

29627 - Líneas eléctricas

Información del Plan Docente

Año académico: 2021/22

Asignatura: 29627 - Power lines

Centro académico: 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

Titulación: 430 - Graduado en Ingeniería Eléctrica

Créditos: 6.0

Curso: 3

Periodo de impartición: Segundo semestre

Clase de asignatura: Obligatoria

Materia:

1. Información Básica

1.1. Objetivos de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

La asignatura está orientada a la adquisición de conocimientos acerca del funcionamiento y cálculo de líneas eléctricas de alta tensión, 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 de alta tensión
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 aparamenta específica desde documentación técnica
7. Calcular las tracciones de los conductores, los apoyos y aparamenta una línea aérea de transporte y distribución
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.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna
 - Meta 7.1: De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos.
- Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación
 - Meta 9.1: Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano,

haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.

- Objetivo 15: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad
 - Meta 15.5: Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica y, para 2020, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción.

1.2. 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. También son necesarios conocimientos básicos de Mecánica y Resistencia de Materiales.

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

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se recomienda haber cursado las asignaturas de Física II, Fundamentos de Electrotecnia, Análisis de Circuitos, Mecánica y Resistencia de Materiales. 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.

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

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

Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico (C4)

Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería Eléctrica necesarias para la práctica de la misma (C7)

Capacidad de gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnicas y la legislación necesarias para la práctica de la Ingeniería Eléctrica (C10)

Capacidad para el cálculo y diseño de líneas eléctricas y de transporte de energía eléctrica. (C34)

2.2. Resultados de aprendizaje

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

Conoce y es capaz de calcular los parámetros característicos de las líneas eléctricas.

Conoce los principales elementos, así como sus características, de los sistemas de transporte y distribución de energía eléctrica.

Comprende los principios de funcionamiento de las líneas eléctricas y tiene habilidad para aplicarlos al análisis del funcionamiento en régimen permanente.

Sabe utilizar métodos y técnicas de cálculo de líneas de transporte de la energía eléctrica.

Tiene habilidades de trabajo en laboratorio y en talleres. Ha realizado prácticas en laboratorios de Alta Tensión.

Comprende y aplica la Reglamentación vigente así como las Normas, Decretos y Recomendaciones aplicables en el cálculo, la construcción, puesta en marcha y mantenimiento de las líneas eléctricas de alta tensión.

Comprende el uso de literatura técnica y otras fuentes de información.

Comprende y aplica los códigos prácticos y estándares de la industria, referentes a líneas eléctricas.

Es capaz de diseñar una línea de transporte y distribución de energía eléctrica, lo más eficiente posible y respetuosa con el medioambiente, partiendo de las condiciones de la potencia a transportar y el emplazamiento geográfico del origen y final de la línea.

2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

La asignatura describe y proporciona los conocimientos necesarios para seleccionar la aparamenta 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 transportar 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, tanto del punto de vista industrial como medioambiental, 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.

3. Evaluación

3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

Criterios de Evaluación

1: Para aprobar la asignatura es necesario obtener una **nota final** igual o superior a 5 puntos (sobre 10) y no inferior a 4 puntos (sobre 10) en las partes teórica y práctica de la misma. La nota final se compone de la nota de teoría y la de prácticas del siguiente modo:

Nota Final = $0,8 \cdot (\text{Nota Teoría}) + 0,2 \cdot (\text{Nota Prácticas de Laboratorio})$

2: Se proponen dos **opciones de evaluación**:

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 cooperativas evaluables propuestas, la Nota de Teoría es la obtenida en la prueba global descrita en las actividades de evaluación.

Opción 2: Evaluación continua activa-cooperativa

Es un sistema de evaluación ligado al procedimiento de enseñanza/aprendizaje empleado en la asignatura. Para ello es necesario seguir las actividades cooperativas que se propongan durante el cuatrimestre. En este caso la **nota de teoría** se compondrá así:

Nota Teoría = $0,5 \cdot (\text{Nota promedio actividades cooperativas}) + 0,5 \cdot (\text{Nota examen contenidos teóricos individual})$

*Si la nota anterior resulta mayor o igual a 5 puntos pero la nota de alguna de las partes es inferior a 4 puntos, la **Nota Final** será igual a 4,5 puntos.*

Durante el cuatrimestre se propondrán dos ejercicios evaluables activos-cooperativos, con una parte que puede realizarse en equipo y otra parte individual; un ejercicio corresponde al cálculo mecánico y el otro al cálculo eléctrico. Si en alguna de estas pruebas se obtiene una calificación igual o superior a 5, no será necesario repetir en el examen final la prueba individual de cálculo correspondiente a la parte superada.

La nota de las actividades de evaluación continua se guardará en todas las convocatorias oficiales del curso para los estudiantes que hayan seguido esta opción.

Descripción de las pruebas de evaluación

A. Evaluación de la parte práctica de laboratorio (20% de la nota de la asignatura para las dos opciones de evaluación).

Opción A1 Evaluación global

Examen de prácticas individual como única prueba evaluable en el laboratorio, en la que el estudiante demuestra que es capaz de realizar cualquiera de los apartados de los guiones de prácticas y maneja los instrumentos y herramientas informáticas introducidas durante las sesiones prácticas. Esta opción se propone para aquellos estudiantes que no hayan asistido con regularidad a las sesiones prácticas de la asignatura.

Opción A2 Evaluación continua

Se proponen sesiones de prácticas de tres horas. Los últimos 20 minutos de cada una de las sesiones de prácticas se utilizarán para la evaluación de las capacidades adquiridas por los estudiantes, mediante preguntas cortas. También pueden solicitarse y evaluarse breves resúmenes con el análisis de resultados y conclusiones de la sesión práctica.

La media de esas calificaciones constituirá el 100 % de la nota práctica. Cuando la nota media obtenida en estas sesiones prácticas no alcance los 4 puntos, el estudiante deberá presentarse al examen global de prácticas.

B. Evaluación de la parte teórica (80 % de la nota de la asignatura para las dos opciones de evaluación).

Opción B1: Evaluación global

Evaluación global final consistente en una **prueba de conocimientos teóricos** tipo test (50% de la nota de la parte teórica) y una **prueba de cálculo eléctrico-mecánico de una línea** de alta tensión (50 % de la nota de la parte teórica). *Es necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos (sobre 10) en cada una de las partes. En caso contrario, la **Nota Final** no será superior a 4,5 puntos.*

Opción B2: Evaluación continua

Evaluación de los ejercicios activos-cooperativos (50 % de la nota teórica).

Evaluación final de conocimientos teóricos (50 % de la nota teórica)

La **prueba de conocimientos teóricos tipo test** (50% de la nota de la parte teórica) de la evaluación final es común para las dos opciones de evaluación.

Para la evaluación de los ejercicios activos-cooperativos, se realizarán dos actividades evaluables, una sobre la parte

mecánica (40 %) y otra sobre la eléctrica (60 %). Consistirán en una respuesta de equipo (60 %) y una respuesta individual a tests o cuestionarios de preguntas cortas (40 %) en horario de clase o de evaluación continua con fechas que se fijarán con suficiente antelación. Es necesario obtener una nota mayor de cinco puntos en el conjunto de la actividad y una calificación mínima de 4 puntos (sobre 10) en cada una de las dos partes de estas actividades (equipo e individual), para eliminar materia en el examen final.

La segunda parte, **prueba de cálculo eléctrico-mecánico** (50% de la nota de la parte teórica), constará de dos partes independientes, y solo tendrán que realizarla los estudiantes que no hayan superado alguna de los ejercicios activos-cooperativos. (Para superar la evaluación de los ejercicios activos-cooperativos es necesario obtener una calificación igual o superior a 5 puntos en promedio, con nota no inferior a 4 puntos en cada una de los dos ejercicios parciales).

Es necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos (sobre 10) en cada una de las partes. En caso contrario, la **Nota Final** no será superior a 4,5 puntos.

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. Presentación metodológica general

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

ACTIVIDADES PARA EL APRENDIZAJE DE LA TEORÍA

Al principio de cada unidad se aportarán los materiales de estudio necesarios: Programa detallado de la unidad, apuntes, bibliografía básica, ejercicios propuestos, etc.

Se dará una guía de estudio detallada donde se indicarán las tareas que deben realizar los estudiantes y sus plazos de ejecución y entrega.

En clase se planificarán distintas actividades de trabajo en individual y en equipo: Resolución en equipo de preguntas cortas o de tipo test sobre la teoría, resolución de pequeños problemas teóricos etc. En muchos de estos trabajos en equipo se utilizarán técnicas de trabajo cooperativo.

ACTIVIDADES PARA EL APRENDIZAJE COOPERATIVO DE PROBLEMAS

Se organizarán sesiones de aprendizaje de problemas usando técnicas de aprendizaje cooperativo. Se acabará la sesión con una breve explicación por parte del profesor de puntos esenciales de los problemas. Posteriormente los estudiantes deben repasar los problemas explicados.

Durante el curso podrán ensayarse otras metodologías activas de aprendizaje de la teoría y de los problemas.

4.2. Actividades de aprendizaje

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

Clases magistrales (30 horas de clase + 15 de estudio previo).

30 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.

Clases prácticas de problemas (15 horas de clase + 6 de estudio previo).

15 Sesiones durante las que 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 trabajo en equipo.

Laboratorio (15 horas tuteladas + 3 horas de evaluación).

El estudiante calculará, simulará y comprobará el funcionamiento de las líneas eléctricas y aparataje. También podrá visualizar la diferente aparataje. Realizará visitas a instalaciones reales y trabajos de campo. Dispondrá de un guion de la práctica, con una breve tarea que tendrá que preparar previamente.

Evaluación de actividades en equipo (5 horas)

Se realizarán dos actividades evaluables cooperativas en horario de clase o de evaluación continua.

Evaluación (4 horas).

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.

Estudio individual (58 horas).

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

4.3. Programa

El programa de la parte teórica de la asignatura constará de dos unidades de tres bloques cada una, además de una Introducción:

Unidad 1. Cálculo Mecánico

1. Introducción al cálculo mecánico. Catenaria. Esfuerzos.
2. Ecuación del cambio de condiciones. Vanos desequilibrados.
3. Cálculo de apoyos y cimentaciones.

Unidad 2. Cálculo Eléctrico

1. Introducción a las líneas de transporte de energía eléctrica.
2. Cálculo de los parámetros de las líneas eléctricas de alta tensión.
3. Modelos circuitales de las líneas eléctricas. Cálculo de rendimiento

El programa de las prácticas de laboratorio se divide en cuatro bloques:

Práctica 1. Aparatación de líneas de Alta Tensión. Estudio de los apartados del reglamento relativos a la aparatada y distancias internas de seguridad. Ensayos de aparatada en el laboratorio de alta tensión.

Práctica 2. Cálculo mecánico de Líneas Aéreas. Cálculo mediante ordenador. Estudio de los apartados del reglamento relativos a los cruzamientos y distancias externas de seguridad.

Práctica 3. El voltaje de ruptura. Simulación mediante elementos finitos 2d (FEMM) y comprobación experimental en el laboratorio de Alta tensión.

Práctica 4. Impacto medioambiental de las líneas de Alta Tensión. Su efecto sobre los seres vivos. Medidas de campos electromagnéticos procedente de líneas aéreas.

4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

Calendario de sesiones de exposición de contenidos 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>

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).

4.5. Bibliografía y recursos recomendados

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=29627&Identificador=14510>