



Teaching Guide

| Identifying Data | | | | | 2015/16 |
|---------------------|---|--------|-----------------|---------|-----------|
| Subject (*) | FUNDAMENTOS DE AUTOMÁTICA | | | Code | 730G03015 |
| Study programme | Grao en Enxeñaría Mecánica | | | | |
| Descriptors | | | | | |
| Cycle | Period | Year | Type | Credits | |
| Graduate | 2nd four-month period | Second | Obligatoria | 6 | |
| Language | SpanishGalician | | | | |
| Teaching method | Face-to-face | | | | |
| Prerequisites | | | | | |
| Department | Enxeñaría Industrial | | | | |
| Coordinador | Oliver Charlon, Francisco Carlos | E-mail | f.oliver@udc.es | | |
| Lecturers | Oliver Charlon, Francisco Carlos | E-mail | f.oliver@udc.es | | |
| Web | | | | | |
| General description | <p>Na industria actual, e mesmo entre os produtos máis comúns de consumo, úsanse múltiples sistemas os que se aplican modernos métodos de control . É por iso que se necesitan técnicos con capacidade para "entender", "desenvolver" e "aplicar" tales métodos. As Escolas e os Centros de estudo de Enxeñaría deben dotar os seus Alumnos coas competencias e os coñecementos necesarios para lles permitir, en particular, "entender" e "desenvolver", para que na súa entrada ao mundo do traballo, en colaboración coa experiencia da Empresa, "desenvolva" e "aplique" tales métodos con aínda máis profundidade.</p> <p>As funcións que permiten iso son, entre outras:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprender a utilidade do Control Automático, no noso caso, de sistemas lineais e continuos, e coñecer as súas aplicacións tanto industriais como en produtos de uso sistemático, como o son moitos dos consumidos habitualmente. - Coñecer e comprender os conceptos de estabilidade e precisión dos sistemas ralimentados de control. - Coñecer e saber utilizar métodos de análise necesarios para: <ul style="list-style-type: none"> - A modelaxe de sistemas físicos. - A análise de ambos dinámico e estático dos sistemas nos dominios do tempo e da frecuencia. - O proxecto do regulador máis axeitado, que atenda 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 atuadores, sensores, reguladores, etc. - Elixir, de entre as numerosas posibilidades, a estrutura de control a implantar máis axeitada. | | | | |

Study programme competences / results

| Code | Study programme competences / results |
|------|--|
| A1 | Capacidade para a resolución dos problemas matemáticos que poidan formularse na enxeñaría. Aptitude para aplicar os coñecementos sobre: álgebra lineal; xeometría; xeometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuacións diferenciais e en derivadas parciais; métodos numéricos; algorítmica numérica; estatística e optimización. |
| A10 | Coñecemento e utilización dos principios de teoría de circuitos e máquinas eléctricas. |
| A11 | Coñecementos dos fundamentos da electrónica. |
| A12 | Coñecementos sobre os fundamentos de automatismos e métodos de control. |



| | |
|----|--|
| B2 | Que os estudantes saiban aplicar os seus coñecementos ao seu traballo ou vocación dunha forma profesional e posúan as competencias que adoitan demostrarse por medio da elaboración e defensa de argumentos e a resolución de problemas dentro da súa área de estudo |
| B3 | Que os estudantes teñan a capacidade de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro da súa área de estudo) para emitiren xuízos que inclúan unha reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica ou ética |
| B4 | Que os estudantes poidan transmitir información, ideas, problemas e solucións a un público tanto especializado como leigo |
| B5 | Que os estudantes desenvolvan aquelas habilidades de aprendizaxe necesarias para emprenderen estudos posteriores cun alto grao de autonomía |
| B6 | Ser capaz de concibir, deseñar ou poñer en práctica e adoptar un proceso substancial de investigación con rigor científico para resolver calquera problema formulado, así como de comunicar as súas conclusións e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan? a un público tanto especializados como leigo dun xeito claro e sen ambigüidades |
| B7 | Ser capaz de realizar unha análise crítica, avaliación e síntese de ideas novas e complexas |
| B9 | Adquirir unha formación metodolóxica que garanta o desenvolvemento de proxectos de investigación (de carácter cuantitativo e/ou cualitativo) cunha finalidade estratéxica e que contribúan a situarnos na vangarda do coñecemento |
| C1 | 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. |
| C2 | 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. |
| C4 | Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben afrontarse. |
| C5 | Asumir como profesional e cidadán a importancia da aprendizaxe ao longo da vida. |
| C6 | 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 | | |
| - Comprender a utilidade do Control Automático, no noso caso, de sistemas lineais e continuos, e coñecer as súas aplicacións tanto industriais como en produtos de uso sistemático, como o son moitos dos consumidos habitualmente. | A1 A10 A11 A12 | B2 B3 B4 B5 B6 B7 B9 | C1 C2 C4 C5 C6 |
| - Coñecer e comprender os conceptos de estabilidade e precisión dos sistemas ralimentados de control. | A1 A10 A11 A12 | B2 B3 B4 B5 B6 B7 B9 | C1 C2 C4 C5 C6 |



| | | | |
|---|-----|----|----|
| - Coñecer e saber utilizar métodos de análise necesarios para: | A1 | B2 | C1 |
| | A10 | B3 | C2 |
| - A modelaxe de sistemas físicos. | A11 | B4 | C4 |
| | A12 | B5 | C5 |
| - A análise de ambos dinámico e estático dos sistemas nos dominios do tempo e da frecuencia. | | B6 | C6 |
| | | B7 | |
| - O proxecto do regulador máis axeitado, que atenda as especificacións esixidas polo usuario, para cada sistema de control. | | B9 | |
| - Coñecer a finalidade de cada un dos elementos que forman parte dun sistema de control, como poden ser actuadores, sensores, reguladores, etc. | | | |
| - Elixir, de entre as numerosas posibilidades, a estrutura de control a implantar máis axeitada. | | | |

| Contents | |
|---|--|
| Topic | Sub-topic |
| Introdución UN BREVE REPASO FÍSICO-MATEMÁTICO | i.1 FÓRMULAS E TEOREMAS MATEMÁTICOS ELEMENTAIS. i.2 SISTEMAS FÍSICOS ELEMENTAIS. Problemas. |
| Capítulo 1 SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO: INTRODUCCIÓN | 1.1 SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO: CLASIFICACIÓN. 1.2 SISTEMAS DINÁMICOS DE CONTROL. 1.3 SISTEMAS LINEAIS CONTÍNUOS DE CONTROL. 1.4 REGULADORES E SERVOMEKANISMOS. 1.5 SISTEMAS EN BUCLE ABERTO E EN BUCLE PECHADO. 1.6 COMPOÑENTES DUN SISTEMA. |
| Capítulo 2 FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA E DIAGRAMAS DE BLOQUES | 2.1 MODELO MATEMÁTICO DUN SISTEMA DINÁMICO: REPRESENTACIÓN EXTERNA. 2.2 FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA. DEFINICIÓNS. 2.3 DIAGRAMA DE BLOQUES. 2.4 REDUCIÓN DUN DIAGRAMA DE BLOQUES. Problemas. |
| Capítulo 3 SISTEMAS REALIMENTADOS DE CONTROL AUTOMÁTICO | 3.1 SISTEMAS CON REALIMENTACIÓN DA SAÍDA. 3.2 SENSIBILIDADE. 3.3 EFECTOS DA REALIMENTACIÓN SOBRE UN SISTEMA DE CONTROL. |



| | |
|--|--|
| <p>Capítulo 4</p> <p>ANÁLISE DOS SISTEMAS DINÁMICOS DE CONTROL NO DOMINIO TEMPORAL</p> | <p>4.1 SINAIS DE ENSAIO.</p> <p>4.2 RESPOSTA IMPULSIONAL DUN SISTEMA.</p> <p>4.3 TEOREMA DE CONVOLUCIÓN.</p> <p>4.4 RESPOSTA TEMPORAL DUN SISTEMA DE 1er ORDE.</p> <p>4.5 RESPOSTA TEMPORAL DE UN SISTEMA DE 2o ORDE.</p> <p>4.6 ESPECIFICACIÓNS TEMPORAIS DA RESPOSTA DE UN SIST. SUBAMORTIGUADO ANTE UNHA ENTRADA CHANZO UNITARIO.</p> <p>4.7 ESPECIFICACIÓNS TEMPORAIS DA RESPOSTA DE UN SIST. SUBAMORTIGUADO AO QUE SE LLE ENGADE UN CERO ANTE UNHA ENTRADA CHANZO UNITARIO.</p> <p>4.8 EFECTOS SOBRE A RESPOSTA DUN SISTEMA POLA ADICIÓN DE UN POLO OU UN CERO NA SUA FUNCIÓN DE TRANSFERENCIA G(s).</p> <p>4.9 SISTEMA EQUIVALENTE REDUCIDO.</p> <p>4.10 ESTABILIDADE. SISTEMAS DE ORDEN SUPERIOR.</p> <p>4.11 CRITERIO DE ESTABILIDADE DE ROUTH-HURWITZ.</p> <p>4.12 PRECISIÓN. ERROS EN RÉXIME PERMANENTE DUN SISTEMA.</p> <p>Problemas.</p> |
| <p>Capítulo 5</p> <p>O LUGAR DAS RAÍCES</p> | <p>5.1 O LUGAR DAS RAÍCES DIRECTO.</p> <p>5.2 O LUGAR DAS RAÍCES INVERSO.</p> <p>5.3 INFORMACIÓN OBTIDA DO LUGAR DAS RAÍCES.</p> <p>5.4 O CONTORNO DAS RAÍCES.</p> <p>Problemas.</p> |
| <p>Capítulo 6</p> <p>ANÁLISE FRECUENCIAL DOS SISTEMAS</p> | <p>6.1 RESPOSTA FRECUENCIAL DUN SISTEMA.</p> <p>6.2 DIAGRAMAS DE BODE.</p> <p>6.3 ESPECIFICACIÓNS FRECUENCIAIS DUN SISTEMA.</p> <p>6.4 RELACIÓN ENTRE AS ESPECIFICACIÓNS TEMPORAIS E FRECUENCIAIS.</p> <p>6.5 CRITERIO DE ESTABILIDADE DE NYQUIST.</p> <p>6.6 RESPOSTA EN LAZO PECHADO. DIAGRAMA DE NICHOLS.</p> <p>Problemas.</p> |
| <p>Capítulo 7</p> <p>REGULADORES. DESEÑO</p> | <p>7.1 REGULADORES OU COMPENSADORES. TIPOS.</p> <p>7.2 ESTRUTURAS BÁSICAS DOS SISTEMAS DE CONTROL.</p> <p>7.3 REGULADOR PROPORCIONAL P.</p> <p>7.4 REGULADOR PROPORCIONAL-INTEGRAL PI IDEAL OU ACTIVO.</p> <p>7.5 REDE DE COMPENSACIÓN POR RETARDO DE FASE: PI REAL OU PASIVO.</p> <p>7.6 REGULADOR PROPORCIONAL-DERIVATIVO PD IDEAL OU ACTIVO.</p> <p>7.7 REDE DE COMPENSACIÓN POR AVANCE DE FASE: PD REAL OU PASIVO.</p> <p>7.8 REGULADOR PID IDEAL OU ACTIVO.</p> <p>7.9 REGULADOR PID REAL O PASIVO.</p> <p>7.10 REGULADORES ADAPTATIVOS.</p> <p>7.11 ETAPAS DE DESEÑO DUN SISTEMA DE CONTROL.</p> <p>7.12 ETAPAS DE DESEÑO DUN REGULADOR.</p> <p>7.13 AXUSTE DUN REGULADOR POLO MÉTODO DE ZIEGLER-NICHOLS.</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 | A1 B5 B7 B9 C5 | 23 | 24 | 47 |
| Problem solving | A1 A10 A11 A12 B2 B6 C1 C4 C6 | 23 | 30 | 53 |



| | | | | |
|---|----------------|---|----|----|
| Laboratory practice | B6 C4 | 9 | 5 | 14 |
| Objective test | B3 B4 B5 B6 C2 | 4 | 27 | 31 |
| Personalized attention | | 5 | 0 | 5 |
| (*)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 iránse desenvolvendo os conceptos e as fórmulas necesarios para a comprensión e análise dos sistemas lineares de control , dende os conceptos de diagramas de bloques , estabilidade , precisión , etc. , pasando a través da análise temporal e frecuencial , cos métodos utilizados para seu estudo, hasta o deseño de un regulador . |
| Problem solving | Realizaranse na pizarra exercicios complementarios a o desenvolvido nas sesións maxistras de teoría, coa base necesaria e suficiente para a comprensión do tema. Pola realización e presentación dos problemas, con algunha ferramenta informática (PSpice ou MATLAB)ou manual, que serán propostos durante o curso o Alumno pode obter ata un máximo de 1,5 puntos de acordo co seu grao de resolución e presentación. Nota: as horas para a realización destes problemas son unha parte das horas de docencia interactiva . |
| Laboratory practice | Consistirá na realización de 15 prácticas, cunha duración global de 15 h. por cada grupo establecido. As prácticas consistirán no control dun motor de corrente continua, ao que se lle realizarán análises tanto temporais coma frecuenciais. As prácticas de laboratorio só aprobaranse pola súa realización e presentación do caderno de prácticas debidamente enchido, e computarán na nota final (ver condicións na proba obxectiva) cun máximo de 1,5 puntos segundo o grao de implicación e presentación do caderno de cada Alumno. Nota: as horas para a realización destas prácticas de laboratorio son parte das horas de docencia interactiva. Nota: las horas para la realización de éstas prácticas de laboratorio son parte de las horas de docencia interactiva. |
| Objective test | Consistirá na realización dun exame no que se pode poñer un test, problemas e/ou exercicios, coas puntuacións e tempos de realización ben definidos, na folla de exame, para cada un deles. A nota obtida no devandito exame será máxima de 7 puntos, e é imprescindible obter unha mínima de 3,15 para que computen as obtidas en docencia interactiva na nota final, que será a suma das tres. Para o aprobado da materia é obrigatorio ter realizado todas as prácticas de laboratorio nas datas establecidas para elas. |

| 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. |

| Assessment | | | |
|---------------------|------------------------|---|---------------|
| Methodologies | Competencies / Results | Description | Qualification |
| Objective test | B3 B4 B5 B6 C2 | A nota obtida neste exame será máxima de 7 puntos, e é imprescindible obter unha mínima de 3,15 para que computen as obtidas en docencia interactiva na nota final, que será a suma das tres. Para o aprobado da materia é obrigatorio ter realizado todas as prácticas de laboratorio nas datas establecidas para elas. | 70 |
| Laboratory practice | B6 C4 | As prácticas de laboratorio só aprobaranse pola súa realización e presentación do caderno de prácticas debidamente enchido, e computarán na nota final (ver condicións na proba obxectiva) cun máximo de 1,5 puntos segundo o grao de implicación e presentación do caderno de cada Alumno. | 15 |



| | | | |
|-----------------|----------------------------------|--|----|
| Problem solving | A1 A10 A11 A12 B2 B6 C1 C4 C6 | Pola realización e presentación de problemas (valorarase especialmente se consegue algunha ferramenta informática como PSpice ou MATLAB) que se irán propoñendo durante o curso o Alumno pode obter ata un máximo de 1,5 puntos segundo o seu grao de resolución e presentación. | 15 |
| Others | | | |

Assessment comments

Sources of information

| | |
|----------------------|--|
| Basic | <ul style="list-style-type: none">- Katsuhiko Ogata (2.003). Ingeniería de Control moderna. Prentice Hall- Rohrs-Melsa-Schultz (1.994). Sistemas de Control Lineal. McGraw-Hill- José Gómez Campomanes (1.986). Análisis y diseño de los Sistemas Automáticos de Control (2 tomos). Ediciones Júcar- John Van de Vegte (1.994). Feedback Control Systems. Prentice Hall |
| Complementary | |

Recommendations

Subjects that it is recommended to have taken before

CÁLCULO/730G03001

FÍSICA I/730G03003

FÍSICA II/730G03009

ECUACIONES DIFERENCIAIS/730G03011

FUNDAMENTOS DA ELECTRICIDADE/730G03012

FUNDAMENTOS DE ELECTRÓNICA/730G03016

Subjects that are recommended to be taken simultaneously

INFORMÁTICA/730G03004

ACTUADORES E SENSORES/730G03045

Subjects that continue the syllabus

Other comments

(*)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.