



Universitat de Lleida

GUIA DOCENT

CONTROL REALIMENTAT

Coordinació: CLARIA SANCHO, FRANCISCO

Any acadèmic 2017-18

Informació general de l'assignatura

Denominació	CONTROL REALIMENTAT			
Codi	14537			
Semestre d'impartició	2N Q(SEMESTRE) AVALUACIÓ CONTINUADA			
Caràcter	Grau/Màster	Curs	Caràcter	Modalitat
	Màster Universitari en Enginyeria Industrial	1	OPTATIVA	Presencial
Nombre de crèdits ECTS	6			
Grups	1GG			
Crèdits teòrics	3			
Crèdits pràctics	3			
Coordinació	CLARIA SANCHO, FRANCISCO			
Departament/s	INFORMATICA I ENGINYERIA INDUSTRIAL			
Distribució càrrega docent entre la classe presencial i el treball autònom de l'estudiant	(40%) 60 hores presencials (60%) 90 hores treball autònom			
Informació important sobre tractament de dades	Consulteu aquest enllaç per a més informació.			
Idioma/es d'impartició	CATALÀ (40%) CASTELLÀ (40 %) ANGLÈS (20%)			
Distribució de crèdits	1 ECTS 10 hores classe presencial + 15 hores treball autònom.			
Horari de tutoria/lloc	Concertar tutoria amb el professor			

Professor/a (s/es)	Adreça electrònica professor/a (s/es)	Crèdits impartits pel professorat	Horari de tutoria/lloc
CLARIA SANCHO, FRANCISCO	claria@diei.udl.cat	0	
RIBO PABLO, JOSE	jribo@diei.udl.cat	6	Data i hora: Concertar amb el professor. Lloc: Laboratori de control i processat del senyal. EPS

Informació complementària de l'assignatura

L'assignatura optativa "Control Realimentat" està adreçada als alumnes procedents de graus no especialitzats en les tecnologies elèctriques, electròniques i de control perquè puguin rebre formació específica que integri al seu currículum acadèmic els principis bàsics de la Teoria del Control Automàtic i l'Electrònica, d'acord amb el perfil de la titulació Màster Enginyer Industrial.

Dins del context del Màster, l'assignatura, de caràcter presencial, s'imparteix al segon quadrimestre del primer curs. Enllaça l'assignatura "Enginyeria de Sistemes" cursada al primer quadrimestre amb la del segon curs del màster, "Disseny de Sistemes Electrònics i del Control".

L'assignatura s'estructura en dues parts:

La primera, amb la finalitat d'abordar l'anàlisi dels sistemes físics realimentats i analitzar la seva resposta en el domini del temps i en el domini de la freqüència. Es parteix de les definicions i fonaments teòrics en que es basa el control realimentat, centrats especialment, en l'anàlisi de la resposta transitòria, l'estabilitat i l'anàlisi en regim estacionari del sistemes realimentats.

La segona, aborda algunes tècniques de compensació usades en la Regulació Automàtica de Sistemes i la seva implementació electrònica en el cas dels sistemes continus i digital en el cas de sistemes de temps discret.

Pel seu desenvolupament s'aplicaran les eines pròpies del càlcul operacional als sistemes en temps continu i en temps discret, representats interna o externament. Es pressuposa que l'alumne ja hagi assolit prèviament els conceptes bàsics de les equacions diferencials, les transformacions de Laplace i de Fourier, així com les tècniques d'anàlisi dels senyals i sistemes, que es completaran amb les transformacions discretes i les equacions en diferències.

Objectius acadèmics de l'assignatura

Tot i que l'abast d'aquesta assignatura es molt ample, es considera necessari que els alumnes del màster, graduats en especialitats diferents de la tecnologia elèctrica, electrònica i de control, adquireixin coneixements en Regulació Automàtica propis de les competències dels Màster Enginyer Industrial.

En definitiva, es pretèn que l'alumne sigui capaç de,

- Dominar les tècniques de modelatge de sistemes que permetin la seva representació externa i interna.

- Simular usant eines apropiades de simulació el comportament dels sistemes físics reals.
- Identificar les variables físiques que intervenen en els processos industrials així com la seva mesura.
- Aplicar les tècniques d'anàlisi de sistemes realimentats usant eines apropiades en el domini del temps i en el domini de la freqüència.
- Dissenyar els compensadors de sistemes anàlogics en el domini dels temps i en el domini de la freqüència.
- Dissenyar els compensadors digitals apropiats per sistemes físics controlats amb computadores digitals.

Competències

Competències **Generals** segons Ordre CIN/311/2009 i criteris EPS

- **CG1** Capacitat de planificació i organització del treball personal.
- **CG3** Capacitat de transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
- **CG4** Capacitat de concebre, dissenyar i implementar projectes i/o aportar solucions noves, utilitzant eines pròpies de l'enginyeria.
- **CG6** Tenir coneixements adequats dels aspectes científics i tecnològics de: mètodes matemàtics, analítics i numèrics en l'enginyeria, enginyeria elèctrica, enginyeria energètica, enginyeria química, enginyeria mecànica, mecànica de mitjans continus, electrònica industrial, automàtica, fabricació, materials, mètodes quantitius de gestió, informàtica industrial, urbanisme, infraestructures, etc.

Competències **Específiques** segons Ordre CIN/311/2009

- **CE7** Capacitat per dissenyar sistemes electrònics i d'instrumentació industrial.

Competències **transversals** aprovades per la Comissió Plenària dels Graus d'Enginyeria Industrial, Enginyeria Informàtica i Enginyeria de l'Edificació, reunida el 16 de Juny de 2008.

- **CT1** Tenir una correcta expressió oral i escrita.
- **CT3** Dominar les TIC.

Continguts fonamentals de l'assignatura

TEMA 1. Introducció als sistemes de control realimentat.

- Fonaments de sistemes dinàmics. Conceptes bàsics. Evolució temporal.
- Linealitat en dinàmica de sistemes. Transformada de Laplace
- Representació i classificació de sistemes. Descripció externa i interna. Espai d'estats del sistemes dinàmics.
- Representació en temps continu o en temps discret.
- Sistemes en bucle obert i sistemes de bucle tancat
- Funció de transferència d'un sistema de control de temps continu
- Topologia en diagrames de blocs o de flux del senyal
- Teorema de mostreig. Reconstrucció en temps discret . Transformada Z. Funció de transferència dels sistemes de temps discret

TEMA 2. Anàlisi de sistemes de temps continu i de temps discret.

- Modelatge i simulació dels sistemes dinàmics: mecànics, hidràulics, elèctrics i tèrmics.
- Linealització de models no lineals.
- Simulacions. Sistemes dinàmics lineals en temps continuo Descripció externa i interna.
- Resposta temporal. Fonts de prova. Sistemes de primer ordre. Sistemes de segon ordre
- Especificacions de la resposta transitòria
- Sistemes de ordre superior.
- Resposta transitòria dels sistemes discrets. Sistema de control en temps discret en llaç tancat.
- Estabilitat absoluta de sistemes lineals. Estabilitat en sistemes de temps continuo. Estabilitat en sistemes de temps discret

- Anàlisi en règim estacionari. Error en règim permanent.
- El lloc geomètric de les arrels. Regles clàssiques de construcció del lloc de les arrels temps continu i en temps discret
- Correspondència entre el pla S i el pla Z.

TEMA 3. Anàlisi en freqüència dels sistemes realimentats.

- Resposta freqüencial de sistemes de temps continu.
- Representació de la resposta freqüencial.
- Criteri de estabilitat de Nyquist. Transformació conforme.
- Estabilitat relativa. Marge de fase i marge de guany.
- Resposta freqüencial de sistemes de temps discret.
- Caracterització de la resposta freqüencial.

TEMA 4. Disseny de Sistemes de Control en temps continu i discret.

- Disseny de sistemes de control en llaç tancat. Disseny de controladores en el domini del temps i en el domini de la freqüència. Aspectes generals.
- Disseny de reguladors segons el mètode del lloc de les arrels.
- Compensació amb xarxes d'avançament de fase.
- Compensació amb xarxes de retard de fase.
- Compensació amb xarxes de retard- avançament
- Control proporcional. Acció de control integral Acció de control proporcional integral. Control proporcional integral.
- Acció de control de derivativa. Control proporcional derivatiu.
- Diagrama de bloques del control discret. Control PI, PD i PID.

TEMA 5. Disseny de Sistemes de Control en el domini de la freqüència.

- Introducció.
- Compensació amb xarxes d'avançament de fase
- Compensació amb xarxes de retard de fase.
- Compensació amb xarxes de retard- avançament de fase.
- Relació entre la resposta freqüencial i les especificacions en el domini del temps.
- Guany normalitzat. Marge de fase i sobrepuig màxim
- Freqüència de tall i velocitat de la resposta temporal
- Discretització de compensadores freqüencials

TEMA 6. Implementació electrònica dels Sistemes de Control

- Introducció als circuits de control analògics.
- L' amplificador operacional.
- Circuits bàsics amb amplificadors operacionals
- Sistemes de control amb amplificadores operacionals
- Aplicacions no lineals dels amplificadores operacionals
- Control en sistemes de temps discret amb microcontroladors

Eixos metodològics de l'assignatura

- **Classes magistrals:** A las classes magistrals s'exposen els continguts de l'assignatura per part dels professors sense la participació activa dels alumnes.
- **Coloquis:** Consisteixen en activitats de intercanvi d'opinions entre el alumnes sota la direcció del professor.
- **Treball en grup:** Activitat d'aprenentatge que s'ha de fer mitjançant la col·laboració entre els membres d'un grup.
- **Treball escrit:** Activitat consistent en la presentació d'un document escrit.
- **Aprenentatge basat en problemes:** S'utilitza l'aprenentatge basat en problemes com a mètode de promoure l'aprenentatge a partir de problemes seleccionats de la vida real.
- **Resolució de problemes:** En l'activitat de resolució de problemes, el professorat presenta una qüestió

complexa que l'alumnat ha de resoldre, ja sigui treballant individualment, o en equip.

- **Elaboració de projectes:** Metodologia d'ensenyament actiu que promou el aprenentatge a partir de la realització d'un projecte: idea, disseny, planificació, desenvolupament i avaluació del projecte.
- **Pràctiques:** Permeten aplicar i configurar, a nivell pràctic, la teoria d'un àmbit de coneixement en un context concret.

Pla de desenvolupament de l'assignatura

Setmana	Metodologia	Temari	Hores Presencials	Hores de Treball autònom
1-2	Classe magistral.	TEMA 1	8	12
3	Solució de problemes.	TEMA 1	4	6
4-5	Classe magistral.	TEMA 2	8	12
6	Simulacions. Solució de problemes	TEMA 2	4	6
7-8	Classe magistral. Simulacions. Solució de problemes	TEMA 3	8	12
9	Prova escrita. Entrega de treballs	TEMES 1-3	2	
10-11	Classe magistral.	TEMA 4	8	12
12	Classe magistral. Simulacions. Solució de problemes	TEMA 4	4	6
13-14	Classe magistral. Simulacions. Solució de problemes	TEMES 5 - 6	8	12
15	Simulacions. Solució de problemes	TEMA 6	4	6
16	Prova escrita. Entrega de treballs	TEMES 4-5-6	2	

Sistema d'avaluació

Activitats d'avaluació	%	Dates	O/V (1)	I/G (2)	Observacions
PA1: Examen escrit	30	Setmana 9	O	I	Nota mínima, 1 punt sobre 3

PA2: Examen escrit	50	Setmana 17	O	I	Nota mínima, 2,5 punts sobre 5
PA3: Treballs proposats	20	Abans de cada avaluació	O	I	
PA5: Treball voluntari			V		Podrà incrementar en un 10% la nota final
PA6: Examen de recuperació		Setmana 19			

O: Obligatori; V: Voluntari

I: Treball individual; G: Treball en Grup.

Bibliografia i recursos d'informació

REFERÈNCIES

- Sistemas de Control Automático. Benjamin Kuo. Prentice Hall
- Ingeniería de Control Moderna. Katsuhiko Ogata. Prentice Hall.
- Teoría de Control. Diseño Electrónico. Gomariz. Edicions UPC
- Linear Control System Analysis and Design with MATLAB. John D'Azzo. Dekker
- Modern Control Systems Analysis and Design Using MATLAB. Bishop. Addison- Wesley
- Linear Systems Control, deterministic and stochastic methods. Hendricks. Springer
- Sistemas de Control de Procesos. Aplicación, Diseño y Sintonización. Shinskey. McGraw Hill
- Classical Feedback Control with Matlab. Lurie. TKFeBOOK
- Control System Toolbox, for use with Matlab. MathWorks.
- Introducción a los Sistemas de Control con MATLAB. Pearson
- Sistemas de Control en Tiempo Discreto. Ogata. Prentice Hall
- Control System Fundamentals. Levine. CRC Press.
- Modern Control Systems. Richard C. Dorf, Robert H, Bishop. Pearson