

# Gestión de almacenamiento energético para instalaciones de generación-distribución

*Energy storage management for generation-distribution facilities*

Juan-Aurelio Montero-Sousa, Luis-Alfonso Fernández-Serantes, José-Luis Casteleiro-Roca, Xose-Manuel Vilar-Martínez y José-Luis Calvo-Rolle  
 Universidad de A Coruña (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/8172>

Normalmente, la curva de demanda de energía de un país no es conocida a priori, pero pueden hacerse estimaciones [1]. En la Fig. 1 se muestra un ejemplo real, donde la estimación (azul), es similar a la demanda real (roja). Las energías renovables tienen disponibilidad variable [1]; lo que hace compleja la labor de previsión de funcionamiento para el resto de centrales.

Por otra parte, la inclusión de los sistemas de almacenamiento requiere una gestión eficaz. Si el sistema de almacenamiento estuviera controlado por el gestor de la red, lo que procuraría es optimizar el binomio entre energía generada y demandada. Acumulando energía cuando la generación fuese mayor que la demanda, y cuando el sistema demandase más energía de la generada, liberaría energía, equilibrando generación y demanda.

Frecuentemente la planta de almacenamiento puede estar controlada por una central renovable. Estas, tienen que proporcionar al gestor de red una previsión de la energía que aportarán en un momento concreto [1]. De no cumplirla, se impondrían penalizaciones a la planta de generación [2]. La energía almacenada se aportaría, hasta completar lo pactado. De disponer de más energía que la indicada al gestor, la sobrante se emplearía para recargar el sistema de almacenamiento. Así se evitarían en todo momento penalizaciones por incumplimiento de previsiones.

Otro uso de las plantas de almacenamiento es gestionar la energía almacenada acumulando cuando el precio de la energía fuese bajo y generando cuando es más rentable. En la Fig. 2 se muestra la evolución del precio a lo largo de un mes; esta variación depende de muchos factores como: eventos, climatología, etc.

Para poder afrontar las previsiones de energía con precisión, se presenta un nuevo basado en un modelo híbrido [3,4]; primero, se realizaría una reducción de variables, posteriormente se aplicarían

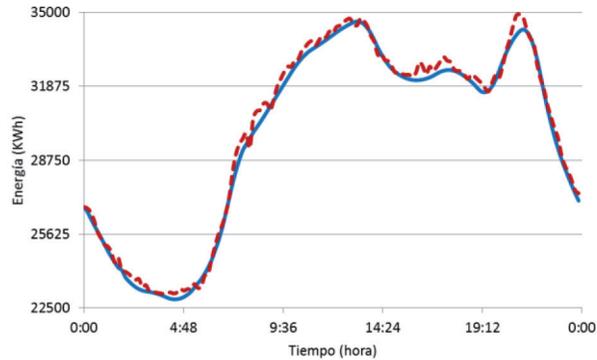


Fig. 1: Curvas de estimación y demanda real

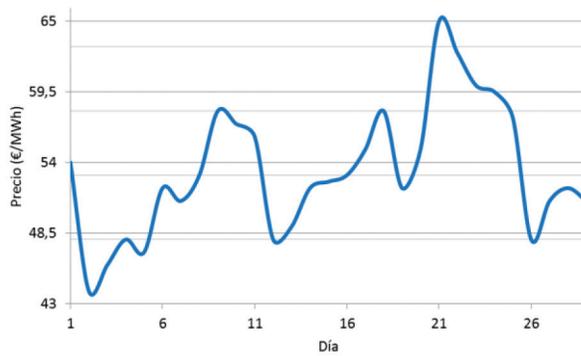


Fig. 2: Evolución del precio de la energía

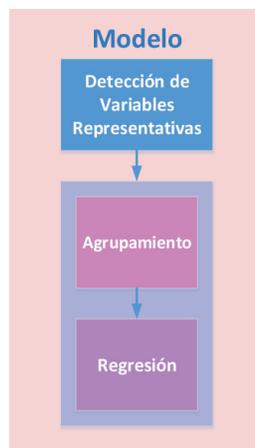


Fig. 3: Modelo

técnicas de agrupamiento (*clustering*), y finalmente se modelaría el comportamiento de cada grupo mediante algoritmos de regresión específicos (Fig. 3).

En la Fig. 4 se muestra una propuesta simplificada. Para su creación, primero se utilizarían algoritmos para la detección de variables de entrada significativas para obtener las salidas. Esto se puede efectuar mediante algoritmos como PCA (*Principal Component Analysis*) [5], o SOM (*Self Organization Maps*) [3].

El *clustering* consiste en crear grupos con datos que poseen similitudes; técnicas para conseguirlo son SOM y *K-means*.



Fig. 4: Propuesta simplificada

Aplicadas conjuntamente, un primer análisis con SOM predice el número de grupos, y luego *K-means* permite dividir el conjunto de datos [6,7]. Se conoce como modelo global al que incluye todos los datos, y como modelos locales a los creados cuando se aplica *clustering*. Seguidamente, se utilizarían técnicas de regresión para prever los valores de las salidas del sistema. Algoritmos típicos son: regresión polinomial, redes neuronales artificiales (ANNs), máquinas de vectores soporte (SVR), etc. Finalmente, en la creación del modelo, es necesario comprobar su eficiencia. Para ello, el indicador típico es el error cuadrático medio (MSE); este indicador se usa para comparar los diferentes algoritmos, seleccionar el número correcto de grupos y para ajustar los parámetros internos de los algoritmos [8].

Sería posible así, ubicar diferentes plantas de almacenamiento en la red eléctrica, y optimizar su administración. Es importante enfatizar en la creación de

modelos que permitirían predecir la demanda para tomar decisiones en la gestión del almacenamiento, y poder disponer de la energía en los momentos necesarios.

## REFERENCIAS

- [1] Fernandez-Serantes, L., Montero-Sousa, J., Casteleiro-Roca, J., Vilar-Martinez, X., Calvo-Rolle, J. (2016). MANAGEMENT POSIBILITIES FOR GENERATION-DISTRIBUTION FACILITIES WITH ENERGY STORAGE. *DYNA Energía y Sostenibilidad*, 5(1). O. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/ES7820>
- [2] Salmerón J. Las renovables en el mercado de la electricidad: perspectivas de futuro. Generalitat de Catalunya. Nota d'economia 95-96, 1er cuatrimestre 2010
- [3] Casteleiro-Roca, J.L., Calvo-Rolle, J.L., Meizoso-López, M.C., Piñón-Pazos, A., Rodríguez-Gómez, B.A., Bio-inspired model of ground temperature behavior on the horizontal geothermal exchanger of an installation based on a heat pump, *Neurocomputing*, 150, Part A, 90-98, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucom.2014.02.075>
- [4] Ferreiro Garcia, R., Calvo-Rolle, J.L., Romero Gomez, M., DeMiguel Catoira A., Expert condition monitoring on hydrostatic self-levitating bearings, *Expert Systems with Applications*, 40(8), 2975-2984, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2012.12.013>
- [5] Quintián, H., Calvo-Rolle, J. L., Corchado, E. (2014). A Hybrid Regression System Based on Local Models for Solar Energy Prediction. *Informatica*, 25(2), 265-282.
- [6] Alaiz Moretón, H., Calvo Rolle, J.L., García, I., Alonso Alvarez, A., Formalization and practical implementation of a conceptual model for PID controller tuning, *Asian Journal of Control*, 13(6), 773-784, doi: <http://dx.doi.org/10.1002/asjc.264>
- [7] José Luis Casteleiro-Roca, Héctor Quintián, José Luis Calvo-Rolle, Emilio Corchado, María del Carmen Meizoso-López, Andrés Piñón-Pazos, An intelligent fault detection system for a heat pump installation based on a geothermal heat exchanger, *Journal of Applied Logic*, Volume 17, September 2016, Pages 36-47, ISSN 1570-8683, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jal.2015.09.007>.
- [8] Calvo-Rolle, J.L., Casteleiro-Roca, J.L., Vilar-Martinez, X., Montero-Sousa, J., Expert system development to assist on the verification of "TACAN" system performance. *DYNA*, 89(1). 112-121. DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/5756>