



| Teaching Guide         |  |        |             |         |
|------------------------|--|--------|-------------|---------|
| Identifying Data       |  |        |             | 2015/16 |
| Subject (*)            | Fundamentos de Teoría de Regulación e Control  | Code   | 631111205   |         |
| Study programme        | Diplomado en Máquinas Navais   |        |             |         |
| Descriptors            |  |        |             |         |
| Cycle                  | Period   | Year   | Type        | Credits |
| First and Second Cycle | Yearly   | Second | Obligatoria | 5       |
| Language               | Galician   |        |             |         |
| Teaching method        | Face-to-face   |        |             |         |
| Prerequisites          |  |        |             |         |
| Department             | Enxeñaría Industrial   |        |             |         |
| Coordinador            |  | E-mail |             |         |
| Lecturers              |  | E-mail |             |         |
| Web                    |  |        |             |         |
| General description    | <p>Nos procesos industriais é necesario conseguir que unha serie de variables físicas como, a temperatura, o caudal, a presión, a viscosidade, etc. permanezan nuns determinados valores, ou cambien dunha forma predeterminada. Para conseguir este comportamento é necesario incluír no sistema un elemento controlador.</p> <p>Nesta materia, estúdase os fundamentos matemáticos que permiten axustar o funcionamento dos sistemas de control para unha ampla variedade de sistemas a controlar.</p> <p>E importante ter unha base suficiente de matemáticas e física antes de abordar o estudo desta materia.</p> |        |             |         |

| Study programme competences |   |
|-----------------------------|---|
| Code                        | Study programme competences   |
| A48                         | Regular e controlar sistemas e procesos, a nivel operativo.   |
| A49                         | Modelizar situacións e resolver problemas con técnicas ou ferramentas físico-matemáticas.   |
| A50                         | Avaliación cualitativa e cuantitativa de datos e resultados, así coma representación e interpretación matemáticas de resultados obtidos experimentalmente.                      |
| A54                         | Operar, manter, seleccionar, e reparar os equipos eléctricos, electrónicos, e de regulación e control do buque.   |
| B2                          | Resolver problemas de forma efectiva.   |
| B3                          | Aplicar un pensamento crítico, lóxico e creativo.   |
| B4                          | Comunicarse de maneira efectiva nun entorno de traballo.  |
| B5                          | Traballar de forma autónoma con iniciativa.   |
| B12                         | Uso das novas tecnoloxías TIC, e de Internet como medio de comunicación e como fonte de información.  |
| B14                         | Capacidade de análise e síntese.  |
| C3                          | 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. |
| C6                          | Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse.   |

| Learning outcomes  |   |                       |           |
|--|---|-----------------------|-----------|
| Learning outcomes  | Study programme competences   |                       |           |
|  | Recoñecelos problemas que poden ser abordados no contexto da regulación e do control. | A48<br>A54            | B3<br>B14 |
| Manexar os conceptos básicos e o vocabulario propios tanto da presentación como das vías de solución dos devanditos problemas. | A54   | B3<br>B4<br>B5        |           |
| Executar as técnicas e métodos que permiten extraer información no proceso de análise dun sistema.                             | A49<br>A50  | B2<br>B3<br>B5<br>B14 | C6        |



|  |            |                        |    |
|--|------------|------------------------|----|
| Segui-los pasos no deseño dos sistemas de control de procesos sinxelos.                                | A48<br>A49 | B2<br>B3<br>B14        | C6 |
| Ter coñecemento dos métodos prácticos para o axuste de controladores.                                  | A48<br>A54 | B2<br>B3               | C6 |
| Distingui-los métodos da Teoría Clásica fronte á Teoría Moderna, para o estudo dos sistemas dinámicos. | A49        | B2<br>B3<br>B14        | C6 |
| Manipular aplicacións informáticas de axuda ó análise e deseño de sistemas de control.                 | A48<br>A49 | B2<br>B3<br>B12<br>B14 | C3 |

| Contents   |  |
|--|--|
| Topic  | Sub-topic  |
| 0. Evolución Histórica dos Sistemas de Control       | 0.1. A Antigüidade, a Idade Media e o Renacemento<br>0.2. A Modernidade, e pasado o ano 1600<br>0.3. Desenvolvemento da teoría de control clásico<br>0.4. Desenvolvemento da teoría de control moderno<br>0.5. Exercicios                                      |
| 1. O Control no contexto da Teoría Xeral de Sistemas | 1.1. Concepto de Sistema.<br>1.2. Obxectivos da Teoría de Sistemas<br>1.3. Criterios de clasificación dos sistemas   |
| 2. Fundamentos Matemáticos                           | 2.1. Ecuacións diferenciais<br>2.2. Sistemas de ecuacións diferenciais<br>2.3. Linearización<br>2.4. Variable Complexa<br>2.5. Transformadas<br>2.6. Transformada de Laplace<br>2.7. Transformada Z<br>2.8. Convolución<br>2.9. Exercicios                     |
| 3. Modelización                                      | 3.1. Sistemas mecánicos<br>3.2. Sistemas eléctricos<br>3.3. Sistemas electrónicos<br>3.4. Sistemas fluídicos<br>3.5. Sistemas térmicos<br>3.6. Sistemas híbridos<br>3.7. Analoxía entre sistemas<br>3.8. Sistemas con retardo de transporte<br>3.9. Exercicios |
| 4. Sistemas Lineares                                 | 4.1. Función de Transferencia<br>4.2. Diagramas de bloques<br>4.3. Diagramas de fluxo de sinal<br>4.4. Diagrama de estado<br>4.5. Exercicios   |
| 5. Análise no Dominio Temporal                       | 5.1. Sinais de proba.<br>5.2. Réxime Permanente.<br>5.3. Réxime Transitorio.<br>5.4. Exercicios.   |



|   |  |
|---|--|
| 6. Análise no Dominio Frecuencial         | 6.1. Resposta en Frecuencia<br>6.2. Parámetros característicos<br>6.3. Representacións gráficas: diagramas de Bode, Black e Nyquist<br>6.4. Marxes de Fase e Amplitude<br>6.5. 0 Lugar das Raíces<br>6.6. Diagrama de Nichols<br>6.7. Exercicios   |
| 7. Estabilidade                           | 7.1. Definicións de Sistema Estable<br>7.2. Estabilidade Absoluta e Relativa<br>7.3. Criterios de Estabilidade   |
| 8. Deseño e axuste de Sistemas de Control | 8.1. Especificacións<br>8.2. Configuracións<br>8.3. Control PID<br>8.4. Compensación por: avance, retardo ou avance-retardo de fase<br>8.5. Axuste de PID's por métodos experimentais<br>8.6. Exercicios   |
| 9. Representación no espacio de estado.   | 9.1. Variables de estado e espacio de estado<br>9.2. Ecuacións do espacio de estado<br>9.3. Matriz de transición de estado<br>9.4. Ecuación de transición de estado<br>9.5. Relación entre funcións de transferencia e variables de estado<br>9.6. Observabilidade e Controlabilidade<br>9.7. Exercicios |

| Planning                       |              |                      |                               |             |
|--------------------------------|--------------|----------------------|-------------------------------|-------------|
| Methodologies / tests          | Competencies | Ordinary class hours | Student?s personal work hours | Total hours |
| Guest lecture / keynote speech |              | 30                   | 45                            | 75          |
| Problem solving                |              | 8                    | 16                            | 24          |
| Laboratory practice            |              | 10                   | 5                             | 15          |
| Objective test                 |              | 5                    | 0                             | 5           |
| Personalized attention         |              | 6                    | 0                             | 6           |

(\*)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 | <p>Dado que esta materia presenta unha forte carga de desenrolo matemático, óptase pola sesión maxistral como forma máis sinxela na que o profesor pode guiar aos alumnos neste tipo de razoamento.</p> <p>Ainda así trátase de desenvolver técnicas de diálogo socrático (el profesor lanza continuamente cuestións al alumnado buscando a súa intervención) entre profesor e alumnado, para non caer na monotónia.</p> |
| Problem solving                | <p>O longo das sesións maxistras a exemplificación e a proposta de exercicios é unha parte principal da mesma. Trala proposta dase un tempo para a súa realización, e unha boa parte dos mesmos son resoltos na aula, unha vez que o alumnado traballou sobre os mesmos.</p>   |
| Laboratory practice            | <p>Este tipo de prácticas fanse na Aula de Informática mediante o uso de aplicacións informáticas.</p> <p>Podería considerarse como a aplicación das TIC a resolución dos problemas de control.</p>  |



|                |   |
|----------------|---|
| Objective test | <p>Un conxunto de 2 ou 3 probas son realizadas ao longo do curso(incluindo o exame final).</p> <p>Basanse na resolución de problemas, que poden realizarse de forma manual e/ou ben mediante aplicacións informáticas.</p> <p>O tempo é limitado, e cada proba consume unhas 2 horas, coma o número de probas pode ser de 2 ou 3 consideramolo tempo medio 5 horas, o total dedicado no curso a este tipo de proba.</p> |
|----------------|---|

### Personalized attention

| Methodologies                                     | Description   |
|---|---|
| <p>Problem solving</p> <p>Laboratory practice</p> | Tanto na solución de problemas na aula como nas prácticas de laboratorio a metodoloxía supón a discusión de solucións e procedementos a emplear, entre o profesor e os alumnos. |

### Assessment

| Methodologies       | Competencies | Description  | Qualification |
|---------------------|--------------|--|---------------|
| Problem solving     |              | <p>Ao longo do curso propoñense unha serie de problemas que nalgúns casos, permiten acumular puntos a ter en conta na calificación final.</p> <p>Esta bonificación non superará en todo caso o 20% da nota total da materia.</p>   | 20            |
| Laboratory practice |              | <p>As prácticas na Aula de Informática supoñen a automatización da Solución de problemas.</p> <p>Poden ser valoradas no momento da súa realización, ou ben dentro da proba obxectiva.</p> <p>A súa aportación a cualificación final non sera maior do 30% da materia</p>   | 30            |
| Objective test      |              | <p>Xeralmente consiste nun exame no que se plantexan problemas do estilo dos resoltos na aula.</p> <p>O alumno pode levar materiais de apoio ao exame, aínda que non os pode usar por un tempo indefinido.</p> <p>Unha parte da proba pode realizarse no Aula de Informática.</p> <p>O conxunto de probas obxectivas permite n alcanzar o 100% da cualificación.</p> | 100           |
| Others              |              |  |               |

### Assessment comments

|   |
|---|
| <p>Lóxicamente non se pode alcanzar o 150% da cualificación, os números anteriores hanse de interpretar do seguinte xeito:</p> <p>1º) É posible alcanzar o 100% da puntuación mediante as probas obxectivas. Sempre e cando se realicen as prácticas que teñan carácter obrigatorio.</p> <p>2º) É posible complementar a cualificación obtida nas probas obxectivas con bonificacións procedentes da Solución de problemas ou de Prácticas de Laboratorio.</p> <p>3º) Non é posible sobrepasar o 100% da cualificación aínda que se acumulen puntos de bonificación e se fagan as probas obxectivas con total corrección.</p> |
|---|

### Sources of information

|       |   |
|-------|---|
| Basic | <ul style="list-style-type: none"> <li>- BARRIENTOS, Antonio, et al (1996). Control de sistemas continuos : problemas resueltos. Madrid.McGraw-Hill</li> <li>- BOLTON, William (2001). Ingeniería de Control. México.Alfaomega</li> <li>- OGATA, Katsuhiko (1998). Ingeniería de Control Moderna. México. Prentice-Hall Hispanoamericana SA</li> <li>- KUO, Benjamin (1996). Sistemas de Control Automático. México. Prentice-Hall Hispanoamericana SA</li> <li>- MORENO, Antonio (1999). Trabajando con MATLAB e la Control System Toolbox. Madrid. Ra-Ma</li> </ul> |
|-------|---|



|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Complementary</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- CREUS SOLÉ, Antonio (1997). Instrumentación Industrial. Barcelona. Marcombo</li><li>- OGATA, Katsuhiko (1999). Problemas de Ingeniería de Control utilizando MATLAB. Madrid. Prentice Hall</li><li>- DISTEFANO, Joseph J.; STUBBERED, Allen R., e WILLIAMS, Ivan J. (1992). Retroalimentación y Sistemas de Control. Madrid. McGraw-Hill</li><li>- CLAIR, David W. St. (1991). Sintonizado de Controladores y Comportamiento del Lazo de Control. Barcelona. Tiempo Real S.A.</li><li>- PHILLIPS, Charles L., e NAGLE, H. Troy Jr. (1993). Sistemas de Control Digital. Análisis e Diseño. San Andrés del Besós. Gustavo Gili</li><li>- LEWIS, Paul H., e YANG, Chang (1999). Sistemas de Control en Ingeniería. Madrid. Prentice Hall Iberia</li><li>- OGATA, Katsuhiko (1996). Sistemas de Control en Tiempo Discreto. México. Prentice-Hall Hispanoamericana SA</li><li>- D'AZZO, John J., HOUPIS, Constantine H. (1975). Sistemas Realimentados de Control. Madrid. Paraninfo</li><li>- BERTALANFFY, Ludwig von (1976). Teoría General de los Sistemas. México. Fondo de Cultura</li><li>- MAYR, Otto (1970). The Origins of Feedback Control. Massachusetts. MIT Press</li></ul> |
|----------------------|---|

## Recommendations

### Subjects that it is recommended to have taken before

Instrumentación Industrial/631111506  
Electrónica/631111307

### Subjects that are recommended to be taken simultaneously

Electrotecnia/631111202  
Mecánica/631111208  
Automatización Mediante Plcs/631111501

### Subjects that continue the syllabus

Física/631111105  
Matemáticas/631111106  
Ampliación de Física/631111108  
Ampliación de Matemáticas/631111109

### Other comments

É importante ter asentados os conceptos elementais de Física e Matemáticas para poder seguila materia compresivamente.

Esta materia e a base para cursar a de Regulación de Máquinas Navais que se imparte no 1º curso da Licenciatura de Máquinas Navais.

(\*)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.