**Pós-Graduação em Modelagem Computacional**

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

(**Prazo de entrega: dia 09 de dezembro de 2011, 17h)**

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

### Exercício 1

Considere o sinal (a tempo contínuo) , com rad/s e rad/s.

1. Esboce o espectro de .
2. Encontre a sequência que resulta da amostragem ideal (sem filtro anti-*aliasing*) de com um período de amostragem uniforme ms.
3. O Critério de Nyquist foi observado no processo de amostragem realizado no item (b)?
4. Esboce o espectro associado à obtida no item (b), no intervalo rad/amostra.
5. Obtenha uma expressão algébrica para o sinal reconstruído a partir do obtido no item (b), através de um D/A ideal com frequência de reconstrução Hz.

### Exercício 2

Sabe-se que a amostragem ideal de um sinal de tempo contínuo , realizada com freqüência de amostragem kHz, resulta na seqüência . No mais, o processo de amostragem não inclui filtro anti-*aliasing*.

1. Determine uma expressão para todos os valores positivos de que satisfaçam o enunciado acima.
2. Suponha que o Critério de Nyquist tenha sido respeitado durante o processo de amostragem feito no item (a): determine uma expressão algébrica para .
3. Suponha que o encontrado no item (b) seja amostrado com Hz.
   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;
4. Os resultados acima (dos sub-itens i e ii) implicam uma violação do **Teorema da Amostragem**?

### Exercício 3

Deseja-se realizar o sistema a tempo contínuo através de um sistema discreto no tempo. No mais, sabe-se no escopo de utilização do sistema, o sinal de entrada entrada 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 processos de filtragem.

### Exercício 4

Deseja-se utilizar um sistema em tempo-discreto processar o sinal de tempo-contínuo

Para a obter uma seqüência associada ao sinal , um projetista escolhe um A/D ideal (sem filtro anti-*aliasing*) para amostrar a 250 amostras por segundo, portanto, satisfazendo o Critério de Nyquist. O processamento efetuado no tempo discreto é realizado por um sistema LTI causal cuja função de transferência é , com RDC:

1. Obtenha a seqüência que resulta da amostragem de ;
2. Considerando que é nulo para , obtenha ;
3. Determine o sinal reconstruído a partir de através de um D/A ideal com freqüência de reconstrução , onde é a freqüência (em Hz) de amostragem do A/D ;
4. Suponha que, devido a uma limitação de *hardware*, só se disponha de um D/A ideal que opere com . Para essa situação particular:
   1. Obtenha o sinal reconstruído a partir de
   2. Visando a remediar o problema e obter um sinal reconstruído mais próximo do sinal obtido no item (c), o projetista resolve passar por um sistema compressor com fator e alimentar o resultado diretamente no D/A disponível, para obter . Determine as freqüências das componentes senoidais presentes em . Discuta e critique a solução empregada pelo projetista.

### Exercício 5

A auto-covariância amostral de uma sequência "causal" determinística de média zero e (finito) valores reais é uma função par definida por

Suponha que seja uma seqüência de média zero e suporte temporal finito no intervalo , no qual pode assumir valores possivelmente não-nulos. Nesse caso, só é necessário computar na faixa . Note ainda o somatório acima pode ser feito para . Mas graças ao suporte temporal compacto de , pode-se utilizar a faixa limitada mostrada.

1. Descreva um procedimento que permita calcular no domímio da frequência, através de DFTs (*Discrete Fourier Transforms*) e IDFTs (*Inverse Discrete Fourier Transforms*).
2. Qual o número mínimo de DFTs e IDFTs necessário para computar ?
3. Implemente (em Matlab ou em outra ferramenta de simulação) a solução proposta no item (a) para a sequência e compare o resultado obtido para , no intervalo , com a referência (matlab): r=covf(x,9);

### Exercício 6

Deseja-se computar **um período** da Série de Fourier de uma seqüência não-nula , com inteiro positivo. Proponha uma solução para o problema na qual sejam utilizados: multiplicadores e somadores e uma única DFT de pontos.