



Teaching Guide

Teaching Guide				
Identifying Data			2019/20	
Subject (*)	Automatic Control Systems		Code	770G01017
Study programme	Grao en Enxeñaría Electrónica Industrial e Automática			
Descriptors				
Cycle	Period	Year	Type	Credits
Graduate	2nd four-month period	Second	Obligatory	6
Language	Spanish			
Teaching method	Face-to-face			
Prerequisites				
Department	Enxeñaría Industrial			
Coordinador	Velo Sabin, Jose Maria	E-mail	jose.velo@udc.es	
Lecturers	Vega Vega, Rafael Alejandro Velo Sabin, Jose Maria	E-mail	rafael.alejandro.vega.vega@udc.es jose.velo@udc.es	
Web				
General description	Na industria actual, e mesmo entre os produtos de consumo máis usuais, empréganse múltiples sistemas sobre os que se aplican métodos modernos de control. É por iso que se necesitan técnicos con capacidade para "comprender", "desenvolver" e "aplicar" devanditos métodos. As Escolas e Centros onde se estude Enxeñaría deben dotar aos seus Alumnos das facultades e coñecementos necesarios que lles permitan, sobre todo, "comprender" e "desenvolver", para que na súa incorporación ao mundo laboral, en colaboración coa experiencia da Empresa, "desenvolver" e "aplique" devanditos métodos con maior profundidade. As funcións que permiten o anterior son, entre outras: - Comprender a utilidade do Control Automático, no noso caso, de sistemas lineais e contínuos, e coñecer as súas aplicacións tanto industriais como en produtos de utilización sistemática, como o son moitos dos de consumo habitual. - Coñecer e comprender os conceptos de estabilidade e precisión dos sistemas realimentados de control. - Coñecer e saber utilizar os métodos analíticos necesarios para: - A modelización de sistemas físicos. - A análise tanto dinámica como estático dos sistemas nos dominios temporal e frecuencial. - O deseño do regulador máis adecuado, que cumpra as especificacións esixidas polo usuario, para cada sistema de control. - Coñecer a finalidade de cada un dos elementos que forman parte dun sistema de control, como poden ser os actuadores, sensores, reguladores, etc. - Elixir, entre as múltiples posibilidades, a estrutura de control a implantar máis adecuada.			

Study programme competences

Code	Study programme competences
A3	Capacidade para realizar medicións, cálculos, valoracións, taxacións, peritaxes, estudos e informes.
A4	Capacidade de xestión da información, manexo e aplicación das especificacións técnicas e da lexislación necesarias no exercicio da profesión.
A17	Coñecer os fundamentos dos automatismos e métodos de control.
A31	Coñecementos de regulación automática e técnicas de control e a súa aplicación á automatización industrial.
B1	Capacidade de resolver problemas con iniciativa, toma de decisións, creatividade e razoamento crítico.



B2	Capacidade de comunicar e transmitir coñecementos, habilidades e destrezas no campo da enxeñaría industrial.
B3	Capacidade de traballar nun contorno multilingüe e multidisciplinar.
B4	Capacidade de traballar e aprender de forma autónoma e con iniciativa.
B5	Capacidade para empregar as técnicas, habilidades e ferramentas da enxeñaría necesarias para a práctica desta.
B6	Capacidade de usar adecuadamente os recursos de información e aplicar as tecnoloxías da información e as comunicacións na enxeñaría.
B7	Capacidade para traballar de forma colaborativa e de motivar un grupo de traballo.
C1	Expresarse correctamente, tanto de forma oral coma escrita, nas linguas oficiais da comunidade autónoma.
C2	Utilizar as ferramentas básicas das tecnoloxías da información e as comunicacións (TIC) necesarias para o exercicio da súa profesión e para a aprendizaxe ao longo da súa vida.
C3	Desenvolverse para o exercicio dunha cidadanía aberta, culta, crítica, comprometida, democrática e solidaria, capaz de analizar a realidade, diagnosticar problemas, formular e implantar solucións baseadas no coñecemento e orientadas ao ben común.
C5	Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse.
C7	Valorar a importancia que ten a investigación, a innovación e o desenvolvemento tecnolóxico no avance socioeconómico e cultural da sociedade.

Learning outcomes			
Learning outcomes	Study programme competences		
Sabe modelizar os sistemas de control automático	A3	B1	C1
	A4	B2	C2
	A17	B3	C3
	A31	B4	C5
		B5	C7
		B6	
		B7	
Coñece as propiedades da realimentación de sistemas de control automático	A4	B1	C1
	A17	B2	C3
	A31	B3	C5
		B4	C7
		B5	
		B6	
		B7	
Sabe analízalos no dominio temporal e frecuencial	A4	B1	C1
	A17	B2	C3
	A31	B3	C5
		B4	C7
		B5	
		B6	
		B7	
É capaz de estudar a súa estabilidade mediante diferentes criterios tanto en dominio temporal como frecuencial	A3	B1	C1
	A4	B2	C2
	A17	B3	C3
	A31	B4	C5
		B5	C7
		B6	
		B7	



Sabe analizar a súa precisión	A3	B1	C1
	A17	B2	C2
	A31	B3	C3
		B4	C5
		B5	C7
		B6	
		B7	
Coñece as accións básicas de control e é capaz de aplicar técnicas de axuste de reguladores	A3	B1	C1
	A4	B2	C2
	A17	B3	C3
	A31	B4	C5
		B5	C7
		B6	
		B7	

Contents	
Topic	Sub-topic
Introdución aos sistemas de Automatización	TEMA 0: "Introdución á Automatización" 0.1.- Introdución. 0.2.- Arquitectura e compoñentes. 0.3.- Tipos de control. 0.4.- Etapas na Automatización.
Modelización de sistemas de control, realimentación	TEMA 1: "Repaso físico-matemático" 1.1.- Sistemas físicos elementais. 1.2.- Fórmulas e teoremas matemáticos elementais. Problemas. TEMA 2: "Sistemas de Control Automático" 2.1.- Sistemas de control automático 2.2.- Clasificación dos sistemas de control. 2.3.- Sistemas dinámicos de control. 2.4.- Sistemas lineais. Linealización. 2.5.- Reguladores e servomecanismos. Diferenzas. 2.6.- Sistemas en bucle aberto e en bucle pechado. 2.7.- Elementos dun sistema. Problemas. TEMA 3: "Función de transferencia e Diagrama de bloques" 3.1.- Modelo matemático dun sistema dinámico. 3.2.- Función de transferencia. Definicións. 3.3.- Diagrama de bloques. 3.4.- Redución do diagrama de bloques: flujograma e fórmula de Mason. Problemas. TEMA 4: "Sistemas realimentados de control automático" 4.1.- Sistemas con realimentación da saída. Definicións. 4.2.- Sensibilidade. 4.3.- Efectos da realimentación sobre un sistema de control. Problemas.



Análise temporal de sistemas, estabilidade e precisión	TEMA 5: "Resposta temporal dun sistema dinámico de control" 5.1.- Introducción. 5.2.- Resposta impulsional dun sistema. 5.3.- Integral de Convolución. 5.4.- Resposta temporal dun sistema de primeira orde. 5.5.- Resposta temporal dun sistema de segunda orde. 5.6.- Sistemas de orde superior. Concepto de estabilidade. 5.7.- Estudo da estabilidade dun sistema por medio da localización dos seus polos en cadea pechada no plano complexo. 5.8.- Criterio de estabilidade de Routh. Propiedades. Aplicacións. Problemas. TEMA 6: "Erros en réxime permanente de sistemas realimentados" 6.1.- Erro en réxime permanente. 6.2.- Tipo dun sistema. 6.3.- Sinais de entrada e constantes de erro. 6.4.- Erros con realimentación non unitaria. Problemas.
Lugar das raíces	TEMA 7: "Estudo da estabilidade dun sistema realimentado mediante o lugar das raíces" 7.1.- Lugar xeométrico das raíces. 7.2.- Condicións básicas do lugar das raíces. 7.3.- Regras de construción do lugar 7.4.- O contorno das raíces. Problemas.
Análise frecuencial de sistemas, estabilidade	TEMA 8: "Resposta frecuencial dun sistema" 8.1.- Introducción. 8.2.- Resposta de frecuencia. 8.3.- Resposta de frecuencia e diagrama cero-polar. 8.4.- Representacións gráficas. Resposta temporal e frecuencial Análise de estabilidade TEMA 9: "Diagramas de Bode ou logarítmicos" 9.1.- Introducción. 9.2.- Representación de termos. 9.3.- Sistemas de fase mínima e sistemas de fase non mínima. Problemas. TEMA 10: "Criterio de estabilidade de Nyquist" 10.1.- Diagrama polar. 10.2.- Criterio de estabilidade de Nyquist Problemas. TEMA 11: "Estabilidade relativa" 11.1.- Estabilidade relativa. 11.2.- Marxe de ganancia e marxe de fase. 11.3.- Estabilidade nos diagramas de Bode. 11.4.- Frecuencia de corte e ancho de banda. 11.5.- Especificacións frecuenciales. 11.6.- Relación entre a resposta en frecuencia e a resposta temporal. 11.7.- Resposta de frecuencia en bucle pechado. Problemas.



Accións básicas de control e técnicas de axuste de Reguladores	TEMA 12: "Consideracións básicas de deseño de sistemas" 12.1.- Introducción. 12.2.- Tipos de compensación. 12.3.- Especificacións de funcionamento. 12.4.- Condicións básicas de deseño. 12.5.- Metodoloxía para o deseño de compensadores TEMA 13: "Reguladores" 13.1.- Introducción 13.2.- Accións básicas de control 13.3.-Regulador proporcional (P) 13.4.-Regulador integral (I) 13.5.-Regulador proporcional-integral (PI) 13.6.-Regulador proporcional-derivativo (PD) 13.7.-Regulador proporcional-integral-derivativo (PID) 13.8.-Conclusións TEMA 14: "Técnicas de axuste de reguladores" 14.1.-Introducción 14.2.-Axuste polo método de Ziegler-Nichols 14.3.-Axuste polo método del Lugar das Raíces Problemas.
--	---

Planning				
Methodologies / tests	Competencies	Ordinary class hours	Student's personal work hours	Total hours
Guest lecture / keynote speech	A4 B1 B3 B5 B6 C1 C3 C7	21	25	46
Problem solving	A3 A4 A17 A4 A31 B1 B2 B3 B4 B5 B3 C1 C2 C5	21	39	60
Laboratory practice	A3 A17 A31 B1 B2 B3 B4 B5 B7 B7 C1 C2 C5	9	6	15
Objective test	A17 A3 B2 B4 C2 C5	6	20	26
Personalized attention		3	0	3
(*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.				

Methodologies	
Methodologies	Description
Guest lecture / keynote speech	Nela iranse desenvolvendo os conceptos e fórmulas necesarios para a comprensión e análise dos sistemas lineais de control, desde os conceptos de diagramas de bloques, estabilidade, precisión, etc., pasando polas análises temporais e frecuenciales, cos métodos utilizados para o seu estudo, ata o deseño dun regulador.
Problem solving	Realizaranse exercicios e problemas complementarios aos conceptos desenvolvidos nas sesións maxistras, que servirán para a asimilación destes, para a comprensión da Materia e para a avaliación continua do Alumno. A nota obtida na solución de problemas pode chegar a ser de 2 puntos.
Laboratory practice	Realizaranse unha serie de prácticas que consistirán no control dun motor de corrente continua, ao que se lle realizarán análises tanto temporais como frecuenciales estudando, en cada caso, as posibles respostas. Poderíanse tamén realizar sesións de simulación. As prácticas de laboratorio son obrigatorias para o Alumno, isto quere dicir, que hai que realizalas todas y aprobalas para poder aprobar a Materia. A nota obtida nas prácticas pode chegar a ser de 1 punto.



Objective test	Consistirá na realización dun exame no que se pode pór un test, cuestións teóricas, cuestións prácticas, problemas e/ou exercicios. A nota obtida no devandito exame será máxima de 7 puntos, e é imprescindible obter unha mínima de 3.5 para poder aprobar a Materia.
----------------	---

Personalized attention	
Methodologies	Description
Laboratory practice Problem solving Guest lecture / keynote speech	Asociadas ás leccións maxistras e de solución de problemas, cada Alumno dispón para a resolución das súas dúbidas, das correspondente sesións de tutoría personalizada. A realización das prácticas de laboratorio será levada persoalmente por un dos profesores designados. O alumnado con recoñecemento de dedicación a tempo parcial e dispensa académica de exención de asistencia, recibirá instrucións precisas de forma personalizada.

Assessment			
Methodologies	Competencies	Description	Qualification
Laboratory practice	A3 A17 A31 B1 B2 B3 B4 B5 B7 B7 C1 C2 C5	As prácticas de laboratorio son obrigatorias, hai que realizalas todas e aprobalas para poder aprobar a Materia. Nos casos en que a puntuación sexa menor de 5 puntos, o Alumno terá que presentarse a exame de prácticas. Se o Alumno suspéndeo, a Materia cualificarase con "Suspenso". A cualificación dependerá dos informes e exercicios entregados e da Actitude e traballo desenvolvido no Laboratorio. As prácticas de Laboratorio representan o 10% da puntuación da Materia, sempre que se asista con regularidade a clase.	10
Objective test	A17 A3 B2 B4 C2 C5	A nota obtida neste exame será como máximo de 7 puntos, e é imprescindible obter unha nota mínima de 3.5 puntos para poder aprobar a Materia. Este exame pode consistir en preguntas teóricas, cuestións teóricas, cuestións prácticas e problemas. Esta proba representa o 70% da puntuación da Materia.	70
Problem solving	A3 A4 A17 A4 A31 B1 B2 B3 B4 B5 B3 C1 C2 C5	Resolución de cuestións, exercicios e problemas na aula. Preténdese avaliar o Interese e a Actitude do Alumno, así como o estudo continuo da Materia mediante a súa participación activa. A solución de problemas representa o 20% da puntuación da Materia, sempre que se asista con regularidade a clase.	20
Others			

Assessment comments
-Para que un Alumno sexa avaliado, ha de ter en conta que a asistencia a clase é obrigatoria, co cal, o Profesor controlará a asistencia. Ao finalizar o curso, se esta é maior ou igual ao 80% o Alumno terá o obxectivo de Asistencia alcanzado.-Se a nota da Proba Obxectiva é maior ou igual a 3.5 puntos e se se ten a Asistencia, a nota final da Materia será a suma das notas da Proba Obxectiva e a Avaliación continua.-Se a nota da Proba Obxectiva é menor de 3.5 puntos ou se non se ten a Asistencia, a nota final da Materia será a da Proba Obxectiva.-Ao alumnado con recoñecemento de dedicación a tempo parcial e dispensa académica de exención de asistencia, esixiráselle polo menos un 5 sobre 7 na proba obxectiva e despois un exame das prácticas.-As notas da Avaliación continua (é dicir, a Asistencia, as Prácticas de Laboratorio e a Solución de problemas) terán unha validez de 2 cursos, é dicir, o curso en que o Alumno a realiza e o curso seguinte. Pasados estes 2 cursos, o Alumno terá que volver realizar o conxunto da Avaliación continua.-Non se permiten nos exames calculadoras programables, con capacidade gráfica ou con capacidade de almacenamento de información.

Sources of information

Basic	- Katsuhiko Ogata (2.003). Ingeniería de Control moderna. Prentice Hall - BENJAMÍN KUO (1996). Sistemas de control automático. Prentice Hall - DORF/BISHOP (2005). Sistemas de control moderno. Prentice Hall A principal fonte de información son os apuntamentos de clase. A bibliografía adxunta serve para completalos e profundar na materia
Complementary	

[illegible]

(*)The teaching guide is the document in which the URV publishes the information about all its courses. It is a public document and cannot be modified. Only in exceptional cases can it be revised by the competent agent or duly revised so that it is in line with current legislation.