

Sistema de comunicaciones y control para central eléctrica escuela a partir de combustibles renovables combinados

Ing. Daniel Colón, Msc. Ing. Carlos Labriola
Grupo de Energía y Sustentabilidad, Facultad de
Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue
carloslabriola54@yahoo.com.ar

Palabras clave: Comunicaciones, central, renovable control, escuela.

Resumen

Desde el año 2010, se está materializando en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue (FIUNCo), asentamiento Neuquén Capital, una central de cogeneración eléctrica a partir de fuentes de energía renovable como ser eólica, microhidráulica y biomasa (biogás y biodiésel de microalgas). La demanda inicial preveía abastecer 150 a 250 kW, pero luego se amplió a la universidad entera, totalizando 1,5 MW instalados. Se genera en baja tensión y se ingresa en distintos puntos en baja tensión con posibilidad de abastecer media tensión si es necesario. Dado que el equipamiento está distribuido en base a lugares disponibles según los recursos renovables, es necesario un sistema de comunicaciones que se ha concebido duplicado: inalámbrico y fibra óptica. Este sistema no solo permitirá tener las mediciones y estados con un Scada, sino también efectuar operaciones, control y actuaciones de protecciones. Se plantean las pautas de una metodología de red inteligente didáctica para los estudiantes de las carreras de Ingeniería Eléctrica y Electrónica para ser implementada a futuro.

Objetivo

Dada la importancia actual de los sistemas de cogeneración mediante energías renovables y su interacción con el sistema eléctrico nacional, el objetivo principal de este trabajo es el análisis y desarrollo adecuado de un sistema de control y telemetría Scada que permita la adecuada operación de tres turbinas y dos generadores de biomasa. Dado que este es un elemento crucial para el correcto funcionamiento y seguridad tanto de la generación como del sistema eléctrico, se diseña la topología y todos los dispositivos a utilizar, desde el controlador lógico programable (PLC), sensores, actuadores y software de visualización de variables de proceso. De esta manera, se espera realizar un diseño óptimo, seleccionando dispositivos industriales existentes en el mercado.

Elemento	Cantidad
Turbinas Darrieus Troposkien	2
Turbina Turgo	1
Generador por biomasa	1
Generador por biodiésel	1
Central meteorológica	1
Sala de supervisión	1
Sala de supervisión y control	1

Tabla 1. Elementos principales de la central eléctrica escuela.



Introducción

El desarrollo del presente trabajo se enmarca en la instalación de dos turbinas eólicas del tipo Darrieus Troposkien de eje vertical (una de 5 kW y otra de 150), y una turbina hidráulica de eje vertical tipo Turgo (de 3 a 5 kW), así como generación microhidráulica y biomasa (biogás y biodiésel de microalgas), todas ellas desarrolladas en la Facultad de Ingeniería en el Centro de Análisis y Aplicaciones de Fuentes de Energía Renovable, para ser integradas al Proyecto de Central Eléctrica Escuela a partir de fuentes de energía renovable de la UNCo, estos elementos se resumen en la tabla 1.

La instalación de todos los elementos será en predios de la UNCo, y serán conectados a la red eléctrica de baja tensión que utiliza actualmente la universidad, de manera de reducir el gasto de energía eléctrica. Por otro lado, con la adquisición de datos de ciertas variables físicas de cada turbina, se espera poder medir el rendimiento real, implementar las estrategias de control para el arranque, parada y el control de velocidad. Esto permite, además de los desafíos de un proyecto de este nivel, adquirir experiencia y conocimientos, tanto para los profesores como para los alumnos, en la instalación, operación y mantenimiento de centrales de generación de energías limpias, de allí su carácter de central escuela y cuyo objetivo es abastecer al menos el 30% del consumo energético de la UNCo.

En la actualidad, es notable el auge adquirido por el uso de energías limpias, sobre todo en la región, de la energía obtenida de los vientos. Da cuenta de ello, por ejemplo, la instalación de la fábrica de aerogeneradores que se está construyendo en la localidad de Cutral-có, y el laboratorio de desempeño de aerogeneradores de baja potencia que el INTI montó en la misma ciudad. Esto hace imperativo tener la posibilidad por parte de alumnos y profesores de adquirir conocimientos y experiencia en el uso de este tipo de energías. El grupo de Energías Renovables de la Facultad de Ingeniería, en el Departamento de Electrotecnia, desde hace más

de diez años trabaja en diferentes aspectos de las energías renovables, lo que da una factibilidad adicional al asegurar un aprovechamiento educativo exhaustivo en la instalación y uso de estos generadores, con la posibilidad de ver plasmada en la realidad la teoría obtenida en el aula, y poder diseñar futuras mejoras sobre modelos de escala real.

Debido a todo lo antes expuesto, es indispensable diseñar un sistema de control y telemetría de los generadores a instalar, viables tanto técnica como económicamente de manera de asegurar la obtención de datos relevantes y un control seguro y robusto de las variables principales de los generadores. Para ello se realizan las tres fases principales pertinentes a un proceso de proyecto de ingeniería, a saber: ingeniería conceptual, básica y de detalle. En cada etapa se puede hacer una estimación económica de precisión ascendente, lo que permite explorar los recursos económicos y de personal con antelación a la finalización del diseño. Este tipo de proceso permite trabajar interdisciplinariamente de manera de poder volcar en el diseño todos los aspectos relevantes a tener en cuenta, quedando registrados en documentos estándar, los cuales son similares en todo proyecto de ingeniería que se lleva a cabo en el mercado, desde proyectos de baja hasta proyectos de gran envergadura. Esto permite que el proyecto sea interpretado por cualquier profesional que maneje este tipo de documentación.

Desarrollo

Esta investigación abarca el análisis general del sistema y sus interacciones con la red eléctrica; número y tipo de variables a medir, visualizar y controlar, estados y alertas del sistema. En este punto, y en forma conjunta a los especialistas en cada uno de los tipos de turbinas, se especifican los valores críticos de dichas variables, y los puntos óptimos en que se deben mantener, en particular las turbinas eólicas de eje vertical diseñadas especialmente para la zona patagónica de la República Argentina, para lograr el mejor aprovechamiento de cada

generador. Con estos datos, se seleccionan los dispositivos y topologías a ser utilizados.

Una vez determinadas las condiciones de mínima en la ingeniería conceptual, se procede a seleccionar con más precisión los dispositivos a utilizar, teniendo en cuenta modo de emplazamiento de las turbinas, espacio físico para montaje de instrumentos, disponibilidad en el mercado, principio de funcionamiento, costo de instalación y mantenimiento.

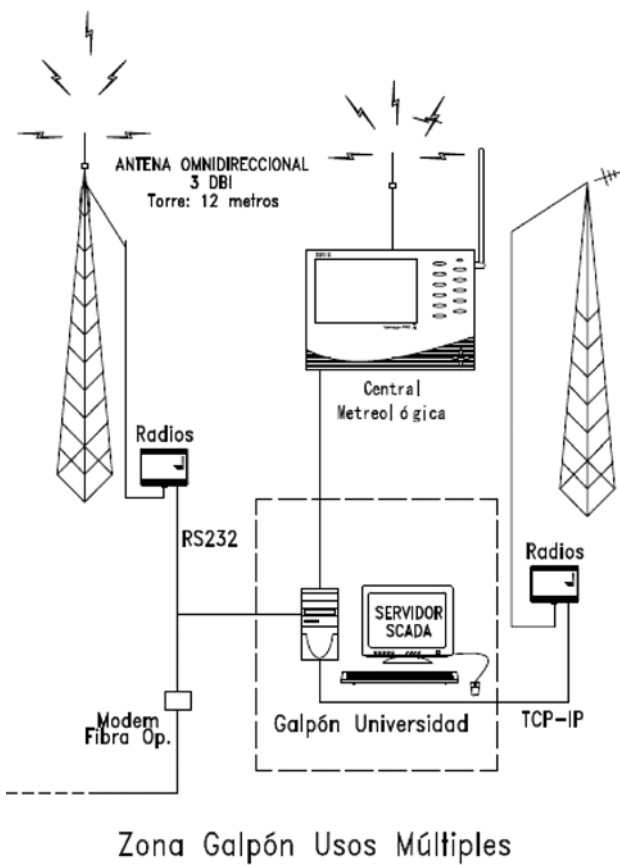


Figura 1. Diagrama de sistema sala central de supervisión y control.

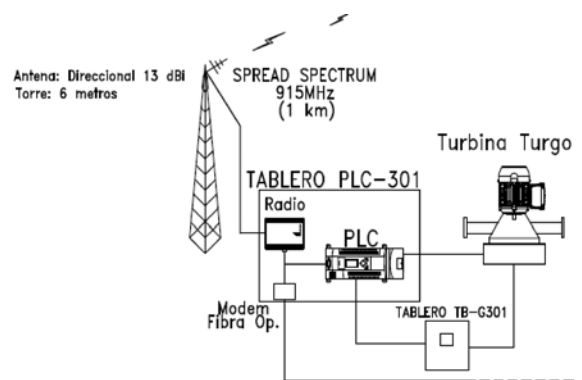
En la última etapa, ingeniería de detalle, se cuenta con todos los documentos necesarios para el armado de tableros, instalación de sensores, tendidos de cables de instrumentación y de potencia, y todo lo necesario para guiar el trabajo de quien/es

construyan y monten los equipos necesarios para el control y telemetría de las centrales generadoras antes mencionadas, así como para la supervisión en el normal funcionamiento de la central escuela.

En todas las etapas se procede también a una estimación económica de la tecnología propuesta y costos del proyecto.

Sistema de telemetría y control

Las turbinas tipo Darrieus y Turgo se conectan mediante el doble sistema de fibra óptica e inalámbrico como se indica en las figuras 1 y 2. La central meteorológica (figura 3) es la encargada de enviar la información sobre las variables climáticas, velocidad del viento, temperatura ambiente, presión y humedad. Los datos de los sensores colocados en las turbinas son adquiridos por el PLC, que es encuestado por el Scada a través de la red de fibra óptica, y en caso de que esta falle, es posible la transmisión de los datos vía inalámbrica por medio de un sistema de radio-enlaces. Estos datos se envían a la sala de supervisión central mediante protocolo RS 232, y de ahí son tomados por la sala de supervisión secundaria a través de protocolo TCP.



Locación G-301

Figura 2. Diagrama de sistema de la turbina Turgo.

A continuación, se detallan las principales variables que deben ser medidas en las turbinas de tipo Darrieus Troposkien:

- » Voltaje y corriente en bornes de generador



- » Corriente de salida del generador
- » Factor de potencia
- » Velocidad del generador
- » Temperatura cojinete superior e inferior y multiplicadores

Para la turbina tipo "Turgo"

- » Voltaje y corriente en bornes de generador
- » Corriente de salida del generador
- » Factor de potencia
- » Caudal de entrada y de salida
- » Temperatura generador

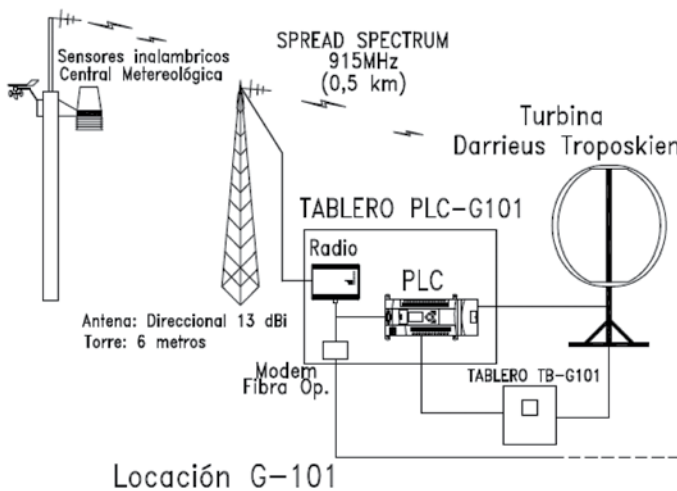


Figura 3. Esquema para la turbina Darrieus.

La sala central se encarga no solo de la supervisión sino también permite manipular variables de control y puesta en marcha de operación del sistema de generación combinado (figura 4).

En este punto se debe tener en cuenta que el tipo de turbina y las especificaciones de diseño y forma real influye en forma directa en el tipo de sensores. En particular en el caso de las turbinas Darrieus es necesario, para la medición de temperaturas en el cojinete, montar los sensores en forma directa lo más próximos al eje, pero dado que este se encuentra en movimiento, la transmisión de datos y alimentación del sensor debe realizarse mediante escobillas.

En funciones del estado del sistema, indicado por las variables medidas, se desarrollan las estrategias de control para mantener el sistema generando energía dentro de los límites de seguridad de la planta, así como la posibilidad de realizar un paro de emergencia de la/s turbina/s, con la activación total o no de los frenos aerodinámicos y freno a disco. Para esta tarea se implementan dichas estrategias mediante el diseño de un sistema de control con un PLC y un sistema Scada.

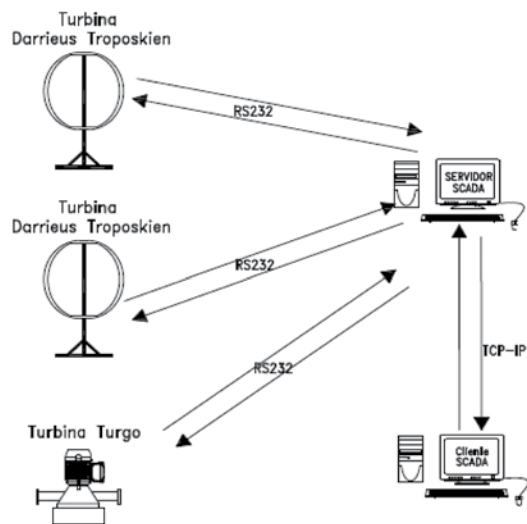


Figura 4. Diagrama de sistema de comunicaciones.

El PLC se selecciona a fin de manipular las variables de interés, indicadas en las tablas 3a y 3b. Se considera, además, otras variables secundarias y reserva para tolerar en forma confiable la totalidad del sistema. Para mantener la estabilidad y fiabilidad del sistema se utiliza el doble sistema de comunicaciones y un sistema PLC y Scada con elementos de *backup* y sistema de emergencia.

La alimentación de los tableros de control será a través de un sistema de paneles solares y tendrá la posibilidad de alimentarse mediante la energía generada por cada generador, de manera de asegurar el funcionamiento del sistema de control en cualquier momento, incluyendo cortes de la red eléctrica externa.

Tipo de entrada/salida	Cantidad	Observaciones
Entradas digitales	10	En CPU 10
Salidas digitales	6	En CPU 6
Entradas analógicas	10	2 módulos x 4 + 2 en CPU
Salidas analógicas	0	
Señales Modbus	380	En CPU
Total	406	

Tabla 3.a Variables dominantes de la turbina tipo Darrieus Troposkien.

Tipo de entrada/salida	Cantidad	Observaciones
Entradas digitales	10	En CPU 10
Salidas digitales	6	En CPU 6
Entradas analógicas	12	2 módulos x 4 + 2 en CPU + mód. X 2
Salidas analógicas	2	1 módulo x 2 AO
Señales Modbus	380	En CPU
Total	410	

Tabla 3.b Variables dominantes de la turbina tipo Turgo.

La capa física se selecciona para la comunicación es serie de manera de soportar cualquiera de los protocolos industriales que utiliza esta capa (Modbus, Fieldbus, DF1). Esto permite gran flexibilidad a la hora de modificar, ampliar o mantener la red de comunicación, ya que comercialmente hay un gran abanico de componentes para utilizar en cualquiera de esos protocolos. En un primer momento el protocolo seleccionado es el Modbus, por el alto grado de utilización en la industria, lo que hace que muchos dispositivos ya cuenten con este estándar de comunicación integrado de fábrica, abaratando los costos de integración. La comunicación entre la PC con el servidor del Scada y la que tiene cargado al cliente del mismo es a través de una red TCP-IP, protocolo que manejan las mayorías de los Scadas del mercado.

Costos

Suponiendo la instalación de dos turbinas Darrieus Trop y una turbina Turgo, el costo estimado de materiales asciende a 80.000 dólares.

Conclusiones

En este trabajo se presentan los principales elementos y procedimientos para la puesta en funcionamiento de un sistema de supervisión y control para una central eléctrica escuela a partir de combustibles renovables combinados.

El sistema conjunto es diseñado y desarrollado en el área de Energías Renovables, la que también ha desarrollado las turbinas de eje vertical adaptadas aerodinámicamente a la región patagónica, en la cual los vientos presentan ráfagas irregulares, lo que haría poco fiable las turbinas clásicas.

Los costos de diseño e implementación del sistema pueden reducirse mediante el remplazo de diferentes elementos comerciales por diseños propios, lo que permite además el constante perfeccionamiento y utilidad de la central eléctrica escuela como fin uniendo la investigación, la docencia, la universidad y la sociedad, y preservando el medio ambiente.

Dentro de las recomendaciones y trabajos futuros se encuentra la implementación de redes de sensores y sistemas inteligentes para el mejor desempeño y operación de la central. ■

Nota del editor: La nota técnica aquí publicada está respaldada por una extensa bibliografía cuyas referencias no se publican por normas editoriales. Por consultas de esta índole, o cualquier otra acerca de la temática tratada, contactar a los autores.

Nota del editor: La nota aquí reproducida fue originalmente presentada por los autores como artículo de investigación en *Cidel 2014*.