

DISEÑO DE UN CONTROLADOR DEL ÁNGULO DE PASO DE UNA TURBINA EÓLICA BASADO EN APRENDIZAJE POR REFUERZO

PROBLEMA

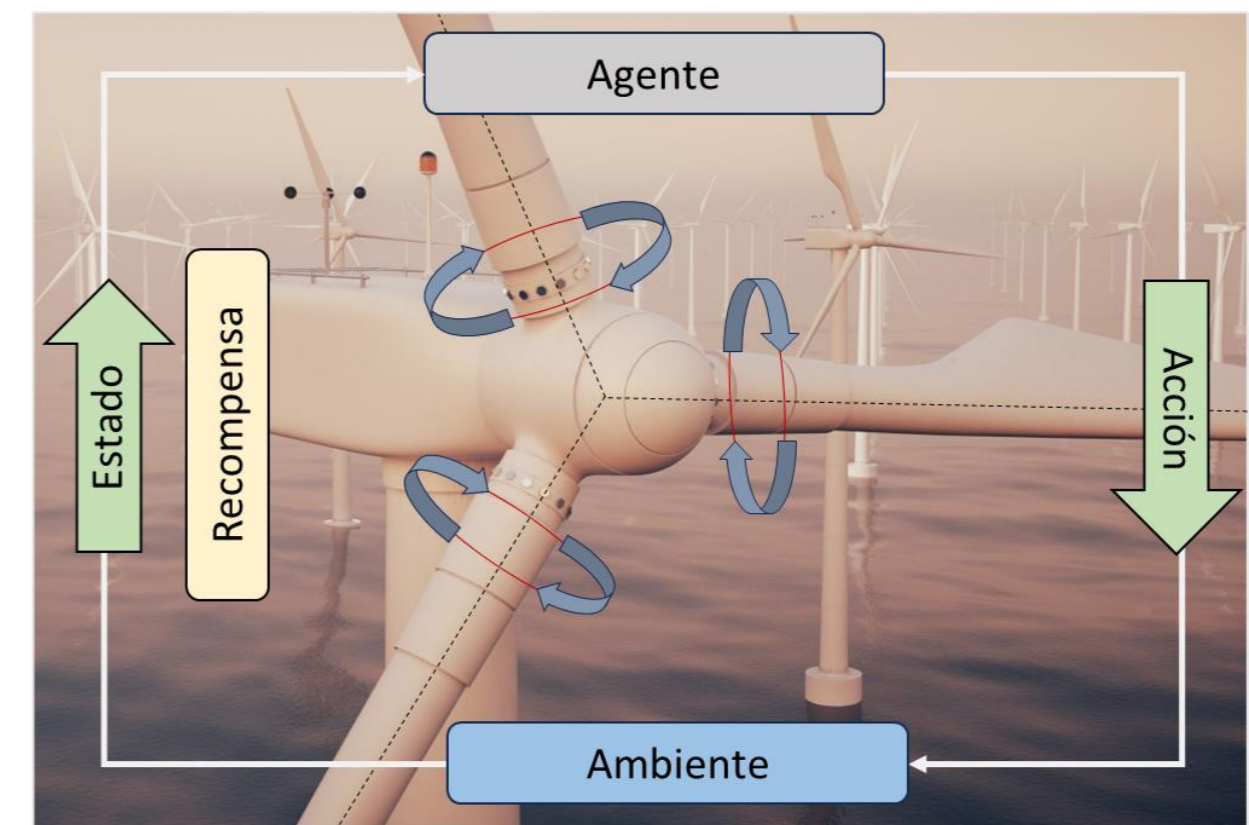
El control del ángulo de paso en las turbinas eólicas desempeña un papel fundamental para **limitar la producción de potencia** en condiciones de viento superiores a las nominales.

En estas condiciones, los **controladores tradicionales** enfrentan **grandes dificultades** debido a las **características altamente no lineales** inherentes de los sistemas eólicos y a las **incertidumbres** asociadas con la aerodinámica de las palas.

Frente a estos desafíos, este trabajo propone un **controlador inteligente** basado en la técnica de **aprendizaje reforzado**. Este enfoque permite **adaptarse dinámicamente** a las complejidades del sistema para superar las limitaciones mencionadas.

OBJETIVO GENERAL

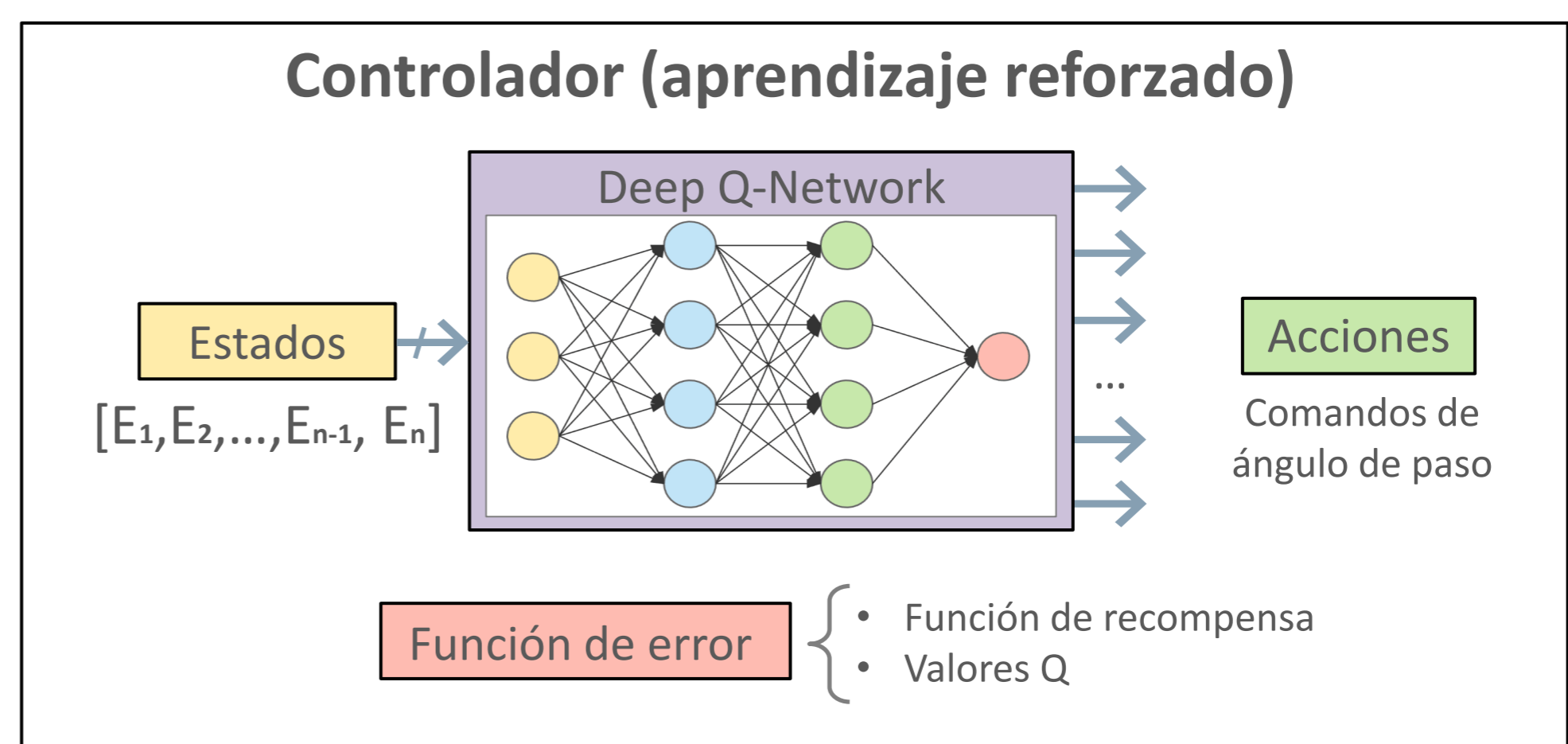
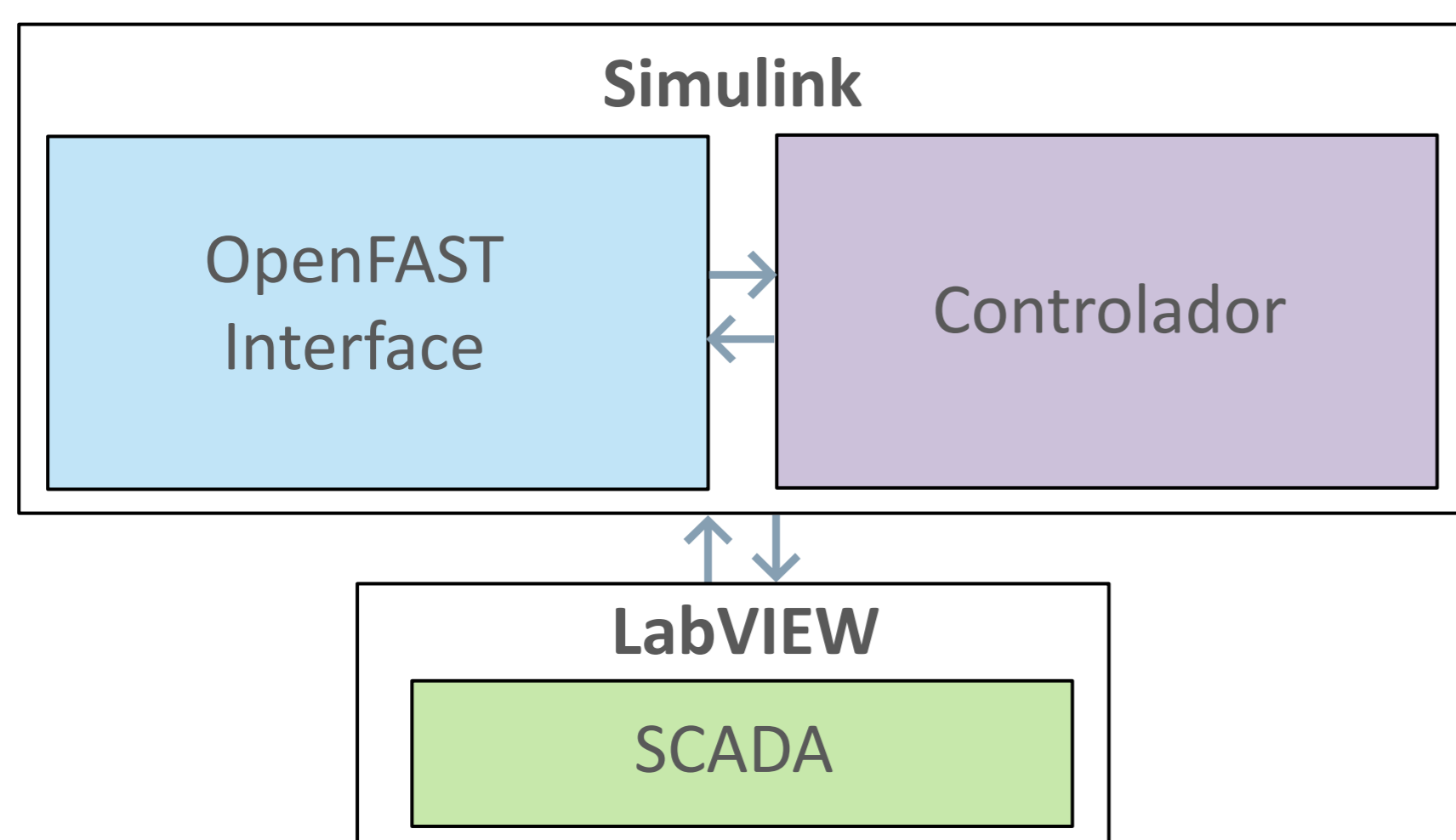
Diseñar un controlador para el ángulo de paso de una turbina eólica **mediante** aprendizaje reforzado, **empleando** herramientas de simulación, para la **estabilización** de la potencia y la **preservación** de la integridad estructural del aerogenerador en vientos que **excedan** las condiciones nominales.



PROPUESTA

Diseño modular utilizando Simulink

- **Modelo de aerogenerador (ambiente):** Software de simulación dinámica OpenFAST (Interface).
- **Diseño del controlador (agente):** ToolBox de aprendizaje reforzado y bloques de funciones.
- **Sistema SCADA:** Visualización del desempeño del controlador/turbina en tiempo real utilizando LabVIEW.

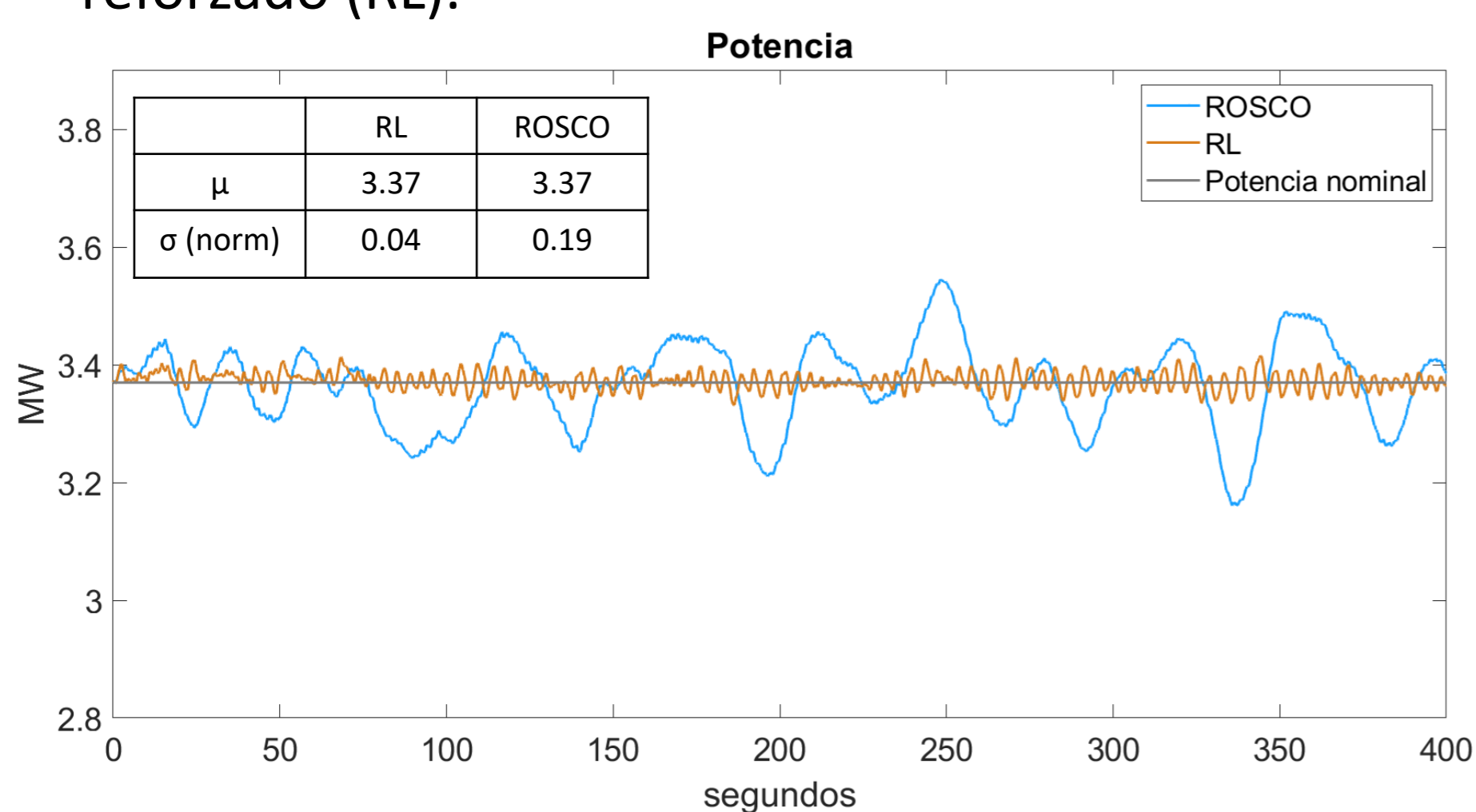


Enfoque de aprendizaje reforzado: Deep Q Learning

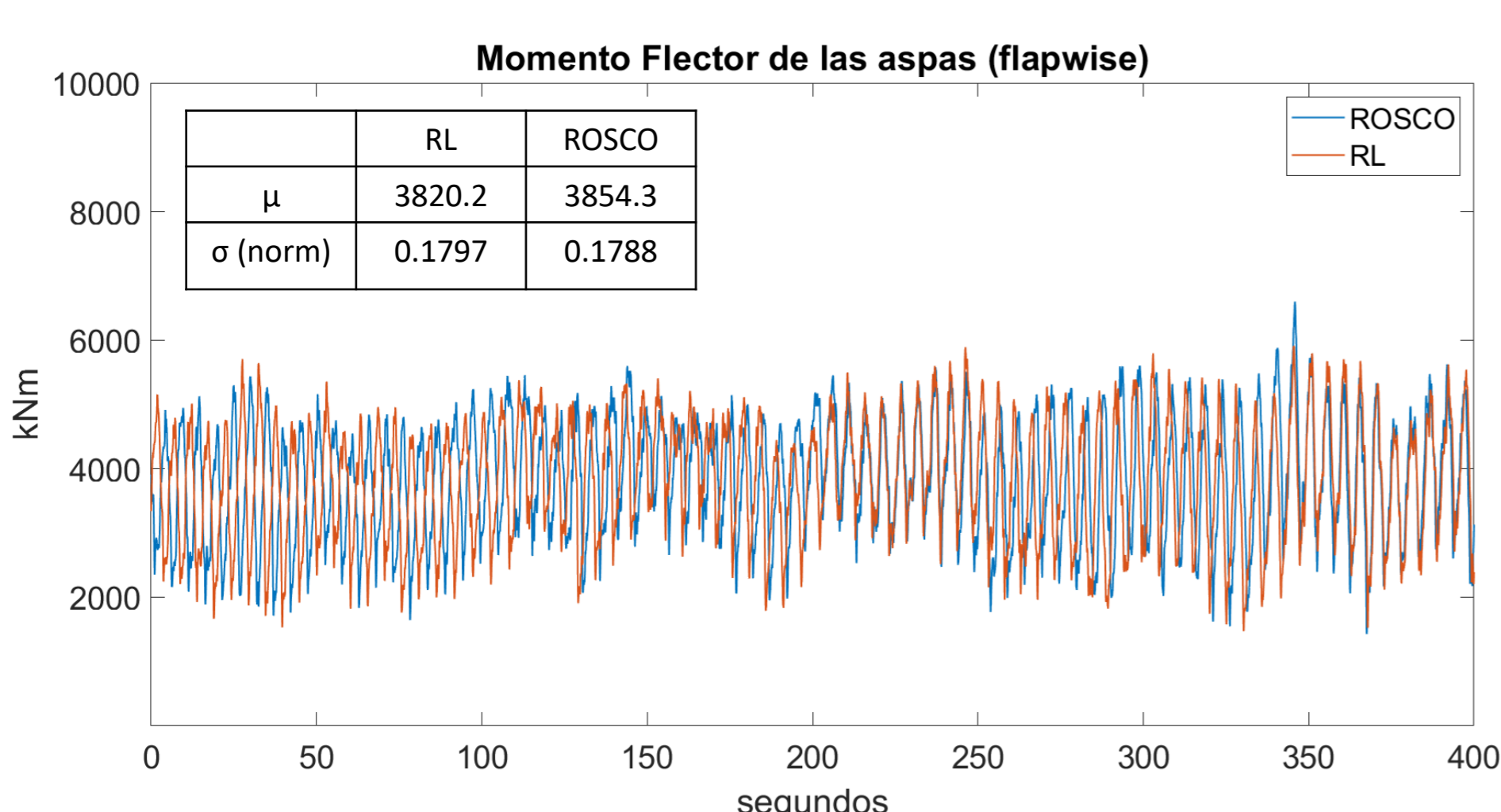
RESULTADOS

Potencia nominal del aerogenerador: 3.37 MW
Benchmarking: ROSCO

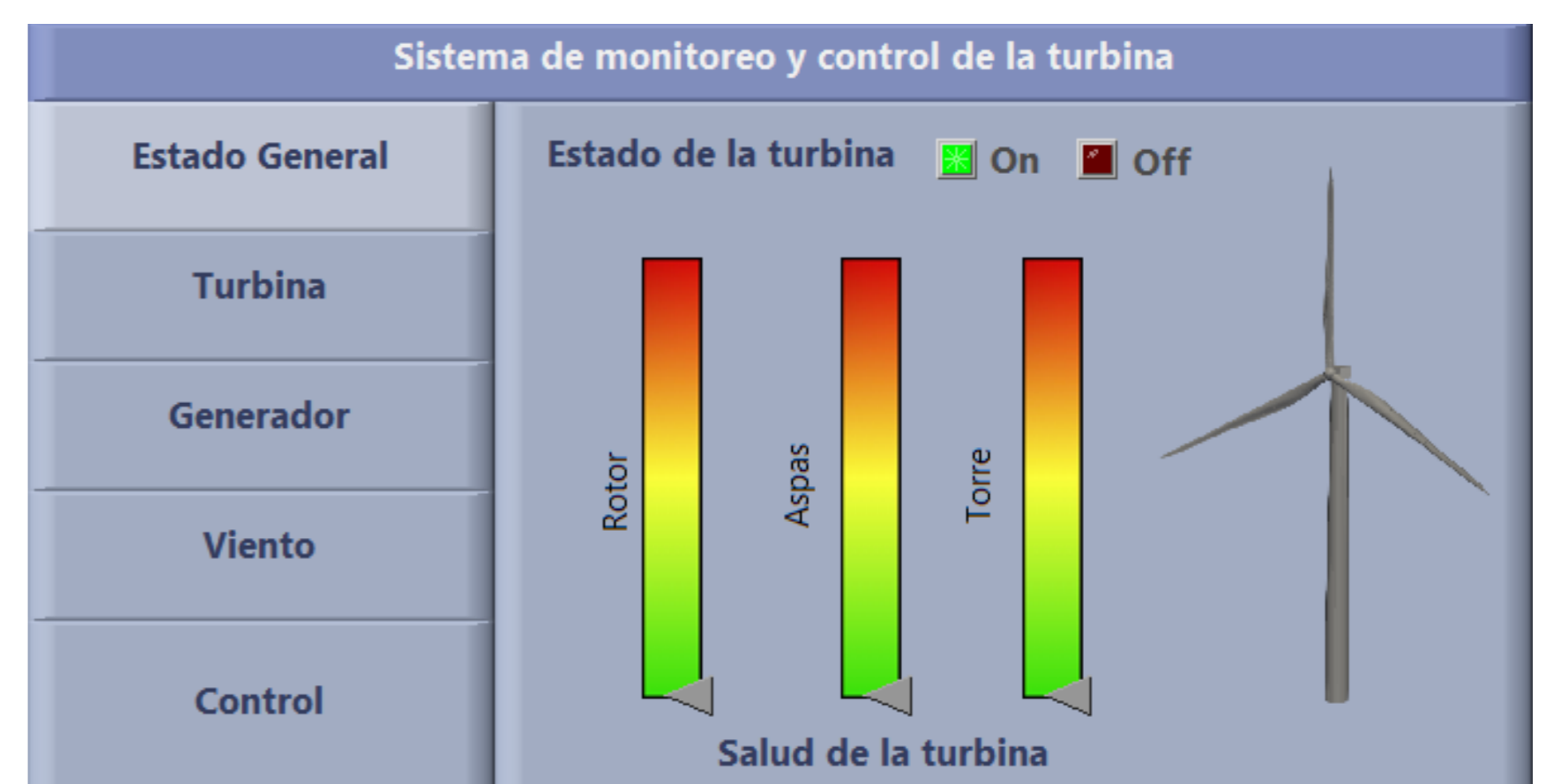
Desempeño del controlador basado en aprendizaje reforzado (RL).



Cargas mecánicas en la base de las aspas del controlador (RL)



Diseño del sistema SCADA en LabVIEW



CONCLUSIONES

- El controlador basado en **aprendizaje reforzado** supera el desempeño del **benchmark** al lograr una **reducción del 15%** en la variación de la potencia respecto a su valor nominal.
- El análisis de las **cargas mecánicas** evidencia que el funcionamiento del controlador propuesto **no compromete** la integridad de la turbina.
- El **sistema SCADA** diseñado facilita el monitoreo amigable y preciso del **estado del viento**, así como del **rendimiento** de la **turbina** y del **controlador** propuesto.