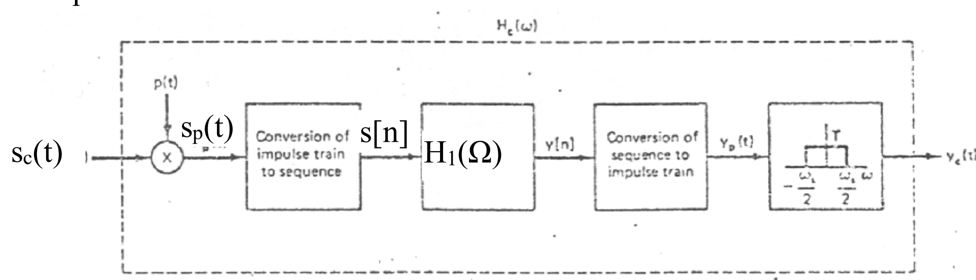
Processamento de Sinal (Contínuo e Discreto)

MIEBIOM + MIEFIS   Teste 2   2018/2019

Nota: O teste tem uma duração de 2 horas e uma tolerância de 15 minutos. Não se esclarecem quaisquer dúvidas durante o teste. Se entender que lhe faltam dados em qualquer alínea considere para o efeito valores que entenda razoáveis e resolva com base nestes.

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
$$f(t)=\begin{cases}\cos\left(\dfrac{25\pi}{2}t\right); & |t|<40ms\\ 0; & |t|>40ms\end{cases}.$$

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

b) Considere a função e(t)=f(t+130)+3f(t)+2f(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 de forma grosseira nestas condições E(w). Justifique.

c) Considere o ECG dado por $x(t)=\sum_{k=-\infty}^{+\infty}\left[e(t-kT)\right]$ sendo T o período do ciclo cardíaco. Determine e represente |X(w)| considerando um ritmo cardíaco de 60 bpm. Justifique.

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. Considere uma frequência de amostragem de 250 Hz. Justifique.

e) Determine e Represente os espectros de sp(t) e s[n]. Justifique.

f) Considere, 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 a menos da fase, ou seja y(t)= f(t-t_0+130) pelo que a fibrilhação auricular será caracterizada por uma saída nula. Determine nestas condições H1(Ω). Qual a gama de valores possíveis para t_0? Justifique.

g) Suponha o ECG corrompido com flutuação de linha de base. Considere que processa o sinal com o filtro cuja equação diferenças é y[n]=x[n]-x[n-1]. Caracterize o filtro em termos de transformada-z da resposta impulsional e diga justificando se se trata de um filtro estável. Determine a resposts em frequência deste filtro (módulo e fase) e represente gaficamente de forma aproximada a resposta do filtro ao ECG.

h) Determine o filtro passa-banda ótimo H(Ω) que garante que yc(t) é uma sinusoide perfeita com a frequência do ritmo cardíaco. Considere ritmos cardíacos de 50 a 90 bpm. Justifique.

i) Determine a resposta impulsional do filtro obtido em h). Justifique.

j) Considere a amostragem por trem de impulsos de um sinal discreto. Considere que o sinal s[n] é aplicado a um sistema destes. Determine e esboce $X_p(\Omega)$. Justifique todos os passos que efectuar. Determine o máximo valor de N (periodo do trem de impulsos) que garante a não existência de aliasing em sc(t). Justifique.

k) Qual a utilidade prática do sistema usado na alínea anterior? Supondo que pretende reduzir o nº de amostras de um segmento do sinal para apenas metade que alterações efectuaria no sistema usado na alínea anterior que minimize as perdas de sinal obtidas pelo processo lá descrito? Justifique usando suporte grafico a sua resposta.

$$X(t) \xleftrightarrow{\textbf{T. F.}} 2\pi x(-w)$$

$$\begin{cases} a_k = \dfrac{w_0}{2\pi} F(kw_0) \\ X(w) = \displaystyle\sum_k 2\pi a_k \delta(w - kw_0) \end{cases}$$

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

$$X_p(\Omega) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(\Omega - k\Omega_s)$$

$$P(\Omega) = \frac{2\pi}{N} \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \delta(\Omega - k\Omega_s)$$