



Asignatura: Sensores y Actuadores  
Código: ID  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

## GUÍA DOCENTE DE SENSORES Y ACTUADORES (SA)

**Curso académico:** 2017-2018

**Programa:** Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación (IT)

**Centro:** Escuela Politécnica Superior

**Universidad:** Universidad Autónoma de Madrid

La presente guía docente corresponde a la asignatura Sensores y Actuadores (SA), aprobada para el curso lectivo 2017-2018 en Junta de Centro y publicada en su versión definitiva en la página web de la Escuela Politécnica Superior. Esta guía docente aprobada y publicada antes del periodo de matrícula tiene el carácter de contrato con el estudiante.



Asignatura: Sensores y Actuadores  
Código: ID  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

## 1. ASIGNATURA

Sensores y Actuadores (SA)

### 1.1. Programa

Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación

### 1.2. Materia

Sistemas Electrónicos, Sensores y Actuadores

### 1.3. Código asignatura

ID

### 1.4. Tipo

Formación Obligatoria

### 1.5. Semestre

Primero

### 1.6. Número de créditos

6 ECTS

### 1.7. Idioma de impartición

El material y transparencias se proporcionarán en inglés/castellano. Las clases se impartirán principalmente en castellano, sin perjuicio de que algunos temas o seminarios, en alguna conferencia invitada, pudiesen ser impartidos en inglés.

### 1.8. Requisitos previos

Es recomendable haber cursado la asignatura Instrumentación y Medida (cod. 18493) del 4º curso del Grado en ITST impartido en la EPS, o tener adquiridas las competencias básicas señaladas en la citada asignatura.



Asignatura: Sensores y Actuadores  
Código: ID  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

## 1.9. Datos del equipo docente

### Profesores de la asignatura:

Javier Garrido Salas. Teoría y prácticas. (Coordinador)

Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones

Centro: Escuela Politécnica Superior

Despacho: C-238

Correo electrónico: javier.garrido\*

Página web: <http://hctlab.com/people/person.aspx?user=javier.garrido>

Horario de atención al alumnado: Petición de cita previa por correo electrónico.

Sofía Martínez García. Teoría.

Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones

Centro: Escuela Politécnica Superior

Despacho: C-229

Correo electrónico: sofia.martinez\*

Página web: <http://hctlab.com/people/person.aspx?user=sofia.martinez>

Horario de atención al alumnado: Petición de cita previa por correo electrónico.

Ángel de Castro Martín. Prácticas.

Departamento de Tecnología Electrónica y de las Comunicaciones

Centro: Escuela Politécnica Superior

Despacho: C-236

Correo electrónico: angel.decastro\*

Página web: <http://hctlab.com/people/person.aspx?user=angel.decastro>

Horario de atención al alumnado: Petición de cita previa por correo electrónico.

\* Añadir @uam.es en los correos electrónicos.



Asignatura: Sensores y Actuadores  
Código: ID  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

## 1.10. Objetivos del curso

El principal objetivo de esta asignatura es conocer los fundamentos, características y aplicaciones de los sensores, actuadores y circuitos de acondicionamiento, que permitan realizar la monitorización y control de sistemas complejos y/o de alta frecuencia. También provee la capacidad para la integración de tecnologías y sistemas de telecomunicación en contextos multidisciplinares tales como bioingeniería o control industrial. Finalmente abarca características y aplicaciones de dispositivos fotónicos y optoelectrónicos.

Las **competencias** que se pretenden adquirir con esta asignatura son:

### Básicas y Generales:

- IT1. Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
- IT4. Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
- IT7. Capacidad para la puesta en marcha, dirección y gestión de procesos de fabricación de equipos electrónicos y de telecomunicaciones, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación.
- CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
- CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
- CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### Transversales:

- TR1. Capacidad para actualizar conocimientos habilidades y destrezas de forma autónoma, realizando un análisis crítico, análisis y síntesis de ideas nuevas y complejas abarcando niveles más integradores y pluridisciplinares.
- TR2. Capacidad para tomar decisiones y formular juicios basados en criterios objetivos (datos experimentales, científicos o de simulación disponibles).
- TR4. Capacidad para transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan. Capacidad para argumentar y justificar lógicamente dichas decisiones de un modo claro y sin ambigüedades, sin dejar de considerar puntos de vista alternativos o complementarios.

### Específicas:

- TT13. Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.
- TT14. Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores.



Asignatura: Sensores y Actuadores  
Código: ID  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

Los objetivos que se pretenden alcanzar con esta asignatura son:

<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS POR TEMA</b>	
<b>TEMA 1.- Instrumentación electrónica, principios básicos</b>	
1.1.	Conocer los conceptos de curva de calibración, no linealidad y calibración
1.2.	Respuesta dinámica de los sensores. Cómo conocerla y tenerla en cuenta
<b>TEMA 2.- Acondicionamiento de señal</b>	
2.1.	Saber diseñar etapas básicas de amplificación con operacionales
2.2.	Saber diseñar etapas básicas de amplificación con instrumentales
2.3.	Conocer y evaluar posibilidades de aislamiento en instrumentación
<b>TEMA 3.- Sensores y criterios de selección</b>	
3.1.	Conocer los principales sensores de temperatura, variables mecánicas, magnitudes eléctricas y magnitudes ópticas
3.2.	Conocer los principios físicos de funcionamiento de los principales sensores
3.3.	Saber evaluar qué sensor es el más adecuado en cada aplicación, sus ventajas, inconvenientes y limitaciones



Asignatura: Sensores y Actuadores  
Código: ID  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

## 1.11. Contenidos del programa

### Programa Sintético

UNIDAD 1. Instrumentación electrónica, principios básicos

UNIDAD 2. Acondicionamiento de señal

UNIDAD 3. Sensores y criterios de selección

### Programa Detallado

1. Instrumentación electrónica, principios básicos
  - 1.1. Instrumentación y control. Sistemas de medida
  - 1.2. Características estáticas
  - 1.3. Características dinámicas
2. Acondicionamiento de señal
  - 2.1. Amplificación y amplificadores operacionales
  - 2.2. Amplificadores de uso en instrumentación
  - 2.3. Amplificadores aislados o de aislamiento
3. Sensores y criterios de selección
  - 3.1. Medida de la temperatura
  - 3.2. Medida de variables mecánicas
  - 3.3. Medida de magnitudes eléctricas
  - 3.4. Medida de magnitudes ópticas



Asignatura: Sensores y Actuadores  
Código: ID  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

## 1.12. Referencias de consulta

Bibliografía básica:

1. Miguel Ángel Pérez García et al, “Instrumentación electrónica”, Ed. Thomson Paraninfo, 2004.

Bibliografía complementaria:

2. Miguel Ángel Pérez García, “Instrumentación electrónica”, Ed. Paraninfo, 2015.
3. Roman Malaric, “Instrumentation and Measurement in Electrical Engineering”, Ed. Universal-Publishers, 2011.
4. Alan S. Morris, Reza Langari, “Measurement and Instrumentation: Theory and Application”, Ed. Elsevier, 2012.
5. Miguel Ángel Pérez García et al, “Instrumentación electrónica 230 problemas resueltos”, Ed. Garceta, 2012.



Asignatura: Sensores y Actuadores  
Código: ID  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

## 2. MÉTODOS DOCENTES

La metodología utilizada en el desarrollo de la actividad docente incluye los siguientes tipos de actividades:

### **\*Clases de teoría:**

#### **Actividad del profesor**

Clases expositivas simultaneadas con la realización de ejercicios. Se utilizará la pizarra, combinada con presentaciones en formato electrónico y uso de simulaciones.

#### **Actividad del estudiante:**

*Actividad presencial:* Toma de apuntes, participar activamente en clase respondiendo a las cuestiones planteadas. Resolución de los ejercicios propuestos durante el desarrollo de las clases.

*Actividad no presencial:* Preparación de apuntes, estudio de la materia y realizaciones de los cuestionarios planteados en el Campus Virtual de la asignatura.

### **\*Clases de problemas en aula:**

#### **Actividad del profesor**

Primera parte expositiva, una segunda parte de supervisión y asesoramiento en la resolución de los problemas por parte del alumno y una parte final de análisis del resultado y generalización a otros tipos de problemas. Se utiliza básicamente la pizarra con proyecciones en formato electrónico para las figuras y simulaciones en lenguaje de bajo nivel.

#### **Actividad del estudiante:**

*Actividad presencial:* Participación activa en la resolución de los problemas y en el análisis de los resultados.

*Actividad no presencial:* Realización de otros problemas, planteados a través del Campus Virtual y no resueltos en clase y estudio de los planteados en las mismas. Utilización de las simulaciones en lenguaje de bajo nivel para analizar y comprobar los resultados. Estudio y planteamiento de modificaciones que permitan la optimización de las soluciones planteadas.

### **\*Prácticas de laboratorio:**

#### **Actividad del profesor:**

Asignar una práctica a cada grupo de trabajo y explicar la práctica asignada a cada grupo de trabajo al comienzo de la sesión de prácticas. Supervisar el trabajo





Asignatura: Sensores y Actuadores  
Código: ID  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

de los grupos de trabajo en el laboratorio. Suministrar el guión de prácticas a completar en el laboratorio.

Se utilizan el método expositivo tanto en tutorías como en el laboratorio con cada grupo de trabajo. Los medios utilizados son el software del laboratorio y ordenadores del propio laboratorio para la ejecución y simulación de los programas realizados.

#### Actividad del estudiante:

*Actividad presencial:* Planteamiento inicial, previo al desarrollo de la práctica, sobre información contenida en el enunciado. Debate en el seno del grupo sobre el planteamiento de la solución óptima. Al finalizar la práctica se entrega un breve informe con el programa desarrollado y, además, se debe ejecutar con el profesor presente, quien hará las preguntas oportunas a cada miembro del grupo para calificar de forma individual la práctica.

*Actividad no presencial:* Profundizar en el enunciado de la práctica y plantear el diagrama de flujo óptimo para la resolución de la misma. Redacción del informe de la práctica incluyendo el diagrama final planteado.

## 2.1. Tiempo de trabajo del estudiante

		Nº de horas	Porcentaje
Presencial	Clases teoría/problemas (2h x14 semanas)	28 h (18,7%)	60h (40%)
	Prácticas en laboratorio (2h x14 semanas)	28 h (18,7%)	
	Actividades de evaluación (exámenes)	4 h (2,7%)	
No presencial	Preparación y compleción prácticas en laboratorio	14 h (9,3%)	90h (60%)
	Proyectos de desarrollo en el ámbito de estudio	36 h (24%)	
	Trabajo y estudio autónomo	40 h (26,7%)	
<b>Carga total de horas de trabajo: 25 horas x 6 ECTS</b>		<b>150 h</b>	



Asignatura: Sensores y Actuadores  
Código: ID  
Centro: Escuela Politécnica Superior  
Titulación: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación  
Nivel: Máster  
Tipo: Obligatoria  
Nº de créditos: 6 ECTS

## 2.2. Métodos de evaluación y porcentaje en la calificación final

- Durante el desarrollo de la asignatura se van a realizar pruebas escritas y ejercicios prácticos de laboratorio.
- La nota final de la asignatura se obtiene de la ponderación de los elementos de evaluación a desarrollar, tanto teóricos como prácticos. Para aprobar la asignatura es obligatorio obtener una nota mayor o igual a 4 puntos en cada una de las partes: teoría y prácticas.
- La nota de teoría saldrá de la media ponderada de un examen parcial y el examen final según la fórmula:  $\text{Max}(\text{Parcial}/3 + \text{Final} \cdot 2/3, \text{Final})$
- La nota de prácticas saldrá de la media ponderada de los dos proyectos según la fórmula:  $(\text{Proy1} + \text{Proy2})/2$
- La nota final será, en caso de llegar en ambas partes a los 4 puntos:  
 $(\text{Teoría} + \text{Prácticas})/2$   
En caso contrario será:  
 $(\text{Mín}(\text{Teoría}, 5) + \text{Mín}(\text{Prácticas}, 5)) / 2$
- Si algún estudiante se acoge a evaluación no continua, entonces tendrá un examen de teoría y otro examen de prácticas, que constituirán respectivamente sus notas de teoría y de prácticas, aplicándose las fórmulas y criterios anteriores para la obtención de la media final. No es posible acogerse a evaluación no continua en una sola parte (teoría o prácticas).



Asignatura: Sensores y Actuadores  
 Código: ID  
 Centro: Escuela Politécnica Superior  
 Titulación: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación  
 Nivel: Máster  
 Tipo: Obligatoria  
 Nº de créditos: 6 ECTS

## 2.3. Cronograma

Semana	Actividades Presenciales	Actividades No Presenciales
1ª	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Presentación de la asignatura.</li> <li>✓ U1. Instrumentación electrónica, principios básicos</li> <li>✓ Presentación de la práctica: Proyecto 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estudio del material propuesto.</li> <li>✓ Búsqueda de información para el Proyecto 1</li> </ul>
2ª	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ U1. Instrumentación electrónica, principios básicos</li> <li>✓ Realización Proyecto 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estudio del material propuesto.</li> <li>✓ Resolución de problemas.</li> </ul>
3ª	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ U2. Acondicionamiento de señal</li> <li>✓ Realización Proyecto 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estudio del material propuesto.</li> <li>✓ Resolución de problemas.</li> </ul>
4ª	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ U2. Acondicionamiento de señal</li> <li>✓ Realización Proyecto 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estudio del material propuesto.</li> <li>✓ Resolución de problemas.</li> </ul>
5ª	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ U2. Acondicionamiento de señal</li> <li>✓ Realización Proyecto 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estudio del material propuesto.</li> <li>✓ Resolución de problemas.</li> </ul>
6ª	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ U2. Acondicionamiento de señal</li> <li>✓ Realización Proyecto 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estudio del material propuesto.</li> <li>✓ Resolución de problemas.</li> <li>✓ Redacción Memoria Proyecto 1</li> </ul>
7ª	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ U2. Acondicionamiento de señal</li> <li>✓ Corrección Proyecto 1</li> <li>✓ Realización Proyecto 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estudio del material propuesto.</li> <li>✓ Búsqueda de información para el Proyecto 2</li> </ul>
8ª	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Parcial 1 (fecha orientativa)</li> <li>✓ Realización Proyecto 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estudio del material propuesto.</li> <li>✓ Resolución de problemas.</li> </ul>
9ª	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ U3. Sensores y criterios de selección</li> <li>✓ Realización Proyecto 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estudio del material propuesto.</li> <li>✓ Resolución de problemas.</li> </ul>
10ª	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ U3. Sensores y criterios de selección</li> <li>✓ Realización Proyecto 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estudio del material propuesto.</li> <li>✓ Resolución de problemas.</li> </ul>
11ª	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ U3. Sensores y criterios de selección</li> <li>✓ Realización Proyecto 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estudio del material propuesto.</li> <li>✓ Resolución de problemas.</li> </ul>
12ª	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ U3. Sensores y criterios de selección</li> <li>✓ Realización Proyecto 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estudio del material propuesto.</li> <li>✓ Resolución de problemas.</li> </ul>
13ª	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ U3. Sensores y criterios de selección</li> <li>✓ Realización Proyecto 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estudio del material propuesto sobre U3.</li> <li>✓ Redacción Memoria Proyecto 2</li> </ul>
14ª	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ U3. Sensores y criterios de selección</li> <li>✓ Corrección Proyecto 2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estudio del material propuesto.</li> <li>✓ Resolución de problemas.</li> </ul>
XX/01/2018	➤ Examen Final Ordinario	✓ Preparación del Examen final.
XX/06/2018	➤ Examen Final Extraordinario	✓ Preparación del Examen final.