PRICAM

**Objetivo 5. Tarea. Diseño de algoritmos de carga y descarga de backup teniendo en cuenta la generación eólica y fotovoltaica.**

La motivación de este objetivo es no es fundamentalmente la de almacenar cantidades significativamente grandes energía a fin de poder utilizarla en el futuro en ausencia de elementos de generación. El objetivo más prioritario consiste en el uso de baterías para el suavizado de la energía generada y para el desplazamiento temporal a corto plazo de la energía eléctrica (shifting). Un trabajo que expone parcialmente el problema y el escenario es [3].

**Suavizado**

El suavizado tiene una aplicación inmediata en el aumento de la fiabilidad de un sistema estocástico de producción de energía, a través de la disminución o eliminación del riesgo de déficit de potencia. En el caso de sistemas de producción de energía fotovoltaica, el suavizado debe tener una rápida respuesta, es decir, actuará en bandas de frecuencia relativamente altas, ya que los sitemas fotovoltaicos que en un instante de tiempo están sumisntrando una cantidad significativa de energía, presentan desvanecimientos muy rápidos que pueden durar muy pocos segundos o minutos, como consecuencia de la variación en la cobertura de nubes.

Los sistemas eólicos presentan una inercia mecánica que produce un comportamiento a menor frecuencia. Por ello, los sistemas de suavizado que se apliquen a estas instalaciones deben presentar mayor capacidad [9].

**Shifting**

El shifting, tiene mayor dificultad para su implementación que el suavizado, y está conectado con el concepto de eficiencia energética. En la práctica, el shifting se utiliza para tres fines. El primero es el recorte de picos de carga. En esta apliclación, se utiliza la energía almacenada para evitar tener que producir una cantidad adicional de energía en la eventualidad de que se produzcan picos. El segundo es el denominado “firming”, que consiste en sumar la energía generada más la almacenada para configurar un determinado perfil de generación de energía durante un tiempo (por ejemplo, conseguir una tasa constante de producción en presencia de elementos de producción estocásticos). Por último, se especula cobn la aplicación de estas técnicas en arbitraje, es decir, en el uso estratégico de la energía almacenada a fin de obtener un beneficio neto en su venta. Para ello, se necersita producir energía para almacenarla cuando el coste de la generación sea bajo (fundamentalmente cuando existe la posibilidad de generar mediante fuentes renovables, para las cuales el coste de mantenimiento depende poco del uso de los generadores). Esta energía debe estar disponible para su venta en aquellos periodos en los que el precio de mercado de la energía sea superior al coste de generación de la energía almacenada, a fin de obtener un beneficio económico.

Existen trabajos que llevan a cabo cada una de esas operaciones por separado, pero no los hay que integren las tres al mismo tiempo. Vease, por ejemplo [4], [5] y [6]. No obstante, en un caso real, todas las tareas deben tenerse en cuenta simultáneamente.

Los elementos clave en estas operaciones son la predicción del precio de la electricidad, la predicción de la carga (o consumo) y la predicción de la generación de la energía, teniendo en cuenta que al menos la energías eólica y la fotovoltaica tienen carácter estocástico, y su predicción depende totalmente de la predicción meteorológica disponible, junto con el uso de modelos deterministas para la estimación de la tendencia temporal de la generación en función de la estación del año. Normalmente se habla de dos tipos de predicción dependiendo de su horizonte. La predicción diaria (day ahead) se utiliza para la planificación del día siguiente, mientras que es necesaria una predicción a corto plazo para el ajuste continuo de la planificación.

**Control de carga y descarga de baterías**

La operación del control de las baterías se lleva a cabo utilizando un algoritmo de control predictivo, usualmente lineal y basado en un modelo AR [8] or ARMA. En general, en mi opinión sería más interesante la exploración de modelos de regulación predictiva de modelos (véanse los artículo [10] y [11])

**Objetivos a desarrollar**

Objetivo 6 (Desagregación del consumo eléctrico), donde el grupo ML4DS (formerly G2PI) debe considerar las estrategias de estimación de consumo, y Objetivo 8 (Tarificación variable), donde se pretenden establecer métodos de minimización de la factura eléctrica sobre la base de la predicción de la tarifa eléctrica y la planificación del consumo, con métodos similares a los del objetivo 5.

**Bibliografía de interés**

1. Huang Jiayi, Jiang Chuanwen, Xu Rong, A review on distributed energy resources and MicroGrid, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 12, No 9, pp. 2472—2483, Dec 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2007.06.004>
2. Yixing Xu; Singh, C., "Power System Reliability Impact of Energy Storage Integration With Intelligent Operation Strategy," IEEE Transactions on Smart Grid, Vol. 5, No. 2, pp. 1129—1137, March 2014. <http://dx.doi.org/10.1109/TSG.2013.2278482>
3. Lavrova, O.; Cheng, F.; Abdollahy, S.; Barsun, H.; Mammoli, A.; Dreisigmayer, D.; Willard, S.; Arellano, B.; van Zeyl, C., "Analysis of battery storage utilization for load shifting and peak smoothing on a distribution feeder in New Mexico," Innovative Smart Grid Technologies (ISGT), 2012 IEEE PES , vol., no., pp.1,6, 16—20, Jan. 2012. <http://dx.doi.org/10.1109/ISGT.2012.6175723>
4. Kyle Bradbury, Lincoln Pratson, Dalia Patiño-Echeverri, Economic viability of energy storage systems based on price arbitrage potential in real-time U.S. electricity markets, Applied Energy, Volume 114, February 2014, Pages 512-519, ISSN 0306—2619, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.10.010>
5. Oudalov, A.; Cherkaoui, R.; Beguin, A., "Sizing and Optimal Operation of Battery Energy Storage System for Peak Shaving Application," Power Tech, 2007 IEEE Lausanne , pp.621,625, 1—5 July, 2007. <http://dx.doi.org/10.1109/PCT.2007.4538388>
6. Venu, C.; Riffonneau, Y.; Bacha, S.; Baghzouz, Y., "Battery Storage System sizing in distribution feeders with distributed photovoltaic systems," PowerTech, 2009 IEEE Bucharest , pp.1—5, June 28 2009-July 2 2009. <http://dx.doi.org/10.1109/PTC.2009.5282093>
7. Wei Qi; Jinfeng Liu; Christofides, P.D., "Distributed Supervisory Predictive Control of Distributed Wind and Solar Energy Systems," Control Systems Technology, IEEE Transactions on , vol.21, no.2, pp. 504—512, March 2013. <http://dx.doi.org/10.1109/TCST.2011.2180907>
8. Ding Li; Jayaweera, S.K., "Uncertainty modeling and prediction for customer load demand in smart grid," IEEE Energytech, 2013 , vol. 1, no. 6, pp. 21—23, May 2013. <http://dx.doi.org/10.1109/EnergyTech.2013.6645360>
9. Duehee Lee; Joonhyun Kim; Baldick, R., "Stochastic Optimal Control of the Storage System to Limit Ramp Rates of Wind Power Output," Smart Grid, IEEE Transactions on , vol.4, no.4, pp.2256—2265, Dec. 2013. <http://dx.doi.org/10.1109/TSG.2013.2285524>
10. C. O. Aguilar, A. J. Krener, “Model Predictive Regulation”, <http://arxiv.org/abs/1310.7135>
11. J. Bouvrie, B. Hamzi, “Model Reduction for Nonlinear Control Systems using Kernel Subspace Methods”, <http://arxiv.org/abs/1108.2903v1>