

INTEGRACIÓN DE MICRORREDES DE GENERACIÓN COMBINADA DE CALOR, FRÍO Y ELECTRICIDAD EN EDIFICIOS PÚBLICOS DE CONSUMO CERO BAJO CRITERIOS DE ALTA CALIDAD Y CONTINUIDAD DE SUMINISTRO



Javier Tobajas Blanco
Javier.tobajas@cnh2.es

Applications Unit
Madrid, 15 Jun 2022

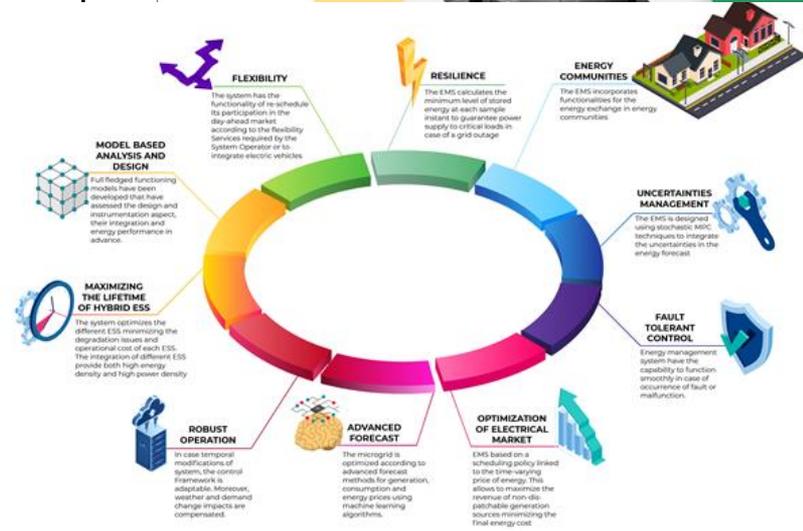
- Introducción
- Objetivos
- La microrred como solución
- Power Management System
- Thermal Management System
- Microgrid Energy Management System
- Plantas piloto



Introducción

En los últimos años se han desarrollado numerosos proyectos para reducir el consumo energético en los edificios, tanto desde el punto de vista de la eficiencia energética como de la integración con las energías renovables.

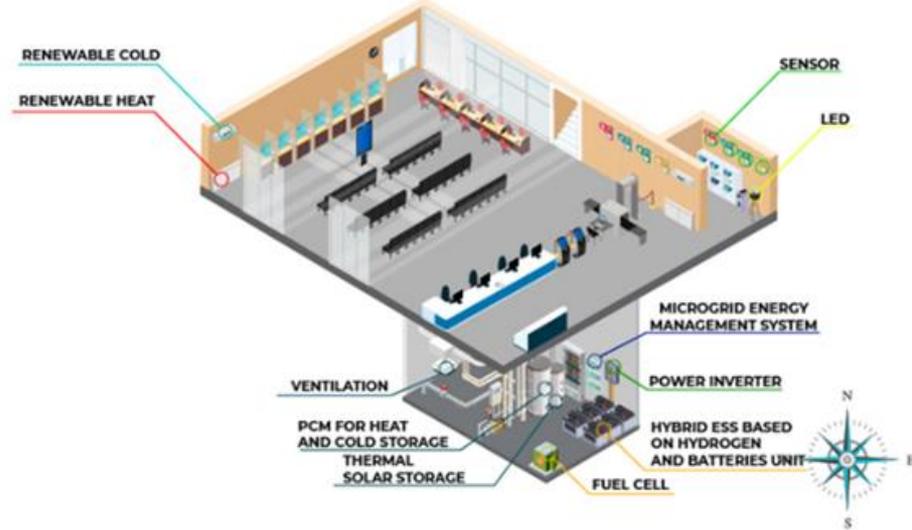
Sin embargo, el problema específico de la integración de este tipo de sistemas energéticos en las instalaciones, es que la fiabilidad del suministro eléctrico ha de ser considerada como un aspecto fundamental.



Introducción

Existen diferentes tipos de edificios donde un corte de energía puede significar unas pérdidas no solo económicas, sino también en temas de salud y de seguridad.

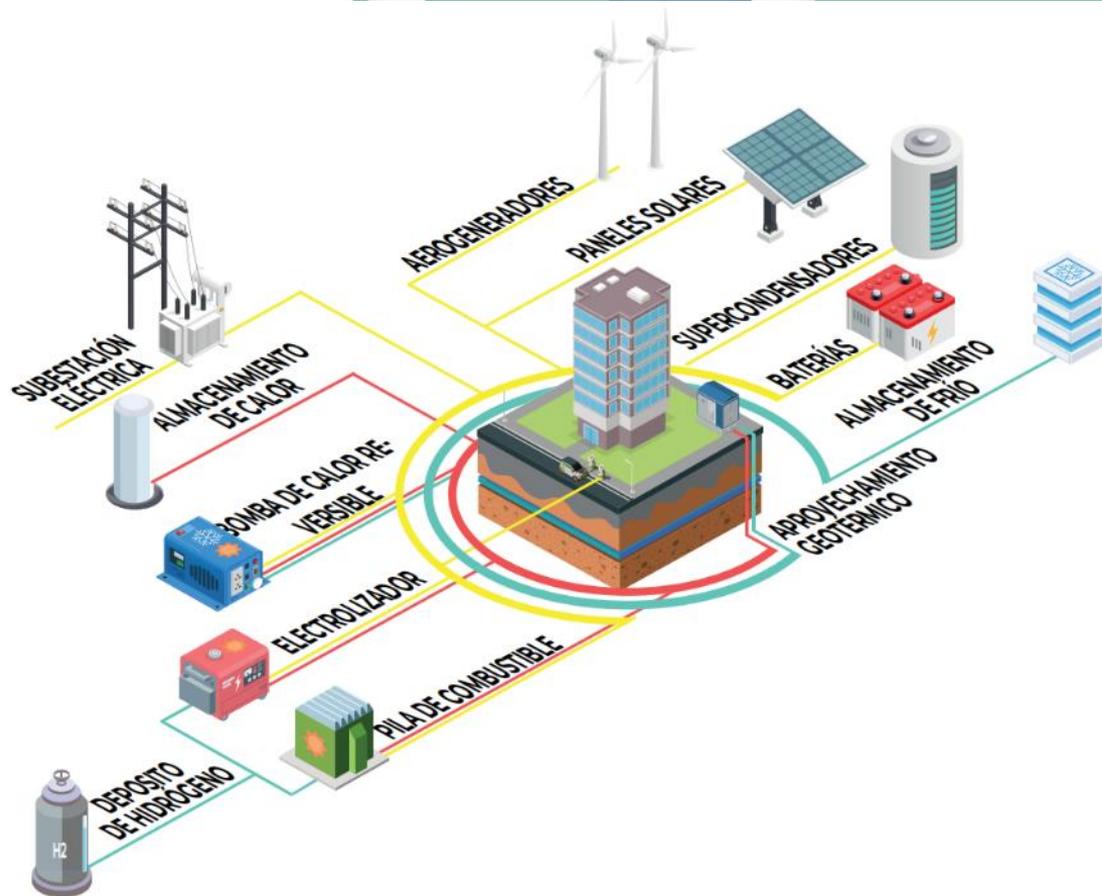
- Por razones sanitarias en hospitales
- Centros tecnológicos por consideraciones científicas.
- Condiciones de defensa en instalaciones militares.
- Seguridad y vigilancia en aeropuertos y estaciones.



Objetivos

El objetivo principal del proyecto IMPROVEMENT

La **reconversión de edificios públicos en edificios de energía cero** mediante la integración de **microrredes de energía renovable con generación combinada de calor, frío y electricidad** con inversores con control activo del neutro que utilizan **sistemas híbridos de almacenamiento de energía (Hidrógeno, baterías, supercondensadores)** que garantizarán la calidad energética y la continuidad de servicio a equipos sensibles a perturbaciones de calidad de suministro (equipamiento de alta tecnología) mientras que aumenta la eficiencia energética en este tipo de edificios.



Objetivos

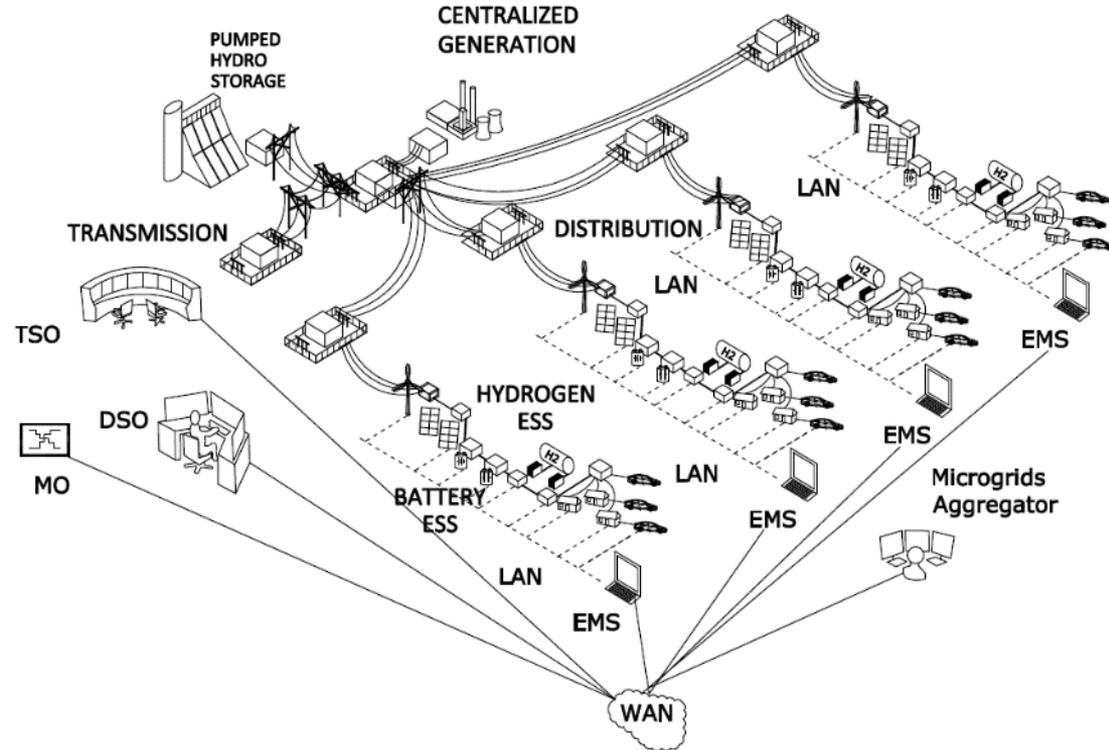
Objetivos Específicos

- Desarrollo de un sistema para **mejorar la eficiencia energética en edificios públicos** a través de un sistema de generación de calefacción y refrigeración solar y la incorporación de **técnicas activas / pasivas** para edificios con consumo de energía cero.
- Desarrollo de un sistema de **control de potencia resistente a fallos** para microrredes bajo criterios de diseño de alta calidad y continuidad de suministro
- Desarrollo de un **sistema de gestión de energía** para **microrredes** de generación renovable con **sistema híbrido de almacenamiento de energía** bajo criterios de degradación mínima, máxima eficiencia y prioridad en el uso de energías renovables.



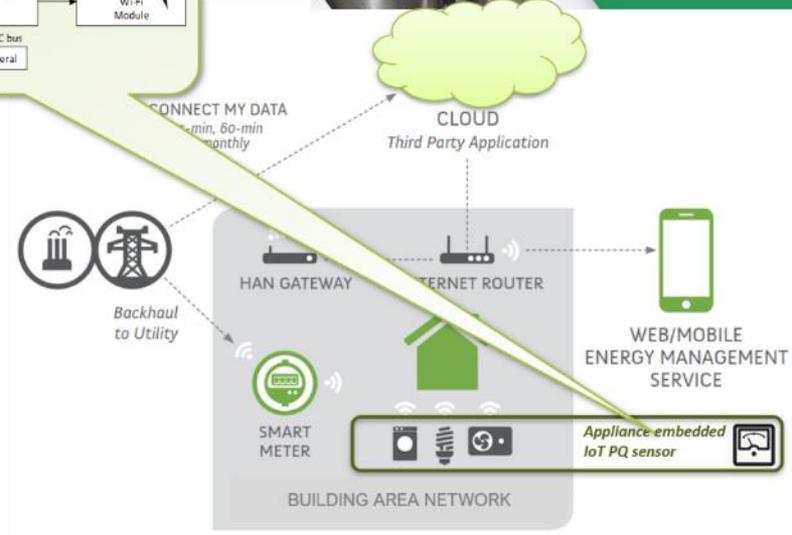
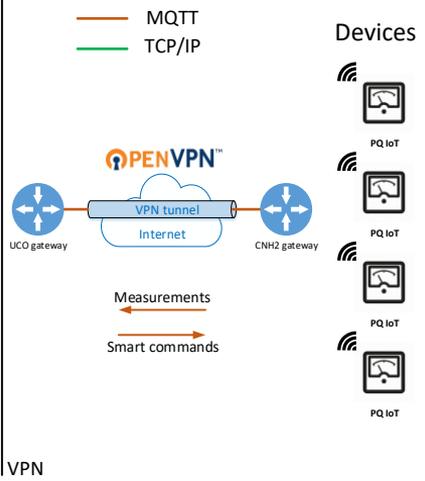
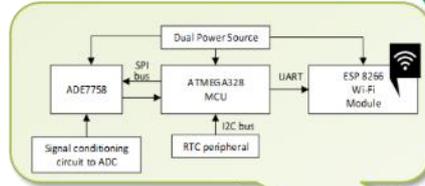
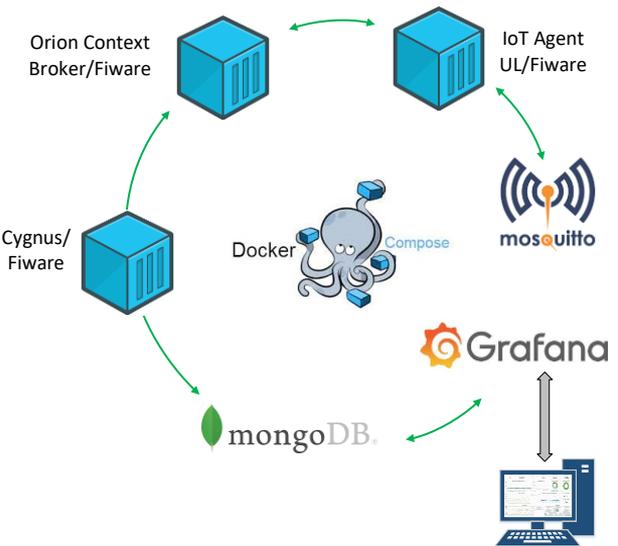
Microgrid as solution

- Resiliencia ante fallos en la red
- Flexibilidad
- Optimización económica del precio de la energía
- Solución a los problemas de congestión
- Calidad de suministro



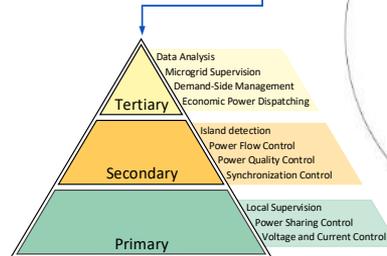
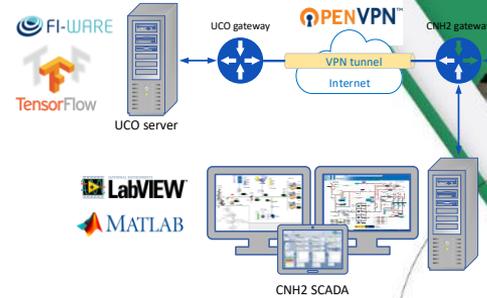
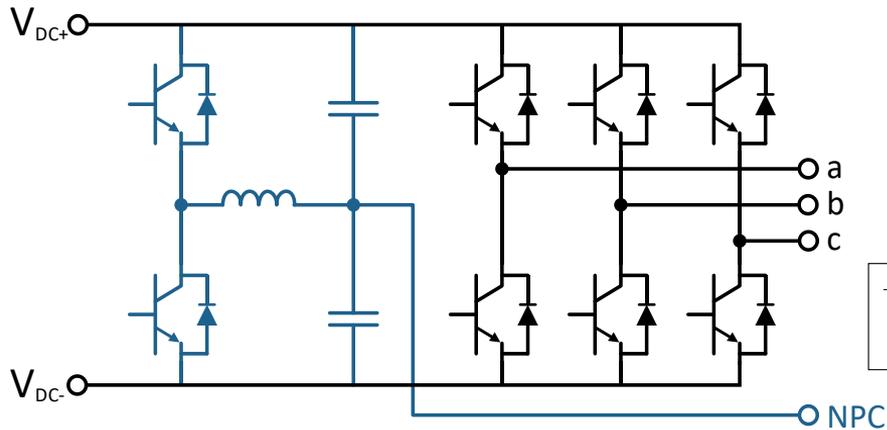
Power Management System

La inclusión de **sensores IoT** en la infraestructura para medición avanzada de la calidad eléctrica

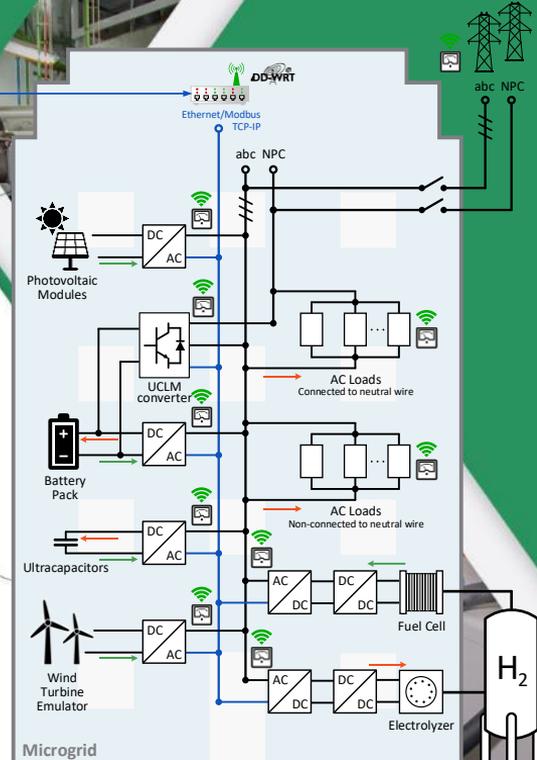


Power Management System

El desarrollo de un **inversor de cuatro hilos con control activo del neutro** para mejorar la calidad de suministro del sistema completo



Symbols and Abbreviations			
NPC	Neutral Point Connection		Power injection
	Three-Phase AC Power Line		Power consumption
	MQTT		PQ IoT sensor



Energy Management System

Objectives

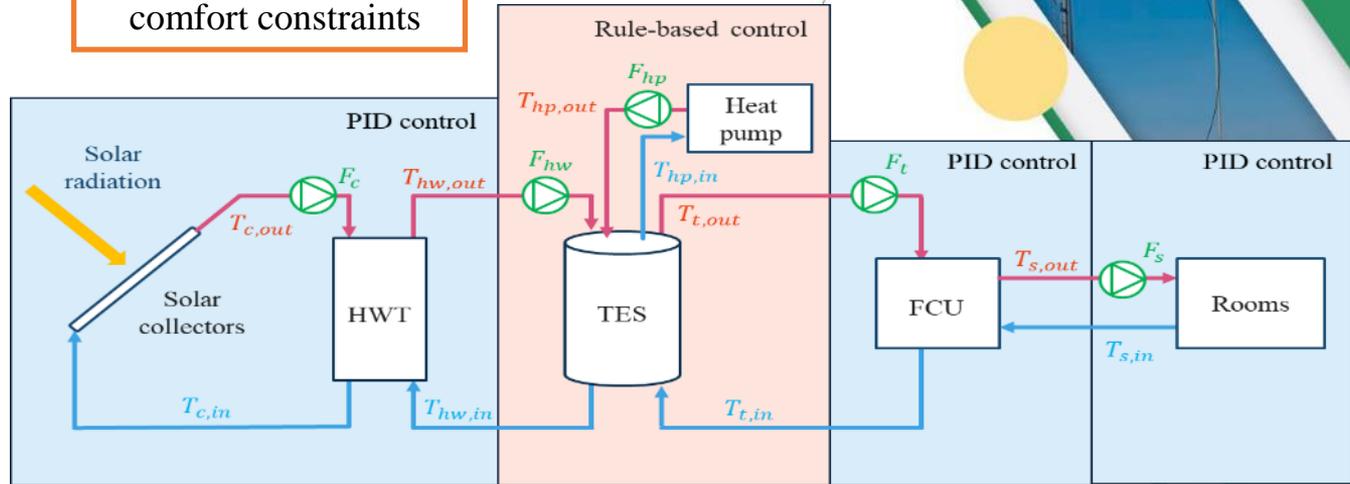
- manage thermal energy
- satisfy thermal comfort constraints

Portuguese pilot

- solar collectors
- hot water tank (HWT)
- thermal energy storage (TES)
- heat pump
- fan coil units (FCU)
- 4 rooms

Control strategies

- reference strategy: PID+rule-based control
- advanced strategy: model predictive control (MPC)+PID

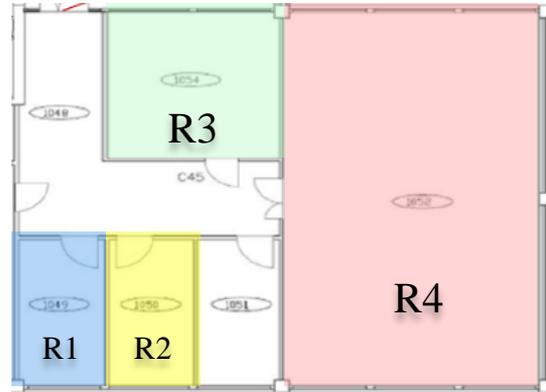


Reference strategy: PID+rule-based control

Energy Management System

FCU control: PID → MPC+PID

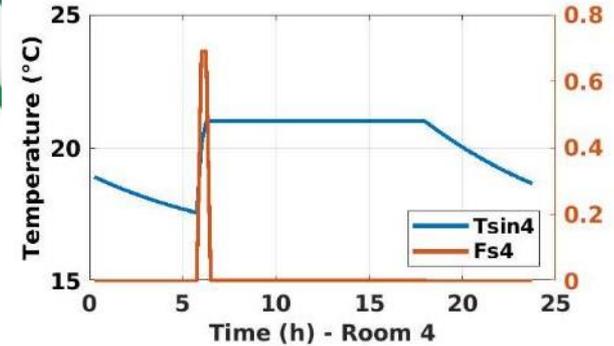
- PID: enciende la FCU de 6AM a 6PM (todas las habitaciones)
- MPC: enciende la FCU de 7:30 a 14:00 (sala 4)
- FCU se usa menos y el consumo de energía se reduce con MPC+PID (todas las habitaciones)
- Las restricciones de comodidad se satisfacen con ambos métodos de control.



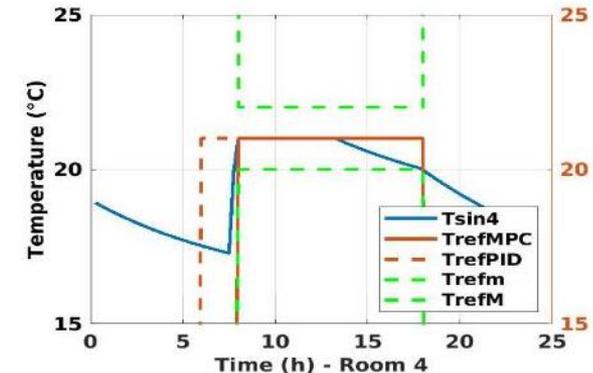
Rooms in the building

T_{sin4} : temperature of the room 4 (°C)

F_{S4} : volumetric flowrate of the air leaving the FCU (m³/s)



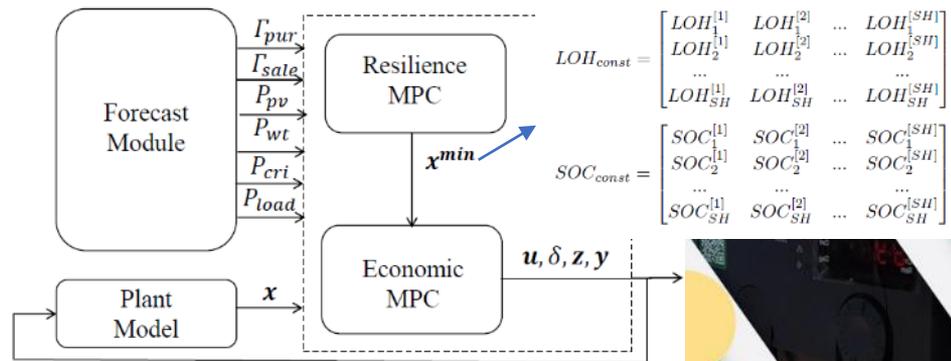
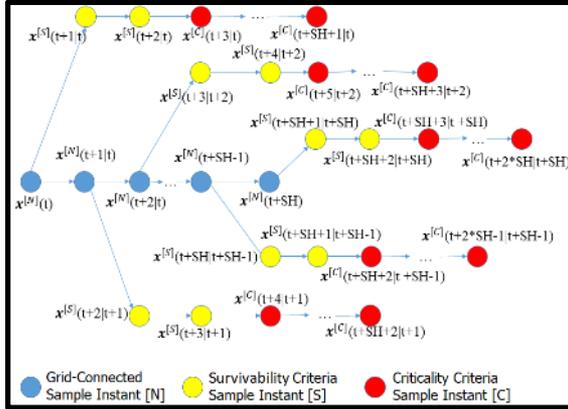
Air temperature regulation in room 4 (PID)



Air temperature regulation in room 4 (MPC+PID)

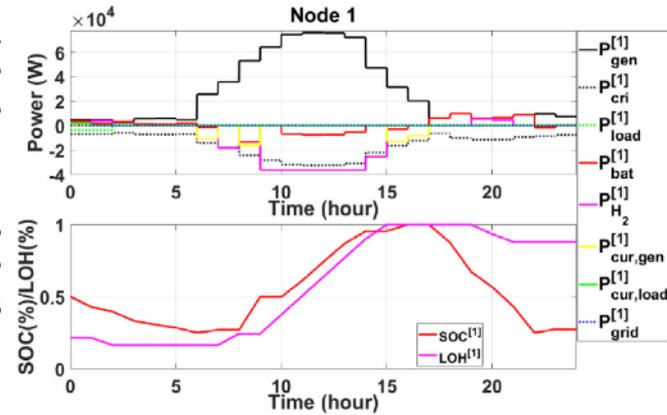
Energy Management System

Una de las técnicas utilizadas en el segundo algoritmo desarrollado es el **Resilience-Oriented Schedule of Microgrids**



Two levels of resilience are established:

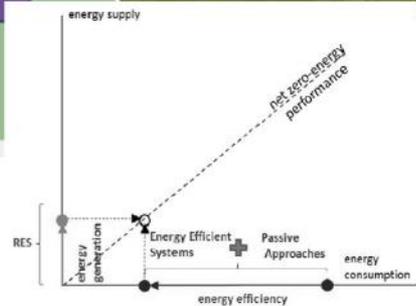
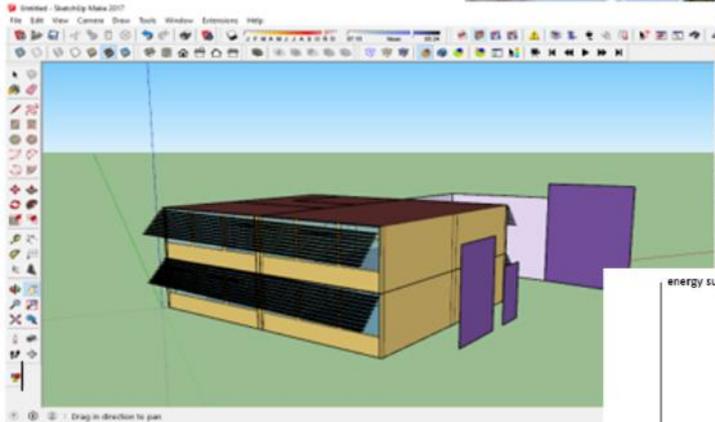
- Survivability:** Supply of the greatest number of loads during a certain time 2 hours from the event of loss of the main grid.
- Criticality:** Supply of critical loads during a horizon of 24 hours from the event loss of main network. This is done considering the loss of the main network at each optimization instant.



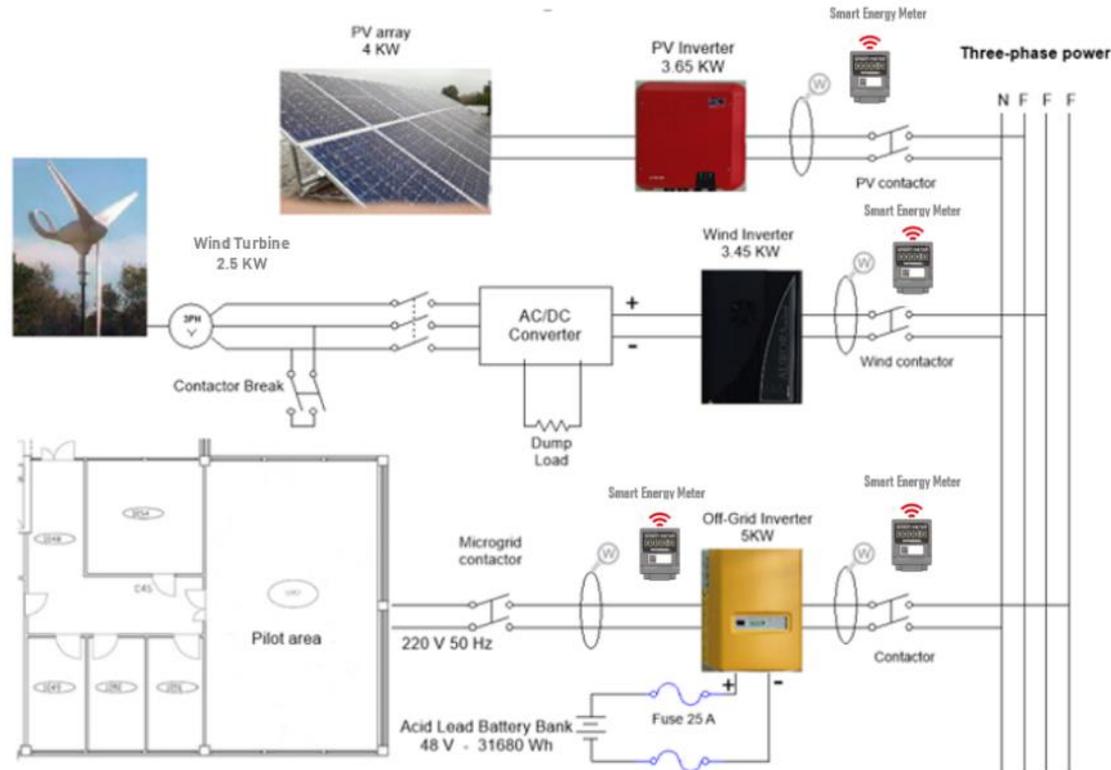
Planta Piloto de LNEG

El principal objetivo es alcanzar y poder ofrecer una situación de **confort térmico** en sus instalaciones.

Numerical Study

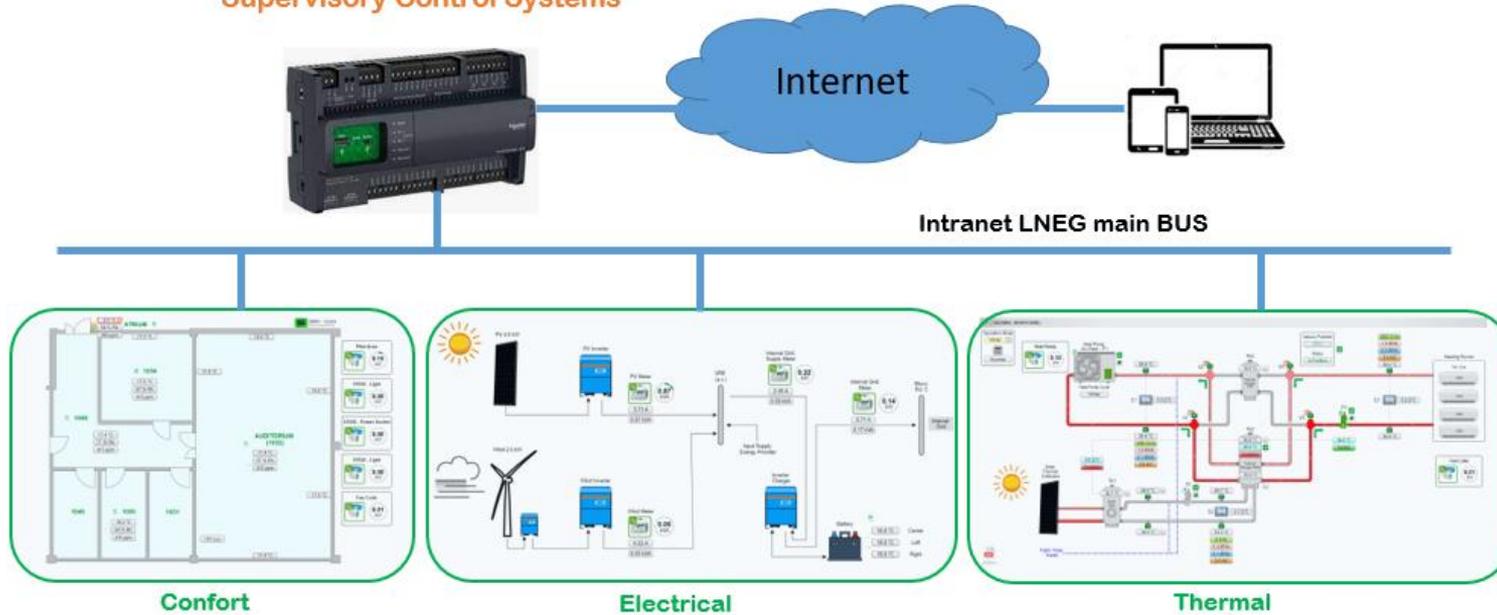


LNEG - Piloto: Electrical EMS



LNEG - Piloto: Control System

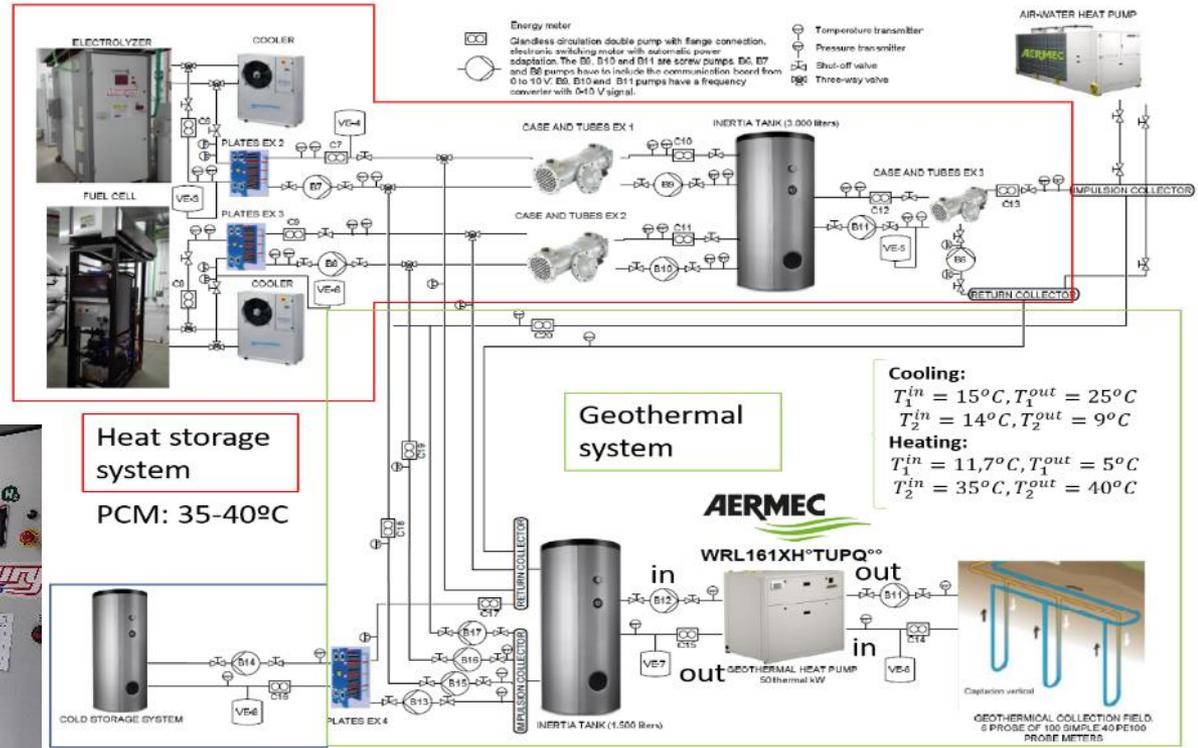
Supervisory Control Systems



Planta Piloto del CNH2

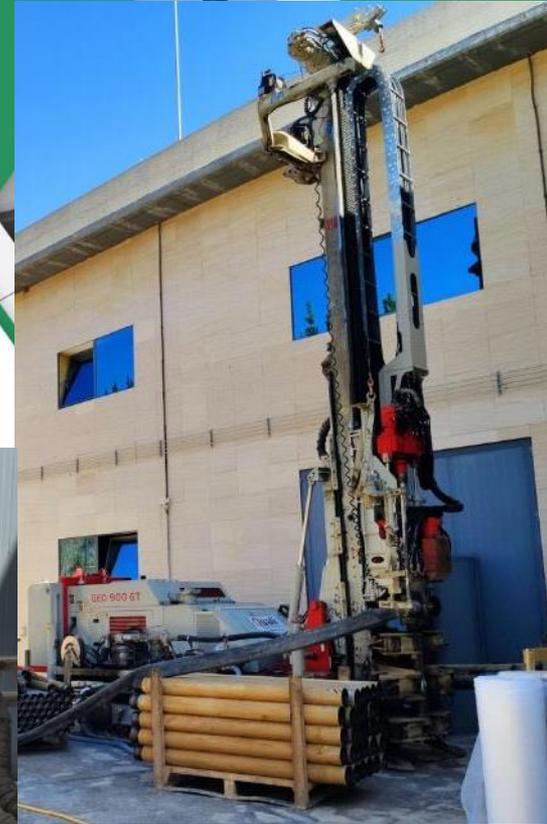


CNH2 - Piloto: Thermal EMS



CNH2 - Piloto: Thermal EMS

Parte exterior de la instalación geotérmica



CNH2 - Piloto: Thermal EMS

Parte interior de la instalación geotérmica



CNH2 - Piloto: Thermal EMS

Sistema de almacenamiento de energía en forma de frío



CNH2 - Piloto: Thermal EMS

Sistema de almacenamiento de energía en forma de calor

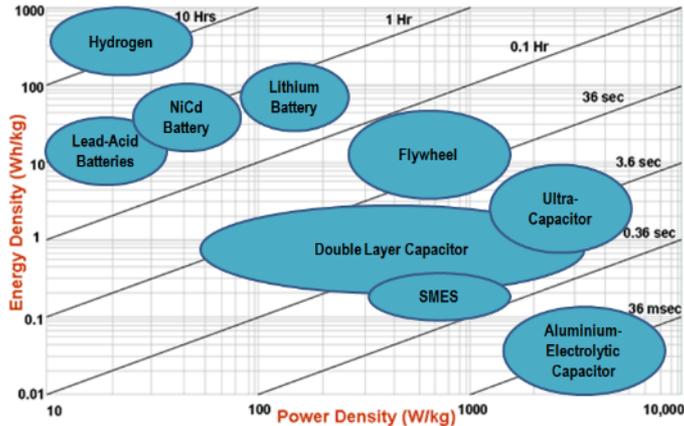
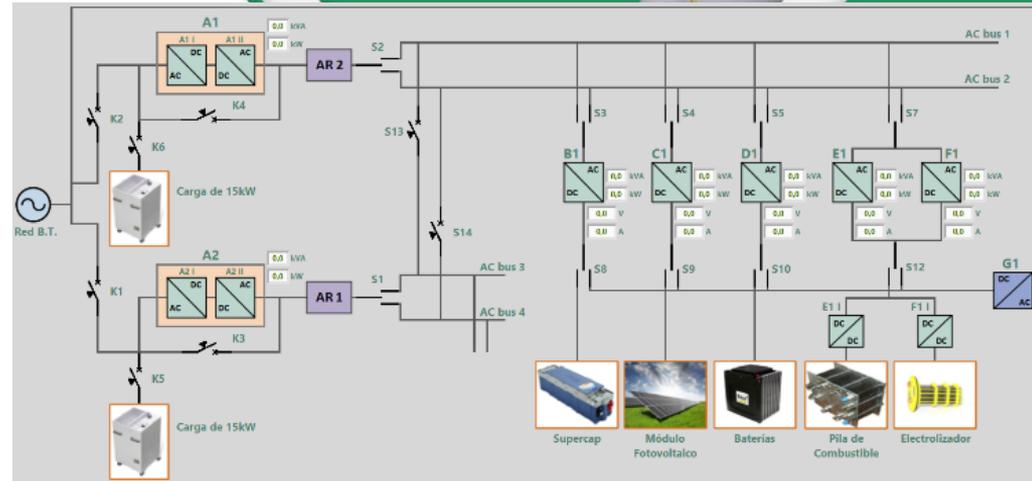
Donde tenemos un circuito de agua para **recuperar el calor de la Pila de Combustible y el Electrolizador** y utilizarlo para almacenar calor para reducir el consumo eléctrico del edificio



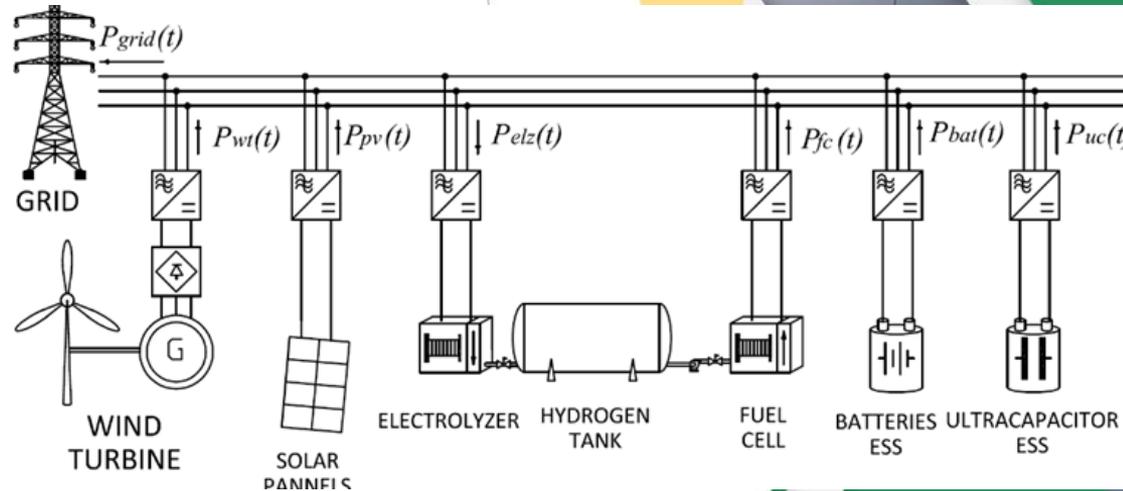
CNH2 - Piloto: Electrical EMS

Sistema de almacenamiento híbrido:

- Baterías
- Supercondensadores
- Almacenamiento en Hidrógeno



Source US Defence Logistics Agency





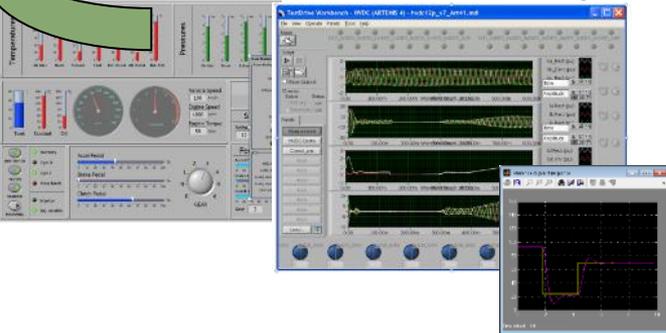
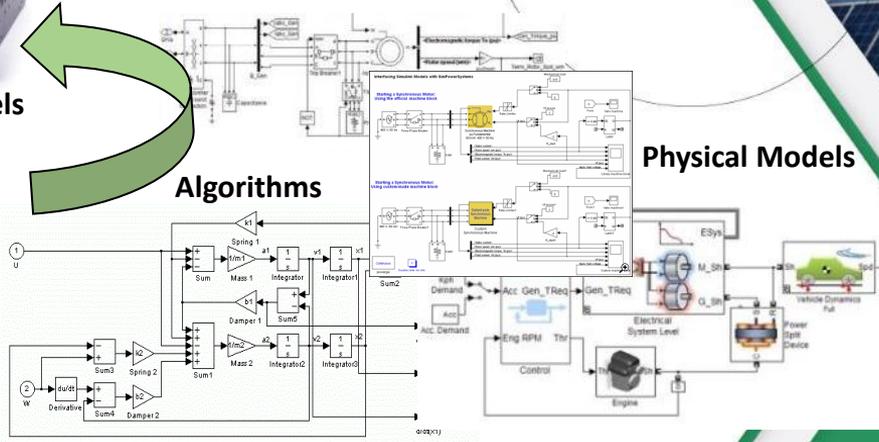
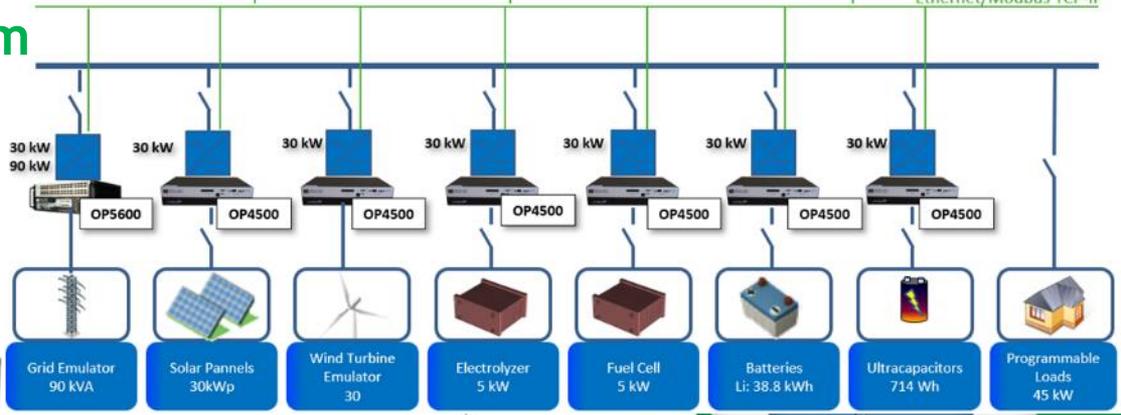
CNH2 - Piloto: Control System

El sistema de control se realiza mediante un sistema de supervisión SCADA desarrollado en Labview.



Graphical Interfaces

Power Systems Models



¡Muchas gracias!

www.improvement-sudoe.eu

Javier Tobajas Blanco
Javier.tobajas@cnh2.es

Applications Unit
Madrid, 15 Jun 2022

