

Curso Académico: ( 2023 / 2024 )

Fecha de revisión: 12-02-2024

Departamento asignado a la asignatura: Departamento de Ingeniería Eléctrica

Coordinador/a: CHINCHILLA SANCHEZ, MONICA

Tipo: Optativa Créditos ECTS : 6.0

Curso : Cuatrimestre :

**REQUISITOS (ASIGNATURAS O MATERIAS CUYO CONOCIMIENTO SE PRESUPONE)**

Fundamentos de Ingeniería Eléctrica ,Máquinas Electricas de Corriente Alterna y Sistemas Eléctricos

**COMPETENCIAS Y RESULTADOS DEL APRENDIZAJE**

CB1. Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.

CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.

CB3. Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética.

CB4. Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.

CB5. Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.

CG2. Aprender nuevos métodos y tecnologías a partir de conocimientos básicos científicos y técnicos, y tener versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG3. Resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética, social y profesional de la actividad de ingeniero. Capacidad de liderazgo, innovación y espíritu emprendedor.

CG4. Resolver problemas matemáticos, físicos, químicos, biológicos y tecnológicos que puedan plantearse en el marco de las aplicaciones de las tecnologías cuánticas, la nanotecnología, la biología, la micro- y nano-electrónica y la fotónica en diversos campos de la ingeniería.

CG5. Utilizar los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en la definición, planteamiento y resolución de problemas en el marco del ejercicio de su profesión.

CG6. Desarrollar nuevos productos y servicios basados en el uso y la explotación de las nuevas tecnologías relacionadas con la ingeniería física.

CG7. Abordar posteriores estudios especializados, tanto en física como en las diversas ramas de la ingeniería.

CE6. Resolver problemas de termodinámica aplicada, transmisión de calor y mecánica de fluidos en el ámbito de la ingeniería.

CE20. Comprender y abordar la problemática general del campo de la Energía, así como los fundamentos científicos y tecnológicos de su generación, conversión, transporte y almacenamiento.

CT1. Trabajar en equipos de carácter multidisciplinar e internacional así como organizar y planificar el trabajo tomando las decisiones correctas basadas en la información disponible, reuniendo e interpretando datos relevantes para emitir juicios y pensamiento crítico dentro del área de estudio.

RA1. Haber adquirido conocimientos y demostrado una comprensión profunda de los principios básicos, tanto teóricos como prácticos, así como de la metodología de trabajo en los campos de las ciencias y la tecnología, con profundidad suficiente como para poder desenvolverse con soltura en los mismos.

RA2. Poder, mediante argumentos, estrategias o procedimientos desarrollados por ellos mismos, aplicar sus conocimientos y capacidades a la resolución de problemas tecnológicos complejos que requieran del uso de ideas creativas e innovadoras.

RA3. Tener la capacidad de buscar, recopilar e interpretar datos e informaciones relevantes sobre las que poder fundamentar sus conclusiones incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, la reflexión sobre asuntos de índole social, científica o ética en el ámbito de su campo de estudio.

RA4. Ser capaces de desenvolverse en situaciones complejas o que requieran el desarrollo de nuevas soluciones tanto en el ámbito académico como laboral o profesional dentro de su campo de estudio.

RA6. Ser capaces de identificar sus propias carencias y necesidades formativas en su campo de especialidad y entorno laboral-profesional y de planificar y organizar su propio aprendizaje con un alto grado de autonomía en cualquier situación.

## OBJETIVOS

1. Conocimiento y comprensión de los fundamentos de los sistemas de generación eólicos y fotovoltaicos. Para evaluar este Resultado del aprendizaje (RA) se realizan ejercicios de análisis sistemático de circuitos básicos con de sistemas de generación eólica y fotovoltaica, en concreto sobre recurso eólico y fotovoltaico, componentes básicos de aerogeneradores y célula solar
2. Tener conocimientos de vanguardia de los sistemas de generación eólicos y fotovoltaicos actuales  
Información sobre los últimos materiales en la formación de los componentes de un aerogenerador o de un sistema fotovoltaico, sistemas de control punteros y uso del software más novedoso para la localización del recurso y el análisis de los sistemas
3. Tener conciencia del contexto multidisciplinar de la ingeniería eléctrica. Para evaluar este RA se ponen de manifiesto la integración de disciplinas de la ingeniería industrial como, por ejemplo, la ingeniería de control, electrónica, térmica, mecánica y aspectos medioambientales, todos imprescindibles para el conocimiento de los sistemas de generación eólicos y fotovoltaicos.
4. La capacidad de aplicar su conocimiento y comprensión para identificar, formular y resolver problemas de análisis de sistemas de generación eólicos y fotovoltaicos utilizando métodos establecidos
5. La capacidad de aplicar su conocimiento y comprensión para identificar, formular y resolver problemas de dimensionado de sistemas de generación eólicos y fotovoltaicos que cumplan unos requisitos específicos. Para ello se formularán problemas de dimensionado de sistemas fotovoltaicos conectados a red, sistemas aislados e híbridos con diferentes requisitos y en diversas localizaciones.
6. La capacidad de realizar búsquedas bibliográficas, utilizar bases de datos y otras fuentes de información
7. La capacidad de diseñar y realizar experimentos, interpretar los datos y sacar conclusiones.
8. Competencias técnicas y de laboratorio. Se realizan tres prácticas, una de ellas en el laboratorio para medir sobre células fotovoltaicas el comportamiento tensión corriente en diversas condiciones de irradiancia.
9. La capacidad de combinar la teoría y la práctica para resolver problemas de dimensionado y análisis de sistemas de generación eólica y fotovoltaica. Para evaluar este RA se completarán una serie de guiones de prácticas en las que se diseñan circuitos con renovables y se aplican las técnicas de resolución impartidas en la asignatura.
10. La comprensión de métodos y técnicas aplicables al dimensionado y análisis de sistemas de generación eólica y fotovoltaica y sus limitaciones en función de los datos y restricciones. Demostrar conciencia sobre la responsabilidad de la práctica de la ingeniería y su impacto ambiental
11. Conocer los objetivos de desarrollo sostenible de Naciones Unidas (ODS), y en particular del ODS 7 relativo al acceso a energías asequibles, fiables, sostenibles y modernas para todos (solar o eólica en este caso).

## DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS: PROGRAMA

### MODULO 1: ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

#### FV 1-Introducción y recurso solar.

1.1-Situación actual de las energías renovables y la generación fotovoltaica en el mundo

1.2-Recurso solar. Sol: irradiancia global, difusa, albedo. Unidades. Trayectoria solar. Sistemas de medida. Bases de datos. PVGIS, web NASA

#### FV 2- Célula Solar

2.1-Tecnología. Célula solar. Principios básicos y tecnología actual. Curva característica de la célula solar.

2.2- Ejercicios célula solar, temperatura de célula.

#### FV 3 -Paneles y generadores solares fotovoltaicos.

3.1- Panel solar. Características. Construcción. Estructuras. Ensayos.

3.2-Generadores fotovoltaicos. Curva característica eléctrica de los paneles solares fotovoltaicos. Modelos de valoración de la variación de tensión de los paneles fotovoltaicos. Ejercicios curva

característica con variación de irradiancia y temperatura de célula.

3.3-Integración arquitectónica.

3.4 -Seguidores solares

FV 4-Inversores.

4.1-Tipos y funciones. Rendimiento.

4.2- Normativa.

4.3- Seguimiento del punto de máxima potencia del generador fotovoltaico (MPPT)

4.4- Ejercicios de dimensionado de un generador FV conectado a red según los límites impuestos por el inversor.

FV 5-Sistemas fotovoltaicos aislados de la red.

5.1-Componentes. Baterías. Reguladores.Inversores.

5.2 -Sistemas fotovoltaicos aislados: esquemas y dimensionado.

5.3- Ejercicios de selección de componentes en función del emplazamiento y requerimientos de energía demandada.

5.4- Proyecto de dimensionado completo de instalación fotovoltaica aislada de la red

FV 6.-Sistemas fotovoltaicos conectados a red.

6.1- Conceptos básicos.Esquemas.Aparatación.Protecciones.Dimensionado.

6.2-Normativa.

6.3-Proyecto de dimensionado de una instalación conectada a red. Planteamiento de ejercicio individualizado.

6.4- Dimensionado con un software específico (PV Syst).

FV 7-Autoconsumo fotovoltaico.

7.1- Esquemas autoconsumo individual y colectivo

7.2 - Características y ejemplos

7.3- Regulación

7.4 Comunidades energéticas

## MÓDULO 2. ENERGIA EOLICA

EOL 1. Energía Eólica. Estado actual y recursos.

1.1- Estado actual de la eólica en el mundo

1.2- Recurso eólico. Factores que afectan a la producción eólica.

1.3- Modelos de valoración de potencial eólico en un emplazamiento.

EOL 2. Producción energética

2.1- Curva de potencia. Definición de Factor de Carga, Horas Equivalentes.

2.2- Ejercicio básico con sw de diseño eólico

2.3- Proyecto de cálculo energético para un aerogenerador y un emplazamiento a elegir por el estudiante

2.4- Proyecto de estimación de la producción eléctrica de un parque eólico.

EOL 3. Tecnología eólica

3.1- Aeroturbinas. Tipos. Componentes: Palas, Torre, Buje, Generador, caja multiplicadora, convertidor, protecciones.

3.2- Aeroturbinas. Estrategias.Dimensionado.Parques eólicos.

3.3- Aeroturbinas.Minieólica.Eólica en el mar.

3.4- Aeroturbinas.Esquemas de variación de velocidad de generadores.

3.5- Ejercicios asociados al cálculo energético en función de los parámetros: velocidad del viento, altura de la torre y variación del paso de pala de la turbina.

EOL 4.- Sistemas eólicos conectados a la red.

4.1- Evolución de los sistemas de control: velocidad fija y velocidad variable.

4.2- Sistemas de control de velocidad y potencia a carga parcial y plena carga. Seguimiento del punto de máxima potencia con rendimiento máximo a carga parcial.

4.3- Parques eólicos. Dimensionado. Proyecto de parque eólico conectado a red. Uso de software específico (Retscreen).

4.4- Integración en red. Huecos de Tensión. Estabilidad. Predicción del recurso. Normativa.

4.5- Ejercicio sobre la variación de la tensión en los nudos de red por efecto de la integración eólica.

EOL 5.- Sistemas eólicos autónomos.

5.1- Tipos y funciones.

5.2- Aerobombas.

5.3-Selección de la aerobomba o minieólica en función de la altura dinámica y el caudal requerido.

EOL 6.- Normativa.

6.1-Regulación en el sector de las energías renovables a nivel mundial.

## 6.2-Caso de la eólica en España.

### MODULO 3. Sistemas híbridos.

3.1- Micro-redes con generación fotovoltaica, eólica y sistemas de acumulación. Tipos y funciones.

3.2- Normativa.

3.3- Dimensionado con un software específico (Homer Pro).

### MÓDULO 4. SOSTENIBILIDAD

4.1-Resumen de sostenibilidad energética.

4.2- Energías Renovables.Resumen por tecnologías.

4.3- Eficiencia Energética

4.4- Energías del mar

## ACTIVIDADES FORMATIVAS, METODOLOGÍA A UTILIZAR Y RÉGIMEN DE TUTORÍAS

- Clases magistrales, clases de resolución de dudas en grupos reducidos, presentaciones de los proyectos realizados por los alumnos, tutorías individuales y trabajo personal del alumno; orientados a la adquisición de conocimientos teóricos

- Prácticas de laboratorio, visita instalaciones de la UC3M y clases de problemas en grupos reducidos, tutorías individuales y trabajo personal del alumno; orientados a la adquisición de habilidades prácticas relacionadas con el programa de la asignatura

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

**Peso porcentual del Examen Final:** 30

**Peso porcentual del resto de la evaluación:** 70

Evaluación continua basada en proyectos, y exámenes (evaluación de habilidades y conocimientos)

### NOTA DE CADA PARTE DE LA ASIGNATURA:

PRIMERA PARTE (50%) (Fotovoltaica y Autoconsumo)

A1-Proyecto de dimensionado planta FV conectada a red. Ejercicio con PVSyst (40 sobre 100 puntos de esta parte)

B1- Prácticas 1 y 2 (obligatorias) (10 sobre 100 puntos de esta parte)

C1-Examen FV (50 sobre 100). Preguntas de teoría, test, prácticas y problemas. Nota mínima: 4 puntos.

Si se obtiene >5 Libera materia, para la convocatoria ordinaria y extraordinaria.

SEGUNDA PARTE (50%) (Eólica, sostenibilidad, sistemas híbridos)

A2-Proyecto con Aerogeneradores (40 sobre 100).

B2- Prácticas 3 y 4 (obligatorias) (10 sobre 100 puntos de esta parte)

C2-Examen Eólica (50 sobre 100). Preguntas de teoría, test, práctica y problemas. Nota mínima: 4 puntos. Si se obtiene >5 Libera materia, para la convocatoria ordinaria y extraordinaria.

Test en clase (para subir nota: 0,1 puntos cada test sobre nota final de cada parte)

NOTA FINAL: obtenida como promedio de las dos partes

En resumen, denominando:

A1= Proyecto de Fotovoltaica

B1= Practicas 1 y 2

C1= Examen parcial Parte 1 (Fv)

A2= Proyecto de Eólica

B2= Practicas 3 y 4

C2= Examen de la parte 2 (Eólica y sistemas híbridos) (el día del examen ordinario (Nota mínima: 4))

F= Test y cuestiones cortas en clase (para subir nota: 0,1 cada test o cuestión)

G= Examen de Fv (el día del examen ordinario o extraordinario (\*)):

Nota final de la asignatura:

Primera parte:  $0,4*A1+0,1*B1+0,5*C1$

- Nota final para los que hayan liberado la Primera parte:

$$(0,2*A1+0,05*B1+0,25*C1+0,2*A2+0,05*B2+0,25*C2)+F$$

- Para los que no hayan liberado la la Primera parte:

$$(0,2*A1+0,05*B1+0,25*G+0,2*A2+0,05*B2+0,25*C2)+F$$

- Convocatoria junio, extraordinaria: examen de los Módulos que no se hayan aprobado (Ojo, hay nota mínima (4) en cada parte) [25% examen de cada parte, 20% cada trabajo, 10% prácticas] + Test para subir nota

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Deutsche Gesellschaft Für Sonnenenergie Planning and Installing Photovoltaic Systems, EarthScan, 2008
- Jose M. Fernandez Salgado Guia Completa de la Energía Solar Fotovoltaica, AMV Ediciones, 2007
- Rodríguez Amenedo, José Luis ; Arnaltes Gómez, Santiago; Eloy-García Carrasco, Joaquín Generadores Eléctricos I. Convertidores Electrónicos , Garceta, Fecha: 2021 ISBN: 978-84-1728-948-5 Páginas: 750
- Rodríguez Amenedo, José Luis ; Arnaltes Gómez, Santiago; Eloy-García Carrasco, Joaquín Generadores Eléctricos I. Convertidores Electrónicos, Garceta, 2021
- Rodríguez Amenedo, José Luis y más autores Sistemas eólicos de producción de energía eléctrica , Ed. Rueda, 2003

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Ecofys Planning and Installing Photovoltaic Systems: A Guide for Installers, Architects and Engineers, Earthscan, London, , 2005
- Jose Maria Escudero López Manual de energía eólica : investigación, diseño, promoción, construcción y explotación de distinto tipo de instalaciones, Mundi-Prensa, 2008
- Luis Castañer Muñoz Energia Soalr Fotovoltaica, Ediciones UPC, 1994
- Luis Castañer Muñoz Energia Solar Fotovoltaica, Ediciones UPC, 1994
- Serie de Ponencias Fundamentos,dimensionado y aplicaciones de la Energia solar fotovoltaica, Ciemat, 2005
- Talayero Navales, Ana Patricia Energía Eólica, Prensas Universitarias de Zaragoza, 2008
- Trevor M. Letcher Wind Energy Engineering, Academic Press,, 2017
- Trevor M. Letcher Wind Energy Engineering, Academic Press, 2017

## RECURSOS ELECTRÓNICOS BÁSICOS

- IDAE . energias-renovables: <http://https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables>
- NREL . Acceso datos.Laboratorio Energias Renovables de USA: <http://https://data.nrel.gov/>
- Naciones Unidas . Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS):  
<http://https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- REN 21 . RENEWABLES 2020 GLOBAL STATUS REPORT: <https://www.ren21.net/gsr-2020/>
- UNEF . Union Española Fotovoltaica: <https://unef.es/>