

Curso de Sistemas de Conversión de la Energía del Viento



Facilitador: Francisco González-Longatt, PhD

Lugar:

Duración: 24 horas académicas

Descripción General

1. Objetivos Generales

1. Mostrar los aspectos fundamentales de los sistemas de conversión de energía del viento.
2. Esto incluye aspectos técnicos, económicos y ambientales, además de presentar aspectos prácticos reales de aplicación de sistemas de conversión de energía del viento en Venezuela.

2. Objetivos Específicos

1. Descripción y manejo de los tópicos fundamentales que permiten comprender la conversión de energía del viento en electricidad y sus aplicaciones. Estos tópicos cubren un amplio rango, desde la meteorología pasando a través de temas ingenieriles hasta los concernientes a la economía y el medio ambiente.
2. Evolución de la tecnología. Hacer una panorámica de la tecnología hasta su estado actual.
3. Estudio del recurso eólico y su relación con la producción de energías, los principios de aerodinámica y explicar como la energía del viento provoca la rotación del rotor.
4. Tecnología de los aerogeneradores, incluyendo los diferentes subsistemas que intervienen en un aerogenerador y explicar la relación entre el rotor y el resto de la maquina.
5. Desarrollar una metodología para evaluar la viabilidad de Parques Eólicos. Se describen los métodos de análisis económicos y demuestra como la energía eólica puede ser comparada con las formas convencionales de generación.





3. Contenido General

Parte I. Soporte Teórico

I.1. Desarrollo Historio y Estado Actual de la Energía Eólica

1. Introducción
2. Recuento Histórico
 - a. Generación de potencia mecánica
 - b. Generación de potencia eléctrica
3. Estado actual de la Energía Eólica a Nivel Mundial
 - a. Vista general de la generación a partir del viento conectada a la red.
 - b. Europa
 - c. Norte América
 - d. Centro y Sur América
 - e. Asia y el Pacifico
 - f. Medio Este y África
 - g. Vista general de la generación no conectada a la red (stand-alones)
 - h. Economía de la Energía Eólica
 - i. Aspectos ambientales
4. Estado actual de la tecnología de generación eólica.
 - a. Enfoque de diseño.



I.2. Principios de Conversión de la Energía Eólica

Recursos Eólicos

- a. Naturaleza y Causas del Viento
- b. Variaciones a Largo Plazo y Turbulencia. Valores Medios
- c. Caracterización de los Valores Medios. Curvas de Distribución de
- d. Velocidad y Rosa de los Vientos
- e. Variación del Viento con la Altura
- f. Turbulencia atmosférica
- g. Valores Extremos del Viento
- h. Estimación de Recursos
- i. Estelas de Aeroturbinas

Aerodinámica

- a. Comportamiento Global de la Aeroturbina.
- b. Teoría del Disco Actuador.
- c. Parámetros Adimensionales más Importantes que Definen el Comportamiento de la Aeroturbina
- d. Perfiles Aerodinámicos
- e. Modelos de Cálculo Aerodinámico. Optimización del Diseño
- f. Control de Potencia. Curvas Potencia-Velocidad

Calculo Energético

- a. Energía Producida por una Aeroturbina Aislada en Terreno Llano
- b. Energía Producida por un Parque Eólico. Efectos Ortográficos y de Estelas
- c. Otros Efectos

I.3. Tecnologías de Aerogeneradores

1. Tipos de Turbinas Eólicas
 - a. Rotores de Eje Vertical.
 - b. Rotores de Eje Horizontal.
2. Componentes Básicos de un Aerogenerador
 - a. Transformación de Energía. Rendimiento.
3. Rotor Eólico
 - a. Parámetros de Diseño de Rotores Eólicos.
 - b. Tecnología de Palas.
4. Sistema de Transmisión
 - a. Aspectos Generales
 - b. Configuración del Sistema de Transmisión
 - c. Apoyo del Sistema de Transmisión
 - d. Freno Mecánico
 - e. Caja Multiplicadora
5. Torre
 - a. Tipos de Torres
 - b. Accesibilidad
 - c. Desafío Estructural
 - d. Cimentación
6. Mecanismo de Cambio de Paso de Pala
 - a. Componentes Básicos
 - b. Sistemas Eléctricos de Cambio de Paso
 - c. Sistemas Individuales de Cambio de Paso
 - d. Sistemas Pasivos de Cambio de Paso
7. Mecanismo de Orientación
8. Generador Eléctrico
 - a. Aspectos Constructivos del Generador Asíncrono
 - b. Principio de Funcionamiento
 - c. Consideraciones Relativas al Funcionamiento del Generador Asíncrono
 - d. en Sistemas eólicos
 - e. Aspectos constructivos y Tecnológicos de los Generadores Síncrono
 - f. Funcionamiento del Generador Síncrono
 - g. Consideraciones Relativas al Funcionamiento del Generador Síncrono en
 - h. Sistemas Eólicos
 - i. Tendencias y Desarrollos Futuros



I.4. Sistemas de Regulación y Control

1. Sistema Supervisor Del Aerogenerador
 - a. Modos de Operación
 - b. Seriales de Entrada al Sistema Supervisor
2. Sistema de Orientación
3. Sistemas Aerodinámicos de Control
 - a. Sistemas Pasivos de Limitación de Potencia
 - b. Sistemas Activos de Control de Potencia
4. Sistema De Regulación de Velocidad
 - a. Operación de Aerogeneradores de Velocidad Fija
 - b. Operación de Aerogeneradores de Velocidad Variable
 - c. Esquemas de Regulación de Control del Paso de Pala
5. Control Automático de la Generación.

I.5. Impacto Ambiental

1. Efectos meteorológicos sobre el microclima
2. Efecto de Fauna y Flora.
3. Efecto de los rotores al vuelo de aves locales y migratorias; estudios de proyectos requieren de análisis del paso de aves.
4. Ruido
5. Interferencias con ondas de TV y Radio
6. Seguridad
7. Impacto visual no estético



II. Parques Eólicos

II.1. Instalaciones Eléctricas

1. Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión de un Aerogenerador
 - a. Descripción y Clasificación de sus Componentes
 - b. Esquemas Eléctricos de Baja Tensión
 - c. Conexión del Generador
 - d. Dispositivos de Maniobra y Protección
2. Centros de Transformación
 - a. Situación
 - b. Transformador
 - c. Celdas de Media Tensión
3. Red de Media Tensión
 - a. Trazado
 - b. Zanjas
 - c. Selección De Cables
 - d. Optimización Técnico-Económica de la Red de MT
4. Subestación
 - a. Introducción
 - b. Transformador de la Subestación
 - c. Régimen de Neutro Media Tensión
 - d. Protecciones de Media Tensión
 - e. Evacuación en Alta Tensión
5. Protección Frente a Descargas Atmosféricas
 - a. Protección Externa
 - b. Instalación de Puesta a Tierra
 - c. Protección Interna



OffShore windpark Egmond aan Zee (36 x3 MW)
Egmond Aan Zee, Holanda

II.2. Aspectos Económicos de la Energía Eólica

1. Costos directos del aerogenerador: rotor, generador, fundaciones, otros.
2. Costos de instalación, operación y mantenimiento.
3. Tarifas eléctricas, incentivos regulatorios.
4. Empleo en la industria eólica.

II. 3. Recurso Eólico en Venezuela

1. Mapa eólico Venezolano.
2. Estadísticas de Viento en el Estado Aragua: Velocidad y dirección.
3. Factibilidad para la explotación de la energía eólica en Venezuela.
4. PDVSA: Caso Paraguaya.
5. CADAFE: Caso Falcón

II.4. Parque Eólico Off-Shore

1. Parque Eólico en Dinamarca: Horns Rev
2. Parque Eólico en Holanda: Egmond aan Zee

II.5. Parque Eólico On-Shore

1. Parque Eólico en Escocia: Hagshaw Hill



Hagshaw Hill Windfarm (24x600 kW)
Hagshaw Hill, Scotland

4. Dirigido a:

- Todos los profesionales y técnicos, personas y corporaciones interesadas en aprendizaje teórico-práctico de inmediata aplicación en el tema de las energías alternativas. Interesados en identificar oportunidades de aplicación.
- Personas involucradas con la gerencia, cálculo, evaluación e implementación de aerogeneradores y/o parques eólicos.
- Empresas petroleras, de ingeniería, de instrumentación y control, empresas eléctricas, organizaciones públicas y privadas que detecten la necesidad de adiestrar y fortalecer a su personal en este tema y ejecutar o gerenciar proyectos de esta tecnología.
- Directivos de organismos e instituciones, especialistas con perfil mecánico, especialistas con perfil eléctrico, con perfil de control automático, especialistas con perfil económica.

5. Minicurrículum Vitae del Instructor



Francisco M. Gonzalez-Longatt. Posee los títulos de ingeniero electricista del Instituto Universitario Politécnico de la Fuerza Armada Nacional (1994), Magister en Gerencia mención administración de empresas de la Universidad Bicentenario de Aragua (1999), Doctor en Ciencias de la Ingeniería, Universidad Central de Venezuela (2008), Postdoctorado en The University of Manchester (2009). Desde 1995 fue profesor a dedicación exclusiva, asistente, en la Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada (UNEFA), dictando asignaturas a nivel de pre y post-grado en varias universidades Venezolanas. Fue Jefe del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UNEFA. Actualmente es investigador asociado en el Electrical Energy and Power Systems (EEPS) de la School of Electrical & Electronic Engineering en The University of Manchester, Reino Unido. Es presidente del Grupo de Investigaciones Avanzadas de Energía Eléctrica, giaelec, y vicepresidente de la Asociación Venezolana de Energía Eólica, Aveol. Autor de numerosos artículos publicados en eventos a nivel nacional e internacional, entre los que se muestran algunos de los presentados a en eventos a nivel mundial exclusivamente de generación eólica:

- "Dynamical Model of Variable Speed WECS: Attend of Simplification" publicado en el *Fifth International Workshop on Large-Scale Integration of Wind Power and Transmission Networks for Offshore Wind Farm*, Glasgow, Escocia, 2005.
- "Wind Energy Resource Evaluation on Venezuela: Part I", publicado en el *Nordic Wind Power Conference in Espoo, Finland en Mayo de 2006*. Siendo este artículo de especial interés a nivel mundial por ser un primer diagnóstico del uso potencia de la energía del viento en Venezuela.
- "Effects Over Distribution Feeder of High Penetration Level of WECS Based on Induction Generators" y "Preliminary Evaluation of Wind Energy Utilization on Margarita Island, Venezuela", presentados en el *Sixth International Workshop on Large-Scale Integration of Wind Power and Transmission Networks for Offshore Wind Farm, Delft, Netherland*, Octubre de 2006.
- "Dynamic Behavior of Constant Speed WT based on Induction Generator Directly connect to Grid". 6th World Wind Energy Conference and Exhibition (WVEC 2007). October 2-4, 2007. Mar del Plata Argentina.

De igual modo el instructor tiene experiencia de campo en granjas de viento a nivel mundial, en Mayo de 2005, Parque Eólico de Hagshaw Hill Wind Farm (26 x 600 kW), ubicada a 2 millas de Douglas en Lanarkshire, Scotland, United Kindom. Y en 2007 OffShore windpark Egmond aan Zee (36 x3 MW) Egmond Aan Zee, Holanda. En tal sentido, el facilitador dispone de experiencia real de campo, junto con material original de vivencias practicas que estarán disponibles en le tutorial.

Por ultimo el facilitador es autor de textos de educación superior en el área de análisis de sistemas de potencia, más de una decena de artículos en revistas y congresos a nivel internacional relacionados con fuentes alternas de energía y generación distribuida. Es Senior Member Institute of Electrical and Electronic Engineers (EE.UU) y es miembro del Institute of Electrical Engineers (IEE, United Kindom), además pertenece a varias sociedades entre ellas la Power Engineering Society del IEEE.

6. Metodología

- Presentación oral en forma de clase magistral.

