



**Comunidad
de Madrid**

Dirección General
de Investigación
e Innovación Tecnológica
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN,
CIENCIA Y UNIVERSIDADES

UNIÓN EUROPEA
Fondos Estructurales
Invertimos en su futuro



PROGRAMAS DE I+D EN TECNOLOGÍAS 2018

ACRONIMO: PROMINT-CM

TITULO PROGRAMA: MICRORREDES INTELIGENTES CM

PRESUPUESTO CONCEDIDO: 870.675,00€

Madrid, 17 y 18 de abril de 2024

PROMINT-CM - ¿Quiénes participamos?

GRUPOS BENEFICIARIOS



Grupo GEISER – Ingeniería
Electrónica Aplicada a Sistemas
de Energías Renovables
Coordinador e IP: Dr. D. Francisco
Javier Rodríguez

gheode

Grupo GHEODE – Heurísticos
Modernos de Optimización y
Diseño de Redes de
Comunicaciones
IP: Dra. Dña. Silvia Jiménez
Fernández

uc3m

Grupo GCP – Control de Sistemas
de Potencia
IP: Dr. D. Santiago Arnaltes Gómez



Grupo GEA-ITT – Electrónica y
Automática
IP: Dr. D. Aurelio García Cerrada



Grupo IMDEA-USE – Unidad de
Sistemas Eléctricos
IP: Dr. D. Milan Prodanovic

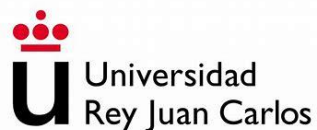
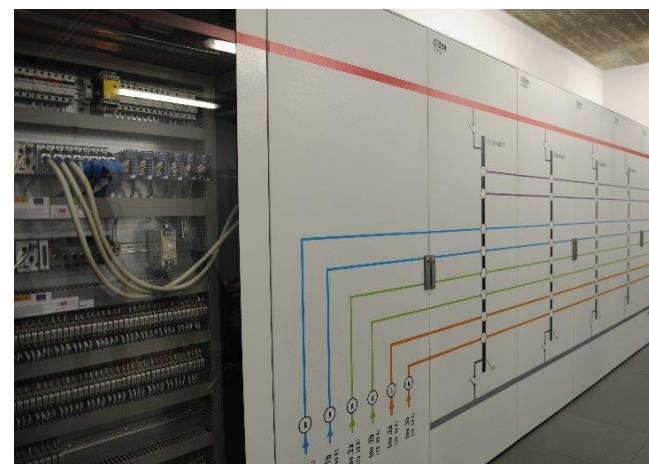


PROMINT-CM - ¿Quiénes participamos?

LABORATORIOS



SEIL-IMDEA – Smart Energy
Integration Lab. IMDEA Energía
Responsable: Dra. Marta Arroyo



LABTEL – Laboratorio de Diseño de
Circuitos Digitales y Tecnología
Electrónica
Responsable. Dr. Joaquín Vaquero
López



PROMINT-CM - ¿Quiénes participamos?

EMPRESAS ASOCIADAS



ADIF



Indra



B5TEC



Naturgy



Iberdrola



Orbis



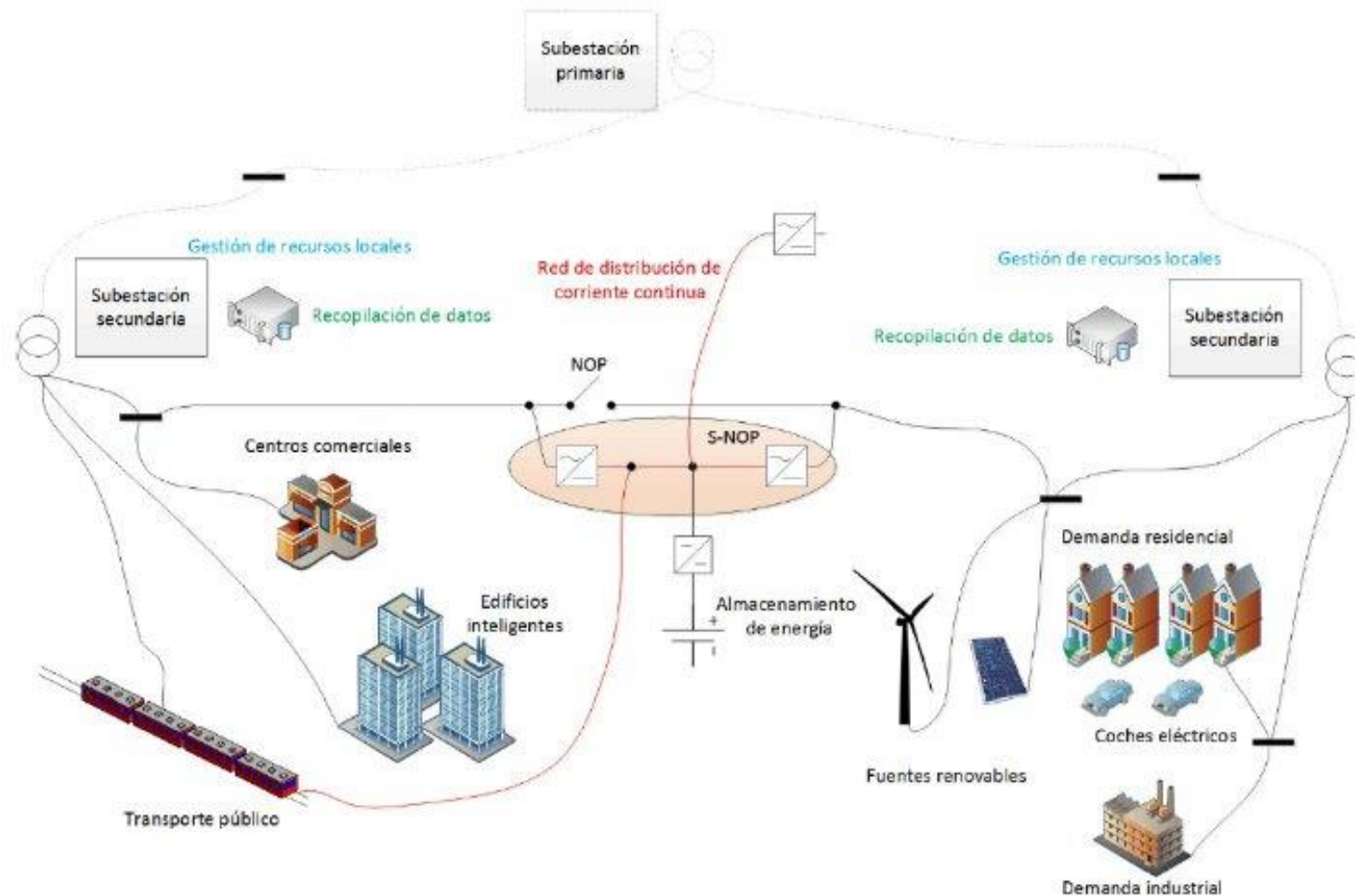
IDResolutos



Renfe



PROMINT - ¿Qué objetivos planteamos?





PROMINT - ¿Qué objetivos planteamos?

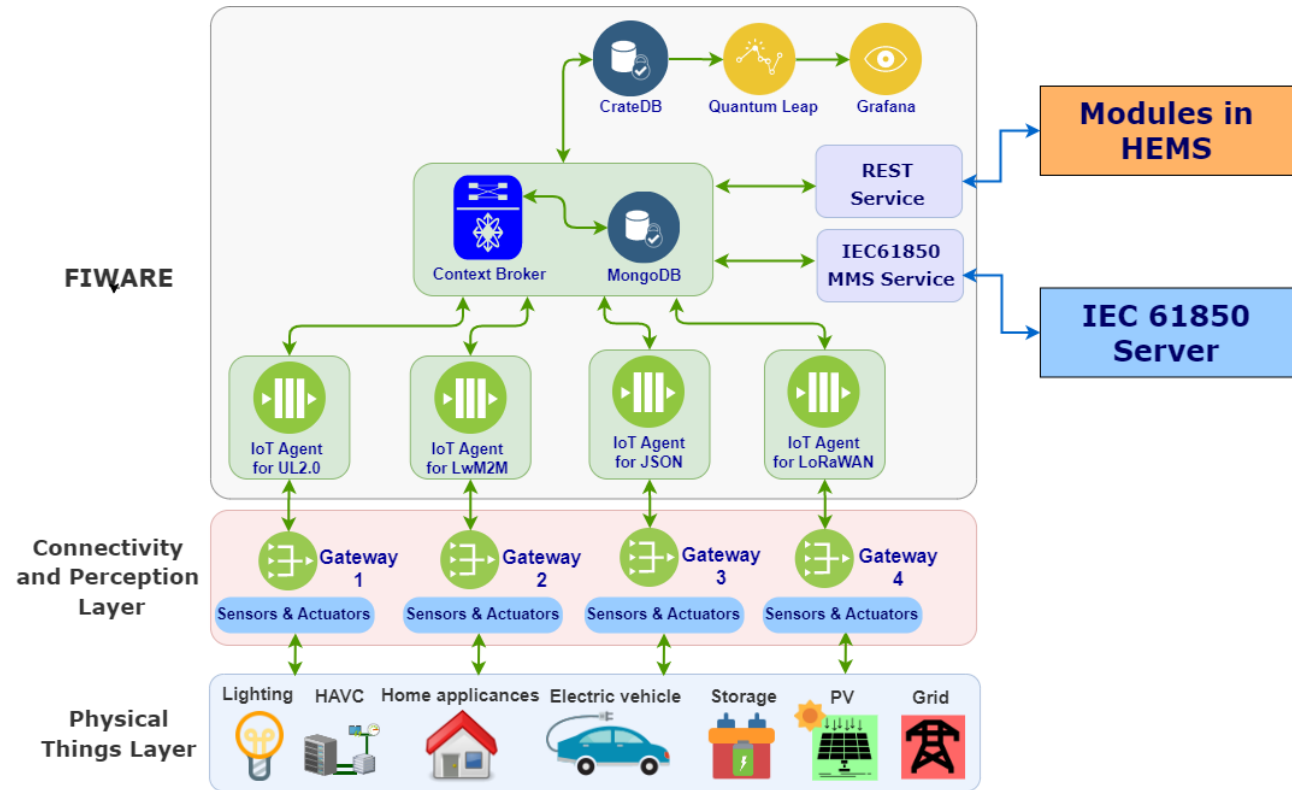
- **Objetivo 1:** Diseño, simulación y evaluación de la capa de comunicaciones para sistemas energéticos distribuidos operando en microrredes
- **Objetivo 2:** Modelado, control y gestión de energía en redes inteligentes híbridas CC/CA
- **Objetivo 3:** Recuperación energética en redes de transporte ferroviario y su integración en microrredes urbanas
- **Objetivo 4:** Diseño e implementación de un sistema de gestión de energía para sistemas híbridos de generación renovable y almacenamiento en baterías
- **Objetivo 5:** Aprendizaje máquina aplicado a microrredes, vehículo eléctrico y gestión energética
- **Objetivo 6:** Difusión y explotación de resultados



PROMINT - ¿Qué resultados hemos obtenido?

• Objetivo 1:

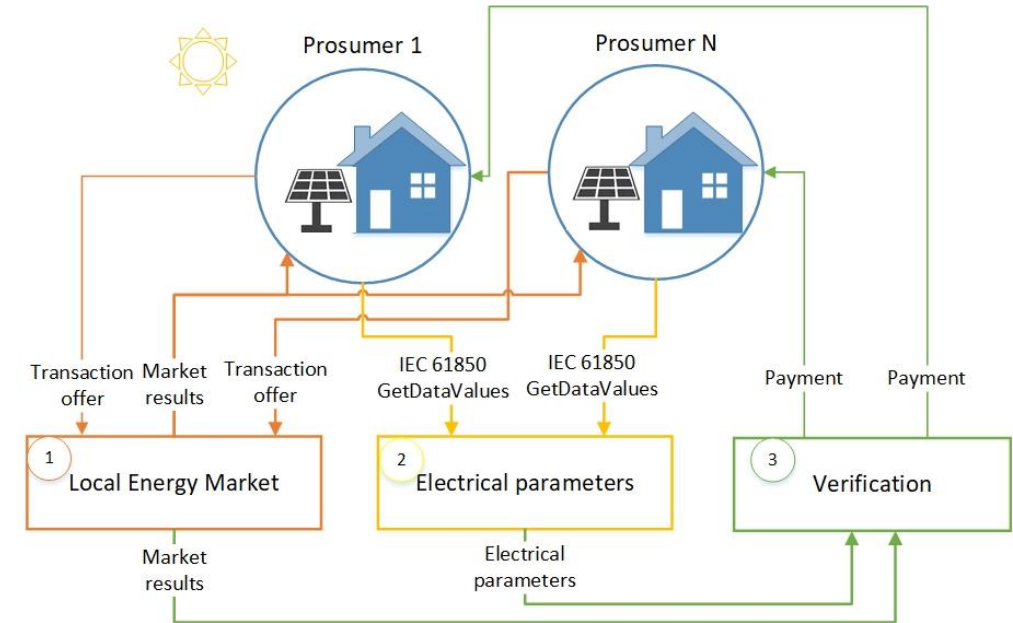
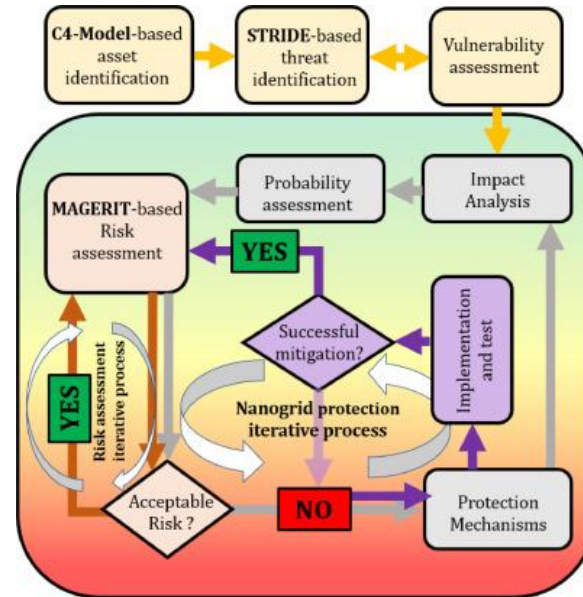
- Propuesta de arquitectura de comunicaciones para microrredes y su validación en diversos entornos. Colaboración con la U. de Aalborg.
- Integración del estándar IEC61850 y blockchain en la gestión de intercambios energéticos en microrredes.



PROMINT - ¿Qué resultados hemos obtenido?

• Objetivo 1:

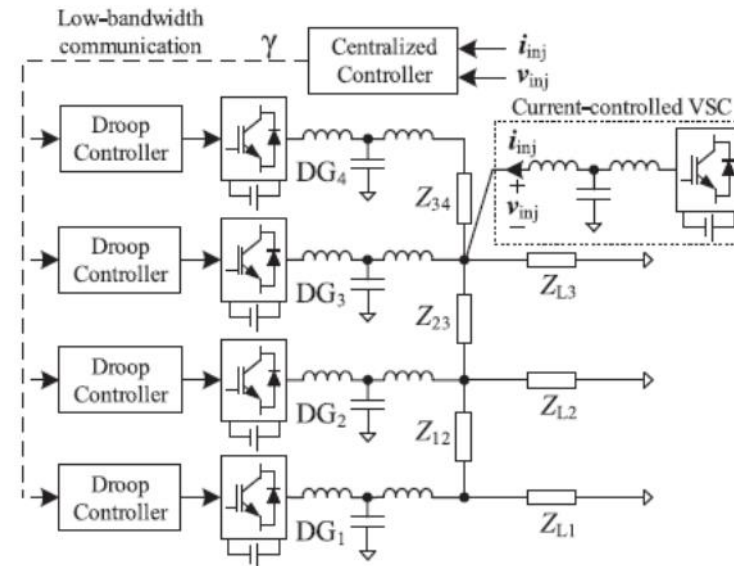
- Arquitectura y prueba de un mercado local de energía
- Propuesta y validación de metodología para evaluar la ciberseguridad en microrredes.



PROMINT - ¿Qué resultados hemos obtenido?

• Objetivo 2:

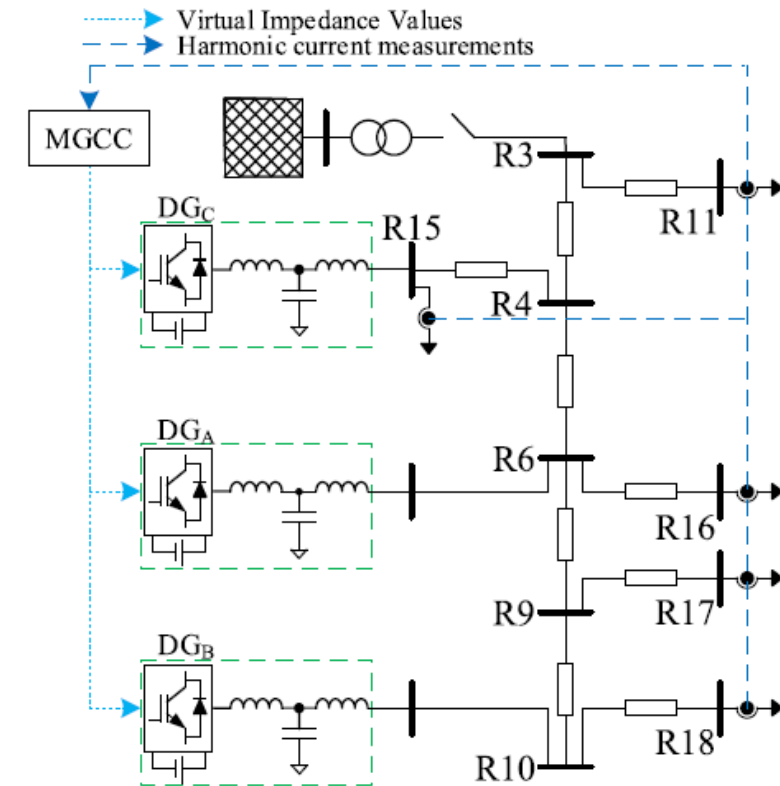
- Estabilidad de microrredes de CC, CA y híbridas
- Integración de renovables y de almacenamiento en redes urbanas
- Redes urbanas con la flexibilidad y los servicios auxiliares



PROMINT - ¿Qué resultados hemos obtenido?

• Objetivo 2:

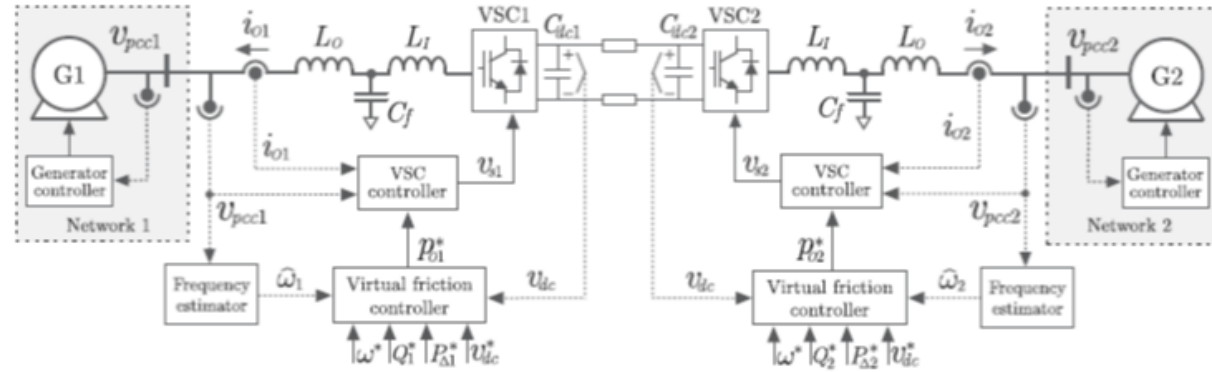
- Método sistemático para el análisis de la relevancia de las variables involucradas en el modelo dinámico de microrredes eléctricas. Permite abordar reducción de modelos con más justificación.
- Método para el control por agentes de una microrred alimentada por convertidores electrónicos “formadores de red” y “seguidores de red”.
- Método para el análisis de la estabilidad de pequeña perturbación de microrredes eléctricas desequilibradas a través del análisis modal de un modelo lineal simplificado. En colaboración con el IQS de Barcelona (Universidad Ramón Llull). Aunque la estabilidad de redes desequilibradas es un tema importante, en la opinión de los expertos, no se había abordado de forma sistemática en la literatura.
- Aplicación, por primera vez, del “método de la impedancia” para el análisis de la estabilidad de convertidores electrónicos conectados a micro-redes desequilibradas. Este método de análisis es, tal vez, el más popular en redes equilibradas.



PROMINT - ¿Qué resultados hemos obtenido?

• Objetivo 3:

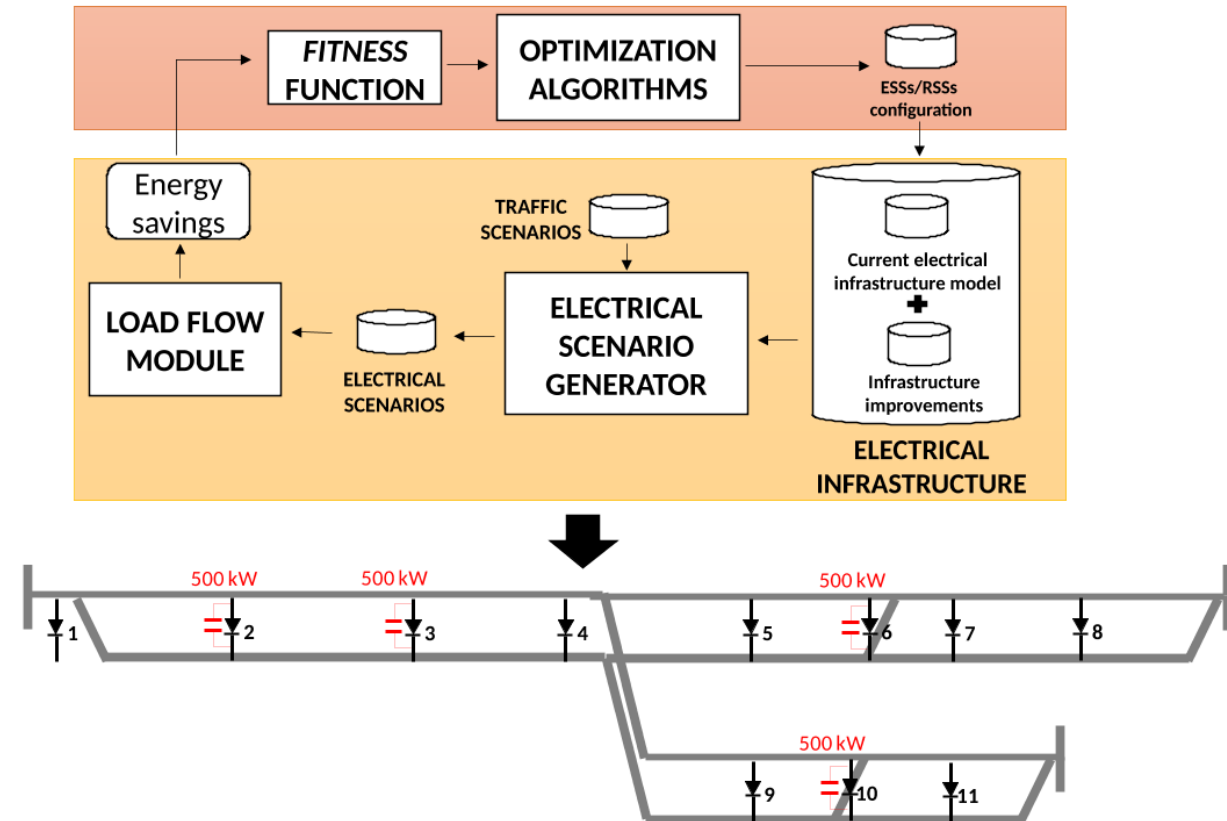
- Modelado de enlaces de redes híbridas de media tensión
- Servicios de inercia utilizando enlaces de CC y control de VSC



PROMINT - ¿Qué resultados hemos obtenido?

• Objetivo 3:

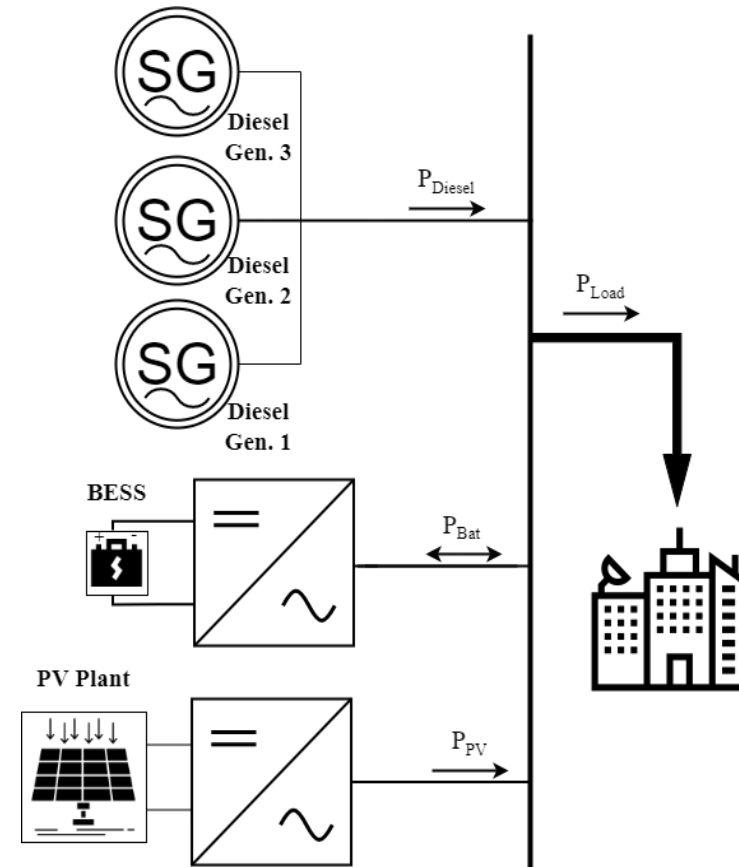
- Optimización inspirada en la naturaleza
- Simulador detallado
- Implementación sistemática de cualquier topología



PROMINT - ¿Qué resultados hemos obtenido?

• Objetivo 4:

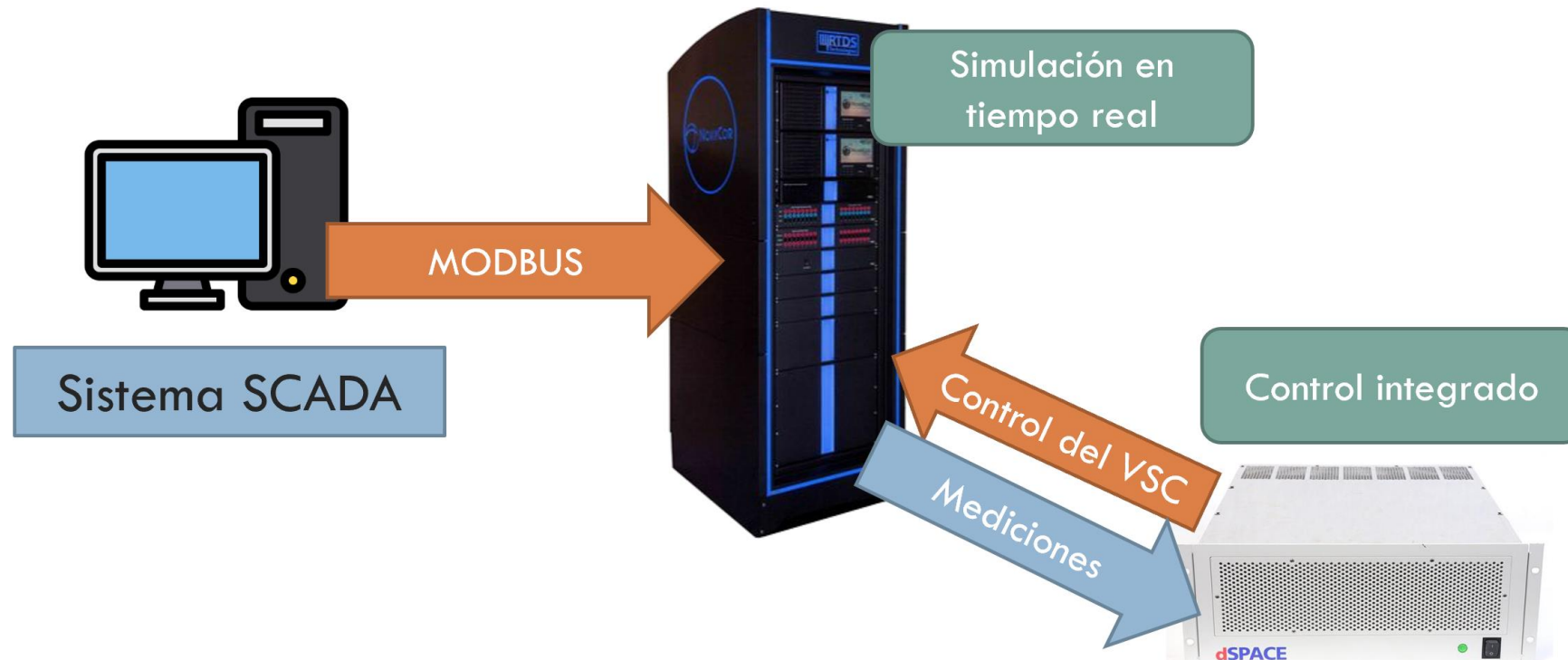
- Algoritmo de despacho óptimo de unidades de generación
- Control Grid-Forming
 - Permite a la microrred operar en una red sin generación convencional
- Recepción de las consignas en tiempo real
 - Ajuste de las potencias de salida a la reconexión de la generación síncrona



PROMINT - ¿Qué resultados hemos obtenido?

• Objetivo 4:

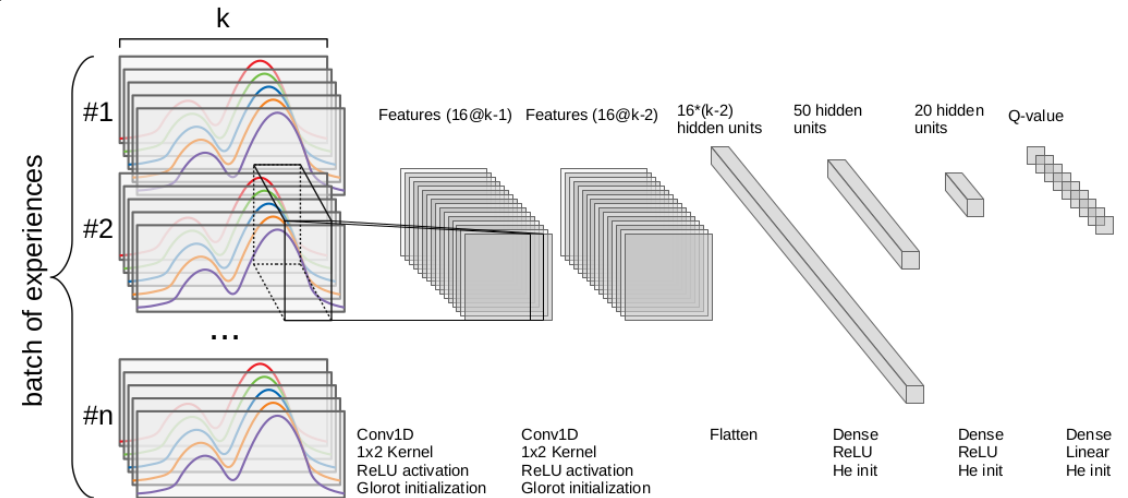
- Implementación en tiempo real



PROMINT - ¿Qué resultados hemos obtenido?

• Objetivo 5:

- Desarrollo de técnicas de aprendizaje profundo con refuerzo.
 - Optimiza el funcionamiento del EMS de la microrred con generación diésel, almacenamiento en batería e hidrógeno
 - Minimizar energía perdida
 - Se estima la calidad de la solución





PROMINT - ¿Qué resultados hemos obtenido?

• **Objetivo 5:**

- Algoritmos de predicción para recurso renovable
 - Predicción a corto y largo plazo del nivel de agua en una reserva hidroeléctrica
- Algoritmos de optimización para diseño y planificación de Microrredes
 - Localización y dimensionamiento óptimos de ESSs en líneas de ferrocarril
- Algoritmos de aprendizaje máquina para problemas relacionados con la incorporación de vehículos eléctricos en microrredes.
 - Programación de cargas y descargas de VE. Inclusión de medidas de ahorro de CO2 en la optimización.



PROMINT - ¿Qué resultados hemos obtenido?

• Laboratorio Labtel

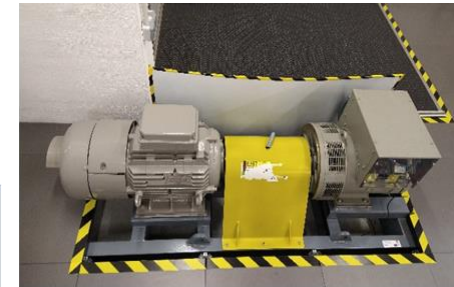
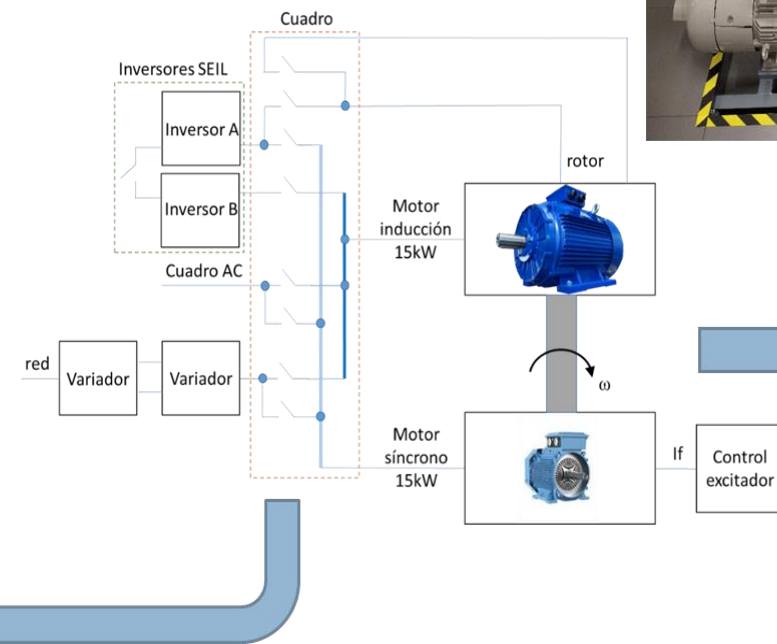
- Apoyo en la simulación de circuitos de potencia
- Diseño de circuitos con software EDA : Eagle, DesignSpark PCB, CircuitMaker-Altium, , Kicad, Orcad.
- Pruebas de convertidores
- Prototipado rápido de sistemas electrónicos completos



PROMINT - ¿Qué resultados hemos obtenido?

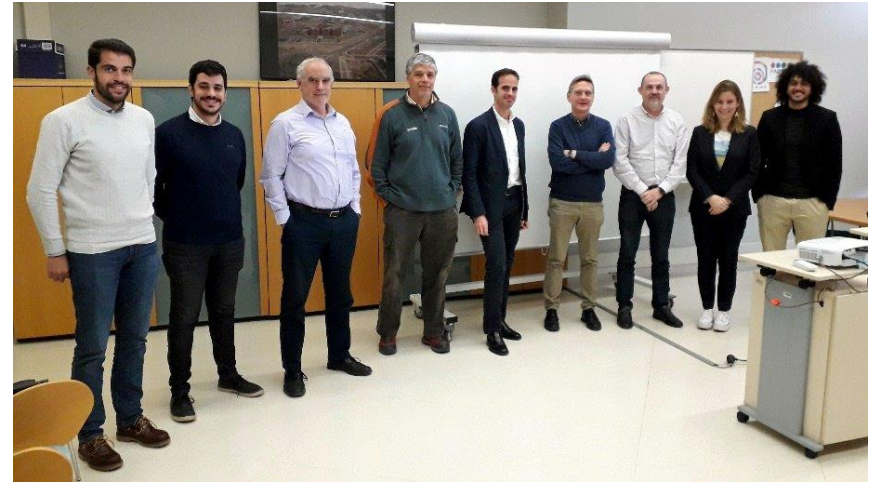
• Laboratorio SEIL

- Se usó para diferentes pruebas en colaboración con GEA-IIT y GEISER
- Se usó para las demostraciones y las actividades de formación del proyecto
- Se adquirieron e instalaron tres subsistemas:
 - Sistema mecánico de dos motores acoplados en el mismo eje
 - Variador de frecuencia bidireccional controlando uno de los motores
 - Cuadro eléctrico para la conexión, monitorización y control



PROMINT - ¿Qué resultados hemos obtenido?

- Difusión entornos especializados
 - Publicaciones en revistas especializadas: **55**
 - Asistencia a congresos internacionales: **28**
 - Organización de workshops: **3**
- Difusión para público en general
 - Página web: <http://geiser.depeca.uah.es/promint>
 - Jornadas de divulgación de la ciencia
 - Redes sociales: LinkedIn, Twitter
- Difusión académica
 - Trabajos fin de carrera y fin de máster: **15**
 - Tesis doctorales: **11**
- Estancias de investigación: **7**





ACRÓNIMO – ¿Cómo hemos continuado?

- Solicitud y obtención de proyectos conjuntos del plan nacional:
 - GEA-ITT con GEISER
 - IMDEA Energía con GHEODE
 - GEA-ITT con IMDEA Energía
- Solicitud y obtención de proyectos conjuntos colaboración público-privada
- Colaboraciones con empresas:
 - ADIF
 - RENFE
 - IBERDROLA
- Participación en programas de doctorado:
 - GEISER con IMDEA Energía.
 - GHEODE con GEA-ITT.
 - GEA-ITT con IMDEA Energía
- Proyectos individuales (nacionales y europeos):
 - Todos los grupos.

