



## Teaching Guide

| Identifying Data         |                              |        |           |         | 2015/16 |
|--------------------------|------------------------------|--------|-----------|---------|---------|
| Subject (*)              | Control avanzado             | Code   | 631417124 |         |         |
| Study programme          | Máster en Enxeñaría Marítima |        |           |         |         |
| Descriptors              |                              |        |           |         |         |
| Cycle                    | Period                       | Year   | Type      | Credits |         |
| Official Master's Degree | Yearly                       | First  | Optativa  | 4       |         |
| Language                 |                              |        |           |         |         |
| Teaching method          | Face-to-face                 |        |           |         |         |
| Prerequisites            |                              |        |           |         |         |
| Department               | Enxeñaría Industrial         |        |           |         |         |
| Coordinador              |                              | E-mail |           |         |         |
| Lecturers                |                              | E-mail |           |         |         |
| Web                      |                              |        |           |         |         |
| General description      |                              |        |           |         |         |

## Study programme competences

| Code | Study programme competences  |
|------|--|
| A1   | Posuír o adecuado coñecemento e capacidade de análise e toma de decisións na condución ou operación dos servizos a bordo.  |
| A2   | Coñecer e ser capaz de aplicar os códigos, normas e regulamentos relativos á operación de buques e artefactos relacionados coa explotación dos recursos mariños.   |
| A3   | Coñecer o efecto dos cambios nas condicións e parámetros de operación do buque sobre a resistencia ao avance e a maniobrabilidade ante os efectos perturbadores das correntes, vento e ondas, as condicións de carga e as demais restricións á navegación.   |
| A5   | Estimar e coñecer o balance enerxético xeral dun buque, artefacto ou complexo marítimo, e o sistema de mantemento da carga, así coma xestionalo uso eficiente da enerxía en xeral e especificalas condicións de óptima eficiencia enerxética respectando o medioambiente.  |
| A6   | Saber calcular e coñecer o balance de custos globais derivados da explotación dun buque e/ou dun complexo marítimo e definir e especificar as condicións óptimas de eficiencia na explotación do artefacto en condición de seguridade.   |
| A7   | Posuír o debido coñecemento global coa capacidade de análises da planta principal e os equipos auxiliares así coma a toma de decisións para resolver problemas ante severas avarías, que comprende as tarefas de reparar, re-configurar ou adaptar os sistemas a novos criterios de operación.   |
| A8   | Saber especificalos parámetros de operación dos sistemas de navegación, comunicacións e de control da maquinaria e do buque ou do complexo marítimo.   |
| A9   | Saber especificar os parámetros de operación dos sistemas de seguridade a bordo e os relacionados coa protección ambiental.  |
| A10  | Coñecer os procesos de construción, reparación e montaxe mais avanzada (fabricación áxil e flexíbel) de buques e complexos marítimos cara a eficiencia dos estaleiros.   |
| A11  | Ser capaces de estimar o efecto das condicións de operación e mantemento de buques e complexos marítimos e dos seus compoñentes nos custos de operación do ciclo de vida.  |
| A12  | Coñecer as restricións e condicionantes á explotación eficiente, á mantibilidade, e ás operacións de reparación do buque e dos seus compoñentes.   |
| A13  | Capacidade para detectar necesidades de mellora así como de innovar e implementar métodos, técnicas e tecnoloxías emerxentes mais eficientes.  |
| A14  | Capacidade para desenvolver tarefas de análise e sínteses de problemas teórico-prácticos.  |
| A15  | Capacidade para desenrolar métodos e procedementos para gañar competitividade na industria marítima.   |
| A16  | Capacidade creativa e de investigación en temas de interese científico e tecnolóxico.  |
| A18  | Desenvolvemento de novos equipos, ou facer mais eficientes os xa existentes, para tarefas de apoio e asistencia á Enxeñaría Marítima, coma: Autopilotos e amortiguamento dos balances. Seguimento da traxectoria e control. Sistemas marítimos de guiado. Sistemas de navegación baseados en estimadores. Ferramentas de simulación para o deseño e prototipado rápidos, e o análise dos sistemas de control. Ferramentas de simulación para o entramento de operadores e investigación. Sistemas de alerta para o soporte a toma de decisións dos operadores. Sistemas de diagnose e monitorización da condición. Integración de sistemas estruturais e de control. |



|     |  |
|-----|--|
| A19 | Capacidade investigadora e de desenvolvemento de: Sistemas de supervisión máis intelixentes de apoio aos operadores. Sistemas de detección e illamento de fallos, toma de decisións e restauración da operación dos sistemas máis eficientes. Sistemas de administración de recursos máis áxiles e eficientes. Métodos e estratexias de salvamento máis seguras. Estratexias de xestión de emerxencias máis eficaces.                                    |
| A20 | Ser capaz de desenvolver estratexias máis eficaces do sistema produtivo vinculadas a construción naval. Busca de modelos de produción máis eficientes de cara a competitividade dos estaleiros. Integración dos conceptos de axilidade e flexibilidade á construción naval. Busca de técnicas para o éxito ou a supervivencia competitiva e para gañar capacidade de adaptación as condicións cambiantes dos estaleiros e da construción naval en xeral. |
| B1  | Desenvolver habilidades no manexo de documentación técnica en inglés.  |
| B2  | Coñecemento sobre técnicas de xestión, comunicación, elaboración de informes e dirección de proxectos.   |
| B3  | Coñecemento técnico de procesos industriais e a súa re-enxeñaría.  |
| B8  | Empatía. Motivación polo traballo en equipo. Capacidade de traballo en equipo. Interese pola busca de información.   |
| B9  | Adquirir capacidade de dar unha base e/ou oportunidade para ser orixinais no desenvolvemento e/ou aplicación de ideas nun contexto profesional.  |
| B10 | Adquirir a capacidade de aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en entornos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos ou multidisciplinares relacionados coa súa área de estudo.  |
| B11 | Adquirir habilidades para integrar coñecementos e enfrontarse á complexidade de formular xuízos, a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas á aplicación dos seus coñecementos e decisións.  |
| B12 | Adquirir a capacidade para comunicar as súas conclusións, os coñecementos e as razóns últimas que a sustentan a públicos especializados e non especializados dun modo claro, sen ambigüidades.   |
| B13 | Adquirir a capacidade de autoaprendizaxe que permita continuar actualizando os coñecementos.   |
| B15 | Capacidade para identificarse cos distintos puntos de vista enfrontados.   |
| B16 | Capacidade de análise de procesos e produtos e das súas sínteses en función do fin perseguido.   |
| B17 | Capacidade innovadora. Apertura ao cambio. Vontade de mellora continua.  |
| B18 | Interese por formulacións contraditorias que xenaren debate como método de resolución de problemas. Actitude positiva fronte aos problemas.  |
| C1  | Expresarse correctamente, tanto de forma oral coma escrita, nas linguas oficiais da comunidade autónoma.   |
| C2  | Dominar a expresión e a comprensión de forma oral e escrita dun idioma estranxeiro.  |
| 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.  |
| C4  | 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.   |
| C6  | Valorar criticamente o coñecemento, a tecnoloxía e a información dispoñible para resolver os problemas cos que deben enfrontarse.  |
| C7  | Asumir como profesional e cidadán a importancia da aprendizaxe ao longo da vida.   |
| C8  | 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 |



|   |      |      |     |
|---|------|------|-----|
| <p>Adquisición de conocimientos habilidades y destreza en el manejo de plantas y equipos automáticos de los buques.</p> <p>Adquisición de capacidades para comprender analizar y presentar alternativas en la solución de problemas prácticos de control automático aplicado a sistemas del buque</p> | AC1  | BC1  | CC1 |
|   | AC2  | BC2  | CC2 |
|   | AC3  | BC3  | CC3 |
|   | AC5  | BC8  | CC4 |
|   | AC6  | BC9  | CC6 |
|   | AC7  | BC10 | CC7 |
|   | AC8  | BC11 | CC8 |
|   | AC9  | BC12 |     |
|   | AC10 | BC13 |     |
|   | AC11 | BC15 |     |
|   | AC12 | BC16 |     |
|   | AC13 | BC17 |     |
|   | AC14 | BC18 |     |
|   | AC15 |      |     |
|   | AC16 |      |     |
|   | AC18 |      |     |
|   | AC19 |      |     |
|   | AC20 |      |     |

| Contents  |  |
|---|--|
| Topic   | Sub-topic  |
| Estudio de los reguladores  | <p>Acciones de regulación</p> <p>Configuración de los reguladores</p> <p>Técnicas de implementación de reguladores</p> <p>Diseño de reguladores por el método de las raíces</p> <p>Diseño de reguladores en el dominio de la frecuencia</p>  |
| Técnicas de ajuste de reguladores   | <p>Técnicas de ajuste de reguladores</p> <p>Métodos de Ziegler &amp; Nichols</p> <p>Método del Balance Harmónico</p> <p>Métodos de respuesta a la frecuencia</p>   |
| Teoría moderna de control: Representación de estado y aplicaciones de utilidad práctica en ingeniería marítima. | <p>Teoría moderna de control: Representación de estado.</p> <p>Modelización por el método de la forma generalizada o primera forma canónica</p> <p>Modelización por el método de la segunda forma canónica o forma de Jordan</p> <p>Modelización por el método de variables de fase</p> <p>Modelización por el método de variables físicas</p> |
| Técnicas de simulación de procesos  | <p>Manejo de herramientas de simulación</p> <p>Matlab, Simulink</p> <p>Solución de las ecuaciones de estado por el método de las transformadas.</p> <p>Aplicaciones prácticas</p>  |



|   |  |
|---|--|
| <p>Diseño de sistemas de control en el espacio de estados</p> | <p>Discretización del espacio de estados continuo<br/>           Diseño del control por realimentación de variables de estado<br/>           Asignación de polos<br/>           Observadores<br/>           Reconstrucción del estado mediante observadores<br/>           Observador de Luenberger, Filtro de Kalman<br/>           Control LQG<br/>           Control por modelo de referencia<br/>           Control por realimentación polinomial de la salida (RST)<br/>           Control en sistemas con retardo de transporte<br/>           Control por modelo interno (IMC)<br/>           Control con predictor de Smith<br/>           Control predictivo basado en modelo: GPC, DMC<br/>           Control difuso o Borroso.<br/>           Aplicaciones a la compensación de sistemas de control.<br/>           Prácticas con FuzzyCon de Siemens sobre Step7 o WinCC<br/>           Practicas con el toolbox fuzzy de de matlab<br/>           Diseño de control óptimo<br/>           Planteamientos del problema de optimización<br/>           Índices de calidad<br/>           Criterio del area de control<br/>           Criterio del tiempo y area de control<br/>           Criterios de combinaciones cuadráticas de área de error y tiempo<br/>           Minimización de funciones de coste<br/>           Método variacional de Euler-Lagrange. Obtención de la matriz de Riccati<br/>           Método variacional por aplicación del principio del máximo o de Pontryagin<br/>           Pprogramación Dinámica</p> |
| <p>Identificación de sistemas</p>                             | <p>Métodos directos de estimación de parámetros:<br/>           Método de la entrada en escalón.<br/>           Función de transferencia experimental aproximada.<br/>           Estimación en tiempo real: Método de mínimos cuadrados<br/>           Nociones sobre aprendizaje mediante redes de neuronas<br/>           Aplicación mediante NeuroSys de Siemens</p>  |
| <p>Control adaptativo</p>                                     | <p>Estrategias de adaptación:<br/>           Adaptación por administración de ganancia (Gain Scheduling)<br/>           Adaptación mediante técnicas de auto-ajuste: Balance armónico<br/>           Adaptación por estimación de parámetros y modelo de referencia<br/>           Adaptación por aprendizaje basado métodos neuronales.<br/>           Prácticas con NeuroSys de Siemens sobre Step 7 o WinC</p>  |
| <p>Estructuras de control multivariable:</p>                  | <p>Control en adelanto<br/>           Cascada<br/>           Control selectivo (override)<br/>           Control de gama partida (split range)<br/>           Control de relación<br/>           Control por realimentación cascada y adelanto<br/>           Aplicaciones a la ingeniería marítima</p>  |

### Planning

| Methodologies / tests | Competencies | Ordinary class hours | Student?s personal work hours | Total hours |
|-----------------------|--------------|----------------------|-------------------------------|-------------|
|-----------------------|--------------|----------------------|-------------------------------|-------------|



|                                 |  |    |    |    |
|---------------------------------|--|----|----|----|
| Case study                      |  | 10 | 20 | 30 |
| Workshop                        |  | 20 | 30 | 50 |
| Mixed objective/subjective test |  | 4  | 6  | 10 |
| Personalized attention          |  | 10 | 0  | 10 |

(\*)The information in the planning table is for guidance only and does not take into account the heterogeneity of the students.

| Methodologies                   |  |
|---------------------------------|--|
| Methodologies                   | Description  |
| Case study                      | Realización de actividades teórico-prácticas encamiñadas a satisfacer as demandas deontolóxicas da asignatura                      |
| Workshop                        | Realización de actividades prácticas en concordancia coas actividades teóricas para satisfacer os obxectivos da asignatura         |
| Mixed objective/subjective test | Validación de coñecementos en base a un exercicio teórico práctico que sirva para demostrar a solidez dos coñecementos adequeridos |

| Personalized attention |  |
|------------------------|--|
| Methodologies          | Description  |
| Case study             | tutorías para afianzar os coñecementos teóricos  |
| Workshop               | Laboratorio dispoñible en horario lectivo con axudas tutorizadas   |
|                        | Monitorización das probas de demostración de adquisición de coñecementos para acadar as competencias previstas |

| Assessment    |              |   |               |
|---------------|--------------|---|---------------|
| Methodologies | Competencies | Description   | Qualification |
| Case study    |              | Verificación dos coñecementos adequeridos mediante proba teórico-práctica   | 40            |
| Workshop      |              | Verificación dos coñecementos prácticos adequeridos mediante proba práctica | 60            |

| Assessment comments |
|---------------------|
|                     |

| Sources of information |  |
|------------------------|--|
| <b>Basic</b>           | Astrom, Karl Johan. (1988). Sistemas controlados por computador Andrés Puente, E. (1986). Regulación automática I, II Ferreiro García, Ramón. (1999). Nociones sobre control industrial baseado en teglas difusas Ferreiro García. R. (1995). Nociones sobre aplicación de PLC?s al control de procesos industriales. ed. Universidad de A Coruña Creus Solé, Antonio. (1990). Instrumentos Industriales: su ajuste y comprobación Creus Solé, Antonio. (1997). Instrumentación Industrial Ogata, Katsuhi. (1998). Ingeniería de control moderna |



## Complementary

Bibliografía de sistemas borrosos [1] Babuska, Robert. (1998). Fuzzy modelling for control applications [2] Driankov, Dimitar. (1993). An introduction to fuzzy control [3] Ferreiro García, Ramón. (1999). Nociones sobre control industrial basado en reglas difusas. ed. Universidad de A Coruña [5] Kosko, Bart. (1996). Intelligent control systems: Theory and applications [6] Kosko, Bart. (1997) Fuzzy Engineering [7] Pedrycz, Witold (1993). Fuzzy Control and Fuzzy Systems. [8] Shaw, Ian. S. (1998). Fuzzy Control of Industrial Systems: Theory and Applications [9] Robert. E. King. (1999). Computational intelligence in control engineering. Control engineering series. Manuales y Libros de instrucciones de Sistemas de desarrollo de control difuso " Fuzzy Tech " Togai Infralogic " FuzzyCon.Siemens " Fuzzy -Matlab " Fuzzy Lab-View " Fuzzy DeltaV Bibliografía de PLCs [1] Balcells Sendra, Josep. (1997). Automatas programables [2] Berger, Hans.(19998). Automating with step 7 in STL: Simatic S7 [3] Cembranos Nistal. (1999). Automatismos eléctricos [4] Ferreiro García. R. (1995). Nociones sobre aplicación de PLC's al control de procesos industriales. ed. Universidad de A Coruña [5] Gato Balsa y Javier. (1999). Aplicación de un PLC para la maniobra y [6] Lewis. R.W. (1997). Programming industrial control systems using PLC's [7] Martinez Sanchez.(1991). Automatizar con autómatas programables.. [8] Michel, Gilles. D.L. (1990). Automatas programables industriales [9] Piedrafita Moreno, Ramón. (1999). Ingeniería de la automatización industrial [10] Porras Criado, Alejandro.(1992).Autómatas programables. Fundamento... [11] Simon, Andre.(1988). Automatsa programables: Programación.y.. [12] Rhoner Peter. (1996).Automation with programmable logic. Manuales de instrucciones [13] Schneider. (1999). Libros de Instrucciones y referencia sobre PLC's TSX nano y TSX micro y TSX Premiun. [14] Siemens. (1998).Libros de Instrucciones y referencia sobre PLC Simatic SI Bibliografía de Instrumentación Industrial [1] Bela G. Liptak. (1972). Instruments Engineers? Handbook. De Cihilton Book Co.USA [2] Bently John. P. (1993). Sistemas de medición: Principios y aplicaciones [3] Brooks, R.R. (1997). Multi-sensor fusion: Fundamentals and.... [4] Collet Hope (1976). Mediciones en Ingeniería. Ed. Gustavo Gili. [5] Creus Solé, Antonio. (1978). Instrumentación Industrial [6] Creus Solé, Antonio. (1990). Instrumentos Industriales: su ajuste y comprobación [7] Creus Solé, Antonio. (1997). Instrumentación Industrial [8] Dally, James. W. (1993). Instrumentation for engineering measurements [9] Electrónica y automática industriales. (1986) [10] Henry, Richard Warfield.(1987). Electronic Systems and Instrumentation. Intelligent Sensor Technology [11] Honeywell. (1976). Fundamentals of industrial instrumentation. Washington. USA. [12] Jackson Leslie. (1979). Reed's Instrumentation and control systems [13] Jackson Leslie. (1992). Reed's Instrumentation and control systems [14] Johnson Curtis. (1988). Process Control Instrumentation Technology [15] Johnson Curtis. (1996). Process Control Instrumentation Technology [16] Loughlin, C. (1993). Sensors for industrial inspection [17] Morris Alan. S. (1991) Measurement and calibration for quality assurance [18] Paton, Barrey. E. (1998). Sensors, transducers, & LabView [19] Ramil Millarengo, Miguel.( ) Sensores y Transductores: Sensorización de... [20] Rischard S. Figliola & Donald E. Beasle (1991). Theory and Design for Mechanical Measurements. Ed.John Wiley and Sons. New York. USA [21] Rodríguez Mata, A. (1999). Sistemas de medida y control [22] Roy.G.J (1983). Instrumentation and Control. Marine Engineer Series Ed. Stanford maritime. London UK: [23] Siemens A.G. (1976). Medidas en procesos técnicos. Ed.Dossat Barcelona. [24] Soisson. H.E (1980). Instrumentación Industrial. Ed.Limusa [25] Varios autores (1977).Transductores y medidores electrónicos. Ed. Marcombo. [26] Varios autores (1978).Electrónica y automática idustriales. Ed. Marcombo [27] Automática e Instrumentación . Ed. Cetisa. Barcelona (todos los números) Manuales de instrucciones en instrumentación Daq. LabView HP-VEEPro Data Translation PCLab-Card de Advantage Bibliografía de Regulación Automática [1] Anastasios Papoulis. (1978). Sistemas digitales y analógicos. Transformada de Fourier. Estimación espectral. De Marcombo. Barcelona [2] Aracil Santonja. A y P. Albertos Perez. Problemas de Regulación Automática. ETSII. Madrid. [3] Aracil. R., Jimenez Avello. (1980). Sistemas discretos de control. Cátedra de automática de la ETSII. Madrid [4] Aracil, Javier (1991) Sistemas discretos de control: [5] Aslaksen, Erik. (1992). System Engineering [6] Astrom, Karl Johan. (1988). Sistemas controlados por computador [7] Andrés Puente, E. (1986). Regulación automática I, II [8] Atherton. D.P.( ). Nonlinear Control Engineering. Van Nostrand Reihold. [9] Bierson, George. (1998). Principles of feedback control [10] Cypkin. J.A.C (1969). Teoría de los servosistemas de todo o nada. Montaner y Simons. S.A. Barcelona. [11] D'azzo C. Houpis. (1975). Sistemas realimentados de control. De Paraninfo. Madrid. [12] D'azzo C. Houpis. (1981). Sistemas lineales de control.Teoría convencional y moderna. Ed. Paraninfo. Madrid [13] De Russo Cloy Close. ( 1965). State variable for engineers. John Willey. USA [14] Distefano III Stuberud. Williams. (1972). Retroalimentación y sistemas de control. Ed. Mc. Graw Hill. Serie Shaum. [15] Dorf, Richard(1980). Sistemas automáticos de control. Madrid. [16] E. Andres Puente. Regulación Automática I y II. Universidad Politécnica



de Madrid. [17] E. Andres Puente. Regulación Automática II. Universidad Politécnica de Madrid. [18] Ezzio Volta. (1974). Controlli automatici. Ed. Etas Libri. Milano. Italia. [19] Francis H. Hale. ( 1973) Introduction to control systems. Analysis and design. De Prentice Hall. Inc. USA. [20] Furuta, Katsuhisa.(1988). State variable methods in automatic control [21] Gómez Campomanes, José. (1986). Automática: Análisis y Diseño de los... [22] Graham C. Goodwin and Kuai Sang Sin.(1984) Adaptive filtering prediction and control. Ed. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. USA. [23] John E. Gibson (1963). Nonlinear automatic control. . Mc. Graw Hill. USA. [24] Kuo.Benjamin.J (1970). Sistemas automáticos de control. Ed., Compañía editorial continental. [25] Kuo.B.J (1981). Sistemas lineales de control. M.E. Van Valkenburg. Series editor. [26] Kuo, Benjamin C. (1996). Sistemas de Control Automático [27] Leigh. J.R. (1985). Applied Digital Control. Prentice Hall. [28] Lewis, Paul H. (1999). Sistemas de control en ingeniería.... [29] Luiben L. William.(1990). Process modelling, simulation, and control for chemical engineers. McGraw-Hill Publishing Company. USA. [30] Moore, Kelvin L. (1993). Iterative learning control for deterministic systems [31] Morari, Manfred. (1989). Robust Process Control [32] Morris, Noel Malcom. (1983).Control Engineering.. [33] Ogata, Katsuhi. (1978). Ingeniería de control moderna [34] Ogata, Katsuhi. (1994). Ingeniería de control moderna [35] Ogata, Katsuhi. (1998). Ingeniería de control moderna [36] Ollero Baturone, Aníbal. (1991). Control por Computador: Descripción... [37] Paul Katz. (1981). Digital control systems using microprocessors. Prentice Hall Intl. [38] Rafael Iñigo Madrigal. (1977). Teoría moderna de circuitos eléctricos. Ed. Pirámide S.A. Madrid. [39] Rolf Isserman. (1981). Digital control systems. Springer Verlag. Berlin. [40] Smith, Carlos. A. (1991). Control Automático de Procesos: teoría y aplicaciones. [41] St. Clair, David W. (1991). Sintonizado de controladores y.... [42] Tebbutt, Colin.(1994). Expert aided control system design [43] Thaler, George. J. (1970). Elementos de la teoría de servosistemas [44] Truxal.J.G. (1954). Control Engineers Handbook. Ed. Mc Graw Hill. USA. [45] Weyrick. (1978). Introducción al control automático. Ed. Gustavo Gili. S.A. Barcelona [46] Wiberg.D.M. (1971) Espacio de estados y sistemas lineales. Schaum. Mc. Graw Hill. Identificación y Control adaptativo Astrom K.J. & Wittenmark.B.(1989). Adaptive Control. Ed. Addison-Wesley Publishing Company. Juang, Jer-Nan. (1994). Applied System Identification Ljunj.( ). Systems Identification... Optimización Andrew P. Sage, Chelsea C. White (1977). Optimum System Control. Prentice Hall Inc. New Jersey. USA. Dimitri Bertsekas. ( ). Dynamic Programming and Stochastic Control. Academic Press. New York. Grumble, Michael. J. (1988). Optimal Control and Stichastic Estimation: ... Jack Maki, Aaron strauss. (1982). Introduction to optimal control theory. Springer Verlag. New York. Lewis, Frank.L. (1986). Optinal Control M.H.I. Dore. ( ). Dynamic Investment Planning. Crown Helm. London SW11.



|  |
|--|
| Recommendations  |
| Subjects that it is recommended to have taken before     |
| Subjects that are recommended to be taken simultaneously |
| 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.