

OPTIMIZACIÓN DE VIDA ÚTIL DE BATERÍAS EN APLICACIONES DE IOT CON RECARGA MEDIANTE FUENTES RENOVABLES

Samuel Domínguez Cid¹, Javier Antonio Guerra Coronado, Daniel Fernández Valderrama, Julio Barbancho Concejero, Alejandro Gallardo Soto, Carlos León de Mora.

TIC150, Departamento de Tecnología Electrónica, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Sevilla, Sevilla.

E-mail de correspondencia: sdcid@us.es

RESUMEN

La gestión energética en dispositivos IoT es un aspecto clave, por el gran número de dispositivos y su difícil acceso para labores de mantenimiento cuando están instalados en campo. Mediante la utilización de procesos de bajo consumo y técnicas de “Energy Harvesting”, se puede lograr alargar la vida útil de estos dispositivos, teniendo en cuenta que estas fuentes de energía, generalmente renovables, no están siempre disponibles, por lo que para conseguir un uso eficiente es necesario ajustar diversos parámetros del sistema de almacenamiento. A partir de estas premisas, un sistema dinámico que ajuste estos parámetros en función de la disponibilidad del recurso energético puede resultar muy relevante para la mejora de la fiabilidad de los nodos IoT. Mediante el modelado de los sistemas de adquisición de energía y de almacenamiento energético basados en litio, se han obtenido estimaciones de vida útil de la batería. Además, mediante la variación de parámetros de entrada del modelo de batería se puede lograr utilizar el recurso energético de forma óptima cuando este esté disponible, además de aumentar la duración de la batería. Por ello, una gestión dinámica de los parámetros del sistema puede otorgar una mayor vida útil para dispositivos IoT desplegados en campo.

INTRODUCCIÓN

La utilización de redes de sensores en entornos ambientales conlleva una serie de problemáticas de gran consideración, ya que estas redes para aumentar la vida útil han de ser de bajo consumo y además debido a sus ubicaciones en campo son de difícil acceso (García *et al.*, 2019). Las redes de sensores inalámbricas, (en inglés *Wireless Sensor Networks*, WSN), así como el paradigma del IoT, tiene una problemática ampliamente conocida para aquellos dispositivos que no tienen una conexión directa con la red eléctrica, como es el despliegue de sensores en campo, y es el sistema de almacenamiento. En este tipo de dispositivos para evitar el cambio de baterías y así reducir el mantenimiento al mínimo se realizan aplicaciones de bajo consumo (Elshrkawey, Elsherif y Wahed, 2018). Gracias a este bajo consumo de los

dispositivos se puede extender la vida útil de la batería antes de cambiarla por otra con carga completa. No obstante, en el caso que se quiera tener una red con nodos con un mayor consumo y capacidades se han establecido estrategias para recargar la batería del nodo, mediante la extracción energética del entorno, por técnicas denominadas de *Energy Harvesting*

El panel fotovoltaico que se va a usar es un pequeño módulo de 3W con 5,82 V y 0,52A en el punto de máxima potencia y de dimensiones de 225x155 mm, que se va a utilizar como sistema de adquisición de energía para la recarga del sistema.

A partir del modelado de la degradación de la batería (Xu *et al.*, 2018) se puede caracterizar el efecto negativo que tienen los valores de carga de la batería, profundidad de descarga y la temperatura en la vida útil de la batería. Por ello, se podrá predecir la capacidad a futuro de la batería, de forma que se pueda conocer la vida útil de la misma. Mediante un software de ingeniería, en este caso Matlab, se realiza proceso de ajuste a partir de datos experimentales. Con este algoritmo se podrá obtener los valores de los parámetros del modelo para poder aplicarlos a la batería en cuestión.

Por otro lado, se ha realizado un modelado del panel FV en Python, mediante datos de irradiancia diarios, se va a hallar la potencia que se genera y por lo tanto la energía que se tiene disponible para el sistema. En este modelo se tienen en cuenta tanto la temperatura, día del año, localización en coordenadas y rendimiento del panel, que será dependiente tanto de la degradación de este como de la acumulación de suciedad sobre el panel fotovoltaico.

A partir de los modelos que se obtienen se puede tener por un lado el recurso energético disponible, es decir, la energía que se puede sacar del medio gracias al sistema de Energy Harvesting y por otro lado la degradación que se tiene de la batería en función de la estrategia de carga y descarga que se tenga. Es por lo que, mediante estos dos modelos implementados en Python, se crea una estrategia adecuada de carga y descarga para poder maximizar la vida útil del sistema. El sistema funciona mediante una serie de restricciones que se han de cumplir para garantizar el funcionamiento del sistema incluso para situaciones de baja disposición energética y también aumentar la vida útil del sistema de almacenamiento. Adicionalmente, se han realizado estimaciones en base a la media de consumo y de irradiancia estimada a partir de datos de PVGIS, obteniendo a la salida CSVs con la degradación media de cada mes en función de la temperatura media y de los diferentes valores de estado de carga (*State of Charge, SoC*) y profundidad de descarga (*Depth of Discharge, DoD*).

Los CSVs se componen de una matriz 100x100 donde en cada posición de la matriz se tiene la degradación asociada para diferentes valores de SoC y DoD. Para una mejor visualización se han importado los CSV a una hoja de cálculo de Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se obtienen son muy alentadores, ya que se puede observar cómo se incrementa en gran medida la vida útil del sistema de almacenamiento, mucho más de lo que indica el fabricante en la hoja de datos. Para cada mes del año se ha obtenido una matriz de este estilo de forma que se puede seleccionar los valores de SoC y DoD para los que la degradación es menor, pero a la vez el tiempo de ciclo es mayor. Se ha llevado un registro de la degradación mensual que se tiene, así como la degradación acumulada anual. En la Figura 1 se puede observar el efecto negativo de la temperatura, la cual provoca una degradación mayor en los meses de verano. Debido a este pico en la degradación que se tiene en los meses de verano se observa que la degradación acumulada sufre una gran subida, (Figura 1) se pueden realizar estrategias concretas para reducir este efecto.

Mediante esta degradación anual basado en la media de temperaturas y de la irradiancia media tomada se han realizado predicciones fijando el SoC y el DoD para aquellos valores que tienen una menor degradación, de forma que se ha conseguido obtener una vida útil de 13 años hasta llegar a un 80% de la capacidad teórica.

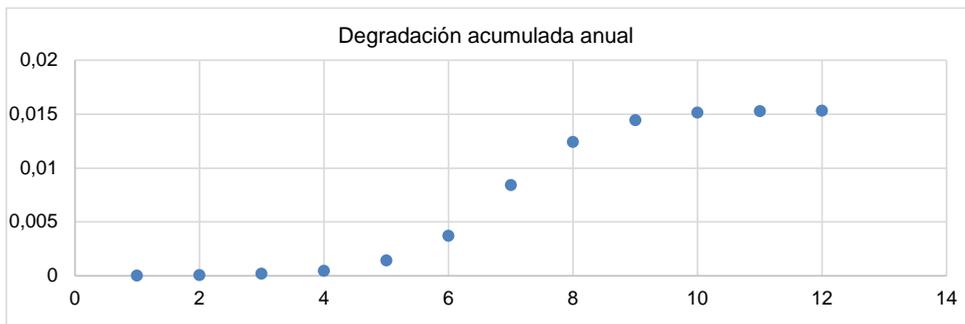


Figura 1. Gráfica anual de la degradación obtenida.

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

Resulta de gran importancia un buen modelado del sistema de almacenamiento, además de tener buenos modelos para obtener el recurso energético a varios días vista, ya que con estas predicciones fiables se pueden llevar a cabo estrategias concretas que favorezca a la vida útil de la batería, como llevar a un punto de mayor

degradación la batería sacrificando vida útil, pero sin perder servicio en momentos en los que el recurso energético no esté disponible. Se puede observar cómo se ha conseguido un aumento de la vida útil comparada con la del fabricante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Elshrkawey, M., Elsherif, S. M., y Elsayed, M.** (2018). An Enhancement Approach for Reducing the Energy Consumption in Wireless Sensor Networks. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 30, 259-267.
- García, S., Larios, D. F., Barbancho, J., Personal, E., Mora-Merchan, J. M., y Leon, C.** (2019). Heterogeneous LoRa-Based Wireless Multimedia Sensor Network Multiprocessor Platform for Environmental Monitoring. *Sensors (Switzerland)*, 19.
- Wang, C., Li, J., Yang, Y., y Ye, F.**(2018). Combining Solar Energy Harvesting with Wireless Charging for Hybrid Wireless Sensor Networks. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 17, 560-576.
- Xu, B., Oudalov, A., Ulbig, A., Andersson, G., y Kirschen, D.S.** (2018). Modeling of lithium-ion battery degradation for cell life assessment. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 9, 1131-1140.