



# **Análise de desempenho de esquemas de modulação para single-laser 100Gb/s**

Comparação de desempenhos BER em diferentes parâmetros

# Introdução

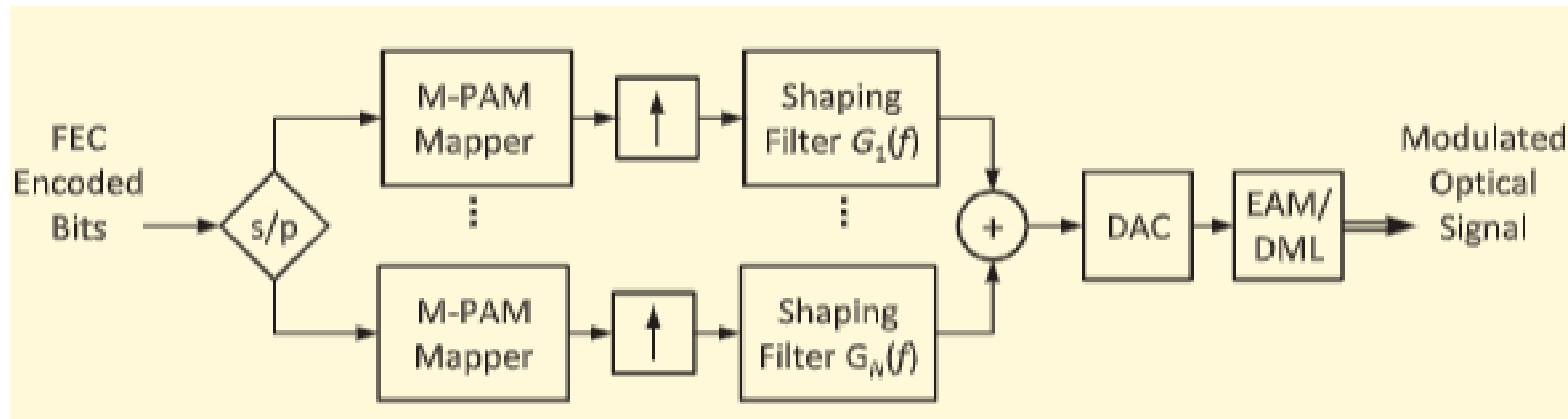


- Existem diversos padrões para transmissões 100Gb/s (10 canais ópticos paralelos de 10Gb/s, ou 4 canais de 25Gb/s)
- Contudo, para taxas maiores, canais com essas capacidades tendem a crescer em quantidade, aumentando a complexidade, custo, e consumo do sistema
- Parâmetros como eficiência energética e custo dos componentes são de extrema importância para o design de transmissões entre *data centers*
- Para contornar o alto gasto com dispositivos, utilizam-se modulações de maior complexidade

# Objetivos



- Este trabalho visa comparar desempenhos de diferentes modulações tendo como principais variáveis de referência a BER e a potência do laser no modulador
- As modulações a serem comparadas serão do tipo M-PAM



# Desenvolvimento

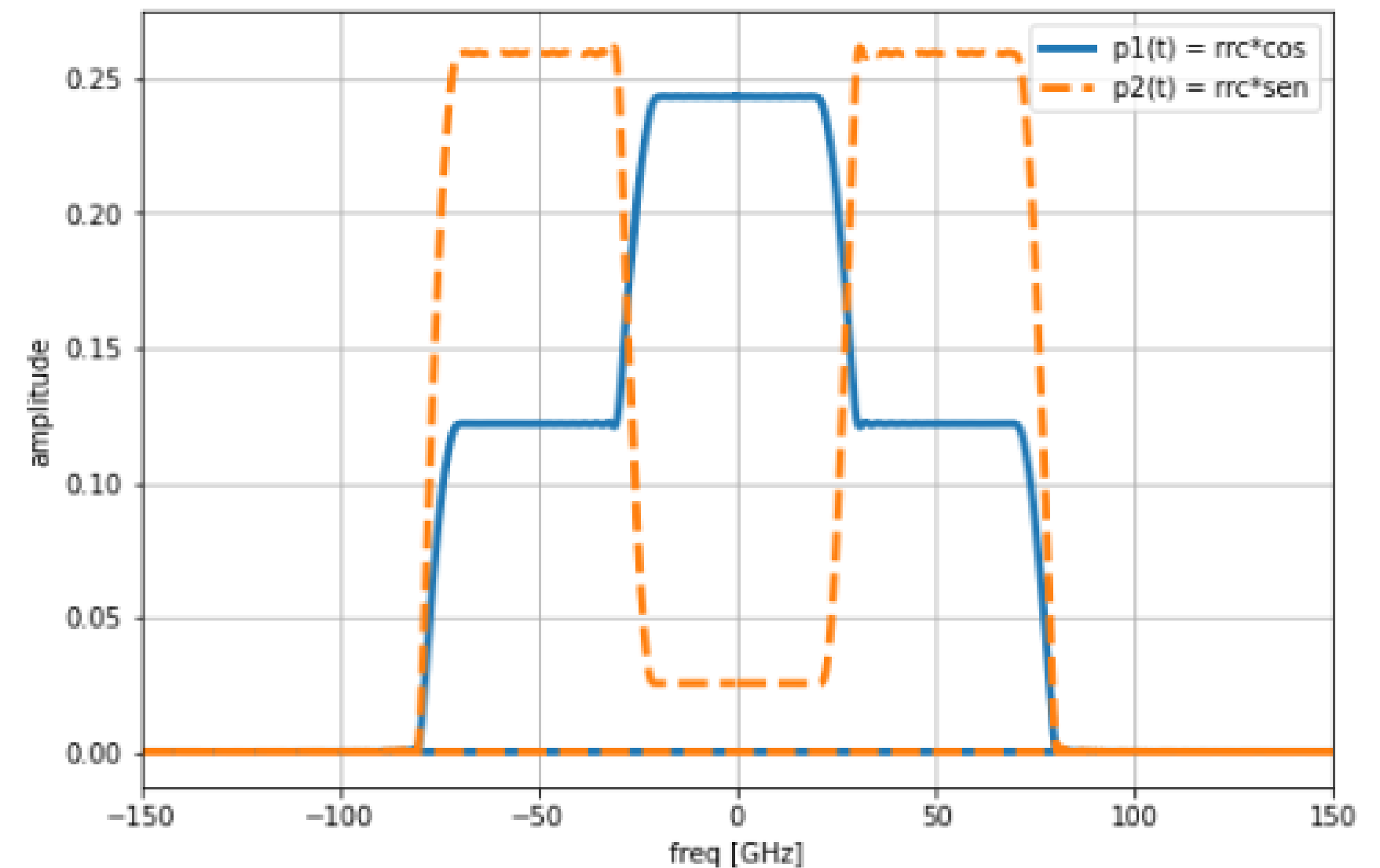
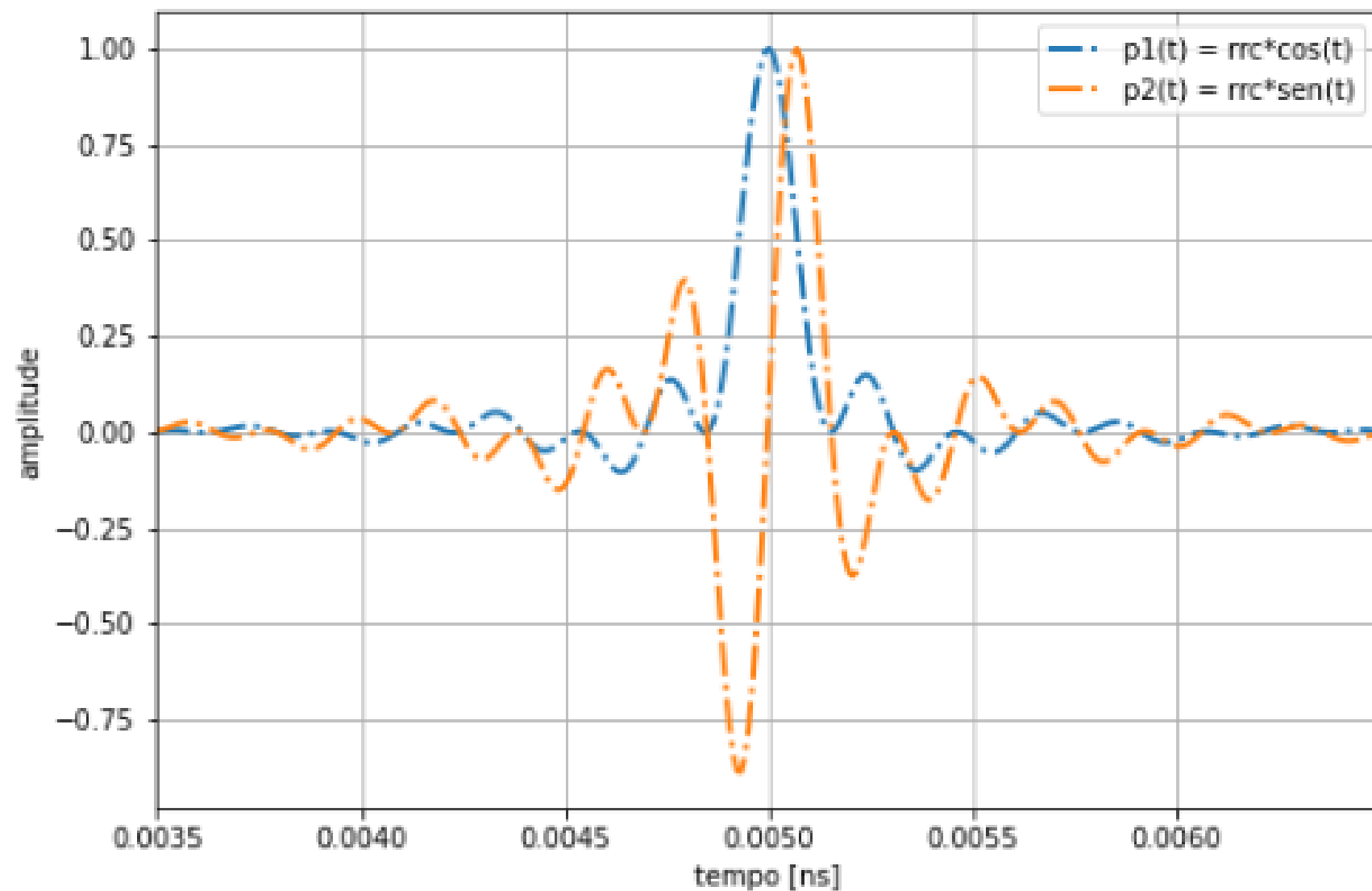


- Modelo referenciado em curtas distâncias (até 2km) utilizando SMF, portanto despreza-se a análise de dispersões e não-linearidades
- Perfil de ruído (térmico e disparo) definido pelo modelo padrão de fotodiodo do OptiCommPy
- Banda do receptor grande o suficiente

# Desenvolvimento



- Para formatação, utilizou-se um pulso *root-squared-cosine* multiplicado por senoides ortogonais

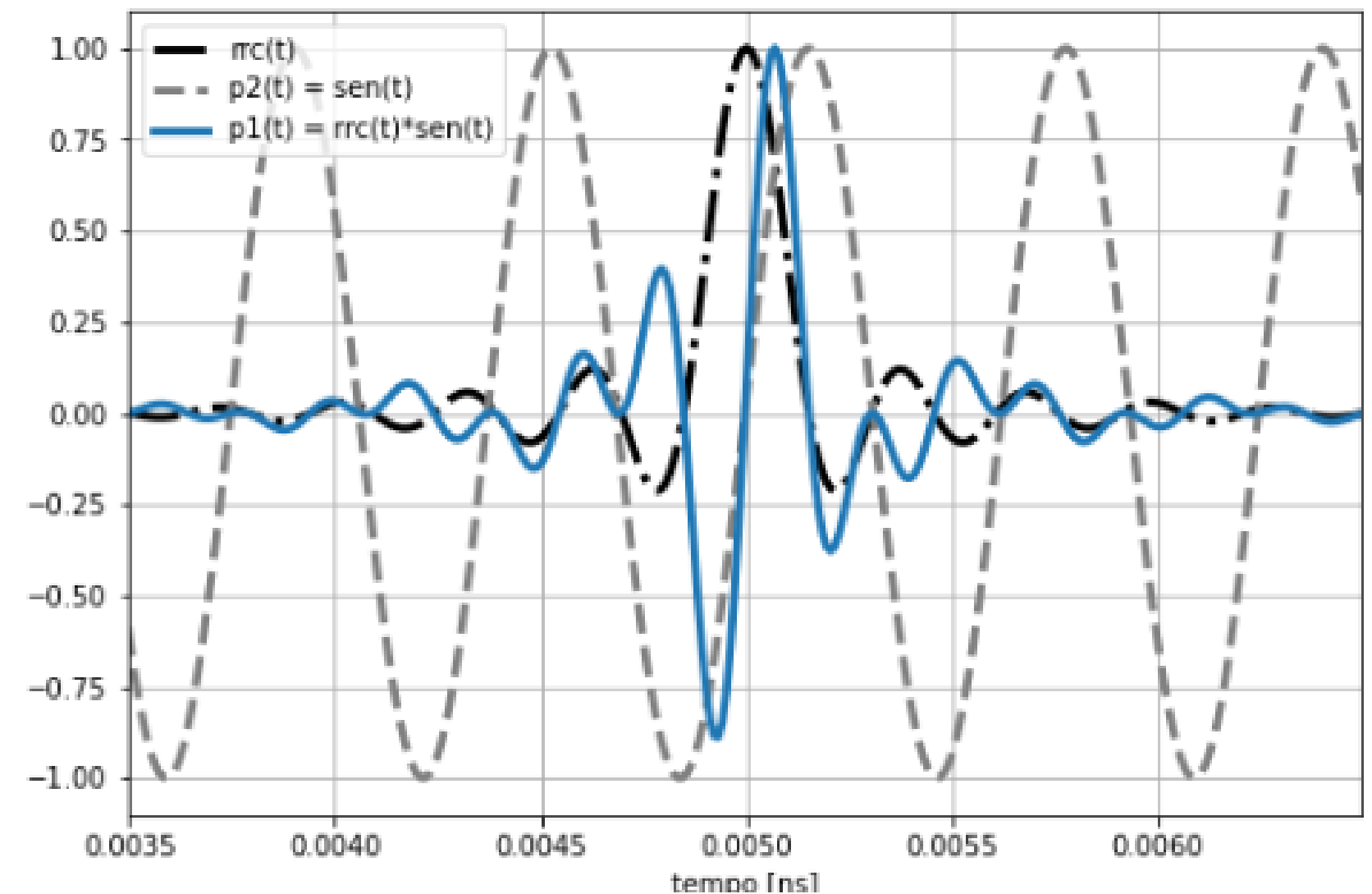
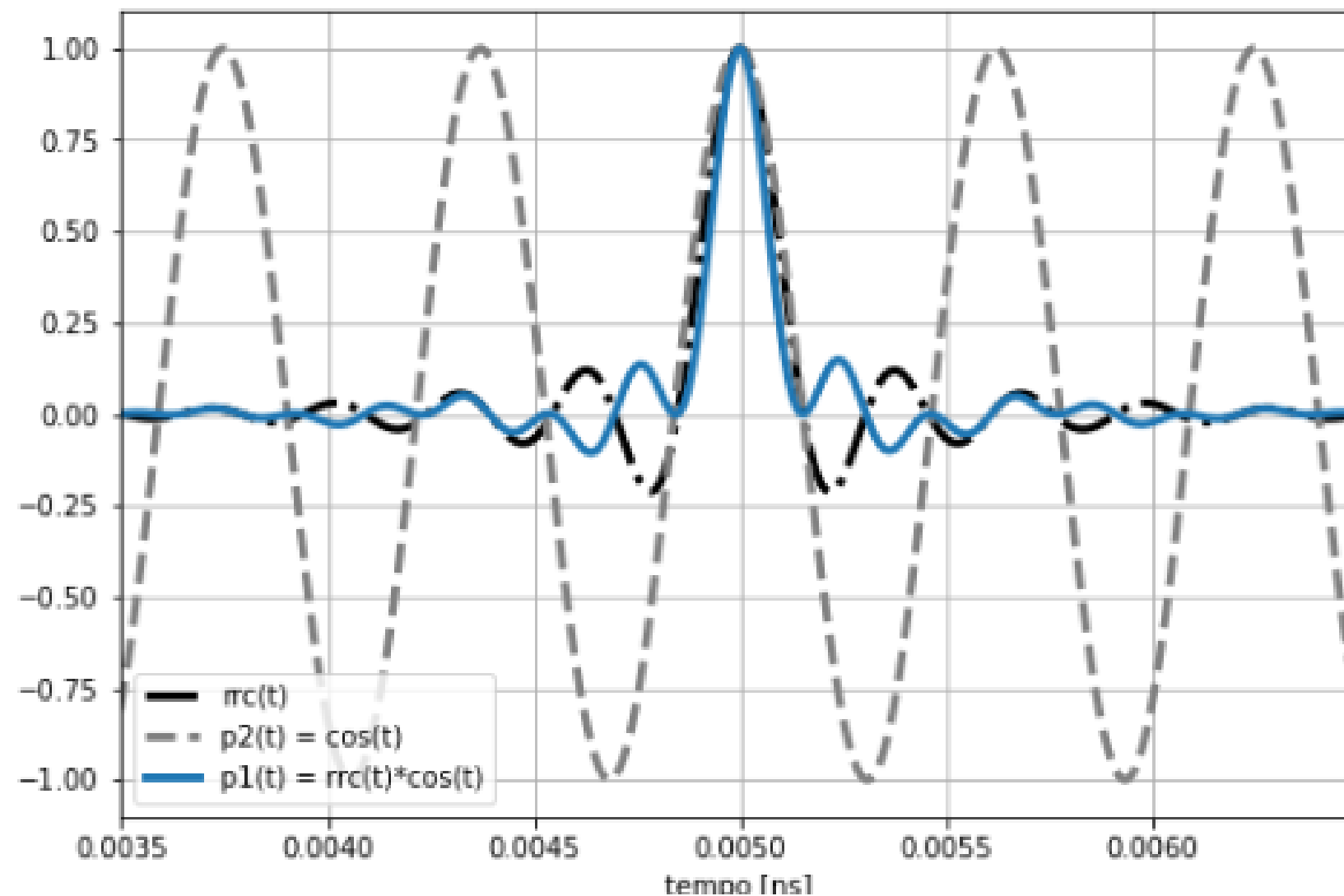


- Rolloff = 0.01

# Desenvolvimento



- Para formatação, utilizou-se um pulso *root-squared-cosine* multiplicado por senoides ortogonais

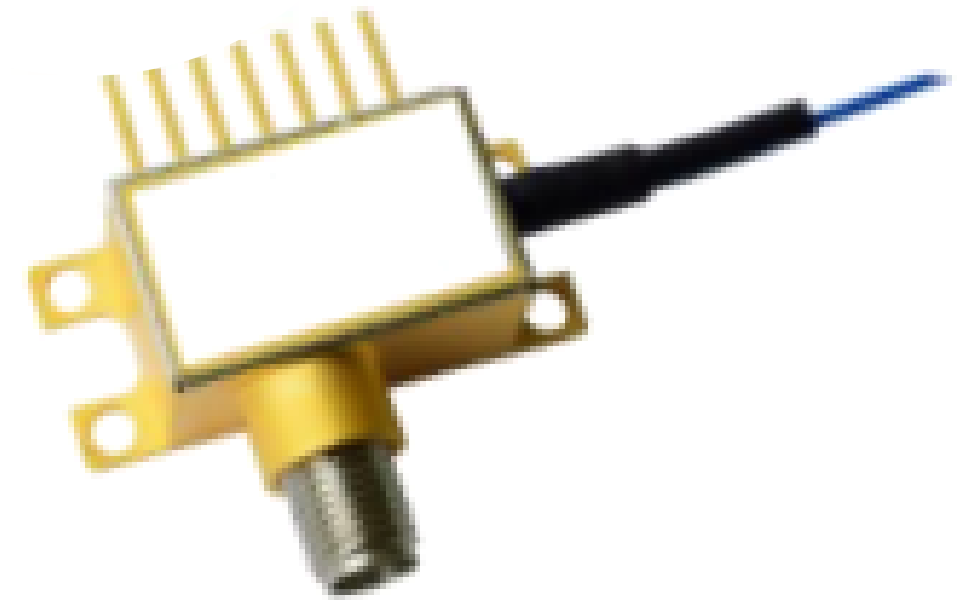
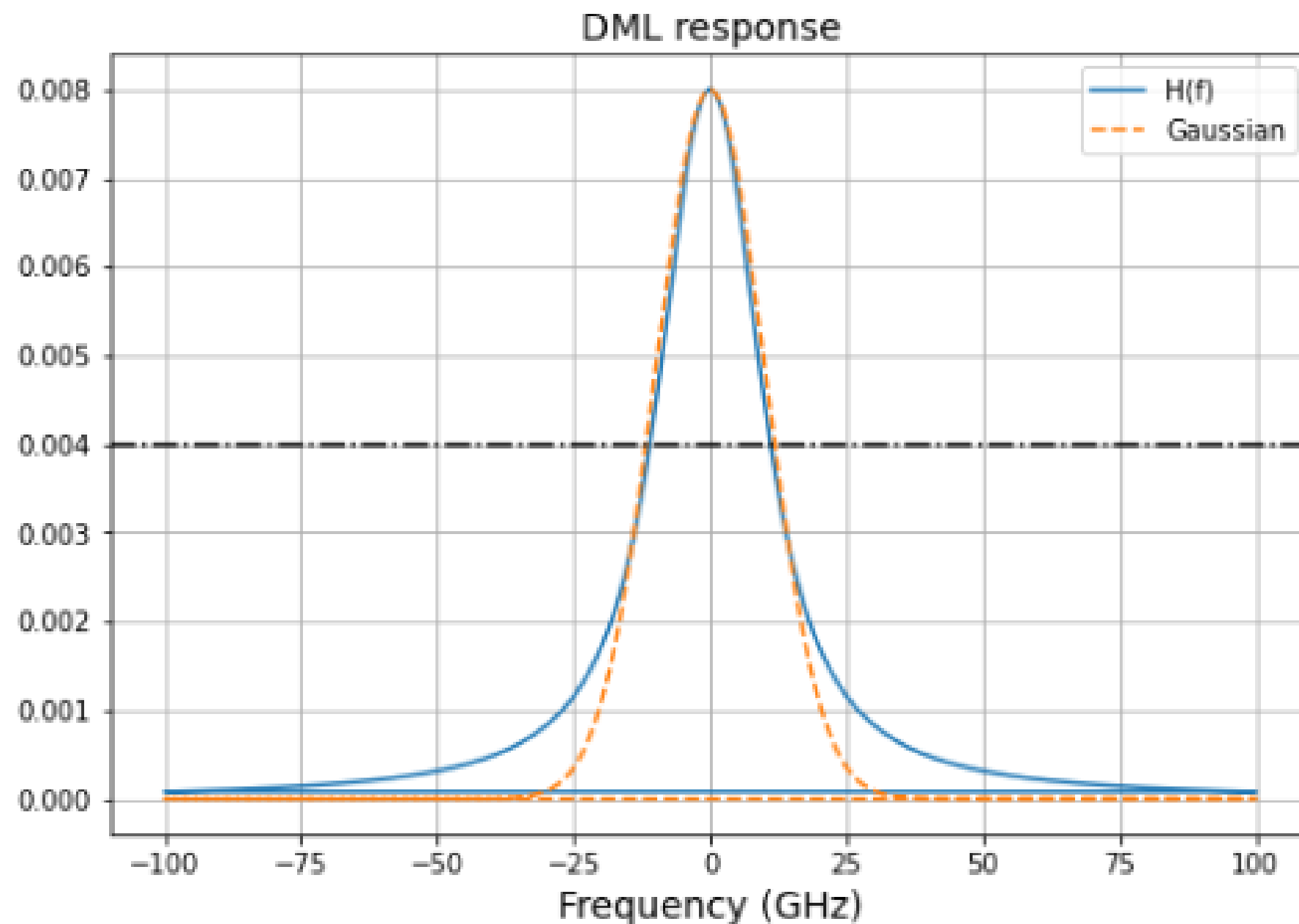


- Rolloff = 0.01

# Desenvolvimento



- Modelo do DML: DFB
- Potência óptica: 8 mW
- Banda de modulação: > 20GHz



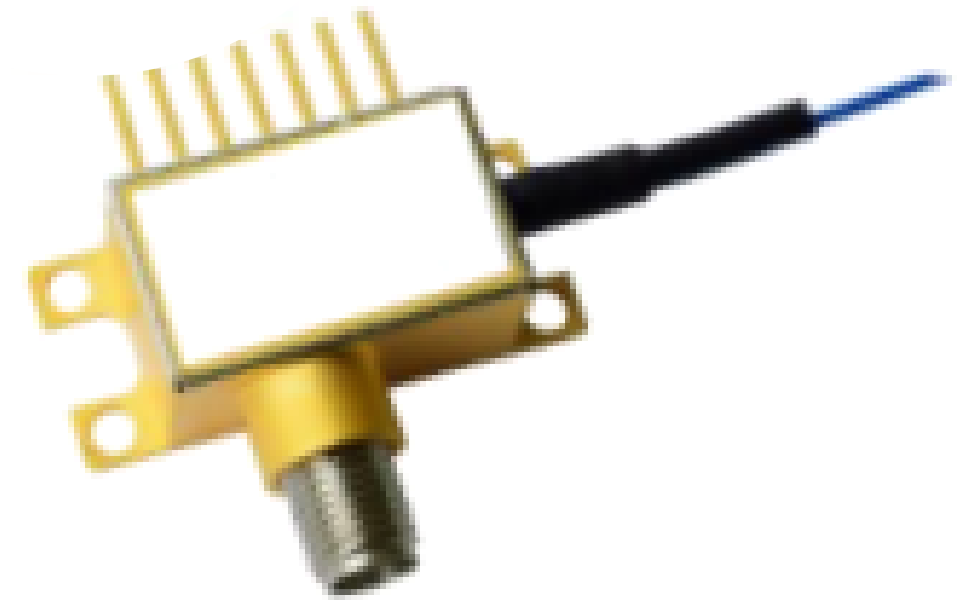
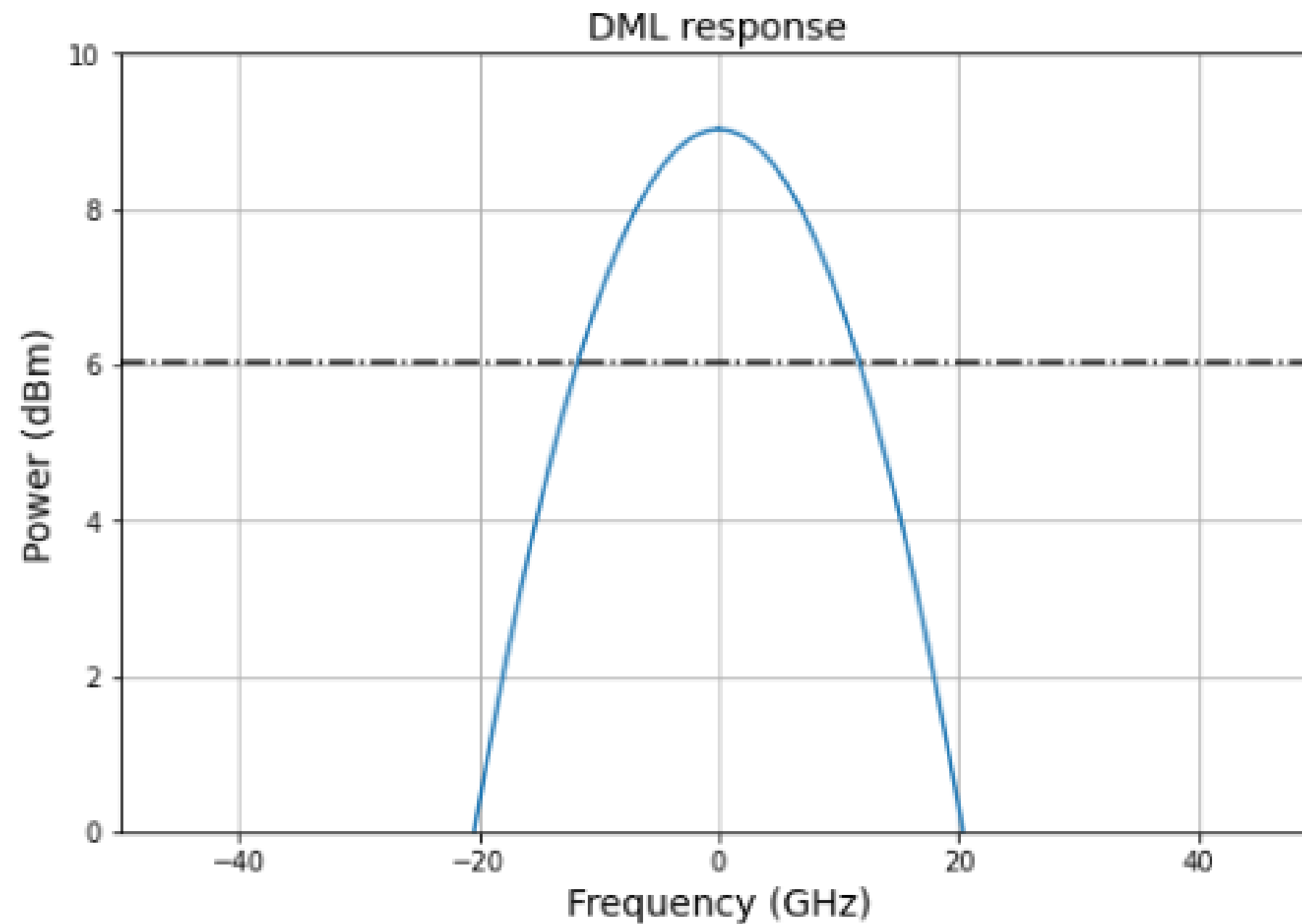
$$|H(f)|^2 = \frac{f_r^4}{(f^2 - f_r^2)^2 + f^2 \frac{\gamma_p^2}{(2\pi)^2}},$$

(Referência 4)

# Desenvolvimento

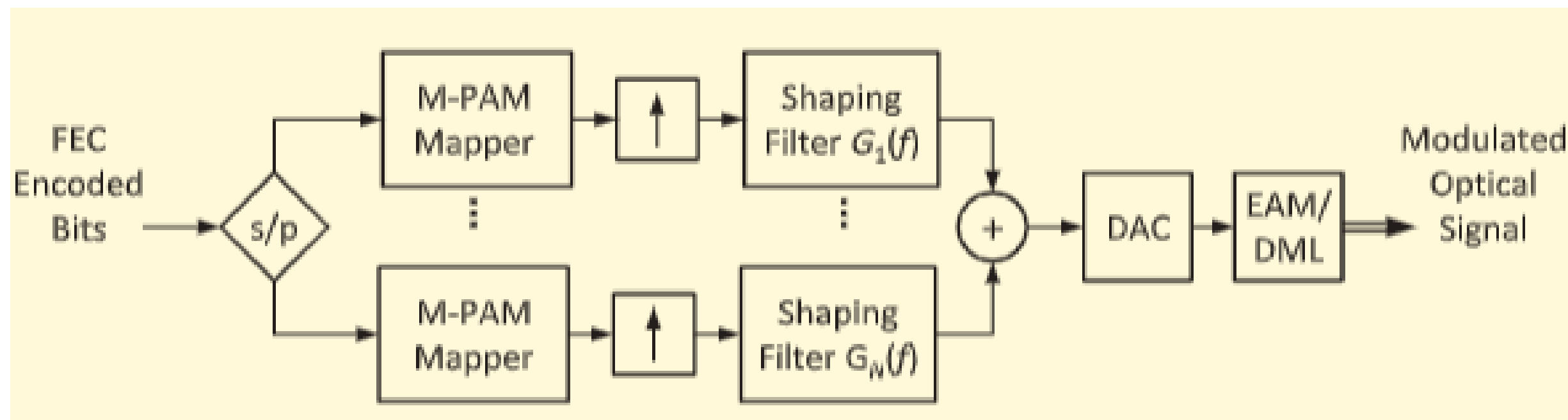
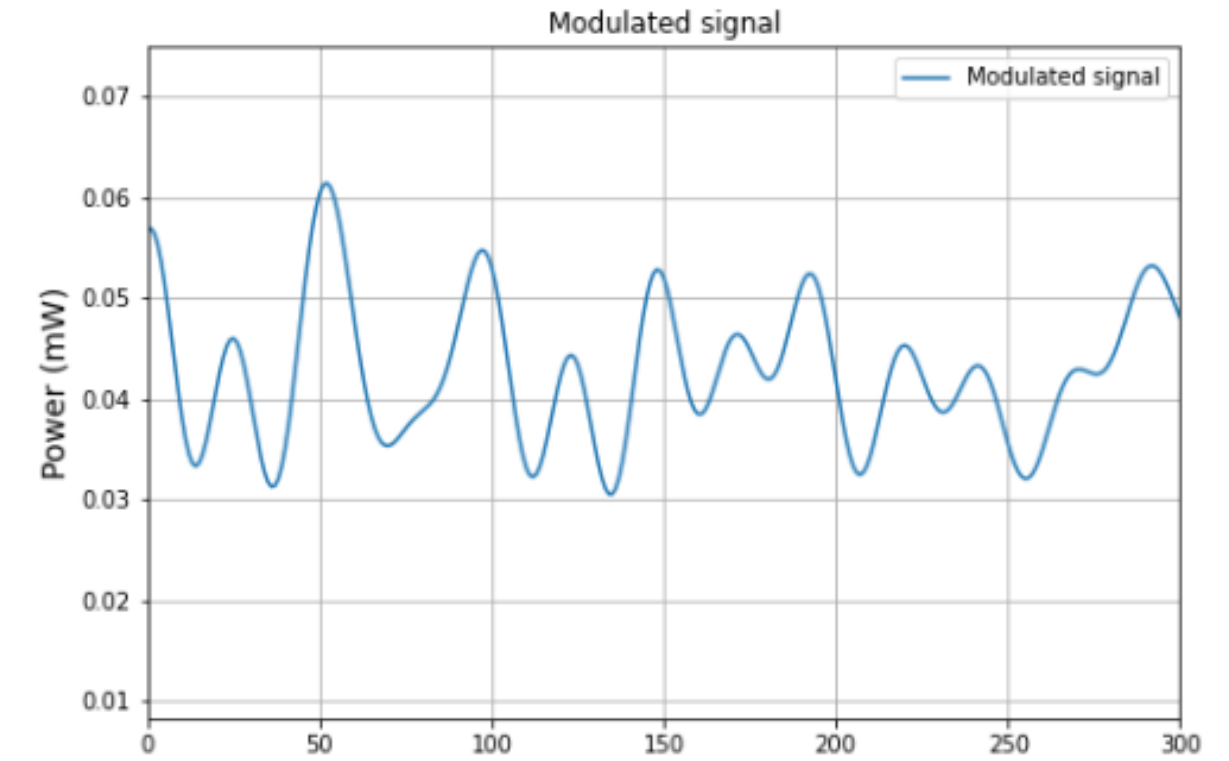
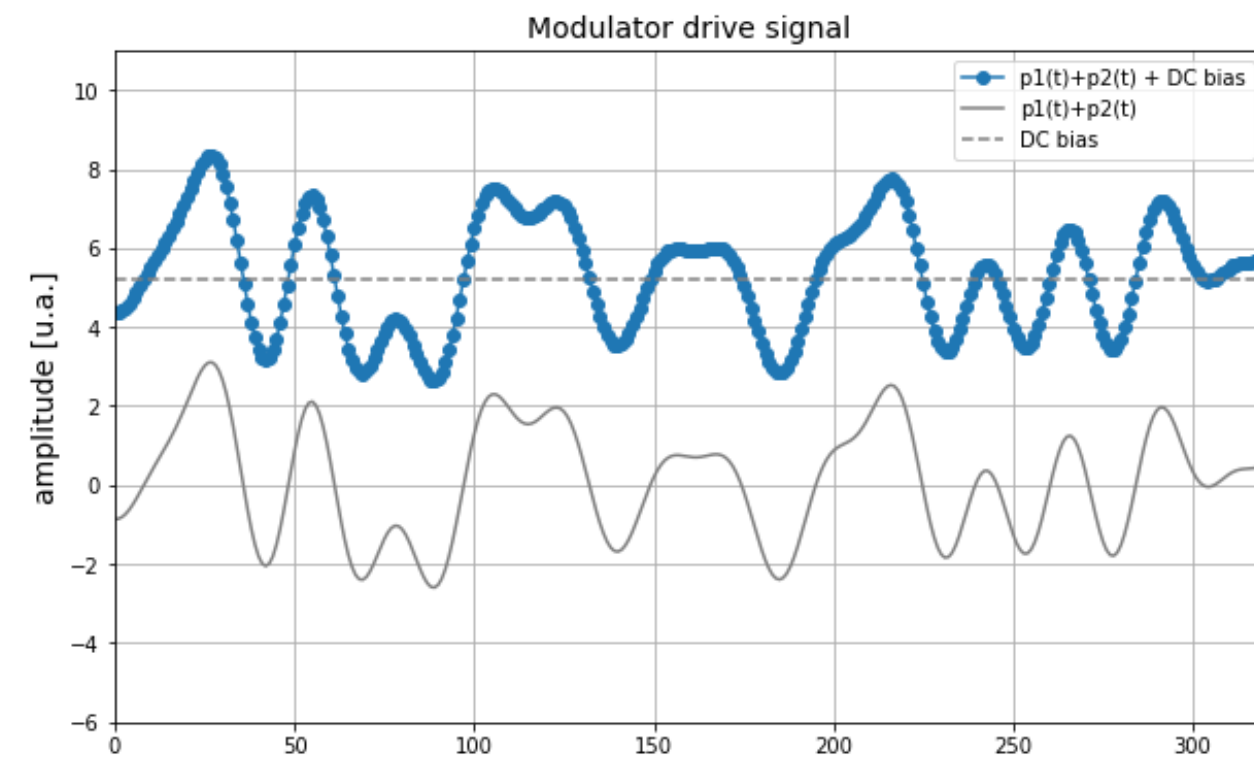
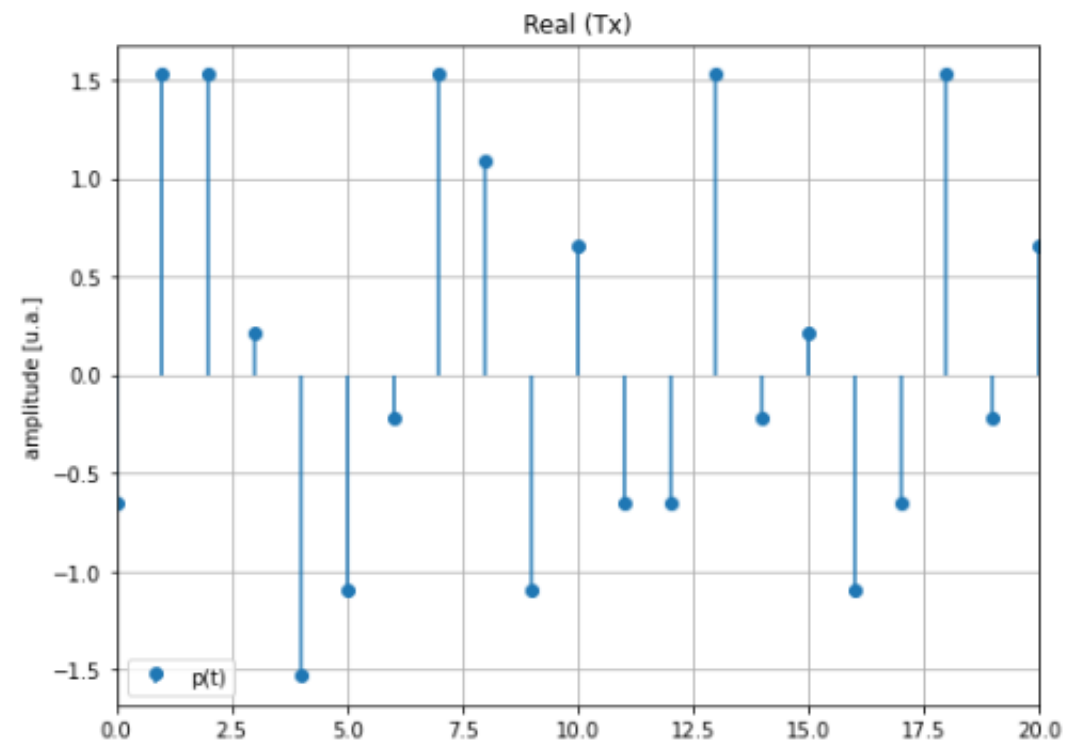


- Modelo do DML: DFB
- Potência óptica: 8 mW
- Banda de modulação:  $> 20\text{GHz}$

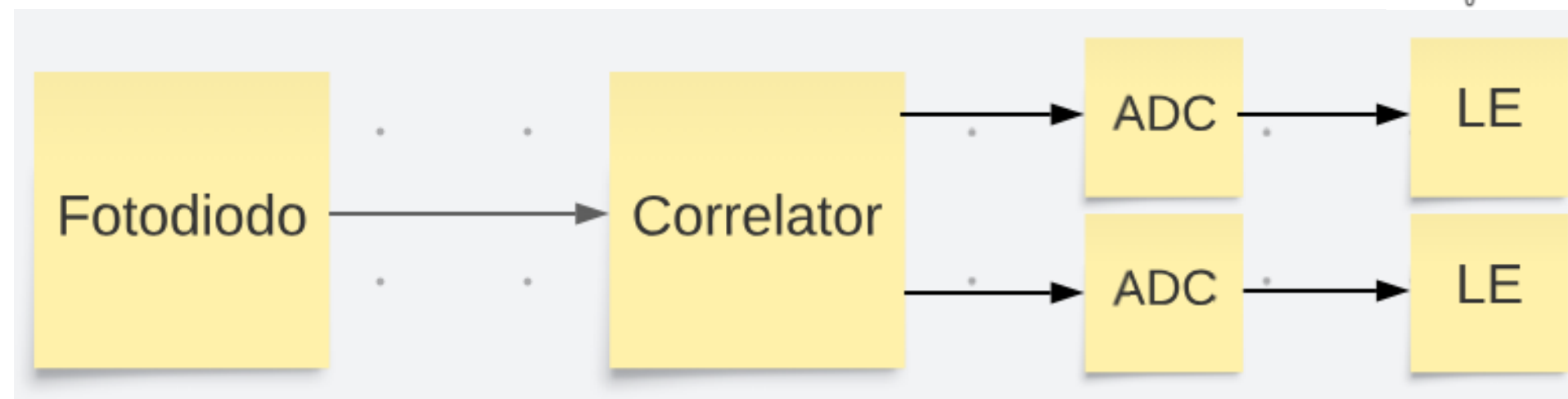
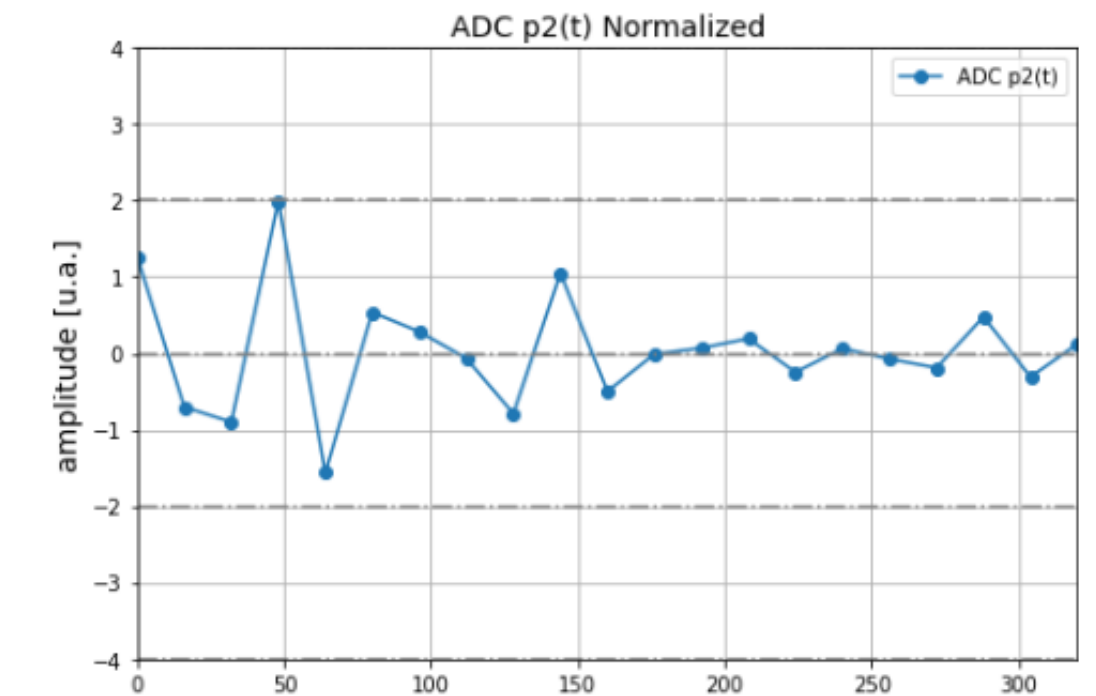
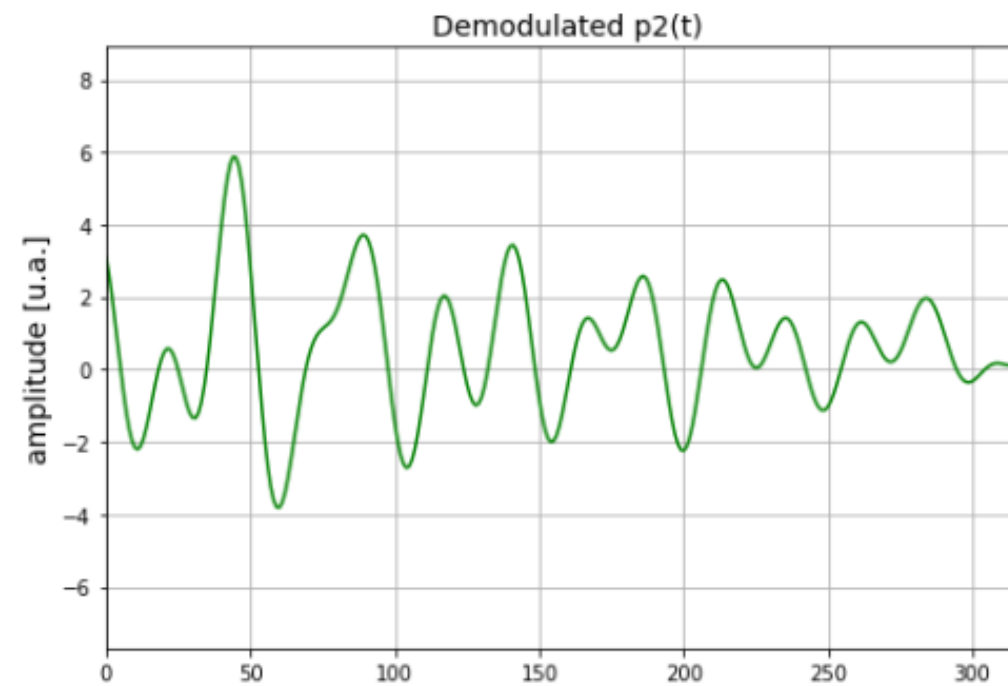
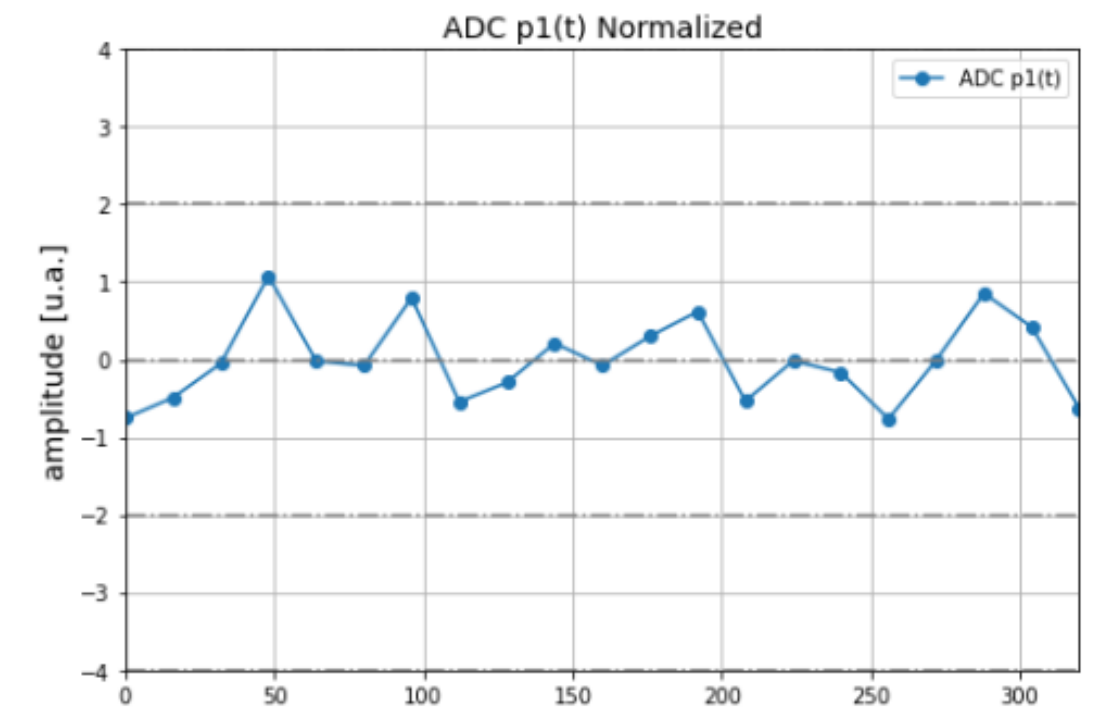
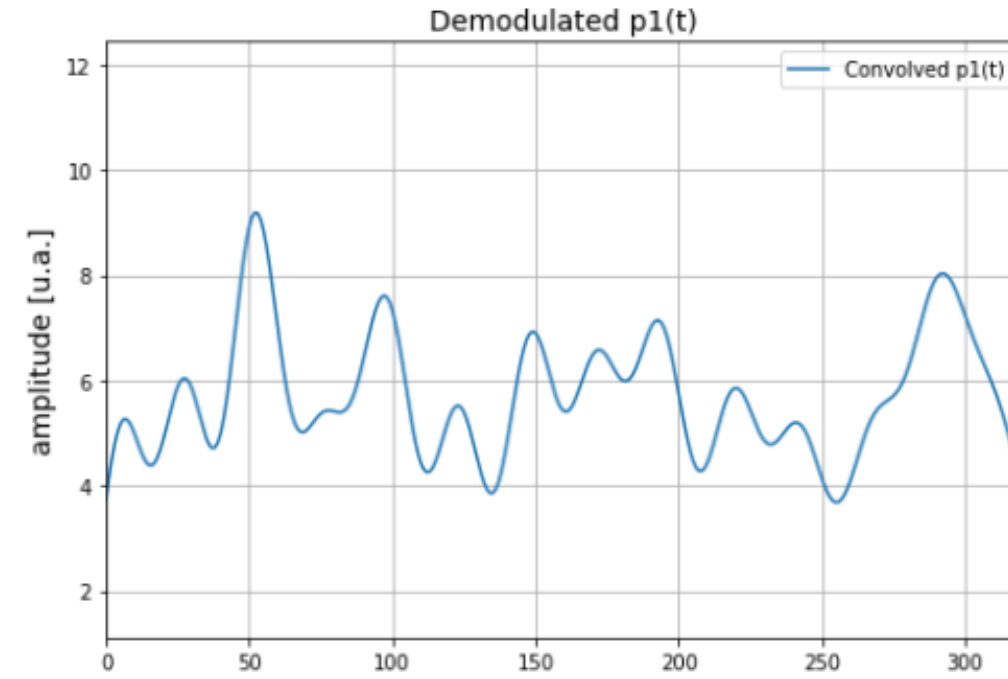
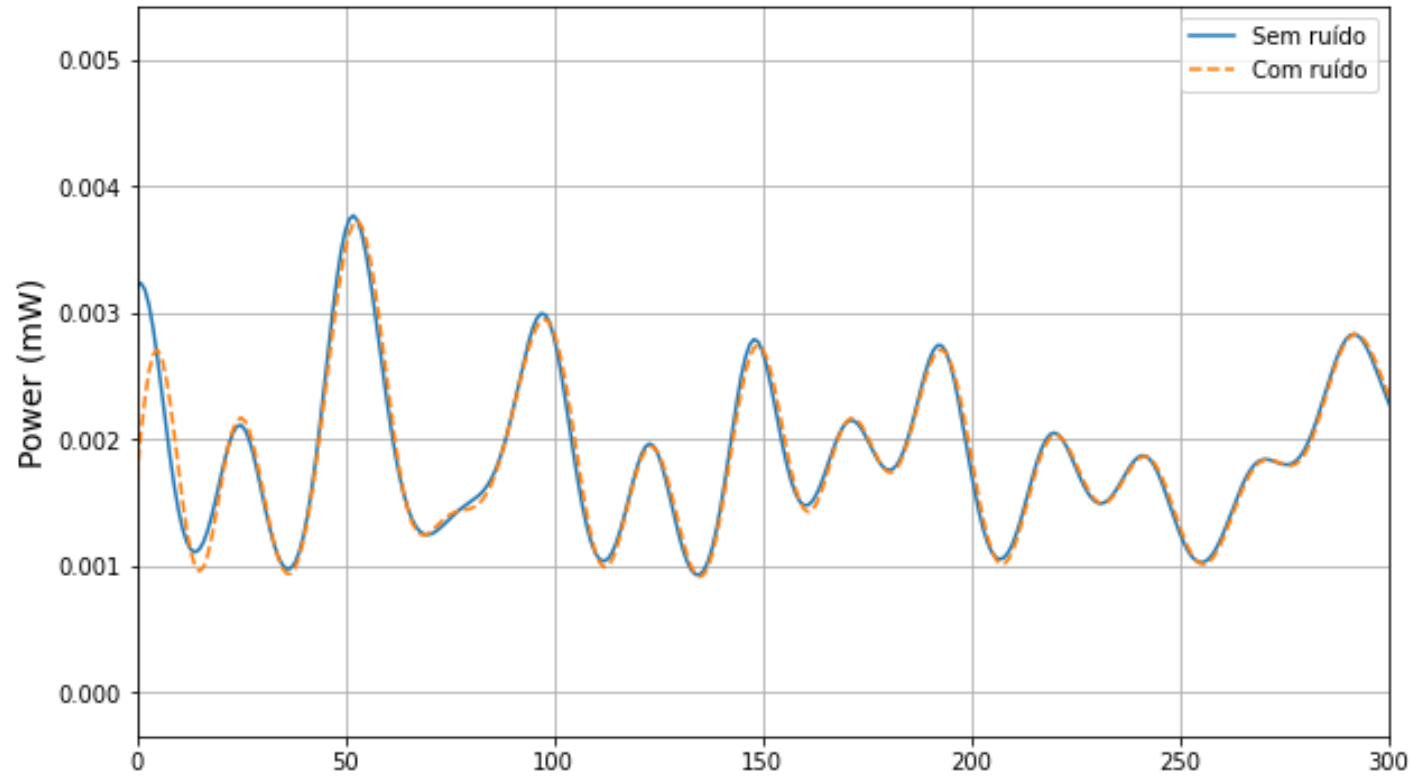




# Desenvolvimento



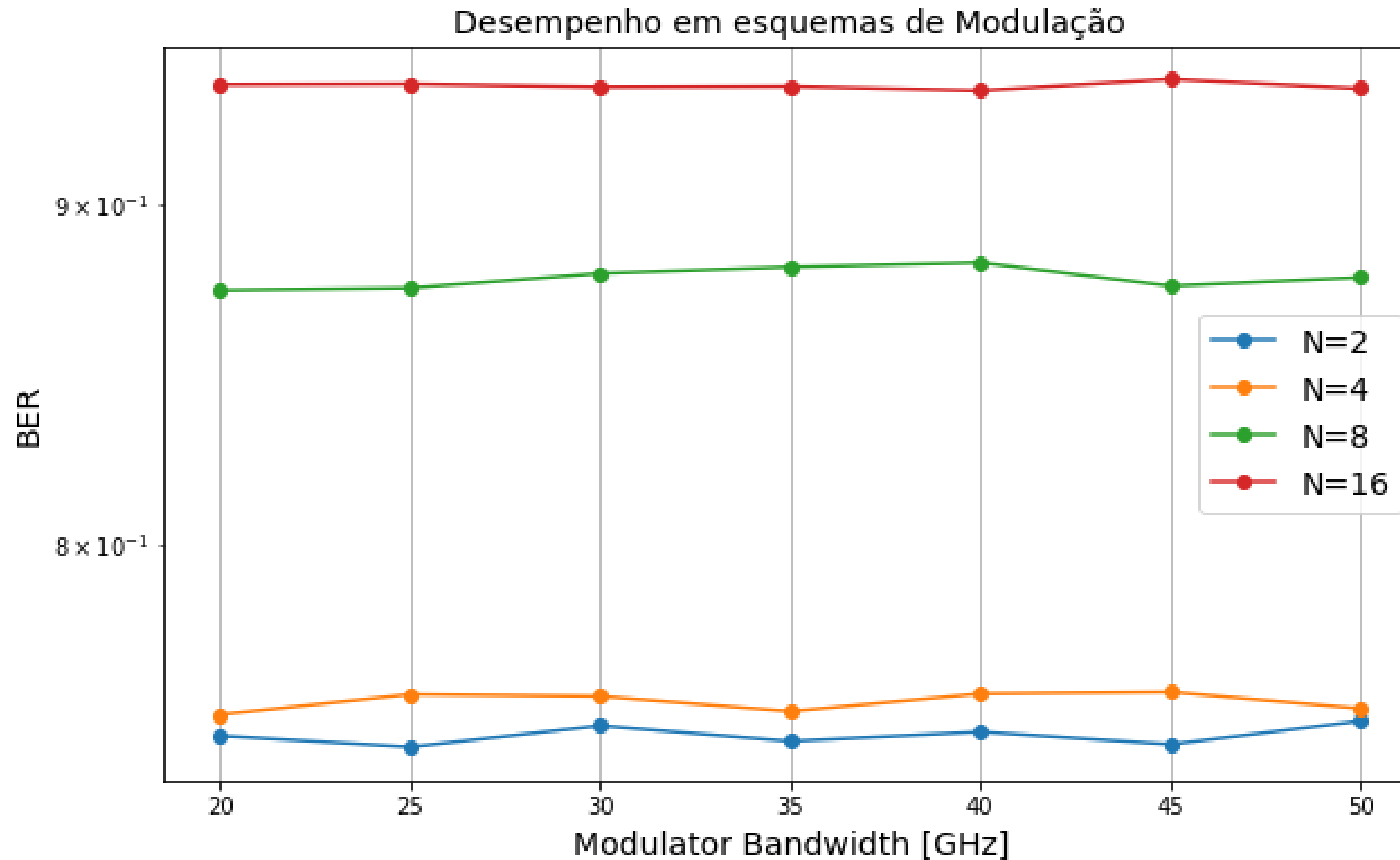
# Desenvolvimento



# Resultados

- Simulação BER x  $P_i$  (2-PAM, 4-PAM, 8-PAM, 16-PAM)

$P_i = -5$  dBm



# Conclusão



- Observando a BER, percebe-se pela ordem de grandeza a eficácia da modulação 4-PAM para enlaces menores (de baixa potência)
- A justificativa para o salto de uma modulação 4-PAM para 8-PAM poderia ser evidente em enlaces maiores, onde se utilizaria uma maior potência de saída (amplificadores Boost)

# Referências



- [1] J. G. Proakis, M. Salehi, Communication Systems Engineering, 2nd Edition, Pearson, 2002.
- [2] Repositório:  
<https://github.com/edsonportosilva/OpticalCommunications>
- [3] J. L. Wei, "Study of 100 Gigabit Ethernet Using Carrierless Amplitude/Phase Modulation and Optical OFDM," J. Lightwave Technol. 31, 1367-1373 (2013)
- [4] Shinji Matsuo and Takaaki Kakitsuka, "Low-operating-energy directly modulated lasers for short-distance optical interconnects," Adv. Opt. Photon. 10, 567-643 (2018)