

## FIȘA DISCIPLINEI

### 1. Date despre program

|                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1.1 Instituția de învățământ superior | Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca |
| 1.2 Facultatea                        | Automatică și Calculatoare            |
| 1.3 Departamentul                     | Automatică                            |
| 1.4 Domeniul de studii                | Ingineria Sistemelor                  |
| 1.5 Ciclu de studii                   | Licență                               |
| 1.6 Programul de studii / Calificarea | Automatică și Informatică Aplicată    |
| 1.7 Forma de învățământ               | IF – învățământ cu frecvență          |

### 2. Date despre disciplină

|                                                                         |                                                                                                                                                                                                                          |               |   |                       |              |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---|-----------------------|--------------|
| 2.1 Denumirea disciplinei                                               | <b>Identificarea sistemelor</b>                                                                                                                                                                                          |               |   | Codul disciplinei     | <b>34.00</b> |
| 2.2 Titularul de curs                                                   | Sl. dr. ing. Mircea Susca – <a href="mailto:Mircea.Susca@aut.utcluj.ro">Mircea.Susca@aut.utcluj.ro</a><br>Prof. dr. ing. Lucian Busoniu – <a href="mailto:Lucian.Busoniu@aut.utcluj.ro">Lucian.Busoniu@aut.utcluj.ro</a> |               |   |                       |              |
| 2.3 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect / practică | Sl. dr. ing. Mircea Susca – <a href="mailto:Mircea.Susca@aut.utcluj.ro">Mircea.Susca@aut.utcluj.ro</a><br>Prof. dr. ing. Lucian Busoniu – <a href="mailto:Lucian.Busoniu@aut.utcluj.ro">Lucian.Busoniu@aut.utcluj.ro</a> |               |   |                       |              |
| 2.4 Anul de studiu                                                      | 3                                                                                                                                                                                                                        | 2.5 Semestrul | 1 | 2.6 Tipul de evaluare | E            |
| 2.7 Regimul disciplinei                                                 | Categoriza formativă                                                                                                                                                                                                     |               |   |                       | DS           |
|                                                                         | Opționalitate                                                                                                                                                                                                            |               |   |                       | DOB          |

### 3. Timpul total estimat

|                                                                                                  |    |           |          |    |             |   |               |    |             |    |              |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------|----------|----|-------------|---|---------------|----|-------------|----|--------------|---|
| 3.1 Număr de ore pe săptămână                                                                    | 5  | din care: | 3.2 Curs | 2  | 3.3 Seminar | 0 | 3.3 Laborator | 2  | 3.3 Proiect | 1  | 3.3 Practică | 0 |
| 3.4 Număr de ore pe semestru                                                                     | 70 | din care: | 3.5 Curs | 28 | 3.6 Seminar | 0 | 3.6 Laborator | 28 | 3.6 Proiect | 14 | 3.3 Practică | 0 |
| 3.7 Distribuția fondului de timp (ore pe semestru) pentru studiu individual și evaluare:         |    |           |          |    |             |   |               |    |             |    |              |   |
| (a) Evaluare                                                                                     |    |           |          |    |             |   |               |    |             |    | 20           |   |
| (b) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe                                  |    |           |          |    |             |   |               |    |             |    | 10           |   |
| (c) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platforme electronice de specialitate și pe teren |    |           |          |    |             |   |               |    |             |    | 10           |   |
| (d) Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri                      |    |           |          |    |             |   |               |    |             |    | 2            |   |
| (e) Tutoriat                                                                                     |    |           |          |    |             |   |               |    |             |    | 3            |   |
| (f) Alte activități                                                                              |    |           |          |    |             |   |               |    |             |    | 10           |   |
| 3.8 Total ore studiu individual și evaluare (suma (3.7(a))...3.7(f))                             |    |           |          |    |             |   | 55            |    |             |    |              |   |
| 3.9 Total ore pe semestru (3.4+3.8)                                                              |    |           |          |    |             |   | 125           |    |             |    |              |   |
| 3.10 Numărul de credite                                                                          |    |           |          |    |             |   | 5             |    |             |    |              |   |

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

|                   |                                                                                                                                         |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.1 de curriculum | Fizică; Electrotehnică; Bazele circuitelor electronice; Mecanică; Analiză matematică; Modelarea Proceselor; Teoria Sistemelor.          |
| 4.2 de competențe | Matematici speciale; Algebră liniară și geometrie analitică; Calcul Numeric. Competențe de programare și experimentale, spirit analitic |

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

|                                                                 |                                                     |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 5.1. de desfășurare a cursului                                  | Expunere, întrebări, discuții                       |
| 5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului | Efectuarea lucrărilor de laborator este obligatorie |

### 6. Competențele specifice acumulate

|                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competențe profesionale | C3. Utilizarea fundamentelor automatizării, a metodelor de modelare, simulare, identificare și analiză a proceselor, a tehnicilor de proiectare asistată de calculator.<br>C3.1 Identificarea conceptelor fundamentale ale teoriei sistemelor, ingineriei reglării automate, a principiilor de bază din modelare și simulare, precum și a metodelor de analiză a proceselor, în scopul explicării problemelor de bază din domeniu. |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                         |                                                                                                                                   |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Competențe transversale | Proiectarea și desfășurarea experimentelor, interpretarea datelor<br>Implementarea tehnică a proiectului, raportare și prezentare |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 7. Rezultatele așteptate ale învățării

|                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cunoștințe                    | Dezvoltarea cunoștințelor teoretice și experimentale în domeniul modelării, simulării, identificării și analizei sistemelor dinamice.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Abilități                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- utilizarea conceptului de model dinamic în proiectarea sistemelor de reglare;</li> <li>- alegerea experimentului și a semnalului de intrare;</li> <li>- alegerea tipului și ordinului modelului;</li> <li>- identificarea parametrilor modelului pe baza datelor experimentale;</li> <li>- validarea modelului și selectarea celui mai bun model dintre mai multe alternative;</li> </ul> |
| Responsabilitate și autonomie | Implementarea tehnică a proiectului, raportare și prezentare.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

## 8. Obiectivele disciplinei (reieșind din grila competențelor specifice acumulate)

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.1 Obiectivul general al disciplinei | Studentul va fi format pentru a alege și aplica metode de identificare și validare a modelelor dinamice de comandă în MATLAB, dat fiind un sistem necunoscut.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 8.2 Obiectivele specifice             | <p>Studentul va capata următoarele deprinderi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- va utiliza conceptul de model dinamic de comandă</li> <li>- va alege experimentul și semnalul de intrare pentru identificare</li> <li>- va selecta tipul și ordinul modelului</li> <li>- va identifica parametrii modelului din datele experimentale</li> </ul> <p>va valida modelul identificat și selecta cel mai bun model dintr-o serie de alternative</p> |

## 9. Conținuturi

| 9.1 Curs                                                                                                         | Nr. ore | Metode de predare                                                                                                                                                                                                  | Observații |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Fundamentele identificării sistemelor (modele dinamice de comandă)                                            | 2       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Expunere folosind videoproiector și la tablă</li> <li>- Exerciții și întrebări interactive</li> <li>- Discuții cu studenții</li> <li>- Teste de curs opționale</li> </ul> |            |
| 2. Identificarea sistemelor de ordinul I și II pe baza răspunsului la treaptă (condiții inițiale nule și nenule) | 2       |                                                                                                                                                                                                                    |            |
| 2. Identificarea sistemelor de ordinul I și II pe baza răspunsului la impuls (condiții inițiale nule și nenule)  | 2       |                                                                                                                                                                                                                    |            |
| 4. Baze matematice: Regresia liniară și statistică                                                               | 2       |                                                                                                                                                                                                                    |            |
| 5. Identificarea sistemelor de ordin superior, de exemplu folosind analiza de corelație                          | 2       |                                                                                                                                                                                                                    |            |
| 6. Metode bazate pe alegerea erorii de predicție: ARX                                                            | 2       |                                                                                                                                                                                                                    |            |
| 7. Semnale de intrare (SPAB, sinusoidale)                                                                        | 2       |                                                                                                                                                                                                                    |            |
| 8. Metode bazate pe alegerea erorii de predicție: structuri de modele și procedura de identificare               | 2       |                                                                                                                                                                                                                    |            |
| 9. Metode bazate pe alegerea erorii de predicție: procedura de identificare; optimizare                          | 2       |                                                                                                                                                                                                                    |            |
| 10. Metoda variabilelor instrumentale                                                                            | 2       |                                                                                                                                                                                                                    |            |
| 11. Metode avansate de identificare: Identificarea în spațiul stărilor sau în buclă închisă                      | 2       |                                                                                                                                                                                                                    |            |
| 12. Identificarea recursivă                                                                                      | 2       |                                                                                                                                                                                                                    |            |

| 9.1 Curs                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Nr. ore | Metode de predare | Observații |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------|------------|
| 13. Validarea modelelor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2       |                   |            |
| 14. Considerente practice și studiu de caz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2       |                   |            |
| Bibliografie<br>1.Eykhoff P. System Identification: Parameter and State Estimation. John Wiley, London, 1974.<br>2.Goodwin G.C., Payne R.L. Dynamic System Identification: Experiment Design and Data Analysis. Academic Press, New York, 1984.<br>4.Isermann R. Special Issue on System Identification. Automatica, 17(1), 1981.<br>5.Söderström T., Stoica P. System Identification. Prentice Hall Inc., Hertfordshire, 1989. Disponibilă online: <a href="http://user.it.uu.se/~ts/bookinfo.html">http://user.it.uu.se/~ts/bookinfo.html</a><br>6.Ljung L. System Identification - Theory for the User. Prentice Hall, New York, 2006.<br>7.Landau I.D. Adaptive Control - The Model Reference Approach. Dekker, New York, 1979.<br>8.Ljung L., Söderström T. Theory and Practice of Recursive Identification. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1983.<br>9.Landau I.D. Lecture Notes on Adaptive Control. University of California, Continuing Education in Engineering, Berkeley, California, 1983.<br>10.Goodwin G.C., Sin K.S. Adaptive Filtering Prediction and Control. Prentice Hall, New Jersey, 1984.<br>11.Landau I.D. A Feedback System Approach to Adaptive Filtering. IEEE Trans. on Information Theory, April, 1984. |         |                   |            |

| 9.2 Seminar / laborator / proiect / practică                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Nr. ore | Metode de predare                                                                                                                                                     | Observații |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Utilizarea MATLAB/SCILAB pentru experimente de identificare                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2       | - Teste de laborator<br>- Implementare in Matlab/Simulink<br>- Testare/validare cu ajutorul sistemelor fizice<br>- Verificare si discutii ale solutiilor cu studentii |            |
| Identificarea sistemelor de ordinul I și II pe baza răspunsului la treaptă                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2       |                                                                                                                                                                       |            |
| Identificarea sistemelor de ordinul I și II pe baza răspunsului la impuls                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2       |                                                                                                                                                                       |            |
| Fundamente matematice                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2       |                                                                                                                                                                       |            |
| Identificarea sistemelor de ordin superior folosind de ex. analiza de corelatie                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2       |                                                                                                                                                                       |            |
| Metoda ARX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2       |                                                                                                                                                                       |            |
| Generarea și analiza intrărilor pentru identificarea modelelor parametrice (semnal pseudo-aleator binar)                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2       |                                                                                                                                                                       |            |
| Preprocesarea datelor experimentale în vederea identificării parametrilor modelelor parametrice                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2       |                                                                                                                                                                       |            |
| Identificarea modelelor eroare de ieșire cu metoda Gauss-Newton                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2       |                                                                                                                                                                       |            |
| Metoda variabilelor instrumentale                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2       |                                                                                                                                                                       |            |
| Identificarea în spațiul stărilor sau în buclă închisă                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2       |                                                                                                                                                                       |            |
| Metoda celor mai mici pătrate recursivă                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2       |                                                                                                                                                                       |            |
| Identificarea sistemelor cu timp mort și validarea modelelor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2       |                                                                                                                                                                       |            |
| Considerații practice și estimarea parametrilor într-un studiu de caz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2       |                                                                                                                                                                       |            |
| <b>Proiect:</b> Identificarea modelului dinamic corespunzător unui sistem neliniar (și fundamentele de regresie necesare), a unui circuit electric, sau a unui sistem de poziționare în plan acționat cu motoare de curent continuu fără perii (generarea semnalelor de comandă, achiziția datelor, determinarea structurii modelului, estimarea parametrilor și validarea modelului) | 14      |                                                                                                                                                                       |            |
| Bibliografie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |                                                                                                                                                                       |            |
| 1.Ljung L. System Identification - Theory for the User. Prentice Hall, New York, 2006.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |                                                                                                                                                                       |            |
| 2.Söderström T., Stoica P. System Identification. Prentice Hall Inc., Hertfordshire, 1989. Disponibilă online: <a href="http://user.it.uu.se/~ts/bookinfo.html">http://user.it.uu.se/~ts/bookinfo.html</a>                                                                                                                                                                            |         |                                                                                                                                                                       |            |
| 3.Landau I.D. Adaptive Control - The Model Reference Approach. Dekker, New York, 1979.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |         |                                                                                                                                                                       |            |
| 4.Ljung L., Söderström T. Theory and Practice of Recursive Identification. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1983.                                                                                                                                                                                                                                                                 |         |                                                                                                                                                                       |            |

**10. Coroborarea conținuturilor disciplinei cu așteptările reprezentanților comunității epistemice, asociațiilor profesionale și angajatorilor reprezentativi din domeniul aferent programului**

Lucrări de laborator orientate în domeniul de interes al companiilor active pe piața locală/regională.  
Metodele de identificare sunt o precondiție pentru aplicarea automatizării: analiza sistemului, proiectarea controlerelor, a reguletoarelor de stare, etc. Aceste considerații se aplică atât în industrie cât și pentru cercetare și dezvoltare.

**11. Evaluare**

| Tip activitate                             | 11.1 Criterii de evaluare                                           | 11.2 Metode de evaluare (și forma evaluare: continuă/sumativă)                                                                                                                                                 | 11.3 Pondere din nota finală |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 11.4 Curs                                  | Rezolvare corectă a problemelor propuse                             | O combinație între următoarele: examen scris, verificare față în față, examen online, chestionare online, teme de curs                                                                                         | 30-60%                       |
| 11.5 Seminar/Laborator /Proiect / practică | Utilizarea Matlab/Scilab pentru identificare<br>Experiență practică | O combinație între următoarele: activitate de laborator, soluții de laborator validate; verificare antiplagiarism; colocviu/test de laborator; chestionare de laborator<br>Raport și/sau prezentare de proiect | 40-70%                       |
| 11.6 Standard minim de performanță         |                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |                              |

| Data completării: | Titulari  | grad didactic, titlu Prenume NUME | Semnătura |
|-------------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
| 15.07.2026        | Curs      | SL.dr.ing. Mircea Susca           |           |
|                   |           | Prof. dr. ing. Lucian Busoniu     |           |
|                   | Aplicatii | SL.dr.ing. Mircea Susca           |           |
|                   |           | Prof. dr. ing. Lucian Busoniu     |           |

|                                                                      |                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Data avizării în Consiliul Departamentului de Automatică             | Director Departament Automatică<br>Prof.dr.ing. Honoriu VĂLEAN              |
| Data aprobării în Consiliul Facultății de Automatică și Calculatoare | Decan Facultatea de Automatică și Calculatoare<br>Prof.dr.ing. Vlad MURESAN |