

SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA DE UN VOLANTE DE INERCIA



ULPGC
Escuela de Ingenierías
Industriales y Civiles



Hamza Chahid Douairi

Master en Ingeniería Industrial | Convocatoria Extraordinaria | Curso 2023-2024



INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

El acceso a agua potable es una preocupación global creciente debido al aumento de la población y la escasez de recursos hídricos. En regiones áridas, semiáridas y costeras, las plantas desalinizadoras son cruciales para enfrentar la falta de agua, pero su alto consumo energético, tradicionalmente cubierto con fuentes fósiles, es insostenible. Para abordar esto, se ha explorado el uso de energías renovables, especialmente la eólica. Este trabajo se centra en optimizar el uso de energía renovable en plantas desalinizadoras mediante un sistema de control basado en el almacenamiento dinámico de energía. Se desarrolla una estrategia de gestión energética que utiliza volantes de inercia gestionados inteligentemente para regular la energía y compensar las desviaciones entre generación y demanda, investigando sus ventajas y limitaciones en una red aislada para determinar la estrategia óptima de gestión energética.



MATERIALES

El volante de inercia es esencial para la regulación dinámica de energía en plantas desaladoras. Almacena energía cinética durante periodos de exceso de generación eólica y la libera cuando la demanda supera la generación, gestionando las fluctuaciones de energía y asegurando la estabilidad de la red. Este dispositivo mejora la eficiencia operativa y contribuye a la sostenibilidad del sistema energético al facilitar la integración de fuentes de energía renovable.



Figura 1. Prototipo empleado.

Elementos utilizados:

- **Volante de inercia:** Regula la energía almacenando y liberando energía cinética.
- **Acoplamiento:** Conecta el volante al sistema, garantizando una transmisión eficiente.
- **Carcasa:** Protege el volante y otros componentes del sistema.
- **Máquina eléctrica trifásica:** Genera o consume energía según las necesidades del sistema.
- **Tacómetro:** Mide la velocidad del volante.
- **Fuente comercial de generación eólica:** Proporciona la energía primaria.
- **Carga comercial:** Representa la demanda de energía, en este caso, la planta desaladora.
- **Sistema de control:** Gestiona la operación del volante y otros componentes.



METODO

El proyecto utilizó el enfoque KDD (Knowledge Discovery in Databases) para gestionar los datos del volante de inercia y extraer conocimientos ocultos. El proceso KDD incluye varias etapas:

1. **Recopilación de datos:** Se registran datos de velocidad y potencia mediante ensayos del prototipo del volante de inercia, utilizando un modelo mecatrónico avanzado configurado con LABVIEW para monitorear la velocidad angular y la potencia en tiempo real.
2. **Selección y limpieza de datos:** Se eligen variables relevantes y se eliminan datos incorrectos, incompletos o irrelevantes, asegurando que los datos sean representativos del comportamiento estable del sistema.
3. **Minería de datos:** Se configura y ajusta un modelo predictivo usando el algoritmo Random Forest, entrenado con datos de velocidad y potencia.
4. **Evaluación e interpretación:** Se utiliza validación cruzada de 10 iteraciones para evaluar la precisión del modelo, empleando métricas como MAE, MAPE y R-cuadrado.
5. **Aplicación y uso:** El modelo validado se implementa para optimizar el control del volante de inercia, mejorando la estabilización de energía y la eficiencia de la planta desaladora.

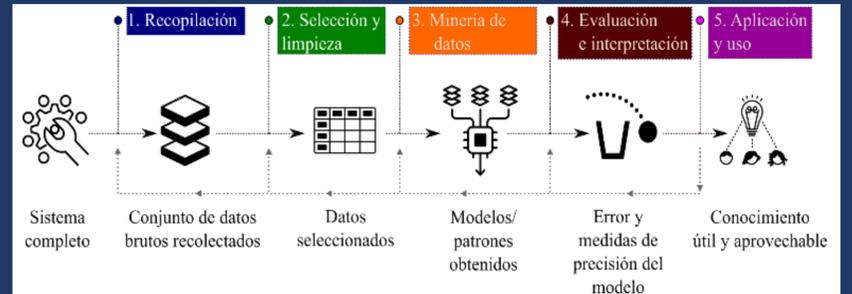


Figura 2. Esquema general del proceso de extracción del conocimiento.



ESTRATEGIA DE GESTIÓN ENERGÉTICA

La estrategia de gestión energética mejora la eficiencia, sostenibilidad y reduce costos, integrando fuentes renovables y avanzadas tecnologías. Los pasos incluyen: recopilación y preparación de datos históricos y actuales; predicción de la potencia generada usando modelos meteorológicos y machine learning; cálculo de la potencia generada por las turbinas eólicas; determinación de la demanda de energía; comparación entre potencia generada y demandada; uso de Random Forest para ajustar dinámicamente las necesidades energéticas; control del sistema mediante PLC en tiempo real; regulación del volante de inercia y generación de energía; y gestión eficiente de energía, almacenando y liberando energía según sea necesario.

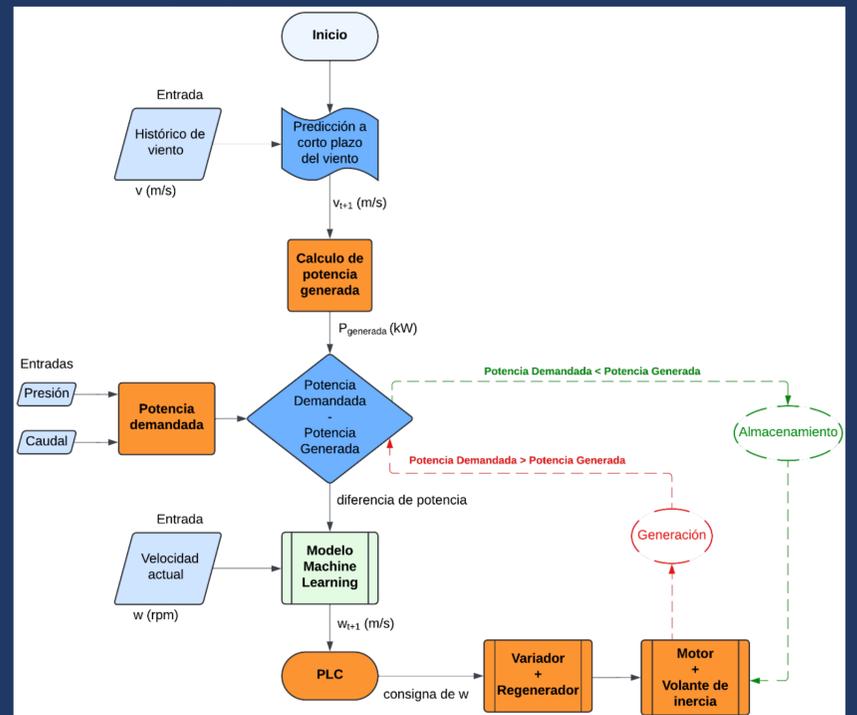


Figura 3. Estrategia de gestión energética elaborada.



RESULTADOS

Para verificar la correcta funcionalidad de la estrategia de gestión energética, se realizó una simulación con datos reales de la potencia generada por un aerogenerador y la potencia demandada por una planta desaladora. Los resultados demuestran que el modelo creado es eficaz en la simulación y gestión de la energía en la planta desaladora. Las principales conclusiones incluyen: el volante de inercia almacena energía cinética durante los periodos de exceso de generación de energía eólica y reduce su velocidad para liberar la energía almacenada y suplir la demanda durante los periodos de déficit de generación. El modelo ha demostrado ser eficaz y ha obtenido resultados satisfactorios que serán de gran utilidad cuando el prototipo final esté listo.

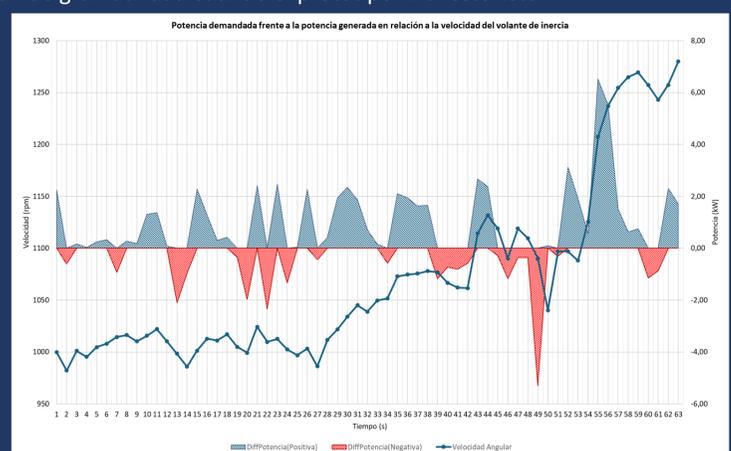


Figura 4. Resultados obtenidos de la simulación del modelo en un caso real.