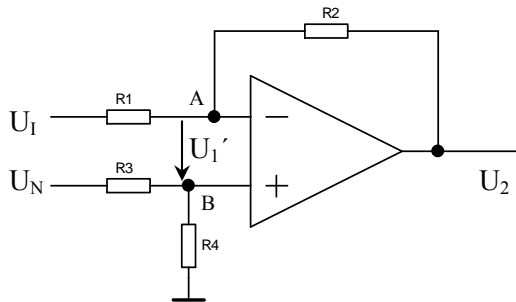


Operační zesilovače

Rozdílový (diferenciální) zesilovač



A.

$$\frac{U_2}{U_N} = -\frac{R2}{R1}$$

B.

$$U_B = U_N \cdot \frac{(R4)}{R3 + R4}$$

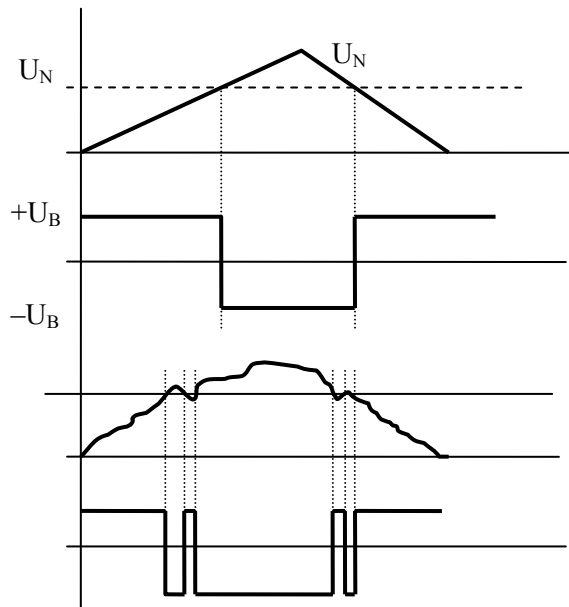
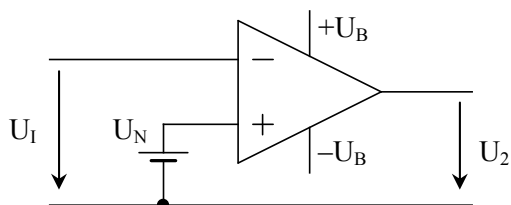
$$\begin{aligned} \frac{U_2}{U_B} &= \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) \Rightarrow U_2 = U_B \cdot \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) = \\ &= U_N \cdot \frac{R4}{R3 + R4} \cdot \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) \end{aligned}$$

$$U_2 = A_U \cdot U_1' = A_U \cdot (U_I - U_N) = U_N \cdot \frac{R4}{R3 + R4} \cdot \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) - U_I \cdot \frac{R2}{R1}$$

$$\frac{R4}{R3} = \frac{R2}{R1} \Rightarrow R4 = R2 \wedge R3 = R1$$

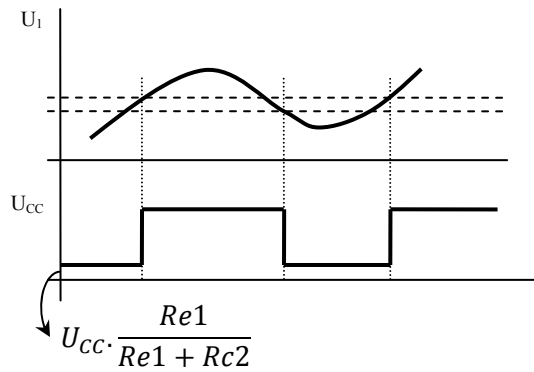
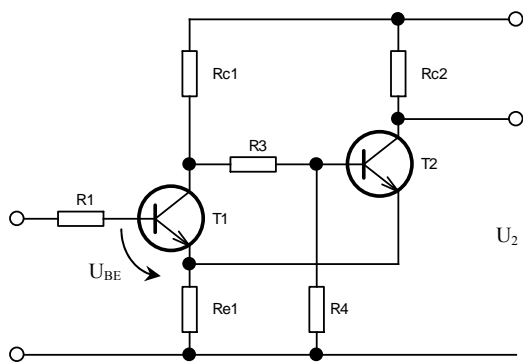
$$U_2 = U_N \cdot \frac{R2}{R1 + R2} \cdot \left(\frac{R1 + R2}{R1}\right) - U_I \cdot \frac{R2}{R1} = \frac{R2}{R1} \cdot (U_N - U_I)$$

Operační zesilovač jako komparátor



- Máme-li analogový signál, který je rušený, potom v okamžiku překlopení nastává hystereze, která se projevuje. Hysterezi odstraníme kladnou zpětnou vazbou.

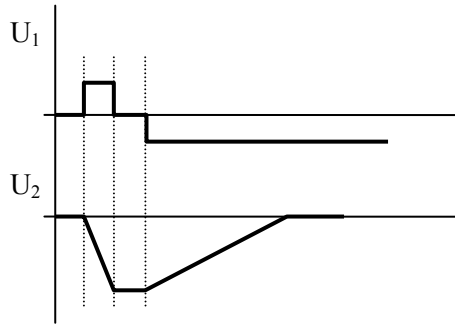
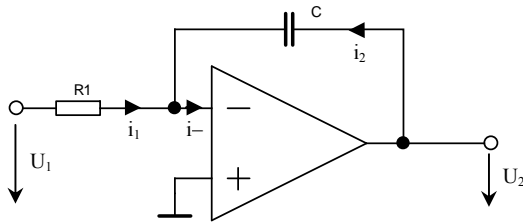
Schmittův klopný obvod



- Napětí U_1 musí být pro otevření větší než pro zavření.

 1. T1 zavřen ($U_1 < U_{BE} + Re1 \cdot I_{e2}$) a T2 je otevřen ($I_{BT2} = U_{CC}, Rc1, R3$)
 2. $U_1 > U_{BE} + Re1 \cdot I_{e2}$, T1 se otevře a T2 se zavře
 3. $U_1 < U_{BE} + Re1 \cdot I_{e2}$, tranzistor T1 se zavře a T2 se otevře

Operační zesilovač jako integrátor



$$i_- = i_1 + i_2$$

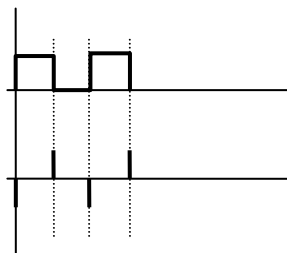
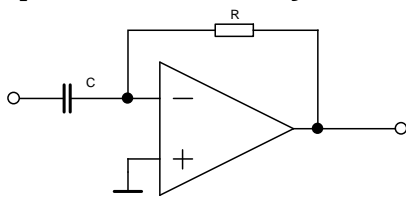
$$i_1 = -i_2$$

$$\frac{U_1}{R1} = C \cdot \frac{dU_2}{dt} \quad | \cdot \frac{1}{C}$$

$$\frac{U_1}{C \cdot R1} = \frac{dU_2}{dt}$$

$$u_2(t) = -\frac{1}{R1 \cdot C} \cdot \int u_1(t) \cdot dt$$

Operační zesilovač jako derivátor



$$i_2 = \frac{U_2}{R}$$

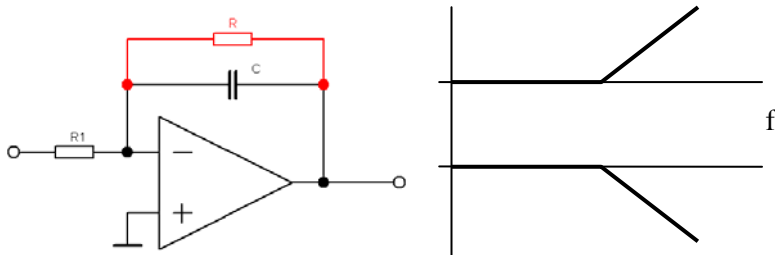
$$i_1 = C \cdot \frac{dU_1}{dt}$$

$$i_2 = -i_1$$

$$\frac{U_2}{R} = -C \cdot \frac{dU_1}{dt}$$

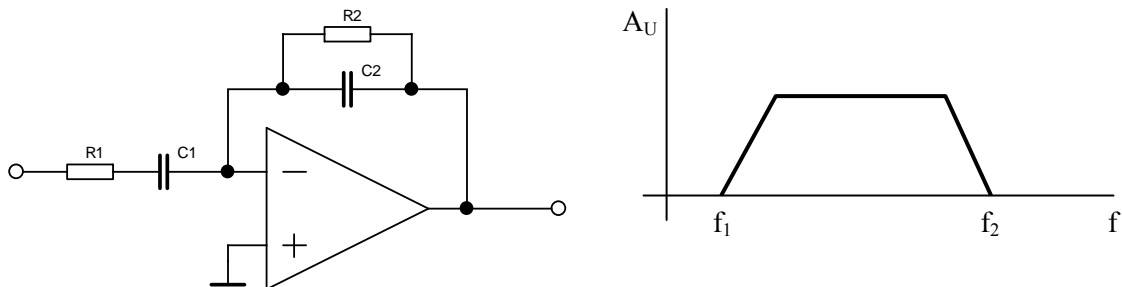
$$U_2 = -R \cdot C \cdot \frac{dU_1}{dt}$$

Operační zesilovač jako dolní propust



$$A_U = \frac{U_2}{U_1} = -\frac{Z_2}{Z_1} = \frac{-1}{j\omega C R1} = \frac{1}{j\omega C R1}$$

Operační zesilovač jako pásmová propust



$$\widehat{Z}_1 = R1 + \frac{1}{j\omega C1}$$

$$\widehat{Z}_2 = \frac{R2 \cdot \frac{1}{j\omega C2}}{R2 + \frac{1}{j\omega C2}}$$

$$A_U = -\frac{Z_2}{Z_1} = \frac{R2}{j\omega C2} \cdot \frac{1}{R1 + \frac{1}{j\omega C1}} = \frac{R2}{R1 \cdot \left(1 + \frac{1}{j\omega \cdot C1 \cdot R1}\right)}$$

$$A_U = -\frac{R2}{R1} \cdot \frac{j\omega \cdot C1 \cdot R1}{\underbrace{\left(1 + j\omega \cdot C1 \cdot R1\right)}_{f_1} \cdot \underbrace{\left(1 + j\omega \cdot C2 \cdot R2\right)}_{f_2}}$$