

DATOS DE LA ASIGNATURA*

* Asignatura en experiencia piloto de implantación del sistema de créditos ECTS

Nombre:			
Ingeniería de Control			
Denominación en inglés¹:			
Control engineering			
Código:	Año del Plan de Estudios:	Tipo:	
460004032	Publicación BOE: 27-07-2004	<input type="checkbox"/> Troncal <input type="checkbox"/> Obligatoria <input checked="" type="checkbox"/> Optativa	
Créditos:			
	Totales:	Teóricos:	Prácticos:
Créditos L.R.U.	6,75	4,50	2,25
Créditos E.C.T.S.	5,4	3,6	1,8
Departamento:			
Ingeniería Electrónica, de Sistemas Informáticos y Automática			
Área de Conocimiento:			
Ingeniería de Sistemas y Automática			
Curso:	Cuatrimestre:	Ciclo:	
Tercero	2º Cuatrimestre	Primero	
Web de la asignatura:			
http://www.uhu.es/manuel.vasallo/ingenieria_de_control_2			

¹Para su inclusión en el Complemento Europeo al Título

DATOS DE LOS PROFESORES

Nombre:	e-mail:	Teléfono:	Despacho:
Manuel Jesús Vasallo Vázquez	manuel.vasallo@diesia.uhu.es	959217376	62

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

1.1. Descriptores de la asignatura:
Fundamentos para el análisis y diseño. Estabilidad. Análisis de los dominios del tiempo y de la frecuencia. Diseño de controladores. Introducción al control discreto.
1.2. Descriptores de la asignatura (en inglés)²:
Analysis and design rediments. Stability. Time and frequency dominion analysis. Controllers design. Discret control introduction.

²Para su inclusión en el Complemento Europeo al Título

2. Situación de la asignatura.
2.1. Prerrequisitos:
Ninguno
2.2. Contexto dentro de la titulación:
La asignatura de Ingeniería de Control se encuentra ubicada en el segundo cuatrimestre del tercer curso de la Titulación. A través de esta asignatura los alumnos se introducen en el diseño de Sistemas de Control, por lo cual, en ella se desarrollan los conocimientos básicos requeridos en Ingeniería de Control para la formación de un Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas, tanto para el estudio de posibles asignaturas de un segundo ciclo como para su posterior ejercicio de la profesión. El análisis y diseño de sistemas de control, y su simulación en el laboratorio, hacen que esta asignatura se considere un pilar fundamental para conseguir futuros graduados con una formación completa.
2.3. Recomendaciones:
No hay ninguna recomendación especial. No obstante, es aconsejable que el alumno haya cursado las siguientes asignaturas: Cálculo de Sistemas, Álgebra de Sistemas, y Dinámica de Sistemas.

3. Competencias a adquirir por los estudiantes.

3.1. Competencias transversales o genéricas.

3.1.1. Competencias instrumentales:

<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad de análisis y síntesis.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad de organización y planificación.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Comunicación oral y escrita en lengua nativa.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Conocimiento de una lengua extranjera.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad de gestión de la información.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Resolución de problemas.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Toma de decisiones.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.

3.1.2. Competencias personales:

<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Trabajo en equipo.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Trabajo en un contexto internacional.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Habilidades en las relaciones interpersonales.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad para comunicarse con expertos de otras áreas.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Reconocimiento a la diversidad y la multiculturalidad.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Razonamiento crítico.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Compromiso ético.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.

3.1.3. Competencias sistémicas:

<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Aprendizaje autónomo.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Adaptación a nuevas situaciones.
<input type="checkbox"/> Alto	<input checked="" type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Habilidad para trabajar de forma autónoma.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Creatividad.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Liderazgo.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Conocimiento de otras culturas y costumbres.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Iniciativa y espíritu emprendedor.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Motivación por la calidad.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Sensibilidad hacia temas medioambientales.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.
<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Bajo	Otras: Especificar.

3.2. Competencias específicas.

3.2.1. Competencias cognitivas (saber):

- Resolución de problemas de análisis y diseño de sistemas de control
- Uso del ordenador como herramienta de apoyo en el análisis y diseño de sistemas de control

3.2.2. Competencias procedimentales e instrumentales (saber hacer):

- Redacción de documentos
- Capacidad para realizar proyectos de control.

3.2.2. Competencias actitudinales (ser):

- Capacidad para la comunicación
- Adaptación del alumno al trabajo en equipo
- Adquirir la capacidad para determinar la solución más apropiada para un problema concreto.

4. Objetivos:	
<ul style="list-style-type: none"> • Diferenciar entre sistemas de control en tiempo continuo y en tiempo discreto. • Dotar al alumno del aparato matemático en que se fundamenta los sistemas de control. • Conocer las técnicas gráficas utilizadas en el análisis y diseño de sistemas de control, como son, respuesta temporal, lugar geométrico de las raíces y respuesta en frecuencia. • Conocer la estabilidad de un sistema. • Hacer uso, para el análisis y diseño, de herramientas software de simulación. • Capacitar al alumno para el diseño de sistemas de control, utilizando como técnicas, el lugar geométrico de las raíces, la respuesta en frecuencia y el espacio de estado. 	

5. Metodología (en horas de trabajo del estudiante):			
	Primer Cuatrimestre	Segundo Cuatrimestre	
	Presenciales		
Clases de teoría	0,0	34,5	
Clases de problemas	0,0	0,0	
Clases prácticas	0,0	19,5	
Actividades académicas dirigidas	0,0	6,0	
	No presenciales		
Exámenes	0,0	4,0	
Estudio de clases teóricas (factor de trabajo: 1,30)	0,0	44,8	
Estudio de clases de problemas y prácticas (factor de trabajo: 1,00)	0,0	19,5	
Preparación de actividades académicamente dirigidas y otras actividades	0,0	15,8	
Total:	0,0	144,1	
Trabajo total del estudiante: 144,1 horas.			
Horas presenciales:	60,0	Horas no presenciales:	80,1
		Exámenes:	4,0

6. Técnicas docentes.	
6.1. Técnicas docentes utilizadas:	
<input checked="" type="checkbox"/> Sesiones académicas de teoría <input type="checkbox"/> Sesiones académicas de problemas <input checked="" type="checkbox"/> Sesiones prácticas en laboratorio <input type="checkbox"/> Seminarios, exposiciones y debates <input type="checkbox"/> Trabajo en grupos reducidos <input checked="" type="checkbox"/> Resolución y entrega de problemas/prácticas <input type="checkbox"/> Realización de pruebas parciales evaluables <input type="checkbox"/> Otras: Especificar <input type="checkbox"/> Otras: Especificar	
6.2. Desarrollo y justificación:	
<p>Sesiones académicas teóricas</p> <p>Las horas dedicadas a sesiones académicas teóricas se impartirán en sesiones de 1,5 horas, a la totalidad de los alumnos de la asignatura, en forma de clases magistrales, donde se expondrán los conceptos fundamentales que el alumno debe adquirir, así como ejercicios aclaratorios intercalados que afiancen dichos conceptos.</p> <p>Para impartir las clases teóricas el profesor usará la pizarra y transparencias. El profesor podrá solicitar la participación activa del alumno mediante preguntas rápidas, teniendo en cuenta a la hora de evaluar a los alumnos que más participen. La asistencia no es obligatoria pero se valorará en la nota final.</p>	

Resolución y entrega de problemas

Consisten en la realización de problemas relacionados con los conceptos y métodos operativos de la asignatura. En la página web de la asignatura se encontrarán los enunciados de dichos problemas. Las 6 horas dedicadas a la resolución de problemas se dividirán en 4 sesiones de 1.5 horas cada una, y la asistencia a las mismas es obligatoria. El profesor evaluará el trabajo realizado, para lo cual, cada alumno entregará al profesor un boletín con todos los problemas realizados completamente desarrollados y comentados.

Sesiones académicas prácticas

Las horas dedicadas a prácticas se desarrollarán en 13 sesiones de 1.5 horas cada una en el laboratorio destinado a tal fin, haciendo uso del ordenador y el programa Matlab. Los grupos de prácticas tendrán un máximo de 20 alumnos que podrán trabajar en parejas o de forma individual. Las cuestiones correspondientes a cada práctica se facilitarán al alumno en la página web de la asignatura con la suficiente antelación, con objeto de que pueda trabajar en su resolución antes de asistir a las clases prácticas. Terminada una práctica, los alumnos deberán presentar al profesor el correcto funcionamiento de la solución obtenida.

7. Bloques temáticos:

El programa de la asignatura se divide en 9 unidades didácticas.

Unidad didáctica I: Introducción y fundamentos básicos.

Tema 1. Introducción.

Tema 2. Fundamentos matemáticos para el análisis y diseño de los sistemas de control

Tema 3. Modelado matemático de sistemas físicos.

Unidad didáctica II: Respuesta temporal y estabilidad.

Tema 4. Análisis de la respuesta en el tiempo de los sistemas de control. Estabilidad absoluta.

Unidad didáctica III: Lugar geométrico de las raíces.

Tema 5. Técnicas del lugar geométrico de las raíces.

Tema 6. Diseño de sistemas usando el método del lugar geométrico de las raíces.

Unidad didáctica IV: Respuesta en el dominio de la frecuencia.

Tema 7. Respuesta en frecuencia.

Tema 8. Diseño de sistemas mediante el métodos de la respuesta en frecuencia.

Unidad didáctica V: Análisis y diseño en el dominio del tiempo

Tema 9. Diseño de sistemas de control en el espacio de estado.

8. Temario desarrollado:

TEMA 1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Concepto de sistema de control. Ejemplos.

1.2. Sistema de control en lazo abierto.

1.3. Sistema de control en lazo cerrado.

1.4. Tipos de variables que intervienen en los sistemas de control

1.5. Clasificación de los sistemas de control.

1.5.1 Sistemas de control lineales. Sistemas de control no lineales.

1.5.2 Sistemas de control invariantes en el tiempo. Sistemas de control variantes en el tiempo.

1.5.3 Sistemas de control en tiempo continuo. Sistemas de control en tiempo discreto.

TEMA 2. FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

2.1. Introducción

2.2. Variable compleja. Función compleja. Polos y ceros. Plano complejo s.

2.3. Enfoque Matlab.

2.4. Ecuaciones diferenciales y ecuaciones de estado.

2.5. La transformada de Laplace. Teoremas importantes.

2.6. La transformada inversa de Laplace.

2.7. Solución de ecuaciones diferenciales aplicando la transformada de Laplace.

2.8. Enfoque Matlab.

2.9. Ecuaciones en diferencia y ecuaciones de estado.

2.10. La transformada z. Teoremas importantes.

2.11. La transformada z inversa.

- 2.12. Solución de ecuaciones en diferencia aplicando la transformada z.
- 2.13. Enfoque Matlab.

TEMA 3. MODELADO MATEMÁTICO DE SISTEMAS FÍSICOS.

- 3.1. Función de transferencia de un sistema en tiempo continuo.
- 3.2. Diagrama de bloques de un sistema en tiempo continuo.
- 3.3. Análisis de los sistemas de control en tiempo discreto.
- 3.4. El muestreador mediante impulsos. El retenedor de orden cero.
- 3.5. Función de transferencia pulso en lazo abierto.
- 3.6. Función de transferencia pulso de sistemas que contienen filtros digitales.
- 3.7. Función de transferencia pulso de sistemas complejos.
- 3.8. Obtención de la función de transferencia de un sistema SISO y LTI a partir de las ecuaciones en el espacio de estado.
- 3.9. Obtención de las ecuaciones en el espacio de un sistema SISO y LTI a partir de la función de transferencia.
- 3.10. Enfoque Matlab.
- 3.11. Modelos matemáticos de sistemas físicos.

TEMA 4. ANÁLISIS DE LA RESPUESTA EN EL TIEMPO DE LOS SISTEMAS DE CONTROL. ESTABILIDAD ABSOLUTA.

- 4.1. Introducción.
- 4.2. Respuesta temporal de sistemas de primer orden a un escalón de entrada.
- 4.3. Respuesta en el tiempo de un sistema de segundo orden.
- 4.4. Respuesta transitoria de un sistema de segundo orden subamortiguado a un escalón unitario de entrada
- 4.5. Teoría de los polos dominantes. Sistema de orden reducido equivalente.
- 4.6. Efecto de añadir polos y ceros a las funciones de transferencias sobre la respuesta temporal de un sistema.
- 4.7. Errores en estado estacionario en los sistemas de control con realimentación unitaria.
- 4.8. Enfoque Matlab.
- 4.9. Estabilidad absoluta. Criterio de estabilidad de Routh

TEMA 5. TÉCNICAS DEL LUGAR GEOMÉTRICO DE LAS RAÍCES.

- 5.1. Introducción.
- 5.2. Propiedades del lugar geométrico de las raíces. Condición de magnitud y condición de ángulo.
- 5.3. Enfoque Matlab.
- 5.4. Efecto de añadir polos y ceros a la función de transferencia de lazo abierto.
- 5.5. Cruce del lugar de las raíces con el eje imaginario.
- 5.6. Lugar de las raíces generalizado.
- 5.7. Lugar geométrico de las raíces de sistemas de control en tiempo discreto.
- 5.8. Estabilidad en el lugar de las raíces.

TEMA 6. DISEÑO DE SISTEMAS USANDO EL MÉTODO DEL LUGAR GEOMÉTRICO DE LAS RAÍCES.

- 6.1. Introducción.
- 6.2. Mejora de la respuesta transitoria.
- 6.3. Mejora del error en estado estacionario.
- 6.4. Compensadores para mejorar el error en estado estacionario.
 - 6.4.1. Controlador PI.
 - 6.4.2. Compensador en atraso o compensador Lag.
- 6.5. Compensadores para mejorar la respuesta transitoria.
 - 6.5.1. Controlador PD.
 - 6.5.2. Compensadores en adelanto o compensador Lead.
- 6.6. Enfoque Matlab.

TEMA 7. RESPUESTA EN FRECUENCIA.

- 7.1. Introducción
- 7.2. Diagrama de Bode.
- 7.3. Trazado de los diagramas de Bode.
- 7.4. Diagrama de Nyquist.
- 7.5. Estabilidad relativa en el diagrama de Nyquist.
- 7.6. Estabilidad relativa en el diagrama de Bode.
- 7.7. Relación entre la respuesta transitoria y la respuesta en frecuencia.
- 7.8. Enfoque Matlab.

TEMA 8. DISEÑO DE SISTEMAS MEDIANTE EL MÉTODOS DE LA RESPUESTA EN FRECUENCIA.

- 8.1. Introducción.
- 8.2. Estudio analítico del compensador en atraso y adelanto
- 8.3. Mejora de la respuesta transitoria mediante el ajuste de ganancia.
- 8.4. Diseño de compensadores en adelanto.
- 8.5. Diseño de compensadores en atraso.
- 8.6. Enfoque Matlab.

TEMA 9. DISEÑO DE SISTEMAS DE CONTROL MEDIANTE EL MÉTODO DEL ESPACIO DE ESTADO.

- 9.1. Introducción.
- 9.2. Diseño de un sistema mediante la asignación de polos utilizando la realimentación de estado.
- 9.3. Enfoque Matlab
- 9.4. Formula de Ackermann.
- 9.5. Diseño de servosistemas. Caso en que la planta posee un integrador.

9. Bibliografía.
9.1. Bibliografía general:
Ingeniería de Control Moderna (4ª edición). Katsuhiko Ogata. Prentice All. 3003.
Sistemas de Control en Tiempo Discreto. (2ª edición) Katsuhiko Ogata. Prentice Hall 1966.
Sistemas de Control Automático. (7ª edición). Benjamin C. Kuo. Prentice Hall. 1996.
Matlab y sus Aplicaciones en las Ciencias y la Ingeniería. César P. López. 2002
9.2. Bibliografía específica:
Sistemas de Control Modero. Richard C. Dorf. Pearson Prentice Hall. 2005.
Control de Sistemas Continuos. (problemas resueltos). Antonio Barrientos. McGraw-Hill. 1996.

10. Técnicas de evaluación.
10.1. Técnicas de evaluación utilizadas:
<input checked="" type="checkbox"/> Examen teórico-práctico <input type="checkbox"/> Trabajos desarrollados durante el curso <input checked="" type="checkbox"/> Participación activa en las sesiones académicas <input type="checkbox"/> Controles periódicos de adquisición de conocimientos <input type="checkbox"/> Examen práctico en aula de informática <input checked="" type="checkbox"/> Otras: Evaluación de problemas <input checked="" type="checkbox"/> Otras: Evaluación de prácticas de laboratorio
10.2. Criterios de evaluación y calificación:
<p>Examen teórico escrito El examen teórico consistirá en una prueba escrita de 2 horas de duración, donde el alumno deberá resolver distintos problemas y/o cuestiones referentes a los temas teóricos desarrollados durante el cuatrimestre. La puntuación de esta prueba tendrá un peso del 60% sobre la nota final. No es obligatoria la asistencia a las secciones académicas teóricas, pero se valora con un total del 10% de la nota final. Para superar la asignatura es necesario aprobar el examen escrito con un 3 sobre 6. La nota de este examen se guarda para septiembre pero no para otras convocatorias. El examen es obligatorio para aquellos alumnos que no superen la evaluación de problemas.</p> <p>Evaluación de Problemas. Los problemas desarrollados por el alumno puede obtener una calificación del 60% sobre el total. La calificación de los problemas se guarda hasta septiembre. En siguiente convocatorias no se tendrá en cuenta. El alumno que no supere la evaluación de los problemas, deberá realizar un examen teórico.</p> <p>Evaluación de las prácticas de laboratorio. La calificación de las prácticas de laboratorio tiene un peso del 40% de la nota final de la asignatura. Las prácticas se evaluarán de forma individual y oral. La calificación de las prácticas de laboratorio se guarda hasta diciembre. En restantes convocatorias el alumno deberá realizar un examen de prácticas. El alumno que no supere la evaluación de las prácticas de laboratorio, tiene derecho a un examen práctico de 2 horas de duración.</p> <p>Nota final = 40% problemas (o en su caso examen teórico) + 40% (prácticas) + 10% (asistencia)</p>

11. Organización docente semanal (en horas presenciales del alumno)

11.1. Primer cuatrimestre:

Semana	Horas de clases de teoría	Horas de clases de problemas	Horas de clases prácticas	Actividades Académicas Dirigidas		Horas de exámenes	Temas del temario a tratar
				Actividad	Horas		
1ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
2ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
3ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
4ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
5ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
6ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
7ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
8ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
9ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
10ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
11ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
12ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
13ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
14ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
15ª	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	
Periodo de exámenes						0,0	
Totales	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	

11.2. Segundo cuatrimestre:

Semana	Horas de clases de teoría	Horas de clases de problemas	Horas de clases prácticas	Actividades Académicas Dirigidas		Horas de exámenes	Temas del temario a tratar
				Actividad	Horas		
1ª	3,0	0,0	1,5		0,0	0,0	Tema 1
2ª	3,0	0,0	1,5		0,0	0,0	Tema 2
3ª	3,0	0,0	1,5		0,0	0,0	Tema 2
4ª	3,0	0,0	1,5		0,0	0,0	Tema 3
5ª	3,0	0,0	1,5		0,0	0,0	Tema 3
6ª	3,0	0,0	1,5		0,0	0,0	Tema 4
7ª	3,0	0,0	1,5		0,0	0,0	Tema 4+Tema 5
8ª	1,5	0,0	0,0		0,0	0,0	Tema 6
9ª	3,0	0,0	1,5		0,0	0,0	Tema 7
10ª	3,0	0,0	1,5		0,0	0,0	Tema 8
11ª	3,0	0,0	1,5		0,0	0,0	Tema 9
12ª	0	0,0	0		0,0	0,0	
13ª	3,0	0,0	1,5		0,0	0,0	Tema 9
14ª	0,0	0,0	1,5	Resolución de problemas	3,0	0,0	
15ª	0,0	0,0	1,5	Resolución de problemas	3,0	0,0	
Periodo de exámenes						4,0	
Totales	34,5	0,0	19,5		6,0	4,0	

12. Mecanismos de control y seguimiento:

- Realización de encuestas de satisfacción entre los alumnos
- Control de asistencia