

18-19

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

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA APLICADA A LA CALIDAD ELÉCTRICA

CÓDIGO 28803082



Ámbito: GUJ - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



B6114FD5067CD1CE0B0CA2A23DE122A7C

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	TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA APLICADA A LA CALIDAD ELÉCTRICA
Código	28803082
Curso académico	2018/2019
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 tecnología electrónica está presente de forma cada vez más intensa en la industria, las comunicaciones, la ofimática, la domótica, la electromedicina y en otros muchos ámbitos. La generación, transporte, distribución y consumo de la energía eléctrica es uno de ellos, y en el que con claridad la electrónica ha permeado su tecnología. En efecto, la electrónica de potencia ayuda hoy al tratamiento de la energía eléctrica mejorando la eficiencia de los procesos, la seguridad de suministro y la calidad de la tensión provista a los usuarios. Algunos de estos procesos, como el transporte de energía eléctrica en alta tensión (en el que se llegan a manejar, mediante convertidores con tiristores, potencia de hasta 6.000 MVA) no sería factible sin el concurso de la electrónica de potencia. Además de la calidad del suministro eléctrico, también la gestión del flujo de cargas se ve beneficiada por los convertidores y la aparataje electrónica moderna, contribuyendo así al ahorro energético.

Por otra parte, al ser la calidad de la red eléctrica consecuencia de su correcta generación y distribución así como de su uso adecuado (pues los propios usuarios pueden deteriorarla) la electrónica de potencia se ocupa, mediante distintos equipos, no solo de mejorar la calidad de la tensión suministrada al usuario sino también de minimizar las perturbaciones que este puede ocasionar en la red. Algunas instalaciones eléctricas de gran potencia llegan a constituir focos potentes de perturbaciones (como los hornos de arco, cuya potencia sobrepasa a veces las 100 MVA y son los mayores generadores de la perturbación llamada parpadeo o *flicker*) y deben recurrir forzosamente a su atenuación mediante distintos convertidores electrónicos (como los convertidores estáticos de energía reactiva, o *STATCOM*, empleados a veces en la corrección de los hornos de arco).

La asignatura se propone en primer lugar conocer las perturbaciones más comunes de la red eléctrica, sus causas y sus consecuencias. En segundo lugar, repasar y actualizar los distintos interruptores y convertidores electrónicos disponibles para la gestión de la energía eléctrica, así como revisar las funciones y aplicaciones más notables que los dispositivos anteriores implementan en la generación, transporte, distribución de la energía eléctrica, en la minimización de las perturbaciones y en el control y acondicionamiento de las cargas. Por último, en tercer lugar se abordan algunos aspectos de investigación y desarrollo referidos a la generación distribuida y a las redes inteligentes (*smart-grids*) que tienen que ver con los contenidos de este curso.



En relación con los títulos oficiales y condiciones de acceso y admisión a este Máster en Investigación, esta asignatura viene a completar y ampliar los conocimientos adquiridos por los alumnos durante sus estudios de grado referidos a la Ingeniería Eléctrica y a la Tecnología Electrónica en relación con lo que tradicionalmente se ha denominado Redes Eléctricas y Electrónica de Potencia (o Electrónica Industrial), y también completa ciertos aspectos relacionados con la aplicación de los interruptores estáticos y los convertidores electrónicos de potencia al control de la red eléctrica y de sus cargas, a la mejora de la calidad de aquella y a la minimización de las perturbaciones ocasionadas por estas.

Esta asignatura forma parte del Módulo II que corresponde a los contenidos específicos optativos de los itinerarios de *Ingeniería Eléctrica y Electrónica* y de *Energías Renovables*. Junto a las demás asignaturas incluidas en los mismos itinerarios, constituye la oferta de contenidos específicos que permiten al estudiante particularizar o diseñar a conveniencia 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 genéricos para cursar esta asignatura corresponden a los fundamentos de la Ingeniería Eléctrica (los que se refieren a la teoría y análisis de circuitos, al cálculo y explotación de redes eléctricas y a la tecnología eléctrica) y de la Electrónica (los que se refieren a los componentes electrónicos básicos y a los circuitos electrónicos fundamentales: analógicos, digitales y de potencia). Para obtener un buen rendimiento en su estudio es recomendable que, además, el alumno haya cursado asignaturas específicas tales como:

- Electrónica de potencia, o bien Electrónica industrial.
- Alimentación electrónica de equipos y cargas críticas.
- Automática y control industrial
- Sistemas y métodos en electrónica de potencia
- Líneas y redes eléctricas

que le hayan proporcionado, entre otros, conocimientos sobre

- Componentes y circuitos electrónicos de potencia.
- Análisis de circuitos eléctricos y electrónicos.
- Análisis y representación del sistema eléctrico: elementos del sistema (generadores,



transformadores, líneas de transporte y cargas), representación del sistema mediante el diagramas unifilar y cálculo en valores por unidad.

- Análisis en estado normal de la red: control de cargas.
- Análisis en estado perturbado de la red: tipos de perturbaciones.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos
Correo Electrónico
Teléfono
Facultad
Departamento

RAFAEL GUIRADO TORRES
rguirado@ieec.uned.es
91398-6474
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
ING.ELÉCT., ELECTRÓN., CONTROL, TELEMÁT.

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

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

Rafael Guirado Torres: rguirado@ieec.uned.es

Excepcionalmente podrá utilizarse el teléfono en horario de guardia durante los períodos lectivos (91 398 7794, lunes de 16 a 20 horas).

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 esperados que debe alcanzar el estudiante son:

- Identificar las perturbaciones más frecuentes de la red eléctrica de corriente alterna en 50 Hz y de las normas que las definen.
- Localizar el origen de las perturbaciones y los medios de prevención ordinarios para reducir la frecuencia de aparición y su intensidad.
- Analizar el impacto que las perturbaciones tienen en el tiempo que la red muestra una calidad suficiente de alimentación, es decir en la seguridad de suministro.
- Comparar y profundizar en las consecuencias que tales perturbaciones tienen en las cargas críticas, tanto por razón de exigencia de calidad de los parámetros eléctricos de alimentación, como por exigencia de seguridad de suministro.
- Analizar y sintetizar los equipos electrónicos de potencia destinados a mejorar la calidad de la red eléctrica incluyendo al menos: filtros pasivos; estabilizadores de tomas, tanto en variante lenta con tiristores como rápida con IGBT; compensadores estáticos de reactiva con tiristores en control de fase; filtros activos de tensión y de corriente en alta frecuencia;



acondicionadores universales basados en los filtros antedichos.

- Desarrollar el método general de identificación de un problema de calidad de la red, diagnóstico del origen y de sus consecuencias, análisis de sus soluciones y comparación técnico-económica de ellas. Optimización del binomio prestaciones-costo de la solución.
- Aplicar el método anterior a la resolución de un problema concreto de calidad de red y reflexionar sobre la idoneidad de la solución adoptada.
- Relacionar y comparar estos contenidos con otros aspectos relacionados con la distribución eléctrica, los equipos electrónicos de potencia y las cargas críticas, tales como la generación, emisión y consecuencias del ruido eléctrico conducido y emitido, la optimización del flujo de cargas y el telecontrol de líneas y cargas críticas.
- Conocer la situación actual de las redes de distribución de energía eléctrica, con la incorporación en ellas de la generación distribuida y su evolución hacia las redes inteligentes.

CONTENIDOS

TEMA 1. Calidad de la energía eléctrica.

En este primer tema se explica y desarrolla el concepto de calidad del servicio en la distribución de energía eléctrica a través de la calidad de la onda de tensión y de la continuidad de suministro.

El objetivo del tema es conocer los tipos de perturbaciones eléctricas que afectan a la calidad de servicio, sus límites y la normativa que las recogen y regulan. Con este objetivo, se explican los distintos tipos de perturbaciones existentes en las redes de alimentación de energía eléctrica, los tipos de cargas que se conectan a ellas, especialmente a las denominadas "cargas críticas" cuyo funcionamiento se puede ver afectado de forma significativa por esas perturbaciones, se exponen los problemas que esas perturbaciones pueden producir en las cargas críticas (y en otras cargas y equipos conectados a la alimentación eléctrica) y se apuntan soluciones para evitarlas, soluciones que se ven y desarrollan en los temas siguientes.

TEMA 2. Equipos electrónicos de potencia relacionados con corriente y tensión alternas

Conocer las distintas familias de equipos electrónicos de potencia relacionados con la tensión alterna y adquirir nociones de diseño. Adquirir criterios de cuantificación de la potencia manejada por el equipo, de manera que se pueda realizar una primera evaluación de su coste.



TEMA 3. Aplicación de equipos electrónicos de potencia a la gestión y mejora de la calidad eléctrica.

El objeto de este tema es doble: por un lado, la aplicación de los equipos electrónicos de potencia a la gestión de sistemas eléctricos de CA no perturbados y a la mejora de su calidad y seguridad; y, por otro lado, la revisión de las perturbaciones más comunes en la red eléctrica, vistas ya en el tema 1, y su reducción mediante equipos electrónicos de potencia evaluada económicamente

Tema 4. Redes inteligentes en líneas de distribución. Gestión de cargas

El objeto de este tema es doble: por un lado, la aplicación de los equipos electrónicos de potencia a la gestión de sistemas eléctricos de CA no perturbados y a la mejora de su calidad y seguridad; y, por otro lado, la revisión de las perturbaciones más comunes en la red eléctrica, vistas ya en el tema 1, y su reducción mediante equipos electrónicos de potencia evaluada económicamente

Tema 5. Redes inteligentes para la generación distribuida. Gestión de las redes

Las políticas de impulso de uso de energías renovables en su aplicación principal como suministro de energía eléctrica a incorporar a las redes de distribución pública y la naturaleza y limitaciones que los sistemas de generación de energía renovable tienen, han impulsado el desarrollo de sistemas eléctricos locales (generación distribuida) que cuenten con la máxima independencia del sistema de distribución a nivel mas general (red eléctrica nacional). Para el desarrollo de estas redes locales (o mini/micro redes), es fundamental una gestión de la energía y control de variables del sistema eléctrico local que garanticen tanto la continuidad, como la calidad del servicio, sin afectar gravemente a las redes nacionales a las que pueden estar conectadas, por desconexiones o sobrecargas puntuales. Dicha gestión de las redes locales es obviamente muy diferente al de las redes nacionales y requieren de la implantación de sistemas de medida y control de cargas, en donde la electrónica y la programación juegan un papel imprescindible.

METODOLOGÍA

La asignatura *Tecnología electrónica aplicada a la calidad eléctrica* 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 dicho, es una asignatura "a distancia" según modelo metodológico implantado en la UNED. Al efecto se dispondrá de los recursos incorporados al *Curso virtual* de la



asignatura al que se tendrá acceso a través del portal de enseñanza virtual *UNED-e* y de su espacio específico disponible en el servidor en Internet del DIEEC.

- Dado que las actividades síncronas son reducidas, la planificación de su seguimiento y estudio permite su adaptación a estudiantes con diversas circunstancias personales y laborales. No obstante, en este sentido, suele ser aconsejable que, en la medida de sus posibilidades, cada estudiante establezca un modelo propio de estudio y seguimiento lo más regular y constante posible.
- Tiene un carácter teórico y práctico, por lo que compaginará planteamientos teóricos en equipos y sistemas electrónicos con la resolución de ejercicios de aplicación.

Es conveniente que el alumno estudie cada tema siguiendo el orden dado a los contenidos, ya que en algunos casos un determinado tema 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	

Criterios de evaluación

Desarrollo de la investigación llevada a cabo por el alumno sobre dos temas generales de la asignatura

Aportación de la información sobre cada tema preguntado, obtenida a través de artículos y proyectos consultados y analizados por el alumno durante el curso, con sus conocimientos derivados y conclusiones

% del examen sobre la nota final	100
Nota del examen para aprobar sin PEC	5
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	10
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	0

Comentarios y observaciones

La prueba presencial no se requiere si se presentan y aprueban los 2 PECs presentados y aceptados durante el curso. Si no se presentan los PECs sólo se puede aprobar con la nota de la prueba presencial.



TIPO DE SEGUNDA PRUEBA PRESENCIAL

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

Ninguno

Criterios de evaluación

Desarrollo de la investigación llevada a cabo por el alumno sobre dos temas generales de la asignatura

Aportación de la información sobre cada tema preguntado, obtenida a través de artículos y proyectos consultados y analizados por el alumno durante el curso, con sus conocimientos derivados y conclusiones

% del examen sobre la nota final	100
Nota del examen para aprobar sin PEC	5
Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	10
Nota mínima en el examen para sumar la PEC	0

Comentarios y observaciones

La prueba presencial no se requiere si se presentan y aprueban los 2 PECs presentados y aceptados durante el curso. Si no se presentan los PECs sólo se puede aprobar con la nota de la prueba presencial.

CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad	Si
-------------------------	----

Descripción

Desarrollo de la investigación llevada a cabo por el alumno sobre dos temas generales de la asignatura

Criterios de evaluación

Aportación de la información sobre cada tema preguntado, obtenida a través de artículos y proyectos consultados y analizados por el alumno durante el curso, con sus conocimientos derivados y conclusiones

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final	La prueba presencial no se requiere si se presentan y aprueban los 2 PECs presentados y aceptados durante el curso. Si no se presentan los PECs sólo se puede aprobar con la nota de la prueba presencial.
---	--

Fecha aproximada de entrega	30/05/2018
-----------------------------	------------

Comentarios y observaciones

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?

Si, PEC no presencial

Descripción

Desarrollo de dos trabajos de investigación elegidos por el alumno de entre las materias de la asignatura y aceptados previamente por el equipo docente

Criterios de evaluación

Grado de investigación en nuevas tecnologías/metodologías de mejora de la calidad de las redes y eficiencia energética.

Ponderación de la PEC en la nota final

Si se aprueban los 2 PEC, se aprueba la asignatura. Se hace la media entre los dos para la nota final

Fecha aproximada de entrega

15/05/2018

Comentarios y observaciones

Para los PEC no presentados, o no aprobados en la convocatoria ordinaria, el alumno puede solicitar que sean evaluados en la convocatoria extraordinaria.

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?

Bien mediante los 2 PEC o mediante las pruebas presenciales. Son evaluaciones alternativas y por tanto no se requiere que se realicen ambas, con lo que no hay nota ponderada entre ellas.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9788497323970

Título:ELECTRÓNICA DE POTENCIA. COMPONENTES, TOPOLOGÍAS Y EQUIPOS (1ª)

Autor/es:Gualda Gil, Juan Andrés ; Martínez García, Salvador ;

Editorial:THOMSON PARANINFO,S.A.

La bibliografía básica para el seguimiento de la asignatura consta de:

1) el libro indicado (*Electrónica de potencia –Componentes, topologías y equipos*. S. Martínez y J. A. Gualda. Ed. Thomson, 2006). Este libro es uno de los más completos en lengua española sobre temas relacionados con la electrónica de potencia, cubriendo diversas aplicaciones avanzadas tales como estabilizadores de tomas rápidos y



acondicionadores de red de alta frecuencia.

2) [ref_2]*Alimentación de cargas críticas y calidad de la energía eléctrica*. J. Carpio, J.V. Míguez, R. Guirado y J.L. Valle-Inclán. Ed. UNED, 2013.

Aunque este libro lo utilizamos en la UNED como libro de texto de una asignatura optativa del último curso de los grados de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática y de Ingeniería Eléctrica, parte de él responde a los contenidos del Tema 1 (calidad de la energía eléctrica) y parte del Tema 2 (SAIs).

3) [ref_3]*Notas sobre la calidad eléctrica en España*. Documento electrónico que puede encontrar en el curso virtual de la asignatura. 2013.

Este breve documento contiene la relación de las normas que se consideran como las referencias básicas que definen la calidad de la energía eléctrica en nuestro país. Puede utilizar directamente esas normas para preparar los contenidos del Tema 1 en vez del libro anterior, [ref_2], si no lo quiere comprar o no lo encuentra.

4) [ref_4]F. Barrero, S. Martínez, F. Yeves, F. Mur and P. Martínez, "Active Power Filters for Line Conditioning: A Critical Evaluation", *IEEE Trans. on Power Delivery*, vol. 15, nº 1, January, 2000, pp. 319-325.

Este artículo publicado en la revista *IEEE Trans. on Power Delivery* lo puede descargar en el curso virtual de la asignatura o, como alumno de la UNED, lo puede obtener y consultar a través de la Biblioteca en el servidor de la UNED en Internet (recursos electrónicos).

5) [Los artículos y documentos en formato electrónico] de los temas 4 y 5. Estos documentos están perfectamente referenciados lo que le permite, como en el caso anterior, obtenerlos y consultarlos a través de la Biblioteca en el servidor de la UNED en Internet (recursos electrónicos).

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.

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



- *Alimentación de cargas críticas y calidad de la energía eléctrica*. J. Carpio, J.V. Míguez, R. Guirado y J.L. Valle-Inclán, UNED, 2013.
- *Uninterruptible power supplies and active filters*. A. Emadi, A. Nasiri, S. B. Bekiarov, CRL Press, 2005.
- *Sistemas de energía eléctrica*. F. Barrero, Madrid, Thomson - Paraninfo, 2004.
- *Electrical Power Systems Quality*. Mc Graw Hill, 1996.

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 con participación permanente. Se ofrecerán las herramientas necesarias para que tanto el equipo docente como los estudiantes encuentren la manera de compaginar el trabajo individual y el aprendizaje cooperativo.

Otros

El equipo docente pondrá a disposición de los alumnos, a través de la herramienta de comunicación, recursos adicionales si lo considera oportuno para mejorar el rendimiento del curso.

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.

