

Docencia en Automática en la Escuela Superior de Ingeniería de Barcelona (ETSEIB)

Ramon Costa Castelló
Instituto de Organización y Control de Sistemas Industriales (IOC)
Universidad Politécnica de Catalunya
Ramon.costa@upc.es

Resumen

En este trabajo se presenta la docencia en el ámbito de automática que se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Barcelona (ETSEIB) en la titulación de Ingeniería Industrial.

Se describe brevemente la estructura del plan de estudios de ingeniería industrial, posteriormente se describen los temarios teóricos y prácticos de las diferentes asignaturas del ámbito de la regulación automática, la robótica y la automatización industrial.

Palabras Clave: docencia, automática, regulación automática, robótica, automatización industrial.

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Barcelona (ETSEIB, <http://www-etseib.upc.es/>) se imparten diferentes titulaciones, entre ellas destacan (1r i 2n ciclo) la Ingeniero Industrial (1r y 2do ciclo), Ingeniero Químico (2do ciclo), Ingeniero de Materiales (1r y 2do ciclo), Ingeniero Europeo de materiales (2do ciclo) y Ingeniero en Organización Industrial (2do ciclo). La más numerosa de todas estas titulaciones es la titulación de ingeniero Industrial. En este trabajo se describe la docencia del área de automática que se imparte en dicha titulación.

En la titulación de Ingeniero industrial existentes diferentes tipos de asignaturas, troncales (definidas por el descriptor del BOE), obligatorias (definidas por el plan de estudios propio de la escuela), optativas y asignaturas de libre elección. En plan 94, vigente en la actualidad no existen especialidades. Alternativamente se ofrecen intensificaciones, dichas intensificaciones están formadas por un conjunto de asignaturas optativas de temática afín.

Una de las intensificaciones más demandadas por los estudiantes es la intensificación en automática. Dicha intensificación está impartida por el departamento de Enginyeria de Sistemes, Automàtica, i Informàtica

Industrial (ESAI) y coordinada por el profesor Luis Basañez (basanez@ioc.upc.es). Para obtener el diploma asociado a dicha intensificación es necesario superar un total de 7 asignaturas. La distribución de dichas asignaturas a lo largo del plan de estudios se puede ver en la **Figura 1**.

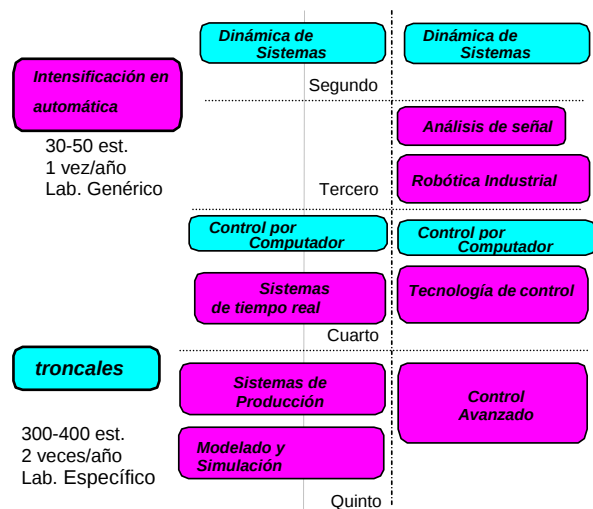


Figura 1 : Estructura de las asignaturas de la Intensificación en automática y troncales afines

Además de las asignaturas propias de la intensificación existen dos asignaturas troncales que son propias del área de automática.

Todas las asignaturas del plan 94 son cuatrimestrales, las troncales pueden ser cursadas en las dos cuatrimestres del año mientras que las optativas que conforman la intensificación pueden ser cursadas únicamente en uno de los cuatrimestres (**Figura 1**).

Cabe destacar que en las asignaturas troncales suelen ser cursadas por unos 400 estudiantes al año mientras que las optativas se reducen a unos 40 estudiantes al año. La dedicación a cada una de ellas se mide en créditos, estos pueden ser teóricos o prácticos. Cada crédito equivale a 10h de clases presenciales.

Los recursos necesarios para impartir la docencia en dichas asignaturas se pueden descomponer en los recursos necesarios para las sesiones teóricas y los

necesarios para las sesiones prácticas. Mientras que la gestión de los recursos asociados a las sesiones teóricas corre del lado de la ETSEIB, la gestión de los recursos asociados a las prácticas corre del lado de ESAII. Esta gestión se ha organizado en dos grandes grupos, la gestión de los recursos relacionados con las asignaturas troncales y los relacionados con las optativas.

Dado el gran número de estudiantes y el uso intensivo de los recursos asociados a las asignaturas troncales se ha seguido el criterio de homogeneizar los recursos. Ello permite reducir los costes de mantenimiento y actualización de los equipos. A consecuencia de ello las dos asignaturas troncales comparten el laboratorio.

En contrapartida las asignaturas optativas disponen de laboratorios independientes diseñados con el fin satisfacer las necesidades de cada una de ellas.

A continuación se presentan los contenidos teóricos, las prácticas y las características de las asignaturas. Estos contenidos han sido obtenidos o bien de las fichas de la guía docente de la ETSEIB o del contacto directo con los profesores que imparten las diferentes asignaturas. Para obtener mayor información sobre alguna de las asignaturas es recomendable contactar con el profesor coordinador de cada una de ellas.

2 REGULACIÓN AUTOMÁTICA

2.1 Dinámica de sistemas

2.1.1 Presentación

Esta asignatura constituye la primera toma de contacto de los estudiantes con la automática. En ella se presentan los conceptos fundamentales de control clásico de tiempo continuo. Esta asignatura es troncal y consta de 4,5 créditos teóricos y 1,5 créditos prácticos.

En la actualidad es impartida por los profesores Miquel Àngel Mañanas (manyanas@creb.upc.es), Vicenç Puig (vicenc.puig@upc.es), Jordi Riera (riera@iri.upc.es), Montse Vallverdú (vallverdu@creb.upc.es), Ricard Villà (ricard.villa@upc.es) y Pere Caminal (caminal@creb.upc.es), bajo la coordinación del profesor Pere Caminal.

2.1.2 Objetivos

Proporcionar a los estudiantes el concepto generalizador de sistema dinámico, aplicable en la práctica totalidad de campos de la ingeniería, y el de la señal como variable de este sistema evolucionando en el tiempo.

En concreto se pretende:

- Proporcionar herramientas para el análisis temporal y frecuencial de sistemas
- Presentar diferentes metodologías para el análisis de la estabilidad de sistemas
- Suministrar los conceptos básicos de los sistemas de control de tiempo continuo
- Iniciar en el análisis de sistemas modelados con representación interna
- Aprender a diseñar compensadores que mejoren las especificaciones de funcionamiento de los sistemas

2.1.3 Contenidos

- 1 Introducción (1,5 h)
- 2 Modelado de sistemas y representación externa (4,5 h)
- 3 Respuesta temporal (7,5 h).
- 4 Estabilidad de sistemas (3 h)
- 5 Controladores PID (3 h)
- 6 Respuesta frecuencial (6 h)
- 7 Estabilidad en el dominio de la frecuencia (4,5 h)
- 8 Diseño de controladores en el dominio frecuencial (6 h)
- 9 Representación interna (9 h)

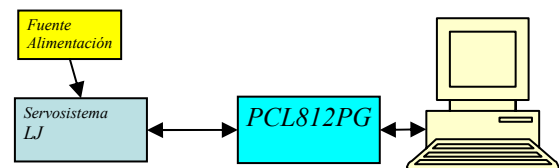


Figura 2 : Estructura de los componentes del equipo de prácticas

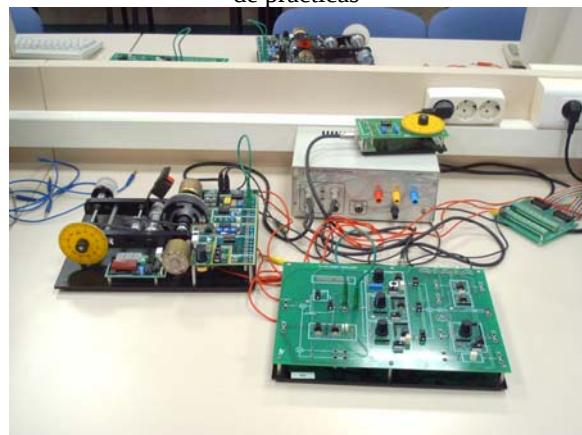


Figura 3 : Fotografía de los componentes del equipo de prácticas

2.1.4 Sesiones prácticas

La realización de los trabajos prácticos es obligatoria. Hay dos sesiones de Aula de Informática (I1, I2), dos sesiones de Laboratorio (L1, L2) en el Laboratorio

del departamento de ESAII y una sesión de Evaluación (A1) en el mismo laboratorio.

L1 Identificación y modelado de un sistema experimental de control de posición y velocidad. En las sesiones experimentales se dispone de un servosistema conectado a un PC que permite visualizar la evolución de las diferentes variables del sistema (**Figura 2, Figura 3**). Conjuntamente con el servomecanismo se dispone de un conjunto de módulos de electrónica analógica que permiten cerrar diferentes tipos de lazos de control. En el PC se dispone de una aplicación propia que permite monitorizar y analizar las diferentes señales.

I1. Introducción al software Matlab de análisis y diseño de sistemas. Esquemas funcionales de bloques. Respuesta temporal y frecuencial. Análisis de la estabilidad de sistemas.

L2. Estudio experimental del comportamiento del sistema de control analizado en la sesión L1, una vez incorporados controladores PID.

I2. Estudio mediante el software Matlab del comportamiento del sistema experimental de control analizado en la sesión L1, con la incorporación de controladores PID.

A1. Sesión de evaluación del periodo de prácticas. En esta sesión cada estudiante deberá contestar oralmente las preguntas formuladas por los profesores.

Antes de realizar las prácticas L1, I1, L2, I2 es necesario prepararlas previamente con el Manual de Prácticas desarrollado por los profesores del departamento.

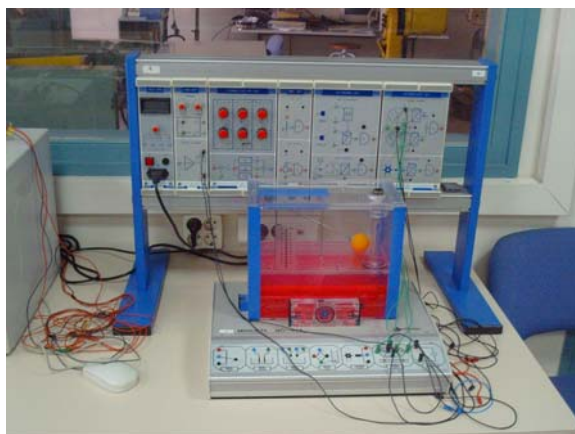


Figura 4 : Plantas utilizadas en otras asignaturas de regulación

2.1.5 Bibliografía

Bibliografía bàsica:

- Villà R. Dinàmica de Sistemes. CPDA-ETSEIB, 2003.
- Dorf R.C. Sistemas modernos de control. Teoría y práctica. Addison Wesley Iberoamericana, 1989.

Bibliografía complementària:

- Rohrs C.E., Melsa J.L., Schultz D.G. Sistemas de control lineal. Mc Graw Hill, 1994.
- Luenberger D.G. Introduction to dynamic systems. New York: Macmillan, 1979.
- Villà R., Griñó R., Mañanas M.A., Caminal P., Fossas E., Riera J. Problemes d'examen de Dinàmica de Sistemes. CPDA-ETSEIB, 2003.
- Caminal P., Fossas E., Mañanas M.A., Riera J., Villà R., Giralt X., Preguntes conceptuais de Dinàmica de Sistemes. CPDA-ETSEIB, 2003.
- Ayza J., Basañez L., Casanellas R., Riera J. Problemes de Regulació Automàtica. CPDA-ETSEIB, 1996.

2.2 Control por computador

2.2.1 Presentación

Esta asignatura presenta los principales conceptos de control clásico de tiempo discreto. Esta asignatura es troncal y consta de 4,5 créditos teóricos y 1,5 créditos prácticos.

En la actualidad es impartida por los profesores Miquel Àngel Mañanas (manyanas@creb.upc.es), Vicenç Puig (vicenc.puig@upc.es), Enric Fossas (enric.fossas@upc.es), Robert Griñó (robert.grino@upc.es), Ricard Villà (ricard.villa@upc.es) y Luis Basañez (basanez@ioc.upc.es), bajo la coordinación del profesor Luis Basañez.

2.2.2 objetivos

Proporcionar conocimientos básicos sobre el modelado matemático de sistema dinámicos de tiempo discreto y sobre los métodos que permiten estudiar su comportamiento

En concreto se pretende:

- Introducir el Control Digital mediante el estudio de los principales métodos de análisis y síntesis de sistemas de control mediante computador.
- Mostrar las posibilidades y limitaciones de los computadores en su aplicación al control de procesos.

2.2.3 Contenidos

- 1 Elementos del control por computador
- 2 Muestreo y digitalización de señales
- 3 Transformada en z
- 4 Sistemas de tiempo discreto
- 5 Análisis en el dominio temporal
- 6 Estabilidad
- 7 Análisis en el dominio frecuencial
- 8 Diseño de controladores digitales
- 9 Computadores en el control de procesos

2.2.4 Sesiones prácticas

Los trabajos prácticos de la asignatura se realizan en 5 sesiones de 3h cada una. Todas ellas en el laboratorio del departamento de ESII. Los estudiantes se agrupan en grupos de 2 personas cada una, y disponen de las mismas plantas que se ha utilizado en las prácticas de dinámica de sistemas. Adicionalmente disponen de un software propio basado en MATLAB-Simulink que permite cerrar diferentes tipos de lazos de control variando tanto los parámetros como el período de muestreo.

El contenido de las prácticas es el siguiente:

- 1 Estudio experimental de la respuesta temporal de un sistema digital de control de velocidad/posición para diferentes períodos de muestreo: análisis de la precisión y la estabilidad.
- 2 Estudio experimental y mediante simulación de la respuesta frecuencial del sistema digital de control de velocidad. Análisis de la estabilidad mediante el criterio de Nyquist.
- 3 Diseño de un controlador PID para el sistema digital de control de posición y verificación experimental de las prestaciones.
- 4 Implementación de un controlador digital mediante diferentes estructuras y diferentes longitudes de palabra.
- 5 Evaluación de los resultados de las sesiones anteriores..

2.2.5 Bibliografía

Bibliografía básica:

- B. C. Kuo. Sistemas de control digital. Compañía Editorial Continental 1997.
- L. Basañez, P. Caminal. Control Digital: Problemas. Ediciones UPC, 1994.
- M. A. Mañanas, R. Costa, L. Basañez. Estudi de sistemes de control digital mitjançant Matlab™. C.P.D.A., 2000.
- L. Basañez, R. Costa, E. Fossas, M. A. Mañanas, V. Puig, J. Riera, J. Rosell, R. Villà. Treballs pràctics de control digital. C.P.D.A., 2003.

Bibliografía complementaria:

- C. L. Philips, H. Troy Nagle Jr. Sistemas de Control Digital. Análisis y Diseño. Gustavo Gili, 1987.(Digital Control System Analysis and Design, 3rd edition, Prentice Hall Press, 1995).
- K. Ogata. Ingeniería de Control Moderna. 3ª ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1998.
- K. Ogata. Sistemas de control en tiempo discreto. 2nd ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1996.
- K.J. Åström, B. Wittenmark. Sistemas controlados por computador. Paraninfo 1988.

2.3 Control avanzado

2.3.1 Presentación

Esta asignatura pretende introducir al estudiante en los conceptos avanzados de la teoría de control, especialmente en la temática de control de sistemas no lineales. Esta asignatura es optativa y forma parte de la intensificación en automática; consta de 4,5 créditos teóricos y 1,5 créditos prácticos.

En la actualidad es impartida por los profesores Luis Basañez, Jan Rosell y Ramon Costa, bajo la coordinación del profesor Luis Basañez.

2.3.2 Objetivos

Complementar los conocimientos sobre control automático adquiridos en las asignaturas troncales Dinàmica de Sistemes y Control amb Computador, y en las otras asignaturas de la Intensificación de Automática, mediante el estudio de algunas de las técnicas actuales de control.

En concreto se pretende:

- Mostrar las posibilidades del control digital multivariable mediante la realimentación del estado, los observadores y la realimentación de la salida.
- Proporcionar conocimientos básicos sobre el análisis y diseño de sistemas de control no-lineal.
- Introducir al control adaptativo por modelo de referencia y con reguladores autosintonizados, así como a los aspectos teóricos y prácticos de la identificación en línea de procesos.

2.3.3 Contenidos

- 1 Técnicas avanzadas de control
- 2 Sistemas multivariables de tiempo discreto
- 3 Propiedades de los sistemas
- 4 Asignación de polos
- 5 Introducción a los sistemas no-lineales
- 6 Análisis en el plano de fases
- 7 Teoría de estabilidad de Liapunov
- 8 Análisis mediante la función descriptiva

- 9 Diseño de sistemas de control no-lineal
- 10 Introducción al control adaptativo
- 11 Control adaptativo
- 12 Identificación en línea

2.3.4 Sesiones prácticas

Los Trabajos Prácticos de la asignatura se realizan en 5 sesiones de tres horas cada una, en los laboratorios del departamento. Su contenido es el siguiente:

- 1 Modelado linealizado de un sistema multivariable, y diseño y simulación de un sistema de control por realimentación de estado.
- 2 Diseño e implementación de un controlador por realimentación de estado de un sistema multivariable linealizado, usando un observador de estado.
- 3 Análisis en el plano de fases de un servosistema no-lineal de posición angular.
- 4 Análisis mediante la función descriptiva de un servosistema no-lineal de posición angular.
- 5 Implementación de un controlador no-lineal de linealización por realimentación de estado de un sistema multivariable no-lineal.



Figura 5 : Planta utilizada en las prácticas de control avanzado.

2.3.5 Bibliografía

Bibliografía básica:

- Strejc, V., State Space Theory of Discrete Linear Control. John Wiley, 1981
- Slotine, J. E., Li, W. Applied Nonlinear Control. Prentice-Hall International, 1991

Bibliografía complementaria:

- Ogata, K. Sistemas de Control en Tiempo Discreto. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1996
- White, D. A., Sofge, D. A., Ed. Handbook of Intelligent Control. Van Nostrand Reinhold, 1992
- Levine, W. L., Ed. The Control Handbook. CRC Press, IEEE Press, 1996
- Glad, T., Ljung, L. Control Theory: Multivariable and Nonlinear Methods. Taylor & Francis 2000

3 ROBÓTICA

3.1 Robótica Industrial

3.1.1 Presentación

En esta asignatura se introduce a los estudiantes en los aspectos fundamentales de la robótica y su uso en los ambientes industriales. Esta asignatura es optativa y consta de 3 créditos teóricos y 3 créditos prácticos.

En la actualidad esta asignatura la imparten los profesores Yolanda Bolea (yolanda.bolea@upc.es) y Alberto Sanfeliu (asanfeliu@iri.upc.es) bajo la coordinación del profesor Alberto Sanfeliu.



Ilustración 6 : Fotografía del laboratorio en el que se realizan las prácticas de robótica.

3.1.2 Objetivos

La asignatura pretende introducir a los estudiantes en los fundamentos en que se basa el control de robots, así como ofrecer una panorámica de los principales métodos de control utilizados en la práctica o propuestos en la literatura especializada, con la finalidad de adquirir un conocimiento suficiente de las posibilidades y limitaciones de estas máquinas.

Por ello después de introducir los conceptos básicos se estudia el problema de control tanto de posición como de fuerza.

Igualmente la asignatura tiene como objetivo el aprendizaje de las técnicas de programación de

robots haciendo especial énfasis en los lenguajes de programación a diferentes niveles. Este tema se complementa con la introducción de los conceptos fundamentales sobre planificación automática de tareas y los de interacción con el entorno.

3.1.3 Contenidos

- 1 Conceptos básicos (2h)
- 2 Cinemática y dinámica del robot (2h)
- 3 Generación de trayectorias (2h)
- 4 Control de movimientos (4h)
- 5 Control de fuerza (2h)
- 6 Programación de Robots (4h)
- 7 Interacción con el entorno (4h)
- 8 Planificación de tareas (4h)
- 9 Aplicaciones industriales (2h)
- 10 Implantación de sistemas robotizados (4h)

3.1.4 Sesiones prácticas

Las prácticas de la asignatura se agrupan en 10 sesiones de 3h cada una. Estas sesiones se agrupan en 3 partes una primera sobre control de robots en la que se modela un robot de un grado de libertad y se le aplica un control PID (todo ello mediante MATLAB-simulink), una segunda parte que aborda la programación de robots y una tercera en se utiliza un sistema de visión como elemento de sensado (en esta tercera parte se utiliza el software Inspector).

Los contenidos de las diferentes prácticas son:

- 1 Simulación de algoritmos de control I (3h).
- 2 Simulación de algoritmos de control II (3h).
- 3 Puesta en marcha de un robot industrial, utilizando el mando manual y programación punto a punto (3h).
- 4 Aprendizaje de un lenguaje de programación I (3h)
- 5 Aprendizaje de un lenguaje de programación II (3h)
- 6 Interpolaciones, trayectorias continuas, puntos singulares, cambios configuraciones y espacio de trabajo de un robot industrial (3h)
- 7 Programación textual de un robot industrial (3h)
- 8 Utilización de sensores (3h)
- 9 Trayectorias con realimentación sensorial (3h)
- 10 Entornos de simulación y programación fuera de línea (3h)

3.1.5 Bibliografía

Bibliografía básica:

- Ferraté et al. "Robótica Industrial". Barcelona: Marcombo, 1986.
- Fu, K. S.; gonzalez, R. C.; lee, C. S. G. " Robótica: Control, Detección, Visión e Inteligencia". Madrid: McGraw Hill, 1988.

- Craig, J. J. " Introduction to Robotics mechanics & control". Massachussets: Addison Wesley, Reading, 1986.
- Asada, H. and slotine, J. -J. E. " Robot Analysis and Control". New York: John Wiley and Sons, 1986.
- Schilling, R. J. " Fundamental of Robotics, Analysis and Control". Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall, 1990.

3.2 Sistemas de Producción Integrados

3.2.1 Presentación

En esta asignatura se introduce a los estudiantes en los aspectos fundamentales de la robótica y su uso en los ambientes industriales. Esta asignatura es optativa y consta de 4,5 créditos teóricos y 1,5 créditos prácticos.

En la actualidad esta asignatura la imparte el prof. Jan Rosell.

3.2.2 Objetivos

Obtener conocimientos básicos de los sistemas de producción integrados (sistemas CIM) y adquirir la capacidad de análisis y de diseño de sistemas de fabricación flexible.

En concreto se pretende:

- Adquirir conocimientos sobre la automatización en las diferentes fases de un proceso de producción y su interrelación en el marco de los sistemas CIM.
- Obtener competencia en el uso de las redes de Petri como herramienta de modelado y de análisis cualitativo (análisis de la corrección) de los sistemas de fabricación.
- Obtener competencia en el uso de la simulación basada en eventos discretos como herramienta de análisis cuantitativo (análisis de las prestaciones) de los sistemas de fabricación.
- Tener la capacidad de usar las redes de Petri y la simulación basada en eventos discretos para diseñar sistemas de fabricación que sean correctos a nivel lógico y que tengan las mejores prestaciones entre varias alternativas posibles.

3.2.3 Contenido

- 1 Introducción a los sistemas de producción integrados (4h)
- 2 Análisis cualitativo de los sistemas de producción: evaluación de la corrección (12h)
- 3 Análisis cuantitativo de los sistemas de producción: evaluación de las prestaciones(13h)
- 4 Diseño de sistemas de fabricación (10h)

5 Los computadores en los sistemas de producción integrados (6 h)

3.2.4 Bibliografía

Bibliografía básica:

- Guasch A., Piera M. A., Casanovas J. y J. Figueras .Modelado y simulación. Edicions UPC, 2002, I.S.B.N: 84-8301-577-3

Bibliografía complementaria:

- Banks J., Carson II, J.S. and B.L. Nelson. Discrete-Event Simulation Prentice-Hall, 1996 (2a edición), ISBN: 0-13-217449-9
- Rembold U., Nnanji B.O. and A. Storr. Computer Integrated Manufacturing and Engineering Addison-Wesley, 1994 (2a edición), ISBN: 0-201-56541-2
- DiCesare F., et al. Practice of Petri Nets in Manufacturing Chapman & Hall. ISBN: 0-412-41230-6
- Material audiovisual i informàtic Transparències per les classes de teoria. Programari Arena per les classes d'aula informàtica

4 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

4.1 Sistemas Informáticos de Tiempo Real

4.1.1 Presentación

En esta asignatura se introduce a los estudiantes en las características y necesidades de los computadores destinados al control y supervisión de procesos.

Esta asignatura es optativa y consta de 3 créditos teóricos y 1,5 créditos prácticos.

En la actualidad esta asignatura la imparte el profesor Ramon Costa.

4.1.2 Objetivos

La asignatura pretende introducir a los estudiantes en las características de las aplicaciones informáticas aplicadas al control y monitorización de procesos. El programa realiza un recorrido por los principales conceptos de entrada-salida y sistemas operativos.

En particular se pretende que el estudiante sea capaz de analizar las características temporales de su aplicación y convertirlas en un programa que cumpla las restricciones del sistema en concreto.

4.1.3 Contenidos

- 1 Introducción
- 2 Programación Concurrente.
- 3 Conceptos de sistemas operativos.

4 Programación de algoritmos de control.

4.1.4 Sesiones prácticas

La asignatura consta de 6 sesiones prácticas de 2 horas cada una. En las 3 primeras se presentan los diferentes conceptos mediante programas de ejemplo que los estudiantes deben analizar y modificar, en las siguientes los estudiantes deben solucionar un problema propuesto, en dicha solución deben utilizar las herramientas presentadas en las 3 primeras sesiones.

4.1.5 Bibliografía

Bibliografía básica:

- Burns, Alan; Wellings, Andy. Real Time Systems and Programming Languages.1996; ISBN: 0-201-40365-X. Addison-Wesley.
- Abraham Silberschatz, Peter Baer Galván. Operating System Concepts.. 5th Edition .Hardcover, 888 pages. Addison-Wesley. 1997.

Bibliografía complementaria:

- Miles J. Murdocca and Vincent P. Heuring . Principles of computer architecture. 2000 Prentice Hall
- William Stallings. Computer Organization and Architecture.
- Philip A. Laplante. Real-Time Systems Design and Analysis : An Engineer's Handbook., 2nd Edition. 416 pages. Published by IEEE. Publication date: January 1997. ISBN: 0780334000.
- John Stankovic, Marco Spuri, Krithi Ramamritham and Giorgio C. Buttazzo . Deadline Scheduling for Real-Time Systems. EDF and Related Algorithms.
- Bill Gallmeister. Posix 4. O'Reilly, 1995.

4.2 Tecnología de control

4.2.1 Presentación

En esta asignatura se pretende introducir a los estudiantes a las tecnologías que pretenden llevar a la práctica los sistemas de control estudiados teóricamente en otras asignaturas. La asignatura consta de 3 créditos teóricos y 3 créditos prácticos.

En la actualidad es impartida por los profesores Josep M Fuertes (josep.m.fuertes@upc.es), Ricard Villà, Pere Marés (pere.mares@upc.es) y Jordi Riera, bajo la coordinación del prof. Josep M Fuertes.

4.2.2 Objetivos

El objetivo de la asignatura es suministrar a los estudiantes los conocimientos tecnológicos necesarios para llevar a la práctica los desarrollos teóricos estudiados en las otras asignaturas de control. Estos conocimientos serán completados con la realización de un preproyecto de ingeniería de control, que servirá asimismo para cumplir los requisitos del diploma de Automática e Informática Industrial.

En concreto se pretende:

- Estudiar la cadena tecnológica que enlaza la adquisición de datos de la planta, proceso o sistema controlado, pasando por el controlador y llegando a la actuación sobre la planta, proceso o sistema y proporcionar conocimientos básicos sobre los componentes tecnológicos que intervienen en un anillo cerrado de control
- Analizar los distintos componentes de dicha cadena, especialmente las tecnologías de soporte a las leyes de control y las tecnologías de enlace entre estos componentes
- Introducir los elementos de toma de decisión en la selección de parámetros generales de los componentes implicados, en particular los asociados a incertidumbres y a tolerancias y su importancia relativa
- Mostrar la estructura y arquitectura general de los actuadores, *sensores*, *transmisores* y *sus formas* de operación en el anillo. Específicamente, elaborar criterios de selección
- Mostrar las posibilidades y limitaciones de los computadores en su aplicación al control de procesos, en particular, las correspondientes a los autómatas industriales
- Analizar los mecanismos de enlace entre estos elementos tanto en aplicaciones simples como en grandes aplicaciones, entre ellas las aplicaciones al control distribuido. En especial se analizan las tecnologías de las redes de comunicación industrial, tanto en sus aspectos abstractos, sus aspectos metodológicos, la evaluación de prestaciones, los criterios de diseño y los ejemplos industriales
- Mostrar las características principales de los elementos de soporte operativo, desde los paquetes SCADA, los paquetes de ayuda a la configuración de aplicaciones, y otros sistemas de gestión y operación (MES, ERP, etc.)
- Analizar la interacción humana en los sistemas controlados, tanto desde un punto de vista funcional y operativo como ergonómico
- Fomentar la participación y el trabajo de grupo de los alumnos mediante el desarrollo de un preproyecto a fin de despertar el espíritu crítico y el sentido común, transmitir la idea de que las situaciones reales presentan un grado de complejidad e incertidumbre superiores a las

descritas en los libros y, a partir de la experimentación, incidir en las diferencias que existen entre el sistema real y los modelos conceptuales de éste.

- Experimentar y ejercitar la capacidad de diseño de estos sistemas tecnológicos mediante el desarrollo de un preproyecto

4.2.2 Contenidos

- 1 Introducción. (2h)
- 2 Estructura de un sistema de control (2h)
- 3 Sensores (4h)
- 4 Actuadores(2h)
- 5 Controladores(4h)
- 6 COMPUTADORES EN CONTROL (6h)
- 7 Software de control (4h)
- 8 Interfase con el operador (2h)
- 9 Problemática de la implantación (4h)

4.2.3 Sesiones prácticas

El desarrollo del preproyecto consiste en incorporar diversos elementos sobre los cuales el estudiante puede experimentar las decisiones de diseño y enriquecer así su bagaje teórico-experimental. La metodología que se sigue es la siguiente:

El coordinador de la asignatura prepara un documento de desarrollo de los preproyectos, que se acuerda entre los profesores de preproyectos y que se difunde a los estudiantes.

Los profesores de preproyectos preparan una lista de preproyectos, indicando los objetivos iniciales, la metodología inicial, los medios requeridos y la bibliografía de referencia y apoyo.

En el inicio del curso se presenta a los estudiantes este conjunto de posibles preproyectos. En esta presentación se les indican los objetivos iniciales de cada uno de ellos.

Los estudiantes pueden priorizar el preproyecto que desean mediante una solicitud en la que indican tanto el compañero de preproyecto como el orden de preferencia.

Se organizan los preproyectos en grupos de dos estudiantes y se distribuyen entre los profesores y los horarios disponibles.

En la primera sesión de preproyecto los estudiantes, motivados por el profesor correspondiente, se plantean el primer documento de especificación del preproyecto. El objetivo de esta primera sesión es pues la obtención de la especificación preliminar del preproyecto, a partir de una sesión de discusión primero de los cuatro grupos del profesor y en la segunda parte, del trabajo de cada uno de los grupos. La segunda sesión de preproyecto está orientada a aspectos metodológicos, centrando el trabajo en la preparación de un documento de desarrollo

metodológico a partir del documento anterior. Entre la primera sesión y la segunda sesión transcurren dos semanas, que da opción a los estudiantes a preparar y documentarse en los contenidos y la ingeniería del preproyecto.

A partir de la tercera sesión los estudiantes siguen el perfil diseñado en la sesión anterior, empiezan a hacer las pruebas preliminares, análisis de requisitos y de equipamiento necesario y, en su caso, propuestas de adquisición de pequeño material. Estas sesiones suelen ser muy creativas y las discusiones sobre las decisiones de diseño requieren a menudo una moderación de fuerte contenido aplicado. Se requiere a los estudiantes que documenten todos los pasos y las decisiones de diseño que toman a lo largo de las sesiones de laboratorio.

Las últimas sesiones están muy orientadas a la preparación del documento final del preproyecto y a finalizar las pruebas parciales y los programas de test y de preparación. Desde la última sesión de preproyecto hasta el día del examen los estudiantes acaban de preparar tanto el documento final como la presentación pública del preproyecto.

En la fecha del examen final, se realiza la sesión de presentación de preproyectos. Esta sesión es pública y cada grupo dispone de un tiempo moderado para presentar su trabajo. En general los estudiantes hacen uso de presentaciones con soporte electrónico para mostrar tanto los objetivos y su desarrollo, como los resultados parciales y las decisiones de diseño adoptadas. Además pueden hacer una demostración práctica, si han podido llegar a tener alguna realización física.

A partir de la presentación, del documento de especificación del preproyecto y del seguimiento de las sesiones de laboratorio se realiza la calificación de esta parte de la asignatura.

- Pallás, R. "Sensores y Acondicionadores de Señal" Marcombo, 1994

Agradecimientos

El autor quiere agradecer a los profesores de las asignaturas referenciadas la colaboración prestada durante la redacción de este trabajo.

4.2.5 Bibliografía

Bibliografía básica:

- Bateson, R.N. "Control System Technology" Prentice-Hall 1996.
- Brignell, J., White, N. "Intelligent Sensor Systems" Institute of Physics Pub. Bristol, 1996
- Johnson, C.D. "Process Control Instrumentation Technology" Prentice-Hall 1997.
- Shinskey, F.G. "Sistemas de Control de Procesos" McGraw-Hill, 1996.
- Creus Solé, Antonio. "Instrumentación Industrial" 6a ed. Marcombo, 1997.
- Parr, E.A. "Industrial Control Handbook. Vol I. Collins Professional Books, 1987.
- Chesmond, C.J. "Control System Technology". E. Arnold Ed, 1982