

## 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 Masurări
1.4 Domeniul de studii	Inginerie Electrică, Inginerie Energetică, Științe Inginerești Aplicate
1.5 Ciclul de studii	Master
1.6 Programul de studii / Calificarea	TMPACIE, SSEA, SMCIE, SIAM, MSEM
1.7 Forma de învățământ	IF – învățământ cu frecvență
1.8 Codul disciplinei	1.00

### 2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei	Complemente de matematici aplicate în inginerie electrică		
2.2 Aria de conținut	<i>(se completează din grila 2: arii de conținut)</i>		
2.3 Titularul de curs	Prof.dr.ing.mat. Dan Doru MICU ( <a href="mailto:dan.micu@ethm.utcluj.ro">dan.micu@ethm.utcluj.ro</a> )		
2.4 Titularul activităților de seminar / laborator / proiect	Prof.dr.ing.mat. Dan Doru MICU ( <a href="mailto:dan.micu@ethm.utcluj.ro">dan.micu@ethm.utcluj.ro</a> )		
2.5 Anul de studiu	I	2.6 Semestrul	1
		2.7 Tipul de evaluare	E
2.8 Regimul disciplinei	Categoría formativă		DS
	Opționalitate		DI

### 3. Timpul total estimate

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	din care:	3.2 Curs	1	3.3 Seminar	2	3.3 Laborator	-	3.3 Proiect	-
3.4 Număr de ore pe semestru	42	din care:	3.5 Curs	14	3.6 Seminar	28	3.6 Laborator	-	3.6 Proiect	-
3.7 Distribuția fondului de timp (ore pe semestru) pentru:										
(a) Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe										18
(b) Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platforme electronice de specialitate și pe teren										9
(c) Pregătire seminarii / laboratoare, teme, referate, portofolii și eseuri										18
(d) Tutoriat										10
(e) Examinări										3
(f) Alte activități:										0
3.8 Total ore studiu individual (suma (3.7(a))...3.7(f))							58			
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	Metode numerice, Programarea calculatoarelor, Teoria circuitelor electrice, Teoria câmpului electromagnetic, Mașini electrice, Instalații electrice
4.2 de competențe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicarea cunoștințelor, conceptelor, metodelor și teoriilor științifice pentru rezolvarea de probleme teoretice și practice în domeniul electric</li> <li>• Identificarea proceselor, fluxurilor, principiilor, modelelor matematice de bază cu privire la proiectarea unui sistem electric</li> <li>• Utilizarea integrată a aparatului conceptual și metodologic, în condiții de informare incompletă, pentru a rezolva probleme teoretice/practice noi</li> <li>• Capacitatea de a identifica, formula, modela și rezolva probleme de inginerie în abordare sistemică</li> </ul>

## 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	<p><b>Cunostinte teoretice</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Rezolvarea de sarcini complexe, specifice ingineriei electrice folosind cunoștințe avansate din cadrul științelor ingineresti</li><li>• Utilizarea cunoștințelor și conceptelor moderne în elaborarea documentelor necesare proiectarii sistemelor electrice</li></ul> <p><b>Deprinderi dobandite</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Recunoașterea și descrierea conceptelor și metodelor științifice aplicabile domeniului electric</li><li>• Utilizarea de teorii și instrumente specifice pentru explicarea metodelor din domeniul electric</li><li>• Aplicarea cunostintelor, conceptelor, metodelor si teoriilor stiintifice din domeniu pentru rezolvarea de probleme teoretice si practice in domeniul electric</li><li>• Interpretarea caracteristicilor sistemelor electrice</li><li>• Fundamentarea teoretică a caracteristicilor problemelor din domeniul electric</li><li>• Identificarea proceselor, fluxurilor, principiilor, modelelor matematice de bază cu privire la proiectarea unui sistem electric</li><li>• Utilizarea unor tipare de soluții pentru dezvoltarea sistemelor electrice</li><li>• Evaluarea cantitativă și calitativă a performanțelor proceselor, fluxurilor, principiilor, metodelor și instrumentelor de bază privind proiectarea in ingineria electrica</li><li>• Elaborarea de proiecte profesionale</li></ul> <p><b>Abilitati dobandite</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizarea integrată a aparatului conceptual și metodologic, în condiții de informare incompletă, pentru a rezolva probleme teoretice și practice noi</li><li>• Utilizarea nuanțată și pertinentă de criterii și metode de evaluare, pentru a formula judecăți de valoare și a fundamenta decizii constructive</li></ul>
Competențe transversale	

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

7.1 Obiectivul general al disciplinei	<ul style="list-style-type: none"><li>• Obiectivul general al acestui curs este să facă cunoscut în amănunt cele mai importante componente de matematică care se întâlnesc în aplicații din ingineria electrică. Cursul caută să ofere studenților de la master, modul de utilizare a acestor instrumente matematice, dezvoltând numeroase exemple, extrase din probleme concrete de inginerie electrică și energetică. Cursul nu insistă asupra rigorii demonstrațiilor matematice, stăruiind în particular asupra algoritmilor de calcul și dând numeroase exemple de aplicare a metodelor expuse, la probleme concrete preluate din ingineria electrică. La final ei trebuie sa cunoasca modul în care se aplică aceste componente de matematică în rezolvarea problemelor complexe din ingineria electrică și energetică, continuând formarea unei logici numerice riguroase și a unui mod de gândire algoritmic începute la cursurile de Metode numerice si Programarea Calculatoarelor.</li></ul>
---------------------------------------	---

7.2 Obiectivele specifice	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scopul principal al cursului este acela de a prezenta într-o formă rapid asimilabilă, noțiunile de matematici avansate (tehnici de optimizare și prognoza, metode numerice avansate, rețele neuronale) pe care un student din ciclul de master trebuie să le posede pentru a putea aborda cu succes cursurile premergătoare specializării lor</li> <li>• Implementarea în aplicații concrete a unor metode numerice moderne de aproximare și interpolare, de integrare numerică și rezolvare a ecuațiilor și sistemelor de ecuații diferențiale, punându-se accent pe optimalitate și eficiență</li> <li>• Aplicarea noțiunilor de complemente de matematici în probleme concrete de inginerie electrică și energetică</li> <li>• Aprofundarea cunoștințelor dobândite în cadrul cursurilor de Metode Numerice și Programarea Calculatoarelor</li> <li>• Utilizarea tehnicilor moderne de implementare a algoritmilor în softuri de calcul numeric</li> <li>• Alegerea algoritmului numeric de rezolvare potrivit pentru diverse studii de caz</li> <li>• Cunoașterea unor metode moderne ale tehnicilor de optimizare orientate pe produse soft de bază, cu aplicații în ingineria electrică și energetică</li> </ul>
---------------------------	---

## 8. Conținuturi

8.1 Curs	Nr. ore	Metode de predare	Observații
<b>Curs 1. Metode matriciale avansate aplicate în ingineria electrică.</b> Aplicații ale algebrei matriciale în analiza și studiul stabilității circuitelor electrice. Funcții de matrice. Calculul valorilor proprii și vectorilor proprii. Calculul pseudosoluțiilor. Operații diferențiale asupra matricilor. Metoda variabilelor de stare. Soluțiile ecuațiilor de stare. Interpretarea geometrică a condiționării sistemelor de ecuații algebrice. Numarul de condiționare. Inegalitatea lui Wielandt-Kantorovitch.	2	Prezentare Power Point – interactiv (expunere-discuții); Demonstrațiile/explicațiile algoritmilor, convergenței/stabilității metodelor – pe tablă.	
<b>Curs 2+3. Metode numerice avansate aplicate în ingineria electrică.</b> Metode de aproximare numerică (support vector machines, Global Least Squares, Moving Least Squares, Radial Basis Functions). Operatori de interpolare multidimensionali. Metode de interpolare cu polinoame Stirling și Bessel în rezolvarea circuitelor electrice neliniare în regim dinamic. Aproximare printr-o dezvoltare Fourier limitată. Problema analizei armonice. Aplicarea calculului simbolic la rezolvarea ecuațiilor diferențiale și integrale. Integrarea numerică a ecuațiilor cu derivate parțiale. Noțiuni introductive în metoda Monte Carlo (MMC), metoda MoM (metoda momentelor), metoda FDTD (Finite Difference Time Domain), metoda TLM (Transmission Line Method)	4		
<b>Curs 4+5. Complemente de matematici aplicate la analiza și modelarea câmpului electromagnetic.</b>	4		

<p>Modele matematice de analiză a problemelor de câmp electromagnetic. Sisteme de coordonate curbilini ortogonale în trei dimensiuni. Definirea geometrică a problemelor de câmp. Sistemul de coordonate al cilindrului parabolic, eliptic și al elipsoidului de rotație. Calculul vectorial-fundamentarea teoriei câmpului. Operații diferențiale asupra vectorilor. Semnificația fizică a operatorilor gradient, divergență, rotor. Modelul matematic diferential de câmp electromagnetic. Potentiale electrodinamice retardate. Ecuația de tip Helmholtz.</p>			
<p><b>Curs 6+7. Tehnici de optimizare și prognoza aplicate în ingineria electrică și energetică.</b> Tehnici utilizate în construirea algoritmilor pentru rezolvarea problemelor de optimizare cu restricții. Probleme de optimizare unicriteriale și multicriteriale. Tehnici de prognoză a consumului de energie electrică. Metode pentru prognoze pe termen scurt, mediu și lung. Tehnici de inteligență artificială: logica Fuzzy, rețele neuronale, algoritmi genetici. Rețele neuronale feed-forward. Rețele neuronale recurente.</p>	4		
<p><b>Bibliografie</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. S. Abdel, Modern optimization techniques with applications in electric power systems, Springer, 2013.</li> <li>2. M. Crow, Computational methods for electric power systems, Taylor &amp; Francis Group, 2012.</li> <li>3. M Sadiku, Numerical techniques in electromagnetics with Matlab. Third Edition, CRC Press, 2013.</li> <li>4. M. Sadiku, Mathematical Elements of electromagnetics, Oxford Univ. Press, 2017.</li> <li>5. R. Stanislaw, Fundamental numerical methods for electrical engineering, Springer, 2012.</li> <li>6. G. Ciuprina, Algoritmi numerici pentru calcule științifice în ingineria electrică, MatrixRom, 2013.</li> <li>7. L.R. Chevalier, Numerical Methods for Engineers, Southern Illinois University Carbondale – USA, 2012.</li> <li>8. J.M. Jin, Theory and computation of electromagnetic fields, Ed. Wiley, IEEE Press, 2010.</li> <li>9. I. Rus, I. Crăciun, Modelare matematică, Casa de Editură Transilvania Press, Cluj-Napoca, 2000.</li> <li>10. S. Xu, Applied Numerical Computation Methods, Ed. ZJU, MIT – USA, 2011.</li> <li>11. S. Tubbs, Mathcad for electrical engineers and technologists, ed. Stephen Weiss, 2009.</li> <li>12. V. Firețeanu, Modele numerice în studiul și concepția dispozitivelor electrotehnice, MatrixRom, 2004.</li> <li>13. A. Bratcu, Metode numerice utilizate în analiza sistemelor, Ed. Matrix Rom București, 2004.</li> <li>14. J. Edminister, Schaum's easy outline of electromagnetics, McGraw, 2010.</li> <li>15. D.D. Micu, A. Ceclan, Metode Numerice. Aplicații în ingineria electrică, Editura Mediamira, 2007.</li> <li>16. H. Wilson, B. Keating, Forecasting And Predictive Analytics With Forecast X, Elsevier, 2018</li> </ol>			
8.2 Seminar / laborator / proiect	Nr. ore		Observații
<p><b>Seminar 1+2.</b> Aplicații în ingineria electrică a metodelor de calcul matriceal: Transformata Park – trecere sistem trifazat la sistem bifazat. Studiul cuadripolilor și filtrelor. Calculul oscilațiilor libere ale unei rețele. Compatibilitate electromagnetică: caracterizarea stabilității la perturbatii a dispozitivelor electromagnetice și circuitelor electrice - numărul de condiționare. Rezolvarea numerică a sistemelor de ecuații cu coeficienți complecși - probleme de interferențe electromagnetice.</p>	2	<p>Desfășurarea aplicațiilor au la baza parteneriatul interactiv cadru didactic-student. Rezolvarea cu ajutorul metodelor numerice implementate în MathCad a unor aplicații practice ilustrative din domeniul ingineriei electrice/energetice/medicale Prezentarea unui pachet de</p>	

<p><b>Seminar 3.</b> Interpolarea uni și bidimensională a funcțiilor numerice – prelucrarea imaginilor, stabilirea caracteristicilor de dependență a aparatelor de măsură. Aproximarea analitică a curbelor tehnice. Probleme plane și de rotație. Ecuația telegrafiștilor. Ecuația lui Poisson. Obținerea ecuațiilor lui Maxwell prin metoda Bromwich.</p>	4		
<p><b>Seminar 4+5.</b> Descompunerea în serie Fourier a semnalelor electrice - analiză și sinteză a semnalelor electrice; studiul regimului armonic. Cazul unei rețele electrice neamortizate. Integrala Fourier cu termeni complecși. Aplicație la circuite electrice. Aplicație la analiză a circuitelor electrice pe baza dezvoltării în serie Fourier. Metode de modelare și implementare a GIS. Analiză tranzitorie. Metoda PEEC. Prezentare software XGSLAB. Modelare matematică a proceselor din bioelectromagnetism.</p>	6		
<p><b>Seminar 6.</b> Utilizarea grafurilor de curent și de tensiune în analiză a circuitelor electrice de curent alternativ neregulate. Unicitatea soluțiilor de câmp electric și magnetic; condițiile inițiale, de frontieră și de etalonare - descriere matematică. Aplicații în ingineria electrică: Ghidul de undă coaxial. Efectul pelicular al curenților alternativi care străbat un conductor cilindric de rotație. Studiul spectrului unei unde modulate în frecvență. Oscilațiile electromagnetice ale unei cavități.</p>	6		
<p><b>Seminar 7+8+9.</b> Sisteme de coordonate - alegerea modelului geometric în simularea problemelor de câmp electric și magnetic; evidențierea simetriilor, reducerea efortului computațional. Aplicații în ingineria electrică: Structura schelet a teoriei câmpului electromagnetic; semnificația fizică a operatorilor - modelarea problemelor de câmp. Aplicație la analiză a câmpului electromagnetic. Modelul matematic al controlului scalar și vectorial, descrierea matematică a controlului orientării după câmp a mașinilor electrice - fazori spațiali. Modelul matematic diferențial de câmp electromagnetic rezolvat cu ajutorul potențialelor. Condiția de etalonare Lorentz. Problema mixtă pentru ecuația Poisson pe un domeniu. Probleme hiperbolice, difuzie artificială, difuzie în direcția liniilor de curent. Rezolvarea problemei Stokes cu metoda elementului finit.</p>			
<p><b>Seminar 10+11+12.</b> Tehnici de inteligență artificială (rețele neuronale) aplicate în studiul problemelor de interferență electromagnetică. Tehnici și modele de prognoză a consumului de energie electrică. Tehnologii în AlphaBlock-ARIMA. Prognoza datelor din SEN. Medii mobile de calcul al erorii.</p>	6		

Parametrizarea problemelor de camp in aplicatiile de optimizare. Procedee de optimizare neliniară utilizate la ameliorarea performanțelor rețelelor neuronale; metode de interpolare polinomială a funcțiilor; diferențe finite, utilizate la prognosticarea calității prognozei curbilor de sarcină în funcție de datele existente; procedee de aproximare polinomială bazate pe metoda celor mai mici pătrate, utilizate la prognoza clasică prin extrapolare liniară și parabolică. Optimizarea protecției maxime de curent în funcție de curentul de magnetizare al grupurilor de transformatoare de distribuție de MT/JT			
<b>Seminar 13+14.</b> Prezentarea proiectelor HORIZON 2020 ale Laboratorului de cercetare in Metode Numerice	4		
<b>Bibliografie</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. P. Tetlock, D. Gardner, Superforecasting: The Art and Science of Prediction, Broadway books, 2015.</li> <li>2. G. N. Kariniotakis, Renewable Energy Forecasting: From Models to Applications, Elsevier, 2017</li> <li>3. A.R. Parkinson, R. Balling, J. Hedengren, Optimization Methods for Engineering Design. Applications and Theory, Brigham Young University, 2013</li> <li>4. B. Maxfield, Essential Mathcad for Engineering, Academic Press, 2014.</li> <li>5. D.D. Micu, A. Ceclan, L. Czumbil, D. Csala, Metode Numerice. Lucrări practice, Ed. Mediamira, 2010.</li> <li>6. Ș. Kilyeni, Metode numerice. Aplicații în energetică, Ed. Horizonturi Universitare Timișoara, 2006.</li> <li>7. D. Ioan, ș.a. Metode numerice în ingineria electrică, Ed. Matrix Rom București, 2005.</li> <li>8. A. Gilat, Outlines, Notes for numerical methods for engineers and scientists, Ed. Springer 2010.</li> <li>9. T. Senior, Mathematical methods in electrical engineering, Central London Press, 2008.</li> <li>10. D.D. Micu, A. Cziker, Aplicații ale metodelor numerice în electrotehnică, Casa Cărții de Știință, 2002.</li> <li>11. D.D. Micu, G.C. Christoforidis, L. Czumbil, Artificial Intelligence Techniques Applied to Electromagnetic Interference Problems Between Power Lines and Metal Pipelines, in <i>Recurrent Neural Networks and Soft Computing</i>, Ed. InTech, Ch. 12, pp. 253-274, Rijeka, Croatia, 2012.</li> <li>12. D.D. Micu, Metode numerice în studiul interferențelor electromagnetice, Ed. Mediamira, 2004.</li> </ol>			

### 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/stiințe 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.

### 10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Examenul constă din verificarea cunoștințelor printr-un set de 6 subiecte de teorie	Proba scrisă – durata evaluării 2 ore	1 punct fiecare subiect
10.5 Seminar/Laborator /Proiect	Prezența și activitatea la aplicațiile prevăzute la disciplină. Examenul constă din verificarea cunoștințelor printr-un set de 3 aplicații	Proba scrisă – durata evaluării 1 ora	1 punct fiecare subiect
10.6 Standard minim de performanță: NCurs+NSem=5			

<b>Data completării:</b>	<b>Titulari</b>	<b>Titlu Prenume NUME</b>	<b>Semnătura</b>
	Curs	Prof.dr.ing.mat. Dan Doru MICU	
	Aplicații	Șef.lucr.dr.ing. Levente CZUMBIL	

Data avizării în Consiliul Departamentului ETHM	Director Departament ENM Prof.dr.ing. Sorin Pavel
Data aprobării în Consiliul Facultății de Inginerie Electrică	Decan Prof.dr.ing. Andrei Cziker