

PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2019/2020

Identificación y características de la asignatura											
Código	501074	Créditos ECTS	6								
Denominación (español)	Regulación Automática										
Denominación (inglés)	Automatic Regulation										
Titulaciones	Grado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial) Grado en Ingeniería Mecánica (Rama Industrial)										
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales										
Semestre	5º	Carácter	Obligatoria en GIE Optativa en GIM								
Módulo	Tecnología Específica Electricidad en GIE Optatividad Mecánica en GIM										
Materia	Electrónica de Potencia y Automatización Industrial en GIE Diversificación en Electricidad en GI										
Profesor/es											
Nombre	Despacho	Correo-e	Página web								
Víctor Manuel Miñambres Marcos	D1.16	vminmar@unex.es	La de la asignatura en el campus virtual								
Área de conocimiento	Ingeniería de Sistemas y Automática										
Departamento	Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática										
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Víctor Manuel Miñambres Marcos										
Competencias (ver tabla en http://bit.ly/competenciasGrados)											
Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias Específicas FB	Marcar con una "X"	Competencias Específicas CRI	Marcar con una "X"	Competencias Específicas TE	Marcar con una "X"
CB1	X	CG1	X	CT1	X	CEFB1		CECRI1		CETE1	
CB2	X	CG2	X	CT2	X	CEFB2		CECRI2		CETE2	
CB3	X	CG3	X	CT3	X	CEFB3		CECRI3		CETE3	
CB4	X	CG4	X	CT4	X	CEFB4		CECRI4		CETE4	
CB5	X	CG5	X	CT5	X	CEFB5		CECRI5		CETE5	
		CG6	X	CT6	X	CEFB6		CECRI6		CETE6	
		CG7	X	CT7	X			CECRI7		CETE7	
		CG8	X	CT8	X			CECRI8		CETE8	X
		CG9	X	CT9	X			CECRI9		CETE9	
		CG10	X	CT10	X			CECRI10		CETE10	
		CG11	X					CECRI11		CETE11	
		CG12						CECRI12		CETFG	

Contenidos
Teoría de control y regulación. Diseño de reguladores monovariantes. Control de sistemas eléctricos.
Temario de la asignatura
Módulo 1. Modelado y análisis de sistemas dinámicos
<p>Tema 1. Sistemas de control realimentados (3 horas)</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.1. Modelos y herramientas de análisis de sistemas de control realimentados. 1.2. Efectos de la realimentación. 1.3. Modelado de sistemas con retardo. 1.4. Sistemas de fase mínima y no mínima. <p>Tema 2. Análisis de sistemas mediante el lugar de las raíces (4 horas)</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.1. Definición del lugar de las raíces. 2.2. Trazado del lugar de las raíces. 2.3. Análisis de sistemas mediante el lugar de las raíces. <p>Tema 3. Análisis de sistemas mediante análisis frecuencial (5 horas)</p> <ul style="list-style-type: none"> 3.1. Definición de respuesta frecuencial de un sistema. 3.2. Diagramas polares. 3.3. Diagrama de Bode. 3.4. Análisis de sistemas mediante análisis frecuencial. 3.5. Obtención de la función de transferencia a partir del diagrama de Bode. <p>Tema 4. Introducción al diseño (3 horas)</p> <ul style="list-style-type: none"> 4.1. Pasos para el diseño de un sistema de control. 4.2. Definición de especificaciones. 4.3. Robustez. <p>Tema 5. Control PID (4 horas)</p> <ul style="list-style-type: none"> 5.1. Términos del PID. 5.2. Estructura básica del PID y modificaciones. 5.3. Métodos de sintonización. 5.4. Algunos problemas del PID. 5.5. Método de selección del tipo de PID. 5.6. Variaciones a la estructura de control realimentada básica. 5.7. Implementación y aspectos operacionales. <p>Tema 6. Métodos analíticos para el diseño del PID (6 horas)</p> <ul style="list-style-type: none"> 6.1. Diseño mediante el lugar de las raíces. 6.2. Diseño mediante el diagrama de Bode. <p>Práctica 1: Formación de grupos (1 hora)</p> <p>Se crearán los grupos de estudiantes que van a resolver el conjunto de prácticas de la asignatura, las cuales conforman un proyecto, y se fijarán una serie de acuerdos entre</p>

los integrantes de cada grupo con el fin de marcar unas pautas para el trabajo en equipo.

Práctica 2: Proyecto, software y hardware (1.5 horas)

Se explicará el proyecto que se va a desarrollar a lo largo del curso y se describirán las herramientas software y hardware que se van a emplear.

Práctica 3: Modelado y simulación de la planta (4 horas)

Se identificarán experimentalmente los parámetros dinámicos de la planta, que es un sistema eléctrico cuyo principal elemento es un motor de corriente continua y se obtendrá su modelo. A continuación, se simulará, tanto en lazo abierto como cerrado, para verificar si su comportamiento es el que se corresponde con el del sistema real.

Práctica 4: Análisis de la planta (4 horas)

Se hará un análisis del comportamiento dinámico del sistema, haciendo uso del L.R. y del D.B. A partir de este análisis, los estudiantes deberán conocer cuáles son los límites de funcionamiento del sistema y decidirán qué especificaciones creen que son las más adecuadas para su sistema.

Práctica 5: Sintonización del PID (4 horas)

El primer paso del diseño del compensador, consiste en la sintonización del PID. Los alumnos analizarán si es posible con este método conseguir las especificaciones que ellos habían definido en los apartados previos de las prácticas.

Práctica 6: Diseño del PID con métodos analíticos (4 horas)

Retomando el modelo de la planta determinado en prácticas anteriores, se diseñará un compensador PID mediante métodos analíticos. Se analizará el comportamiento de la planta con el compensador diseñado a partir del modelo realimentado, y se compararán los resultados con los obtenidos en la práctica 5.

Práctica 7: Análisis y conclusiones sobre el trabajo desarrollado (4 horas)

En esta última parte del proyecto, los estudiantes harán un análisis global de todas las fases previas y terminarán de cerrar los resultados de su proyecto. Deberán decidir, entre otras cosas, si los resultados obtenidos son coherentes con los presupuestos realizados o si tienen que mejorar algunos de los aspectos que han ido trabajando a lo largo del curso.

Actividades formativas								
Horas de trabajo del alumno por tema		Horas teóricas	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	PCH	LAB	ORD	SEM	TP	EP
Presentación de la asignatura	1	1						
1	11,5	3		2,5				6
2	18	4		4				10
3	22,5	5		4			1,5	12
Prueba teórico-práctica temas 1, 2 y 3	9	1						8
4	17	3		4				10
5	20	4		4				12
6	27,5	6		4			1,5	16

Prueba teórico-práctica temas 4, 5 y 6	9	1						8
Evaluación **	14,5	2						12,5
TOTAL	150	30		22,5			3	94,5

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).
 PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)
 LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)
 ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)
 SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).
 TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).
 EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

Metodologías docentes

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Explicación y discusión de los contenidos teóricos	X
2. Resolución, análisis y discusión de ejemplos de apoyo o de problemas previamente propuestos	X
3. Exposición de trabajos previamente encargados a los estudiantes	X
4. Desarrollo en laboratorio, aula de informática, campo, etc., de casos prácticos	X
5. Resolución de dudas puntuales en grupos reducidos, para detectar posibles problemas del proceso enseñanza-aprendizaje y guía en los trabajos, prácticas y estudio del estudiante	X
6. Búsqueda de información previa al desarrollo del tema o complementaria una vez que se han realizado actividades sobre el mismo	X
7. Elaboración de trabajos, individualmente o en grupos	X
8. Estudio de cada tema, que puede consistir en: estudios de contenidos, preparación de problemas o casos, preparación del examen, etc.	X
9. Visitas técnicas a instalaciones	

Resultados de aprendizaje

Aprender qué es un sistema dinámico de control, cuáles son sus subsistemas constituyentes y cuáles son las etapas que hay que cubrir para su realización.

Conocer los métodos clásicos de modelado de los sistemas dinámicos lineales y saber los fundamentos para diseñar modelos de sistemas eléctricos.

Analizar los sistemas a partir de sus modelos tanto en el régimen temporal como frecuencial.

Entender el concepto de realimentación.

** Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

Conocer las técnicas clásicas de control y calcular los parámetros de los reguladores para que los sistemas sigan las especificaciones que se hayan establecido para su funcionamiento.

Sistemas de evaluación

Criterios de evaluación

1. Identificar, relacionar y saber aplicar los métodos y procedimientos básicos de modelado, análisis y control de sistemas dinámicos, fundamentalmente eléctricos (CB1, CB2, CB3, CB5, CG1, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7, CG8, CG11, CT1, CT2, CT4, CT5, CT6, CT10, CETE 8).
2. Colaborar y desarrollar en equipo un proyecto de ingeniería de control básico, en el que se propongan especificaciones de comportamiento adecuadas para el sistema que se estudia, se analicen diversas soluciones y se elija cuál es la más adecuada (CB1, CB2, CB3, CB4, CB5, CG1, CG2, CG3, CG4, CG5, CG6, CG7, CG8, CG9, CG10, CG11, CT1, CT2, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT8, CT9, CT10, CETE8).
3. Realizar documentos y presentaciones técnicas con concreción y claridad (CB1, CB2, CB3, CB4, CB5, CG1, CG4, CG6, CG8, CG10, CG11, CT3, CT4, CT5, CT6, CT7, CT9).
4. Autoevaluar y coevaluar, justificando cuáles son las decisiones tomadas en dichas evaluaciones y cuáles son las conclusiones obtenidas (CB1, CB2, CB3, CB4, CG4, CG7, CG8, CG10, CG11, CT3, CT4, CT6, CT8, CT9, CT10).

Actividades de evaluación

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

	Rango establecido	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global
1. Examen final teórico/práctico y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios.	0%-80%	60% (10%**)	60% (10%**)	60%
2. Aprovechamiento de actividades prácticas realizadas en: aula, laboratorio, sala de ordenadores, campo, visitas, etc.	0%-50%	5%	5%	
3. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo (GG, SL, ECTS).	0%-50%	35%	35%	40%
4. Participación activa en clase.	0%-10%			---
5. Asistencia a las actividades presenciales.	0%-10%			---

(*) El estudiante comunicará al profesor por escrito el tipo de evaluación elegido en las tres primeras semanas de cada semestre y el profesor remitirá la correspondiente relación a la Comisión de Calidad de la Titulación. Cuando un estudiante no realice esta comunicación, se entenderá que opta por la evaluación continua. Una vez elegido el tipo de evaluación, el estudiante no podrá cambiar en la convocatoria ordinaria de ese semestre y se atenderá a la normativa de evaluación para la convocatoria extraordinaria.

(**) Bonificación sobre el 10 en la calificación final.

Descripción de las actividades de evaluación

La **evaluación continua (E.C.)** de la asignatura, consta de las siguientes actividades:

Actividades de evaluación del tipo 1:

- a) El examen final de la asignatura, en convocatoria ordinaria o extraordinaria, tiene dos partes:
1. La primera consiste en un conjunto de preguntas de tipo teórico-prácticas que el alumno podrá resolver haciendo uso, solamente, de una calculadora no programable. Esta parte tiene un peso del 20% de la nota final.

Esta parte de la calificación puede ser superada antes del examen final. Para ello se realizarán dos pruebas de evaluación en horario de clases, de 1 hora de duración cada una de ellas. La primera será de los temas 1, 2 y 3, y la segunda del resto de temas. En ambas se propondrá a los estudiantes un conjunto de preguntas teórico-prácticas. Si el valor medio de las notas de estas dos pruebas de evaluación es de, al menos, un 4 sobre 10, los estudiantes no tendrán que realizar esta prueba, si así lo desean, ni en el examen de la convocatoria ordinaria, ni en el de la extraordinaria. La nota mínima para hacer promedio de cada prueba de evaluación es de 4 sobre 10. En caso contrario, los estudiantes tendrán que realizar la parte de cuestiones teórico-prácticas en el examen final. **Actividad recuperable.**
 2. La segunda es la parte de problemas durante el examen final, en la que los estudiantes podrán usar libros, apuntes y un ordenador. Su peso es del 40% de la nota final. Todos los estudiantes tendrán que realizar esta parte en el examen final de la convocatoria ordinaria y/o extraordinaria. **Actividad recuperable.**
- b) Además de lo anterior, se irán realizando a lo largo del curso exámenes online, que los estudiantes podrán realizar en sus casas, de cada uno de los temas. La media de estos exámenes puede sumar hasta 1 punto sobre la nota final, siempre que la suma de todas las calificaciones del resto de actividades de evaluación sea, al menos, un 4 y no haya más de 2 exámenes online suspensos. Esta actividad de evaluación es **no recuperable**. Como se puede ver, aun cuando esta actividad no se realice, la calificación de la asignatura puede ser de 10, por lo que es una actividad totalmente voluntaria. En cualquier caso, la nota máxima que aparecerá en actas es 10.

Actividades de evaluación del tipo 2:

En esta asignatura se pide la realización de un proyecto en grupo que se desarrolla en las actividades prácticas. La actividad de evaluación de tipo 2 está relacionado con este proyecto, y es la siguiente:

- c) Registros de asistencia y cuadernos de equipo (entregables) que los distintos grupos deberán ir subiendo, en tiempo y forma, a la web de la asignatura en el campus virtual a medida que se van realizando en las horas de prácticas. El peso de esta actividad es del 5% sobre la nota final y es proporcional al número de entregables subidos a la web. Para que sea aplicable es necesario que los estudiantes hayan subido en tiempo y forma la mitad más uno de dichos registros. Esta calificación es **no recuperable**.

Actividades de evaluación del tipo 3:

De igual forma, las actividades del tipo 3 están relacionadas con el proyecto en grupo. Son tres:

- d) La primera es la memoria del proyecto que se realizará a partir de los resultados obtenidos en prácticas según un formato que se entregará. Esta actividad tiene un peso del 25% de la nota final. La forma de calcular la calificación será empleando una rúbrica de evaluación que se usará para calificar la memoria del proyecto que se presente. **Actividad recuperable.**

- e) La segunda tiene un peso del 5% de la nota final. Se obtendrá a partir de una prueba tipo test que tendrán que hacer, individualmente, todos los miembros del grupo en horario de prácticas. Si todos ellos contestan satisfactoriamente dos cuestiones de tres que se les propongan, tendrán 0,5 puntos más en la nota del proyecto. Si alguno no cumple esta condición, aquellos estudiantes que no lo hagan tendrán un 0 y los que sí tendrán 0,25 puntos. Esta es una actividad **no recuperable**.
- f) La tercera es una actividad de coevaluación de proyectos que se hará en horas de clases o prácticas y que se corresponde con el 5% de la nota final. Esta es una actividad **no recuperable**.

La **evaluación global (E.G)** tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la E.II.II. Constará de las siguientes pruebas:

- g) Examen de cuestiones teórico-prácticas y de problemas de los contenidos de la asignatura. Este examen se regirá por los mismos criterios del examen final de la asignatura, explicados en el apartado (a) de la evaluación continua, exceptuando el hecho de que no se puede eliminar mediante pruebas de evaluación en horario de clases. Su peso en la nota final es del 60%. **Actividad recuperable**.
- h) Examen de prácticas, que consiste en la elaboración en el laboratorio de una práctica con varios apartados similares a las prácticas realizadas durante el curso. Su peso en la nota final es del 40%. **Actividad recuperable**.

Calificaciones mínimas para aprobar la asignatura:

- La calificación del examen final, aplicando los pesos correspondientes a cada parte, ya sea en evaluación continua (a) o global (g), tiene que ser mayor o igual a 4 sobre 10 (o 2,4 sobre 6).
- La calificación de las actividades de evaluación del tipo 3 (d+e) de evaluación continua tiene que ser mayor o igual a 4 sobre 10 (o 1, 2 sobre 3)
- La calificación del examen de prácticas de la evaluación global (h) tiene que ser mayor o igual a 4 sobre 10 (o 1,6 sobre 4).

En el caso de que no se cumpla/n alguna/s de las restricciones anteriores, la calificación que aparecerá en el acta será el mínimo entre la calificación obtenida aplicando los porcentajes indicados en este apartado y 4.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los tipos de actividades de evaluación:

Tipo de Actividad	Tipo de prueba asociada a la actividad	¿Cuándo se puede aprobar la prueba?	Calificación sobre la nota final	Condiciones y notas mínimas para poder aprobar la asignatura, y cuestiones asociadas a la prueba
Exámenes de cuestiones teórico-prácticas y problemas:	Cuestiones teóricas-prácticas	A lo largo del curso (sólo si E.C.) o Convocatoria ordinaria (E.C. y E.G.) o Convocatoria extraordinaria (E.C. y E.G.)	2 puntos	Si en las cuestiones teórico-prácticas realizadas en los exámenes de clases se obtiene una calificación mayor o igual a 4, no es necesario realizar esta parte en los exámenes de las convocatorias. Para aprobar la asignatura, la nota obtenida de estas dos
	Problemas	Convocatoria ordinaria (E.C. y E.G.)	4 puntos	

		o Convocatoria extraordinaria (E.C. y E.G.)		partes debe ser mayor o igual a 4 sobre 10. En la prueba global las cuestiones teórico-prácticas sólo se pueden aprobar en la convocatoria ordinaria o extraordinaria.	
	Exámenes online	La nota lo largo del curso (sólo si E.C.) (NR)	(1 punto*)	Para añadirla a la nota final, la suma de todas las calificaciones del resto de pruebas debe ser, al menos, de un 4 sobre 10 y no debe haber más de 2 exámenes online suspensos. Esta es una nota que puede hacer que la nota sea mayor a 10, en cuyo caso, en el acta se pondrá como nota final de la asignatura, 10.	
Proyecto:	Presentación de entregables	A lo largo del curso (sólo si E.C.) (NR)	0,5 puntos	Que los estudiantes hayan subido al campus virtual, en tiempo y forma, la mitad más uno de los entregables.	
	Coevaluación de proyectos	A lo largo del curso (sólo si E.C.) (NR)	0,5 puntos	Que el estudiante haya hecho la coevaluación.	
	Memoria del proyecto	Convocatoria ordinaria (sólo si E.C.) o Convocatoria extraordinaria (sólo si E.C.)	2,5 puntos	Presentar en tiempo y forma la memoria del proyecto.	Para aprobar la asignatura, la suma de las notas debe ser mayor o igual a 4 sobre 10.
	Cuestiones sobre el proyecto	Convocatoria ordinaria (sólo si E.C.)	0,5 punto	Si todos los estudiantes de un grupo contestan de forma correcta a las preguntas, todos los miembros del grupo tendrán 0,5 puntos. Si alguno/s contesta/n erróneamente, los que hayan contestado mal tendrán 0 puntos y los que hayan contestado bien 0,25 puntos.	
Examen de prácticas:	Examen de prácticas	Convocatoria ordinaria (sólo si E.G.) o Convocatoria extraordinaria (sólo si E.G.)	4 puntos	Para aprobar la asignatura, la nota obtenida en el examen debe ser mayor o igual a 4 sobre 10.	

E.C.=Evaluación Continua. E.G.=Evaluación Global. N.R.=No Recuperable (todo lo que no se indique como N.R. se considera recuperable)

Bibliografía (básica y complementaria)

Bibliografía básica

1. Antonio Visioli "Practical PID Control" Springer, 2006
2. Karl J. Åström y Tore Hägglund "Control PID avanzado" Ed. Pearson Prentice Hall, 2009
3. Norman S. Nise "Control Systems Engineering" John Willey & Sons, Inc. 2011.

- Ogata K. "Ingeniería de Control Moderna". Ed. Pearson Prentice Hall, 2010

Bibliografía complementaria

- Åström, K.J., Murray, R. M. Feedback systems. An introduction for scientists and engineers. Princeton University Press, 2008.
- Kuo B. Sistemas de Control Automático. Ed. Prentice Hall, 1996.
- Dorf R.C. Modern Control Systems. Ed. Addison-Wesley
- Franklin G. Control de Sistemas Dinámicos con Retroalimentación. Ed. Addison-Wesley, 1991.
- Aleixandre V. Automatica I. U.N.E.D.
- Barrientos A., Sanz R., Matía F. y Gambao E. Control de Sistemas Continuos. Problemas Resueltos. Ed. Mc Graw Hill, 1999.
- Eronini. Dinámica de Sistemas y Control. Ed. Thomson Learning.
- Lewis P.H. y Yang C. Sistemas de Control en Ingeniería. Ed. Prentice Hall
- Woods R.L. y Lawrence K.L. Modelling and Simulation of Dynamic Systems. Ed. Prentice Hall.

Otros recursos y materiales docentes complementarios

- Bibliografía recomendada de la asignatura en la web de la biblioteca de la UEX, con enlace a los libros que se puedan acceder online:
http://lope.unex.es/search~S7*spl/?searchtype=r&searcharg=501074
- Página en YouTube de Santiago Salamanca con resolución de problemas y explicación de algunas cuestiones de teoría:
<https://www.youtube.com/user/santiagosalamancamin>
- Curso en EDX de "Dynamics and Control":
<https://www.edx.org/course/dynamicscontrol-upvalenciex-dc201x-2>
- Página web de cursos online: Free on line courses (MIT, Electrical Engineering and Computer Science Department)
<http://ocw.mit.edu/courses/#electricalengineering-and-computer-science>
- Buscador de cursos MOOC sobre Sistemas de Control:
<https://www.mooclist.com/tags/control-systems>