



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE CÓRDOBA

GRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

CURSO 2024/25

**TRANSPORTE DE ENERGÍA
ELÉCTRICA**

Datos de la asignatura

Denominación: TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA**Código:** 101306**Plan de estudios:** GRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**Curso:** 4**Denominación del módulo al que pertenece:** ESPECÍFICO TECNOLOGÍA ELÉCTRICA III**Materia:** TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA**Carácter:** OBLIGATORIA**Duración:** PRIMER CUATRIMESTRE**Créditos ECTS:** 9.0**Horas de trabajo presencial:** 90**Porcentaje de presencialidad:** 40.0%**Horas de trabajo no presencial:** 135**Plataforma virtual:** <https://moodle.uco.es/>

Profesor coordinador

Nombre: BULLEJOS MARTÍN, DAVID**Departamento:** INGENIERÍA ELÉCTRICA Y AUTOMÁTICA**Ubicación del despacho:** Edificio Leonardo daVinci E36**E-Mail:** bullejos@uco.es**Teléfono:** 957218336

Breve descripción de los contenidos

BLOQUE I: ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS

BLOQUE II: CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE UNA LÍNEA

BLOQUE III: CÁLCULOS MECÁNICOS DE UNA LÍNEA

BLOQUE IV. MERCADOS ELÉCTRICOS

Conocimientos previos necesarios

Requisitos previos establecidos en el plan de estudios

Ninguno

Recomendaciones

Tener aprobadas las asignaturas Electrotecnia, Circuitos e Instalaciones Eléctricas.

Programa de la asignatura

1. Contenidos teóricos

1. Contenidos teóricos

BLOQUE I: ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS

- Capítulo 1: Líneas eléctricas de potencia:

LEGISLACIÓN: LEY SECTOR ELÉCTRICO, RLAT; RAT; RD 1955/2000; UNE 50160. Clasificación de las líneas

eléctricas. Líneas de transmisión. Líneas de distribución. Niveles y caída de tensión, sección y pérdida de energía.

Sección de los conductores: Métodos empleados.

- Capítulo 2: Conductores

Tipos de conductores. Características mecánicas. Conductores aluminio-acero. Conductores mixtos. Conductores aislados. Cables de tierra. Aisladores. Soportes. Accesorios.

- Capítulo 3: Aislamiento

Sobretensiones internas. Sobretensiones externas. Protección contra sobretensiones externas. Materiales aislantes. Características electromecánicas. Ensayos. Tipos de aisladores. Cadenas de aisladores. Distribución de tensiones una cadena de aisladores. Nivel de aislamiento.

- Capítulo 4: Apoyos y cimentaciones

Características generales. Tipos de apoyos. Apoyos de madera. Apoyos de hormigón armado (vibrado, centrifugado y pretensado). Apoyos metálicos (celosía, presilla y tubulares). Cálculo y tipos de cimentaciones.

- Capítulo 5: Herrajes

Crucetas. Grapas. Anillos de guarda. Varillas de armar. Antivibradores. Separadores. Elementos para empalmes de conductores.

BLOQUE II: CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE UNA LÍNEA

- Capítulo 6: Características eléctricas. Resistividad y resistencia eléctrica. Coeficiente de autoinducción.

Capacidad. Conductancia y perditancia. Efecto Corona. Características derivadas. Datos de los conductores más utilizados y valores de uso frecuente en los cálculos. Datos de los cables de tierra, de acero, más utilizados.

- Capítulo 7: Topología de la red. Tipos de redes y cálculos simples (redes radial, anillo y mallada). Criterios para decidir entre los tres tipos de red. Cálculo de la sección de línea cuando existen varias cargas. Longitud virtual.

Cálculo de la sección de línea cuando existe topología en árbol. Longitudes virtuales parciales. Cálculo de la sección del conductor de una línea en anillo. Redes malladas. Topología del circuito. Ejemplos para fuentes de igual tensión. Algunas transformaciones tipo. Circuitos en árbol o mallados alimentados con fuentes de alterna trifásica. (Introducción al parámetro de reactancia del conductor. Factor de corrección). Cálculo de los circuitos en

árbol o en malla, en alterna, a partir de los datos de los catálogos de los fabricantes (Conducciones trenzadas y subterránea. Secciones y caídas de tensión).

- Capítulo 8: Modelos equivalentes de las líneas eléctricas. Introducción al cálculo de líneas eléctricas. (Conceptos previos. Diagramas. Carga resistiva. Carga inductiva resistiva. Carga capacitiva resistiva). Métodos de cálculo de líneas eléctricas (Líneas de longitud corta. Regímenes en carga y en vacío). Línea de longitud media: Métodos en T y en pi. Regímenes en carga y vacío. Métodos de dividir la línea en tramos finitos. Líneas de longitud larga:

Método de las constantes repartidas (Método del desarrollo en serie de las funciones hiperbólicas).

Determinación de la potencia de transporte: Método del momento eléctrico. Líneas acopladas en paralelo: Distribución de cargas.

- Capítulo 9: Regulación de la tensión en líneas eléctricas. Introducción a la regulación de la tensión en líneas.

Cálculo de las condiciones eléctricas en una línea de energía eléctrica. (Conocidas las condiciones de funcionamiento al final de la línea : P_2 , U_2 , ϕ_2 . Conocidas las condiciones de funcionamiento al principio de la línea: P_1 , U_1 , ϕ_1 . Conocidas las condiciones de funcionamiento de forma combinada: P_2 , U_1 , ϕ_2). Cálculo aproximado de la caída de tensión en una línea corta. Regulación de la tensión en líneas eléctricas. Métodos para

la regulación de la tensión de una línea eléctrica: (Regulación de la tensión sin compensar la carga. Regulación de la tensión compensando la carga. Ventajas e inconvenientes de los métodos de compensación más utilizados).

Cálculo de la potencia reactiva de compensación paralelo.

- Capítulo 10: Sobretensiones. Coordinación de aislamientos. Sobretensiones en los sistemas de alta tensión.:

[Sobretensiones internas (STI). Sobretensiones externas o atmosféricas (STA). Los rayos. Sobretensiones producidas por los rayos. Protección de las líneas contra al rayo. Conclusiones. Niveles básicos de aislamiento normalizados]. Tomas de tierra: (Antecedentes. Conexiones a tierra. Electrodo. Electrodo múltiples.

Calentamiento del terreno. Características de las conexiones a tierra frente a ondas de choque. Revestimiento de las picas de acero. Resistencia a tierra de líneas largas).

- Capítulo 11: Las líneas eléctricas de muy alta tensión y el medio ambiente. Impacto ecológico (Tensiones superiores de transporte. Líneas multicircuito. Líneas compactas. Defensa de la estética y del zoosistema).

Contaminación química. Radiointerferencias. Campos electromagnéticos: (Introducción. Influencia en los marcapasos. Ruido audible. Efectos sobre el organismo humano).

BLOQUE III: CÁLCULOS MECÁNICOS DE UNA LÍNEA

- Capítulo 12: Cálculo mecánico de conductores Geometría del vano. Vano horizontal e inclinado. Aproximación a la parábola. Sobrecargas estáticas. Ecuación de cambio de condiciones. Método de Truxa para vanos inclinados.

Fenómenos vibratorios.

- Capítulo 13: Cálculo de apoyos

Hipótesis reglamentarias en el cálculo de apoyos. Apoyos de alineación, de ángulo, de anclaje y de fin de línea. Apoyos especiales.

- Capítulo 14: Cálculo de cimentaciones

Características de los terrenos. Momento de vuelco. Momento estabilizador. Apoyos con cimentación única. Apoyos con cimentación fraccionada.

- Capítulo 15: Líneas Aéreas de M.T.

Trazado de la línea. Vano de regulación. Tensión máxima del conductor. Flechas máximas. Plantillas de distribución de apoyos. Tablas de cálculo y tendido. Distancias de seguridad. Ángulo de desviación de la cadena de aisladores. Señalización y protecciones. Montaje de líneas.

- Capítulo 16: Líneas subterráneas de M.T.

Trazado. Características de las zanjas. Tomas de tierra. Señalización y protecciones. Montaje de líneas subterráneas.

BLOQUE IV. MERCADOS ELÉCTRICOS

- Capítulo 17. Costes y beneficios: el despacho económico y la gestión de la demanda: Tipos de unidades de generación y sus modelos de coste, Operación de un sistema de centrales eléctricas.

Despacho económico sin pérdidas: formulación y restricciones. Estimación de pérdidas: fórmulas de George y de Kron. Operación de un sistema con pérdidas. Operación de centrales hidráulicas: restricciones. Ecuaciones de coordinación de un sistema térmicohidráulico.

- Capítulo 18. Introducción a los Mercados Eléctricos.

El valor de la energía eléctrica para el usuario final. La gestión de la demanda. La eficiencia en el uso de la energía. Estructura del mercado eléctrico. Agentes y actividades. Mercados eléctricos y mercados de energía. Mercados a corto plazo y a largo plazo. El mercado diario de energía eléctrica. Los mercados a muy corto plazo:

mercados intradiarios. Mercados de servicios complementarios. Mercados de capacidad: pagos por capacidad. Costes adicionales. Algunos ejemplos de mercados a nivel internacional.

2. Contenidos prácticos

Estudio de problemas prácticos.

Medidas eléctricas en simulador de líneas.

Simulación de flujos de potencia en redes eléctricas.

Medidas eléctricas en campo.

Análisis del despacho económico en mercado eléctrico.

Bibliografía

- Análisis de sistemas de potencia. Ediciones Grainger John J. - Stevenson W.D. Jr. Mc Graw Hill 1.996
- Transporte de energía eléctrica. Tora Galván José Luis. Universidad Politécnica de Comillas. Departamento de publicaciones. Madrid.
- Sistemas eléctricos de gran potencia. Weedy B.M. Ed. Reverté S.A. 1.982
- Líneas de transporte de energía eléctrica. Fraile Mora Jesús. Universidad Politécnica de Madrid. Sección de publicaciones.
- Líneas de transporte de energía. Checa, Luis María. Marcombo Boixareu Editores. 1.988.
- Sistemas eléctricos de potencia. Nasar, Syed. A. Mac Graw Hill. 1.991
- Análisis y operaciones de sistemas de energía eléctrica. Gómez Expósito, Antonio. Mac Graw Hill 2.002
- Cálculo de líneas y redes eléctricas. Mujal Rosas, Ramón M. Sección de publicaciones de la Universidad Politécnica de Cataluña-2.002.
- Reglamento de líneas eléctricas aéreas de alta tensión (RLAT).
- Reglamento de instalaciones de alta tensión (RAT)
- Reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT).
- Ley del Sector eléctrico.
- RD 1955/2000
- Norma UNE 50160 de calidad de suministro eléctrico

Metodología

Aclaraciones generales sobre la metodología (opcional)

Esta metodología no es de aplicación para alumnos a tiempo parcial. Estos Alumnos deberán contactar con el

profesor al inicio del curso para recibir un plan de trabajo.

El plagio durante la realización de cualquiera de las tareas llevadas a cabo durante el curso conllevarán el suspenso instantáneo. Esto incluye también el uso de cualquier herramienta de inteligencia artificial. El profesor se reserva el derecho de realizar una entrevista personal con los alumnos sobre cualquiera de las tareas realizadas en el curso para aclarar la originalidad o cualquier otro aspecto relevante. El plagio constituye una acción delictiva que acarreará consecuencias legales y académicas para los alumnos según la normativa de la Universidad de Córdoba en materia de fraude, estafa y plagio, reconocida en la Normativa de Convivencia de la Universidad de Córdoba (BOUCO, 24 de febrero de 2023), en particular Art. 8, apartado g; Art. 9, apartado d; y Art. 11, apartado 6.

Adaptaciones metodológicas para alumnado a tiempo parcial y estudiantes con discapacidad y necesidades educativas especiales

Para los estudiantes a tiempo parcial se tendrá en cuenta su condición y disponibilidad en la asignatura, tanto en

el desarrollo de la misma como en su evaluación. La adaptación se llevará a cabo de mutuo acuerdo, entre el

profesor responsable de la asignatura y los alumnos implicados, al inicio del cuatrimestre.

Actividades presenciales

Actividad	Grupo completo	Grupo mediano	Total
<i>Actividades de evaluación</i>	2	-	2
<i>Actividades de experimentación práctica</i>	-	18	18
<i>Actividades de exposición de contenidos elaborados</i>	-	18	18
<i>Actividades de expresión escrita</i>	52	-	52
Total horas:	54	36	90

Actividades no presenciales

Actividad	Total
<i>Actividades de búsqueda de información</i>	20
<i>Actividades de procesamiento de la información</i>	45
<i>Actividades de resolución de ejercicios y problemas</i>	70

Actividad	Total
<i>Total horas:</i>	<i>135</i>

Resultados del proceso de aprendizaje

Conocimientos, competencias y habilidades

- CB1 Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos procedentes de la vanguardia del campo de la Ingeniería Eléctrica.
- CB4 Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
- CU2 Conocer y perfeccionar el nivel de usuario en el ámbito de las TIC.
- CEE4 Capacidad para el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de alta tensión.
- CEE5 Capacidad para el cálculo y diseño de líneas eléctricas y transporte de energía eléctrica.

Métodos e instrumentos de evaluación

Competencias	Examen	Producciones elaboradas por el estudiantado	Proyectos globalizadores de carácter individual o grupal
CB1	X		X
CB4		X	X
CEE4		X	X
CEE5	X		X
CU2	X		X
Total (100%)	50%	10%	40%
Nota mínima (*)	5	5	5

(*)Nota mínima (sobre 10) necesaria para que el método de evaluación sea considerado en la calificación final de la asignatura. En todo caso, la calificación final para aprobar la asignatura debe ser igual o superior a 5,0.

Aclaraciones generales sobre los instrumentos de evaluación:

Para superar la asignatura en cualquiera de sus convocatorias, se deberán superar cada uno de sus bloques.

Para la convocatoria extraordinaria de septiembre-octubre, dirigida al alumnado que se encuentre en segunda o sucesivas matrículas, la evaluación se regirá por los contenidos y criterios mencionados en la guía docente del curso anterior.

Asimismo, la convocatoria extraordinaria de abril, se regirá por los contenidos y criterios mencionados en la guía docente del presente curso.

Aclaraciones sobre la evaluación para el alumnado a tiempo parcial y necesidades educativas especiales:

Para alumnos a tiempo parcial, la adaptación curricular se realizará en base a lo anterior.

Aclaraciones sobre la evaluación de la convocatoria extraordinaria y convocatoria extraordinaria de finalización de estudios:

La evaluación en estas convocatorias se realizará en base a lo anterior.

Criterios de calificación para la obtención de Matrícula de Honor:

10 máxima calificación

Objetivos de desarrollo sostenible

Energía asequible y no contaminante
Industria, innovación e infraestructura
Ciudades y comunidades sostenibles
Producción y consumo responsables

Las estrategias metodológicas y el sistema de evaluación contempladas en esta Guía Docente responderán a los principios de igualdad y no discriminación y deberán ser adaptadas de acuerdo a las necesidades presentadas por estudiantes con discapacidad y necesidades educativas especiales en los casos que se requieran.

El estudiantado deberá ser informado de los riesgos y las medidas que les afectan, en especial las que puedan tener consecuencias graves o muy graves (artículo 6 de la Política de Seguridad, Salud y Bienestar; BOUCO 23-02-23).
