

Teoria de Comunicações (FGA - 203815)

Primeiro Exercício Computacional

Sugere-se utilizar Matlab ou Simulink, sem descartar alternativas como SciLab ou Octave

Nome: _____ Matrícula: _____

Questão	1	2	Total
Pontos	105	45	150
Nota			

OBSERVAÇÕES:

- Enviar arquivos compactados como anexo único para o e-mail aguayo@unb.br. Os arquivos são:
 - scripts e funções .mat elaborados;
 - Arquivo de áudio usado;
 - Texto com eventuais explicações e análises dos resultados.
- Use no campo ASSUNTO do e-mail: ‘‘pricom 20142 xxxxxxxx ep1’’ onde xxxxxxxx é sua matrícula.

Questão 1 105 Pontos

Gere um sinal de áudio de duração aproximada de 5 segundos, que contenha um pequeno trecho de música ou uma frase de sua escolha. Para tanto, use seu computador para gerar um arquivo de áudio no formato .wav. A taxa de amostragem deve ser de 8 KHz, usando 16 bits, na configuração monoaural.

No Matlab, é possível fazer isto com o seguinte código:

```
fs = 8000;  
dur = 5;  
recObj = audiorecorder(fs, 16, 1);  
disp('Início da gravação')  
recordblocking(recObj, dur);  
disp('Fim da gravação');  
meu_audio = getaudiodata(recObj);  
plot(meu_audio);  
sound(meu_audio, fs);
```

Uma alternativa é usar programas como o Audacity, que exportam o arquivo de áudio no formato .wav. O sinal $m(t)$ deve ser normalizado para ter média nula e valor máximo $m_{\text{pico}} = 1$.

Use uma frequência de 20 KHz para a frequência da portadora de seu sinal de áudio, considerando as diversas modulações solicitadas. Cada ciclo da portadora deve ter ao menos 20 amostras - o que define a frequência de amostragem da portadora. Para compatibilizar as frequências de amostragem da portadora e de $m(t)$, realize a interpolação de $m(t)$ por um fator adequado.

- (15) (a) Realize as modulações AM DSB-SC, DSB+C, SSB_U e SSB_L e apresente os seguintes sinais:
- $m(t)$ e seu espectro;

- $\varphi_{\text{DSB-SC}}(t)$ e seu espectro;
- $\varphi_{\text{DSB+C}}(t)$ e seu espectro;
- $\varphi_{\text{SSB,U}}(t)$ e seu espectro;
- $\varphi_{\text{SSB,L}}(t)$ e seu espectro.

Para calcular os sinais SSB, utilize adequadamente a função ‘‘hilbert’’ . Os espectros devem ser calculados via FFT e apresentados na forma bilateral, utilizando a função ‘‘fftshift’’ . Nos gráficos dos espectros, utilize nas abscissas uma escala em Hz. Observe ainda o espectro do sinal modulado no entorno da frequência da portadora e compare visualmente com o espectro em banda-base.

- (15) (b) Realize a demodulação síncrona dos sinais do item anterior, tendo como hipótese sincronismo perfeito entre o transmissor e receptor. Despreze efeitos do canal e de ruído. Para a realização dos filtros necessários, use a ferramenta ‘‘fdatool’’ ou ‘‘fdesign’’ . Apresente os sinais demodulados.
- (15) (c) Suponha agora que haja uma falha de sincronismo entre transmissor e receptor para o caso DSB-SC. Suponha um desvio de 1 KHz na frequência da portadora local no receptor. Repita o processo de demodulação e apresente o sinal demodulado. O que aconteceu?
- (15) (d) Realize agora as modulações PM e FM de um sinal audível na frequência de 800 Hz, com amplitude de 1 V. Adote $\beta_{\text{PM}} = \beta_{\text{FM}} = 10$ e calcule k_{PM} e k_{FM} . Apresente:
- $\varphi_{\text{PM}}(t)$ e seu espectro;
 - $\varphi_{\text{FM}}(t)$ e seu espectro;

Faça uma análise das amplitudes das raíais observadas (relativas a $J_0(\beta)$) e compare com os valores teóricos.

- (15) (e) Realize a demodulação dos sinais FM e PM usando um diferenciador seguido de uma demodulação AM síncrona. Apresente os sinais demodulados.
- (15) (f) [Desafio] Realize as modulações PM e FM de um sinal audível do tipo *chirp*¹ com os seguintes parâmetros:
- Duração de 5s
 - Varredura de frequência linear
 - Frequência inicial de 20 Hz e final em 800 Hz
 - Amplitude de 1 V;

Como parâmetro de seus moduladores, use $\beta_{\text{PM}} = \beta_{\text{FM}} = 8$. Com base nos valores de m_{pico} e de \dot{m}_{pico} , calcule k_{PM} e k_{FM} . Apresente:

- O sinal *chirp* e seu espectro;
 - $\varphi_{\text{PM}}(t)$ e seu espectro;
 - $\varphi_{\text{FM}}(t)$ e seu espectro;
- (15) (g) [Desafio] Utilize um PLL para demodular os sinais FM e PM, implementando um detector de fase, filtro passa-baixas e VCO². Apresente os sinais demodulados.

Questão 2 45 Pontos

Nos demoduladores do item anterior, ajuste a amplitude do sinal de saída, de modo que a potência seja 1. Salve este sinal-referência $m_{\text{REF}}(t)$ sem ruído, para posterior cálculo da $(S/N)_{\text{OUT}}$.

Implemente também funções auxiliares para cálculo da relação sinal-ruído:

- Uma função que calcula a potência de um sinal. Teste com formas de onda conhecidas;
 - Uma função que gere uma função-amostra de um ruído gaussiano branco de média nula, com potência média pré-determinada;
- (15) (a) Para simular o ruído à entrada do receptor, o primeiro passo é filtrar um sinal de ruído branco, usando um filtro passa-bandas com largura de faixa B_T e centrado em f_c . Implemente o filtro adequado para cada uma das modulações AM, PM e FM da questão anterior usando as ferramentas ‘‘fdatool’’ ou ‘‘fdesign’’ . Apresente as respostas em frequência dos filtros apresentados. Note que serão apenas 3 filtros: DSB (com ou sem portadora), SSB, FM/PM.
- (15) (b) Gere 30 diversas funções-amostra de um ruído, cada uma com uma potência distinta. Escolha um valor arbitrário para a maior potência, e defina a menor como sendo 30 dB abaixo. Use uma escala linear em dB para compor todas as potências. Passe estes sinais pelos filtros do item anterior e armazene as saídas. Apresente os espectros dos sinais obtidos, para uma mesma potência. Para cada filtro, renormalize o sinal de saída, de modo que o sinal com maior potência tenha o valor 1. Ajuste a potência dos outros sinais (com menor potência) com o mesmo fator de escala. Neste ponto, você deve ter 30 sinais de ruído para cada filtro.

¹<http://en.wikipedia.org/wiki/Chirp>

²Use a função ‘‘vco’’

- (15) (c) Para cada uma das modulações realizadas, gere curvas de $(S/N)_{OUT}$ (ordenadas) versus $(S/N)_{IN}$ (abscissas), da seguinte forma:
- Calcule a potência de sinal S_{IN} ;
 - Divida S_{IN} pelos 30 valores das potências de ruído obtidas no item anterior;
 - Some o sinal modulado com cada um dos 30 ruídos gerados;
 - Demodule o sinal ruidoso;
 - Subtraia do sinal demodulado o sinal sem ruído $m_{REF}(t)$. O resultado da diferença é o ruído demodulado;
 - Calcule a potência do ruído demodulado;
 - Calcule $(S/N)_{OUT}$.