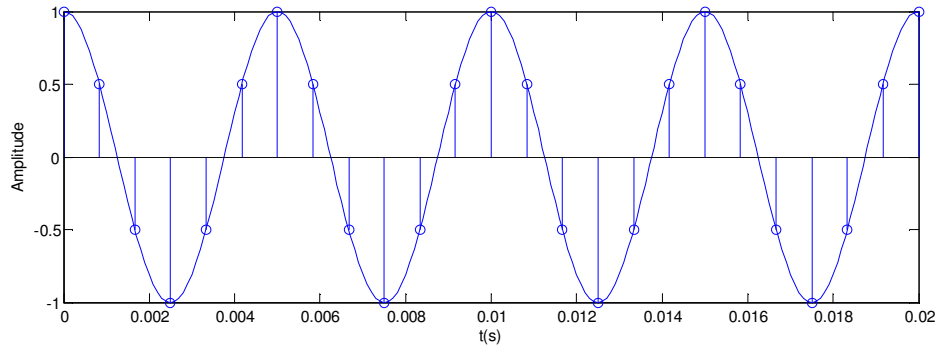




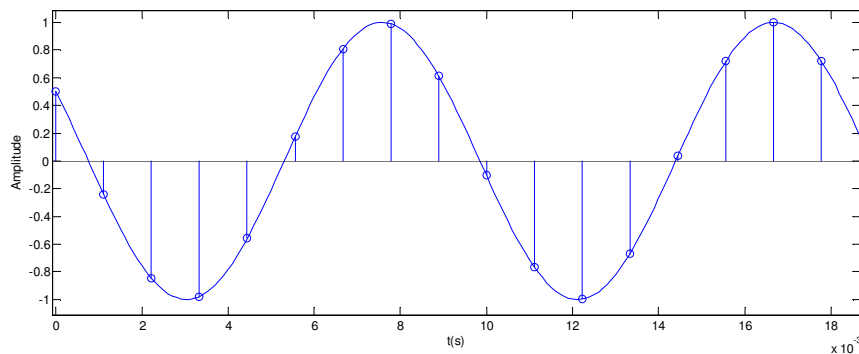
## PROVA 1: Sinais e sistemas, Amostragem de DFT

**Questão 1)** Faça o que se pede:

a) Baseado na figura abaixo, determine quanto vale a frequência analógica do sinal, a discretizada, fase e tempo de amostragem indicando a equação do sinal no tempo contínuo e discreto.



b) Baseado na figura abaixo, determine quanto vale a frequência analógica do sinal, a discretizada, fase do sinal e tempo de amostragem indicando a equação do sinal no tempo contínuo e discreto.



c) Esboce um gráfico similar ao visto anteriormente para o sinal  $y(t) = \sin(2\pi Ft)$  e seu correspondente digital  $y[n] = \sin(2\pi f_n n)$  se  $F = 60\text{Hz}$  e  $F_s = 300$  amostras por segundo.

**Questão 2)** Considere os seguintes sinais:

- $s1$ : sinal de voz com conteúdo espectral que varia 100Hz a 20kHz e amplitude máxima de 5V;
- $r1$ : ruído com característica espectral de 15kHz até 40kHz;
- $r2$ : ruído com característica espectral de 30kHz até 40kHz;

Considerando que a maior parte do som audível está na faixa de 100Hz a 5kHz, projete usando simples diagrama de blocos como deve ser a aquisição deste sinal nos casos:

- Onde se tem um sinal  $s1+r1$  e um conversor A/D com tempo de amostragem máxima de 0,1ms e 8 bits de resolução. Indique também o erro máximo neste caso.
- Onde se tem um sinal  $s1+r2$  e um conversor A/D na velocidade que desejar e resolução tal que o erro máximo seja 10mV e a qualidade do áudio seja a melhor possível.

**Questão 3)** Para estudar um dado sistema eletrônico, injetou-se em sua entrada o sinal  $x(n)$  e foi medida a saída  $y(n)$  tal que:

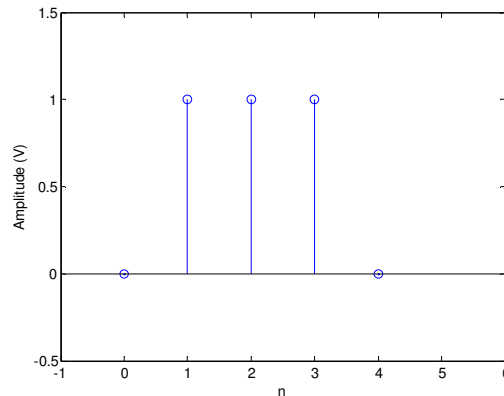
$$x(n) = \left(\frac{1}{2}\right)^n u(n) - \frac{1}{4} \left(\frac{1}{2}\right)^{n-1} u(n-1) \quad \text{e} \quad y(n) = \left(\frac{1}{3}\right)^n u(n)$$



A partir destas informações, determine:

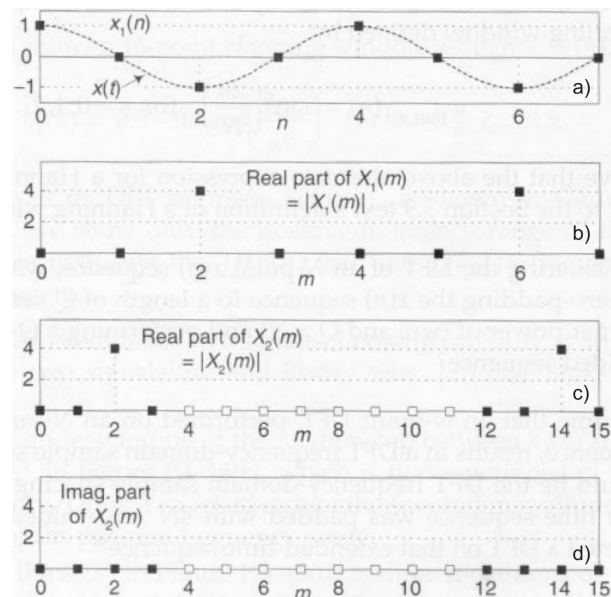
- qual é a resposta impulsiva do sistema  $h(n)$ ? Explique o que indica  $h(n)$ .
- a equação de diferenças do sistema lembrando que  $H(z)=Y(z)/X(z)$ . Explique para que serve a equação de diferenças de um sistema.
- se o sistema é estável.

**Questão 4)** Calcular a DFT do sinal abaixo. Mostre os cálculos numericamente e considere uma taxa de amostragem de 1.000 amostras por segundo. Esboce o espectro do sinal indicando o eixo das frequências em Hz e interpretando os resultados graficamente.

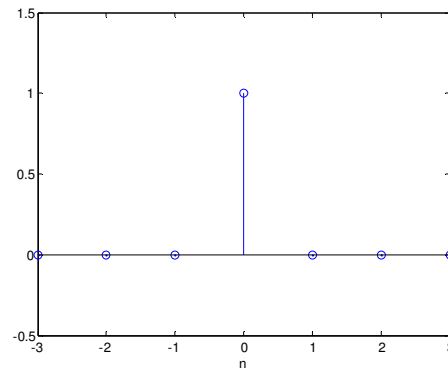


**Questão 5)** Considere a amostragem de 2 ciclos de um sinal analógico  $x_1(t)$  resultando na Figura ao lado. Note a amostragem de 8 pontos gerando  $x_1(n)$ . Na Figura 2b é possível ver a parte real da DFT de  $x_1(n)$ . Considere que  $x_1(t)$  é um cosseno que não tem nenhuma fase. Imagine agora uma DFT de um sinal  $x_2(n)$  tal que  $X_2(m)=X_1(m)$ . Porém,  $x_2(n)$  tem 8 amostras que foram obtidas por preenchimento por zero gerando assim a DFT do gráfico da Figura 2c e 2d. Note que as novas frequências são indicadas por quadrados brancos.

Baseado no exposto anterior, faça o esboço de  $x_2(n)$  ou  $x_2(t)$  tomando como referência a onda da Figura 2a e o espectro da Figura 2c e 2d. Comente como  $x_2$  está relacionada ao sinal  $x_1$ .



**Questão 6)** Calcule a DFT para a função impulso unitário (Figura 1b) e esboce seu gráfico. Esta função é muito utilizada para testar a resposta em frequência de sistemas e principalmente filtros.



a) Baseado no gráfico da DFT do impulso, explique por que esta função é utilizada para testar sistemas e filtros, principalmente.

b) Imagine que uma pessoa esteja ouvindo rádio AM e sintonizada em uma estação de 640kHz. Na mesma casa e no quarto ao lado uma outra pessoa ouve outra rádio AM sintonizada em 5.2MHz. Quando alguém liga uma das luzes de um destes quartos, ambos ouvintes percebem um pequeno ruído em seus rádios (mesmo embora estejam sintonizados em rádios diferentes). Este ruído acontece no mesmo momento que se liga o interruptor. Tente explicar este fenômeno baseado nos seus conhecimentos de processamento de sinais.

c) Uma vez calculada manualmente a transformada do impulso, calcule (usando o Matlab) a DFT das funções abaixo e comente (i) a relação entre os espectros do impulso unitário e a função degrau (ii) e o que acontece com o espectro da função degrau unitário a medida que ela se torna "mais larga".

c.1)  $u(n) - u(n-5)$

c.2)  $u(n) - u(n-20)$

**Questão 7)** Usando o Matlab calcule a DFT de dois sinais (s1 e s2) que serão dados em um arquivo no formato wave. Estes dois sinais são vozes reais de um homem e uma mulher pronunciado diferentes vogais da língua portuguesa. Baseado nisto faça para ambos os sinais:

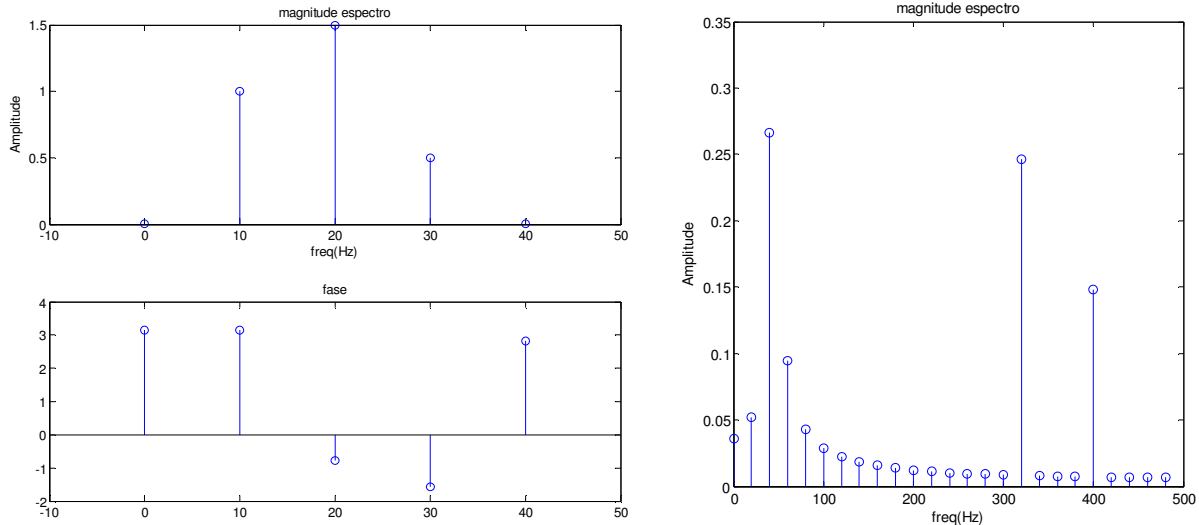
a) o espectro (em escala linear a logarítmica) de ambos sinais identificando no eixo horizontal as frequências. Use o comando "[sinal, Fs] = wavread('nome\_arquivo.wav')".

b) a frequência fundamental da voz é uma característica de pessoa e é muitas vezes utilizada para aplicações com reconhecimento de voz mais simples. Identifique para os 2 sinais a frequência fundamental da voz e avalie o espectro de cada sinal comentando sobre o conteúdo espectral destes sinais.

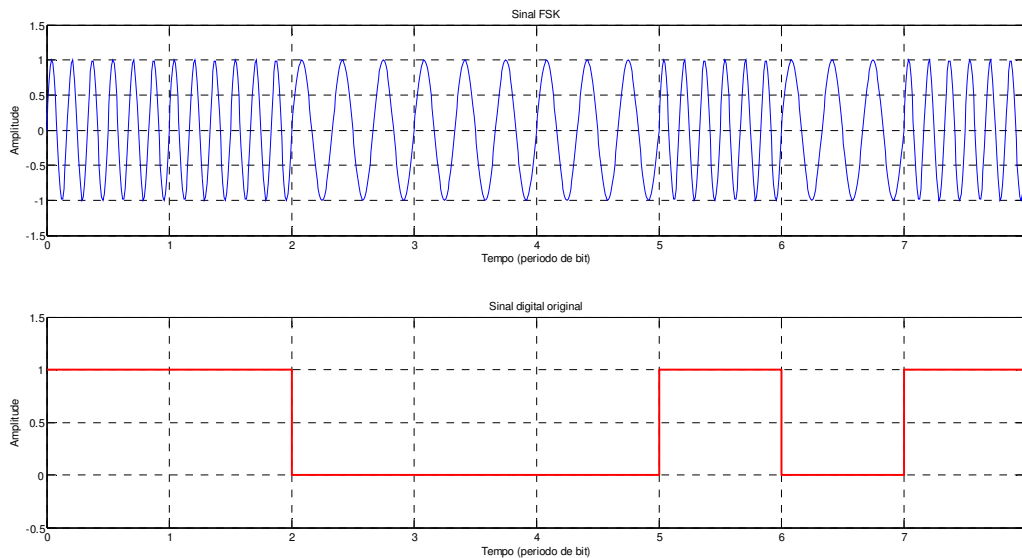
**Questão 8)** Baseado nos gráficos de DFT das figuras abaixo, indique as características do sinal de cada um destes gráficos fazendo sua interpretação.

a) Sinal da figura abaixo (esquerda – em escala linear)

b) Sinal da figura abaixo (direita – em escala linear) sabendo que  $F_s=1.000$ .



**Questão 9)** Você está recebendo um arquivo wave contendo um sinal modulado em FSK conforme ilustra a figura abaixo. A partir destas informações, faça:



- Mostre os gráficos do espectro (módulo e fase) do sinal modulado em escala linear e logarítmica. Mostre o código Matlab empregado para gerar ambos gráficos. Observe que o arquivo wave contém a informação de frequência de amostragem do sinal que tem 8 bits.
- Interprete o espectro do sinal e faça as análises que julgar mais relevantes destes gráficos destacando seus principais pontos e explicando o porquê de seu formato.
- Refaça os gráficos do item (a) usando uma janela da Hanning ou Hamming. Mostre seu código e os gráficos gerados e faça comentários sobre os resultados esperados.

**Questão 10)** Considere um sistema que, quando submetido a uma entrada impulsiva, produz a saída  $y(n) = [-0.0087 \ -0.0541 \ -0.0332 \ 0.0286 \ 0.1423 \ 0.2530 \ 0.2993 \ 0.2530 \ 0.1423 \ 0.0286 \ -0.0332 \ -0.0541 \ -0.0087]$ . Responda:

- como é a resposta espectral do sistema e o que se espera que ele faça com os sinais de entrada? Não deixe de mostrar os códigos empregados para gerar os gráficos.



b) quando se injetar a entrada  $x = [0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0]$ , qual deve ser a saída  $y[n]$  produzida? Compare o espectro do sinal de entrada e o de saída e faça comentários. Para permitir melhores comentários, melhore a resolução de seu espectro para visualizar o efeito do sistema no seu sinal de entrada.