

Instituto IMDEA Energía

Grupo IMDEA-USE

Resultados Finales

Web: geiser.depeca.uah.es/promint

Participación en el proyecto

- **Objetivo 2: Modelado, control y gestión de energía en redes inteligentes híbridas CC/CA**
 - H2.1. Modelado de sistemas de gestión de energía multivector y su aplicación a casos existentes de redes inteligentes
 - H2.2. Introducir y habilitar la flexibilidad en la operación de redes urbanas
- **Objetivo 3: Recuperación energética en redes de transporte ferroviario y su integración en micro-redes**
 - H3.1. Mejora de la eficiencia energética en redes de transporte ferroviario electrificados en CC
 - H3.2. Desarrollo de micro-redes eléctricas dentro del entorno ferroviario
 - H3.3. Gestión inteligente del sistema energético
- **Objetivo 5: Aprendizaje máquina aplicado a microrredes, vehículo eléctrico y gestión energética**
 - H5.1. Algoritmos de predicción para recurso renovable en microrredes
 - H5.3. Algoritmos de aprendizaje máquina para problemas relacionados con la incorporación de vehículos

PROMINT-CM

PROgrama Microrredes INTeligentes Comunidad de Madrid

UNIÓN EUROPEA
Fondos Estructurales
Invertimos en tu futuro



UNIÓN EUROPEA
Fondo Social Europeo
El FSE invierte en tu futuro




**Comunidad
de Madrid**

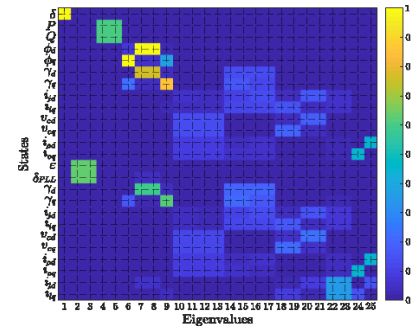
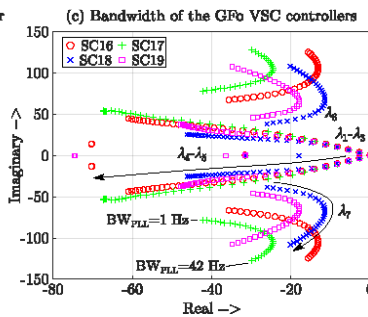
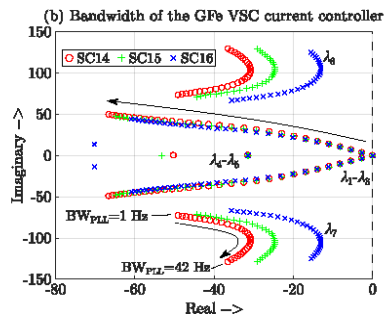
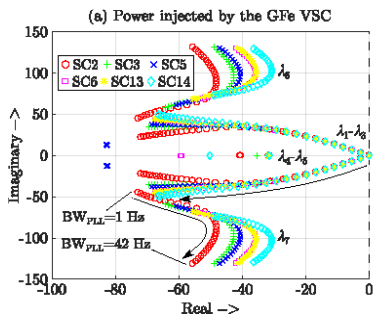
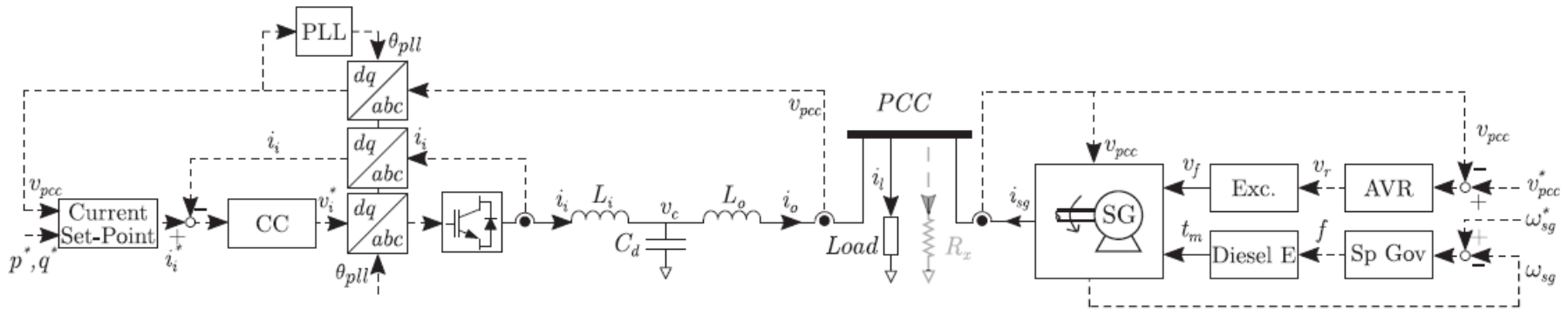
Objetivo 2: Modelado, control y gestión de energía en redes inteligentes híbridas CC/CA

- **Estabilidad de microrredes de CC, CA y híbridas**
 - Modelado de pequeña señal de inversores (en distintos modos de control), generadores diésel, carga activa, impedancias etc.
 - Evaluar el impacto de retardos en microrredes
 - Análisis de estabilidad usando bifurcación
 - Desarrollo de los controladores del nivel primario y secundario
 - Estabilidad transitoria en redes dominadas con convertidores de electrónica de potencia
 - Gestión de la calidad de potencia
- **Integración de renovables y de almacenamiento en redes urbanas**
 - Control predictivo para convertidores conectados a la red
 - VSM como interface para baterías, servicios de inercia virtual
 - Control VSM de convertidores en paralelo
- **Redes urbanas con la flexibilidad y los servicios auxiliares**
 - Servicios auxiliares para mejorar la integración masiva de fuentes renovables
 - Apoyo al control de perfiles de tensión



Objetivo 2: Modelado, control y gestión de energía en redes inteligentes híbridas CC/CA

- Estudios de estabilidad de microrredes (en colaboración con ICAI)
- **Objetivo:** asegurar la estabilidad



Diana Patricia Morán-Río, Javier Roldán-Pérez, Milan Prodanovic and Aurelio García-Cerrada, "Influence of the Phase-Locked Loop on the Design of Microgrids Formed by Diesel Generators and Grid-Forming Converters", IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 37, NO. 5, MAY 2022

PROMINT-CM

PROgrama Microrredes INTeligentes Comunidad de Madrid

UNIÓN EUROPEA
Fondos Estructurales
Invertimos en tu futuro



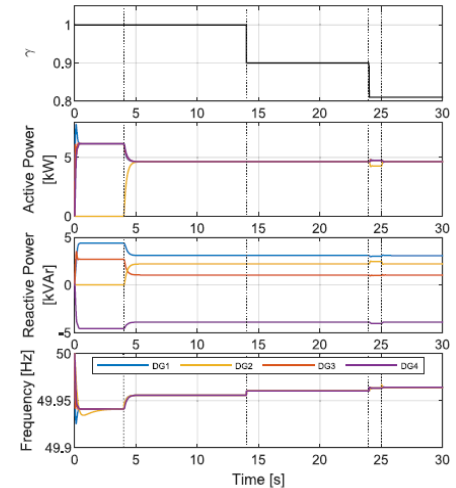
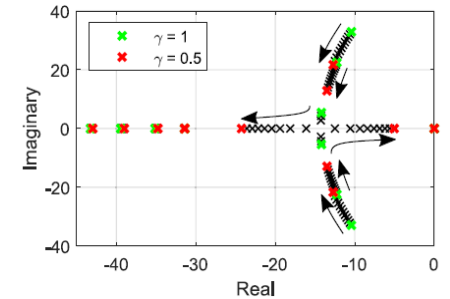
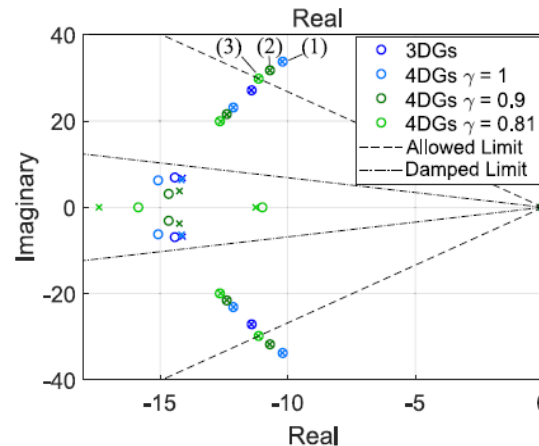
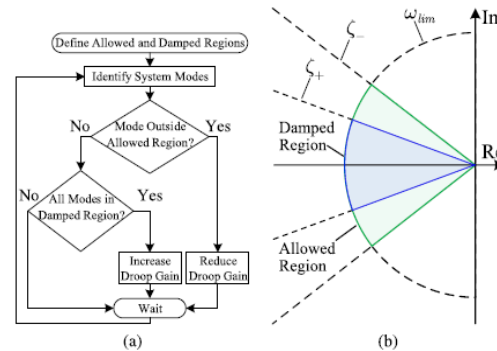
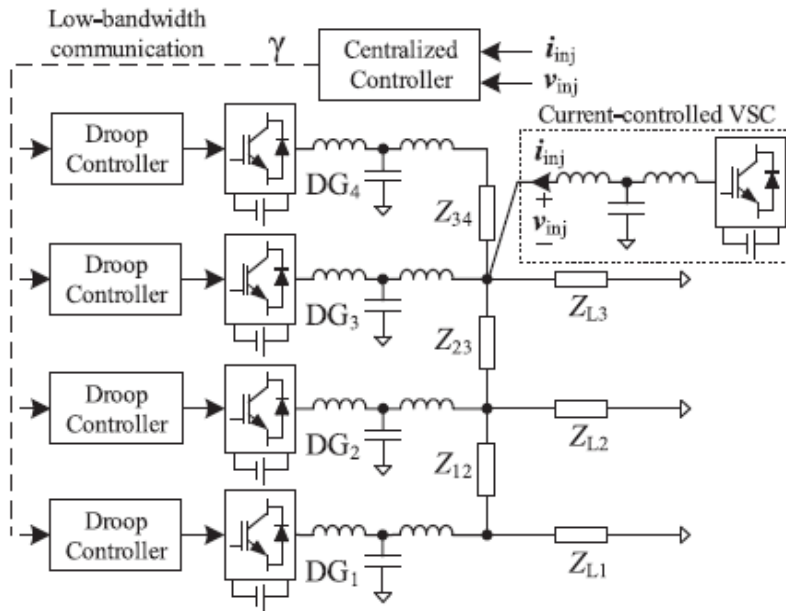
UNIÓN EUROPEA
Fondo Social Europeo
El FSE invierte en tu futuro



Comunidad
de Madrid

Objetivo 2: Modelado, control y gestión de energía en redes inteligentes híbridas CC/CA

- Estudios de estabilidad de microrredes (en colaboración con NTNU)
- **Objetivo:** asegurar la estabilidad



Fredrik Göthner, Raymundo E. Torres-Olguin, Javier Roldán-Pérez, Atle Rygg, and Ole-Morten Midtgård, "Apparent Impedance-Based Adaptive Controller for Improved Stability of a Droop-Controlled Microgrid", IEEE Transactions on Power Electronics, 2021

PROMINT-CM

PROgrama Microrredes INTeligentes Comunidad de Madrid

UNIÓN EUROPEA
Fondos Estructurales
Invertimos en tu futuro



UNIÓN EUROPEA
Fondo Social Europeo
El FSE invierte en tu futuro



Comunidad
de Madrid

Objetivo 2: Modelado, control y gestión de energía en redes inteligentes híbridas CC/CA

- Estudios de estabilidad de microrredes (en colaboración con ICAI)
- **Objetivo:** impacto de retardos en microrredes

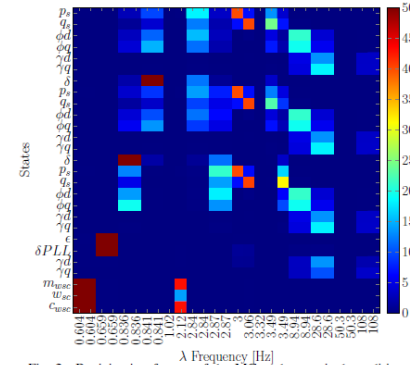
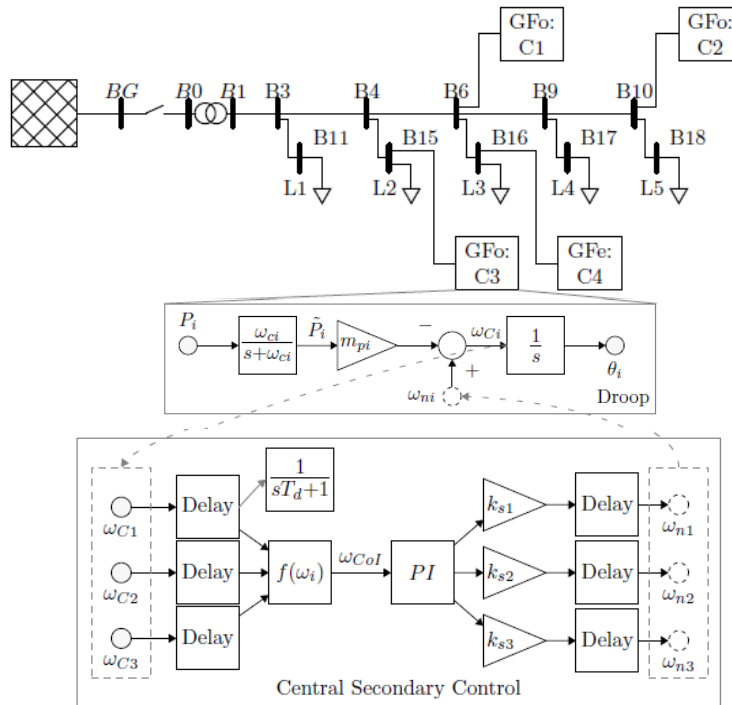


Fig. 2. Participation factors of the MG under nominal conditions.

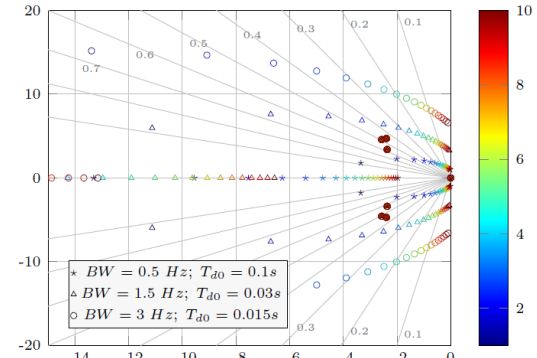
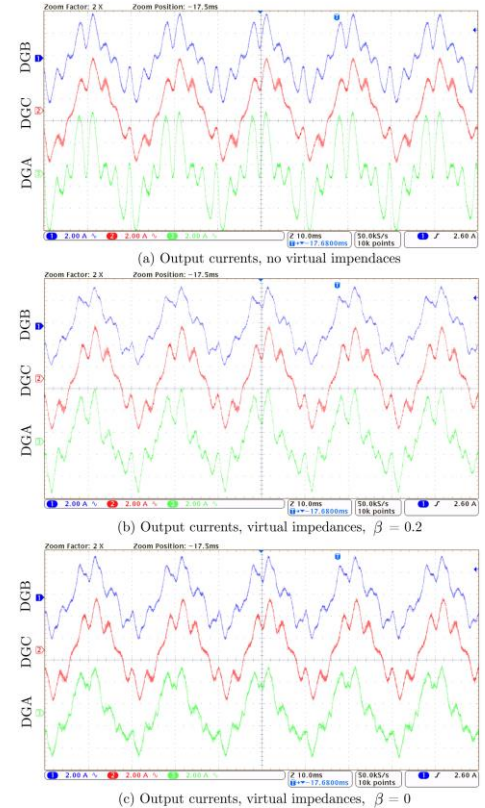
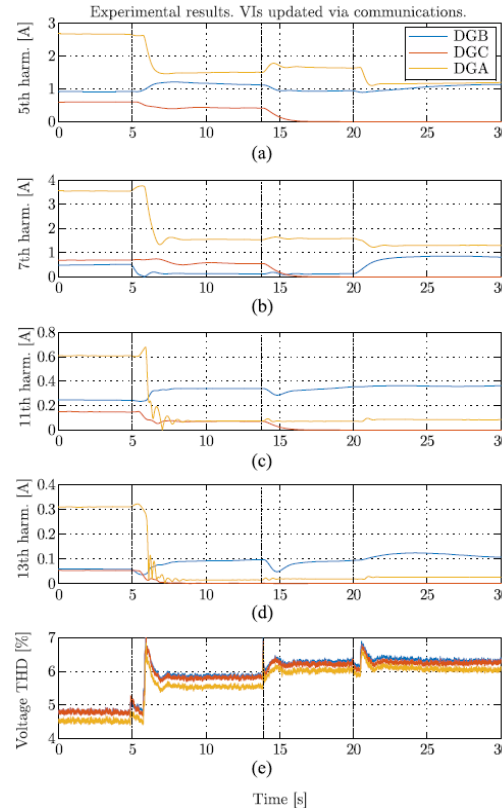
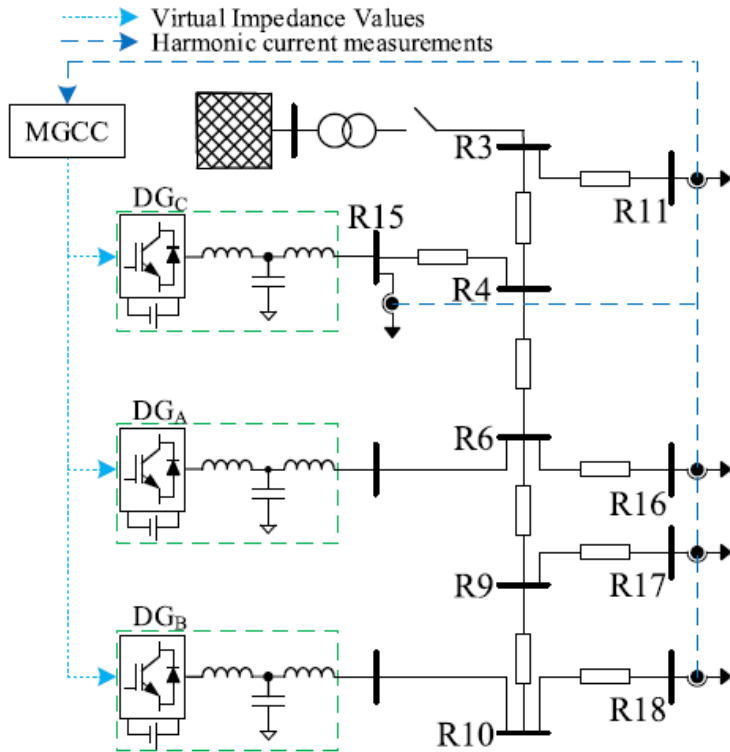


Fig. 6. Eigenvalue loci when T_d increases from (blue) $T_d = T_{d0}$ to (red) $T_d = 10T_{d0}$, or different designs of the secondary controller.

Diana Patricia Morán-Río, Javier Roldán-Pérez, Milan Prodanovic and Aurelio García-Cerrada, "Small-Signal Analysis of a Microgrid with Secondary Control Including the Dynamics of Primary Control and Communication Delays", IEEE PES ISGT Europe, 2022

Objetivo 2: Modelado, control y gestión de energía en redes inteligentes híbridas CC/CA

- **Objetivo:** Impedancia virtual para diseño óptimo de calidad de potencia en microrredes (en colaboración con NTNU)



Fredrik Göthner, Javier Roldán-Pérez, Raymundo E. Torres-Olguin and Ole-Morten Midtgård, "Harmonic Virtual Impedance Design for Optimal Management of Power Quality in Microgrids", IEEE Transactions on Power Electronics, 2021

PROMINT-CM

PROgrama Microrredes INTeligentes Comunidad de Madrid

UNIÓN EUROPEA
Fondos Estructurales
Invertimos en tu futuro



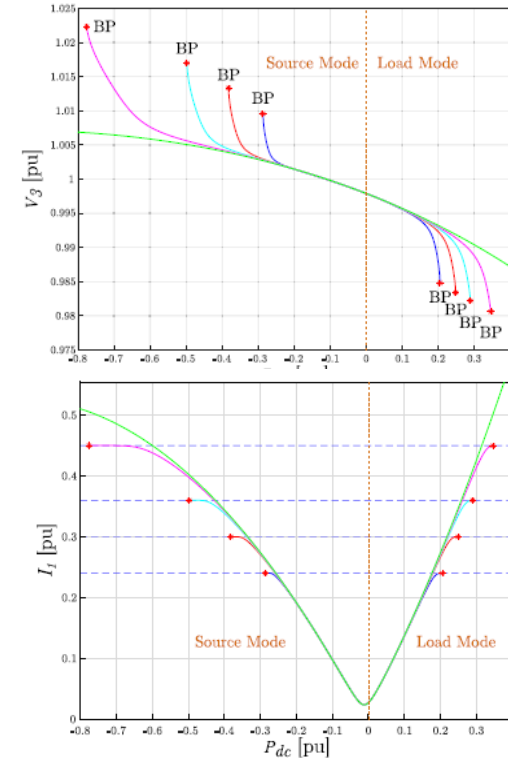
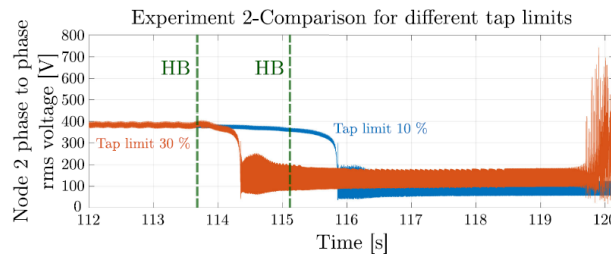
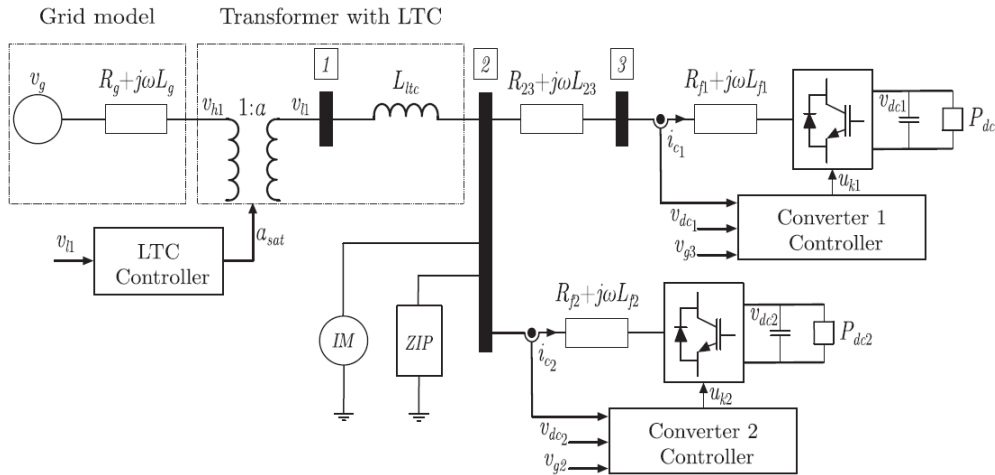
UNIÓN EUROPEA
Fondo Social Europeo
El FSE invierte en tu futuro



Comunidad
de Madrid

Objetivo 2: Modelado, control y gestión de energía en redes inteligentes híbridas CC/CA

- Objetivo: Análisis de bifurcación en redes eléctricas (con SINTEF)



D. Moutevelis, J. Roldán-Pérez, M. Prodanovic and S. S. Acevedo, "Bifurcation Analysis of Active Electrical Distribution Networks Considering Load Tap Changers and Power Converter Capacity Limits", IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, VOL. 37, NO. 6, JUNE 2022

PROMINT-CM

PROgrama Microrredes INTeligentes Comunidad de Madrid

UNIÓN EUROPEA
Fondos Estructurales
Invertimos en tu futuro



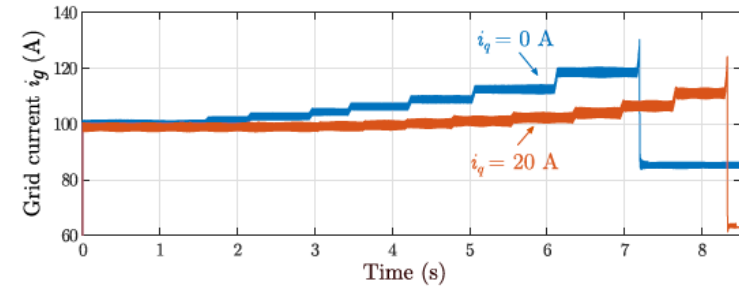
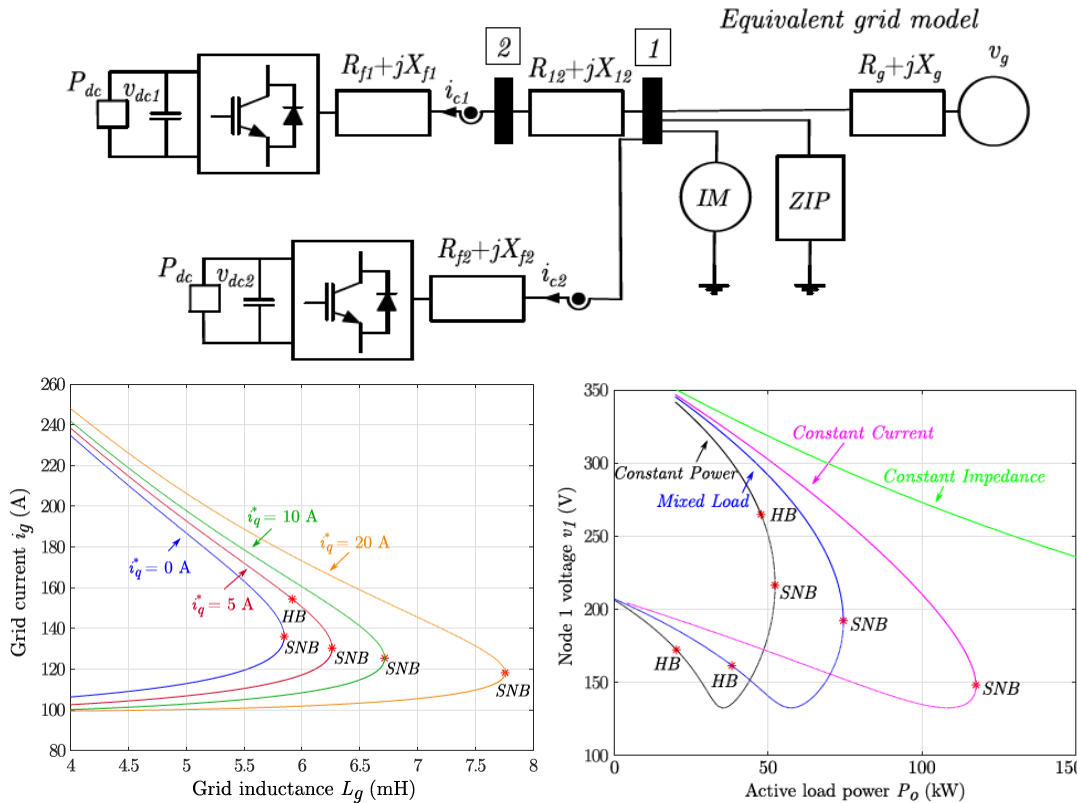
UNIÓN EUROPEA
Fondo Social Europeo
El FSE invierte en tu futuro



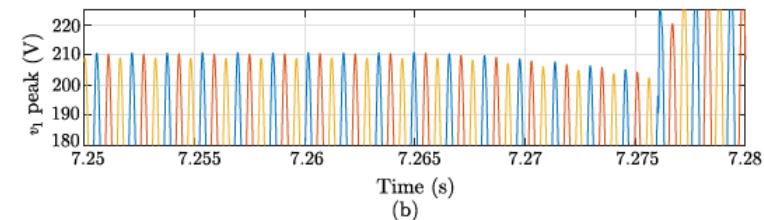
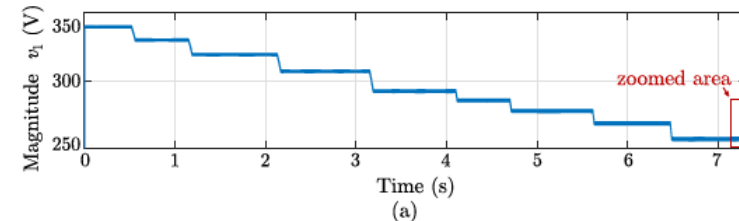
Comunidad
de Madrid

Objetivo 2: Modelado, control y gestión de energía en redes inteligentes híbridas CC/CA

- **Objetivo:** Estabilidad de tensión en redes dominadas con electrónica de potencia



El impacto de cambio de L_g a la estabilidad



El colapso de tensión con la subida de carga activa

D. Moutevelis, J. Roldan-Perez, N. Jankovic and M. Prodanovic, "Recursive Secondary Controller for Voltage Profile Improvement Based on Primary Virtual Admittance Control," in IEEE Transactions on Smart Grid, 2023, doi: 10.1109/TSG.2023.3252803

PROMINT-CM

PROgrama Microrredes INTeligentes Comunidad de Madrid

UNIÓN EUROPEA
Fondos Estructurales
Invertimos en tu futuro



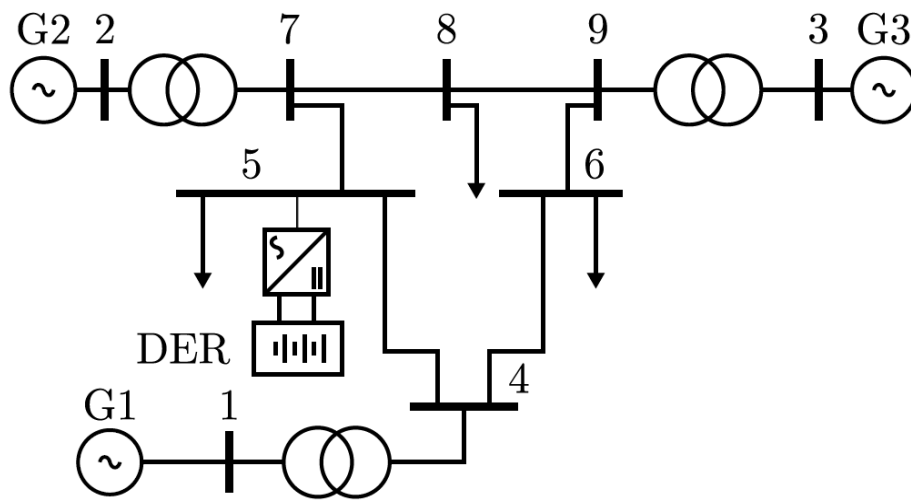
UNIÓN EUROPEA
Fondo Social Europeo
El FSE invierte en tu futuro



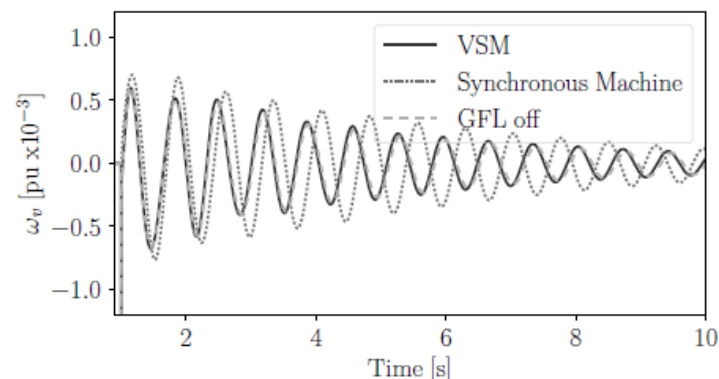
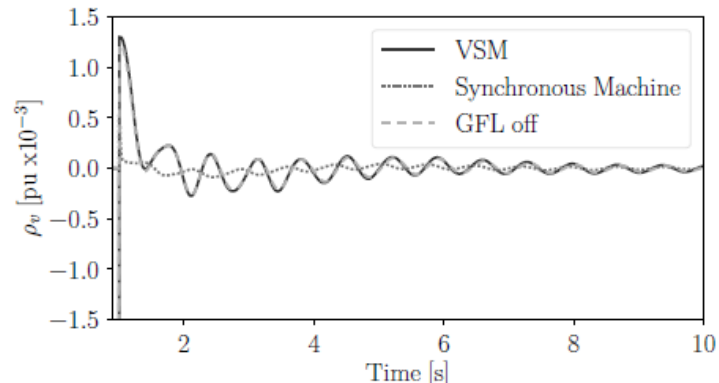
Comunidad
de Madrid

Objetivo 2: Modelado, control y gestión de energía en redes inteligentes híbridas CC/CA

- **Objetivo:** Estudio de la frecuencia compleja para control de convertidores (con UCD)



Comparar las respuestas locales de generadores y de convertidores



Parte real e imaginaria de la frecuencia compleja

D. Moutvelis, J. Roldán-Pérez, M. Prodanovic and F. Milano, "Taxonomy of Power Converter Control Schemes based on the Complex Frequency Concept," in IEEE Transactions on Power Systems, 2023 doi: 10.1109/TPWRS.2023.3268332.

10

PROMINT-CM

PROgrama Microrredes INTeligentes Comunidad de Madrid

UNIÓN EUROPEA
Fondos Estructurales
Invertimos en tu futuro



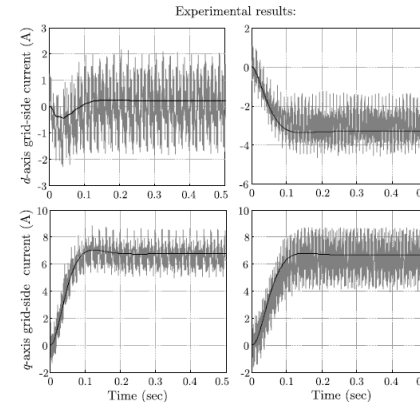
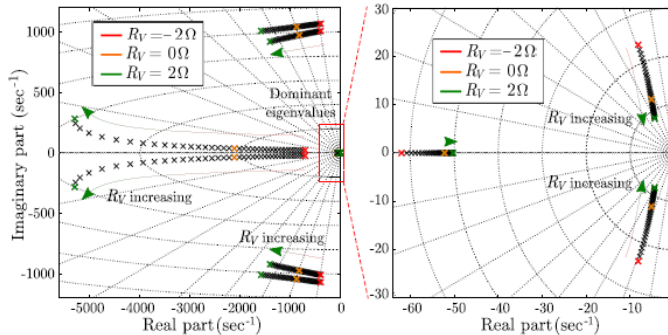
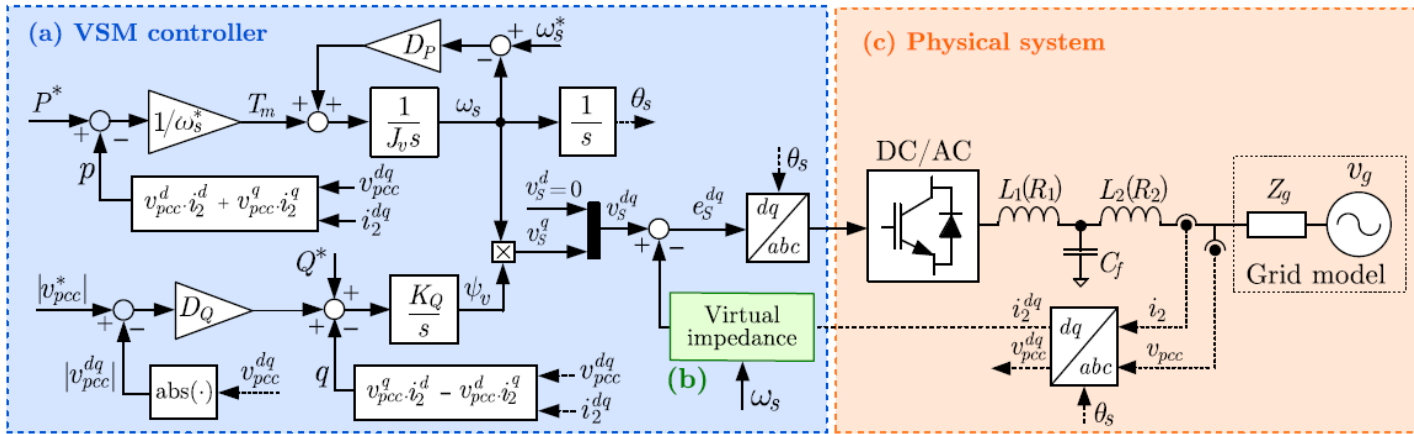
UNIÓN EUROPEA
Fondo Social Europeo
El FSE invierte en tu futuro



Comunidad
de Madrid

Objetivo 2: Modelado, control y gestión de energía en redes inteligentes híbridas CC/CA

● Objetivo: Diseño de VSM para redes débiles



Alberto Rodríguez-Cabero, Javier Roldán-Pérez, Milan Prodanovic, "Virtual Impedance Design Considerations for Virtual Synchronous Machines in Weak Grids", IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, 2020

PROMINT-CM

PROgrama Microrredes INTeligentes Comunidad de Madrid

UNIÓN EUROPEA
Fondos Estructurales
Invertimos en tu futuro



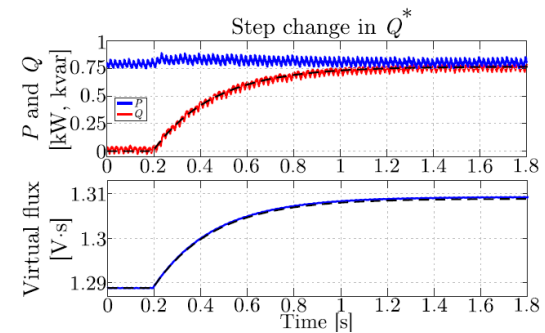
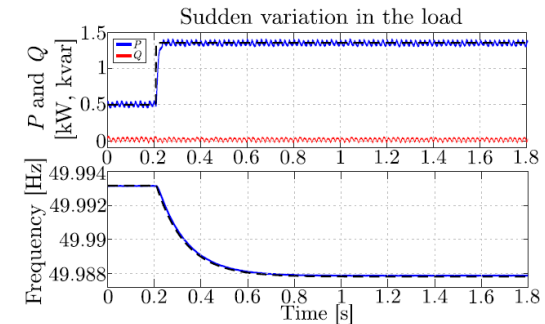
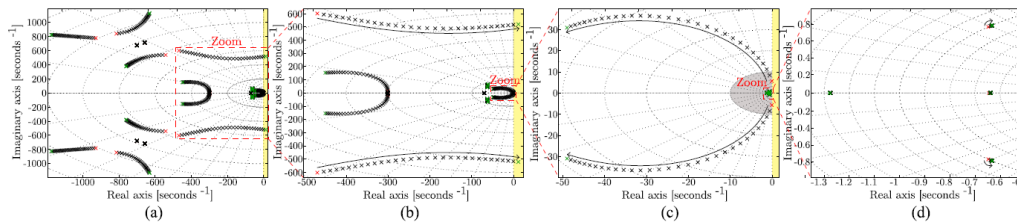
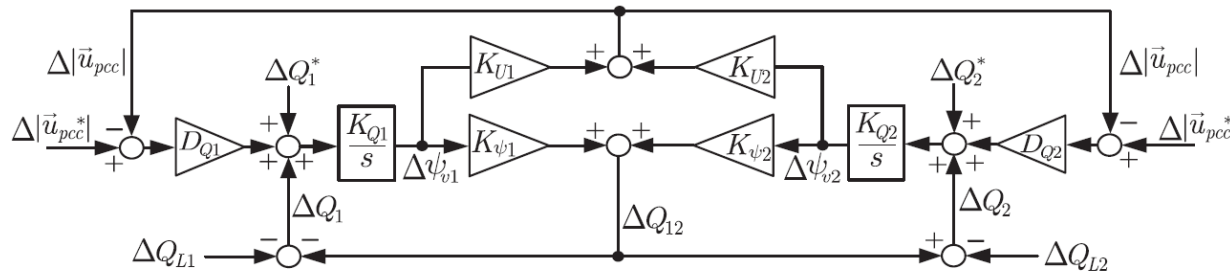
UNIÓN EUROPEA
Fondo Social Europeo
El FSE invierte en tu futuro



Comunidad
de Madrid

Objetivo 2: Modelado, control y gestión de energía en redes inteligentes híbridas CC/CA

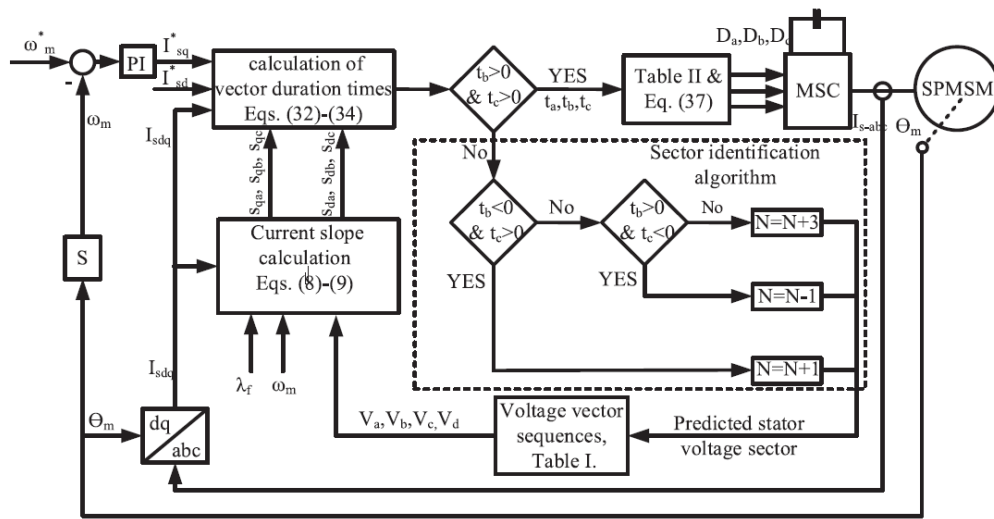
- **Objetivo:** controlar Maquinas Síncronas Virtuales en paralelo (en colaboración con UAH)



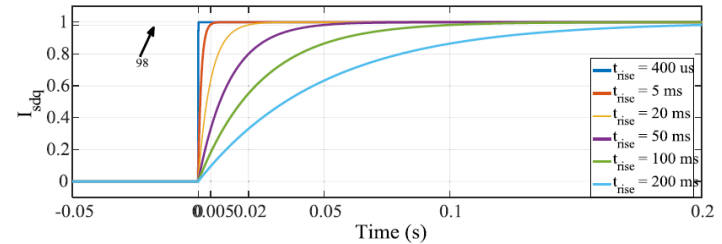
Adrian Gonzalez-Cajigas, Javier Roldan-Perez, and Emilio J. Bueno, "Design and Analysis of Parallel-Connected Grid-Forming Virtual Synchronous Machines for Island and Grid-Connected Applications", *IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS*, VOL. 37, NO. 5, MAY 2022

Objetivo 2: Modelado, control y gestión de energía en redes inteligentes híbridas CC/CA

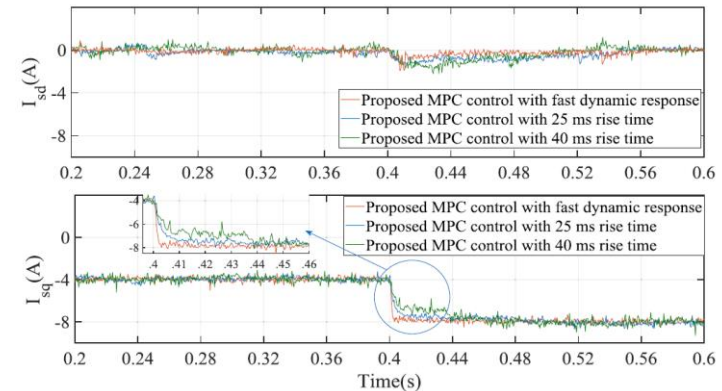
- **Objetivo: Control predictivo (MPC) para integración de renovables (en colaboración con UPM)**



Control MPC propuesto



Respuestas de MPC

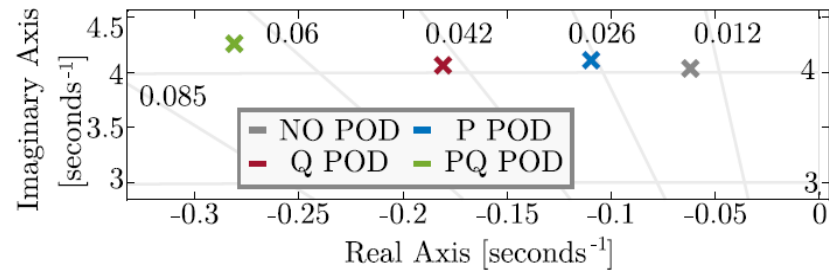
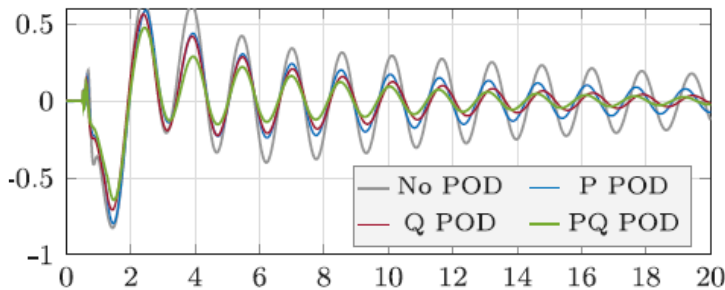
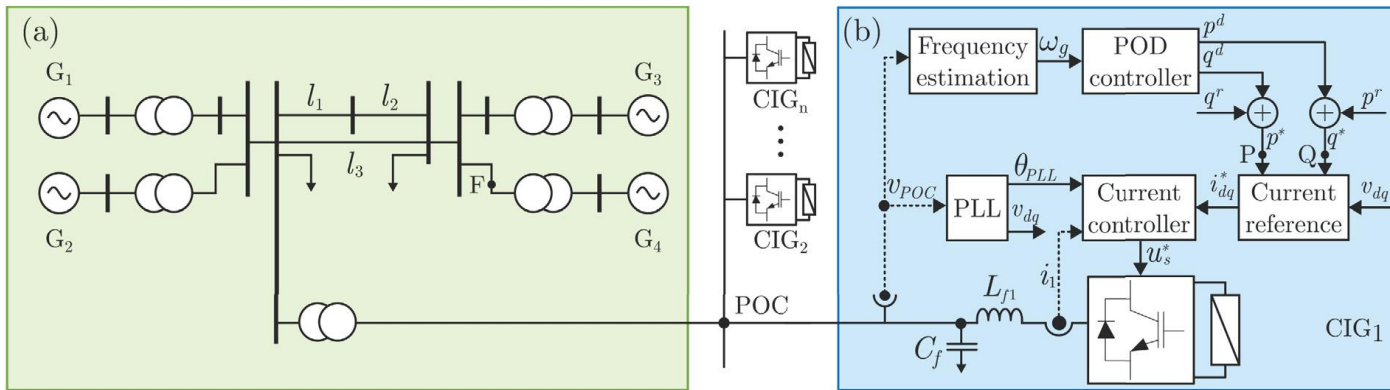


Respuesta transitoria a cambios de referencia

Mohammad Ebrahim Zarei, Dionisio Ramirez, Milan Prodanovic, and Gerardo Medrano Arana, "Model Predictive Control for PMSG-Based Wind Turbines With Overmodulation and Adjustable Dynamic Response Time", IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, VOL. 69, NO. 2, FEBRUARY 2022

Objetivo 2: Modelado, control y gestión de energía en redes inteligentes híbridas CC/CA

- **Objetivo:** Amortiguamiento de oscilaciones de potencia con convertidores de fuentes renovables (con SINTEF y ICAI)



Njegos Jankovic, Javier Roldan-Perez, Milan Prodanovic, Jon Are Suul, Salvatore D'Arco, Luis Rouco Rodriguez, "Power oscillation damping method suitable for network reconfigurations based on converter interfaced generation and combined use of active and reactive powers", *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Volume 149, 2023, 109010, ISSN 0142-0615, <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2023.109010>.

PROMINT-CM

PROgrama Microrredes INTeligentes Comunidad de Madrid

UNIÓN EUROPEA
Fondos Estructurales
Invertimos en tu futuro



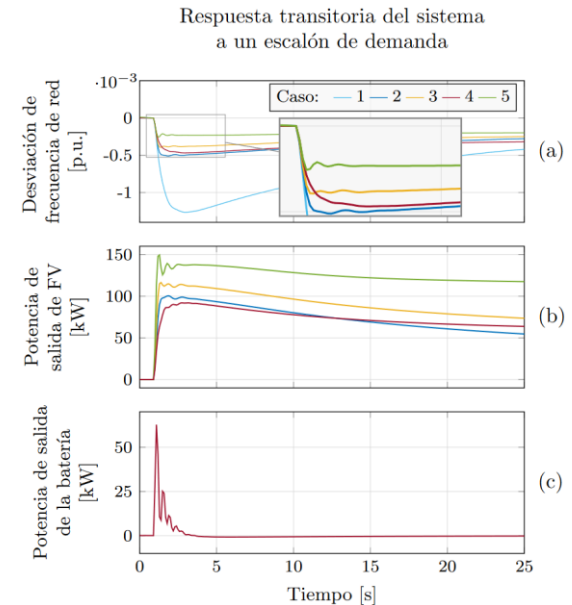
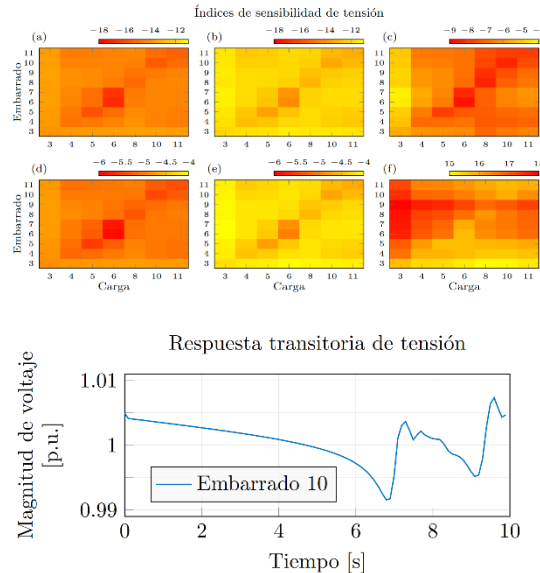
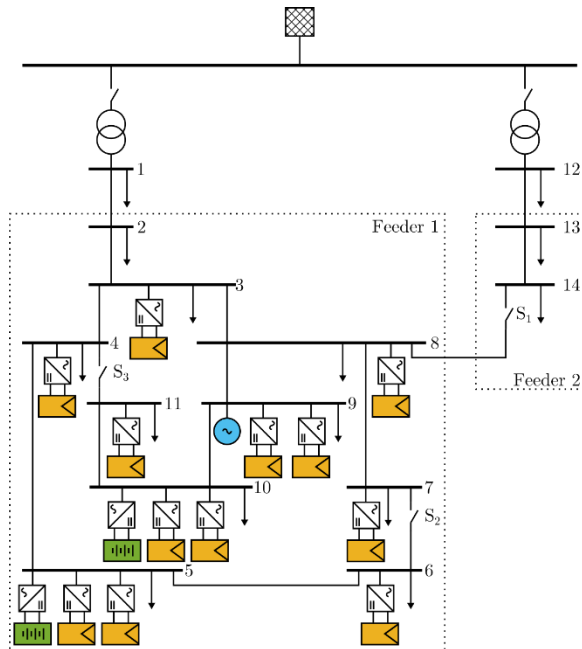
UNIÓN EUROPEA
Fondo Social Europeo
El FSE invierte en tu futuro



Comunidad
de Madrid

Objetivo 2: Modelado, control y gestión de energía en redes inteligentes híbridas CC/CA

- **Objetivo:** Estudiar el impacto de la integración de fuentes renovables en redes eléctricas de distribución
- **Servicios auxiliares para mejorar la integración masiva de fuentes renovables en redes de distribución**



Njegos Jankovic, Javier Roldán-Pérez and Milan Prodanovic, "Ancillary Frequency and Voltage Support Provision by Renewable Energy Sources in a Medium Voltage Distribution Network", IEEE PES ISGT Europe, 2022

15

PROMINT-CM

PROgrama Microrredes INTeligentes Comunidad de Madrid

UNIÓN EUROPEA
Fondos Estructurales
Invertimos en tu futuro



UNIÓN EUROPEA
Fondo Social Europeo
El FSE invierte en tu futuro

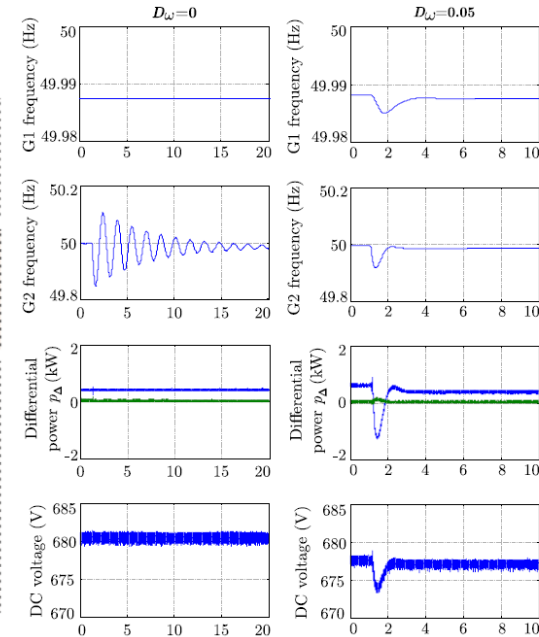
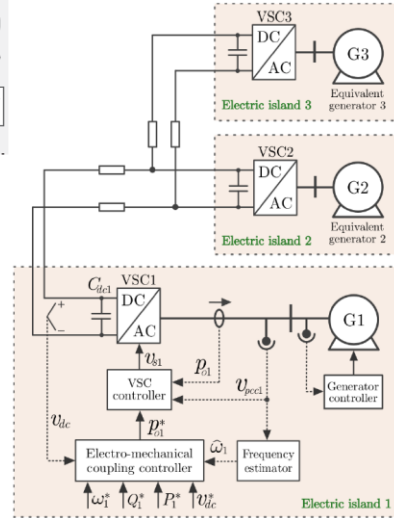
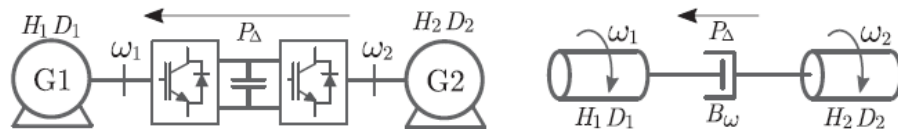
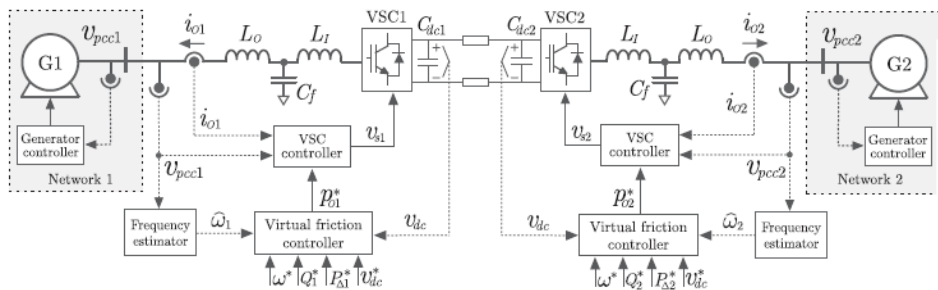


Comunidad
de Madrid

Objetivo 3: Recuperación energética en redes de transporte ferroviario y su integración en micro-redes

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

○ Control de Fricción Virtual

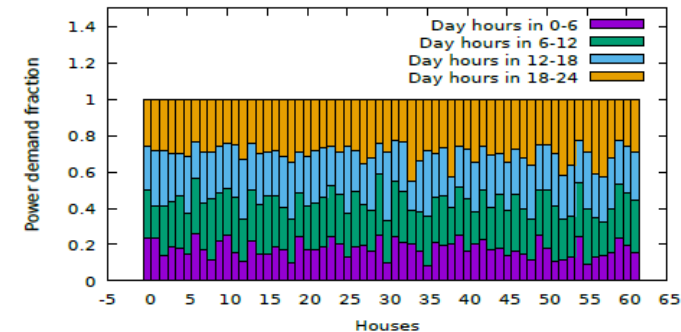
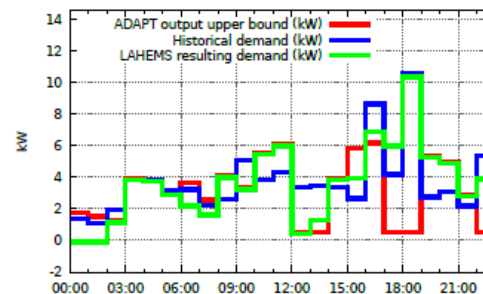
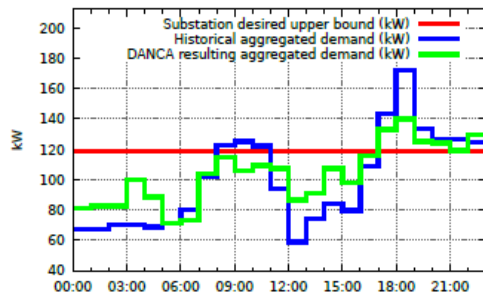
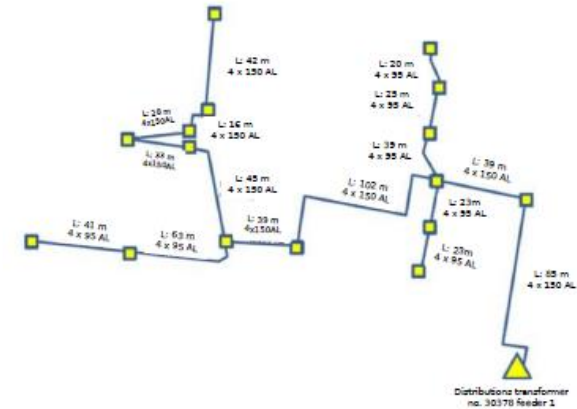
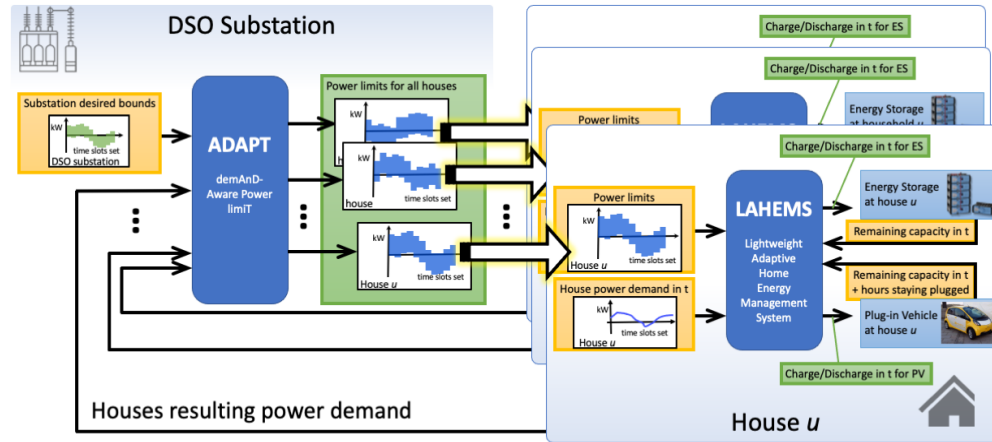


Alberto Rodríguez-Cabero, Javier Roldán-Pérez, Milan Prodanovic, Jon Are Suul and Salvatore D'Arco, "Coupling of AC Grids via VSC-HVDC Interconnections for Oscillation Damping Based on Differential and Common Power Control", IEEE Transactions On Power Electronics, 2020

Alberto Rodríguez-Cabero, Javier Roldán-Pérez, Milan Prodanovic, Jon Are Suul and Salvatore D'Arco, "Virtual Friction for Oscillation Damping and Inertia Sharing from Multi-Terminal VSC-HVDC Grids", ECCE Conference, 2020

Objetivo 3: Recuperación energética en redes de transporte ferroviario y su integración en micro-redes

● Gestión inteligente para subestaciones (en colaboración con La Sapienza)



Igor Melatti, Federico Mari, Toni Mancini, Milan Prodanovic, and Enrico Tronci, "A Two-Layer Near-Optimal Strategy for Substation Constraint Management via Home Batteries", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 2021

Resumen de resultados

- 1 tesis doctoral presentada y otra se presenta este año (ambas en UAH)
- 14 artículos de revista y 17 de congresos internacionales
- 2 estancias de investigadores (University College Dublin y SINTEF Energy)
- 1 investigador senior invitado de Austrian Institute of Technology
- Colaboración científica e intercambio de personal con UAH (GEISER y GHEODE) y ICAI (GEA-IIT)
- Colaboración con las empresas del sector (ADIF, Indra, Naturgy etc.)
- Organización de una jornada de formación
- Organización de una jornada de diseminación
 - Workshop - Redes y microrredes urbanas 29/09/2022

