

## **66302 - Análisis y simulación de sistemas eléctricos**

**Guía docente para el curso 2011 - 2012**

**Curso: 1, Semestre: 1, Créditos: 5.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **Juan Bautista Arroyo García** [jbarroyo@unizar.es](mailto:jbarroyo@unizar.es)
- **Miguel García Gracia** [mggracia@unizar.es](mailto:mggracia@unizar.es)
- **María Paz Comech Moreno** [mcomech@unizar.es](mailto:mcomech@unizar.es)
- **Antonio Usón Sardaña** [auson@unizar.es](mailto:auson@unizar.es)
- **Jesús Letosa Fleta** [jletosa@unizar.es](mailto:jletosa@unizar.es)

#### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

Esta asignatura introduce algunos recursos informáticos utilizados en la actualidad para la simulación de sistemas eléctricos. Asimismo, se dedica una parte importante de la asignatura a la revisión de conocimientos básicos en de ingeniería eléctrica. Para cursarla con aprovechamiento, es conveniente tener conocimientos básicos de:

Comprensión y manejo de las propiedades termodinámicas de las sustancias, conceptos básicos de termodinámica técnica, conceptos básicos de química, planteamiento y resolución de balances de materia y energía **Prerrequisitos**.

- Teoría de Circuitos
- Electromagnetismo básico
- Conocimiento suficiente de inglés para manejo de documentación escrita

#### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

##### **Curso 2011-2012**

Comienzo de las clases: miércoles 28/09/2011

Finalización de las clases: viernes 13/01/2012

Evaluación: desde el lunes 16/01 hasta el viernes 27/01 de 2012

---

### **Inicio**

---

## **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

**1:**

Saber modelar y simular mediante elementos finitos en 2D

**2:**

Comprender el funcionamiento en régimen estacionario de una red eléctrica

**3:**

Saber realizar estudios de flujo de cargas.

**4:**

Saber realizar estudios de cortocircuito.

**5:**

Adquirir los conocimientos básicos para simulación de una red eléctrica.

## **Introducción**

### **Breve presentación de la asignatura**

La materia que se presenta en la asignatura se pretende que sirva como asignatura básica de las asignaturas de contenido eléctrico del periodo 1 y 2 del presente master.

La asignatura consta de cuatro partes en las que se introducen diversas técnicas de simulación de sistemas eléctricos y se repasan sus fundamentos teóricos.

En la primera parte (2 créditos) se introduce el método de elementos finitos para la simulación de sistemas electromagnéticos. Se propone una sucinta explicación de sus fundamentos y después se realizan prácticas básicas con software de simulación en 2D y 3D.

En la segunda parte (1,5 créditos) se presentan los estudios realizados mediante simulación en estado estacionario, esto es flujo de cargas y cortocircuitos. Para ello, en primer lugar se presentan los fundamentos de este tipo de estudios para luego realizar unas prácticas básicas mediante el manejo de programas comerciales empleados por diversas compañías eléctricas con este fin.

La tercera y la cuarta parte se introduce el análisis y la simulación dinámica (0,5 créditos) y transitoria (1 crédito) de sistemas eléctricos. Estas partes son fundamentalmente prácticas, y en ellas se repasan o introducen los conceptos básicos necesarios y se realizan diferentes estudios de sistemas eléctricos utilizando para ello diferentes herramientas de simulación.

---

## **Contexto y competencias**

---

### **Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura**

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y**

## **objetivos:**

### **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

El objetivo fundamental de la asignatura es presentar los conocimientos básicos y herramientas de trabajo útiles en el análisis de sistemas eléctricos, y que necesarios para el resto de las asignaturas eléctricas de la titulación.

La presentación de asignatura está muy basada en el manejo de diferentes herramientas informáticas por ser actualmente la forma habitual de trabajo en el mundo profesional y de investigación.

### **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

**1:** Cursar las siguientes materias de contenido eléctrico del máster.

**2:** Comprender y saber analizar un sistema eléctrico bajo condiciones de funcionamiento normales.

**3:** Comprender y saber analizar un sistema eléctrico bajo condiciones de funcionamiento de cortocircuito.

**4:** Saber simular un sistema eléctrico mediante simulación dinámica o transitoria.

**5:** Saber resolver un problema eléctrico o magnético mediante el método FEM en 2D.

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Lo aprendido en esta asignatura permite tratar muchos problemas eléctricos de una forma alternativa al estudio analítico clásico.

El enfoque numérico permite abordar los problemas de una forma más realista, teniendo en cuenta más fenómenos físicos y obteniendo en consecuencia resultados más fiables y poniendo de manifiesto fenómenos no estudiados con los procedimientos clásicos.

En la actualidad los procedimientos de simulación juegan un papel muy importante en el diseño y optimización de nuevos productos.

Concretamente, el método de simulación de campos electromagnéticos por elementos finitos, permite estudiar problemas de interés práctico, tanto eléctricos (aislamientos, situaciones de ruptura dieléctrica etc.) como magnéticos (transformadores, máquinas rotativas, imanes permanentes, etc.).

Respecto a los estudios en régimen permanente, mediante el estudio de flujo de cargas permite analizar el régimen de funcionamiento del sistema eléctrico dadas unas condiciones de operación. Con ello se puede comprobar el nivel de carga de los diferentes componentes del sistema eléctrico (líneas, transformadores, etc) para así poder evitar sobrecargas en el sistema. El estudio de cortocircuitos permite obtener las corrientes en caso de producirse un cortocircuito en la red. Estos datos permiten diseñar el sistema de protecciones necesario.

Los estudios en régimen dinámico y en régimen transitorio permiten analizar el comportamiento del sistema a lo largo del tiempo tras producirse una perturbación, como puede ser un cortocircuito en la red, la apertura de una línea, la conexión/desconexión de un generador, para poder observar posibles problemas de estabilidad en la red. La diferencia entre estos dos tipos de estudios radica en el rango de tiempos de estudio y en los fenómenos que se analizan.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1:**

**Opción 1: (Evaluación global)**

Como regla general para los alumnos que sigan la asignatura de forma independiente al desarrollo de las clases o no deseen participar en las actividades propuestas, la Nota de la asignatura es la obtenida en las pruebas de las convocatorias oficiales que consistirán en:

Prueba final, escrita, individual, con varios ejercicios de aplicación o preguntas cortas con las que el estudiante debe demostrar su competencia en los resultados de aprendizaje.

**2:**

**Opción 2: (Evaluación continua)**

1. El estudiante deberá mantener una carpeta individual con las actividades que se realicen en clase, debidamente aclaradas, ordenadas y puestas en limpio siguiendo el formato que se le indique a principio de la asignatura.

2. El estudiante deberá realizar un trabajo práctico de los que se le propongan durante el desarrollo de la asignatura.

3. La evaluación de la asignatura se compondrá del siguiente modo:

30 % evaluación del trabajo del estudiante en clase + 70 % evaluación del trabajo práctico.

El trabajo en clase de los estudiantes se evaluará mediante la revisión de la carpeta y mediante las pruebas cortas en clase que el profesor considere oportunas

---

### Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

De acuerdo al nuevo marco de Bolonia en esta asignatura están planificadas tanto las actividades presenciales como las no presenciales de los estudiantes. Esta planificación estará a disposición de los estudiantes al principio de la misma.

Dado que la asignatura está dividida en cuatro partes, con profesores diferentes en cada una de ellas, en cada parte se seguirá la metodología docente que el profesor encargado considera más efectiva para conseguir los objetivos que se persiguen.

**Primera parte:** Simulación de sistemas eléctricos y magnéticos mediante el procedimiento de elementos finitos (2 créditos)

**Procedimiento activo y cooperativo en clase.** (Los estudiantes reciben un encargo individual a realizar previo a la sesión de clase. En clase lo discuten y realizan actividades con los compañeros orientadas a la comprensión de los contenidos)

# Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

## 1: Contenidos

### Primera Parte:

#### Parte teórica:

Fundamentos de teoría electromagnética: Problemas estáticos, Problemas electrodinámicos de baja frecuencia, Condiciones de contorno.

Fundamentos sobre el método de Elementos Finitos: El Método de Galerkin, El principio de minimización de la energía

#### Parte práctica:

Introducción al manejo de programas 2D y 3D de elementos finitos. Resolución de ejemplos básicos.

### Segunda Parte:

#### Parte teórica:

Introducción al método por unidad. Fundamentos del análisis de sistemas eléctricos mediante el método de nudos. Resolución del flujo de cargas mediante el método de Gauss-Sheidel y Newton Raphson.

Cortocircuitos en sistemas trifásicos: tipos de cortocircuitos, método de las componentes simétricas, redes de secuencia, resolución de cortocircuitos desequilibrados en sistemas trifásicos mediante el método de las componentes simétricas.

#### Parte práctica:

Introducción al manejo de programas comerciales de simulación en régimen permanente. Resolución de ejemplos básicos.

### Tercera Parte:

#### Parte práctica:

Introducción al manejo de programas comerciales de simulación en régimen dinámico. Resolución de ejemplos básicos.

### Cuarta Parte:

#### Parte práctica:

Introducción al manejo de programas comerciales de simulación en régimen transitorio. Resolución de ejemplos básicos.

## 2: Plan de actividades:

### Primera parte:

Parte teórica: Total: 13 h

**Sesión de teoría 1:** (Presencial) Actividades de comprensión de las ecuaciones

diferenciales a resolver 2 h

*Trabajo previo a sesión:* (No presencial) Estudio individual del apartado 2 de los

apuntes proporcionados y resolución de las cuestiones planteadas	2 h
<b>Sesión de teoría 2:</b> (Presencial) Actividades para la comprensión de apartado 2	2 h
<i>Trabajo previo a sesión:</i> (No presencial) Estudio individual del apartado 3 de los apuntes proporcionados y resolución de las cuestiones planteadas	3 h
<b>Sesión de teoría 3:</b> (Presencial) Actividades para la comprensión de apartado 3	2 h
<i>Revisión y paso a limpio de las actividades realizadas en clase</i> (No presencial)	2 h
<u>Parte práctica:</u>	Total: 17 h
<b>Dos sesiones de prácticas de simulación en 2D</b> (Presencial)	4 h
<b>Tres sesiones de prácticas de simulación en 3D</b> (Presencial)	9 h
<i>Trabajo de revisión de los ejemplos vistos en la práctica</i> (fuera del aula)	4 h
<b>Segunda parte:</b>	
<u>Parte teórica:</u>	Total: 7 h
<b>Sesión de teoría 1:</b> (Presencial) Introducción al método por unidad	1 h
<b>Sesión de teoría 2:</b> (Presencial) Introducción al método de nudos	2 h
<b>Sesión de teoría 3:</b> (Presencial) El flujo de cargas.	2 h
<b>Sesión de teoría 4:</b> (Presencial) Cortocircuitos	2 h
<u>Parte práctica:</u>	Total: 13 h
<b>Una sesión de prácticas de simulación de flujo de cargas</b> (Presencial)	3 h
<b>Dos sesiones de prácticas de simulación de cortocircuitos</b> (Presencial)	6 h
<i>Trabajo de revisión de los ejemplos vistos en la práctica</i> (fuera del aula)	4 h
<b>Tercera parte:</b>	
<u>Parte práctica:</u>	Total: 8 h
<b>Dos sesión de prácticas de simulación dinámica</b> (Presencial)	6 h
<i>Trabajo de revisión de los ejemplos vistos en la práctica</i> (fuera del aula)	2 h
<b>Cuarta parte:</b>	
<u>Parte práctica:</u>	Total: 12 h
<b>Tres sesión de prácticas de simulación transitoria</b> (Presencial)	10 h
<i>Trabajo de revisión de los ejemplos vistos en la práctica</i> (fuera del aula)	2 h
<b>3:</b> <b>Trabajo práctico de la asignatura:</b> (No presencial)	Total: 60 h

Realización de un trabajo de asignatura por parte del estudiante, que deberá documentarse y exponerse en un día asignado al efecto. .

El objeto del trabajo podrá ser propuesto por el estudiante o bien encargado por el profesor.

El estudiante podrá elegir la realización de un trabajo de cualquiera de las partes de la asignatura. Opcionalmente podrá hacer varios, siempre que se restrinja al tiempo máximo planificado.

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

Las actividades presenciales se concentran en dos semanas del periodo 0 del MAster.

Las dos semanas siguientes están planificadas para la realización del trabajo de asignatura, antes de iniciar el siguiente periodo docente.

### **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**