

Processamento de Sinal

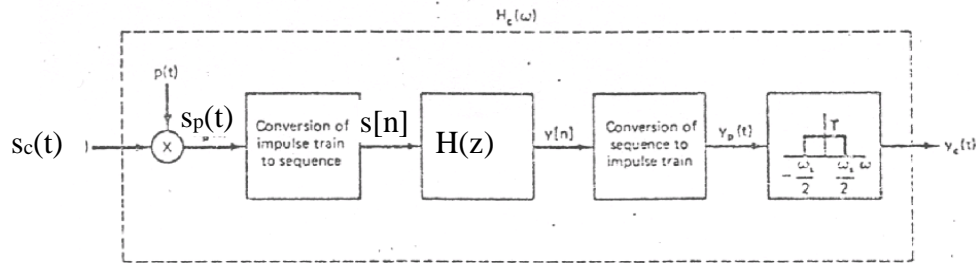
Eng. Biomédica

Recurso 2011-2012

Nota: Exame completo-> 1, 4, 5 e um dos exercícios 2 e 3.

2ª parte 1, 2, 3 e 4.

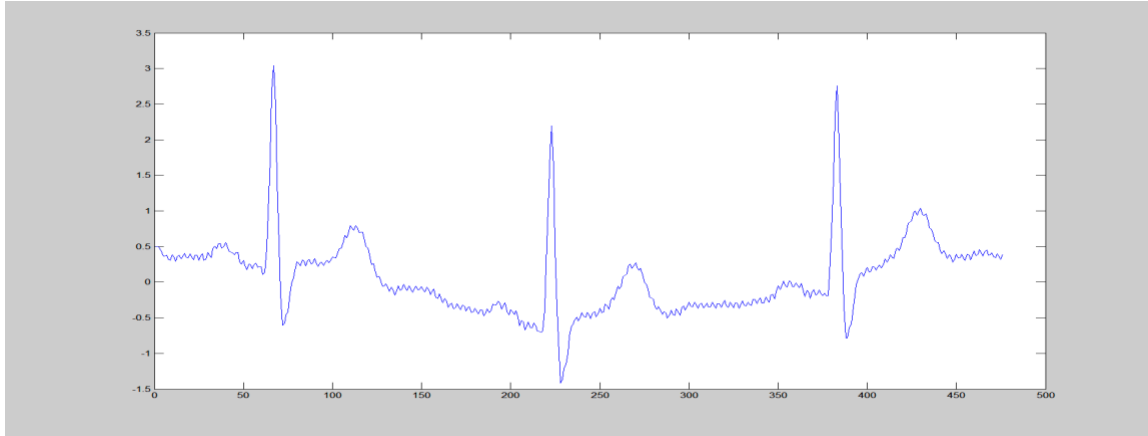
1. Considere o sistema de processamento discreto de sinais contínuos mostrado na figura seguinte com o qual se pretende fazer um sistema rudimentar de detecção de patologias cardíacas com base na análise dos segmentos silenciosos do fonocardiograma. Pretende-se analisar o segmento silencioso que segue o 2º som cardíaco (S2, diástole) onde é possível detetar a estenose mitral que apresenta componentes de frequência entre 20 e 200 Hz, e a insuficiência aórtica com componentes de 400-800Hz. A detecção da patologia é efetuada pela análise da saída $y_c(t)$. Pretende-se que $H(z)$ seja tal que a saída $y_c(t)$ seja uma senoide de 120 Hz na presença de estenose mitral, de 500 Hz na presença de insuficiência aórtica e uma soma das 2 sinusoides na presença de ambas as patologias.



- a) Determine a mínima frequência de amostragem que não compromete os objetivos da aplicação. Justifique. O sinal $s_c(t)$ necessita de algum processamento antes de ser aplicado ao sistema? Se sim, qual e porquê.
 - b) Esta aplicação requer que o fonocardiograma seja segmentado e apenas os intervalos entre S2 e S1 (silêncios) sejam aplicados ao sistema. Explique como poderia fazer esta segmentação.
 - c) Represente a resposta em frequência do sistema ideal $H(z)$ que permite efectuar o pretendido. Determine a resposta impulsional deste sistema. Justifique.
 - d) Aproxime o sistema calculado na alínea anterior por um sistema de 2ª ordem com ganho DC unitário e estável. Faça o diagrama de polos e zeros do sistema e assinale a ROC.
 - e) Determine a resposta do filtro que calculou na alínea anterior à entrada $x[n]=u[n]-u[n-2]$.
2. Considere o método da autocorrelação para a detecção de pulsos anómalos num ECG. Descreva sucintamente o método. Uma das limitações do método ocorre quando os pulsos a correlar têm comprimentos diferentes. Suponha que os pulsos têm comprimentos de 1000 e 600 pontos. Proponha um método que altere um ou ambos os sinais e que permita obter os 2 pulsos com o mesmo comprimento. Faça um diagrama de blocos com todos os passos necessários à implementação do

método e avalie a possível degradação de um ou de ambos os sinais. Justifique todas as suas conclusões.

3. Justifique a utilidade e descreva o mais detalhadamente possível o algoritmo de Pan-Tompkins. Apresente o diagrama de blocos do algoritmo, descreva e justifique a função de cada bloco.
4. Considere o ECG apresentado na figura seguinte:



- a) Considere que o sinal foi amostrado a 250Hz e projecte um filtro digital capaz de atenuar significativamente os 2 tipos de ruído presentes no sinal. Justifique todos os cálculos que efectuar. Especifique a ROC da Transformada-z da resposta impulsional do filtro.
- b) Determine a equação de diferenças e a resposta impulsional do filtro projectado na alínea anterior.
- c) Faça o diagrama de pólos e zeros do filtro e com base neste refira-se à estabilidade e causalidade do filtro.
- d) Determine a resposta do filtro à entrada $x[n] = n\left(\frac{1}{3}\right)^n u[n-1]$

5. Determine, sem recorrer à definição, o sinal cuja FFT é dada por

$$X(k) = \frac{1}{8} \sum_{k=0}^7 \frac{\sin\left(3k \frac{2\pi}{8} \frac{1}{2}\right)}{\sin\left(k \frac{2\pi}{8} \frac{1}{2}\right)}$$

Justifique convenientemente a sua resposta.