




Universidad
Politécnica
de Cartagena



Guía docente de la asignatura

CALIDAD DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA

Titulación: Grado en INGENIERÍA ELÉCTRICA

CSV:	piXC7tp9dUrwz11QgmoetVk3q	Fecha:	16/01/2019 13:05:49	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/piXC7tp9dUrwz11QgmoetVk3q	Página:	1/13	

1. Datos de la asignatura

Nombre	Calidad del Sistema Eléctrico de Potencia (Electrical Power Systems Quality)				
Materia*					
Módulo*	Materia optativa				
Código	506109010				
Titulación	Grado en Ingeniería Eléctrica				
Plan de estudios	Plan 5091. Decreto nº 269/2009 de 31 de julio				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial				
Tipo	Optativa				
Periodo lectivo		Cuatrimestre	1º	Curso	4º
Idioma	Español				
ECTS	3,0	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	90

2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Francisco Javier Cánovas Rodríguez		
Departamento	Ingeniería Eléctrica		
Área de conocimiento	Ingeniería Eléctrica		
Ubicación del despacho	1ª Planta Edificio del Antiguo Hospital de Marina -Ala Este-		
Teléfono	968 325470	Fax	968 325356
Correo electrónico	fcojavier.canovas@upct.es		
URL / WEB	http://www.upct.es/die		
Horario de atención / Tutorías	Se fijará el primer día de clase de la asignatura. Siendo publicado en el tablón del departamento y en el Aula Virtual de la asignatura		
Ubicación durante las tutorías	Despacho del profesor		

Titulación	Dr. Ingeniería Industrial
Vinculación con la UPCT	Permanente
Año de ingreso en la UPCT	1/12/1994
Nº de quinquenios (si procede)	Cuatro
Líneas de investigación (si procede)	-Métodos de decisión aplicados a los sistemas eléctricos. -Calidad del SEP -Eficiencia energética.
Nº de sexenios (si procede)	
Experiencia profesional (si procede)	
Otros temas de interés	

3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

La asignatura Calidad del Sistema Eléctrico de Potencia es una asignatura optativa propia del grado de Ingeniería Eléctrica, siendo su conocimiento fundamental para completar la formación de los futuros ingenieros eléctricos. En el caso del Grado en Ingeniería Eléctrica, el conocimiento de los diversos aspectos relaciones con la calidad del suministro en nuestro Sistema Eléctrico de Potencia (SEP) es del todo imprescindible en un mundo donde la proliferación de cargas o consumos que por un lado generan perturbaciones en la red, conviven con una serie de cargas cada vez más sensibles a estas perturbaciones presentes.

Problemática presente en el día a día de nuestras instalaciones, independientemente de que desde la norma se definan unos valores de compatibilidad, cuyo fin es que nuestras cargas tengan un nivel mínimo de inmunidad a las perturbaciones existentes, y que además las cargas deberían tener un nivel máximo de emisión de dichas perturbaciones

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

Como hemos comentado en el caso del Grado en Ingeniería Eléctrica, el conocimiento de de los diversos aspectos relaciones con la calidad del suministro en nuestro Sistema Eléctrico de Potencia (SEP) es del todo imprescindible en un mundo donde la proliferación de cargas o consumos que por un lado generan perturbaciones en la red, conviven con una serie de cargas cada vez más sensibles a estas perturbaciones presentes.

En nuestro caso, atendiendo al perfil profesional que se está formando, especialmente nos referiremos a las perturbaciones del tipo conducida, es decir aquellas perturbaciones transmitidas a través de nuestras líneas.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Son necesarios conocimientos previos de las asignaturas relacionadas con análisis de circuitos para entender el por qué, de los problemas relacionados con la falta de calidad del suministro, y los conocimientos de asignaturas como Instalaciones Eléctricas de Baja y Media Tensión, para entender el entorno donde se estudian nuestras problemáticas. El conocimiento del idioma inglés resulta muy importante para poder acceder a todas las fuentes disponibles en la Biblioteca y en Internet.

3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

Ninguna reconocida

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura


Son necesarios conocimientos previos de las asignaturas relacionadas con análisis de circuitos para entender el por qué, de los problemas relacionados con la falta de calidad del suministro, y los conocimientos de asignaturas como Instalaciones Eléctricas de Baja y Media Tensión, para entender el entorno donde se estudian nuestras problemáticas. El conocimiento del idioma inglés resulta muy importante para poder acceder a todas las fuentes bibliográficas disponibles.

3.6. Medidas especiales previstas

Aquellos alumnos con necesidades especiales podrán acordar con el profesor de la asignatura las medidas necesarias para el desarrollo de la misma.

Por ejemplo, para aquellos casos excepcionales en los que no sea posible la integración de los alumnos, se preverá una prueba final de carácter global según se establece en el artículo 5, apartado 4 del Reglamento de las Pruebas de Evaluación de los Títulos Oficiales de Grado y de Máster con atribuciones profesionales de la UPCT.

La no participación en las actividades de evaluación continua, implicará que el alumno hará uso de esta posibilidad ofertada.

CSV:	piXC7tp9dUrwz11QgmoetVk3q		Fecha:	16/01/2019 13:05:49	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.				
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E				
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/piXC7tp9dUrwz11QgmoetVk3q		Página:	5/13	

4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

-Ser capaz de transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado en la lengua propia (y en al menos una lengua extranjera).
-Saber aplicar sus conocimientos al ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial de una forma rigurosa y mediante la elaboración y defensa de argumentos, así como la resolución de problemas dentro de su área de estudio

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

Conocimiento aplicado sobre sistemas eléctricos de potencia

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

E1.2 Conocimientos en materias tecnológicas para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos
E1.3 Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial
E2.2 Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

T1.3 Comunicación oral y escrita en lengua propia
T1.6 Capacidad de gestión de la información
T2.2 Trabajo en equipo
T2.3 Habilidades en las relaciones interpersonales
T3.1 Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica
T3.7 Habilidad de realizar trabajo autónomo
T3.9 Preocupación por la calidad

4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

Al superar la asignatura el alumno será capaz de:

1. Conocer las perturbaciones existentes de carácter conducido.
2. Realizar un análisis de la instalación, de forma que, sea capaz de detectar la perturbación que afecta a nuestra instalación, y la importancia de la misma.
3. Conocer la normativa española, europea y americana, relativa a la calidad del suministro.
4. Poner en prácticas medidas que mejoren el comportamiento de nuestras instalaciones frente a la existencia de una perturbación.

Las actividades de enseñanza/aprendizaje diseñadas permitirán al alumno desarrollar su

capacidad de:

5. Trabajo en equipo
6. Análisis y síntesis de información,
7. La expresión escrita
8. La expresión oral
9. Resolución de problemas


Todas estas capacidades se obtienen, a través de la redacción de informe/s y su exposición oral, en el entorno de un grupo, que mediante reuniones periódicas nos permitirá comprobar que el alumno alcanza los resultados esperados.

5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Introducción. Términos y definiciones. Huecos e interrupciones. Sobretensiones transitorias. Armónicos. Variaciones de tensión de larga duración .Problemas asociados a las tierras y cableado. Monitorización

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

CSV:	piXC7tp9dUrwz11QgmoetVk3q	Fecha:	16/01/2019 13:05:49	
Normativa:	Este documento es copia auténtica imprimible de un documento administrativo firmado electrónicamente y archivado por la Universidad Politécnica de Cartagena.			
Firmado Por:	Universidad Politécnica de Cartagena - Q8050013E			
Url Validación:	https://validador.upct.es/csv/piXC7tp9dUrwz11QgmoetVk3q	Página:	7/13	

Lección 1. Introducción

- ¿Qué se entiende por calidad del suministro?
- Calidad potencia versus calidad en la tensión
- ¿Por qué preocuparnos por la calidad del suministro?

Lección 2. Términos y definiciones.

- Necesidad de un vocabulario consistente.
- Transitorios.
- Variaciones de tensión de larga duración: sobretensión, sub-tensión e interrupción permanente.
- Variaciones de tensión de corta duración: Interrupción, huecos y "swells"
- Desequilibrios de tensión.
- Distorsión de la forma de onda.
- Fluctuaciones de tensión.
- Variaciones de frecuencia.
- Curva CBEMA

Lección 3. Huecos e interrupciones.

- Fuentes de huecos e interrupciones.
- Área de vulnerabilidad.
- Problemas de los usuarios finales: SAI on line, SAI en "standby", conjuntos motor-generator, transformadores resonantes,...
- Huecos asociados a arranque de motores.

Lección 4. Sobretensiones transitorias.

- Fuentes de sobretensiones transitorias: conexiones de condensadores,...
- Principios para la protección ante sobretensiones.
- Dispositivos para la protección de sobretensiones.
- Transitorios creados con las conexiones de los condensadores de la Empresas suministradoras.
- Protecciones contra rayos de la Empresa Suministradora.
- Problemas de transitorios en los procesos de conexión de la carga.

Lección 5. Armónicos

- Distorsión armónico.
- Distorsión de tensión versus corriente.
- Transitorios versus armónicos.
- Distorsión armónico total y valor eficaz.
- Potencia y Factor de potencia.
- Armónicos triplens.
- Fuentes de alimentación monofásicos.
- Convertidores trifásicos de potencia.
- Dispositivos de arco.
- Dispositivos saturables.
- Efectos de la distorsión armónico.
- Respuesta característica del sistema.
- Principios para controlar los armónicos.
- Localización de fuentes de armónicos.

- Dispositivos para el filtrado de armónicos
- Procedimiento de estudio armónico.
- Componentes simétricas.
- Modelado de fuentes armónicas.
- Diseño de filtro armónicos.
- Interferencia en las telecomunicaciones.
- Herramientas de ordenador para el análisis armónico.

Lección 6. Variaciones de tensión de larga duración.

- Principios para regular la tensión.
- Dispositivos para la regulación de la tensión.
- Aplicaciones para regular la tensión de la Empresas Suministradoras.
- Condensadores para la regulación de tensión.

Lección 7. Problemas asociados a las tierras y cableado.

- Definiciones.
- Problemas típicos de cableado y tierras.
- Soluciones para los problemas de los cableados y las tierras.

Lección 8. Monitorización.

- Detallada monitorización de la calidad de la potencia.
- Equipos de medida de medidas de la calidad.

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

Sesiones de Aula de Informática: se desarrollara una sesión o dos con el objeto de que los alumnos pongan en práctica los conocimientos relacionados con la calidad del suministro en aspectos relacionados con los armónicos.

Practica 1. Modelización de las cargas armónicas en una instalación industrial.

Práctica 2. Valorar los efectos de los armónicos: resonancia. Se empleará el software denominado Microcap con el fin de hacer simulaciones de circuitos eléctricos.

Se valorará el uso del Octave o Matlab

Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un “Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos” que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

Lesson 1. Introduction

Lesson 2. Terms and Definitions

Lesson 3. Voltage Sags and Interruptions

Lesson 4. Transient Overvoltages

Lesson 5. Harmonics

Lesson 6. Long-duration Voltage Variations

Lesson 7. Wiring and grounding

Lesson 8. Monitoring Power Quality

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

1. A partir de los resultados del aprendizaje (apartado 4.5). Indicar que habría que particularizar los puntos 1, 2, 3 y 4, para cada una de las perturbaciones.
2. En la lección uno, se pretende dar una visión general de todas las perturbaciones (punto 1)
3. La lección 8, está más enfocado al punto 4, medidas que mejoren el comportamiento de nuestra instalación frente a la existencia de una perturbación

6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clases teóricas en Aula	Clase expositiva utilizando el método de la lección magistral. Se fomentará la participación de los estudiantes para que planteen sus dudas. Se tratarán los temas de mayor complejidad y los aspectos más relevantes.	<u>Presencial</u> : Toma de apuntes y revisión con los compañeros. Seguimiento de los contenidos y planteamiento de dudas	15
		<u>No presencial</u> : Estudio de la materia	18
Clase de prácticas. Sesiones de aula de informática, laboratorio y en aula	Las sesiones prácticas en el aula de informática son fundamentales que el estudiante consolide los contenidos de la asignatura y adquiera habilidades básicas computacionales, mediante el manejo de programas (Microcap) y la resolución de problemas complejos o que simulen situaciones profesionales.	<u>Presencial</u> : Manejo del programa simulador Microcap, que permite analizar circuitos eléctricos, en el aula de informática.	18
		<u>No presencial</u> : Resolución de problemas planteados una vez estudiada la materia	10
Tutorías individuales y de grupo	Las tutorías serán individuales o de grupo con objeto de realizar un seguimiento individualizado y/o grupal de los trabajos a realizar, por el grupo.	<u>Presencial</u> : Planteamiento de dudas en horario de tutorías	9
		<u>No presencial</u> : planteamiento de dudas por correo electrónico	2
Realización de trabajos/informes individuales y en grupo	Se realizarán diferentes trabajos grupales. Los alumnos deberán realizar informes técnicos, siendo presentados de forma oral estos trabajos Así como una rúbrica de las acciones del equipo en el tiempo.	<u>Presencial</u> : Planteamiento del trabajo y tutorías de control y orientación por grupos	3
		<u>No presencial</u> : búsqueda y síntesis de información. Trabajo en equipo. Elaboración del informe técnico y preparación de la presentación	12
Realización de exámenes oficiales	Se realizará una prueba final escrita individual de tipo test o cuestiones cortas, con objeto de comprobar el grado de consecución de las competencias específicas.	<u>Presencial</u> : Asistencia a la prueba final de carácter teórico-práctico y realización de la misma.	3
		<u>No presencial</u> :	
		<u>Presencial</u> :	
		<u>No presencial</u> :	
			90

6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

Actividades formativas (6.1)	Resultados del aprendizaje (4.5)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clases de prácticas Sesiones del aula de informática		√		√					√	
Tutorías individuales y de grupo	√		√		√	√				
Realización de trabajos / informes individuales y en grupos		√		√	√	√	√	√	√	
Realización de exámenes	√		√				√		√	

7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita individual: Cuestiones teóricas y/o teórico-prácticas o test: Se evaluarán principalmente los conocimientos teóricos, de índole general	X	X	Las preguntas de test se basará en gran medida en las preguntas que cada uno de los grupos deberán realizar. Se busca que el conocimiento de la problemática, no se centre únicamente en el tema tratado.	0-20%	1,2
Informes de laboratorio : Se evalúan las ejecuciones y el trabajo en equipo, así como las destrezas y habilidades.	X		a) Demuestra dominio de la herramienta software. b) Saber aplicar los conocimientos de la asignatura al uso de la herramienta	0-10%	2, 4
Trabajo en equipo Se pondrá un trabajo para realizar en equipo. Se deberá redactar un informe y presentarlo mediante una exposición oral. Valorándose de forma independiente informe, presentación oral -por el profesor y por sus compañeros- y el funcionamiento del equipo según el equipo	X X X X	X X - -	-INFORME A) Ha cubierto los apartados principales del trabajo. b) Ha desarrollado debidamente los apartados. c) Ha referenciado adecuadamente todas los puntos d) Valorar la fiabilidad de las fuentes bibliográficas e) Desarrolla unas cuestiones y respuestas claras y acordes y al tema que tratan. -PRESENTACIÓN ORAL POR EL PROFESOR a) Exposición clara y estructurada. b) Transparencias y diapositivas claras y con la información adecuada c) Transmite dominio del tema. d) Resuelve adecuadamente las dudas expuestas por los compañeros. -PRESENTACIÓN POR SUS COMPAÑEROS a) Exposición clara y estructurada. b) Ha sabido transmitir el tema. c) Resuelve adecuadamente las dudas. -VALORACIÓN INTERPERSONAL EN EL EQUIPO. a) Consideras que ha sido un trabajo en equipo de verdad. b) Valora la participación de cada uno de tus compañeros.	25-30% 20-25% 10-15% 10-15%	3, 4
Otras actividades presenciales no convencionales : Tutorías grupales e individuales	X	-	a) Vienen preparados para la tutoría grupal. b) La participación es equilibrada. c) Dan sensación de equipo. d) Tienen una rúbrica en condiciones del trabajo realizado.	10-15%	1, 3

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las

circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

El seguimiento y control del proceso de aprendizaje del estudiante se llevará a cabo mediante las tutorías individuales o en grupo.

8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

- [1]. Félice, Éric "Perturbaciones armónicas: Efectos orígenes, medidas, diagnóstico y soluciones". Paraninfo, Thomson Learning, ISBN: 84-283-2827-7, 2001
- [2] Bollen, M.H.J., "Understanding Power Quality Problems: Voltage sags and interruptions", IEEE Press
- [3]. Félice, Éric "Perturbaciones armónicas: Efectos orígenes, medidas, diagnóstico y soluciones". Paraninfo, Thomson Learning, ISBN: 84-283-2827-7, 2001
- [4]. Pérez Miguel, Á. A. ; Bravo de Medina, N ; Llorente Antón, M. , "La amenaza de lo s armónicos y sus soluciones", Ed. Centro Español de Información del Cobre (CEDIC), ISBN: 84-605-9514-5, 1999
- [5] Romualdo Pascual, F. ; Fuster Roig, V. ; Quijano López, A. ; "Las plantas industriales ante las perturbaciones eléctricas", Aven (agencia valenciana de la energía), ISBN: 84-933520-0-4, 2003

8.2. Bibliografía complementaria*

- [1]. Información varia de Schneider Electric, diversos cuadernos técnicos.
- [2]. Normas UNE
- [3]. Recomendaciones de la IEEE

8.3. Recursos en red y otros recursos

- ✓ **AULA VIRTUAL:** se tiene previsto el empleo de esta herramienta informática. Se subirá toda la información relativa a la programación temporal de la asignatura, así como cada una de las lecciones que integran la asignatura, los ejercicios teóricos y/o prácticos (con solución). También se aportará una serie de ejercicios resueltos. El Boletín de Prácticas será otro de los documentos presentes, así como la Guía Docente de la asignatura. La finalidad es que el/la alumno/a pueda consultar en cada momento el desarrollo de la misma y pueda realizar ejercicios de distinta naturaleza, apoyándose en las lecciones teóricas aportadas.
- ✓ **WEB Departamento de Ingeniería Eléctrica:** <http://www.upct.es/die> , en la que se pretende aportar toda información del Departamento. (Esta última puede ser que no esté hábil)