**Pós-Graduação em Modelagem Computacional**

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

(**Prazo de entrega: dia 25 de outubro de 2010)**

**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

Classifique os sistemas abaixo quanto à linearidade, à causalidade e à invariância no tempo.

### Exercício 2

Obtenha as respostas impulsivas dos sistemas considerados no exercício 1, caso ofereçam uma representação completa de tais sistemas.

### Exercício 3

Para os sistemas com respostas ao impulso abaixo, determine se são estáveis ou instáveis no sentido BIBO (*Bounded-Input Bounded-Output*).

1. , com
2. , com sendo o maior inteiro menor ou igual a .

### Exercício 4

Critique as afirmativas abaixo, i.e., diga se são verdadeiras ou falsas. Considere que os sistemas abaixo são discretos no tempo.

1. Se a resposta impulsiva de um sistema LTI é lateral-direita, então o sistema é sempre causal.
2. A ligação em paralelo (soma) de dois sistemas LTI, ambos IIR, resulta sempre em um sistema IIR.
3. A ligação em série (convolução) de dois sistemas LTI, um IIR e outro FIR é sempre um sistema IIR.
4. Se um sistema LTI causal admite uma realização recursiva, i.e., a sua saída no instante depende de saídas em instantes anteriores , então a resposta do sistema à entrada é sempre IIR.
5. A resposta impulsiva de todo sistema BIBO-estável é um sinal de energia.

### Exercício 5

Um problema comum em sistemas de transmissão de sinais é a propagação multi-caminho. Como ilustrado de modo simplificado na Figura 1, um sinal transmitido percorre dois (ou mais, em geral) caminhos distintos. Deste modo, no receptor chegam o sinal original e uma versão sua atrasada e atenuada. Naturalmente, o objetivo do receptor é recuperar o sinal original a despeito da interferência causada pela propagação multi-caminho no canal de transmissão.



**Figura 1. Ilustração esquemática de propagação multi-caminho.**

Um modelo (em tempo discreto) para um canal de propagação com dois caminhos é , onde é o sinal transmitido, é o sinal recebido, é o atraso (em amostras) produzido pelo caminho direto e é o atraso inteiro (em amostras) produzido pelo caminho secundário, sendo o real seu fator de atenuação.

1. Determine a resposta impulsiva do canal de transmissão.
2. Classifique a obtida em (a) quanto à duração (FIR ou IIR).
3. Encontre e classifique quanto à duração a resposta impulsiva de um sistema causal que seja inverso ao canal, permitindo ao receptor recuperar a menos de um atraso, i.e., . Dica: por conveniência, escolha .
4. Discuta a estabilidade (no sentido BIBO) do sistema inverso em função do valor de .

### Exercício 6 (Simulação Computacional)

Reconsidere o problema do exercício 5 com , e .

1. Escreva uma rotina (em Matlab, Octave, etc.) que implemente o modelo do canal de transmissão .
2. Verifique via simulação (e audição) o efeito do canal sobre o seguinte sinal de teste ([link para baixar o arquivo](http://www.lncc.br/~pesquef/GA038_4t10/listas/sinal_teste_ex6.wav)). Comente acerca dos resultados obtidos.
3. Escreva uma rotina (em Matlab, Octave, etc.) que implemente o modelo do sistema inverso .
4. Verifique via simulação (e audição) o efeito da compensação realizada pelo sistema inverso ao ser conectado em série com o modelo do canal. Comente acerca dos resultados obtidos.
5. Suponha que, com sistema inverso fixo, o canal sofra uma variação ao longo do tempo, de modo que seja reduzido para . Verifique via simulação (e audição) a eficácia da compensação realizada pelo sistema inverso nessa nova configuração. Comente acerca dos resultados obtidos.