

# Análisis económico de un esquema distribuido de regulación de frecuencia en el SIC

Memoria para optar a título de Ingeniero Civil Electricista  
Por:

**Gustavo Andrés Soto Rojas**

Profesor Guía: Luis Osvaldo Nuñez Herrera

**Santiago de Chile – Noviembre 2011**

Autorizada por el autor, pero con restricción para ser publicada a texto completo en Cybertesis hasta el 02/11/2012.

Miembros de la Comisión: Nelson Morales Osorio y Deninson Fuentes Del Campo



<b>Resumen . .</b>	<b>4</b>
<b>Tesis con restricción de acceso en línea, según petición de su autor . .</b>	<b>5</b>

## Resumen

La operación estable de los sistemas eléctricos requiere que en todo momento la generación de energía iguale a la demanda, para que la frecuencia del sistema se mantenga cercana a su valor nominal. Un desbalance entre la potencia activa generada y demandada se traduce en una variación de la frecuencia eléctrica del sistema, la que si no es restablecida con prontitud puede conducir a desconexiones de carga, acción de control que significa para el usuario final la pérdida del suministro constante de energía. En el SIC, el actual esquema de regulación de frecuencia lo conforma una máquina hidráulica de embalse, cuyo estatismo es seteado en un valor muy cercano a cero y que cuenta con un margen de potencia que le permite compensar los desequilibrios de oferta - demanda, y otras unidades que son operadas con estatismos del orden del 5 %. Sin embargo, como consecuencia del sostenido crecimiento que ha experimentado la demanda del SIC, el margen de reserva requerido por el sistema para la regulación efectiva de frecuencia ha ido en aumento, lo que hace que las unidades de embalse que tradicionalmente realizaban la regulación y que tienen una capacidad limitada de generación (~100 [MW]) ya no sean capaces de operar por los márgenes de regulación que el sistema requiere, quedando inhabilitadas para ejercer como unidades piloto.

El objetivo del presente trabajo es revisar la aplicación de un esquema distribuido de regulación de frecuencia, consistente en la acción de varias unidades del sistema regulando frecuencia, sin la existencia de una unidad piloto. La metodología presentada consta en una primera etapa de la realización de un despacho económico considerando explícitamente el despacho de reservas de potencia, modelo de optimización lineal que incorpora restricciones de transmisión, de disponibilidad hídrica y generación, del que se obtienen los niveles óptimos de generación y reserva para las unidades del sistema. En una segunda etapa, se busca la valorización de las reservas requeridas por el sistema para hacer frente a las variaciones instantáneas de la demanda, para lo que se consideran datos de la operación real del sistema bajo distintos escenarios de demanda por un horizonte de 24 horas. Dicha valorización de reservas es contrastada con el caso base, en que la regulación de frecuencia para cada escenario se realiza con una unidad piloto.

Los resultados muestran que el esquema de regulación de frecuencia de carácter distribuido no reduce los costos de operación del sistema, aunque tiene la ventaja de que se evita comprometer en sólo una unidad los márgenes de reserva que requiere la operación con una unidad piloto. Contar con un mayor número de unidades, cada una de éstas con reservas menores en promedio, reduce las pérdidas por eficiencia de las máquinas reguladoras y posibilita un control mucho más robusto de la frecuencia del sistema ante contingencias importantes, permitiendo una operación con mayores niveles de seguridad. Además se evita que en escenarios hidrológicos secos, las reservas de la unidad piloto se vean comprometidas, pues la obligación de la prestación de este SC recae en una importante proporción sobre unidades térmicas.

# Tesis con restricción de acceso en línea, según petición de su autor

Autorizada por el autor, pero con restricción para ser publicada a texto completo en Cybertesis hasta el 02/11/2012.