

**SISTEME OPTIMALE, ADAPTIVE ȘI ROBUSTE**
**1. Date despre unitatea de curs/modul**

<b>Facultatea</b>	Calculatoare Informatică și Microelectronică				
<b>Catedra/departamentul</b>	Ingineria Software și Automatică				
<b>Ciclul de studii</b>	Studii superioare de licență, ciclul I				
<b>Programul de studiu</b>	0714.6 Automatică și Informatică				
<b>Anul de studiu</b>	<b>Semestrul</b>	<b>Tip de evaluare</b>	<b>Categoria formativă</b>	<b>Categoria de opționalitate</b>	<b>Credite ECTS</b>
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	<b>CP1.</b> Utilizarea de cunoștințe de matematică, fizică, tehnica măsurării, grafică inginerescă, mecanică, electrică și electronică în ingineria sistemelor. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 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.</li> <li>✓ Aprecierea potențialului, avantajelor și dezavantajelor unor metode și procedee din domeniul conducerii optime și adaptive, a nivelului de documentare științifică al proiectelor și al consistenței aplicațiilor folosind tehnici matematice și alte metode științifice.</li> <li>✓ Elaborarea de proiecte în domeniul conducerii optime și adaptive, selectând și aplicând metode matematice și alte metode științifice specifice domeniului.</li> </ul>
-------------------------	--

	<p><b>CP 3.</b> Utilizarea fundamentelor automatizării, a metodelor de modelare, simulare, identificare și analiză a proceselor, a tehnicilor de proiectare asistată de calculator.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificarea conceptelor de conducere optimală, 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.</li> <li>✓ Explicarea și interpretarea problemelor de automatizare a proceselor industriale complexe prin aplicarea metodelor și algoritmilor de conducere optimală, adaptive și robustă, precum și a tehnicilor de proiectare asistată de calculator.</li> <li>✓ Rezolvarea unor tipuri de probleme complexe de conducere prin folosirea de metode, tehnici și algoritmi avansați de conducere optimală și adaptivă.</li> <li>✓ Sinteza și implementarea sistemelor de conducere optimală și adaptivă a proceselor industriale complexe, roboților și liniilor de fabricație flexibile.</li> </ul>
--	---

Competențe transversale	<p><b>CT1.</b> Executarea responsabilă a sarcinilor profesionale, în condiții de autonomie restrânsă și asistență calificată.</p> <p><b>CT2.</b> Familiarizarea cu rolurile și activitățile specifice muncii în echipă și distribuirea de sarcini pentru nivelurile subordonate.</p> <p><b>CT3.</b> Conștientizarea nevoii de formare continuă, utilizarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare, pentru dezvoltarea personală și profesională.</p>
-------------------------	--

#### 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 optimale și adaptive, de aplicare a metodelor de calcul optimal 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	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Înțelegerea problematicii conducerii proceselor complexe.</li> <li>• 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.</li> <li>• Cunoașterea bazelor teoretice, competențe de proiectare a sistemelor robuste de conducere automată.</li> <li>• Înțelegerea problematicii conducerii optimale, extreme și adaptive, a principiilor de clasificare și de funcționare.</li> <li>• Însușirea bazelor teoretice și formarea deprinderilor practice de formulare și soluționare a problemelor conducerii optimale și adaptive.</li> <li>• Cunoașterea și aplicarea metodelor de calcul optimal și adaptiv al sistemelor de conducere automată a proceselor tehnologice.</li> <li>• Capacitatea de a elabora și implementa algoritmi numerici de conducere optimală și adaptivă pentru procese reale.</li> </ul>

#### 6. Conținutul unității de curs/modulului

Tematica activităților didactice	Numărul de ore	
	învățământ cu frecvență	învățământ cu frecvență redusă
<b>Tematica prelegerilor</b>		
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 erorii 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	
<b>Total prelegeri:</b>	<b>30</b>	
<b>Tematica lucrărilor de laborator/seminarelor</b>		
LL1. Reprezentarea sistemelor în spațiul stărilor.	2	
LL1. Sinteza sistemelor automate cu reprezentare în spațiul stărilor.	4	
LL2. Sisteme automate în spațiul stărilor estimate și controlate.	4	
LL3. Sinteza sistemelor de conducere automată robust.	4	
LL4. Sisteme optimale după gradul de stabilitate.	4	
LL5. Sisteme optimale după rapiditate. Principiul maximului.	4	
LL6. Sinteza optimală a reguletoarelor cu structură dată.	4	
LL7. Sisteme adaptive cu model de referință.	4	
<b>Total lucrări de laborator/seminare:</b>	<b>30</b>	

### 8. Referințe bibliografice

Principale	<ol style="list-style-type: none"> <li>Boțan C. Tehnici de optimizare. - Iași: Editura „Politehnum”, 2007. 259 p.</li> <li>Boțan C., Ostafi F. Control optimal.- Iași: Editura „Politehnum”, 2009. 348 p.</li> <li>Lupu C., Udrea A. ș. a. Soluții practice de conducere a proceselor neliniare. – București: Politehnica Press, 2010. 306 p.</li> <li>Dumitrache I., Dumitru S., Mișu I., Munteanu F., Muscă Gh., Calcev C. Automatizări electronice. - București: Editura Didactică și Pedagogică, 1993. 662 p.</li> <li>Дорф Р. К., Бишоп Р. Х. Современные системы управления. - Москва: Лаборатория Базовых Знаний, 2004. 831 с.</li> <li>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.</li> <li>Ротач В. Я. Теория автоматического управления. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2008. 396 с.</li> <li>Александров А. Г. Оптимальные и адаптивные системы. – Москва: Высшая школа, 1989. 263 с.</li> </ol>
------------	---

	9. 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.

### 9. Utilizarea IA generativă

<b>Permisivitatea de utilizare</b>	<p>Utilizarea IA generative în cadrul temelor și proiectelor este permisă, cu condiția ca studenții să respecte următoarele reguli:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>IA generativă poate fi utilizată pentru generarea de idei, structuri de text sau cod, dar toate materialele generate trebuie să fie revizuite și ajustate de către student pentru a se asigura că acestea corespund cerințelor academice.</li> <li>Orice utilizare a IA generative trebuie să fie declarată în secțiunea de apendice a fiecărei lucrări, folosind fraza: "În timpul pregătirii acestei lucrări, autorul a utilizat [NUME INSTRUMENT / SERVICIU] în scopul [MOTIV]. După utilizarea acestui instrument/serviciu, autorul a revizuit și editat conținutul după cum a fost necesar și își asumă întreaga responsabilitate pentru conținutul lucrării."</li> </ul>
<b>Restricții de utilizare</b>	<p>Studenții nu trebuie să considere IA generativă ca o sursă de încredere pentru informații, deoarece nu oferă referințe clare sau surse documentate.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nu este permisă citarea directă a conținutului generat de IA în lucrările academice ca și cum ar fi sursă primară.</li> <li>Activitățile în care este interzisă utilizarea IA generativă sunt specificările de profesor și sunt de regulă evaluări intermediare și finale sau care nu presupun activități de dezvoltare a competențelor profesionale.</li> </ul>

### 10. Evaluare

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

**11. Criterii de evaluare**

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