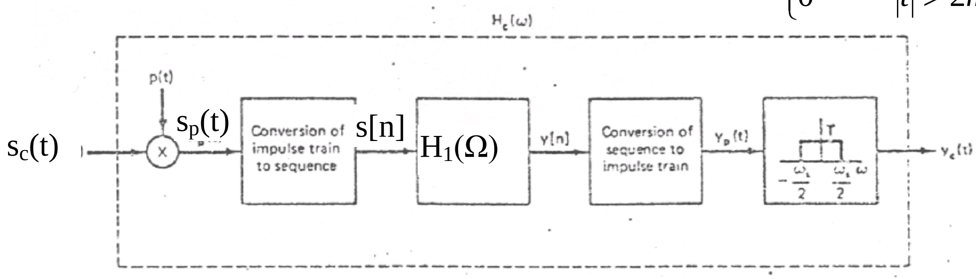
Processamento Digital de Sinal

MIEC teste 3 2007/2008

1. Considere o sistema de processamento discreto de sinais contínuous mostrado na figura seguinte com o qual se pretende implementar um cancelador de ecos. O sinal x(t) apresenta-se à entrada do sistema contaminado por um eco com sucessivas réplicas tal que $s_c(t) = \sum_{k=1}^{M} x(t - kT_0)$ e $x(t) = \begin{cases} 1 & |t| \le 2ms \\ 0 & |t| > 2ms \end{cases}$



a) 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.

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. Justifique.

c) Considere o sinal sc(t) amostrado a uma frequência dupla da de Nyquist. Considere M=2 e determine o atraso do eco para o qual s[n]=x[n-8]+x[n-4].

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) Determine a resposta impulsional do filtro H1(Ω) que permite recuperar x(t) pelo sistema apresentado.

f) Determine a transformada-z da resposta impulsional do filtro. Faça o diagrama de zeros e pólos e refira-se à estabilidade e causalidade do filtro. Justifique as suas afirmações

g) Imagine que na situação da alínea b) fazia uma decimação por um factor de 3 em s[n]. Na sua opinião perdia alguma informação do sinal. Se sim como procederia para minimizar ou anular essa perda. Justifique convenientemente a sua resposta.

2. Pretende-se sintetizar um filtro digital passa banda que apresente as seguintes características mínimas:

   a. O ganho na banda passante deve ser inferior a 1.03 e superior a 0.98
   b. O ganho na banda de rejeição deve ser inferior a 0.01
   c. Atenuação mínima de -60 dB na banda de rejeição

a) Descreva sucintamente os tipos de filtros digitais que conhece. Qual é o mais adequado para a aplicação em causa? Justifique.
b) Considere o método das janelas como método de síntese de filtros digitais tipo FIR. Para a aplicação em causa que tipos de janelas podem satisfazer os requisitos do filtro em causa? Justifique.
c) Usando o tipo de janela que achar mais conveniente projecte o filtro requerido admitindo que se pretende filtrar entre 500 e 600 Hz um sinal amostrado a 1,5 KHz. Justifique o tipo de janela usado.

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	$9.19\pi/M$

3. Considere um sinal discreto sinusoidal de amplitude A e fase aleatória uniformemente distribuída em [0,2π[contaminado por ruído branco aditivo de média nula, variância σ^2 e não correlado com o sinal.
    a. Mostre que a média da soma é a soma das médias.
    b. Determine a sequência de autocorrelação e a densidade espectral de potência do sinal contaminado.
    c. Repita a alínea anterior para o caso de ruído multiplicativo e com as mesmas características.
4. Considere as duas estimativas da sequênciaa de autocorrelação que estudou.
    a. Determine e defina a polarização de cada uma delas.
    b. Enuncie e justifique o método de Bartlet de estimação da densidade espectral de potência.
    c. Considere um processo autorregressivo de ordem 3 do qual conhece apenas 20 amostras. Determine um conjunto de equações que lhe permitam extrapolar a sequência de autocorrelação para m>20. Justifique

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

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

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

$$x_p(t)=p(t)x(t) \xleftrightarrow{\textbf{T. F.}} X_p(w)=\frac{1}{2\pi}\left[P(w)*X(w)\right]$$

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

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

$$M=\frac{A-8}{2.285\Delta\Omega}$$

$$\beta=\begin{cases}0.1102(A-8.7); & A>50\\ 0.5842(A-21)^{0.4}+0.07886(A-21); & 21\le A\le 50\\ 0.0; & A<21\end{cases} \qquad A=-20\log\delta$$

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