

**FITXA IDENTIFICATIVA****Dades de l'Assignatura**

Codi	34943
Nom	Control digital
Cicle	Grau
Crèdits ECTS	6.0
Curs acadèmic	2020 - 2021

Titulació/titulacions

Titulació	Centre	Curs	Període
1404 - Grau d'Enginyeria Electrònica Industrial	Escola Tècnica Superior d'Enginyeria	3	Segon quadrimestre

Matèries

Titulació	Matèria	Caràcter
1404 - Grau d'Enginyeria Electrònica Industrial	18 - Automatització i control industrial	Obligatòria

Coordinació

Nom	Departament
ESPI HUERTA, JOSE MIGUEL	242 - Enginyeria Electrònica

RESUM

Aquesta és una assignatura de caràcter obligatori, que s'imparteix en el segon quadrimestre del tercer curs de la titulació de Grau en Enginyeria Electrònica Industrial. La càrrega lectiva total és de 6 ECTS. La càrrega de treball per l'alumne és de 150 hores al llarg del quadrimestre, de les quals 60 són presencials o d'aula i 90 són de treball no presencial o fora de l'aula. L'assignatura "Control Digital" forma part de la matèria "Automatització i Control Industrial".

La "Automatització" és un concepte global que persegueix la realització de tasques (en el nostre cas "industrials" o associades amb processos propis de la indústria) de manera "automàtica", és a dir, sense la necessitat que l'home sigui part activa de elles, ni en la presa de decisions (quina tasca fer), ni en la realització de la tasca mateixa (actuació). L'home passa a ser un simple agent supervisor del procés automatitzat.



Habitualment, en l'entorn industrial, la presa de decisions es resol mitjançant un dispositiu anomenat PLC o "autòmat programable", que rep les consignes de l'operari i la informació de l'entorn (a través dels sensors), i que decideix en cada moment la acció sobre el/s actuador/s (vàlvules, motors, calefactores, etc.). La majoria de les vegades, només cal programar en el PLC una estructura de màquina d'estats o autòmat, on les ordres de l'operari i l'estat del procés determinen una acció simple d'activació / desactivació sobre els actuadors.

No obstant això, sovint, en la planificació d'una automatització, cal fer la "regulació" d'una variable d'un subprocés, o del procés principal. És a dir, pot ser necessari mantenir governada a voluntat una variable física (una distància, una temperatura, una velocitat de rotació d'un eix, etc.). En aquest cas s'ha de determinar en cada moment, i amb precisió, la "intensitat de l'actuació" (tensió sobre el motor, grau d'obertura de la vàlvula, quantitat de potència calorífica alliberada pel calefactor, etc.) perquè aquesta variable reaccionï a les nostres ordres amb celeritat i suavitat. Per aconseguir-ho s'ha de plantejar una "realimentació", que consisteix a comparar la mesura d'aquesta variable amb la consigna, i decidir, mitjançant càlculs de "compensació", la intensitat d'actuació necessària. Si els càlculs no són els adequats, apareixen problemes de naturalesa més complexa relacionats amb l'estabilitat del sistema realimentat. Aquesta és la problemàtica pròpia de la "enginyeria de control", i en particular de l'assignatura "Control Digital". Es pot dir que el "Control Digital" tracta amb el problema dinàmic de la realimentació i el disseny adequat dels algorismes de compensació, d'execució síncrona, que han de garantir exactitud, velocitat i robustesa en la regulació d'una variable.

Encara que la "enginyeria de control" és només una part dins de la "automatització" (ja que només de vegades cal resoldre una regulació mitjançant realimentació quan es pretén automatitzar un procés industrial), també l'enginyeria de control juga un paper essencial en el desenvolupament de circuits, equips i sistemes electrònics, fora o dins l'àmbit industrial. En bona part dels sistemes electrònics (joguines, electrònica de consum, equips de mesura, maquinària industrial, etc.) s'han de resoldre realimentacions en subsistemes o fins i tot com a finalitat última o funció bàsica del sistema / equip electrònic. En aquests casos, el control s'implementa, la majoria de les vegades, mitjançant l'ús de microprocessadors (microcontroladors, DSP 's, FPGA s, etc.) embeguts en l'equip.

En definitiva, la formació de l'alumne en "Control Digital" és essencial tant per l'enginyer de sistemes o de processos que pretengui automatitzar una instal·lació industrial, com per l'enginyer electrònic que pretengui desenvolupar equips electrònics.

CONEIXEMENTS PREVIS

Relació amb altres assignatures de la mateixa titulació

No heu especificat les restriccions de matrícula amb altres assignatures del pla d'estudis.

Altres tipus de requisits

Els coneixements bàsics previs, necessaris per seguir el curs de l'assignatura, són els que s'adquireixen en les assignatures de Matemàtiques (a destacar la variable complexa) i Física (especialment la mecànica) de primer curs, i els impartits en l'assignatura "Dinàmica i Control" (especialment els conceptes de funció de transferència, resposta en freqüència i diagrames de blocs). És recomanable la formació en instrumentació i en electrònica analògica i digital.



COMPETÈNCIES

1404 - Grau d'Enginyeria Electrònica Industrial

- CG3 - Coneixement en matèries bàsiques i tecnològiques, que els capacite per a l'aprenentatge de nous mètodes i teories, i els dote de versatilitat per adaptar-se a noves situacions.
- CG4 - Capacitat de resoldre problemes amb iniciativa, presa de decisions, creativitat, raonament crític i de comunicar i transmetre coneixements, habilitats i destreses en el camp de l'enginyeria industrial (amb la tecnologia específica d'electrònica industrial)
- CG6 - Capacitat per al maneig d'especificacions, reglaments i normes d'obligat compliment.
- CE7 - Coneixement i capacitat per al modelatge i la simulació de sistemes.
- CE8 - Coneixements de regulació automàtica i tècniques de control i la seua aplicació a l'automatització industrial.
- CE11 - Capacitat de dissenyar sistemes de control i automatització industrial

RESULTATS DE L'APRENTATGE

El resultat de l'aprenentatge després d'haver realitzat l'assignatura "Control Digital" es sintetitza en les següents capacitats:

- Ser capaç de triar la freqüència de mostreig del control digital per a cada aplicació (CG4, CG6, CE11).
- Saber obtenir el model discret d'un procés continu a controlar (CG3, CE7).
- Saber analitzar l'estabilitat d'un sistema de control digital, i determinar la seua robustesa prevista en termes de marges d'estabilitat (CG6, CE8, CE11).
- Saber triar l'estructura de compensació més adequada, i dissenyar-la en base a unes especificacions de llaç tancat (CG4, CG6).
- Saber concretar el compensador digital donant les seues equacions en diferències, i saber programarles en un dispositiu controlador (CG4, CE11).
- Saber sintonitzar una compensació PID discreta mitjançant tècniques basades en mesura (CG4, CG6, CE8, CE11).

DESCRIPCIÓ DE CONTINGUTS

1. Introducció al Control Digital

- Objectiu, estructura i funcionament del control digital.



2. Discretització de Sistemes Continus

- Senyals i sistemes discrets.
- Diagrama de blocs del control digital.
- Model de la conversió A/D.
- Model de la conversió D/A. DACs i sortides PWM.
- Sistema discret equivalent. Discretització per bloquejador d'ordre zero.

3. Anàlisi Estàtic dels Sistemes de Control Discrets

- Teoremes del valor inicial i final.
- Errors de posició, velocitat i acceleració.
- Tipus d'un sistema de control digital.
- Error de eixida.
- Problemes.

4. Anàlisi Dinàmic dels Sistemes de Control Discrets

- Correspondència entre els plans S i Z.
- Anàlisi de l'estabilitat absoluta: Mètode directe, Transformació bilineal i criteri de Routh, Criteri d'estabilitat de Jury.
- Anàlisi de l'estabilitat relativa. Condició d'estabilitat de Nyquist. Marges de fase i guany.
- El Lloc de les Arrels discret.
- Problemes.

5. Disseny per Mètodes freqüencials

- Compensadors discrets.
- Resposta en freqüència asimptòtica. Transformació bilineal o de Tustin.
- Disseny freqüencial asimptòtic de compensadors PID.
- Disseny freqüencial analític de compensadors PID.
- Disseny freqüencial analític de compensadors d'avançament-retard.
- Problemes.

6. Disseny per Mètodes del Lloc de les Arrels

- Disseny de compensadors PID.
- Disseny de compensadors d'avançament-retard.
- Problemes.

**7. Disseny per Mètodes Empírics**

- Mètode de Ziegler-Nichols.
- Mètode de Cohen-Coon.
- Problemes.

VOLUM DE TREBALL

ACTIVITAT	Hores	% Presencial
Classes de teoria	30,00	100
Pràctiques en laboratori	20,00	100
Pràctiques en aula	10,00	100
Elaboració de treballs individuals	5,00	0
Estudi i treball autònom	40,00	0
Lectures de material complementari	5,00	0
Preparació d'activitats d'avaluació	10,00	0
Preparació de classes de teoria	5,00	0
Preparació de classes pràctiques i de problemes	25,00	0
TOTAL	150,00	

METODOLOGIA DOCENT**CLASSES DE TEORIA.**

Les classes de teoria s'impartiran de manera magistral. Després de la introducció d'un contingut nou, s'il·lustrarà la seua aplicació amb un problema-exemple (CG3, CG6, CE7, CE8, CE11). Després, el professor podrà proposar un problema relacionat per a la seua realització no presencial (CG3, CG4, CG6, CE7, CE8, CE11), que es resoldrà en la següent classe de problemes.

CLASSES DE PROBLEMES.

Els alumnes que ho desitgin podran lliurar (per mail i abans de la classe de problemes) la solució al problema proposat pel professor durant l'última classe de teoria. Es recollirà un nombre limitat de treballs. D'entre els treballs que tinguin solució correcta, el professor podrà triar un perquè l'alumne l'expose (CG4), i s'iniciï un debat entre alumne, professor i classe. El treball, la seua exposició i la seua "defensa" és puntuable i computa en la nota de teoria-problemes. Durant la resta de la classe de problemes el professor resoldrà de manera magistral algun altre exercici.

CLASSES DE LABORATORI.

S'impartiran en els laboratoris del centre. La realització de les pràctiques requerirà d'equips electrònics específics i ordinadors. Els alumnes s'organitzaran en grups de 2 o 3 alumnes. Les pràctiques disposaran d'un guió descriptiu de les mateixes. Al marge del guió, el professor formularà preguntes a cada grup. La qualificació d'aquestes respostes determinarà la nota de l'avaluació contínua de les pràctiques (CG4, CG6, CE7, CE8, CE11). Al final del quadrimestre, el professor suggerirà la realització d'algun exercici



puntuable per complementar la nota de les pràctiques (CG4, CG6, CE7, CE8, CE11).

AVALUACIÓ

Per a la primera convocatòria, l'alumne podrà triar entre dues modalitats d'avaluació: avaluació contínua o avaluació per examen final. Ambdues es detallen a continuació.

a) Modalitat de AVALUACIÓ CONTÍNUA:

- Avaluació de la part de teoria-problemes:

Es realitzaran 2 exàmens parcials al llarg del quadrimestre (CG3, CG4, CG6, CE7, CE8, CE11). Si les notes en els exàmens són superiors a 4 (sobre 10), es realitzarà la mitjana aritmètica d'aquestes, obtenint "nota_parciales". L'alumne podrà recuperar la nota dels parcials quina nota siga inferior a 5 en l'examen final.

Es puntuarà la realització i exposició de problemes (CG4) proposats pel professor, fins a un màxim de 2,5 punts, obtenint la nota "nota_prob".

La qualificació de teoria-problemes es calcula com:

$$\text{nota_teorpro} = 0.75 * \text{nota_parciales} + \text{nota_prob}$$

- Avaluació de la part de laboratori:

Es realitzarà avaluació contínua de les pràctiques de laboratori (CG4, CG6, CE7, CE8, CE11). Si l'alumne obté una nota superior a 4 (sobre 10) en totes elles, es calcula la mitjana aritmètica "nota_prac". En cas contrari haurà de realitzar l'examen final de laboratori.

Es puntuaran també exercicis addicionals de laboratori (CG4, CG6, CE7, CE8, CE11) fins a un màxim de 3 punts, obtenint "nota_exp".

La qualificació de laboratori es calcularà com:

$$\text{nota_lab} = 0.7 * \text{nota_prac} + \text{nota_exp}$$

b) Modalitat d'avaluació per EXAMEN FINAL:

Es realitzarà un examen final de teoria-problemes i de laboratori (CG3, CG4, CG6, CE7, CE8, CE11) en la data fixada pel centre, obtenint directament nota_teorpro i nota_lab d'aquest examen.



Independentment de la modalitat d'avaluació escollida, serà necessari un mínim de 5 tant en teoria-problemes (nota_teorpro) com en laboratori (nota_lab) per aprovar. En eixe cas, la nota final de l'assignatura s'obtindrà de la següent manera:

$$\text{Nota} = (2 * \text{nota_teorpro} + \text{nota_lab}) / 3$$

En la segona convocatòria, l'alumne sempre serà avaluat per la modalitat d'examen final.

En qualsevol cas, el sistema d'avaluació es regirà per l'establert en el Reglament de Avaluació i Qualificació de la Universitat de València per a Graus i Màsters (<https://webges.uv.es/uvTaeWeb/MuestraInformacionEdictoPublicoFrontAction.do?accion=inicio&idEdictoSeleccionado=5639>)

REFERÈNCIES

Bàsiques

- b1: Digital Control Engineering. M. Sami Fadali; Antonio Visioli. Ed. Elsevier, Academic Press. ISBN: 978-0-12-374498-2.
<http://proquest.safaribooksonline.com/9780123744982?uicode=valencia>
- b2: Microcontroller Based Applied Digital Control. Dogan Ibrahim. Ed. John Wiley & Sons. ISBN: 978-0-470-86335-0. ISBN (e-book): 0-470863-35-8.
<http://proquest.safaribooksonline.com/9780470863350>
- b3: Sistemas de Control en Tiempo Discreto. Katsuhiko Ogata. Ed. Prentice-Hall. ISBN: 9789688805398.
- b4: Digital Control. Kannan Moudgalya. Ed. Wiley-Interscience. ISBN: 0-470031-43-3.
<http://proquest.safaribooksonline.com/9780470031438?uicode=valencia>

Complementàries

- c1: Ingeniería de Control Moderna. Katsuhiko Ogata. Ed. Pearson. ISBN: 9788483226605. ISBN (e-book): 9788483229552.
http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=1259
- c2: Control de Sistemas Dinámicos con Realimentación. Gene F. Franklin. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana. ISBN: 0-201-64421-5.



ADDENDA COVID-19

Aquesta addenda només s'activarà si la situació sanitària ho requereix i previ acord del Consell de Govern

Continguts

Es mantenen els continguts inicialment arreplegats en la guia docent.

Volum de treball i planificació temporal de la docència

Respecte al volum de treball:

Es mantenen les diferents activitats descrites en la Guia Docent amb la dedicació prevista.

Respecte a la planificació temporal de la docència:

El material per al seguiment de les classes de teoria/pràctiques d'aula permet continuar amb la planificació temporal docent tant en dies com en horari, tant si la docència és presencial a l'aula com si no ho és.

Metodologia docent

El desenvolupament de l'assignatura s'articula com s'ha establert en el model docent de la titulació per al segon quadrimestre (https://www.uv.es/etsedoc/Web/Modelo%20Docente_GIEI_2C.pdf).

Si es produeix un tancament de les instal·lacions per raons sanitàries que afecte totalment o parcialment les classes de l'assignatura, aquestes seran substituïdes per sessions no presencials seguint els horaris establerts.

Avaluació

Es manté el sistema d'avaluació descrit en la Guia Docent de l'assignatura en la qual s'han especificat les diferents activitats avaluable així com la seua contribució a la qualificació final de l'assignatura.

Si es produeix un tancament de les instal·lacions per raons sanitàries que afecte el desenvolupament d'alguna activitat avaluable presencial de l'assignatura aquesta serà substituïda per una prova de naturalesa similar que es realitzarà en modalitat virtual utilitzant les eines informàtiques llicenciades per la Universitat de València. La contribució de cada activitat avaluable a la qualificació final de l'assignatura romandrà invariable, segons el que s'estableix en aquesta guia.

Bibliografia

Es manté la bibliografia recomanada en la Guia Docent perquè és accessible i es complementa amb anotacions, diapositives i problemes pujats a Aula Virtual com a material de l'assignatura.