

lab03

September 25, 2025

```
[1]: import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Parâmetros
t = np.linspace(0.5, 3, 1000) # Tempo de 0 a 10 ms
f_modulante = 1000 # Frequência do sinal modulante em Hz
f_portadora = 20e3 # Frequência da portadora em Hz
A = 1 # Amplitude da portadora
k = 0.5 # Índice de modulação (para AM-DSB)
phi = np.pi / 2 # Fase de modulação para PM (valor arbitrário)

[2]: # Sinal modulante e portadora
m_t = 2 * np.cos(2 * np.pi * f_modulante * t / 1000)
c_t = np.cos(2 * np.pi * f_portadora * t / 1000)

# Sinal modulado - PM
s_pm = A * np.cos(2 * np.pi * f_portadora * t / 1000 + phi * m_t)

# Sinal modulado - FM
delta_f = 500 # Deslocamento de frequência para FM (valor arbitrário)
s_fm = A * np.cos(2 * np.pi * f_portadora * t / 1000 + delta_f * m_t)

# Sinal modulado - AM-DSB
s_amsb = A * (1 + k * m_t) * np.cos(2 * np.pi * f_portadora * t / 1000)

[3]: # Plotando o sinal modulante para comparação
plt.figure(figsize=(10, 3))
plt.plot(t, m_t, color='m', label='Sinal Modulante m(t)')
plt.title('Sinal Modulante:  $m(t) = 2\cos(2\pi 100 t)$ ')
plt.xlabel('Tempo (ms)')
plt.ylabel('Amplitude')
plt.grid(True)
plt.legend()
plt.tight_layout()
plt.show()

# Plotando os sinais modulado AM, PM e FM
fig, axs = plt.subplots(3, 1, figsize=(10, 8), sharex=True)
```

```

# Plot PM
axs[0].plot(t, s_pm, label="Sinal Modulado PM", color='b')
axs[0].set_title("Modulação por Fase (PM)")
axs[0].set_ylabel("Amplitude")
axs[0].grid(True)

# Plot FM
axs[1].plot(t, s_fm, label="Sinal Modulado FM", color='g')
axs[1].set_title("Modulação por Frequência (FM)")
axs[1].set_ylabel("Amplitude")
axs[1].grid(True)

# Plot AM-DSB
axs[2].plot(t, s_amsb, label="Sinal Modulado AM-DSB", color='r')
axs[2].set_title("Modulação Amplitude Dupla Lado Banda (AM-DSB)")
axs[2].set_xlabel("Tempo (ms)")
axs[2].set_ylabel("Amplitude")
axs[2].grid(True)

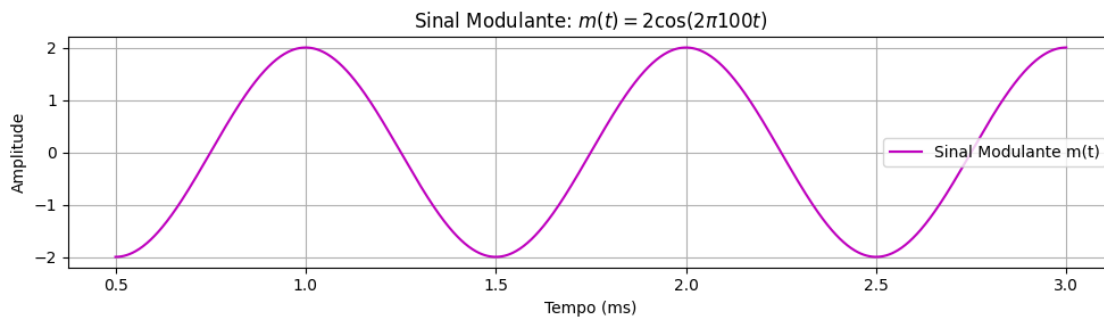
plt.tight_layout()
plt.show()

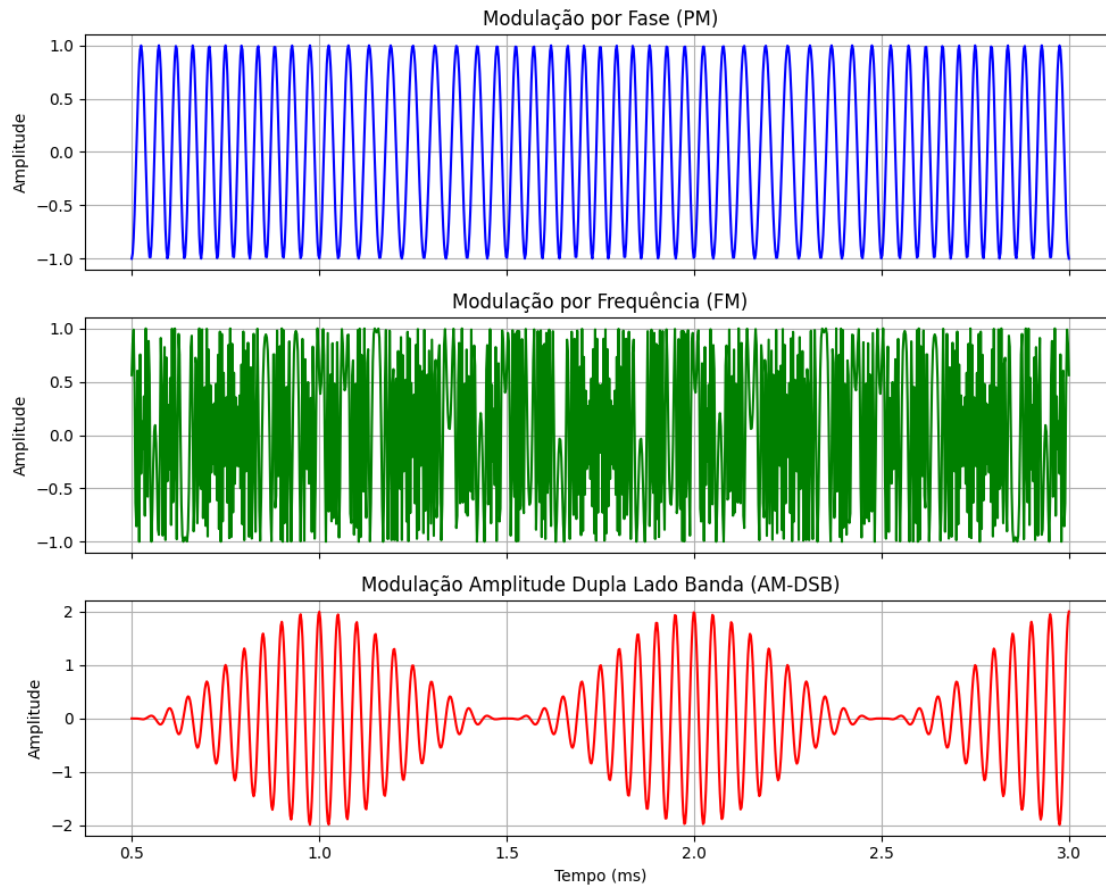
```

```

<>:4: SyntaxWarning: invalid escape sequence '\c'
<>:4: SyntaxWarning: invalid escape sequence '\c'
/tmp/ipykernel_39023/2141670481.py:4: SyntaxWarning: invalid escape sequence
'\c'
plt.title('Sinal Modulante:  $m(t) = 2\cos(2\pi 100t)$ ')

```





1 Comparação entre AM-DSB, PM e FM

1.1 Similaridades

- Todos utilizam uma **portadora senoidal** para transportar a informação.
- O sinal resultante mantém a mesma frequência central da portadora.
- Podem ser analisados tanto no **tempo** quanto no **espectro** para identificar suas características.

1.2 Diferenças

- **AM-DSB:** A informação está na **amplitude** da portadora. A largura de banda é proporcional ao dobro da frequência da mensagem.
- **PM:** A informação está na **fase instantânea** da portadora. A largura de banda depende da amplitude da mensagem.
- **FM:** A informação está na **frequência instantânea**. A largura de banda depende do desvio de frequência (índice de modulação de Carson).

1.3 Vantagens e Desvantagens

- **AM-DSB**
 - Simples de implementar e demodular.
 - Menos eficiente em termos de potência, sensível a ruídos em amplitude.
 - **PM**
 - Mais resistente a ruídos de amplitude.
 - Mais complexo de demodular, largura de banda pode aumentar bastante.
 - **FM**
 - Muito robusto contra ruído, alta qualidade de áudio.
 - Requer maior largura de banda e circuitos de demodulação mais complexos.
-

2 Aplicações típicas

- **AM-DSB:** Transmissão em rádios AM, sistemas simples de comunicação analógica.
 - **PM:** Comunicação em sistemas digitais (ex.: modulação de fase em PSK), radar.
 - **FM:** Transmissão em rádios FM, TV analógica (som), comunicações via rádio com alta fidelidade.
-