**Pós-Graduação em Modelagem Computacional**

GA-038 Processamento Digital de Sinais – **Quinta Lista de Exercícios**

(**Prazo de entrega: dia 14 de dezembro de 2010 às 13h30min)**

**Indique a linha de raciocínio pela qual chegou às soluções e embase as suas respostas com argumentações e justificativas adequadas. Para os exercícios que envolvem simulação computacional, apresente também os scripts e resultados gráficos produzidos.**

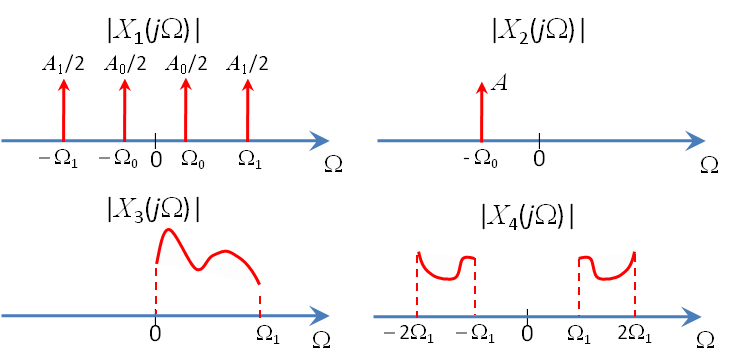
### Exercício 1

Sabe-se que a amostragem ideal de um sinal de tempo contínuo , realizada com freqüência de amostragem Hz, resulta na seqüência .

1. Determine uma expressão algébrica para todos os sinais que, quando amostrados com Hz, produzem o dado.
2. Suponha que o critério de Nyquist tenha sido respeitado na amostragem feita no item (a): determine uma expressão algébrica para .
3. Suponha que o encontrado no item (b) seja amostrado com kHz.
   1. Obtenha o correspondente;
   2. Obtenha o sinal reconstruído a partir do do item anterior, através de um conversor digital-analógico (D/A) ideal com freqüência de reconstrução Hz;
   3. Os resultados acima (dos sub-itens i e ii) implicam uma violação do **Teorema da Amostragem**?

### Exercício 2

Considere os sinais de tempo contínuo , , e , cujos espectros de magnitude são mostrados na **Figura 1**. No mais, assuma que é nulo para todo , exceto em e que é nulo para todo , exceto para . Para cada sinal, determine **a menor** freqüência de amostragem que satisfaz o critério de Nyquist.



**Figura 1. Magnitude dos espectros dos sinais considerados no exercício 2.**

### Exercício 3

Deseja-se realizar o sistema analógico (de tempo contínuo): **através de um sistema discreto no tempo**. No mais, sabe-se que é real e seu espectro é nulo para rad/s. Projete tal sistema, considerando como **ideais** todos os seus possíveis elementos constituintes, i.e., conversor analógico-digital, filtro anti*-aliasing*, filtro de reconstrução, conversor digital-analógico, etc. Desconsidere os atrasos de processamento produzidos pelos A/D, D/A e filtros.

### Exercício 4

Deseja-se processar o sinal de tempo-contínuo usando um sistema em tempo-discreto. Para tal, é amostrado idealmente a 12000 amostras por segundo para gerar a seqüência discreta . O processamento efetuado no tempo discreto é realizado por um sistema LTI regido pela seguinte equação de diferenças:

1. Esboce o espectro de magnitude do sistema que representa o processamento discreto realizado.
2. Suponha que seja submetido a um D/A ideal com freqüência de reconstrução () idêntica à da de amostragem do A/D, i.e., . Determine uma expressão para .
3. Suponha que, para reconstruir , só haja disponível um D/A ideal cuja freqüência de reconstrução () é a metade da de amostragem do A/D, i.e., . Proponha uma modificação na cadeia de processamento em tempo discreto que, apesar da restrição imposta ao D/A, permita reconstruir perfeitamente o obtido no item (b).

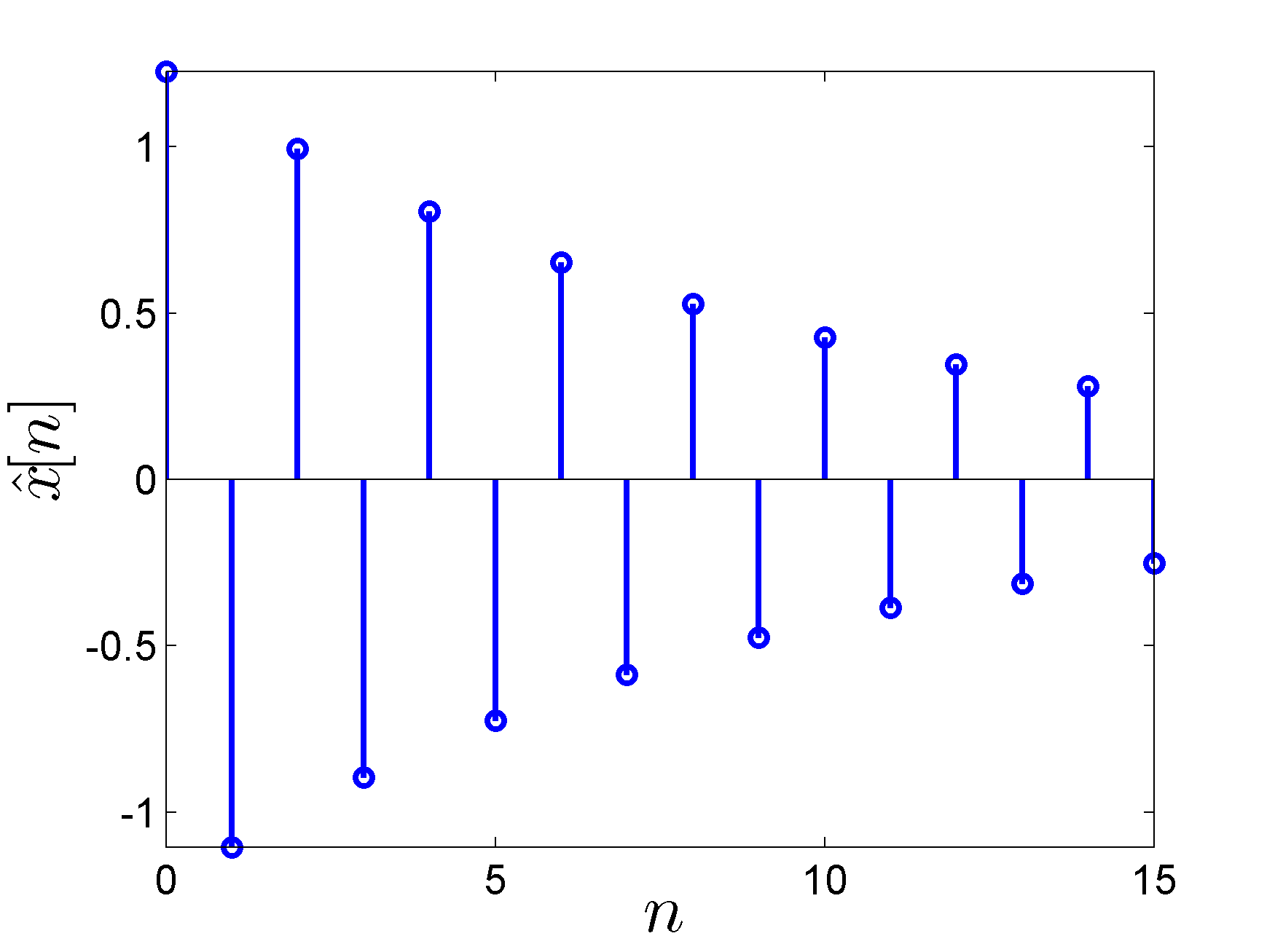
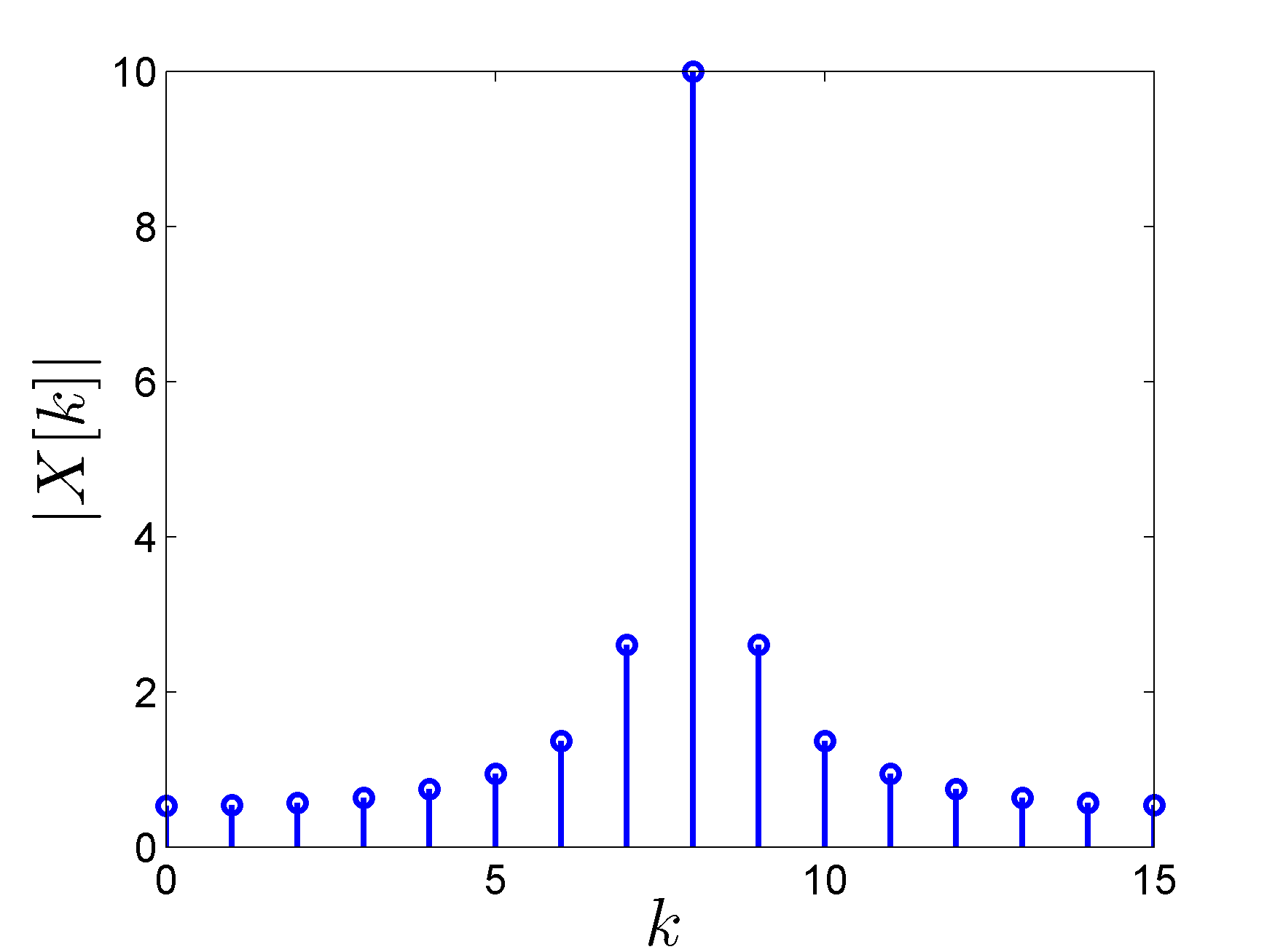
### Exercício 5

Uma seqüência temporal pode admitir representações equivalentes no domínio da freqüência (espectral), através de transformadas de Fourier. No caso da DTFT, o espectro é uma função complexa, periódica com período e contínua (). No caso da DFT, o espectro de pontos também é uma função complexa, mas discreta na freqüência, i.e., pode ser visto como a amostragem sobre um período de nas freqüências .

Para certa seqüência desconhecida, sabe-se que o espectro de Fourier correspondente tem expressão algébrica , com *j* sendo a unidade imaginária. Um pós-graduando em modelagem computacional, conhecedor dos conceitos acima, resolve obter computacionalmente através do seguinte procedimento:

1. Define ;
2. Obtém com , pela avaliação de em ;
3. Computa a DFT **inversa** de pontos (através da IFFT) de e obtém , com .

Discuta a validade do procedimento adotado pelo pós-graduando para obter a partir de sua representação espectral. Em outras palavras, diga se o procedimento adotado é válido para encontrar . Como referência, os resultados encontrados pelo pós-graduando para e são mostrados na **Figura 2**.



**Figura 2. Módulo de (DFT de 16 pontos) à esquerda e sinal obtido pela DFT inversa de à direita.**