



DESAFÍOS EN LA IMPLEMENTACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS HÍBRIDOS

Ricardo Rodrigues

3 de octubre de 2024

Hibridación: oportunidades y desafíos

Un proyecto híbrido combina múltiples fuentes de energía renovable (eólica, solar, hidro y/o almacenamiento) en una misma ubicación. El aprovechamiento de infraestructuras compartidas incrementa la eficiencia y optimiza la producción energética.

Wind + Solar

Existing WF



Con una capacidad de transmisión determinada



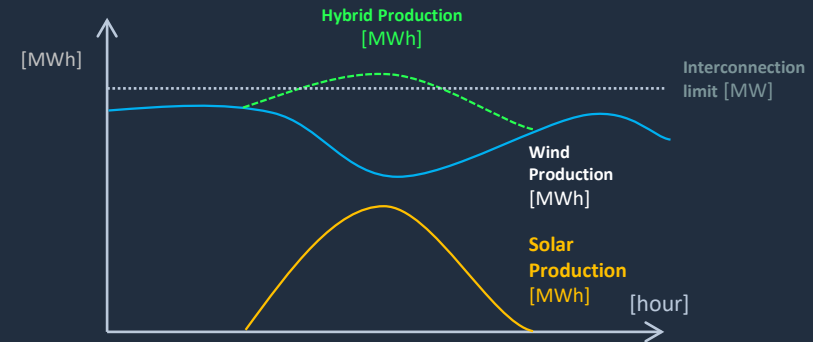
New Solar PV



El tamaño de la nueva planta se determinará caso por caso



Proyecto híbrido



Hydro + Solar

Existing Hydro



Con una capacidad de transmisión determinada



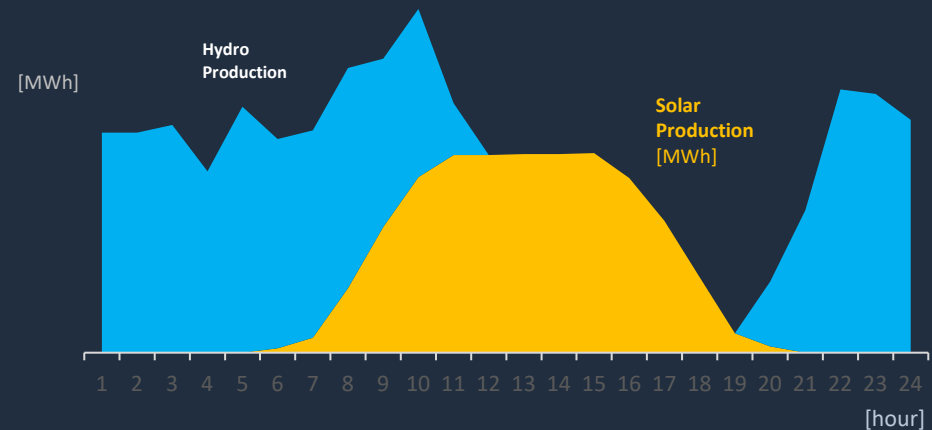
New Solar PV



El tamaño de la nueva planta se determinará caso por caso



Proyecto híbrido



Hibridación



Generación de Energía Mejorada — El perfil complementario de generación ayuda a proporcionar un suministro de energía más consistente y confiable



Mejora de la Estabilidad de la Red— Al combinar energía eólica, solar e hidroeléctrica, los proyectos híbridos pueden reducir la intermitencia de las energías renovables, lo que lleva a una carga más estable y balanceada en la red



Eficiencia de Costes — Los proyectos híbridos permiten compartir infraestructuras como el terreno, líneas de transmisión, y equipos de mantenimiento.



Uso Óptimo de los Recursos de Terreno — La huella de terreno por unidad de energía producida se minimiza.



Sinergias del Almacenamiento de Energía — Los sistemas de almacenamiento pueden almacenar el exceso de energía generado durante los picos de producción y liberarla durante los períodos de menor generación.



Beneficios Ambientales — Los proyectos renovables híbridos contribuyen significativamente a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y a la disminución de la dependencia de los combustibles fósiles.



Mejora de los Servicios Auxiliares— Los proyectos híbridos mejoran los servicios del sistema mediante la estabilidad de la red, proporcionando energía de respaldo, apoyando la regulación de voltaje y frecuencia, y optimizando el uso de la energía.

Expandir la hibridación a todos los proyectos

Principales desafíos



Restricciones Ambientales

Un número significativo de proyectos están ubicados en áreas sensibles. Es necesario implementar enfoques más innovadores para superar estas limitaciones.



Orografía

Las áreas empinadas, donde se encuentran los proyectos eólicos, no son los mejores sitios para proyectos fotovoltaicos.



Tamaño del Proyecto

Las economías de escala y los costos fijos, así como la sobredimensión, juegan un papel relevante en la rentabilidad de los proyectos híbridos.



Características de SE/Interconexión

La capacidad de sobrecarga puede ser un aspecto limitante, lo que puede resultar en restricciones de tamaño o costos adicionales para adaptar las infraestructuras de interconexión a la nueva realidad.



Simultaneidad

El curtailment puede limitar el tamaño ideal de la planta híbrida.

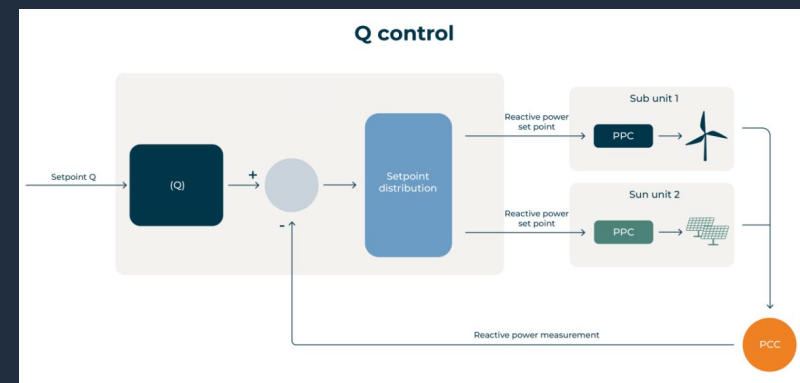
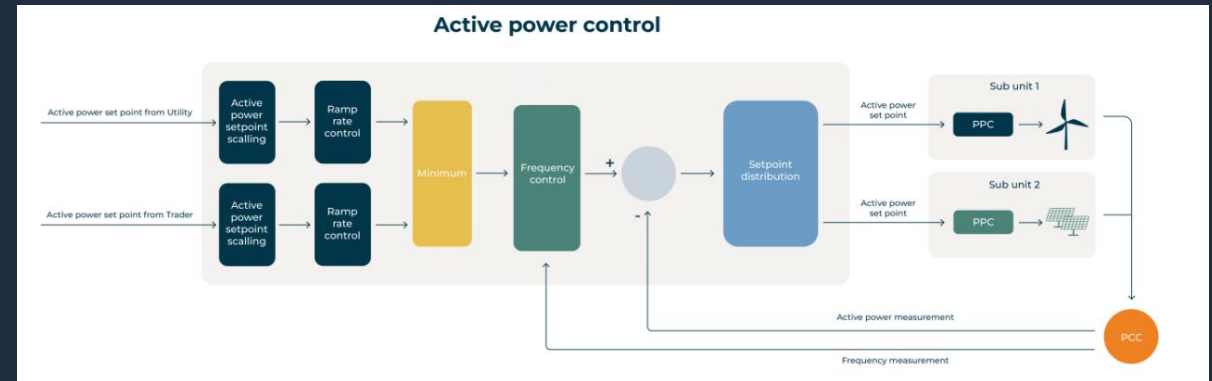
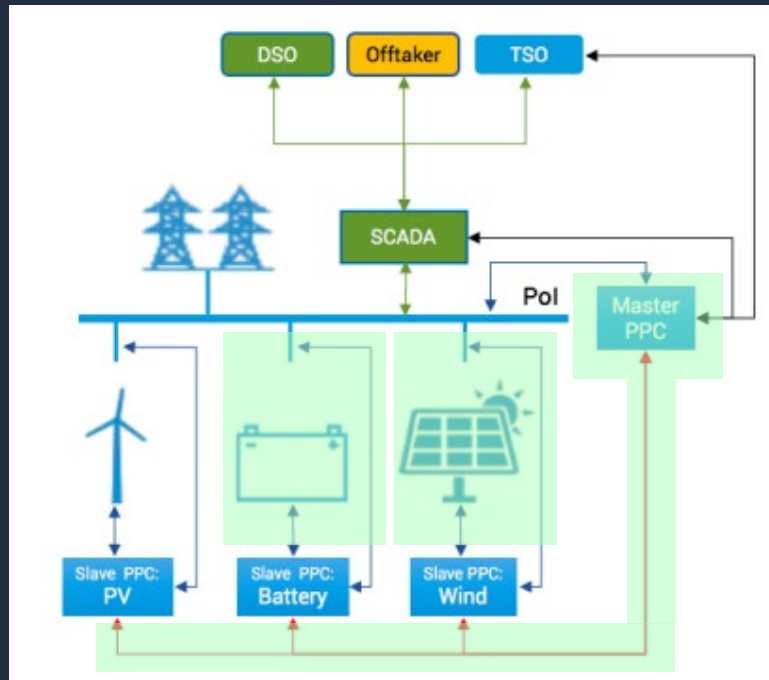
Se espera que las baterías formen parte de la solución, permitiendo la maximización de la planta híbrida más allá de su capacidad de inyección.

Control y Gestión de Activos Híbridos

El Master PPC permite el control centralizado de diferentes fuentes de energía renovable (solar, eólica y almacenamiento), garantizando su operación optimizada, la estabilidad de la red y el cumplimiento normativo en los parques híbridos.

Diagrama simplificado del control integrado de un parque híbrido, donde el Master PPC coordina las diferentes fuentes de energía (solar, eólica y almacenamiento) y optimiza su despacho a la red."

El Master PPC gestiona el flujo de energía y ajusta la operación según la demanda y los recursos disponibles, garantizando estabilidad en la red y cumplimiento normativo. Mediante el control de potencia activa, optimiza el despacho de energía, mientras que el control de potencia reactiva regula el voltaje, manteniendo el sistema en equilibrio.



Principales desafíos

Objetivos impactados:

Interoperabilidad entre Sistemas

Fiabilidad

Resiliencia

Flexibilidad



Minimizar el Impacto en Operaciones Actuales

La integración de nuevos activos debe evitar interrupciones prolongadas en la operación del parque eólico, manteniendo la producción y evitando incumplimientos normativos.



Sistemas obsoletos

Los sistemas SCADA y de control en parques antiguos no son compatibles con nuevas tecnologías, como solar o almacenamiento, requiriendo actualizaciones o retrofits.



Limitaciones técnicas

Las limitaciones técnicas de diseño incrementan los costos y dificultan, o en algunas situaciones inviabilizan, la adaptación óptima de activos antiguos a sistemas híbridos.



Documentación

La documentación incompleta o desactualizada de los sistemas/parques antiguos complica la planificación e implementación de modernizaciones y nuevas tecnologías.



Tecnologías Descontinuadas

La falta de soporte para tecnologías obsoletas en parques antiguos exige retrofits para permitir la integración de nuevos activos.

El Rol de las Baterías, Desafíos Regulatorios y la Evolución de los Master PPC en Proyectos Híbridos



El Papel de las Baterías en Proyectos Híbridos

Las baterías son clave en proyectos híbridos, ya que almacenan energía en momentos de **baja demanda** y la **liberan cuando las fuentes renovables no generan suficiente energía**. Esto **mejora la estabilidad de la red**, reduce la intermitencia y asegura una oferta energética más predecible.



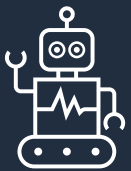
Papel Futuro de las Baterías y Nuevos Servicios

A futuro, las baterías no solo almacenarán energía, sino que también prestarán **servicios auxiliares** como control de frecuencia y soporte a la demanda. Esto mejorará la resiliencia de la red, permitiendo integrar más energías renovables.



Desafíos Regulatorios y la Incertidumbre del Mercado

Aunque esenciales, los proyectos híbridos enfrentan desafíos regulatorios significativos. Falta una regulación clara que remunere los servicios de las baterías y reconozca el valor de las plantas híbridas, lo que genera incertidumbre para los inversores y dificulta la creación de casos de negocio viables.



Master PPC



Configuraciones estáticas



Poco flexibles y adaptables a nuevos mercados y requisitos



interoperabilidad limitada con Sistemas externos (interfaces de mercado)

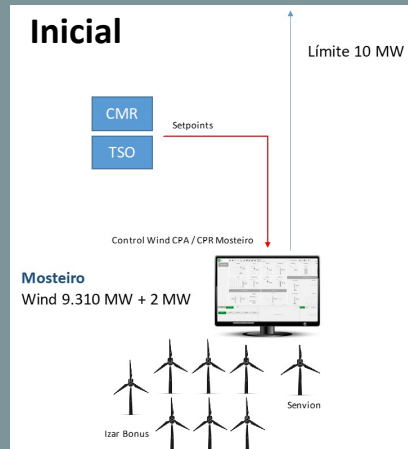


La priorización de las fuentes se ajustará cada 15 minutos

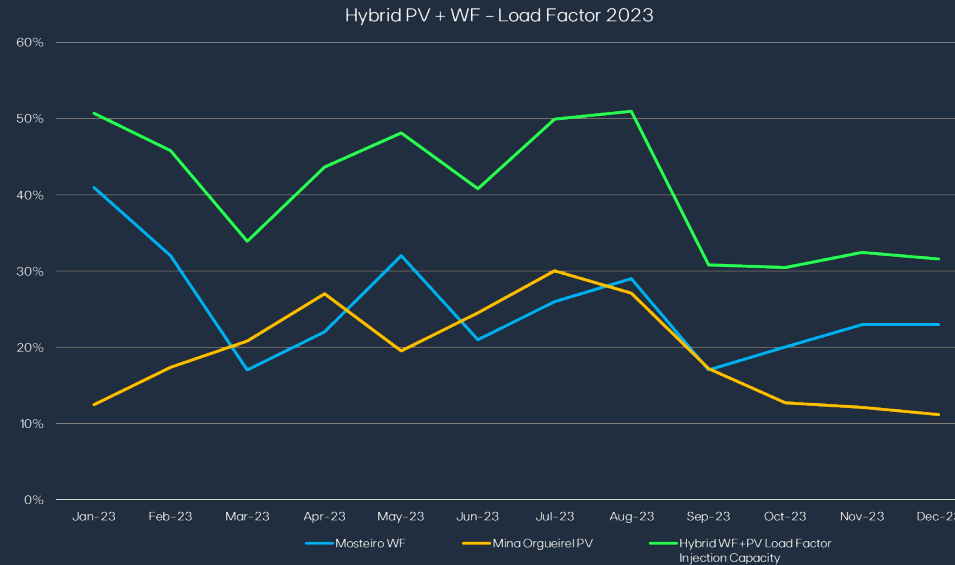
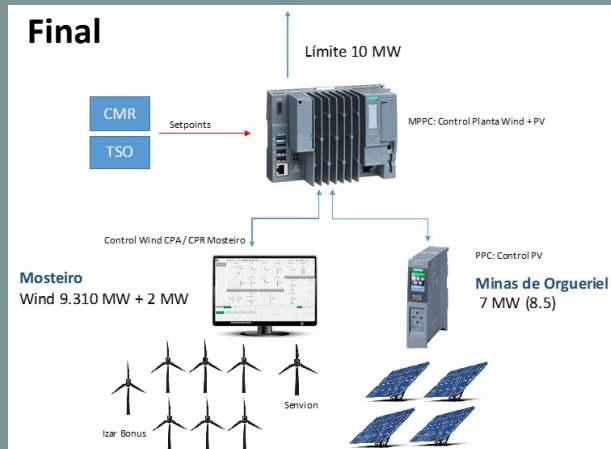
Soluciones más flexibles e interoperables que integren diversas fuentes y ajusten la operación en tiempo real

Implementación del Proyecto Híbrido en EDP: Mosteiro

Arquitectura de Control del Proyecto



Final



Factor de carga mensual de la planta híbrida PV + WF, comparando el parque solar de Mina Orgueirel y el parque eólico de Mosteiro

Estos gráficos muestran datos operativos reales del parque híbrido de Mosteiro:

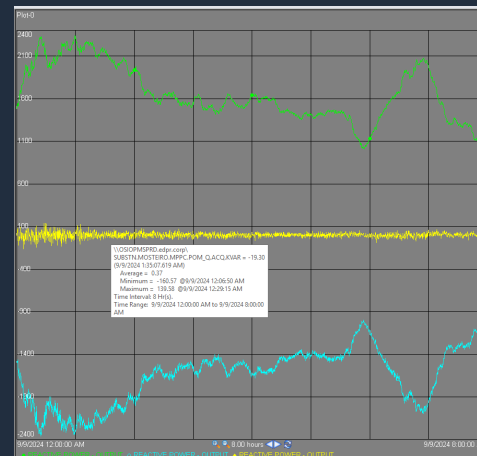


Gráfico 1: Comparación de la producción de energía reactiva eólica y solar en días de alta producción para garantizar $\cos \phi = 1$

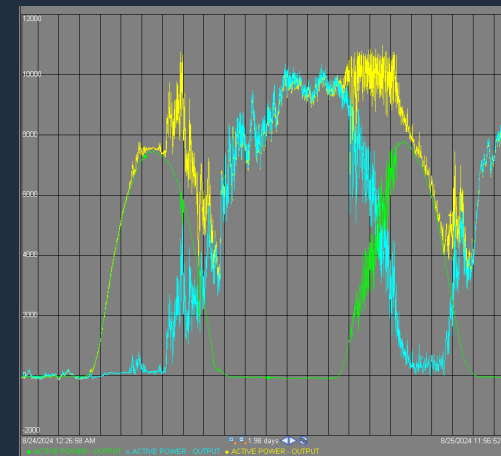


Gráfico 2: Comparación de la Producción Complementaria de Energía Eólica y Solar Durante Días de Alta Producción

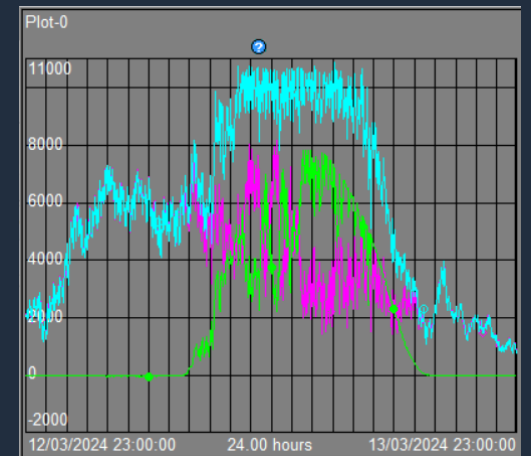


Gráfico 3: Comparación de la producción de energía eólica y solar en días de alta producción, con la priorización a la eólica



Complejidad

Los proyectos híbridos representan una solución esencial para maximizar la eficiencia, estabilidad y control de las fuentes renovables. No obstante, dada la diversidad de fuentes y la integración de nuevas tecnologías requieren una evaluación profunda de riesgos para identificar y mitigar los desafíos de antemano.



Adaptabilidad

El éxito de estos proyectos radica en la flexibilidad durante la implementación y operación, permitiendo una mejor adaptación a los desafíos técnicos, tecnológicos, fluctuaciones del mercado y los cambios regulatorios.



Visión de Futuro

La hibridación será un elemento clave para el crecimiento de las energías renovables y la descarbonización global. Con el avance de tecnologías como sistemas de control más flexibles y baterías más asequibles, los proyectos híbridos serán cada vez más fundamentales para garantizar un suministro energético estable y limpio, siempre que se mantenga una planificación estratégica y colaboración entre los actores del sector.



Palabras clave

Flexibilidad, optimización de recursos, innovación y colaboración serán esenciales para que las empresas del sector energético enfrenten los desafíos futuros y logren un impacto positivo en la transición energética global.

The image features a central logo consisting of the lowercase letters 'edp' in a white, sans-serif font. This logo is set within a dark blue circular background. Surrounding this central circle are three overlapping, semi-transparent rings of different colors: a bright cyan ring, a vibrant green ring, and a purple ring. The rings overlap in a way that creates a sense of depth and movement, with the purple ring being the outermost and the cyan ring being the innermost. The overall composition is centered and balanced against a dark, almost black background.

edp