



## Teaching Guide

Identifying Data					2020/21
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	Hybrid				
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	<a href="https://moodle.udc.es/">https://moodle.udc.es/</a>				
General description	<p>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.</p> <p>As funcións que permiten o anterior son, entre outras:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 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.</li><li>- Coñecer e comprender os conceptos de estabilidade e precisión dos sistemas realimentados de control.</li><li>- Coñecer e saber utilizar os métodos analíticos necesarios para:<ul style="list-style-type: none"><li>- A modelización de sistemas físicos.</li><li>- A análise tanto dinámica como estático dos sistemas nos dominios temporal e frecuencial.</li><li>- O deseño do regulador máis adecuado, que cumpra as especificacións esixidas polo usuario, para cada sistema de control.</li><li>- Coñecer a finalidade de cada un dos elementos que forman parte dun sistema de control, como poden ser os actuadores, sensores, reguladores, etc.</li></ul></li><li>- Elixir, entre as múltiples posibilidades, a estrutura de control a implantar máis adecuada.</li></ul>				



<b>Contingency plan</b>	<p>1. Modifications to the contents</p> <p>2. Methodologies</p> <p>*Teaching methodologies that are maintained</p> <p>*Teaching methodologies that are modified</p> <p>3. Mechanisms for personalized attention to students</p> <p>4. Modifications in the evaluation</p> <p>*Evaluation observations:</p> <p>5. Modifications to the bibliography or webgraphy</p>
-------------------------	---

Study programme competences / results	
Code	Study programme competences / results
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 / results



Sabe modelizar os sistemas de control automático	A3 A4 A17 A31	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7	C1 C2 C3 C5 C7
Coñece as propiedades da realimentación de sistemas de control automático	A4 A17 A31	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7	C1 C3 C5 C7
Sabe analízalos no dominio temporal e frecuencial	A4 A17 A31	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7	C1 C3 C5 C7
É capaz de estudar a súa estabilidade mediante diferentes criterios tanto en dominio temporal como frecuencial	A3 A4 A17 A31	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7	C1 C2 C3 C5 C7
Sabe analizar a súa precisión	A3 A17 A31	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7	C1 C2 C3 C5 C7
Coñece as accións básicas de control e é capaz de aplicar técnicas de axuste de reguladores	A3 A4 A17 A31	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7	C1 C2 C3 C5 C7

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.



<p>Modelización de sistemas de control, realimentación</p>	<p>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.</p>
<p>Análise temporal de sistemas, estabilidade e precisión</p>	<p>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.</p>



Lugar das raíces	TEMA 7:&quot;Estudo da estabilidade dun sistema realimentado mediante o lugar das raíces&quot; 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:&quot;Resposta frecuencial dun sistema&quot; 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:&quot;Diagramas de Bode ou logarítmicos&quot; 9.1.- Introducción. 9.2.- Representación de termos. 9.3.- Sistemas de fase mínima e sistemas de fase non mínima. Problemas. TEMA 10:&quot;Criterio de estabilidade de Nyquist&quot; 10.1.- Diagrama polar. 10.2.- Criterio de estabilidade de Nyquist Problemas. TEMA 11:&quot;Estabilidade relativa&quot; 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.



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

Planning				
Methodologies / tests	Competencies / Results	Teaching hours (in-person & virtual)	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	A3 A17 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 desenvolveranse os conceptos e fórmulas necesarias para a comprensión e análise dos sistemas de control lineal, a partir dos conceptos de diagramas de bloques, estabilidade, precisión, etc., pasando por análises temporais e de frecuencia, cos métodos empregados 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 asimilalos, comprender o tema e avaliar continuamente ao alumno.
Laboratory practice	Haberá unha serie de prácticas de asistencia obrigatoria para o Estudante.
Objective test	Consistirá en facer un exame tipo test e / ou resolver cuestións teóricas, prácticas, exercicios e / ou problemas.

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 / Results	Description	Qualification
Laboratory practice	A3 A17 A31 B1 B2 B3 B4 B5 B7 B7 C1 C2 C5	Representarán o 10% da nota para o curso, para iso será necesaria unha asistencia de polo menos o 80%. Ademais, valorarase o informe de prácticas entregado	10
Objective test	A3 A17 B2 B4 C2 C5	Consistirá en preguntas teóricas, prácticas, exercicios e / ou de problemas. Esta proba representa o 70% da puntuación da materia. Para aprobar o curso será necesario un mínimo de 2,8 puntos sobre 7	70
Problem solving	A3 A4 A17 A4 A31 B1 B2 B3 B4 B5 B3 C1 C2 C5	Resolución de tarefas, exercicios e / ou problemas, plantexados para a súa resolución, ben de forma presencial ou a través de Moodle.  A solución de problemas representa o 20% da nota da materia	20
Others			

Assessment comments
<p>- A asistencia ás clases é obrigatoria e cumprirase este obxectivo sempre que sexa polo menos dun 80%. - A cualificación de avaliación continua será, sempre que se cumpra o obxectivo de asistencia, a suma da nota de prácticas de laboratorio e a nota de resolución de problemas. Será válido para 2 cursos: o actual e o seguinte. - A cualificación final do curso será a suma da nota de avaliación continua e da nota de proba obxectiva, sempre que sexa de 2,8 puntos sobre 7, como mínimo. - Se non se cumpre o mínimo esixido na proba obxectiva ou non se cumpre o obxectivo de asistencia, a nota final do curso será a da proba obxectiva. - Un alumno con recoñecemento de dedicación ao tempo parcial e exención académica de exención de asistencia, requirirase polo menos un 3,5 de 7 na proba obxectiva. - Non se admiten calculadores programables, con capacidade gráfica ou con capacidade de almacenamento de información nos exames.</p>

Sources of information	
Basic	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Katsuhiko Ogata (2.003). Ingeniería de Control moderna. Prentice Hall</li> <li>- BENJAMÍN KUO (1996). Sistemas de control automático. Prentice Hall</li> <li>- DORF/BISHOP (2005). Sistemas de control moderno. Prentice Hall</li> </ul> <p>A principal fonte de información son os apuntamentos de clase. A bibliografía adxunta serve para completalos e profundar na materia</p>
Complementary	

Recommendations
Subjects that it is recommended to have taken before

