

GRUPO GEA-IIT INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

Primera anualidad 2019

Web: geiser.depeca.uah.es/promint

Participación Prevista: Objetivos, Hitos y Tareas (I)

- Obj. 1: Sobre los sistemas y arquitecturas de comunicación para sistemas energéticos distribuidos.
 - H1.1: Evaluación de alternativas.
 - H1.2: Propuesta de una arquitectura de comunicaciones.
 - H1.3: Validación de la arquitectura de comunicaciones.
- Obj. 2: Modelado, control y gestión de la energía.
 - H2.1: Modelado de sistemas de gestión de energía multi-vector.
 - H2.2: Flexibilización de la operación de redes urbanas.



Participación Prevista: Objetivos, Hitos y Tareas (II)

- Obj. 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.
- Obj. 4: Sistema de gestión de energía con renovables y baterías.
 - H4.2: Diseño y simulación EMS (BESS)

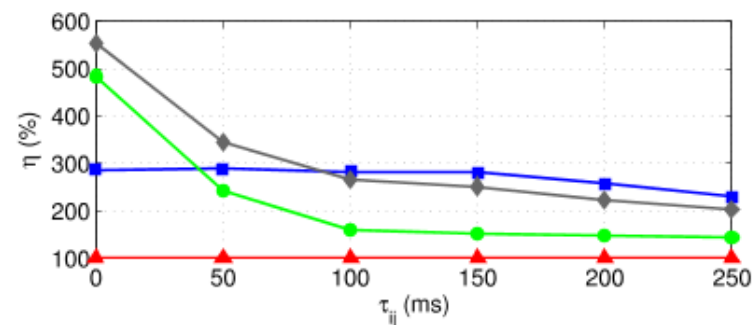
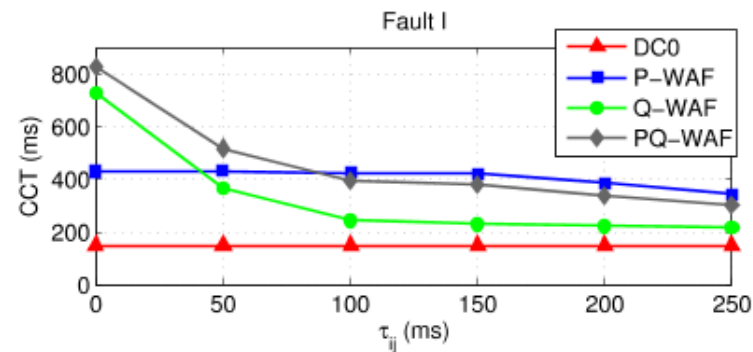
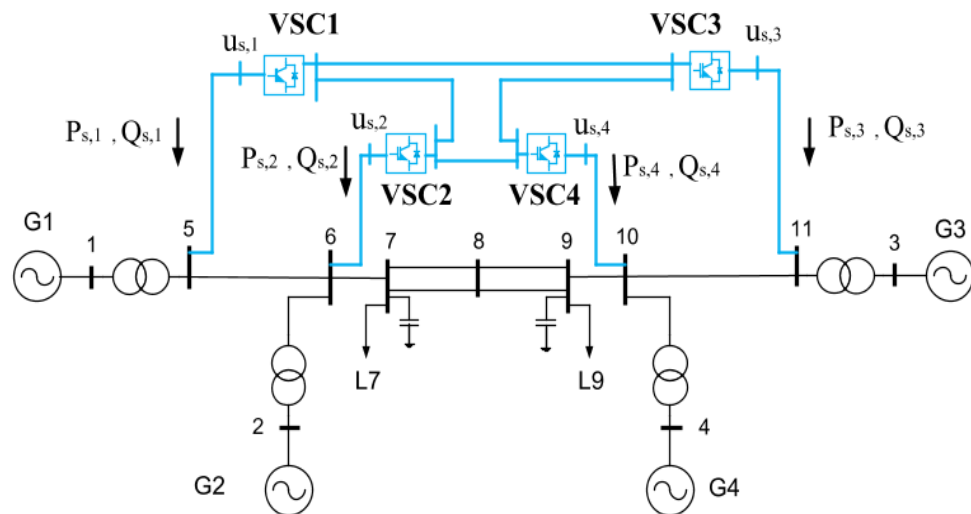


Obj 1: Sobre las Comunicaciones en Redes Eléctricas

- Anteriormente, habíamos estudiado las bondades de usar medidas globales para el control de P y Q en sistemas híbridos CC/CA con VSC.
- Más recientemente hemos estudiado cómo la latencia en las comunicaciones afecta los controles globales estudiados.
- J. Renedo, A. García-Cerrada, L. Rouco, L. Sigríst. “Coordinated control in VSC-HVDC Multi-terminal systems to improve transient stability: the impact of communication latency.” *Energies*. vol. 12, no. 19, pp. 3638-1-3638-32, Octubre 2019. [Online: Septiembre 2019] (Special Issue: HVDC/FACTS for Grid Services in Electric Power Systems)



Obj 1: Control de P y Q con Latencia en las Comunicaciones



	Short Circuit at Line $i - j$	Close to Bus	Clearing
Fault I	7-8 a	7	Disconnection of line 7-8 a
Fault II	5-6	5	Short circuit cleared (line not disconnected)
Fault III	10-11	10	Short circuit cleared (line not disconnected)

Obj 1: Control de P y Q con Latencia en las Comunicaciones

Dos Publicaciones

- J. Renedo, L. Rouco, A. García-Cerrada, L. Sigrist. “A communication-free reactive-power control strategy in VSC-HVDC multi-terminal systems to improve transient stability.” *Electric Power Systems Research*. vol. 174, no. 105854, pp. 1-13, Septiembre 2019. [Online: Mayo 2019].
- J. Renedo, A. García-Cerrada, L. Rouco, L. Sigrist. “Coordinated control in VSC-HVDC Multi- terminal systems to improve transient stability: the impact of communication latency.” *Energies*. vol. 12, no. 19, pp. 3638-1-3638-32, Octubre 2019. [Online: Septiembre 2019]. (Special Issue HVDC/FACTS for Grid Services in Electric Power Systems)



Obj 2: Modelado, Control y Gestión de Energía en redes inteligentes híbridas CC/CA

- Seguimos empeñados en entender las dinámicas presentes en las redes eléctricas no convencionales.
 - IIT: MATLAB toolbox (Small Signal Stability Toolbox, SSST)
 - En otro proyecto (1): Herramienta en marcha, para abordar el análisis modal de cualquier red eléctrica equilibrada (SIMULINK-MATLAB).
 - En PROMINT-CM, se han desarrollado modelos (FACTS, aerogeneradores, ...) para la herramienta anterior.
- El IEEE advierte (2): “características únicas en micro-redes ... hay que volverse a pensar el problema de la estabilidad”

(1) Retos-Colaboracion: RTC-2017-6074-3

(2) IEEE Technical Report PES-TR66 “Microgrid Stability Definitions Analysis and Modeling (April, 2018)

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**

Obj 2: Modelado, Control y Gestión de Energía en redes inteligentes híbridas CC/CA

- A partir del proyecto anterior (PRICAM), tenemos una herramienta en MATLAB, para estudiar flujos de cargas óptimos en redes híbridas CA/CC con VSCs (1).
- Se puede aplicar a redes de transporte y distribución. Funciona en herramientas solo de CA, con pocos cambios.
- Y hemos estudiado los principios de control distribuido basado en agentes.

(1) J. Renedo, A.A. Ibrahim, B. Kazemtabrizi, A. García-Cerrada, L.Rouco, Q. Zhao, J. García-González. "A simplified algorithm to solve optimal power flows in hybrid VSC-based AC/DC systems." *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 110, pp 781-94, 2019. (de PRICAM)



Características Únicas en el Concepto de Micro-Red (Análisis, Modelado, Estabilidad, ...)

- Intermitencia en muchas fuentes de energía (RES).
- Pequeño tamaño.
- Baja inercia: fuertes y rápidas variaciones de f.
- Pequeña potencia de cortocircuito y R/X alto: fuertes y rápidas variaciones de tensión.
- Muchos generadores tienen escasa capacidad de cortocircuito (VSCs).
- La mayoría de las cargas son “desequilibradas”.

Nota: Todos los puntos arriba, salvo el desequilibrio, pueden abordarse en la herramienta en construcción. (RTC-2017-6074-3)



¿Análisis Modal de Sistemas Eléctricos Desequilibrados?

RÉGIMEN PERMANENTE:

Punto de Trabajo

Park(w)

- (1) Sec. Directa
- (2) Sec. Inversa
- (3) Sec. Homopolar

- (1) Comp. Ctes
- (2) Comp. Senoidales (100Hz)
- (3) Comp. Senoidales (50Hz)

Park(-w)

- (1) Comp. Senoidales
- (2) Comp. Ctes
- (3) Comp. Senoidales

- d+
- q+
- 0+
- d-
- q-
- 0-

Ctes!!!

El punto inicial del análisis modal: Punto de trabajo ($dX/dt=0$) + linealización

- Con nuestros colaboradores del IQS

PROMINT-CM

PROgrama Microrredes INTELIGENTES Comunidad de Madrid

Pag. 10

UNIÓN EUROPEA
Fondos Estructurales
Invertimos en tu futuro

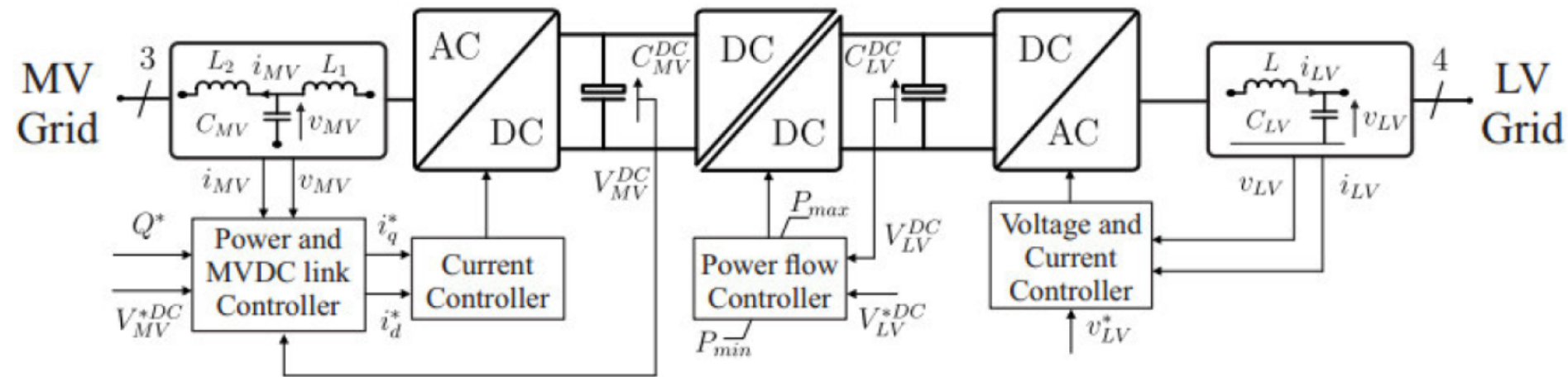


UNIÓN EUROPEA
Fondo Social Europeo
El FSE invierte en tu futuro



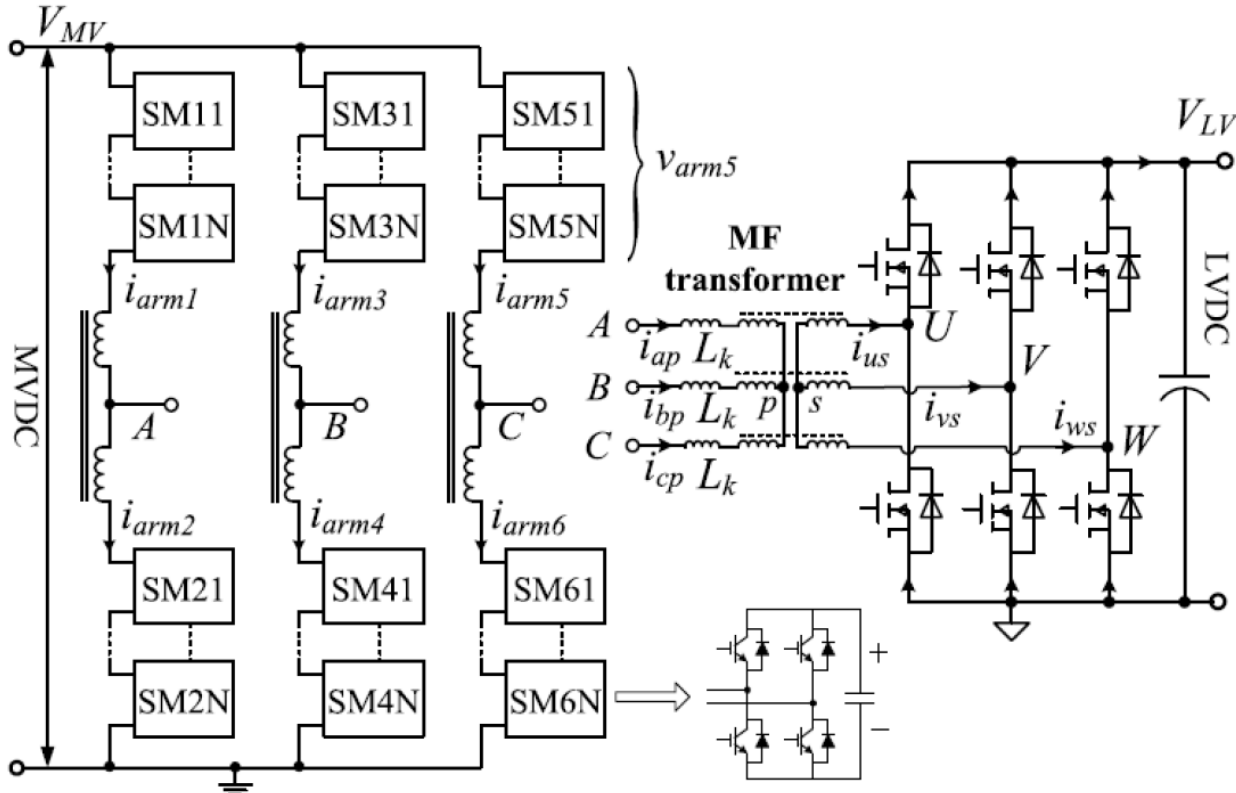
Comunidad
de Madrid

Considerando Nuevos Dispositivos: El transformador electrónico



- Jorge López Rodríguez-Roselló. “Simulación detallada de un transformador electrónico.” Trabajo Fin de Máster, Máster Universitario en Ingeniería Industrial. ICAI-E.T.S de Ingeniería; Universidad Pontificia Comillas. Madrid. Julio de 2019.
- M. Liserre, G. Buticchi, and C. Vournas. “Lecture notes in Ph.D. Course in the Smart Transformer.” Christian-Albrechts-Universizät zu Kiel, Kiel Alemania, Febrero 2017. [Para la figura]

Etapa Intermedia de un Transformador Electrónico



- Manuel Florez Montes. "Simulación detallada de la etapa intermedia de un transformador electrónico." Trabajo Fin de Grado, Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales. ICAI-E.T.S de Ingeniería; Universidad Pontificia Comillas. Madrid. Julio de 2019.
- S. Haghbin, F. Blaabjerg and A. S. Bahman. "Frozen Leg Operation of a Three- Phase Dual Active Bridge Converter". (IEEE Transactions on Power Electronics, Volume 34, Issue 5, May 2019, Page (s) 4239-4248) [Para la figura]

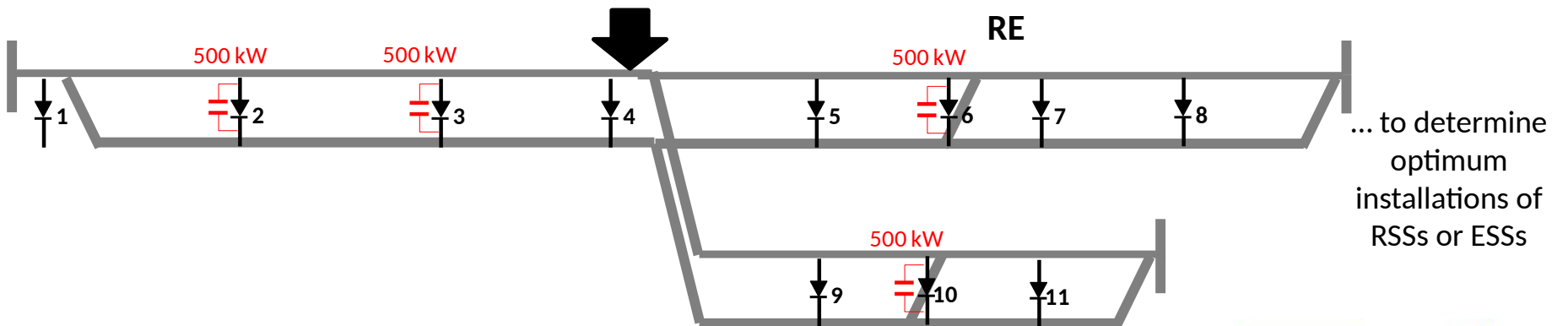
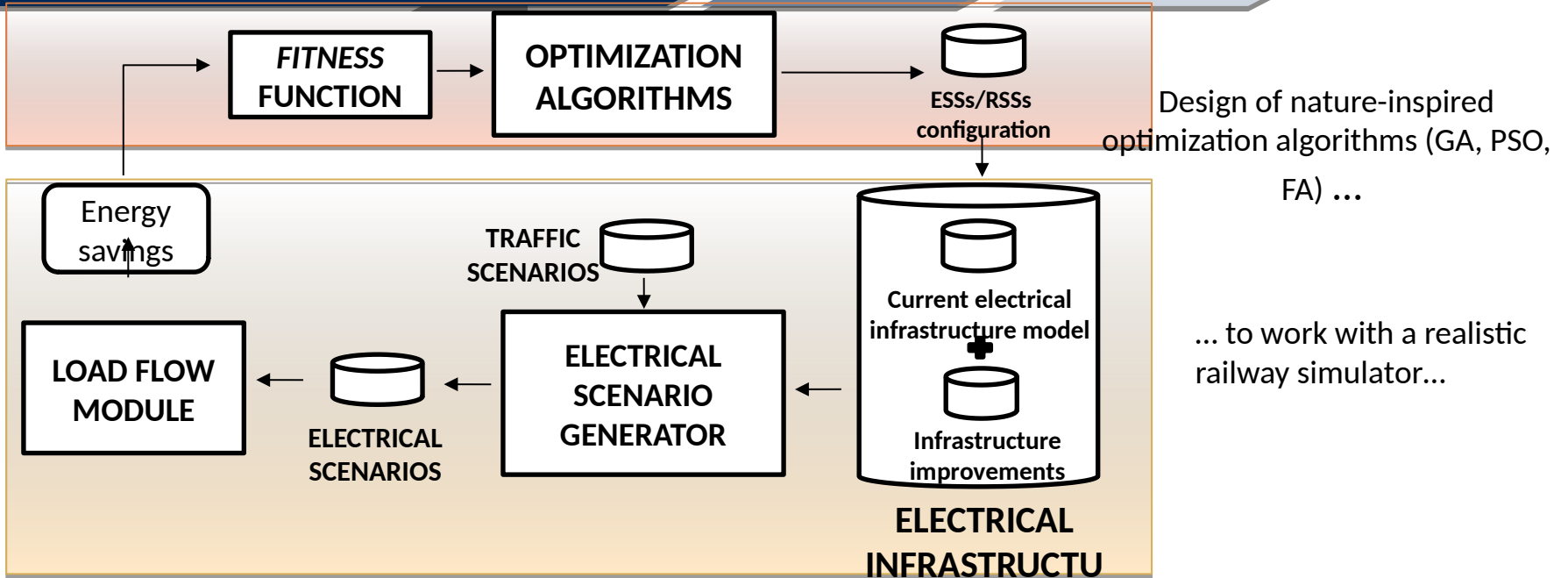
PROMINT-CM

Obj. 3: La Energía en Sistemas Ferroviarios

- Mejora de la eficiencia de la infraestructura eléctrica en sistemas ferroviarios con baterías y estaciones reversibles.
- Optimización: algoritmos inspirados en la naturaleza con el apoyo de un simulador eléctrico detallado. “Determinar la posición óptima de las baterías y subestaciones.”
- Se buscan soluciones para aplicación en una única actualización de la infraestructura, pero ...
- también, soluciones que permitan una actualización gradual de la infraestructura.



Obj. 3: La Energía en Sistemas Ferroviarios



... to determine optimum installations of RSSs or ESSs

- Completar análisis modal (pequeña perturbación) en sistemas equilibrados.
- Completar análisis modal en sistemas desequilibrados. Ejemplos para estudio.
- Incluir el “estado de carga” de los almacenes en el análisis de micro-redes ... equilibradas y desequilibradas.
- Estudio de algoritmos para el control óptimo de micro-redes basados en la cooperación de agentes. Tres niveles de control.
- Generalización al modelado, análisis y control de micro-redes conectadas entre sí.
- Participación en Obj. 1
- Trabajo en la optimización de la infraestructura ferroviaria con alimentación CC.



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**