

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea „Politehnica” din București
1.2 Facultatea	Automatică și Calculatoare
1.3 Departamentul	Automatică și Ingineria Sistemelor
1.4 Domeniul de studii	Ingineria Sistemelor
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Programul de studii/Calificarea	Automatica și Informatica Aplicata

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Prelucrarea Semnalelor						
2.2 Titularii activităților de curs	Prof. Dan ȘTEFĂNOIU, Conf. Janetta CULIȚĂ						
2.3 Titularii activităților de laborator	Conf. Cătălin PETRESCU, Ș.I. Alexandru DUMITRAȘCU						
2.4 Anul de studiu	IV	2.5 Semestrul	I	2.6 Tipul de evaluare	Examen	2.7 Regimul disciplinei	O

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

3.1 Număr de ore pe săptămână	5	din care: 3.2 curs	3	3.3 seminar/laborator	2
3.4 Total ore din planul de învățământ	70	din care: 3.5 curs	42	3.6 seminar/laborator	28
Distribuția fondului de timp					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe					30
Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate și pe teren					6
Pregătire seminarii/laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri					15
Tutoriat					–
Examinări					3
Alte activități (cercetare)					4
3.7 Total ore studiu individual	58				
3.9 Total ore pe semestru	128				
3.10 Numărul de credite	5				

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	<ul style="list-style-type: none"> • Matematică I, II, III • Fizică • Tehnici de Calcul în Automatică și Informatică • Teoria Sistemelor • Metode Numerice • Modelare și Simulare • Prelucrarea Semnalelor
4.2 de competențe	• Aptitudini de operare cu sisteme liniare și cu mediul de programare Matlab.

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	• Existența unui amfiteatru dotat cu mijloace multi-media și conexiune la internet.
5.2. de desfășurare a seminarului/laboratorului	<ul style="list-style-type: none"> • Existența câte unui post de lucru dotat cu calculator de performanțe medii pentru fiecare student. • Mediul de programare MATLAB și un compliator de Ansi C sau C++.

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	<p>C1. Utilizarea de cunoștințe de matematică, fizică, tehnica măsurării, grafică tehnică, inginerie mecanică, chimică, electrică și electronică în ingineria sistemelor.</p> <p>C3. Utilizarea fundamentelor automatizării, a metodelor de modelare, simulare, identificare și analiză a proceselor, a tehnicilor de proiectare asistată de calculator.</p> <p>C4. Proiectarea, implementarea, testarea, utilizarea și mentenanța sistemelor cu echipamente de uz general și dedicat, inclusiv rețele de calculatoare, pentru aplicații de automată și informatică aplicată.</p> <p>C5. Dezvoltarea de aplicații și implementarea algoritmilor și structurilor de conducere automată, utilizând principii de management de proiect, medii de programare și tehnologii bazate pe microcontrolere, procesoare de semnal, automate programabile, sisteme încorporate.</p>
Competențe transversale	<p>CT1. Aplicarea, în contextul respectării legislației, a drepturilor de proprietate intelectuală (inclusiv de transfer tehnologic), a metodologiei de certificare a produselor, a principiilor, normelor și valorilor codului de etică profesională în cadrul propriei strategii de muncă riguroasă, eficientă și responsabilă.</p> <p>CT2. Identificarea rolurilor și responsabilităților într-o echipă plurispecializată, luarea deciziilor și atribuirea de sarcini, cu aplicarea de tehnici de relaționare și muncă eficientă în cadrul echipei.</p> <p>CT3. Identificarea oportunităților de formare continuă și valorificarea eficientă a resurselor și tehnicilor de învățare pentru propria dezvoltare.</p>

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"> Fiind un curs matematici aplicate, acesta urmărește familiarizarea studenților cu o manieră riguroasă, dar pragmatică, de abordare a problemelor din inginerie.
7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> Obiectivul specific al acestui curs este de a introduce principalele concepte și terminologia specifică Identificării Sistemelor Liniare, cu deschidere către aplicații practice (în special de control automat și predicție). Prezentarea urmărește familiarizarea studenților cu tehnicile de bază ale identificării experimentale a sistemelor liniare în buclă deschisă, cu ajutorul unor metode ce au la bază Metoda Celor Mai Mici Pătrate (a lui Gauss).

8. Conținuturi

8. 1 Curs	Metode de predare	Observații
1. Introducere. Sistem și proces. Cutia neagră ca obiect al identificării. Problema generală a identificării sistemelor: formulare generală. Organigrama unui experiment de identificare, cu exemple.	Prelegere interactivă	Durata aproximativă: 4h
2. Modele liniare de identificare. Clasificări preliminare ale modelelor de identificare. Clase de modele parametrice: ipoteze de lucru, expresii matematice generale, cazuri particulare. Evidențierea celor mai utilizate clase de modele liniare: ARMAX (de tip intrare-ieșire), RIO (de tip intrare-ieșire), RS (cu reprezentare pe stare). Forma de regresie liniară, ca expresie unificatoare a modelelor liniare de tip intrare-ieșire. Problema identificării modelelor parametrice: formulări în cadrul Teoriei Optimizărilor și în cadrul Teoriei Estimației. Proprietăți statistice dezirabile ale estimațiilor parametrice: nedeviere (asimptotică), consistență, eficiență.	Prelegere interactivă	Durata aproximativă: 4h
3. Semnale de stimul. Alegerea unui semnal adecvat de stimul în identificarea sistemelor. Exemple de identificare eronată sau	Prelegere interactivă	Durata aproximativă: 4h

<p>imposibilă din cauza semnalului de stimul ales necorespunzător. Conceptul de persistență. Exprimări echivalente în timp și în frecvență ale persistenței unui semnal. Zgomotul alb ca semnal ideal de stimul, dar nerealizabil fizic prin mijloace de generare artificială. Secvențe pseudo-aleatoare uniform distribuite ca aproximații ai zgomotului alb. Algoritmi de complexitate redusă pentru generarea de secvențe pseudo-aleatoare.</p>		
<p>4. Metode de identificare în buclă deschisă și de validare a modelelor. Scurtă clasificare a metodelor de identificare. Metoda Celor Mai Mici Pătrate – MCMMP (variante de bază, a lui Gauss). Teorema fundamentală a MCMMP (condiții suficiente de nedeviere, consistență și eficiență statistică ale estimațiilor parametrilor determinate cu ajutorul MCMMP). Variante de bază ale MCMMP. Remedierea deficiențelor posibile ale estimațiilor CMMP (centrarea datelor pe medie și estimatorul Markov). Cazul modelelor ARX (cele mai utilizate în Automatică). Metoda Variabilelor Instrumentale (MVI). Teorema fundamentală a MVI. Cazul modelelor ARX identificate cu ajutorul MVI. Metode de optimizare adaptate pentru Identificarea Sistemelor: Metoda Newton-Raphson, Metoda Gauss-Newton. Metode de Estimare Statistică: Metoda lui Bayes, Metoda Verosimilității Maxime (MVM). Exemplu de aplicare a MVM. MCMMP extinsă. Metoda Minimizării Erorii de Predicție (MMEP). Exemplu de aplicare a MCMMP pentru identificare modelelor din clasa ARMAX. Paradigma adaptabilitate-precizie. MCMMP recursivă (MCMMP-R) (în variantă on-line). Algoritmul eficient al MCMMP-R. MVI recursivă. MCMMP/MVI cu fereastră exponențială. MCMMP/MVI cu fereastră dreptunghiulară. Criterii de selecție optimală a modelelor de identificare: aplatizarea, testul F, criteriul FPE, criteriile lui Akaike și Rissanen. Criterii de validare a modelelor de identificare (metode de albire) pentru MCMMP și MVI.</p>	Prelegere interactivă	Durata aproximativă: 27h
<p>5. Exerciții rezolvate. Exemple practice studențești de aplicare a metodelor de identificare.</p>	Prelegere interactivă	Durata aproximativă: 3h
<p>Bibliografie</p> <p>[LuSt08] Culiță J., Ștefănoiu D. – <i>Modelare analitică și experimentală a sistemelor</i>, Editura Printech, București, România, 2008.</p> <p>[LjL99] Ljung L. – <i>System Identification - Theory for the User</i>, Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J., 2nd edition, 1999.</p> <p>[PrMa96] Proakis J.G., Manolakis D.G. – <i>Digital Signal Processing. Principles, Algorithms and Applications.</i>, third edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA, 1996.</p> <p>[SoSt89] Söderström T., Stoica P. – <i>System Identification</i>, Prentice Hall, London, UK, 1989.</p> <p>[SMS04] Ștefănoiu D., Matei I., Stoica P. – <i>Aspecte practice în Modelarea și Identificarea Sistemelor</i>, Editura Printech, București, România, 2004.</p> <p>[SCS05] Ștefănoiu D., Culiță J., Stoica P. – <i>Fundamentele Modelării și Identificării Sistemelor</i>, Editura Printech, București, România, 2005.</p> <p>[SCT12] Ștefănoiu D., Culiță J., Tudor F.S. – <i>Abordări experimentale de identificare a proceselor și fenomenelor</i>, Editura AGIR, București, România, 2012.</p> <p>[TeSt80] Tertișco M., Stoica P. – <i>Identificarea și Estimarea Parametrilor Sistemelor</i>, Editura Didactică & Pedagogică, București, România, 1980.</p> <p>[TeSt85] Tertișco M., Stoica P. – <i>Modelarea și Predicția Seriilor de Timp</i>, Editura Academiei Române, București, România, 1985.</p> <p>[TSP87] Tertișco M., Stoica P., Popescu Th. – <i>Identificarea Asistată de Calculator a Proceselor Industriale</i>, Editura Tehnică, București, România, 1987.</p>		

8. 2 Seminar/laborator	Metode de predare	Observații
<p>➤ Notă. Dintre pachetele de teme de laborator care urmează, primele două sunt obligatorii. Celelalte sunt opționale, dar semigrupele de studenți trebuie să aleagă unul sau mai multe dintre ele, astfel încât să se obțină punctajul minim necesar promovării, 25 de puncte din 100. Cu toate acestea, indiferent de opțiune, punctajul acordat va fi limitat la valoarea maximă de 40 de puncte din 100.</p>		
<p>Pachetul #1 – Trusa de instrumente de identificare a sistemelor din cadrul mediului de programare MATLAB Mediul de programare MATLAB oferă un set de rutine extrem de utile pentru domeniul IS, grupate într o trusă specializată (System Identification toolbox). După prezentarea trusei de IS, studenții sunt învățați cum să opereze cu instrumentele din această trusă, fie direct, fie prin intermediul unei interfețe grafice specializate, de asemenea deja implementată în mediul de programare MATLAB.</p>	Lucrare de laborator dirijată, interactivă	Punctaj: 2/100 Durata: 2 ore
<p>Pachetul #2 – Caracterizări în timp și în frecvență ale proceselor stocastice Această temă de laborator urmărește acomodarea studenților cu procesele stocastice. Un program cu interfață grafică prietenoasă, deja implementat, îi ajută pe studenți să distingă între proprietățile de filtrare ale unui model ARX, în funcție de pozițiile polilor și zerourilor.</p>	Lucrare de laborator dirijată, interactivă	Punctaj: 3/100 Durata: 2 ore
<p>Pachetul #3 – Identificare parametrică în manieră off-line 3.1. Identificarea modelelor parametrice prin MCMMP Obiectivul acestei teme este acela de a familiariza studenții cu algoritmi de bază derivați din MCMMP. Este efectuată o comparație între două tipuri de modele identificate prin MCMMP: ARX și OE (pentru al doilea, presupunând că zgomotul a putut fi măsurat separat). 3.2. Identificarea modelelor parametrice prin MVI De data aceasta, metoda în discuție este MVI. Este efectuată din nou o comparație între cele două tipuri de modele identificate (ARX și OE), iar performanțele sunt comparate cu cele ale modulului precedent. 3.3. Identificarea modelelor parametrice prin MMPE Algoritmul MMPE, fiind de complexitate ridicată, studenții sunt învățați cum să utilizeze funcția MATLAB deja implementată, armax. Sunt din nou reluate exemplele modelelor ARX și OE.</p>	Lucrări de laborator dirijate, interactive	Punctaj: 35/100 Durata: 24 ore
<p>Pachetul #4 – Identificare parametrică în manieră on-line 4.1. Algoritmii rapizi CMMP-R și VI-R, fără fereastră Se urmărește implementarea algoritmilor derivați din MCMMP R și MVI R, în variantele lor eficiente de bază (fără fereastră). Testarea lor se efectuează în cazul unor modele ARX și OE, cu parametri variabili în timp. 4.2. Algoritmii rapizi CMMP-R și VI-R, cu fereastră Se reia modulul anterior, dar în cazul algoritmilor cu fereastră exponențială și cu fereastră dreptunghiulară.</p>	Lucrări de laborator dirijate, interactive	Punctaj: 35/100 Durata: 24 ore
<p>Pachetul #5 – Identificare de procese SISO uzuale 5.1. Identificarea unui uscător de păr. Studenții sunt angrenați în identificarea unui prim proces real – un uscător de păr, de la care s-au achiziționat date în prealabil. Ei trebuie să utilizeze trusa de instrumente din MATLAB și, eventual, interfața grafică a acesteia. Demersul se încheie cu validarea modelului identificat.</p>	Lucrări de laborator dirijate, interactive	Punctaj: 35/100 Durata: 24 ore

<p>5.2. Identificarea unui manipulator cu un braț Ca și în cadrul modulului precedent, studenții încearcă identificarea celui de-al doilea proces real. Aici, este vorba despre un manipulator cu un braț, de la care s-au achiziționat date în prealabil.</p> <p>5.3. Identificarea unui schimbător de căldură În spiritul ultimelor două module, studenții încearcă identificarea celui de al treilea proces real. În acest caz, este vorba despre un schimbător de căldură, de la care s-au achiziționat date în prealabil.</p> <p>5.4. Identificarea unui manipulator cu un braț Identificarea parametrilor fizici ai unui motor electric. Acest modul este dedicat unei teme de identificare a modelelor în timp continuu. Studenții sunt ghidați pas cu pas în identificarea parametrilor unui motor electric, văzut ca sistem de timp continuu.</p>		
<p>Bibliografie</p> <p>[SMS04] Ștefănoiu D., Matei I., Stoica P. – <i>Aspecte practice în Modelarea și Identificarea Sistemelor</i>, Editura Printech, București, România, 2004.</p> <p>[SCT12] Ștefănoiu D., Culiță J., Tudor F.S. – <i>Abordări experimentale de identificare a proceselor și fenomenelor</i>, Editura AGIR, București, România, 2012.</p>		

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

<ul style="list-style-type: none"> • Disciplina răspunde cerințelor actuale de dezvoltare și evoluție pe plan național și internațional al învățământului tehnic superior în domeniul ingineriei sistemelor. • Programa disciplinei este integrată în programele de studii asociate domeniului de inginerie a sistemelor din UPB, fiind corelată cu programe de studii similare din universitățile europene ce aplică sistemul Bologna. Mai mult, programa analitică este extrem de apropiată cursurilor introductive de Prelucrare de semnale din universități americane precum Massachusetts Institute of Technology (MIT) sau California Technology Institute (CalTech). • Se asigură studenților competențe adecvate cu necesitățile calificărilor actuale, o pregătire științifică și tehnică corespunzătoare nivelului de licență, care să le permită inserția rapidă pe piața muncii după absolvire, dar și posibilitatea continuării studiilor prin programe de masterat și doctorat. • Programul de studii este încadrat în politica și strategia Universității „Politehnica” din București, atât din punct de vedere al conținutului și structurii, cât și din punct de vedere al aptitudinii și deschiderii internaționale oferite studenților.
--

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Gradul de implicare interactivă la orele de curs.	Întrebări ad hoc în timpul cursului, observații pertinente din partea studenților.	10%
	Testarea corectitudinii soluțiilor problemelor propuse la examen.	Examen scris în două etape (grile multi-răspuns și aplicații)	50%
10.5 Seminar/laborator	Testarea corectitudinii lucrărilor de laborator și proiectelor propuse.	Examinare orală, cu întrebări punctuale din programele software elaborate.	40%
	Respectarea termenului de predare a lucrărilor de laborator și proiectelor propuse.		

10.6 Standard minim de performanță

- Punctajul maxim alocat este de 100 de puncte. Punctajul efectiv obținut de student va fi convertit la grila de notare 0-10, așa cum se explică mai jos.
- Studenții nu pot intra la examen dacă nu au acumulat **minim 25 de puncte** din activitatea de laborator și implicare interactivă la curs.
- Pentru cei ce sunt eligibili să participe la examen, nota se calculează astfel: punctajul total (proiect+activitate+examen), dacă este de cel puțin 50 de puncte, se împarte la 10 și se rotunjește la întregul cel mai apropiat; în caz contrar, după împărțirea la 10, nota obținută este trunchiată la întregul inferior; astfel, nota variază între 0 și 10, iar un punctaj de 49 de puncte este convertit la nota 4 – care nu asigură promovarea; ca o excepție de la regula de mai sus, nota 10 poate fi obținută și de către studenții care ating sau depășesc pragul de 90 de puncte.
- În cazul nepromovării, punctajul de la proiect și cel interactiv se conservă pînă la promovare, dar punctajul de la examen se reconstruiește de la 0 (zero), la fiecare reexaminare. Studenții au posibilitatea de a-și mări punctajul de la proiect (dar în limita celor 40 de puncte), între reexamnări successive, cu respectarea termenelor de predare, prin efectuarea unui alt proiect suplimentar, din lista de mai sus.
- În cazul măririi de notă, studenții trebuie să facă dovada abilităților de cercetare și să se implice într-o temă specifică disciplinei. Ei au posibilitatea de a-și prezenta rezultatele la sesiunea de comunicări științifice studentești sau la școala de vară în Automatică, ambele manifestări fiind organizate anual. În funcție de această activitate, va fi decisă valoarea suplimentului la nota deja obținută, într-un quantum care va fi limitat totuși la maxim 30 de puncte din cele 100 ale grilei de evaluare.

Data completării

15.12.2014

.....

Semnăturile titularilor de curs

.....

Semnăturile titularilor de aplicații

.....

Data avizării în departament

.....

Semnătura șefului de departament

.....