



Asignatura: Instrumentación científica y control
Código: 30604
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología
Nivel: Máster
Tipo: Asignatura optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

ASIGNATURA / COURSE TITLE

Instrumentación científica y control / [Scientific instrumentation and control](#)

1.1. Código / Course number

30604

1.2. Materia / Content area

Temas avanzados de física de la materia condensada y de nanotecnología/[Advanced topics on Condensed Matter Physics and Nanotechnology](#)

1.3. Tipo / Course type

Formación optativa / [Elective subject](#)

1.4. Nivel / Course level

Máster / [Master \(second cycle\)](#)

1.5. Curso / Year

1º/1st

1.6. Semestre / Semester

2º trimestre / [2nd trimester](#)

1.7. Número de créditos / Credit allotment

4 ECTS

1.8. Requisitos previos / Prerequisites

Para cursar esta asignatura se requiere dominar los conceptos básicos en electricidad y magnetismo, además de los requisitos generales del máster. Y disponer de nociones sobre el uso de ordenadores y un nivel de inglés que permita al alumno leer bibliografía de consulta / [To follow this subject, a good background in electromagnetism, as well as the general requirements to the master are requested. Students must have a suitable level of English to read references in english.](#)



Asignatura: Instrumentación científica y control
Código: 30604
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología
Nivel: Máster
Tipo: Asignatura optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

1.9. Requisitos mínimos de asistencia a las sesiones presenciales / **Minimum attendance requirement**

La asistencia es obligatoria / [Attendance is mandatory](#)

1.10. Datos del equipo docente / **Faculty data**

Docente / [Lecturer](#) (Coordinador)

Jesús Álvarez Alonso

Departamento de Física de la Materia Condensada / [Department of Condensed Matter Physics](#)

Facultad de Ciencias / [Faculty of Science](#)

Despacho 503 Módulo 03 / [Office 503 Module 03](#)

Teléfono / [Phone](#): +34 91 497 3048

Correo electrónico / [Email](#): jesus.alvarez@uam.es

Página web / [Website](#):

Horario de atención al alumnado / [Office hours](#):

1.11. Objetivos del curso / **Course objectives**

El objetivo de este curso es que los estudiantes adquieran un conocimiento básico de los diferentes aspectos involucrados en el planteamiento y realización de experimentos científicos. Desde el diseño del experimento en sí, hasta la elección del tipo de instrumentos a utilizar, el cableado necesario y óptimo para la transmisión de las señales requeridas, y el método y equipo necesario para realizar el control del experimento mediante el uso de ordenadores. Se presta especial atención a las peculiaridades experimentales en el campo de materia condensada a la nanoescala. / [The aim of this course is to provide the students with a basic knowledge of the different aspects involved in the planning and development of a scientific experiment. From the design of the experiment itself, to the choices of the kind of instruments to be used, the wiring that is required to obtain optimum performances, and the method and equipment required in order to produce computer-controlled experiments. The course has a special focus on condensed matter physics at the nanoscale.](#)

1.12. Contenidos del programa / **Course contents**

1. Planteamiento de experimentos científicos

- Fenómeno a estudiar. Magnitudes que se desean medir. Parámetros que se desean controlar y variar. Método y técnicas experimentales a utilizar. Diseño de un sistema experimental: SPM a bajas temperaturas.

- Medida de magnitudes físicas. Sensores y transductores: medir y aplicar voltajes y corrientes. Estimación de la magnitud de las señales de trabajo.



Asignatura: Instrumentación científica y control
Código: 30604
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología
Nivel: Máster
Tipo: Asignatura optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

2. Instrumentos científicos de medida y control

- Características de los instrumentos científicos. Aspectos generales: precisión, exactitud, calibración, velocidad, rango, versatilidad, especificidad. Aspectos específicos de algunos instrumentos: fuentes de corriente y voltaje, multímetro, osciloscopio, amplificador lock-in, puente de capacidades, puente de resistencias, controlador de temperatura.
- Sistemas experimentales en los laboratorios del Departamento: Bajas Temperaturas. Nuevas Microscopías. Superficies.

3. Adquisición de datos con ordenador

- Introducción. Señales analógicas y digitales. Sensores y transductores. Acondicionamiento de señales. Hardware y software.
- Tarjetas de adquisición de datos. Convertidores A/D: resolución, rango dinámico y precisión. Muestreo de señales analógicas: aliasing y teorema de Nyquist. Convertidores D/A (DAC). Señales digitales I/O. Contadores.
- Comunicaciones y protocolos. Comunicaciones en serie: el estándar RS-232. Comunicaciones en paralelo: el estándar IEEE 488. Comunicaciones mediante USB.

4. Sistemas de control

- Sistemas de control. Introducción y ejemplos de sistemas de control. Control en lazo abierto y en lazo cerrado. Tipos de controladores: on-off, proporcional, en derivada, integral, PID.
- Introducción elemental al modelado matemático de control de sistemas dinámicos. Sistemas dinámicos. Ecuaciones diferenciales. Transformadas de Laplace. Función de transferencia y de respuesta impulso. Respuesta en frecuencia. Gráficas de Bode. Diagramas de Nyquist.
- Sistemas de control en tiempo discreto. Análisis y modelado de sistemas de control digital. La transformada z. Análisis en el plano z de sistemas de control en tiempo discreto. Diseño de sistemas de control en tiempo discreto. Ejemplos y aplicaciones a controladores digitales para microscopía de efecto túnel (STM) y de fuerzas (AFM).

5. Componentes eléctricos y electrónicos

- Componentes pasivos: Resistencias condensadores. Líneas de transmisión: Impedancia. Filtros
- Componentes activos: Diodos. Concepto de transistor. FET.
- Fuentes de alimentación: Reguladores
- Amplificadores: Amplificador operacional. Realimentación, estabilidad y oscilación. Detección de señal, detección y conteo de pulsos.
- Electrónica digital básica, conexión con el mundo analógico. Convertidores analógico digital. Convertidores digital analógico. Conteo de eventos.

6. Filtrado y calidad de señales eléctricas

- Filtros pasivos. Paso bajo y paso alto. Paso banda.
- Señal en líneas de transmisión.
- Tierra y apantallamiento eléctrico. Interferencia electromagnética. Acoplamiento capacitivo e inductivo.
- Señal y ruido. Relación señal/ruido. Promediado de señal. Detección en fase, el amplificador lock-in. Técnicas de Fourier.



Asignatura: Instrumentación científica y control
Código: 30604
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología
Nivel: Máster
Tipo: Asignatura optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

1. Design of scientific experiments

- Studied phenomena and magnitudes. Methods and techniques.
- Measurement in physics. Sensors and transducers.

2. Instruments for measurement and control

- Characteristics, performances and general aspects. Specificities of the different instruments.
- Experimental systems at the Condensed Matter Department.

3. Computer based data acquisition

- Analog & digital signals. Sensors and transducers. Signal conditioning. Hardware & software.
- Data acquisition cards. ADC and DAC. Digital I/O. Counters.
- Communication protocols. Serial: RS-232, USB. Parallel: IEEE 488.

4. Control systems

- Open and closed loop. Types: on-off, PID.
- Mathematical models in dynamic systems. Laplace transform. Transfer and response functions. Bode and Nyquist graphs.
- Discrete time control systems. Modelling. z transform. Application to STM and AFM systems.

5. Electric and electronic components.

- Passive components. Active components. Diodes, transistors and FET.
- Power sources.
- Amplifiers. Operational amplifier. Feedback. Signal detection.
- Basic digital electronics. ADC and DAC.

6. Signal conditioning.

- Passive filters. Low, high and band pass filters.
- Transmission lines.
- Ground and shielding. Interferences. Capacitive and inductive couplings.
- Signal and noise. Phase detection. Lock-in amplifier. Fourier techniques.

1.13. Referencias de consulta / Course bibliography

Tesis Doctorales del Departamento de Física de la Materia Condensada, UAM.

Manuales de instrumentos científicos (Keithley, Tektronix, HP, Stanford Research, National Instruments, Lakeshore, etc)



Asignatura: Instrumentación científica y control
Código: 30604
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología
Nivel: Máster
Tipo: Asignatura optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

Libros-Guía de Keithley:

- Understanding New Developments In Data Acquisition, Measurement, And Control.
- Low level measurement.
- Data acquisition and control handbook.

BOLTON, W.: Instrumentation and Control Systems, Newnes, Oxford (2004).

DORF, RICHARD; BISHOP, ROBERT H.: Sistemas de control moderno, Pearson Educación, Madrid (2005) (10ª edición).

FRANKLIN, GENE F.; POWELL, J. DAVID; EMAMI-NAEINI, ABBAS: Feedback Control of Dynamic Systems, Addison-Wesley, Reading (1988).

OGATA, K.: Ingeniería de control moderna, Pearson Educación, Madrid (2003) (4ª edición).

OGATA, K.: Sistemas de control en tiempo discreto, Pearson, México (1996) (2ª edición).

PARK, J.; MACKAY, S.: Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems, Newnes, Oxford (2003).

PROAKIS, JOHN G.; MANOLAKIS, DIMITRIS G.: Tratamiento digital de señales, Pearson Educación, Madrid (2007) (4ª edición).

Moore, Davis, Coplan: Building Scientific Apparatus Instruments, Addison-Wesley.

Paul Horowitz, Winfield Hill The art of electronics. Cambridge University Press.

2. Métodos docentes / Teaching methodology

- Clase magistral en grupo (con proyector y pizarra) / [Standard group lectures \(with beam projector and blackboard\)](#)
- Seminarios / [Seminars](#)
- Página web de la asignatura / [Course web page](#)
- Aprendizaje basado en problemas (trabajo personal y resolución conjunta en clase) / [Learning based on problems \(personal work and joint discussions at the classroom\)](#)
- Trabajo práctico de diseño y desarrollo de un experimento controlado por ordenador / [Practical work of design and development of a computer controlled experiment.](#)
- Tutorías individuales a petición del alumno / [Personal tutorials after student request](#)



Asignatura: Instrumentación científica y control
Código: 30604
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología
Nivel: Máster
Tipo: Asignatura optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

3. Tiempo de trabajo del estudiante / **Student workload**

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teóricas	34 h (%)	40%
	Clases prácticas		
	Seminarios	4 h (%)	
	Presentación de los trabajos finales	2 h (%)	
No presencial	Resolución de problemas planteados	5 h (%)	60%
	Estudio semanal (4 horas x 10 semanas)	40 h (%)	
	Preparación del trabajo final	15 h (%)	
Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 4 ECTS		100 h	

4. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final / **Evaluation procedures and weight of components in the final grade**

Se utilizará un método de evaluación continua en el que la nota final será la obtenida con la siguiente fórmula: (a) trabajo experimental (resumen escrito y presentación oral) = 60%; (b) resolución de problemas durante el curso = 15%; (c) participación en clase (participación activa en clase, preguntas orales, etc.) = 25%. / **Students will be evaluated within a continuous evaluation scheme. The final grade will be the result of the following formula: (a) experimental work (written report and oral presentation) = 60%; (b) proposed problems during the course = 15%; (c) active participation in the classroom = 25%.**

Se usarán los mismos métodos y criterios de evaluación en la convocatoria extraordinaria / **The same criteria and procedures will be used for the extraordinary evaluation.**

5. Cronograma* / **Course calendar**

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
1	TEMA 1 / Unit 1	3	4
2	TEMA 2 / Unit 2	3	4
3	TEMA 3 / Unit 3	3	5



Asignatura: Instrumentación científica y control
Código: 30604
Centro: Facultad de Ciencias
Titulación: Máster en Física de la Materia Condensada y Nanotecnología
Nivel: Máster
Tipo: Asignatura optativa
Nº de créditos: 4 ECTS

Semana Week	Contenido Contents	Horas presenciales Contact hours	Horas no presenciales Independent study time
4	TEMA 4 / Unit 4	3	5
5	TEMA 5 / Unit 5	3	5
6	TEMA 6 / Unit 6	3	5
7	Trabajo experimental / Experimental work	4	5
8	Trabajo experimental / Experimental work	4	5
9	Trabajo experimental / Experimental work	4	5
10	Trabajo experimental / Experimental work	4	5
11	Trabajo experimental / Experimental work	4	10
12	Presentación oral de trabajos finales / Oral presentation of final works	2	0

*Este cronograma tiene carácter orientativo.