



Grado en Ingeniería Mecatrónica 28822 - Electrotecnia

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 6.0

Información básica

Profesores

- Carmelo Jose Borque Horna -

Recomendaciones para cursar esta asignatura

El desarrollo de la asignatura de Electrotecnia exige poner en juego conocimientos y estrategias procedentes de asignaturas relacionados con:

- **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 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.
- **Ingeniería Eléctrica:** Asignatura fundamental, que da a conocer los teoremas y la metodología necesaria para entender el comportamiento de los elementos, dispositivos y sistemas objeto de estudio en Electrotecnia.

En relación con lo anterior, en el primer y segundo curso de la titulación, y de forma anticipada se cursan asignaturas relacionadas con dichas materias, proporcionando los conocimientos básicos para poder seguir sin ningún tipo de problema la evolución de la asignatura en cuestión.

Esta asignatura no posee ningún prerrequisito normativo ni requiere de conocimientos específicos complementarios. Por tanto, lo anteriormente expresado se entiende desde un punto de vista formal, aunque se aconseja haber cursado las asignaturas relativas a las materias arriba indicadas antes de

cursar la asignatura 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 alumnos serán divididos en varios grupos de unos 20 alumnos/as, estando tutorizados por el profesor.

– **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.

– **Actividades autónomas 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 refuercen los contenidos básicos de la asignatura. Estas actividades podrán ser personalizadas o no, controlándose su realización a través del mismo.

El horario semanal de la asignatura se encontrará publicado de forma oficial en <http://www.eupla.unizar.es/index.php/secretaria/informacion-academica/horarios-de-clase-y-servicios>.

Las fechas más significativas del sistema de evaluación continua se encuentran recogidas en el siguiente cronograma orientativo, pudiendo variar en función del desarrollo de la actividad lectiva, condicionada al calendario académico.

| Actividad | Semana lectiva | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Prueba 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prueba 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trabajo | | | P | | | | | | | | | | | | E |

P: propuesta de trabajos E: entrega de trabajos

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

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Elegir y utilizar adecuadamente los aparatos de medida de magnitudes eléctricas, valorando su grado de precisión.
- 2:** Analizar el funcionamiento de los circuitos eléctricos dependiendo del tipo de alimentación, número de fases, carácter de la carga y tipos de conexión en régimen permanente.
- 3:** Saber conceptos fundamentales sobre el sistema eléctrico de potencia, clasificación de las redes, así como sobre tipos de líneas y conductores. Calcular la sección de los conductores de las líneas eléctricas y valorar su importancia desde un punto de vista técnico y sin perder de vista aspectos económicos.
- 4:** Definir los principios básicos y aplicaciones de los transformadores y de los motores eléctricos más comunes.
- 5:** Determinación del funcionamiento y comportamiento de una máquina eléctrica en base a su circuito equivalente.
- 6:** Analizar e interpretar esquemas y planos de instalaciones y equipos eléctricos característicos básicos, comprendiendo la función de un elemento o grupo funcional de elementos en el conjunto, en base a la normativa existente.
- 7:** Seleccionar e interpretar información adecuada para plantear y valorar soluciones, en el ámbito de la electrotecnia, a problemas técnicos comunes.
- 8:** Proponer soluciones a problemas en el campo de la Electrotecnia con un nivel de precisión coherente con el de las diversas magnitudes que intervienen en ellos.
- 9:** Saber utilizar la metodología general y las herramientas de software apropiadas para trabajar en la Electrotecnia aplicada.

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, 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 electro 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, redes 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 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.

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 de comportamiento, en la manipulación y consumo, ante 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 al utilizar 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 tratarán de potenciar la reflexión, el análisis y la interpretación 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:

Mostrar los conceptos y desarrollo de los sistemas trifásicos de corriente alterna, estudiándose los distintos tipos de circuitos resultantes, a partir del análisis de redes.

Introducir conceptos fundamentales sobre el sistema eléctrico de potencia, clasificación de las redes, así como sobre tipos de líneas y conductores. Calcular la sección de los conductores de las líneas eléctricas y valorar su importancia desde un punto de vista técnico y sin perder de vista aspectos económicos.

Determinar el funcionamiento del circuito magnético y utilizarlo como nexo de unión entre la teoría de circuitos eléctricos y las máquinas eléctricas.

Mostrar los principios generales de las máquinas eléctricas. Profundizar en el conocimiento de las máquinas eléctricas estáticas (transformador) y dinámicas (máquinas de corriente continua y asíncronas).

Dar a conocer la normativa existente sobre baja y alta tensión.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura de Electrotecnia, forma parte del Grado en Ingeniería Mecatrónica que imparte la EUPLA, enmarcándose dentro del grupo de asignaturas que conforman el módulo denominado Electricidad y Electrónica y dentro de este a la materia de Tecnología Eléctrica. Se trata de una asignatura de tercer curso ubicada en el quinto semestre y de carácter obligatorio, con una carga

lectiva de 6 créditos ECTS.

Se entiende que el estudiante accede con los conocimientos previos adquiridos en estudios anteriores, que le sirvan de base, pudiéndose citar los relacionados con la teoría de campos eléctricos y magnéticos, teoría de circuitos eléctricos, matemáticas, física, dibujo, química, etc.

Dicha asignatura implica un impacto importante en la adquisición de las competencias de la titulación, además de aportar una formación adicional útil en el desempeño de las funciones del Ingeniero/a Mecatrónico/a relacionadas con el campo de la electricidad.

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

- 1:** Los conocimientos en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- 2:** La capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial y en particular en el ámbito de la electrónica industrial.
- 3:** La capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- 4:** Interpretar datos experimentales, contrastarlos con los teóricos y extraer conclusiones.
- 5:** La capacidad para aprender de forma continuada, autodirigida y autónoma.
- 6:** La capacidad para evaluar alternativas.
- 7:** La capacidad para liderar un equipo así como de ser un miembro comprometido del mismo.
- 8:** La capacidad para localizar información técnica, así como su comprensión y valoración.
- 9:** La capacidad para redactar documentación técnica y para presentarla con ayuda de herramientas informáticas adecuadas.
- 10:** La capacidad para comunicar sus razonamientos y diseños de modo claro a públicos especializados y no especializados.
- 11:** La capacidad para comprender el funcionamiento y desarrollar el mantenimiento de equipos e instalaciones mecánicas, eléctricas y electrónicas.
- 12:** El conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas.
- 13:** El conocimiento aplicado de electrotecnia.

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 y máquinas eléctricas.

Esta asignatura, que tiene un marcado carácter ingenieril, sienta las bases necesarias para el desarrollo de futuras asignaturas impartidas a posteriori en la titulación, tanto obligatorias como optativas, 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, sistema, mecanismo, etc. incluidas dentro del ámbito de la Ingeniería Mecatrónica.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

1:

Sistema de evaluación continua.

Siguiendo el espíritu de Bolonia, en cuanto al grado de implicación y trabajo continuado del alumno a lo largo del curso, la evaluación de la asignatura contempla el sistema de evaluación continua, como el más acorde para estar en consonancia con las directrices marcadas por el nuevo marco del EEES.

El sistema de evaluación continua va a contar con el siguiente grupo de actividades calificables:

- **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 contribuirá con un 10 % a la nota final de la asignatura.
- **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. Dichas prácticas se efectuarán en grupos de unos 20 alumnos/as, teniéndose en cuenta que además de verificarse su correcto funcionamiento se deberá elaborar una memoria, cuyo formato será facilitado por el profesor y que se tendrá que entregar para su corrección en la siguiente clase. Las memorias de las prácticas, si se entregan correctamente, de forma completa y en el plazo de tiempo exigido, contribuirán con un 15 % a la nota final de la asignatura. La realización de estas prácticas y su aprendizaje son obligatorias para todos, por ello formarán parte de la prueba global de evaluación. Si algún alumno no pudiera asistir a las clases de prácticas, posteriormente las tendrá que realizar en el horario extraordinario determinado a tal fin.

— **Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos:** El profesor propondrá ejercicios, problemas, casos prácticos, cuestiones teóricas, trabajos, etc. a resolver de manera individual o en grupo de tres alumnos/as como máximo. Una parte de ellos se trabajarán, discutirán, resolverán, etc. en los seminarios planteados al efecto. Dicha actividad contribuirá con un 15 % a la nota final de la asignatura, para tener en cuenta esta nota, se deberá entregar los trabajos en las fechas marcadas, asistir a todos los seminarios y si se faltase por causa justificada acudir a las tutorías grupales con el profesor.

— **Pruebas escritas:** Serán realizadas con el fin de regular el aprendizaje, estimular el reparto del esfuerzo a lo largo del tiempo y disponer de una herramienta de evaluación más individualizada del proceso educativo. Dichas pruebas recogerán cuestiones teóricas y/o prácticas, de los diferentes temas a evaluar, su número total será de dos repartidas a lo largo del todo el semestre con una duración mínima de una clase y máxima de dos, según el caso. Dicha actividad contribuirá con un 60 % a la nota final de la asignatura.

Como resumen a lo anteriormente expuesto se ha diseñado la siguiente tabla de ponderación del proceso de calificación de las diferentes actividades en la que se ha estructurado el sistema de evaluación continua de la asignatura.

| Actividad del sistema de evaluación continua | Ponderación |
|---|-------------|
| Actividades individuales en clase | 10 % |
| Prácticas de laboratorio | 15 % |
| Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos | 15 % |
| Pruebas escritas | 60 % |

Previamente a la primera convocatoria el profesor de la asignatura notificará a cada alumno/a si ha superado o no la asignatura en función del aprovechamiento del sistema de evaluación continua, en base a la suma de las puntuaciones obtenidas en las distintas actividades desarrolladas a lo largo de la misma, contribuyendo cada una de ellas con un mínimo de su 50 %. En caso de no aprobar de este modo, el alumno dispondrá de dos convocatorias adicionales para hacerlo (prueba global de evaluación), por otro lado el alumno que haya superado la asignatura mediante esta dinámica, también podrá optar por la prueba global de evaluación, en primera convocatoria, para subir nota pero nunca para bajar.

Los criterios de evaluación a seguir para las actividades del sistema de evaluación continua son:

— **Actividades individuales en clase:** Se tendrá en cuenta la participación activa del alumno/a, respondiendo a las preguntas puntualmente planteadas por el profesor en el transcurso diario de la clase, su soltura y expresión oral a la hora de presentar en público los trabajos y la calificación de los ejercicios teóricos-prácticos propuestos y recogidos in situ. Todas las actividades contribuirán en la misma proporción a la nota total de dicho bloque, siendo valoradas de 0 a 10 puntos. *Se deberá realizar al menos el 80 % de dichas actividades para optar al sistema de evaluación continua.*

— **Prácticas de laboratorio:** En cada una de las prácticas se valorará la dinámica seguida para su correcta ejecución y funcionamiento, así como la problemática suscitada en su desarrollo, siendo el peso específico de este apartado del 30 % de la

nota total de la práctica. El 70 % restante se dedicará a la calificación de la memoria presentada, es decir, si los datos exigidos son los correctos y se ha respondido correctamente a las cuestiones planteadas. La puntuación de cada práctica será de 0 a 10 puntos y nunca inferior a 5, ya que si no se considerará suspendida y habrá que repetirla, corrigiéndose aquello que no sea correcto. La calificación final del conjunto de las prácticas será la media aritmética de todas ellas.

— **Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos:** Se valorará su planteamiento y correcto desarrollo, la redacción y coherencia de lo tratado, así como la consecución de resultados y las conclusiones finales obtenidas. Se propondrá un trabajo por grupo a desarrollar en las fechas indicadas que contribuirá con un 60 % de la nota total de la actividad, quedando el 40 % restante para la evaluación de las demás actividades, de manera equitativa, la puntuación irán de 0 a 10 puntos.

— **Pruebas escritas:** Consistirán en el típico examen escrito puntuado de 0 a 10 puntos. La calificación final de dicha actividad vendrá dada por la media aritmética de dichas pruebas, siempre y cuando no exista una nota unitaria inferior a 3 puntos, en este caso la actividad quedará suspensa. Se valorará el planteamiento y la correcta resolución, así como la justificación de la metodología empleada a la hora de resolver los ejercicios. Particularizándose, para cada una de las pruebas se tendrá lo siguiente:

● **Prueba 1:** Constará de tres ejercicios prácticos, el primero de ellos consistirá en la resolución de una red trifásica con receptores monofásicos y/o trifásicos, el segundo de una línea de corriente continua y el tercero de una trifásica. La contribución del primer ejercicio a la nota total será del 30 %, quedando reservado para el segundo y tercero el 35 %, respectivamente.

● **Prueba 2:** Constará de tres ejercicios prácticos, el primero de ellos consistirá en la resolución de un transformador trifásico, el segundo de un motor de corriente continua y el tercero de un motor asíncrono trifásico. La contribución de cada ejercicio a la nota total de la prueba será del 33,33 %.

2:

Prueba global de evaluación.

El alumno/a deberá optar por esta modalidad cuando, por su coyuntura personal, no pueda adaptarse al ritmo de trabajo requerido en el sistema de evaluación continua, haya suspendido o quisiera subir nota habiendo sido participe de dicha metodología de evaluación.

Al igual que en la metodología de evaluación anterior, la prueba global de evaluación tiene que tener por finalidad comprobar si los resultados de aprendizaje han sido alcanzados, al igual que contribuir a la adquisición de las diversas competencias, debiéndose realizar mediante actividades más objetivas si cabe.

La prueba global de evaluación va a contar con el siguiente grupo de actividades calificables:

— **Prácticas de laboratorio:** Se tendrán que llevar a cabo integradas dentro del horario de la evaluación continua. Si esto no fuera posible se podrán realizar en

horario especial de laboratorio a concretar durante el semestre. De igual forma contribuirán con un 15 % a la nota final de la evaluación.

— **Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos:** El profesor propondrá ejercicios, problemas, casos prácticos, cuestiones teóricas, trabajos, etc. a resolver de manera individual, siendo entregadas en la fecha fijada al efecto. Dicha actividad contribuirá con un 15 % a la nota final de la asignatura.

— **Examen escrito:** Consiste en la resolución de ejercicios de aplicación teórica y/o práctica de similares características a los resueltos durante el desarrollo convencional de la asignatura, llevados a cabo durante un periodo de tiempo de tres horas. Dicha prueba será única con ejercicios representativos de los temas, contribuyendo con un 70 % a la nota final de la asignatura.

Como resumen a lo anteriormente expuesto se ha diseñado la siguiente tabla de ponderación del proceso de calificación de las diferentes actividades en la que se ha estructurado la prueba global de evaluación de la asignatura.

| Actividad de la prueba global de evaluación | Ponderación |
|---|--------------------|
| Prácticas de laboratorio | 15 % |
| Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos | 15 % |
| Examen escrito | 70 % |

Se habrá superado la asignatura en base a la suma de las puntuaciones obtenidas en las distintas actividades desarrolladas, contribuyendo cada una de ellas con un mínimo de su 50 %.

Para aquellos alumnos/as que hayan suspendido el sistema de evaluación continua, pero algunas de sus actividades, a excepción de las pruebas evaluatorias escritas, las hayan realizado podrán promocionarlas a la prueba global de evaluación, pudiendo darse el caso de sólo tener que realizar el examen escrito.

Todas las actividades contempladas en la prueba global de evaluación, a excepción del examen escrito, podrán ser promocionadas a la siguiente convocatoria oficial, dentro del mismo curso académico.

Los criterios de evaluación a seguir para las actividades de la prueba global de evaluación son:

— **Prácticas de laboratorio:** En cada una de las prácticas se valorará la dinámica seguida para su correcta ejecución y funcionamiento, así como la problemática suscitada en su desarrollo, siendo el peso específico de este apartado del 30 % de la nota total de la práctica. El 70 % restante se dedicará a la calificación de la memoria presentada, es decir, si los datos exigidos son los correctos y se ha respondido correctamente a las cuestiones planteadas. La puntuación de cada práctica será de 0

a 10 puntos y nunca inferior a 5, ya que si no se considerará suspendida y habrá que repetirla, corrigiéndose aquello que no sea correcto. La calificación final del conjunto de las prácticas será la media aritmética de todas ellas.

— **Ejercicios, cuestiones teóricas y trabajos propuestos:** Se valorará su planteamiento y correcto desarrollo, la redacción y coherencia de lo tratado, así como la consecución de resultados y las conclusiones finales obtenidas. Se propondrá un trabajo pa desarrollar en las fechas indicadas que contribuirá con un 60 % de la nota total de la actividad, quedando el 40 % restante para la evaluación de las demás actividades, de manera equitativa, la puntuación irán de 0 a 10 puntos.

— **Examen escrito:** Consistirán en el típico examen escrito puntuado de 0 a 10 puntos. Se valorará el planteamiento y la correcta resolución, así como la justificación de la metodología empleada a la hora de resolver los ejercicios que lo componen. Constará de cinco ejercicios prácticos, el primero de ellos consistirá en la resolución de una línea de corriente continua, el segundo una línea de corriente alterna trifásica, el tercero de un transformador trifásico, el cuerpo de un motor de corriente continua y el quinto de un motor asíncrono trifáico. La contribución de cada uno de ellos a la nota total será la misma, es decir, el 20 %.

Actividades y recursos

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 marca su ritmo de aprendizaje en función de sus necesidades y disponibilidad, siguiendo las directrices marcadas por el profesor. La presente asignatura 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, unos 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:**
- 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:**
- 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:**
- 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:**
- 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.

5:

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 evaluatorias 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.unizar.es/index.php/secretaria/informacion-academica/districuciones-de-examenes>

Las pruebas 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 entre la primera y 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.

| | | |
|--------|-----------------|---|
| Tema 1 | Temario | <p>Corriente alterna trifásica senoidal.</p> <p>1.1 Introducción. 1.2 Sistema trifásico de fuerzas electromotrices. 1.3 Carga en un sistema trifásico. 1.4 Potencias. 1.5 Mejora del factor de potencia.</p> |
| | Guía de estudio | <p>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.</p> |
| Tema 2 | Temario | <p>Líneas de corriente continua.</p> <p>2.1 Introducción. 2.2 Consideraciones necesarias en el cálculo de una línea de corriente continua. 2.3 Determinación de la sección del conductor. 2.4 Clasificación de las líneas de corriente continua. 2.5 Líneas de sección uniforme. 2.6 Líneas de sección no uniforme.</p> |
| | Guía de estudio | <p>Conocimiento, comprensión y aplicación de los principios del cálculo de secciones en las líneas de corriente continua, sin dejar de lado otros aspectos influyentes relacionados con su diseño y dimensionamiento. Interpretación correcta del balance energético, estrechamente ligado al rendimiento energético resultante.</p> |
| Tema 3 | Temario | <p>Líneas de corriente alterna monofásica.</p> <p>3.1 Introducción. 3.2 Consideraciones necesarias en el cálculo de una línea monofásica. 3.3 Líneas monofásicas de carácter óhmico. 3.4 Líneas monofásicas de carácter óhmico-inductivo. 3.5 Determinación de la sección del conductor. 3.6 Estudio de los tipos de líneas monofásicas.</p> |
| | Guía de estudio | <p>Conocimiento, comprensión y aplicación de los principios del cálculo de secciones en las líneas de corriente alterna monofásica, sin dejar de lado otros aspectos influyentes relacionados con su diseño y dimensionamiento. Aplicación de circuitos equivalentes como vía de simplificación de su estudio.</p> |
| Tema 4 | Temario | <p>Líneas de corriente alterna trifásica.</p> <p>4.1 Introducción. 4.2 Consideraciones necesarias en el cálculo de una línea trifásica. 4.3 Líneas trifásicas de carácter óhmico. 4.4 Líneas trifásicas de carácter óhmico-inductivo. 4.5 Determinación de la sección del conductor. 4.6 Estudio de los tipos de líneas trifásicas.</p> |
| | Guía de estudio | <p>Conocimiento, comprensión y aplicación de los principios del cálculo de secciones en las líneas de corriente alterna trifásica, sin dejar de lado otros aspectos influyentes relacionados con su diseño y dimensionamiento. Elemento fundamental para el transporte y distribución de la energía eléctrica.</p> |
| Tema 5 | Temario | <p>Transformadores monofásicos.</p> <p>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.</p> |
| | Guía de estudio | <p>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.</p> |

| | | |
|--------|-----------------|--|
| Tema 6 | Temario | Transformadores trifásicos. 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. |
| | Guía de estudio | 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 conexiones en primarios y secundarios de transformadores trifásicos. |
| Tema 7 | Temario | Motores de corriente continua. 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 Conmutación. 7.8 Aspectos generales del motor de corriente continua. 7.9 Arranque. 7.10 Clasificación de los motores de corriente continua. 7.11 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. |
| | Guía de estudio | 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. |
| Tema 8 | Temario | Motores asíncronos trifásicos. 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 asíncrono trifásico. 8.6 Circuitos equivalentes. 8.7 Ensayos. 8.8 Balance de potencias. 8.9 Par de rotación. 8.10 Regímenes de funcionamiento de la máquina asíncrona. 8.11 Curvas características fundamentales eléctricas y mecánicas. 8.12 Arranque del motor asíncrono trifásico. 8.13 Regulación de la velocidad. |
| | Guía de estudio | Principio de funcionamiento, construcción y regímenes de funcionamiento de la máquina asíncrona. Aspectos destacables del motor asíncrono trifásico de jaula de ardilla y de rotor bobinado. Pruebas para la obtención de los parámetros característicos del motor asíncrono 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 Mecatrónica. 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 | Arranque directo de un motor asíncrono trifásico. Empleándose las metodologías siguientes: contacto permanente, impulso permanente, impulso inicial e impulso permanente o impulso inicial. |
| Práctica 2 | Inversión del sentido de giro de un motor asíncrono trifásico. Empleándose las metodologías siguientes: sin pasar por paro, pasando por paro y automática. |
| Práctica 3 | Arranque estrella-triángulo de un motor asíncrono trifásico. Empleándose las metodologías siguientes: manual y automática. |
| Práctica 4 | Medida de potencia y corrección del factor de potencia en un circuito monofásico. Ambas cuestiones serán aplicadas sobre un motor monofásico de fase partida. |
| Práctica 5 | Estudio de tensiones e intensidades en sistemas trifásicos. Medida de tensiones e intensidades en diferentes tipologías de cargas trifásicas. |
| Práctica 6 | Medida de potencia en sistemas trifásicos. Medidas de magnitudes eléctricas para diferentes configuraciones de sistemas trifásicos de tensiones alimentando a distintas tipologías de cargas trifásicas. |
| Práctica 7 | Ensayos de un transformador trifásico. 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 8 | Curvas características de un motor de corriente continua. 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 9 | Curvas características de un motor asíncrono trifásico. Obtención de las curvas características $n = f(M)$ y $M = f(n)$, de un motor asíncrono 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 Autotransformadores. Rectificadores Osciloscopios Cargas monofásicas y trifásicas Motores | |

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- 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 . - 5ª ed. México [etc.] : McGraw-Hill, cop. 2012
- Cortes Cherta, M.. Máquinas de corriente continua/ Manuel Cortés Cherta.. - 1ª edición Barcelona: Editores Técnicos Asociados,1994.
- Cortés Cherta, Manuel. Teoría general de máquinas eléctricas : (ingeniería industrial) / Manuel Cortés Cherta, Juan Corrales Martín, Alfonso Enseñat Badía. - 3ª edición Madrid : Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2002
- Cortés Cherta, M. La máquina eléctrica en general/Manuel Cortés Cherta.. 1ª edición. Barcelona:Editores Técnicos Asociados,1994
- Cortes Cherta, M.. Máquinas de corriente alterna asíncronas/Manuel Cortés Cherta.. - 1ª edición Barcelona:Editores Técnicos Asociados,1994
- Fraile Mora, J.. Líneas e instalaciones eléctricas/J. Fraile Mora . - 3ª edición Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Servicio de Publicaciones, 2002
- Fraile Mora, Jesús. Introducción a las instalaciones eléctricas / J. Jesús Fraile Mora . - 2a ed. Madrid : Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1996
- Fraile Mora, Jesús. Máquinas eléctricas / Jesús Fraile Mora . - 5ª 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 . - 2ª ed. Madrid : Cengage Learning Paraninfo, D. L. 2008
- Molero Yunta, J. C.. Problemas de corriente alterna. Tomo II, Sistemas trifásicos / J. C. Molero Yunta, R. Montoya Villena, A. Soler Botella Valencia : Editorial de la UPV, D.L. 2005
- Mujal Rosas, Ramón M.. Cálculo de líneas y redes eléctricas / Ramón M. Mujal Rosas . - 1ª ed., reimp. Barcelona : Edicions UPC, 2005
- 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?]
- Sanjurjo Navarro, Rafael. Máquinas eléctricas / Rafael Sanjurjo Navarro Madrid [etc.] : García Maroto, D.L. 2011
- Sanz Feito, Javier. Máquinas eléctricas / Javier Sanz Feito Madrid [etc.] : Prentice Hall, D.L. 2002
- Staff, E. E.. Circuitos magnéticos y transformadores / E.E. Staff [del M.I.T] Barcelona [etc.] : Reverté, 1965