INTRODUZIONE A MATLAB

Descrizione

- Ambiente/Linguaggioper risolvere problemi di calcolo numerico***MAT**rix **LAB**oratory*;
- Marchio registrato da *MathWorks Inc.* (U.S.A.)
- Puo' essere ampliato da pacchetti specifici (toolbox)
  - *Wavelet Toolbox, Signal processing Toolbox*
- E' un interprete in grado di eseguire:
  - Istruzioni native (buid-in)
  - Istruzioni contenute in files

Il PROMPT

La linea di comando di MATLAB è indicata dal prompt

```
>>
```

MATLAB permette di richiamare dal prompt le ultime righe di comandi inseriti usando le frecce in alto e in basso

Accetta dichiarazioni di variabili, espressioni e chiamate a tutte le funzioni disponibili nel programma.

Tutte le funzioni di MATLAB non sono altro che files di testo, simili a quelli che l'utente può generare con un text editor, e vengono eseguite semplicemente digitandone il nome sulla linea di comando.

HELP DI MATLAB

MATLAB presenta un ***help*** in linea con informazioni sulla sintassi di tutte le funzioni disponibili.

Per accedere a queste informazioni, basta digitare:

```
help nome_funzione
```

È anche possibile avere un ***help*** di tutte le funzioni di una certa categoria; ad esempio per sapere quali sono le funzioni specifiche per l'analisi dei segnali, basta digitare:

```
help signal
```

Per sapere quali sono le varie categorie di funzioni disponibili (i ***toolbox***), basta digitare:

```
help
```

I FILES DI MATLAB

I files interpretati dal programma sono file di testo ASCII con estensione .m ; sono generati con un text editor e sono eseguiti in MATLAB semplicemente digitandone il nome sulla linea di comando (senza estensione!).

È possibile inserire dei commenti al loro interno precedendo ogni linea di commento col simbolo percento %

PUNTEGGIATURA E VARIABILI

Le istruzioni (siano esse contenute in un file .m lanciato da MATLAB, oppure digitate direttamente dalla linea di comando) vanno terminate con un punto e virgola, in caso contrario viene visualizzato il risultato dell'applicazione dell'istruzione.

```
>> var2=linspace(-10,10,10000);
>> var1=6
   var1
         6
```


ISTRUZIONI ELEMENTARI: WHO e WHOS

Si supponga di aver definito in memoria una matrice A di dimensione 2×3 e una variabile ans.

`who`: elenco delle variabili definite in memoria

```
>> who
   your variables are:
   A     ans
```

`whos`: Informazioni sulle variabili definite in memoria

```
>> whos
   Name Size Bytes Class
   A    2×3    48   double array
   ans  1×1    8    double array
   Grand total is 7 elements using 56 bytes
```


ISTRUZIONI ELEMENTARI: save, clear, load

`save`: salva tutte le variabili in memoria nel file file.m

```
>> save A
```

`clear`: cancella tutte le variabili in memoria o una in particolare se specificata

```
>> clear A
>> clear
```

`load`: richiama in memoria le variabili salvate nel file specificato

```
>> load file
```

OPERATORI SCALARI

Gli operatori disponibili sono:

- `+, -, *, /, ^,`
- sin, cos, tan,
- asin, acos, atan,
- exp, log (naturale), log10 (in base 10),
- abs, sqrt, sign

ELEMENTI DI BASE DI MATLAB: vettori e matrici

L'inserimento di un vettore o di una matrice in generale viene effettuato tra parentesi quadre, separando gli elementi delle righe con spazi o virgole, e le diverse righe con punti e virgola (oppure andando a capo ad ogni nuova riga).

```
>> x = [1, 2, 3]; % vettore riga
>> y = [1; 4; 7]; % vettore colonna
>> A = [1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]; % matrice
>> A = [1 2 3
        4 5 6
        7 8 9 ];
```


ELEMENTI DI BASE DI MATLAB: vettori e matrici

Riferimento agli elementi di una matrice `A`:

- l'elemento a_{mn} è indirizzato come `A(m,n)`;

```
>> A(2,3)
    6
```

- la riga m-esima è indirizzata come `A(m,:)`, dove tutte le colonne sono indicate con due punti;

```
>> A(2,:)
    4  5  6
```

- la colonna n-esima è indirizzata come `A(:,n)`, dove tutte le righe sono indicate con due punti;

```
>> A(:,3)
    3
    6
    9
```


OPERAZIONI SULLE MATRICI

Date due matrici A e B di dimensione opportune, si possono definire le seguenti operazioni:

```
>> S=A+B; % somma di due matrici
>> P=A*B; % prodotto righe per colonne
          % di due matrici
>> At=A'; % trasposta di una matrice
>> Ai=inv(A); % inversa di una matrice
```

OPERAZIONI SULLE MATRICI

Altre funzioni operanti su *matrici* (e, quindi, su *vettori*, riga o colonna) sono:

max, min,
sort,
sum, prod,

Esistono poi particolari operatori (`.*`, `./`, `.^`) che permettono di effettuare operazioni su vettori *elemento per elemento*, senza ricorrere a cicli. Ad esempio, se `A` e `B` sono due matrici, per sommare elemento per elemento le due matrici basta fare:

```
>> C=A.+B;
```


OPERAZIONI SULLE MATRICI

- Altre funzioni che operano invece essenzialmente su matrici sono:

det ← Determinante della matrice

```
>> det(A)
     0
```

size ← Dimensioni della matrice

```
>> size(A)
   3   3
```

rank ← Rango della matrice

```
>> rank(A)
     2
```


OPERAZIONI SULLE MATRICI: eye, zeros, ones, rand, diag

Esistono poi varie funzioni predefinite per la creazione di matrici:

`eye(n)` : matrice identità n righe n colonne
`zeros(m,n)` : matrice di 0 con m righe e n colonne
`ones(m,n)` : matrice di 1 con m righe e n colonne
`rand(m,n)` : matrice casuale di valori tra 0 e 1
`diag(X)` : se `X` è un vettore con n elementi, produce una matrice quadrata diagonale di dimensione n per n con gli elementi di `X` sulla diagonale. Se invece `X` è una matrice quadrata di dimensione n per n, produce un vettore di n elementi pari a quelli sulla diagonale di `X`.

RISOLUZIONE DI SISTEMI LINEARI

Calcolare il valore di x, con Ax=B ⇒ $x=A^{-1}B$

```
>> x=A\B;
>> x=inv(A)*B;
```

Calcolare il valore di x, con xC=D ⇒ $x=DC^{-1}$

```
>> x=D/C;
>> x=D*inv(C);
```

- ***slash*** `/` determina la divisione con la matrice posta a destra di x
- ***backslash*** `\` determina la divisione con la matrice posta a sinistra di x

GRAFICI IN MATLAB

La grafica è una delle caratteristiche più sviluppate di MATLAB

- Permette di tracciare più grafici sulla stessa finestra o su più finestre dette "**figure**"
- Per default MATLAB traccia grafici sulla finestra 1
- Volendo aprire più finestre grafiche occorre digitare il comando **figure(n)** dove n definisce il numero della finestra
- Da questo punto in poi MATLAB traccerà grafici sulla finestra n-esima fino a quando non si cambierà finestra con un nuovo comando **figure**
- La chiusura della finestra n-esima avviene con il comando **close(n)**

Definizione di Intervalli

Per definire intervalli si utilizza l'operatore colon ***(:)***

Ad esempio, il vettore le cui componenti sono i valori compresi tra 0 e 2 con passo 0.1 è definito come:

```
» a=[0:0.1:2]

a =

Columns 1 through 7

0 0.1000 0.2000 0.3000 0.4000 0.5000
0.6000

Columns 8 through 14

0.7000 0.8000 0.9000 1.0000 1.1000
1.2000 1.3000

Columns 15 through 21

1.4000 1.5000 1.6000 1.7000 1.8000
1.9000 2.0000
```


LA FUNZIONE ***axis***

Per *creare degli assi* cartesiani si usa la funzione ***axis***

```
>>axis([x_min,x_max,y_min,y_max])
>>axis('string')
```

- Nella prima forma si impongono i limiti inferiore e superiore degli assi cartesiani
- Nella seconda forma, 'string' indica l'aspetto degli assi;

ad esempio:

String=square per avere i due assi uguale
String=normal per sfruttare tutto lo schermo
String=auto restituisce l'asse in scala default, in maniera automatica

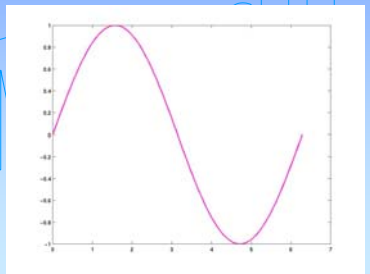
LA FUNZIONE *plot*

Se x è un vettore contenente le ascisse dei punti di un fissato insieme di coppie del piano e y è il vettore delle corrispondenti ordinate, **plot**(x,y) disegna la spezzata congiungente tali punti

Esempio 1:

Disegnare la funzione sen(x) da zero a 2π

```
» x=[0:pi/100:2*pi];
» y = sin(x);
» plot(x,y)
```

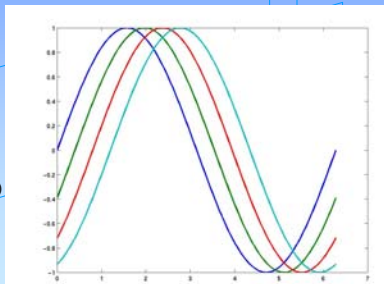


LA FUNZIONE *plot*

E' possibile riportare sulla stessa figura più funzioni rappresentate da diverse coppie (x,y)

Esempio 2:

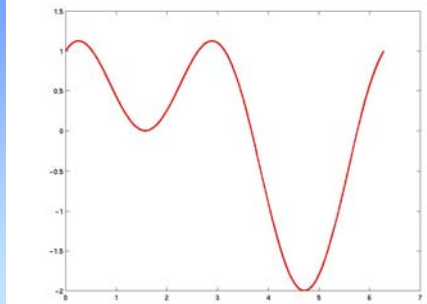
```
» x = [0:pi/100:2*pi];
» y = sin(x);
» y2 = sin(x - .40);
» y3 = sin(x - .8);
» y4 = sin(x - 1.2);
» plot(x,y,x,y2,x,y3,x,y4)
```



LA FUNZIONE *plot*

Esempio 3:

```
» x=[0:0.01:2*pi];
» y=sin(x)+cos(2*x);
» plot(x,y)
```

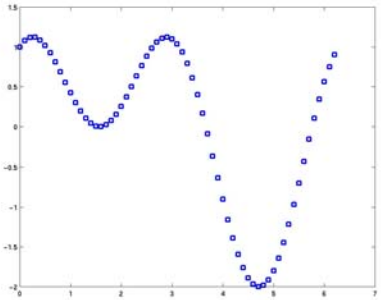


LA FUNZIONE *plot*

La funzione ***plot*** è in grado di tracciare le curve impiegando diversi stili:

Esempio 3:

```
» x=[0:0.1:2*pi];
» y=sin(x)+cos(2*x);
» plot(x,y,'s')
```



La sintassi di ***plot*** nel caso in cui si vogliano utilizzare simboli, colori o stili diversi di linee è la seguente:

```
plot(x,y,'stile')
```

Linea continua –	Punto .	Colore rosso **r**
Linea tratteggiata --	Più +	Colore verde **g**
Linea punteggiata :	Cerchio **o**	Colore blu **b**
Linea tratto punto -.	Stella *	Colore bianco **w**
	Croce **x**	Colore invisibile **i**
	Quadrato **s**	

Esempio 4:

```
>> plot(x,y,'b+:')
```

traccia una linea blu e punteggiata, con il simbolo + in corrispondenza di ogni valore

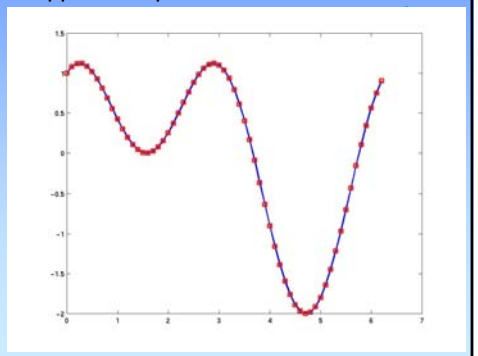
LA FUNZIONE *hold*

La funzione ***hold*** conserva il riferimento di assi cartesiani e il corrispondente grafico già esistente; il grafico successivo verrà sovrapposto al precedente.

Si usa nella forma
hold on
hold off

Esempio 4:

```
» x=[0:0.1:2*pi];
» y=sin(x)+cos(2*x);
» plot(x,y);
» hold on
» plot(x,y,'s')
```

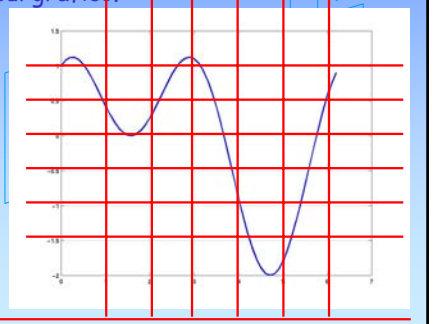


Le FUNZIONI: *zoom, grid*

- La funzione ***zoom*** permette l'ingrandimento di regioni del grafico.
- L'attivazione della funzione ***grid*** traccia un reticolato sul grafico.

Viene usata nella forma
grid on
grid off

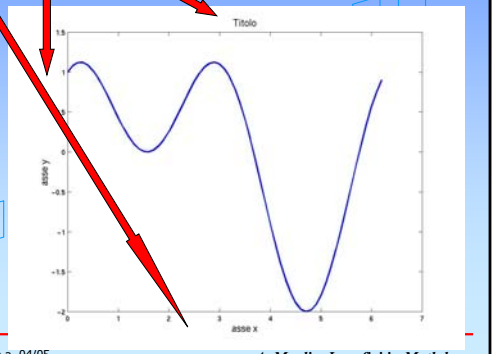
```
» grid on
```



Le FUNZIONI: *zoom, grid*

Il comando ***clf*** pulisce la finestra corrente, mentre ***figure*** ne apre una nuova.
Le istruzioni ***xlabel***, ***ylabel*** e ***title*** etichettano gli assi e la figura:

```
» title('Titolo')
» xlabel('asse x')
» ylabel('asse y')
```

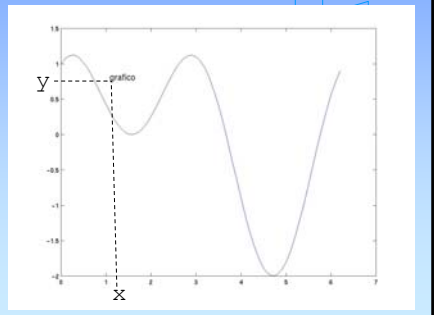


LA FUNZIONE *text*

La funzione ***text*** permette di scrivere una didascalia sul grafico.

```
text(x,y,'testo')
```

dove x,y sono le coordinate da cui inizierà il testo, sapendo che (0,0) è l'angolo in basso a sinistra e (1,1) quello in alto a destra



Esempio:

```
» text(x,y,'grafico');
```


GRAFICI TRIDIMENSIONALI

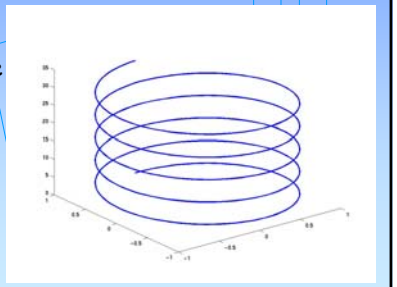
Grafici tridimensionali sono tipicamente tracciati per mezzo delle funzioni ***plot3***, ***mesh*** e ***surf***.

plot3 consente di tracciare una curva nello spazio a partire dalle sue equazioni parametriche.

Esempio:

Dalle equazioni parametriche dell'elicoide

$$\begin{cases} x = \sin t \\ y = \cos t \\ z = t \end{cases}$$



```
» t=[0:pi/50:10*pi];
» plot3(sin(t),cos(t),t);
```


GRAFICI TRIDIMENSIONALI

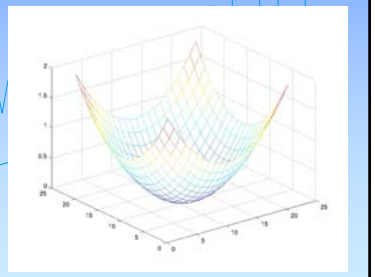
Grafici tridimensionali sono tipicamente tracciati per mezzo delle funzioni ***plot3***, ***mesh*** e ***surf***.

mesh consente rappresentare una superficie nello spazio a partire dalle sue equazioni parametriche.

Esempio :

Dall'equazione del paraboloide ellittico

$$z = x^2 + y^2$$



```
» x=[-1:0.1:1];
» y=[-1:0.1:1];
» [X,Y] = meshgrid(x,y);
» mesh(Z)
```


GRAFICI TRIDIMENSIONALI

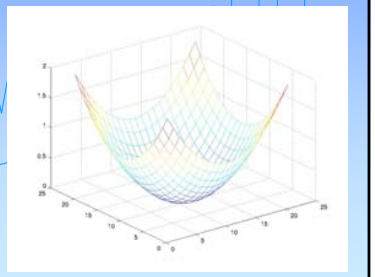
Grafici tridimensionali sono tipicamente tracciati per mezzo delle funzioni ***plot3***, ***mesh*** e ***surf***.

surf consente rappresentare una superficie nello spazio a partire dalle sue equazioni parametriche.

Esempio :

Dall'equazione del paraboloide ellittico

$$z = x^2 + y^2$$



```
» x=[-1:0.1:1];
» y=[-1:0.1:1];
» [X,Y] = meshgrid(x,y);
» surf(Z)
```

TRACCIAMENTO DI PIU' GRAFICI NELLA STESSA FINESTRA

Il comando ***subplot(m,n,p)*** divide la finestra corrente in m righe, n colonne e seleziona la finestra p-esima,

ad esempio

```
subplot(2,2,3)
```

spezza la finestra in quattro sottofinestre e seleziona quella in basso a sinistra (riga 2, colonna 1)

il comando ***subplot(m,n,p)*** deve essere, dunque, usato prima del ***plot,*** per fornire informazioni sulla sottofinestra in cui visualizzare il grafico desiderato

ALCUNI ESERCIZI con MATLAB

OPERAZIONI MATRICIALI

Scrivere un file .m contenente le istruzioni relative alla risoluzione dei seguenti quesiti:

1. Risolvere il seguente sistema lineare:

$$\begin{cases} 2x_1 - 4x_2 + 7x_3 + 4x_4 = 5 \\ 9x_1 + 3x_2 + 2x_3 - 7x_4 = -1 \\ 5x_1 + 2x_2 - 3x_3 + x_4 = -3 \\ 6x_1 - 5x_2 + 4x_3 - 3x_4 = 2 \end{cases}$$

2. calcolare il prodotto scalare $s=u*v^T$, della seguente coppia di punti:

$$u = (5,3,-2,-4,-1) \quad v = (2,-1,0,-7,2)$$

3. Data la matrice $A = \begin{pmatrix} 5 & 3 & -6 \\ 7 & 2 & 0 \\ -4 & 8 & 1 \end{pmatrix}$ ***calcolare:***

```
A1=A*A;

A2=A'*A;

A3=A.*A;

d1=diag(A);

d2=diag(A,1);
```

```
e=exp(A);

sq=sqrt(A);

el=exp(log(A+7));

m=max(A);

sn=sign(A);
```

Fine Esercitazione