

Aula 7

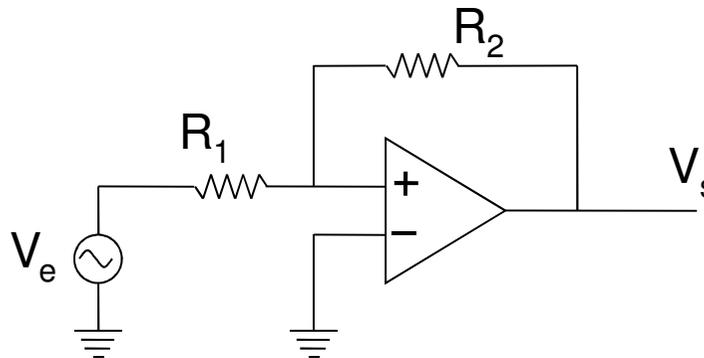
Amplificadores Operacionais

Op Amp III

Realimentação de malha fechada

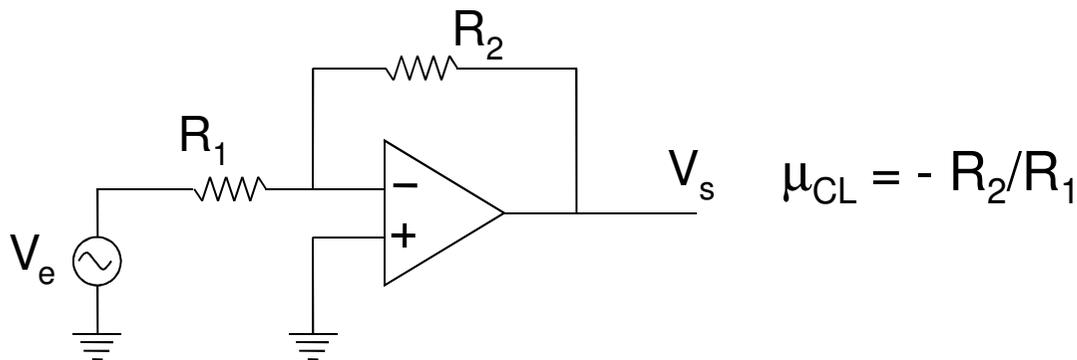
Realimentação positiva:

Conduz o circuito a instabilidade
Utilizado em circuitos osciladores



Realimentação negativa: Amplificador *inversor*

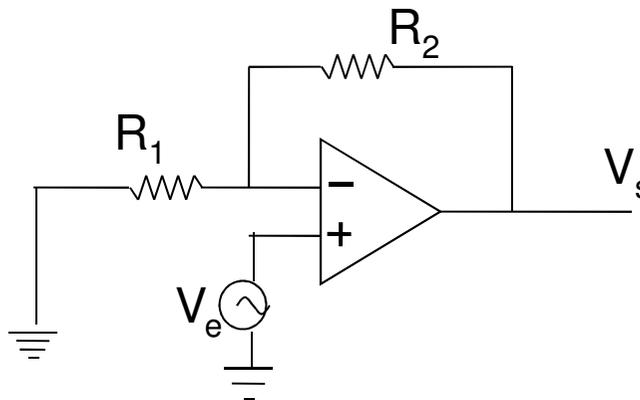
Sinal de saída é defasado de 180°
em relação ao de entrada



$$\mu_{CL} = - R_2/R_1$$

Realimentação negativa: Amplificador *não-inversor*

Sinal de saída é em fase com o
de entrada

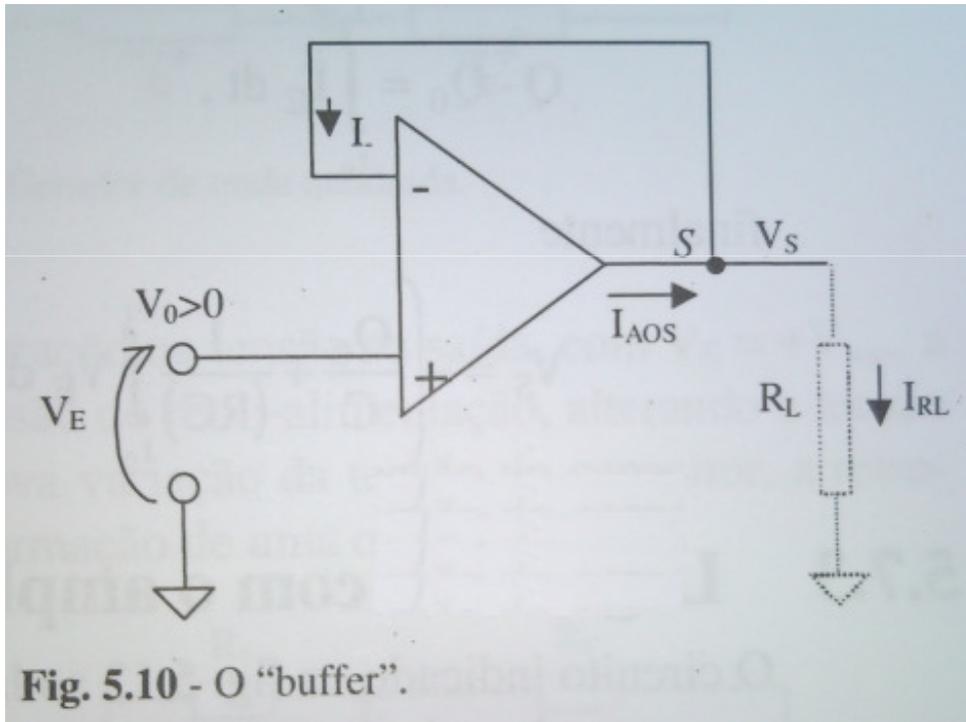


$$\mu_{CL} = 1 + R_2/R_1$$

Buffer:

Amplificador *não-inversor*

$$\mu_{CL} = 1 + R_2/R_1 \quad \begin{matrix} R_2 = 0 \\ R_1 = \infty \end{matrix} \quad \longrightarrow \quad \mu_{CL} = 1$$



- Isolador de estágios
- Reforçador de corrente
- Casador de impedâncias

Ganho:

$$\mu_{CL} = V_S / V_0$$

$$\mu_{CL} \text{ (dB)} = 20 \log (V_S / V_0)$$

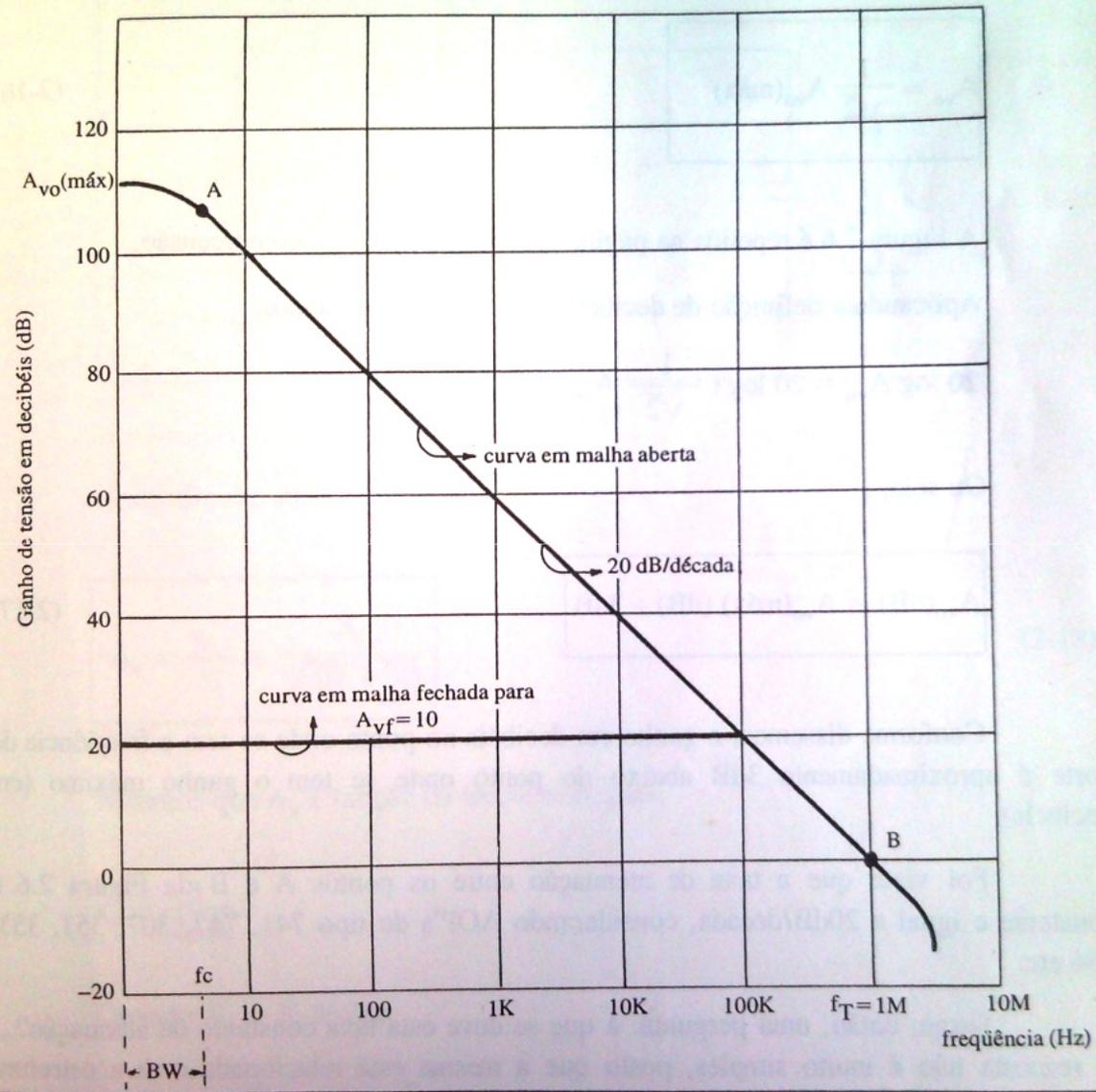
$$\mu_{CL} = 1 \rightarrow \mu_{CL} \text{ (dB)} = 0$$

$$\mu_{CL} = 10 \rightarrow \mu_{CL} \text{ (dB)} = 20$$

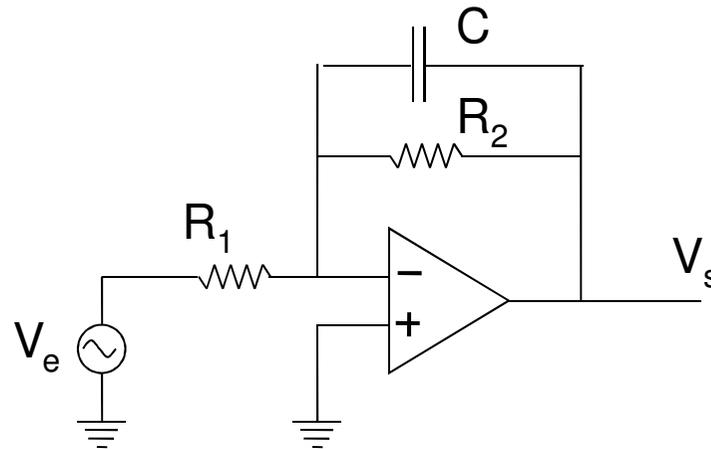
$$\mu_{CL} = 10^2 \rightarrow \mu_{CL} \text{ (dB)} = 40$$

$$\mu_{CL} = 10^3 \rightarrow \mu_{CL} \text{ (dB)} = 60$$

Ganho de tensão em malha aberta versus frequência



Filtro ativo passa-baixa:



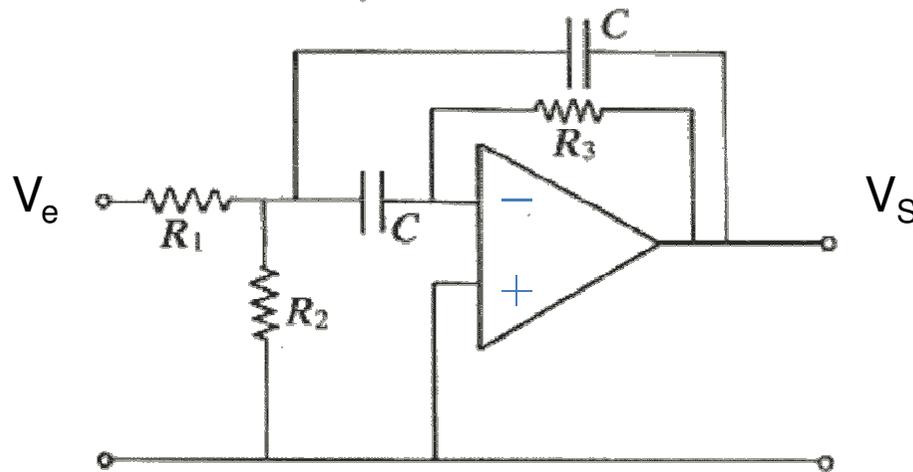
$$|V_S/V_e| = R_2 / (R_1 (1 + (\omega CR_2)^2)^{1/2}) *$$

$$\text{Para } \omega = \omega_c = (R_2 C)^{-1} \rightarrow V_S/V_e = R_2 / (R_1 \sqrt{2})$$

- Se $\omega < \omega_c \rightarrow$ amplificador com ganho $- R_2/R_1$
- Se $\omega > \omega_c \rightarrow$ filtro (atenuação)

* PLD: deduzir

Filtro ativo passa-banda:



$$R_1 = Q_0 / \omega_0 C K$$

$$R_2 = Q_0 / \omega_0 C (2Q_0^2 - K)$$

$$R_3 = 2 Q_0 / \omega_0 C$$

Onde:

Fator de qualidade:

$$Q_0 = f_0 / BW$$

Ganho:

$$K = R_3 / 2R_1$$

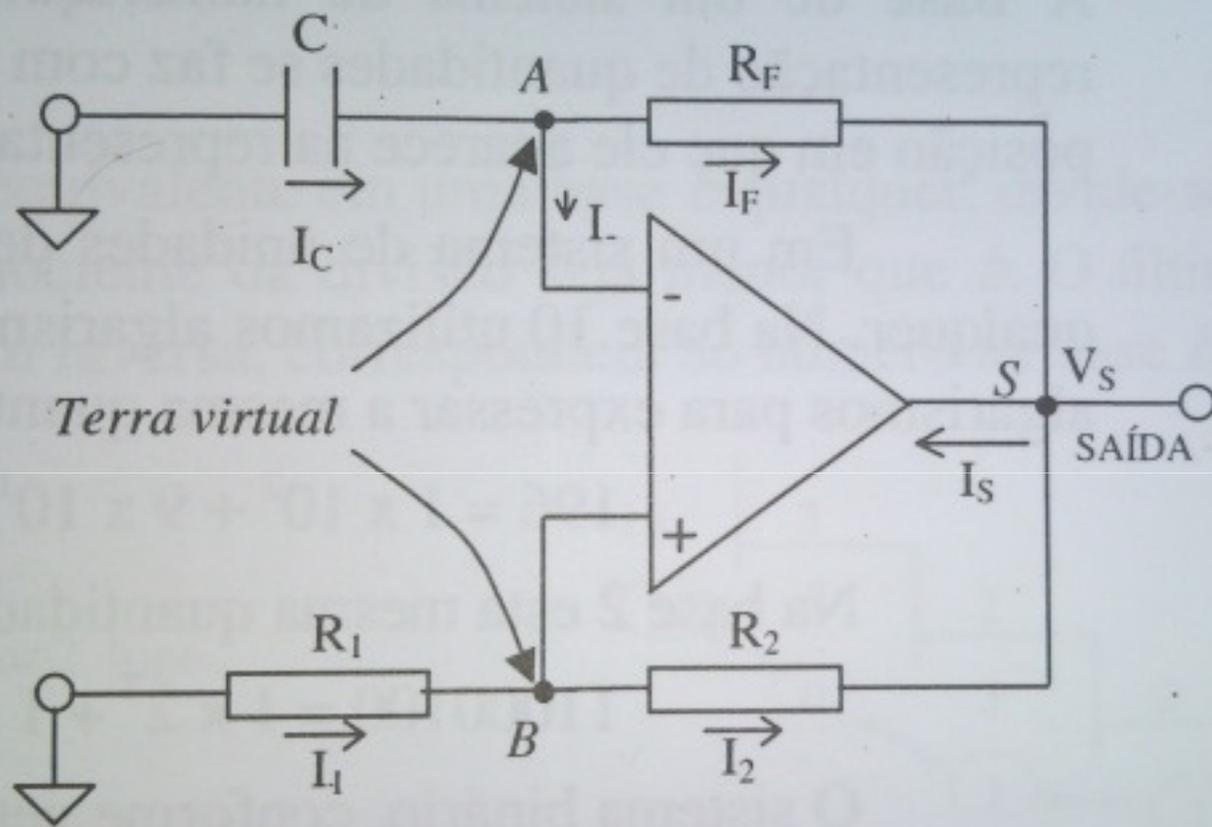
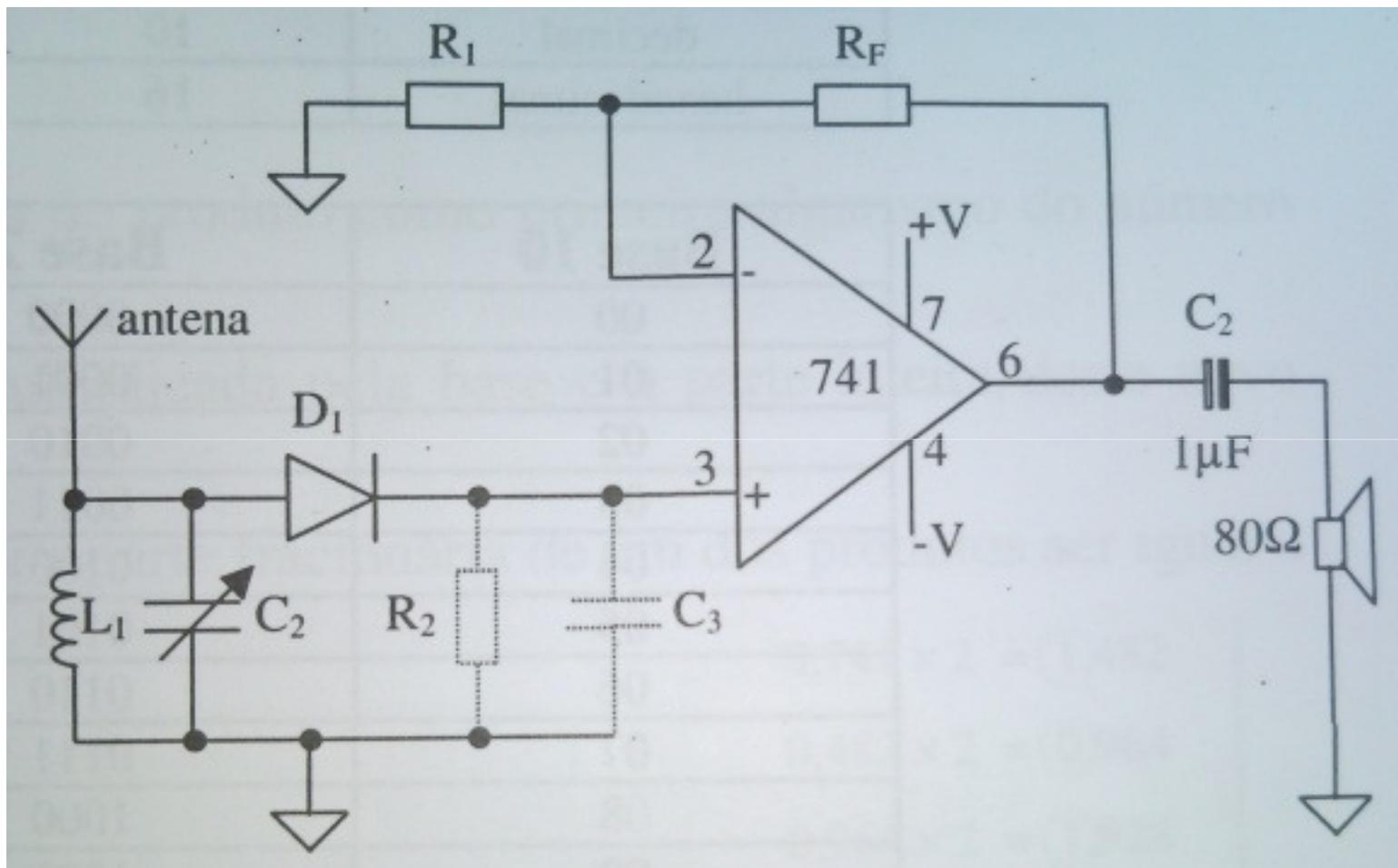


Fig. 5.14 - Gerador de onda quadrada.

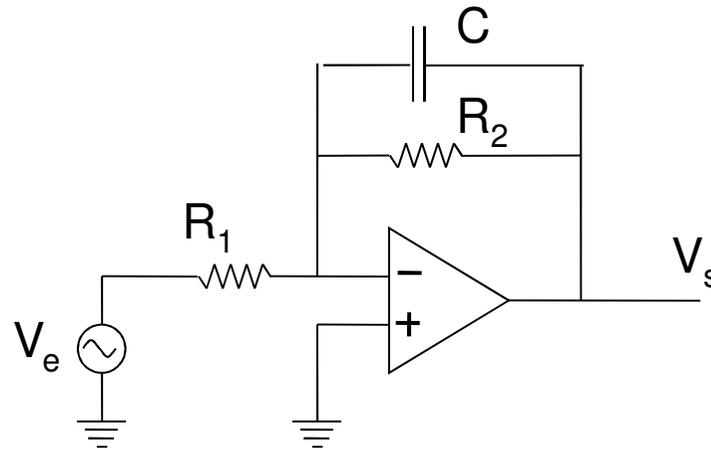
Receptor de rádio AM:



Realimentação negativa, amplificador *não-inversor*

Atividade:

Projete, monte e teste um filtro ativo passa baixa que deverá converter uma onda quadrada de 1KHz, com 5V de amplitude em uma onda senoidal com também 5V de amplitude e com 1KHz.



$$|V_s/V_e| = R_2 / (R_1(1 + (\omega CR_2)^2)^{1/2}) *$$

$$\text{Para } \omega = \omega_c = (R_2 C)^{-1} \rightarrow V_s/V_e = R_2 / (R_1 \sqrt{2})$$

* PLD: deduzir

- Se $\omega < \omega_c \rightarrow$ amplificador com ganho $- R_2/R_1$
- Se $\omega > \omega_c \rightarrow$ filtro (atenuação)