Cognome e Nome: matricola: Firma

Fondamenti di Segnali e Trasmissione

26/04/2005

1

In MATLAB, sull'intervallo $-3 \leq t \leq 6.95$ s e con passo **dt** = 50 ms, generare il segnali $z(t)$ (Fig.1), supponendo di avere a disposizione una funzione MATLAB **sinc.m**:

$$z(t) = (\text{sinc}(t-1))^2$$

disegnato in Fig.1

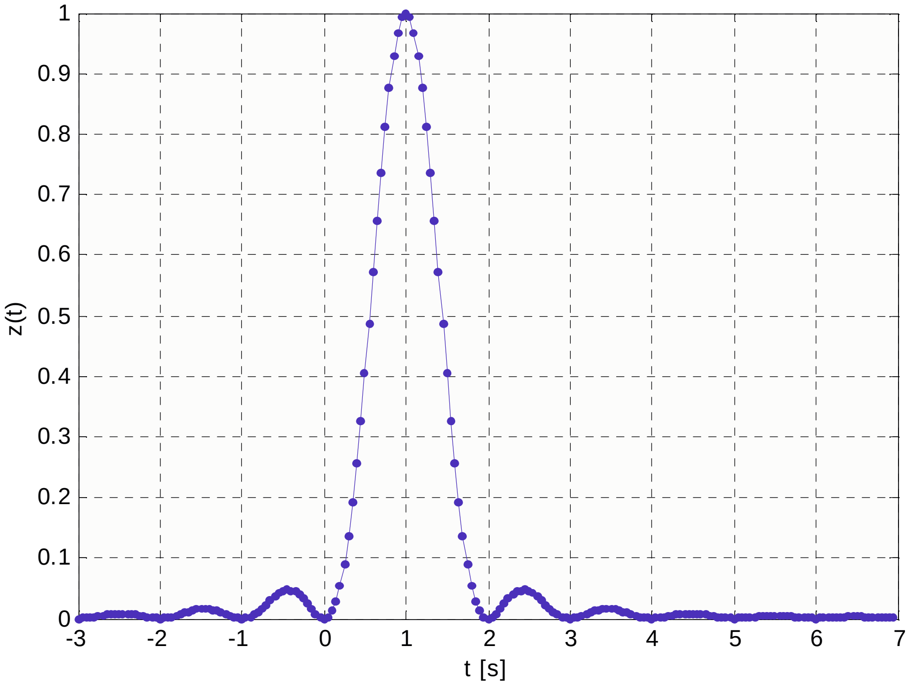


Fig. 1

```
>> dt=0.05;
>> t=-3:dt:6.95;
>> x=sinc(t-1).^2;
```

2

Ripetere il punto precedente immaginando di NON avere a disposizione una funzione MATLAB **sinc.m** ma solo **sin.m** e **pi** (attenzione alla gestione del punto corrispondente a t=1).

Quindi definire sullo stesso vettore dei tempi il segnale:

$$x(t) = z(t)\, rect\left(\frac{t-1}{4}\right)$$

disegnato in Fig.2.

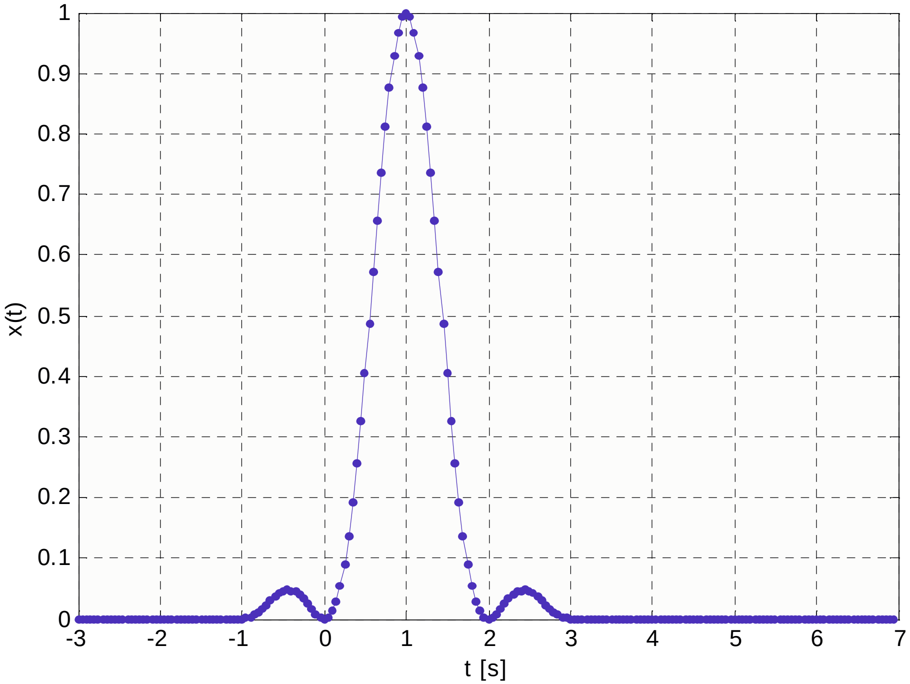


Fig. 2

```
>> dt=0.05;
>> t=-3:dt:6.95;
>> x=(sin(pi*(t-1))./(t-1)/pi).^2;
Warning: Divide by zero.
>> i1=find(t==1);
>> x(i1)=1;
>> set=find(t<-1 | t>3);
>> x(set)=0;
```

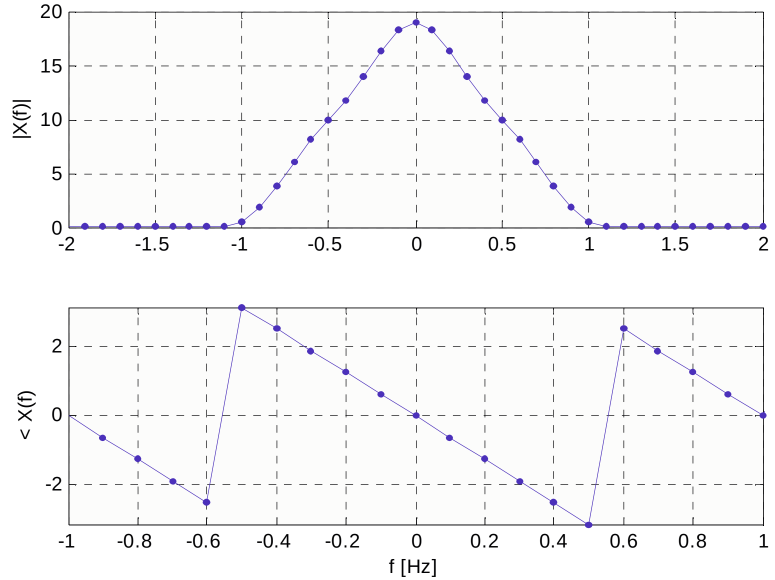
3 Calcolate la trasformata di Fourier *X(f)*.
Occorre fare lo shift del segnale **x** nei tempi?
Che valore vi aspettate per le variabili **i0, N** e **v**?

```
>> N=length(x);                 % 10 s / 0.05, sono 200 campioni esatti (pari)
>> i0=find(t==0);               % in ogni s ci sono 20 campioni, quindi i0=61
>> xshift=[x(i0:N) x(1:i0-1)]
>> Xshift=fft(xshift)*dt;
>> X=fftshift(Xshift);
>> v=1/N/dt;                    % v=1/10 quindi 0.1 Hz
>> f=((-(N)/2):((N-2)/2))*v;    % Npari
```

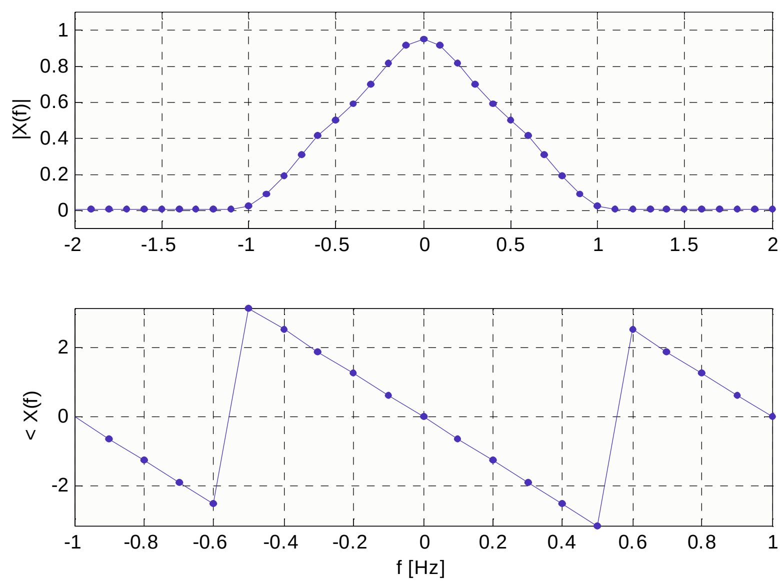
4 Fra i grafici di modulo e fase proposti nella pagina successiva, quale vi sembra corretto e perchè? Notate che i range di visualizzazione dei grafici sono stati modificati per poter meglio discernere i segnali: i grafici originali occupavano tutto il range da -10 Hz a 10 Hz. L'asse delle ordinate dei grafici della fase di *X* sono limitati tra -π e π. **MOTIVATE LE VOSTRE SCELTE**

La (A) ha il grafico delle ampiezze sballato: X(0)=20 dovrebbe coincidere con l'area sottesa da x, che non può essere molto diversa da 1, a occhio e croce. La (C) ha un passo di discretizzazione in frequenza di 0.2 Hz, mentre quello corretto come detto, dovrebbe essere di 0.1 Hz. La (D) ha il grafico di fase sbagliato: se x(t) non fosse ritardata di un secondo sarebbe pari, e quindi la fase di X(f) sarebbe nulla; pertanto la fase di X(f) deve essere -2πf (ritardo di 1 s) mentre la fase di (D) ha pendenza -π. Il grafico corretto è il (B).

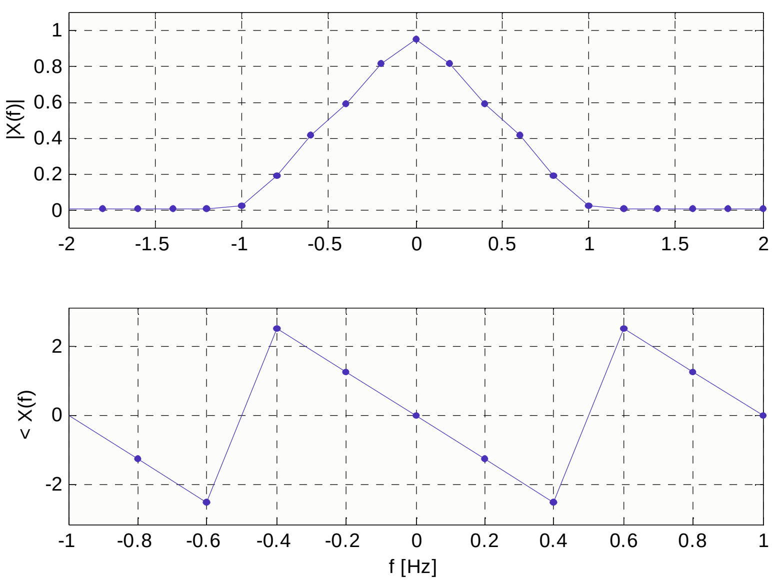
(A)



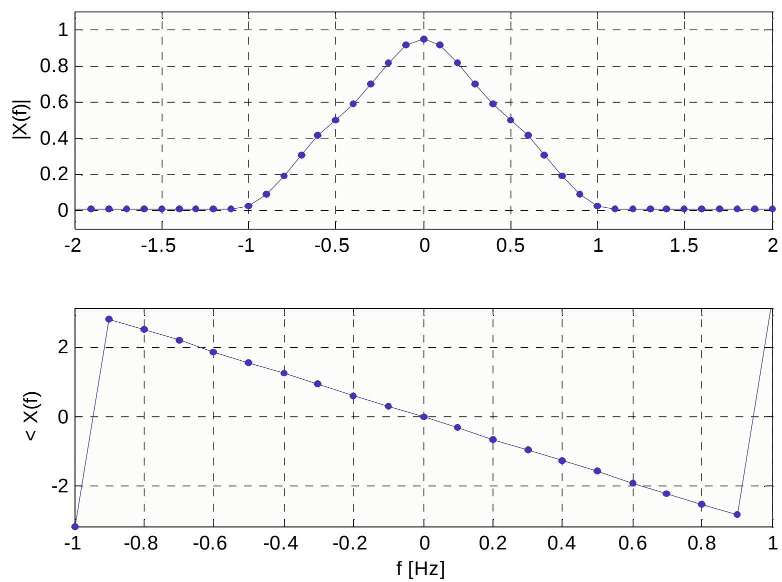
(B)



(C)



(D)



5

Se un vostro compagno, ottenuto il grafico (A) si dicesse certo di avere sbagliato, ma dicesse di non riuscire a trovare il punto in cui ha commesso l'errore, che suggerimento gli dareste?

Il grafico (A) ha la fase corretta ma il modulo moltiplicato probabilmente per 20. Potrebbe essere che si sia dimenticato di moltiplicare per **dt** al calcolo della fft. Questo non influenzerebbe la fase ma darebbe delle ampiezze moltiplicate per 1/**dt** che è proprio pari a 20.

6

Calcolate numericamente E_x l'energia di x(t) sia nei tempi che nelle frequenze come verifica.
A cosa somiglia |X|? Che valore vi aspettate di trovare per E_x?

|X| è molto simile a tri(f) che tra l'altro sarebbe la Z(f). Poichè per il calcolo dell'energia va integrato $|X|^2$ mi aspetto un'energia molto vicina a 2/3 (energia di tri).

```
>> E=sum(x.^2)*dt

E = 0.6664

>> E=sum(abs(X).^2)*v

E = 0.6664
```

7

Ora definite sullo stesso vettore dei tempi il segnale riportato in Fig. 3 con linea continua (le punteggiate sono x e -x):

$$y(t) = x(t)\cos(2\pi t)$$

e calcolatene la trasformata di Fourier. Notate che potete mantenere gli stessi **dt, t, N, i0, v** e **f** appena calcolati.

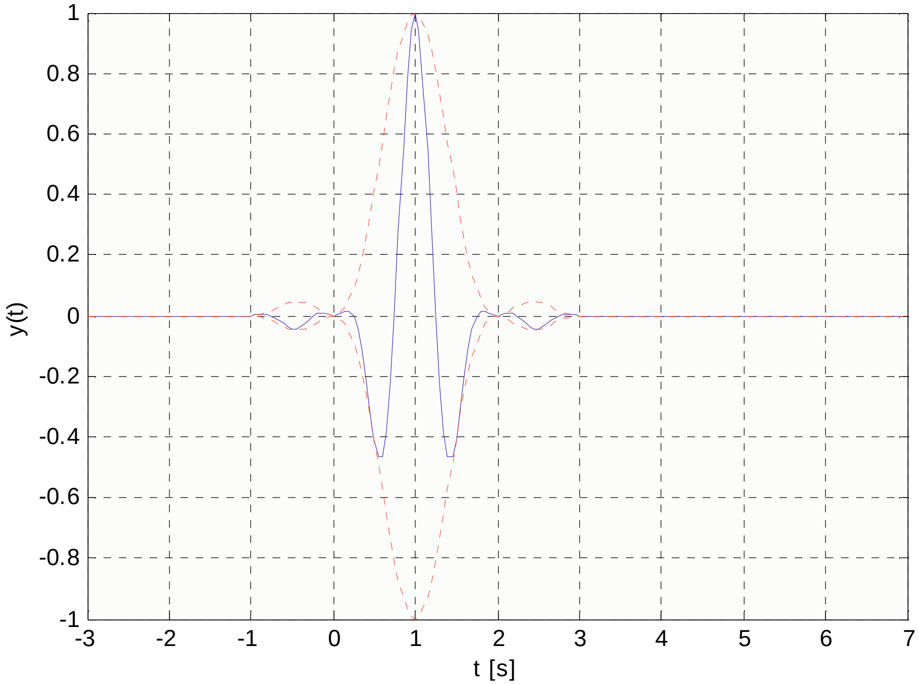


Fig. 3

```
>> y=x.*cos(2*pi*t);
>> yshift=[y(i0:N) y(1:i0-1)];
>> Yshift=fft(yshift)*dt;
>> Y=fftshift(Yshift);
```

8

Qui a lato in Fig. 4 sono riportati i grafici di modulo e fase di Y(f) con un tratto mancante. Completate i grafici, anche qualitativamente (non è necessario segnare anche i campioni).

Aggiungete le motivazioni delle vostra scelte.

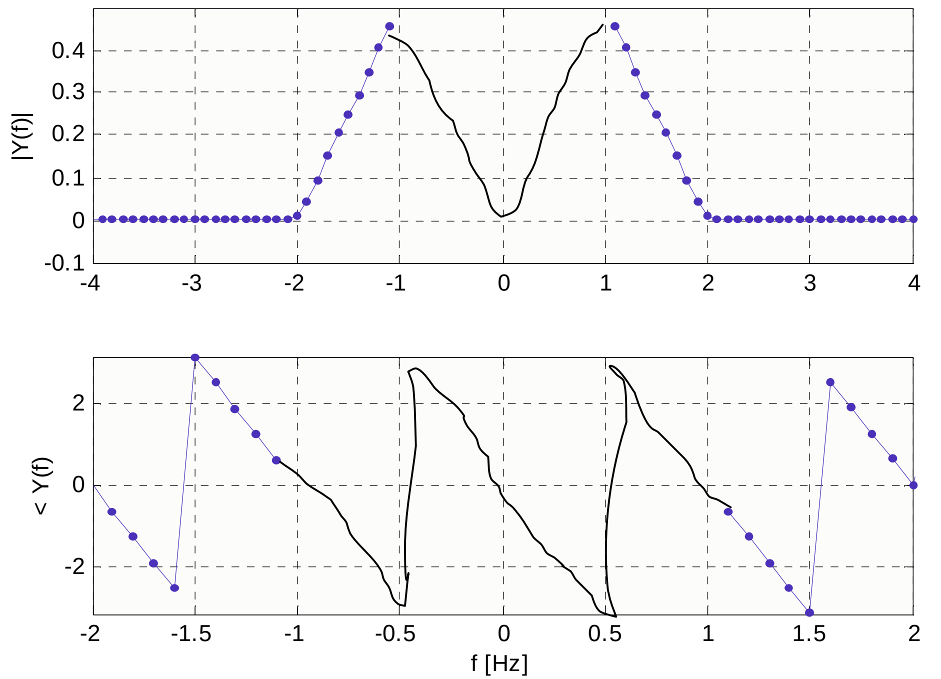


Fig. 4

Y(f) è la somma di due X(f) come la (B) moltiplicate per 0.5 e centrate in -1 Hz e 1 Hz rispettivamente.
La fase rimane uguale a quella di X per entrambi i termini, essendo periodica di periodo 1 Hz, e quindi si può raccogliere. Oppure si
può vedere così: y(t) sarebbe pari se fosse centrato in t=0, quindi Y(f) sarebbe reale e quindi a fase nulla. Il ritardo di 1 s dà una fase
pari a $-2\pi f$.