

Instituto Federal de Santa Catarina  
Curso Técnico Integrado em Telecomunicações  
PRT- Princípios de Telecomunicações

# *MODULAÇÃO EM AMPLITUDE*

Prof. Deise Monquelate Arndt

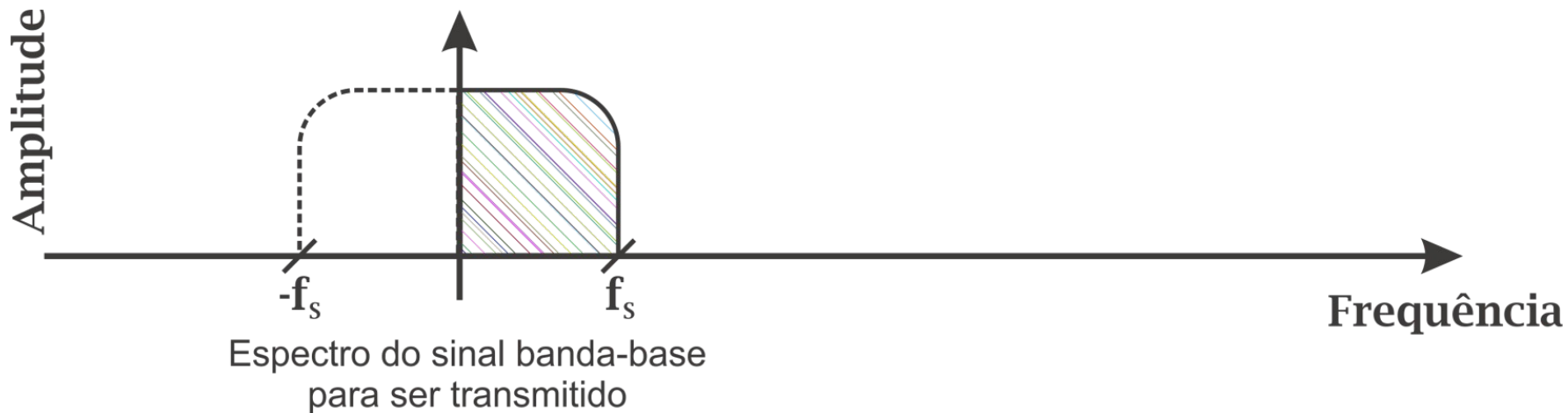
Fontes: Princípios de Sistemas de Telecomunicações, Prof. Saul Caetano e  
Prof. Marcos Moecke. Material Prof. Bruno Fontana

São José, abril de 2016

# Modulação em Amplitude AM

## Sinal modulante (sinal de informação)

- Desejamos transmitir um sinal de informação,  $m(t)$
- Assumindo que este é um sinal em banda base com largura de banda  $B_s$



# Modulação em Amplitude AM

## Sinal da Portadora

- Utilizamos um sinal de alta frequência para transportar a informação, a onda portadora.
- Seja o sinal da onda portadora um cosseno de frequência  $F_p$ , dado

por:

$$p(t) = \cos(\omega_p t + \theta_p)$$



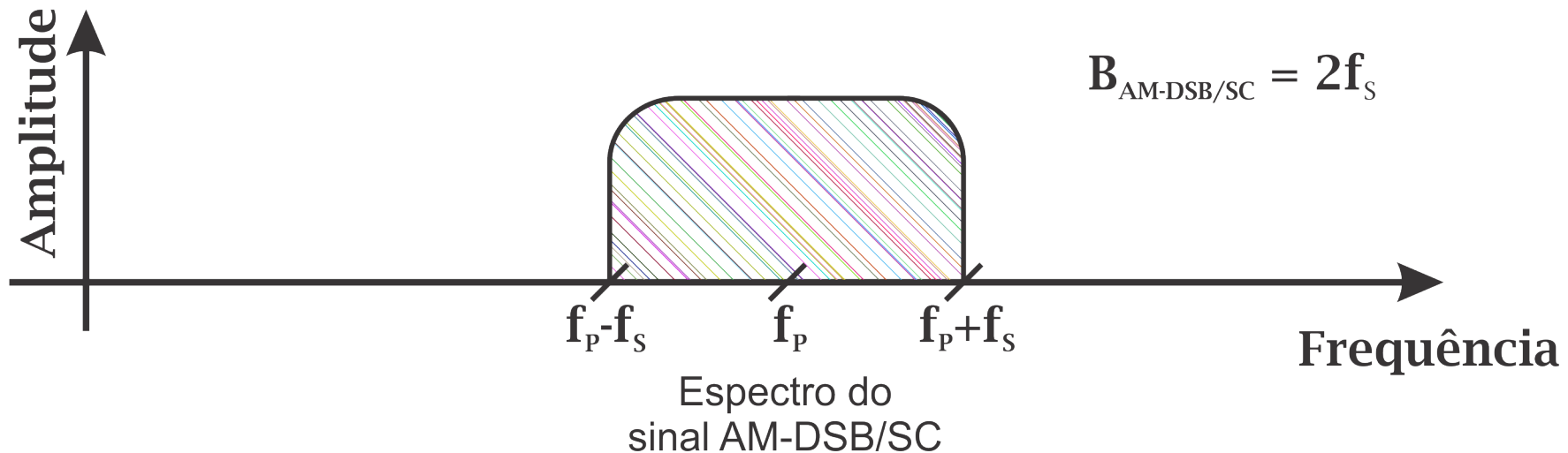
# *Modulação em Amplitude AM*

- **A modulação em amplitude AM consiste em modificar a amplitude da onda portadora para transmitir a informação;**
- **A frequência e fase da onda portadora não são alteradas;**
- **O sinal a ser transmitido é o sinal modulante!**
  - **Veremos alguns tipos de modulações AM**

# AM-DSB/SC

- Na modulação AM-DSB/SC o sinal a ser transmitido é gerado através da multiplicação da onda portadora e do sinal da modulante (informação);

$$x_{SC}(t) = m(t) \times p(t)$$



# *AM-DSB/SC*

- Considerações:

- Quanto maior a frequência da onda portadora menor será o tamanho da antena utilizada, porém maior será a atenuação sofrida pelo sinal no meio de transmissão;
- Nem sempre o receptor tem o perfeito conhecimento do sinal de portadora utilizado. Muitas vezes é difícil sincronizar frequência e fase entre o transmissor e o receptor tornando caro o sistema;
- Uma solução é utilizar a modulação AM-DSB

# AM-DSB

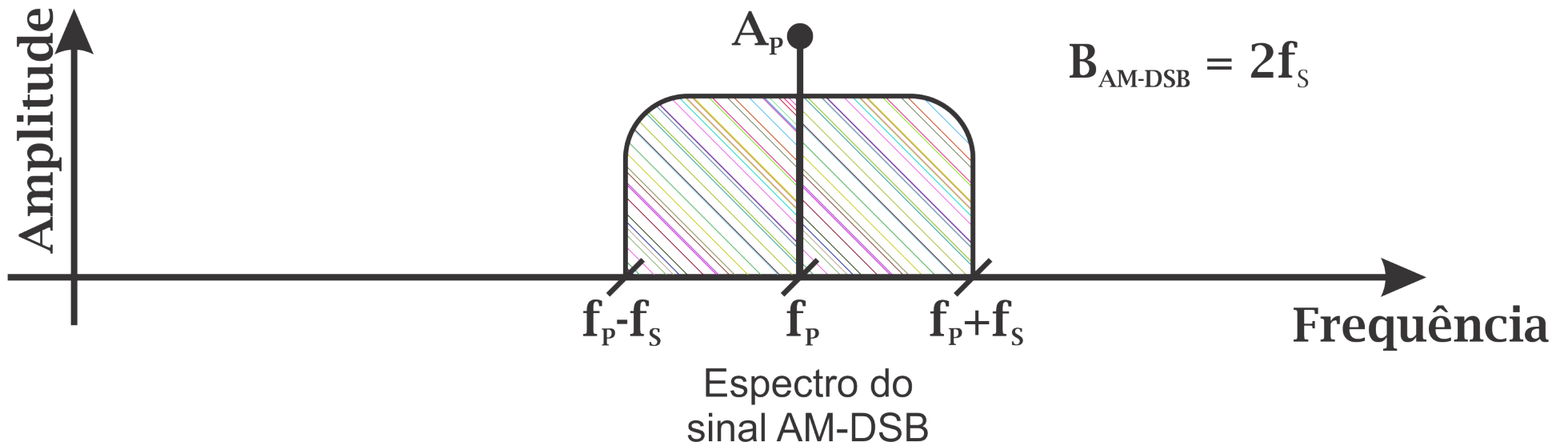
➤ Na modulação AM-DSB o sinal da onda portadora é transmitido junto com a informação útil;

$$x_{\text{DSB}}(t) = (A_p + m(t)) \times p(t)$$

$$x_{\text{DSB}}(t) = A_p \times p(t) + \underbrace{m(t) \times p(t)}$$

$$x_{\text{DSB}}(t) = A_p \cos(\omega_p t + \theta_p) + x_{\text{SC}}(t)$$

# AM-DSB



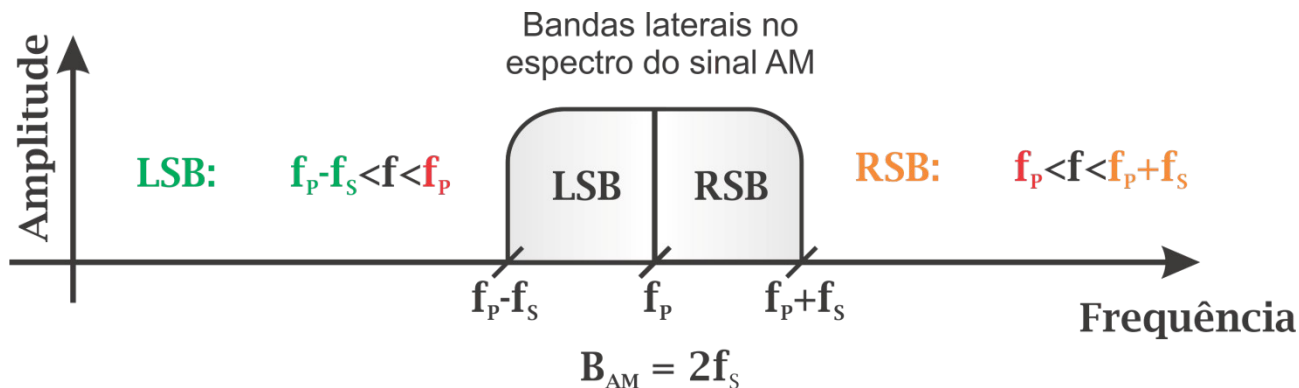


# Largura de Banda do Sinal AM

- O sinal banda base com largura de banda  $B_s = F_s$  quando modulado em amplitude resulta em um sinal AM com o dobro da largura de banda do sinal original.

$$B_{AM} = 2f_s$$

- O espectro em frequência do sinal AM possui uma frequência central ( $f_p$ ) e duas bandas laterais. A banda lateral esquerda (LSB) e a banda lateral direita (RSB).



# *Espectro de frequência do sinal AM-DSB*

## ➤ Características:

- Inclui o sinal da onda portadora;
- Largura de banda de  $2F_s$ ;
- Menos eficiente pois utiliza maior potência para transmissão;
- Receptor mais simples pois não precisa sincronizar fase e frequência do oscilador.

## *Espectro de frequência do sinal AM-DSB/SC*

### ➤ Características:

- Não envia a portadora ( $F_p$ );
- Largura de banda de  $2F_s$ ;
- Mais eficiente , menos potência gasta pois não transmite a onda portadora;
- Receptor mais complexo. É necessário sincronismo entre o transmissor e o receptor.

# *Índice de Modulação*

➤ A razão entre as amplitudes da onda portadora e da modulante é chamada de índice de modulação:

$$\mu_m = \frac{A_m}{A_p}$$

– Onde:

- $A_m$  = Amplitude da modulante
- $A_p$  = Amplitude da onda portadora

# *Potência do Sinal Recebido AM-DSB*

➤ A potência total do sinal recebido é dada por:

$$P_T = P_P + P_S$$

$$P_T = \frac{1}{2} A_p^2 + \frac{1}{2} m_{rms}^2$$

– Onde:

- $A_p(rms) = \frac{A_p}{\sqrt{2}}$
- $m_{rms}^2 = m^2(t)$

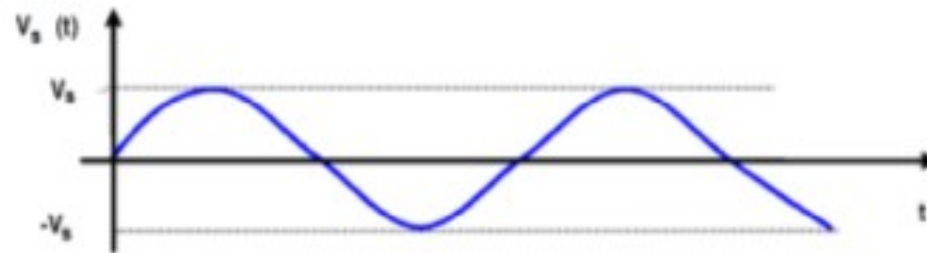
# *Eficiência da Modulação*

➤ É a razão entre a potência do sinal e a potência total

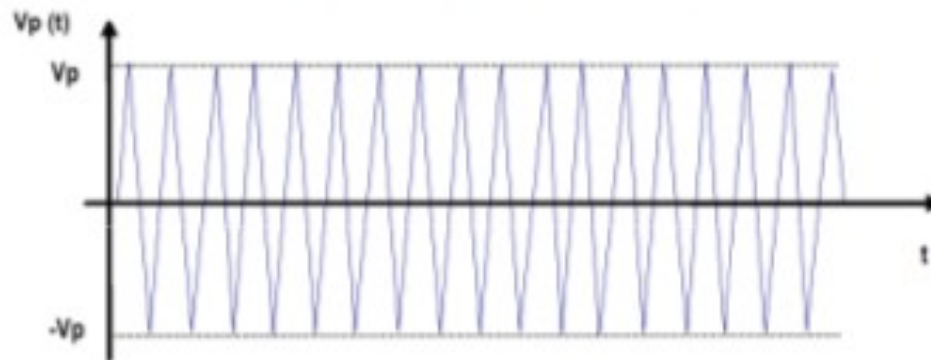
$$\eta = \frac{P_s}{P_t} = \frac{P_s}{P_s + P_p}$$

$$\eta = \frac{(m_{rms}/A_p)^2}{1 + (m_{rms}/A_p)^2}$$

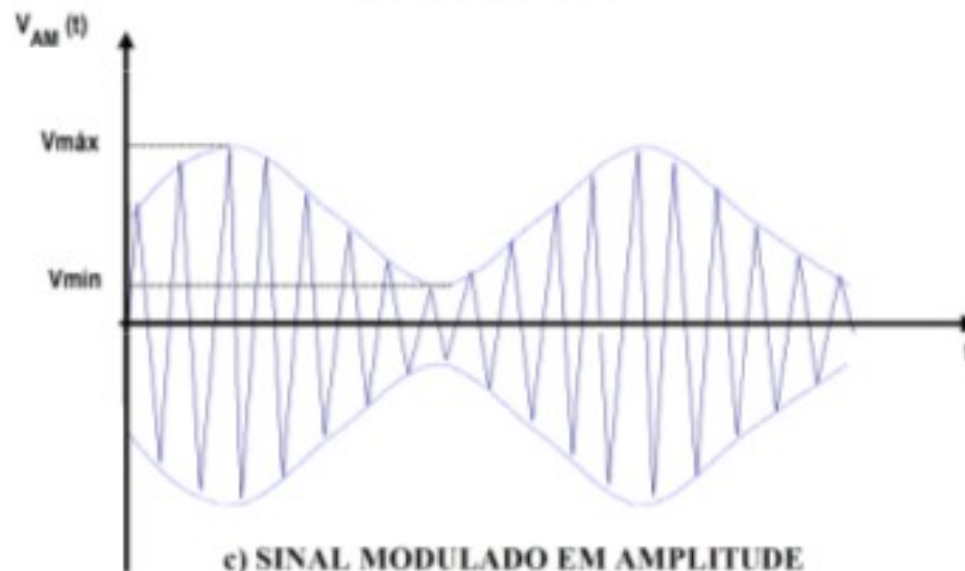
# *Exemplo da Modulação AM*



**a) MENSAGEM (moduladora)**



**b) PORTADORA**



**c) SINAL MODULADO EM AMPLITUDE**