

SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN Y MONITOREO DE CLUSTERS EÓLICOS

ESTEBAN IGNACIO STORCH

Director Hugo J. Curti



Propuesta de trabajo final para la carrera de Ingeniería de Sistemas

Junio 14, 2013

1 Motivación

El creciente avance de las energías renovables ha impactado fuertemente en el campo de la investigación así como en el campo de la Ingeniería de Software, potenciando la necesidad de sistemas que brinden soporte a los estudios científicos y que permitan la realización de sendos estudios a gran escala, tanto a bajo como a alto nivel.

El estudio científico más importante y que motiva el presente trabajo final, es el estudio de la **Regulación de Potencia** de Parques Eólicos a gran escala, con el fin de determinar si es posible o no el control a gran escala de la generación de energía de Parques Eólicos en grupos llamados **Clusters Eólicos**.

En el contexto de la energía eólica, la Regulación de Potencia de un Parque Eólico es un conjunto de acciones que se pueden realizar sobre los Generadores Eólicos y cuya finalidad es alterar la cantidad de energía generada en un factor λ conocido a priori.

El Parque Eólico, a través de su software de control, define cuáles **Técnicas de Regulación** son aceptadas y cuales no, y se encarga de la ejecución de las mismas, haciendo transitiva la directiva a los Generadores afectados.

Modelos dinámicos y **Estrategias de Control** para Parques Eólicos han sido desarrollados, con el fin de optimizar su operación. Dichos modelos adoptan el concepto de Cluster Eólico, el cual representa la integración lógica de Parques Eólicos en la Red Eléctrica. El agrupamiento en Clusters Eólicos se hace por conveniencia; por ejemplo, por región geográfica o por Distribuidor de Energía asociado al Parque.

Los contados sistemas que existen en el mercado actualmente no permiten la posibilidad de monitorear y administrar Parques Eólicos a mediana o gran escala, sino que se dedican a una de las dos cosas exclusivamente. Por otra parte, dichos sistemas fueron creados y mantenidos por las mismas compañías fabricantes de generadores y Parques, con el propósito de ampliar la cartera de servicios brindada a sus clientes.

Tales sistemas están orientados a un conjunto muy acotado de modelos de generadores y Parques, y no ofrecen la posibilidad de integrarse con productos de otras compañías.

Los estudios de Regulación de Potencia sobre Parques Eólicos comprenden distintas actividades sobre los parques y sobre sus mediciones, tales como

- identificar la infraestructura de la Red Eléctrica
- calcular Pronósticos de Energía periódicamente para cada Parque
- concentrar, normalizar y agrupar las mediciones de generación
- calcular Pérdidas de Energía por transporte en la Red
- monitorear de la generación de energía de cada Parque y Cluster
- estudiar mediciones sobre Parques y Clusters de forma individual y en conjunto
- aplicar Estrategias de Control para probar la Regulación de Potencia a nivel Parque y Cluster

En el contexto del proyecto, una Estrategia de Control es un plan de acción cuya finalidad es optimizar la reducción de la cantidad de energía generada por un conjunto de Parques Eólicos con el solo fin de satisfacer la demanda de energía en un momento dado.

Tomando como base las predicciones de generación de energía para los Parques Eólicos comprendidos por la Estrategia, se aplican tácticas para determinar con precisión la cantidad de energía que cada Parque producirá durante cierta ventana de tiempo en el futuro.

Además del estudio de factibilidad del monitoreo y control a gran escala de Parques Eólicos, la motivación del trabajo final es el gran esfuerzo que demanda la comprobación de Estrategias de Control sobre los Parques, en las cuales intervienen datos de diversos orígenes y obtenidos en distintos momentos. El siguiente diagrama es una simplificación de las partes intervinientes en la prueba de una Estrategia de Control:



La **Descripción Técnica** de los Parques permite conocer la capacidad instalada de cada uno de ellos y detalles de la generación de energía. El **Histórico de Mediciones** permite conocer las características de la generación en el último tiempo, para intentar descubrir cómo podría llegar a evolucionar en el futuro cercano. Las **Mediciones Actuales** del Parque permiten conocer el estado al momento de aplicar la Estrategia de Control. Los **Pronósticos de Mediciones** para los Parques son de vital importancia para la Estrategia, ya que validan con un cierto porcentaje de efectividad si la Estrategia será viable o no. La aplicación de la Estrategia de Control resulta en un conjunto de **Directivas** (o **Puntos de Referencia**) que, de aplicarse en tiempo y forma, resultarán en la inserción de la cantidad de energía demandada.

Como se puede observar, existen varios problemas a resolver para llegar a probar si existe solución o no.

2 Objetivo

El objetivo de este trabajo final es presentar y estudiar el conjunto de decisiones que se tomaron durante el desarrollo del **Sistema de Administración y Monitoreo de Clusters Eólicos**. Dicho sistema tiene como principal motivación tanto la integración como la administración y monitoreo de diversos modelos de Parques Eólicos, todos ellos parte de la Red Eléctrica de un país.

En particular, se presentarán y analizarán las decisiones de diseño de arquitectura y de componentes de alto nivel, para intentar determinar el grado de satisfacción que brinda el sistema al problema planteado. Se presentarán y contrastarán alternativas a las decisiones más importantes.

Como resultado final, se presentará el diseño final del sistema junto con mediciones de satisfacción de las distintas características del sistema creado, lo cual permitirá determinar qué tan bien se solventan las problemáticas de las cuales depende el estudio científico.

3 Plan de Trabajo

El trabajo final comprende las siguientes tareas:

1. Relevamiento bibliográfico sobre estilos arquitectónicos, diseño de arquitecturas de software, integración entre sistemas y generación de energía eólica.
2. Identificación de decisiones más relevantes de diseño arquitectónico y de componentes del sistema elaborado.
3. Presentación y evaluación de alternativas para cada decisión de diseño relevante presentada en 2).
4. Realización de pruebas usando el sistema y recolección de resultados para su posterior análisis.
5. Análisis de los resultados obtenidos y comparación con los objetivos científicos planteados inicialmente.
6. Redacción del informe correspondiente al trabajo realizado (a realizarse progresivamente durante las etapas anteriores).

El tiempo total estimado de desarrollo del proyecto es 8 meses.

4 Bibliografía

- [1] Shaw M, Garlan D. *Software Architecture: Perspectives on an Emerging Discipline*. Prentice Hall, 1996
- [2] Bass L, Clements P, Kazman R. *Software Architecture in Practice, 2nd Edition*. Addison-Wesley, 2003.
- [3] Fowler M. *Patterns of Enterprise Application Architecture*. Addison-Wesley Professional, 2002
- [4] Gamma E, Helm R, Johnson R, Vlissides J. *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison-Wesley Professional, 1994
- [5] Buschmann F, Meunier R, Rohnert H, Sommerlad P, Stal M. *Pattern-Oriented Software Architecture Volume 1: A System of Patterns*. Wiley, 1996
- [6] Clements P, Bachmann F, Bass L, Garlan D, Ivers J, Little R, Merson P, Nord R, Stafford J. *Documenting Software Architectures: Views and Beyond, 2nd Edition*. Wiley, 1996
- [7] López M, Vannier J C, Sadarnac D. *Sistemas de Conversión de Energía Eólica: Control y Diseño*. Département “Electrotechnique et Systèmes d’Energie”, École Supérieure d’Electricité (Supélec), Gif-sur-Yvette, FRANCE, 2007
- [8] Manwell J, McGowan J, Rogers A. *Wind Energy Explained: Theory, Design and Application*. Wiley, 2010
- [9] European Wind Energy Association. *Wind Energy – The Facts: A Guide to the Technology, Economics and Future of Wind Power*. Routledge, 2009