

**Programma del Corso di “Calcolo Numerico”**  
**CC. LL. Ing. delle Comunicazioni, Ing. Meccanica**  
**Proff. Francesca Pitolli, V. Bruni**  
**A.A. 2011-2012**

I testi di riferimento sono i seguenti:

[A] **L. Gori**, *Calcolo Numerico* (V Ediz.), Ed. Kappa, Roma, 2006.

[B] **L. Gori, M.L. Lo Cascio, F. Pitolli**, *Esercizi di Calcolo Numerico* (II Ed.), Ed. Kappa, Roma, 2007.

[C] **F. Pitolli**, *Metodi alle differenze finite per problemi ai limiti*, Dispensa 2010.

### **I. Nozioni Introduttive.**

Errori e loro propagazione. Condizionamento di un problema. Stabilità degli algoritmi.

[A] *Cap. 1: §§ 1.1, 1.3 (fino a errore relativo), 1.4, 1.5, 1.6*

### **II. Soluzione di equazioni e sistemi di equazioni non lineari**

Separazione e approssimazione della radici con metodi iterativi. Ordine di convergenza ed efficienza dei procedimenti iterativi. Metodo di bisezione. Metodi iterativi a un punto. Metodo delle approssimazioni successive; metodo di Newton-Raphson; metodo delle secanti con estremi variabili. Criteri d'arresto. Sistemi di equazioni non lineari: metodo del punto unito, metodo di Newton-Raphson.

[A] *Cap. 2: § 2.11; Cap.3: §§ 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 (escluso il metodo di falsa posizione), 3.5 (escluso Teorema 3.5.3), 3.6 (escluso metodo delle secanti con estremo fisso), 3.7, 3.9, 3.10.*

[B] *Esercizi consigliati: 1.1-1.11, 1.13 (solo secanti con estremi variabili), 1.14, 1.19-1.21, 1.25-1.26.*

### **III. Algebra lineare numerica**

Richiami su matrici e spazi vettoriali: matrici speciali, matrici speciali (simmetriche, definite positive, ecc.), spazi vettoriali normati, norme di vettori, norme di matrici, matrici convergenti. Contrazioni, teorema del punto unito. Generalità sui sistemi lineari. Condizionamento di un sistema lineare. Generalità sui metodi iterativi: convergenza, velocità asintotica di convergenza, criteri d'arresto. Metodi di Jacobi, di Gauss-Seidel, del sovrarilassamento e loro convergenza. Cenni ai metodi diretti: fattorizzazione LU; algoritmo di sostituzione per sistemi triangolari. Calcolo del determinante, dell'inversa e del rango di una matrice.

[A] *Cap. 2: §§ 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.9, 2.10, 2.11. Cap. 4: §§ 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.8, 4.10 (solo enunciati dei teoremi), 4.12.*

[B] *Esercizi consigliati: 2.1-2.5, 2.19-2.25, 2.29,2.30.*

### **IV. Soluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie**

Soluzione numerica del problema di Cauchy, definizioni e concetti base. Errore di troncamento locale, errore globale. Consistenza, stabilità, convergenza dei metodi. Metodi one-step espliciti di Eulero-Cauchy, di Heun, di Runge-Kutta del 4° ordine. Convergenza dei metodi one-step espliciti. Problemi ai limiti: generalità sui metodi alle differenze finite, schema numerico lineare.

[A] *Cap. 9: §§ 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.6, , 9.14.*

[C] *(escluso schema non lineare)*

[B] *Esercizi consigliati: 6.1-6.8.*

### **V. Approssimazione di dati e funzioni**

Generalità sul problema dell'approssimazione: spazi di funzioni approssimanti, criteri di approssimazione, fonti di errore nell'approssimazione. Generalità sull'approssimazione lineare

ai minimi quadrati. Approssimazione polinomiale ai minimi quadrati. Interpolazione polinomiale; generalità; errore di troncamento, errore propagato, costante di Lebesgue. Espressione di Lagrange del polinomio interpolatore ed espressione dell'errore di troncamento. Convergenza dei polinomi interpolatori. Approssimazione trigonometrica ai minimi quadrati. Interpolazione di dati periodici. Cenni alla trasformata di Fourier discreta.

[A] *Cap. 6: §§ 6.1, 6.2, 6.3, 6.10 (esclusi nodi e polinomi di Chebyshev), 6.12, 6.13.*

[B] *Esercizi consigliati: 3.1-3.6, 3.11-3.12, 3.18, 3.20-3.21.*

## **VI. Integrazione numerica**

Formule di quadratura interpolatorie: concetti base, grado di precisione, resto ed errore di propagazione. Formule di Newton–Cotes: formula del trapezio, formula di Cavalieri-Simpson, formule generalizzate dei trapezi e delle parabole e loro convergenza.

[A] *Cap. 7: §§ 7.1, 7.2, 7.3 (escluse formule di Newton-Cotes aperte), 7.4.*

[B] *Esercizi consigliati: 4.2-4.4, 4.9-4.10, 4.12.*

## **VII. Programmazione in Matlab**

Introduzione al Matlab: Command Window, Workspace, Editor, Debug, Help. Tipi di variabili. Variabili predefinite. Variabili complesse. M files: script file e function file. Operatori puntuali e funzioni vettoriali. Istruzioni condizionali (if-else-end). Operatori relazionali e operatori logici. Cicli enumerativi (for-end). Ciclo while. Istruzioni: disp, linspace, plot, varargin, varargout. Istruzione switch. Array e matrici: costruzione di array, matrici speciali, operazioni su matrici. Istruzioni diag, norm, det, inv, cond, eig. Algoritmi in Matlab: metodi di bisezione, di Newton e del punto unito per l'approssimazione delle radici di un'equazione non lineare; metodi di Jacobi, di Gauss-Seidel e SOR per la soluzione numerica di un sistema lineare; approssimazione ai minimi quadrati; formule dei trapezi e delle parabole per l'integrazione numerica; metodi di Eulero e di Runge-Kutta per la soluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie; metodi alle differenze finite per la soluzione numerica dei problemi ai limiti.

**Esercizi d'esame consigliati:** [B] 7.2-7.3, 7.8, 7.11, 7.13, 7.15-7.20, 7.22, 7.23, 7.28, 7.29, 7.35-7.37, 7.39, 7.42, 7.43, 7.47-7.50, 7.52-7.55, 7.57-7.59, 7.61, 7.62, 7.64, 7.70, 7.71, 7.76, 7.79, 7.80, 7.82, 7.84, 7.85.