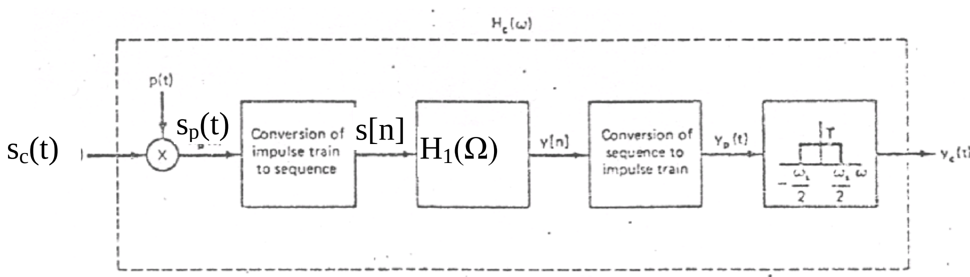
Processamento Digital de Sinal

MIECOM Época Especial 2009/2010

1. Considere o sistema de processamento discreto de sinais contínuos mostrado na figura seguinte com o qual se pretende recuperar o sinal x(t) que se apresenta à entrada do sistema degradado da forma $s_c(t) = x(t) + x(t-3T_0) + x(t+3T_0)$;



a) Considere $x(t) = \begin{cases} \dfrac{w_1}{2\pi}\operatorname{sinc}^2\left(\dfrac{w_1 t}{4\pi}\right); & |t| < \dfrac{\pi}{2w_1} \\ 0; & outros \quad casos \end{cases}$

O sinal sc(t) pode ser, em sua opinião, directamente aplicado à entrada do sistema? Se a sua resposta for negativa represente em termos de diagrama de blocos um sistema que permita a adaptação de sc(t) ao sistema de processamento digital de sinais contínuos. <u>Justifique</u> a sua resposta.

b) Determine o período de amostragem máximo para o qual x(t) ou uma sua versão modificada possa ser completamente recuperado á saída do sistema. <u>Justifique</u>.

c) Considere o sinal sc(t) amostrado à frequência de Nyquist e determine o atraso do eco para o qual s[n]=x[n]+x[n-1]+x[n+1]. Considere que a frequência de amostragem é de 1KHz.

d) Represente os espectros dos sinais sc(t), p(t), sp(t) e s[n]. Justifique convenientemente os cálculos que efectuar e comente adequadamente as suas representações gráficas.

e) Suponha que o amostrador ideal por trem de impulsos representado na figura era substituído pelo amostrador de ordem zero (sample and hold). Projecte nestas condições o filtro H1(Ω) que permita recuperar x(t) a menos da fase. Pretende-se que yc(t)=x(t-6T_0).

f) Use a transformada-z para se referir à estabilidade e causalidade do filtro H1.

g) Imagine que na situação da alínea c) fazia uma decimação por um factor de 2 em s[n]. Na sua opinião perdia alguma informação sobre o sinal. Se sim como procederia para minimizar ou anular essa perda. Justifique convenientemente a sua resposta, baseando-a numa representação gráfica adequada.

2. Considere um transmultiplexer digital TDM para FDM com 2 canais áudio comercial de 4 KHz de largura de banda amostrados à frequência de Nyquist. Suponha que a rede FDM dispõe de uma largura de banda que permite acomodar apenas 1 KHz de cada canal.

a. Quais as operações a efectuar sobre os sinais de modo a reduzir para metade a sua largura de banda efectiva? Justifique.
b. Determine a resposta a impulso do filtro ideal que não causa distorção harmónica e permite efectuar o pretendido. Justifique convenientemente todos os passos que efectuar.
c. Suponha que pretende que o filtro seja FIR e apresente um ganho na banda passante superior a 0.995 e inferior a 1.005 e uma atenuação na banda de rejeição de 60 dB. Implemente este filtro usando o método que achar mais conveniente. Justifique a sua opção.
d. Apresente e comente as vantagens e desvantagens dos filtros IIR relativamente aos filtros FIR. Justifique.
e. Refaça a alínea c) admitindo que não se aceita ripple na banda passante mas tolera-se distorção harmónica. Neste caso quais os métodos adequados? Justifique. Suponha um filtro de 3ª ordem e enumere todos os passos necessários à sua implementação.

TABLE 7.2 COMPARISON OF COMMONLY USED WINDOWS

Window Type	Peak Sidelobe Amplitude (Relative)	Approximate Width of Mainlobe	Peak Approximation Error $20\log_{10}\delta$ (dB)	Equivalent Kaiser Window β	Transition Width of Equivalent Kaiser Window
Rectangular	−13	$4\pi/(M+1)$	−21	0	$1.81\pi/M$
Bartlett	−25	$8\pi/M$	−25	1.33	$2.37\pi/M$
Hanning	−31	$8\pi/M$	−44	3.86	$5.01\pi/M$
Hamming	−41	$8\pi/M$	−53	4.86	$6.27\pi/M$
Blackman	−57	$12\pi/M$	−74	7.04	$9.19\pi/M$

$$a^n u[n] \overset{\mathcal{Z}}{\longleftrightarrow} \frac{1}{1-az^{-1}} \qquad ROC \equiv |z| > |a|$$

$$-a^n u[-n-1] \overset{\mathcal{Z}}{\longleftrightarrow} \frac{1}{1-az^{-1}} \qquad ROC \equiv |z| < |a|$$

$$na^n u[n] \overset{\mathcal{Z}}{\longleftrightarrow} -z\frac{d}{dz}\left(\frac{1}{1-az^{-1}}\right) = \frac{az^{-1}}{\left(1-az^{-1}\right)^2}, \qquad |z| > |a|$$

$$x_p(t) = p(t)x(t) \overset{\textbf{T. F.}}{\longleftrightarrow} X_p(w) = \frac{1}{2\pi}\left[P(w) * X(w)\right] \qquad M = \frac{A-8}{2.285\Delta\Omega}$$

$$X_p(w) = \frac{1}{T}\sum_{k=-\infty}^{+\infty} X(w - kw_s)$$

$$w[n] = \begin{cases} \dfrac{I_0\left[\beta\left(1-\left[\dfrac{n-\alpha}{\alpha}\right]^2\right)^{1/2}\right]}{I_0(\beta)}; & 0 \le n \le M \\ 0; & outros\ casos \end{cases}$$

$$\beta = \begin{cases} 0.1102(A-8.7); & A > 50 \\ 0.5842(A-21)^{0.4} + 0.07886(A-21); & 21 \le A \le 50 \\ 0.0; & A < 21 \end{cases}$$

$$M = \frac{-10\log(\delta_1\delta_2) - 13}{2.324\Delta\Omega}$$