

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Babeș–Bolyai University, Cluj–Napoca
1.2 Facultatea	Chimie și Inginerie Chimică
1.3 Departamentul	Inginerie Chimică
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Chimică
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studiu / Calificarea	Ingineria Materialelor și Protecția Mediului

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei			Automatizarea și Conducerea Evoluată a Proceselor Chimice CMR7322				
2.2 Titularul activităților de curs			Prof.dr.ing. Cristea Vasile Mircea				
2.3 Titularul activităților de seminar			Prof.dr.ing. Cristea Vasile Mircea				
2.4 Anul de studiu	I	2.5 Semestrul	2	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	DF/Obl.

### 3. Timpul total estimat (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	Din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	56	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					25
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					18
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					20
Tutoriat					3
Examinări					3
Alte activități:					-
3.7 Total ore studiu individual		69			
3.8 Total ore pe semestru		125			
3.9 Numărul de credite ECTS		5			

### 4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elemente de bază de automatizarea proceselor și inginerie chimică</li> </ul>
4.2 de competențe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Competente generale de utilizare calculator (Matlab)</li> </ul>

### 5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1 De desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prezența la curs favorizează notarea finală</li> </ul>
5.2 De desfășurare a seminarului/laboratorului	<ul style="list-style-type: none"> <li>Toate orele de laborator și seminar sunt obligatorii</li> <li>Nota minima pentru participarea la examen 5.</li> </ul>

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacitatea de a realiza un sistem de reglare specific unui anumit proces, capacitatea de a scrie un model matematic de mare complexitate dedicat unui anumit proces, capacitatea de a alege o soluție de reglare potrivită pe baza analizei modelului unui proces, analiză economică a eficienței soluției de reglare aleasă, capacitatea de a opera o instalație complexă.</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abilitatea de a gândi sistemic, holistic, critic, argumentativ, abilitatea de a rezolva probleme, nivel înalt de operare pe calculator, analiza unui proces bazat pe un model matematic.</li> </ul>

## 7. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor acumulate)

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> <li>Învățarea studenților comportamentului unui proces complex bazată pe un model matematic al acelui proces și implementarea schemei de reglare</li> </ul>
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dezvoltarea unui sistem de reglare adecvat unui anumit proces chimic</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
<b>8.1.1. Reglare în cascadă. Reglare după perturbație. Exemple.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte cheie:</i> controlabilitate, cascadă, perturbație, acordarea parametrilor, minimizarea consumului de energie.	Predare Simulare pe calculator Prezentare powerpoint Exerciții interactive	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
<b>8.1.2. Reglare după perturbație. Reglare după raport. Reglare inferențială. Exemple.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte cheie:</i> Perturbație, raport, inferență, justificare economică.	Predare Simulare pe calculator Prezentare powerpoint Exerciții interactive	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
<b>8.1.3. Reglarea principalilor parametri ai proceselor din industria de proces. Exemple.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> reglare de temperatură, presiune, nivel, debit, concentrație, structura și parametrii regulatorului.	Predare Simulare pe calculator Prezentare powerpoint Exerciții interactive	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
<b>8.1.4. Automatizarea reactoarelor chimice. Tipuri de reactoare. Instabilitatea termică a reactoarelor. Reglarea temperaturii reactoarelor stabile și instabile termic. Exemple.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> cinetica de reacție, viteza de reacție, conversie, echilibre, entalpie, reactor cu amestecare, reactor cu deplasare, cu transfer de masă, reactor electrochimic, instabilitate termică, reglarea temperaturii	Predare Simulare pe calculator Prezentare powerpoint Exerciții interactive	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații

<b>8.1.5. Automatizarea reactoarelor chimice.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> model matematic de regim staționar, reactoare continue/discontinue cu amestecare, cu deplasare, cu transfer de masă, electrochimice, microreactoare, schema de automatizare.	Predare Simulare pe calculator Prezentare powerpoint Exerciții interactive	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
<b>8.1.6. Reglarea pH-ului. Automatizarea proceselor de distilare/rectificare.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> pH, instabilitate. Considerente economice ale distilării, recuperarea produsului valoros, bilanțuri energetice și de materiale.	Predare Simulare pe calculator Prezentare powerpoint Exerciții interactive	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
<b>8.1.7. Automatizarea proceselor de distilare / rectificare, absorbție-desorbție, extracție.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> Bilanțuri de energie și materiale, scheme de automatizare, distilare continuă/discontinuu, Absorbție/desorbție, model matematic, exotermicitate, extracție lichid-lichid, solid-lichid, interfață de separare	Predare Simulare pe calculator Prezentare powerpoint Exerciții interactive	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
<b>8.1.8. Automatizarea procesului de uscare.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> umiditate relativă și absolută, metoda psihrometrică, uscarea adiabatică, model matematic, scheme de automatizare	Predare Simulare pe calculator Prezentare powerpoint Exerciții interactive	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
<b>8.1.9. Automatizarea bio-proceselor.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> reactoare biochimice, biomasă, uscare la temperaturi coborâte, model matematic, sensibilitate, scheme de automatizare	Predare Simulare pe calculator Prezentare powerpoint Exerciții interactive	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
<b>8.1.10. Automatizarea proceselor integrate termic.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> reglabilitate slabă, instabilitate, dinamica proceselor integrate termic, scheme de automatizare, analiza economică.	Predare Simulare pe calculator Prezentare powerpoint Exerciții interactive	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
<b>8.1.11. Sisteme de reglare RPM liniare,</b> optimizarea cu restricții. Acordarea regulatorului RPM. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> modele, restricții, soluții, funcție obiectiv, programare liniară, programare pătratică, soluție explicită, matrici de ponderare comenzi și ieșiri.	Predare Simulare pe calculator Prezentare powerpoint Exerciții interactive	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
<b>8.1.12. Sisteme de reglare RPM neliniare.</b> Condiții de asigurare a stabilității RPM liniară și neliniară. RPM adaptive și ierarhizate. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> modele continue/discontinue, liniarizare, metode secvențiale și simultane de programare neliniară, contracție, restricții terminale.	Predare Simulare pe calculator Prezentare powerpoint Exerciții interactive	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
<b>8.1.13. Sisteme de reglare care utilizează logica fuzzy.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> funcții de apartenență, reguli, fuzzyficare, inferență logică, defuzzyficare, control.	Predare Simulare pe calculator Prezentare powerpoint Exerciții interactive	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații

<b>8.1.14. Sisteme de reglare bazate pe rețele neuronale artificiale.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> modele cu rețele neuronale artificiale, reglare predictivă după model nelinară.	Predare Simulare pe calculator Prezentare powerpoint Exerciții interactive	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
<b>Bibliografie</b> 1. Paul Serban Agachi – <i>Automatizarea Proceselor Chimice</i> , Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 1994 2. V. M. Cristea, S. P. Agachi, <i>Elemente de Teoria Sistemelor</i> , Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2002, 3. Paul Șerban Agachi, Mircea Vasile Cristea, Alexandra Ana Csavdări, Botond Szilágyi, <i>Advanced Process Engineering Control</i> , De Gruyter Publishing House, Editura De Gruyter GmbH, Berlin, 2016, 4. Agachi P.S., Cristea M.V., <i>Basic Process Engineering Control</i> , Editura De Gruyter GmbH, Berlin, ISBN: 978-3-11-028981-7, e-ISBN: 978-3-11-028982-4, 360 p., 2014. 5. V. M. Cristea, Prezentările PowerPoint ale cursurilor.  <b>Bibliografie Suplimentară</b> 5. P.S. Agachi, Z.K. Nagy, M.V. Cristea, A. Imre-Lucaci – <i>Model Based Control, Case studies in process engineering</i> , Ed. Wiley-VCH, Weinheim, 2006, 6. F. Greg Shinskey - <i>Process Control Systems Application, Design and Tuning</i> , Ed. Mc.Graw Hill, New York, 1996, 7. P. Serfelis, M.C. Georgiadis, <i>The Integration of Process Design and Control</i> , Elsevier, 2004.  Nota: titlurile pot fi accesate la Biblioteca Departamentului de Inginerie Chimică la filiala Facultății de Chimie și Inginerie Chimică a Bibliotecii Centrale Universitare “Lucian Blaga” și la Biblioteca Universității Tehnice Cluj-Napoca.		
<b>8.2 Seminar / laborator</b>	<b>Metode de predare</b>	<b>Observații</b>
<b>8.2.1. Reglarea în cascadă.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> reglare în cascadă a temperaturii, reglare raport debite, acordare parametri.	Seminar Lucrări practice de laborator Discuții interactive	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
<b>8.2.2. Reglarea de raport.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> reglare în cascadă a temperaturii, reglare raport debite, acordare parametri.	Seminar Lucrări practice de laborator Discuții interactive	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
<b>8.2.3. Reglarea după perturbație a unui reactor continuu cu amestecare perfectă.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> perturbație, traductor de perturbație, regulator de perturbație, stabilitate.	Seminar Lucrări practice de laborator Discuții interactive	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
<b>8.2.4. Reglarea combinată cu reacție negativă și după perturbație a unui reactor continuu cu amestecare perfectă.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> perturbație, traductor de perturbație, regulator de perturbație, stabilitate.	Seminar Lucrări practice de laborator Discuții interactive	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
<b>8.2.5. Reglarea după perturbație la o coloană de distilare. Automatizarea coloanei de distilare binară.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> transfer de căldură, masă, impuls, model matematic perturbație pe alimentare, stabilitate, staționaritate, scheme de reglare, soluții de automatizare.	Seminar Lucrări practice de laborator Discuții interactive	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
<b>8.2.6. Automatizarea bioreactorului.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> scheme de reglare.	Seminar Lucrări practice de	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a

	laborator Discuții interactive	bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
<b>8.2.7. Reglarea instalației de epurare a apelor uzate (I).</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> model dinamic, reglare reactoare de nitrificare și denitrificare, scheme de reglare, soluții de automatizare	Seminar Lucrări practice de laborator Discuții interactive	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
<b>8.2.8. Reglarea instalației de epurare a apelor uzate (II).</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> model dinamic decantor (secundar/primar), strategii de control a aerării, reglarea pentru minimizarea costurilor energetice și pentru maximizarea calității efluentului.	Seminar Lucrări practice de laborator Discuții interactive	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
<b>8.2.9. Elaborare aplicație de reglare RPM cu și fără restricții, utilizând CETM și linia de comandă. Implementare în Simulink. Acordarea regulatorului RPM mono și multi variabil.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> proces neliniar, bloc MPC Simulink, acordare, stabilitate.	Seminar Lucrări practice de laborator Discuții interactive	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
<b>8.2.10. Reglarea RPM a instalației de cracare catalitică în strat fluidizat (I).</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> modele de transfer de căldură și masă, transfer de impuls, perturbații tipice, stabilitate	Seminar Lucrări practice de laborator Discuții interactive	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
<b>8.2.11. Reglarea RPM a instalației de cracare catalitică în strat fluidizat (II).</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> reglare: riser, vas de stripare, regenerator, suflată de aer, compresor de gaze umede, coloana principală de fracționare.	Seminar Lucrări practice de laborator Discuții interactive	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
<b>8.2.12. Aplicații și demonstrație de implementare în Fuzzy Control Toolbox a unui sistem de control care utilizează logica fuzzy.</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> funcții de apartenență, reguli, fuzzyficare, inferență logică, defuzzyficare.	Seminar Lucrări practice de laborator Discuții interactive	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
<b>8.2.13. Aplicații și demonstrație de implementare a unei reglări RPM care utilizează un model bazat pe rețele neuronale artificiale (I).</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> antrenare, rețea dinamică, model neliniar.	Seminar Lucrări practice de laborator Discuții interactive	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
<b>8.2.14. Aplicații și demonstrație de implementare a unei reglări RPM care utilizează un model bazat pe rețele neuronale artificiale (II).</b> <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> aplicație instalația de cracare catalitică în strat fluidizat, uscare izolatori ceramici de înaltă tensiune..	Seminar Lucrări practice de laborator Discuții interactive	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.

#### Bibliografie

1. Mihaela Iancu, P.Ș.Agachi, M.Mogoș, M.Cristea, Automatizarea Proceselor Chimice – Lucrări de Laborator, Presa Universitară Clujeană, UBB, 2012,
2. Paul Serban Agachi – Automatizarea Proceselor Chimice, Ed. Casa Cărții de Știință, 1994,

3. Paul Șerban Agachi, Mircea Vasile Cristea, Alexandra Ana Csavdări, Botond Szilágyi, Advanced Process Engineering Control, De Gruyter Publishing House, Editura De Gruyter GmbH, Berlin, 2016.

#### Bibliografie suplimentară

4. G. Stephanopoulos, Chemical Process Control An Introduction to Theory and Practice, Prentice Hall, 1984,  
 5. *Control System Toolbox*, Matlab, Documentation accompanying toolbox,  
 6. *Model Predictive Control Toolbox*, Matlab, Documentation accompanying toolbox,  
 7. *Fuzzy Logic Toolbox*, Matlab, Documentation accompanying toolbox.

#### 9. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatori reprezentativi din domeniul aferent programului

- Curriculum-ul a fost elaborat după consultarea cu grupurile de cercetare de la universitățile din Iași, București, Ploiești și Timișoara.
- Ingineria de Proces a fost introdusă pe baza proiectului de Bancă Mondială a Ingineriei de Proces Asistate de Calculator
- Conținutul disciplinei este în concordanță cu competențele parțiale cerute pentru ocupațiile posibile iar competențele și calificările au fost stabilite în concordanță cu competențele din Suplimentul la diplomă și calificările din ANC.

#### 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Înțelegerea proceselor discutate Specificitatea răspunsurilor Gândirea și abordare holistică	Metoda de examinare on-site sau on-line. Examenul constă în elaborarea unei lucrări în care se vor da răspunsuri la subiectele (întrebări/probleme) din tematica cursului. Accesul la examen este condiționat de prezentarea rezolvărilor la temele primite. Intenția de fraudă la examen se pedepsește cu eliminarea din examen. Frauda la examen se pedepsește cu eliminarea din examinare și prin exmatriculare conform regulamentului ECST al UBB.	75
10.5 Seminar/ laborator	Înțelegerea proceselor discutate Specificitatea răspunsurilor Gândirea și abordare holistică	Evaluarea on-site sau on-line. Temele rezolvate se prezintă la proxima întâlnire de seminar.	10
	Capacitatea utilizării diferitelor surse de informare	Examinare în timpul seminarului	5
	Calitatea temelor/testelor rezolvate		10
10.6 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obținerea notei minime 5 (cinci) atât la evaluările legate de curs, seminar, rezolvările temelor primite.</li> <li>• Obținerea notei minime 5 (cinci) atât la evaluarea părții teoretice cât și a celei de probleme, la examen.</li> </ul>			

Data completării

Semnătura titularului de curs

Semnătura titularului de seminar

10.04.2021

Cristea V.M.

Cristea V.M.

Data avizării în departament

Semnătura directorului de departament

23 aprilie 2021

Prof. habil. dr. ing. Graziella L. Turdean