

FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre	Instrumentación eléctrica
Código	AES11
Titulación	Grado en Ingeniería Electromecánica
Curso	4º
Cuatrimestre	1º
Créditos ECTS	4.5 ECTS
Carácter	Optativa
Departamento	Departamento de Electrotecnia y Sistemas
Área	Electrotecnia
Universidad	Comillas
Horario	
Profesores	Ignacio Egido, Teresa Sánchez
Descriptor	Medidas eléctricas, instrumentación eléctrica

Datos del profesorado	
Coordinador de la teoría, laboratorio y profesor	
Nombre	Ignacio Egido
Departamento	Departamento de Electrotecnia y Sistemas
Despacho	D – 312
e-mail	egido@comillas.edu
Teléfono	
Tutorías	De lunes a viernes

Datos del profesorado	
Profesor de laboratorio	
Nombre	Teresa Sánchez
Departamento	Departamento de Electrotecnia y Sistemas
Despacho	D – 304
e-mail	tsanchez@comillas.edu
Teléfono	
Tutorías	De lunes a viernes

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

Se presentan aquí los requisitos previos necesarios para que un alumno pueda cursar adecuadamente la asignatura de instrumentación eléctrica. Para cada requisito se incluye la asignatura en la que el alumno consigue la competencia correspondiente y se señala brevemente por qué dicha competencia es necesaria:

- capacidad de resolución de circuitos (circuitos eléctricos, electrotecnia): en la asignatura se realizarán diseños de circuitos eléctricos. Para ser capaz de realizar los diseños es necesario un conocimiento previo de su resolución. Además, se deberá conocer la influencia que los cambios en parámetros y elementos del circuito tienen en su comportamiento.
- conocimientos básicos de campos electromagnéticos aplicados a máquinas eléctricas (campos electromagnéticos, máquinas eléctricas): en la asignatura se realizarán medidas de características de materiales magnéticos que se utilizan en las máquinas eléctricas. Para poder realizar estas medidas se necesita tener conocimientos de campos electromagnéticos y, en particular, de su aplicación en el ámbito de las máquinas eléctricas (transformadores, generadores, motores, etc.)
- manejo de los aparatos de circuitos eléctricos sencillos (laboratorio de electrotecnia): en la asignatura se utilizarán diferentes aparatos de medida de magnitudes eléctricas. Se supone que el alumno ya ha manejado algunos aparatos sencillos de este tipo, lo que favorece la profundización en el manejo y comprensión de estos mismos aparatos, y facilita el de aparatos diferentes y más complejos.
- capacidad de montaje de circuitos sencillos (laboratorio de electrotecnia): en la asignatura se realizarán diferentes montajes de circuitos eléctricos. Para poder abordar el montaje de estos circuitos, se supone que el alumno ya es capaz de montar un circuito sencillo, realizar adecuadamente las conexiones necesarias y realizar medidas con el circuito en funcionamiento.
- cálculo de precisión en la medida de aparatos (laboratorio de electrotecnia): los diseños que se realizarán en la asignatura deberán permitir realizar las medidas en las mejores condiciones posibles y, por tanto, obtener los resultados con la mejor precisión posible. El cálculo de la precisión de cada medida con los aparatos ya conocidos se supondrá

también conocida previamente.

– elaboración de informes de laboratorio sencillos (laboratorio de electrotecnia): en el laboratorio de la asignatura se deberá elaborar un informe de cada una de las prácticas realizadas. Aunque se profundizará en la correcta realización de uno de estos informes, se supondrá la capacidad de realizar un informe sencillo.

– manejo de aplicaciones informáticas para la realización de tablas (por ejemplo, Excel) y gráficas (por ejemplo Excel o Matlab): muchas de las medidas realizadas en el laboratorio de la asignatura requerirán de su presentación en tablas y gráficas. Por tanto, se supondrá que el alumno es capaz de manejar aplicaciones informáticas para realizar tablas y gráficas sencillas.

Competencias - Objetivos

Competencias Genéricas del título-curso

CG3. 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.

CG4. 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.

CG5. Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

CG6. Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

CG11. Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

Competencias específicas de Tecnología Eléctrica

CEE3. Capacidad para el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de baja y media tensión.

CEE4. Capacidad para el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de alta tensión.

Resultados de Aprendizaje

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.

RA1. Comprender los objetivos que se persiguen cuando se realiza una medida y las necesidades particulares de cada medida: antes de realizar cualquier medida es necesario tener claro qué es lo que se quiere medir, en qué condiciones y cuál es el objetivo buscado. De esta forma es posible acometer el diseño del montaje y la medida de la forma más adecuada.

RA2. Comprender la problemática relacionada con la incertidumbre de medida: todas las medidas incurren en una cierta incertidumbre, que depende de multitud de factores. En particular, los más sencillos son los relacionados con las

características particulares de cada aparato de medida.

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.

- RA3. Diseñar el método más adecuado para realizar una determinada medida teniendo en cuenta los aparatos disponibles. El objetivo de cualquier medida es siempre obtener el mejor resultado posible. Para ello es fundamental realizar el mejor diseño posible. Cuando se realiza un diseño, lo habitual es seguir al menos los siguientes pasos: (i) evaluar los diferentes métodos posibles para la realización de la medida, y, para cada método, (ii) distinguir entre los aparatos que influyen en la calidad de la medida y aquellos que sólo se utilizan por seguridad, (iii) elegir los aparatos más adecuados de los disponibles para utilizar en la medida, (iv) determinar los alcances y valores que se utilizarán en todos los aparatos, (v) comprobar la viabilidad de uso de los aparatos propuestos y (vi) analizar los resultados esperados con cada método. Una vez analizados los diferentes métodos se procederá a (vii) comparar las ventajas e inconvenientes de cada método teniendo en cuenta los aparatos elegidos, (viii) elegir el método más adecuado de entre los analizados. En la asignatura se realizarán multitud de diseños para la medida de diferentes magnitudes y, para cada uno de ellos, se seguirán los pasos señalados anteriormente.
- RA4. Justificar las decisiones tomadas para la elección del método y los aparatos. Cuando se debe presentar los resultados de una medida, es necesario indicar también el procedimiento utilizado. Por tanto, se deberá justificar qué procedimiento se ha utilizado, qué aparatos se han elegido, en qué condiciones se ha realizado el ensayo, qué alcances se han utilizado, etc. Ser capaz de justificar adecuadamente todos estos aspectos es fundamental para presentar la bondad de la medida realizada. Aprovechando los diferentes diseños que se realizan en la asignatura, se trabajarán también las competencias relacionadas con la adecuada justificación de las decisiones tomadas en el diseño.
- RA5. Analizar los resultados obtenidos determinando si son coherentes con lo esperado. Una vez realizada una medida, otra tarea fundamental es la de analizar los resultados obtenidos y compararlos con los resultados esperados. Esta comparación mostrará si los resultados son coherentes con lo esperado y, por tanto, si la medida obtenida es adecuada. Además, permite también extraer las conclusiones pertinentes a partir de los resultados obtenidos. En la asignatura, siempre que se realice un ensayo se determinarán previamente los valores esperados en las medidas y, una vez realizada la medida, se analizarán los resultados, se comprobará si son coherentes y se obtendrán las conclusiones derivadas de estos resultados.
- RA6. Estimar las medidas esperadas en el ensayo. Como se ha señalado anteriormente, una de las bases para realizar cualquier diseño es ser capaz de determinar de antemano las medidas esperadas en un determinado ensayo. En todos los ensayos que se realizarán en la asignatura se deberán determinar previamente las medidas esperadas.
- RA7. Realizar el montaje del circuito diseñado: una vez realizado el diseño para realizar una determinada medida, es necesario realizar el montaje del circuito para poder realizar dichas medidas. Este montaje se debe realizar de forma cuidadosa de modo que, por una parte, se evite poner en riesgo los diferentes aparatos del esquema y, por otra parte, el montaje contribuya a mejorar la calidad de la medida. En el laboratorio de la asignatura se realizarán multitud de montajes de

esquemas previamente diseñados de forma que el alumno sea capaz al finalizar la asignatura de realizar montajes adecuados.

- RA8. Obtener las medidas necesarias a partir de las lecturas de los aparatos: una vez realizado el montaje es necesario realizar las medidas con los aparatos. Cada aparato tiene sus propias características y requiere unos ciertos cuidados al realizar la medida. En el laboratorio de la asignatura se tomarán medidas en aparatos de diferente tipo para trabajar esta competencia.
- RA9. Calcular el resultado buscado a partir de los valores medidos en el ensayo: una vez realizadas las medidas en un determinado ensayo es necesario calcular a partir de ellas el resultado final deseado, que en algunas ocasiones puede ser directamente alguna de las medidas realizadas pero que en muchas otras ocasiones requerirá de la realización de cálculos posteriores. Además, muchas veces el resultado final se puede obtener mediante cálculos diferentes, siendo unos más adecuados que otros no sólo atendiendo a la simplicidad de los cálculos, sino a la calidad del resultado final obtenido. En todos los ensayos que se realicen en la asignatura se obtendrán las medidas de los aparatos y, a partir de ellas, se calcularán los resultados necesarios. Además, cuando el resultado se pueda obtener mediante varios cálculos diferentes, se pondrá un énfasis especial en la elección del cálculo más adecuado para obtener el resultado final con la mejor calidad posible.
- RA10. Determinar la incertidumbre del resultado obtenido: según se ha indicado anteriormente, todas las medidas que se realizan tienen una determinada incertidumbre que depende de los aparatos utilizados y de la forma de realizar la medida. Esta incertidumbre debe ser calculada para el resultado final de la medida realizada. En la asignatura siempre que se obtenga un resultado se calculará también su incertidumbre asociada.
- RA11. Realizar un informe en el que se presente claramente el ensayo realizado: el informe correspondiente a la realización de un determinado ensayo incluirá siempre el objetivo del ensayo, el esquema de medida, los aparatos y alcances utilizados y la justificación de las elecciones realizadas, las medidas obtenidas, los resultados calculados a partir de ellas con su incertidumbre, y las conclusiones que se extraen de los resultados obtenidos. En todos los ensayos que se realizan en el laboratorio de la asignatura el alumno debe elaborar un informe en el que se presente de forma clara y detallada toda la información relacionada con el ensayo. De esta forma el alumno trabaja las competencias relacionadas con la redacción de informes en general (presentación de información, tablas, gráficas, conclusiones) y de informes de medidas eléctricas en particular.
- RA12. Actitud crítica con los resultados obtenidos: cuando se realiza una medida eléctrica, igual que en cualquier otra faceta, se debe ser siempre crítico con los resultados que se obtienen, de forma que se debe siempre tener presente qué resultados son los esperados, que rango de valores es posible y qué valores están fuera de lo habitual y, por tanto, pueden ser debidos a errores. En la asignatura, según se ha señalado anteriormente, se debe siempre determinar previamente el valor esperado de cualquier medida y, una vez realizada esta, se debe comparar el valor esperado con el obtenido para determinar si el resultado se considera adecuado. Además, si se detecta algún resultado no esperado, se analizarán las posibles causas y, si es necesario y una vez solventado el posible error o errores, se repetirá la medida hasta obtener un resultado correcto. De esta forma el alumno se acostumbra a analizar todos los resultados que va obteniendo

y, por tanto, se fomenta la actitud crítica frente a los resultados que se obtienen.

Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.

RA13. Conocer diferentes métodos de medida de resistencias, condensadores, autoinducciones, inducciones mutuas, tensiones, intensidades y potencias: existen gran cantidad de magnitudes eléctricas diferentes que es necesario medir y, para cada una de ellas, existen siempre varios métodos de medida, cada uno con sus ventajas, inconvenientes y particularidades. En la asignatura se tratarán diferentes métodos para realizar medidas de resistencias, capacidades, autoinducciones, inducciones mutuas, tensiones, intensidades y potencias.

Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.

RA14. Comprender las necesidades y métodos de calibración de aparatos: para poder garantizar que las medidas realizadas con un determinado aparato son correctas es necesario que el aparato esté calibrado. En la asignatura se tratará el concepto de calibración de aparatos y algunos métodos sencillos de calibración.

RA15. Concluir el cumplimiento de un aparato con sus especificaciones: el objetivo de la calibración de un determinado equipo de medida es siempre determinar si el aparato cumple o no con sus especificaciones. Por tanto, una vez realizado un ensayo de calibración es necesario determinar si los resultados del ensayo muestran que el aparato cumple o no cumple con sus especificaciones. De esta forma, en todos los ensayos de calibración que se realicen en la asignatura, y una vez obtenidas las medidas del ensayo, se concluirá a partir de ellas si el aparato cumple o no con sus especificaciones.

Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

RA16. Conocer la normativa relacionada con las especificaciones de precisión de aparatos, tanto los de medida directa como los aparatos de relación (transformadores).

Capacidad para el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de baja y media tensión.

RA17. Conocer los métodos de medida de características magnéticas tanto estáticas como dinámicas: todas las máquinas eléctricas utilizan materiales ferromagnéticos, por lo que es necesario realizar medidas para determinar las características de funcionamiento de este tipo de materiales. En la asignatura se medirán tanto características estáticas como dinámicas de estos materiales.

Capacidad para el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de alta tensión.

RA18. Comprender la problemática asociada a los transformadores de medida y su contrastación: en muchas medidas de magnitudes eléctricas, y en particular en medidas en alta y media tensión, es necesario utilizar transformadores de medida de tensión o intensidad, que adaptan la magnitud eléctrica a medir a los valores que permiten los aparatos de medida. En la asignatura se tratarán las características, forma de uso y limitaciones de los transformadores de tensión e intensidad.

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos
Teoría
Tema 1: Incertidumbre de medida
1.1 Concepto de incertidumbre. Fuentes de incertidumbre 1.2 Incertidumbre de aparatos de valor, analógicos y digitales 1.3 Incertidumbre en medidas complejas
Tema 2: Regulación de tensiones e intensidades
2.1 Regulación. Rango y resolución. 2.2 Regulación de tensiones en corriente continua y alterna. Fuentes regulables y VARIAC 2.3 Regulación de intensidades en corriente continua y alterna
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 aislamiento. 5.2 Medida con aparato de lectura 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 reactancias
8.1 Bobinas con núcleo de aire y núcleo ferromagnético. Características y modelo. Condensadores. Características y modelo. 8.2 Medida en continua y alterna, con voltímetro y amperímetro 8.3 Medida con voltímetro, amperímetro y vatímetro.
Tema 9: Transformadores de medida
9.1 Características. Error de relación y ángulo. Clase de precisión. Potencia de precisión. 9.2 Medida con transformadores de tensión e intensidad. 9.3 Calibración de transformadores de medida.
Tema 10: Muestreo y análisis de series temporales
10.1 Muestreo. Problema de aliasing. Teorema de Nyquist. Cuantización. 10.2 Análisis en frecuencia. Espectro de potencia de la señal.
Tema 11: Medida de características de materiales ferromagnéticos en corriente alterna
11.1 Pérdidas por histéresis y por corrientes de Foucault. Curva de pérdidas en un material ferromagnético. Separación de pérdidas. 11.2 Características dinámicas B–H y S–H 11.3 Representación del ciclo dinámico.
Prácticas de Laboratorio
Práctica 1: Regulación e incertidumbres Práctica 2: Medida de resistencias Práctica 3: Medida de resistencias pequeñas, de aislamiento y de puesta a tierra Práctica 4: Medida con osciloscopio

Práctica 5: Medida de reactancias

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. Previa a las sesiones teóricas se podrán realizar pequeñas pruebas para evaluar el trabajo no presencial de los alumnos.
2. **Resolución en clase de problemas ejemplo:** resolución de algún problema clave 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. Las prácticas de laboratorio requerirán de la realización de un trabajo previo de preparación y finalizarán con la redacción de un informe 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 del material previo a la clase:** actividad realizada individualmente por el alumno que, previamente a la clase, preparará los contenidos de la siguiente clase. Los alumnos dispondrán de la documentación necesaria para realizar este estudio previo.
2. **Estudio del material presentado en clase:** actividad realizada individualmente por el estudiante repasando y completando lo visto en clase.
3. **Resolución de problemas propuestos:** el alumno resolverá de forma individual los problemas propuestos que luego serán comentados en clase.
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 de luego montarán en el laboratorio para realizar 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 entender y comprender los conceptos

de la asignatura, que sólo pueden alcanzarse mediante el trabajo del alumno.

RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO (aproximado)			
HORAS PRESENCIALES			
Lección magistral	Resolución de problemas	Prácticas laboratorio	Evaluación
12	12	18	3
HORAS NO PRESENCIALES			
Teoría estudio previo (TPRE)	Teoría estudio posterior (TPOS)	Laboratorio preparación (LPRE)	Laboratorio informe (LINF)
31	17	33	9
CRÉDITOS ECTS:			4.5 (135 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"> - Lectura previa de las guías de la práctica. - 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.

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

Cada semana puede tener actividades de tres tipos: trabajo presencial en el aula (Teoría), trabajo presencial en el laboratorio (Laboratorio) y trabajo no presencial (No presencial). Dentro del trabajo no presencial, se distinguen 4 tipos de actividades: trabajo previo a la sesión en el aula (TPRE), trabajo posterior a la sesión en el aula (TPOS), preparación del laboratorio (LPRE) y realización del informe de los ensayos del laboratorio (LINF).

Semana	Presencial				No presencial			
	Teoría		Laboratorio		TPRE	TPOS	LPRE	LINF
	Tema	Horas	Practica	Horas				
1	1, 2, 3	3			3	3		
2	3	1	P1	2	1	1	3	1
3	4, 5	1	P2	2	1	1	3	1
4	6	1	P3	2	1	1	3	1
5	7, 8	3			3	3		
6	8	1	P4	2	1	1	3	1
7	9	1	P5	2	1	1	3	1
8	9	1	P6	2	1	1	3	1
9	10	3			3	3		
10	11	1	P7	2	1	1	3	1
11	11	1	P8	2	1	1	3	1
12	Problemas	1	P9	2	2		3	1
13	Problemas	3			6			
14			Examen	3			6	
15	Repaso	3			6			
Total		24		21	31	17	33	9
	Total presencial: 45				Total no presencial: 90			

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.

Portal de recursos de la asignatura en la universidad

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