

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
1.2 Facultatea	Facultatea de Inginerie Electrică
1.3 Departamentul	Electrotehnică și Măsurări
1.4 Domeniul de studii	Științe Inginerești Aplicate
1.5 Ciclul de studii	Licență
1.6 Programul de studii / Calificarea	Inginerie Medicală – Bistrița
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	19.00

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Metode Numerice				
2.2 Titularul de curs	Conf.dr.ing. Levente CZUMBIL (levente.czumbil@ethm.utcluj.ro)				
2.3 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Conf.dr.ing. Levente CZUMBIL (levente.czumbil@ethm.utcluj.ro)				
2.4 Anul de studiu	II	2.5 Semestrul	1	2.6 Tipul de evaluare	E
2.7 Regimul disciplinei	Categoriza formativă				DF
	Opționalitate				---

3. Timpul total estimate

3.1 Număr de ore pe săptămână	4	din care:	3.2 Curs	2	3.3 Seminar	-	3.3 Laborator	2	3.3 Proiect	-
3.4 Număr de ore pe semestru	56	din care:	3.5 Curs	28	3.6 Seminar	-	3.6 Laborator	28	3.6 Proiect	-
3.7 Distribuția fondului de timp (ore pe semestru) pentru:										
(a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe										14
(b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platforme electronice de specialitate și pe teren										8
(c) Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri										12
(d) Tutoriat										4
(e) Examinări										6
(f) Alte activități:										0
3.8 Total ore studiu individual (suma (3.7(a))...3.7(f)))					44					
3.9 Total ore pe semestru (3.4+3.8)					100					
3.10 Numărul de credite					4					

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Fizică, Programarea Calculatoarelor, Teoria Circuitelor Electrice, Bazele Electrotehnicii, Algebra Liniară, Matematici Speciale
4.2 de competențe	- Elaborarea și utilizarea pachetelor de programe de simulare și modelare specifice aplicațiilor din domeniul ingineriei electrice, energetice, științelor ingineriești aplicate și ingineriei economice - Evaluarea rezultatelor obținute în urma utilizării metodelor și a mijloacelor CAD în rezolvarea problemelor din domeniul ingineriei electrice.

	• Capacitatea de a aborda, implementa și utiliza aplicații hardware și software în probleme specifice de inginerie electrică. • Capacitatea de a identifica, formula, modela și rezolva probleme de inginerie în abordare sistemică
--	--

5. Condiții (acolo unde este cazul)

5.1. de desfășurare a cursului	---
5.2. de desfășurare a seminarului / laboratorului / proiectului	---

6. Competențele specifice acumulate

Competențe profesionale	• Capacitatea de a identifica, formula și de a rezolva probleme de inginerie în abordare sistemică. • Descrierea conceptelor, teoriilor și metodelor de bază ale matematicii, fizicii și chimiei, adecvate pentru domeniul ingineriei electrice • Explicarea și interpretarea fenomenelor prezentate la disciplinele din domeniu și de specialitate, utilizând cunoștințele fundamentale de matematica, fizica, chimie • Aplicarea regulilor și metodelor științifice generate pentru rezolvarea problemelor specifice ingineriei electrice • Capacitatea de a aborda, implementa și utiliza aplicații hardware și software în probleme specifice de inginerie electrică • Aprecierea calității, avantajelor și dezavantajelor unor metode și procedee din domeniul ingineriei electrice, precum și a nivelului de documentare științifică a proiectelor și a consistenței programelor folosind metode științifice și tehnici matematice • Capacitatea de a utiliza instrumente dedicate CAD/CAE/CAM pentru proiectare, modelare numerică, optimizare în aplicații de inginerie electrică • Transpunerea unor probleme din ingineria electrică în programe de calculator • Evaluarea rezultatelor obținute în urma utilizării metodelor și a mijloacelor CAD în rezolvarea problemelor din domeniul ingineriei electrice
Competențe transversale	

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	• Dezvoltarea de competențe în domeniul Metodelor Numerice în sprijinul formării profesionale • Disciplina are ca scop familiarizarea studenților cu metodele numerice clasice cât și cele de dată relativ recentă, utilizate la soluționarea aplicațiilor din domeniul ingineriei electrice, ingineriei energetice și respectiv ingineriei medicale, corelată cu folosirea unor tehnici de calcul corespunzătoare
---------------------------------------	---

7.2 Obiectivele specifice	• Studenții vor cunoaște mecanismele de aplicare a metodelor numerice în rezolvarea problemelor concrete din ingineria electrică / energetică / medicală asigurând formarea unei logici numerice riguroase și a unui mod de gândire algoritmic. • Se vor prezenta mai multe metode numerice pentru fiecare problemă abordată, evidențiindu-se importanța efectuării analizei complexității algoritmilor, a stabilității lor numerice precum și transpunerea lor pe calculator. • Studenții vor ști să utilizeze tehnicile moderne de implementare a algoritmilor în softuri de calcul numeric. • Studenții vor ști să aleagă metoda numerică potrivită fiecărui tip de aplicație.
---------------------------	--

8. Conținuturi

8.1 Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
Capitolul 1. Utilizarea metodelor numerice în aplicații specifice ingineriei electrice/medicale. (Curs 01) Introducere. Obiectul cursului. Evoluția metodelor numerice și a tehnicii de calcul. Erori în rezolvarea problemelor numerice. Exprimarea erorii. Surse și tipuri de erori. Propagarea erorilor. Calculul valorilor funcțiilor utilizate în ingineria electrică. Calculul valorilor funcțiilor polinomiale. Calculul valorilor unor funcții analitice. Calculul valorilor funcțiilor cu metoda aproximațiilor succesive. Dezvoltări în serie. Utilizarea numerelor complexe în aplicații de IE/IM- reguli practice. Bibliografie.	2	Prezentare Power Point Discuții Interactive Demonstrațiile, Explicațiile Algoritmilor – pe tablă Demonstrațiile Convergenței, Stabilității Metodelor – pe tablă	Desfășurare în regim onsite conform orarului IE
Capitolul 2. Metode numerice de rezolvare a ecuațiilor algebrice și transcendente. (Curs 02) Metoda biseției. Metoda coardei. Metoda Newton-Raphson. Metoda Halley. Aplicații în IE/IM. Se vor discuta următoarele aplicații: Rezolvarea circuitelor rezistive neliniare de c.c. Stabilirea traseului optim al LEA. Rezolvarea ecuației de echilibru forța electrică-forța electrodinamică.	2		
Capitolul 3. Metode numerice de soluționare a sistemelor de ecuații. (Curs 03 & 04) Elemente de algebră matricială. Inversarea și factorizarea matricelor. Matrice și grafuri de circuit. Norma unui vector. Norme matriciale Metode directe și iterative de calcul al valorilor proprii. Studiul condiționării și rezolvarea sistemelor de ecuații incorect formulate. Numărul de condiționare. Rezolvarea numerică a sistemelor de ecuații liniare. Metode directe (Metoda lui Gauss, factorizare LU). Metode iterative (Metoda aproximațiilor succesive). Rezolvarea sistemelor de ecuații neliniare. Metoda aproximațiilor succesive (Jacobi). Metoda lui Newton. Aplicații în IE/IM. Se vor discuta următoarele aplicații: Analiza circuitelor electrice liniare și neliniare în regim staționar, armonic permanent sau	4		

tranzitoriu. Analiza stabilității la mici perturbații a sistemelor electrice. Proceduri de abordare a rezolvării circuitelor electrice în c.c și c.a. utilizând metodele matriciale și numărul de condiționare.			
Capitolul 4. Metode numerice de aproximare și interpolare. (Curs 05, 06 & 07) Metoda celor mai mici pătrate. Discuție: Seria Taylor; Seria Fourier – analiza armonică. Interpolare polinomială. Interpolare Lagrange. Interpolare Newton cu diferențe divizate. Funcții spline. Aplicații în IE/IM. Se vor discuta următoarele aplicații: Amplasarea tablourilor de distribuție. Prelucrarea curbilor de sarcină prin interpolare. Aproximarea numerică a caracteristicii de mers în gol a unui GS.	5		
Capitolul 5. Metode numerice de calcul a integralelor (Curs 07 & 08) Formule de cuadratură de tip Newton-Cotes. Formula trapezelor. Formula trapezelor generalizată. Formula lui Simpson. Formula lui Simpson generalizată. Formule de cuadratură de tip Gauss. Aplicații în IE/IE/IM. Se vor discuta următoarele aplicații: Evaluarea supratensiunilor induse datorită trăsnetelor pe LEA. Prelucrarea curbilor de sarcină prin integrare numerică	3		
Capitolul 6. Metode numerice de calculul al derivatelor. (Curs 09 & 10) Derivare numerică bazată pe polinoame de interpolare. Interpolare Lagrange. Interpolare Newton. Diferențe divizate - introducerea conceptului MDF. Formule de derivare utilizând dezvoltări în serie Taylor. Aplicații în IE/IM. Se vor discuta următoarele aplicații: Determinarea distribuției de sarcină electrică. Calculul intensității câmpurilor electromagnetice. Determinarea potențialelor curbilor de sarcină	4		
Capitolul 7. Metode numerice de rezolvare a ecuațiilor diferențiale cu condiții inițiale și a sistemelor de ecuații diferențiale. (Curs 11 & 12) Metoda dezvoltării în serie Taylor. Metoda lui Euler. Metode de tip Runge-Kutta. Metode numerice pentru soluționarea ecuațiilor diferențiale parabolice, hiperbolice și eliptice. Aplicații în IE/IM. Se vor discuta următoarele aplicații: Rezolvarea circuitelor electrice în regim tranzitoriu. Analiza comportării descărcătoarelor de supratensiuni. Analiza stabilității la mari perturbații a unui generator electric racordat la SE. Studiul performanțelor dinamice ale unui motor liniar de inducție.	4		
Capitolul 8. Noțiuni de bază în Metoda Diferențelor Finite și în Metoda Elementului Finit. (Curs 13) Metode numerice de rezolvare a modelului matematic diferențial de câmp electromagnetic. Rezolvarea ecuației Laplace cu metoda diferențelor finite și cu metoda	2		

elementului finit. Programe de modelare și simulare numerică care utilizează metoda elementului finit și respectiv metoda diferențelor finite. Aplicații IE/IE _n /IM.			
Capitolul 9. Noțiuni de bază aferente Tehnicilor de Inteligență Artificială (Curs 14) Prezentarea noțiunilor introductive privind tehnicile de inteligență artificială (Logică Fuzzy, Rețele Neuronale, Algoritmi Genetici). Aplicații ale tehnicilor de inteligență artificială în IE/IM.	2		
Bibliografie 1. D.D. Micu, A. Ceclan, <i>Metode Numerice. Aplicații în ingineria electrică</i>, Ed. Mediamira, 2007. 2. D. Ioan, ș.a. <i>Metode numerice în ingineria electrică</i>. Ed. Matrix Rom București, 2005. 3. Ș. Kilyeni, <i>Metode numerice. Aplicații în energetică</i>, Ed. Orizonturi Universitare Timișoara, 2006. 4. D.D. Micu, <i>Metode numerice în studiul interferențelor electromagnetice</i>, Ed. Mediamira, 2004 5. S.C. Chapra, R.P. Canale, <i>Numerical Methods for Engineers</i>, Ed. McGraw-Hill, New York, USA, 2010. 6. E. F. James, <i>An Introduction to Numerical Methods and Analysis</i>, John Wiley & Sons, NY, 2001. 7. L.R. Chevalier, B.A. DeVantier, <i>Numerical Methods for Engineers</i>, Southern Illinois University, 2012. 8. J.M. Jin, <i>Theory and computation of electromagnetic fields</i>, Ed. Wiley, IEEE Press, 2010. 9. G. Lehner, <i>Electromagnetic Field Theory for Engineers and Physicists</i>, Ed. Springer, 2009. 10. R. Burden, J.D. Faires, <i>Numerical Analysis</i>, Ed. Brooks/Cole Publishing Company, 2001. 11. Rus, I. Crăciun, <i>Modelare matematică</i>, Ed. Transilvania Press, Cluj-Napoca, 2000. 12. H. Shang-Xu, <i>Applied Numerical Computation Methods</i>, Ed. ZJU, MIT – USA, 2011.			
8.2 Seminar / laborator / proiect	Nr. ore	Metode de predare	Observații
Lab. 1. Prezentarea generală a programului Mathcad Prime. Aplicații Introductive de Electrotehnică. Utilizarea tipurilor de date în ingineria electrică. Implementarea unor algoritmi numerici în Mathcad. Paleta de programare și calcul simbolic. Rezolvarea unor aplicații simple de teoria circuitelor electrice.	2		
Lab. 2+3. Metode numerice de rezolvare a ecuațiilor algebrice și transcendente. Funcții predefinite utilizate în programul Mathcad pentru rezolvarea numerică a ecuațiilor algebrice și transcendente. Aplicații în IE/IM implementate în MathCad utilizând: metoda biseției (înjumătățirii intervalului); metoda lui Newton (tangentei); metoda coardei (secantei); metoda lui Halley. (Se vor discuta următoarele aplicații: Efectul pornirii mașinilor electrice. Stabilirea traseului optim al unei linii electrice. Rezolvarea numerică a ecuațiilor algebrice care intervin în analiza defectoscopiei cablurilor. Stabilitatea la perturbații a unui generator legat la sistem de putere infinită prin localizarea rădăcinilor ecuației caracteristice)	4	Desfășurarea lucrărilor de laborator (Aplicații practice în programul MathCad) au la baza parteneriatul interactiv cadru didactic-student.	Desfășurare în regim onsite conform orarului IE
Lab. 4+5+6. Metode numerice de rezolvare a sistemelor de ecuații Funcții predefinite utilizate în programul Mathcad pentru rezolvarea numerică a sistemelor de ecuații.	6		

Operații cu vectori și matrici. Calculul valorilor și vectorilor proprii. Numărul de condiționare. Aplicații în IE/IM implementate în MathCad utilizând: metoda Gauss; metoda Jacobi (Se vor discuta următoarele aplicații: Rezolvarea matricială a circuitelor electrice c.c./c.a. Analiza regimului liber a unui circuit electric liniar. Analiza circuitelor liniare în regim permanent.)			
Lab. 7+8+9. Metode numerice de aproximare și interpolare. Funcții predefinite utilizate în programul Mathcad pentru soluționarea aplicațiilor de aproximare /interpolare. Aplicații în IE/IM implementate în Mathcad utilizând: interpolare polinomială pe porțiuni (spline); interpolare de tip Lagrange; interpolare Newton cu diferențe divizate (Se vor discuta următoarele aplicații: Aproximarea analitică a funcțiilor tabelare utilizate în dimensionarea instalațiilor electrice - amplasarea tablourilor de distribuție. Testarea izolatorilor liniilor electrice aeriene. Interpretarea rezultatelor pneumografiei)	6		
Lab. 10. Calculul Numeric al Integralelor Definite. Utilizarea operatorului de integrare din Mathcad în vederea evaluării analitice a integralelor nedefinite. Implementarea unor formule de evaluare numerică a integralelor definite: aproximarea bazată pe formula ariei dreptunghiului; formula generalizată a trapezelor; formula generalizată a lui Simpson. Evaluare numerică a integralelor duble. (Se vor discuta următoarele aplicații: Determinarea consumului energetic pe baza curbei de sarcină zilnică; Determinarea fluxului electric total dat de o sarcină electrică printr-o suprafață Gaussiană).	2		
Lab. 11. Evaluarea Aproximativă a Derivatelor Utilizarea operatorului de derivare din Mathcad în vederea evaluării analitice a derivatei unei funcții matematice. Implementarea de formule de calcul pentru evaluarea numerică a valorii derivatelor funcțiilor definite matematic și/sau numeric: formule obținute prin derivarea polinoamelor de interpolare Lagrange. (Se vor studia următoarele aplicații: Determinarea curenților electrici prin condensatoarele trifazate de compensare a factorului de putere; Modelare matematică a deplasării unui tren electric de mare viteză).	2		
Lab. 12-13. Rezolvarea numerică a ecuațiilor și sistemelor de ecuații diferențiale. Funcții predefinite utilizate în programul Mathcad pentru rezolvarea numerică a ecuațiilor diferențiale și sistemelor de ecuații diferențiale Aplicații în IE/IM implementate în MathCad utilizând: metoda dezvoltării în serie Taylor; metoda lui Euler; metodele Runge-Kutta; metoda Euler-Fox (Se vor discuta următoarele aplicații:	4		

Analiza numerică a circuitelor electrice în regim tranzitoriu. Rezolvarea ecuațiilor diferențiale asociate unui circuit excitat de un impuls. Utilizare modelelor matematice diferențiale în aplicații de automatizare și acționare electrică).			
Lab. 14. Aplicații recapitulative. Trecerea în revistă a principalelor metode de rezolvare și instrumentelor de rezolvare numerică avute la dispoziție în utilitarul Mathcad, care au fost studiate de-a lungul semestrului.	2		
Bibliografie 1. D.D. Micu, A. Ceclan, L. Czumbil, D. Csala, <i>Metode Numerice. Lucrări practice</i> , Ed. Mediamira, 2010. 2. B. Maxfield, <i>Essential Mathcad for Engineering</i> , Academic Press, 2014. 3. M. Sadiku, <i>Numerical Techniques in Electromagnetics</i> , CRC Press, 2000 4. A. Gilat, <i>Outlines, Notes for numerical methods for engineers and scientists</i> , Ed. Springer 2010. 5. T. Senior, <i>Mathematical methods in electrical engineering</i> , Central London Press, 2008. 6. D.D. Micu, A. Cziker, <i>Aplicații ale metodelor numerice în electrotehnică</i> , Ed. Casa Cărții de Știință, 2002. 7. A. Ceclan, D.D. Micu L. Czumbil, H. Andrei, M. Găiceanu, M. Stănculescu, P.C. Andrei: „Ill-Posed Inverse Problems in Electrical Engineering Applications”, <i>Numerical Methods for Energy Applications</i> , Ed. Springer, ISBN: 978-3-030-62190-2, Ch. 9, pp. 235-258 2021.			

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

Competențele dobândite vor fi necesare angajaților care își vor desfășura activitatea în domeniul inginerie electrică/energetică/științe ingineresti aplicate. Conținutul disciplinei este în concordanță cu ceea ce se predă în cadrul altor facultăți de profil electric atât din Universitatea Tehnică cât și din alte centre universitare din țară și din străinătate. Pentru o mai bună adaptare la cerințele pieței muncii a conținutului disciplinei au avut loc întâlniri cu reprezentanți ai companiilor din domeniu. Compatibilitatea curriculară a conținutului disciplinei cu programe de studii similare din universități tehnice din străinătate: https://ocw.mit.edu/courses/mathematics/18-330-introduction-to-numerical-analysis-spring-2012/ http://www.mcgill.ca/study/2014-2015/courses/ecse-443

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Cunoaștere principii / gândire creativă și critică în aplicarea cunoștințelor.	Probă scrisă	40%
	Rezolvarea unui test care acoperă toate tematicile abordate la curs.	Probă practică pe calculator	30%
10.5 Seminar/Laborator /Proiect	Pe baza cunoștințelor practice acumulate	Teme Individuale de-a lungul semestrului	30%
10.6 Standard minim de performanță Obținerea min. 50% la proba scrisă și respectiv proba practică			



Data completării:	Titulari	Titlu Prenume NUME	Semnătura
01.10.2024	Curs	Conf.dr.ing. Levente CZUMBIL	
	Aplicații	Conf.dr.ing. Levente CZUMBIL	

Data avizării în Consiliul Departamentului ETHM	Director Departament ETHM
OCTOMBRIE 2024	Prof.dr.ing.mat. Dan Doru MICU
Data aprobării în Consiliul Facultății de Inginerie Electrică	Decan
OCTOMBRIE 2024	Conf.dr.ing. Andrei CZIKER