

Control inteligente de un sistema de gestión de energía en turbinas mareales mediante ANFIS

Álvaro de la Cruz¹, María Reyes Sánchez Herrera¹; Jesús Clavijo Camacho¹; Juan Pérez Torreglosa¹

¹Universidad de Huelva, España, alvaro.delacruz@didp.uhu.es

¹Universidad de Huelva, España, reyes.sanchez@dfaie.uhu.es

¹Universidad de Huelva, España, jesus.clavijo@die.uhu.es

¹Universidad de Huelva, España, juan.perez@die.uhu.es

Abstract: La integración de energías renovables en sistemas eléctricos inteligentes exige estrategias de gestión eficientes. Este trabajo presenta un Sistema de Gestión Energética (EMS) para una microrred mareomotriz basado en un controlador ANFIS (Sistema de Inferencia Neuro-Difuso Adaptativo). El sistema coordina generación, almacenamiento e inyección de potencia en tiempo real, logrando un rendimiento similar al control predictivo (MPC) con menor carga computacional y una mejora del 13,3% en el beneficio económico, evidenciando su eficacia en sistemas híbridos renovables.

Introducción

La energía mareomotriz surge como una fuente prometedora por su previsibilidad y bajo impacto ambiental, ideal para microrredes híbridas y generación distribuida (Nachtane et al., 2020). Sin embargo, su carácter intermitente dificulta un aprovechamiento constante, lo que exige un EMS capaz de coordinar generación, almacenamiento e inyección de potencia en tiempo real (Barakat et al., 2020).

Los controladores tradicionales como el MPC presentan limitaciones por su alto costo computacional (Toub et al., 2019). Para enfrentar estos retos, se propone un EMS basado en un controlador ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System). Estudios recientes demuestran que el ANFIS puede emular el desempeño del MPC con menor carga computacional y mayor adaptabilidad (Ghosh et al., 2022).

Material y Métodos

El sistema estudiado consta de una turbina mareal conectada a un bus DC junto con unas baterías y un inversor, se implementará un controlador difuso para el EMS del sistema basado en un MPC.

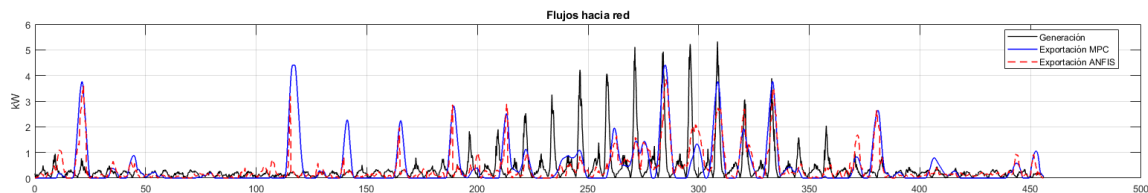


Figura 1. Resultados de la implementación del EMS



Resultados y Discusión

El controlador ANFIS, es capaz de seguir la dinámica de la potencia inyectada, obteniendo un beneficio 27,25 euros, respecto a los 35 que obtiene el MPC, por encima de los 23,62 euros que obtendría un controlador difuso simple, suponiendo una mejora de un 13,3% respecto a este.

Conclusiones

El estudio demuestra que la implementación de un sistema de gestión energética basado en ANFIS ofrece un equilibrio óptimo entre precisión y eficiencia computacional en microrredes con generación mareomotriz. Los resultados evidencian que el controlador ANFIS mejora el rendimiento económico y la estabilidad del sistema respecto al controlador difuso convencional

Bibliografía

Barakat, M., Tala-Ighil, B., Chaoui, H., Gualous, H., Hissel, D., 2020. Energy Management of a Hybrid Tidal Turbine-Hydrogen Micro-Grid: Losses Minimization Strategy. Fuel Cells 20, 342–350. <https://doi.org/10.1002/fuce.201900082>

Ghosh, S., Zhou Sun, Q., Batarseh, I., 2022. Grid-Tied Multi-Port PV Battery System with ANFIS based Model Predictive Control, in: 2022 IEEE 13th International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG). Presented at the 2022 IEEE 13th International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG), IEEE, Kiel, Germany, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1109/PEDG54999.2022.9923117>

Nachtane, M., Tarfaoui, M., Goda, I., Rouway, M., 2020. A review on the technologies, design considerations and numerical models of tidal current turbines. Renew. Energy 157, 1274–1288. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.04.155>

Toub, M., Shahbakhti, M., Robinett, R.D., Aniba, G., 2019. MPC-trained ANFIS for Control of MicroCSP Integrated into a Building HVAC System, in: 2019 American Control Conference (ACC). Presented at the 2019 American Control Conference (ACC), IEEE, Philadelphia, PA, USA, pp. 241–246. <https://doi.org/10.23919/ACC.2019.8814736>

Agradecimientos

Este artículo es parte del Proyecto del Plan Complementario de Ciencias Marinas. Código de expediente PCM_00024, cofinanciado por la Junta de Andalucía y por la Unión Europea a través de los fondos NextGenerationEU del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.



Esta actividad contribuye al desarrollo de los ODS



Y está enmarcada como actividad European Maritime Day 2025

