

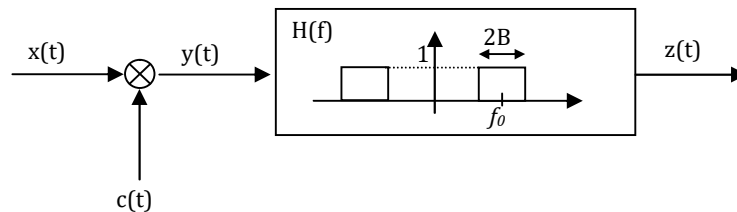
UNIVERSITÀ DI PISA  
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELLA INFORMAZIONE

Il prova in itinere- 19/12/2017 - Teoria dei Segnali- **Fila A**

**Esercizio 1.** Sia dato il seguente filtro analogico causale:  $H_a(s) = \frac{4}{s + 2/T_0}$ .

- 1) Si calcolino la risposta in frequenza e la banda a -3dB del suddetto filtro con  $T_0 > 0$ .  
A partire dal filtro analogico si vuole progettare un filtro numerico passa-basso. A tal fine si utilizza l'invarianza della risposta impulsiva.
- 2) Supponendo di campionare con un tempo  $T = T_0/10$ , si scriva la funzione di trasferimento del nuovo filtro e se ne individui la zona di convergenza.
- 3) Si scriva l'espressione della risposta impulsiva  $h(n)$  e si faccia il grafico della forma canonica.
- 4) Si calcoli il modulo della risposta in frequenza del filtro numerico e, dopo averne calcolato il valore in  $f=0$  e  $f = \pm 1/2T$ , se ne faccia il grafico.
- 5) Si applichi ora al filtro analogico la trasformazione bilineare con  $T_0 = kT$  e  $k$  numero reale positivo. Si scrivano la funzione di trasferimento del nuovo filtro numerico, l'espressione del modulo della risposta in frequenza e della banda a -3dB, in funzione del parametro  $k$ .

**Esercizio 2.** Il segnale passa-basso  $x(t) = 2B \text{sinc}(2Bt)$  viene applicato al sistema in figura



con  $c(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} c_0(t - nT)$ ,  $c_0(t) = \delta(t) - \delta\left(t - \frac{T}{4}\right)$ ,  $T=1/B$ ,  $f_0 = 2B$ .

- 1) Si calcoli la trasformata generalizzata di Fourier di  $c(t)$  e si determini l'espressione di  $Y(f)$ .
- 2) Si calcolino i valori numerici dei coefficienti  $C_k$  per  $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3$
- 3) Si scriva l'espressione temporale del segnale di uscita  $z(t)$ .

**Esercizio 3.** Si dimostri che la trasformata zeta di  $x(n) = a^n u(n)$  è  $X(z) = \frac{1}{1 - az^{-1}}$  per  $|z| > |a|$ .