

Modelarea electromagnetica

Examen de doctorat.- Programa disciplinei – Prof. Dr. Ing. Daniel Ioan

Cap. 1 INTRODUCERE IN TEORIA MACROSCOPICA A ELECTROMAGNETISMULUI. MĂRIMI PRIMITIVE. (Caracterizare matematica, definitie, semnificatie fizica, unitati de masura, reprezentare digitala)

- 1.1. Marimile locale ale campului (E, D, B, H)
- 1.2. Marimile locale ale corpurilor (densitatea de sarcina/curent, polarizatie si magnetizatie)
- 1.3. Varietati in spatiul 3D (curbe si suprafete inchise/deschise, domenii de volum nenul. Integrale)
- 1.3. Marimile globale ale campului (tensiune electrica/magnetica, flux electric/magnetica)
- 1.4. Marimile globale ale corpurilor (sarcina electrica, curent, moment electric si magnetic, distributii volumetrice, superficiale, lineice si punctiforme)

Cap. 2 LEGILE TEORIEI MACROSCOPICE A ELECTROMAGNETISMULUI (enunt, semnificatie fizica, forme globala, integrala, locala si pe suprafete de discontinuitate. Consecinte directe – regim stationar)

- 2.1. Legea fluxului electric
- 2.2. Legea fluxului magnetic
- 2.3. Legea inducției electromagnetice
- 2.4. Legea circuitului magnetic
- 2.5. Legea legăturii între inductia si intensitatea câmpului electric
- 2.6. Legea legăturii între inductia si intensitatea câmpului magnetic
- 2.7. Legea conducției electrice
- 2.8. Legea transferului de energie în procesul de conducție
- 2.9. Legea transferului de masa în procesul de conducție
- 2.10. Sistemul legilor campului electromagnetic. Ecuatiile lui Maxwell. Regimurile campului.

Cap.3 TEOREME FUNDAMENTALE ALE ELECTROMAGNETISMULUI (enunt, semnificatie fizica, forme globala, integrala, locala si pe suprafete de discontinuitate. Consecinte directe – regim stationar)

- 3.1. Teorema conservarii sarcinii electrice
- 3.2. Teorema energiei electromagnetice
- 3.3. Teorema impulsului electromagnetic
- 3.3. Teoremele fortelor generalizate
- 3.4. Formularea corecta a problemeleor de camp. Teorema unicitatii campului electromagnetic
- 3.5. Teorema superpozitiei campurilor electromagnetice
- 3.6. Teorema reciprocitatii pentru campurilor electromagnetice
- 3.7. Circuite electrice cu parametri distribuiti. Elementul electromagnetic multipolar. Puterea transferata pe la borne. Teoremele lui Kirchhoff.

Cap.4 REGIMUL ELECTROSTATIC

- 4.1. Ipotezele regimului. Ecuatiile fundamentale de ordinul unu
- 4.2. Ecuatiile de ordinul doi ale regimului. Potentialul electrostatic.
- 4.3. Problema fundamentala. Formularea corecta. Conditii de frontiera. Teoreme de unicitate
- 4.4. Teorema superpozitiei campurilor electrostatice. Integralele Coulomb
- 4.5. Modele complementare pentru corpurile polarizate (coulombian si amperian)
- 4.6. Dezvoltari multipolare
- 4.7. Formula celor trei potentiale
- 4.8. Functia Green pentru probleme externe si pentru probleme marginite
- 4.9. Conductoare in regim electrostatic. Condensatoare. Ecuatiile Maxwell pentru capacitati. Calculul capacitatilor partiale, echivalente si de serviciu.

- 4.10. Energia campului electrostatic. Teorema lui Tellegen.
- 4.11. Teorema reciprocitatii in camp electrostatic. Variatia permitivitatii.
- 4.12. Formulari variationale ale ecuatiilor electrostaticii. Minimizare si proiectie.
- 4.13. Abordari duale. Incadrari.
- 4.14. Sensitivitatea capacitatilor. Metoda campului adjunct
- 4.15. Forte si cupluri electrostatice
- 4.16. Principiile metodelor analitice pentru rezolvare problemelor de electrostatica: Gauss, Coulomb, imagini, separarea variabilelor, transformari conforme, functia Green.
- 4. 17. Principiile metodelor numerice pentru rezolvare problemelor de electrostatica: diferente finite (FDM), integrale/volume finite (FIT), elemente finite (FEM), elemente de frontiera (BEM), altele (ecuatii integrale, Monte Carlo).
- 4. 18. Fundamentarea coulombina a electrostaticii.
- 4.19. Aplicatii. Exemple de probleme. Studii de caz. Pachete CAD dedicate: functii si utilizare

Cap.5 REGIMURILE MAGNETOSTATIC

- 5.1. Ipotezele regimului. Ecuatiile fundamentale de ordinul unu
- 5.2. Ecuatiile de ordinul doi ale regimului. Potentialul magnetic vector.
- 5.3. Problema fundamentala. Formularea corecta. Conditii de frontiera. Teoreme de unicitate
- 5.4. Magnetizarea temporara si permanenta. Modele complementare. pentru corpurile magnetizate (coulombian si amperian).
- 5.5. Factorul de demagnetizare. Similitudinea cu campul electrostatic.
- 5.6. Circuite magnetice cu magneti permanenti liniare si neliniare. Extragerea reluctantelor.
- 5.7. Energia campului magnetostatic. Teorema lui Tellegen.
- 5.8. Teorema reciprocitatii in camp magnetostatic. Variatia permitivitatii.
- 5.9. Formulari variationale ale ecuatiilor magnetostaticii si campului magnetostatic.
- 5.10. Forte si cupluri de natura magnetostatica
- 5.11. Principiile metodelor analitice pentru rezolvare problemelor de camp magnetostatic.
- 5.12 Principiile metodelor numerice pentru rezolvare problemelor de camp magnetostatic.
- 5. 13. Fundamentarea amperiana a magnetostaticii.
- 5.14. Aplicatii. Exemple de probleme. Studii de caz. Pachete CAD dedicate: functii si utilizare

Cap.6 REGIMURILE MAGNETIC STATIONAR

- 6.1. Ipotezele regimului. Ecuatiile fundamentale de ordinul unu
- 6.2. Ecuatiile de ordinul doi ale regimului. Potentialul magnetic vector.
- 6.3. Problema fundamentala. Formularea corecta. Conditii de frontiera. Teoreme de unicitate
- 6.4. Teorema superpozitiei campurilor magnetice. Integralele Biot-Savart-Laplace
- 6.5. Modele complementare. pentru corpurile magnetizate (coulombian si amperian)
- 6.6. Functia Green pentru probleme externe si pentru probleme marginite
- 6.7. Circuite magnetice liniare si neliniare. Extragerea reluctantelor. Similitudine electrostatica.
- 6.8. Bobine. Ecuatiile Maxwell pentru inductivitati. Calculul inductantelor proprii si mutuale.
- 6.9. Energia campului magnetic stationar. Teorema lui Tellegen.
- 6.10. Teorema reciprocitatii in camp magnetic stationar. Variatia permitivitatii.
- 6.11. Formulari variationale ale ecuatiilor campului magnetic stationar.
- 6.12. Abordari duale. Incadrari. Sensitivitatea inductantelor. Metoda campului adjunct
- 6.13. Forte si cupluri de natura magnetica
- 6.14. Principiile metodelor analitice pentru rezolvare problemelor de camp magnetic stationar: Ampere, B-S-L, imagini, separarea variabilelor, transformari conforme, functia Green.
- 6.15 Principiile metodelor numerice pentru rezolvare problemelor de camp magnetic stationar: diferente finite (FDM), integrale/volume finite (FIT), elemente finite (FEM), elemente de frontiera (BEM), altele (ecuatii integrale, Monte Carlo).
- 6. 16. Fundamentarea amperiana a magnetostaticii.
- 6.17. Aplicatii. Exemple de probleme. Studii de caz. Pachete CAD dedicate: functii si utilizare

Cap.7 REGIMUL ELECTROKINETIC STATIONAR

- 7.1. Ipotezele regimului. Ecuatiile fundamentale de ordinul unu
- 7.2. Ecuatiile de ordinul doi ale regimului.
- 7.3. Problema fundamentala. Formularea corecta. Conditii de frontiera. Teoreme de unicitate
- 7.4. Rezistare. Calculul rezistentelor partiale si echivalente. Similitudini electro si magnetostatice.
- 7.5. Puterea disipata in regim electrokinetic stationar. Teorema lui Tellegen.
- 7.6. Teorema reciprocitatii in camp electrokinetic stationar. Variatia conductivitatii.
- 7.7. Formulari variationale ale ecuatiilor regimului electrokinetic stationar.
- 7.8. Abordari duale. Incadrari. Sensitivitatea rezistentelor. Metoda campului adjunct
- 7.9. Circuite rezistive in regim stationar. Ecuatii fundamentale. Extragerea modelului de circuit.
- 7.10. Principiile metodelor analitice pentru rezolvare problemelor de camp electrokinetic stationar. Similitudini electro si magnetostatice.
- 7.11 Principiile metodelor numerice pentru rezolvare problemelor de camp electrokinetic stationar: Similitudini electro si magnetostatice.
- 7.12. Aplicatii. Exemple de probleme. Studii de caz. Pachete CAD dedicate: functii si utilizare

Cap.8 REGIMURILE CUASISTATIONARE ALE CAMPULUI ELECTROMAGNETIC

- 8.1. Ipotezele regimurilor electro- si magneto- cuasistationare. Ecuatiile fundamentale de ordinul unu
- 8.2. Ecuatiile de ordinul doi ale regimurilor cuasistationare.
- 8.3. Problema fundamentala. Formularea corecta. Conditii de frontiera. Teoreme de unicitate
- 8.4. Reprezentarea in complex si operationala a ecuatiilor regimurilor cuasistationare.
- 8.5. Extragerea modelelor de circuit: impedante echivalente, modele pentru regim tranzitoriu.
- 8.6. Puterea disipata in regim cuasistationar. Teorema lui Tellegen. Conditia de pasivitate.
- 8.7. Teorema reciprocitatii in camp electrokinetic stationar. Influenta variatiei constantelor de material.
- 8.8. Formulari variationale ale ecuatiilor regimurilor cuasistationare.
- 8.9. Sensitivitatea impedantelor. Metoda campului adjunct
- 8.10. Principiile metodelor analitice pentru rezolvare problemelor de camp cuasistationar.
- 8.11 Principiile metodelor numerice pentru rezolvare problemelor de camp cuasistationar.
- 8.11. Efecte ale campului cuasistationar in conductoare masive si modelarea lor: relaxarea sarcinilor, efectul pelicular, proximitate, curenti turbionari, etc.
- 8.12. Modelarea circuitelor electrice cu parametri distribuiti: Linii RC, RL. Conductoare masive, Bobine cu miez conductor. Reducerea ordinului modelelor.
- 8.13. Aplicatii. Exemple de probleme. Studii de caz. Pachete CAD dedicate: functii si utilizare

Cap.9. REGIMUL GENERAL VARIABIL AL CAMPULUI ELECTROMAGNETIC IN MEDII IMOBILE

- 9.1. Ipotezele regimului general variabil. Medii fara pierderi. Ecuatiile fundamentale de ordinul unu
- 9.2. Ecuatiile de ordinul doi ale campului general variabil.
- 9.3. Problema fundamentala. Formularea corecta. Conditii de frontiera. Teoreme de unicitate
- 9.4. Reprezentarea in complex si operationala a ecuatiilor regimului general variabil.
- 9.5. Extragerea modelelor de circuit: impedante echivalente, modele pentru regim tranzitoriu.
- 9.6. Probleme exterioare. Propagarea in intreg spatiu. Antene.
- 9.7. Probleme marginite. Cavitati rezonante si ghiduri de unda.
- 9.8. Puterea disipata si transmisa in regimul general variabil. Teorema lui Tellegen.
- 9.9. Teorema reciprocitatii in camp electrokinetic stationar. Influenta variatiei constantelor de material.
- 9.10. Formulari variationale ale ecuatiilor campului general variabil.
- 9.11. Sensitivitatea impedantelor. Metoda campului adjunct
- 9.12. Linii electrice lungi in regim armonic si in regim tranzitoriu.
- 9.13. Principiile metodelor analitice pentru rezolvare problemelor de camp general variabil.
- 9.14 Principiile metodelor numerice pentru rezolvare problemelor de camp general variabil.
- 9.15. Aplicatii. Exemple de probleme. Studii de caz. Pachete CAD dedicate: functii si utilizare

Cap.10. MODELAREA ELECTROMAGNETICA

- 10.1. Analiza principiului de functionare a dispozitivului analizat. Identificarea obiectivelor analizei: date si necunoscute

- 10.2. Modelarea geometrica 1D, 2D, 3D. Idealizari si ipoteze simplificatoare geometrice.
- 10.3. Modelare temporala. Identificarea modului de variatie in timp si a intervalului de analiza. Semnale tipice si reprezentarea variatiei lor in timp sau in domeniul frecventei
- 10.4. Modelarea fizica. Identificarea regimurilor campului. Identificarea surselor de camp si a marimilor necunoscute. Modelarea materilelor din punct de vedere dielectric, magnetic si al conductiei. Idealizari si ipoteze simplificatoare de natura fizica.
- 10.5. Modelarea matematica. Formularea corecta a problemei de analiza. Reprezentarea in limbaj matematic riguros a datelor si solutiei. Identificarea completa a functiilor si operatorilor(domenii si codomeniu, clasa din care apartine). Formularea matematica a ecuatiei ce trebuie rezolvata. Conditii initiale si de frontiera. Unicitate. Existenta si continuitatea solutiei.
- 10.6. Modelarea numerica. Discretizarea datelor, solutiei si a ecuatiei problemei. Alegerea metodei de rezolvare numerica. Reprezentarea problemei pentru calculator. Structuri de date si algoritmi numerici.
- 10.7. Rezolvarea numerica. Stabilitatea si convergenta solutiei numerice. Necesarul de memorie si timpul de rezolvare. Complexitatea algoritmului. Tehnici de reducere a complexitatii. Procesarea paralela.
- 11.8. Postprocesarea. Vizualizarea solutiei. Calculul marimilor globale, derivate. Extragerea modelelor parametrice si de circuit. Reducerea ordinului.
- 11.9. Optimizarea dispozitivelor electromagnetice. Functii obiectiv, grade de libertate, domeniul de cautare. Restrictii. Principiile metodelor de optimizare.
- 11.10. Probleme electromagnetice inverse. Formularea problemelor inverse si regularizarea lor.
- 11.11. Aplicatii. Exemple de probleme. Pachete CAD electromagnetice.

Bibliografie

<http://www.lmn.pub.ro/~daniel/>

1. **A. Timotin**, Viorica Hortopan, A. Ifrim, M. Preda, "Lección de Bazele Electrotehnicii", Editura Didactică și Pedagogică, București, 1970.

2. **Daniel Ioan**. *Metode pentru calculul campului electromagnetic. Separarea variabilelor*, Institutul Politehnic Bucuresti, **Editura IPB, Bucutesti**, 1988.

3. **M. Preda, P. Cristea**, "Bazele electrotehnicii", vol. I și vol. II. Circuite electrice, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1980.

4. **C. J. Mocanu**, "Teoria campului electromagnetic", Editura Didactică și Pedagogică, București, 1981

5. **R. Răduleț**, *Bazele Electrotehnicii - Probleme I*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1975.

6. **R. Radulet, Al. Timotin, and A. Tugulea**. Introducerea parametrilor tranzitorii in studiul circuitelor electrice lineare avand elemente neliforme si pierderi suplimentare. St. cerc. energ. electr., 16(4):857-929, 196

7. **D. Ioan**. *Modelarea Dispozitivelor Electromagnetice*: <http://www.lmn.pub.ro/~daniel/cursmde.pdf>

8. **Hermann A. Haus and James R. Melcher**, *Electromagnetic Fields and Energy* (Prentice-Hall, 1989) [ISBN 0-13-249020-X](https://www.amazon.com/dp/013249020X)

<http://ocw.unam.na/OcwWeb/Electrical-Engineering-and-Computer-Science/6-641Spring-2005/Readings/index.htm#textbooks>

9. Alain Bossavit Computational Electromagnetism, Academic Press Inc 1998

10. Sadiku, Matthew N. O. (2006). *Elements of Electromagnetics* (4th ed.). Oxford University Press. [ISBN 0-19-5300483](https://www.amazon.com/dp/0195300483).

11. COMSOL - Manuale de utilizare <http://www.comsol.com/>

12. Wikipedia – Maxwell equations - http://en.wikipedia.org/wiki/Maxwell%27s_equations

13. Electromagnetic modeling resources: <http://www.cvel.clemson.edu/modeling/>

14. Wikipedia- Computational electromagnetics

http://en.wikipedia.org/wiki/Computational_electromagnetics

15. **Carti de referinta pentru Electromagnetism la nivel de licenta:**

- Dugdale, Essentials of Electromagnetism (1993) - porneste de la legi (Maxwell)

<http://www.amazon.com/Essentials-Electromagnetism-MacMillan-Physical-Science/dp/1563962535>

- D. J. Griffiths, Introduction to Electrodynamics, 3rd Ed (1999) - mai avansata, porneste istoric

<http://www.amazon.com/Introduction-Electrodynamics-Edition-David-Griffiths/dp/013805326X>

- Matthew N. O. Sadiku, Elements of Electromagnetics

Carti de referinta pentru Electromagnetism la nivel de master/doctorat:

- J D Jackson, Classical Electrodynamics - traducere: Electrodinamica clasica (ET 1991)
<http://www.amazon.com/Classical-Electrodynamics-Third-Edition-Jackson/dp/047130932X#>
- K. Simony, Electrotehnica teoretica, traducere in Editura Tehnica, 1974
- Smythe, Static and Dynamic Electricity
<http://www.amazon.com/Static-Dynamic-Electricity-William-Smythe/dp/0891169172>
- Stratton, Electromagnetic theory
<http://www.amazon.com/Electromagnetic-Theory-Stratton-Julius-Adams/dp/1406765473>
- Harrington Time-harmonic electromagnetic fields
- Van Bladel, Electromagnetic fields
- Schwingers, Classical electrodynamics
- Balanis Advanced engineering electromagnetics
- Kong, Electromagnetic wave theory

Lucrari relevante:

- R. Rădulet, Al. Timotin, A. Țugulea, *O teorie generală a parametrilor lineici tranzitorii ai liniilor electrice lungi și cu pierderi in prezenta solului*, Stud. Cerc. Energ. Electrotehn., **16**, 3, pp. 417–449 (1966).
- R. Radulet, A. Timotin, and A. Tugulea. *Introduction des parametres transitoires dans l'etude des circuits electrique lineaires ayant des elements non filiformes et avec pertes suplimentaires*. Rev. Roum. Sci Techn. - Electrotech. et Energ., 11(4):565-639, 1966.
- Al Timotin, A. Tugulea, *Asupra interpretarii electrodinamicii Maxwell-Hertz in lumina teoriei relativitatii*. Buletinul Institutului Ploitehnic Bucuresti, Tom XXVI-1964, fascicola2-Electrotehnica
- Al. Timotin. *Elementul electromagnetic pasiv de circuit*, St. cerc. energ. electr., **21**, 2, pp. 347-362, 1971.
- Mocanu, C.I. *The Equivalent Schemes of Cylindrical Conductors at Transient Skin Effect*, Power Apparatus and Systems, IEEE Transactions on, May 1972 Volume: PAS-91, Issue: 3, 844 - 852
- Radulet R., Tugulea A., Timotin Al., "Teoreme de unicitate pentru regimuri variabile ale campului electromagnetic", *St. Cerc. Energ. Elth.*, nr. 1, 1971, p. 109-128.
- Hantila Fl Teza de doctorat: "Contributii asupra toriei masinilor de curent continuu cu magneti permanenti", Bucuresti, Facultatea de Electrotehnica, catedra Masini electrice, 1976.
- Ioan D Teza de doctorat: *Regimul tranzitoriu al câmpului electromagnetic în medii neliniare - Abordarea sistematica si scheme echivalente*. Teza de doctorat, Institutul Politehnic Bucuresti, Romania, 1978. *Mentionez si aceasta lucrare pentru ca la vremea ei reprezentat o deschidere intr-o directie noua de cercetari: "Model Order Reduction", care acum a luat o amploare deosebita.*

Alte referinte fundamentale din literatura internationala:

- **Circuite si sisteme:**
 - Chua, Desoer and Kuh, *Linear and Nonlinear Circuits*, McGraw-Hill Book Company, New York 1987
 - Lotfi A. Zadeh *Linear System Theory: The State Space Approach*, R. E. Krieger Pub. Co., 1979

- Leon O. Chua, Pen-Min Lin, " Computer-Aided analysis of electronic circuits: algorithms and computational techniques", Prentice-hall, 1975
- Chua, L. **Nonlinear circuits** Circuits and Systems, IEEE Transactions on, Jan 1984 **Volume:** 31, Issue: 1 69 - 87
- A. N. Willson, Ed., *Nonlinear Networks: Theory and Analysis*, New York: IEEE Press, 1974.
- Weeks, W., Jimenez, A., Mahoney, G., Mehta, D., Qassemzadeh, H., and Scott, T. (November 1973). "[Algorithms for ASTAP--A network-analysis program](#)". *IEEE Transactions on Circuit Theory* **20** (6): 628–634.
- *IEEE Transactions on Circuit Theory* CT**20**, **1973**, Special issue - CAD
- Nagel, Laurence W. and Pederson, D.O., SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis), 1973,
<http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/1973/22871.html>
- Hachtel, G., Brayton, R, and Gustavson, F. (January 1971). "[The Sparse Tableau Approach to Network Analysis and Design](#)". *IEEE Transactions on Circuit Theory* **18**: 101–113.
- Andrei Vladimirescu, "The SPICE Book" Wiley, 1993 |
- Wai-Kai Chen, The Circuits and Filters Handbook, CRC Pres, 2009,
- Ricardo Riaza, Differential-Algebraic Systems: Analytical Aspects and Circuit Applications, 2008

- **Metode numerice pentru calcul campului:**

- O.C. Zienkiewicz, The Finite Element Method in Engineering Science, Mcgraw-Hill, New York, 1971
- Brebbia CA. The boundary element method for engineers. London/New York: Pentech Press/Halstead Press; 1978.
- [Weiland, T.](#) A discretization model for the solution of Maxwell's equations for six-component fields Archiv fuer Elektronik und Uebertragungstechnik, vol. 31, Mar. 1977, p. 116-120.
- P.P. Silvester, R.L. Ferrari, Finite Elements for Electrical Engineers, CUP 1996
- [J. C. Nedelec](#), [Mixed finite elements in \$\mathbb{R}^3\$](#) [Numerische Mathematik](#), [Volume 35, Number 3](#) (1980), 315-341
- Alain Bossavit Computational Electromagnetism: Variational Formulations, Complementarity Edge elemente, AP 1998
- Progress in Electromagnetic Research, PIER vol 32 online, 2001 - <http://www.jpier.org/PIER/pier.php?volume=32>
- Kameari, A. Koganezawa, K. , Convergence of ICCG method in FEM using edge elements without gauge condition Magnetics, IEEE Transactions on Mar 1997 **Vol** 33, Issue: 2 pp 1223 - 1226
- FDTD
 - Kane Yee (1966). "Numerical solution of initial boundary value problems involving Maxwell's equations in isotropic media". *IEEE Transactions on Antennas and Propagation* **14** (3): 302–307. [Bibcode 1966ITAP..14..302Y](#). [doi:10.1109/TAP.1966.1138693](#).
 - ^a ^b A. Taflove (1980). "[Application of the finite-difference time-domain method to sinusoidal steady state electromagnetic penetration problems](#)". *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility* **22** (3): 191–202.

- G. Mur (1981). "[Absorbing boundary conditions for the finite-difference approximation of the time-domain electromagnetic field equations](#)". *IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility* **23** (4): 377–382
- R. Hiptmair, Finite Elements in computational electromagnetism, *Acta Numerica* (2002) 237 - 339
- A. E. Ruehli: Equivalent Circuit Models for Three-Dimensional Multiconductor Systems, *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, Vol. 22 (1974), Nr. 3
- Albanese, R. Rubinacci, G. Integral formulation for 3D eddy-current computation using edge elements *Physical Science, Measurement and Instrumentation, Management and Education - Reviews, IEE Proceedings A*, September 1988 **Vol** 135, Issue: 7 pp 457 - 462
- Gabriel CHEREGI, Florea HANTILA, Lucian OCHEANA, Mircea ARION and Gabriel BARBU, Qualitative aspects of the quasistationary electromagnetic field, http://electroinf.uoradea.ro/reviste%20CSCS/documente/JEEE_2009/Articole_pdf_JEEE_EE_nr_1/JEEE_2009_Nr_1_EE_Cheregi_Qualitative.pdf
Aceasta este o lucrare, care exemplifica importanta abordarii calitative in analiza campului electromagnetic, bazata pe instrumente matematice moderne, ale analizei functionale.
- **Metode numerice, algoritmi stiintifici si programare:**
 - Jack Dongarra and Francis Sullivan, The Top Ten Algorithms of the Century http://orion.math.iastate.edu/burkardt/misc/algorithms_dongarra.html
 - <http://www.uta.edu/faculty/rcli/TopTen/topten.pdf>
 - Y. Saad, Iterative methods for sparse linear systems (2nd ed.). SIAM, Philadelphia, 2003.
 - R. Barrett and M. Berry and T. F. Chan and J. Demmel and J. Donato and J. Dongarra and V. Eijkhout and R. Pozo and C. Romine, and H. Van der Vorst, *Templates for the Solution of Linear Systems: Building Blocks for Iterative Methods*, SIAM, 1994, Philadelphia
 - T. Davis, Direct Methods for Sparse Linear Systems. SIAM, Philadelphia, 2006
 - [William H. Press](#), [Saul A. Teukolsky](#), William T. Vetterling and Brian P. Flannery. *Numerical Recipes in C. The Art of Scientific Computing, 2nd Edition*, 1992, Prima editie cu Fortran in 1986
 - G. H. Golub and C. F. Van Loan, Matrix Computation, 3rd Edition, The John Hopkings University Press, 1996.
 - Gear, C. W. (1971), *Numerical Initial-Value Problems in Ordinary Differential Equations*, Englewood Cliffs: [Prentice Hall](#).
 - K. Nabors and J.K. White, "FastCap: a multipole accelerated 3-D capacitance extraction program"; *IEEE Trans. on CAD of Integrated Circuits and Systems*, 1991, pp.1447-1459.
 - M. Kamon and M. J. Tsuk and J. White, FASTHENRY: A Multipole-Accelerated 3-D Inductance Extraction Program, *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, 1994, vol 42 pp 1750--1758
 - B. Smith, P. Bjørstad, and W. Gropp, Domain Decomposition: Parallel Multilevel Methods for Elliptic Partial Differential Equations, Cambridge University Press, Cambridge, MA, 1996.

- Briggs, Henson, and McCormick, "A Multigrid Tutorial, 2nd Edition," SIAM publications, 2000.
 - Hackbusch and Trottenburg, "Multigrid Methods, Springer-Verlag, 1982"
 - Pascal Getreuer, Writing Fast MATLAB Code. 11 Aug 2004 (Updated 10 Feb 2009).
 - [Kernighan](#); [Dennis M. Ritchie](#) (March 1988). [The C Programming Language](#) (2nd ed.). Englewood Cliffs, NJ: [Prentice Hall](#).
- **Reducerea ordinului modelelor:**
 - [Eric James Grimme, "Krylov Projection Methods for Model Reduction," University of Illinois at Urbana-Champaign, 1997.](#)
 - [Yunkai Zhou, "Numerical Methods for Large Scale Matrix Equations with Applications in LTI System Model Reduction," Rice University, 2002](#)
 - [A. Odabasioglu, M. Celik, L. T. Pileggi, "PRIMA: passive reduced-order interconnect macromodeling algorithm," IEEE Transactions on Computer-Aided Design of Integrated Circuits and Systems, Vol. 17, no. 8, pp. 645-654, Aug. 1998.](#)
 - [J. R. Phillips, "Automated extraction of nonlinear circuit macromodels," in proceedings of the Custom Integrated Circuit Conference, pp. 451-454, 2000.](#)
 - [P. Feldmann, R. W. Freund, "Efficient linear circuit analysis by Pade approximation via the Lanczos process," IEEE Trans. Computer-Aided Design, vol. 14, pp. 639-649, 1995.](#)
 - [Y. Chen and J. White, "A Quadratic Method for Nonlinear Model Order Reduction," International Conference on Modeling and Simulation of Microsystems, Semiconductors, Sensors and Actuators, San Diego, March 2000.](#)
 - [Z. Bai, "Krylov subspace techniques for reduced-order modeling of large-scale dynamical systems," Applied Numerical Mathematics, Vol. 43, pp. 9-44, May 2002.](#)
 - B. Gustavsen and A. Semlyen, "Rational approximation of frequency domain responses by vector fitting", *IEEE Trans. Power Delivery*, vol. 14, no. 3, pp. 1052-1061, July 1999.
- **Principalele serii de conferinte internationale corelate cu Bazele electrotehnicii si modelarea electromagnetica:**
 - COMPUMAG Proceedings 1978... 2011.
 - SCEE Proceedings
 - ENDE Proceedings
 - DAC - Design Automation Conference Proceedings
 - ICCAD Proceedings
- **Situri web remarcabile:**
 - http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page
 - http://web.mit.edu/mor/about_mor.html
 - <http://www.rle.mit.edu/cpg/>
 - <http://www.mcs.anl.gov/petsc/>
 - http://homepage.usask.ca/~ijm451/finite/fe_resources/
 - <http://www.boundaryelements.com/index.php>

- <http://www.energy.sintef.no/Produkt/VECTFIT/>
- <http://www.nr.com/>
- <http://www.cise.ufl.edu/research/sparse/umfpack/>
- <http://www.netlib.org/>
- <http://www.dealii.org/>
- <http://www.hlib.org/>
- <http://www.cgal.org/>
- <http://www.sam.math.ethz.ch/~hiptmair/Homepage/abstract.html>
- <http://www.mathworks.com/>
- <http://www.mathworks.com/matlabcentral/>
- http://www.sal.ufl.edu/NewComers/matlab_optimization_2.pdf
- <http://bwrc.eecs.berkeley.edu/classes/icbook/spice/>
- <http://www.linear.com/designtools/software/>
- <http://www.comsol.com/>
- <http://www.ansys.com/>
- <http://www.cst.com/>