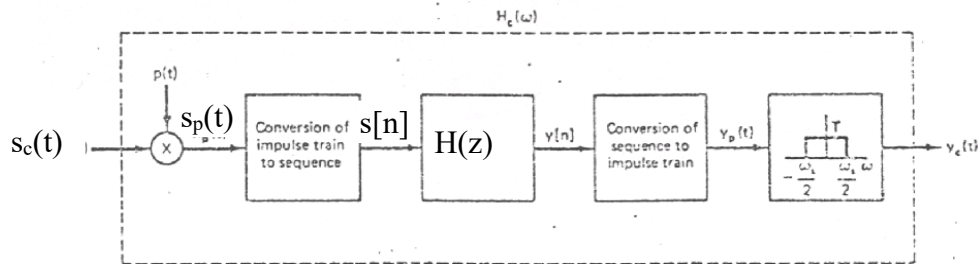


Processamento de Sinal

Eng. Biomédica

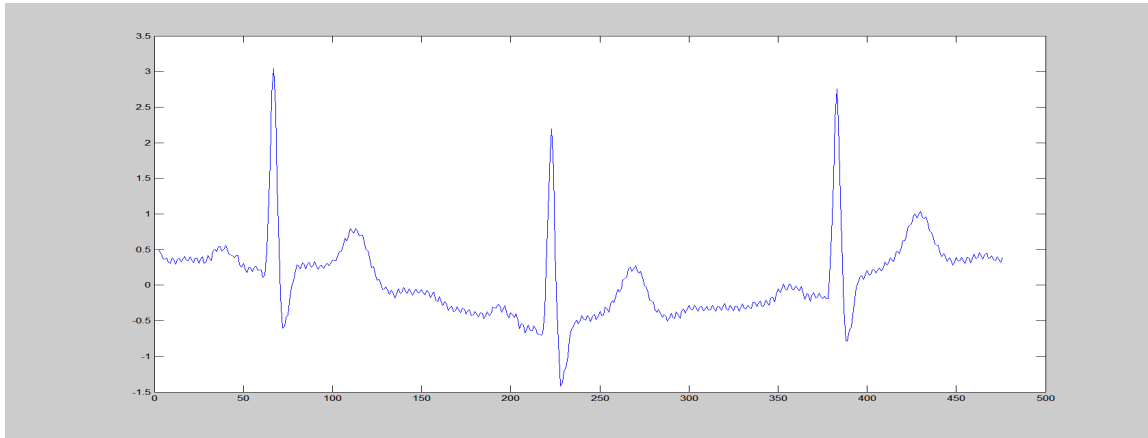
Época especial 2011-2012

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 e insuficiência aórtica. Um estudo clínico revela que a estenose mitral apresenta componentes de frequência abaixo de 400 Hz, enquanto a insuficiência aórtica combinada com a estenose mitral apresenta componentes de 300-1000Hz. Pretende-se detectar a patologia pela análise da saída $y_c(t)$. Pretende-se que $H(z)$ seja tal que a saída $y_c(t)$ seja uma senoide na presença de estenose mitral, outra senoide na presença insuficiência aórtica e uma soma de 2 sinusoides na presença simultânea de ambas as patologias.



- a) Determine as frequências mais convenientes para fazer a detecção das patologias. Justifique.
 - b) 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.
 - c) 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.
 - d) Represente a resposta em frequência do sistema ideal $H(z)$ que permite efectuar o pretendido. Determine a resposta impulsional deste sistema. Justifique.
 - e) 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.
 - f) Determine a resposta do filtro que calculou na alínea anterior à entrada $x[n]=u[n]-u[n-2]$.
2. 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.

3. Considere o ECG apresentado na figura seguinte:



- Considere que o sinal foi amostrado a 1kHz 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.
- Determine a equação de diferenças e a resposta impulsional do filtro projectado na alínea anterior.
- Faça o diagrama de pólos e zeros do filtro e com base neste refira-se à estabilidade e causalidade do filtro.
- Determine a resposta do filtro à entrada $x[n] = (n-2)\left(\frac{1}{3}\right)^{n+1} u[n-1]$

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

$$X(k) = \frac{1}{16} \sum_{k=0}^{15} \frac{\text{sen}\left(7k \frac{2\pi}{16} \frac{1}{2}\right)}{\text{sen}\left(k \frac{2\pi}{16} \frac{1}{2}\right)}$$

Justifique convenientemente a sua resposta.