

## **Grado en Ingeniería Eléctrica**

### **29627 - Líneas eléctricas**

**Guía docente para el curso 2013 - 2014**

**Curso: 3, Semestre: 2, Créditos: 6.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **Antonio Joaquín Montañés Espinosa** montanes@unizar.es
- **Diego López Andía** dlopez@unizar.es

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

Se recomienda haber cursado las asignaturas de Física II, Electrotecnia y Análisis de circuitos. Además debe tener el soporte de análisis matemático adquirido en la materia de Matemáticas.

El estudio y trabajo continuado, desde el primer día del curso, son fundamentales para superar con el máximo aprovechamiento la asignatura. Es importante resolver cuanto antes las dudas que puedan surgir, para lo cual el estudiante cuenta con la asistencia del profesor, tanto durante las clases como en las horas de tutoría destinadas a ello.

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

El calendario detallado de las diversas actividades a desarrollar se establecerá una vez que la Universidad y el Centro hayan aprobado el calendario académico (el cual podrá ser consultado en la web del centro).

La relación y fecha de las diversas actividades, junto con todo tipo de información y documentación sobre la asignatura, se publicará en <http://moodle.unizar.es/> (Nota. Para acceder a esta web el estudiante debe estar matriculado).

---

### **Inicio**

---

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

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

- 1:**  
Conoce y determina los parámetros característicos de las líneas eléctricas.
- 2:**  
Conoce los principales elementos, así como sus características, de los sistemas de transporte y distribución eléctricos.

- 3:** Comprende los principios de funcionamiento de las líneas eléctricas y tiene habilidad para aplicarlos al análisis del funcionamiento en régimen permanente.
- 4:** Sabe utilizar métodos y técnicas de cálculo de líneas de transporte de la energía eléctrica.
- 5:** Tiene habilidades de trabajo en laboratorio y en talleres.
- 6:** Comprende y aplica la Reglamentación vigente así como las Normas, Decretos y Recomendaciones aplicables en la construcción, diseño, cálculo y ejecución de las líneas eléctricas.
- 7:** Comprende el uso de literatura técnica y otras fuentes de información.
- 8:** Comprende y aplica los códigos prácticos y estándares de la industria, referentes a líneas eléctricas.
- 9:** Es capaz de diseñar una línea de transporte y distribución de energía eléctrica.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

“Líneas eléctricas” es una asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS, que equivalen a 150h totales de trabajo, correspondientes a 60 horas presenciales (clases de teoría, problemas, laboratorio...) y 90 no presenciales (resolución de ejercicios, estudio...).

Esta asignatura introduce el estudio de los sistemas eléctricos a partir del conocimiento de la estructura del sistema de distribución y transporte de la energía eléctrica centrándose en lo referente a las líneas eléctricas en dichos niveles.

Para el cálculo de líneas eléctricas, será necesario tener en cuenta aspectos tanto eléctricos como mecánicos de las mismas, conocer cada una de los componentes de dichas líneas, que, además del propio conductor, engloba multitud de elementos tales como los apoyos, las cadenas de aisladores, herrajes, etc. en el caso de líneas aéreas y de las canalizaciones, botellas de conexión, etc. en el caso de las subterráneas; y todo ello teniendo en cuenta las características de la red a ambos lados de la línea en estudio.

Además se introducirá al alumno en temas como mejora de calidad de onda, seguridad de suministro eléctrico, potenciación de líneas de potencia, evacuación de energía, interconexión de redes, y aspectos mediambientales referentes al transporte de energía eléctrica.

---

## 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:

La asignatura va orientada a la adquisición de conocimientos acerca del funcionamiento, dimensionamiento y cálculo de líneas eléctricas tanto aéreas como subterráneas.

Para ello se deberán conseguir los siguientes objetivos:

Conocer:

1. Concepto de sistema eléctrico de potencia
2. Concepto de línea eléctrica

3. Elementos constituyentes de las líneas eléctricas
4. Concepto de sobretensión y coordinación de aislamiento
5. Modelos de líneas eléctricas
6. Impacto medioambiental asociado a las líneas eléctricas

Y además:

1. Seleccionar y calcular elementos constitutivos de las líneas eléctricas
2. Obtener los parámetros característicos de las líneas
3. Resolver problemas referentes a distintos modelos equivalentes de líneas
4. Calcular las tomas de tierra de las líneas eléctricas
5. Interpretar las especificaciones en materia de legislación sobre líneas eléctricas
6. Interpretar y seleccionar la aparente específica desde documentación técnica
7. Calcular y diseñar una línea de transporte y distribución eléctrica
8. Transmitir los criterios y soluciones de diseño y cálculo de líneas eléctricas
9. Aplicar la legislación medioambiental con el fin de minimizar el impacto de las instalaciones diseñadas.

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

La asignatura de “Líneas eléctricas” forma parte del módulo de “Sistemas eléctricos de potencia” y se imparte en el segundo cuatrimestre del tercer curso. Para cursarla se requieren sólidos conocimientos de Matemáticas, así como los fundamentos desarrollados en Electrotecnia, de primer curso y Análisis de circuitos del segundo año.

“Líneas eléctricas” presenta resultados de aprendizaje importantes para cursar la asignatura “Sistemas eléctricos de potencia” de cuarto curso

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

- 1:** Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico (C4)
- 2:** Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma (C7)
- 3:** Capacidad de gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnicas y la legislación necesarias para la práctica de la ingeniería (C10)
- 4:** Capacidad para el cálculo y diseño de líneas eléctricas y de transporte de energía eléctrica. (C34)

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

La asignatura describe y proporciona los conocimientos necesarios para seleccionar la aparente presente en las líneas eléctricas tanto aéreas como subterráneas, enseñando los procedimientos de cálculo de sus parámetros característicos necesarios para el estudio de los sistemas eléctricos de potencia teniendo en cuenta la normativa vigente, así como los estándares de la industria.

Teniendo en cuenta que la energía eléctrica es el vector energético fundamental en la sociedad actual, la necesidad de llevar dicha energía desde los puntos de generación hasta los consumidores finales, todo ello con la calidad y garantía de suministro exigidas por la legislación vigentes, hace que podamos considerar a la asignatura como una parte fundamental dentro de la titulación, que permitirá al estudiante alcanzar las competencias necesarias para continuar su formación como Graduado en Ingeniería Eléctrica, y posteriormente desarrollar su futuro profesional.

---

## **Evaluación**

---

# **Actividades de evaluación**

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

**1:**

La evaluación de la asignatura será de carácter **global** y comprenderá las siguientes actividades:

## **1. Prácticas de Laboratorio (20%)**

Las prácticas de laboratorio se evaluarán en las propias sesiones de laboratorio. Se valorará la preparación previa para cada una de las sesiones de prácticas, la iniciativa y la participación en las mismas.

La calificación de esta actividad será de 0 a 10 puntos y supondrá el 15% de la calificación global. El estudiante que no asista a una sesión, salvo causa justificada, en el horario programado tendrá una calificación de 0 en dicha sesión.

Para superar la asignatura es necesario obtener una puntuación mínima en este apartado de 5 puntos sobre 10.

## **2. Trabajos y Actividades Evaluables (15%)**

Con el fin de incentivar el trabajo continuo del estudiante, además de las prácticas de laboratorio, se realizarán otras actividades evaluables distribuidas a lo largo del semestre. Estas actividades pueden consistir en problemas entregables, trabajos prácticos u otras actividades.

La calificación de estos trabajos y actividades supondrá un 15% de la nota global.

## **3. Prueba Escrita (65%)**

Compuesto generalmente por problemas. Habrá un examen escrito en cada convocatoria oficial.

La calificación de esta actividad será de 0 a 10 puntos y supondrá el 70% de la calificación global del estudiante.

Para superar la asignatura es necesario obtener una puntuación mínima en este apartado de 4 puntos sobre 10.

**2:**

## **4. Evaluación adicional para aquellos alumnos que no superen las actividades contempladas en los puntos anteriores.**

Aquellos alumnos que no completen a lo largo del cuatrimestre las pruebas de evaluación propuestas, podrán optar a superar la asignatura mediante las pruebas de evaluación que se programarán en las fechas del calendario oficial de exámenes del centro, consistente en:

### **4.1. Prueba escrita global (80%):**

Consistirá en una prueba escrita de iguales características que en la evaluación ordinaria, en la que además se evaluarán los conocimientos que deberían haberse adquirido en los diferentes trabajos y actividades evaluables a lo largo del curso.

### **4.2. Examen de prácticas (20%):**

Prueba en laboratorio donde el estudiante demostrará que es capaz de realizar cualquiera de los apartados propuestos en los guiones de prácticas. Para este ejercicio, el alumno podrá disponer de su cuaderno de prácticas.

Para superar la asignatura en estas dos pruebas de evaluación es necesario obtener una puntuación mínima de 5 sobre 10.

---

## **Actividades y recursos**

---

### **Presentación metodológica general**

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

El proceso de enseñanza se desarrollará en tres niveles principales: clases de teoría, problemas y laboratorio, con creciente nivel de participación del estudiante. En las clases de teoría se expondrán los fundamentos del cálculo de líneas eléctricas, ilustrándose con numerosos ejemplos. En las clases de problemas se desarrollarán problemas y casos tipo. Se desarrollarán prácticas de laboratorio en grupos reducidos, donde el estudiante pondrá en práctica los conocimientos adquiridos.

### **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:**

##### **Clases magistrales (30 horas presenciales).**

Sesiones de exposición y explicación de contenidos. Se presentarán los conceptos y fundamentos relacionados con las líneas de transporte y distribución tanto aéreas como subterráneas, ilustrándolos con ejemplos reales. Se fomentará la participación del estudiante a través de preguntas y debates breves.

**2:**

##### **Clases prácticas de problemas (15 horas presenciales).**

Se desarrollarán problemas y casos con la participación de los estudiantes, coordinados en todo momento con los contenidos teóricos. Se fomentará que el estudiante trabaje previamente los problemas. Parte de estas horas podrán dedicarse a las actividades de aprendizaje evaluables que se especifiquen en cada etapa del curso.

**3:**

##### **Laboratorio (15 horas presenciales).**

El estudiante calculará, simulará y comprobará el funcionamiento de las líneas eléctricas en los diferentes regímenes de funcionamiento. También podrá visualizar la diferente aparenta. Dispondrá de un guion de la práctica, que tendrá que preparar previamente.

**4:**

##### **Evaluación (3 horas presenciales).**

Además de la función calificadora, la evaluación también es una herramienta de aprendizaje con la que el alumno comprueba el grado de comprensión y asimilación que ha alcanzado.

**5:**

##### **Tutoría.**

Atención directa al estudiante, identificación de problemas de aprendizaje, orientación en la asignatura, atención a ejercicios y trabajos...

**6:**

##### **Trabajos tutelados (18 horas no presenciales).**

Periódicamente se propondrán al estudiante ejercicios y casos a desarrollar por su cuenta. Éstos podrán obtenerse en el Anillo Digital Docente (<http://moodle.unizar.es>). En este apartado se incluye también la preparación de las prácticas de laboratorio y actividades adicionales.

**7:**

##### **Estudio individual (69 horas no presenciales).**

Se fomentará el trabajo continuo del estudiante mediante la distribución homogénea a lo largo del semestre de las diversas actividades de aprendizaje.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las clases magistrales y de problemas y las sesiones de prácticas en el laboratorio se imparten según horario establecido por el centro y es publicado con anterioridad a la fecha de comienzo del curso (<http://eina.unizar.es>).

Cada profesor informará de su horario de atención de tutoría.

El resto de actividades se planificará en función del número de alumnos y se dará a conocer con la suficiente antelación. Podrá consultarse en <http://moodle.unizar.es>

## Bibliografía

### Bibliografía, materiales y recursos

1- Transparencias (apuntes) de la asignatura. Disponibles en <http://moodle.unizar.es>

2- Hojas de problemas y guiones de prácticas. Disponibles en <http://moodle.unizar.es>

3- Recursos docentes especiales. Disponibles en <http://moodle.unizar.es>

4- Libros de referencia:

- Moreno Mohino J., Garnacho Vecino F., Simón Comín P., Rodríguez Herrerías J., "Reglamento de líneas de Alta Tensión y sus fundamentos técnicos", Paraninfo, 2008.
- Grainger J.J., Stevenson, W.D. "Análisis de sistemas eléctricos de potencia" (7<sup>a</sup> Edición). Ed. Mc Graw- Hill .
- Barrero F., "Sistemas de energía eléctrica", Thomson Paraninfo
- Tora, J.L., "Transporte de energía eléctrica", Universidad Pontificia de Comillas

5- Textos complementarios:

- Narro D.,Cenoz I., "Cálculo mecánico de líneas eléctricas aéreas de A.T.", Servicio de publicaciones Universidad pública de Navarra.
- García-Gracia, M. "Circuitos de parámetros distribuidos: aplicación a líneas de transporte de energía eléctrica", Prensas universitarias de Zaragoza, 1996
- Llorente Antón, "Cables eléctricos aislados", Ed. Paraninfo, Madrid 1994

6- Normativa técnica

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión. Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero.
- Normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad ERZ-ENDESA.

### Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Barrero González, Fermín. Sistemas de energía eléctrica / Fermín González [Madrid] : Thompson, D.L. 2004
- Cálculo y diseño de líneas eléctricas de alta tensión. Aplicación al reglamento de líneas de alta tensión (RLAT). R.D. 223/2008 de 15 de febrero / Pascual Simón Comín... [et al.] . - 1<sup>a</sup> ed., 1<sup>a</sup> imp. Madrid : Ibergarceta Publicaciones , 2011
- García Gracia, Miguel. Circuitos de parámetros distribuidos : aplicación a líneas de transporte de energía eléctrica / Miguel García Gracia, Andrés Llombart Estropián, Miguel Ángel García García . - [1a. ed.] Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 1996
- Grainger, John J.. Análisis de sistemas de potencia / John J. Grainger, William D. Stevenson ; traducción Carlos Lozano Sousa ; revisión técnica Pedro Rendón Torres . 1a ed. en español México : McGraw-Hill, 1996
- Llorente Antón, Manuel. Manual de cables eléctricos aislados / [Manuel Llorente Antón] Madrid : Profepro, 2002
- Moreno Mohino, J.. Reglamento de líneas de Alta Tensión y sus fundamentos técnicos / Moreno Mohino J...[et al.]. Paraninfo, 2008
- Tora Galván, José Luis. Transporte de la energía eléctrica : líneas aéreas a M.A.T. y C.A. / José Luis Tora Galván . Madrid : UPCO, 1997