SPECIFICHE DEL FILTRO FIR

$\omega p = 0.18\ \pi$ ($fp = 0.09$)
$\omega s = 0.22\ \pi$ ($fs = 0.11$)
$\omega c = 0.5\ (\omega s + \omega p) = 0.63\ \pi$ ($fc = 0.1$) : pulsazione di taglio

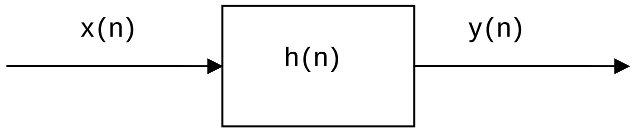
Attenuazione in banda attenuata: $\delta_2 = 0.004$

- Progettare il filtro richiesto mediante **TECNICHE A FINESTRE**

- Con il filtro progettato processare il segnale:

  $$x(n) = \cos(2\ \pi\ f0\ n) + \cos(2\ \pi\ f1\ n)$$

  (frequenze numeriche $f0 = 0.05$ e $f1 = 0.3$)
  ed osservare il segnale $y(n)$ in uscita dal filtro



PROGETTO

1. Scelta della finestra

Per scegliere la finestra, è necessario valutare l'attenuazione in banda passante in dB, in modo tale da ottenere:

$$As = -20 \log10(\delta_2) = 47dB$$

Dalla tabella 8.4 del libro di testo, scegliamo la finestra che garantisce questo valore di attenuazione. Per questo motivo possiamo scegliere la finestra di Hamming:

Hamming:
$BT = 6.6 \pi / M$
$As_{min} = 53$ dB

2. Calcolo della lunghezza della finestra [M]

Poiché $BT = \omega s - \omega p = 0.04 \pi$
otteniamo $M = \lceil 6.6 \pi / BT \rceil = 166$

Tramite il comando Matlab `w(n) = hamming(M)`, è possibile ricavare i campioni della finestra w(n).

3. Costruzione della risposta all'impulso finestrata

E' sufficiente moltiplicare la risposta all'impulso $h_{id}(n-\alpha)$ relativa al filtro ideale (traslata di un fattore $\alpha=(M-1)/2$ per renderla causale) con la finestra scelta:

$$h(n) = h_{id}(n-\alpha) \cdot w(n)$$

mentre in frequenza:

$$H(e^{j\omega}) = H_{id}(e^{j\omega}) * W(e^{j\omega}) \quad \text{(convoluzione)}$$

A questo punto la h(n) finale sarà composta da M valori.
Per ottenere la $H(e^{j\omega})$, si calcola la fft dell'impulso h(n).

(Figure 1-2)

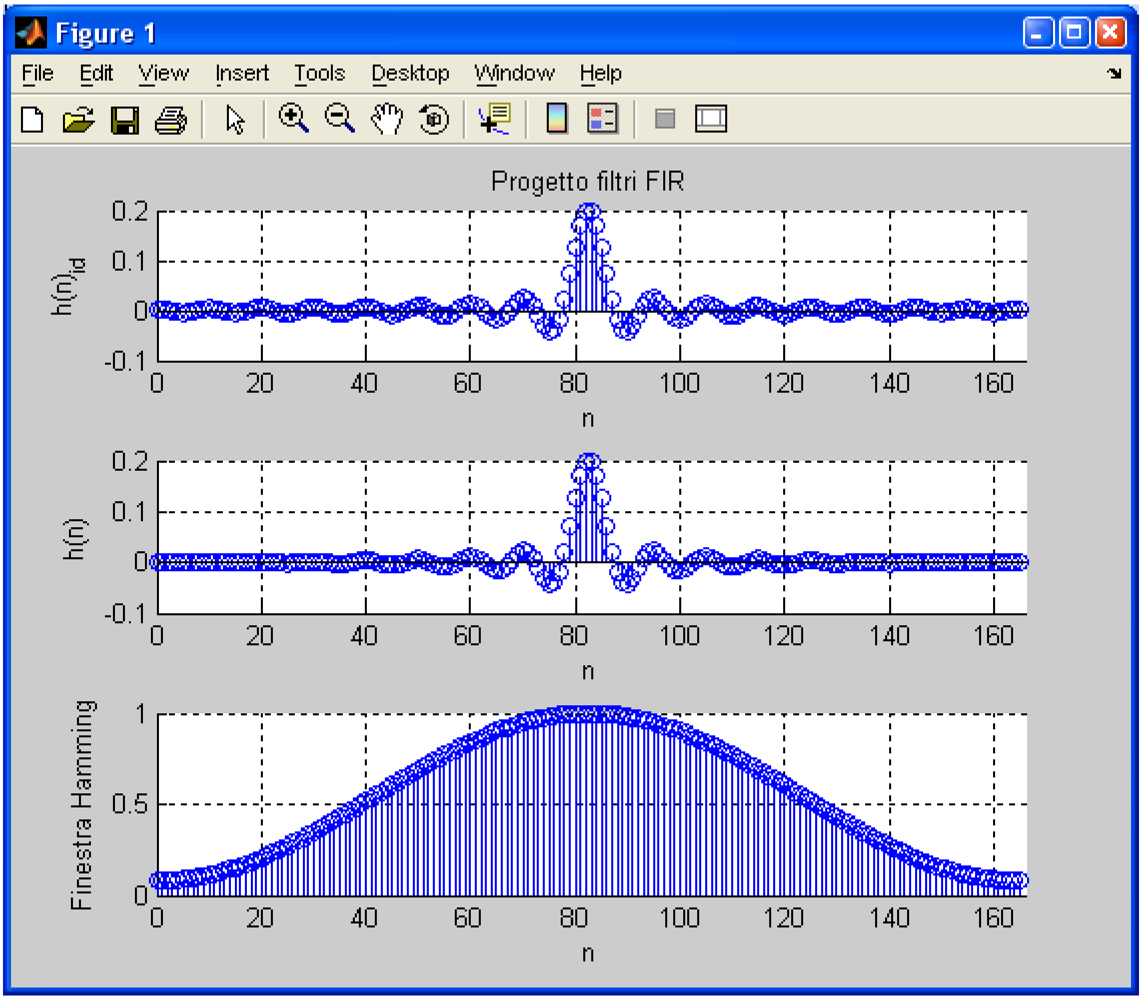
4. Filtraggio del segnale x(n)

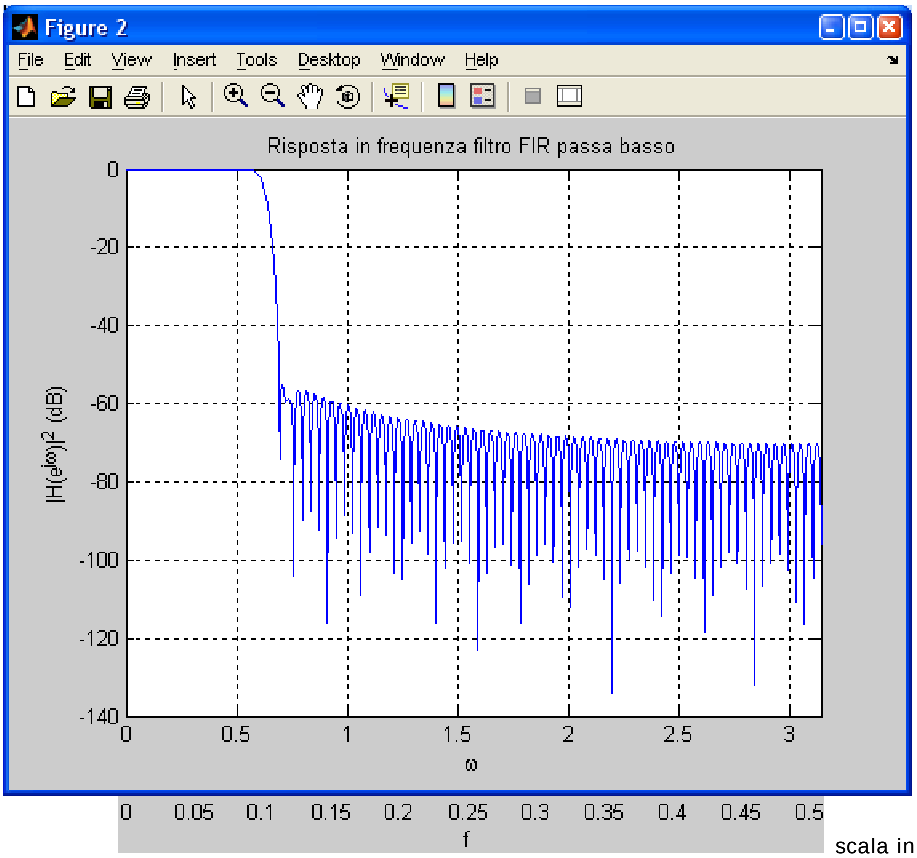
Per effettuare il filtraggio di x(n) tramite il filtro rappresentato dalla risposta h(n), è sufficiente utilizzare la funzione Matlab `y=filter(b,a,x)`, passando i seguenti parametri:

b = coefficienti della risposta all'impulso (numeratore H(z))
a = 1 (denominatore FIR = 1)
x = segnale da filtrare

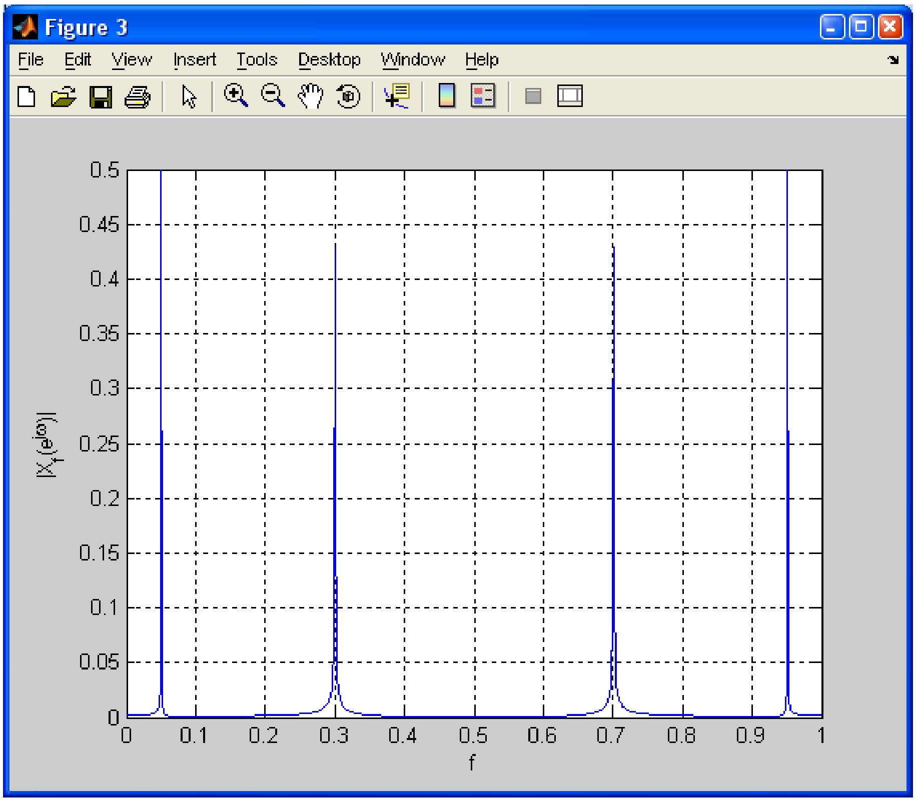
poiché il filtro ha una frequenza di taglio pari a fc = 0.1, la componente del segnale in ingresso relativa alla frequenza f1 = 0.3 verrà eliminata.
Come si può osservare dalla Fig. 7-8, nel segnale in uscita y(n) è presente una fase iniziale, denominata transitorio, dovuta al fatto che il filtro per poter funzionare correttamente, ha bisogno di M campioni del segnale x(n) in modo da poter riempire le M celle del filtro numerico.

In realtà osserviamo che il transitorio è pari a M/2 poiché la risposta all'impulso è di tipo simmetrico.

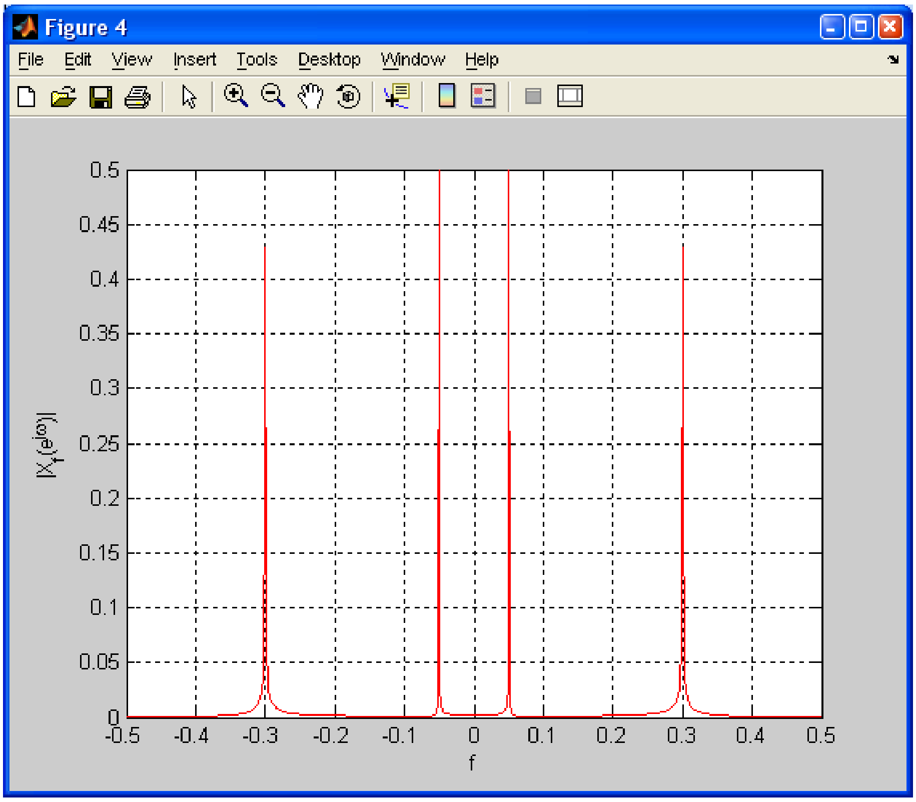


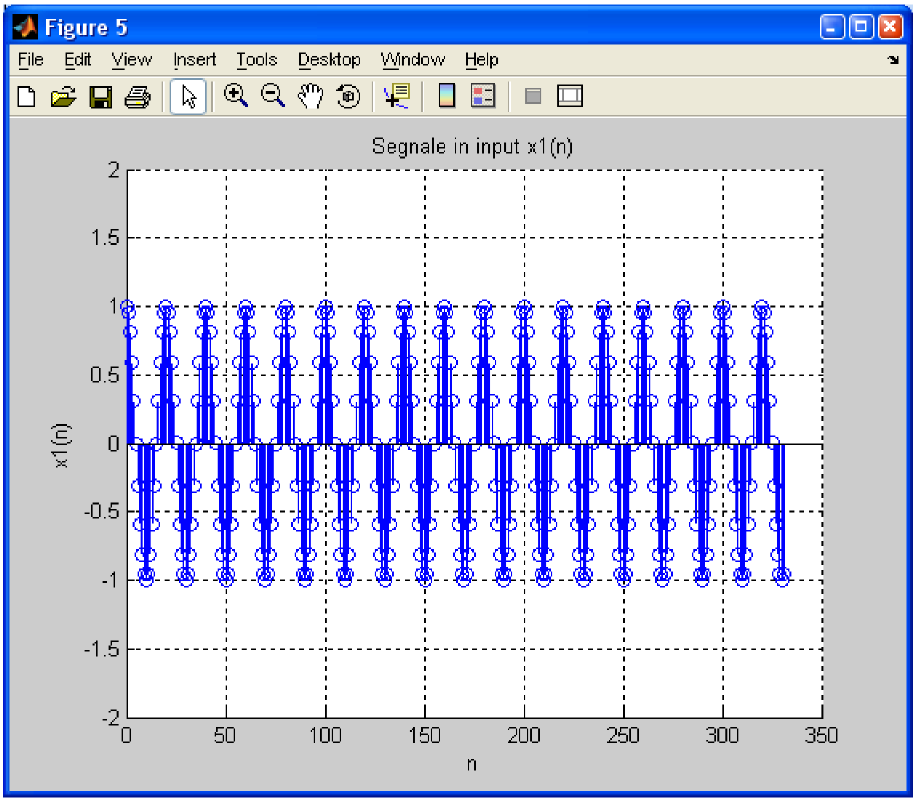


scala in freq. numeriche

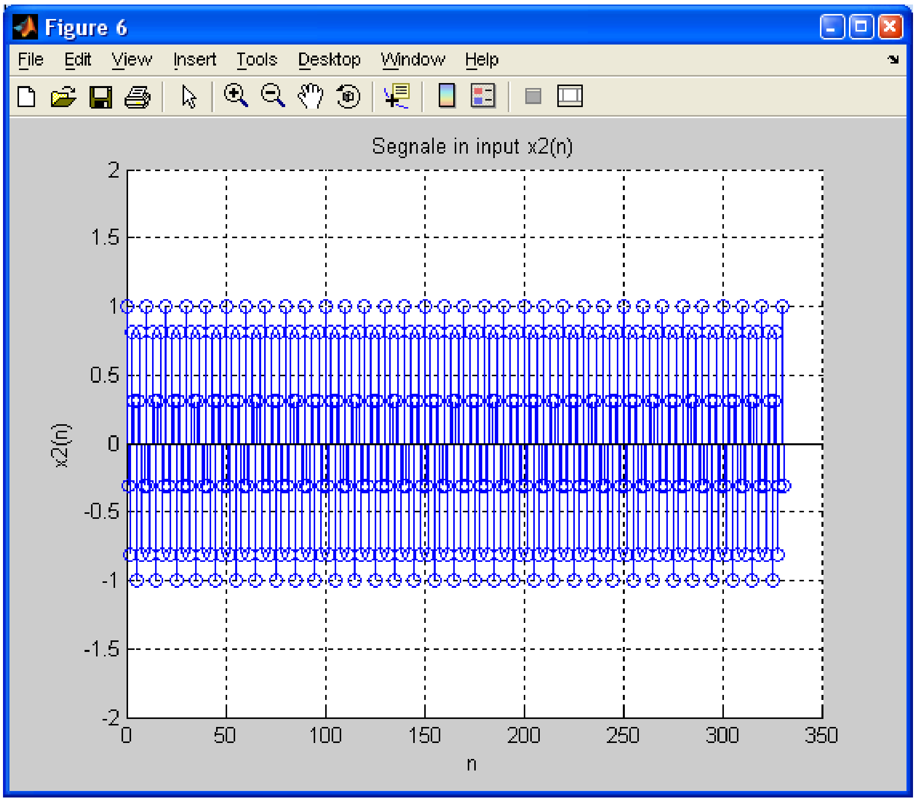


Spettro in frequenza del segnale in input: due sinusoidi in f=0.05 e f=0.3 (frequenze numeriche)
la DFT (FFT) porta le frequenze negative a destra di 0.5 → si effettua una traslazione:

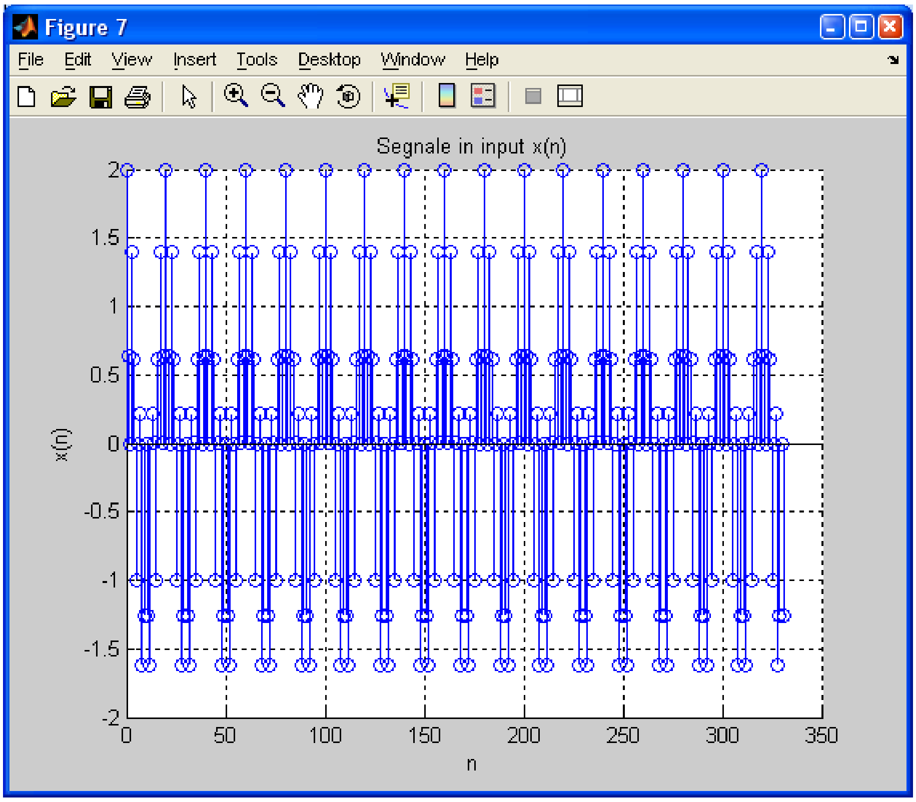




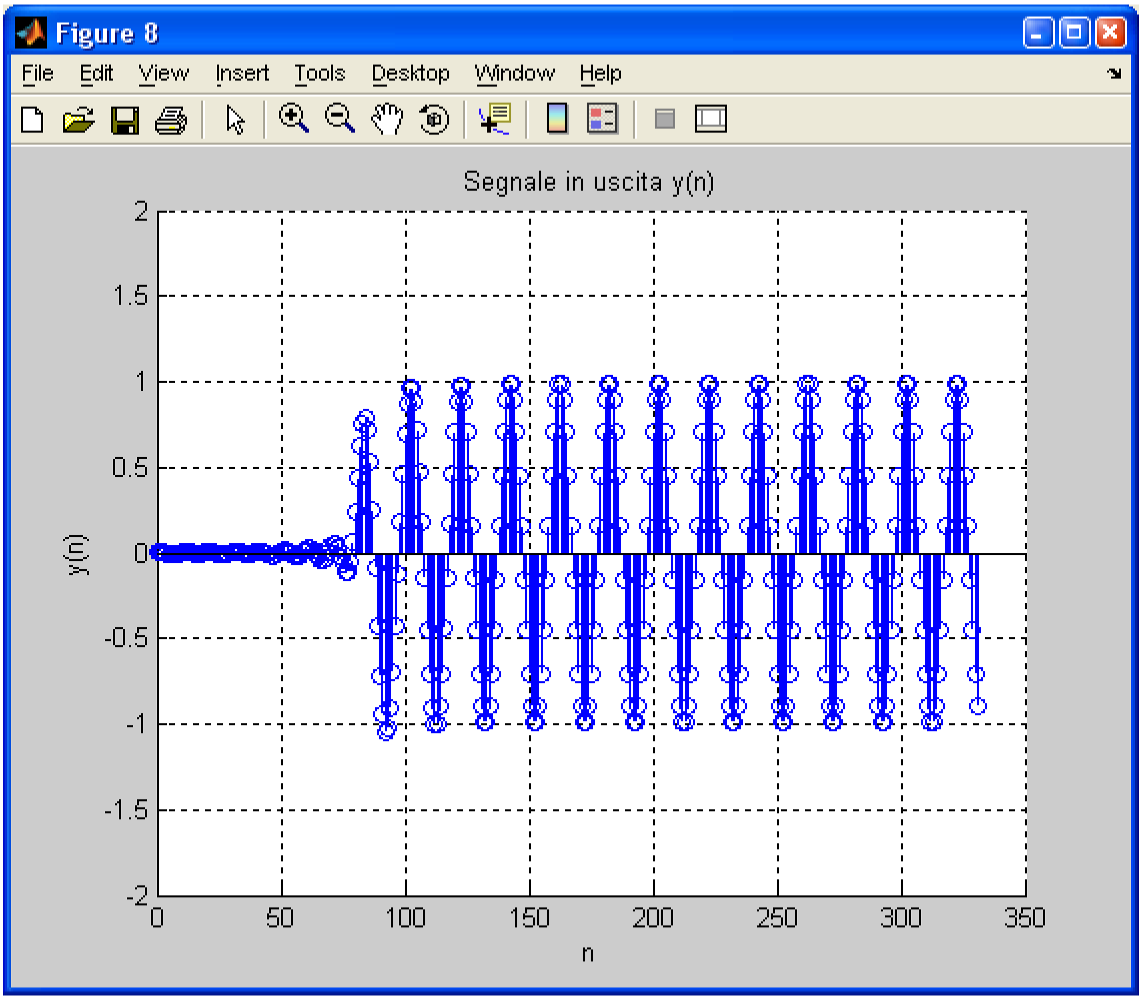
$x1(n) = \cos(2\,\pi\,0.05\,n)$



$x2(n) = \cos(2\,\pi\,0.3\,n)$



$x(n) = \cos(2\ \pi\ 0.05\ n) + \cos(2\ \pi\ 0.3\ n)$



Sovrapponendo x1(n) e y(n) si nota che in uscita si ha soltanto il contributo dovuto al segnale x1, mentre il segnale x2(n) è stato tagliato dal filtro: