



## Proyecto docente de la asignatura

|  |  |                      |             |
|--|--|----------------------|-------------|
| <b>Asignatura</b>                              | ELECTRÓNICA ANALÓGICA AVANZADA   |                      |             |
| <b>Materia</b>                                 |  |                      |             |
| <b>Titulación</b>                              | MASTER ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA                                       |                      |             |
| <b>Plan</b>                                    | 568  | <b>Código</b>        | 54142       |
| <b>Periodo de impartición</b>                  | 1ª CUATRIMESTRE  | <b>Tipo/Carácter</b> | OBLIGATORIA |
| <b>Nivel/Ciclo</b>                             | MASTER   | <b>Curso</b>         | 1           |
| <b>Créditos ECTS</b>                           | 6  |                      |             |
| <b>Lengua en que se imparte</b>                | Castellano   |                      |             |
| <b>Profesor/es responsable/s</b>               | JOSÉ ANTONIO DOMÍNGUEZ VÁZQUEZ   |                      |             |
| <b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b> | <a href="mailto:josdom@eii.uva.es">josdom@eii.uva.es</a> , 983423338 / 983184700 |                      |             |



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

Es una asignatura de 6 ECST que se imparte en el primer cuatrimestre de cuarto curso. Se incluye dentro del módulo de materias de “Electrónica Industrial”; concretamente, dentro de la materia “Electrónica Analógica”.

La materia “Electrónica Analógica” está compuesta únicamente por esta asignatura.

| Módulo                   | Materia                     | Asignatura  |
|--------------------------|-----------------------------|---|
| Automática Industrial    | Control Industrial          | Componentes y Sistemas de Control   |
|                          |                             | Modelado, Identificación y Control Avanzado   |
|                          | Ingeniería de Sistemas      | Programación de Sistemas  |
|                          |                             | Robótica y Sistemas de Percepción Avanzados   |
| Electrónica Industrial   | Electrónica Analógica       | Electrónica Analógica Avanzada  |
|                          | Electrónica Digital         | Sistemas Electrónicos Embebidos   |
|                          | Instrumentación Electrónica | Sistemas Electrónicos de Medida   |
|                          | Electrónica de Potencia     | Electrónica de Potencia Avanzada  |
| Tecnologías Industriales | Tecnologías Industriales    | Diseño, análisis y fabricación de sistemas asistido por ordenador (CAD/CAM/CAE/CAQ) |
| Proyectos Industriales   | Proyectos Industriales      | Sistemas Eléctricos   |
|                          |                             | Gestión de Proyectos  |
|                          |                             | Prácticas en Empresa  |
|                          |                             | Proyecto Fin de Máster  |

Esta asignatura es una ampliación de los contenidos vistos a nivel de Grado, como continuación natural de las asignaturas de perfil electrónico, sobre todo analógico, ampliando los conocimientos en esta materia. Así, en las bases de la electrónica se han estudiado los semiconductores básicos, diodo y transistores, y se introduce el amplificador operacional ideal. En un paso siguiente se han introducido las aplicaciones lineales del amplificador operacional así como sus características reales y circuitos de compensación de errores. En otras asignaturas del tipo de Instrumentación se han analizado los circuitos de medida basados principalmente en el amplificador operacional. Por ello queda pendiente para esta asignatura, la ampliación de conocimientos

### 1.2 Relación con otras materias

Dentro del máster, “Electrónica Analógica Avanzada” enlaza con las asignaturas del módulo “Electrónica Industrial” de tal forma que en un hipotético proyecto de un sistema electrónico de aplicación industrial genérico, todas ellas tendrían un papel imprescindible para llevarlo a cabo: La Electrónica Analógica Avanzada proporcionará un tratamiento de filtrado de las señales del sistema sensorizadas previamente (conocimientos adquiridos en Sistemas Electrónicos de Medida), para posteriormente poder ser convertidos en señales digitales y tratados convenientemente en los dispositivos estudiados en la asignatura Sistemas Electrónicos Embebidos, para por último, convertir nuevamente las señales digitales en analógicas y tomar las acciones necesarias mediante los dispositivos estudiados en “Electrónica de Potencia Avanzada”.

### 1.3 Prerrequisitos

Se recomienda haber cursado la asignatura Electrónica Analógica en el Grado de IEAI o asignatura equivalente



## 2. Competencias

---

### 2.1 Generales

---

- CG1. Capacidad de análisis y síntesis.
- CG2. Capacidad de organización y planificación del tiempo.
- CG4. Capacidad de resolución de problemas.
- CG5. Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico.
- CG8. Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz.
- CG9. Capacidad para diseñar y desarrollar proyectos.
- CG10. Capacidad para la creatividad y la innovación.
- CG15. Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma.
- CG16. Capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica

### 2.2 Específicas

---

- CE17. Conocimiento avanzado de la electrónica analógica y de sus aplicaciones
- CE18. Capacidad para diseñar sistemas analógicos avanzados





### 3. Objetivos

Comprender los conceptos avanzados de la electrónica analógica.

Analizar y diseñar circuitos analógicos aplicados a tratamiento de la señal y acondicionamiento de potencia

Analizar sistemas electrónicos analógicos avanzados.

Realizar de forma práctica circuitos analógicos avanzados





#### 4. Contenidos

La asignatura se compone de 4 temas principales y la realización de un proyecto de aprendizaje de ingeniería por método de “El Error como aprendizaje y Motor de investigación” que se realiza dentro de las asignaturas relacionadas con cualquier tipo de electrónica dentro del curso. Estos temas, desglosados en sus puntos de primer nivel, son:

1. DISEÑO DE FILTROS ACTIVOS:
2. CONVERTORES A/D Y D/A
3. REGULADORES DE TENSIÓN
4. OSCILADORES SENOIDALES

#### Bloque 1: DISEÑO DE FILTROS ACTIVOS

Carga de trabajo en créditos ECTS:

##### a. Contextualización y justificación

Utilidad, tipos y diseño de filtros activos de cualquier orden. Parámetros reales de componentes

##### b. Objetivos de aprendizaje

Conocer su aplicación, diseño y utilidad de los circuitos basados en amplificadores operacionales que actúan como tales.

##### c. Contenidos

- 1 Introducción 3
  - 1.1 Filtro Paso Bajo
  - 1.2 Filtro paso alto.
  - 1.3 Filtro pasa banda.
  - 1.4 Filtro de banda eliminada
  - 1.5 Orden de un filtro:
  - 1.6 Clasificación de los filtros según sus componentes.
    - 1.6.1 Filtros pasivos
    - 1.6.2 Filtros activos.
- 2 Filtros prototipos reales paso bajo de primer orden.
  - 2.1 Análisis de un filtro prototipo paso bajo sin ganancia..
  - 2.2 Análisis de un filtro prototipo paso bajo con ganancia
  - 2.3 Escalados
    - 2.3.1 Escalado de frecuencia sobre la función de transferencia.
    - 2.3.2 Escalado de frecuencia sobre el circuito del filtro.
    - 2.3.3 Escalado de impedancia sobre el circuito del filtro.
- 3 Filtros de segundo orden:
  - 3.1 Función de transferencia de un filtro prototipo paso bajo de segundo orden:
  - 3.2 Función de transferencia de un filtro prototipo paso alto de segundo orden
  - 3.3 Respuesta en frecuencia
    - 3.3.1 Filtro paso bajo Butterworth
    - 3.3.2 Filtro paso bajo Tschebyscheff
    - 3.3.3 Filtro paso bajo Bessel.
    - 3.3.4 Comparación de las tres respuestas:
  - 3.4 Factor de Calidad Q.
  - 3.5 Filtro de segundo orden: Estructura Sallen-Key (KRC)
    - 3.5.1 Filtro prototipo Sallen-Key paso bajo:
    - 3.5.2 Filtro prototipo Sallen-Key paso alto.
  - 3.6 Filtro de segundo orden. Estructura MFB (Múltiple- Feedback) o Rauch.
    - 3.6.1 Filtro prototipo MFB paso bajo
    - 3.6.2 Filtro prototipo MFB paso alto
  - 3.7 Filtros pasa banda.
    - 3.7.1 Filtro prototipo Sallen-key pasa banda
    - 3.7.2 Filtro prototipo MFB pasa banda
- 4 Filtros de banda eliminada.
- 5 Filtros de orden superior.
  - 5.1 Filtros normalizados Butterworth



- 5.1.1 Pasos para diseñar un filtro Butterworth:
- 5.2 Tablas de coeficientes para filtros tipo Sallen-Key

**d. Métodos docentes**

| MÉTODOS DOCENTES                     | OBSERVACIONES                                 |
|--------------------------------------|---|
| Método expositivo/Lección magistral  | Clase Aula                                    |
| Resolución de ejercicios y problemas | Clase Aula                                    |
| Aprendizaje mediante experiencias    | Prácticas de laboratorio en grupos reducidos. |

**e. Plan de trabajo**

| Semana | Día I (2h) | Día II (2h) |
|--------|------------|-------------|
| 1      | TEMA 1 T   | TEMA 1 T    |
| 2      | TEMA 1 A   | TEMA 1 L    |
| 3      | TEMA 1 L   | TEMA 1 T    |
| 4      | TEMA 1 T   | TEMA 1 L    |
| 5      | TEMA 1 A   | TEMA 1 T    |
| 6      | TEMA 1 L   | TEMA 1 L    |
| 7      | TEMA 1 A   |             |

En color verde, horas correspondientes a clases de teoría (10horas).  
 En color salmón, horas correspondientes a problemas en aula (4 horas).  
 En color azul, horas correspondientes a prácticas en laboratorio (10 horas).  
 Texto en color rojo, día de examen parcial del tema (2horas).

**f. Evaluación**

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba escrita/oral parcial y en caso de no superarlo, prueba final junto al resto de temas.
- Dos Trabajos e informes correspondientes realizados por el alumno o grupo de trabajo.

**g. Bibliografía básica**

Diseño con Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Analógicos. -a. Edición. Sergio Franco. ISBN 970104595-5

Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales. James M. Fiore. ISBN 84-9732-099-9

**h. Bibliografía complementaria**

Puesto que es una materia muy estudiada y hay extensa bibliografía, se recomienda cualquier otro libro que se refiera a los temas citados,

**i. Recursos necesarios**

Programa simulador de circuitos Psim de ORCAD, descargable versión estudiante desde la dirección:

<http://www.dte.eis.uva.es/Docencia/ETSII/Edig1/Programa/91pspstu.exe>



Material de laboratorio: componentes pasivos y semiconductores, circuitos proto-board, osciloscopio, fuentes de señales, fuente de alimentación, polímetros.

### j. Temporalización

Este tema se imparte desde la semana 1 a la semana 7, con 4 horas por semana. Es siempre el primer tema a impartir, pues enlaza con los últimos temas de la asignatura de grado, Electrónica Analógica de 3er curso. (0'2+0'2+0'2+0'2+0'2+0'2+0'1 ETCS)

## Bloque 2: CONVERSORES A/D Y D/A

Carga de trabajo en créditos ECTS: 0'7

### a. Contextualización y justificación

Utilidad, tipos y diseño de convertidores analógico-digitales y digitales-analógicos

### b. Objetivos de aprendizaje

Conocer los problemas de convertir información de un continua a discreta y viceversa y sabe utilizar tipos de circuitos basados en amplificadores operacionales.

### c. Contenidos

- 1 Introducción
  - 1.1 La resolución
  - 1.2 La frecuencia de muestreo.
- 2 Circuitos de conversión D/A
  - 2.1 Técnicas de conversión D/A
  - 2.2 Limitaciones prácticas del convertidor D/A
- 3 Circuitos de conversión A/D
  - 3.1 Circuitos Sample&Hold
  - 3.2 Técnicas de conversión AD

### d. Métodos docentes

| MÉTODOS DOCENTES                     | OBSERVACIONES                                 |
|--------------------------------------|---|
| Método expositivo/Lección magistral  | Clase Aula                                    |
| Resolución de ejercicios y problemas | Clase Aula                                    |
| Aprendizaje mediante experiencias    | Prácticas de laboratorio en grupos reducidos. |

### e. Plan de trabajo

| Semana | Día I (2h) | Día II (2h) |
|--------|------------|-------------|
| 7      |            | TEMA 2 T    |
| 8      | TEMA 2 T   | TEMA 2 A    |
| 9      | TEMA 2 L   | TEMA 2 L    |
| 10     | TEMA 2 T   | TEMA 2 L    |

En color verde, horas correspondientes a clases de teoría (6 horas).  
 En color salmón, horas correspondientes a problemas en aula (2 horas).



En color azul, horas correspondientes a prácticas en laboratorio (5 horas).  
Texto en color rojo, día de examen parcial del tema (1hora).

#### f. Evaluación

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba escrita/oral parcial y en caso de no superarlo, prueba final junto al resto de temas.
- Un trabajos e informe correspondiente realizado por el alumno o grupo de trabajo.

#### g. Bibliografía básica

Diseño con Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Analógicos. -a. Edición. Sergio Franco. ISBN 970104595-5

Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales. James M. Fiore. ISBN 84-9732-099-9

#### h. Bibliografía complementaria

Puesto que es una materia muy estudiada y hay extensa bibliografía, se recomienda cualquier otro libro que se refiera a los temas citados,

#### i. Recursos necesarios

Programa simulador de circuitos Psim de ORCAD, descargable versión estudiante desde la dirección:

<http://www.dte.eis.uva.es/Docencia/ETSII/Edig1/Programa/91pspstu.exe>

Material de laboratorio: componentes pasivos y semiconductores, circuitos proto-board, osciloscopio, fuentes de señales, fuente de alimentación, polímetros.

#### j. Temporalización

Este tema se imparte desde la semana 7 a la semana 10, con 4 horas por semana. (0'1+0'2+0'2+0'2 ETCS)

### Bloque 3: REGULADORES DE TENSIÓN

Carga de trabajo en créditos ECTS:

#### a. Contextualización y justificación

Utilidad, tipos y diseño de circuitos reguladores de tensión basados en amplificadores operacionales.

#### b. Objetivos de aprendizaje

Conocer los problemas de la regulación de tensiones para alimentación de pequeña potencia y saber utilizar tipos de circuitos basados en amplificadores operacionales y circuitos integrados.

#### c. Contenidos

- 1 Introducción
- 2 Reguladores Lineales
  - 2.1 Intensificación de corriente
  - 2.2 Reguladores de baja caída por tensión (Low DropOut)
  - 2.3 Reguladores programables y variables
    - 2.3.1 Integrado ajustable en tensión LM317
    - 2.3.2 Integrado ajustable en límite de corriente LM723





- 2.3.3 Integrados LM325/326
- 3 Reguladores Conmutados
  - 3.1 Introducción
    - 3.1.1 PWM: Modulación de Ancho de Pulso, Pulse Width Modulation
  - 3.2 Configuraciones básicas
    - 3.2.1 Step-down o "bucking" (tensión de salida menor que la entrada).
    - 3.2.2 Step-up o "boosting" (tensión de salida mayor que la entrada); reguladores de inversión.
    - 3.2.3 Convertidores de tensión "flying capacitor" o "charge-pump"
- 3.3 Reguladores conmutados integrados
  - 3.3.1 MAX638
  - 3.3.2 LM3578A
  - 3.3.3 MAX680
- 4 Disipadores

**d. Métodos docentes**

| MÉTODOS DOCENTES                     | OBSERVACIONES                                 |
|--------------------------------------|---|
| Método expositivo/Lección magistral  | Clase Aula                                    |
| Resolución de ejercicios y problemas | Clase Aula                                    |
| Aprendizaje mediante experiencias    | Prácticas de laboratorio en grupos reducidos. |

**e. Plan de trabajo**

| Semana | Día I (2h) | Día II (2h) |
|--------|------------|-------------|
| 11     | TEMA 3 T   | TEMA 3 T    |
| 12     | TEMA 3 A   | TEMA 3 L    |
| 13     | TEMA 3 L   |             |

En color verde, horas correspondientes a clases de teoría (4 horas).  
 En color salmón, horas correspondientes a problemas en aula (2 horas).  
 En color azul, horas correspondientes a prácticas en laboratorio (3 horas).  
 Texto en color rojo, día de examen parcial del tema (1hora).

**f. Evaluación**

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba escrita/oral parcial y en caso de no superarlo, prueba final junto al resto de temas.
- Un trabajos e informe correspondiente realizado por el alumno o grupo de trabajo.

**g. Bibliografía básica**

Diseño con Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Analógicos. .a. Edición. Sergio Franco. ISBN 970104595-5  
 Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales. James M. Fiore. ISBN 84-9732-099-9

**h. Bibliografía complementaria**

Puesto que es una materia muy estudiada y hay extensa bibliografía, se recomienda cualquier otro libro que se refiera a los temas citados,

**i. Recursos necesarios**



Programa simulador de circuitos Psim de ORCAD, descargable versión estudiante desde la dirección:

<http://www.dte.eis.uva.es/Docencia/ETSII/Edig1/Programa/91pspstu.exe>

Material de laboratorio: componentes pasivos y semiconductores, circuitos proto-board, osciloscopio, fuentes de señales, fuente de alimentación, polímetros.

**j. Temporalización**

Este tema se imparte desde la semana 11 a la semana 13, con 4 horas por semana. (0'2+0'2+0'1 ETCS)

**Bloque 4: OSCILADORES SENOIDALES**

Carga de trabajo en créditos ECTS: 0'5

**a. Contextualización y justificación**

Circuitos basados en operacionales utilizados para generación de señales alternas.

**b. Objetivos de aprendizaje**

Compresión de la problemática de este tipo de circuitos y estudio de los circuitos discretos e integrados que realizan esta misión.

**c. Contenidos**

- 1 Introducción
  - 1.1 Clasificación
  - 1.2 Principios básicos de los osciladores sinusoidales. Criterio de Barkhausen
    - 1.2.1 Más criterios prácticos
  - 1.3 Oscilador con puente de Wien
- 2 Oscilador basados en operacionales
- 3 Generadores de frecuencia y osciladores monochip

**d. Métodos docentes**

| MÉTODOS DOCENTES                     | OBSERVACIONES                                 |
|--------------------------------------|---|
| Método expositivo/Lección magistral  | Clase Aula                                    |
| Resolución de ejercicios y problemas | Clase Aula                                    |
| Aprendizaje mediante experiencias    | Prácticas de laboratorio en grupos reducidos. |

**e. Plan de trabajo**

| Semana | Día I (2h) | Día II (2h) |
|--------|------------|-------------|
| 13     |            | TEMA 4 T    |
| 14     | TEMA 4 T   | TEMA 4 A    |
| 15     | TEMA 4 L   | TEMA 4 L    |

En color verde, horas correspondientes a clases de teoría (4 horas).  
 En color salmón, horas correspondientes a problemas en aula (2 horas).  
 En color azul, horas correspondientes a prácticas en laboratorio (3 horas).  
 Texto en color rojo, día de examen parcial del tema (1hora).



#### **f. Evaluación**

---

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba escrita/oral parcial y en caso de no superarlo, prueba final junto al resto de temas.
- Un trabajos e informe correspondiente realizado por el alumno o grupo de trabajo.

#### **g. Bibliografía básica**

---

Diseño con Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Analógicos. .a. Edición. Sergio Franco. ISBN 970104595-5

Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales. James M. Fiore. ISBN 84-9732-099-9

#### **h. Bibliografía complementaria**

---

Puesto que es una materia muy estudiada y hay extensa bibliografía, se recomienda cualquier otro libro que se refiera a los temas citados,

#### **i. Recursos necesarios**

---

Programa simulador de circuitos Psim de ORCAD, descargable versión estudiante desde la dirección:

<http://www.dte.eis.uva.es/Docencia/ETSII/Edig1/Programa/91pspstu.exe>

Material de laboratorio: componentes pasivos y semiconductores, circuitos proto-board, osciloscopio, fuentes de señales, fuente de alimentación, polímetros.

#### **j. Temporalización**

---

Este tema se imparte desde la semana 13 a la semana 15, con 4 horas por semana (0'1+0'2+0'2 ETCS).



### 5. Métodos docentes y principios metodológicos

| MÉTODOS DOCENTES                     | OBSERVACIONES                                 |
|--------------------------------------|---|
| Método expositivo/Lección magistral  | Clase Aula                                    |
| Resolución de ejercicios y problemas | Clase Aula                                    |
| Aprendizaje mediante experiencias    | Prácticas de laboratorio en grupos reducidos. |
| Proyecto final                       | Análisis de un circuito comercial en grupo.   |

Uso del método “El error como método de aprendizaje y motor de investigación” en la realización de las prácticas y del proyecto final de la asignatura.





### 6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

| ACTIVIDADES PRESENCIALES                            | HORAS | ACTIVIDADES NO PRESENCIALES  | HORAS |
|---|-------|--|-------|
| Clases teórico-prácticas (T/M)<br>Método expositivo | 27    | Estudio y trabajo autónomo individual<br>Estudio y preparación de exámenes | 25    |
| Laboratorios (L)<br>Aprendizaje Cooperativo         | 33    | Estudio y trabajo autónomo grupal<br>Aprendizaje Cooperativo               | 65    |
| Total presencial                                    | 60    | Total no presencial  | 90    |



**7. Sistema y características de la evaluación**

| INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO  | PESO EN LA NOTA FINAL | OBSERVACIONES   |
|--|-----------------------|---|
| Pruebas escrita/oral parciales.  | 45%                   | En la guía se especifican los pesos de cada uno de los exámenes parciales de los contenidos considerados fundamentales para aprobar la asignatura. Debe obtenerse una nota mínima de 8/10. Examen que constará de 4 cuestiones. Si no se supera se deberá presentar al examen final. En caso de superarlo, elimina materia. |
| <b>Examen final de principios fundamentales:</b><br>(Media ponderada de los exámenes parciales anteriores en caso de haber sido superados) | 45%                   | Examen de los contenidos considerados fundamentales para aprobar la asignatura. Debe obtenerse una nota mínima de 8/10. Examen que constará de 8 cuestiones   |
| Prueba de laboratorio.   | 20%                   | Incluye los informes de las prácticas.  |
| Trabajos e informes realizados por el alumno o grupo de trabajo  | 35%                   | Informe del proyecto final.   |

**CRITERIOS DE CALIFICACIÓN**

- **Convocatoria ordinaria:**
  - En la guía se especifican los pesos de cada uno de los exámenes parciales de los contenidos considerados fundamentales para aprobar la asignatura. Debe obtenerse una nota mínima de 8/10. Examen que constará de 4 cuestiones. Si no se supera se deberá presentar al examen final. En caso de superarlo, elimina materia.
  - Examen de los contenidos considerados fundamentales para aprobar la asignatura. Debe obtenerse una nota mínima de 8/10. Examen que constará de 8 cuestiones
- **Convocatoria extraordinaria:**
  - **En 2ª convocatoria** se conservarán las notas de laboratorio y proyecto obtenidas, a no ser que en esta última, el alumno presente nuevo proyecto. El examen de principios fundamentales se rige bajo los mismos principios que el ordinario.



## 8. Consideraciones finales

Ninguna.

