

FACULTATEA CALCULATOARE, INFORMATICĂ ȘI MICROELECTRONICĂ
DEPARTAMENTUL INGINERIA SOFTWARE ȘI AUTOMATICĂ

APROBAT

la ședința Departamentului ISA

nr. ____ din _____

Șef departament

FIODOROV Ion

conf. univ., dr.

APROBAT

la ședința Consiliului Facultății CIM

nr. ____ din _____

Președintele Consiliului CIM

CIORBĂ Dumitru,

conf. univ., dr.

Program de studii: 0714.6 Automatică și Informatică

Cod, Denumirea modulului: S.O.007 Ingineria sistemelor automate

Beneficiari: Studenții anului III, învățământ cu frecvență

Ciclul de învățământ: Studii superioare de Licență, ciclul I

Numărul de credite ECTS: 4 (75 ore în auditoriu și 75 ore de activități individuale ale studentului, 1 credit = 15 ore de activități în auditoriu și 15 ore de activități individuale ale studentului)

Titularul disciplinei

IZVOREANU Bartolomeu

Nume, prenume, semnătura titularului

1 PRELIMINARII

Dezvoltarea de procese și produse competitive impune un nou concept de fabricație, care încorporează cunoaștere și inovare, agilitate și flexibilitate.

Automatizarea diverselor procese presupune asigurarea tuturor mijloacelor și metodelor necesare evoluției acestora, în concordanță cu cerințele de eficiență economică, de calitate, de siguranță în funcționare și de compatibilitate cu mediul înconjurător.

Ingineria sistemelor automate (ISA), ca parte integrantă a domeniului larg al automatizării proceselor, se bazează pe conceptele specifice ale teoriei sistemelor automate și pe suportul mijloacelor tehnice necesar implementării strategiilor de conducere (reglare).

Scopul principal al cursului „Ingineria sistemelor automate” ca disciplină didactică reprezintă tratarea principalelor aspecte aplicative ale teoriei sistemelor automate pentru rezolvarea problemelor specifice de proiectare și analiză a soluțiilor și a strategiilor pentru conducerea (reglarea) unor procese, cât și aspectele practice ale alegerii echipamentelor și elaborarea produselor program pentru implementarea strategiilor de conducere (reglare) în timp continuu și discret.

Unitatea de curs „Ingineria sistemelor automate” este inclusă în categoria unităților de curs de specialitate pentru studenții Programului de studiu 0714.6 Automatică și Informatică. Consolidarea materialului teoretic și obținerea abilităților practice se realizează în procesul de realizare a lucrărilor de laborator, seminarelor, efectuării proiectului de curs și a proiectelor de licență.

Obiectivele principale ale cursului „Ingineria sistemelor automate” reprezintă formarea la studenți a următoarelor abilități:

- Înțelegerea problematicei ingineriei sistemelor automate cu evidențierea tuturor aspectelor conceptuale și aplicative.
- Familiarizarea cu proceduri și tehnici specifice de identificare a modelelor matematice pentru diverse categorii de procese industriale și tehnologice.
- Familiarizarea cu proceduri și tehnici specifice de alegere și dimensionare a elementelor tehnice: traductoare, amplificatoare și elemente de execuție.
- Familiarizarea cu proceduri și tehnici specifice de alegere și acordare a reguletoarelor pentru diverse categorii de procese industriale și tehnologice.
- Înțelegerea și aplicarea metodelor de proiectare și implementare a sistemelor de reglare automata apelând la diverse modele ce caracterizează funcționarea proceselor.
- Familiarizarea cu problemele specifice de proiectare și implementare a sistemelor numerice de reglare pentru diverse procese.
- Familiarizarea cu diferitele arhitecturi de sisteme de reglare automata și diferite echipamente de automatizare.
- Testarea și validarea diferitelor metode de acordare a reguletoarelor.
- Validarea în mediu simulat și în realitate a diverselor strategii de reglare a principalilor parametri tehnologici.

Cursul este orientat spre pregătirea specialiștilor de o calificare înaltă în domeniul proiectării sistemelor cu conducere automată, care vor activa în diferite organizații și întreprinderi industriale.

2 PRECONDIȚII DE ACCES LA UNITATEA DE CURS/MODUL:

Pentru a atinge obiectivele cursului studenții trebuie să posede abilități de identificare a modelelor matematice ale proceselor industriale ca obiecte de reglare, alegerea și dimensionarea elementelor și echipamentelor sistemului de reglare automată, să cunoască proprietățile și parametrii obiectelor de reglare și ale elementelor și echipamentelor sistemului automat. Să cunoască

caracteristicile statice și dinamice ale sistemului de reglare automată și metodele de analiză a stabilității și performanțelor sistemului automat.

3 COMPETENȚELE CARE URMEAZĂ A FI DEZVOLTATE

Competențele obținute de această unitate de curs vor fi utilizate în cadrul studierii disciplinelor de specialitate, proiectării de licență și proiectării sistemelor de reglare automată.

Unitatea de curs prevede formarea următoarelor competențe profesionale și transversale:

CP1. Utilizarea de cunoștințe de matematică, fizică, tehnica măsurării, grafică inginerască, mecanică, electrică și electronică, în ingineria sistemelor automate.

- Utilizarea în comunicarea profesională a conceptelor, teoriilor și metodelor științelor fundamentale folosite în ingineria sistemelor automate.
- Explicarea temelor de rezolvat și argumentarea soluțiilor din ingineria sistemelor automate, prin utilizarea tehnicilor, conceptelor și principiilor din matematică, fizică, grafică inginerască, inginerie electrică și electronică.
- Rezolvarea problemelor uzuale din domeniul ingineriei sistemelor automate prin identificarea de tehnici, principii, metode adecvate și prin aplicarea matematicii, cu accent pe metodele de calcul numeric.
- Aprecierea potențialului, avantajelor și dezavantajelor unor metode și procedee din domeniul ingineriei sistemelor, a nivelului de documentare științifică al proiectelor și al consistenței aplicațiilor folosind tehnici matematice și alte metode științifice.
- Elaborarea de proiecte în domeniul ingineriei sistemelor automate, selectând și aplicând metode matematice și alte metode științifice specific domeniului.

CP3. Utilizarea fundamentelor automatizării, a metodelor de modelare, simulare, identificare și analiză a proceselor, a tehnicilor de proiectare asistată de calculator.

- Identificarea conceptelor fundamentale ale teoriei sistemelor, ingineriei sistemelor automate, a principiilor de bază din modelare și simulare, precum și a metodelor de analiză a proceselor, în scopul explicării problemelor de bază din domeniu.
- Explicarea și interpretarea problemelor de automatizare a unor tipuri de procese prin aplicarea fundamentelor automatizării, a metodelor de modelare, identificare, simulare și analiza proceselor, precum și a tehnicilor de proiectare asistată de calculator.
- Rezolvarea unor tipuri de probleme de conducere prin: folosirea de metode și principii de modelare, elaborarea de scenarii de simulare, aplicarea de metode de identificare și de analiză a unor procese (inclusive procese industriale și tehnologice) și sisteme.
- Evaluarea performanțelor sistemelor automate, a punctelor tari și punctelor slabe (analiza SWOT) ale proiectelor, a consistenței metodelor și fundamentărilor teoretice.
- Configurarea și implementarea sistemelor de conducere automată a proceselor industriale, roboților și liniilor de fabricație flexibile, precum și alegerea echipamentelor, acordarea și punerea în funcțiune a structurilor aferente.

CP4. Proiectarea, implementarea, testarea, utilizarea și mentenanța sistemelor cu echipamente de uz general și dedicat, inclusiv rețele de calculatoare, pentru aplicații de automată și informatică aplicată.

- Definirea cu ajutorul principiilor de funcționare și proiectare, a cerințelor standardelor aplicabile și a metodelor de implementare, testare, mentenanță și exploatare a echipamentelor folosite în aplicațiile de automată și informatică aplicată.
- Explicarea și interpretarea metodelor de proiectare, implementare, testare, utilizare și mentenanță a echipamentelor de uz general și dedicat, folosite pentru aplicații de conducere automată și de informatică aplicată.

- Rezolvarea de probleme practice de monitorizare și conducere automată și de probleme de informatică aplicată prin utilizarea și adaptarea de echipamente analogice și numerice și prin folosirea de tehnologii informatice.

- Evaluarea prin monitorizare, diagnoză, analiză de date experimentale, în concordanță cu standarde specifice de performanță a activităților de proiectare, implementare, testare-validare, exploatare și mentenanță a echipamentelor și rețelelor de calculatoare folosite pentru conducere automată și aplicații de informatică.

- Elaborarea și implementarea de proiecte tehnice pentru sisteme automate și informatice, care înglobează echipamente numerice și analogice de uz general și dedicat, inclusiv rețele de calculatoare.

CP5. Dezvoltarea de aplicații și implementarea algoritmilor și structurilor de conducere automată, utilizând principii de management de proiect, medii de programare și tehnologii bazate pe microcontrolere, procesoare de semnal, automate programabile, sisteme încorporate.

- Identificarea conceptelor și metodelor de dezvoltare și a limbajelor specifice dezvoltării de aplicații (secvențiale, concurente, timp real, non-timp real, locale, distribuite, încorporate, non-încorporate, mobile, on-line etc.) și de management de proiect.

- Explicarea și interpretarea corespondenței proiect-sistem real folosind principiile și metodele de bază de proiectare și implementare a algoritmilor și structurilor de sisteme de conducere automată, inclusiv ca sisteme încorporate sau distribuite bazate pe microcontrolere, procesoare de semnal, automate programabile.

- Selectarea tehnologiilor și echipamentelor adecvate destinației sistemelor automate, aplicațiilor informatice și condițiilor de exploatare.

- Evaluarea modului de implementare a aplicațiilor de automatizare și informatică utilizând algoritmi și structuri de conducere automată, medii de programare și tehnologii bazate pe microcontrolere, procesoare de semnal, automate programabile, sisteme încorporate etc.

- Transpunerea rezultatelor calculelor de dimensionare în documente tehnice ale proiectelor, specifice sistemelor automate și de informatică aplicată.

CT1. Aplicarea, în contextul respectării legislației, a drepturilor de proprietate intelectuală (inclusiv transfer tehnologic), a metodologiei de certificare a produselor, a principiilor, normelor și valorilor codului de etică profesională în cadrul propriei strategii de muncă riguroasă, eficientă și responsabilă.

CT2. Identificarea rolurilor și responsabilităților într-o echipă plurispecializată, luarea deciziilor și atribuirea de sarcini, cu aplicarea de tehnici de relaționare și muncă eficientă în cadrul echipei.

CT3. Identificarea oportunităților de formare continuă și valorificarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare pentru propria dezvoltare.

4 ADMINISTRAREA DISCIPLINEI/MODULULUI

Cod	Anul	Semestrul	Numărul de ore						Credite
			Curs	Seminar	Lucrări de laborator	Lucrări practice	Proiectare	Lucrul individual	
S.O.007	Învățământ cu frecvență								
	3	6	30	-	30	-	30	30	4
	Învățământ cu frecvență redusă								

5 REZULTATELE ÎNVĂȚĂRII, CONȚINUTURI ȘI METODE DIDACTICE APLICATE

Rezultatele învățării. Studentul trebuie:	Conținuturi		Metode de predare	Realizarea în timp (ore)					
	Curs	Seminare/lucrări practice/lucrări de laborator		învățământ cu frecvență			învățământ cu frecvență redusă		
				curs	sem	pr/ lab	curs	sem	pr/ lab
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Să cunoască: - Diverse structuri de sisteme cu conducere automata. - Proprietățile proceselor, modele matematice continue si discrete ale proceselor, parametrii obiectelor de reglare. - Proprietățile elementelor tehnice, modele matematice si parametrii elementelor tehnice. - Modelul matematic al părții fixate si al algoritmului de reglare. - Avantajele și dezavantajele elementelor tehnice ale automaticii. - Avantajele și dezavantajele legilor tipice de reglare. Să fie capabil: - Să formuleze obiectivele și etapele de identificare a modelului matematic al obiectului de reglare. - Să aleagă si sa dimensioneze elementele tehnice ale automaticii. - Să aprecieze modelul matematic al parții fixate. Să aprecieze proprietățile legilor tipice de reglare.	Tema 1 NOȚIUNI DE BAZĂ ALE INGINERIEI SISTEMELOR AUTOMATE. TIPURI DE AUTOMATIZĂRI. Procese industriale ca obiecte de reglare (OR): proprietăți, modele matematice continue și discrete și parametrii OR. Scheme funcționale ale sistemului automat (SA) continuu și discret. Elementele tehnice ale SA: alegerea si dimensionarea elementelor tehnice: traductoare, elemente de executie. Proprietăți, modele matematice și parametrii elementelor. Partea fixată a SA si modele matematice. Structura si clasificarea reguletoarelor. Algoritmii de conducere, legile tipice de conducere (reglare) continue,	Lucrarea de laborator nr. 1- Modele matematice ale continue și discrete ale obiectelor de reglare. Lucrarea de laborator nr. 2- Legile de reglare tipice și realizarea reguletoarelor reale	Pentru prelegeri: expunerea, modelarea de situații problematizate, învățarea prin cooperare, conversație Pentru laborator: învățarea prin simularea pe calculator, analiza rezultatelor și performanțelor obținute.	4		-/6			

Rezultatele învățării. Studentul trebuie:	Conținuturi		Metode de predare	Realizarea în timp (ore)					
	Curs	Seminare/lucrări practice/lucrări de laborator		învățământ cu frecvență			învățământ cu frecvență redusă		
				curs	sem	pr/ lab	curs	sem	pr/ lab
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Să cunoască: ▪ Etapele de proiectare a SRA. ▪ Metodele de acordare a algoritmilor de reglare. ▪ Avantajele și dezavantajele metodelor. ▪ Metoda de alocare a poli-zerouri a sistemului proiectat. ▪ Aprecierea performanțele SA proiectat prin simulare. Să fie capabil: ▪ Să aleagă metoda de proiectare a SRA. ▪ Să aplice metoda poli-zerouri de proiectare a SRA la obiectul dat. ▪ Să aprecieze performanțele SRA proiectat prin simulare. Să cunoască: ▪ Procedura de acordare a reguletoarelor la procese lente după metode experimentale. ▪ Avantajele și dezavantajele metodelor. ▪ Metode de calcul a performanțelor SA.	modele matematice si structuri de realizare. Tema 2 FORMULAREA PROBLEMEI DE SINTEZĂ A SRA . SINTEZA SRA CONTINUU PRIN PROCEDURI DE ALOCARE A POLILOR-ZEROURILOR A FUNCȚIEI DE TRANSFER A SISTEMULUI PROIECTAT. Proiectarea sistemelor convenționale de reglare automată. Formularea problemei și etapelor de proiectare a SA. Metode de sinteză. Proiectarea SRA prin metoda de alocare a poli-zerouri. Tema 3 ALEGEREA ȘI ACORDAREA REGULATOARELOR PENTRU PROCESE LENTE PE BAZA FUNCȚIILOR DE TRANSFER.	Lucrarea de laborator nr.3 Metode empirice și	Pentru prelegeri: expunerea, modelarea de situații problematizate, învățarea prin cooperare, conversație Pentru prelegeri: expunerea, modelarea de situații problematizate, învățarea prin cooperare, conversație Pentru laborator:	2					
				4		-/4			

Rezultatele învățării. Studentul trebuie:	Conținuturi		Metode de predare	Realizarea în timp (ore)					
	Curs	Seminare/lucrări practice/lucrări de laborator		învățământ cu frecvență			învățământ cu frecvență redusă		
				curs	sem	pr/ lab	curs	sem	pr/ lab
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Să fie capabil: - Să utilizeze metoda Ziegler-Nichols de acordare a parametrilor regulatorului la procesul dat. - Să analizeze performanțele sistemului automat. Să cunoască: - Procedura de acordare a reglatoarelor la procese rapide după metoda modulului și simetriei. - Avantajele și dezavantajele metodelor. - Metode de calcul a performanțelor SA. Să fie capabil: - Să utilizeze metoda modulului și simetriei de acordare a parametrilor regulatorului la modelul obiectului dat. - Să analizeze performanțele sistemului automat. Să cunoască: - Metoda de acordare a algoritmilor de tip PID după metoda gradului maximal de stabilitate.	Proiectarea algoritmilor de reglare continuă: metode experimentale; metoda Ziegler-Nichols; metoda ecuațiilor polinomiale. Avantajele și dezavantajele metodelor. Tema 4 ALEGEREA ȘI ACORDAREA REGULATOARELOR PENTRU PROCESE RAPIDE PE BAZA FUNCȚIILOR DE TRANSFER. Acordarea algoritmilor de reglare după metodele modulului si simetriei la obiectul dat. Avantajele și dezavantajele metodelor modulului și simetriei. Performanțele SA. Tema 5 ACORDAREA ALGORITMIILOR DE	experimentale de acordare a algoritmilor de reglare <							

Rezultatele învățării. Studentul trebuie:	Conținuturi		Metode de predare	Realizarea în timp (ore)					
	Curs	Seminare/lucrări practice/lucrări de laborator		Învățământ cu frecvență			Învățământ cu frecvență redusă		
				curs	sem	pr/ lab	curs	sem	pr/ lab
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
▪ <i>Avantajele și dezavantajele metodei gradului maximal de stabilitate.</i> Să fie capabil: ▪ <i>Să aplice metoda de acordare a algoritmilor de tip PID după metoda gradului maximal de stabilitate.</i> ▪ <i>Să analizeze performanțele sistemului automat.</i> Să cunoască: ▪ <i>Metodele de acordare a reguletoarelor în sisteme cu conducere neconvenționale.</i> ▪ <i>Avantajele și dezavantajele metodelor de acordare a reguletoarelor în sisteme neconvenționale.</i> Să fie capabil: ▪ <i>Să aplice metodele de acordare a reguletoarelor în sisteme cu conducere neconvenționale.</i> ▪ <i>Să analizeze performanțele sistemului automat.</i> Să cunoască:	REGLARE DE TIP PID DUPĂ METODA GRADULUI MAXIMAL DE STABILITATE. Tema 6 ACORDAREA REGULETOARELOR ÎN SISTEME NECONVENȚIONALE. Sisteme automate cu conducere combinată. Acordarea reguletoarelor în sisteme de reglare în cascadă. Conducerea proceselor cu timp mort. Reglarea cu predicție a proceselor cu timp mort. Tema 7	reguletoarelor după metoda gradului maximal.	problematizate, învățarea prin cooperare, conversație Pentru laborator: învățarea prin simularea pe calculator, analiza rezultatelor și performanțelor obținute. Pentru prelegeri: expunerea, modelarea de situații problematizate, învățarea prin cooperare, conversație Pentru prelegeri: expunerea, modelarea	2					

Rezultatele învățării. Studentul trebuie:	Conținuturi		Metode de predare	Realizarea în timp (ore)					
	Curs	Seminare/lucrări practice/lucrări de laborator		învățământ cu frecvență			învățământ cu frecvență redusă		
				curs	sem	pr/ lab	curs	sem	pr/ lab
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
- Metodele de acordare a reguletoarelor după metoda criteriilor integrale. - Avantajele și dezavantajele după metoda criteriilor integrale. Să fie capabil: - Să aplice metoda de acordare a reguletoarelor după metoda criteriilor integrale. - Să analizeze performanțele SA. Să cunoască: - Metode de acordare a algoritmilor de tip PID numerici. - Metode de acordare a algoritmilor numerici de reglare fără suprareglaj. - Avantajele și dezavantajele metodelor de acordare a algoritmilor numerici. Să fie capabil: - Să aplice metodele de acordare a algoritmilor de tip PID numerici. - Să aplice metodele de acordare a algoritmilor numerici fără suprareglaj.	ALEGEREA ȘI ACORDAREA REGULETOARELOR DUPĂ CRITERIILE INTEGRALE. Proiectarea algoritmilor de reglare continua după metoda criteriilor integrale. Avantajele și dezavantajele metodei. Tema 8 PROIECTAREA ALGORITMILOR DE REGLARE NUMERICĂ PE BAZA MODELELOR INTRARE-IEȘIRE. Modelarea blocurilor SAN monovariabile. Modele discrete ale sistemelor multivariabile. Algoritmi de reglare derivați din legi de reglare continue: algoritmul PID numeric. Proiectarea directă în domeniul timp a	Lucrarea de laborator nr. 6 – Acordarea regulatorului PID numeric. Lucrarea de laborator nr. 7 – Acordarea regulatorului după metoda răspunsului impus: normal, extins și timp minimal.	de situații problematizate, învățarea prin cooperare, conversație Pentru prelegeri: expunerea, modelarea de situații problematizate, învățarea prin cooperare, conversație Pentru laborator: învățarea prin simularea pe calculator, analiza rezultatelor și performanțelor obținute.	6		-/8			

Rezultatele învățării. Studentul trebuie:	Conținuturi		Metode de predare	Realizarea în timp (ore)					
	Curs	Seminare/lucrări practice/lucrări de laborator		învățământ cu frecvență			învățământ cu frecvență redusă		
				curs	sem	pr/ lab	curs	sem	pr/ lab
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
- Să analizeze performanțele sistemului automat. Să cunoască: - Metode de acordare a reguletoarelor numerice monovariabile și multivariabile pentru procese multivariabile. - Avantajele și dezavantajele metodei. - Să analizeze performanțele SA. Să fie capabil: - Să aplice metoda de acordare a reguletoarelor numerice monovariabile și multivariabile pentru procese multivariabile. - Să analizeze performanțele sistemului automat.	algoritmilor numerici de reglare: metoda răspunsului impus, algoritmul dead-beat (DB): algoritmul dead-beat normal, extins si algoritmul cu timp minim. Proiectarea SRN prin proceduri de alocare poli-zero-uri: algoritmul RST. Tema 9 PROIECTAREA ALGORITMILOR DE REGLARE NUMERICĂ PENTRU PROCESE MULTIVARIABILE. Introducere. Reglarea proceselor multivariabile. Acordarea optimă a reguletoarelor monovariabile pentru procese multivariabile. Reglarea noninteractivă a proceselor multivariabile.	Lucrarea de laborator nr. 8 – Acordarea reguletoarelor în sisteme multivariabile.	Pentru prelegeri: expunerea, modelarea de situații problematizate, învățarea prin cooperare, conversație Pentru laborator: învățarea prin simularea pe calculator, analiza rezultatelor și performanțelor obținute. TOTAL	6		-/4			
				30		30			

Rezultatele învățării. Studentul trebuie:	Conținuturi		Metode de predare	Realizarea în timp (ore)					
	Curs	Seminare/lucrări practice/lucrări de laborator		învățământ cu frecvență			învățământ cu frecvență redusă		
				curs	sem	pr/ lab	curs	sem	pr/ lab
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Rezultatele învățării. Studentul trebuie:	Conținuturi		Metode de predare	Realizarea în timp (ore)					
	Curs	Seminare/lucrări practice/lucrări de laborator		învățământ cu frecvență			învățământ cu frecvență redusă		
				curs	sem	pr/ lab	curs	sem	pr/ lab
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

6 CONȚINUTUL PROIECTULUI DE AN

Proiectul de curs are scopul de a sistematiza și a aprofunda cunoștințele teoretice și aplicative la disciplina studiată prin efectuarea următoarelor etape: analiza modului de funcționare a procesului ca obiect de reglare și a sistemului de reglare automată a parametrului tehnologic al procesului (parametri tehnologici: temperatura, presiunea, debit, nivel, umiditate, concentrație etc.), efectuarea calculelor pentru acordarea reglatoarelor automate în timp continuu și discret la modelul obiectului de reglare utilizând metodele respective, simularea pe calculator a sistemului automat studiat și construirea procesului indicial al SA închis continuu și numeric, determinarea performanțelor sistemului și aprecierea rezultatelor obținute.

Varianta datelor inițiale pentru a realiza proiectul de curs se alege de către student conform listei registrului grupei academice din tabelul de date: tema, parametrii obiectului de reglare, datele sarcinii, performanțele sistemului pentru a realiza proiectul.

6.1 STRUCTURA PROIECTULUI DE AN

TEMA: Sistem de reglare automată a (*parametrului tehnologic în obiectul de reglare -se alege varianta din tabelul de date*).

INTRODUCERE

De proiectat un sistem de reglare automata (SRA) în timp continuu și discret a parametrului tehnologic al procesul industrial.

Pentru a proiecta SRA este necesar de a efectua următoarele etape:

1. Obiectul de reglare se dă în forma de model matematic cu inerție de ordinul unu și timp mort descris de funcția de transfer cu parametri cunoscuți k , T , τ (datele numerice se dau conform variantei).

2. După parametrii modelului obiectului de ordinul unu determinați modelul obiectului de ordinul doi cu timp mort.

3. Prezentați modelul matematic al obiectului în formă discretă prin transformata z . Alegeți perioada de eșantionare conform metodelor de sinteză a regulatorului.

4. De ales traductorul și aparatul secundar pentru indicarea și înregistrarea parametrului tehnologic al obiectului de reglare. Prezentați modelul matematic al traductorului și indicați parametrii lui.

5. Pentru datele sarcinii (organul de reglare):

Cuplul de sarcină M_s .

Momentul de inerție a sarcinii I_s .

Viteza unghiulară nominală a sarcinii ω_n .

Accelerația nominală a sarcinii $\dot{\omega}_n$.

Randamentul reductorului η

calculați și alegeți elementul de acționare (date din tabele).

Prezentați modelul matematic al elementului de execuție și numiți parametrii lui.

6. Pentru performanțele date ale SRA proiectat (date din tabele):

eroarea staționară ϵ ,

durata timpului de reglare t_r ,

suprareglarea σ

și parametrii obiectului de reglare cunoscuți sintetizați algoritmi de reglare.

6.1. Pentru SRA continuu utilizați metodele de acordare ai algoritmilor tipizați:

Metoda Ziegler-Nichols.

Metoda gradului maximal de stabilitate.

Metoda de optimizare parametrică.

Reglarea în cascadă.

6.2. Pentru SNRA utilizați metodele de sinteză ai algoritmilor de reglare numerică:

Algoritmul PID numeric.

Algoritmul fără suprareglare - normal.

Algoritmul fără suprareglare - extins.

Metoda timpului minim.

7. Prin simulare pe calculator ridicați răspunsul indicial al SRA pentru semnal treaptă unitară și semnal rampă. Utilizați pachetul de programe KOPRAS, MATLAB.

8. Determinați performanțele SRA continuu și numeric și comparați-le cu cele impuse (date). Analizați și indicați metoda de sinteză a algoritmului de reglare care permite de a obține cele mai bune performanțe pentru SRA continuu și discret proiectat.

9. Obțineți descrierea sistemului de reglare automată închis prin transformata Laplace s și transformata z .

10. Alcătuiți schemele de principiu, funcțională și structurală a SRA.

CONCLUZII.

BIBLIOGRAFIE.

ANEXE.

7 SUGESTII PENTRU ACTIVITATEA INDIVIDUALĂ A STUDENȚILOR

Nr. cap.	Capitol, temă	Conținut activitate individuală	Durata, ore	Forma de control	Termeni de control (perioada)
1	2	3	4	5	6
1	Schema funcțională și structurală a sistemului automat continuu și numeric. Obiectul de reglare, elementele funcționale	Determinarea modelului continuu și discret al obiectului de reglare	2	Prezentare consultație	Săptămâna a 1, 2
2	Formularea problemei de sinteză a algoritmului de reglare. Metoda polierouri de acordare a algoritmului de reglare	Legile de reglare tipice. Determinarea polilor dominanți ai sistemului sintetizat	4	Prezentare consultație	Săptămâna a 3
3	Alegerea și acordarea reguletoarelor pentru procese lente după funcțiile de transfer	Realizarea calculelor de acordare a reguletoarelor după metode empirice și experimentale	4	Prezentare consultație	Săptămâna a 4, 5
4	Alegerea și acordarea reguletoarelor pentru procese rapide după funcțiile de transfer	Realizarea calculelor de acordare a reguletoarelor după metoda modulului	2	Prezentare consultație	Săptămâna 6
5	Alegerea și acordarea reguletoarelor după metoda gradului de stabilitate	Realizarea calculelor de acordare a reguletoarelor după metoda gradului de stabilitate	2	Prezentare consultație	Săptămâna 7

Nr. cap.	Capitol, temă	Conținut activitate individuală	Durata, ore	Forma de control	Termeni de control (perioada)
1	2	3	4	5	6
6	Sisteme de reglare în cascadă	Realizarea calculelor de acordare a reguletoarelor în sisteme de reglare în cascadă	2	Prezentare consultație	Săptămâna 8
7	Alegerea și acordarea reguletoarelor după criteriile integrale	Studierea metodei de acordare a reguletoarelor după criteriile integrale	2	Prezentare consultație	Săptămâna 9
8	Acordarea reguletoarelor numerice. Regulatorul PID numeric. Algoritmii cu răspuns aperiodic.	Realizarea calculelor de acordare a reguletoarelor numerice: PIR numeric, răspunsul fără suprareglare	6	Prezentare consultație	Săptămâna 10,11,12
9	Acordarea reguletoarelor în sisteme multivariabile	Realizarea calculelor de acordare a reguletoarelor în sisteme multivariabile	6	Prezentare consultație	Săptămâna a 13,14,15
			30		

8 EVALUAREA DISCIPLINEI

Periodică		Curentă	Studiu individual	Proiect	Examen
EP 1	EP 2				
Învățământ cu frecvență					
10 %	10 %	5 %	5 %	30 %	40 %
Învățământ cu frecvență redusă					
Standard minim de performanță: Prezența și activitatea la prelegeri, lucrări practice și lucrări de laborator. Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre atestări, lucrări de laborator. Demonstrarea la examinare finală a cunoașterii elementelor funcționale, modelelor dinamice tipice, funcțiilor de transfer ale sistemului, metodelor de analiză a proprietăților sistemului automat: stabilității și performanțelor.					

9 CRITERII DE EVALUARE

Denumire	Modul de desfășurare	Pondere pe componente de conținut
Învățământ cu frecvență		
Evaluare curentă	În baza lucrărilor practice și realizarea lucrărilor de laborator	5%
Studiu individual		5%
Sarcina 1: Lucrarea individuală	Studiul și acordarea reguletoarelor continue	2 %
Sarcina 1: Lucrarea individuală	Studiul și acordarea reguletoarelor numerice	3 %
Evaluare periodică		

Denumire	Modul de desfășurare	Pondere pe componente de conținut
EP 1	Lucrare de realizare a sarcinii individuale. Determinarea polilor dominanți și acordarea reguletoarelor tipice	10 %
EP 2	Lucrare de realizare a sarcinii individuale. Acordarea regulatorului PID numeric	10 %
Proiect/teză	Realizarea sarcinilor individuale conform temei proiectului	30 %
Examen semestrial	Scris în baza biletului individual	40 %

10 LISTA DE SUBIECTE PENTRU EVALUĂRI PERIODICE ȘI CEA FINALĂ

CHESTIONAR PENTRU ATESTAREA I

1. Schemele funcționale și structurale ale SRA continuu și discret.
2. Obiectul de reglare, proprietățile, modele matematice, parametrii, exemple de obiecte.
3. Elementele funcționale ale SRA, modelele matematice, proprietățile și parametrii acestora.
4. Formularea problemei și etapele de sinteză a SRA continuu și numeric.
5. Metode de sinteză și acordare a algoritmilor de reglare.
6. Proiectarea SRA prin metoda alocării polilor-zerourilor.
7. Legile de reglare tipice, modelele matematice, parametrii de acord, avantaje și dezavantaje.
8. Alegerea și acordarea reguletoarelor pentru procese lente.
9. Acordarea algoritmilor de reglare după metoda Ziegler-Nichols.
10. Alegerea și acordarea reguletoarelor pentru procese rapide: criteriul modulului și simetriei.
11. Acordarea algoritmilor de reglare prin utilizarea criteriilor integrale.
12. Acordarea algoritmilor de reglare utilizând metoda gradului maximal de stabilitate.
13. Sisteme automate cu conducere combinată.
14. Acordarea reguletoarelor în sisteme de reglare în cascadă.
15. Conducerea proceselor cu timp mort.
16. Reglarea cu predicție a proceselor cu timp mort.

CHESTIONAR PENTRU ATESTAREA A II-A

1. Modelarea blocurilor SNRA monovariabile.
2. Modelarea SNRA ca sistem continuu cu eșantionare.
3. Modelarea SNRA ca sistem discret.
4. Modele discrete ale sistemelor multivariabile.
5. Discretizarea aproximativă a modelelor intrare-ieșire.
6. Discretizarea aproximativă a modelelor intrare-stare-ieșire.
7. Algoritmi de reglare derivați din legi de reglare continue. Introducere.
8. Filtrarea numerică tip întârziere de ordinul unu.
9. Algoritmul de avans-întârziere numeric.
10. Algoritmii bipoziționali și tripoziționali.
11. Algoritmul PID numeric. Variantele discrete ale algoritmului PID.
12. Optimizarea parametrilor de acord ai algoritmului PID.
13. Alegerea optimă a perioadei de eșantionare.
14. Funcții suplimentare ale regulatorului PID numeric.

15. Autoacordarea regulatorului PID.
16. Proiectarea SNRA după metoda intrare-ieșire.
17. Proiectarea directă în domeniul timp a algoritmilor numerici de reglare. Metoda timpului finit: metoda algoritmului normal, metoda algoritmului extins, alegerea perioadei de eșantionare. Metoda timpului minim.
18. Proiectarea algoritmilor de reglare pentru procese multivariabile. Introducere.
19. Reglarea proceselor multivariabile.
20. Acordarea optimă a reglatoarelor monovariabile pentru procese multivariabile.
21. Reglarea noninteractivă a proceselor multivariabile.
22. Structura de reglare noninteractivă pentru procese în forma canonică P cu reglatoare de decuplare în forma canonică V.
23. Structura de reglare noninteractivă pentru procese în forma canonică V cu reglatoare de decuplare în forma canonică P. Decuplarea în circuit închis. Decuplarea cu regulator pe calea directă. Decuplarea cu regulator pe calea de reacție.

CHESTIONAR PENTRU EXAMEN

1. Schemele funcționale și structurale ale SRA continuu și discret.
2. Obiectul de reglare, proprietățile, modele matematice, parametri, exemple de obiecte.
3. Elementele funcționale ale SRA, modelele matematice, proprietățile și parametrii acestora.
4. Formularea problemei și etapele de sinteză a SRA continuu și numeric.
5. Metode de sinteză și acordare a algoritmilor de reglare.
6. Proiectarea SRA prin metoda alocării polilor-zerourilor.
7. Legile de reglare tipice, modelele matematice, parametri de acord, avantaje și dezavantaje.
8. Alegerea și acordarea reglatoarelor pentru procese lente.
9. Acordarea algoritmilor de reglare după metoda Ziegler-Nichols.
10. Alegerea și acordarea reglatoarelor pentru procese rapide: criteriul modulului și simetriei.
11. Acordarea algoritmilor de reglare prin utilizarea criteriilor integrale.
12. Acordarea algoritmilor de reglare utilizând metoda gradului maximal de stabilitate.
13. Sisteme automate cu conducere combinată.
14. Acordarea reglatoarelor în sisteme de reglare în cascadă.
15. Conducerea proceselor cu timp mort.
16. Reglarea cu predicție a proceselor cu timp mort.
17. Modelarea blocurilor SNRA monovariabile.
18. Modelarea SNRA ca sistem continuu cu eșantionare.
19. Modelarea SNRA ca sistem discret.
20. Modele discrete ale sistemelor multivariabile.
21. Discretizarea aproximativă a modelelor intrare-ieșire.
22. Discretizarea aproximativă a modelelor intrare-stare-ieșire.
23. Algoritmi de reglare derivați din legi de reglare continue. Introducere.
24. Filtrarea numerică tip întârziere de ordinul unu.
25. Algoritmul de avans-întârziere numeric.
26. Algoritmii bipoziționali și tripoziționali.
27. Algoritmul PID numeric. Variantele discrete ale algoritmului PID.
28. Optimizarea parametrilor de acord ai algoritmului PID.
29. Alegerea optimă a perioadei de eșantionare.
30. Funcții suplimentare ale regulatorului PID numeric.
31. Autoacordarea regulatorului PID.
32. Proiectarea SNRA după metoda intrare-ieșire.

33. Proiectarea directă în domeniul timp a algoritmilor numerici de reglare. Metoda timpului finit: metoda algoritmului normal, metoda algoritmului extins, alegerea perioadei de eşantionare. Metoda timpului minim.
34. Proiectarea algoritmilor de reglare pentru procese multivariabile. Introducere.
35. Reglarea proceselor multivariabile.
36. Acordarea optimă a reglatoarelor monovariabile pentru procese multivariabile.
37. Reglarea noninteractivă a proceselor multivariabile.
38. Structura de reglare noninteractivă pentru procese în forma canonică P cu reglatoare de decuplare în forma canonică V.
39. Structura de reglare noninteractivă pentru procese în forma canonică V cu reglatoare de decuplare în forma canonică P. Decuplarea în circuit închis. Decuplarea cu regulator pe calea directă. Decuplarea cu regulator pe calea de reacție.

11 REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

1. *Automatica*. Coord. I. DUMITRACHE. București: Ed. Academiei Romane, 2009. V. 1. 961 p. ISBN 978-973-27-1883-4.
2. COJUHARI, Irina, IZVOREANU, B. *Modelare și identificare. Ghid pentru proiectarea de curs*. Chișinău, 2015. 120 p. ISBN 978-9975-45-376-9.
3. DYNNIKOV, A.I. *Tzifrovye sistemy upravleniya. Uchebnoe posobie*. M.: MFTI, 2006. 196 s. ISBN 5-7417-0151-5.
4. DUMITRACHE, I. *Ingineria reglării automate*. București: Ed. Politehnica Press, 2005. 725 p. ISBN 973-8449-72-3.
5. DUMITRACHE, I. *Ingineria reglării automate*. București: Ed. Politehnica Press, 2016. V. 1. 407 p. ISBN 978-606-515-686-9.
6. IZVOREANU, B. *Ingineria sistemelor automate. Ghid pentru proiectarea de curs*. Chișinău: Tehnica-UTM, 2021. - 122 p. ISBN 978-9975-45-737-8.
7. IZVOREANU, B.; FIODOROV, I. The Synthesis of Linear Regulators for Aperiodic Objects with Time Delay According to the Maximal Stability Degree Method. In *Preprints the Fourth IFAC Conference on System Structure and Control*. București: Editura Tehnică, 1997, pp. 449 - 454.
8. IZVOREANU, B.; COJUHARI, Irina; FIODOROV, I.; MORARU, D.; SECRIERU, A. Tuning the PID Controller to the Model of Object with Inertia Second Order According to the Maximum Stability Degree Method with Iteration. *Annals of the University of Craiova. Electrical Engineering series*, No. 43, Issue 1, 2019, pp. 79-85. ISSN-4805.
9. KIM, D. P. *Teoria avtomaticheskogo upravleniya. T.1. Lineinye sistemy*. M.: FIZMATLIT, 2003. 288 s. ISBN 5-9221-0379-2.
10. KIM, D.P.; DIMITRIEVA, N.D. *Sbornik zadach po teorii avtomaticheskogo upravleniya. Lineinye sistemy*. M.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 168 s. ISBN 978-5-9221-0873-11.
11. MARTYNENKO, I.I.; LYSENKO, V.F. *Proektirovanie sistem avtomatiki*. M.: Agropromizdat, 1990. 243 s. ISBN 5-10-00072-9.
12. *Metody klassicheskoi i sovremennoi teorii avtomaticheskogo upravleniya. T. 3. Sintez reguleatorov sistem avtomaticheskogo upravleniya*. Pod. red. K.A. PUPKOVA; N.D. EGUPOVA. M.: Izd-vo MGTU im. N. E. BAUMANA, 2004. 616 s. ISBN 5-7038-2191-6.
13. *Teoria avtomaticheskogo upravleniya*. Pod red. V.B. IAKOVLEVA. M.: Vysshaya. shkola, 2005. 567 s. ISBN 5-06-004096-8.
14. VOICU, M. *Introducere în automatică*. Iași: Ed. Dosoftei, 1998. 237 p. ISBN 973-9135-60-9.
15. ZAGARII, G. I.; SHUBLADZE, A. M. *Sintez system upravleniya na osnove criteria maksimalnoi stepeni ustoichivosti (The Synthesis of the Control System According to the Maximal Stability Degree)*. Moskva: Energoatomizdat, 1998. 198 s.