Exercícios de Simulação 1 – 2015/2

Instruções

1) A simulação poderá ser feita em Matlab, Scilab ou C++;
2) A simulação deve ser entregue sob a forma de relatório em formato pdf, no qual conste:
    i) descrição do que foi feito e observado, conforme as especificações;
    ii) gráficos ou tabelas com resultados; e
    iii) códigos fonte em anexo (não em pdf) que serão testados.
3) Os relatórios podem ser entregues até o dia **03/11/2015.**
    i) Relatórios em atraso serão penalizados com 10% da nota a cada dia de atraso.
4) O trabalho pode ser feito em grupos de até **2 alunos**.
5) Cópias de trabalhos entre grupos diferentes não serão toleradas.
6) Aspectos como estilo do texto e cuidado com a língua portuguesa também serão avaliados.

1) Diversas funções podem ser construídas a partir de sua expansão em série de Fourier. Desenvolva os itens abaixo:

a) Escreva a função onda quadrada par de *duty cycle* [1]de 50%, frequência 50Hz, e que varia de 0 a 1 em amplitude, a partir de sua série de Fourier trigonométrica indicando cada harmônico que a compõe.
b) Repita o item anterior para uma onda triangular simétrica de mesmos parâmetros.
c) Calcule a relação de potência entre esses sinais e suas versões filtradas em passa-baixas supondo:

i. filtragem de frequências acima do 3o harmônico;
ii. filtragem de frequências acima do 5o harmônico.

As duas funções são afetadas da mesma forma? Explique utilizando gráficos das funções filtradas.

d) Comente sobre o efeito de Gibbs.

2) Um dos problemas enfrentados em transmissões é a interferência por harmônicos. Considere que o arquivo "male2.wav" disponibilizado é a forma de onda original do sinal de voz e o arquivo "voz_corrompida.wav" é a forma obtida no receptor. Realize os seguintes exercícios:

a) Plote a forma de onda original e seu espectro de amplitude[2].
b) Plote a forma de onda no receptor e seu espectro de amplitude. A partir do espectro, determine os harmônicos interferentes.
c) Desenvolva filtros para cancelar essa interferência e filtre o sinal[3].
d) Plote a forma de onda filtrada e seu espectro de amplitude.
e) A partir da forma de onda filtrada, calcule o erro quadrático médio entre o sinal filtrado e a forma de onda original. Comente sobre o sinal filtrado, baseado no MSE e na forma de onda obtida.

---

[1] Duty cycle é a porcentagem de tempo em que o sinal está ativo.
[2] Utilize a função audioread(), com ela é possível realizar a leitura do sinal e obter a sua frequência de amostragem, possibilitando construir o eixo relativo ao tempo de forma correta
[3] Pode-se utilizar a toolbox `fdatool` para criar filtros notches para os harmônicos. A partir disso, filtre o sinal com a função `filter()`. A função `filter` seria um equivalente a convolução, onde os parâmetros são os coeficientes do numerador e do denominador da função de transferência do filtro, além do sinal a ser filtrado.

3) Considere o sinal contínuo analógico:

$$x_c(t) = 4\cos 2000\pi t$$

Durante um período de observação de 0,02 segundo desse sinal, ele é amostrado utilizando três frequências de amostragem diferentes: 4000 amostras/s, 2000 amostras/s e 1400 amostras/s para se obter o sinal amostrado $x[n]$.

a) Para cada frequência de amostragem considerada, plote o $x[n]$ correspondente e o módulo de sua DFT. Tome cuidado para gerar a referência de frequências correta.
b) Comente os resultados obtidos no item "a". No que o gráfico da DFT difere do esperado para a Transformada de Fourier? Por que?
c) Para cada uma das situações, reconstrua $x_c(t)$ a partir de suas amostras $x[n]$ utilizando a função de interpolação mostrada na equação (7) do Material de Apoio 2, com Δt = 10µs. O sinal foi reconstruído corretamente? Comente os resultados obtidos em cada um dos casos. Atenção para a frequência da cossenoide reconstruída.

4) O sinal de mensagem $m(t)$

$$m(t) = \begin{cases} 2 & 0 \leq t < \dfrac{t_0}{3} \\ -1 & \dfrac{t_0}{3} \leq t < \dfrac{2t_0}{3} \\ t - \dfrac{2t_0}{3} & \dfrac{2t_0}{3} \leq t \leq t_0 \end{cases}$$

modula a portadora $c(t) = cos(2\pi f_c t)$ mediante o esquema de modulação DSB-SC. Considere que $t_0 = 0{,}15$s, $f_c = 50$ Hz e a frequência de amostragem $f_s = 10 f_c$

a) Plote o sinal mensagem, a portadora e o sinal modulado $u(t)$.
b) Plote o espectro de amplitude dos sinais: mensagem e modulado. O que pode ser observado?
c) Supondo que o sinal mensagem é agora periódico de período t_0 e dado por $g(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} m(t - nt_0)$, repita os itens (a) e (b).

Considere agora a modulação AM puro (DSB+C), em que mensagem e portadora são dadas por $g(t)$ e $c(t)$, respectivamente.

d) Calcule numericamente, usando as amostras da portadora destacada e do termo de dupla banda lateral, a eficiência em potência do sinal modulado para os índices de modulação $\mu = 1$, $\mu = 0{,}75$ e $\mu = 0{,}5$.