

***Corso di Segnali e Sistemi***  
*Ingegneria Biomedica-Ingegneria Elettronica*  
*Università degli Studi di Padova*  
*(Proff. C. Dalla Man e T. Erseghe)*

# Laboratorio 02

## **SEGNALI A TEMPO CONTINUO:**

- Semplici Trasformazioni della Variabile Indipendente
- Segnali Periodici
- Segnali Notevoli

# Segnali a Tempo continuo

---

MATLAB LAVORA CON VETTORI (E MATRICI), quindi tutti i segnali in MATLAB sono intrinsecamente a tempo discreto....

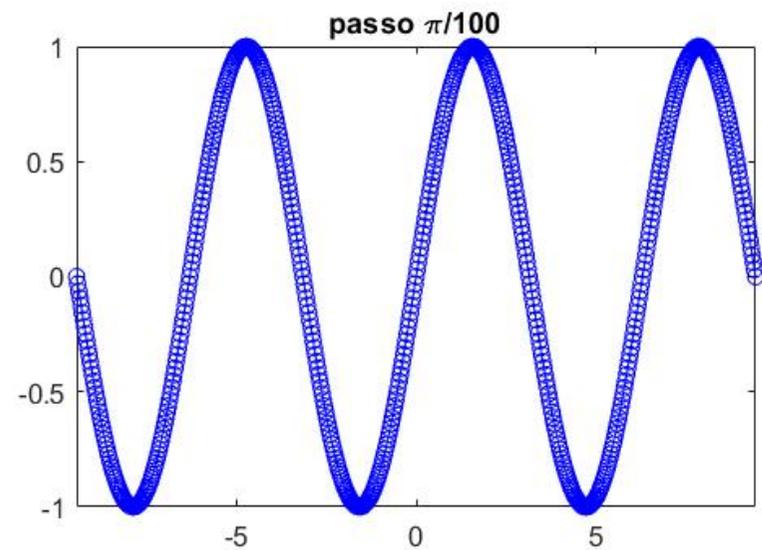
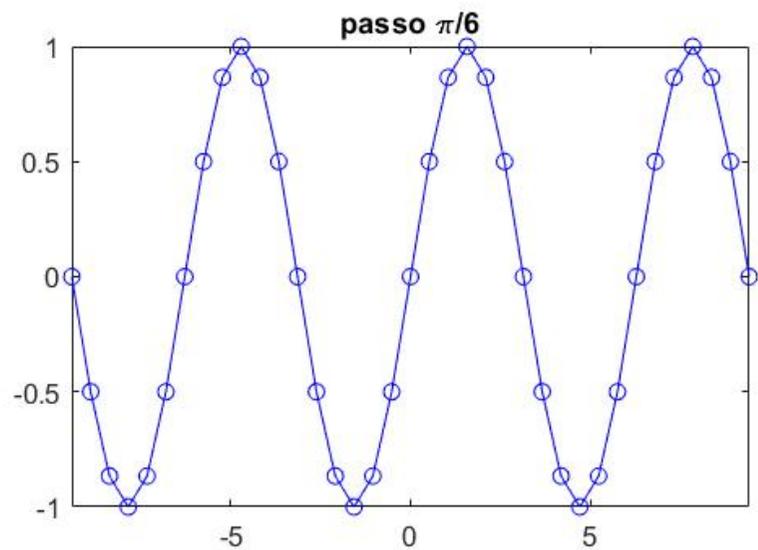
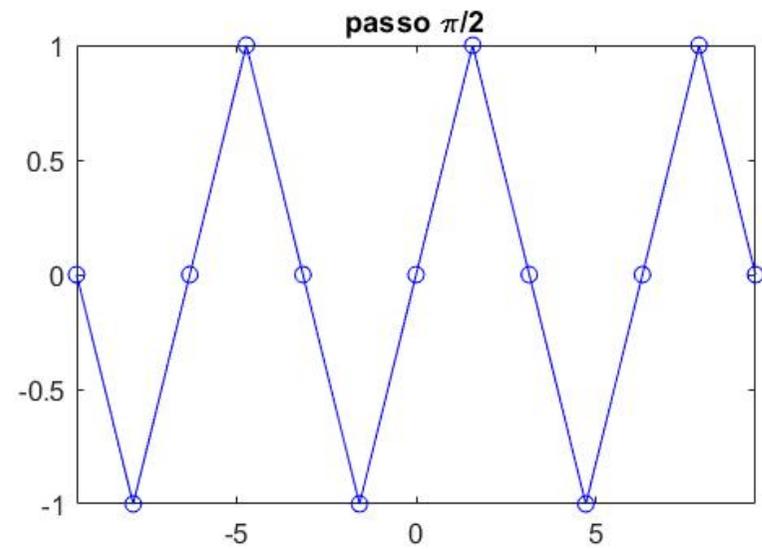
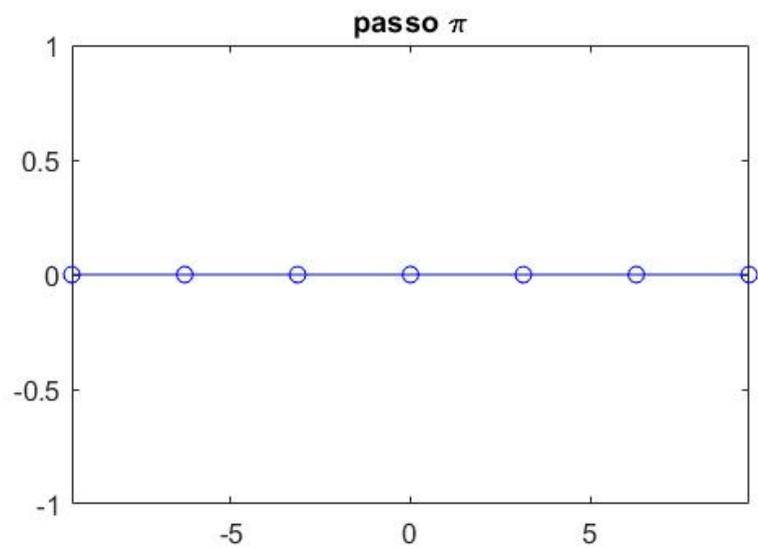
**Come possiamo rappresentare i segnali a tempo continuo in MATLAB?**

Utilizzando come variabile indipendente (da plottare sull'asse delle x) un vettore con passo **SUFFICIENTEMENTE FITTO**.

Cosa significa **SUFFICIENTEMENTE FITTO**?

**...vediamo un esempio**

Plottare  $\sin(t)$  in funzione di  $t$ , con passo  $\pi$ ,  $\pi/2$ ,  $\pi/6$  e  $\pi/100$



# Esercizio 1

---

## Traslazione e cambio di scala a tempo continuo

Si consideri il segnale a tempo continuo  $x(t) = \tanh(t)$

- 1) Si plotti il segnale  $x(t)$  in funzione di  $t$  con linea continua blu ('b') per  $-10 \leq t \leq 10$
- 2) Si plottino sullo stesso grafico i segnali traslati ( $b=3$ )

$$y1(t) = x(t-b) = \tanh(t-b)$$

$$y2(t) = x(t+b) = \tanh(t+b)$$

con linea continua rossa ('r') e verde ('g') rispettivamente (si inserisca una legenda)

- 3) In una nuova figura si plottino, assieme al segnale  $x(t)$  i segnali scalati ( $a=3$ )

$$z1(t) = x(at) = \tanh(a*t)$$

$$z2(t) = x(t/a) = \tanh(t/a)$$

- 4) In una nuova figura si plottino, assieme al segnale  $x(t)$  i segnali scalati e traslati ( $a=3, b=3$ )

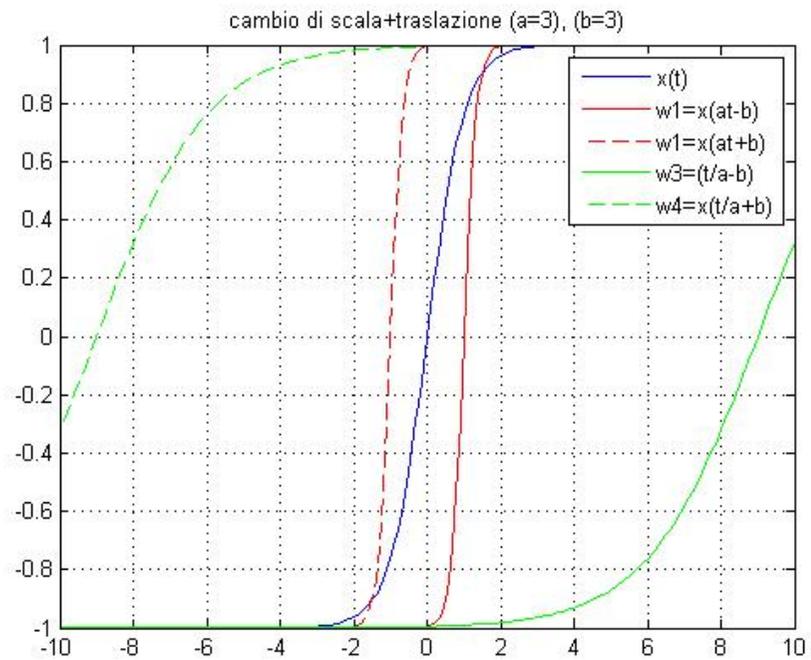
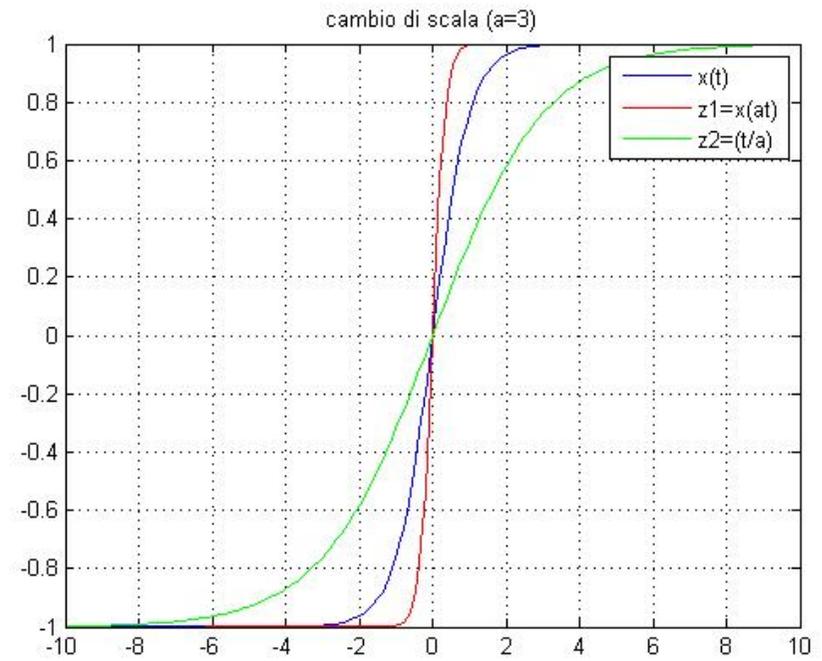
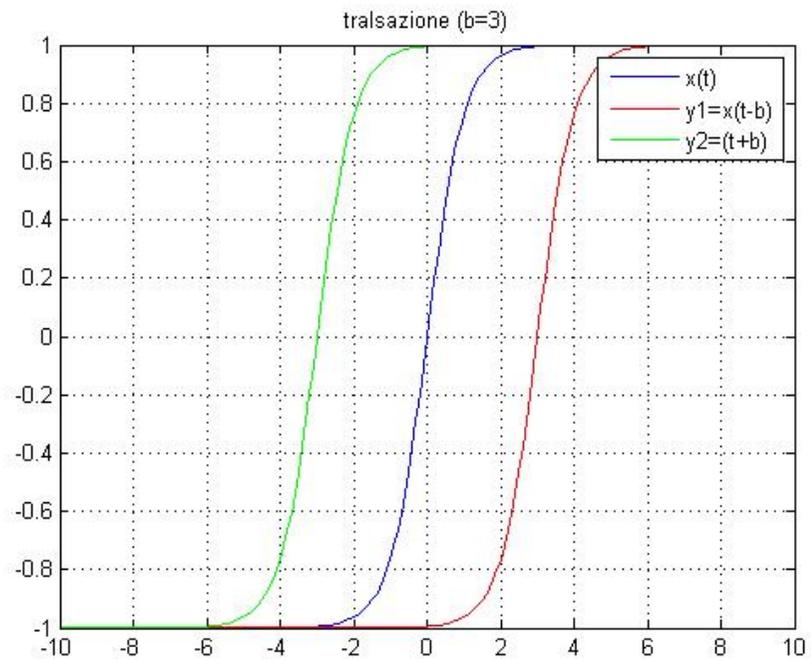
$$w1(t) = x(at-b) = \tanh(at-b)$$

$$w2(t) = x(at+b) = \tanh(at+b)$$

$$w3(t) = x(t/a-b) = \tanh(t/a-b)$$

$$w4(t) = x(t/a+b) = \tanh(t/a+b)$$

**Suggerimento:** creare un vettore dei tempi con passo sufficientemente fitto (per es 0.1)



# Traccia di soluzione

```
clear all  
close all  
clc
```

Cancella tutte le variabili nel workspace;  
Chiude tutte le figure  
Pulisce la command window

```
%creo un asse dei tempi con passo 0.1  
t=[-10:0.1:10];  
x=tanh(t);  
a=3;  
b=3;  
%segnali traslati  
y1=tanh(t-b);  
y2=tanh(t+b);
```

```
figure(1)
```

Crea la figura 1

```
plot(t,x,'b',t,y1,'r',t,y2,'g')  
title('traslazione (b=3)')  
legend('x(t)', 'y1=x(t-b)', 'y2=(t+b)')  
xlabel('t')  
ylabel('segnale')  
grid on  
%segnali traslati
```

Inserisce il titolo,  
la legenda e le  
etichette degli  
assi

# Esercizio 2

---

## Segnali Esponenziali a Tempo Continuo

Modulo e fase; parte reale e parte immaginaria

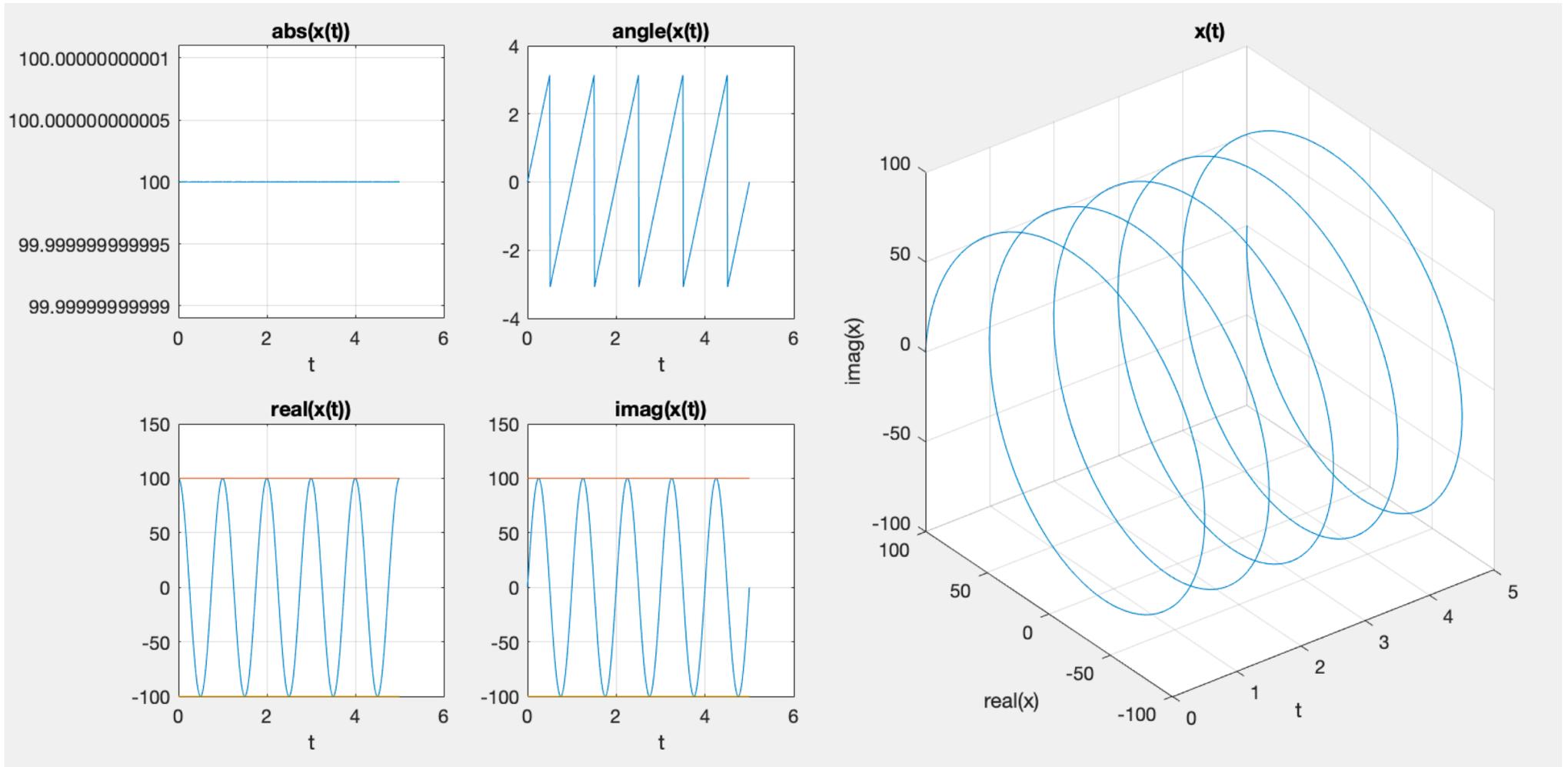
Si consideri il segnale esponenziale complesso (usare passo  $T=0.01$  e  $0 \leq t \leq 5$ )

$$x(t) = 100 \exp[(a+j\omega)t] \quad \text{con } a=-1 \text{ e } \omega=2\pi$$

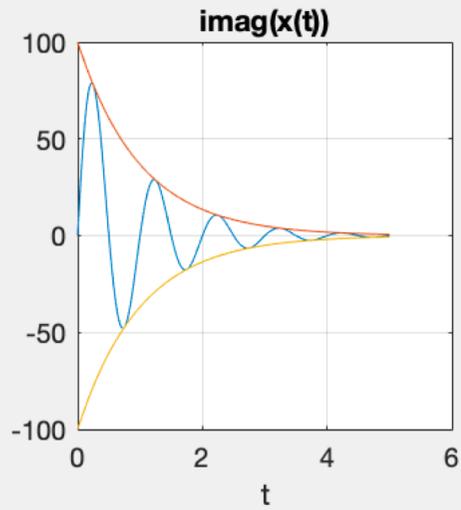
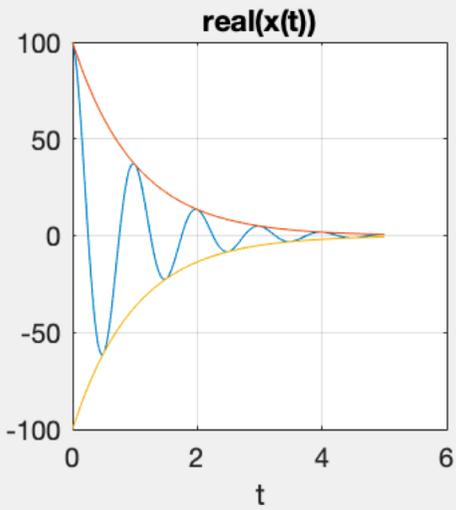
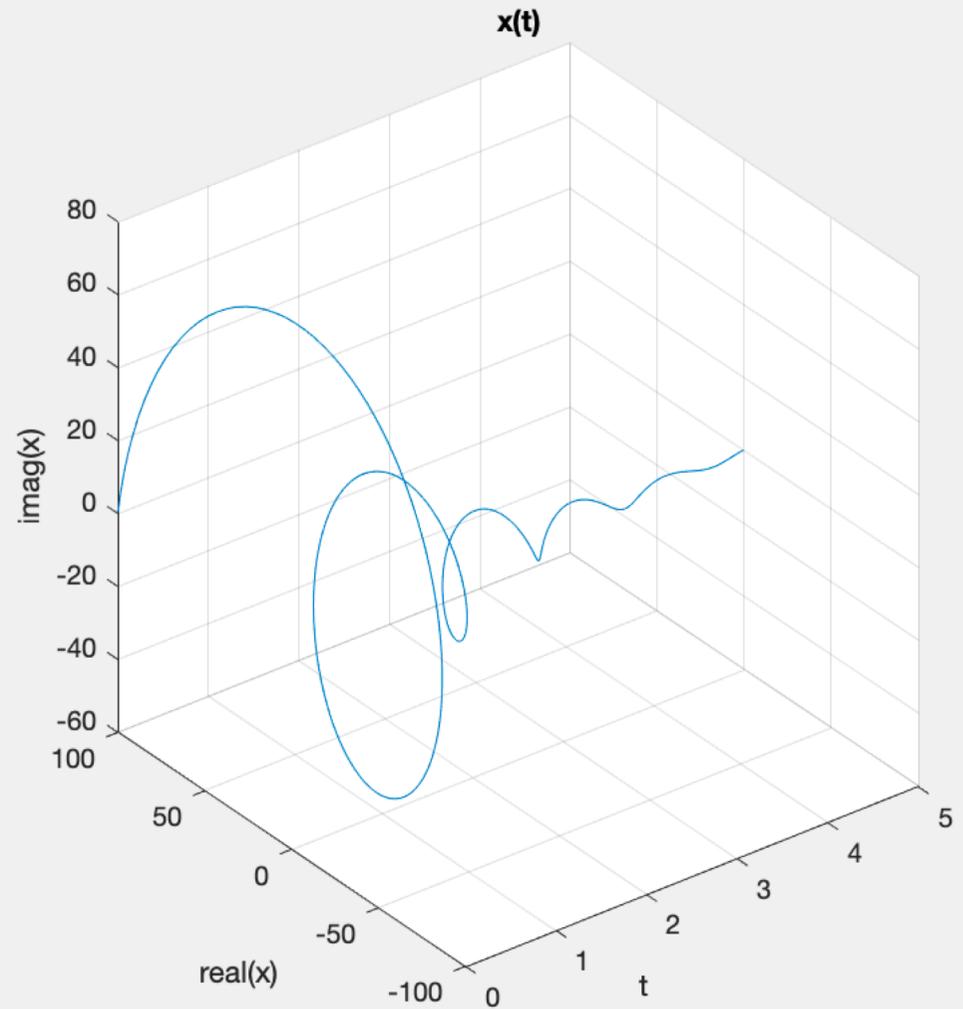
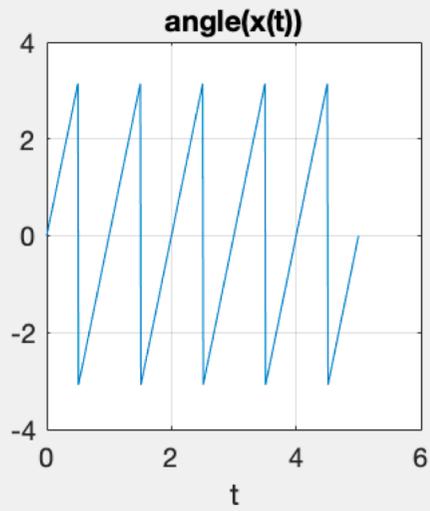
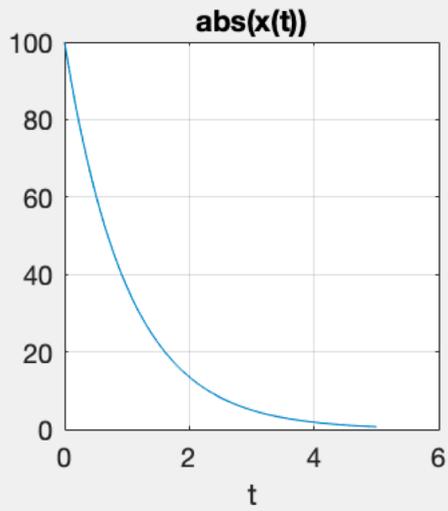
- 1) Plottare in una figura (due pannelli) **modulo** e **fase** di  $x(t)$
- 2) Plottare in una figura (due pannelli) **parte reale** (Re) e **parte immaginaria** (Im) di  $x$  insieme **all'inviluppo** (il massimo valore che il segnale può assumere, ovvero  $\pm \text{abs}(x)$  )
- 3) Plottare in un plot tridimensionale il **segnale complesso** (usare `plot3(t,Re,Im)` )
- 4) Ripetere l'esercizio nel caso  **$a=1$**  ed  **$a=0$**

**L'unità immaginaria  $j$**  in matlab si può indicare con  **$j$**  o con  **$1i$** . Per trovare modulo e fase di un numero complesso in matlab, si possono usare le functions **`abs.m`** e **`angle.m`** (si veda l'help). Per trovare parte reale e parte immaginaria di un numero complesso in matlab, si possono usare le functions **`real.m`** e **`imag.m`** (si veda l'help)

# Caso a = 0



# Caso a = -1



# Traccia di soluzione

```
% Segnali e Sistemi a.a. 2023-24
% Laboratorio 2, Esercizio 3
clear all
close all
clc
%creo un asse dei tempi con passo 0.01
t=[0:0.01:5];
a0=-1;
w0=2*pi;
x=
modulo=
fase:
figure(1)
subplot(2,1,1)
plot(t,modulo,'b')
xlabel('t')
ylabel('modulo')
legend('|x|')
subplot(2,1,2)
plot(t,fase,'b')
legend('phase(x)')
xlabel('t')
ylabel('fase')
r=
im=
figure(2)
subplot(2,1,1)
plot(t,r,'b',t,modulo,'r',t,-modulo,'r')
legend('Re(x)', '|x|', '-|x|')
```

```
xlabel('t')
ylabel('Parte Reale')
subplot(2,1,2)
plot(t,im,'b',t,modulo,'r',t,-modulo,'r')
legend('Im(x)', '|x|', '-|x|')
xlabel('t')
ylabel('Parte Immaginaria')
figure(3)
plot3(t,r,im,'r')
grid on
xlabel('tempo')
ylabel('Parte Reale')
zlabel('Parte Immaginaria')
```

# Esercizio 3

---

## Segnali Esponenziali a Tempo Discreto

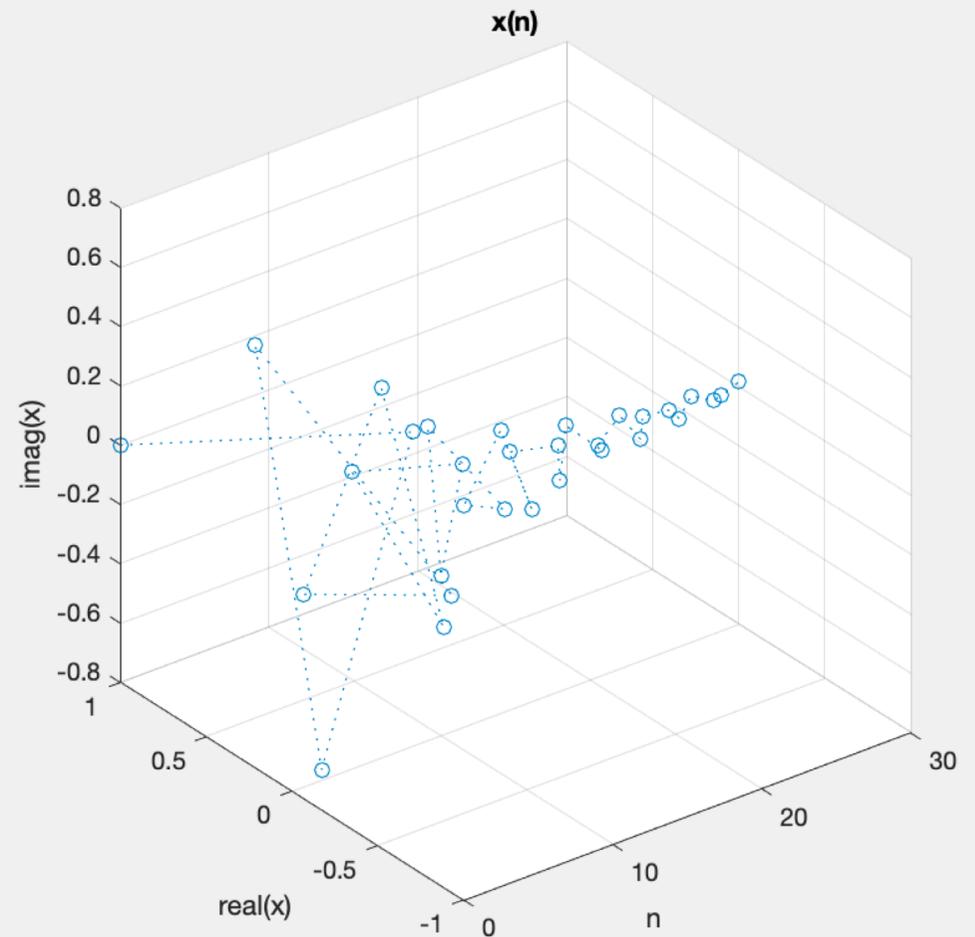
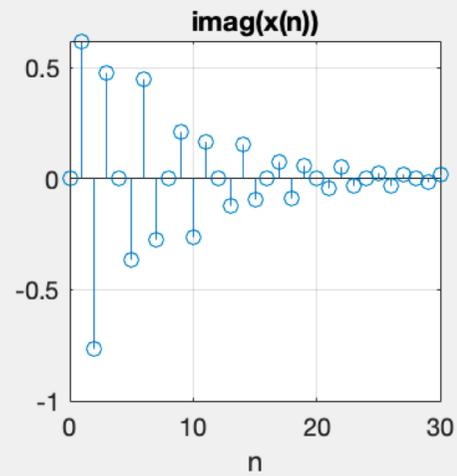
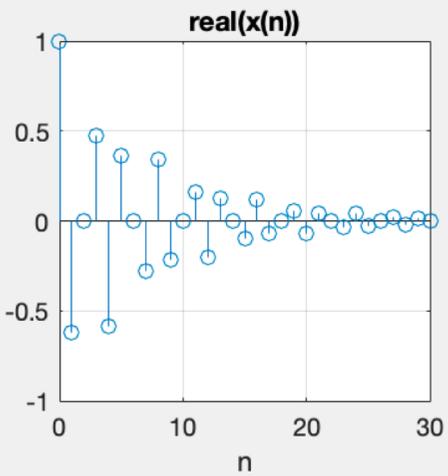
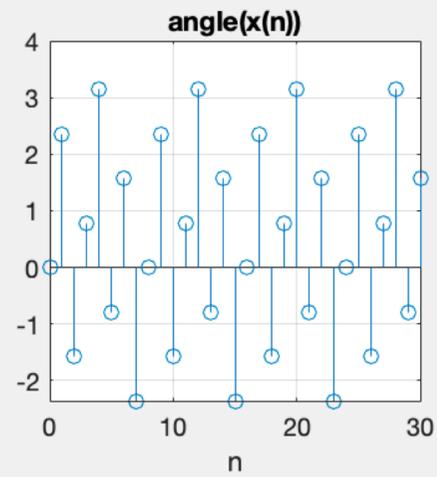
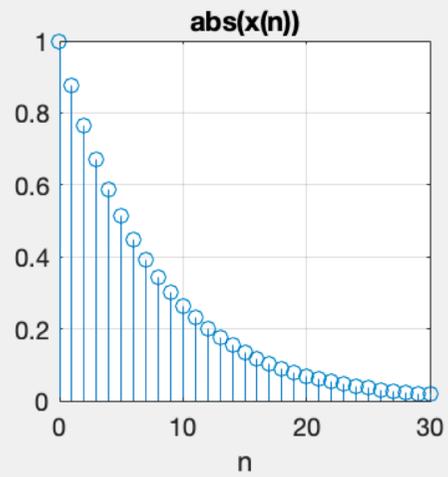
Modulo e fase; parte reale e parte immaginaria

Si consideri il segnale esponenziale complesso (usare n in [0:30]) :

$$x(n) = a^n \quad \text{con } a = \frac{7}{8} e^{j\frac{3}{4}\pi}$$

- 1) Plottare in una figura (due pannelli) **modulo** e **fase** di  $x(n)$  usando la funzione **stem**
- 2) Plottare in una figura (due pannelli) **parte reale** e **parte immaginaria** di  $x$ .
- 3) Plottare in un plot tridimensionale il **segnale complesso** (usare `plot3(t,Re,Im,'o:')` )
- 4) Ripetere l'esercizio nel caso  $a = \frac{8}{7} e^{j\frac{3}{4}\pi}$

$$\text{Caso } a = \frac{7}{8} e^{j\frac{3}{4}\pi}$$



# Esercizio 4 (x casa)

## Ribaltamento e Traslazione

Si consideri il segnale a tempo continuo

$$x(u) = \tanh(u)$$

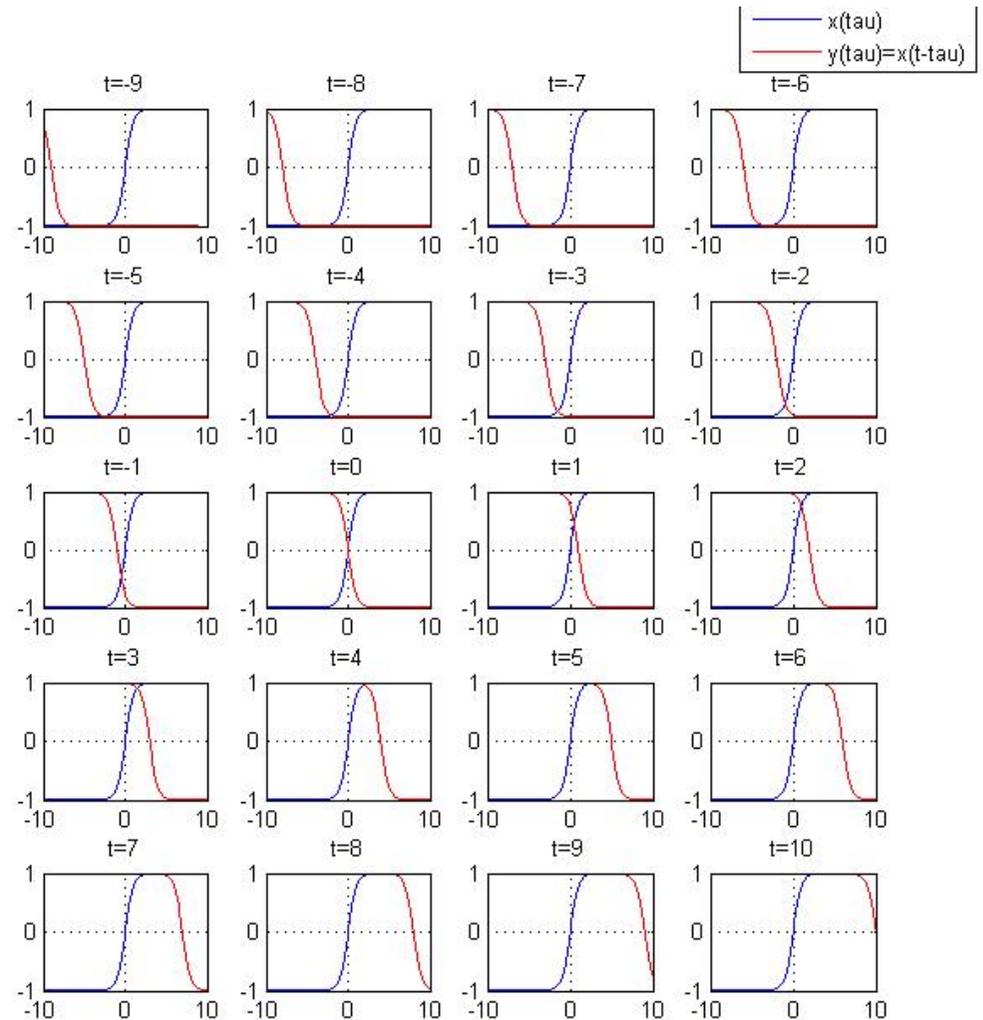
Per tutti i  $t = [-9:1:10]$  si plottino i segnali  $x(u)$  (in blu) e  $y(u) = x(t-u)$  (in rosso) in funzione di  $u$ .

Si riportino sul titolo di ogni grafico i valori di  $t$  corrispondenti (usare il comando `num2str`)

```
title(['t=', num2str(t)])
```

**Suggerimento:** creare un vettore dei tempi con passo sufficientemente fitto (per es 0.1).

Usare il comando `pausa` per visualizzare nella stessa figura come si modifica il grafico al variare di  $t$ .



# Traccia di soluzione

```
% Segnali e Sistemi a.a. 2016-17
% Laboratorio 2, Esercizio 3
clear all
close all
clc
%creo un asse dei tempi con passo 0.1
tau=...
x=...
for t=-9:1:10
    y=...
    figure(1)
    plot(... )
    title...
    grid on
    legend('x(tau)', 'y(tau)=x(t-tau)')
    xlabel('tau');
    ylabel('segnale')
    pause
end
```

# Esercizio 5 (x casa)

---

## Segnali Sinusoidali a Tempo Continuo

Si considerino i segnali sinusoidali:

$$x(t) = \cos(\omega_0 t + \varphi_0) \quad \text{periodico di periodo } T_0 = 2\pi / \omega_0$$

$$y(t) = \sin(\omega_1 t + \varphi_1) \quad \text{periodico di periodo } T_1 = 2\pi / \omega_1$$

- 1) Plottare in una stessa figura  $x(t)$  ed  $y(t)$  con  $\omega_0 = 2\pi$ ,  $\varphi_0 = \pi/2$ ;  $\omega_1 = \pi$ ,  $\varphi_1 = \pi/3$
- 2) Plottare il segnale  $z(t) = x(t) + y(t)$ . È periodico? Perché?
- 3) Plottare in una stessa figura  $x(t)$  ed  $y(t)$  con  $\omega_0 = 2\pi$ ,  $\varphi_0 = \pi/2$ ;  $\omega_1 = 2$ ,  $\varphi_1 = \pi/3$
- 4) Plottare il segnale  $z(t) = x(t) + y(t)$ . È periodico? Perché?

Usare passo=0.01 e  $t = [-10:0.01:10]$

In matlab  $\pi$  si indica con il simbolo *pi*