

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Babeș–Bolyai, 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	Licență
1.6 Programul de studiu / Calificarea	Ingineria și informatica proceselor chimice și biochimice / inginer

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	<b>Conducerea evoluată a proceselor CLR2381</b>						
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	IV	2.5 Semestrul	8	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					20
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					6
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					12
Tutoriat					3
Examinări					3
3.7 Total ore studiu individual	44				
3.8 Total ore pe semestru	100				
3.9 Numărul de credite	4				

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

4.1 de curriculum	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nu este cazul</li> </ul>
4.2 de competențe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Noțiuni de bază de automatizarea proceselor chimice</li> </ul>

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

5.1 De desfășurare a cursului	<ul style="list-style-type: none"> <li>Studentii se vor prezenta la cursuri și seminarii cu telefoanele mobile închise</li> <li>Nu se acceptă întârzierea studenților la curs</li> </ul>
5.2 De desfășurare a seminarului	<ul style="list-style-type: none"> <li>Termenul predării temelor este stabilit de titularul de seminar de comun acord cu studenții. Nu se acceptă cererile de amânare decât pe motive obiectiv întemeiate.</li> <li>Pentru predarea cu întârziere a temelor, acestea vor fi depunctate cu 0.5 pct./săptămână de întârziere</li> <li>Nu se acceptă întârzierea studenților la seminar</li> </ul>

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificarea și utilizarea adecvată a limbajului, conceptelor, abordărilor, teoriilor, modelelor și metodelor elementare pentru: monitorizarea procesului, automatizarea clasică și cea bazată pe sisteme de calcul a proceselor (bio)chimice</li> <li>Evaluarea și analiza performanțelor sistemelor de automatizare (traductoare, elemente de execuție, reglatoare, sisteme de protecție) și monitorizare (software și hardware) în ansamblul integrat proces-sistem de monitorizare/automatizare, în scopul identificării de soluții pentru îmbunătățirea performanțelor acestora</li> <li>Implementarea de soluții hardware/software pentru probleme tipice și elementare de îmbunătățire a sistemelor de monitorizare și automatizare procese (îmbunătățirea/introducerea de sisteme de măsură, reglare, monitorizare, prelucrare de date on/off-line)</li> <li>Capacitatea de a înțelege principiile funcționării și de a utiliza instrumentația de măsură și reglare automată pentru conducerea evoluată a sistemului chimic</li> <li>Conceperea structurii sistemului de reglare și conducerea unui proces chimic pe baza culegerii și analizei critice a datelor, în vederea îmbunătățirii performanțelor acestuia, cu respectarea normelor legale de siguranță în funcționarea instalațiilor și a reglementărilor privind protecția mediului și dezvoltarea durabilă</li> <li>Capacitatea de a aplica cunoștințele cu caracter interdisciplinar, utilizând tehnologiile informatice, pentru simularea și conducerea evoluată a proceselor</li> </ul>
Competențe transversale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicarea și argumentarea ideilor și a punctelor de vedere proprii, în mod clar și concis, utilizând moduri de comunicare bazate pe tehnologiile informatice convenționale și neconvenționale</li> <li>Capacitatea de a manifesta inițiativă în analiza și rezolvarea problemelor specifice sistemelor chimice, industriale și de laborator</li> <li>Informarea și documentarea permanentă în domeniul său de activitate în limba română și într-o limbă de circulație internațională, cu utilizarea metodelor moderne de informare și comunicare</li> </ul>

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dobândirea cunoștințelor necesare pentru înțelegerea funcționării, operarea și proiectarea sistemelor de reglare automata evoluată destinate conducerii proceselor chimice de laborator și industriale</li> </ul>
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>Să dezvolte capacitatea de a analiza oportunitatea, a propune și a aplica tehnici de reglare multivariabile, predictive, bazate pe modele matematice în automatizarea, optimizarea și luarea de decizii pentru conducerea proceselor chimice</li> <li>Să înțeleagă și să utilizeze tehnici de reglare automată evoluată pentru aplicațiile din ingineria de proces</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
8.1.1. Metode evaluate de analiză a controlabilității și observabilității. Metode directe bazate pe matricile A, B,	Prelegerea, Explicația, Conversația,	Materiale folosite: prezentări PowerPoint,

C, D, și metode bazate pe forma jordaniană. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> controlabilitate și observabilitate a stărilor/ieșirilor, vectori liniar independenți, realizare modală, forma jordaniană.	Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
8.1.2. Interacțiunea buclor de reglare și proiectarea buclor de reglare decuplate. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> interacțiune, reglare descentralizată/multivariabilă, element de decuplare.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
8.1.3. Matricea amplificărilor relative. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> interacțiune minimă, împerecherea buclor de reglare descentralizate, regim staționar.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
8.1.4. Măsurile specifice de evaluare a controlabilității intrare-ieșire. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> zerouri în semiplanul drept, matricea amplificării relative de performanță, matricea amplificării în buclă închisă a perturbațiilor, diagrame Bode.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
8.1.5. Sisteme liniare discrete descrise prin relații de tip intrare-ieșire: eșantionarea semnalelor continue și refacerea semnalelor continue din valorile lor discretizate. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> sistem discret, eșantionarea semnalelor continue, teorema lui Shannon, eșantionator ideal, element de reținere de ordinul zero și întâi.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
8.1.6. Descrierea analitică a sistemelor discrete: ecuațiile cu diferențe. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> transformarea modelelor continue în modele discrete, reprezentare de tip intrare-ieșire.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
8.1.7. Transformata Z, proprietăți, transformatele Z ale unor funcții simple. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> șir de valori eșantionate, domeniul Z, liniaritate, teoremele valorii inițiale și finale, convoluția, transformatele Z ale integralei și derivatei unei funcții.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
8.1.8 Transformata Z inversă. Funcția de transfer în Z. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> împărțirea directă, descompunerea în fracții simple, funcția de transfer în Z, poli, zerouri.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
8.1.9. Algoritmi de conducere numerică: PID numeric de poziție și viteză, algoritmul Dead-beat, algoritmul Dahlin. Sisteme de prevenire a fenomenului de integral wind-up. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> PID discret de poziție și viteză, integral wind-up, ringing, răspuns minimal (dead-beat), realizabilitate fizică.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
8.1.10. Reglarea cu model intern cu un grad de libertate, cazurile procesului cu/fără zerouri în apropierea axei imaginare și cazul cu zerouri în semiplanul drept. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> reglare bazată pe	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea,	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări -

model, algoritm proiectare regulator, alocare poli.	Dezbaterea	aplicații
8.1.11. Reglarea cu model intern cu două grade de libertate, cazurile procesului cu/fără zerouri în apropierea axei imaginare și cazul cu zerouri în semiplanul drept. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> răspuns la prescriere/perturbație, algoritm proiectare regulator.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
8.1.12. Sisteme de reglare predictivă după model (RPM) liniare, principiul de reglare, elemente de bază. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> modele, funcții obiectiv, restricții, soluții.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
8.1.13. Sisteme de reglare cu reacție după stare și cu observator de stare. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> forma normal controlabilă, proiectare bazată pe alocare poli, observator de stare, reglare cu reacție după stare cu observator de stare.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări - aplicații
8.1.14. Studii de caz, reglarea proceselor de cracare catalitică în strat fluidizat, distilare, carbonatare, uscare, calcinare, tratare a apelor uzate și neutralizare poluanți în ape curgătoare. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> procese industriale și de laborator, neliniaritate, inferență.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: prezentări PowerPoint, Matlab și Toolboxes pentru exemplificări

## Bibliografie

1. V. Mircea Cristea, P. Serban Agachi, *Elemente de Teoria Sistemelor*, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, 2002.
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,
4. P.S. Agachi, V.M. Cristea, *Basic Process Engineering Control*, Editura De Gruyter GmbH, Berlin, 2014.

## Bibliografie suplimentară

5. Paul S. Agachi, Zoltan K. Nagy, Mircea V. Cristea, A. Imre-Lucaci, *Model Based Control. Case Studies in Process Engineering*, WILEY-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA, Weinheim, 2006,
6. George Stephanopoulos, *Chemical Process Control. An Introduction to Theory and Practice*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1984,
7. C. Brosilow, B. Joseph, *Techniques of Model Based Control*, Prentice Hall PTR, New Jersey, 2002,
8. K.J. Åström, P. Albertos, M. Blanke, A. Isidori, W. Schaufelberger, R. Sanz, *Control of Complex Systems*, Springer Verlag, 2001,
9. E. Sofron, N.Bizon, S. Ioniță, R. Răducu, *Sisteme de control fuzzy*, Ed. All Educational, București, 1998.

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".

8.2 Seminar/laborator	Metode de predare	Observații
8.2.1. Recapitularea elementelor de baza pentru programarea in mediul Matlab. Introducere in Control System Toolbox (CST). Obiecte având reprezentare de sistem liniar și invariant în timp (LTI) de tip Transfer Function (TF). <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> matrice, operații cu matrici, cicluri "for/while", utilizare instrucțiune „if”, trasare reprezentare grafică "plot", obiecte LTI funcție/matrice TF.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, elaborare de aplicații	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și recapitularea noțiunilor de programare Matlab.
8.2.2. Familiarizarea cu noțiunile de bază din CST. Obiecte de tip Zero-Pole-Gain (ZPK) și de tip State-	Metoda conversației, învățarea prin	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a

Space (SS). <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> reprezentare sisteme LTI ca funcție de transfer factorizată, zerouri-poli-amplificare (ZPK), și ca realizare în spațiul stărilor (SS).	descoperire, studiu individual, elaborare de aplicații	bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
8.2.3. Cunoașterea modului de conversie a diferitelor obiecte LTI din CST. Operații cu obiecte LTI. Analiza de controlabilitate și observabilitate cu ajutorul funcțiilor din CST. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> operații de conectare serie, paralel, cu reacție; observabilitate, controlabilitate, răspuns la impuls și treaptă, trasare diagrame Bode, calcul vectori/valori proprii.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, elaborare de aplicații	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
8.2.4. Implementarea în Simulink a modelului dinamic a Reactorului de Producere a Hexametilentetraminei (RPH), utilizat pentru studiul diferiților algoritmi de reglare. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> Bilanț de masă pe componente, bilanț de căldură, amoniac, formaldehidă, sistem neliniar, multivariabil.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, elaborare de aplicații	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
8.2.5. Aplicații de calcul a matricii amplificării relative. Liniarizare model RPH utilizând funcții specifice din Simulink. Calculul matricii amplificării relative pentru RPH. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> interacțiune minimă, împerecherea buclelor de reglare descentralizate, regim staționar.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, elaborare de aplicații	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
8.2.6. Transformarea modelelor continue în modele discrete. Aplicații. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> relații algebrice, integrarea, derivarea, filtru de netezire exponențială	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, elaborare de aplicații	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
8.2.7. Determinarea răspunsului indicial a unui sistem discret utilizând transformata Z. Aplicații. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> descompunerea în fracții simple, împărțirea directă.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, elaborare de aplicații	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
8.2.8. Determinarea funcției de transfer în Z a unui sistem continuu, discretizat. Aplicații. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> împărțirea directă, descompunerea în fracții simple, funcția de transfer în Z, poli, zerouri.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, elaborare de aplicații	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
8.2.9. Reprezentarea în Control System Toolbox a sistemelor liniare și discrete. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> Obiecte LTI de tip TF, ZPK, SS.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme, aplicație pe sistem de calcul	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei
8.2.10. Aplicații pentru implementarea reglării PID	Metoda conversației,	<i>Obligațiile studentului:</i>

discret de viteză și poziție pentru RPH (monovariabil, o buclă de reglare, și multivariabil, trei bucle de reglare). Acordarea reglatoarelor. Studiul interacțiunii între buclele de reglare. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> acordare, interacțiune.	învățarea prin descoperire, studiu individual, elaborare de aplicații	lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
8.2.11. Aplicații pentru implementarea reglării PID cu aproximarea Tustin, pentru RPH (monovariabil, o buclă de reglare, și multivariabil, trei bucle de reglare). Acordarea reglatoarelor. Prevenirea efectului de integral wind-up. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> PID cu aproximarea Tustin, integral wind-up, acordare.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, elaborare de aplicații	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
8.2.12. Aplicații și implementare a reglării cu model intern pentru un proces liniar. Proiectarea și testarea prin simulare a regulatorului cu model intern. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> acordare, răspuns la prescriere și la perturbație.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, elaborare de aplicații	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
8.2.13. Însușirea terminologiei și a formalismului reglării predictive după model ce stă la baza Model Predictive Control Toolbox (MPCT). Cunoașterea interfeței GUI: Control and Estimation Tools Manager (CETM). <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> variabila slack, estimare, equal concern for relaxation.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, elaborare de aplicații	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.
8.2.14. Aplicații și demonstrație de implementare a unei reglări care utilizează un modele de tip statistic. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> model statistic, reglare neliniară.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, elaborare de aplicații	<i>Obligațiile studentului:</i> lectura cursului, a bibliografiei aferente și rezolvarea temei.

## Bibliografie

1. V. Mircea Cristea, P. Serban Agachi, *Elemente de Teoria Sistemelor*, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, 2002.
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,
4. P.S. Agachi, V.M. Cristea, *Basic Process Engineering Control*, Editura De Gruyter GmbH, Berlin, 2014.

## Bibliografie suplimentară

5. P.S. Agachi, V.M. Cristea, *Basic Process Engineering Control*, Editura De Gruyter GmbH, Berlin, 2014,
6. George Stephanopoulos, *Chemical Process Control. An Introduction to Theory and Practice*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1984,
7. *Control System Toolbox*, Matlab, Documentation accompanying toolbox,
8. *Fuzzy Logic Toolbox*, Matlab, Documentation accompanying toolbox.

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".

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

- În elaborarea conținutului disciplinei au fost consultate cadre didactice de la facultățile de inginerie

chimică și chimie aplicată din centrele universitare București, Iași, Timișoara și Brașov

- La discuțiile privind competențele oferite au participat și si-au exprimat cerințele reprezentați ai mediului economic de la unități industriale reprezentative.

## 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Corectitudinea răspunsurilor – însușirea materiei predate, modul de gândire, corectitudinea și argumentarea soluțiilor la subiectele de examen	Examen scris – accesul la examen este condiționat prezentarea rezolvărilor la temele primite. Intenția de fraudă la examen se pedepsește cu eliminarea din examen. Frauda la examen se pedepsește prin exmatriculare conform regulamentului ECST al UBB	75%
10.5 Seminar/laborator	Corectitudinea răspunsurilor – însușirea și înțelegerea corectă a problematicei tratate la seminar; participarea activă la desfășurarea seminarului	Temele rezolvate se prezintă la proxima întâlnire de seminar	10%
	Calitatea temelor rezolvate		15%
10.6 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Înțelegerea rolului, ariei de utilizare și a principiilor care stau la baza implementării unor sisteme de reglare evoluată</li><li>• Obținerea notei 5 (cinci) atât la evaluările legate de curs, seminar/laborator și rezolvările temelor primite</li></ul>			

Data completării

Semnătura titularului de curs

Semnătura titularului de seminar

16.02.2018

Cristea V.M.



Cristea V.M.



Data avizării în departament

Semnătura directorului de departament

26 februarie 2018

