

1 - Um sistema de análise espectral discreta, recorrendo à FFT, utiliza um conjunto N de amostras e um período de amostragem T.

- Qual é a frequência do primeiro harmónico determinado ? Justifique a resposta.
- Indique o intervalo entre cada harmónico calculado e qual o último harmónico. Justifique a resposta.
- Suponha que duplicamos o número de amostras recolhidas e duplicamos o intervalo de amostragem. Comparando com a situação inicial, indique as alterações que ocorrem em termos de, justificando convenientemente as respostas:
 - Intervalo entre cada harmónico.
 - Último harmónico com informação relevante.
 - Comente as vantagens e desvantagens associados à adopção desta nova metodologia.

2 - Considere o filtro causal cuja equação às diferenças é dada por:

$$y(n) = 0,05 x(n) + 0,05 x(n-1) + 0,9 y(n-1)$$

- Determine a resposta impulsional e ao degrau do filtro.
- Determine a função de transferência em Z.
- Determine as condições de estabilidade.
- Determine a Função de transferência em jw.
- Caracterize o filtro (passa-baixo, alto, banda ou rejeita-banda), justificando convenientemente a resposta.
- Determine a largura de banda (ou a banda de rejeição) do filtro.

3 - Para um filtro Butterworth passa baixo é necessário uma frequência de corte $\Omega_c = 0.1\pi$ sendo a atenuação para $\Omega = 0.4\pi$ de pelo menos 40 dB.

$$\text{Filtro Butterworth: } |H(j\Omega)|^2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{\Omega}{\Omega_c}\right)^{2N}} \quad \text{Pólos: } S_p = \Omega_c e^{j\pi\left(\frac{N+2k+1}{2N}\right)} \quad 0 \leq k \leq 2N-1$$

- Determine a menor ordem necessária para o filtro.
- Determine os pólos e escreva H(s).
- Obtenha H(z) pela invariância da resposta impulsional

4 - A solução de utilizar uma frequência de amostragem muito superior à frequência de Nyquist (2* componente de maior freq. do sinal) e recorrer posteriormente à decimação e interpolação apresenta algumas vantagens. Uma delas, advém da possibilidade de utilizar filtros digitais para a eliminação de harmónicos que não fazem parte do sinal original.

Apresente, se necessário recorrendo a exemplos, como é possível utilizar este tipo de filtros, identificando a largura de banda máxima do filtro digital passa-baixo.