

LOM3206 – ELETRÔNICA

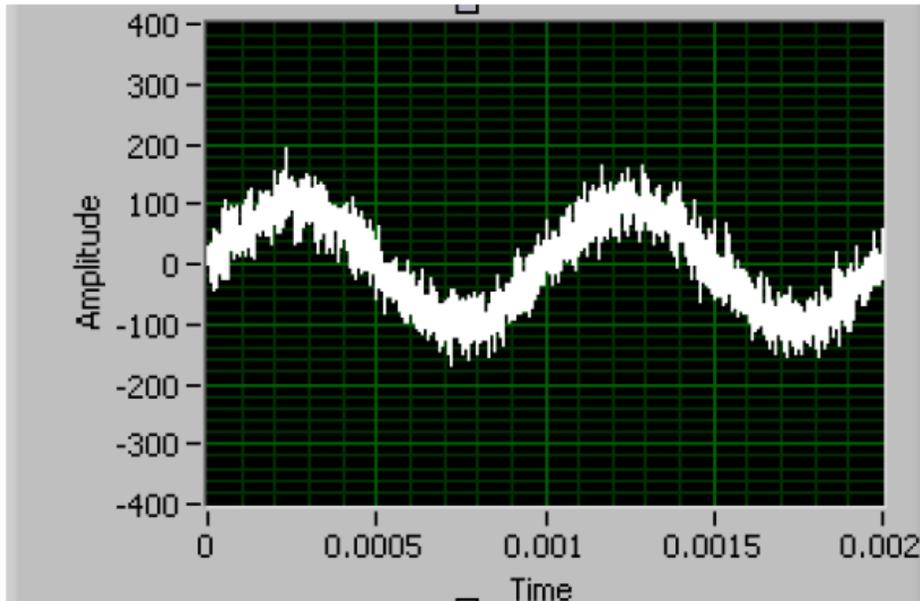
AULA 12

Prof. Dr. Emerson G. Melo

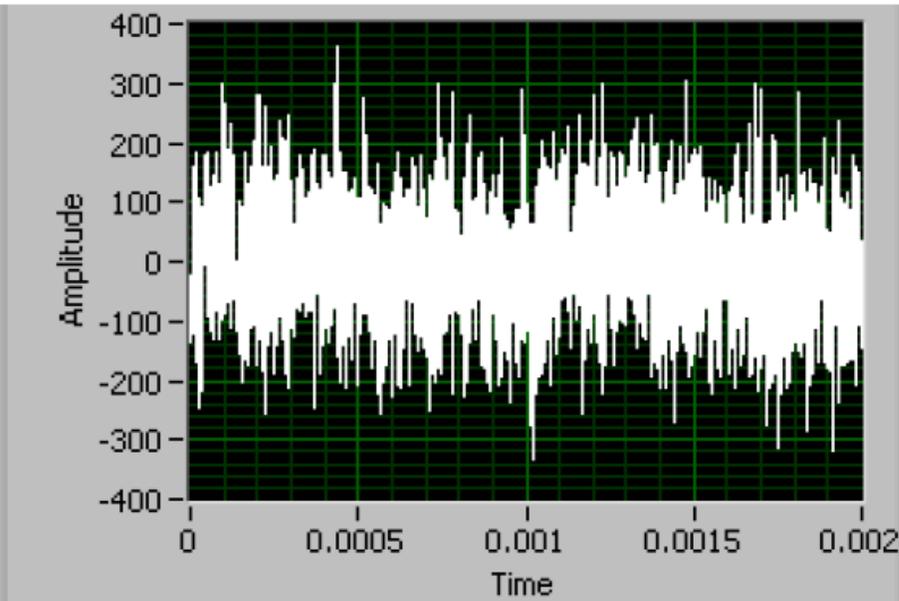
Amplificador Lock-in.

- Relação Sinal-Ruído (SNR): Indica a amplitude do sinal de interesse (A_S) em comparação com o ruído (A_R) gerado no experimento/processamento.

$$SNR = 20 \log_{10} \left(\frac{A_S}{A_R} \right)$$



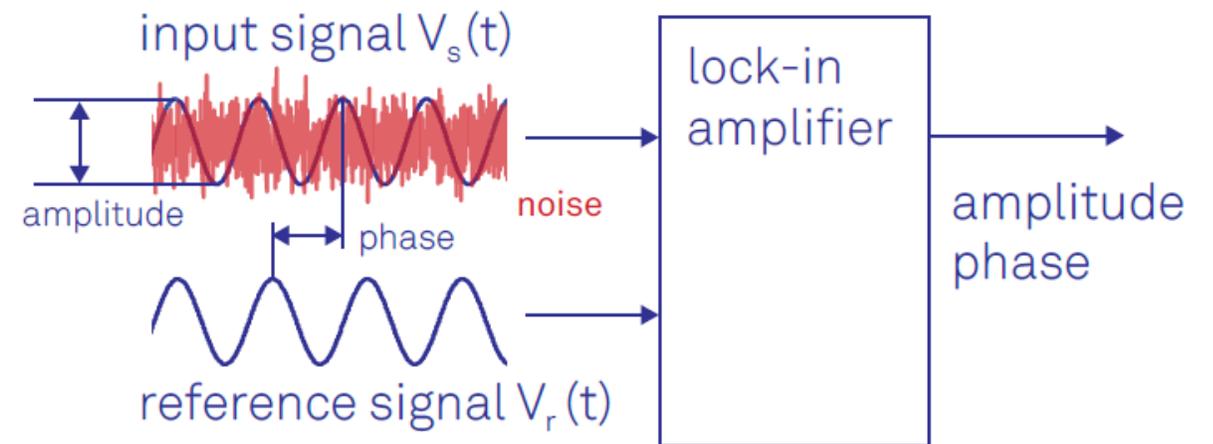
SNR = 6 dB



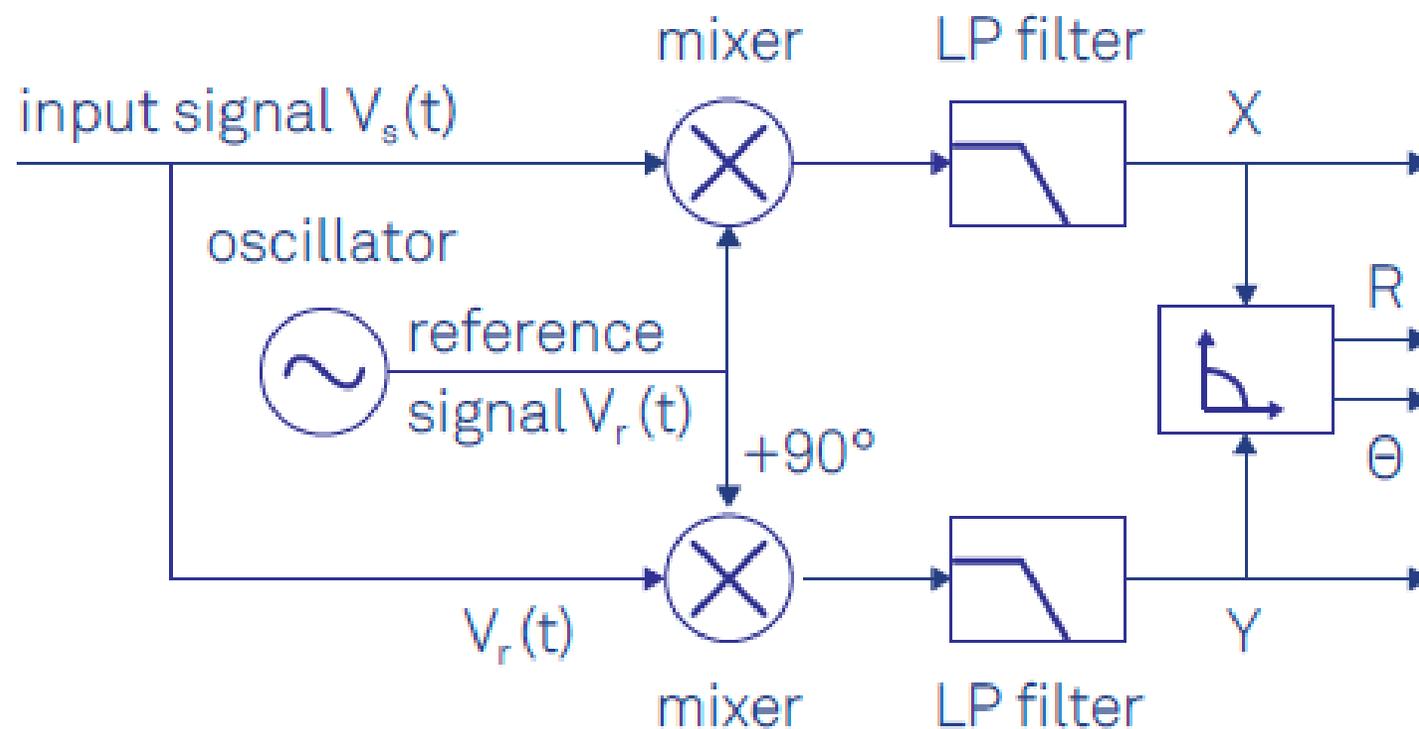
SNR = -2,5 dB

Amplificadores Lock-in

- São instrumentos utilizados para realizar medidas precisas da amplitude e fase de sinais elétricos sujeitos a um elevado nível de ruído.

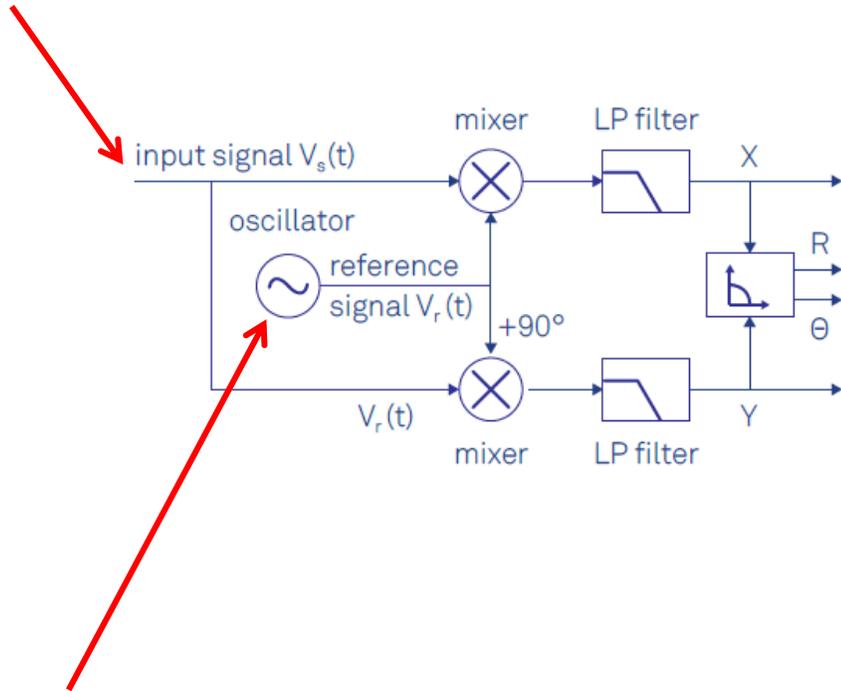


□ Fundamentos matemáticos.



Fundamentos matemáticos.

$$V_s(t) = A \cos(\omega_s t)$$



$$V_r(t) = B \cos(\omega_r t + \theta)$$

$$V_r(t) = B[\cos(\omega t) \cos(\theta) - \text{sen}(\omega t) \text{sen}(\theta)]$$

$$\omega_s = \omega_r = \omega$$

$$V_s(t)V_r(t) = AB \cos(\omega t) [\cos(\omega t) \cos(\theta) - \text{sen}(\omega t) \text{sen}(\theta)]$$

$$V_s(t)V_r(t) = AB[\cos^2(\omega t) \cos(\theta) - \cos(\omega t) \text{sen}(\omega t) \text{sen}(\theta)]$$

$$\cos^2(\omega t) = \frac{1}{2}[\cos(2\omega t) + 1]$$

$$\cos(\omega t) \text{sen}(\omega t) = \frac{1}{2}[\text{sen}(2\omega t)]$$

$$V_s(t)V_r(t) = AB \left\{ \frac{1}{2} [\cos(2\omega t) + 1] \cos(\theta) - \frac{1}{2} [\text{sen}(2\omega t)] \text{sen}(\theta) \right\}$$

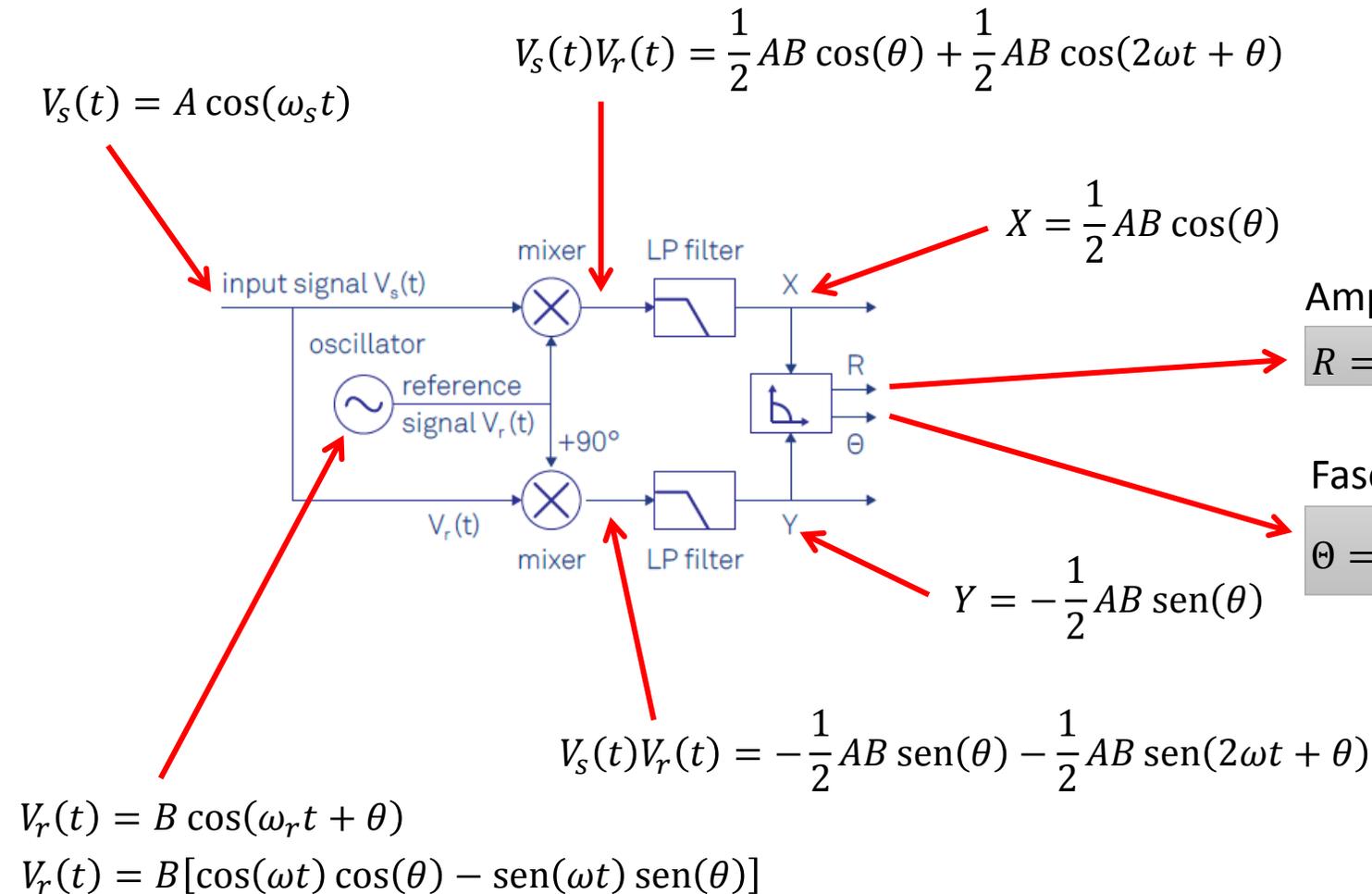
$$V_s(t)V_r(t) = \frac{1}{2} AB \{ \cos(2\omega t) \cos(\theta) + \cos(\theta) - \text{sen}(2\omega t) \text{sen}(\theta) \}$$

$$V_s(t)V_r(t) = \frac{1}{2} AB \cos(\theta) + \frac{1}{2} AB \{ \cos(2\omega t) \cos(\theta) - \text{sen}(2\omega t) \text{sen}(\theta) \}$$

$$\cos(2\omega t) \cos(\theta) - \text{sen}(2\omega t) \text{sen}(\theta) = \cos(2\omega t + \theta)$$

$$V_s(t)V_r(t) = \frac{1}{2} AB \cos(\theta) + \frac{1}{2} AB \cos(2\omega t + \theta)$$

Fundamentos matemáticos.



$$V_s(t)V_r(t) = \frac{1}{2}AB \cos(\theta) + \frac{1}{2}AB \cos(2\omega t + \theta)$$

$$V_s(t)V_r(t) = \frac{1}{2}AB \cos(\theta + 90^\circ) + \frac{1}{2}AB \cos(2\omega t + \theta + 90^\circ)$$

$$V_s(t)V_r(t) = -\frac{1}{2}AB \text{sen}(\theta) - \frac{1}{2}AB \text{sen}(2\omega t + \theta)$$

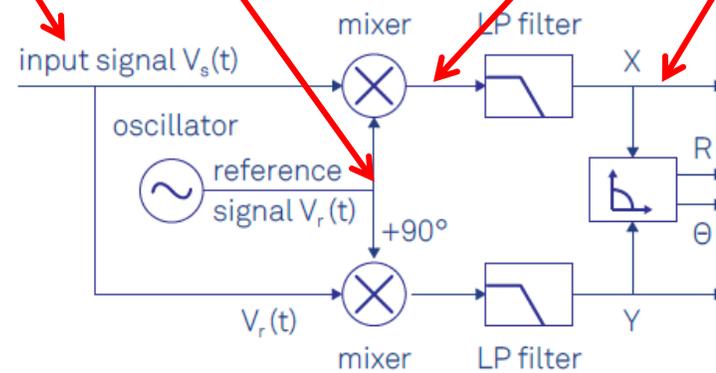
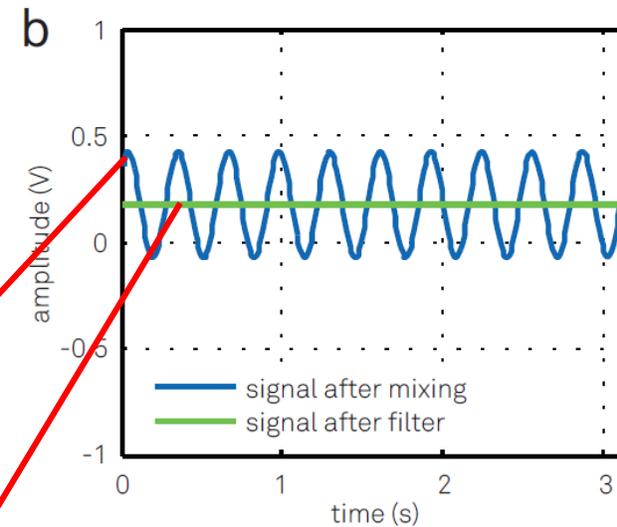
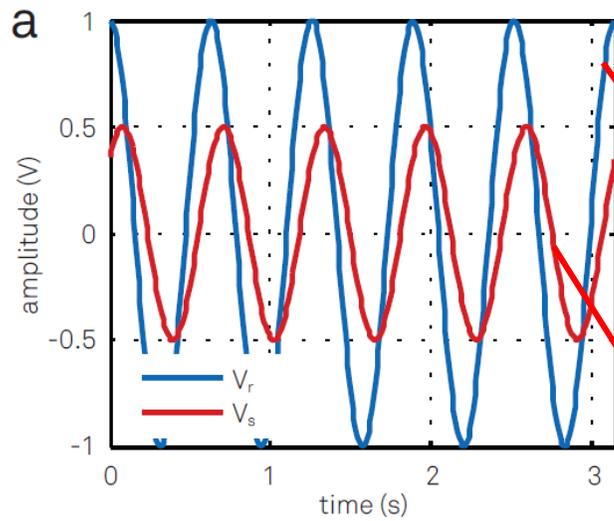
Amplitude

$$R = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

Fase

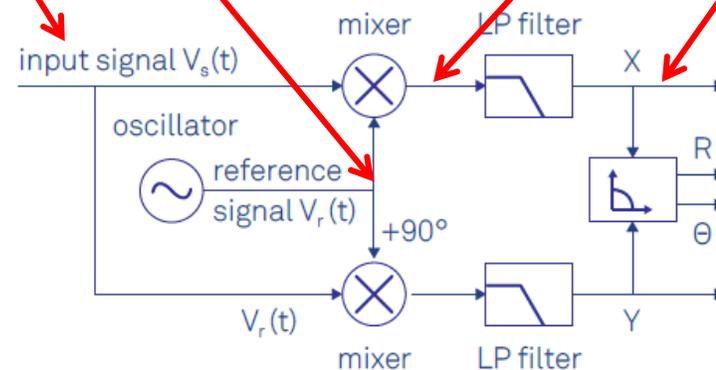
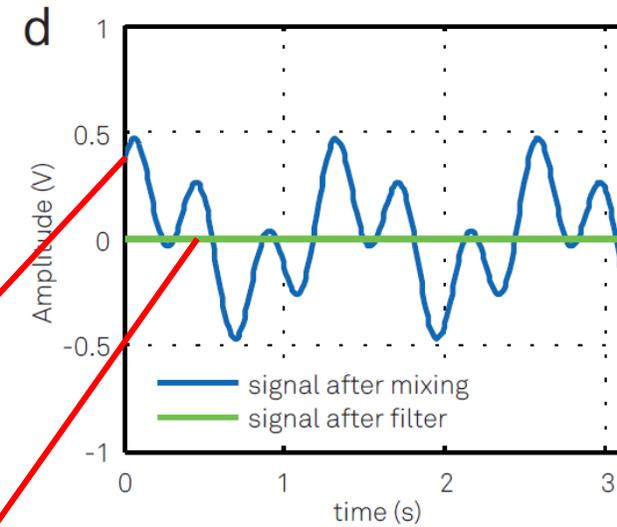
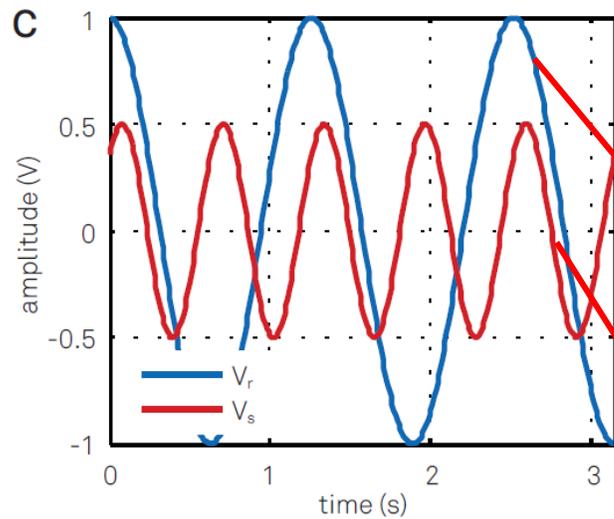
$$\Theta = \tan^{-1} \frac{Y}{X}$$

☐ Sinal de Entrada e Sinal de Referência com Mesma Frequência.



Com sinais de mesma frequência a informação de amplitude do sinal de entrada em relação ao sinal de referência é recuperada após o filtro passa baixa.

☐ Sinal de Entrada e Sinal de Referência com Frequências Diferentes.



Com sinais de frequências diferentes o valor médio do sinal após a filtragem é nulo. Assim é obtida alta rejeição a ruídos.

- A capacidade de recuperar um sinal está fortemente relacionada com a largura de banda do filtro passa baixas.

$$\frac{SNR_o}{SNR_i} = \frac{B_i}{B_o}$$

SNR_o - Relação sinal-ruído do ruído na saída do amplificador

SNR_i - Relação sinal-ruído do ruído na entrada do amplificador

B_o - Largura de banda do filtro passa-baixas do amplificador

B_i - Largura de banda do ruído na entrada do amplificador

Referências Bibliográficas

- ❑ Boylestad, Robert L.; Nashelsky, Louis “Dispositivos Eletrônicos e Teoria de Circuitos”, 6 ed., Rio de Janeiro, LTC (1998).
- ❑ Boylestad, Robert L.; Nashelsky, Louis “Electronic Devices and Circuit Theory”, 11 ed., Boston, Pearson (2013).