

Resumen

Las pilas de combustibles son dispositivos de un coste elevado y frágiles ante ambientes contaminados o condiciones inadecuadas de operación como: temperaturas extremas o mala gestión del agua producida como residuo de la pila. Para mejorar la fiabilidad de una pila de combustible es necesario diagnosticar de una manera oportuna los fallos y así evitar daños que reduzcan el desempeño del módulo o que lo inhabiliten. Este trabajo busca contribuir al mejoramiento de la fiabilidad de las pilas de combustible de baja temperatura y de esta forma favorecer el uso de hidrógeno en la transición a una energía descarbonizada. Para lograrlo, se realizaron tres actividades principales: modelado de una pila de hidrógeno, ajuste paramétrico del modelo desarrollado y, por último, aplicación de técnicas de diagnóstico de fallos basados en modelos. En el laboratorio de Recursos Energéticos Renovables Distribuidos LabDER de la Universitat Politècnica de València, se estudia el desempeño de sistemas híbridos renovables, incluyendo una línea de hidrógeno, desde la producción, almacenamiento y reconversión en electricidad en una pila de combustible, por tanto, se ha podido validar el modelo.

En un primer momento se identificó la necesidad de un modelo que emplee la temperatura como señal de salida y que retroalimente el sistema, y que tuviese en cuenta señales propias del módulo comercial; sin embargo, el uso de la temperatura como señal y la no linealidad de las ecuaciones físicas, químicas, eléctricas y empleadas, generan un modelo altamente complejo. El ajuste paramétrico del modelo se realizó empleando algoritmos de optimización. Tomando como base al algoritmo de Enjambre de Partículas, se desarrolló una nueva propuesta llamada Scout GA, este algoritmo fue utilizado en otras aplicaciones y pruebas de convergencia para verificar su desempeño frente al fenómeno de estancamiento prematuro y logrando mejorar la precisión y velocidad de convergencia de otras propuestas.

Como resultado de la validación de este modelo, en una primera simulación usando datos reales de funcionamiento correspondientes a 1500 segundos, el error de simulación fue del 2,21% en la señal de tensión y del 1,97% en la señal de temperatura, obteniendo un error medio del 2,09%. En un segundo conjunto de datos de algo más de 2.500 segundos de funcionamiento, el error de simulación fue del 2,40% y del 1,96% para las señales de tensión y temperatura, respectivamente. Se estima que el error medio de simulación para ambas señales y condiciones de funcionamiento similares es inferior al 2,5%.

Buscando mejorar la fiabilidad de la pila, se realizó el trabajo de diagnóstico de fallos, este partió de la simulación de fallos, mediante la modificación de algunas señales de entrada del modelo, los fallos se caracterizaron mediante el tratamiento estadístico de 12 residuos, obteniendo firmas de fallos, que, en su conjunto, formaron una matriz de fallos. Luego, un algoritmo de diagnóstico propuesto permitió identificar y aislar 14 fallos, permitiendo concluir que, el modelo predice eficazmente los fallos de las pilas PEMFC y podría extrapolarse a otras pilas de combustible.