Energía Eólica

Curso Académico: (2019 / 2020) **Fecha de revisión: 13-05-2020**

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Ingeniería Eléctrica

Coordinador/a: SANTOS MARTIN, DAVID

Tipo: Obligatoria Créditos ECTS : 6.0

Curso : 3 Cuatrimestre : 2

REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)

Todos los cursos de primer y segundo año . Entre ellos en especial, el de Fundamentos de ingeniería eléctrica. Además es deseable haber cursado la asignatura de "Electric Power Generation" del primer cuatrimestre del tercer curso.

OBJETIVOS

Los estudiantes que completen con éxito este curso serán capaces de:

- Resumir la historia de los aerogeneradores modernos justificando el desarrollo de la tecnología actual. Por otra parte, los estudiantes deben emplear la terminología exacta de los componentes para las aplicaciones más comunes, incluyendo eólica terrestre y marina (offshore), así como la de pequeños aerogeneradores.

- Comprender y utilizar las ecuaciones físicas fundamentales que permiten convertir la energía eólica en energía mecánica y eléctrica.

- Entender la tecnología, así como los sistemas principales criterios de diseño de los aerogeneradores modernos .

- Describir todos los tipos de turbinas de viento y justificar sus principales características. Por otra parte, los estudiantes deben entender los principales modelos matemáticos para los tipos más relevantes, con especial énfasis en las diferentes estrategias de control.

- Identificar los principales fabricantes de aerogeneradores, así como para analizar adecuadamente y comparar las especificaciones técnicas de sus productos .

- Comprender el impacto de la energía eólica, y los principales aspectos de los códigos de red desarrollados para mitigarlos.

- Ser capaces de comprender los resultados de los paquetes de software que usan modelos de aerogeneradores para la evaluación económica o análisis de sistemas de potencia.

- Desarrollar la capacidad para trabajar en equipo y promover la interacción de equipo de forma creativa para fomentar la contribución de todos los miembros con el fin de entregar los proyectos y tareas de ingeniería específicos

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

1. Introducción
- Historia del desarrollo de la energía eólica
- Estadísticas del desarrollo de la energía eólica
- Fabricantes actuales y modelos de aerogeneradores
- Mitos de la energía eólica

2- Aerodinámica de los sistemas eólicos
- Velocidad del Viento
- Impacto de la fricción y la Altura de la velocidad del viento
- Densidad del aire
- Palas de la turbina eólica
- Ángulo de ataque
- Velocidad relativa del Viento

- Ángulo de pala
- Coeficiente de Rendimiento
- Ratio de velocidades de la punta de la pala y la velocidad del viento
- Calculo de la potencia y par desarrollado por la pala
- Separación de los WT

3- Estadística de viento
- Media, varianza y desviación estándar
- Función de distribución acumulativa
- Función de densidad de probabilidad
- Función de Distribución de Weibull
- Función de Distribución de Rayleigh
- Dependencia y repetibilidad
- Correlación cruzada

4- Descripción de los principales tipos de sistemas eólicos
- Clasificación de las turbinas de viento
- Alineación de eje giratorio
- Tipos de Generadores
- Velocidad de rotación
- Tren de potencia y conversion de energía
- Sistemas de Control
- Tipos de sistemas eólicos
- Sistema eólico Tipo 1
- Sistema eólico Tipo 2
- Sistema eólico Tipo 3
- Sistema eólico Tipo 4

5- Componentes de los sistemas eólicos
- Aerodinámico
- Mecánico
- Generadores
- Electrónica de potencia

6- Sistema eólico Tipo 1
- Circuito equivalente
- Flujo de potencia
- Par Electromagnético
- Potencia máxima
- Par máximo
- Evaluación de sistema Tipo 1
- Control y Protección del sistema Tipo 1
- Potencia Reactiva del sistema Tipo 1
- Corriente de magnetización
- Estabilidad de la turbina

7- Sistema eólico Tipo 2
- Circuito equivalente
- Potencia real
- Par electromagnético
- Evaluación del sistema Tipo 2
- Control y protección del sistema tipo 2
- Corriente de magnetización
- Estabilidad de la turbina

8- Sistema eólico Tipo 3
- Circuito Equivalente
- Modelo simplificado
- Flujo de potencia
- Flujo de potencia aparente a través del convertidor lado rotor
- Flujo de potencia aparente a través del convertidor lado estator
- Sistema de control
- Protección eléctrica
- Protección Electromecánica

9- Sistema eólico Tipo 4
- Convertidor de potencia

- Sistema de control
- Flujo de potencia
- Control de Potencia real
- Control de Potencia Reactiva
- Protección

10- Integración en red de la energía eólica
- Estabilidad del Sistema
- Capacidad de respuesta ante huecos de tensión
- Variabilidad de la Producción de Energía Eólica
- La incertidumbre de la velocidad del viento
- Variabilidad de la producción de energía eólica
- Control de Potencia reactiva de los sistemas eólicos

11- Economía de la Energía Eólica

ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

El método docente consistirá en:

- clases magistrales que desarrollaran los temas principales del programa del curso.

- pequeños proyectos prácticos relacionados con el contenido , pero propuestos por los alumnos en función de su propio interés . Estos grupos se formarán por 2-3 estudiantes. El resultado del proyecto será un informe y, finalmente, una presentación oral.

- sesiones de resolución de problemas simples de carácter práctico.

Se realizarán dos prácticas de laboratorio y se resolverán problemas con el uso de paquetes de software específicos.

SISTEMA DE EVALUACIÓN

CONVOCATORIA ORDINARIA (C1): EVALUACIÓN CONTINUA (E1) y EXAMEN FINAL (E2):

- (E1) Evaluación continua (45% del total)

El pequeño proyecto en grupo representará todo el 45% de la evaluación continua. Se considerará el informe y, finalmente, un examen oral si se considera necesario después de evaluar el documento.

- (E2) Examen final (55% de la calificación total)
Consistirá en la resolución de problemas numéricos y preguntas de carácter teórico que cubren todo el contenido del curso.

C1 = 0,45 * 0,55 * E1 + E2

Nota: para poder aprobar por la convocatoria ordinaria (C1) es obligatorio asistir a todas las sesiones de laboratorio y haber asistido al menos a 10 sesiones de problemas, habiendo demostrado la resolución de todos los problemas al final de la clase. Además, E2 tiene que ser mayor o igual a 3,0 / 10.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA (C2)

- 100% de la nota será el resultado de un examen final (E3) que consistirá en la resolución de problemas numéricos y preguntas de carácter teórico que cubrirán todo el contenido del curso.

C2 = E3

Nota: para poder aprobar por la convocatoria extraordinaria (C2) es obligatorio asistir a todas las sesiones de laboratorio.

Peso porcentual del Examen Final:	55
Peso porcentual del resto de la evaluación:	45

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Alois Schaffarczyk (Editor) Understanding Wind Power Technology: Theory, Deployment and Optimisation, Wiley, 2014
- By Mohamed A. El-Sharkawi Wind Energy: An Introduction, CRC Press, 2015
- Gonzalo Abad, Jesus Lopez, Miguel Rodriguez, Luis Marroyo, Grzegorz Iwanski Doubly Fed Induction Machine: Modeling and Control for Wind Energy Generation, Wiley-IEEE Press, 2011
- James F. Manwell, Jon G. McGowan, Anthony L. Rogers Wind Energy Explained: Theory, Design and Application, 2nd Edition, Wiley, 2009
- Olimpo Anaya-Lara, Nick Jenkins, Janaka Ekanayake, Phill Cartwright, Michael Hughes Wind Energy Generation: Modelling and Control, Wiley, 2009
- Thomas Ackermann (Editor) Wind Power in Power Systems, 2nd Edition, Wiley, 2012

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Bin Wu, Yongqiang Lang, Navid Zargari, Samir Kouro Power Conversion and Control of Wind Energy Systems, Wiley, 2011
- Paul A. Lynn Onshore and Offshore Wind Energy An Introduction, Wiley, 2012
- R. Nolan Clark Small Wind - Planning and Building Successful Installations, Elsevier, 2013
- Siegfried Heier Grid Integration of Wind Energy: Onshore and Offshore Conversion Systems, 3rd Edition, Wiley, 2014
- Tony Burton, Nick Jenkins, David Sharpe, Ervin Bossanyi Wind Energy Handbook, 2nd Edition, Wiley, 2011