

## 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; Chimie            |
| 1.5 Ciclul de studii                  | Master                               |
| 1.6 Programul de studiu / Calificarea | Inginerie Chimică Avansată de Proces |

### 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 | 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><br><i>Concepte de bază, cuvinte cheie:</i> controlabilitate, cascadă, perturbație, acordarea parametrilor, minimizarea consumului de energie.  | Predare<br>Simulare pe calculator<br>Prezentare powerpoint<br>Exerciții interactive | Materiale folosite:<br>prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații |
| <b>8.1.2. Reglare după perturbație. Reglare după raport. Reglare inferențială. Exemple.</b><br><i>Concepte de bază, cuvinte cheie:</i> Perturbație, raport, inferență, justificare economică.   | Predare<br>Simulare pe calculator<br>Prezentare powerpoint<br>Exerciții interactive | Materiale folosite:<br>prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații |
| <b>8.1.3. Reglarea principalilor parametri ai proceselor din industria de proces. Exemple.</b><br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> reglare de temperatură, presiune, nivel, debit, concentrație, structura și parametrii regulatorului.  | Predare<br>Simulare pe calculator<br>Prezentare powerpoint<br>Exerciții interactive | Materiale folosite:<br>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><br><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<br>Simulare pe calculator<br>Prezentare powerpoint<br>Exerciții interactive | Materiale folosite:<br>prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <b>8.1.5. Automatizarea reactoarelor chimice.</b><br><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<br>Simulare pe calculator<br>Prezentare powerpoint<br>Exerciții interactive | Materiale folosite:<br>prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații |
| <b>8.1.6. Reglarea pH-ului. Automatizarea proceselor de distilare/rectificare.</b><br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> pH, instabilitate. Considerente economice ale distilării, recuperarea produsului valoros, bilanțuri energetice și de materiale.   | Predare<br>Simulare pe calculator<br>Prezentare powerpoint<br>Exerciții interactive | Materiale folosite:<br>prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații |
| <b>8.1.7. Automatizarea proceselor de distilare / rectificare, absorbție-desorbție, extracție.</b><br><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<br>Simulare pe calculator<br>Prezentare powerpoint<br>Exerciții interactive | Materiale folosite:<br>prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații |
| <b>8.1.8. Automatizarea procesului de uscare.</b><br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> umiditate relativă și absolută, metoda psihrometrică, uscarea adiabatică, model matematic, scheme de automatizare  | Predare<br>Simulare pe calculator<br>Prezentare powerpoint<br>Exerciții interactive | Materiale folosite:<br>prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații |
| <b>8.1.9. Automatizarea bio-proceselor.</b><br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> reactoare biochimice, biomasă, uscare la temperaturi coborâte, model matematic, sensibilitate, scheme de automatizare  | Predare<br>Simulare pe calculator<br>Prezentare powerpoint<br>Exerciții interactive | Materiale folosite:<br>prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații |
| <b>8.1.10. Automatizarea proceselor integrate termic.</b><br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> reglabilitate slabă, instabilitate, dinamica proceselor integrate termic, scheme de automatizare, analiza economică.   | Predare<br>Simulare pe calculator<br>Prezentare powerpoint<br>Exerciții interactive | Materiale folosite:<br>prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații |
| <b>8.1.11. Sisteme de reglare RPM liniare,</b> optimizarea cu restricții. Acordarea regulatorului RPM.<br><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<br>Simulare pe calculator<br>Prezentare powerpoint<br>Exerciții interactive | Materiale folosite:<br>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.<br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> modele continue/discontinue, liniarizare, metode secvențiale și simultane de programare neliniară, contracție, restricții terminale.                                | Predare<br>Simulare pe calculator<br>Prezentare powerpoint<br>Exerciții interactive | Materiale folosite:<br>prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații |
| <b>8.1.13. Sisteme de reglare care utilizează logica fuzzy.</b><br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> funcții de apartenență, reguli, fuzzyficare, inferență logică, defuzzyficare, control.   | Predare<br>Simulare pe calculator<br>Prezentare powerpoint<br>Exerciții interactive | Materiale folosite:<br>prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații |

|  |   |   |
|--|---|---|
| 8.1.14. <b>Sisteme de reglare bazate pe rețele neuronale artificiale.</b><br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> modele cu rețele neuronale artificiale, reglare predictivă după model nelinară.   | Predare<br>Simulare pe calculator<br>Prezentare powerpoint<br>Exerciții interactive | Materiale folosite:<br>prezentări PowerPoint,<br>Matlab și Toolboxes<br>pentru exemplificări -<br>aplicații |
| <p>Bibliografie</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Paul Serban Agachi – <i>Automatizarea Proceselor Chimice</i>, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 1994</li> <li>2. V. M. Cristea, S. P. Agachi, <i>Elemente de Teoria Sistemelor</i>, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2002,</li> <li>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,</li> <li>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.</li> <li>5. V. M. Cristea, Prezentările PowerPoint ale cursurilor.</li> </ol> <p>Bibliografie Suplimentară</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>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,</li> <li>6. F. Greg Shinskey - <i>Process Control Systems Application, Design and Tuning</i>, Ed. Mc.Graw Hill, New York, 1996,</li> <li>7. P. Serfelis, M.C. Georgiadis, <i>The Integration of Process Design and Control</i>, Elsevier, 2004.</li> </ol> <p>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.</p> |   |   |
| 8.2 Seminar / laborator  | Metode de predare   | Observații  |
| 8.2.1. <b>Reglarea în cascadă.</b><br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> reglare în cascadă a temperaturii, reglare raport debite, acordare parametri.  | Seminar<br>Lucrări practice de laborator<br>Discuții interactive                    | <i>Obligațiile studentului:</i><br>lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.          |
| 8.2.2. <b>Reglarea de raport.</b><br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> reglare în cascadă a temperaturii, reglare raport debite, acordare parametri.   | Seminar<br>Lucrări practice de laborator<br>Discuții interactive                    | <i>Obligațiile studentului:</i><br>lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.          |
| 8.2.3. <b>Reglarea după perturbație a unui reactor continuu cu amestecare perfectă.</b><br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> perturbație, traductor de perturbație, regulator de perturbație, stabilitate.   | Seminar<br>Lucrări practice de laborator<br>Discuții interactive                    | <i>Obligațiile studentului:</i><br>lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.          |
| 8.2.4. <b>Reglarea combinată cu reacție negativă și după perturbație a unui reactor continuu cu amestecare perfectă.</b><br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> perturbație, traductor de perturbație, regulator de perturbație, stabilitate.  | Seminar<br>Lucrări practice de laborator<br>Discuții interactive                    | <i>Obligațiile studentului:</i><br>lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.          |
| 8.2.5. <b>Reglarea după perturbație la o coloană de distilare. Automatizarea coloanei de distilare binară.</b><br><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<br>Lucrări practice de laborator<br>Discuții interactive                    | <i>Obligațiile studentului:</i><br>lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.          |
| 8.2.6. <b>Automatizarea bioreactorului.</b><br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> scheme de reglare.  | Seminar<br>Lucrări practice de  | <i>Obligațiile studentului:</i><br>lectura cursului, a  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   | laborator<br>Discuții interactive                                | bibliografiei aferente și rezolvarea temei.   |
| <b>8.2.7. Reglarea instalației de epurare a apelor uzate (I).</b><br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> model dinamic, reglare reactoare de nitrificare și denitrificare, scheme de reglare, soluții de automatizare   | Seminar<br>Lucrări practice de laborator<br>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><br><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<br>Lucrări practice de laborator<br>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,</b> utilizând CETM și linia de comandă. Implementare în Simulink. Acordarea regulatorului RPM mono și multi variabil.<br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> proces neliniar, bloc MPC Simulink, acordare, stabilitate.           | Seminar<br>Lucrări practice de laborator<br>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><br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> modele de transfer de căldură și masă, transfer de impuls, perturbații tipice, stabilitate   | Seminar<br>Lucrări practice de laborator<br>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><br><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<br>Lucrări practice de laborator<br>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</b> a unui sistem de control care utilizează logica fuzzy.<br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> funcții de apartenență, reguli, fuzzyficare, inferență logică, defuzzyficare.   | Seminar<br>Lucrări practice de laborator<br>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><br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> antrenare, rețea dinamică, model neliniar.   | Seminar<br>Lucrări practice de laborator<br>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><br><i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> aplicație instalația de cracare catalitică în strat fluidizat, uscare izolatori ceramici de înaltă tensiune.. | Seminar<br>Lucrări practice de laborator<br>Discuții interactive | <i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei. |
| Bibliografie<br>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<br>Specificitatea răspunsurilor<br>Gândirea și abordare holistică | Examen scris                    | 75                           |
| 10.5 Seminar/laborator                                   | Înțelegerea proceselor discutate<br>Specificitatea răspunsurilor<br>Gândirea și abordare holistică | Examinare în timpul seminarului | 15                           |
|  | Capacitatea utilizării diferitelor surse de informare  | Examinare în timpul seminarului | 10                           |
| 10.6 Standard minim de performanță                       |  |                                 |                              |
| ➤ 5 este nota minimă de trecere pentru ambele examinări. |  |                                 |                              |

Data completării

Semnătura titularului de curs

Semnătura titularului de seminar

15.04.2020

Cristea V.M.

Cristea V.M.

Data avizării în departament

Semnătura directorilor de departament

16.04.2020

Prof. dr. ing. Turdean Graziella