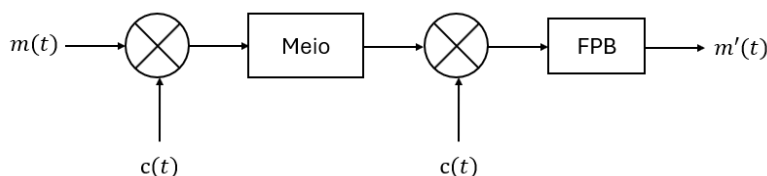


## Projeto - Princípios de Comunicação

Suponha que vocês sejam responsáveis por analisar a dinâmica de operação da propagação e recepção de sinais entre uma antena transmissora e receptora, segundo a modulação DSB-SC, conforme mostra o diagrama a seguir:



O meio é ideal e não proporcionará influência na propagação. A portadora  $c(t)$  deve ter uma frequência  $f_c = 2\text{MHz}$ , já o tipo de pulso utilizado para representação da mensagem  $m(t)$  consiste na função  $\text{sinc}(x)$ . O intervalo de duração dos sinais no tempo deve se estender em uma faixa que vai de  $t_0 = 0$  até  $t_f = 200\mu\text{s}$ , para uma frequência de amostragem  $f_{\text{samp}} = 50\text{MHz}$ . Assim sendo, faça o que se pede em cada item abaixo, cujo resultado deve ser plotado em uma janela gráfica distinta:

1) Plote a portadora  $c(t)$  para  $t$  de  $0-5\mu\text{s}$ , com amplitude de variação de  $[-1.1, 1.1]$  (use a função cosseno). Quantos ciclos de portadoras vocês encontraram?

2) Plote o espectro da portadora em uma mesma janela gráfica, onde a parte negativa encontra-se representada no subplot(1,2,1) e a parte positiva no subplot(1,2,2), considerando uma faixa de  $-2\text{MHz}$  a  $-1.8\text{MHz}$  e  $1.8\text{MHz}$  a  $2\text{MHz}$ , respectivamente.

3) Plote o sinal da mensagem no intervalo de  $90-110\mu\text{s}$ , com a função  $\text{sinc}(x)$  centrada em  $100\mu\text{s}$ , fazendo uso do seguinte termo como argumento  $x=\text{linspace}(-120,120,\text{round}(t_{\text{end}} * f_{\text{samp}}))$ .

4) Calcule agora o espectro de  $m(t)$  em banda base e plote em uma faixa de frequência que vai de  $-2\text{MHz}$  a  $+2\text{MHz}$ . Qual função vocês encontraram? Explique o que é a largura de meia potência de um sinal e calcule essa grandeza para o sinal encontrado. Sugestão: função `powerbw()`.

5) Faça a modulação da mensagem  $m(t)$  usando a portadora  $c(t)$  e mostre o sinal no tempo em uma faixa que vai de  $90-110\mu\text{s}$ . Para isso, utilize o termo  $x = \text{linspace}(-120,120,\text{round}(t_{\text{end}} * f_{\text{samp}}))$  como parâmetro de entrada para a função  $\text{sinc}(x)$ .

6) Calcule o espectro da mensagem modulada e plote em uma nova janela gráfica, mostrando o resultado em uma banda de  $-5\text{MHz}$  a  $+5\text{MHz}$ . Em quais frequências os espectros aparecem? Está de acordo com o esperado?

7) Agora, considerando a recepção, demodule o sinal modulado, conforme mostrado no diagrama inicial, usando a mesma portadora e encontre o novo espectro. Plote o sinal resultante em uma faixa de -6MHz a 6MHz.

8) Projete um filtro usando uma função retangular para eliminar frequências inferiores à -2MHz e superiores à 2MHz e mostre-o junto do espectro do item anterior, para a faixa que vai de -6MHz a 6MHz.

9) Use a transformada inversa de Fourier para representação da mensagem recuperada. Após o uso da FFT inversa, aplique a função “real()” ao sinal resultante e compare com a mensagem  $m(t)$  inicial, graficamente. Use também a função `corrcoef()` para medir o grau de similaridade entre a mensagem recuperada  $m'(t)$  e a mensagem inicial  $m(t)$  de forma numérica. Apresente esse valor.

10) Tendo feito os 9 gráficos, mude a frequência de operação da portadora para  $f_c = 0.5MHz$  e plote novamente os gráficos anteriores. Calcule mais uma vez o grau de similaridade entre a mensagem enviada e a mensagem recuperada por meio da função `corrcoef()` e explique, com base no que foi visto na modulação DSB-SC a razão desta diferença.

### **Orientações:**

\* Para os gráficos dos espectros, plote usando a função `abs()`, não esquecendo de normalizá-los para a maior amplitude da componente de frequência encontrada no referido sinal;

\*\* Use as funções `fftshift()` e `ifftshift()` para correção dos dados no cálculo da `fft` e `ifft`, respectivamente;