

Informacoes do relatorio

- Nome dos Alunos: Andre Luis Maldonado Daniel e Erasmo Costa
- Curso: LT37C - Fundamentos de Comunicacao
- Relatorio de modulacao

O relatorio da modulacao deve conter:

- Modulacao e demodulacao;
- Apresentar de forma legivel as formas de onda da mensagem, da portadora, e da Modulacao, no dominio do tempo e no dominio da frequencia;
- Explicar no relatorio cada forma de onda;

Contents

- EXERCICIO 1 - MODULACAO
- Plot dos sinais no tempo
- Plot das FFT's
- EXERCICIO 2 - DEMODULACAO

EXERCICIO 1 - MODULACAO

Para que haja uma boa modulacao a frequencia da portadora deve ser maior que a banda do Sinal, ao vizualizar a figura 3 e possivel comprovar que a mensagem nao chega a $10Khz$ sendo assim, a frequencia da portadora sendo 20KHz supre o necessario. Para que nao ocorra perda de informacao A_0 deve ser escolhido para que o minimo valor do Sinal, quando somado a A_0 seja maior que 0. A funcao *min* nos garante que A_0 foi escolhido corretamente.

```
%Limpar e fechar tudo
clc; %limpa a janela de comandos
clear; %limpa as variaveis e funcoes da memoria
close all; %fecha as janelas abertas de figuras

% Arquivo de audio da mensagem
load sound.mat %carrega o arquivo 'sound.mat' para o Workspace
Vminimo = min(m); %'Vminimo' recebe o menor componente de 'm'

% Reproducao do arquivo sound
sound(m,fs) %reproduz o Sinal do vetor 'm', com frequencia de amostragem 'fs'

% Tamanho do vetor da mensagem
N = length(m); %'N' recebe o tamanho do vetor 'm' (432008)

% Periodo de amostragem de m
T = 1/fs; %'T' recebe o valor do periodo de amostragem (5.668934240362812e-06)

% Vetor de tempo
t = (0:N-1)*T; %'t' recebe o vetor de tempo

% Frequencia da portadora em Hz
fc = 20e3; %'fc' recebe o valor da frequencia da portadora em Hz (20kHz)

% Valor DC
A0 = 1; %A0 recebe o valor DC 1
```

```
% Portadora
c = cos(2*pi*fc*t); %'c' recebe a portadora

% Modulando o Sinal
s=(A0+m).*c; %'s' recebe o sinal modulado
```

Plot dos sinais no tempo

Na figura 1 são mostrados os sinais da mensagem, portadora e o Sinal modulado $s = (A_0 + m) * c$, no terceiro gráfico da figura 1 e apresentado o Sinal modulado em azul ao adicionarmos um valor DC de A_0 ao Sinal da mensagem e possível ver o envelope no Sinal modulado.

```
% Plot do Sinal de audio m(t)
figure(); %cria uma janela de figura

subplot(3,1,1); %divide a janela de figura em 3x1 e seleciona a primeira parte para o plot
atual
plot(t,m); %plota 'm' versus 't'
xlim([1.55 1.56]); %define os limites do eixo X em 1,55 e 1,56
title('Sinal m(t)'); %define o nome do grafico como 'Sinal m(t)'
grid on; %construcao das linhas de grade

% Plot da portadora c(t)
subplot(3,1,2); %divide a janela de figura em 3x1 e seleciona a segunda parte para o plot
atual
plot(t,c); %plota 'c' versus 't'
xlim([1.55 1.56]); %define os limites do eixo X em 1,55 e 1,56
title('Portadora c(t)'); %define o nome do grafico como 'Portadora c(t)'
ylabel('Amplitude do Sinal'); %define o nome do eixo Y como 'Amplitude do Sinal'
grid on; %construcao das linhas de grade

% Plot do Sinal modulado s(t) e do Sinal de audio m(t)
subplot(3,1,3); %divide a janela de figura em 3x1 e seleciona a terceira parte para o plot
atual
plot(t,s,'b',t,m,'k',t,A0+m,'r'); %plota 's' versus 't' em azul, 'm' versus 't' em preto e
'A0+m' versus 't' em vermelho
xlim([1.55 1.56]); %define os limites do eixo X em 1,55 e 1,56
title('Sinal Modulado s(t), Sinal da Mensagem m(t) e Sinal da Mensagem m(t)+ valor DC'); %
define o nome do grafico como 'Sinal Modulado s(t), Sinal da Mensagem m(t) e Sinal da Mens
agem m(t)+ valor DC'
legend('Sinal s(t)', 'Sinal m(t)', 'Sinal m(t)+A_0'); %cria a legenda ('Sinal s(t)', 'Sina
l m(t)', 'Sinal m(t)+A_0') para este plot
xlabel('Tempo(s)'); %define o nome do eixo X como 'Tempo(s)'
grid on; %construcao das linhas de grade

% FFT dos sinais
M = abs(fftshift(fft(m)))/N; %'M' recebe o absoluto da FFT do Sinal de audio m(t)
C = abs(fftshift(fft(c)))/N; %'C' recebe o absoluto da FFT da portadora c(t)
S = abs(fftshift(fft(s)))/N; %'S' recebe o absoluto da FFT do Sinal modulado s(t)

% Vetor de frequencias
f = linspace(-fs/2,fs/2,N); %'f' recebe um vetor de 'N' pontos gerados entre '-fs/2' e 'fs
/2'
```

Plot das FFT's

Na figura 2 é apresentado os espectros e frequência da portadora, do Sinal modulado e do Sinal da mensagem,

atraves de uma multiplicacao com um cosseno a origem da mensagem M foi defasado para coincidir com 20 KHz a fim de ter uma melhor vizualicao sendo possivel ver na imagem que a modulacao foi feita corretamente, pois temos no Sinal s as tres frequencias,

```
%as duas frequencias laterais $f_c+f_m$ e $f_c-f_m$ e a frequencia da portadora $f_c$

j = m.*cos(2*pi*fc*t); %'j' recebe o sinal da mensagem 'm', defasada em 20 kHz
J = abs(fftshift(fft(j)))/N; %'J' recebe o absoluto da FFT do sinal j(t)

% Plot dos sinais S(f) C(f) e M(f) [defasado para ficar centrado em 20KHz]
figure(); %cria uma janela de figura

plot(f/1000, C, 'b', f/1000, J, 'k', f/1000, S, 'r'); %plota 'C' versus 'f/1000' em azul,
'C' versus 'f/1000' em preto e 'S' versus 'f/1000' em vermelho
xlim([-20.2 -19.8]); %define os limites do eixo X em -20,2 e -19,8
ylim([0 0.006]); %define os limites do eixo Y em 0 e 0,006
title('Espectro de Frequencia dos Sinais M(f) Defasado'); %define o nome do grafico como '
Espectro de Frequencia dos sinais M(f) defasado'
legend('Sinal C(f)', 'Sinal M(f)', 'Sinal S(f)'); %cria a legenda ('Sinal C(f)', 'Sinal M(
f)', 'Sinal S(f)') para este plot
xlabel('Frequencia [KHz]'); %define o nome do eixo X como 'Frequencia [KHz]'

% Plot da FFT do Sinal |M(f)|
figure(); %cria uma janela de figura

subplot(3,1,1); %divide a janela de figura em 3x1 e seleciona a primeira parte para o plot
atual
plot(f/1000,M, 'k'); %plota 'M' versus 'f/1000' em preto
xlim([-30 30]); %define os limites do eixo X em -30 e 30
title('Modulo do Espectro de Frequencia da Mensagem M(f)'); %define o nome do grafico como
'Modulo do Espectro de Frequencia da Mensagem M(f)'
grid on; %construcao das linhas de grade

% Plot da FFT da portadora |C(f)|
subplot(3,1,2); %divide a janela de figura em 3x1 e seleciona a segunda parte para o plot
atual
plot(f/1000,C, 'b'); %plota 'C' versus 'f/1000'
xlim([-30 30]); %define os limites do eixo X em -30 e 30
title('Modulo do Espectro de Frequencia da Portadora C(f)'); %define o nome do grafico com
o 'Modulo do Espectro de Frequencia da Portadora C(f)'
grid on; %construcao das linhas de grade

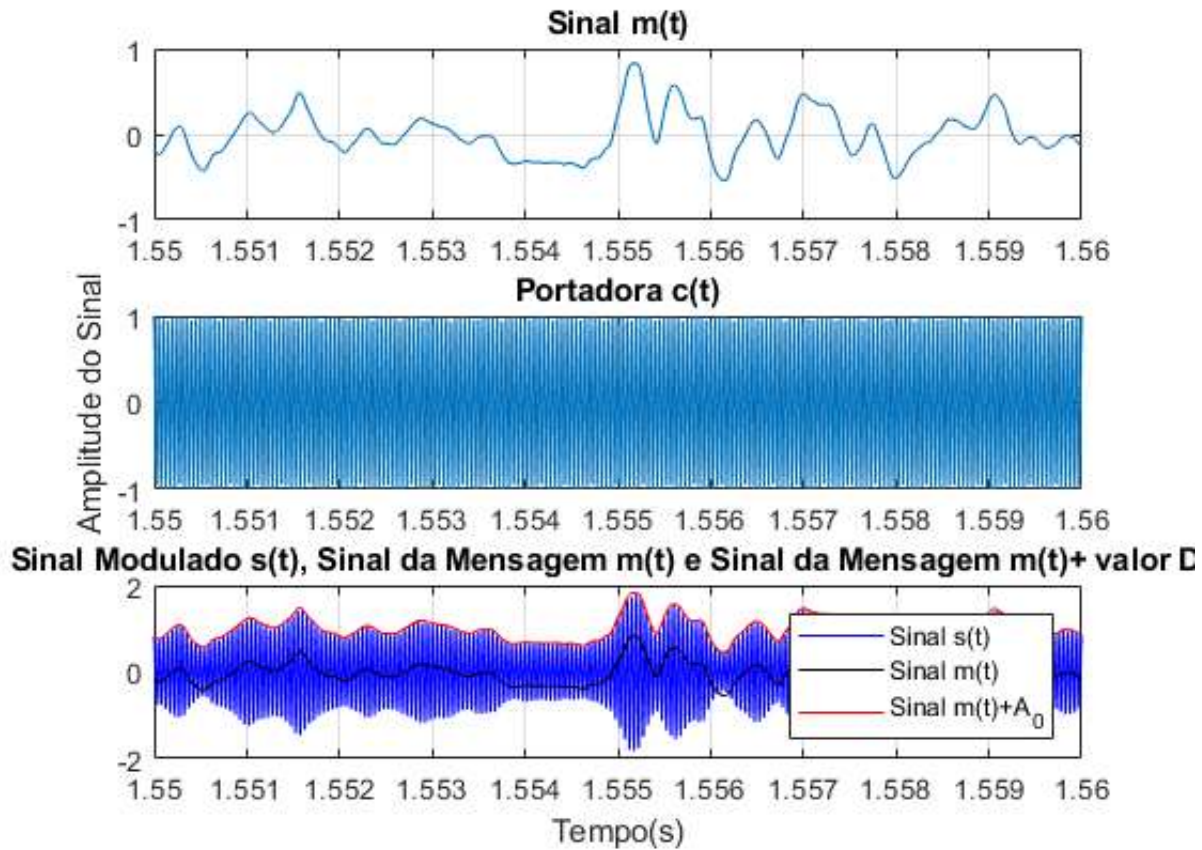
% Plot da FFT do Sinal modulado |S(f)|
subplot(3,1,3); %divide a janela de figura em 3x1 e seleciona a terceira parte para o plot
atual
plot(f/1000,S, 'b'); %plota 'C' versus 'f/1000' em azul
xlim([-30 30]); %define os limites do eixo X em -30 e 30
ylim([0 0.006]); %define os limites do eixo Y em -0 e 0,006
title('Modulo do Espectro de Frequequencia do Sinal Modulado S(f)'); %define o nome do gra
fico como 'Modulo do Espectro de Frequequencia do Sinal Modulado S(f)'
grid on; %construcao das linhas de grade

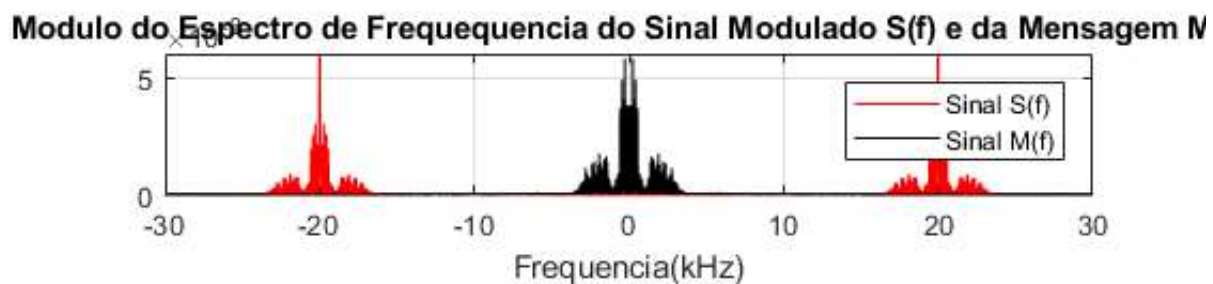
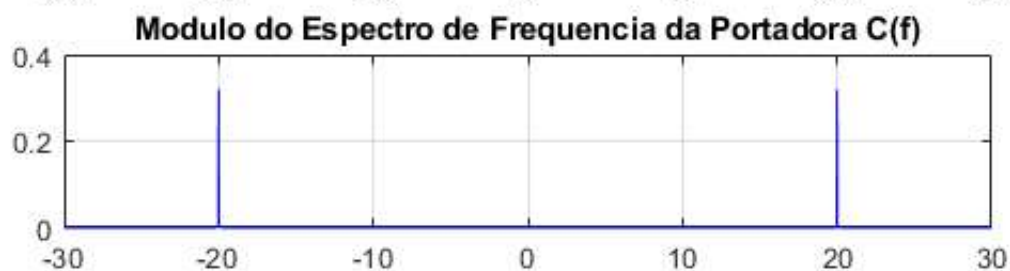
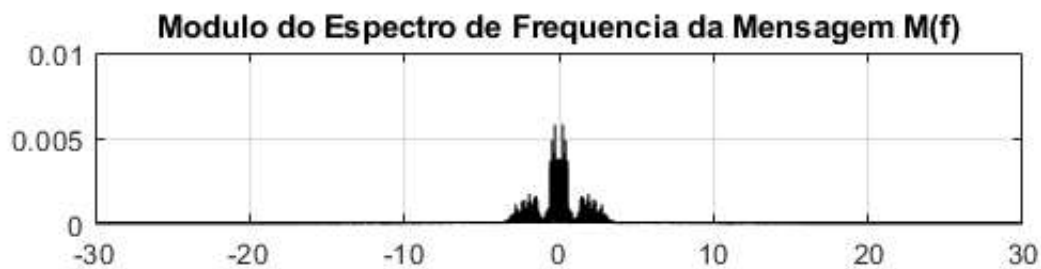
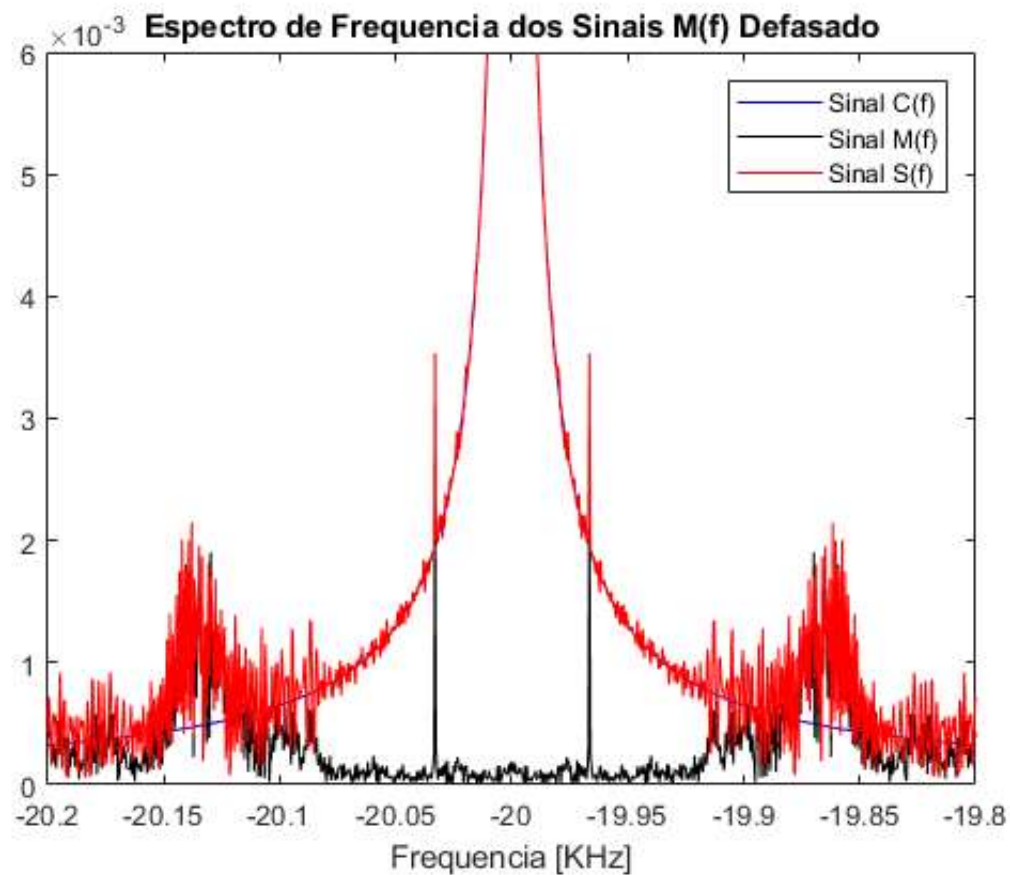
% Plot da FFT do Sinal modulado |S(f)| e do Sinal de audio |M(f)|
subplot(4,1,4); %divide a janela de figura em 3x1 e seleciona a teceira parte para o plot
atual
plot(f/1000,S,'r', f/1000,M,'k'); %plota 'S' versus 'f/1000' em vermelho e 'M' versus 'f/1
000' em preto
xlim([-30 30]); %define os limites do eixo X em -30 e 30
ylim([0 0.006]); %define os limites do eixo Y em -0 e 0,006
title('Modulo do Espectro de Frequequencia do Sinal Modulado S(f) e da Mensagem M(f)'); %d
```

```

efine o nome do grafico como 'Modulo do Espectro de Frequequencia do Sinal Modulado  $S(f)$  e
da Mensagem  $M(f)$ '
legend('Sinal  $S(f)$ ', 'Sinal  $M(f)$ '); %cria a legenda ('Sinal  $S(f)$ ', 'Sinal  $M(f)$ ') para est
e plot
xlabel('Frequencia(kHz)'); %define o nome do eixo X como 'Frequencia(kHz)'
grid on; %construcao das linhas de grade

```





EXERCICIO 2 - DEMODULACAO

```
% Demodulacao do Sinal
v = s.*c; %'v' recebe o Sinal demodulador
```

```

% Gerando filtro passa-baixa
fcorte = 6e3/(fs/2); %fcorte recebe (0.068027210884354 Hz)
h = firl(2e3,fcorte); %'h' recebe um filtro digital FIR passa-baixas de ordem 2000 e frequencia de corte fcorte (0.068027210884354 Hz)
[H,fh] = freqz(h,1,N/2+1,fs/1e3); %[H,fh] recebe a resposta do filtro
H = abs(H); %'H' recebe o modulo de 'H'
vo = filter(h,1,v); %vo recebe 'v' filtrado, com filtro descrito por 'h' e '1'

% FFT de v(t) e vo(t)
V = abs(fftshift(fft(v)))/N; %V recebe a FFT do Sinal demodulador v(t)
Vo = abs(fftshift(fft(vo)))/N; %Vo recebe a FFT do Sinal filtrado vo(t)

figure(); %cria uma janela de figura

subplot(2,1,1); %divide a janela de figura em 2x1 e seleciona a primeira parte para o plot atual
plot(t,vo, 'r'); %plota 'vo' versus 't' em vermelho
title('Sinal vo(t)'); %define o nome do grafico como 'Sinal vo(t)'
grid on; %construcao das linhas de grade

subplot(2,1,2); %divide a janela de figura em 2x1 e seleciona a segunda parte para o plot atual
plot(t,m, 'b'); %plota 'm' versus 't' em azul
title('Sinal m(t)'); %define o nome do grafico como 'Sinal m(t)'
xlabel('Tempo(s)'); %define o nome do eixo X como 'Tempo(s)'
grid on; %construcao das linhas de grade

% Plot dos sinais V(f) e Vo(f)
figure(); %cria uma janela de figura

subplot(4,1,1); %divide a janela de figura em 4x1 e seleciona a primeira parte para o plot atual
plot((f/1000),S); %plota 'S' versus 'f/1000'
title('Modulo do Espectro de Frequencia do Sinal Modulado S(f)'); %define o nome do grafico como 'Modulo do Espectro de Frequencia do Sinal Modulado S(f)'
ylim([0 3e-3]); %define os limites do eixo y em 0 e 0,003
xlim([0 50]); %define os limites do eixo X em 0 e 50
grid on; %construcao das linhas de grade

subplot(4,1,2); %divide a janela de figura em 4x1 e seleciona a segunda parte para o plot atual
plot(f/1000,V); %plota 'V' versus 'f/1000'
title('Modulo do Espectro de Frequencia do Sinal V(f)'); %define o nome do grafico como 'Modulo do Espectro de Frequencia do Sinal V(f)'
ylim([0 3e-3]); %define os limites do eixo y em 0 e 0,003
xlim([0 50]); %define os limites do eixo X em 0 e 50
grid on; %construcao das linhas de grade

subplot(4,1,3); %divide a janela de figura em 4x1 e seleciona a terceira parte para o plot atual
plot(fh,H); %plota 'H' versus 'fh'
title('Modulo do Espectro de Frequencia do Filtro H(f)'); %define o nome do grafico como 'Modulo do Espectro de Frequencia do Filtro H(f)'
grid on; %construcao das linhas de grade

subplot(4,1,4); %divide a janela de figura em 4x1 e seleciona a quarta parte para o plot atual
plot(f/1000,Vo); %plota 'Vo' versus 'f/1000'
title('Modulo do Espectro de Frequencia do Sinal Recuperado |Vo(f)|'); %define o nome do grafico como 'Modulo do Espectro de Frequencia do Sinal Recuperado |Vo(f)|'
xlabel('Frequencia(kHz)'); %define o nome do eixo X como 'Frequencia(kHz)'

```



```
ylim([0 3e-3]); %define os limites do eixo y em 0 e 0,003
xlim([0 50]); %define os limites do eixo X em 0 e 50
grid on; %construcao das linhas de grade

sound(m,fs); %reproduz o Sinal do vetor 'm', com frequencia de amostragem 'fs'
sound(vo,fs); %reproduz o Sinal do vetor 'vo', com frequencia de amostragem 'fs'
```

