

Control de ROCOF y de Demanda Neta Mínima

Autores:

Belén Espino

Enzo Moalli

Martina Montichelli

Trabajo final, curso SimSEE
IIE – FING – UDELAR

*jueves, 31 de julio de 2025
Montevideo – Uruguay.*

IMPORTANTE: Este trabajo se realizó en el marco del curso Simulación de Sistemas de Energía Eléctrica (SimSEE) y fue evaluado por el enfoque metodológico, la pericia en la utilización de las herramientas adquiridas en el curso para la resolución del estudio y por la claridad de exposición de los resultados obtenidos. Se quiere dejar expresamente claro que no es relevante a los efectos del curso la veracidad de las hipótesis asumidas por los estudiantes y consecuentemente la exactitud o aplicabilidad de los resultados. Ni la Facultad de Ingeniería, ni el Instituto de Ingeniería Eléctrica, ni el o los docentes, ni los estudiantes asumen ningún tipo de responsabilidad sobre las consecuencias directas o indirectas que asociadas al uso del material del curso y/o a los datos, hipótesis y conclusiones del presente trabajo.

Objetivo

- ✓ Analizar sobre la sala MP de ADME los efectos que tendría:
 - A.* Imponer una Demanda Neta Mínima de 540 MW en el despacho energético.
 - B.* Imponer un control de ROCOF < 1.5 Hz/s ante pérdidas de generación de 100 MW.
- ✓ Herramientas utilizadas:
 - SimSEE** para optimizar y simular.
 - SimRes3** para el tratamiento de los resultados.

Hipótesis de trabajo

- Sala Vates MP correspondiente a la fecha 16/05/2025.
- Optimización con 5 crónicas semilla 40031.
- Simulación con 1 crónica semilla 10031.
- 4 postes de duración 1, 4, 13 y 6 horas, respectivamente.

Metodología

Se consideraron cuatro escenarios distintos:

- 1) **Escenario base:** correspondiente al despacho original de la sala descargada desde ADME.
- 2) **Escenario con demanda neta mínima:** se impone un umbral de 540 MW.
- 3) **Escenario con control estático de ROCOF:** se aplica un límite de 1,5 Hz/s ante una perturbación de potencia de 100 MW.
- 4) **Escenario con control dinámico de ROCOF:** se aplica un límite de 1,5 Hz/s y se fija una perturbación mínima de 80 MW y máxima de 150 MW.

Metodología

Ecuaciones:

$$ROCOF = \frac{dP \cdot 50}{2 \cdot SnH}$$

$$SnH = \sum_i \frac{S_{n,i}}{H_i}$$

Metodología

1

Archivo Herramientas ? Idioma

Notas Variables Globales Fuentes

Horizonte de tiempo

2

Nombre	HusoH	NPostes	DurPos	DurPos
auto	-3	4	1; 4; 13; 6	

3

Postizado **Controles y restricciones** Gestión de Riesgo Hidro Emisiones

Número de Postes: Postes monótonos

Escenario demanda neta mínima:

Agrupar ERNC en el Simplex (Grupos SPX)

Aplicar Demanda Neta Mínima [MW]:

Escenario control ROCOF estático:

Tipo de control de estabilidad en frecuencia

- Ninguno
- ROCOF
- NADIR
- INERCIA

Parámetros para control de estabilidad en frecuencia

Desvío admisible de frecuencia [Hz]:

Tiempos de actuación

Tiempo de respuesta para cálculo de ROCOF [segundos]:

Límites para análisis de contingencias dP [MW]:

Mínimo dP: Máximo dP:

Escenario control ROCOF dinámico:

Tipo de control de estabilidad en frecuencia

- Ninguno
- ROCOF
- NADIR
- INERCIA

Parámetros para control de estabilidad en frecuencia

Desvío admisible de frecuencia [Hz]:

Tiempos de actuación

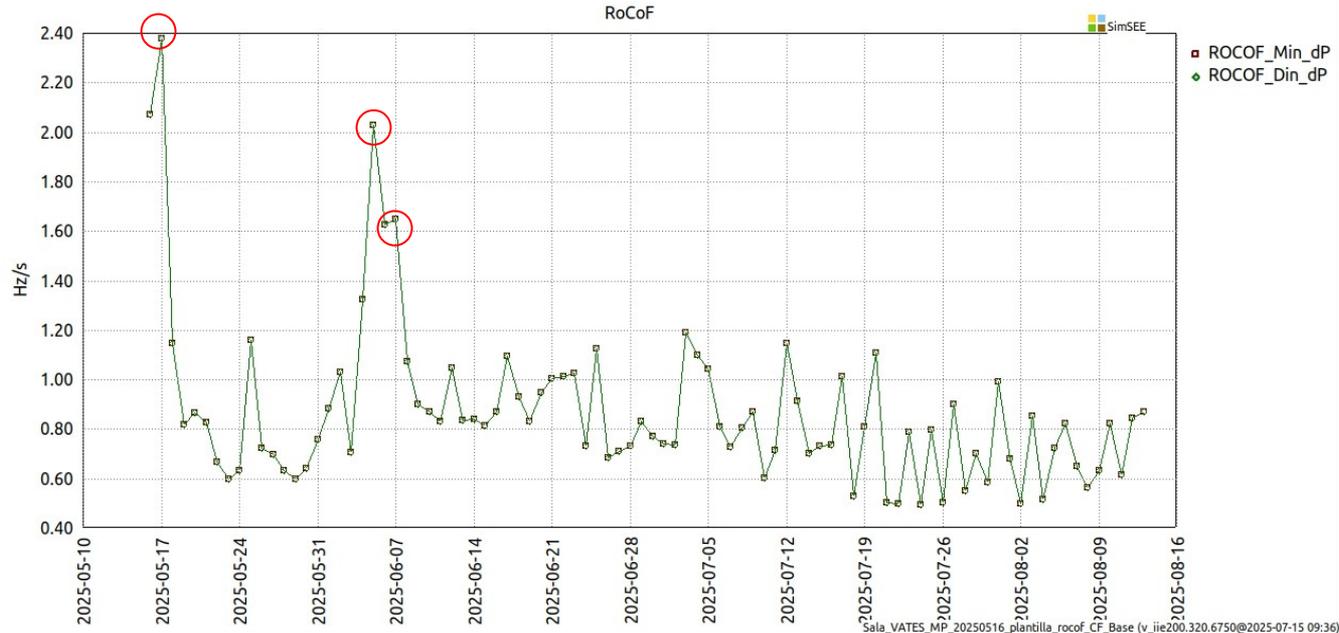
Tiempo de respuesta para cálculo de ROCOF [segundos]:

Límites para análisis de contingencias dP [MW]:

Mínimo dP: Máximo dP:

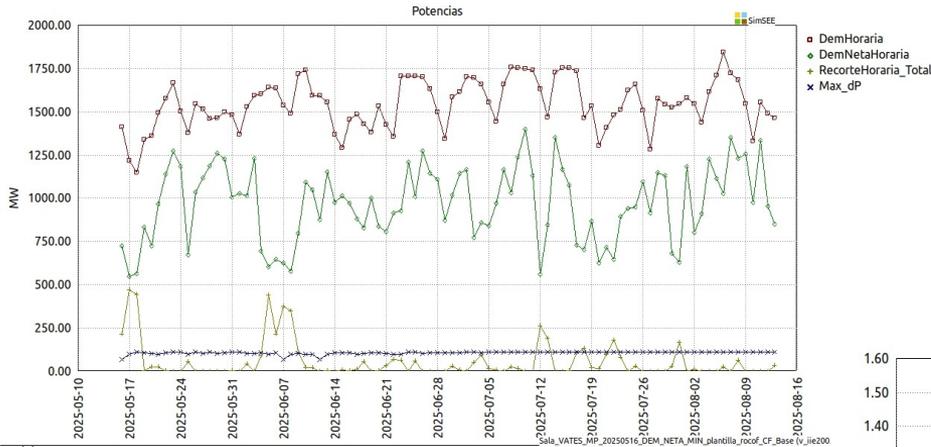
Resultados del estudio

1. Escenario base: en los puntos señalados se observa un aumento del ROCOF.

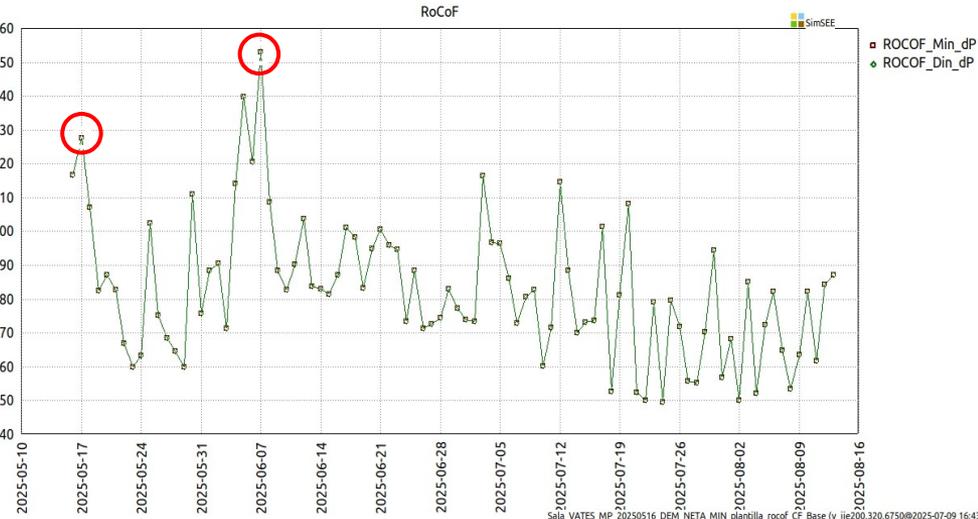
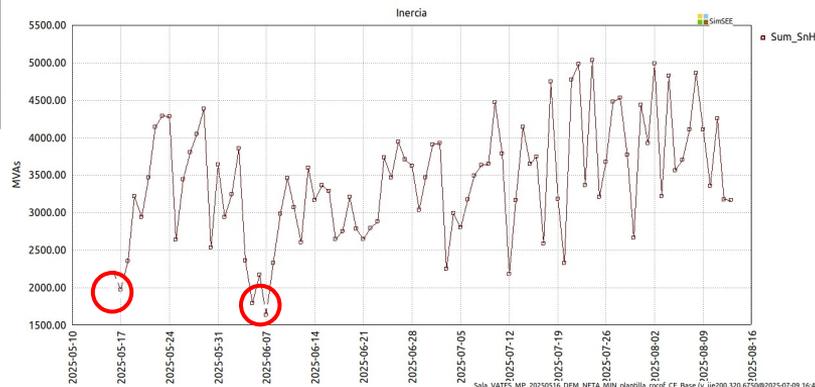


Resultados del estudio

2. Escenario con demanda neta mínima:

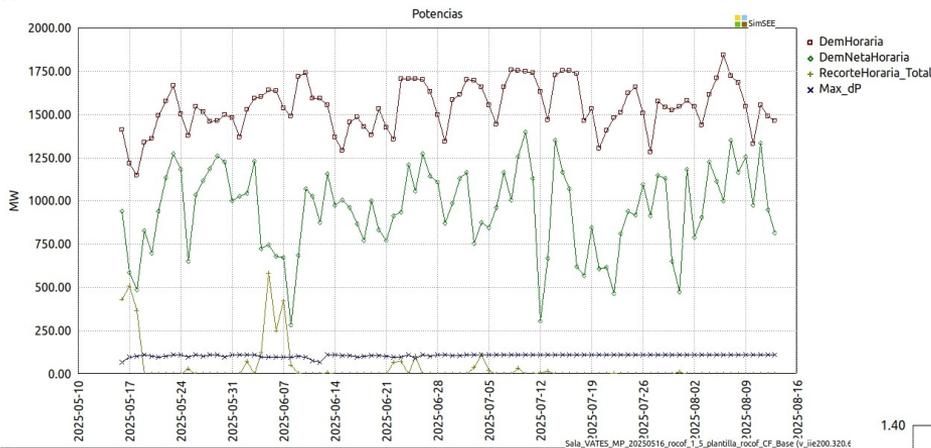


- Demanda neta no desciende por debajo del límite establecido.
- Cuando el ROCOF es mayor, la inercia alcanza sus valores más bajos.



Resultados del estudio

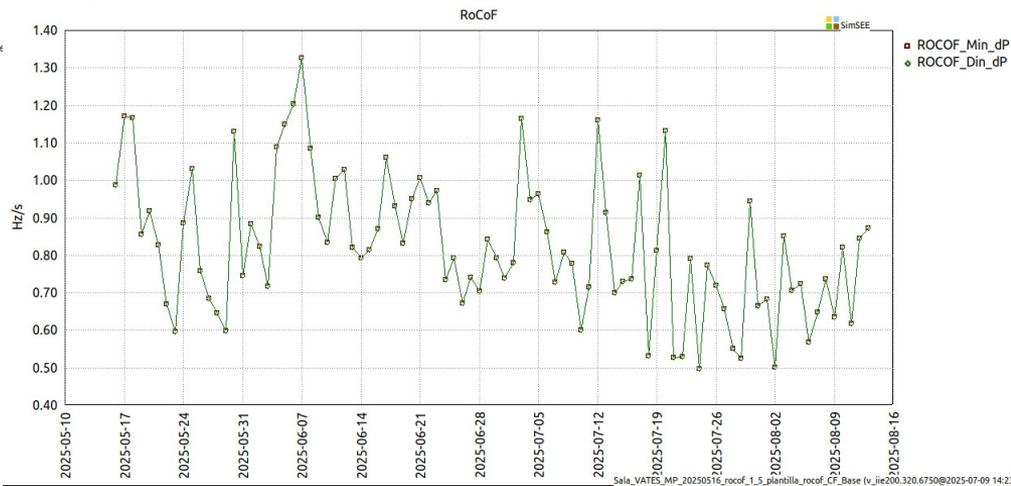
3. Escenario con control estático de ROCOF:



- Realiza los recortes necesarios para mantener el ROCOF por debajo del límite establecido.

Día 7/6/2025

Esc.	DemNet	Inercia	ROCOF
2	627,6 MW	1636,1 MVAs	1,53 Hz/s
3	674,3 MW	1899,8 MVAs	1,33 Hz/s



Resultados del estudio

3. Escenario con control estático de ROCOF:

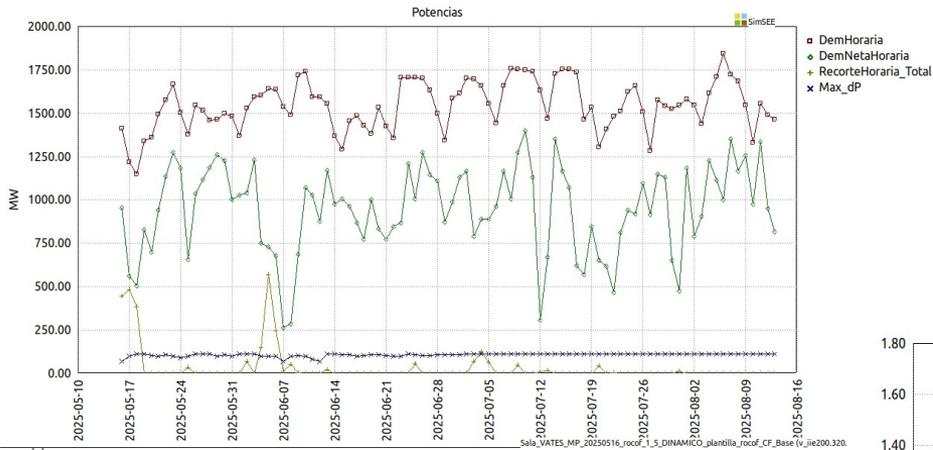
Día 12/7/2025

Esc.	DemNet	Recorte	Inercia	ROCOF
2	563,2 MW	262,8 MW	2183,8 MVAs	1,15 Hz/s
3	307,9 MW	7,4 MW	2156,8 MVAs	1,16 Hz/s

Este paso muestra cómo, a pesar de haberse recortado 255,4 MW adicionales, el ROCOF solo se redujo en 0,01 Hz/s. Esto sugiere que aplicar únicamente la función de demanda neta mínima podría generar costos innecesarios en casos como este.

Resultados del estudio

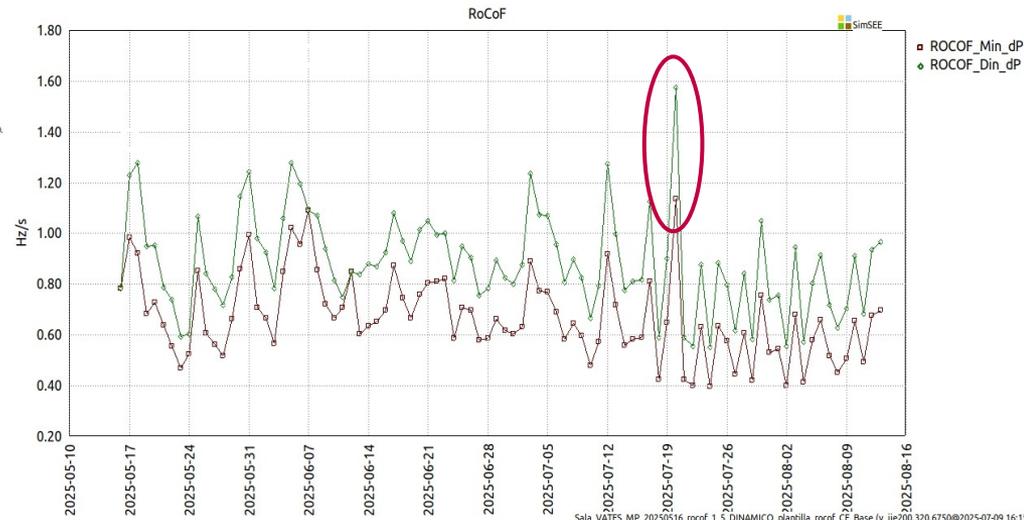
4. Escenario con control dinámico de ROCOF:



- Para el día 20/7/2025 los recortes de generación renovable no fueron suficientes para garantizar un ROCOF $< 1,5$ Hz/s.
- Ventaja con respecto al estático: en los casos en los que el dP del sistema es menor al máximo establecido, no realiza recortes innecesarios.

Día 20/7/2025

	ROCOF	dP
Rocof_Din_dP	1,58 Hz/s	111 MW
Rocof_Min_dP	1,14 Hz/s	80 MW



Conclusiones

- **Imponer demanda neta mínima** aumenta la inercia, lo que **reduce el ROCOF** pero no asegura que el mismo permanezca por debajo de 1,5 Hz/s.
- **Control sobre el ROCOF**, tanto estático como dinámico, demostró ser **más eficiente para mantenerlo en límites seguros**, a su vez el control dinámico mostró ventajas para optimizar recortes y reducir costos.

Posibles trabajos futuros

Estudiar el impacto económico detallado de los recortes de generación que surgen al aplicar controles sobre el ROCOF o restricciones de demanda neta mínima, cuantificando los costos adicionales asociados a cada estrategia.

FIN

- Gracias por vuestra atención.