



## Proyecto/Guía docente de la asignatura

<b>Asignatura</b>	REGULACIÓN AUTOMÁTICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS		
<b>Materia</b>	REGULACIÓN AUTOMÁTICA		
<b>Módulo</b>	TECNOLOGÍA ELÉCTRICA		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
<b>Plan</b>	439	<b>Código</b>	41651
<b>Período de impartición</b>	2º CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	FORMACIÓN ESPECÍFICA OBLIGATORIA
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	3
<b>Créditos ECTS</b>	7,5		
<b>Lengua en que se imparte</b>	ESPAÑOL		
<b>Profesor responsable</b>	ENRIQUE BAEYENS LÁZARO		
<b>Departamento(s)</b>	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	E-mail: enrbae@eii.uva.es Teléfono: 983-423000 ext 3909		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

---

### 1.1. Contextualización

---

Esta asignatura aborda el modelado y análisis de sistemas físicos haciendo uso de modelos lineales en variables de estado y el diseño de sistemas de control para estos sistemas. El alumno ya conoce los fundamentos básicos del análisis y diseño de sistemas de control que ha adquirido en la asignatura de Fundamentos de Automática. La utilización de variables de estado es fundamental para modelar y analizar sistemas eléctricos, ya que son sistemas interconectados con un gran número de elementos (generadores, motores, líneas de transmisión, etc.) y no es posible su análisis utilizando modelos monovariantes como los utilizados en la asignatura de Fundamentos de Automática.

### 1.2. Relación con otras materias

---

La asignatura está directamente relacionada con Fundamentos de Automática, y necesita del conocimiento de otras materias como Matemáticas, ya que se requiere el uso de álgebra matricial y ecuaciones diferenciales. Además es necesario disponer de conocimientos básicos de Mecánica, Electrotecnia, Termodinámica y Transmisión de Calor, Ingeniería fluidodinámica, Máquinas Eléctricas, Sistemas Eléctricos y Electrónica.

### 1.3. Prerrequisitos

---

No existen formalmente, pero es fundamental haber superado la materia "Fundamentos de Automática".

## 2. Competencias

---

### 2.1. Generales

---

**CG1** Capacidad de análisis y síntesis. Ser capaz de extraer los aspectos esenciales de un texto o conjunto de datos para obtener conclusiones pertinentes, de manera clara, concisa y sin contradicciones, que permiten llegar a conocer sus partes fundamentales y establecer generalizaciones. Ser capaz de relacionar conceptos y adquirir una visión integrada, evitando enfoques fragmentados.

**CG2** Capacidad de organización y planificación del tiempo. Esta competencia implica la organización personal y grupal de las tareas a realizar, considerando el tiempo que se requiere para cada una de ellas y el orden en que deben ser realizadas con el objetivo de alcanzar las metas propuestas. El estudiante adquirirá un hábito y método de estudio que le permita establecer un calendario en el que queden reflejados los tiempos asignados a cada tarea.

**CG5** Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma. Ser capaz de desarrollar una estrategia personal de formación, de evaluar el propio aprendizaje y encontrar los recursos necesarios para mejorarlo. Ser capaz de detectar las deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica. Ser capaz de utilizar metodologías de autoaprendizaje eficiente para la actualización de nuevos conocimientos y avances científicos/tecnológicos. Ser capaz de hacer una búsqueda bibliográfica por medios diversos, de seleccionar el material relevante y de hacer una lectura comprensiva y crítica del mismo.

**CG6** Capacidad de resolución de problemas. Ser capaz de: 1) identificar el problema organizando los datos pertinentes, 2) delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa, 3) plantear de forma clara las distintas alternativas y justificar la selección del proceso seguido para obtener la solución, 4) ser crítico con las soluciones obtenidas y extraer las conclusiones pertinentes acordes con la teoría.

**CG7** Capacidad de razonamiento crítico/análisis lógico. Esta competencia requiere ser capaz de analizar cada una de las situaciones planteadas, y tomar decisiones lógicas desde un punto de vista racional sobre las ventajas e inconvenientes de las distintas posibilidades de solución de los distintos procedimientos para conseguirlos y de los resultados obtenidos.

**CG8** Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica. Desarrollará la capacidad de analizar las limitaciones y los alcances de las técnicas y herramientas a utilizar, reconociendo los campos de aplicación de cada una de ellas y aprovechando toda la potencialidad que ofrecen combinándolas y/o realizando modificaciones de modo que se optimice su aplicación.

**CG9** Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz. Esta capacidad requiere: 1) Asumir como propios los objetivos del grupo, sean estos relativos a una única o más disciplinas, y actuar para alcanzarlos, respetando los compromisos (tareas y plazos) contraídos, 2) Expresar las ideas con claridad, comprendiendo la dinámica del debate, efectuando intervenciones y tomando decisiones que integren las distintas opiniones y puntos de vista para alcanzar consensos, 3) Promover una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo. El trabajo se podrá realizar en un contexto multilingüe.

### 2.2. Específicas

---

**CE20** Conocimientos sobre control de máquinas y accionamientos eléctricos y sus aplicaciones.

**CE26** Conocimiento de los principios la regulación automática y su aplicación a la automatización industrial.

**CE30** Conocimientos de programación informática aplicados a problemas industriales de ingeniería eléctrica.



### 3. Objetivos

Los objetivos de la asignatura son la adquisición de las competencias anteriormente indicadas. El alumno al completar el período formativo deberá ser capaz de:

- Adquirir los conceptos de señal y sistema.
- Distinguir entre variables de estado y variables exógenas.
- Modelar sistemas dinámicos en ecuaciones de estado.
- Adquirir el concepto de estabilidad y las técnicas de análisis de la estabilidad de un sistema dinámico.
- Adquirir los conceptos de controlabilidad y observabilidad de un sistema dinámico representado en variables de estado.
- Saber diseñar observadores del estado de un sistema.
- Saber muestrear señales y discretizar sistemas.
- Saber diseñar controladores para sistemas expresados en ecuaciones de estado.
- Conocer los principales métodos de control de los sistemas eléctricos.



## 4. Contenidos

---

### Bloque 1: Modelado y análisis de sistemas

---

Carga de trabajo en créditos ECTS: **3**

#### a. Contextualización y justificación

---

Constará de 4 temas en los que se estudiará la estructura general de un sistema de control y sus elementos componentes. Se introducirá el concepto de señal y sistema y se estudiarán las principales técnicas de muestreo y reconstrucción de señales. Se definirá el concepto de sistema y estado y se estudiarán técnicas de modelado físico de sistemas en variables de estado. Se estudian las principales técnicas de análisis de sistemas modelados en variables de estado.

#### b. Objetivos de aprendizaje

---

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer la estructura y componentes de un sistema moderno de control.
- Saber muestrear y reconstruir señales y sistemas.
- Saber modelar sistemas dinámicos en variables de estado.
- Saber analizar sistemas dinámicos modelados en variables de estado.

#### c. Contenidos

---

- INTRODUCCIÓN AL CONTROL AUTOMÁTICO.
- MUESTREO Y RECONSTRUCCIÓN DE SEÑALES
- MODELADO DE SISTEMAS EN EL ESPACIO DE LOS ESTADOS
- ANÁLISIS DE SISTEMAS EN EL ESPACIO DE LOS ESTADOS

#### d. Métodos docentes

---

Se plantea el uso combinado de las metodologías docentes siguientes: sesiones teóricas en aula, sesiones prácticas en laboratorio, trabajo personal de estudio y de realización de problemas. El programa teórico, se coordina temporalmente con la realización de los problemas y de las prácticas de cada tema. Se propone articular el trabajo práctico de los estudiantes en el curso a través del aprendizaje cooperativo y la evaluación continua.

Actividades presenciales: clases expositivas de los contenidos teóricos, prácticas en laboratorio, seminarios sobre temas avanzados y tutorías.

Actividades no presenciales: estudio y resolución de problemas

**e. Plan de trabajo**

Tema	Título del tema	Teoría (horas)	Aula (horas)	Seminarios (horas)	Laboratorio (horas)
1	Introducción al control automático	1	1		1
2	Muestreo y reconstrucción de señales	2	2		1
3	Modelado de sistemas en el espacio de los estados	4	2		3
4	Análisis de sistemas en el espacio de los estados	8	2		3
<b>TOTAL</b>		<b>15</b>	<b>7</b>		<b>8</b>

**f. Evaluación**

La asignatura combinará evaluación continua y examen escrito. Un 50 % de la nota final corresponderá a la evaluación continua de las actividades de resolución de problemas y prácticas de laboratorio, que se realizarán a lo largo del periodo de impartición de la asignatura. La calificación se llevará a cabo mediante informes y test de comprobación que el alumno deberá llevar a cabo en las fechas señaladas. El otro 50 % de la nota final corresponderá al examen escrito de teoría y problemas. El alumno deberá obtener al mínimo un 40 % de la nota final en el examen escrito

**g. Bibliografía básica**

- OGATA, KATSUHIKO Ingeniería de control moderna, Madrid [etc.] : Pearson : Prentice-Hall, 2003 (4a ed.)
- DORF, RICHARD C. Sistemas de control moderno, Madrid : Pearson Prentice-Hall, 2005 (10a ed.)
- OGATA, KATSUHIKO Sistemas de Control en tiempo discreto, Prentice Hall, 1996, (2a ed.)

**h. Bibliografía complementaria**

- NISE, NORMAN S. Sistemas de control para ingeniería, Mexico, D.F.: Compañía Editorial Continental, 2006
- KUO, BENJAMIN C. Sistemas automáticos de control, México, [etc.] : Prentice-Hall, 1996 (7a ed.)
- FRANKLIN, GENE F. Control de sistemas dinámicos con retroalimentación, Argentina: Addison-Wesley Iberoamericana, 1991

**i. Recursos necesarios**

En el Campus Virtual de la UVa se dispone de todos los recursos de aprendizaje necesarios. Se proporcionará apuntes de teoría y resolución de problemas, ejercicios resueltos y guiones de prácticas de laboratorio.

**j. Temporalización**

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Modelado y análisis de sistemas	3,0	semanas 1 a 6



## Bloque 2: Diseño de sistemas de control y aplicación a sistemas eléctricos

---

Carga de trabajo en créditos ECTS: 4,5

### a. Contextualización y justificación

---

Constará de 4 temas en los que se abordará el Diseño de Controladores y su implementación en un entorno industrial. Este bloque aborda las características más importantes del diseño de controladores para sistemas realimentados, así como su aplicación a los sistemas eléctricos.

### b. Objetivos de aprendizaje

---

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer las principales técnicas clásicas de diseño de controladores.
- Saber diseñar controladores con realimentación completa del vector de estado.
- Saber diseñar observadores del vector de estado a partir de salidas medidas con sensores.
- Conocer las técnicas de diseño óptimo de controladores en variables de estado.
- Conocer las principales técnicas de control y operación de los sistemas eléctricos y sus componentes.

### c. Contenidos

---

- TÉCNICAS CLÁSICAS DE DISEÑO DE CONTROLADORES
- TÉCNICAS DE DISEÑO DE OBSERVADORES Y CONTROLADORES EN EL ESPACIO DE ESTADOS
- INTRODUCCIÓN AL DISEÑO ÓPTIMO DE CONTROLADORES
- INTRODUCCIÓN AL CONTROL Y OPERACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICOS

### d. Métodos docentes

---

Se plantea el uso combinado de las metodologías docentes siguientes: sesiones teóricas en aula, sesiones prácticas en laboratorio, trabajo personal de estudio y de realización de problemas. El programa teórico, se coordina temporalmente con la realización de los problemas y de las prácticas de cada tema. Se propone articular el trabajo práctico de los estudiantes en el curso a través del aprendizaje cooperativo y la evaluación continua.

Actividades presenciales: clases expositivas de los contenidos teóricos, prácticas en laboratorio, seminarios sobre temas avanzados y tutorías.

Actividades no presenciales: estudio y resolución de problemas

**e. Plan de trabajo**

Tema	Título del tema	Teoría (horas)	Aula (horas)	Seminarios (horas)	Laboratorio (horas)
5	Técnicas clásicas de diseño de controladores	4	1		2
6	Técnicas de diseño de controladores y observadores en el espacio de los estados	8	5		5
7	Introducción al diseño óptimo de controladores	6	5		5
8	Introducción al control y operación de sistemas eléctricos	2		3	
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>12</b>

**f. Evaluación**

La asignatura combinará evaluación continua y examen escrito. Un 50 % de la nota final corresponderá a la evaluación continua de las actividades de resolución de problemas y prácticas de laboratorio, que se realizarán a lo largo del periodo de impartición de la asignatura. La calificación se llevará a cabo mediante informes y test de comprobación que el alumno deberá llevar a cabo en las fechas señaladas. El otro 50 % de la nota final corresponderá al examen escrito de teoría y problemas. El alumno deberá obtener al mínimo un 40 % de la nota final en el examen escrito

**g. Bibliografía básica**

- OGATA, KATSUHIKO Ingeniería de control moderna, Madrid [etc.] : Pearson : Prentice-Hall, 2003 (4a ed.)
- DORF, RICHARD C. Sistemas de control moderno, Madrid : Pearson Prentice-Hall, 2005 (10a ed.)
- FRIEDLAND, B., Control System Design: An Introduction to State-Space Methods , Dover, 2005.

**h. Bibliografía complementaria**

- CHEN, C.-T. Linear System Theory and Design, Oxford University Press, 2012.
- HESPANHA, J. Linear Systems Theory, Princeton University Press, 2009.
- MURTY, P.S.R. Operation and Control in Power Systems, CRC, 2011.

**i. Recursos necesarios**

En el Campus Virtual de la UVa se dispone de todos los recursos de aprendizaje necesarios. Se proporcionará apuntes de teoría y resolución de problemas, ejercicios resueltos y guiones de prácticas de laboratorio.

**j. Temporalización**

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Diseño de sistemas de control y aplicación a sistemas eléctricos	4,5	semanas 7 a 15

## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

- Se plantea el uso combinado de las metodologías docentes siguientes: sesiones teóricas en aula, sesiones prácticas en laboratorio, trabajo personal de estudio y de realización de problemas.
- El programa teórico, se coordina temporalmente con la realización de los problemas y de las prácticas de cada tema.
- El trabajo práctico de los estudiantes en el curso hará uso del aprendizaje cooperativo y la evaluación continua.
- Actividades presenciales: clases expositivas de los contenidos teóricos, prácticas en laboratorio, seminarios sobre temas avanzados y tutorías.
- Actividades no presenciales: estudio y resolución de problemas.

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

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas	35	Estudio y trabajo autónomo individual	82,5
Clases prácticas de aula	17	Estudio y trabajo autónomo grupal	30
Laboratorios	20		
Seminarios	3		
<b>Total presencial:</b>	<b>75</b>	<b>Total no presencial:</b>	<b>112,5</b>

## 7. Sistema y características de evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Evaluación continua de problemas	20 %	La nota obtenida en esta parte deberá estar en la horquilla [0 %, 20 %].
Evaluación continua de prácticas de laboratorio	30 %	La nota obtenida en esta parte deberá estar en la horquilla [0 %, 20 %].
Examen final escrito	50 %	La nota obtenida en esta parte deberá estar en la horquilla [20 %, 50 %].

### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

#### ■ Convocatoria ordinaria:

- Los problemas y prácticas de laboratorio correspondientes a la evaluación continua se entregarán en las fechas indicadas antes del examen de la convocatoria ordinaria.
- Es necesario obtener un 40 % de la nota final proveniente del examen escrito.

#### ■ Convocatoria extraordinaria:

- Las notas de la evaluación continua de problemas y prácticas de laboratorio se mantienen para esta convocatoria
- Es necesario obtener un 40 % de la nota final proveniente del examen escrito.



## 8. Consideraciones finales

- Profesores que imparten la asignatura: Enrique Baeyens Lázaro (enrbae@eii.uva.es) y Alberto Herreros López (albher@eii.uva.es).
- Para las clases de prácticas de laboratorio se utilizará MATLAB y los equipos físicos de los que dispone el departamento.
- Las clases prácticas tanto de aula como de laboratorio se repartirán uniformemente a lo largo del curso. No se concentrarán al principio o al final.

