

SISTEME OPTIMALE, ADAPTIVE ȘI ROBUSTE

1. Date despre unitatea de curs/modul

Facultatea	Calculatoare Informatică și Microelectronică				
Catedra/departamentul	Ingineria Software și Automatică				
Ciclul de studii	Studii superioare de licență, ciclul I				
Programul de studiu	0714.6 Automatică și Informatică				
Anul de studiu	Semestrul	Tip de evaluare	Categoria formativă	Categoria de opționalitate	Credite ECTS
IV (învățământ cu frecvență)	7	E	S – unitate de curs de specialitate	A- unitate de curs opțională	4

2. Timpul total estimat

Total ore în planul de învățământ	Din care				
	Ore auditoriale		Lucrul individual		
	Curs	Laborator/seminar	Proiect de an	Studiul materialului teoretic	Pregătire aplicații
120	30	30/0	-	30	30

3. Precondiții de acces la unitatea de curs/modul

Conform planului de învățământ	Analiza matematică, Matematici speciale, Metode numerice, Fizică, Teoria sistemelor, Modelare și identificare, Ingineria sistemelor automate, Programarea calculatoarelor.
Conform competențelor	Competențe și cunoștințe de modelare și identificare a obiectelor de conducere, de analiză și sinteză a sistemelor liniare, neliniare și discrete de conducere automată, de elaborare și implementare a legilor de conducere, de estimare a performanțelor sistemelor automate, de programare.

4. Condiții de desfășurare a procesului educațional pentru

Curs	Pentru prezentarea materialului teoretic în sala de curs este nevoie de tablă, proiector și calculator.
Laborator/seminar	Pentru realizarea lucrărilor de laborator este nevoie produsul program MATLAB. Sala dotată cu videoproietor/tablă, îndrumare metodică. Studenții vor perfectă rapoarte conform condițiilor impuse de indicațiile metodice. Termenul de susținere a lucrării de laborator – o săptămână după finalizarea acesteia.

5. Competențe specifice acumulate

Competențe profesionale	CP1. Utilizarea de cunoștințe de matematică, fizică, tehnica măsurării, grafică inginerescă, mecanică, electrică și electronică în ingineria sistemelor. ✓ Rezolvarea problemelor uzuale din conducerea optimă și adaptivă 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 conducerii optimale și adaptive, a nivelului de documentare științifică al proiectelor și al consistenței aplicațiilor folosind tehnici matematice și alte metode științifice. ✓ Elaborarea de proiecte în domeniul conducerii optimale și adaptive, selectând și aplicând metode matematice și alte metode științifice specifice domeniului.
-------------------------	--

	CP 3. Utilizarea fundamentelor automatizării, a metodelor de modelare, simulare, identificare și analiză a proceselor, a tehnicilor de proiectare asistată de calculator. ✓ Identificarea conceptelor de conducere optimă, adaptivă și robustă ale teoriei sistemelor, ingineriei reglării automate, precum și a metodelor de analiză a proceselor, în scopul explicării problemelor de bază din domeniul ingineriei sistemelor. ✓ Explicarea și interpretarea problemelor de automatizare a proceselor industriale complexe prin aplicarea metodelor și algoritmilor de conducere optimă, adaptive și robustă, precum și a tehnicilor de proiectare asistată de calculator. ✓ Rezolvarea unor tipuri de probleme complexe de conducere prin folosirea de metode, tehnici și algoritmi avansați de conducere optimă și adaptivă. ✓ Sinteza și implementarea sistemelor de conducere optimă și adaptivă a proceselor industriale complexe, roboților și liniilor de fabricație flexibile.
Competențe transversale	CT1. Executarea responsabilă a sarcinilor profesionale, în condiții de autonomie restrânsă și asistență calificată. CT2. Familiarizarea cu rolurile și activitățile specifice muncii în echipă și distribuirea de sarcini pentru nivelurile subordonate. CT3. Conștientizarea nevoii de formare continuă, utilizarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare, pentru dezvoltarea personală și profesională.

6. Obiectivele unității de curs/modulului

Obiectivul general	Obiectivul principal al cursului constă în însușirea bazelor teoretice și formarea deprinderilor practice de formulare și soluționare a problemelor conducerii optime și adaptive, de aplicare a metodelor de calcul optim și adaptiv pentru sinteza sistemelor de conducere automată. Metodele sunt expuse în formă de proceduri și algoritmi, adaptați pentru implementarea conducerii numerice a proceselor.
Obiectivele specifice	• Înțelegerea problematicii conducerii proceselor complexe. • Însușirea modalității de prezentare, analiză și sinteză a sistemelor în spațiul stărilor. Abilități de proiectare a regulatorului în baza reacției după stare și a estimatorului de stare. • Cunoașterea bazelor teoretice, competențe de proiectare a sistemelor robuste de conducere automată. • Înțelegerea problematicii conducerii optime, extreme și adaptive, a principiilor de clasificare și de funcționare. • Însușirea bazelor teoretice și formarea deprinderilor practice de formulare și soluționare a problemelor conducerii optime și adaptive. • Cunoașterea și aplicarea metodelor de calcul optim și adaptiv al sistemelor de conducere automată a proceselor tehnologice. • Capacitatea de a elabora și implementa algoritmi numerici de conducere optimă și adaptivă pentru procese reale.

6. Conținutul unității de curs/modulului

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
Tematica prelegerilor		
T1. Conducerea sistemelor în spațiul stărilor. Descrierea elementelor și sistemelor automate în spațiul stărilor. Criterii de controlabilitate și observabilitate.	5	

Reacția după stare în sistemele staționare. Estimatori de stare. Sinteza regulatorului în baza estimatorului de stare.		
T2. Conducerea optimală și conducerea adaptivă. Formularea problemelor de optimizare.	2	
T3. Probleme uzuale de optimizare: problema timpului minim, problema consumului minim de combustibil, problema consumului minim de energie sau erori patratice medii (integrale) minime.	2	
T4. Metode clasice variaționale de construire a sistemelor optimale. Ecuațiile Euler, Jacobi, Euler-Poisson, Euler-Lagrange.	2	
T5. Principiul maximului (Ponreaghin) de soluționare a problemelor de conducere optimală.	2	
T6. Metoda programării dinamice. Ecuația Bellman.	2	
T7. Construirea analitică a reguletoarelor: cu structură dată, după metode de calcul variațional, programării dinamice și după principiul maximului.	4	
T8. Sisteme extremale. Structuri și principii de funcționare.	2	
T9. Sisteme adaptive. Structuri și principii de funcționare.	2	
T10. Sisteme adaptive cu model de referință. Metoda gradientului. Metode bazate pe teoria stabilității.	2	
T11. Sisteme adaptive cu autoacordare. Reguletoare cu autoacordare indirectă și directă.	2	
T12. Conducerea robustă. Problematicea sintezei robuste a sistemelor automate. Normele semnalelor și sistemelor. Incertitudinea obiectului reglat. Calitatea și stabilitatea robustă. Factorizarea mutual-simplă. Parametrizarea reguletoarelor. Problema sintezei modelului.	3	
Total prelegeri:	30	
Tematica lucrărilor de laborator/seminarelor		
LL1. Reprezentarea sistemelor în spațiul stărilor.	4	
LL2. Sinteza sistemelor automate cu reprezentare în spațiul stărilor.	6	
LL3. Sinteza reguletoarelor în spațiul stărilor la obiecte cu inerție și astatism	4	
LL4. Sinteza reguletoarelor în baza estimatorului de stare	6	
LL5. Sisteme optimale după gradul de stabilitate.	6	
LL6. Soluționarea problemelor de optimizare în MATLAB	4	
Total lucrări de laborator/seminare:	30	

8. Referințe bibliografice

Principale	- Boțan C. Tehnici de optimizare. - Iași: Editura „Politehniun”, 2007. 259 p. - Boțan C., Ostafi F. Control optimal.- Iași: Editura „Politehniun”, 2009. 348 p. - Lupu C., Udrea A. ș. a. Soluții practice de conducere a proceselor neliniare. – București: Politehnica Press, 2010. 306 p. - Dumitrache I., Dumitru S., Mihu I., Munteanu F., Muscă Gh., Calcev C. Automatizări electronice. - București: Editura Didactică și Pedagogică, 1993. 662 p. - Дорф Р. К., Бишоп Р. Х. Современные системы управления. - Москва: Лаборатория Базовых Знаний, 2004. 831 с. - Методы классической и современной теории автоматического управления. Том 4. Теория оптимизации систем автоматического управления. Под ред. Пупкова К.А., Егупова Н.Д. Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. 744 с. - Ротач В. Я. Теория автоматического управления. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2008. 396 с. - Александров А. Г. Оптимальные и адаптивные системы. – Москва: Высшая школа, 1989. 263 с. - Чураков Е.П. Оптимальные и адаптивные системы. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
Suplimentare	10. Балабанов А.А. Локальные адаптивные системы автоматики. - Кишинэу: ТУМ, 1995.

	11. Балабанов А.А. Локальные системы автоматики. - Кишинэу: ТУМ, 1995. 12. Олейников В.С., Зотов В.С., Пришвин А.М. Основы оптимального и экстремального управления. - Москва: Высшая школа, 1969. 13. Сорогович В.Г. Адаптивное управление. - Москва: Наука, 1981.
--	---

7. Evaluare

Periodică		Curentă	Studiu individual	Proiect/teză	Examen
EP 1	EP 2				
Învățământ cu frecvență					
15%	15%	15%	15%		40%
Standard minim de performanță:					
Prezența 75% la toate orele de curs/seminare/laborator, activitatea la prelegeri și lucrări de laborator;					
Obținerea notei minime de „5” la fiecare dintre atestări și lucrări de laborator și încărcarea lucrărilor individuale;					
Demonstrarea în lucrarea de examinare finală a cunoașterii conținutului cursului.					

8. Criterii de evaluare

Denumire	Modul de desfășurare	Pondere pe componente de conținut
Învățământ cu frecvență		
Evaluare curentă		15%
	Susținerea lucrărilor de laborator	50%
	Implicarea în procesul de învățare activă la cursuri	25%
	Rezultatele mini-testelor curente realizate la orele de curs	25%
Studiu individual Sarcina 1: Proiectarea unui regulator în spațiu stărilor.	Prezentare de rapoarte încărcate pe else a lucrărilor individuale	15%
Evaluare periodică		
EP 1	Bilet	15%
EP 2	Bilet	15%
Proiect/teză		
Examen semestrial	Scris, în baza biletului individual	40%