

Prática no. 2
Modulação em Amplitude

Considere o sinal de áudio digital do arquivo *audio.mat*, o qual possui qualidade AM, ou seja, banda de 5 kHz, e frequência de amostragem $f_s = 176,4$ kHz (e período de amostragem $T_s = 1/f_s$ s). Pede-se:

- 1) Obtenha o sinal modulado em AM-DSB $s(t)$ utilizando a Equação (1),

$$s(t) = m(t) \cdot c(t) \quad (1)$$

sendo $m(t)$ o áudio e $c(t)$ a portadora com frequência $f_c = 12$ kHz:

$$c(t) = \cos(2\pi f_c t) \quad (2)$$

- (a) Apresente em uma figura usando *subplots* em 3 linhas:

(i) o sinal modulante $m(t)$ (use a função **grid on** depois do **plot**),

(ii) a portadora $c(t)$,

(iii) o sinal modulado $s(t)$ (use **grid on**).

Coloque rótulos nos eixos e títulos em todas as figuras deste lab.

- (b) Repita a mesma figura acima, mas agora limitando o sinal no tempo entre 0.4 e 0.42 segundos com o comando **xlim**. Além disso, no 3o subplot apresente o sinal modulado $s(t)$ e o sinal $m(t)$ também na mesma figura. Note que as amplitudes de $s(t)$ são iguais ao do sinal $m(t)$.

- (c) Em outra figura, apresente uma figura usando *subplots* em 3 linhas.

(i) o espectro de frequências do sinal modulante $m(t)$ com o comando **fft** (exatamente como no lab01).

(ii) o espectro de frequências da portadora $c(t)$,

(iii) o espectro de frequências do sinal modulado $s(t)$.

Use **xlim** para limiar as frequências de 0 a 18 kHz.

- (d) Em outra figura, apresente o espectro de potências desses três sinais ($m(t)$, $c(t)$ e $s(t)$) em dB usando o comando **pwelch**. Use 1024 para o número de amostras em **pwelch**. Neste exemplo abaixo, o vetor f vai receber os valores de frequência com 1024 valores para utilizar respectivamente com Sx . Exemplo:

```
[Sx,f]= pwelch(x,[ ],[ ], 1024, f_s)
```

- 2) A partir do sinal modulado $s(t)$, realize a demodulação para recuperar o sinal de áudio modulante $m(t)$. Para realizar a demodulação, utilize o detector coerente da Figura 1 e o filtro passa-baixa abaixo.

- (a) Inicialmente obtenha o resultado inicial da demodulação síncrona DBS-SC $v(t)$ da Figura 1:

$$v(t) = s(t) \cdot \cos(2\pi f_c t) \quad (3)$$

- (b) Para realizar a segunda etapa da demodulação AM DSC-SC da Figura 1, crie um vetor H com mesmo tamanho do vetor de $M(f)$ e crie um filtro passa-baixas na frequência $H(f)$ com as seguintes amplitudes:

Para $f \leq 5$ KHz, $H(f) = 1$

Para $f > 5$ KHz, $H(f) = 0$

- (c) Calcule o `fft` de $v(t)$, como no lab01, e realize a filtragem na frequência, como na Figura 1, e obtenha:

$$V0(f) = V(f) \cdot H(f) \quad (4)$$

Atenção para o tamanho dos vetores de $V(f)$ e $H(f)$ pois precisam ter o mesmo número de variáveis.

- (d) Depois disso, faça o a transformada de Fourier inversa com `ifft`, para recuperar o sinal de áudio $v0(t)$, igual ao sinal envia $m(t)$. As letras (c) e (d) já estão no lab02modelo.m.

- (d) Apresente uma figura usando `subplots` em 4 linhas.

(i) o espectro de frequências do sinal modulado $S(f)$.

(ii) o espectro de frequências do sinal $V(f)$,

(iii) o espectro filtro passa-baixas $H(f)$.

(iii) o espectro do sinal de áudio recuperado após a filtragem na frequência $V0(f)$.

Use `xlim` para limiar as frequências de 0 a 30 kHz.

- (e) Compare visualmente o espectro de $V0(f)$ com $M(f)$ e veja se ficaram iguais. Compare o áudio com a função `sound`.

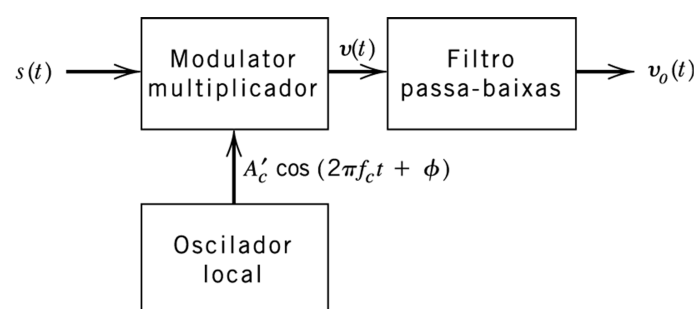


Figura 1: Demodulador AM coerente.

Relatório:

- entrega pelo Moodle;
- seguir o modelo do Moodle lab02modelo.m;
- apresentar os resultados usando o comando `publish` do Matlab;

- criar um arquivo do tipo PDF (ir em “Edit publish options” e alterar o “Output file format” de html para pdf;
- prazo máximo de 21 dias a partir da data de realização da prática até as 23:55.
- A cada dia de atraso será diminuída 25% da nota original.