de batería de alta tensión mediante la entrega de carga y descarga con voltaje y corriente constante

Optimization of the operating voltage of high voltage battery packs by delivering charge and discharge with constant voltage and current.

Carlos Martínez, Edison Maldonado

Vehicentro Vehículos y Camiones Sierra Centro – Sinotruck del Ecuador / Tranvía Parla Madrid

1

Correspondencia Autores: cmartinez@vehicentro.com.ec; epmaldonado@viaparla.com

Recibido: 8 de septiembre 2022, Publicado: 18 de diciembre de 2022

Resumen— La alta contaminación provocada en gran mayoría por los vehículos con motores a combustión interna, ha provocado el deterioro del medio ambiente, por lo que se han tomado medidas para contrarrestar dicha contaminación, mediante la fabricación de vehículos de propulsión eléctrica e híbrida. Dichos vehículos tienen la desventaja de producir contaminación mediante sus baterías, ya que estas contienen químicos altamente contaminantes, y al reflejar un código de falla, acerca del deterioro de la batería de alta tensión, se procede a reemplazar la misma en su totalidad, existiendo, debido a este cambio, un elevado costo de mantenimiento y desperdicio de varios módulos que se encuentran en buen estado. Para corregir esta realidad esta investigación se ha realizado un estudio acerca de los procesos de carga y descarga de los módulos de la batería de alta tensión del vehículo híbrido a una tasa de carga y descarga constantes de 1.5A, con la ayuda de un analizador de baterías CBA, mediante un protocolo de pruebas, se somete a cargas y descargas constantes controladas, de esta forma se realiza un análisis entre las curvas de descarga después de cada prueba, determinando el estado de carga SOC y de descarga DSOC, calculando de esta forma la eficiencia y el tiempo de vida útil de los módulos mencionados.

Palabras clave—. Contaminación, CBA (Analizador de Baterías Computarizado), Carga, Descarga, Batería de alto voltaje, Módulo

Abstract— The high pollution caused mostly by vehicles with internal combustion engines has caused the deterioration of the environment, so measures have been taken to counteract this pollution, through the manufacture of electric and hybrid propulsion vehicles. These vehicles have the disadvantage of producing pollution through their batteries, since they contain highly polluting chemicals, and as they reflect a fault code, about the deterioration of the high voltage battery, it is replaced in its entirety, existing, due to this change, a high cost of maintenance and waste of several modules that are in good condition. To correct this reality, a study has been carried out on the charging and discharging processes of the high-voltage

battery modules of the hybrid vehicle at a constant charge and discharge rate of 1.5A, with the help of a CBA battery analyzer, by means of the modules are subjected to constant controlled loading and unloading through a test protocol, in this way an analysis is made between the unloading curves after each test, determining the state of charge SOC and unloading DSOC, thus calculating the efficiency and life time of the modules mentioned above.....

Keywords—. Contamination, CBA (Computerized Battery Analyzer), Charging, Discharge, High Voltage Battery, Module

I INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se destacan tres tipos de propulsión en los vehículos a nivel mundial, los vehículos a combustible, los eléctricos y los híbridos. Estos últimos se caracterizan por ser la combinación de los dos primeros, en el que el motor de combustión interna alimenta de energía a las baterías, las cuales son exigidas al máximo en el proceso de carga y descarga rápida, reduciendo así su vida útil y al ser un componente excesivamente costoso y contaminante, se requiere realizar un análisis en el comportamiento de la misma en diferentes condiciones y determinar una manera de prolongar su vida útil, el mayor tiempo posible [1].

El reciclaje puede minimizar el impacto ambiental de las baterías mediante la reducción de energía requerida para su producción, así como los daños medioambientales causados por los peligrosos materiales usados en su fabricación como en la de nuevas baterías [2].

Pero también hay que tener en cuenta que mientras las baterías constituidas de plomo ácido son comúnmente recicladas, es menos común ver reciclar las baterías de iones de litio de los dispositivos móviles, la electrónica portátil y los autos híbridos y eléctricos [3]. En la Unión

Europea, sólo el 5% del litio de las baterías vendidas en 2010 fueron recicladas [4].



Figura 1. Medición de voltaje en batería de alto voltaje

Una de las razones de esta baja tasa de reciclaje de estas baterías corresponde a un proceso de reciclaje complejo [5].

Para el correspondiente análisis de las celdas y la obtención de sus respectivas curvas, se eligió de entre 5 celdas en mal estado, la que entregaba un mayor tiempo de voltaje en la zona nominal de la gráfica [6].

El desarrollo del presente trabajo se dividió en cinco etapas:

- Introducción.
- Protocolo de medición de módulo.
- Obtención de curvas.
- Análisis de resultados.
- Conclusiones.

II MÉTODOS Y MATERIALES

Instrumentos de medición .- Para realizar la prueba de carga y descarga de un módulo unitario de batería, se utiliza:

- Módulo individual de batería
- Analizador de baterías CBA
- Software “West Mountain Radio CBA”

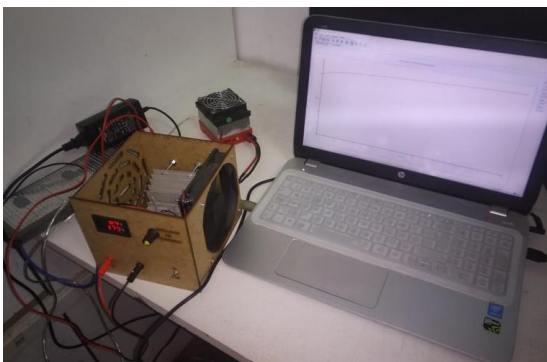


Figura 2. Instrumentos implementados en los procesos

- Cable USB tipo A/B de impresora
- Cables tipo lagarto

Protocolo de medición. - Para realizar la prueba de carga del módulo de níquel – hidruro metálico se debe seguir los siguientes ítems:

- Encender el computador
- Instalar y abrir el software “West Mountain Radio CBA”
- Conectar el analizador de baterías CBA al computador
- De las pruebas anteriores en el presente capítulo, se escoge el módulo con mayor duración de descarga, verificando tanto en las tablas como en las gráficas correspondientes.
- Configurar el software para descargar el módulo de batería, a una tasa de 1.5 A, durante un tiempo máximo de 15 minutos.
- Conectar mediante lagartos el cargador de baterías a los bornes del módulo a ser cargado.
- Configurar el cargador de baterías, en el modo de carga normal (1.5 A), y conectarlo al tomacorriente de la pared (110V).
- Encender el cargador de baterías, con lo que iniciará la prueba.
- Después de los 15 minutos de carga, el software emitirá un sonido de advertencia de finalización de prueba, con lo que debemos desconectar el cargador, quitar los lagartos de los bornes, y almacenar los datos obtenidos.
- Dejar reposar el módulo por 10 minutos.
- Configurar el software para descargar la batería, a una tasa de 1.5 A, hasta conseguir un voltaje mínimo de 6 voltios, independientemente del tiempo.
- Iniciar la prueba y esperar hasta que el software indique que la prueba finalizó mediante una señal

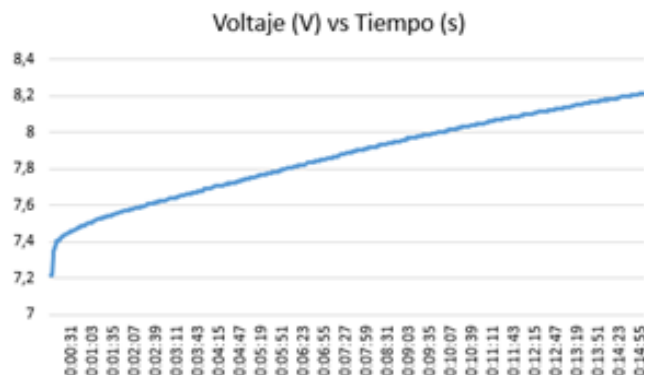


Figura 4. Gráfica de carga del módulo T0.

visual y auditiva.

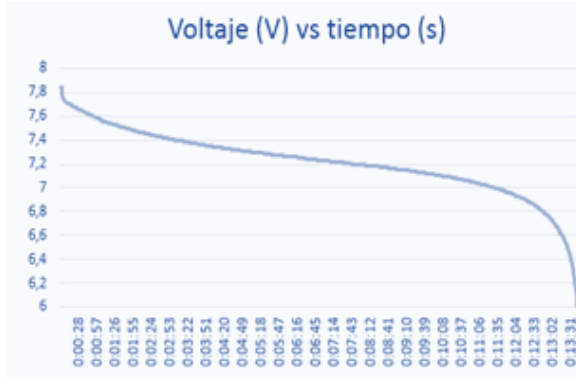


Figura 5. Descarga 1 de la celda T0.

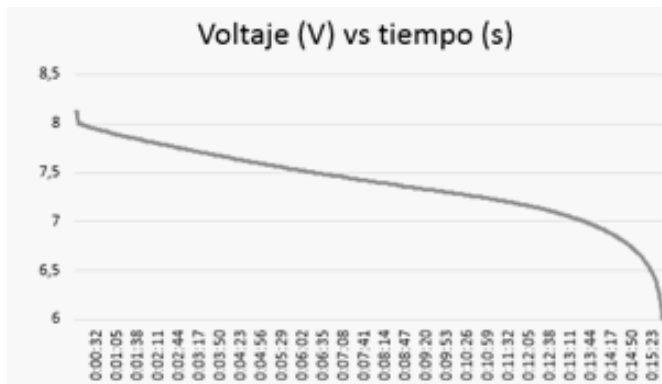


Figura 6. Descarga 9 de la celda T0.

- Al concluir la prueba, desconectar los bornes de la batería, guardar la prueba y exportar sus valores

Carga de módulo de batería

Después de analizar varios módulos de batería, se seleccionó el módulo T0, debido a que la forma de su curva indica que este, posee una zona nominal muy uniforme, es decir que entrega un voltaje similar por más tiempo que el resto de módulos [7].

Por lo tanto, se realiza la carga y descarga del módulo T0 por 9 veces, para luego analizar sus resultados, se debe tener en cuenta que todas las pruebas de carga no van a variar en mucho, por lo que todas las gráficas de carga serán muy similares.

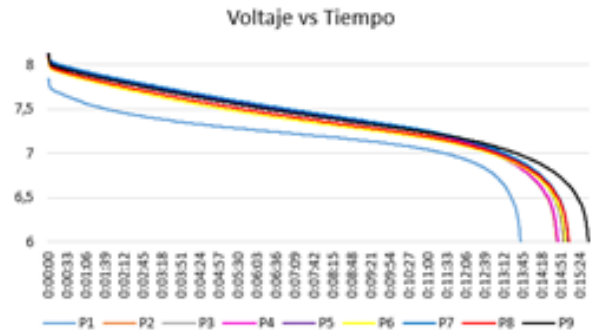


Figura 7. Descargas de módulo



Figura 8. Gráfica de tiempo total de descarga

Descarga de módulo de batería

Mediante la descarga del módulo, de determinará que sucede con el tiempo máximo de capacidad del módulo. Cabe recalcar que esta prueba se realizó a una idéntica tasa de carga y descarga, que fue de 1.5 A.

III PRUEBAS Y RESULTADOS

Para determinar el estado de salud de una batería, se utiliza el tiempo de descarga de la primera prueba, luego, se utiliza el tiempo de descarga de la 10 prueba, y se los reemplaza en la ecuación

$$\%SOH = 100 - \left(\frac{t_0}{t_f} * 100 \right)$$

Donde:

%SOH= Estado de salud de la batería (%)

t₀=Tiempo de descarga inicial (h)

t_f = Tiempo de descarga luego de haber realizado 10 procesos de carga y descarga consecutivos (h)

Obteniendo los siguientes resultados:

$$t_0 = 13 \text{ min} * \frac{1h}{60 \text{ min}}$$

$$t_0 = 0.216 \text{ h}$$

$$t_f = 15.4 \text{ min} * \frac{1h}{60 \text{ min}}$$

$$t_f = 0.257 \text{ h}$$

$$\%SOH = 100 - \left(\frac{0.216}{0.257} * 100 \right)$$

$$\%SOH = 15.95 \%$$

Con los resultados obtenidos, se determinó que, tras repetir la carga y descarga de un módulo, la salud de la batería aumento en un 15.95%, por lo que su tiempo de entrega de voltaje aumentará en dicho porcentaje.

Como se puede observar, tras las pruebas se aumentó el tiempo total de descarga en más de dos minutos

IV CONCLUSIONES

Se sometió a procesos de carga y descarga constantes según el protocolo de pruebas especificado, estimando un aumento de eficiencia de 4.7% y un aumento de vida útil de 15.58%.

Cuando el pack de batería se encuentra en buen estado de salud al aplicar un proceso de carga y descarga con voltaje y corriente de descarga constante mejora el estado de carga.

Un proceso de carga y descarga controlada mejoran el estado de salud de la batería y por ende su control de estado de carga.

Cuando el estado de carga y descarga se realizan un proceso de balanceo de voltajes el incremento de estado de salud es notorio.

Los packs de baterías son susceptibles de reaccionar y mejorar su condición de operación cuando se producen estado de carga y descarga controlados.

REFERENCIAS

- [1] E. P. Maldonado y C. F. Martínez, «Investigación del Proceso de Carga (SOC) y de Descarga (DSOC) de las Baterías de Alta Tensión para Estimar su Eficiencia y Tiempo de Vida Útil a través de un Módulo de Corriente Constante», Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Latacunga, Ecuador, 2018.
- [2] O. R. B. A. Bustos y A. S. C. C. Correa, «Elaboración de un manual práctico de diagnóstico y corrección de fallas referente al sistema de inyección electrónica en los vehículos de la línea Toyota, mediante interface y utilizando el software

techstream», Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador, 2012.

- [3] O. A. Z. M. Zelaya, «Análisis general de los vehículos híbridos y su funcionamiento», Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2006.
- [4] L. F. E. D. Espinosa, «Diseño y aplicación de un protocolo de mantenimiento, diagnóstico y reparación del sistema de baterías de vehículos híbridos», Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Latacunga, Ecuador, 2013.
- [5] J. E. J. Acosta, «Estudio del sistema híbrido, diseño, construcción e implementación de un modelo de conexión de fuerzas propulsoras de transmisión por medio de engranajes planetarios», Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador, 2013.
- [6] A. P. V. Pantoja, «Modelado y control de un sistema de propulsión híbrido», Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México, 2006.