

Anno Accademico 2021/2022, II anno: Corsi di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Automazione ed in Ingegneria Elettrica; I anno: Corsi di Laurea Magistrale in Ingegneria Elettronica

Corso di Modelli Numerici per i Campi

prof. G. Rubinacci

Diario delle Lezioni

Materiale didattico di riferimento:

F. Trevisan, F. Villone, Modelli numerici per campi e circuiti, SGE Padova, [TV]

G. Miano, Modelli Numerici per i Campi, Napoli, settembre 2009, dispense disponibili in formato pdf sul sito www.elettrotecnica.unina.it alla pagina del corso del prof. G. Miano. Tutti gli argomenti svolti durante il corso sono trattati nelle dispense [GM]

Ulteriore materiale didattico è disponibile sul sito www.elettrotecnica.unina.it all'indirizzo del corso [GR]

Eventuali ulteriori riferimenti potranno essere dati durante lo svolgimento del corso¹.

Lezione n. 1 (28/09/2021) 8:30-10:30

Introduzione al corso. Un semplice caso di studio: il calcolo della resistenza di un conduttore massiccio. Il metodo della minimizzazione dell'errore costitutivo. [GR Minimizzazione dell'errore costitutivo]

Lezione n. 2 (29/09/2021) 10:30-12:30

Ancora sulla minimizzazione dell'errore costitutivo. Il caso di un semplice circuito resistivo. Cenni sul problema della discretizzazione [GR Minimizzazione dell'errore costitutivo].

Richiami sugli spazi lineari a dimensioni finite. Matrici. [TV Appendice A.1-A.3 - GM Appendice n.1 – Matrici]

Lezione n. 3 (1/10/2021) 13:30-15:30

Matrici simmetriche, hermitiane, normali, unitarie, ortogonali. Il prodotto scalare. Il teorema del rango. Sistemi lineari. Determinante. Matrice inversa. Autovalori ed autovettori. [TV Appendice A.1-A.7, A9-A11 - GM Appendice n.1 – Matrici]

¹ Si ritiene utile dare indicazione di alcuni testi per ulteriori approfondimenti

[1] V. Comincioli. Analisi numerica: Metodi Modelli Applicazioni. Nuova edizione, in formato e-book, 981 pp. Apogeo, Feltrinelli Milano, 2005 [VC1]

[2] V. Comincioli. Analisi Numerica Metodi Modelli Applicazioni. seconda edizione, McGraw-Hill Italia Milano, XII + 765 pag., 1995 [VC2]

[3] A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, P. Gervasio, Matematica Numerica, 4a edizione Springer 2014. [QS]

[4] A. Quarteroni, Modellistica Numerica per Problemi Differenziali, 6a edizione Springer 2016 [AQ]

Lezione n. 4 (5/10/2021) 8:30-10:30

Il teorema del rango. Sistemi lineari. Determinante. Matrice inversa. Autovalori ed autovettori. Autovettori linearmente indipendenti. Molteplicità algebrica e geometrica. Trasformazioni di similitudine. Matrici diagonalizzabili. [TV Appendice A.1-A.7, A9-A11 - GM Appendice n.1 - Matrici]

Lezione n. 5 (6/10/2021) 10:30-12:30

Forma canonica di Schur [TV Appendice A11.2]
Quoziente di Rayleigh–Ritz. Predominanza diagonale [TV A.14]. Matrici definite positive [TV A.12]. Localizzazione degli autovalori. teoremi di Gershgorin [TV Appendice A.13] Norme vettoriali. Continuità della norma. Equivalenza delle norme. Norme matriciali [TV Appendice A. 15-16 - GM Appendice n. 2. Norme di vettori e matrici]

Lezione n. 6 (8/10/2021) 13:30-15:30

Differenze Finite. Un problema modello monodimensionale: L'equazione di Poisson. Discretizzazione. Proprietà della matrice A. Consistenza. Stabilità. Convergenza. [GM. Nota 2].

Lezione n. 7 (12/10/2021) 8:30-10:30

Proprietà della matrice A. Consistenza. Stabilità. Convergenza. Autovalori. Differenze finite. Equazione di Poisson 1D [m-files sul sito www.elettrotecnica.unina.it].

Lezione n. 8 (13/10/2021) 10:30-12:30

Condizionamento di una matrice [GM. Nota 4 - 4.7]. Differenze finite: Condizioni di Neumann. Il caso 2D. Equazione di Poisson 2D. [GM. Nota 2]

Lezione n. 9 (15/10/2021) 13:30-15:30

Il caso 2D. Equazione di Poisson 2D. Proprietà della matrice A. Cenno sugli autovalori e autovettori nel caso 2D. Convergenza della soluzione [GM. Nota 2]

Lezione n. 10 (19/10/2021) 8:30-10:30

Esercitazione con Matlab. Differenze finite: Il caso 2D. Proprietà della matrice A. Autovalori e autovettori nel caso 2D. Convergenza della soluzione [GM. Nota 2].

Lezione n. 11 (20/10/2021) 16:30-18:30

Esercitazione con Matlab. Differenze finite: Il caso 2D.
Il problema modello della conduzione stazionaria [TV 5.2]. Formulazioni: forma forte e forma debole [TV 5.5, GM. Nota 3]. Introduzione alle formulazioni variazionali [TV 5.6. GM Nota 3]. Il problema di Poisson.
Introduzione al metodo degli elementi finiti. FEM 1D: funzioni di forma del primo ordine

Lezione n. 12 (22/10/2021) 13:30-15:30

Introduzione al metodo degli elementi finiti. FEM 1D: funzioni di forma del secondo ordine [GM. Nota 3]; matrice di stiffness; condizioni al contorno, termine noto; funzioni di forma del secondo ordine. Cenni al metodo degli elementi finiti nei casi 2D e 3D. Funzioni di forma lineari e coordinate baricentriche. [GM Slides Power Point Lezione elementi finiti. AQ. 4.4]

Lezione n. 13 (26/10/2021) 8:30-10:30

Ancora su funzioni di forma lineari e coordinate baricentriche. [GM. GM Slides Power Point Lezione elementi finiti. AQ. 4.4].
Interpolazione polinomiale. Polinomi di Lagrange. Splines lineari a tratti. Errore di interpolazione [GM Nota 7. GM. Lezione interpolazione 2D, TV. 1.5, AQ 4.3] [GM. Nota 3 AQ 4.3]

Lezione n. 14 (27/10/2021) 10:30-12:30

Cenni sulla teoria dell'integrazione numerica: formule di Newton-Cotes (trapezi, Simpson); formule di Gauss-Legendre. [TV. 1.6. QS. 9.2 e 9.4]
Esercitazione con Matlab: Interpolazione 1D con Matlab: l'esempio di Runge [VC1 6.1.4].

Lezione n. 15 (29/10/2021) 13:30-15:30

Il metodo degli elementi finiti. Proprietà della matrice A. Sparsità, Simmetria, Positività, Spazio nullo. Dipendenza del segno dei termini A_{ij} dalla forma del triangolo [GM. Nota 3].
Ortogonalità di Galerkin [AQ. 4.2.3] Convergenza del metodo degli elementi finiti [GM. Lezione interpolazione 2D, TV 7.5, AQ. 4.2.3. GR EF_convergenza].

Lezione n. 16 (2/11/2021) 8:30-10:30

Ancora sulla convergenza del metodo degli elementi finiti [GM. Lezione interpolazione 2D, TV 7.5, AQ. 4.2.3. GR EF_convergenza]. Un esempio di superconvergenza nel caso 1D
Il metodo degli elementi finiti: Elementi isoparametrici di ordine superiore a 1. [AQ 8.4]
Esercitazione con Matlab: Esercitazione sugli elementi finiti 1D: costruzione della matrice di stiffness (coordinate locali e globali, assemblaggio locale e globale).

Lezione n. 17 (3/11/2021) 10:30-12:30

Esercitazione con Matlab: Esercitazione sugli elementi finiti 1D: costruzione della matrice di stiffness (assemblaggio locale e globale). Verifica della convergenza con elementi del primo e del secondo ordine.
Risoluzione di sistemi di equazioni algebriche. Metodi diretti. [TV 3.2.1, 3.2.2, 3.2.4, GM. Nota 4].
Matrici triangolari. Introduzione al metodo di eliminazione di Gauss [TV 3.2.1, 3.2.2, 3.2.4, GM. Nota 4].

Lezione n. 18 (5/11/2021) 13:30-15:30

Risoluzione di sistemi di equazioni algebriche. Metodi diretti. Fattorizzazione LU. Fattorizzazione mediante successione di matrici. [TV 3.2.3 – 3.3. GM Nota 4].

Lezione n. 19 (9/11/2021) 8:30-10:30

Fattorizzazione LL^H . Il Metodo di Cholesky. [TV 3.2.3 – 3.3. GM Nota 4]. Matrici sparse e matrici bandate. Cenni al problema della riduzione della banda [GM Nota 4]. Soluzione di sistemi di equazioni algebriche ai minimi quadrati [TV. 8.4]. Equazioni normali [TV. 8.4.1]. Soluzione mediante decomposizione in valori singolari [TV 8.6-8.7].

Lezione n. 20 (10/11/2021) 10:30-12:30

Soluzione di sistemi di equazioni lineari mediante decomposizione in valori singolari [TV 8.6-8.7]. Matrice pseudoinversa (VC1, 3.5). Soluzione mediante il metodo QR [TV 8.5.1]. Cenni alla regolarizzazione di Tichonov [TV 8.8].
Esercitazione con Matlab: elementi finiti 2D:

Lezione n. 21 (12/11/2021) 13:30-15:30

Risoluzione di sistemi lineari con metodi iterativi. Convergenza del metodo iterativo. Velocità di convergenza. Condizioni di arresto dell'iterazione [GM Nota 4, TV 3.4]. Metodi di Jacobi e di Gauss-Seidel [GM Nota 4, TV 3.4]. Il metodo di rilassamento. Convergenza e stima dell'errore (GM Nota 4. 4.8. TV. 3.4.8). Introduzione al metodo del gradiente. (GM Nota 4. 4.10. TV 3.5)