

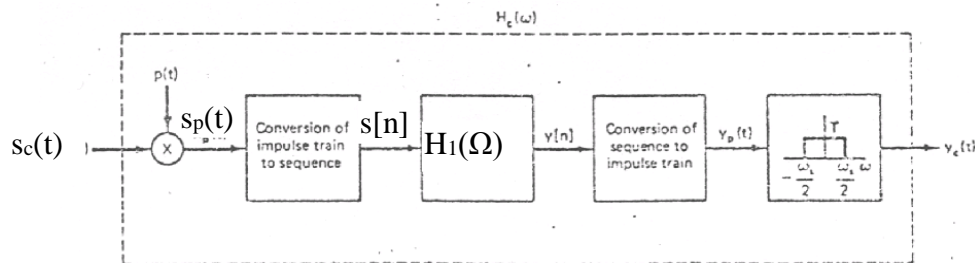
Processamento de Sinal

Eng. Biomédica Recurso 2010/2011

Nota: 2ª parte: a, b, g->m

Exame completo: a->i

1. Considere o sistema de processamento discreto de sinais contínuos mostrado na figura seguinte com o qual se pretende fazer um sistema rudimentar de detecção de fibrilhação auricular caracterizada por assíncronia na contracção auricular e consequente falta da onda P no ECG.



a) Considere
$$f(t) = \begin{cases} \cos(w_1 t); & |t| < \frac{\pi}{2w_1} \\ 0; & |t| > \frac{\pi}{2w_1} \end{cases}$$

Represente graficamente $f(t)$. Verifique que $f(t)$ pode ser obtido por uma multiplicação de uma função cosseno por uma janela rectangular e determine e esboce $F(w)$. Justifique.

- b) Considere a função $e(t) = Af(t+130) + 3Af(t) + 2Af(t-200)$. Considere os deslocamentos temporais em milisegundos, represente graficamente $e(t)$ e verifique que $e(t)$ pode constituir um modelo simplificado de um pulso ECG. Determine e represente graficamente nestas condições $E(w)$. Justifique.

- c) Considere o ECG dado por $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} [e(t - kT)]$ sendo T o período do ciclo cardíaco. Determine e represente $X(w)$.

- d) O sinal $x(t)$ pode, em sua opinião, ser 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 $x(t)$ ao sistema de processamento digital de sinais contínuos.

- e) Determine e Represente os espectros de $s_p(t)$ e $s[n]$. Justifique.

- f) Verifique a partir da representação de $e(t)$ que o complexo QRS e a onda T podem ser vistos como 2 ecos da onda P. Considere que se pretende que a saída do sistema $y(t)$ seja apenas a onda P ou seja $y(t) = Af(t+130)$, pelo que a fibrilhação auricular será caracterizada por uma saída nula. Considere uma frequência de amostragem conveniente e determine nestas condições $H_1(\Omega)$. Justifique.

- g) Considere $e(t)$ corrompido por ruído branco estacionário de média nula e variância σ_n^2 não correlado com o sinal. Determine a média e a sequência de autocorrelação do ruído no domínio das frequências. Justifique.
- h) Considere que o filtro anti-aliasing é de largura $2W_1$. Determine a sequência de autocorrelação do ruído à saída do filtro. Justifique.
- i) Determine e represente a densidade espectral de potência dos sinais $s_p(t)$ e $s[n]$. Justifique.
- j) Despreze o efeito da fase na densidade espectral de potência de $e(t)$, e estabeleça a equação que lhe permitiria calcular a sequência de autocorrelação dos sinais $s_c(t)$, $s_p(t)$ e $s[n]$. Esboce de forma grosseira estas 3 sequências de autocorrelação.
- k) Determine o tipo de filtro que pode melhorar a relação Sinal-Ruído em $s[n]$. Justifique. Considere que a potência do ruído é metade do pico máximo da densidade espectral de potência do sinal e determine a resposta impulsional do filtro ideal que maximiza a relação Sinal-Ruído, ou seja que selecciona apenas a gama de frequências em que a potência do sinal é superior à potência do ruído. Justifique.
- l) Partindo do modelo analógico e usando o método que achar mais conveniente projecte o filtro digital de 1ª ordem equivalente ao filtro óptimo que projectou na alínea anterior. Justifique convenientemente as suas opções, bem como todos os cálculos que efectuar.
- m) Enuncie todos os passos necessários ao projecto de um filtro de 5ª ordem sem ripple na banda passante equivalente ao filtro que projectou na alínea anterior. Note que pode obter este filtro por combinação de filtros do tipo passa-baixo.