



# Processamento de Digital de Sinal

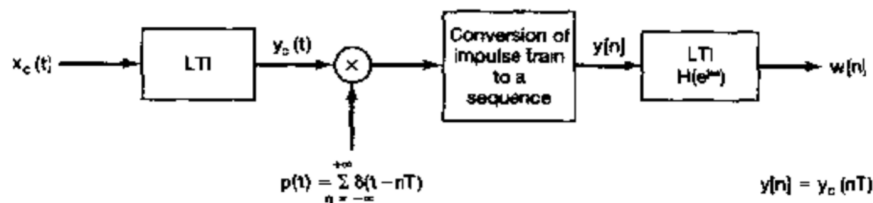
## Ficha de exercícios nº 1

1. O sistema abaixo é LIT e causal no tempo contínuo, satisfazendo a seguinte equação diferencial de coeficientes constantes:

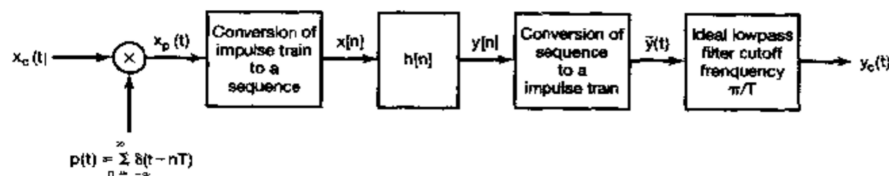
$$\frac{dy_c(t)}{dt} + y_c(t) = x_c(t)$$

O sinal de entrada,  $x_c(t)$ , é um impulso  $\delta(t)$ .

- (a) Determine  $y_c(t)$ .  
 (b) Determine a resposta na frequência do sistema discreto,  $H(\Omega)$ , e a resposta impulsional tal que  $w[n] = \delta[n]$



2. Considere o sistema abaixo.



Neste o sistema discreto é caracterizado pela seguinte equação de diferenças:

$$y[n] = \frac{1}{2}y[n-1] + x[n]$$

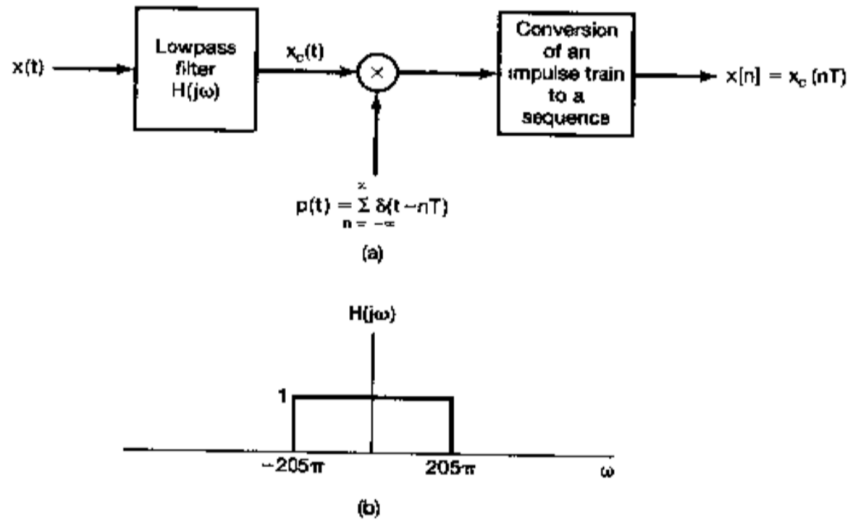
- (a) Determine a resposta na frequência do sistema equivalente total, quando a entrada é  $x_c(t)$  e a saída é  $y_c(t)$ .  
 3. Considere o sistema de processamento discreto de sinais no tempo contínuo. Com este sistema se pretende recuperar o sinal  $x(t)$  que se apresenta à sua entrada degradado segundo a seguinte equação

$$s_c(t) = x(t - 2T_0) + x(t + T_0)$$

- (a) Considere que  $x(t) = \sin(\omega_1 t)/(\pi t)$ . O sinal  $s_c(t)$  pode ser, em sua opinião, aplicado directamente à entrada do sistema? Se a sua resposta for negativa, represente em termos de diagrama de blocos as alterações ao sistema base.  
 (b) Determine o período de amostragem máxima para o qual  $x(t)$  ou uma versão modificada possa ser completamente recuperado à saída do sistema. Justifique.  
 (c) Considere que  $s_c(t)$  é amostrado à frequência de Nyquist e determine o atraso do eco para o qual  $s[n] = x[n-4] + x[n+2]$ .



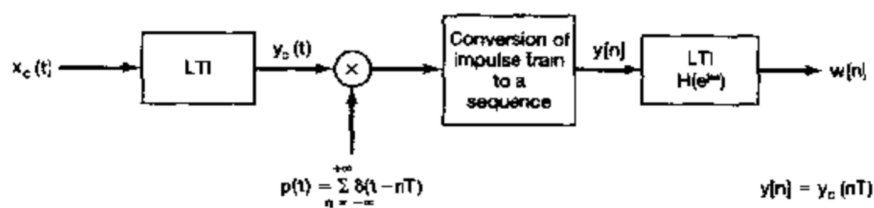
- (d) Represente os espectros dos sinais  $s_c(t)$ ,  $p(t)$ ,  $s_p(t)$  e  $s[n]$ . Justifique os cálculos que efectuar e comente as suas representações gráficas.
- (e) Suponha que o amostrador ideal por trem de impulsos era substituído pelo amostrador de ordem zero. Projecte nestas condições, o filtro  $H_1(\Omega)$  que permita recuperar  $x(t)$  a menos da fase, ou seja, pretende-se que  $y_c(t) = x(t - T_0)$ .



4. O sistema representado na figura converte sinais contínuos em discretos. O sinal  $x(t)$  é periódico com um período de 0.1s. Os coeficientes da série de Fourier de  $x(t)$  são dados por

$$a_k = \left(\frac{1}{2}\right)^{|k|}, \quad -\infty < k < +\infty$$

O período de amostragem é de 5 ms.



- (a) Mostre que  $x[n]$  é uma sequência periódica e determine o seu período.
- (b) Determine os coeficientes da Série de Fourier de  $x[n]$ .