



## FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre completo	Fundamentals on electrical engineering and optimization techniques
Código	MEPI-513
Impartido en	Master in the Electric Power Industry [Primer Curso]
Nivel	Postgrado Oficial Master
Cuatrimestre	Semestral
Créditos	3,0 ECTS
Carácter	Optativa
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Responsable	Damián Laloux
Horario	Se impartirá en forma de tutorías
Horario de tutorías	A petición del alumno

Datos del profesorado	
<b>Profesor</b>	
Nombre	Damien Laloux Dallemagne
Departamento / Área	Departamento de Ingeniería Eléctrica
Despacho	Alberto Aguilera 25 [D-517]
Correo electrónico	dlaloux@iit.comillas.edu
<b>Profesor</b>	
Nombre	Francisco Alberto Campos Fernández
Departamento / Área	Instituto de Investigación Tecnológica (IIT)
Despacho	Santa Cruz de Marcenado 26 [D-303]
Correo electrónico	Alberto.Campos@iit.comillas.edu
Teléfono	2718

## DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura
<b>Aportación al perfil profesional de la titulación</b>
El objetivo general de la asignatura es proporcionar los conceptos básicos a alumnos que no tienen formación previa en ingeniería eléctrica ni investigación operativa, de tal manera que puedan afrontar con éxito el estudio de las otras materias del programa en las que se dan por supuesto estos conocimientos.
<b>Prerequisitos</b>

Los alumnos deben estar familiarizados con conceptos básicos de matemáticas, álgebra lineal y números complejos. También sería deseable alguna formación científica o técnica, aunque no es absolutamente imprescindible.

## Competencias - Objetivos

### Competencias

#### Competencias generales:

(CG4) Ser capaces de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.

#### Competencias específicas:

(CE22) Para aquellos alumnos sin formación previa en ingeniería eléctrica ni en técnicas de optimización, comprender los fundamentos de ambas materias que les capacite para ser capaces de asimilar los contenidos presentados en el resto de asignaturas del Título.

### Resultados de Aprendizaje

1. Comprender los conceptos fundamentales de la electricidad.
2. Conocer y comprender la terminología usada en esta área de conocimiento.
3. Ser capaz de predecir los valores de las magnitudes más relevantes en circuitos eléctricos y de controlar las variables de decisión en problemas complejos de optimización.
4. Resolver problemas básicos de circuitos eléctricos (Leyes de Kirchhoff y de Ohm, equivalencias de Thévenin y Norton, teoremas de circuitos, etc.) tanto en corriente continua como en alterna monofásica.
5. Formular un problema de optimización (usando programación lineal y/o lineal entera/mixta) a partir de un enunciado y programarlo en un lenguaje de optimización y analizar los resultados.

## BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

### Contenidos – Bloques Temáticos

#### Parte I: Ingeniería Eléctrica

- Introducción: magnitudes básicas y leyes.
- Circuitos de corriente continua.
- Circuitos de corriente alterna.
- Sesiones de laboratorio: Medidas básicas y máquinas eléctricas.

#### Parte II: Técnicas de Optimización

- Introducción.
- Dualidad.
- Problemas multidimensionales
- Problemas de optimización entera-mixta (MIP en inglés)

## METODOLOGÍA DOCENTE

### Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Se trata de un curso intensivo, que dura sólo tres semanas, y que tiene por fin proporcionar a los estudiantes los conceptos básicos y herramientas que se requieren en los siguientes cursos. Para obtener una buena comprensión de los diferentes conceptos, es necesario combinar la teoría y la práctica. Como los estudiantes tendrán que asimilar una amplia gama de conocimientos en un corto período de tiempo, su compromiso también será esencial.

### Metodología Presencial: Actividades

Conferencias y sesiones de resolución de problemas (16 horas): El profesor presentará los conceptos fundamentales de cada capítulo, junto con algunas recomendaciones prácticas, y propondrá ejemplos para apoyar la explicación. Se fomentará la participación activa planteando preguntas abiertas para fomentar la discusión y proponiendo ejercicios cortos de aplicación que se resolverán en clase ya sea en papel o utilizando un paquete de software.

Sesiones de laboratorio: bajo la supervisión del instructor, los alumnos, divididos en pequeños grupos, aplicarán los conceptos y técnicas cubiertos en las clases a problemas reales: Por un lado, conectarán dispositivos eléctricos y máquinas y medirán las magnitudes eléctricas y, por otro lado, se familiarizará con las herramientas ampliamente usadas de software de optimización.

Evaluación: en la parte eléctrica consistirá en una prueba mientras que para la parte de optimización el examen será un caso práctico implementado durante la última sesión de laboratorio.

### Metodología No presencial: Actividades

Estudio personal del material: Se trata de una actividad individual de los alumnos, en la que leerán, y analizarán los documentos proporcionados, y que serán discutidas con otros estudiantes y profesores en el aula.

Actividades de aprendizaje que se llevarán a cabo individualmente, fuera del aula, y que requerirá investigación personal o análisis de diferentes materias.

## RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO

### Actividades presenciales

- Clases magistrales y conferencias: 13 horas
- Sesiones de resolución de problemas: 3 horas
- Sesiones de laboratorio: 13 horas
- Evaluación. Parte eléctrica: examen de 1 hora; Parte optimización: caso práctico en la última sesión de laboratorio.

### Actividades no presenciales

- Estudio personal del material: 30 horas
- Aprendizaje individual mediante investigación o análisis: 30 horas

## EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Parte eléctrica: un examen que combina preguntas de respuesta múltiple (tipo test) de respuesta corta y pequeños ejercicios

Parte de optimización: caso práctico a resolver en la última sesión de laboratorio

### Calificaciones

La calificación global se obtendrá a partir de la calificación de cada parte, debiendo ser cada una de ellas superior o igual a 3/10. El reparto



es el siguiente:

- 60% Ingeniería eléctrica
- 40 % Técnicas de optimización

## PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Actividades	Fecha de realización	Fecha de entrega
Clases de ingeniería eléctrica		
Sesiones de laboratorio de ingeniería eléctrica		
Clases de técnicas de optimización		
Sesiones de laboratorio de técnicas de optimización		
Repaso y estudio personal de los conceptos explicados en clase		
Resolución de problemas		
Examen de ingeniería eléctrica		
Sesiones prácticas de técnicas de optimización y evaluación de las mismas		

## BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

### Bibliografía Básica

- J.W. Nilsson, S.A. Riedel. *Electric Circuits (8th Edition)*. Pearson Prentice Hall, 2008. (Or any other book on Electric Circuits).
- J.L. Kirtley Jr. *Introduction to Power Systems*. MIT Course 6061 Class Notes, chapters 1 and 2. MIT OpenCourseWare, 2003
- Nash, S.G., and Sofer, A. *Linear and Nonlinear Programming*. McGraw-Hill 1996

## GENERAL INFORMATION

Course information	
Name	Fundamentals on electrical engineering and optimization techniques
Code	MEPI-513
Degree	Official Master's Degree in the Electric Power Industry (MEPI)
Year	
Semester	Fall
ECTS credits	3 ECTS
Type	Extra training
Department	Electrical Engineering
Area	
Coordinator	Damián Laloux

Instructor	
Name	Damián Laloux
Department	Electrical Engineering
Office	D-517 (Alberto Aguilera, 25)
e-mail	dlaloux@icai.comillas.edu
Phone	915422800 ext. 2405
Office hours	Arrange an appointment through email.

Instructor	
Name	Alberto Campos Fernández
Department	Institute of Technological Research
Office	D-303 (Sta. Cruz de Marcenado, 26)
e-mail	Alberto.Campos@iit.comillas.edu
Phone	915402718
Office hours	Arrange an appointment through email.

## DETAILED INFORMATION

Contextualization of the course	
<b>Contribution to the professional profile of the master's degree</b>	
The overall objective of the course is to provide students who have no training in electrical engineering or operations research with the basic concepts necessary to successfully address the study of other mandatory courses where these topics are assumed to be known.	
<b>Prerequisites</b>	
Students willing to take this course should be familiar with basic mathematics, linear algebra and complex numbers. Some background in scientific or technical subjects is also desired although not strictly required.	

## CONTENTS

<b>Contents</b>
<b>Part I: Electrical Engineering</b>
<b>Chapter 1. Introduction</b>
1.1 Basic quantities: voltage, current, energy and power 1.2 Basic laws: Ohm, Joule and Kirchhoff
<b>Chapter 2. DC Circuits</b>
2.1 Basic techniques 2.2 Node voltage and mesh current equations 2.3 Superposition and Thévenin/Norton Theorems 2.4 Solving DC circuits
<b>Chapter 3. AC Circuits</b>
3.1 Definitions 3.2 Power in AC 3.3 Impedances 3.4 Phasors and complex numbers 3.5 Solving AC circuits 3.6 Transformers
<b>Chapter 4. Laboratory sessions</b>
<del>4.1 Voltage and current measurements</del> <del>4.2 Real and reactive power measurement and power factor correction</del> <del>4.3 Electrical machines: transformers</del> <del>4.4 Electrical machines: induction and synchronous machines</del>
<b>Part II: Optimization Techniques</b>
<b>Chapter 5. Introduction</b>
5.1 Meaning and formal definition of optimization 5.2 Examples and computer implementation
<b>Chapter 6. Duality</b>
6.1 Minimization of costs vs. utility maximization 6.2 Mathematical formulation 6.3 Primal and dual variables
<b>Chapter 7. Multidimensional problems</b>
7.1 Algebraic and mathematical formulations 7.2 Computer implementation
<b>Chapter 8. Optimization problem of mixed-integer (MIP)</b>
8.1 Draw the feasible points and equations 8.2 Sensitivity analysis

## Competences and Learning Outcomes

### Competences

#### General Competences

#### Basic Competences

CB4. Ser capaces de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.

#### Specific Competences

CE22. Para aquellos alumnos sin formación previa en ingeniería eléctrica ni en técnicas de optimización, comprender los fundamentos de ambas materias que les capacite para ser capaces de asimilar los contenidos presentados en el resto de asignaturas del Título.

### Learning outcomes

By the end of the course students should be able to:

- LO1. Understand the fundamental concepts of electricity.
- LO2. Know and understand the terms used in this area.
- LO3. Predict the value of the most relevant magnitudes in electric circuits, and to control the decision variables in complex optimization problems.
- LO4. Solve basic problems of electric circuits (Kirchhoff's laws, Ohm's Law, Thévenin-Norton equivalences, circuit theorems, etc.) both in direct current, and in alternating current (in single phase systems).
- LO5. Formulate an optimization problem (using linear and/or mixed-integer linear mathematical programming) from a statement, encoded in a programming language designed to optimize and analyze the results.

## TEACHING METHODOLOGY

General methodological aspects
<p>This is an intensive course during only three weeks in order to provide the students with basic concepts and tools they will require in the following courses. To obtain a good understanding of the different concepts, it is necessary to combine theory and practice. As the students will have to assimilate a wide range of knowledge in a short period of time, their commitment will be essential as well.</p>
In-class activities
<p><b>Lectures and problem-solving sessions (16 hours):</b> The lecturer will introduce the fundamental concepts of each chapter, along with some practical recommendations, and will go through worked examples to support the explanation. Active participation will be encouraged by raising open questions to foster discussion and by proposing short application exercises to be solved in class either on paper or using a software package.</p>
<p><b>Lab sessions (13 hours):</b> Under the instructor's supervision, students, divided in small groups, will apply the concepts and techniques covered in the lectures to real problems: On the one hand they will connect electrical devices and machines and measure electrical quantities and on the other hand they will become familiar with widespread optimization software tools.</p>
<p><b>Evaluation</b> for the electrical part will consist in a test (<b>1 hour</b>) whereas for the optimization part the exam will be a practical case study implemented during the last lab session.</p>
Out-of-class activities
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Personal study of the course material and resolution of the proposed exercises: individual activity by the students, in which they will read, analyze and question the readings provided as background material, and that will be discussed with other students and lecturers in the classroom (30 hours).</li> <li>▪ Learning activity that will be carried out individually, outside of the classroom, and that will require personal research or analysis of different materials (30 hours).</li> </ul>



## GRADING AND COURSE RULES

Grading
Regular assessment
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Electrical engineering</b> will account for 60%</li> <li>▪ <b>Optimization techniques</b> will account for the remaining 40%</li> </ul> <p>In order to pass the course, the global mark must be greater or equal to 5 out of 10 points, but the mark of each part must be greater or equal to 3 as well. Otherwise, the final grade will be the lower of the two marks.</p>
Retakes
<p>If one part has a passing grade, its mark will be preserved, and only the failed part will be subject to a retake exam. Otherwise, the student will retake both exams. The resulting grade will be computed following the same rule as before:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Electrical engineering: 60%</li> <li>▪ Optimization techniques: 40%</li> </ul> <p>As in the regular assessment period, in order to pass the course, the global mark must be greater or equal to 5 and the mark of each part must be greater or equal to 3.</p> <p>Retake exams are reserved to students who have failed the course exclusively.</p>
Course rules
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Class attendance is mandatory according to Article 93 of the General Regulations (<i>Reglamento General</i>) of Comillas Pontifical University and Article 6 of the Academic Rules (<i>Normas Académicas</i>) of the ICAI School of Engineering. Not complying with this requirement may have the following consequences:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Students who fail to attend more than 15% of the lectures may be denied the right to take the final exam during the regular assessment period.</li> <li>- Regarding laboratory, absence to more than 15% of the sessions can result in losing the right to take the final exam of the regular assessment period and the retake.</li> <li>- Students who commit an irregularity in any graded activity will receive a mark of zero in the activity and disciplinary procedure will follow [cf. Article 168 of the General Regulations (<i>Reglamento General</i>) of Comillas Pontifical University].</li> </ul> </li> </ul>

## WORK PLAN AND SCHEDULE<sup>1</sup>

In and out-of-class activities
Electrical engineering lectures
Electrical engineering Lab sessions
Optimization techniques Lectures
Optimization techniques Lab sessions
Review and self-study of the concepts covered in the lectures
Problem-solving
Electrical engineering exam
Optimization techniques practical session and evaluation

STUDENT WORK-TIME SUMMARY			
IN-CLASS HOURS			
Lectures	Problem-solving	Lab sessions	Assessment
13	3	12	2
OUT-OF-CLASS HOURS			
Self-study		Individual term papers	
30		30	
ECTS credits:			<b>3 (90 hours)</b>

## BIBLIOGRAPHY

Bibliography
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ J.W. Nilsson, S.A. Riedel. <i>Electric Circuits (8th Edition)</i>. Pearson Prentice Hall, 2008. (Or any other book on Electric Circuits).</li> <li>▪ J.L. Kirtley Jr. <i>Introduction to Power Systems</i>. MIT Course 6061 Class Notes, chapters 1 and 2. MIT OpenCourseWare, 2003</li> <li>▪ Nash, S.G., and Sofer, A. <i>Linear and Nonlinear Programming</i>. McGraw-Hill 1996</li> </ul>

<sup>1</sup> A detailed course schedule can be found in the course moodle portal. Nevertheless, this schedule is tentative and may vary to accommodate the pace of the class.