

23-24

MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## **ANÁLISIS Y EXPLOTACIÓN DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS (MÁSTER DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES)**

**CÓDIGO 28801068**

**UNED**

23-24

ANÁLISIS Y EXPLOTACIÓN DE LOS  
SISTEMAS ELÉCTRICOS (MÁSTER DE  
INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS  
INDUSTRIALES)

CÓDIGO 28801068

# 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  
PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Nombre de la asignatura	ANÁLISIS Y EXPLOTACIÓN DE LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS (MÁSTER DE INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES)
Código	28801068
Curso académico	2023/2024
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	4,5
Horas	112.5
Periodo	SEMESTRE 2
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La electricidad es la forma de energía más utilizada hoy en día en la industria y en los hogares. La electricidad es una forma de energía relativamente fácil de producir en grandes cantidades, de transportar a largas distancias, de transformar en otros tipos de energía y de consumir de forma aceptablemente limpia. Está presente en todos los procesos industriales y en prácticamente todas las actividades humanas por lo que se puede considerar como insustituible. Sin embargo, esa presencia tan generalizada hace que la sociedad no sea realmente consciente de su coste, no solo económico, y de que sólo se acuerden de ella cuando falla, por ejemplo, cuando ocurre algún gran apagón.

Aun siendo la imagen de la Ingeniería Eléctrica la de un área "clásica y consolidada", quizás por estar la electricidad presente en todas las facetas de nuestra vida como se ha dicho, en este área se sigue investigando y cada día, como no puede ser de otra forma, esa investigación integra líneas y temas de otras áreas como la electrónica y el control.

El título de Master en Investigación al que pertenece la asignatura tiene como una posible alternativa de especialización la que se denomina: "Itinerario en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control".

Esta línea de especialización está formada por tres asignaturas obligatorias junto con otras tres optativas a elegir entre diez, que permiten al estudiante diseñar su intensificación dentro de la especialización: esta asignatura es una de éstas últimas que puede elegir el estudiante. Es impartida por el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Control, Telemática y Química Aplicada a la Industria.

Todos los alumnos que eligen esta asignatura habrán cursado la parte obligatoria del itinerario constituido por las siguientes tres asignaturas: Sistemas y métodos en electrónica de potencia, Aplicaciones eléctricas de las energías renovables y Sistemas adaptativos de control.

En relación con los títulos de grado impartidos por esta ETSI Industriales, 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, el transporte y el consumo de la energía eléctrica. Por tanto desarrolla, con más extensión temática y con un mayor nivel de intensidad conceptual y aplicada, algunos de los aspectos científicos y tecnológicos del funcionamiento de los sistemas de energía eléctrica.

Pero también hay que tener en cuenta que se trata de una asignatura de un máster universitario de investigación, por lo que el objetivo que se persigue con ella no es tanto desarrollar nuevos contenidos, con un nivel superior al de un grado, sino que también es el de abordar algunos temas que actualmente son la punta de lanza en el desarrollo y en la investigación en Ingeniería Eléctrica.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Los conocimientos previos necesarios para cursar esta asignatura corresponden a los fundamentos o principios básicos de la Ingeniería Eléctrica que se refieren a la teoría y análisis de circuitos, a las máquinas eléctricas y a la tecnología eléctrica (principalmente los relativos al funcionamiento de los sistemas eléctricos de potencia, los elementos que lo componen, su representación -mediante el diagramas unifilar y el cálculo en valores por unidad- y el análisis en estado normal -flujo de cargas).

También es importante tener frescos los conocimientos básicos de matemáticas exigibles en cualquier Ingeniería.

Y por último hay que tener un nivel de inglés suficiente para leer y comprender documentación en ese idioma de forma fluida (el nivel B1 que actualmente se pide en los grados es el mínimo necesario).

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	JOSE CARPIO IBAÑEZ (Coordinador de asignatura)
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 (Coordinador de asignatura)
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
Nombre y Apellidos	PASCUAL SIMON COMIN
Correo Electrónico	psimon@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:

José Carpio Ibáñez. jcarpio@ieec.uned.es

Seguimos manteniendo la atención presencial los lunes de 16 h a 20 h, en los despachos de la Escuela (se aconseja concertar cita con anterioridad).

## 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:

CG01 - Desarrollar capacidad de análisis y síntesis de la información científico-técnica

CG02 - Adquirir el conocimiento de los métodos y técnicas de investigación

CG03 - Adquirir destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental

CG04 - Desarrollar capacidad de razonamiento crítico

CG05 - Desarrollar habilidades técnicas, de análisis y síntesis: resolución de problemas, toma de decisiones y comunicación de avances científicos.

CG06 - Desarrollar habilidades sistémicas (metodológicas): aplicación de conocimientos; habilidades en investigación; y creatividad

### Competencias Específicas:

CE2 - Cuantificar los beneficios y costes de las tecnologías industriales bajo estudio

CE3 - Elaborar y tratar modelos matemáticos que representen el comportamiento de los sistemas industriales

CE8 - Tomar conciencia de la importancia de la adquisición del conocimiento científico a la luz de la teoría de la ciencia actual, así como de la diversidad metodológica

## 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:

- Comprender el funcionamiento económico de la planificación y operación de los sistemas eléctricos y su paso desde los modelos regulados (despacho económico) a los actuales desregulados (mercado de electricidad).
- Analizar las ventajas e inconvenientes que presenta el actual modelo desregulado de mercado de electricidad y de su aplicación en España.
- Utilizar herramientas informáticas para resolver problemas de toma de decisión y saber valorar de forma crítica las decisiones adoptadas.
- Conocer qué son (y qué serán) las redes inteligentes para la implantación de la generación distribuida.
- Analizar las aplicaciones e investigaciones que en redes inteligentes se están realizando para poder tener una opinión crítica y razonada.

## CONTENIDOS

TEMA 1. El funcionamiento y la regulación del sistema eléctrico.

- 1.1. Evolución histórica de los sistemas eléctricos.
- 1.2. Consideraciones técnicas y económicas del funcionamiento de un sistema eléctrico.
- 1.3. Operación y planificación de sistemas eléctricos.
- 1.4. Sistemas regulados: operación centralizada.
- 1.5. Sistemas desregulados: operación en competencia.
- 1.6. El Mercado Español de la Electricidad.

TEMA 2. Operación económica del sistema desde el punto de vista de la generación.

- 2.1. Explotación centralizada: el despacho económico.
- 2.2. Explotación competitiva: el mercado eléctrico.
- 2.3. Algunas consideraciones de la operación económica del sistema desde el punto de vista del transporte.

TEMA 3. Redes inteligentes para la generación distribuida.

- 3.1. Generación distribuida e impulso para el uso de energías renovables en la UE.

- 3.2. Situación actual y futuro de las redes inteligentes (smart grids).
- 3.3. Operación de micro redes.
- 3.4. Almacenamiento de energía para la integración de sistemas de generación renovables.
- 3.5. Gestión de energía en micro-redes.
- 3.6. Control de micro-redes en operación aislada.

## METODOLOGÍA

La asignatura “*Análisis y explotación de los sistemas eléctricos*” 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.

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 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

El peso sobre la nota de la Prueba (10) de cada uno de los dos ejercicios será similar y se indicará en el enunciado.

% del examen sobre la nota final	40
----------------------------------	----

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 5 PEC

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 indican con antelación suficiente por el rectorado; también las puede consultar en su Centro Asociado.

**La duración de la Prueba Presencial es de dos horas. Está formada por dos ejercicios, 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 y recuerde que debe cuidar la redacción de sus respuestas demostrando que, a parte de saber los contenidos de la asignatura, también sabe desarrollarlos expresándose correctamente.**

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

Requiere Presencialidad

Si

Descripción

La Prueba Presencial es como llamamos en la UNED al examen "de toda la vida". 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 indican con antelación suficiente por el rectorado; también las puede consultar en su Centro Asociado.

Criterios de evaluación

Consta de dos ejercicios de valor similar, aunque se indicará en el enunciado de la Prueba,

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

Los pesos de estos métodos de evaluación serán: un 50 % a partir de los ejercicios propuestos, un 40% de la Prueba Presencial y un 10 % de la participación en el curso. En cualquier caso, para aplicar estos porcentajes es necesario aprobar la Prueba Presencial.

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

#### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?

Si, PEC no presencial

Descripción



Conforme al espíritu del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), el proceso de evaluación es continuo a lo largo del curso y está de acuerdo con la carga de trabajo, la organización del contenido y el calendario dados en la Guía de la asignatura. Tal y como ya se ha indicado, el estudiante deberá realizar una serie de ejercicios y trabajos propuestos referidos a los tres temas de la asignatura y que encontrará en el curso virtual en la sección "Tareas". De la misma forma nos deberá subir sus respuestas para que el equipo docente podamos trabajar sobre ellos e incluir nuestra corrección y nuestros comentarios. Esos serán los documentos que posteriormente le devolveremos de la misma forma.

**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

Los pesos de estos métodos de evaluación serán: un 50 % a partir de los ejercicios propuestos, un 40% de la Prueba Presencial y un 10 % de la participación en el curso. En cualquier caso, para aplicar estos porcentajes es necesario aprobar la Prueba Presencial.

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

Toda la información sobre el contenido y plazos de entrega de las PEC se encuentran en el documento de "Guía de la asignatura: orientaciones para el estudio" que encontrará el estudiante en el curso virtual.

#### **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 final de la asignatura, como ya se ha indicado, depende del trabajo y pruebas realizado por el estudiante: un 50 % a partir de los ejercicios propuestos (PEC), un 40% de la Prueba Presencial y un 10 % de la participación en el curso. En cualquier caso, para aplicar estos porcentajes es necesario aprobar la Prueba Presencial.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

El estudiante no debe adquirir ningún libro, toda la bibliografía básica que necesite para preparar la asignatura se le dará a través del curso virtual. La bibliografía básica para el seguimiento de la asignatura es la indicada a continuación:

a) 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 - Orientaciones para el estudio". Documento realizado por el Equipo Docente de la asignatura, DIECC-UNED.
- Documentos específicos para la asignatura desarrollados por el Equipo Docente de la asignatura, DIECC-UNED.
- Documentos, informes técnicos y memorias estadísticas, públicos, etc. de Red Eléctrica de España, de la Operadora del Mercado Eléctrico y de la Comisión Nacional de la Energía.
- Enlaces a páginas web relacionadas con el sector eléctrico.

b) Artículos de congresos y revistas que se indicarán en la "Guía de la asignatura - Orientaciones para el estudio" y el estudiante deberá buscar y descargar de bases de datos electrónicas a través de la Biblioteca de la UNED.

## 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 Análisis - Orientaciones para el estudio*", elaborado y actualizado cada curso por el Equipo docente de la asignatura, se incluirán esas referencias bibliográficas, ordenadas y comentadas en relación a los temas en los que se ha dividido el contenido de la asignatura.

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

- *Power generation, operation and control*. A.J. Wood y B.F. Wollenberg. Ed. John Wiley and Sons, 1996.
- *Análisis de sistemas de potencia*. J.J. Grainger y W.D. Stevenson Jr. Ed. McGraw-Hill, 1995. (O, para aquellos estudiantes que no tengan dificultad para estudiar en inglés, la versión original del mismo *Power system analysis*. Ed. McGraw-Hill, 1994).
- *Power System Analysis*. A.R. Bergen. Ed. Prentice-Hall, 1986.
- *Modern power system analysis (2ª edición)*. I.J. Nagrath y D.P. Kothary. Ed. Tata

McGraw-Hill, 1993.

- *Electrical power system. Design and analysis (edición revisada)*. M.E. El-Hawary. Ed. IEEE Press, 1995.
- *Sistemas de energía eléctrica*. F. Barrero. Ed. Thomson-Paraninfo, 2004.
- *Tecnología eléctrica*. R. Guirado y otros. Ed. McGraw-Hill, 2006.
- *Electric energy systems theory. An introduction (2ª edición)*. O.I. Elgerd. Ed. McGraw-Hill, 1982.
- *Formulación y resolución de modelos de programación matemática en Ingeniería y Ciencias*. E. Castillo, A. Conejo y otros. Ed. Universidad de Castilla-La Mancha, 2002.

## 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.

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

---

## 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.