

22-23

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

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## LA ENERGÍA EÓLICA Y SUS APLICACIONES

CÓDIGO 28803167

UNED

22-23

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	2022/2023
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 y factores que han de tenerse en cuenta en el dimensionado. Se hace un estudio detallado de los generadores eléctricos que se utilizan incluyendo la electrónica de potencia necesaria para su control.

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 y Electrónica, Mecánica de Fluidos, Máquinas Eléctricas y Máquinas Hidráulicas, así como todo lo relacionado con la Tecnología Electrónica.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	SANTIAGO MONTESO FERNANDEZ (Coordinador de asignatura)
Correo Electrónico	smonteso@ieec.uned.es
Teléfono	91398-6481
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, CONTROL, TELEMÁTICA Y QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA
Nombre y Apellidos	JOSE CARPIO IBAÑEZ
Correo Electrónico	jcarpio@ieec.uned.es
Teléfono	91398-6474
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, CONTROL, TELEMÁTICA Y QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA
Nombre y Apellidos	JOSE CARPIO IBAÑEZ
Correo Electrónico	jose.carpio@ieec.uned.es
Teléfono	91398-6474
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, CONTROL, TELEMÁTICA Y QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA

## 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:

Santiago Monteso. smonteso@ieec.uned.es

José Carpio. 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, especialmente sus características eléctricas y electrónicas, factores que han de tenerse en cuenta en el dimensionado, tanto técnico como económico.
- Conocer y practicar los equipos y elementos de electrónica de potencia utilizados para el control de la máquina eléctrica del generador eólico (práctica de simulación).
- Conocer 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

En esta primera UD se explica el recurso eólico y su aprovechamiento en las instalaciones y centrales eólicas.

### Unidad Didáctica 2: GENERADORES ELÉCTRICOS EN INSTALACIONES EÓLICAS. ELETRÓNICA DE POTENCIA Y CONTROL DEL GENERADOR

En esta UD se presentan los distintos tipos de generadores eléctricos que existen en las centrales eólicas y se profundiza en el estudio de los sistemas electrónicos que incorpora para su control,

### Unidad Didáctica 2: INSTALACIÓN DE SISTEMAS EÓLICOS

En la tercera y última UD se hace una descripción de las distintos tipos de instalaciones y centrales eólicas que hay, su conexión al sistema eléctrico y los distintos aspectos técnicos que hay asociados a ellas.

## 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	
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 cinco preguntas cortas y uno o dos ejercicios de desarrollo, lo que permite cubrir el contenido de la asignatura. Las preguntas cortas y los ejercicios serán eminentemente prácticos aunque podrán preguntarse en ellos también conceptos teóricos. 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 75

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

Aunque la asignatura tienen carácter anual el examen (Prueba Presencial) tiene lugar en junio (convocatoria ordinaria) y en septiembre (convocatoria extraordinaria). La realización de la Práctica de Simulación es obligatoria y aprobarla es necesario para poder aprobar la asignatura.

#### **TIPO DE SEGUNDA PRUEBA PRESENCIAL**

Tipo de examen2 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

Las PEC son voluntarias. El estudiante podrá realizar una serie de ejercicios (PEC) que serán propuestos como "Tareas" en el curso virtual de la asignatura.

**Las PEC serán una serie de ejercicios breves, similares a los del examen. En su resolución 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).**

**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

Son voluntarias y su función principal es orientar al estudiante sobre su grado de asimilación de los contenidos de la asignatura y le ayudarán a temporalizar su estudio.

Ponderación de la PEC en la nota final

Si se realizan ayudarán a subir la nota final de la asignatura siempre y cuando se haya aprobado el examen y la práctica de simulación.

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

**OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?

Si,no presencial

Descripción

**PRACTICA DE SIMULACION.**

**Su caracter es obligatorio. Se pondrá en el curso virtual (en "Tareas", al igual que la PEC) y consistirá en la resolución de un caso práctico referido a la UD 2 mediante un software de simulación que se indicará en el curso virtual.**

Criterios de evaluación

Se trata de una actividad evaluable y obligatoria.

Ponderación en la nota final

Un 25% de la nota final, siempre y cuando se haya aprobado también el examen.

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

### ¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

La nota de la asignatura se obtendrá con las notas del examen y de la práctica conforme al siguiente algoritmo:

$$\text{Nota final} = 0,75.NT + 0,25.NP$$

siendo:

NT la nota de la parte teórica, que dependerá de si se han hecho las PEC o no. Así, es:

$$NT = \max\{\text{nota del examen} ; 0,9.\text{Nota del examen} + 0,1.\text{Nota de la PEC}\}$$

NP la nota de la práctica obligatoria.

**en cualquier caso para aplicar la fórmula de cálculo de la nota final habrá que haber aprobado tanto el examen como la práctica.**

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9788417289485

Título:GENERADORES ELÉCTRICOS I. CONVERTIDORES ELECTRÓNICOS (1ª (2021))

Autor/es:Arnaltes Gómez, Santiago ; Eloy-García Carrasco, Joaquín ; Rodríguez Amenedo, José Luis

;

Editorial:Garceta

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) Los dos libros indicados (material impreso que el estudiante deberá adquirir o conseguir en biblioteca).
- b) Documentos electrónicos (archivos que el estudiante deberá consultar y/o descargar y que estarán disponibles en el curso virtual de la asignatura):
  - Orientaciones para el estudio de la asignatura *“La energía eólica y sus aplicaciones”*. Realizada por el Equipo Docente de la asignatura, DIEEC-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 “*Orientaciones para el estudio 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 tres Unidades en los que se ha dividido el contenido de la asignatura.

## 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.