

Capítulo 4

Conclusiones y trabajos futuros

4.1 Conclusiones y trabajos futuros.

Este proyecto ha pretendido revisar los diferentes tipos de tecnologías de almacenamiento más desarrolladas en la actualidad para su uso en la industria eléctrica, indicando las ventajas e inconvenientes, así como sus casos prácticos y aplicaciones industriales más comunes, ya sea desde la distribución, el transporte como la calidad y fiabilidad del suministro eléctrico.

Desde el punto de vista de su aplicabilidad, se ha visto cómo en mayor o menor medida y con mayores o menores ventajas, la utilización de sistemas de almacenamiento puede ser una gran baza para el ahorro de costes, tanto para industrias con curvas de demanda con grandes diferencias de consumo entre horas valle y pico, como para empresas distribuidoras, donde una inversión en sistemas de almacenamiento no solo repercute en un retraso de sus inversiones para ampliación de potencia en líneas, sino que mejora sobremanera la gestión de la energía eléctrica haciéndola más fiable, eficaz y segura.

No se debe olvidar, aunque en el proyecto no se haya insistido en este aspecto, la gran aplicabilidad que se puede extraer de las tecnologías de almacenamiento para su uso en las energías renovables, dotándolas de una mayor previsibilidad consiguiendo de esa forma mantener un equilibrio entre generación y consumo y con el gran reto, en un futuro, de conseguir una sinergia entre energías renovables y almacenamiento de energía para que sean capaces de asentarse como centrales de base.

Si bien, la viabilidad económica de un proyecto de este tipo, puede estar en entre dicho, debido en parte a los altos costes por la poca comercialización de estos dispositivos de almacenamiento, también es cierto, que a medida que el precio de los recursos fósiles aumentan, este tipo de tecnología se acerca más a un punto de inflexión.

En el Capítulo 3, se han desarrollado, estudiado y analizado el impacto de este tipo de tecnologías. La aplicación utilizada para la realización de las simulaciones ha sido el programa PowerWorld. Dicho programa resulta ser bastante potente para el análisis y estudios más profundos o de mayor complejidad de sistemas eléctricos de potencia (cálculo de cortocircuitos, despacho económico, análisis de contingencias, entre otros), además de ser muy intuitivo y con una interface agradable y fácil para su uso, pudiendo identificar en todo momento los equipos presentes en el sistema eléctrico y siendo posible cambiar los parámetros de los equipos en cualquier instante, sin embargo, también presentaba una serie de desventajas, entre las que se puede destacar la complejidad en el tratamiento de datos y el hecho de no poder introducir una curva horaria de demanda para cada equipo, lo que hacía tedioso la realización de simulaciones, debiendo realizarlas hora a hora, volcando después los datos en una hoja Excel para su posterior tratamiento.

Los métodos de simulación que permite el programa son, el método de Newton-Raphson, Gauss-Seidel, el OPF (Flujo de potencia óptimo), el método de desacoplado rápido, entre otros.

En nuestro caso, para la resolución de las simulaciones se ha optado por el método de Newton-Raphson el cual, es un método bastante fiable y de una rápida convergencia.

En el primer caso práctico, se han estudiado las posibilidades de los dispositivos de almacenamiento para un gran consumidor industrial. Como primera conclusión, se extrae que, debido a la gran cantidad de datos de consumos de partida, (aproximadamente 35.000 datos en un año) los resultados obtenidos hayan podido ser más fiables que en los otros dos casos posteriores. Esto puede deberse a que el ajuste de la curva de demanda tipo, ha sido realizada con más precisión que el resto. En los resultados expuestos en este primer caso, se aprecia que por el hecho de colocar el dispositivo de almacenamiento y “jugar” con las diferentes tarifificaciones se puede conseguir una importante reducción de costes económicos.

Otro punto a tener en cuenta, sería reducir la facturación en el término correspondiente a la potencia contratada, aunque en esta ocasión la falta de datos (hubiera sido interesante conocer la potencia contratada de la industria) ha hecho que no sea posible este estudio, aconsejándose el mismo para futuros trabajos. El uso de sistemas de almacenamiento puede verse reforzado si además se consigue una reducción adicional de costes en el término de potencia, por el hecho de su incorporación.

Por último, la estrategia de almacenamiento, podría haber tenido dos enfoques, el del ahorro energético, más aceptable desde un punto de vista medioambiental, pero que no se sostiene debido a que la energía que necesita satisfacer la industria es la misma con dispositivo que sin él, además de que un dispositivo de almacenamiento para proporcionar 1kWh ha debido recibir algo más de 1kWh. El otro enfoque y el que finalmente se ha llevado a cabo es el económico, más interesante para las empresas.

En el estudio realizado, la capacidad y potencia del dispositivo con la que se han realizado los cálculos demuestran que son correctos, (para reducción de costes), sin embargo, es muy probable que pueda optimizarse aún más estas dos variables de capacidad y potencia, por ello se aconseja como trabajo futuro un estudio más exhaustivo de estas dos variables que pueden proporcionar mayor rentabilidad.

Para el segundo caso, se ha estudiado por separado la incorporación de un dispositivo de almacenamiento al final de cada una de las dos líneas que componen el sistema. Se propone como trabajo futuro, el efecto que produciría utilizar los dos dispositivos simultáneamente al final de cada una de las líneas. El estudio del punto 3.2.8 sobre caídas de tensión muestra que cuando el dispositivo se coloca en un extremo de la línea, las tensiones del otro extremo permanecen inalterables. Esto puede considerarse como un indicio, de que el efecto de los dos dispositivos por separado podría extrapolarse a los dos dispositivos funcionando simultáneamente. Otro síntoma de este fenómeno es la congestión a la que están sometidas las líneas con y sin dispositivo, de las dos líneas, aquella a la que se le conecta el dispositivo ve como la congestión se modifica en función de si el dispositivo está en descarga o en carga, mientras que la otra línea que no dispone de dispositivo ve inalterable su congestión, independientemente si el dispositivo en la otra línea está o no cargado.

En el estudio sobre caídas de tensión se ha mostrado como la inyección de reactiva está “más acoplada” con la tensión que la potencia activa. En este proyecto, las simulaciones se han realizado con el factor de potencia igual a la unidad, sería conveniente continuar este análisis sobre tensiones considerando varias posibilidades con respecto al factor de potencia de los dispositivos de almacenamiento y su repercusión a las tensiones en los nudos. Estos análisis se proponen como trabajos futuros.

Del último caso, aunque también podría ser aplicable al caso 2 es la escasa información de partida con la que se han realizado las simulaciones, mientras que en el caso 1 la información era abundante y permitía realizar un análisis bastante exhaustivo del consumo de la industria estudiada, para estos dos casos la información que se disponía era únicamente de una curva de demanda, luego se debe mantener en cautela los resultados obtenidos, si bien, estos estudios sirven como base sólida para posteriores estudios donde los datos sí predominen.

Bibliografía

- [2] Pedro Raúl de León Guerra. "Trabajo Fin de Máster". Universidad de Sevilla. 2010.
- [3] Dr. Chris Naish, Dr. Ian McCubbin, Mr. Oliver Edberg, Mr Michael Harfoot. "Study energy storage final". European Parliament. Policy Department, Economic and Scientific Policy. February 2008.
- [4] Bradford Roberts. "Capture Grid Power". IEE Power and Energy magazine. July/August 2009
- [5] Shin-ichi Inage. "Prospects for Large-Scale Energy Storage in Decarbonised Power Grids". International Energy Agency, IEA. 2009.
- [6] Capítulo 14. Almacenamiento de energía a gran escala.
- [7] Stijn Cole, Dirk Van Hertem, Leonardo Meeus and Ronnie Belmans "Energy storage on production and transmission level: a SWOT analysis", Katholieke Universiteit Leuven, 2009
- [8] Ministerio de Industria, Transporte, Turismo y Comercio "La energía en España" Edición 2009.
- [9] Eduardo Gil González Madroño "Tecnologías de acumulación de energía para su uso en la compañía eléctrica- Baterías de sodio-azufre-". Universidad Carlos III de Madrid. Febrero 2009.
- [10] Ali Nourai, I Kogan Chris M Schafer, "Load leveling reduces T&D line losses", IEEE transaction on Power Delivery. Volume 23. Número 4. Octubre 2008, 2007
- [11] Hussein Ibrahimab, Adrian Ilincaa, Jean Perronb, "Comparison and Analysis of Different Energy Storage Techniques Based on their Performance Index" IEEE 2010.
- [12] Vallvé X., Graillot A., Gual S. Colin, H. "Micro storage and Demand Side Management in distributed PV grid-connected installations"
- [13] Susan M. Schoenung and William V. Hassenzahl. "Long vs Short-Term Energy Storage Technologies Analysis. A Life-Cycle Cost Study". Sandia National Laboratories, California, August 2003.
- [14] Swanbarton Limited; "Status of Electrical Energy Storage System". 2004
- [15] Swanbarton Limited, "Regenesys Utility Scale Energy Sotrage". 2004
- [16] NGK INSULATORS, LTD <<http://www.ngk.co.jp/>>
- [17] <<http://www.eia.doe.gov/>>
- [18] CNE: <<http://www.cne.es/>>
- [19] OMEL: <[http:// www.omel.es](http://www.omel.es)>
- [20] REE: <<http://www.ree.es>>
- [21] ESA: <<http://www.electricitystorage.org>>
- [22] Luis Marcos Anticoi Durán. "Implementación y aplicaciones del programa de simulación PowerWorld". Universidad de la Frontera 2005
- [23] Piyasak Poonpum and Ward T. Jewell. " Analysis of the Cost per Kilowatt Hour to Store Electricity" IEEE Transaction on energy conversion, Vol. 23, N° 2, June 2008.

[24] Dr. Rahul Walawalkar and Dr Jay Apt “Market Analysis of Emerging Electric Energy Sotrage Systems” Carnegie Mellon University. July 2008 .

[25] Electricity Advisory Committee. “Bottling Electricity: Storage as a Strategic Tool for Managing Variability and Capacity Concerns in the Modern Grid”. December 2008.

[28] Ward Jewell, Phanikrishna Gomaton, Lokendra Bam, Rudra Kharel. “Evaluation of Distributed electric Energy Storage and Generation. Wichita State University. July 2004.

[29] UNESA: <http://www.unesa.es>

[30] Juan Luis Plá de la Rosa. “Hidrógeno y pilas de combustible: Estado actual y perspectiva inmediata” IDEA. 2008

[31] REE; “El sistema eléctrico Español”. Informe 2008