

REGISTRO DELLE LEZIONI DI  
**LABORATORIO DI CALCOLO NUMERICO**  
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA AMBIENTALE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE  
3 CFU - A.A. 2024/2025  
DOCENTE: DOTT.SSA FEDERICA PES  
ULTIMO AGGIORNAMENTO: 11 DICEMBRE 2024

**1. Martedì 1/10/2024, 8–11. ore: 3(3)**

---

Introduzione a Matlab. Cenni sulle librerie numeriche contenute in Matlab. Tipi di costanti e variabili: `double`, `complex`. Operatori aritmetici e funzioni elementari. Variabili predichiarate. Gestione della sessione di lavoro, editing della linea di comando. La funzione `diary`. Controllo del workspace. Memorizzazione e caricamento di dati con le istruzioni `save` e `load`. Formato di visualizzazione dei numeri. Funzioni per numeri complessi. Vettori e matrici.

**2. Martedì 8/10/2024, 8–11. ore: 3(6)**

---

Funzioni per generare vettori e matrici `zeros`, `ones`, `eye`, `rand`, `randn`. Funzioni `linspace` e `diag`. Documentazione e `help` in linea. Errori di arrotondamento e loro propagazione nei calcoli, *overflow* e *underflow*. Programmazione mediante scripts. Uso dell'editor. Cicli `for` e `while`. Controllo del flusso: `if`, `elseif`, `else`. Le istruzioni `input`, `disp`, `warning`, `error` e `fprintf`. Allocazione di un array con `zeros`. Misura del tempo di esecuzione: `tic` e `toc`. Creazione di una `table` a partire da variabili vettoriali. Programmazione del Gioco della Vita (Game of Life). L'istruzione `round`. Le istruzioni grafiche `imagesc` e `axis`. Comando `pause` e pausa temporizzata.

**3. Martedì 15/10/2024, 8–11. ore: 3(9)**

---

Modifica del programma Game of Life. Estrazione di sottomatrici da una matrice mediante `subindexing`. Le istruzioni `sum` e `num2str`. Grafico di una funzione. Campionamento di una variabile mediante `linspace`. Calcolo vettoriale per valutare una funzione su una discretizzazione. Operatori che agiscono componente per componente (dot-operators `.*`, `./`, `.^`). Annotazione dei grafici: `title`, `xlabel`, `ylabel`, `legend`. Modifica dello stile delle linee col comando `set`. Apertura di più finestre grafiche con `figure`. Puntatori a funzione (o funzioni anonime). Calcolo dei coefficienti di Fourier e plot di somme parziali di serie di Fourier. Funzioni definite in modo diverso su diversi sottointervalli. Composizione di stringhe con `sprintf`. L'istruzione `switch` per effettuare scelte multiple.

---

**4. Martedì 22/10/2024, 8–11. ore: 3(12)**

---

Continuo serie di Fourier: calcolo dei coefficienti di Fourier. Funzione `integral`. Definizione di algoritmo iterativo. Il metodo di Newton per la soluzione di equazioni non lineari; regole di stop. Iterazione controllata mediante l'istruzione `while`. Sperimentazione numerica su due equazioni non lineari.

---

**5. Martedì 29/10/2024, 8–11. ore: 3(15)**

---

Introduzione all'uso delle `functions`. Creazione di una `function` per il metodo di Newton. Comunicazione tra uno script e una `function`. La funzione `nargin` per verificare il numero dei parametri in ingresso e assegnare valori di default. Sperimentazione numerica al variare dei parametri del metodo su alcune equazioni non lineari. Algebra lineare: norme vettoriali e comando `norm`. Matrici, inversa `inv`, calcolo del determinante `det`, calcolo di autovalori `eig`, matrici strutturate: hermitiana, simmetrica, definita positiva, unitaria, ortogonale, triangolare superiore, triangolare inferiore, diagonale.

---

**6. Martedì 5/11/2024, 8–11. ore: 3(18)**

---

Continuo matrici strutturate: a banda, diagonalmente dominanti. Costruzione di matrici simmetriche, triangolari `triu`, `tril`, diagonali `diag`, ortogonali `orth`, matrici a banda (tridiagonali e pentadiagonali) e matrici diagonalmente dominanti. Matrici sparse e comandi `sprand`, `sprandsym`, `spy`, `nnz`. Norme matriciali e comando `norm`. Sistemi di equazioni lineari: risoluzione su Matlab con l'operatore backslash `\`, confronto dei tempi usando `inv` e `\`, sistemi sparsi e comando `sparse`, confronto dei tempi usando matrice tridiagonale "piena" e sparsa.

---

**7. Martedì 19/11/2024, 8–11. ore: 3(21)**

---

Metodi iterativi per sistemi lineari: metodo di Jacobi e metodo di Gauss-Seidel. Condizione necessaria e sufficiente per la convergenza. Criteri di arresto: scarto relativo tra iterazioni successive, numero massimo di iterazioni, condizione sul residuo. Creazione di una `function` per il metodo di Jacobi. Creazione di una `function` per il metodo di Gauss-Seidel. Costruzione di un sistema lineare test con matrice strettamente diagonalmente dominante. Costruzione di un sistema lineare test con matrice tridiagonale. Rilevazione della convergenza di un metodo iterativo. Sperimentazione numerica al variare dei parametri del problema test e del metodo.

---

**8. Martedì 26/11/2024, 8–11. ore: 3(24)**

---

Problemi di Cauchy: creazione di alcuni problemi test. Implementazione del metodo di Eulero per l'approssimazione della soluzione. Risoluzione con la funzione `ode23` e con il metodo di Eulero. Visualizzazione dei risultati e degli errori. Sistemi di equazioni differenziali e notazione vettoriale. Il modello SIR in epidemiologia. Realizzazione di una funzione che calcoli il modello differenziale SIR. Risoluzione del problema mediante la funzione `ode45` e il metodo di Eulero. Visualizzazione dei risultati al variare dei coefficienti  $\beta$  e  $\gamma$  del modello, della numerosità della popolazione e del periodo temporale.

---

**9. Martedì 03/12/2024, 8–11. ore: 3(27)**

---

Risoluzione numerica di un problema differenziale con valori agli estremi (o problema ai limiti) mediante differenze finite. Implementazione del metodo e visualizzazione grafica dei risultati. Sperimentazione numerica al variare della dimensione  $n$ . Risoluzione del sistema lineare mediante metodi iterativi (Jacobi e Gauss-Seidel).

---

**10. Martedì 10/12/2024, 8–11. ore: 3(30)**

---

Risoluzione numerica di un problema differenziale ellittico in due variabili mediante differenze finite del secondo ordine. Scrittura di un problema modello con soluzione nota. Puntatori a funzioni in due variabili. Creazione e manipolazione di una discretizzazione per un dominio piano (griglia). Scrittura e calcolo di funzioni di due variabili. Visualizzazione di superfici `surf`. Calcolo sulla griglia delle funzioni coefficienti del problema differenziale. Struttura della matrice associata al problema. Vettorializzazione di una matrice `av = AM(:)`. Preparazione ed allineamento delle cinque diagonali della matrice. Creazione di una matrice sparsa mediante la funzione `spdiags`. Costruzione del termine noto del sistema lineare derivante dalla discretizzazione di una PDE ellittica. Risoluzione del sistema lineare e ricostruzione della soluzione del problema, mediante l'uso della funzione `reshape` (riordinamento lessicografico di un vettore in una matrice) e l'aggiunta delle condizioni al contorno. Visualizzazione grafica della soluzione approssimata e dell'errore.

**Totale ore: 30**