

MATLAB Onramp (Complete Code)

MODULO 1 (BASI)

Perché MATLAB?

MATLAB è una piattaforma di programmazione e calcolo numerico utilizzata da milioni di ingegneri e scienziati per l'analisi di dati, lo sviluppo di algoritmi e la creazione di modelli.

Per una rapida overview delle capacità del software, guarda questo breve video (1:37):

https://www.youtube.com/watch?v=joilU9m-sNk&t=1s&ab_channel=MATLAB

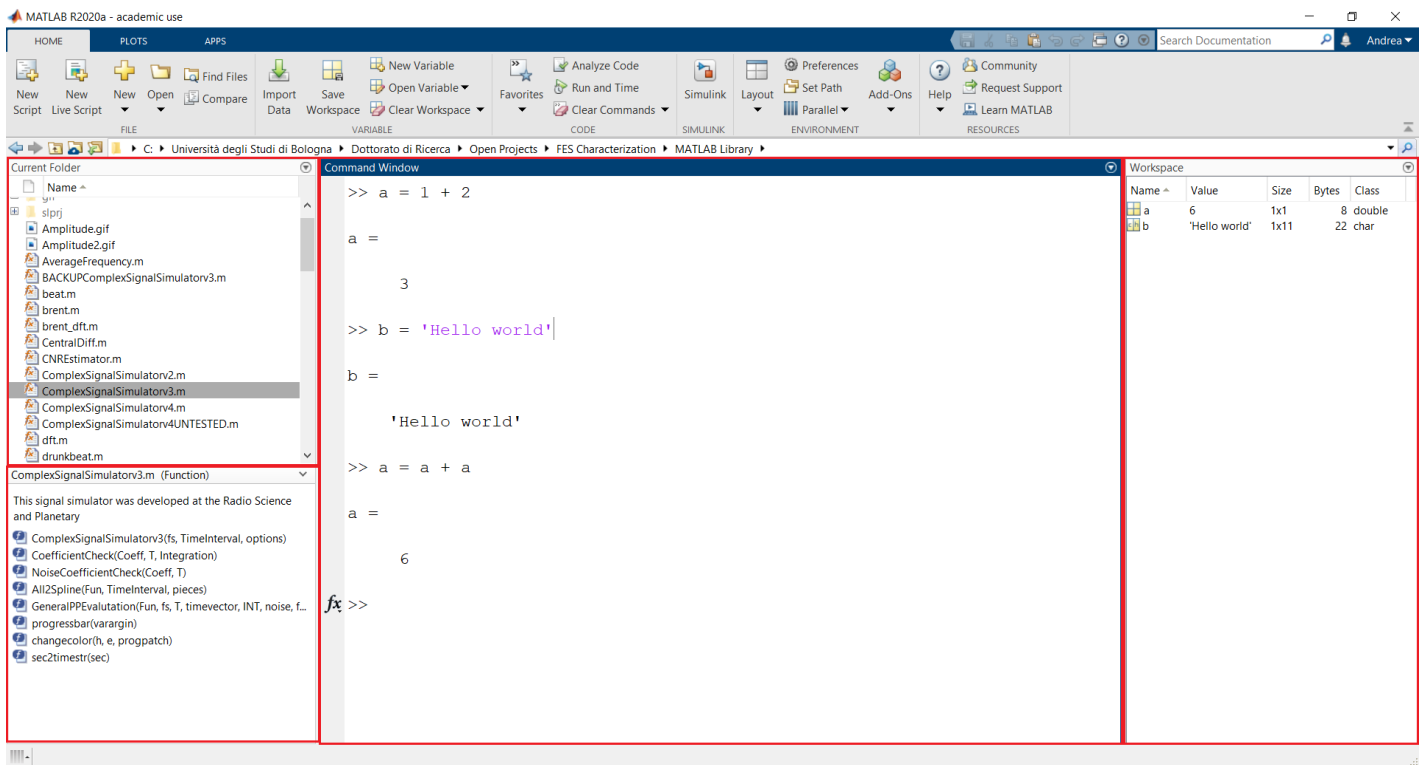
Digitando il comando **demo** seguito da invio nella Command Window, si aprirà una pagina web con moltissimi esempi di utilizzo, catalogati per aree tematiche.

```
demo
```

1.1: Default layout e Command Window

Questa sezione non contiene codice: verrà tutto svolto nella Command Window

Il layout di default contiene tre pannelli: **Current Folder** (sx), **Command Window** (cx), **Workspace** (dx).



Quando inizi a lavorare su un nuovo problema è buona pratica **ripulire il Workspace**: utilizza il comando *clear all* per eliminare tutte le variabili salvate, e il comando *clc* per pulire la Command Window

1.2: Live Editor

Inserire i comandi nella command window è un modo veloce per fare delle prove e vedere i risultati, ma risolvere problemi spesso richiede molte righe di codice e comandi.

Potete salvare le righe di codice e gli output insieme creando un **live script**: clicca in alto su *New Live Script* nella Home Tab per crearne uno.

Il live script è uno strumento molto potente: puoi inserire i comandi nell'**area grigia**, cambiare in **testo** (Text) per aggiungere descrizioni, e cliccare su **run** per eseguire tutto il live script. L'output viene salvato a destra, ma puoi cambiare il layout. Puoi anche dividere il tuo codice in sezioni (*Section Break*), per eseguire solo una porzione di codice per volta con "Run section". Cliccando sul codice verrà evidenziato l'output corrispondente e viceversa.

Cliccando su *Save* puoi salvare il codice, output e testo, sia in formato nativo (.mlx) che in pdf. Da ora in avanti useremo il Live Script, e ti incoraggiamo a fare lo stesso quando userai MATLAB in futuro!

Prima di cominciare, scriviamo i tre comandi che resettano l'ambiente.

- *clc*: pulisce la Command Window
- *clear all*: cancella tutte le variabili salvate
- *close all*: chiude tutte le figure aperte

1.3: Eseguire Semplici Comandi e Definire Variabili

Operatori matematici di base:

- + Somma
- Differenza
- * Prodotto
- / Rapporto
- ^ Elevamento a potenza

Il simbolo (=) in MATLAB è un operatore di *assegnamento*, che assegna l'espressione a destra alla variabile a sinistra. Nota che nella finestra **Workspace** vengono salvate tutte le variabili create, e scrivendo solo il nome della variabile ne verrà mostrato il valore attuale. Puoi chiamare le tue variabili come vuoi, a patto che inizino con una lettera e contengano solo lettere, numeri e underscores (_). Le variabili sono anche Case Sensitive: ad esempio, *Apple* è diverso da *apple*.

E' possibile eseguire comandi direttamente nella COMMAND WINDOW dopo il simbolo >> , premere invio per eseguire il codice:

```
18*4
```

```
ans = 72
```

MATLAB salva il risultato delle operazioni eseguite in Command Window nel Workspace come "ans".

Vediamo cosa succede se eseguiamo 2 operazioni di seguito:

```
15*3
```

```
ans = 45
```

```
10*10
```

```
ans = 100
```

Entrambe le operazioni vengono eseguite e il risultato viene illustrato nella Command Window ma nel Workspace viene salvata solo l'ultima operazione!

Per salvare anche i risultati di operazioni intermedie è necessario definire delle **VARIABILI**:

```
a = 15*3
```

```
a = 45
```

```
b = 10*10
```

```
b = 100
```

MATLAB prima valuta le epressioni a destra dell'uguale poi assegna ("=") il valore dell'espressione alle variabili **"a"** e **"b"**

MATLAB conosce le regole dell'aritmetica e la precedenza tra le operazioni:

```
e = 2 + 4*5/2
```

```
e = 12
```

Se è necessario ricorrere alle parentesi per definire un'espressione matematica, si possono utilizzare parentesi tonde (), eventualmente innestate:

```
f = (2 + 4*5)/2
```

```
f = 11
```

```
g = 3*((2 + 4*5)/2+1)
```

```
g = 36
```

Salvare le variabili nel Workspace permette di richiamarle per successive operazioni, ad esempio:

```
h = f + g
```

```
h = 47
```

E' possibile sopprimere l'output facendo seguire il comando da un punto e virgola ;

```
z = h * 10;
```

La variabile `z` viene aggiunta al Workspace ma non compare alcun output in Command Window.

1.4: Costanti e funzioni built-in

MATLAB contiene alcune **costanti** built-in, come `pi` per rappresentare π , utilizzando il comando `exp(k)` puoi rappresentare e^k .

```
pi
```

```
ans = 3.1416
```

```
exp(1) % Numero di nepero
```

```
ans = 2.7183
```

```
x = pi/2
```

```
x = 1.5708
```

MATLAB contiene anche un numero pressoché sterminato di funzioni built-in (se hai bisogno di qualcosa, *molto probabilmente* è già stato implementato): eccone alcune matematiche di base

```
% Seno, coseno, tangente
```

```
y = sin(x)
```

```
y = 1
```

```
y = cos(x)
```

```
y = 6.1232e-17
```

```
z = tan(x)
```

```
z = 1.6331e+16
```

```
% Arcoseno, arcocoseno, arcotangente
```

```
asin(1)
```

```
ans = 1.5708
```

```
acos(1)
```

```
ans = 0
```

```
atan(1)
```

```
ans = 0.7854
```

```
% Esponenziale, logaritmo in base e, 2, 10  
exp(2) % e^2
```

```
ans = 7.3891
```

```
log(1) % ln(1)
```

```
ans = 0
```

```
log2(4)
```

```
ans = 2
```

```
log10(10^3)
```

```
ans = 3
```

```
% Radice quadrata, valore assoluto  
sqrt(-9)
```

```
ans = 0.0000 + 3.0000i
```

```
abs(-4)
```

```
ans = 4
```

```
% Approssimazione a numeri interi  
ceil(0.4)
```

```
ans = 1
```

```
floor(2.6)
```

```
ans = 2
```

```
fix(3.4)
```

```
ans = 3
```

```
round(4.4)
```

```
ans = 4
```

Nota che per passare un input alle funzioni vengono utilizzate le parentesi tonde.

NB: Il numero immaginario i è anch'esso una costante built-in. $\cos(\pi/2)$ e $\tan(\pi/2)$ non hanno restituito i valori attesi, 0 e infinito. Questo è dovuto ad errori di approssimazione nel calcolo coi decimali: esiste un pacchetto apposito per questo tipo di calcoli, chiamato **Symbolic Toolbox**, che vedremo più avanti.

NB2: È comparso un warning, ma il codice verrà eseguito lo stesso. Cliccando sul triangolino giallo puoi vedere la linea che causa problemi, oltre a suggerimenti utili per ottimizzarlo. Se l'icona è rossa, c'è un errore nel codice e l'esecuzione verrà interrotta.

Solo le prime 4 cifre decimali vengono mostrate nell'output. Se serve più precisione, puoi utilizzare i comandi *format*.

```
format long
x
```

```
x =
1.570796326794897
```

```
format short
x
```

```
x = 1.5708
```

MODULO 2 (Arrays, Matrici e Indexing)

2.1: Creazione di array

MATLAB è un'abbreviazione di "matrix laboratory", "laboratorio di matrici". Mentre altri linguaggi di programmazione lavorano principalmente su un numero per volta, *MATLAB* consente di operare soprattutto su intere matrici e array.

Tutte le variabili di *MATLAB* sono *array* multidimensionali, indipendentemente dal tipo di dati. Una *matrice* è un array bidimensionale frequentemente utilizzato nell'algebra lineare.

Un numero singolo, chiamato *scalare*, è salvato in *MATLAB* come un array 1x1, contenente una riga e una colonna.

Puoi creare array con elementi multipli usando le parentesi quadre: separando i numeri con spazi viene creato un vettore **riga** (1xn), separando i numeri col punto e virgola vengono creati vettori **colonna** (nx1)

```
x = [3 5]
```

```
x = 1×2
    3     5
```

```
y = [3; 5]
```

```
y = 2×1
    3
    5
```

Combinando spazi e ; puoi creare una matrice, un array bidimensionale. L'inserimento avviene per righe. Puoi anche fare operazioni all'interno delle parentesi quadre

```
z = [1 2 3;4 5 6;7 sqrt(2) pi^2]
```

```
z = 3×3
    1.0000    2.0000    3.0000
    4.0000    5.0000    6.0000
    7.0000    1.4142    9.8696
```

Inserire manualmente i valori può diventare scomodo. Spesso (come vedremo nel modulo 3) sono necessari dei **vettori equispaziati**, come:

```
y = [5 6 7 8]
```

```
y = 1×4  
    5    6    7    8
```

Esistono comandi per creare rapidamente vettori simili, come *l'operatore* :

partenza:passo:arrivo

```
y = 5:8 % se non viene specificato, il passo è 1
```

```
y = 1×4  
    5    6    7    8
```

```
x = 1:10
```

```
x = 1×10  
    1    2    3    4    5    6    7    8    9   10
```

```
z = 3:2:13
```

```
z = 1×6  
    3    5    7    9   11   13
```

Se invece sai già il numero di elementi che vuoi in un vettore (la sua lunghezza), puoi usare la funzione *linspace*

linspace(primo el,ultimo el,numero di elementi)

```
x = linspace(0,1,5) % 5 punti equispaziati tra 0 e 1
```

```
x = 1×5  
    0    0.2500    0.5000    0.7500    1.0000
```

```
y = linspace(1, 2*pi, 100)
```

```
y = 1×100  
    1.0000    1.0534    1.1067    1.1601    1.2135    1.2668    1.3202    1.3736 ...
```

Sia : che *linspace* creano vettori riga. Se necessiti di un vettore colonna puoi utilizzare l'operatore apostrofo (') per effettuare una trasposizione

```
x = 1:3
```

```
x = 1×3  
    1    2    3
```

```
x = x'
```

```
x = 3×1  
    1  
    2
```

```
y = linspace(0, 2*pi, 100)' % puoi usare ' nella creazione
```

```
y = 100x1
    0
  0.0635
  0.1269
  0.1904
  0.2539
  0.3173
  0.3808
  0.4443
  0.5077
  0.5712
    ⋮
```

```
x = (1:2:5)' % le parentesi specificano l'ordine delle operazioni
```

```
x = 3x1
    1
    3
    5
```

Esistono molte funzioni per la generazione di array e matrici. Alcune tra le più utili sono:

```
X = ones(2,3)
```

```
X = 2x3
    1    1    1
    1    1    1
```

```
Y = zeros(4)
```

```
Y = 4x4
    0    0    0    0
    0    0    0    0
    0    0    0    0
    0    0    0    0
```

```
Z = rand(2)
```

```
Z = 2x2
    0.8147    0.1270
    0.9058    0.9134
```

```
%% Ricordati di usare help o doc se non sai come usare una funzione!!
```

2.2: Indexing

Dato che tutte le variabili in MATLAB sono array, è fondamentale imparare come usarli, come riferirsi a elementi specifici per estrarre o modificare valori: in altre parole, come effettuare l'**indexing**.

La posizione di un valore in un array è chiamata *indice*. Puoi usare l'indice per modificare o estrarre il valore, per esempio, se vuoi il terzo elemento del vettore:

```
x = 1:10
```

```
x = 1×10  
    1     2     3     4     5     6     7     8     9    10
```

```
x(3) % estrarre il valore del terzo el
```

```
ans = 3
```

```
x(3) = 100 % modificare il terzo el
```

```
x = 1×10  
    1     2   100     4     5     6     7     8     9    10
```

NB: in MATLAB, si conta **a partire da 1**

Se vuoi estrarre un elemento da una matrice, basta specificare due indici, uno per riga e uno per colonna.

```
A = [1 2 3;4 5 6;7 8 9]
```

```
A = 3×3  
    1     2     3  
    4     5     6  
    7     8     9
```

```
A(1,3)
```

```
ans = 3
```

È abbastanza comune dover estrarre un'intera riga o colonna da una matrice: quando utilizzi due punti (:) al posto dell'indice, significa *prendi tutto*.

```
A(1,:) % prima riga, tutte le colonne -> tutta la prima riga
```

```
ans = 1×3  
    1     2     3
```

```
A(:,end) % estrae l'ultima colonna
```

```
ans = 3×1  
    3  
    6  
    9
```

```
A(:,end-1) % estrae la penultima colonna
```

```
ans = 3×1  
    2  
    5  
    8
```

```
A(:,end-1) = [4 5 6] % modifica la penultima colonna, se le dim. coincidono
```

```
A = 3×3
```

```

1     4     3
4     5     6
7     6     9

```

Nota che puoi usare la parola *end* come un indice riga o colonna per riferirsi all'ultimo elemento, e puoi anche combinarlo con espressioni aritmetiche.

Puoi anche estrarre **multipli elementi per volta**, usando l'operatore due punti (:) per specificare il range di valori.

```
x = A(1:3,:) % estrae le righe dalla 1 alla 3
```

```

x = 3x3
     1     4     3
     4     5     6
     7     6     9

```

```
y = A(1:3,2) % estrae primo, secondo, terzo elemento della col. 2
```

```

y = 3x1
     4
     5
     6

```

```
v = linspace(0,10,21)
```

```

v = 1x21
     0     0.5000     1.0000     1.5000     2.0000     2.5000     3.0000     3.5000 ...

```

```
v2 = v(11:end) % crea un vett v2 con gli elementi di v dall'undicesimo in poi
```

```

v2 = 1x11
     5.0000     5.5000     6.0000     6.5000     7.0000     7.5000     8.0000     8.5000 ...

```

2.3: Operazioni sui vettori

MATLAB è pensato per lavorare naturalmente su array: la maggiore parte delle operazioni funziona coi vettori

```
% Aggiungere uno scalare a ogni elemento
```

```
x = [5 2 3]
```

```

x = 1x3
     5     2     3

```

```
y = x + 2
```

```

y = 1x3
     7     4     5

```

```
% Sommare due elementi della stessa lunghezza
```

```
z = x + y
```

```

z = 1x3
    12     6     8

```

```
% Moltiplicare o dividere ciascun elemento per uno scalare, o estrarre  
% radice  
z = 2*x
```

```
z = 1×3  
    10     4     6
```

```
y = x/3
```

```
y = 1×3  
    1.6667    0.6667    1.0000
```

```
xSqrt = sqrt(x)
```

```
xSqrt = 1×3  
    2.2361    1.4142    1.7321
```

```
% Estrarre dati con funzioni statistiche
```

```
xMax = max(x)
```

```
xMax = 5
```

```
xSum = sum(x)
```

```
xSum = 10
```

```
xProd = prod(x)
```

```
xProd = 30
```

```
xMean = mean(x)
```

```
xMean = 3.3333
```

```
xSorted = sort(x)
```

```
xSorted = 1×3  
     2     3     5
```

L'operatore `*` consente di effettuare la **moltiplicazione tra matrici**: se vuoi effettuare un prodotto tra vettori di uguale dimensione (tipo prodotto scalare) comparirà un errore.

```
% z = [3 4] * [10 20]
```








































Per effettuare un prodotto elemento per elemento devi utilizzare l'operatore `.*`

```
z = [3 4] .* [10 20]
```

```
z = 1×2  
    30    80
```

MODULO 3 (Plotting Data)

Su MATLAB è possibile realizzare moltissime tipologie di grafici:

Line Plots	Scatter and Bubble Charts	Data Distribution Plots	Discrete Data Plots	Geographic Plots	Polar Plots	Contour Plots	Vector Fields	Surface
								
								
								
								
								
								
								
								
								
								
								
								
								

In questo modulo utilizzeremo il comando `plot`, il funzionamento di questo comando è vario e dipende dai parametri che gli passeremo come input. Per capirne il funzionamento, ti consigliamo di scrivere nella comandan window `help plot`.

Tutte le funzioni built-in di MATLAB sono ben documentate. E' possibile accedere alla documentazione direttamente da MATLAB.

Il comando `help nome_funzione` restituisce un breve riassunto della documentazione in formato testuale.

```
help plot
```

plot - 2-D line plot

This MATLAB function creates a 2-D line plot of the data in Y versus the corresponding values in X.

Vector and Matrix Data

```
plot(X,Y)
```

```
plot(X,Y,LineSpec)
```

```
plot(X1,Y1,...,Xn,Yn)
```

```
plot(X1,Y1,LineSpec1,...,Xn,Yn,LineSpecn)
```

```
plot(Y)
plot(Y,LineStyle)
```

Table Data

```
plot(tbl,xvar,yvar)
plot(tbl,yvar)
```

Additional Options

```
plot(ax,___)
plot(____,Name,Value)
p = plot(____)
```

Input Arguments

X - x-coordinates
scalar | vector | matrix
Y - y-coordinates
scalar | vector | matrix
LineStyle - Line style, marker, and color
string scalar | character vector
tbl - Source table
table | timetable
xvar - Table variables containing x-coordinates
string array | character vector | cell array | pattern |
numeric scalar or vector | logical vector | vartype()
yvar - Table variables containing y-coordinates
string array | character vector | cell array | pattern |
numeric scalar or vector | logical vector | vartype()
ax - Target axes
Axes object | PolarAxes object | GeographicAxes object

Name-Value Arguments

Color - Line color
[0 0.4470 0.7410] (default) | RGB triplet | hexadecimal color code |
"r" | "g" | "b" | ...
LineStyle - Line style
"-" (default) | "--" | ":" | "-." | "none"
LineWidth - Line width
0.5 (default) | positive value
Marker - Marker symbol
"none" (default) | "o" | "+" | "*" | "." | ...
MarkerIndices - Indices of data points at which to display markers
1:length(YData) (default) | vector of positive integers |
scalar positive integer
MarkerEdgeColor - Marker outline color
"auto" (default) | RGB triplet | hexadecimal color code | "r" |
"g" | "b" | ...
MarkerFaceColor - Marker fill color
"none" (default) | "auto" | RGB triplet | hexadecimal color code |
"r" | "g" | "b" | ...
MarkerSize - Marker size
6 (default) | positive value
DatetimeTickFormat - Format for datetime tick labels
character vector | string
DurationTickFormat - Format for duration tick labels
character vector | string

Examples

```
Create Line Plot
Plot Multiple Lines
Create Line Plot From Matrix
Specify Line Style
Specify Line Style, Color, and Marker
Display Markers at Specific Data Points
Specify Line Width, Marker Size, and Marker Color
```

- Add Title and Axis Labels
- Plot Durations and Specify Tick Format
- Plot Coordinates from a Table
- Plot Multiple Table Variables on One Axis
- Specify Axes for Line Plot
- Modify Lines After Creation
- Plot Circle

See also `title`, `xlabel`, `ylabel`, `xlim`, `ylim`, `legend`, `hold`, `gca`, `yyaxis`, `plot3`, `loglog`, `Line`

Introduced in MATLAB before R2006a
Documentation for `plot`
Other uses of `plot`

Il comando `doc nome_funzione` apre una pagina web con l'intera documentazione:

```
doc plot
```

3.1: Plottare vettori

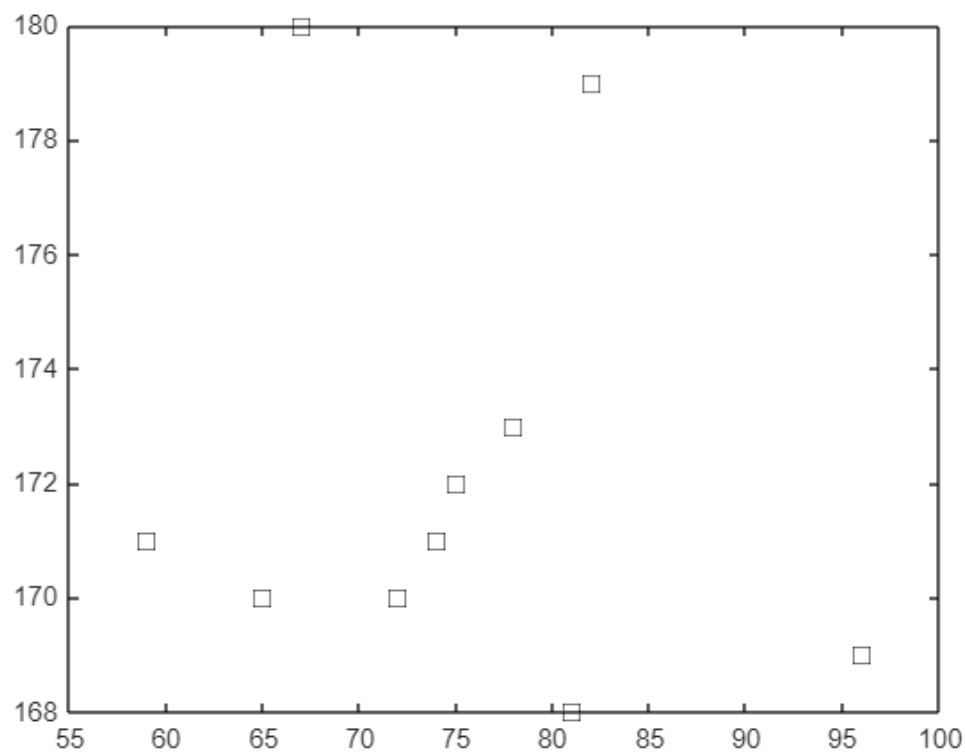
Due vettori della stessa lunghezza possono essere rappresentati uno contro l'altro usando la funzione *plot*.

```
clc
clear all

mass_m = [75 78 96 74 81 67 59 65 72 82];
height_m = [172 173 169 171 168 180 171 170 170 179];
```

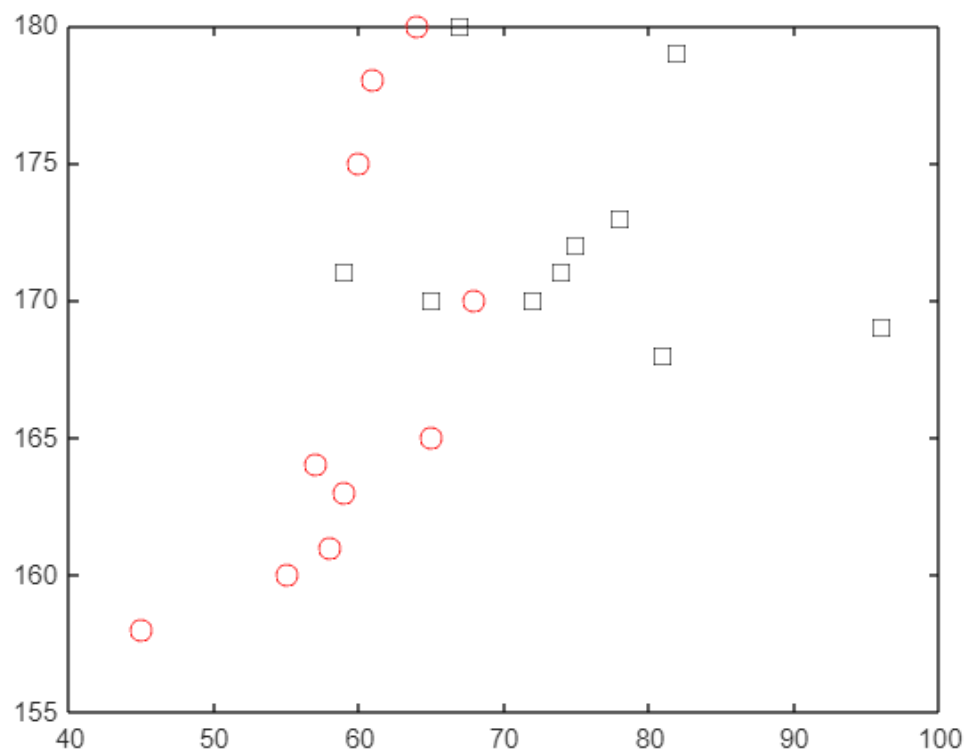
Puoi utilizzare input aggiuntivi della funzione `plot` per specificare colore, tipo di linea, tipo di marker usando simboli differenti tra virgolette. MATLAB suggerisce da solo altri tipi di input che puoi utilizzare, come *LineWidth*, *MarkerSize* o *MarkerEdgeColor*.

```
plot(mass_m, height_m, 'ks', 'MarkerSize',8) % il grafico viene automaticamente
unito con una spezzata
```



Nota che tutti i plot creano dei nuovi grafici. Se vuoi disegnare i grafici uno sopra l'altro puoi utilizzare il comando *hold on*. Ricordati di utilizzare il comando *hold off* quando hai finito, in modo tale che i grafici successivi non continuino a sovrapporsi.

```
mass_f = [58 55 68 65 45 59 64 60 61 57];  
height_f = [161 160 170 165 158 163 180 175 178 164];  
plot(mass_m, height_m, "ks", 'MarkerSize', 8)  
hold on  
plot(mass_f, height_f, "ro", 'MarkerSize', 8)  
hold off
```



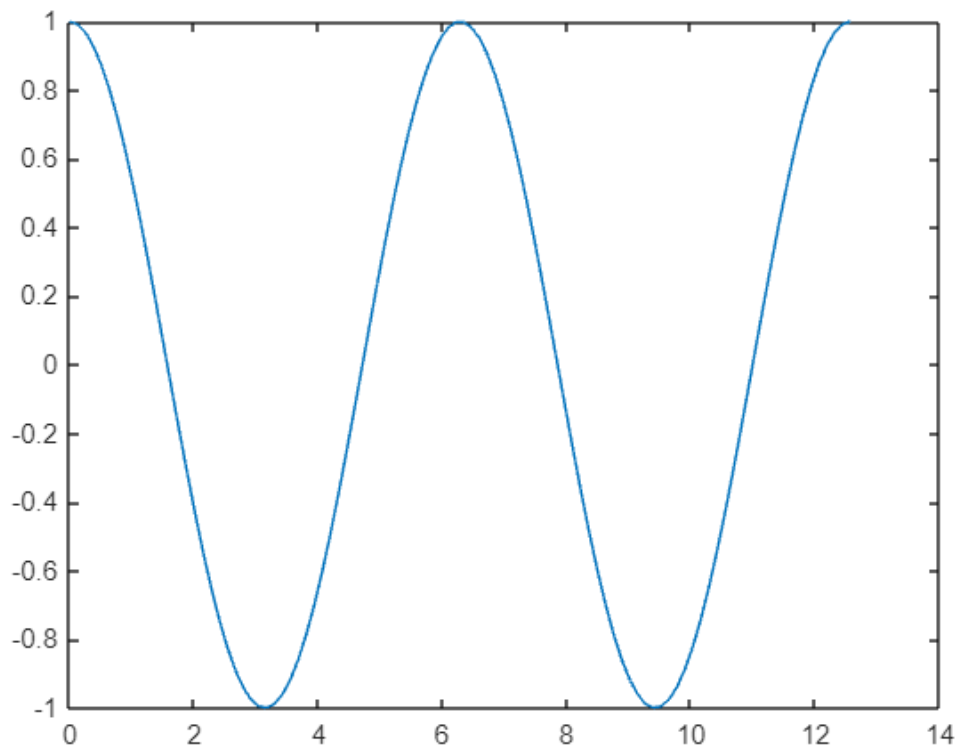
3.2: Plottare funzioni

Per plottare funzioni ci sono diverse opzioni, la prima è usare il comando *plot* creando un vettore di punti denso in corrispondenza dell'intervallo sull'asse x in cui si vuole disegnare il grafico della funzione. Più punti ci sono nel vettore, meglio sarà rappresentato il grafico.

Crea un vettore x di 100 punti da 0 a 2π

Con il comando `plot(ascisse, ordinate)` rappresenta la funzione $\cos(x)$

```
x = linspace(0,4*pi,100);  
y = cos(x);  
plot(x,y)
```

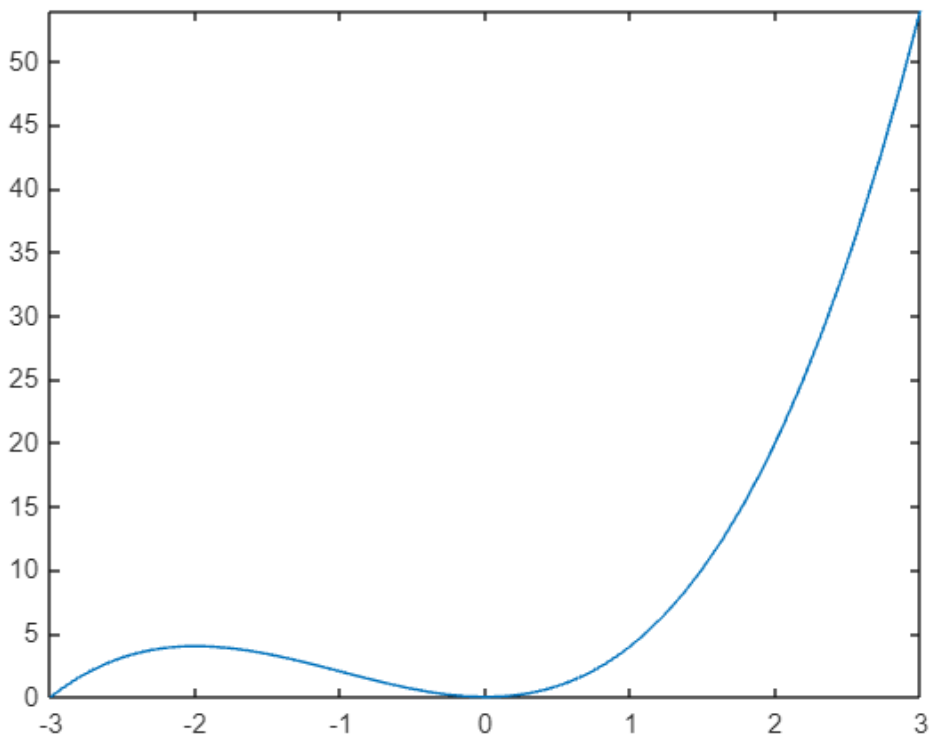
Un metodo più comodo per plottare funzioni semplici o ben definite è definire le *anonymous function*, usando le **function handle** in combinazione con la funzione *fplot*.

anonymous function = @(lista variabili) espressione

utilizza il comando *fplot(funzione, [a, b])*

disegna $x^3 + 3x^2$ (ricorda il $.$ ^) da -3 a 3

```
f = @(x) x.^3 + 3*x.^2;  
fplot(f, [-3,3])
```



3.3: Personalizzare i Grafici

E' possibile personalizzare il grafico in molti modi, vediamo come:

Personalizzazione Rapida - Aspetto della Linea e Aggiunta di Marker

Il modo più veloce consiste nell'aggiungere agli input (x,y) un terzo argomento che contenga una combinazione dei valori riportati nelle seguenti tabelle.

Line Style	Description
-	Solid line
--	Dashed line
:	Dotted line
-.	Dash-dot line

Marker	Description
'o'	Circle
'+'	Plus sign
'*'	Asterisk
'.'	Point
'x'	Cross
'_'	Horizontal line
' '	Vertical line
's'	Square
'd'	Diamond
'^'	Upward-pointing triangle
'v'	Downward-pointing triangle
'>'	Right-pointing triangle
'<'	Left-pointing triangle
'p'	Pentagram
'h'	Hexagram

Color	Description
y	yellow
m	magenta
c	cyan
r	red
g	green
b	blue
w	white
k	black

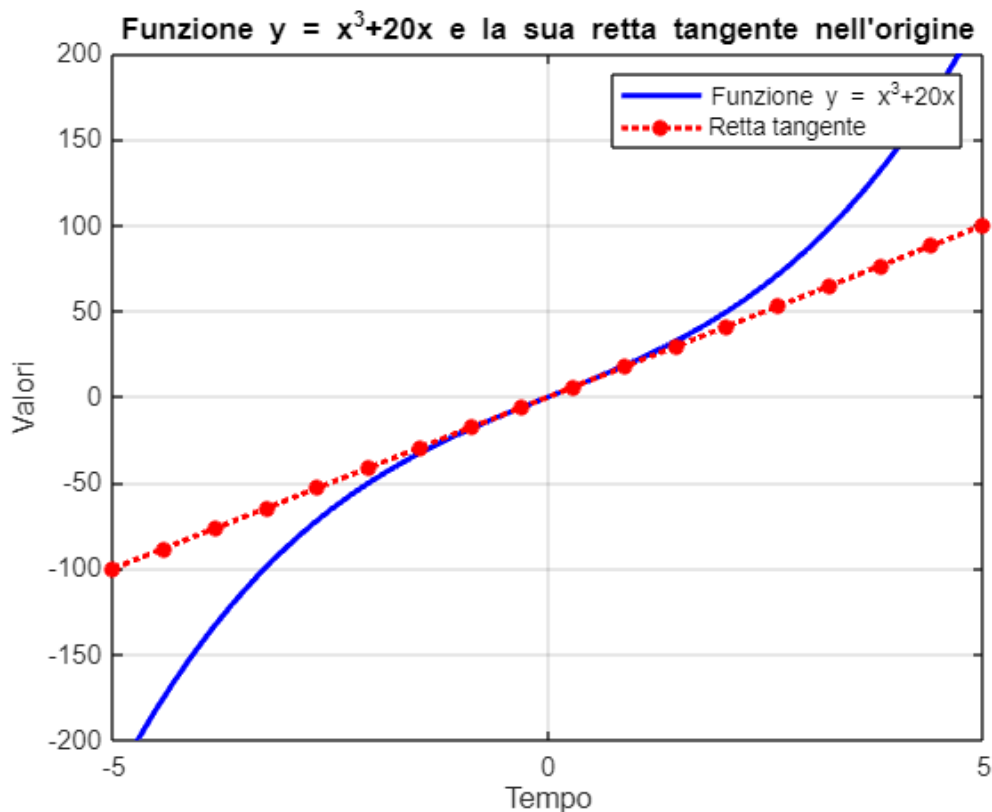
Vi lasciamo un esempio di plot con altre impostazioni che potrete utilizzare in futuro come template:

```
f = @(x) x.^3 +20.*x;

retta_tan = @(x) 20.*x;

figure()
fplot(f, 'b-', 'LineWidth', 2)
hold on
fplot(retta_tan, ':*r', 'LineWidth', 2)
xlim([-5, 5])
ylim([-200, 200])
grid on
title("Funzione  $y = x^3 + 20x$  e la sua retta tangente nell'origine")
legend("Funzione  $y = x^3 + 20x$ ", "Retta tangente")
```

```
xlabel('Tempo')
ylabel('Valori')
hold off
```



L'ultimo metodo è utilizzare il **calcolo simbolico**, come vedremo nel prossimo modulo.

MODULO 4 (Calcolo simbolico, plot, solve, diff, int, limit)

Symbolic Math Toolbox offre funzioni per risolvere, rappresentare e manipolare equazioni di matematica simbolica. Il toolbox offre funzioni per aree comuni della matematica, come il calcolo, l'algebra lineare, le equazioni algebriche e differenziali, la semplificazione e la manipolazione delle equazioni, consentendo di eseguire analiticamente derivazioni, integrazioni, semplificazioni, trasformate e risoluzioni di equazioni.

È un mondo un po' separato da quello in cui ci siamo mossi finora, in cui definiamo effettivamente delle incognite e **non** variabili informatiche. Ecco alcune applicazioni:

```
clc
clear all

syms x y

% Risoluzione di sistemi
eq1 = x + 2*y == 1
```

```
eq1 = x + 2 y = 1
```

```
eq2 = 4*x + 5*y == 5
```

```
eq2 = 4 x + 5 y = 5
```

```
eqs = [eq1 eq2];  
solve(eqs, [x y])
```

```
ans = struct with fields:  
    x: 5/3  
    y: -1/3
```

```
% Risoluzione di equazioni  
solve(x^3 - 6*x^2 == 6 - 11*x)
```

```
ans =
```

```

$$\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

```

```
% Definire funzioni, derivare...  
f = (1/(log(x))) * sqrt(x)/(x^2)
```

```
f =
```

```

$$\frac{1}{x^{3/2} \log(x)}$$

```

```
df = diff(f, x) % guarda suggerimenti a destra (tre puntini)
```

```
df =
```

```

$$-\frac{3}{2 x^{5/2} \log(x)} - \frac{1}{x^{5/2} \log(x)^2}$$

```

```
% Compute simplified symbolic expression  
simplifiedExpr = simplifyFraction(df)
```

```
simplifiedExpr =
```

```

$$-\frac{3 \log(x) + 2}{2 x^{5/2} \log(x)^2}$$

```

```
% ... calcolare sviluppo di Taylor, plottare  
g = sin(x)
```

```
g = sin(x)
```

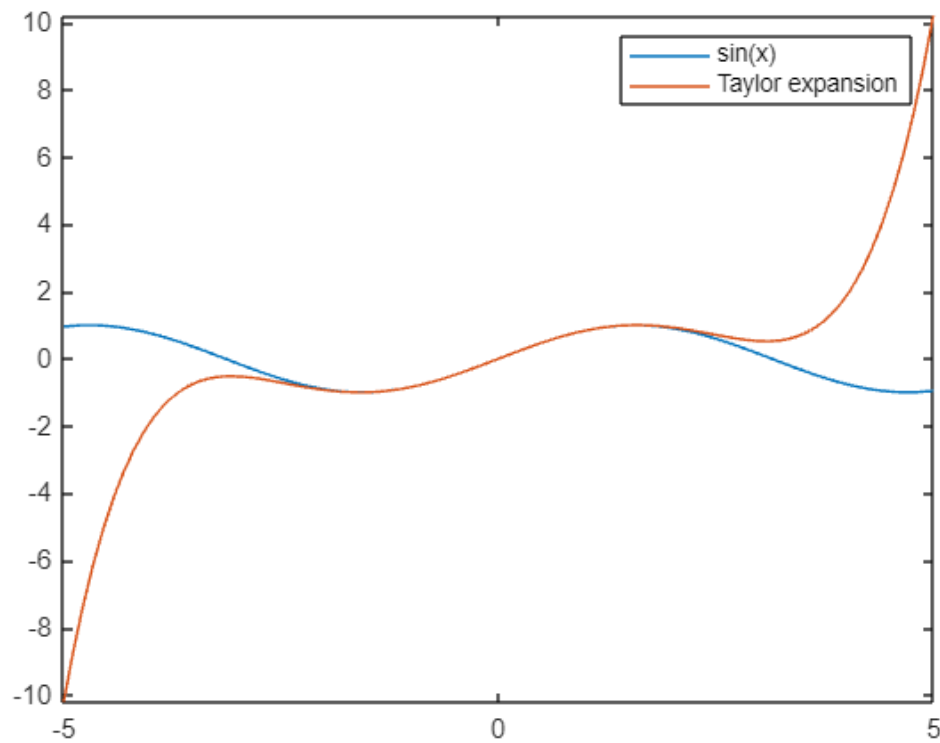
```
var = taylor(g,x)
```

```
var =
```

$$\frac{x^5}{120} - \frac{x^3}{6} + x$$

```
fplot(g)
hold on
fplot(var)
hold off

legend('sin(x)', 'Taylor expansion')
```



```
% ... calcolare integrali...
h(x) = log(x)
```

```
h(x) = log(x)
```

```
h2(x) = 1/(log(x))
```

```
h2(x) =
    1
  -----
 log(x)
```

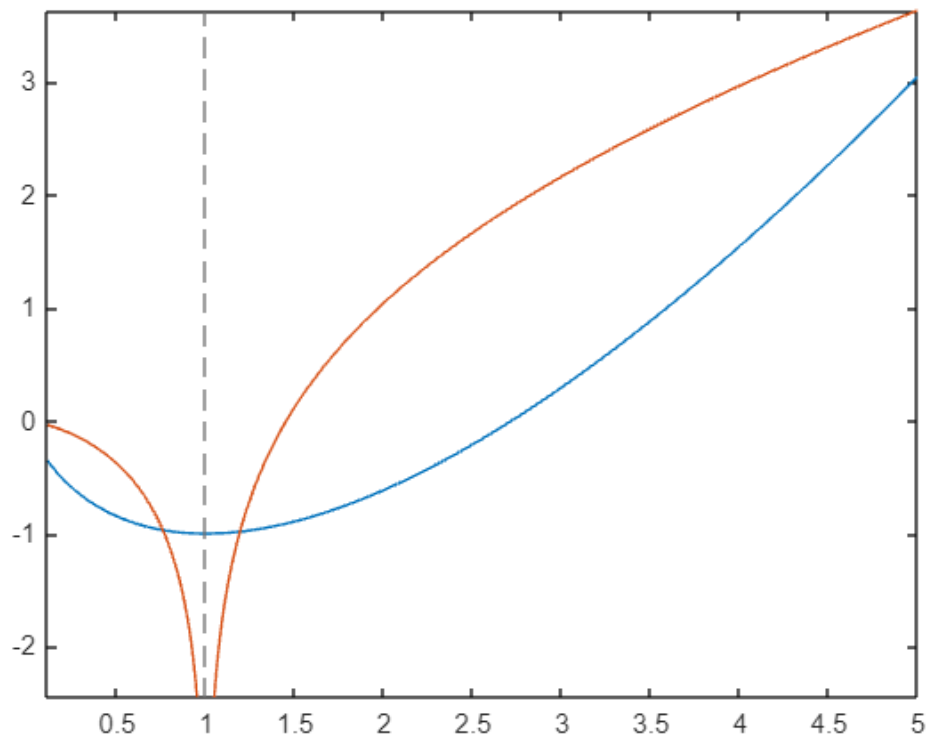
```
ph(x) = int(h,x)
```

```
ph(x) = x (log(x) - 1)
```

```
ph2(x) = int(h2,x)
```

$\text{ph2}(x) = \logint(x)$

```
fplot(ph)
hold on
fplot(ph2)
hold off
```



```
% ... calcolare limiti ...
f2(x) = sin(x)/x
```

$f2(x) =$
 $\frac{\sin(x)}{x}$

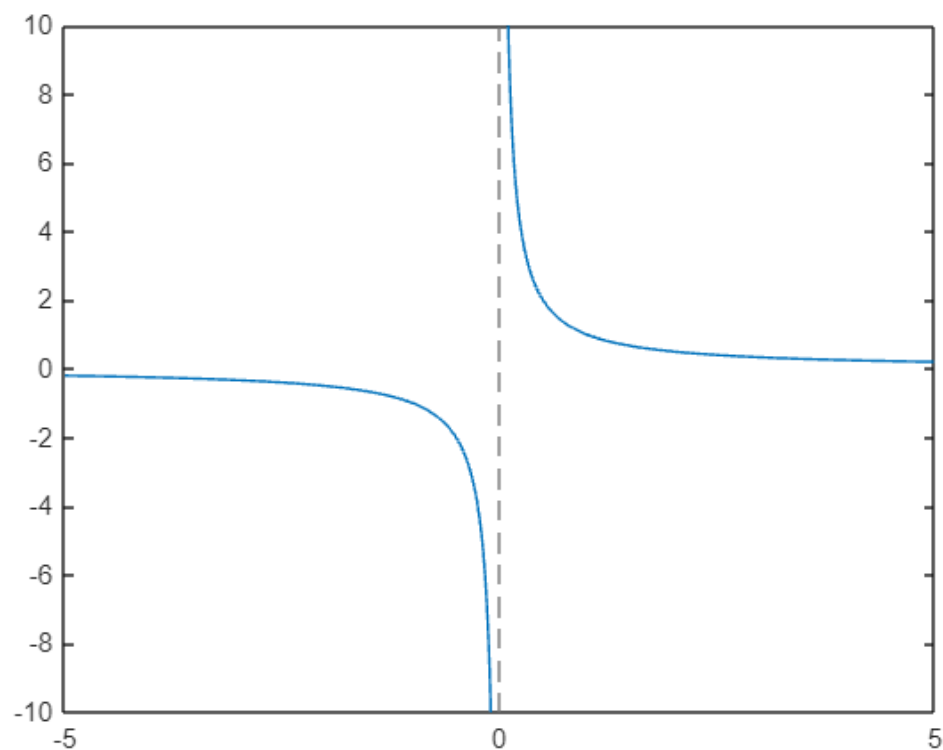
```
limit(f2,0)
```

ans = 1

$f3(x) = 1/x$

$f3(x) =$
 $\frac{1}{x}$

```
fplot(f3)
```



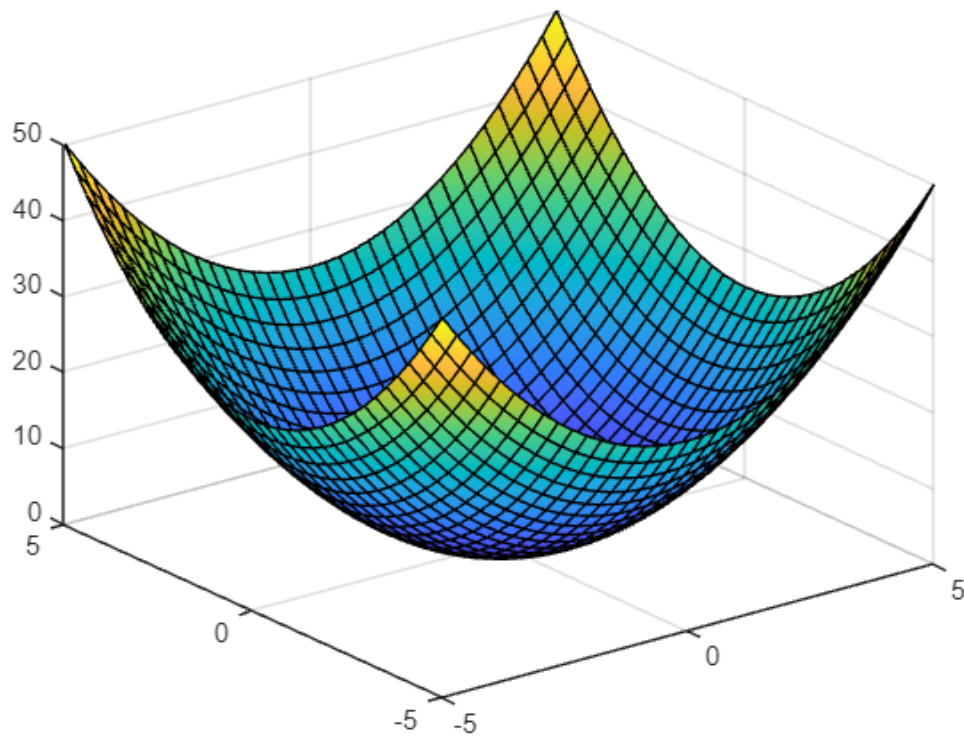
```
limit(f3,x,0, 'right')
```

```
ans =  $\infty$ 
```

```
limit(f3,x,0,'left')
```

```
ans =  $-\infty$ 
```

```
% ... Plottare superfici in 3D  
fsurf(x^2 + y^2)
```

MODULO 5 (If-else, for, while)

5.1: Operatori logici

MATLAB permette di confrontare due grandezze con gli operatori di relazione:

Symbol	Role
==	Equal to
~=	Not equal to
>	Greater than
>=	Greater than or equal to

L'output è una **variabile logica**:

- 1 → True
- 0 → False

5.2: Operatori di relazione

Gli operatori di relazione possono essere combinati tra loro per mezzo degli operatori logici:

Symbol	Role
&	Find logical AND
	Find logical OR
&&	Find logical AND (with short-circuiting)
	Find logical OR (with short-circuiting)
~	Find logical NOT

Esempio:

```
D = [1 7 4 2 3 6 8 1]
```

```
D = 1×8
    1     7     4     2     3     6     8     1
```

Sostituiamo tutti i valori di D compresi tra 1 e 3 con 5:

```
D(D>=1 & D<=3) = 5
```

```
D = 1×8
    5     7     4     5     5     6     8     5
```

Maggiori info si possono trovare sulla documentazione ufficiale: [MATLAB Operators and Special Characters](#)

5.3: Costrutti if-else, for, while

Anche in MATLAB come in tutti i linguaggi di programmazione è possibile utilizzare strutture di controllo quali: if - else, for, while.

La sintassi è la seguente:

```
z = randi([-5 5], 1)
```

```
z = 1
```

```
if z > 0
    disp('z positivo')
else
    disp('z <= 0')
end
```

```
z positivo
```

```
for i=1:10
    disp(['il ciclo attuale è ', num2str(i)])
end
```

```
il ciclo attuale è 1
il ciclo attuale è 2
il ciclo attuale è 3
il ciclo attuale è 4
il ciclo attuale è 5
il ciclo attuale è 6
```

```
il ciclo attuale è 7
il ciclo attuale è 8
il ciclo attuale è 9
il ciclo attuale è 10
```

```
j=1;
while j<=10
    disp(['il ciclo attuale è ',num2str(j)])
    j = j+1;
end
```

```
il ciclo attuale è 1
il ciclo attuale è 2
il ciclo attuale è 3
il ciclo attuale è 4
il ciclo attuale è 5
il ciclo attuale è 6
il ciclo attuale è 7
il ciclo attuale è 8
il ciclo attuale è 9
il ciclo attuale è 10
```

Infine, vi lasciamo con la funzione `tic toc`, che permette di valutare il tempo impiegato per l'esecuzione della sezione di codice contenuto tra le due istruzioni.

```
tic
for i=1:10
    pause(0.1)
end
toc
```

Elapsed time is 1.683209 seconds.