

Relatório de Sistemas de Comunicação 1

Análises de modulação AM utilizando matlab

Relatório - Modulação AM

Allex Magno Andrade

Telecomunicações, Instituto Federal de Santa Catarina
<allex.m@aluno.ifsc.edu.br>

1 Introdução

Este documento busca relatar as análises de sinais e observar as técnicas de modulação por amplitude e multiplexação, realizados no laboratório utilizando o software matlab.

2 Conceitos Teóricos

A modulação é o processo em que um sinal de informação na banda base varia em função da portadora, afim de transmiti-la em uma frequência mais elevada. As motivações para modular um sinal se dá, principalmente, em diminuir o tamanho da antena. Vale ressaltar que uma antena possui dimensões diretamente relacionada ao tamanho do comprimento da onda.

Para modular um sinal em amplitude matematicamente, basta aplicar a propriedade da convolução para efetuar o deslocamento das frequências. Ou, no domínio do tempo, realiza-se a multiplicação do sinal de informação pela portadora.

Há quatro tipos de modulação por amplitude, são elas: AM DSB, AM DSB-SC, AM SSB e AM VSB.

1. *Amplitude Modulation Double Side Band* (AM DSB) consiste em transmitir a portadora além das bandas laterais que contém a informação. Esse tipo de modulação permite baratear o preço dos equipamentos na recepção, tornando-o mais atrativa no mercado.
2. A *Amplitude Modulation Double Side Band - Supressed Carrie* (AM DSB-SC) ao contrário da anterior não carrega a portadora, eliminando a componente DC no momento da transmissão, porém são necessários circuitos mais complexos na demodulação do sinal.
3. A *Amplitude Modulation Single Side Band* (AM SSB) vem como evolução da *Supressed Carrie*. Foi analisado que era possível enviar apenas uma banda sem perder a informação. Esse é o modelo mais eficiente e complexo de se modular e demodular.
4. Já a *Amplitude Modulation Vestigial Side Band* (AM VSB) não remove totalmente a faixa lateral, em vez disso, um vestígio dela é transmitida. Por isso o nome vestigial. Isto é, uma das bandas é transmitidas por completo e grande parte da outra é suprimida. Essa é a mais eficiente e barata dentre as demais técnicas de modulação por amplitude

3 Desenvolvimento

3.1 Exercício 1

No primeiro exercício foi pedido para realizar um processo de modulação AM DSB e AM DSB-SC.

- Para o caso da modulação AM DSB-SC, realizar o processo de demodulação utilizando a função 'fir1'.
- Para o caso da modulação AM DSB, variar o 'fator de modulação' (0.25; 0.5; 0.75 e 1 e 1.5) e observar os efeitos no sinal modulado.

Foi então criados o sinal $m(t)$ [figura 1] correspondente ao sinal de informação com amplitude $A_m = 1$ e frequência $f_m = 1\text{kHz}$, e o sinal $c(t)$ [figura 2] correspondente ao sinal da portadora com amplitude $A_c = 1$ e frequência $f_c = 10\text{kHz}$, ambos no domínio do tempo. Para a amostragem, foi considerada uma frequência de 20 vezes a frequência da portadora, ou seja, 200kHz . Por fim, foi criado um vetor 't' normalizado, correspondente ao tempo de zero a um segundo com passos de 500 ms.

Para modular o sinal com a portadora suprimida foi realizada uma multiplicação ponto a ponto do sinal $m(t)$ com o sinal $c(t)$ que resultou no sinal $s(t)$ [figura 3].

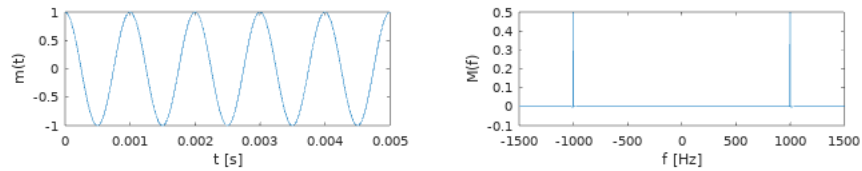


Figura 1 - Sinal de informação m(t)

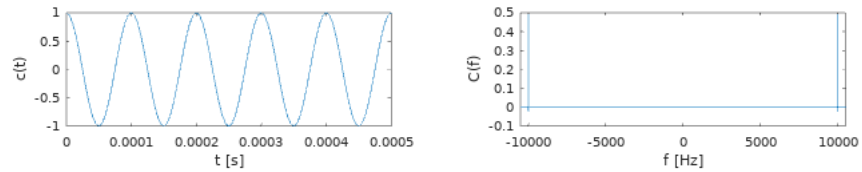


Figura 2 - Sinal da portadora c(t)

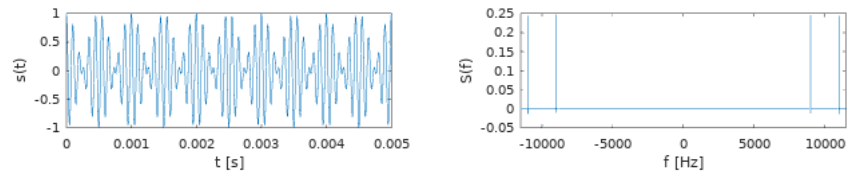


Figura 3 - Sinal modulado s(t)

No processo de demodulação foi utilizado a função 'fir1' do pacote de sinais do matlab/octave. Essa função tem como parâmetros a ordem do filtro e, para este experimento, a frequência de corte, resultando em um filtro passa baixa.

Foi realizada uma nova multiplicação ponto a ponto do sinal s(t) com a portadora c(t) para que as componentes de frequência fossem deslocadas. Esse deslocamento resultou em um sinal sy(t) com componentes de frequência em 1kHz e -1kHz, 19kHz e -19kHz, e 21kHz e -21kHz [figura 4]. Utilizando a função 'fir1' na frequência de corte em 2kHz e ordem n = 50, foi possível recuperar o sinal completamente fazendo a filtragem do sinal com a função *filter* como se pode observar na figura 5

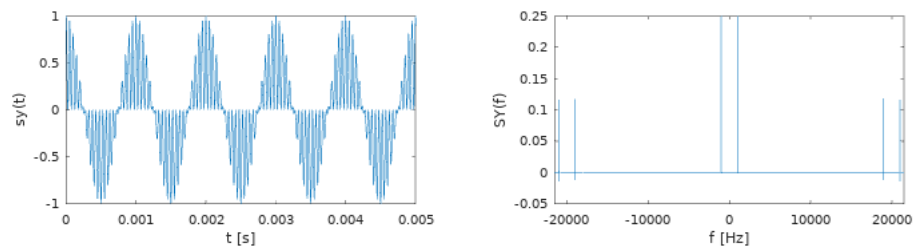


Figura 4 - Sinal demodulado sy(t) e suas componentes na frequência SY(f)

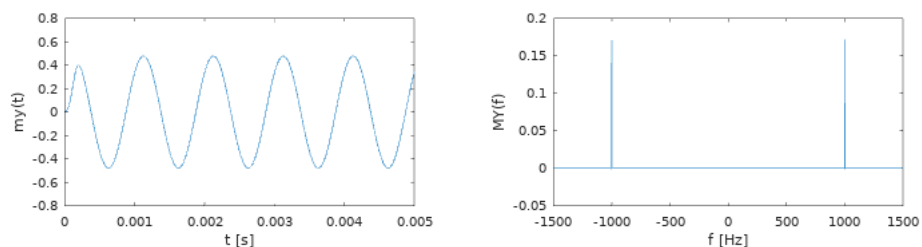


Figura 5 - Sinal recuperado my(t) e suas componentes na frequência MY(f)

Para modular o sinal de forma a carregar a portadora, foi utilizado a seguinte formula, $s(t) = [A_0 + m(t)].c(t)$, onde A_0 é a componente DC que pode ser expressa em função do fator de modulação μ .

$$\mu = \frac{A_m}{A_0} \therefore A_0 = \frac{A_m}{\mu}$$

O fator de modulação μ é um valor que varia de 0 a 1 e indica o quanto a envoltória do sinal modulado está próximo a zero. Sendo assim, quanto mais próximo de 1 μ for, mais próximo de zero estará a envoltória do sinal modulado. Se o fator de modulação for um número superior a 1, então não será possível recuperar o sinal.

A seguir será apresentado os gráficos correspondente ao mesmo sinal $m(t)$ modulado em amplitude com a portadora $c(t)$, mas com o fator de modulação μ variando em 0.25, 0.5, 0.75, 1 e 1.5 respectivamente.

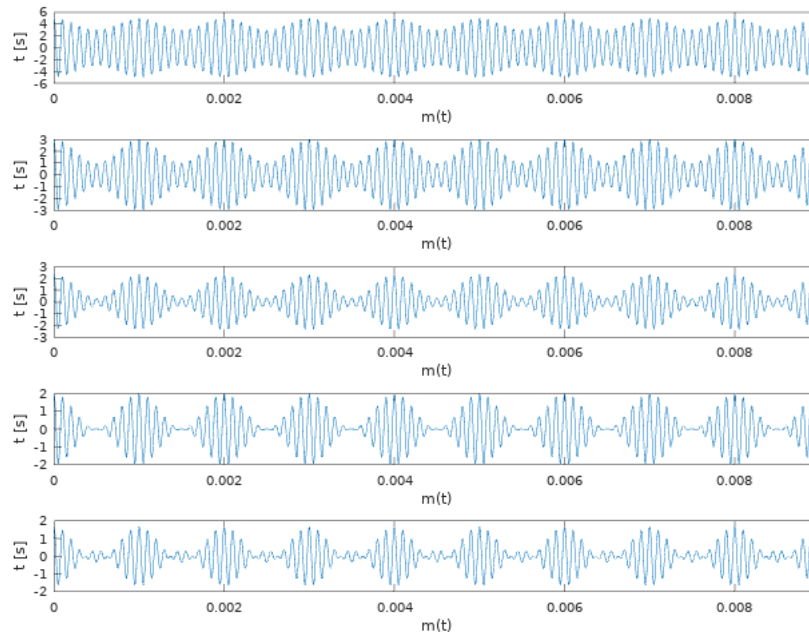


Figura 6 - Sinal $s(t)$ modulado com diferentes fatores de modulação

Como é possível observar, o último gráfico apresenta uma modulação onde não é possível recuperar o sinal. Já dentre os demais, o quarto gráfico mostra a modulação que melhor se recupera o sinal.

3.2 Exercício 2

A multiplexação é a técnica em que dois ou mais sinais são transmitidos em um canal comum. Para transmitir os sinais em um canal comum são necessários basicamente três procedimentos. Primeiro, deslocar os sinais para as frequências de interesse; Segundo, filtrar as demais componentes de frequência e; Terceiro, somar o sinal resultante para a transmissão.

Neste exercício foi gerado 3 sinais cossenos $m_1(t)$, $m_2(t)$ e $m_3(t)$ nas frequências 1kHz, 2kHz e 3kHz com amplitudes $a_1 = 4$, $a_2 = 7$ e $a_3 = 3$ respectivamente [figura 7] para realizar a multiplexação dos sinais nas frequências 10kHz, 12kHz e 14kHz [figura 8], transmitir em um canal de comunicação [figura 9] e, por fim, recuperar os sinais originais [figura 10]. Foi necessário gerar uma frequência de amostragem f_a de 50kHz e um vetor 't' normalizado para o tempo de 0 a 1 segundo com passos de 20ms.

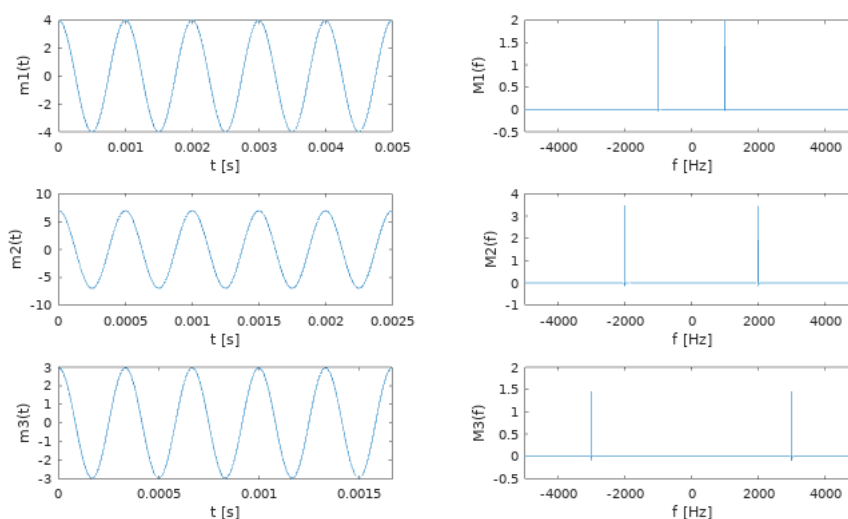


Figura 7 - Sinais $m_1(t)$, $m_2(t)$ e $m_3(t)$ em banda base

Nesse experimento foi utilizada a técnica de modulação AM DSB-SC e a função 'fir1' do matlab. A modulação nos três sinais gerou, cada um, uma componente de frequência em 8kHz. Por esse motivo,

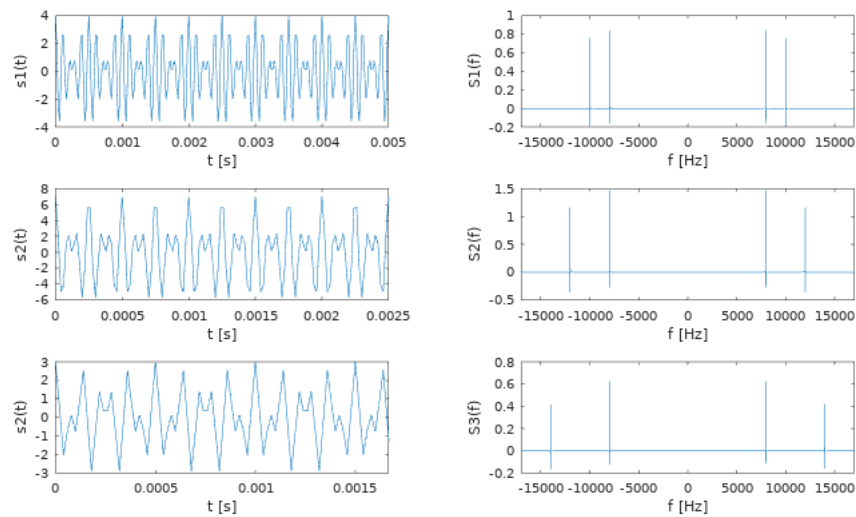


Figura 8 - Sinais $m_1(t)$, $m_2(t)$ e $m_3(t)$ modulados nas frequências de 10kHz, 12kHz e 14kHz

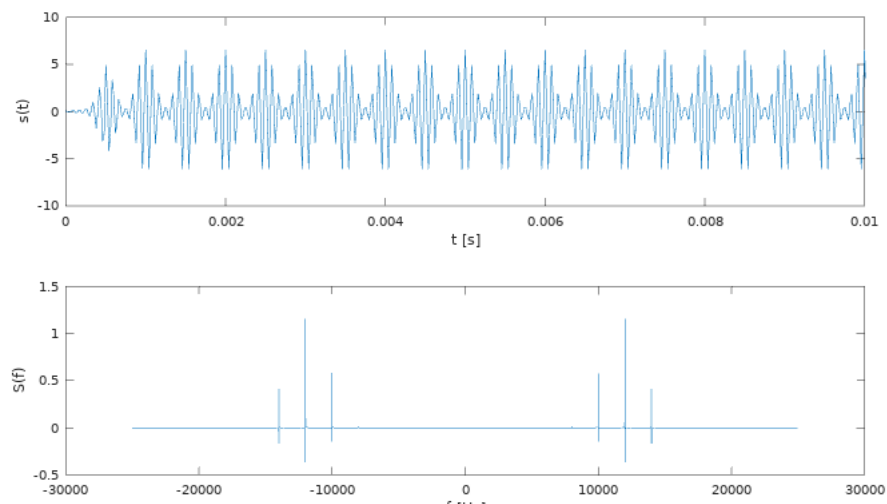


Figura 9 - Sinais $m_1(t)$, $m_2(t)$ e $m_3(t)$ multiplexados

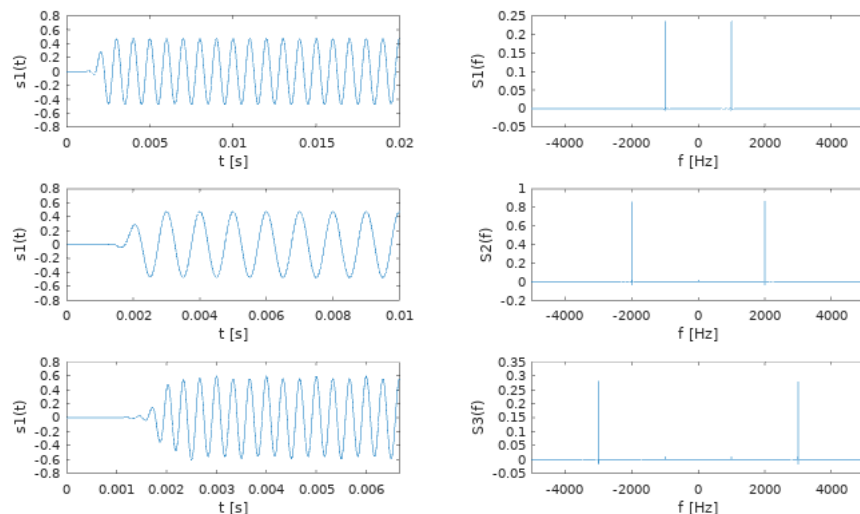


Figura 10 - Sinais $m_1(t)$, $m_2(t)$ e $m_3(t)$ recuperados

inicialmente, foram construídos um filtro passa alta para o sinal modulado $s_1(t)$ com frequência de corte em 9.5kHz, um filtro passa faixa para o sinal modulado $s_2(t)$ com banda passante entre 11.5kHz e 12.5kHz, e um outro filtro passa faixa para o sinal modulado $s_3(t)$ com banda passante entre 13.3kHz e 15.3kHz. Após a passagem dos sinais pelos filtros, foi realizada a soma multiplexando os sinais que resultou no sinal $s(t)$.

Para recuperar os sinais, foi realizado o processo de demodulação multiplicando o sinal $s(t)$ por suas portadoras e, por fim, esses novos sinais gerados $y_1d(t)$, $y_2d(t)$ e $y_3d(t)$ foram passados por filtros

passa baixa com frequências de corte em 2kHz, 3kHz e 4kHz respectivamente. O resultado gerou os sinais $s1(t)$, $s2(t)$ e $s3(t)$.

4 Conclusão

O laboratório permitiu, através do matlab, as observações de como se comporta os sinais quando aplicada as técnicas de modulação por amplitude. Permitiu também uma análise crítica da frequência de amostragem e da ordem do filtro para se obter um bom resultado. Outro grande fator, foi o amadurecimento no uso da ferramenta matlab/octave.