

MODELADO, ESTUDIO Y VALIDACIÓN EXPERIMENTAL DE LA INFLUENCIA DE LOS PARÁMETROS INTERNOS EN EL RENDIMIENTO DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA BASADOS EN BATERÍAS. APLICACIÓN AL CASO DEL DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ (COLOMBIA)

RESUMEN

El Chocó es uno de los departamentos de Colombia con mayor número de municipios por fuera de la interconexión eléctrica nacional. En algunas zonas no se cuenta con ningún tipo de suministro de energía eléctrica. En otras, el suministro de energía eléctrica se realiza a través de generadores diésel instalados por una entidad gubernamental con un tiempo de operación entre 6 y 12 horas. En un porcentaje menor, el servicio de energía eléctrica se lleva a cabo con sistemas solares fotovoltaicos aislados. Estos sistemas han ayudado a solventar una de las necesidades básicas insatisfechas, como lo es, el derecho al servicio de energía eléctrica, ya que no contar con éste se convierte en sinónimo de atraso. Sin embargo, esta alternativa renovable de suministro eléctrico, viene de la mano con sistemas de almacenamiento de energía eléctrica en baterías, para ser usada en momentos en que la demanda lo requiera. Por lo tanto, el almacenamiento de energía se ha convertido en un componente fundamental en los sistemas de energía renovable, especialmente aquellos que incluyen baterías. De allí, la necesidad de buscar métodos de control eficientes que ayuden a proteger y prolongar la vida útil de la batería. Dentro de los métodos de control reportados en la literatura, el más utilizado es el de corriente constante – voltaje constante. Otros métodos como el control con lógica difusa o el modelo de control predictivo han demostrado ser más eficientes que los métodos tradicionales, ya que reducen el tiempo de carga, mitigan el aumento de la temperatura y mantienen el estado de carga dentro de los límites seguros. Sin embargo, en los procesos de carga y descarga, algunos de los parámetros no están controlados por el usuario de la batería, convirtiéndose ésta en una de las causas que provoca el envejecimiento de las baterías, una reducción del ciclo de vida y, por ende, un reemplazo prematuro de la batería. En esta tesis doctoral, se usa el modelo de batería propuesto por Copetti para simular el voltaje de carga y descarga de un banco de baterías de plomo-ácido e identificar aquellos parámetros que afectan el rendimiento de la batería.

El modelo se valida sobre medidas reales tomadas de un sistema de almacenamiento de energías basado en baterías instalado en el Laboratorio de Energías Renovables (LadER) ubicado en el departamento del Chocó, Colombia.

Para ajustar el modelo e identificar los parámetros internos del banco de baterías se implementan y se comparan tres algoritmos evolutivos: optimización por enjambre de partículas - PSO, búsqueda de cuco - CS y optimización por enjambre de partículas+perturbación – PSO+P. Siendo este último una nueva propuesta en la que se

introduce una perturbación periódica en la población para evitar que el algoritmo caiga en mínimos locales. La perturbación consiste en una nueva población PS_j^k basada en la mejor solución global que permita la reactivación del algoritmo PSO.

Los parámetros internos que están asociados a la capacidad de la batería son usados para estimar el estado de salud del sistema de almacenamiento de energía en baterías, encontrándose que éste perdió un 5% de su capacidad nominal, por lo que su estado de salud se estima en un 95%. Adicionalmente, el uso de análisis de componentes principales (PCA) es propuesto para realizar un diagnóstico del sistema. El modelo de análisis de componentes principales se aplica a un conjunto de parámetros asociados a la capacidad, resistencia interna y voltaje de circuito abierto de un sistema de almacenamiento de energía en baterías. El modelo PCA conserva las 5 primeras componentes que recolectan el 80.25% de la variabilidad total. Durante la prueba en condiciones de operación real, el modelo PCA, diagnosticó una degradación del estado de salud más rápido que el controlador de batería comercial. Sin embargo, un cambio en los modos de carga, llevó a una recuperación de la batería que también fue monitoreada por el algoritmo propuesto. Finalmente, se proponen acciones de control que llevan al sistema de almacenamiento de energía en baterías a funcionar en condiciones normales.