

FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

| Datos de la asignatura | |
|------------------------|---|
| Nombre | Instrumentación eléctrica |
| Código | DIE-GITI-341 |
| Titulación | Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales |
| Curso | 3º |
| Cuatrimestre | Segundo |
| Créditos ECTS | 6 |
| Carácter | Optativa |
| Departamento | Departamento de Ingeniería Eléctrica |
| Área | Electrotecnia |
| Coordinador | Ignacio Egido |

| Datos del profesorado | |
|----------------------------------|--|
| Profesor de teoría y laboratorio | |
| Nombre | Ignacio Egido Cortés |
| Departamento | Departamento de Ingeniería Eléctrica |
| Despacho | D-312 |
| e-mail | egido@comillas.edu |
| Horario de Atención | De lunes a viernes entre las 12:00 y las 13:30 |

| Datos del profesorado | |
|-----------------------------------|--|
| Profesora de teoría y laboratorio | |
| Nombre | María Teresa Sánchez Carazo |
| Departamento | Departamento de Ingeniería Eléctrica |
| Despacho | D – 304 |
| e-mail | tsanchez@comillas.edu |
| Horario de Atención | De lunes a viernes entre las 12:00 y las 13:30 |

| Datos del profesorado | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Profesor de laboratorio | |
| Nombre | Gerardo Fernández Magester |
| Departamento | Departamento de Ingeniería Eléctrica |
| Despacho | D-301 |
| e-mail | gfernandez@icai.comillas.edu |
| Horario de Atención | Concertar cita por correo electrónico |

| Datos del profesorado | |
|-------------------------|---------------------------------------|
| Profesor de laboratorio | |
| Nombre | Rafael Collantes |
| Departamento | Departamento de Ingeniería Eléctrica |
| Despacho | D-301 |
| e-mail | racb@cesinel.com |
| Horario de Atención | Concertar cita por correo electrónico |

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura

Aportación al perfil profesional de la titulación

Esta asignatura entronca con otras asignaturas de la rama eléctrica, en particular con asignaturas más básicas como circuitos o electrotecnia, y asignaturas más avanzadas como máquinas eléctricas o instalaciones eléctricas. En este sentido, la asignatura pretende afianzar las capacidades y conocimientos adquiridos en asignaturas anteriores, preparar al alumno para asignaturas futuras y, además, capacitar al alumno en las competencias propias de esa asignatura.

Dentro de las competencias propias de la asignatura, el alumno adquiere aquí las relacionadas con las medidas de magnitudes eléctricas. Disponer de medidas de las magnitudes fundamentales es esencial para conocer y mejorar el funcionamiento de un sistema. Realizar estas medidas en las mejores condiciones posibles y al menor coste posible requiere conocer diferentes métodos e instrumentación, su funcionamiento, sus capacidades y limitaciones, etc. En particular, las capacidades para el diseño de circuitos específicos de medida, el manejo de aparatos de medida, el cálculo de incertidumbres y la realización de informes específicos del campo de las medidas eléctricas son competencias propias de esta asignatura. Por otra parte, el alumno adquiere también otros conocimientos específicos relacionados con el campo de las medidas eléctricas, como métodos específicos de medida de diferentes magnitudes eléctricas, funcionamiento y características de aparatos específicos de medida, problemática de la medida de cada una de las magnitudes, ventajas e inconvenientes de diferentes métodos para medir la misma magnitud, etc.

Prerrequisitos

Los requisitos previos necesarios para que un alumno pueda cursar adecuadamente la asignatura de instrumentación eléctrica son:

- capacidad de resolución de circuitos.
- conocimientos básicos de campos electromagnéticos aplicados a máquinas eléctricas.
- manejo de los aparatos de circuitos eléctricos sencillos.
- capacidad de montaje de circuitos sencillos.
- elaboración de informes de laboratorio sencillos.
- manejo de aplicaciones informáticas para la realización de tablas (por ejemplo, Excel) y gráficas (por ejemplo Excel o Matlab).

Competencias

Competencias básicas y generales

CG03 Conocimiento 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.

CG04 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.

Competencias específicas

CEN1 Conocimiento aplicado de electrotecnia.

CEN5 - Conocimiento aplicado de instrumentación electrónica.

Resultados de Aprendizaje

RA1. Conocer diferentes instrumentos de medida de magnitudes eléctricas, sus características, funcionamiento, limitaciones y manejo.

RA2. Utilizar diferentes instrumentos para la medida de magnitudes eléctricas habituales y de características magnéticas de los materiales.

RA3. Diseñar circuitos de medida que permitan obtener los resultados buscados con

| | |
|------|---|
| | los instrumentos disponibles. |
| RA4. | Evaluar las diferentes alternativas posibles para realizar una medida y elegir entre ellas la que permita obtener mejores resultados. |
| RA5. | Diseñar, montar y medir en el laboratorio diferentes magnitudes eléctricas y características magnéticas. |
| RA6. | Realizar ensayos de calibración de los aparatos de medida eléctrica más habituales. |
| RA7. | Conocer los problemas asociados al muestreo de señales temporales, y analizar los efectos y posibles mejoras en una medida determinada que utilice señales muestreadas. |
| RA8. | Analizar los resultados obtenidos de una medida y su adecuación a las necesidades. |

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

| Contenidos – Bloques Temáticos | |
|---|---|
| Teoría | |
| Tema 1: Regulación de tensiones e intensidades | |
| 1.1 | Regulación. Rango y resolución. |
| 1.2 | Regulación de tensiones en corriente continua y alterna. Fuentes regulables y VARIAC |
| 1.3 | Regulación de intensidades en corriente continua y alterna |
| Tema 2: Incertidumbre de medida | |
| 2.1 | Concepto de incertidumbre. Fuentes de incertidumbre |
| 2.2 | Incertidumbre de aparatos de valor, de medida analógicos y de medida digitales |
| 2.3 | Incertidumbre en medidas complejas |
| Tema 3: Medida de resistencias | |
| 3.1 | Medida por caída de tensión. |
| 3.2 | Medida por comparación |
| 3.3 | Puente de Wheatstone. |
| 3.4 | Aparatos de lectura directa. |
| Tema 4: Medida de resistencias pequeñas | |
| 4.1 | Medida por caída de tensión |
| 4.2 | Medida por comparación. |
| 4.3 | Aparato de medida directa. Miliohmímetro |
| Tema 5: Medida de resistencias de aislamiento | |
| 5.1 | Criterios de aislamiento correcto. Ratio de absorción dieléctrica (DAR). Índice de polarización (PI). |
| 5.2 | Medida con aparato de medida directa. Megaohmímetro |
| Tema 6: Medida de puestas a tierra | |
| 6.1 | Características de puestas a tierra |
| 6.2 | Medida de resistencia de puesta a tierra. Telurímetro. |
| Tema 7: Medida con osciloscopio | |
| 7.1 | Características del osciloscopio. |
| 7.2 | Medidas de fasores en componentes cartesianas y polares. |
| 7.3 | Sondas de tensión y corriente. |
| Tema 8: Medida de potencia y energía | |
| 8.1 | Medida de potencia. Vatímetro. Error sistemático. Convertidores de potencia |
| 8.2 | Medida de energía. Características de los contadores inteligentes. Función ICP. |
| Tema 9: Medida de reactancias | |
| 9.1 | Bobinas con núcleo de aire y núcleo ferromagnético. Condensadores. Características y modelo. |
| 9.2 | Medida de reactancias con voltímetro, amperímetro, vatímetro y osciloscopio. |

| |
|--|
| 9.3 Medida con aparato de medida directa. Medidor RLC. |
| Tema 10: Calibración |
| 10.1 Calibración de aparatos |
| 10.2 Ejemplo calibración de voltímetro |
| 10.3 Ejemplo calibración de contador de energía eléctrica |
| Tema 11: Muestreo y análisis de series temporales |
| 11.1 Muestreo. Problema de aliasing. Teorema de Nyquist. Filtrado analógico. Cuantización. |
| 11.2 Análisis en frecuencia. Transformada de Fourier. Fuga espectral y uso de ventanas. |
| Tema 12: Medida de características de materiales ferromagnéticos en corriente alterna |
| 12.1 Pérdidas por histéresis y por corrientes de Foucault. Curva de pérdidas en un material ferromagnético. Separación de pérdidas. |
| 12.2 Características dinámicas B–H y S–H |
| 12.3 Representación del ciclo dinámico. |
| Prácticas de Laboratorio |
| Práctica 1: Medida de resistencias |
| Práctica 2: Medida de resistencias pequeñas, de aislamiento y de puesta a tierra |
| Práctica 3: Medida con osciloscopio |
| Práctica 4: Medida de reactancias |
| Práctica 5: Contadores de energía |
| Práctica 6: Transformadores de medida |
| Práctica 7: Muestreo y análisis de series temporales |
| Práctica 8: Curva de pérdidas de un material ferromagnético |
| Práctica 9: Curvas características de materiales ferromagnéticos en AC |

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir el desarrollo de competencias propuesto las sesiones presenciales como las no presenciales promoverán la implicación activa de los alumnos en las actividades de aprendizaje.

Metodología Presencial: Actividades

1. **Lección expositiva:** exposición de los principales conceptos y procedimientos mediante la explicación por parte del profesor. Incluirá presentaciones dinámicas, pequeños ejemplos prácticos y la participación reglada o espontánea de los estudiantes.
2. **Resolución en clase de problemas propuestos:** resolución de unos primeros problemas para situar al alumno en contexto. La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa.
3. **Resolución en clase de problemas propuestos:** resolución de problemas que el alumno ha debido preparar previamente. La resolución correrá a cargo del profesor y los alumnos de forma cooperativa.
4. **Resolución grupal de problemas.** el profesor planteará pequeños problemas que los alumnos resolverán en pequeños grupos en clase y cuya solución discutirán con el resto de grupos.
5. **Prácticas de laboratorio.** se formarán grupos de trabajo que tendrán que realizar prácticas de laboratorio regladas o diseños de laboratorio. Las prácticas de laboratorio podrán requerir la realización de un trabajo previo de preparación y finalizar con la redacción de un informe de laboratorio o la inclusión de las distintas experiencias en un cuaderno de laboratorio.
6. **Tutorías** se realizarán en grupo e individualmente para resolver las dudas que se les planteen a los alumnos después de haber trabajado los distintos temas. Y también para orientar al alumno en su proceso de aprendizaje.

Metodología No presencial: Actividades

1. **Estudio individual** del material a discutir en clases posteriores. Actividad realizada individualmente por el estudiante cuando analiza, busca e interioriza la información que aporta la materia y que será discutida con sus compañeros y el profesor en clases posteriores.
2. **Estudio del material presentado en clase.** Actividad realizada individualmente por el estudiante repasando y completando lo visto en clase.
3. **Resolución de problemas prácticos** a resolver fuera del horario de clase por parte del alumno. El alumno debe utilizar e interiorizar los conocimientos aportados en la materia. La corrección con toda la clase se realizará por parte de alguno de los alumnos o el profesor según los casos. La corrección individualizada de cada ejercicio la realizará el propio alumno u otro compañero según los casos (método de intercambio). Resolución grupal de problemas y esquemas de los conceptos teóricos.
4. **Preparación de las prácticas de laboratorio.** Se formarán grupos de laboratorio que deberán preparar las prácticas antes de la sesión en el laboratorio. El trabajo de preparación consistirá en realizar los diseños que luego montarán en el laboratorio para llevar a cabo cada una de las medidas pedidas.
5. **Elaboración de los informes de laboratorio:** tras la sesión de laboratorio los alumnos elaborarán un informe en el que se recogerá el diseño y montaje realizados, las medidas de los aparatos, y los resultados y conclusiones obtenidos a partir de las medidas.

El objetivo principal del trabajo no presencial es llegar a entender y comprender los conceptos teóricos de la asignatura, así como ser capaz de poner en práctica estos conocimientos para resolver los diferentes tipos de problemas.

| RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO (aproximado) | | | |
|---|---|---|----------------------|
| HORAS PRESENCIALES | | | |
| Lección expositiva | Resolución de problemas | Prácticas laboratorio | Evaluación |
| 15 | 15 | 27 | 3 |
| HORAS NO PRESENCIALES | | | |
| Trabajo autónomo sobre contenidos teóricos | Trabajo autónomo sobre contenidos prácticos | Realización de trabajos en equipo relacionados con el laboratorio | |
| 25 | 35 | 60 | |
| CRÉDITOS ECTS: | | | 6 (180 horas) |

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

| TEORÍA (50/100) | | |
|--|--|-------------|
| Actividades de evaluación | Criterios de evaluación | PESO |
| Pruebas de seguimiento | <ul style="list-style-type: none"> - Comprensión de conceptos. - Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos. - Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas. - Presentación y comunicación escrita. | 40% |
| Examen Final | <ul style="list-style-type: none"> - Comprensión de conceptos. - Aplicación de conceptos a la resolución de problemas prácticos. - Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas. - Presentación y comunicación escrita. | 60% |
| LABORATORIO (50/100) | | |
| Actividades de evaluación | Criterios de evaluación | PESO |
| Preparación | <ul style="list-style-type: none"> - Diseño completo de esquema de medida - Comunicación oral, razonamiento y justificación - Juicio crítico | 30% |
| Informe escrito de la práctica realizada | <ul style="list-style-type: none"> - Análisis crítico de los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio. - Presentación y comunicación escrita. | 30% |
| Examen Final | <ul style="list-style-type: none"> - Capacidad para el montaje de un esquema de medida - Manejo de aparatos y realización de medidas - Análisis crítico de los resultados obtenidos - Presentación y comunicación escrita | 40% |
| Para hacer media entre teoría y laboratorio hay que obtener, al menos, una puntuación de 5 sobre 10 en cada parte. | | |

CALIFICACIONES

Calificaciones

Convocatoria ordinaria

- **Nota Total:** 50% Teoría + 50% Laboratorio.
- **Teoría** (sobre 100%): 10% preguntas en clase, 30% prueba de seguimiento, 60% examen final. Las preguntas en clase y la prueba de seguimiento se realizarán en horas de clase.
- **Laboratorio** (sobre 100%): 30% preparación, 30% informes de los ensayos, 40% examen práctico final.
- Para aprobar la asignatura se exige una **nota mínima de 5 en teoría y laboratorio**. Si se aprueba una parte y se suspende otra, en el acta figurará la calificación de la parte suspendida y se guardará la calificación de la parte aprobada hasta la convocatoria extraordinaria.

Convocatoria Extraordinaria

- **Nota Total:** 50% Teoría + 50% Laboratorio
- **Teoría** (sobre 100%): 10% preguntas en clase, 90% examen convocatoria extraordinaria.
- **Laboratorio** (sobre 100%): 60% calificación que obtuvo el alumno en su **evaluación continua** del laboratorio (30% preparación + 30% informes de los ensayos), 40% examen convocatoria extraordinaria.

Para aprobar la asignatura se exige una **nota mínima de 5 en teoría y laboratorio**. Si se aprueba una parte y se suspende otra, en el acta figurará la calificación de la parte suspendida. Si se repite la asignatura no se conservará la nota de la parte aprobada, si se diera el caso.

La falta de asistencia a más del 15% de las clases de teoría podrá provocar la pérdida del derecho a presentarse al examen de la convocatoria ordinaria.

La falta de asistencia a más del 15% de las sesiones de laboratorio provocará la pérdida del derecho a presentarse a los exámenes tanto de la convocatoria ordinaria como de la extraordinaria.

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Cada semana puede tener actividades presenciales y no presenciales asociadas a los diferentes temas de teoría y al laboratorio. Las actividades no presenciales correspondientes a los temas de teoría consisten en el estudio y revisión del tema correspondiente y en la realización de ejercicios. Las actividades no presenciales correspondientes a las prácticas de laboratorio consisten en la preparación de la práctica y en la realización del informe. En la siguiente tabla se detallan las horas asignadas en cada semana para cada una de estas actividades.

| Semana | Teoría | | | Laboratorio | | |
|--------|------------|------------|---------------|-------------|------------|---------------|
| | Tema | Presencial | No presencial | Práctica | Presencial | No presencial |
| 1 | 1, 2 | 4 | 8 | | | |
| 2 | 2, 3 | 2 | 4 | P1 | 2 | 4 |
| 3 | 4, 5, 6 | 2 | 4 | P1 | 2 | 4 |
| 4 | 7 | 2 | 4 | P2 | 2 | 4 |
| 5 | 8, 9 | 3 | 6 | P3 | 1 | 2 |
| 6 | 9 | 1 | 2 | P3, P4 | 3 | 6 |
| 7 | Ejemplos | 2 | 2 | P4 | 2 | 4 |
| 8 | Ex. Inter. | 1 | 4 | | | 0 |
| 9 | 8, 10, 11 | 3 | 6 | P5 | 1 | 2 |
| 10 | 10 | 1 | 2 | P5, P6 | 3 | 6 |
| 11 | 11 | 1 | 2 | P6, P7 | 3 | 6 |
| 12 | 12 | 2 | 4 | P7 | 2 | 4 |
| 13 | 12 | 2 | 4 | P8 | 2 | 4 |
| 14 | Ejemplos | 1 | 2 | P9 | 3 | 6 |
| 15 | | | | Examen | 4 | 4 |
| Examen | | 3 | 10 | | | |
| Total | | 30 | 64 | 0 | 30 | 56 |

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

- Chacón, Francisco J., Medidas eléctricas para ingenieros, Colección ingeniería, Universidad Pontificia Comillas, 2007.

Bibliografía Complementaria

- Webster, John G., Electrical Measurement, Signal Processing and Displays, CRC press, 2004.
- Tumanski, S., Principles of electrical measurement, Taylor & Francis, 2006.

Moodle

- Información general del curso.
- Resúmenes de los diferentes temas.
- Ejercicios propuestos con solución.
- Información general del laboratorio (calendario de prácticas, grupos, etc).
- Guiones de prácticas de laboratorio.
- Problemas de examen con solución.