

MODULAÇÃO – AM

TEORIA

A modulação AM continua sendo utilizada nos meios de transmissão comercial para informações a longa distância. Exemplos são o rádio na faixa de 540 KHz a 1600 KHz e a TV analógica em determinadas regiões do país. No caso da TV, o vídeo é transmitido em AM e o áudio em FM.

Para que exista uma modulação é necessário existir uma portadora e uma informação. A portadora é um sinal senoidal de alta frequência. A informação pode ser um sinal de áudio, vídeo ou dados. Os moduladores podem ser classificados em ativos ou passivos. Os ativos conseguem modular e amplificar o sinal. Já os passivos fazem a modulação, mas com perdas de sinal.

Portanto a modulação é uma tecnologia importante para que a informação que está contida em uma corrente elétrica seja transformada em onda eletromagnética para que possa ser transmitida a longa distância na velocidade da luz. Então a modulação é um processo de se variar alguma das características de uma onda senoidal de alta frequência de acordo com o valor instantâneo do sinal a ser transmitido. Mas para que o sinal seja enviado a longa distância, será necessária uma antena. A antena deverá ter no mínimo o tamanho físico referente a metade do comprimento de onda da frequência de transmissão.

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Antena dipolo

$$Adip = \frac{\lambda}{2}$$

Onde:

$$c = 3.10^8 \text{ m/s}$$

f = Frequência de operação.

A portadora é um sinal de alta frequência simples de regime cossenoide que irá transportar uma informação.

$$e_0(t) = E_0 \cos(\omega_0 t)$$

Considerando a informação como um sinal cossenoide de baixa frequência.

$$e_m(t) = E_m \cos(\omega_m t)$$

Sabendo que a frequência angular é:

$$\omega = 2\pi f$$

Para a portadora f será f_0 . Portanto ω será ω_0 .

Para a modulação f será f_m . Portanto ω será ω_m .

Definimos:

$E_0(t)$ = tensão instantânea da portadora, em volts

$E_0(t)$ = tensão de pico da portadora, em volts

$\omega_0(t)$ = velocidade angular da portadora, em rads/s

$e_m(t)$ = tensão instantânea do sinal modulador, em volts

$E_m(t)$ = tensão de pico do sinal modulador, em volts

$\omega_m(t)$ = velocidade angular do sinal modulador, em rads/s

t = tempo em segundos.

O sinal modulado será expresso como:

$$e(t) = [E_0 + K e_m(t)] \cos(\omega_0 t)$$

Sendo:

$e(t)$ = tensão instantânea do sinal modulado de RF em volts.

K = constante de proporcionalidade m.

$$K = \frac{m E_0}{E_m}$$

O sinal modulado pode-se distinguir o módulo $[E_0 + K e_m(t)]$ cujo o valor depende da soma da tensão de pico da portadora com valor instantâneo da tensão do sinal modulador, e o ângulo $\cos(\omega_0 t)$, que varia de acordo com o produto $\omega_0 t$.

Sabendo que

$$e_m(t) = E_m \cos(\omega_m t)$$

Substituindo em:

$$e(t) = [E_0 + K e_m(t)] \cos(\omega_0 t)$$

Temos:

$$e(t) = [E_0 + K E_m \cos(\omega_m t)] \cos(\omega_0 t)$$

Colocando em evidência E_0 .

$$e(t) = E_0 \left[1 + K \frac{E_m}{E_0} \cos(\omega_m t) \right] \cos(\omega_0 t)$$

Sabendo que

$$K = \frac{m E_0}{E_m}$$

A equação $e(t)$ resulta em:

$$e(t) = E_0[1 + m \cos(\omega_m t)]\cos(\omega_0 t)$$

Efetuando o produto na expressão do módulo teremos:

$$e(t) = E_0 \cos(\omega_0 t) + m E_0 \cos(\omega_m t) \cos(\omega_0 t)$$

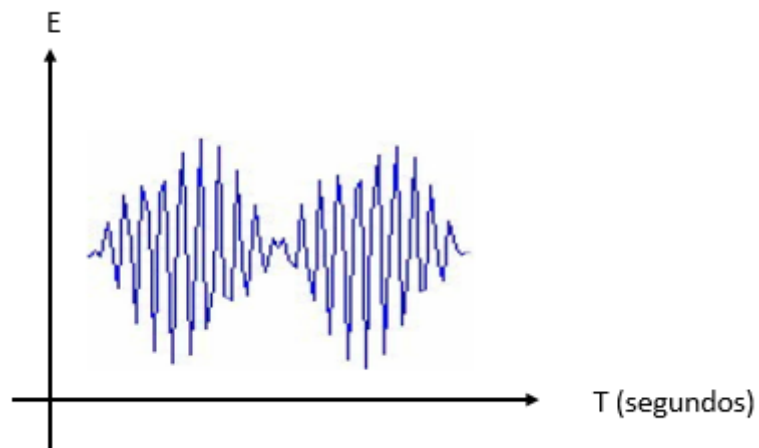
Aplicando a propriedade

$$\cos A \cos B = \frac{1}{2}\cos(A + B) + \frac{1}{2}\cos(A - B)$$

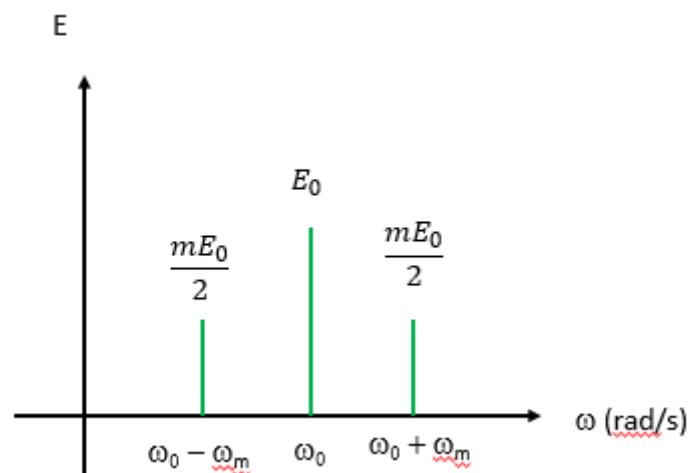
Temos a modulação AM DSB

$$e(t) = E_0 \cos(\omega_0 t) + \frac{mE_0}{2}\cos(\omega_0 + \omega_m) + \frac{mE_0}{2}\cos(\omega_0 - \omega_m)$$

No domínio do tempo a modulação pode ser vista abaixo.



O espalhamento espectral pode ser visto abaixo



PRÁTICA

1. Desenvolva um software que produza a modulação AM DSB e mostre os resultados no domínio do tempo e frequência com as seguintes características:

- Possuir controle de amplitude da informação e portadora.
- Possuir controle de frequência da informação e portadora.
- Possuir controle de Off-Set (Nível DC)

2. Através dos controles de amplitude, frequências e nível DC, gere uma portadora de 750 Hz com amplitude de 6Vp. Insira um sinal de informação de 40 Hz com 2Vp. Ajuste o nível DC para 4V_{DC}.

Observe o sinal no domínio do tempo e frequência.

3. Sabendo que o ruído reside na envoltória da onda. Como seria possível injetar um controle de ruído neste software?

4. Implementado o controle de ruído, qual é o valor máximo em volts que pode destruir a modulação AM DSB deste experimento?

5. Implemente a análise espectral neste instrumento virtual.

Utilizar Labview para desenvolvimento da atividade.

