

## 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 Ciclu de studii	Licență
1.6 Programul de studiu / Calificarea	Inginerie chimică - trunchi comun, programe de studiu: IIPCB, IB, ISAPM, SIMON, CISOPC, CATB / inginerie

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei		Teoria Sistemelor - CLR2034							
2.2 Titularul activităților de curs			Prof. dr. ing. Cristea Vasile Mircea						
2.3 Titularul activităților de seminar			Post vacant						
2.4 Anul de studiu	II	2.5 Semestrul	3	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Regimul disciplinei	DF/Obl.		
DF – disciplină fundamentală									

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	2	3.3 seminar/laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42	Din care: 3.5 curs	28	3.6 seminar/laborator	14
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, prezentări PowerPoint, bibliografie și notițe					11
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					6
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					10
Tutoriat					3
Examinări					3
3.7 Total ore studiu individual	33				
3.8 Total ore pe semestru	75				
3.9 Numărul de credite	3				

### 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>Nu este cazul</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 va fi acceptată întârzierea studenților la seminar</li> </ul>

## 6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definirea noțiunilor, conceptelor, teoriilor și modelelor de bază din domeniul fundamental al științelor ingineresti și utilizarea lor adecvată în comunicarea profesională</li> <li>Utilizarea cunoștințelor de bază din domeniul științelor fundamentale pentru explicarea și interpretarea fenomenelor ingineresti</li> <li>Analiza critică și utilizarea principiilor, metodelor și tehnicilor de lucru pentru evaluarea cantitativă și calitativă a proceselor</li> <li>Fundamentarea teoretică în rezolvarea problemelor specifice domeniului cu utilizarea unor principii și metode consacrate</li> <li>Capacitatea de a aborda sistemic investigarea tehnică și de a aplica cunoștințe cu caracter interdisciplinar la evaluarea (analiza) și rezolvarea (sinteza) problemelor complexe dintr-un sistem chimic.</li> <li>Capacitatea de a înțelege și interpreta evoluția spațio-temporală a unui sistem chimic, de abstractizare și reprezentare a acestuia utilizând instrumente matematice generale (formalismul Transformatei Laplace).</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, pe baza formării unui mod de gândire sistemic</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>Să formeze un mod de gândire sistemic pentru abordarea ingineriei de proces și familiarizarea cu noțiunile fundamentale pentru studiul conducerii automate</li> </ul>
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>Să dezvolte capacitatea de a aborda sistemic investigarea tehnică și de a aplica cunoștințe cu caracter interdisciplinar la evaluarea (analiza) și rezolvarea (sinteza) problemelor dintr-un sistem chimic</li> <li>Să înțeleagă și să interpreteze evoluția spațio-temporală a unui sistem chimic, prin abstractizarea și reprezentarea acestuia utilizând instrumente matematice generale (formalismul Transformatei Laplace)</li> </ul>

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Metode de predare	Observații
8.1.1. Introducere în teoria sistemelor. Obiectul Teoriei Sistemelor. Conceptul de sistem. Delimitarea sistemului. Realizabilitatea fizică. Compunere și descompunere. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> sistem, delimitare, variabile de intrare și de ieșire, sistem fizic real, sistem abstract orientat.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații

8.1.2. Caracterizarea formală a sistemului abstract orientat descris prin relații intrare-ieșire. Conceptul de stare. Descrierea formală a sistemului abstract orientat descris prin relații intrare-stare-ieșire. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> relații intrare-ieșire, reprezentarea de tip intrare-ieșire stare, relații intrare-stare-ieșire.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații
8.1.3. Stabilitate. Tipuri de semnale elementare. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> semnal treaptă, semnal rampă, semnal Dirac, stabilitate de tip intrare mărginită ieșire mărginită (Bounded Input Bounded Output Stability).	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații
8.1.4. Sistemele liniare, continue și invariante în timp descrise prin relații intrare-ieșire. Reprezentarea sistemelor prin ecuațiilor diferențiale, soluții ale ecuațiilor diferențiale. Neanticipativitate. Invarianță. Liniaritate. Sistem aflat la echilibru. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> sistem aflat la echilibru, soluția ecuației diferențiale omogene și neomogene (soluții particulare), polinom caracteristic, poli, zerouri.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații
8.1.5. Stabilitatea sistemelor descrise prin relații intrare-ieșire. Răspunsul la frecvență. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> Stabilitate intrare mărginită ieșire mărginită Bounded Input Bounded Output (BIBO), intrare și ieșire armonică, funcția de răspuns la frecvență.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații
8.1.6. Sistemele liniare, continue și invariante în timp descrise prin relații intrare-stare-ieșire. Funcția de tranziție. Transformarea reprezentării de tip intrare-ieșire în reprezentare de tip intrare-stare-ieșire. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> variabile de fază, proprietăți ale funcției de tranziție, forme canonice.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații
8.1.7. Soluții ale ecuațiilor de stare, ecuația omogenă și neomogenă. Matricea de tranziție. Stabilitatea sistemelor descrise prin relații intrare-stare-ieșire. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> soluția ecuației diferențiale de stare omogene și neomogene, stabilitate BIBS și CICS, vectori proprii, valori proprii.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații
8.1.8. Răspunsul la frecvență a sistemelor descrise prin relații de tip intrare-stare-ieșire. Matricea de răspuns la frecvență. Realizări echivalente ale sistemelor descrise prin relații de tip intrare-stare-ieșire. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> soluția ecuației diferențiale de stare omogene și neomogene, răspunsul la frecvență cazul multivariabil, transformarea modală.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații
8.1.9. Formalismul Transformatei Laplace (TL directă), definiții. Proprietăți ale Transformatei Laplace. Transformata Laplace inversă. Transformatele Laplace ale unor funcții elementare. Determinarea transformatei Laplace inverse prin descompunere în fracții simple. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> proprietățile de	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații

translație, derivare, integrare; teoremele valorilor inițiale și finale; fracții simple rădăcini simple și multiple.		
8.1.10. Funcția de transfer (definiție). Funcția de transfer, utilizări. Descrierea comportării sistemelor prin relații intrare-ieșire cu ajutorul TL, cu condiții inițiale nule și nenule. Concepte de bază, cuvinte-cheie: ploi, zerouri, legătura dintre funcție de transfer și funcția de răspuns la frecvență.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații
8.1.11. Descrierea comportării sistemelor prin relații intrare-stare-ieșire cu ajutorul TL. Matricea de transfer. Algebra schemelor funcționale utilizând TL. Concepte de bază, cuvinte-cheie: sisteme Multiple Input Multiple Output (MIMO).	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații
8.1.12. Reprezentarea răspunsului la frecvență utilizând diagramele Bode. Reprezentare de modul și de fază. Interpretarea diagramelor. Concepte de bază, cuvinte-cheie: factori de tip integral, binom, trinom, compunere, decadă, amplificarea, atenuare, avans și întârziere de fază.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații
8.1.13. Analiza comportării sistemelor liniare continue. Sisteme de tip: proporțional, integral, derivativ, de ordinul întâi, de ordinul doi și cu timp mort. Concepte de bază, cuvinte-cheie: răspunsul la semnal treaptă unitară a sistemelor, regim staționar și tranzitoriu, regim liber și forțat, constantă de timp, factor de amplificarea, pulsație proprie naturală, factor de amortizare.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații
8.1.14. Comportarea neliniară. Cicluri limită. Liniarizare. Concepte de bază, cuvinte-cheie: traiectorii de stare, puncte singulare, traiectorii de stare stabile și instabile, descrierea comportării neliniare prin liniarizare.	Prelegerea, Explicația, Conversația, Exemplificarea, Problematizarea, Dezbaterea	Materiale folosite: Suport de curs tipărit, prezentări PowerPoint, software Matlab pentru exemplificări - aplicații
<p><b>Bibliografie</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. V. M. Cristea, S. P. Agachi, <i>Elemente de Teoria Sistemelor</i>, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2002,</li> <li>2. P.S. Agachi, V.M. Cristea, <i>Basic Process Engineering Control</i>, Editura De Gruyter GmbH, Berlin, 2014,</li> <li>3. M. Hângănuț. <i>Teoria sistemelor</i>, Vol. I, At. de multiplicare al Institutului Politehnic Cluj-Napoca, 1989,</li> <li>4. M. Hângănuț. <i>Teoria sistemelor</i>, Vol. II, At. de multiplicare al Institutului Politehnic Cluj-Napoca, 1996.</li> <li>5. V. M. Cristea, Prezentările PowerPoint ale cursurilor.</li> </ol> <p><b>Bibliografie suplimentară</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. H. Kwakernaak, R. Sivan, R.C.W. Strijbos, <i>Modern Signals and Systems</i>, Prentice Hall, 1991,</li> <li>7. G. Stephanopoulos, <i>Chemical Process Control An Introduction to Theory and Practice</i>, Prentice Hall, 1984.</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>		
<b>8.2 Seminar</b>	<b>Metode de predare</b>	<b>Observații</b>
8.2.1. Clasificarea sistemelor. Exemple. Modelarea sistemelor descrise prin ecuații diferențiale. Aplicații (I). Concepte de bază, cuvinte-cheie: sisteme dinamice/statice, sisteme cu parametri	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	Obligațiile studentului: lectura cursului, a bibliografiei aferente și recapitularea noțiunilor de matematică legate de

concentrați/distribuiți, sisteme deterministe/stochastice, sisteme staționare/nestaționare, sisteme uniforme/neuniforme, sisteme liniare/nelineare, sisteme continue/discrete/finite.		derivată și rezolvarea ecuațiilor diferențiale.
8.2.2. Modelarea sistemelor descrise prin ecuații diferențiale. Aplicații (II). <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> descrierea sistemelor prin ecuații diferențiale, procese de tip capacitiv de ordinul doi și sisteme cu timp mort.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	Obligațiile studentului: lectura cursului, a bibliografiei aferente și recapitularea noțiunilor de matematică legate de rezolvarea ecuațiilor diferențiale, rezolvarea temei.
8.2.3. Scheme de simulare ale sistemelor liniare și invariante în timp (I). Algebra schemelor funcționale. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> schema de simulare, bloc sumator, amplificator și integrator, forma directă I.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	Obligațiile studentului: lectura cursului, a bibliografiei aferente și recapitularea noțiunilor de matematică legate de rezolvarea ecuațiilor diferențiale, rezolvarea temei.
8.2.4. Scheme de simulare ale sistemelor liniare și invariante în timp (II). Algebra schemelor funcționale. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> forma directă II.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	Obligațiile studentului: lectura cursului, a bibliografiei aferente și recapitularea noțiunilor de matematică legate de rezolvarea ecuațiilor diferențiale, rezolvarea temei.
8.2.5. Scheme de simulare ale sistemelor liniare și invariante în timp (III). Transformarea reprezentării de tip intrare-ieșire în reprezentare de tip intrare-stare-ieșire. Aplicații. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> forma directă III, forme canonice standard.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	Obligațiile studentului: lectura cursului, a bibliografiei aferente, rezolvarea temei.
8.2.6. Transformata Laplace. Descompunerea în fracții simple. Determinarea răspunsului în timp a sistemelor continue cu ajutorul TL. Aplicații. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> răspunsul invers (în timp) în cazul rădăcinilor simple și multiple.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	Obligațiile studentului: lectura cursului, a bibliografiei aferente, rezolvarea temei.
8.2.7. Transformata Laplace. Algebra schemelor funcționale utilizând transformata Laplace. Aplicații de trasarea diagramelor Bode. <i>Concepte de bază, cuvinte-cheie:</i> conexiunea serie, paralel și cu reacție, determinarea funcției de transfer echivalente.	Metoda conversației, învățarea prin descoperire, studiu individual, rezolvare de probleme	Obligațiile studentului: lectura cursului, a bibliografiei aferente, rezolvarea temei.
Bibliografie 1. V.M. Cristea, S.P. Agachi, <i>Elemente de Teoria Sistemelor</i> , Editura Risoprint, Cluj-Napoca, 2002, 2. P.S. Agachi, V.M. Cristea, <i>Basic Process Engineering Control</i> , Editura De Gruyter GmbH, Berlin, 2014, 3. M. Hângănuț, <i>Teoria sistemelor</i> , Vol. I, At. de multiplicare al Institutului Politehnic Cluj-Napoca, 1989, 4. M. Hângănuț, <i>Teoria sistemelor</i> , Vol. II, At. de multiplicare al Institutului Politehnic Cluj-Napoca, 1996.		

**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 reprezentanți ai mediului economic de la unități industriale reprezentative (ex. Azomureș, Oltchim, ChimComplex)
- 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	Corectitudinea răspunsurilor – însușirea și înțelegerea corectă a problematicii tratate la curs	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%
	Rezolvarea corectă a problemelor		
10.5 Seminar/laborator	Corectitudinea răspunsurilor – însușirea și înțelegerea corectă a problematicii tratate la seminar, teste	Evaluarea on-site sau on-line. Temele rezolvate se prezintă la proxima întâlnire de seminar	10%
	Calitatea temelor rezolvate		10%
	Participarea activă la desfășurarea seminarului		5%
10.6 Standard minim de performanță			
<ul style="list-style-type: none"><li>• Înțelegerea și interpretarea evoluției temporale a unui sistem chimic; abstractizarea și reprezentarea acestuia prin mărimi de intrare, stare, și ieșire, utilizând instrumente matematice specifice</li><li>• Obținerea notei minime 5 (cinci) atât la evaluările legate de curs, seminar, rezolvările temelor primite și teste.</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 Vasile Mircea




Data avizării în departament

Semnătura directorului de departament



12 Aprilie 2021

Prof. dr. ing. Graziella Liana Turdean