

## **Grado en Ingeniería de Organización Industrial**

### **30116 - Fundamentos de electrotecnia**

**Guía docente para el curso 2014 - 2015**

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

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **Ivan Raul Cristobal Monreal** icristob@unizar.es
- **Carmelo Jose Borque Horna** -
- **Joaquín Mur Amada** joako@unizar.es
- **Miguel Angel Garcia Garcia** magargar@unizar.es

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

El desarrollo de la asignatura de Fundamentos de Electrotecnia exige poner en juego conocimientos y estrategias adquiridos en materias tales como:

- **Dibujo técnico:** Los recursos gráficos y las técnicas de expresión son un instrumento imprescindible para expresar ideas técnicas. Las vistas, los planos y los esquemas de circuitos son documentos de uso habitual en Electrotecnia.
- **Física:** El conocimiento de los principios y las leyes del electromagnetismo permite comprender el funcionamiento de los elementos, dispositivos y sistemas que son objeto de estudio en Electrotecnia.
- **Química:** Conocer la estructura de la materia y algunos fenómenos químicos, ayuda a avanzar en el estudio de la Electrotecnia
- **Matemáticas:** Los teoremas, algoritmos y estrategias aprendidos en esta disciplina, son de uso imprescindible en el planteamiento y resolución de todos los cálculos que se llevan a cabo en Electrotecnia.

En relación con lo anterior, en los tres primeros semestres de la titulación se cursan asignaturas relacionadas con dichas materias, proporcionando los conocimientos básicos para poder seguir, sin ningún tipo de problema, Fundamentos de Electrotecnia. Se aconseja haber cursado las asignaturas relativas a las materias arriba indicadas antes de cursar Fundamentos de Electrotecnia

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

Para la consecución de los resultados de aprendizaje se desarrollarán las actividades siguientes:

- **Actividades genéricas presenciales:**

● **Clases teóricas:** Se explicarán los conceptos teóricos de la asignatura y se desarrollarán ejemplos prácticos ilustrativos como apoyo a la teoría cuando se crea necesario.

● **Clases prácticas:** Se realizarán problemas y casos prácticos como complemento a los conceptos teóricos estudiados.

● **Prácticas de laboratorio:** Los estudiantes, individualmente y/o en grupo y tutorizados por el profesor, pondrán en práctica los conceptos vistos en las clases magistrales.

— **Actividades genéricas no presenciales:**

● Estudio y asimilación de la teoría expuesta en las clases magistrales.

● Comprensión y asimilación de problemas y casos prácticos resueltos en las clases prácticas.

● Preparación de seminarios, resolución de problemas propuestos, etc.

● Preparación de las prácticas de laboratorio, elaboración de los guiones e informes correspondientes.

● Preparación de las pruebas escritas.

— **Actividades tutorizadas:** Participación en seminarios y/o tutorías personalizadas. Por su idiosincrasia, serán de carácter presencial.

— **Actividades de refuerzo:** De marcado carácter no presencial, a través de un portal virtual de enseñanza (Moodle), se dirigirán diversas actividades que refuerzen los contenidos básicos de la asignatura. Estas actividades podrán ser personalizadas o no, controlándose su realización a través del mismo.

Las fechas claves aparecerán reflejadas en las páginas web del CUD y la EUPLA.

---

## Inicio

---

## Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

**1:**

Define los fundamentos de la teoría de circuitos y de las máquinas eléctricas

**2:**

Analiza los principios de la teoría de circuitos y de las máquinas eléctricas y tiene habilidad para aplicarlos al análisis de problemas sencillos de circuitos eléctricos y de máquinas eléctricas.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Los fenómenos eléctricos y electromagnéticos, están actualmente entre los campos de conocimiento con mayor capacidad para intervenir en la vida de las personas y de la sociedad. La enorme cantidad de aplicaciones que se han desarrollado desde finales del siglo XIX en estos ámbitos, han modificado sustancialmente las condiciones de vida de las personas, los procesos económicos y la gestión del conocimiento y la investigación científica. El manejo de los fundamentos de dichos fenómenos y de las soluciones que se pueden desarrollar aplicándolos se ha convertido en un elemento esencial en cualquier proceso tecnológico.

Por lo tanto, la Electrotecnia es la disciplina tecnológica dirigida al aprovechamiento de la electricidad. De hecho, la palabra Electrotecnia viene de la combinación de elecro y techne, o sea, es la tecnología eléctrica. Su campo disciplinar abarca el

estudio de los fenómenos eléctricos y electromagnéticos, tanto desde el punto de vista de las técnicas de diseño y construcción de dispositivos eléctricos, (ya sean circuitos, máquinas o sistemas complejos) y de las técnicas de cálculo y medida de magnitudes en ellos; como desde el punto de vista de su utilidad práctica.

Bajo esta perspectiva, la asignatura Fundamentos de Electrotecnia debe permitir la consolidación de los aprendizajes sobre las leyes que permiten conocer los fenómenos eléctricos, predecir su desarrollo y, sobre todo, utilizarlos con propósitos determinados a través de las aplicaciones de la electricidad, que se extienden profusamente a todos los ámbitos de la actividad económica y la actividad cotidiana, merced a desarrollos especializados en distintos campos de aplicación. Esto da lugar a opciones formativas y profesionales en diversos sectores de actividad: producción y distribución de energía, climatización, alumbrado, transformación de energía eléctrica en otros tipos de energía, tratamiento de información, automatización y control de procesos, transmisión y reproducción de imágenes y sonido, electromedicina, etc. Se trata, así pues, de proporcionar aprendizajes relevantes que ayuden a consolidar una sólida formación de carácter tecnológico abriendo, además, un gran abanico de posibilidades en múltiples opciones de formación electrotécnica más especializada. Esta asignatura cumple, así, con el propósito de servir como formación de base para quienes decidan orientar su vida profesional hacia diferentes especialidades que no necesariamente tengan que ver en gran medida con la electricidad, pero que indefectiblemente deberán hacer uso de diferentes instalaciones, dispositivos y máquinas alimentados con este tipo de energía.

La enseñanza de la Electrotecnia debe conjugar de manera equilibrada los tres ejes transversales que la configuran, es decir:

- La fundamentación científica necesaria para comprender suficientemente los fenómenos y las aplicaciones.
- El conocimiento de las soluciones técnicas que han permitido la utilización de los fenómenos eléctricos y electromagnéticos en una amplia variedad de aplicaciones.
- La experimentación que haga posible la medida precisa y el manejo por parte de los alumnos/as de los dispositivos electrotécnicos con destreza y seguridad suficientes.

Para lograr el equilibrio entre estos tres ejes es preciso el trabajo en cuatro grandes campos del conocimiento y la experiencia, que constituyen el sustrato común de la mayor parte de las aplicaciones prácticas de la electricidad:

- Los conceptos y leyes científicas que explican los fenómenos físicos que tienen lugar en los dispositivos eléctricos.
- Los elementos con los que se componen circuitos y aparatos eléctricos, su disposición y conexiones características.
- Las técnicas de análisis, cálculo y predicción del comportamiento de circuitos y dispositivos eléctricos.
- Normas básicas de seguridad en la manipulación y utilización de circuitos y dispositivos eléctricos.

Sus contenidos responden a una selección rigurosa de los conceptos y procedimientos inherentes a los modos de pensar y actuar propios del electrotécnico, cualquiera que sea su campo de trabajo, priorizando la consolidación de aprendizajes, que son una prolongación de la física, a través del conocimiento general de dispositivos de diverso tipo, en torno a los cuales se desarrolla la vida cotidiana.

En el currículo de la titulación, la Electrotecnia desempeña un papel integrador y aplicado ya que utiliza modelos explicativos procedentes, sobre todo, de las ciencias físicas y emplear métodos de análisis, cálculo y representación gráfica propios de las matemáticas. Este carácter de ciencia aplicada le confiere un valor formativo relevante, al integrar y poner en función conocimientos pertenecientes a disciplinas científicas de naturaleza más abstracta y especulativa, y le permite, por otro lado, ejercer un papel catalizador del tono científico y técnico que le es propio, profundizando y sistematizando aprendizajes afines, adquiridos en etapas educativas anteriores.

A lo largo de la asignatura, se desarrollarán trabajos y ejercicios prácticos, para que los alumnos/as trabajen tanto en clase como de forma autónoma, con el fin principal de dotarles de un papel activo en su proceso de aprendizaje. Estos trabajos y

ejercicios prácticos tratan de potenciar la reflexión y el análisis crítico de los resultados obtenidos, en armonía con el espíritu de Bolonia.

---

## **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:**

A pesar de que esta titulación no habilita para el ejercicio de la profesión regulada de Ingeniero Técnico Industrial, en el diseño de la titulación en IOI se han incorporado buena parte de las competencias y módulos definidos por la orden CIN 351/2009, de 9 de febrero, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial. En particular, esta asignatura pertenece al módulo de formación común para abordar, además de las competencias genéricas del Ingeniero Técnico Industrial, conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas.

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

La asignatura de Fundamentos de Electrotecnia, forma parte del Grado en Ingeniería de Organización Industrial que imparte la Universidad de Zaragoza, enmarcándose dentro del grupo de asignaturas que conforman el módulo denominado Formación Común y dentro de este a la materia Fundamentos de Electrotecnia. Se trata de una asignatura de segundo curso ubicada en el cuarto semestre y de carácter obligatorio (OB), con una carga lectiva de 6 créditos ECTS.

Se entiende que el estudiante accede a esta asignatura con los conocimientos previos adquiridos en cursos anteriores, que le sirven de base, pudiéndose citar los relacionados con la teoría de los campos eléctricos y magnéticos, matemáticas, química, dibujo técnico, etc.

Esta asignatura sirve de base para la asignatura Fundamentos de Electrónica que se imparte en el 3<sup>er</sup> curso de la titulación.

Por otra parte, esta asignatura implica un impacto más que discreto en la adquisición de las competencias de la titulación, y aporta una formación útil en el desempeño de las funciones del Ingeniero/a de Organización Industrial relacionadas con el campo de la electricidad.

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

- 1:** Tener capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- 2:** Tener capacidad para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano.
- 3:** El conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas.

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

A través de la consecución de los pertinentes resultados de aprendizaje de esta asignatura el alumno adquirirá la capacidad

necesaria para entender el funcionamiento de circuitos, instalaciones y máquinas eléctricas, para el manejo de la instrumentación eléctrica básica, así como para el empleo de la terminología de la ingeniería eléctrica. Por otra parte, el alumno obtendrá la capacidad para evaluar y prevenir los riesgos, tanto propios como de las personas a su cargo, al trabajar con instalaciones eléctricas.

Esta asignatura, que tiene un marcado carácter ingenieril, sienta las bases necesarias para el desarrollo de futuras asignaturas impartidas en la titulación tales como Fundamentos de Electrónica y otras incluidas en los módulos optativos, además de ofrecer una formación con contenidos de aplicación y desarrollo inmediato en el mercado laboral y profesional. Las competencias adquiridas a través de ella son imprescindibles para el diseño y puesta en marcha de cualquier aplicación, planta, proceso, etc. incluidas dentro del ámbito de la Ingeniería de Organización Industrial.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

**1:**

Actividades evaluables (40%)

- Actividades individuales en clase: La participación activa en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje, la exposición pública de trabajos y la resolución de ejercicios teórico-prácticos en clase.
- Prácticas de laboratorio: Se realizarán prácticas correspondientes a cada uno de los temas susceptibles de ello, las cuales servirán para asimilar y aplicar los conceptos vistos en la teoría y adquirir las pertinentes destrezas.
- Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos: El profesor propondrá ejercicios, problemas, casos prácticos, cuestiones teóricas, etc. a resolver de manera individual o en grupo.

Pruebas escritas (60%)

- Dichas pruebas recogerán cuestiones teórico-prácticas y/o problemas relativos a la asignatura y los temas tratados en ella.

Consultar más detalles sobre las actividades de evaluación en el apartado de Actividades y Recursos del Perfil empresa/Perfil defensa

---

### **Actividades y recursos**

#### **Perfil empresa**

---

#### **Presentación metodológica general**

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

En una fuerte interacción profesor/alumno. Esta interacción se materializa por medio de un reparto de trabajo y responsabilidades entre alumnado y profesorado. No obstante, se tendrá que tener en cuenta que en cierta medida el alumnado podrá marcar su ritmo de aprendizaje en función de sus necesidades y disponibilidad, siguiendo las directrices marcadas por el profesor.

La presente asignatura de Fundamentos de Electrotecnia se concibe como un conjunto único de contenidos, pero trabajados bajo tres formas fundamentales y complementarias como lo son: los conceptos teóricos de cada unidad didáctica, la resolución de problemas o cuestiones y las prácticas de laboratorio, apoyadas a su vez por otra serie de actividades.

La organización de la docencia se realizará siguiendo las pautas siguientes:

- **Clases teóricas:** Actividades teóricas impartidas de forma fundamentalmente expositiva por parte del profesor, de tal manera que se exponga los soportes teóricos de la asignatura, resaltando lo fundamental, estructurándolos en temas y/o apartados y relacionándolos entre sí.
- **Clases prácticas:** El profesor resuelve problemas o casos prácticos con fines ilustrativos. Este tipo de docencia complementa la teoría expuesta en las clases magistrales con aspectos prácticos.
- **Seminarios:** El grupo total de las clases teóricas o de las clases prácticas se puede o no dividir en grupos más reducidos, según convenga. Se emplearan para analizar casos, resolver supuestos, resolver problemas, etc. A diferencia de lo que sucede con las clases prácticas, el profesor no es protagonista, limitándose a escuchar, atender, orientar, aclarar, valorar, evaluar. Se busca fomentar la participación del alumno, así como tratar de facilitar la evaluación continua del alumnado y conocer el rendimiento del aprendizaje.
- **Prácticas de laboratorio:** El grupo total de las clases magistrales se dividirá en varios, según el número de alumnos/as matriculados, pero nunca con un número mayor de 20 alumnos, de forma que se formen a su vez grupos más reducidos de dos o tres alumnos/as. Los alumnos/as realizarán ensayos, mediciones, montajes etc. en los laboratorios en presencia del profesor de prácticas.
- **Tutorías grupales:** Actividades programadas de seguimiento del aprendizaje en las que el profesor se reúne con un grupo de estudiantes para orientar sus labores de aprendizaje autónomo y de tutela de trabajos dirigidos o que requieren un grado de asesoramiento muy elevado por parte del profesor.
- **Tutorías individuales:** Son las realizadas a través de la atención personalizada, de forma individual, del profesor en el departamento. Tienen como objetivo ayudar a resolver las dudas que encuentran los alumnos/as, especialmente de aquellos que por diversos motivos no pueden asistir a las tutorías grupales o necesitan una atención puntual más personalizada. Dichas tutorías podrán ser presenciales o virtuales.

## **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:**

**Actividades genéricas presenciales.**

- **Clases teóricas:** Se explicarán los conceptos teóricos de la asignatura y se desarrollarán ejemplos prácticos ilustrativos como apoyo a la teoría cuando se crea necesario.
- **Clases prácticas:** Se realizarán problemas y casos prácticos como complemento a los conceptos teóricos estudiados.
- **Prácticas de laboratorio:** Los alumnos serán divididos en varios grupos de no más de 20 alumnos, estando tutorizados por el profesor.

**2:** [Actividades genéricas no presenciales.](#)

- Estudio y asimilación de la teoría expuesta en las clases magistrales.
- Comprensión y asimilación de problemas y casos prácticos resueltos en las clases prácticas.
- Preparación de seminarios, resolución de problemas propuestos, etc.
- Preparación de las prácticas de laboratorio, elaboración de los guiones e informes correspondientes.
- Preparación de las pruebas escritas de evaluación continua y exámenes finales.

**3:** [Actividades autónomas tutorizadas.](#)

Aunque tendrán más bien un carácter presencial se han tenido en cuenta a parte por su idiosincrasia, estarán enfocadas principalmente a seminarios y tutorías bajo la supervisión del profesor.

**4:** [Actividades de refuerzo.](#)

De marcado carácter no presencial, a través de un portal virtual de enseñanza (Moodle) se dirigirán diversas actividades que refuercen los contenidos básicos de la asignatura. Estas actividades podrán ser personalizadas o no, controlándose su realización a través del mismo.

## **Planificación y calendario**

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

La asignatura consta de 6 créditos ECTS, lo cual representa 150 horas de trabajo del alumno/a en la asignatura durante el semestre, es decir, 10 horas semanales durante 15 semanas lectivas.

Un resumen de la distribución temporal orientativa de una semana lectiva puede verse en la tabla siguiente. Estos valores se obtienen de la ficha de la asignatura de la Memoria de Verificación del título de grado, teniéndose en cuenta que el grado de experimentalidad considerado para dicha asignatura es bajo.

Actividad	Horas semana lectiva
Clases magistrales	3
Prácticas de laboratorio	1
Otras actividades	6

No obstante la tabla anterior podrá quedar más detallada, teniéndose en cuenta la distribución global siguiente:

- 45 horas de clase magistral, con un 40 % de exposición teórica y un 60 % de resolución de problemas tipo.
- 11 horas de prácticas de laboratorio, en sesiones de 1 ó 2 horas.
- 4 horas de pruebas evaluadoras escritas, a razón de dos hora por prueba.
- 35 horas de ejercicios y trabajos, repartidas a largo de las 15 semanas de duración del semestre.
- 55 Horas de estudio personal, repartidas a largo de las 15 semanas de duración del semestre.

Las fechas de la prueba global de evaluación serán las publicadas de forma oficial en  
<http://www.eupla.es/secretaria/academica/examenes.html>

Las pruebas evaluadoras escritas estarán relacionadas con los temas siguientes:

- **Prueba 1:** Temas 1, 2, 3 y 4.
- **Prueba 2:** Temas 5, 6, 7 y 8.

Los temas sobre los que se desarrollaran los trabajos se propondrán en la tercera semana, llevándose a cabo su entrega y exposición en las dos últimas semanas lectivas, en el transcurso de la signatura se concretarán las fechas.

## Contenidos

### Contenidos de la asignatura indispensables para la obtención de los resultados de aprendizaje.

Las pautas seguidas para elaborar los contenidos han sido las siguientes:

- Se respetaron los contenidos propuestos en la memoria de verificación.
- Se desarrolló un temario cuyos capítulos concuerdan en general con los títulos del programa especificado. Cuando así no se hizo fue porque por su extensión y/o correlación se incluyó en otro.
- Se seleccionó una nutrida bibliografía de reconocida solvencia técnica, clásica y de ediciones actuales.
- Se seleccionaron los temas mejor tratados de la bibliografía y se volcaron en un texto único, de diseño y formato propio, con innovadores recursos didácticos. El profesor no ha pretendido ser inédito en su elaboración, se ha basado en textos de reconocido prestigio, sólo son originales los objetivos, organización y presentación del material y redacción de algunos apartados de los temas. El texto completo está disponible en el servicio de reprografía de la Escuela, así como en soporte digital publicado en Moodle.
- Las características principales de forma del texto se pueden resumir en disponer de ocho temas, coincidentes con los contenidos, desarrollados de forma completa, evitando resúmenes.
- Los objetivos específicos conseguidos con la elaboración del propio texto podrán resumirse en los siguientes:

- Resaltar la relación entre el análisis conceptual y la resolución de problemas, empleando el número de ejemplos necesarios para mostrar los enfoques de resolución de los mismos, haciendo hincapié en que resolverlos es un proceso en el cual se aplica el conocimiento conceptual, y no se trata meramente de un modelo mecanizado para la solución. Por ello, en el texto y en los ejemplos resueltos se resaltan los procesos mentales de resolución de problemas con base en los conceptos, en vez de destacar los procedimientos mecánicos.
- Proporcionar a los alumnos/as la práctica en el empleo de las técnicas de análisis que se presentan en el texto.
- Mostrar a los alumnos/as que las técnicas analíticas son herramientas, no objetivos, permitiendo en variadas situaciones que practiquen en la elección del método analítico que usarán para obtener la solución.
- Alentar el interés de los alumnos/as en las actividades de la ingeniería, incluyendo problemas de aplicación real.
- Elaborar problemas y ejercicios que utilicen valores realistas que representen situaciones factibles.
- Alentar a los alumnos/as para que evalúen la solución, ya sea con otro método de resolución o por medio de pruebas, para ver si tiene sentido en términos del comportamiento conocido del circuito, máquina o sistema.
- Mostrar a los alumnos/as cómo se utilizan los resultados de una solución para encontrar información adicional acerca del comportamiento de un circuito, máquina o sistema.
- La resolución de la mayoría de los problemas requerirá el tipo de análisis que debe efectuar un ingeniero al resolver problemas del mundo real. Los ejemplos desarrollados, en donde se recalca la forma de pensar propia de la ingeniería, también sirven como base para solucionar problemas reales.

El programa de la asignatura se estructura en torno a dos componentes de contenidos complementarios:

- Teóricos.
- Prácticos.

## 1 Contenidos teóricos.

La elección del contenido de las diferentes unidades didácticas se ha realizado buscando la clarificación expresa del objetivo terminal de modo que con la unión de conocimientos incidentes, el alumno/a obtenga un conocimiento estructurado, asimilable con facilidad para los Ingenieros/as Civiles.

Los contenidos teóricos se articulan en base a ocho unidades didácticas, tabla adjunta, bloques indivisibles de tratamiento, dada la configuración de la asignatura que se programa. Dichos temas recogen los contenidos necesarios para la adquisición de los resultados de aprendizaje predeterminados.

<b>Tema 1</b>	<b>Temario</b>	<b>Nociones básicas eléctricas.</b> 1.1 Introducción. 1.2 Circuito eléctrico. 1.3 Magnitudes que intervienen en un circuito eléctrico. 1.4 Tipos de tensiones.
	<b>Guía de estudio</b>	Interpretación de las magnitudes eléctricas en un circuito y la relación que existe entre ellas. Conocimiento y comprensión de los conceptos y principios físicos de la electricidad, así como sobre sus fenómenos básicos. Manejo tanto las unidades correspondientes a las distintas magnitudes así como sus relaciones.
<b>Tema 2</b>	<b>Tema 2</b>	<b>Corriente continua.</b> 2.1 Introducción. 2.2 Generadores de corriente continua. 2.3 Ley de Ohm. 2.4 Asociación de resistencias. 2.5 Caídas de tensión. 2.6 Análisis de redes en régimen permanente en continua.
	<b>Guía de estudio</b>	Conocimiento, comprensión y aplicación de los principios de la corriente continua. Análisis y resolución correcta de circuitos eléctricos mediante la aplicación de leyes y teoremas.
<b>Tema 3</b>	<b>Temario</b>	<b>Corriente alterna monofásica senoidal.</b> 3.1 Introducción. 3.2 Generación de la corriente alterna senoidal. 3.3 Alternador. 3.4 Valores fundamentales de la corriente alterna senoidal. 3.5 Representación gráfica de la corriente alterna senoidal. 3.6 Elementos pasivos. Su comportamiento en corriente alterna. 3.7 Ley de Ohm generalizada para corriente alterna. 3.8 Potencias. 3.9 Circuitos serie. 3.10 Circuitos paralelo. 3.11 Mejora del factor de potencia.
	<b>Guía de estudio</b>	Conocimiento, comprensión y aplicación de los principios de la corriente alterna monofásica. Descripción e interpretación matemática del concepto de onda senoidal, reconociendo su importancia en el estudio de la Electrotecnia. Reconocimiento de la necesidad de un soporte matemático correcto para interpretar satisfactoriamente fenómenos físicos que se dan en corriente alterna, así como sus consecuencias prácticas. Interpretación de circuitos, su diseño, sus conexiones y la deducción de causas de error y formas de evitarlas.
<b>Tema 4</b>	<b>Temario</b>	<b>Corriente alterna trifásica senoidal.</b> 4.1 Introducción. 4.2 Sistema trifásico de fuerzas electromotrices. 4.3 Carga en un sistema trifásico. 4.4 Potencias. 4.5 Mejora del factor de potencia.
	<b>Guía de estudio</b>	Conocimiento, comprensión y aplicación de los principios de la corriente alterna trifásica. Reconocimiento de la importancia de la corriente alterna en el progreso y bienestar social. Interpretación correctamente de los esquemas de circuitos en corriente alterna trifásica, deduciendo en cada caso las magnitudes eléctricas puestas en juego.
<b>Tema 5</b>	<b>Temario</b>	<b>Transformadores monofásicos.</b> 5.1 Introducción. 5.2 Principales aspectos constructivos. 5.3 Conceptos básicos de magnetismo y electromagnetismo. 5.4 Principio de funcionamiento de un transformador monofásico ideal. 5.5 Principio de funcionamiento de un transformador monofásico real. 5.6 Circuitos equivalentes. 5.7 Ensayos. 5.8 Caída de tensión. 5.9 Rendimiento. 5.10 Acoplamiento en paralelo de transformadores monofásicos.
	<b>Guía de estudio</b>	Funcionamiento ideal en vacío y carga del transformador monofásico mediante su correspondiente justificación matemática. Funcionamiento real en vacío y carga del transformador monofásico y sus implicaciones. Proceso del modelizado de un transformador monofásico junto con las premisas necesarias para llevar a cabo dicho proceso. Connotación de los diferentes ensayos practicados a transformadores monofásicos.

<b>Tema 6</b>	<b>Temario</b>	<b>Transformadores trifásicos.</b> 6.1 Introducción. 6.2 Transformación de un sistema trifásico por transformadores monofásicos. 6.3 Aspectos constructivos. 6.4 Funcionamiento. 6.5 Ensayos. 6.6 Conexiones. 6.7 Acoplamiento en paralelo de transformadores trifásicos.
	<b>Guía de estudio</b>	Extrapolación de los conceptos estudiados para el transformador monofásico que tienen cabida en el transformador trifásico, es decir, funcionamiento ideal y real, circuitos equivalentes, ensayos, caída de tensión, rendimiento, etc. Diferentes combinaciones factibles para conexiónados en primarios y secundarios de transformadores trifásicos. Cuestiones fundamentales relacionadas con el acoplamiento en paralelo de dichas máquinas.
<b>Tema 7</b>	<b>Temario</b>	<b>Motores de corriente continua.</b> 7.1 Introducción. 7.2 Aspectos constructivos de la máquina de corriente continua. 7.3 Principio de funcionamiento de la máquina de corriente continua. 7.4 Fuerza electromotriz inducida. 7.5 Par electromagnético interno. 7.6 Reacción de inducido. 7.7 Comutación. 7.8 Aspectos generales del motor de corriente continua. 7.9 Arranque. 7.10 Curvas características. 7.11 Estabilidad del funcionamiento del motor de corriente continua. 7.12 Clasificación de los motores de corriente continua. 7.13 Comparación de los principales tipos de motores de corriente continua. 7.14 Regulación de la velocidad. 7.15 Inversión del sentido de giro. 7.16 Frenado eléctrico.
	<b>Guía de estudio</b>	Principios de la generación de una fuerza electromotriz inducida. Construcción de la máquina de corriente continua y su funcionamiento como motor. Analizar los diversos esquemas de generadores autoexcitados. El efecto motriz y su relación para la producción del par en los motores. Características en vacío y con carga de la velocidad y el par. Par de arranque de los diferentes tipos de motores para la aplicación de las cargas adecuadas
<b>Tema 8</b>	<b>Temario</b>	<b>Motores asincrónos trifásicos.</b> 8.1 Introducción. 8.2 Aspectos constructivos. 8.3 Campo magnético giratorio producido por el devanado del estator. 8.4 Fuerza electromotriz inducida en los devanados. 8.5 Principio de funcionamiento del motor asincrónico trifásico. 8.6 Circuitos equivalentes. 8.7 Ensayos. 8.8 Balance de potencias. 8.9 Par de rotación. 8.10 Características fundamentales eléctricas y mecánicas. 8.11 Arranque del motor asincrónico trifásico. 8.12 Regulación de la velocidad. 8.13 Frenado eléctrico.
	<b>Guía de estudio</b>	Principio de funcionamiento, construcción y regímenes de funcionamiento de la máquina asincrónica. Aspectos destacables del motor asincrónico trifásico de jaula de ardilla y de rotor bobinado. Pruebas para la obtención de los parámetros característicos del motor asincrónico trifásico. Proceso de arranque y regulación de la velocidad.

## 2 Contenidos prácticos.

Cada tema expuesto en la sección anterior, lleva asociadas prácticas al respecto, ya sean mediante supuestos prácticos, interpretación y comentario de lecturas asociadas a la temática y/o trabajos conducentes a la obtención de resultados y a su análisis e interpretación. Conforme se desarrollen los temas se irán planteando dichas Prácticas, bien en clase o mediante la plataforma Moodle.

Las prácticas de laboratorio de Electrotecnia constituyen un complemento muy importante para la formación integral del alumno/a que cursa la titulación de Ingeniería de Organización Industrial. El ingeniero/a ha de tener presente siempre que sólo se conoce bien aquello que se puede medir, y, sobre todo, medir con precisión y si esto no es posible, conocer el error con que se está efectuando la lectura.

Las medidas y ensayos en la Ingeniería Eléctrica abarcan una infinidad de instrumentos que en el día de hoy han llegado a un alto grado de perfeccionamiento, por medio de los cuales es posible medir, controlar, investigar, etc.

Es imposible intentar dar ni siquiera una mínima descripción de los distintos tipos de aparatos y dispositivos comerciales que se utilizan para la medida de las distintas magnitudes eléctricas. No es éste el propósito, sino el que sean cubiertos los resultados de aprendizaje de la asignatura mediante un completo programa de prácticas de laboratorio, que englobe aspectos relacionados con las cuestiones siguientes:

- De forma genérica, se tenga una idea clara de la importancia que tiene el campo de las medidas eléctricas, así como de la calidad y precisión de la medida que está efectuando, conociendo los distintos tipos de errores que se le pueden presentar al tomar una lectura.
- Que se tenga conocimiento, al menos, de las técnicas y métodos más utilizados para la medida de magnitudes como: tensiones, intensidades, potencias, energías, etc.
- Introducción en los sistemas de control eléctrico y conocimiento de las posibilidades para su desarrollo posterior.

Se indican a continuación aquellas prácticas a desarrollar en el laboratorio que serán realizadas por los alumnos/as en sesiones de una hora de duración.

Práctica 1	<b>Medidas de resistencias.</b> Aplicación de las metodologías: polímetro, voltamperimétrico y puente de Wheatstone para la medida de resistencias.
Práctica 2	<b>Medida de capacidades.</b> Aplicación de las metodologías: polímetro, voltamperimétrico de Faraday y circuito RC para la medida de capacidades.
Práctica 3	<b>Medida de inductancias.</b> Aplicación de las metodologías: polímetro, voltamperimétrico de Joubert y circuito RL para la medida de inductancias.
Práctica 4	<b>Medidas eléctricas en régimen permanente sinusoidal en circuito RLC serie.</b> Determinación de las magnitudes fundamentales eléctricas que intervienen en un circuito RLC serie
Práctica 5	<b>Medida de potencia en corriente continua.</b> Metodología para la obtención de dicha magnitud en corriente continua.
Práctica 6	<b>Medida de potencia y corrección del factor de potencia en un circuito monofásico.</b> Ambas cuestiones serán aplicadas sobre un motor monofásico de fase partida.
Práctica 7	<b>Estudio de tensiones e intensidades en sistemas trifásicos.</b> Medida de tensiones e intensidades en diferentes tipologías de cargas trifásicas.
Práctica 8	<b>Medida de potencia activa, reactiva y <math>\cos \varphi</math>. Mejora del factor de potencia en sistemas trifásicos.</b> Medidas de magnitudes eléctricas para diferentes configuraciones de sistemas trifásicos de tensiones alimentando a distintas tipologías de cargas trifásicas.
Práctica 9	<b>Ensayos de un transformador trifásico.</b> Obtención de la relación de transformación, índices horarios, análisis de la corriente de vacío determinar el circuito equivalente mediante los ensayos de vacío y cortocircuito, y ensayo en carga (cargas trifásicas y monofásicas).
Práctica 10	<b>Curvas características de un motor de corriente continua.</b> Obtención de las curvas características de velocidad, par motor y mecánica; arranque de los motores y análisis de los modos de excitación derivación y serie.
Práctica 11	<b>Curvas características de un motor asincrónico trifásico.</b> Obtención de las curvas características $n = f (M)$ y $M = f (n)$ , de un motor asincrónico trifásico de jaula de ardilla mediante el empleo de un freno de polvo magnético.

## Recursos

### Materiales

Material	Soporte
Apuntes de teoría del temario Transparencias temario tradicionales Problemas temario	Papel/repositorio
Apuntes de teoría del temario Presentaciones temario Problemas temario Enlaces de interés	Digital/Moodle Correo electrónico
Software de simulación de circuitos	Pc's laboratorio
Manuales técnicos	Papel/repositorio Digital/Moodle
Polímetros Amperímetros Voltímetros Vatímetros Cosímetros Frecuencímetros Autotranformadores. Rectificadores Osciloscopios Cargas monofásicas y trifásicas Motores de c.c., monofásicos y trifásicos Transformadores monofásicos y trifásicos	

## Actividades y recursos

### Perfil defensa

---

### Presentación metodológica general

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

El trabajo y el estudio continuado son fundamentales para alcanzar los resultados de aprendizaje de esta asignatura.

La metodología se basa en clases magistrales, clases prácticas con la participación de los alumnos, clases de laboratorio y la realización de distintas actividades evaluables a lo largo del cuatrimestre que tratan de fomentar el trabajo continuado de los alumnos.

### 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:** Se presentan, fomentando la participación de los alumnos, los principios fundamentales de los circuitos eléctricos, los principios de funcionamiento de los elementos que los forman, las técnicas y procedimientos para el análisis y el estudio de dichos circuitos, y el principio de funcionamiento de las máquinas eléctricas más habituales, así como unos criterios básicos para proceder a su selección.

**2:**

**Clases prácticas:** Con la colaboración activa de los alumnos, se procede a la resolución de diversos problemas y casos tipo que ilustran la aplicación de los distintos procedimientos y técnicas vistos en las clases magistrales.

**3:**

**Prácticas de laboratorio:** Es en el trabajo en el laboratorio donde se ponen en práctica muchos de los conceptos vistos en las clases magistrales y donde el aprendizaje es significativo. En el laboratorio se aprenden técnicas del trabajo con y sobre circuitos eléctricos, se adquieren destrezas en el manejo de equipos de medida eléctrica y se aprenden los principios básicos de seguridad y de prevención del riesgo en los trabajos con la energía eléctrica.

**4:**

**Actividades evaluables:** Son de dos tipos. Unas consisten en la resolución por parte de los alumnos, en su tiempo de estudio, de distintos ejercicios propuestos por el profesor. La corrección y calificación de estos ejercicios aporta información al alumno sobre el trabajo que ha desarrollado.

El segundo tipo de actividades evaluables consiste en la resolución, durante un tiempo determinado de una clase magistral, de unos breves cuestionarios que requieren la aplicación directa de conceptos que se van viendo a lo largo del cuatrimestre.

### 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 que puede consultarse en la página web del Centro Universitario de la Defensa (<http://cud.unizar.es>).

El resto de actividades se anunciarán con la suficiente antelación durante las clases magistrales, y podrán consultarse a través de la plataforma Moodle (<http://moodle2.unizar.es>).

### Contenidos

## **Contenidos de la asignatura indispensables para la obtención de los resultados de aprendizaje.**

Tema 1: Leyes de Kirchhoff.

Tema 2: Elementos de circuitos y ecuaciones de definición.

Tema 3: Potencia y energía.

Tema 4: Métodos de análisis de circuitos.

Tema 5: Teoremas fundamentales.

Tema 6: Análisis de circuitos en régimen estacionario sinusoidal.

Tema 7: Potencia en circuitos en régimen estacionario sinusoidal.

Tema 8: Sistemas trifásicos equilibrados.

Tema 9: Fundamentos de las máquinas eléctricas. Selección y aplicación.

## **Evaluación**

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

**1:**

**Opción 1: ("Evaluación Gradual")**

### **1 Evaluación de prácticas (20%)**

Se valorará el desarrollo de cada sesión de laboratorio y los resultados obtenidos en cada una de ellas.

La evaluación del desarrollo de cada sesión de laboratorio se realizará valorando el estricto cumplimiento de las normas de seguridad escritas al comienzo del guion de cada práctica, la adecuada realización de los montajes indicados, así como el uso correcto de los equipos y materiales del laboratorio.

Los resultados obtenidos en cada práctica se evaluarán mediante la hoja de resultados que se encuentra al final de cada guion de prácticas y, eventualmente, mediante una prueba al comienzo o al final de la práctica.

La calificación conjunta de las prácticas será de 0 a 10 puntos, suponiendo un 20% de la calificación del estudiante. Para superar la asignatura **se deberá obtener una calificación mínima global** de las prácticas de 5 puntos sobre 10.

El estudiante que no realice todas las prácticas deberá superar un examen de laboratorio al final del cuatrimestre (Evaluación Global).

### **2 Actividades evaluables a lo largo del curso (20%)**

Con el fin de incentivar el trabajo continuado del estudiante, se realizarán actividades evaluables distribuidas a lo largo del cuatrimestre. Dichas actividades consistirán en:

a)Pruebas escritas ("quiz") distribuidas a lo largo del cuatrimestre. Dichas pruebas serán personales, se realizarán en horario de clase, tendrán una duración máxima de 15 minutos y consistirán resolver una serie de ejercicios teórico-prácticos. Su calificación será de 0 a 10 puntos, suponiendo un 15% de la calificación del estudiante. Para superar la asignatura se deberá obtener una calificación mínima global en las pruebas escritas de 5 puntos sobre 10.

b)Ejercicios entregables para resolver en horas de trabajo personal. Deberán entregarse en el plazo máximo que se establezca en cada momento y la resolución será individual. Su calificación será de 0 a 10 puntos, suponiendo un 5% de la calificación del estudiante. Para superar la asignatura se deberá obtener una calificación mínima global en los problemas entregables de 5 puntos sobre 10.

El estudiante que no siga o no supere las actividades evaluables deberá superar la asignatura mediante la Opción 2 (Evaluación Global).

### **3 Examen final (60%)**

Consistirá en una prueba escrita que contendrá cuestiones teórico-prácticas y problemas. Durante dicha prueba no se podrán utilizar libros, apuntes o cualquier otro tipo de documentación.

La calificación será de 0 a 10 puntos, suponiendo un 60% de la calificación del estudiante. Para superar la asignatura se deberá obtener una calificación mínima en el examen final de 5 puntos sobre 10.

**2:**

### **Opción 2: ("Evaluación Global")**

Se aplicará a aquellos alumnos que no sigan, o que no hayan alcanzado los mínimos requeridos para aplicar la evaluación indicada en la Opción 1.

#### **1 Evaluación de prácticas (20%)**

Al final del cuatrimestre, se realizará un examen práctico en el laboratorio donde el estudiante demostrará que es capaz de realizar correctamente, sin apoyo documental, un número determinado de apartados contenidos en los guiones de prácticas. Este examen será individual.

La calificación será de 0 a 10 puntos, suponiendo un 20% de la calificación del estudiante. Para superar la asignatura se deberá obtener una calificación mínima de 5 puntos sobre 10 en este examen práctico.

Aquellos estudiantes que hayan realizado todas las prácticas y obtenido en ellas una calificación global superior a 5/10 puntos, quedarán exentos de realizar el examen de prácticas.

#### **2 Examen final (80%)**

Consistirá en una prueba escrita que contendrá cuestiones teórico-prácticas y problemas. Durante dicha prueba no se podrán utilizar libros, apuntes o cualquier otro tipo de documentación.

La calificación será de 0 a 10 puntos, suponiendo un 80% de la calificación del estudiante. Para superar la asignatura se deberá obtener una calificación mínima en el examen final de 5 puntos sobre 10.

(\*) En la convocatoria de septiembre, se aplicará a todos los estudiantes la Evaluación Global.

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

### **Centro Universitario de la Defensa**

- Alexander, Charles K. Fundamentos de circuitos eléctricos / Charles K. Alexander, Matthew N. O. Sadiku ; traducción Aristeo Vera Bermúdez, Carlos Roberto Cordero Pedraza ; revisión técnica Francisco Martín del Campo . - 3<sup>a</sup> ed. México D. F. : McGraw-Hill Interamericana, cop. 2006
- Análisis de circuitos eléctricos I / Ángel Antonio Bayod Rújula ... [et al.] . - 2<sup>a</sup> ed. Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 2007
- Bayod Rújula, Ángel Antonio. Análisis de circuitos trifásicos en régimen estacionario senoidal / Angel Antonio Bayod Rújula Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza, 2005
- Bayod Rújula, Ángel Antonio. Circuitos monofásicos en régimen estacionario senoidal/ Angel Antonio Bayod Rújula . 1<sup>a</sup> ed. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza, 2005
- C. Garrido y J. Cidrás. Problemas de circuitos eléctricos. 1<sup>a</sup> ed. Reverté
- Circuitos eléctricos para la ingeniería / Antonio J. Conejo ... [et al.] Madrid [etc.] : McGraw-Hill, D.L. 2004
- Circuitos eléctricos. Vol. I / Antonio Pastor Gutiérrez ... [et al.] . - 1<sup>a</sup> ed., 4<sup>a</sup> reimp. Madrid : Universidad Nacional de Educación a Distancia, imp. 2007
- Fraile Mora, Jesús. Máquinas eléctricas / Jesús Fraile Mora . - 6<sup>a</sup> ed. Madrid : McGraw-Hill/Interamericana, cop. 2008
- Fundamentos de teoría de circuitos. Antonio Gómez Expósito ... [et al.] . Madrid : Thomson Paraninfo, D. L. 2007
- Problemas de fundamentos de electrotecnia / Miguel Ángel García García, Joaquín Mur Amada, Nabil El Halabi, Iván Cristóbal Monreal . - 1<sup>a</sup> ed. Zaragoza : Centro Universitario de la Defensa, 2013
- Sanz Feito, Javier. Máquinas eléctricas / Javier Sanz Feito Madrid [etc.] : Prentice Hall, D.L. 2002
- Usaola García, Julio. Circuitos eléctricos : problemas y ejercicios resueltos / Julio Usaola García, M<sup>a</sup> Angeles Moreno López de Saá Madrid [etc.] : Prentice Hall, D.L. 2002

## **Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia**

- Bachiller Soler, Alfonso. Problemas resueltos de circuitos trifásicos. Parte I / Alfonso Bachiller Soler, Ramón Cano González, Narciso Moreno Alfonso. - 1<sup>a</sup> edición Sevilla : Narciso Moreno Alfonso, 2005
- Bayod Rújula, Ángel Antonio. Circuitos monofásicos y trifásicos en régimen estacionario senoidal / Ángel Antonio Bayod Rújula, Mariano Sanz Badía. - [1a. ed.] Zaragoza : Prensas Universitarias de Zaragoza, 1997
- Chapman, Stephen J.. Máquinas eléctricas / Stephen J. Chapman ; revisión técnica Carlos Rodríguez Pérez, Alfredo Santana Díaz . - 5<sup>a</sup> ed. México [etc.] : McGraw-Hill, cop. 2012
- Cortes Cherta, M.. Máquinas de corriente continua/ Manuel Cortés Cherta.. - 1<sup>a</sup> edición Barcelona: Editores Técnicos Asociados,1994.
- Cortes Cherta,M.. Máquinas de corriente alterna asíncronas/Manuel Cortés Cherta.. - 1<sup>a</sup> edición Barcelona:Editores Técnicos Asociados,1994
- Fraile Mora, Jesús. Electromagnetismo y circuitos eléctricos : Curso de Electrotecnia / J.Jesús Fraile Mora . - 3<sup>a</sup> ed. [Madrid] : Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1995
- Fraile Mora, Jesús. Máquinas eléctricas / Jesús Fraile Mora . - 5<sup>a</sup> ed. en español Madrid : McGraw-Hill/Interamericana de España, cop. 200
- Gómez Alós, Milagros. Problemas resueltos de máquinas eléctricas / Milagros Gómez Alós, Alfonso Bachiller Soler, Guillermo Ortega Gómez . - 2<sup>a</sup> ed. Madrid : Cengage Learning Paraninfo, D. L. 2008
- González Estévez, Emilio. Ejercicios resueltos de circuitos eléctricos / Emilio González Estévez, Carlos Garrido Suárez, José Cidrás Pidre. - 1<sup>a</sup> edición La Coruña] : Tórculo, 1999
- González Estévez, Emilio. Ejercicios resueltos de circuitos eléctricos. T.2 / Emilio González Estévez, Carlos Garrido Suárez, José Cidrás Pidre. - 1<sup>a</sup> edición Santiago de Compostela : Tórculo, 1999
- Problemas de electrotecnia. 1, Teoría de circuitos / X. Alabern Morera ...[et al.] Madrid : Paraninfo, 1991
- Problemas de electrotecnia. 2, Circuitos trifásicos / X. Alabern Morera ...[et al.] Madrid : Paraninfo, 1991
- Problemas resueltos del curso de electrotécnia. Parte 2, Máquinas eléctricas : (Se incluyen también líneas eléctricas) [Madrid] : Universidad Politécnica, E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Cátedra de Electrotecnia, [199?]
- Rosell Polo, Joan Ramon. Circuitos eléctricos monofásicos y trifásicos :fundamentos teóricos y ejercicios resueltos / Joan Ramon Rosell Polo. - 1<sup>a</sup> edición Lleida : Edicions de la Universitat de Lleida, DL 2000
- Sanjurjo Navarro, Rafael. Máquinas eléctricas / Rafael Sanjurjo Navarro Madrid [etc.] : García Maroto, D.L. 2011
- Sanjurjo Navarro, Rafael. Teoría de circuitos eléctricos / Rafael Sanjurjo Navarro, Eduardo Lázaro Sánchez, Pablo de Miguel Rodríguez . - [1a. ed. en español] Madrid [etc.] : McGraw-Hill, D.L. 1997
- Staff, E. E.. Circuitos magnéticos y transformadores / E.E. Staff [del M.I.T] Barcelona [etc.] : Reverté, 1965