

21-22

MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA  
ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y CONTROL  
INDUSTRIAL

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## LA ENERGÍA EÓLICA Y SUS APLICACIONES

CÓDIGO 28803167

UNED

21-22

LA ENERGÍA EÓLICA Y SUS  
APLICACIONES  
CÓDIGO 28803167

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA  
ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Nombre de la asignatura	LA ENERGÍA EÓLICA Y SUS APLICACIONES
Código	28803167
Curso académico	2021/2022
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y CONTROL INDUSTRIAL
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	5
Horas	125.0
Periodo	ANUAL
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La energía eólica ha sobrepasado recientemente a la energía nuclear en potencia nominal instalada en España. Este hecho histórico ha marcado un nuevo punto de inflexión en la implantación de sistemas de energía sostenibles que nos garanticen un futuro en equilibrio con nuestro entorno a nosotros y a las futuras generaciones. Pero la electricidad generada con sistemas eólicos tiene una serie de características que hacen que se precise personal especializado para su instalación, mantenimiento, diseño y gestión, y esta asignatura se marca como objetivo básico formar especialistas en estos sistemas.

La asignatura va dirigida a todos los que deseen desarrollar una actividad profesional en el área de los sistemas de energía eólica (bien sean aislados o conectados a la red), y adquirir el nivel suficiente no sólo para comprender perfectamente el funcionamiento de dichos sistemas y el de sus componentes, sino también para poder intervenir en el diseño, cálculo e instalación de los mismos.

El objetivo de esta asignatura dentro de los temas que se cubren en la misma, se analiza el recurso básico necesario para la producción de energía eólica, el viento y el emplazamiento donde se ubicarán las máquinas eólicas (aerogeneradores). Analizando a continuación los condicionantes técnicos de estos sistemas, tanto en sus características mecánicas como eléctricas, factores que han de tenerse en cuenta en el dimensionado, tanto técnico como económico. En este dimensionado se analizan las distintas opciones: sistemas aislados, conectados a redes débiles o a redes grandes, sistemas marinos, etc.

Por último, los temas referentes al montaje, instalación y mantenimiento de los mismos, desde el punto de vista más importante en esta fase del proceso, la seguridad de las instalaciones. El objetivo de la asignatura es, por tanto, la formación completa en las aplicaciones prácticas de la energía eólica. Así, los técnicos y profesionales de ramas afines que deseen actualizar sus conocimientos en esta nueva área técnica obtendrán la formación necesaria bien con vistas a investigar en este o para extender su campo de trabajo actual, encontrando en esta asignatura el instrumento idóneo para ello.

En relación con los títulos oficiales y condiciones de acceso y admisión a este Master en Investigación, esta asignatura viene a completar y ampliar los conocimientos adquiridos por los alumnos en las disciplinas referidas a la Ingeniería Eléctrica en relación con la

generación de la energía eléctrica. Por tanto desarrolla, con más extensión temática y con un mayor nivel de intensidad conceptual y de aplicación, los aspectos científicos y tecnológicos del funcionamiento de los sistemas de energía eléctrica y del aprovechamiento del viento como recurso energético.

Esta asignatura forma parte del Módulo II que corresponde a los contenidos específicos optativos del itinerario o especialidad “Energías Renovables”. Esta asignatura, junto a las demás incluidas en el mismo itinerario, constituye la oferta de contenidos específicos que permiten al estudiante particularizar o diseñar según su interés su formación investigadora. Teniendo en cuenta la lógica relación que hay entre los contenidos de las asignaturas que forman cada especialidad, cada itinerario se ha definido como una materia que está compuesta por seis asignaturas, de 5 ECTS cada una, de las que el estudiante debe elegir y cursar cuatro.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Los conocimientos previos para cursar esta asignatura corresponden a los fundamentos o principios básicos de la Ingeniería Eléctrica, Mecánica de Fluidos, Máquinas Eléctricas y Máquinas Hidráulicas, así como todo lo relacionado con la Tecnología Eléctrica.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

JOSE CARPIO IBAÑEZ  
jcarpio@ieec.uned.es  
91398-6474  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
ING.ELÉCT., ELECTRÓN., CONTROL, TELEMÁT.

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

JOSE CARPIO IBAÑEZ  
jose.carpio@ieec.uned.es  
91398-6474  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
ING.ELÉCT., ELECTRÓN., CONTROL, TELEMÁT.

## COLABORADORES DOCENTES EXTERNOS

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico

JOSE LUÍS VALLE-INCLAN BOLAÑO  
valle@ieec.uned.es

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La tutorización de los alumnos se llevará a cabo a través de la plataforma de e-Learning aLF o directamente por correo electrónico con el equipo docente:

José Luis del Valle-Inclán Bolaño.                      valle@ieec.uned.es

José Carpio Ibañez            jcarpio@ieec.uned.es

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### Competencias Básicas:

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### Competencias Generales:

CG3 - Ser capaz de comunicar de forma oral y escrita de conocimientos en español como lengua propia

CG4 - Ser capaz de comunicar de forma oral y escrita de conocimientos en inglés como lengua extranjera

CG5 - Ser capaz de tomar decisiones

CG6 - Saber aplicar los conocimientos adquiridos

CG7 - Adquirir habilidades en investigación

CG8 - Adquirir habilidades para la creatividad

CG9 - Ser capaz de realizar razonamientos críticos

CG10 - Adquirir la capacidad de comunicación

### Competencias Específicas:

CE2 - Ser capaz de analizar la información científica y técnica

CE3 - Conocer los métodos y técnicas de investigación científica y desarrollo tecnológico

CE5 - Adquirir destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental

CE6 - Ser capaz de planificar actividades de investigación

CE7 - Ser capaz de realizar razonamientos críticos en el ámbito científico y tecnológico

CE8 - Adquirir habilidades para la elaboración y exposición de informes científicos

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Conforme a la orientación formativa que introduce el EEES y a partir de los contenidos de la asignatura, los resultados del aprendizaje previstos son:

- Analizar el recurso básico necesario para la producción de energía eólica, el viento y el emplazamiento donde se ubicarán las máquinas eólicas o aerogeneradores.
- Analizar los condicionantes técnicos de estos sistemas, tanto en sus características mecánicas como eléctricas, factores que han de tenerse en cuenta en el dimensionado, tanto técnico como económico.
- Analizar las distintas opciones: sistemas aislados, conectados a redes débiles o a redes grandes, sistemas marinos, etc.
- Comprender todo lo referente al montaje, instalación y mantenimiento de los mismos, desde el punto de vista de la seguridad de las instalaciones.

## CONTENIDOS

### Unidad Didáctica 1: DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS EÓLICOS

Introducción: Desarrollo mundial de la energía eólica.

Capítulo 1 –Principios de conversión de la energía eólica.

Capítulo 2 –Tecnología de los aerogeneradores

Capítulo 3 –Sistemas de regulación y control

Capítulo 4 –Control del generador eléctrico

Capítulo 5 –Tipología de sistemas eólicos

### Unidad Didáctica 2: INSTALACIÓN DE SISTEMAS EÓLICOS

Capítulo 6 –Calidad de la energía eléctrica de los aerogeneradores

Capítulo 7 –Instalaciones eléctricas en los parques eólicos

Capítulo 8 –Supervisión y telecontrol en los parques eólicos

Capítulo 9 –Integración de los parques eólicos en la red eléctrica

Capítulo 10 –Aspectos socioeconómicos de los parques eólicos

Capítulo 11 - Aerogeneradores marinos (Off-shore)

Capítulo 12 - Instalación, montaje y mantenimiento de parques eólicos

## METODOLOGÍA

La asignatura “*La energía eólica y sus aplicaciones*” se impartirá a distancia siguiendo el modelo educativo propio de la UNED. Desde el punto de vista metodológico tiene las siguientes características generales:

- Como se ha indicado es una asignatura "a distancia". De esta forma, además de la bibliografía básica impresa, el estudiante dispondrá del Curso virtual de la asignatura, al que se tendrá acceso a través del portal de enseñanza virtual UNED-e, y del espacio específico de la misma existente en el servidor en Internet del DIEEC. Tanto en uno como en otro, se incluirá todo tipo de información y documentos (artículos, informes, memorias estadísticas, etc.) que necesite para su consulta y/o descarga.
- Dado que el trabajo autónomo del estudiante es mayoritario, la carga de trabajo que le supondrá la asignatura dependerá fundamentalmente de sus circunstancias personales y laborales. A través de los foros generales del curso virtual y del contacto personal mediante del correo electrónico, se le guiará y aconsejará sobre el ritmo de trabajo que debe llevar para que el seguimiento de la asignatura sea lo más regular y constante posible.
- Además de esos recursos de comunicación individuales, se fomentará la comunicación a través de los demás recursos educativos técnicos y de comunicación de los que dispone el modelo de la UNED como, por ejemplo, videoconferencias, programas de radio y/o televisión, presentaciones y conferencias en reservorios digitales, etc.
- La asignatura tiene un importante carácter teórico debido a los temas que aborda y a los objetivos propuestos. Sin embargo, en su desarrollo se prestará una especial atención a los aspectos prácticos (resolución de problemas y realización de prácticas mediante programas informáticos de simulación) que permitan afianzar esos conocimientos teóricos y ayudar a llevar el seguimiento regular y constante previsto.

Cronológicamente el estudiante debe estudiar y preparar cada tema siguiendo el orden dado a los contenidos, ya que cada uno se apoya en los anteriores.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRIMERA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	2
Duración del examen	120 (minutos)
Material permitido en el examen	

Ninguno, solo calculadora científica no programable

## Criterios de evaluación

La duración de la Prueba Presencial es de dos horas. Está formada por una serie de ejercicios, dos o tres, de carácter teórico (de desarrollo) y práctico (resolución de problemas) que cubren el contenido de la asignatura. Lea atentamente los enunciados de cada ejercicio antes de resolverlo; el peso de cada uno sobre la nota de la Prueba se indica en el enunciado. Se valorará la redacción de sus respuestas demostrando que, a parte de saber los contenidos de la asignatura, también sabe desarrollarlos expresándose correctamente.

% del examen sobre la nota final 30

Nota del examen para aprobar sin PEC 5

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC

Nota mínima en el examen para sumar la PEC 5

## Comentarios y observaciones

Estas Pruebas se realizan en su Centro Asociado y es ahí donde el estudiante debe acudir a realizarla. Existe una Prueba Presencial con dos convocatorias: una ordinaria en junio y otra extraordinaria en septiembre. Las fechas y horas de las Pruebas Presenciales se indicarán con antelación suficiente por el rectorado; también las puede consultar en su Centro Asociado.

**TIPO DE SEGUNDA PRUEBA PRESENCIAL**

Tipo de examen<sup>2</sup> No hay prueba presencial

Preguntas desarrollo

Duración del examen (minutos)

Material permitido en el examen

## Criterios de evaluación

% del examen sobre la nota final

Nota del examen para aprobar sin PEC

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC

Nota mínima en el examen para sumar la PEC

## Comentarios y observaciones

**CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS**

Requiere Presencialidad Si

## Descripción

Ya se ha indicado en el punto anterior. La Prueba presencial es única (anual) con dos convocatorias: una ordinaria en junio y otra extraordinaria en septiembre.

## Criterios de evaluación

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

Fecha aproximada de entrega



Comentarios y observaciones

### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?

Si, PEC no presencial

Descripción

El estudiante deberá realizar una serie de ejercicios y trabajos propuestos en cada tema de los dos bloques o Unidades Didácticas y, al final, un trabajo crítico de síntesis de la asignatura.

**En su resolución de estos ejercicios el estudiante no debe limitarse sólo a dar la solución numérica de los problemas o de sus apartados, sino que debe ir explicando el desarrollo que sigue y que le lleva a esos resultados, junto a los comentarios y consideraciones que estime necesario (pero no confunda esto con “enrollarse” innecesariamente, no queremos que nos transcriba el texto de la bibliografía utilizada). El documento con su respuestas a esos ejercicios propuestos y con el trabajo final de síntesis de la asignatura lo debe enviar el estudiante al equipo docente a través del curso virtual.**

**En muy importante que ponga atención a la redacción de su documento de respuestas, a la corrección ortográfica y gramatical, y a la utilización correcta de los conceptos técnicos y de las unidades y sus símbolos en las soluciones numéricas. Tenga en cuenta que en esto del Espacio Europeo de Educación Superior debe demostrar, y nosotros evaluar, que además de dominar los contenidos de la asignatura usted es capaz de utilizarlos correctamente expresándose mediante documentos técnicos escritos.**

Criterios de evaluación

Ponderación de la PEC en la nota final

Como se ha indicado el peso sobre la nota final de la asignatura es de un 50 %, a partir de los ejercicios propuestos y el trabajo final, siempre y cuando se haya aprobado (5) la Prueba Presencial.

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?

No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### ¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

La nota de la asignatura se obtendrá fundamentalmente a partir de todos los ejercicios y trabajos que se realizan a lo largo del curso y que corresponden a la evaluación continua de conocimientos a distancia. La participación del estudiante en la asignatura a lo largo del curso (foros, cursos virtuales, consultas, etc.) también será tomada en cuenta.

**Los pesos de estos métodos de evaluación serán: un 50 % a partir de los ejercicios propuestos y el trabajo final, un 30% de la Prueba Presencial y un 20 % de la participación en el curso. En cualquier caso, para aplicar estos porcentajes es necesario aprobar la Prueba Presencial.**

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9788472071391

Título:SISTEMAS EÓLICOS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA (2003)

Autor/es:Rodríguez Amenedo, J.L., Burgos Díaz, J. C., Arnalte Gómez, S. ;

Editorial:Rueda S. L.

La bibliografía básica para el seguimiento de la asignatura es la indicada a continuación:

a) Libros (material impreso que el estudiante deberá adquirir o conseguir en biblioteca):

- Sistemas Eólicos de Producción de Energía Eléctrica (2003). **J.L. Rodríguez Amedo, J.C. Burgos Díaz, S. Arnalte Gomez (coordinadores).**

b) Documentos electrónicos (archivos que el estudiante deberá consultar y/o descargar y que estarán disponibles tanto en el Curso Virtual de la UNED como en la página de la asignatura en la web del DIEEC):

- Guía de la asignatura "*La energía eólica y sus aplicaciones*". Realizada por el Equipo Docente de la asignatura, DIECC-UNED.
- Documentos, informes técnicos y memorias estadísticas, públicos, etc. de Asociaciones tan importantes como: EWEA (European Wind Energy Association), AWEA (American Wind Energy Association) Global Wind Energy), AEE (Asociación Empres Eólica), APA (Asociación de Productores de Energías Renovables), la Comisión Nacional de la Energía, etc.
- Artículos técnicos de revistas del sector eólico.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Existe una gran cantidad de libros en el mercado y en las bibliotecas universitarias que pueden ser consultados por los estudiantes como bibliografía complementaria para preparar la asignatura y profundizar en aquellos temas concretos que deseen. En el documento electrónico “*Guía de la asignatura La energía eólica y sus aplicaciones*”, elaborado y actualizado cada curso por el Equipo docente de la asignatura, se incluirán esas referencias bibliográficas, ordenadas y comentadas en relación a las dos Unidades en los que se ha dividido el contenido de la asignatura.

A modo de ejemplo y sin querer ser exhaustivos se indican los siguientes:

- *Energía Eólica Práctica*. P. Gipe. Ed. Progensa, 2000,
- *Diseño de Máquinas Eólicas de Pequeña Potencia*. M.A. Rosato. Ed. Progensa, 1991.
- *Monografías técnicas de energías renovables –Energía eólica*. M. Castro, e I. Cruz. Ed. Progensa, 1997.
- *Sistemas de Bombeo Eólicos y Fotovoltaicos*. M. Castro, A. Colmenar, M. Perez Garcia. J.M. Perulero y R.P. Fiffe. Ed. Progensa, 2003.
- *Biblioteca Multimedia de las Energías Renovables*, A. Colmenar y M. Castro. Ed. CENSOLAR, 1998.
- *Wind Energy Handbook*, T. Burton y otros. Ed. Wiley, 2001.
- *Wind and Solar Power Systems*, M.R. Patel, Ed. CRC, 1999.
- *Wind Power Plants*, R. Gasch y J. Twele, Ed. Solar Praxis, 2002.
- *Energía Eólica*, M. Villarrubia, Ed. CEAC, 2004.
- *Energía Eólica, Teoría, Conceptos y Cálculo práctico de las instalaciones*. D. Le Gourière. Ed. MASSON, S.A. (Este libro está descatalogado pero posiblemente en librerías de segunda mano o bibliotecas, podrá encontrarlo, es muy bueno).
- *Renewable Energy*, B. Sorensen. Ed. Academic Press, 1999.
- *Wind Energy Fact (Volumen 1, 2, 5)*

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

### Curso virtual

La plataforma aLF de e-Learning de la UNED proporcionará el adecuado interfaz de interacción entre el alumno y sus profesores. aLF es una plataforma de e-Learning y colaboración que permite impartir y recibir formación, gestionar y compartir documentos, crear y participar en comunidades temáticas, así como realizar proyectos online. Se ofrecerán las herramientas necesarias para que, tanto el equipo docente como los estudiantes, encuentren la manera de compaginar tanto el trabajo individual como el aprendizaje cooperativo.

**Videoconferencia**

La videoconferencia se contempla como una posibilidad de comunicación bidireccional síncrona con los estudiantes, tal y como se recoge en el modelo metodológico de educación distancia propio de la UNED. La realización de videoconferencias se anunciara a los estudiantes con antelación suficiente en el curso virtual de la asignatura.

**Software para prácticas.**

En la “Visita guiada sobre la energía eólica”, que contiene una serie de programas de cálculo como: Rosa de los vientos, Velocidad del viento, Sombras del viento, Trazador de gráficos de distribución de Weibull,, Trazador de la velocidad del viento, Velocidad del viento, Potencia del viento, Sombras de las turbinas, cálculos económicos de la energía del viento. Diseño de ruidos. La versión educativa, de libre distribución, se puede descargar de Internet de la dirección <http://www.windpower.org>

---

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.