

# Máster en Ingeniería de Telecomunicación

## 60923 - Sistemas analógicos avanzados e instrumentación

**Guía docente para el curso 2015 - 2016**

**Curso: , Semestre: , Créditos: 5.0**

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **Alberto Domínguez Vicente** alberdgz@unizar.es
- **Aránzazu Otín Acín** aranotin@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al Máster, no es necesario ningún conocimiento previo adicional para cursar esta asignatura.

No obstante, se recomienda estar cursando o haber cursado la asignatura obligatoria “Sistemas Digitales Avanzados” de la misma materia.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

“Sistemas Analógicos Avanzados e Instrumentación” es una asignatura obligatoria de 5 créditos ECTS que forma parte de la materia “Electrónica” del Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación. Dicha materia se completa con otras dos asignaturas obligatorias: “Sistemas Digitales Avanzados” y “Diseño de Sistemas Electrónicos”.

El calendario detallado de las diversas actividades a desarrollar se establecerá una vez que la Universidad y el Centro hayan aprobado el calendario académico (que podrá ser consultado en la página web del Centro). A título orientativo:

- **Período de clases:** primer cuatrimestre (Otoño).
- **Clases teoría y problemas-casos:** cada semana hay programadas 2 horas de clase en el aula.
- **Sesiones prácticas:** el estudiante realizará un total de 20 horas presenciales en el laboratorio.
- **Entrega de trabajos:** se informará adecuadamente en clase y con la antelación suficiente tanto de las fechas como de las condiciones de entrega de los trabajos requeridos a lo largo del curso.
- Habrá una **prueba global** en 1<sup>a</sup> convocatoria y otra en 2<sup>a</sup> convocatoria en las fechas concretas que indique el Centro.

---

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Es capaz de diseñar circuitos analógicos avanzados, como por ejemplo circuitos de acondicionamiento, filtros activos, sistemas de procesado analógico, actuadores y bloques con sensores.
- 2:** Conoce y aplica las técnicas avanzadas del diseño analógico orientado al desarrollo de bloques de instrumentación
- 3:** Es capaz de diseñar circuitos analógicos aplicando técnicas de bajo ruido y de precisión.
- 4:** Es capaz de analizar situaciones de interferencia y de aplicar técnicas de reducción de interferencias en circuitos electrónicos.
- 5:** Conoce el flujo de diseño y las tecnologías disponibles para la fabricación de un circuito integrado.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

“Sistemas Analógicos Avanzados e Instrumentación” es una asignatura obligatoria de 5 créditos ECTS que forma parte de la materia “Electrónica” del Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación. Dicha materia se completa con otras dos asignaturas obligatorias: “Sistemas Digitales Avanzados” y “Diseño de Sistemas Electrónicos”.

La asignatura “Sistemas Analógicos Avanzados e Instrumentación” tiene como finalidad que el estudiante adquiera los conocimientos necesarios para comprender los fundamentos y aplicaciones de la electrónica analógica moderna. De este modo, debe desarrollar las herramientas de análisis, síntesis y diseño necesarias para la realización de circuitos analógicos avanzados y su aplicación a los sistemas de instrumentación. Esto supone adquirir especialmente las competencias instrumentales asociadas a la metodología de diseño de circuitos analógicos basados en amplificadores operacionales.

Teniendo en cuenta el ámbito de la asignatura y su carácter funcional, se tratarán temas teóricos y se trabajará con herramientas avanzadas de diseño con el objetivo de proporcionar al alumno los recursos necesarios para utilizar estas técnicas en el desarrollo de sistemas de comunicaciones. El aprovechamiento de las sesiones de laboratorio resulta absolutamente imprescindible para asimilar en toda su extensión la materia explicada previamente y adquirir las habilidades necesarias para trabajar con las etapas electrónicas y el instrumental considerados. Esto permitirá afianzar el nexo directo entre teoría y práctica.

---

## 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:**

El objetivo global de la asignatura es formar al alumno en los fundamentos del diseño de circuitos analógicos avanzados y su aplicación a los sistemas de instrumentación. Para ello, se deberá profundizar en distintos objetivos directamente relacionados con el diseño de bajo ruido y de precisión.

Además, se presentará el flujo de diseño para la implementación microelectrónica de circuitos integrados con el principal objetivo de proporcionar al estudiante una visión general de las tecnologías submicrónicas de fabricación. Esto permitirá mostrar las diferencias en el flujo de diseño analógico avanzado cuando el objetivo final sea la implementación microelectrónica en un circuito integrado de aplicación específica (ASIC).

Los objetivos principales de la asignatura son alcanzar los resultados de aprendizaje expuestos previamente y la adquisición de las competencias enumeradas en esta guía.

## **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

La Electrónica es una de las tecnologías de base en el campo de las telecomunicaciones. Los conocimientos, aptitudes y habilidades adquiridos a través de la asignatura “Sistemas Analógicos Avanzados e Instrumentación”, junto con los de aquellas sobre las que se sustenta (propios del Grado), deben permitir al estudiante desarrollar las competencias planteadas, así como afrontar otras disciplinas de carácter electrónico con suficiente solidez conceptual. En definitiva, es una ocasión de completar y poner en práctica distintas estrategias de diseño analógico y aplicarlas a sistemas reales.

Junto a la asignatura “Sistemas Digitales Avanzados”, sienta las bases de los sistemas electrónicos sobre los que se cimientan distintas asignaturas, como “Diseño de Sistemas Electrónicos”.

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

**1:**

### **COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:**

CE10 Capacidad para diseñar y fabricar circuitos integrados.

CE12 Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.

CE14 Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores.

**2:**

### **COMPETENCIAS GENERALES:**

CG4 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.

CG11 Capacidad para saber comunicar (de forma oral y escrita) las conclusiones- y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG12 Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.

**3:**

### **COMPETENCIAS BÁSICAS:**

CB7 Los estudiantes sabrán 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 Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

## **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Los conocimientos, aptitudes y habilidades adquiridos a través de esta asignatura, junto con los del resto del Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación, deben permitir al estudiante desarrollar las competencias anteriormente expuestas. Además, le proporcionarán la base para profundizar en otros aspectos más específicos en asignaturas posteriores del plan de estudios.

La acreditación de los resultados de aprendizaje por parte del profesor capacita al alumno para poder resolver un problema de diseño y caracterización de circuitos analógicos avanzados en el ámbito de las comunicaciones, desarrollando las competencias de diseño electrónico, simulación, montaje y verificación experimental. La adquisición de las competencias y habilidades propuestas en la asignatura, así como la comprensión de los conceptos teóricos tratados, es muy relevante para el ejercicio de las competencias profesionales de un Ingeniero de Telecomunicación.

---

## Evaluación

---

### Actividades de evaluación

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

**1:**

El aprendizaje de esta asignatura está directamente asociado a la experimentación práctica y, por tanto, el planteamiento de la misma y su evaluación tendrán un marcado carácter experimental. La asignatura se evaluará en la modalidad de **evaluación global** mediante las siguientes actividades:

**2:**

#### **E1 Asistencia y evaluación de las prácticas de laboratorio.**

Con el fin de incentivar el trabajo continuado del estudiante, se realizarán distintas prácticas de laboratorio distribuidas a lo largo del semestre. De acuerdo con el carácter práctico de la asignatura, la asistencia a las prácticas es obligatoria.

Esta actividad se calificará de 0 a 10 puntos y supondrá el **50%** de calificación del estudiante en la asignatura. Las personas que no la superen tendrán que realizar el examen correspondiente a esos contenidos en la prueba global.

Se evaluarán los siguientes aspectos relativos a la realización de las prácticas:

- Preparación previa de la práctica.
- Manejo de las herramientas de diseño requeridas y soluciones aportadas a los problemas encontrados.
- Profundización en la práctica.
- Se requerirá la elaboración de un informe al finalizar cada práctica, donde se deberán incluir las respuestas a determinadas cuestiones relativas a la realización de la misma. Se apreciará especialmente el grado de cumplimiento de la práctica y de las cuestiones planteadas.
- Autonomía y participación de cada uno de los integrantes del grupo.
- Puesto de trabajo y cuidado del material requerido para el desarrollo.

**3:**

#### **E2 Evaluación de las actividades y trabajos planteados.**

Se realizarán distintas actividades evaluables distribuidas a lo largo del semestre con el fin de incentivar el trabajo continuado del estudiante. Más concretamente, se planteará la realización de actividades de tipo T6, para abordar temas específicos que no pueden contemplarse de manera adecuada en el desarrollo convencional de las clases presenciales. Las tareas concretas a llevar a cabo y la metodología de evaluación aplicable se comunicarán en clase con la suficiente antelación.

Se considerará en la evaluación de los mismos la autonomía, la calidad y originalidad de la solución, y la capacidad analítica y crítica del alumno para estudiar un problema concreto. Además, se evaluará la capacidad para trabajar en grupo, la participación de cada uno de los integrantes del grupo en cada tarea, y la habilidad para coordinar el trabajo y de transmitir la información relevante de forma oral y escrita.

Esta actividad se calificará de 0 a 10 puntos y supondrá el **50%** de la calificación del estudiante en la asignatura. Las personas que no la superen tendrán que realizar el examen correspondiente a esos contenidos en la prueba global.

**4:**

#### **E3 Prueba global.**

En las dos convocatorias oficiales se llevará a cabo la evaluación global del estudiante.

- Dado el carácter eminentemente práctico de la asignatura, se puede superar de manera continua a lo largo del semestre. De este modo, el estudiante que, con anterioridad a la prueba global, haya aprobado las prácticas de laboratorio y las actividades planteadas no deberá realizar el examen final.

- Si no ha superado alguna o ambas de estas partes, tendrá la oportunidad de hacerlo mediante la prueba global.
- Del mismo modo que si se supera la asignatura mediante evaluación continua, la calificación final se corresponderá con la media ponderada entre la nota de la parte de prácticas (50%) y la nota asociada a las actividades evaluables (50%). No obstante, **será necesario aprobar cada una de las partes por separado** para poder superar la asignatura.
- La prueba asociada a las actividades evaluables será un **examen final**: Se trata de una prueba escrita que se desarrollará en una única sesión de convocatoria oficial fijada por la dirección del Centro. La prueba tendrá carácter individual y constará de ejercicios teórico-prácticos sobre aspectos de análisis, diseño y síntesis de sistemas electrónicos analógicos. En el enunciado se dará a conocer la valoración de cada uno de los apartados. En la resolución de los ejercicios de diseño planteados se valorarán los fundamentos conceptuales utilizados, el planteamiento metodológico desarrollado, el razonamiento en las propuestas de síntesis y diseño y, en su caso, la adecuación, eficiencia y optimización de las configuraciones electrónicas propuestas.
- El profesorado responsable de la asignatura podrá establecer si la prueba asociada a las prácticas de laboratorio se realiza mediante un examen escrito o con un examen específico en el laboratorio.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

El proceso de enseñanza se fundamenta en tres actividades formativas diferentes con una participación creciente del estudiante conforme avanza la asignatura: clases presenciales, prácticas de laboratorio y actividades de tipo T6.

- Las clases presenciales tendrán una orientación eminentemente práctica. En las clases más teóricas se expondrán las bases del diseño analógico avanzado, estableciendo los aspectos fundamentales para aplicar en el flujo de diseño. En las clases específicas de problemas se insistirá en la metodología a aplicar posteriormente en las prácticas de laboratorio, fomentando la participación activa del estudiante.
- La segunda actividad se centrará en la realización de las prácticas de laboratorio en grupos reducidos, donde se fomentará el trabajo autónomo del estudiante para lograr como resultado el diseño de sistemas analógicos avanzados. En estas actividades se le proporcionará al estudiante el material necesario con la suficiente antelación.
- La tercera actividad formativa se trata de actividades evaluables de tipo T6, donde se fomentará el trabajo autónomo del estudiante. En estas actividades se le proporcionará al estudiante el material necesario con la suficiente antelación.

### 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:**

#### **Actividades presenciales**

- **Clase magistral participativa (A01) y resolución de problemas y casos (A02):** En esta actividad se expondrán los contenidos fundamentales de la asignatura, con una orientación práctica fundamentada en el diseño de sistemas electrónicos. Esta actividad se realizará de forma presencial. Los materiales necesarios estarán a disposición de los alumnos a través del Anillo Digital Docente.
- **Prácticas de laboratorio (A03):** Esta actividad está estructurada en diferentes sesiones, cubriendo un total de 20 horas presenciales. Los guiones estarán a disposición de los alumnos en el Anillo Digital Docente con la suficiente antelación. En estas sesiones se utilizarán las herramientas de simulación y la instrumentación necesarias, de manera que el estudiante adquiera las capacidades y destrezas necesarias para abordar el diseño y verificación experimental de sistemas electrónicos analógicos avanzados y de instrumentación.
- **Pruebas de evaluación (A08):** Conjunto de pruebas escritas teórico-prácticas y presentación de informes o trabajos utilizados en la evaluación del progreso del estudiante. La actividad de evaluación incluye

la realización de la prueba global.

2:

### Actividades no presenciales

- **Trabajos docentes** (A06): En esta actividad se incluyen tanto las actividades de tipo T6 planteadas como la elaboración de los informes relacionados con las prácticas de laboratorio. Los estudiantes cuentan con el material suministrado por el profesor, por fabricantes de integrados electrónicos y los recursos *on-line* para cumplir el resultado pedido. Se considera en la evaluación de los mismos la autonomía, la calidad de la solución, y la participación de cada uno de los integrantes del grupo en cada trabajo.
- **Estudio** (A07): Esta actividad comprende el estudio personal encaminado a lograr el seguimiento adecuado de la asignatura, la realización de las prácticas y de los trabajos planteados y las tutorías.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las clases presenciales en el aula y las sesiones de prácticas en el laboratorio seguirán el calendario y horario establecidos por el Centro. Todas las actividades se planificarán en función del número de alumnos y se dará a conocer con la suficiente antelación.

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Allen, Phillip E.. Switched capacitor circuits / Phillip E. Allen, Edgar Sánchez-Sinencio New York ; London : Van Nostrand Reinhold, cop. 1984
- Baker, R. Jacob. CMOS Circuit Design, Layout and Simulation / R. Jacob Baker. - 3rd Edition Wiley-IEEE Press, 2010
- Gray, P.R. Analysis and Design of Analog Integrated Circuits / P.R. Gray, P.J. Hurst, S.H. Lewis and R.G. Meyer John Wiley & Sons, 2010
- Johns, David A.. Analog integrated circuit design / David Johns, Ken Martin New York : John Wiley and sons, cop. 1997
- Maloberti, F. Analog Design for CMOS VLSI Systems / F. Maloberti Kluwer Academic Publishers, 2001
- Razavi, B. Design of Analog CMOS Integrated Circuits / B. Razavi McGraw-Hill, 2000
- Schauman, R.. Design of Analog Filters: Passive, Active RC and Switched Capacitor / R. Schauman, M.S. Ghausi and K.R. Laker Prentice-Hall, 1990
- Sedra, Adel S.. Microelectronic circuits / Adel S. Sedra, Kenneth C. Smith . - 5th ed. New York [etc.] : Oxford University Press, 2004
- Tsividis, Y. Operation and Modeling of the MOS Transistor; Y. Tsividis. - 2nd Edition Oxford University Press, 1999