

Implementación de un sistema de baterías de Li-Ion

Aldo Alexis Pérez Díaz, cuarto semestre de Ingeniería Mecatrónica¹; Aldo Daniel Salmerón García, segundo semestre de Ingeniería Mecatrónica²; Aldo Pérez Jurado, tercer semestre de Ingeniería Automotriz³.

¹Universidad Iberoamericana Puebla, México, 185524@iberopuebla.mx; ²Universidad Iberoamericana Puebla, México, 186788@iberopuebla.mx; ³Universidad Iberoamericana Puebla, México, 185262@iberopuebla.mx.

Profesor: Enrique Rosano Reyes

Resumen

Actualmente los sistemas de energías limpias emplean algún sistema de baterías electroquímicas para almacenar la energía generada, de las cuales la tecnología más comúnmente empleada es la de ácido-plomo, éstas además de ser muy antiguas, tienen una vida útil muy corta cuando son sometidas a este tipo de uso; por lo que diferentes compañías han decidido lanzar al mercado internacional sistemas con tecnología de baterías de Ion de Litio, las cuales presentan mejoras en las especificaciones tecnológicas. Sin embargo, estos productos no están disponibles en el mercado nacional y tampoco están diseñados para el usuario final, sin contar el elevado precio de éstos. En ese sentido, este proyecto busca implementar un banco de baterías de Ion de Litio en un prototipo de sistema fotovoltaico.

El principal resultado que obtuvo fue la sustitución de las especificaciones técnicas de una batería de ácido-plomo que se había implementado en un sistema de alumbrado público fotovoltaico con la excepción de que el sistema desarrollado no pudo alimentar la luminaria por el mismo tiempo debido a la cantidad de baterías empleadas, a pesar de esto se logró una disminución del peso en un 60%.

Palabras clave: Baterías, Litio, Sistemas de Almacenamiento de Energía, Energías alternas, Eficiencia energética.

I Introducción

Hoy en día los sistemas de energías renovables, así como carros eléctricos, y sistemas desconectados de la red, requieren algún medio para almacenar la energía producida; por lo general se recurre a baterías electroquímicas, dado que la infraestructura requerida es mucho menor comparado con otras formas de almacenamiento (Plett, 2017).

Existen diferentes tipos de tecnologías de baterías electroquímicas, sin embargo, hoy en día las opciones comerciales se limitan a solo dos tipos de tecnologías.

II Objetivo general

Implementar un banco de baterías de Li-Ion en un prototipo de un sistema fotovoltaico.

III Objetivos específicos

1. Catalogar diferentes tipos de tecnologías de baterías electroquímicas.
2. Diseño y construcción del ensamble y conexiones eléctricas del prototipo.
3. Elaborar pruebas de carga y descarga.
4. Implementar el prototipo.

IV Justificación

Las baterías de Li-Ion son un sustituto viable para las aplicaciones que las baterías de ácido-plomo desempeñan en bancos de baterías para sistemas de energías limpias, dado que presentan mayores ventajas tecnológicas en comparación con las baterías de ácido, si bien podrían no ser la solución definitiva, su rendimiento se ve mejorado al ser combinado con un dispositivo que administre los ciclos de carga y descarga; con esto se logra tener la solución más actual con el menor costo en el mercado. (Rahn & Wang, 2013)

V Alcances y limitaciones

El proyecto se limita al desarrollo y pruebas de un prototipo.

Algunas de las tecnologías catalogadas son nuevas ó teóricas por lo que la información de las especificaciones técnicas podría estar incompleta o bien ser especulativa

Se emplearán dos tipos de marcas genéricas de baterías, donde el rendimiento puede mejorar o empeorar debido a los estándares de calidad de estas.

Las pruebas se remiten solamente a los datos que el controlador de carga pueda proporcionar, debido a que no se cuenta con algún método para graficar la carga y descarga de las baterías.

VI Marco teórico

En comparación con las baterías tradicionales, las baterías de iones de litio se cargan más rápido, duran más y tienen una densidad de potencia más alta, lo que hace que la batería sea más ligera y tenga una mayor duración.

Ilustración 1: Esquema de carga y descarga



Fuente: (Apple Inc., 2018)

Las baterías de iones de litio se cargan rápidamente hasta llegar al 80% de su capacidad, y luego cambia a una carga más lenta. El tiempo que tarda en alcanzar el 80% depende de la configuración y del dispositivo que estés cargando. El software de configuración puede limitar la carga por encima del 80% cuando se excedan las temperaturas recomendadas de la batería. Este proceso de carga

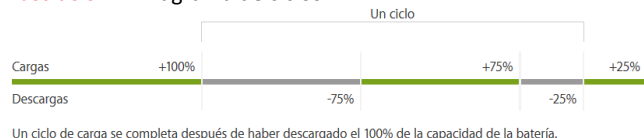
combinado no sólo te permite cargar el dispositivo más rápido, sino también extender la vida útil de las baterías.

Este tipo de baterías funcionan por ciclos de carga. Un ciclo de carga se completa cuando has usado (descargado) el 100% de la capacidad de la batería, pero no necesariamente todo tras una sola carga. Por ejemplo, puedes usar el 75% de la capacidad de tu batería un día y después recargarla totalmente durante la noche.

Si usas un 25% al día siguiente, habrás descargado el 100% de su capacidad, y los dos días sumarán un ciclo de carga. Completar un ciclo puede tomar varios días. La capacidad de cualquier tipo de batería disminuye después de una cierta cantidad de recargas. En el caso de las baterías de iones de litio, la capacidad se reduce ligeramente cada vez que se completa un ciclo de carga.

Estas baterías están diseñadas para conservar hasta un 80% de su capacidad original durante un número alto de ciclos de carga, el cual varía según el producto. (Apple Inc., 2018)

Ilustración 2: Diagrama de ciclos



Fuente: (Apple Inc., 2018)

VII Metodología

En la primera etapa se llevó a cabo una investigación sobre el funcionamiento de baterías de litio en la cual pasamos a conocer sus componentes, características y los datos generales de sus composiciones. Para una segunda etapa, se realizó una recopilación de información, donde se catalogaron diferentes tipos de baterías, su funcionamiento, cómo se encontraban construidos y las conexiones de circuito más comunes.

En la tercera etapa pasamos al análisis y diseño, se seleccionó una batería de ácido que se quería sustituir, se buscó la forma de sustituir sus especificaciones técnicas (voltaje y carga); posteriormente se diseñó el circuito eléctrico de las baterías. Durante la cuarta etapa, se contemplaron los cálculos anteriores, para diseñar lo que pasaría a ser el gabinete o soporte donde se harían las conexiones de las baterías, se diseñaron modelos 3D de las piezas de este ocupando SolidWorks como software de modelado; se decidió además añadir un voltímetro para monitorear el estado de la batería en todo momento.

Imagen 1: Fotografía de las baterías



Fuente: Elaboración propia

Para nuestra quinta etapa, se empleó tecnología de impresión 3D para fabricar el gabinete de las baterías, como material de

impresión se ocupó PLA de 1.75mm de diámetro, el modelo de impresora que se ocupó fue una *Dremel 3D Idea Builder 3D20*, en total todas las piezas emplearon un tiempo de impresión de 60hrs, y en algunas de estas la impresora se programó para crear una pausa para insertar tuercas M3 dentro de cada pieza.

La sexta etapa consistió en el ensamblaje del prototipo ocupando todos los componentes que se plantearon emplear, para realizar la conexión de todas las baterías se ocupó cable de alambre de cobre cal.22 y soldadura de estaño, se conectó el circuito de las baterías a un interruptor general el cual al activarlo enciende un voltímetro, por último, se decidió poner unas terminales banana hembra en el gabinete como método de conexión final del sistema de baterías.

Finalmente, para la séptima y última etapa, se sometió a pruebas la batería conectándola a un panel solar de 60W y ocupando un controlador genérico MPPT modelo M20 como cargador. El sistema se dejó conectado de esta forma por un periodo de 6 horas obteniendo una carga según el controlador de 63%, posteriormente para comprobar la carga se conectó solamente la batería a un inversor y este a su vez a un foco incandescente, se tomó lectura del tiempo que este duró encendido.

VIII Análisis de costos

A continuación, se presenta una tabla con los costos unitarios de los materiales que fueron requeridos para la construcción del prototipo, se desestima el costo de los servicios de impresión dado que un integrante del equipo cuenta con el equipo para su uso personal, así como la mano de obra necesaria para el diseño y construcción del prototipo físico, así como algunos materiales que se encontraban en posesión de los integrantes del equipo

Tabla 1: Tabla de costos unitarios

Cant.	Descripción	Precio	Importe
18 pzas.	Baterías de Ion de Litio de 4.2 V 8800mAh marca JL	\$24	\$432
1 pza.	Carrete de filamento PLA de 1.75mm 1kg.	\$495	\$495
2 pzas.	Terminales Banana para gabinete	\$6	\$12
1 pza.	Voltímetro digital 0-30V	\$65	\$65
16 pzas.	Tornillos M3	\$0	\$0
16 pzas.	Tuercas M3	\$0	\$0
4 m.	Cable de alambre de cobre cal. 22	\$4	\$16
Total			\$1020

Fuente: Elaboración propia

IX Resultados y discusión

Se encontró que los únicos sistemas más cercanos a este prototipo que existen actualmente en el mercado son conocidos como *powerbanks* que los usuarios de teléfonos celulares ocupan comúnmente para cargar sus dispositivos sin conectarlos a la red eléctrica, el problema de este tipo de sistemas son las especificaciones con las que cuentan dado que están diseñados para ser empujados específicamente con equipos móviles, sin embargo hoy en día existen dispositivos de precio más elevado que prometen cargar laptops e incluso servir como arrancadores para carro, sin embargo estas características no logran sustituir las especificaciones mínimas de una batería de ácido común, cabe

destacar que todas estas cuentan con el común denominador de contar con una carga limitada. (Jiang & Zhang, 2015)

De igual forma los resultados que arrojó nuestra investigación documental concuerdan en que no existe actualmente en el mercado un dispositivo enfocado en el segmento de los usuarios finales de sistemas de energías alternas, así mismo la única información y documentación encontrada al respecto corresponde a proyectos de aficionados o *hobbistas* que carecen del rigor y seriedad propio de un ingeniero o una investigación científica.

Ilustración 3: Render del modelo empleando SolidWorks.



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, los resultados que obtuvimos en lo que respecta al diseño fueron satisfactorios ya que se logró crear un prototipo funcional, sin embargo, las pruebas obtenidas carecen de graficas dado que los integrantes no cuentan con mayores conocimientos para realizar en las pruebas, así como el IDIT carecer del equipo necesario para mediciones de carga y descarga propias cada batería comparada, por lo que se limitó a la sustitución aparente o sin mayores incidentes de la batería de ácido con respecto al prototipo diseñado.

X Conclusiones y Recomendaciones

Se logró probar nuestra hipótesis sobre la alimentación de nuestro banco de baterías mediante un sistema fotovoltaico, logrando poder obtener los resultados esperados a través de nuestra investigación y análisis de datos.

Se logró una disminución del peso en un 60%, y se proyectó que con 15 baterías más se lograría sustituir por completo la batería que estaba instalada originalmente con el equipo y con costo aproximadamente similar.

XI Referencias

- Aifantis, K. E., Hackney, S. A., & Kumar, R. V. (2010). *High Energy Density Lithium Batteries: Materials, Engineering, Applications*. Weinheim: Wiley.
- Apple Inc. (8 de Abril de 2018). *Baterías - ¿Por qué iones de litio?* Obtenido de Apple México: <https://www.apple.com/mx/batteries/why-lithium-ion/>
- Dinçer, Í., Hamut, H. S., & Javani, N. (2017). *Thermal Management of Electric Vehicle Battery Systems*. West Sussex: Wiley.
- Glaize, C., & Geniès, S. (2013). *Lithium Batteries and Other Electrochemical Storage Systems*. Hoboken: Wiley.
- Jiang, J., & Zhang, C. (2015). *Fundamentals and Application of Lithium-ion Batteries in Electric Drive Vehicles*. Singapore: Wiley.
- Linden, D., & Reddy, T. B. (2002). *Handbook of Batteries*. New York: McGraw Hill.
- Pistoia, G. (2014). *Lithium-Ion Batteries Advances and Applications*. Amsterdam: Elsevier Inc.
- Plett, G. L. (2017). *Battery Management Systems: Battery Modeling*. Norwood: Artech House.
- Rahn, C. D., & Wang, C.-Y. (2013). *Battery Systems Engineering*. West Sussex: Wiley.
- Rufer, A. (2018). *Energy Storage: Systems and Components*. Boca Raton: CRC Press.
- Santhanagopalan, S., Smith, K., Neubauer, J., Kim, G.-H., Keyser, M., & Pesaran, A. (2014). *Design and Analysis of Large Lithium-Ion Battery Systems*. Boston: Artech House.
- Warner, J. (2015). *The Handbook of Lithium-Ion Battery Pack Design: Chemistry, Components, Types and Terminology*. Amsterdam: Elsevier Inc.
- Wu, Y. (2015). *Lithium-Ion Batteries Fundamentals and Applications*. Boca Raton: CRC Press.
- Yusoff, A. R. (2015). *Graphene-based Energy Devices*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.
- Zhao, G. (2017). *Reuse and recycling of lithium-Ion power batteries*. Hoboken: Wiley.