Université de Craiova
Faculté d'Électrotechnique
Département de Mathématiquse Appliquées

Titulair de la discipline
Conf. dr. Romulus MILITARU

PROGRAMME DE COURS

MÉTHODES NUMÉRIQUES
2008/2009

I. À QUI S'ADRESSE. PRÉREQUIS:

Aux étudiants de la **II-ème année – spécialité GÉNIE ÉLECTRIQUE**.
Le cours est base sur les connaissances acquisses aux Algèbre linéaire, Analyse mathématique, Équations différentielles, Programmation des ordinateurs.

II. OBJECTIFS SPÉCIFIQUES DU COURS:

C'est l'une des disciplines du plan d'enseignements de cette specialisation, qui a le rôle de présenter aux étudiants les principales méthodes numériques concernant les problèmes d'algèbre linéaire et non-linéaire, l'approximation des fonctions, l'évaluation numérique des integrales et la résolution numérique des équations différentielles et aux dérivées partielles.
Le principal but est de sensibiliser l'étudiant à l'utilisation de techniques numériques, à leurs avantages et leurs limitations pour être en mesure à la fin du cours, d'analyser et de traiter numériquement des problèmes de genie, à l'aide des codes numériques appropriés. La maîtrise de ces outils performants est devenue indispensable dans la formation scientifique en general, et en particulier dans celle des ingénieurs, puisqu'elle permet d'aborder et de résoudre des problèmes dont la solution est inimaginable par des méthodes analytique classiques.

III. SITUATION DANS LE PLAN D'ENSEIGNEMENT:

Forme d'activité	Semestre 3	Nombre d'heures	Forme d'évaluation
Cours	2	28	Contrôle continu
Travaux de laboratoire	2	28	Épreuve pratique
Nb. d'heures total/sem.	4	56	

IV. PROBLÉMATIQUE

Chapitre	Dénomination et problèmes traités	Nombre d'heures
1	**Méthodes numériques en algebra** -Types de matrices et transformations matricielles appliqués à la résolution de systèmes linéaires:	12

- Types de matrices:
  - Matrices carrées d’ordre n réelles. Cas particuliers, operations avec telles matrices;
  - Matrice diagonale. Cas particulier: matrice unité d’ordre n;
  - Matrice triangulaire supérieure (inférieure) d’ordre n;
  - Matrice bande d’ordre n.
- Transformations matricielles appliqués à la résolution de systèmes linéaires:
  - Méthodes d’élimination de Gauss pour la triangularisation supérieure;
    - Techniques du pivot partiel et total; Stabilité numérique;
  - Factorisation LR pour les matrices carrées réelles d’ordre n;
  - Factorisation LR pour les matrices réelles tridiagonales d’ordre n;
  - Factorisation LR pour les matrices réelles pentadiagonales d’ordre n;
  - Méthodes itératives pour la resolution de systèmes linéaires:
    - Méthode de Jacobi;
    - Méthode de Gauss-Seidel;
    - Méthode de Gauss-Seidel pour des systèmes linéaires ayant la matrice des coefficients creuse

- Calcul de determinants et de l’inverse d’une matrice régulière:
  - Calcul de determinants:
    - Méthode de Gauss;
    - Méthode de Chio;
    - Factorisation LR.
  - Calcul de l’inverse d’une matrice régulière:
    - Méthode de Gauss;
    - Méthode itérative.

- Méthodes numériques pour la résolution des équations non-linéaires et de systèmes des équations non-linéaires:
  - Méthode de Bairstow pour l’évaluation des racines d’une équation algébrique;
  - Méthode de Newton;
  - Méthode de Newton modifiée;

- Détermination du polynôme caractéristique, des valeurs propres et des vecteurs propres correspondants, pour des matrices réelles:
  - Méthode de mineurs diagonaux;
  - Méthode de LeVerrier;
  - Méthode de Krylov (la possibilité de trouver les vecteurs propres);
  - Méthode de Fadeev (la possibilité de trouver les vecteurs propres);
  - Méthode de Danilevski (la possibilité de trouver les vecteurs propres);
  - Méthode de factorisation LR pour la determination des valeurs propres et des vecteurs propres correspondants;

	-Méthode itérative de type Newton pour l'estimation numérique des valeurs propres extrêmes pour une matrice symmétrique rélle.	
2	**Approximations de fonctions** -Interpolation sur des noeuds simples et multiples: -Polynôme d'interpolation de Lagrange; évaluation d'erreur; -Polynôme d'interpolation de Newton; évaluation d'erreur; -Polynôme d'interpolation d'Hermite; évaluation d'erreur; -Interpolation par les functions spline cubiques; évaluation d'erreur; -Approximation au sens des moindres carrés – cas discret.	6
3	**Évaluation numériques des integrales** -Évaluation des intégrales simples: -Formule de quadrature à deux nodes (trapeze); estimation d'erreur; -Formule de quadrature à trois nodes (Simpson); estimation d'erreur; -Formule de quadrature à quatre nodes (Newton); estimation d'erreur; -Évaluation des intégrales doubles sur un domaine convexe à frontière polygonale.	2
4	**Méthodes numériques pour la résolution des equations différentielles et aux derives partielles** -Équations differentielles ordinaries et d'ordre supérieur avec condition initiale: -Méthodes de type Euler (Euler, Euler-modifiée, trapèze); -Méthodes de type Runge-Kutta; -Méthodes de type Adams-Bashfort-Moulton. -Équations différentielles d'ordre deux avec conditions bi-locales – pb. Sturm-Liouville: -opérateurs des différences finies; -schéma aux différences finies. -Équations aux derives partielles d'ordre deux – type eliptique -Méthode aux différences finies	8

Travaux de laboratoire

1. **Résolution de systèmes des équations linéaires**

-méthodes directes

méthode de Gauss – techniques du pivot partiel et total – algorithme et programme, tests numériques. 2h

factorisation LR (matrices quelconques et bande) - algorithme et programme, tests numériques. 2h

-méthodes itératives

méthode de Jacobi et Seidel-Gauss- algorithme et programme, tests numériques. 2h

2. **Calcul de determinants; l'inverse d'une matrice**
-méthode de Gauss, méthode itérative - algorithme et programme , tests numériques 2h

3. **Polynôme caractéristique.Valeurs et vecteurs propres**
-méthode de Krylov, méthode de Danilevski, méthode LR - algorithme et programme, l'utilisation des procedures antérieurement construites, tests numériques; 3h

4. **Résolution numérique des équations et des systèmes des équations non-linéaires**:
-méthode de Newton, méthode de Bairstow - algorithme et programme , tests numériques 3h

5. **Interpolation**
-interpolation Lagrange, interpolation Newton - algorithme et programme , tests numériques 2h
-interpolation Hermite - algorithme et programme , tests numériques 1h
-interpolation par functions splines cubiques, méthode des moindres carrées - algorithme et programme , tests numériques 2h

6. **Intégration numérique**
-méthode du trapèze, méthode de Simpson-algorithme et programme, tests numériques 2h
-évaluation numérique des integrals doubles sur un domaine convexe plan, à frontière polygônale - algorithme et programme , tests numériques 1h

7. **Équations différentielles ordinaires**
-méthodes de type Euler; méthodes de type Runge-Kutta, mthode de type Adams-Bashfort-Moulton - algorithme et programme , tests numériques 3h

8. **Équations aux dérivées partielles**:
- opérateurs de différence;
- équations de type elliptique; méthode de différences finies - algorithme et programme , tests numériques; l'utilisation des procedures antérieurement construites, tests numériques 3h

V. <u>BIBLIOGRAPHIE</u>

[1]. Burden R. L., Faires J. D., **Numerical Analysis**, Brooks Cole Ed., 2004.
[2]. C de Boor, **A *practical guide to splines***, 2nd ed. Springer, New York, 2000.
[3]. Ciarlet P.G., **Introduction à l'Analyse Numérique et l'Optimisation**, Ed. Masson, Paris, 1990.
[4]. Chatelin F., **Spectral approximation of linear operators**, Academic Press, New York, 1983.
[5]. Demidovici B., Maron I., **Éléments de Calcul Numérique**, Ed. Mir Moscou, 1973.
[6]. Ebâncă D., **Metode numerice in algebră**, Editura Sitech, Craiova, 2005.
[7]. Mihoc Gh., Micu N., **Teoria probabilităților si statistică matematică**, E. D.P., Bucuresti, 1980.
[8]. Militaru R., **Méthodes Numériques. Théorie et Applications**, Ed. Sitech, Craiova, 2008.
[9]. Philips G., Taylor T., **Theory and Applications of Numerical Analysis**, Academic Press, 1999.

[11]. Popa M., Militaru R., **Analiză Numerică** , Note de curs, Ed. Sitech, Craiova, 2003.
[12]. Popa M., Militaru R., **Metode numerice - algoritmi şi aplicații**, Ed. Sitech, Craiova, 2007.

VI. OBLIGATIONS DES ÉTUDIANTS ET ÉVALUATION DES CONNAISSANCES

La compréhension et l'assimilation des notions enseignées pendant les cours, l'usage des instruments de calcul numérique afin de pouvoir résoudre des problèmes pratiques présentés au cours et au laboratoire.
Pendant les travaux de laboratoire, les étudiants doivent parcurir les étapes suivantes:
-la construction et la compréhension des algoritmes pseudo-cod;
-l'obtention des programmes, en transposant les algorithmes en langage de programmation;
-la validation de la correctitude du code écrit et l'étude numérique, par l'intermediaire de celui-ci, des applications proposées (tests pour des cas spéciales, cas limites).

MODE D'ÉVALUATION

NF=0.8 NEE+0.2 NEL

où: NF=note finale;
NEE=note de l'examen écrit (documents de cours autorisées, 2 heures);
NEL=note de l'épreuve de laboratoire (documents de cours autorisées, 2 heures).

Rémarque: Toutes les composantes de la formule d'évaluation ci-dessus sont obligatoires.

Elaborée par,
Conf. Univ. Dr. Romulus MILITARU