

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Sistemas de almacenamiento de energía para aplicación en el control primario de frecuencia

Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Electricista
Por:

Juan Pablo Valderrama Osorio

Profesor Guía: Luis Vargas Díaz

Santiago de Chile - Abril 2011

No autorizada por el autor a ser publicada a texto completo en Cybertesis.

Miembros de la Comisión: Ariel Valdenegro Espinoza y Deninson Fuentes Del Campo

Resumen . .	4
No disponible a texto completo . .	6

Resumen

El crecimiento de la demanda del sector eléctrico, sumado al incremento de la generación eléctrica en base a energías renovables no convencionales, conforman las dos principales razones que convocan a la búsqueda de alternativas que permitan proporcionar seguridad y confiabilidad en los sistemas eléctricos. En este sentido, uno de los procesos importantes para mantener la seguridad operacional corresponde al control primario de frecuencia (CPF), que en la actualidad está determinado por la mantención de suficiente reserva en giro entre las unidades generadoras participantes. No obstante, al ser la generación un proceso electromecánico, el control de la reserva para regulación primaria es lento, y además hace incurrir al sistema en sobrecostos operacionales. En esta dirección, el presente trabajo busca como objetivo evaluar los beneficios de la integración de los Sistemas de Almacenamiento de Energía en sistemas eléctricos en el ámbito técnico del CPF.

En la primera parte de este trabajo se establece el estado del arte de los principales sistemas de almacenamiento de energía (en lo que sigue *proyecto, equipo o tecnología*), las formas de regulación primaria de frecuencia y los requerimientos generales para el modelamiento dinámico de estas tecnologías en un sistema eléctrico, haciendo uso de las plataformas Matlab® y Simulink®.

La segunda parte del trabajo presenta el desarrollo de una plataforma computacional que permite la elaboración sistemática de simulaciones con el objetivo de estudiar la implementación por separado de los dispositivos de almacenamiento de energía (BESS, CES, SMES y FES), todo lo anterior en base a tres escenarios de estudio: *Estado Normal de operación del Sistema Interconectado (SI)*, *Contingencia en Proyecto* y *Desconexión de Consumo o Generación del SI*. De forma complementaria, el último escenario se realiza también para un *Sistema Aislado (SA)*.

Los análisis realizados en los SI (SIC y SING) muestran que el aporte a la regulación de los proyectos (BESS, CES, SMES y FES) ante variaciones naturales instantáneas de la demanda es nulo, pues éstas no perturbarían la frecuencia de los SI por fuera de la banda muerta asociada a los diferentes equipos. En efecto, este tipo de tecnología no podría reemplazar la reserva primaria destinada para atender aquellas perturbaciones. En cuanto a la inhabilidad para realizar CPF, que provocarían contingencias que afecten a las tecnologías, se prevé que éstas no afectarían la SyCS del SI. Finalmente, tanto para las desconexiones de bloques de generación como consumos, se obtiene que la interconexión de los proyectos permite mejorar las prestaciones dinámicas del SI, observándose una reducción en las desviaciones máxima de frecuencia en el transiente y los tiempos de estabilización de las variables eléctricas.

Este trabajo permite concluir bajo una mirada puramente técnica, que la implementación de los medios de almacenamiento de energía para el apoyo del CPF en sistemas eléctricos evidencia mejoras a la situación actual, justificándose su uso limitado en reemplazo de reserva primaria. En este sentido, se destaca un beneficio económico de la propuesta, dado que la capacidad de reemplazo de reserva en giro podría generar una disminución de los sobrecostos operacionales actuales de los sistemas.

Adicionalmente, este trabajo contribuye con un procedimiento que permite establecer los aspectos generales para la valorización y tarificación de los Sistemas de

Almacenamiento de Energía como servicios complementarios (SS.CC.) de CPF. Donde se propone evaluar la conveniencia de adoptar uno u otro mecanismo, o combinaciones de ellos, a objeto de lograr que exista un interés claro de los inversionistas por entrar a este tipo de mercado.

Finalmente, como trabajo futuro se sugiere estudiar la integración de estas tecnologías en conjunto con equipos FACTS, la implementación de un control óptimo a partir de técnicas avanzadas que considere los niveles de carga de los equipos y la propuesta de esquemas tarifarios en base a licitación de reserva primaria para los SS.CC. de CPF que proveen estas tecnologías.

No disponible a texto completo

No autorizada por el autor a ser publicada a texto completo en Cybertesis.