



**INSTITUTO
FEDERAL**

Santa Catarina

Câmpus
São José

Modelo COM1

Sistemas de Comunicações I

Gabriel Luiz Espindola Pedro

25 de Março de 2024

Sumário

1. Introdução	3
2. Fundamentação teórica	3
3. Análise dos resultados	4
3.1. Modulação <i>AM DSB TC</i>	4
3.2. Modulação <i>AM DSB SC</i>	5
3.3. Multiplexação <i>FDM SSB</i>	6
4. Conclusões	8

1. Introdução

Este relatório tem como objetivo realizar os exercícios relativos ao tipo de modulação *AM DSC TC/SC* propostos pelo professor para a disciplina de Sistemas de Comunicações I. Serão realizados os experimentos propostos com auxílio de ferramentas de programação.

Foi utilizada a linguagem de programação Python juntamente com Jupyter Notebook para a descrição e simulação dos sinais. Os pacotes utilizados em Python foram Numpy, para manipulação de vetores e materiais matemáticos, Matplotlib, para a geração de gráficos e SciPy para a análise de sinais.

2. Fundamentação teórica

Modulação é o processo de transformar sinais de modo que seja possível transmitir eficientemente em um dado meio. Num processo de modulação, o sinal de informação é deslocado de sua frequência base para uma frequência elevada, chamada de frequência portadora. A modulação é feita para que o sinal de informação possa ser transmitido por um meio de comunicação, como o ar, o espaço ou um cabo. Ao chegar ao destino, o sinal é demodulado, ou seja, é recuperado a partir do sinal modulado.

A modulação *AM* (*Amplitude Modulation*) faz com que o sinal de informação seja transmitido através da variação da amplitude da onda portadora. É chamada de *AM DSB* (*Double Side Band*) quando são transmitidas as duas bandas laterais, superior e inferior, e a portadora, onde *TC* (*Transmitted Carrier*) é omitido mas indica a transmissão da portadora em conjunto com o sinal.

Matematicamente podemos descrever como:

$$s(t) = [\mu + m(t)]c(t) \quad (1)$$

Onde $s(t)$ é o sinal modulado, μ é o fator de modulação, $m(t)$ é o sinal de informação e $c(t)$ é a portadora.

O fator de modulação implica na inversão de fase no sinal modulado, onde quando possuímos um $\mu > 1$ não temos a inversão de fase e podemos retirar a informação com um detector de envoltória, pois o sinal está contido na envoltória da onda modulada.

Temos também como variação da modulação *AM* a *AM DSB SC* (*Supressed Carrier*) onde a portadora é suprimida, ou seja, não é transmitida. Neste caso, a modulação é dada por:

$$s(t) = m(t)c(t) \quad (2)$$

Esta modulação é mais simples pela ausência da portadora, porém é mais difícil de ser demodulada, pois a informação está contida na envoltória da onda modulada.

Utilizando modulações podemos utilizar um unico meio para transmissão de diversos sinais, pois cada sinal modulado possui uma frequência diferente, evitando assim a interferência entre os sinais. Não existindo *aliasing* entre os sinais modulados.

O processo de multiplexação *FDM* (*Frequency Division Multiplexing*) é utilizado para transmitir diversos sinais em um único meio de transmissão. Cada sinal é modulado em uma

frequência diferente, evitando assim a interferência entre os sinais. A multiplexação *FDM* é utilizada em sistemas de comunicação de rádio e televisão.

Utilizamos da estratégia de *SSB* (*Single Sided Band*) para a multiplexação *FDM*, onde apenas uma banda lateral é transmitida, evitando a redundância de informações.

3. Análise dos resultados

3.1. Modulação *AM DSB TC*

Realizando o processo de modulação *AM DSB TC* com um cosseno e um fator de modulação $\mu = 1.5$ temos o seguinte resultado:

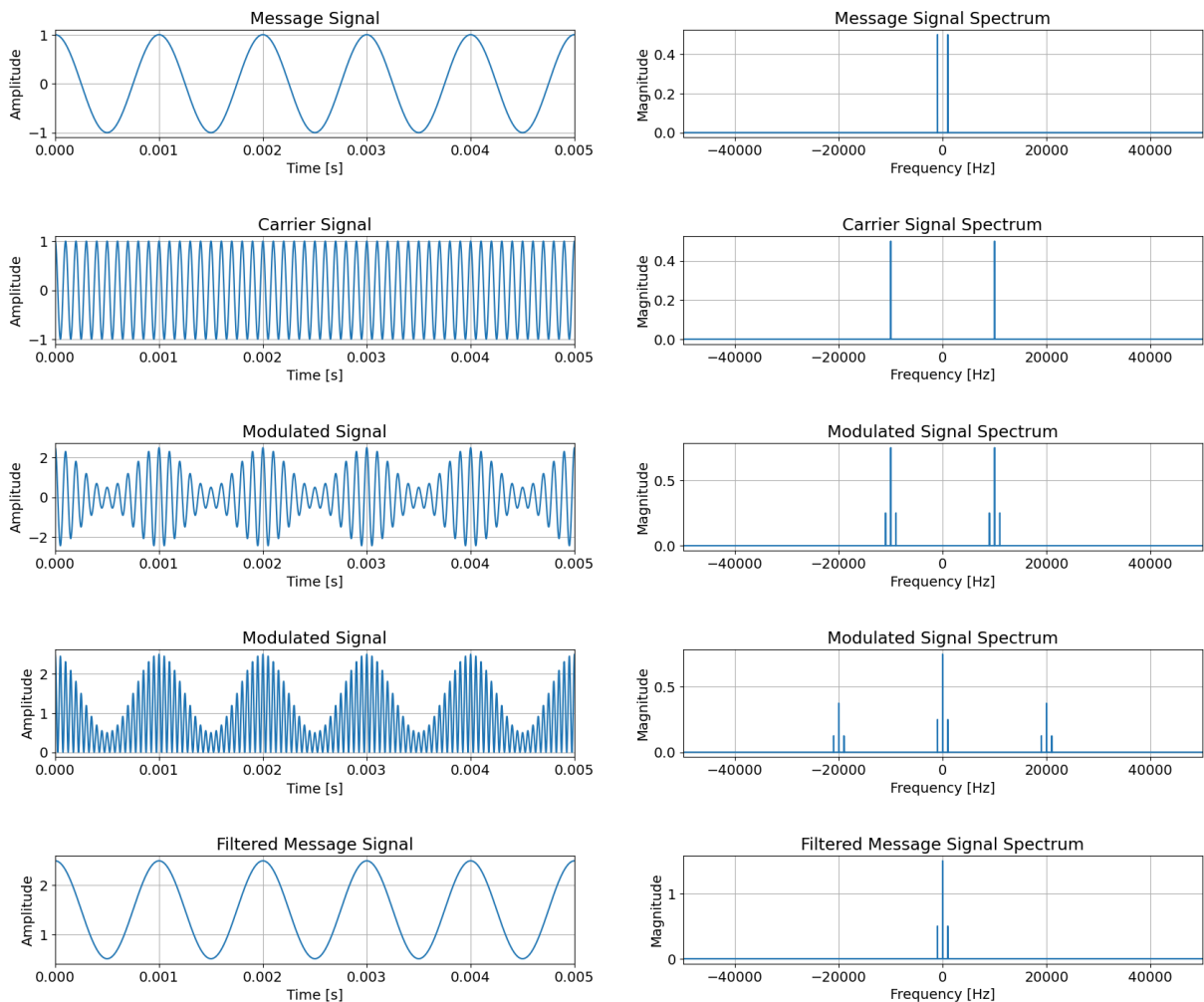


Figura 1: Processo de modulação *AM DSB TC*

Notamos que a mensagem é facilmente recuperada através de um detector de envoltória, pois a informação está contida na envoltória da onda modulada.

Alterando este parâmetro μ verificamos uma degradação do sinal modulado, tornando difícil a recuperação do sinal conforme diminui-se μ , analisamos abaixo os resultados para diferentes fatores de modulação:

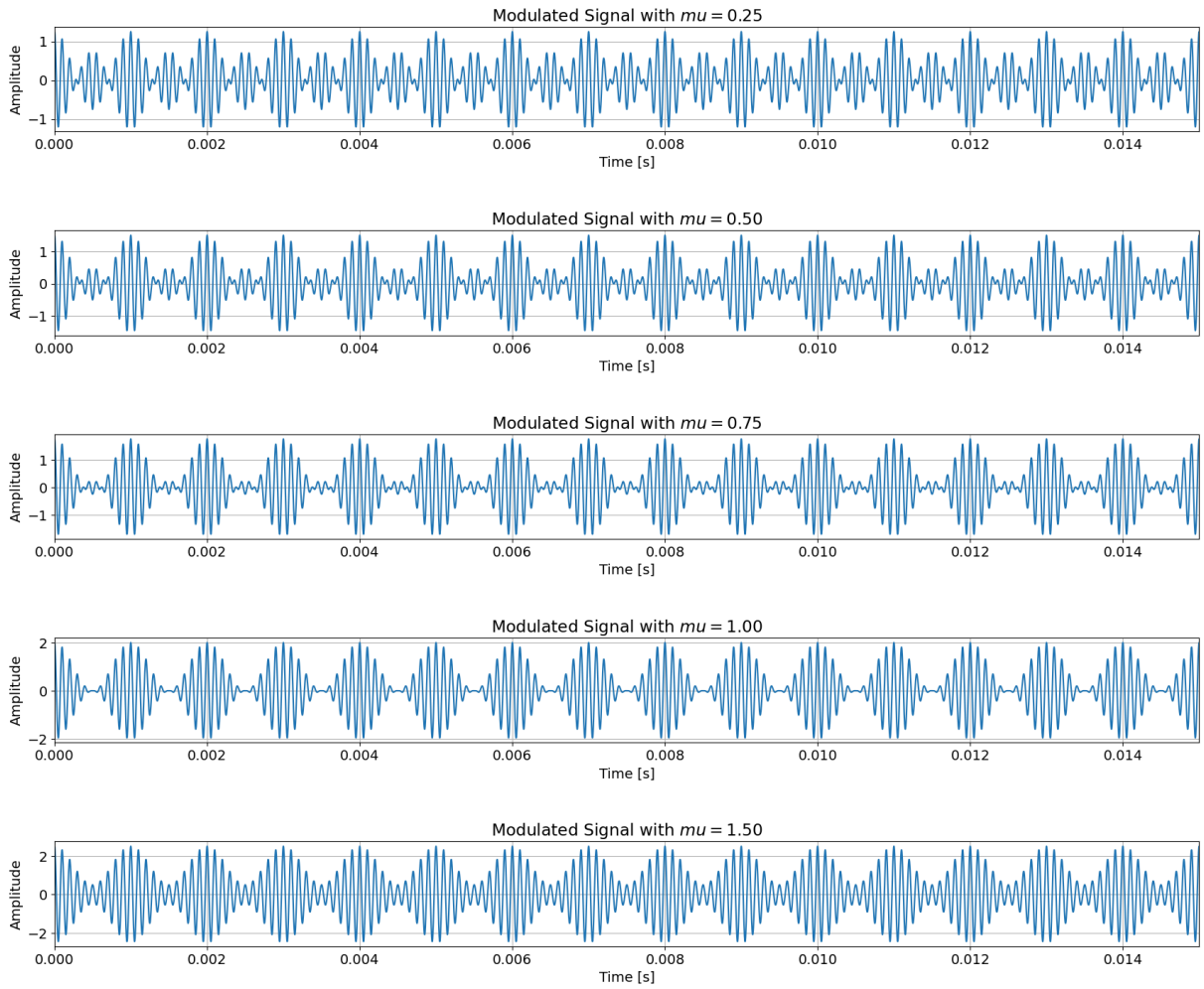


Figura 2: Resultado para diferentes fatores de modulação μ

3.2. Modulação *AM DSB SC*

Para a modulação *AM DSB SC* temos o seguinte resultado:

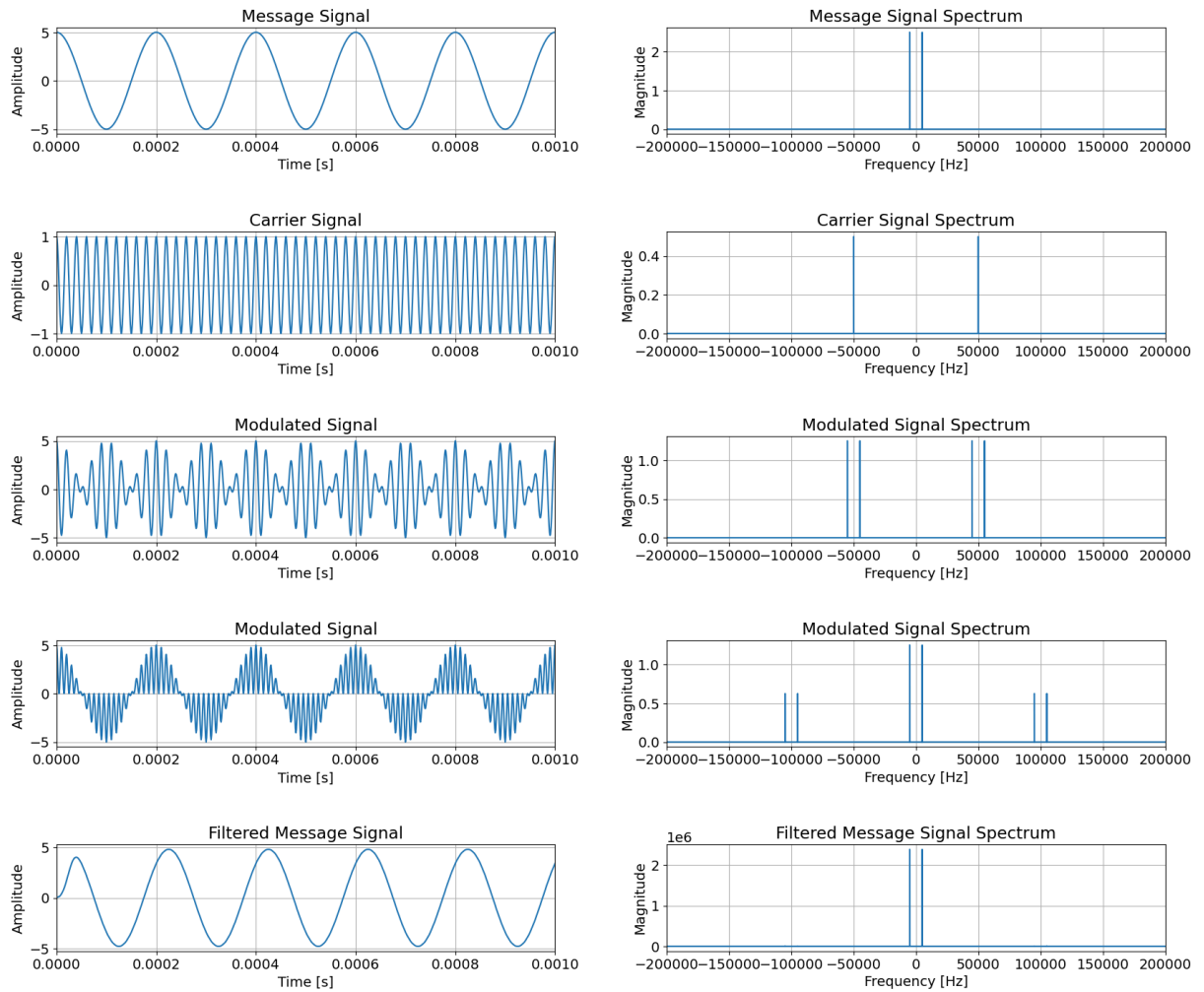


Figura 3: Processo de modulação *AM DSB SC*

Verificamos que a portadora não faz parte do espectro do sinal modulado.

3.3. Multiplexação *FDM SSB*

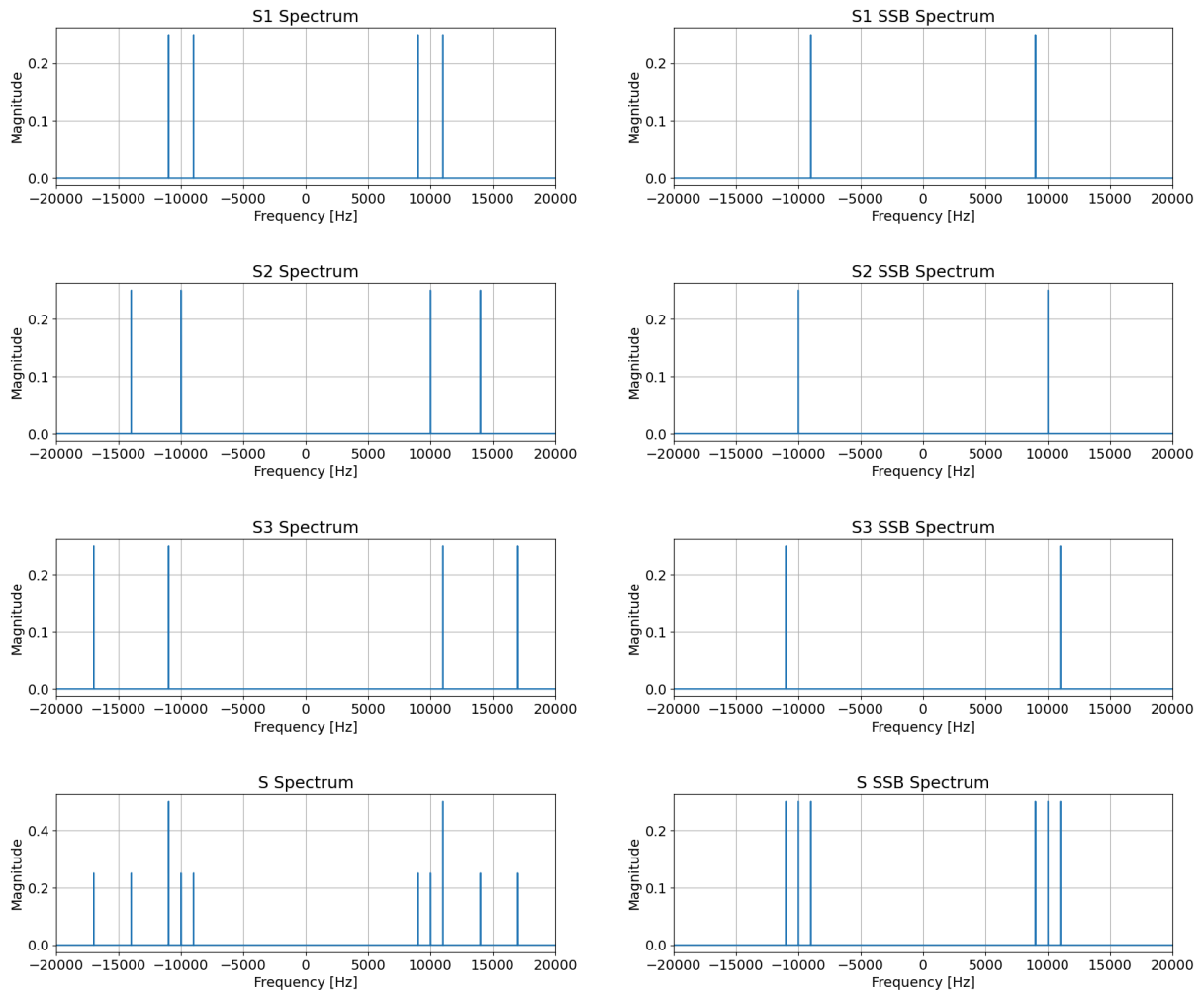


Figura 4: Multiplexação *FDM SSB*

Na figura acima, verificamos os espectros dos sinais a esquerda e sua representação em *SSB* a direita, notamos que se não houvesse a remoção da banda inferior do sinal haveria *aliasing*, ou seja, interferência entre os sinais.

Para obter o sinal *SSB* foi utilizado um filtro ideal que permite a passagem do sinal apenas na banda superior, removendo a banda inferior.

Para a demultiplexação do sinal foi realizado um processo inverso, onde o sinal foi filtrado por vários filtros passa faixa, seguido de demoduladores para retornar os sinais para sua banda original e um filtro passa baixa removendo as componentes de alta frequência resultantes dos processos anteriores. Desta maneira obtemos novamente os sinais originais:

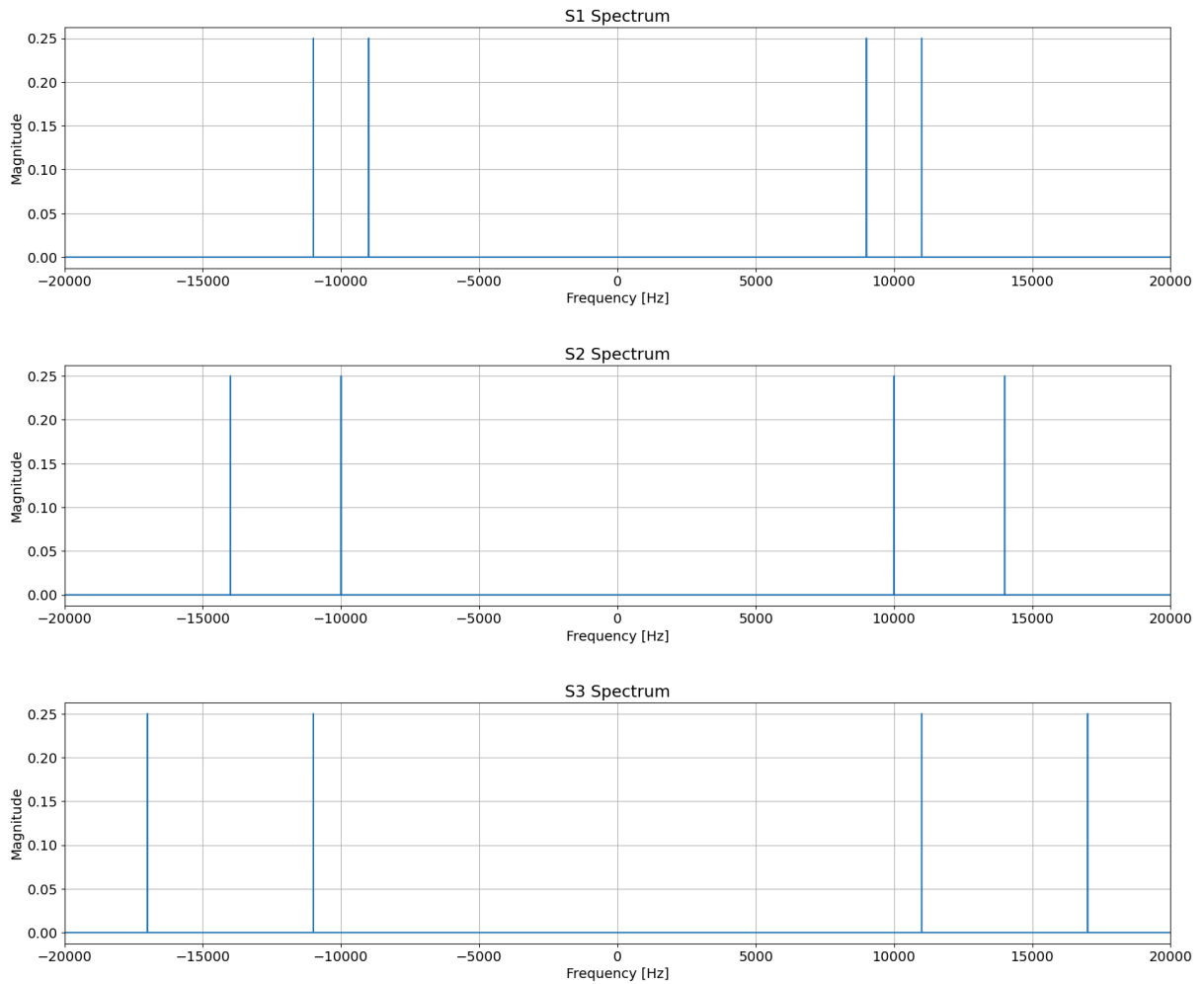


Figura 5: Demultiplexação *FDM SSB*

4. Conclusões

A partir deste estudo dirigido podemos concluir que a modulação *AM* é um processo eficiente para a transmissão de sinais, porém é necessário um cuidado com o fator de modulação para que a informação seja facilmente recuperada.

A multiplexação *FDM* é uma técnica eficiente para a transmissão de diversos sinais em um único meio de transmissão, evitando assim a interferência entre os sinais.