**Programma del Corso di Calcolo Numerico**

**A.A. 2023-24**

**Prof.ssa Laura Pezza**

# (C.L.L. Ing. Elettronica ed Ing. delle Telecomunicazioni, I Livello 3 CFU )

**Codocenza con il Prof. D. Vitulano**

**I. Nozioni Introduttive.**

Errori e loro propagazione. Stabilità degli algoritmi e condizionamento di un problema. Formula di propagazione dell’errore di arrotondamento. Formule ricorsive ed errore di discretizzazione o troncamento.

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

Metodi iterativi ad un punto. Metodo del punto unito. Separazione ed approssimazione delle radici di un'equazione non lineare con i metodi iterativi. Ordine di convergenza ed efficienza dei procedimenti iterativi. Metodo di bisezione. Metodo di Newton-Raphson per radici semplici. Metodo delle secanti con estremi variabili. Criteri d’arresto. Condizionamento della valutazione di una funzione in un punto e del calcolo di una radice multipla di un polinomio.

**III. Sistemi lineari**

Generalità, richiami su matrici e sulle rispettive norme. Metodi iterativi di Jacobi, di Gauss-Seidel e del rilassamento. Struttura di tipo “splitting” dei metodi e loro convergenza. Criteri d’arresto. Metodo diretto di Gauss con riordinamento pivotale parziale. Teoremi di fattorizzazione LU ed applicazione al calcolo di sistemi simultanei, dell’inversa e del determinante di una matrice. Metodo di Cholesky e metodo di Thomas. Numero di condizionamento di un sistema lineare e determinante generalizzato.

**IV. Approssimazione di autovalori.** Definizione e proprietà degli autovalori di una matrice. Teoremi di localizzazione degli autovalori. Metodi delle potenze, delle potenze inverse e di Sturm.   
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

**V. Approssimazione di dati e funzioni**

Approssimazione interpolatoria ed ai minimi quadrati: teoremi di esistenza ed unicità della soluzione. Interpolazione polinomiale: Matrice di Vandermonde. Espressione di Lagrange del polinomio interpolatore e del relativo errore di discretizzazione. Errore di propagazione: costante di Lebesgue. Convergenza dei polinomi interpolatori. Polinomio ai minimi quadrati. Derivazione numerica.

**VI. Integrazione numerica**

Formule di quadratura interpolatorie: concetti base, grado di precisione. Metodo dei coefficienti indeterminati. Formule di Newton–Cotes semplici e generalizzate. Convergenza delle formule di quadratura. Criterio di Runge per la stima numerica dell’errore di discretizzazione ed estrapolazione di Richardson. Metodo di Romberg.

**VII. Soluzione numerica di equazioni differenziali ordinarie**

Soluzione numerica del problema di Cauchy, definizioni e concetti base. Errore di discretizzazione locale, errore totale. Consistenza, ordine di accuratezza e convergenza dei metodi. Metodi one-step: di Eulero-Cauchy e di Runge-Kutta; in particolare metodi di Heun e di Runge-Kutta del 4° ordine. Convergenza dei metodi one-step. Cenni alla stabilità ed alla assoluta stabilità. Costruzione ed implementazione dei metodi multistep. Metodi di Adams. Metodo predittore - correttore. Risoluzione di sistemi del primo ordine.

Ciascuna lezione è illustrata da numerosi esempi ed esercizi. Sono forniti **alcuni elementi di base di programmazione in MatLab**.

Tutti i teoremi e le formule numeriche sono stati dimostrati, ad eccezione di: Teorema di convergenza dell'estremo di Fourier per il metodo di Newton, teorema di convergenza per il metodo delle secanti, teorema di fattorizzazione LU quando la matrice del sistema è diagonalmente dominante per colonne, espressione del resto nella derivazione numerica e nelle formule di Newton-Cotes semplici.

I testi di riferimento sono i seguenti:

**Per la teoria**

[G] **L. Gori -**  *Calcolo Numerico* (V Ediz.). Ed. Kappa- Roma – 2006.

**Per l’esercitazione**

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

**Per Consultazione:**

[LC] **M.L. Lo Cascio-** Fondamenti di Analisi Numerica. Ed McGraw-Hill - 2008.

Elementi di Calcolo numerico -A. Quarteroni.

Esercizi di Calcolo Numerico svolti con MatLab - Quarteroni, Sacco, Saleri.

**Ciascun argomento è sviluppato nel relativo Capitolo dei libri di teoria [G] e degli esercizi [GLP]:**

**I Arg**. Andamento degli errori. **Cap. 1** di [G].  
**II Arg**. Equazioni e sistemi non lineari. **Cap. 2 e Cap.3** di [G].   
 Esercizi consigliati [GLP]: Cap. 1: tutti,   
 Cap. 7: 7.11,7.12,7.13, 7.14,7.20,7.22,7.25, 7.32,7.36,7.40,7.43,7.53,7.55,7.56,7.61,7.62,7.63.   
**III Arg.** Algebra lineare numerica. **Cap.4 e Cap. 5** di [G].

Esercizi consigliati [GLP]: Cap 2: tutti eccetto quelli di Arg IV,   
 Cap. 7: 7.7,7.15,7.16,7.19,7.24,7.34,7.35,7.49,7.52,7.57,7.58,7.59,7.64.   
 **IV Arg.** Approssimazione di autovalori. **Cap.6** di [G].

Esercizi consigliati [GLP]: Cap. 2: eccetto quelli di Arg III,   
 Cap.7: 7.6, 7.21, 7.27, 7.31, 7.32, 7.41, 7.44, 7.60, 7.65,7.66,

**V Arg.** Teoria dell'approssimazione. **Cap.7** di [G]

Esercizi consigliati [GLP]: Cap. 3: tutti,   
 Cap.7: 7.2,7.4,7.26,7.37,7.45,7.48,7.50,7.70,7.77,7.79,7.81,7.83

**VI Arg**. Formule di integrazione numerica. **Cap. 8** di [G].

Esercizi consigliati [GLP]: Cap. 4: tutti,  
 Cap.7:7.7.1,7.3,7.8,7.9,7.10,7.17,7.23,7.28,7.30,7.38,7.42,7.47,7.1,7.73,  
 7.78,7.82,7.84.

**VII Arg**. Equazioni differenziali ordinarie. **Cap. 9** di [G].

Esercizi consigliati [GLP]: Cap. 6: tutti;   
 Cap.7: 7.33, 7.39,7.51,7.76,7.80,7.85.