

Jornadas Técnicas

del Comité Nacional de CIGRE

2016

22 y 23 de noviembre
HOTEL SILKEN PUERTA AMÉRICA

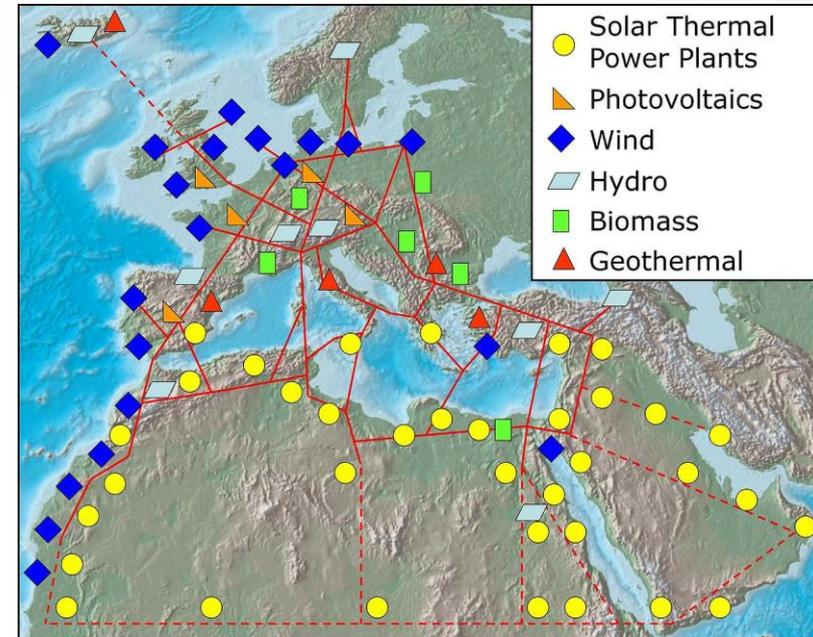


**Mejora de la estabilidad transitoria de redes
CA/CC con sistemas multiterminales de CC con
convertidores fuente de tensión**

*Javier Renedo, Aurelio García Cerrada, Luis Rouco.
IIT – Universidad Pontificia Comillas*

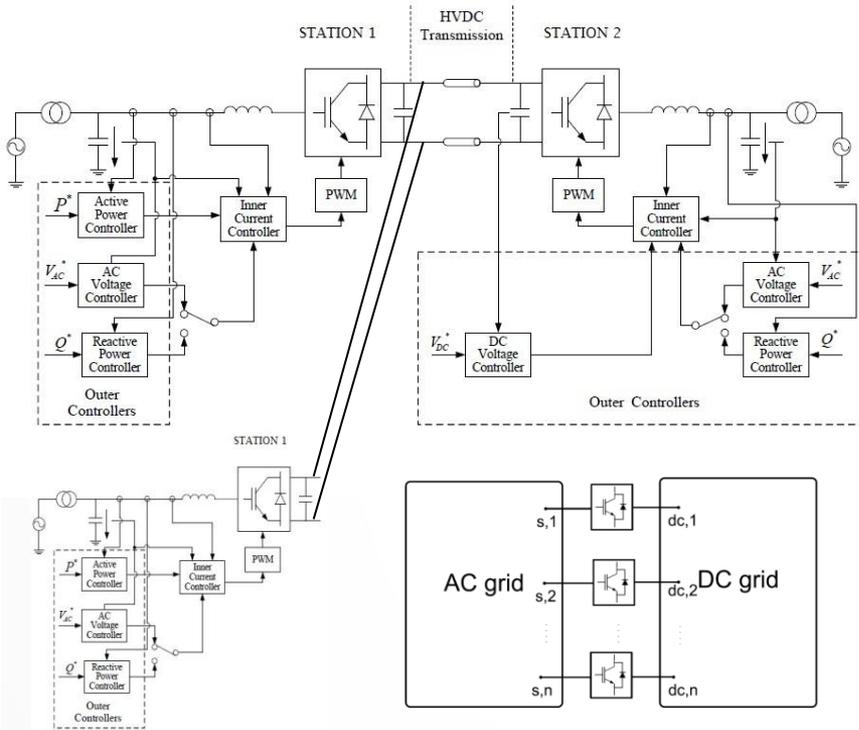
Super-red europea

- Redes HVAC/HVDC
- Energía eólica en tierra y en mar
- Energía solar (PV y solar térmica)
- Transporte de potencia sobre largas distancias
- Interconexión de distintos países
- Conexión de generadores convencionales, renovables, almacenamiento y consumidores en Europa.
- Tecnología HVDC-VSC multi-terminal



Desertec
www.e-parl.net

Sistemas HVDC-VSC multi-terminal



- Cada convertidor controla P_{ac} y Q_{ac} (o V_{ac})
- Al menos uno mantiene V_{dc}
- Ampliación natural a sistema multi-terminal
(en cada VSC, nivel de V_{dc} cte: $P_{dc} \rightarrow$ signo de I_{dc})

Sistemas HVDC-VSC multi-terminal

Obstáculos para una super-red (Van Hertem & Ghandhari, 2010)

- Interruptores HVDC y nuevos algoritmos de protección
- Estandarización e interoperabilidad
- Herramientas de simulación para sistemas HVAC/HVDC-VSC
- Interacción de la HVDC con la red HVAC y posibles aplicaciones
- Control del flujo de potencia y la tensión DC en redes HVDC
- “Transformadores” CC/CC para redes HVDC
- Operación del sistema “multi-zonal” con mercados liberalizados
- Necesidades de inversión y beneficio

¿Impacto en la estabilidad transitoria?
¿se puede mejorar?

Estabilidad transitoria

- “Capacidad del sistema para mantener el sincronismo de los generadores después de grandes perturbaciones” (Kundur, 1992)
- Factor crítico en escenarios con transporte de mucha potencia por líneas largas de CA.
- ¿Pueden ayudar los sistemas HVDC-VSC multi-terminal a la mejora de la estabilidad transitoria?

Potencial de los sistemas VSC-MTDC para la mejora de la estabilidad transitoria.

- Control rápido de la potencia activa de los convertidores VSC (1-100ms)
- Control rápido de la potencia reactiva de los convertidores VSC (1-100ms)
- Transporte en HVDC a lo largo de distancias grandes (cambiando el punto de operación se pueden descargar líneas HVAC)

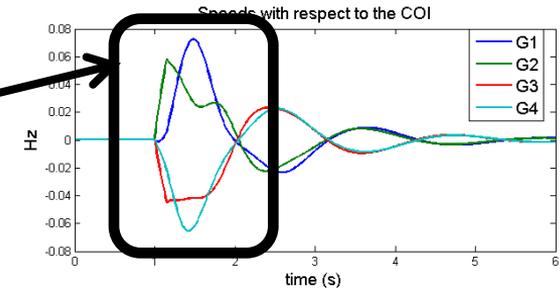
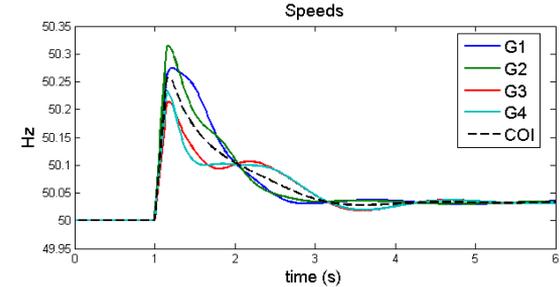
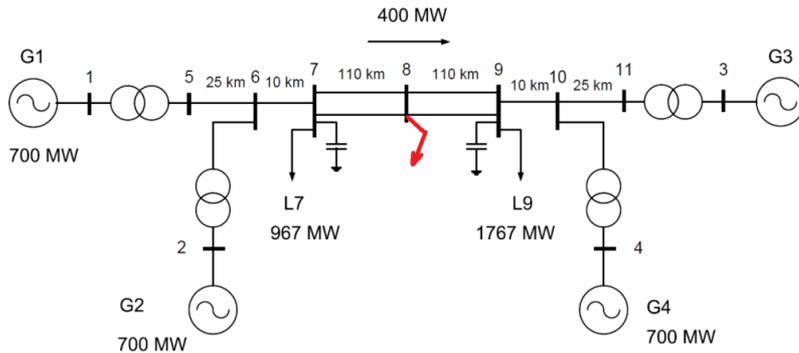
Estrategias de control de la P. Trabajo previo.

Propuestas de estrategias de control para la P en sistemas VSC-MTDC para la mejora de la estabilidad transitoria

- Resumen de las propuestas anteriores:
 - Las estrategias de control locales están limitadas y el uso de medidas globales produce mejores resultados.
 - Trabajo previo: medidas globales (vel. del COI), pero difíciles de implementar (se requiere la medida de la velocidad de los generadores en tiempo real)
- Necesidad:
 - **Medidas globales pero no tan difíciles de implementar**

Estrategias de control. Potencia activa.

- Valor de las medidas globales. Ejemplo.
 - Ideas: (L. Diez Maroto, 2013), (Eriksson,2014), (Fuchs,2014), (Sigrist,2015)
 - Velocidad del centro de inercia (COI)



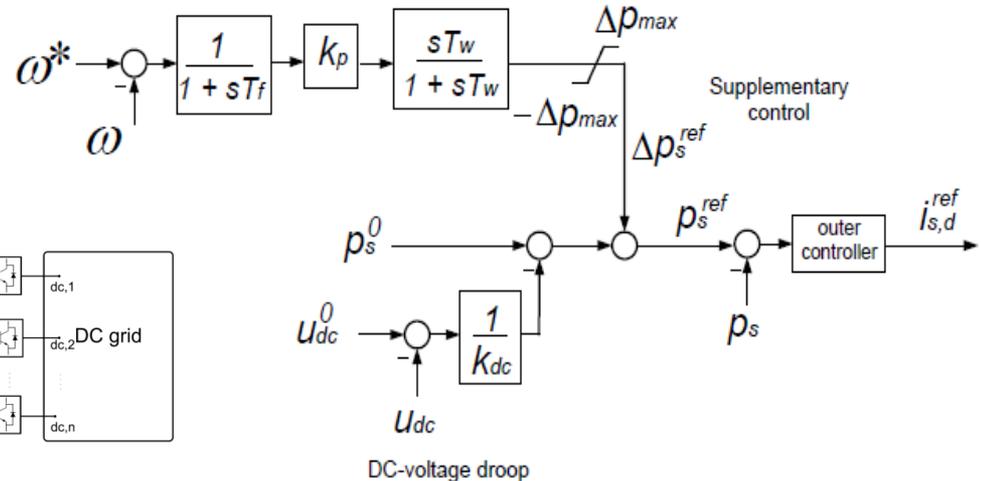
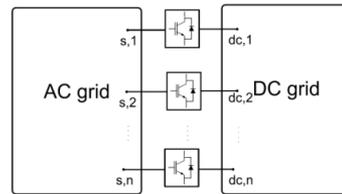
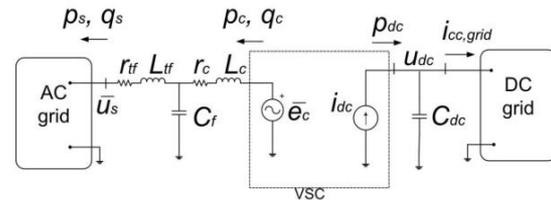
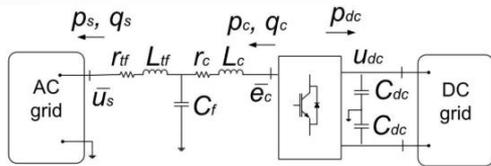
Evitar que se separen

Estrategias de control. Potencia activa (ii).

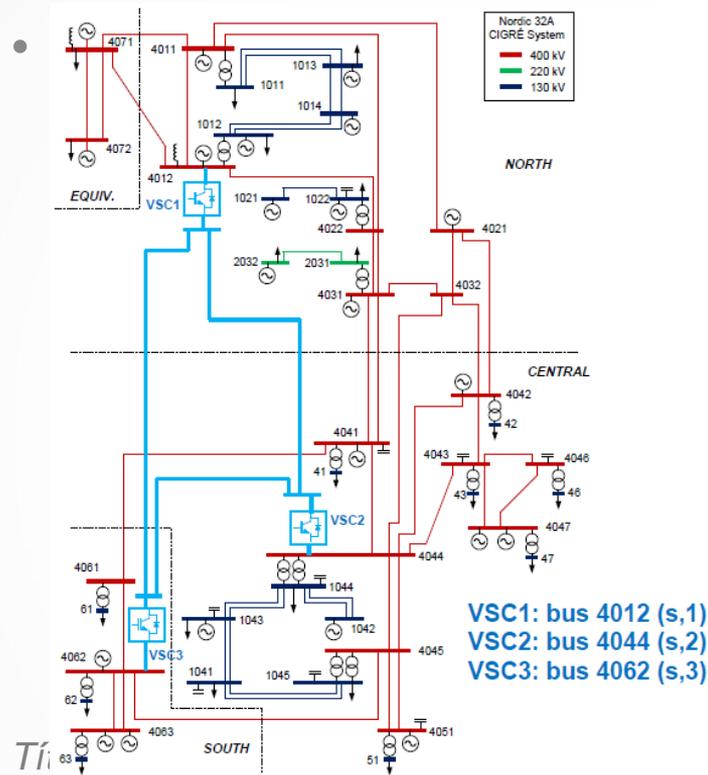
- Propuesta (estrategia P-WAF):

- Usar la media de la frecuencia de los terminales
- Medidas globales en las estaciones convertidoras

w^* : freq. media ponderada



Estrategias de control. Potencia activa. Resultados.



- DC0: potencia constante

- P-LF: medidas globales

- P-WAF: medidas globales en las
estaciones convertidoras (propuesta)

-O-CLF: medidas globales de las
velocidades de todos los generadores
del sistema (propuesta previa)
(Eriksson,2014)

Estrategias de control. Potencia activa. Resultados.

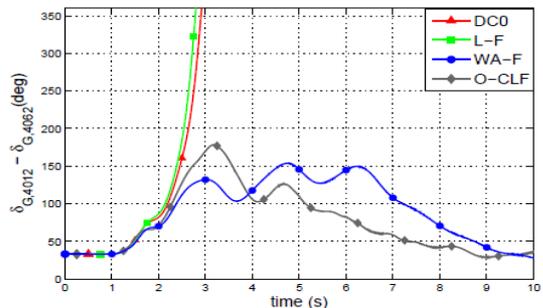
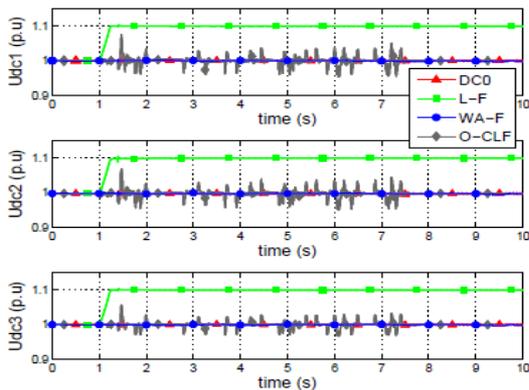
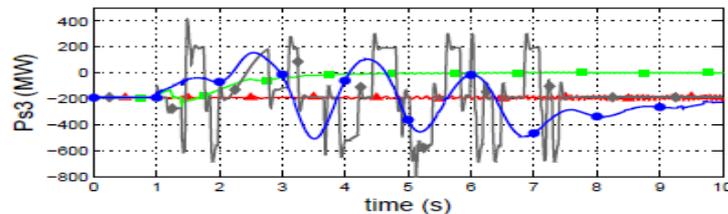
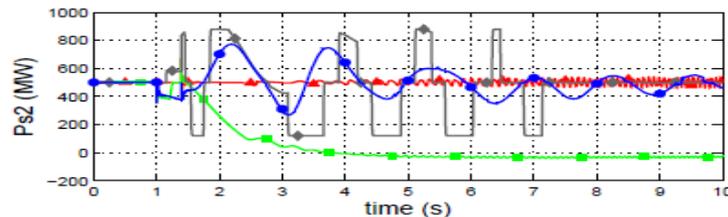
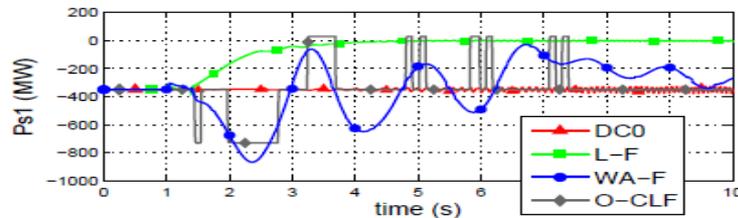


Fig. 5. Generator angles: Fault I cleared after 390 ms.



Estrategias de control. Potencia activa. Resultados.

- **sin control**

TABLE III
CRITICAL CLEARING TIME (CCT) FOR DIFFERENT FAULTS.

CCT (ms)	DC0	L-F	L-F limited Δp_{max} 0.5p.u	WA-F	WA-F delayed 140 ±30 ms
Sc. 1					
Fault I	105	115	109	390	386
Fault II	188	218	202	224	226
Fault III	237	241	239	240	240
Fault IV	390	306	390	824	823
Sc. N-1					
Fault I	0	0	0	188	190
Fault II	134	178	158	183	183
Fault III	202	230	222	229	228
Fault IV	236	143	240	801	805

propuesta

Tiempos críticos de despeje

Propuesta previa

CCT (ms)	DC0	O-CLF	Bang-bang WA-F	WA-F
Sc. 1				
Fault I	105	410	404	390
Fault II	188	207	218	224
Fault III	237	243	242	240
Fault IV	390	544	831	824

propuesta

Conclusiones

- Contexto
 - Redes híbridas HVAC/HVDC-VSC
 - Transmisión de mucha potencia por distancias largas -> la estabilidad transitoria es un factor limitante
- Los sistemas HVDC-VSC multi-terminal pueden ayudar a mejorar la estabilidad transitoria usando estrategias de control para las inyecciones de P de los convertidores VSC.
- En general, las estrategias de control locales presentan limitaciones.
- Propuesta de la estrategia P-WAF, usando medidas globales de las frecuencias de los convertidores. Buenos resultados.

Trabajo realizado en los siguientes proyectos de I+D

- INNPACTO Project: ESP-LIDER, Ref. IPT-2011-0844-920000
(Gobierno de España)



- PRICAM-CM Project, Ref. S2013/ICE-2933
(Comunidad de Madrid)



- RETOS Project, Ref. ENE2014-57760-C2-1R
(Gobierno de España)



Jornadas Técnicas

del Comité Nacional de CIGRE

2016

22 y 23 de noviembre
HOTEL SILKEN PUERTA AMÉRICA



GRACIAS

javier.renedo@iit.comillas.edu