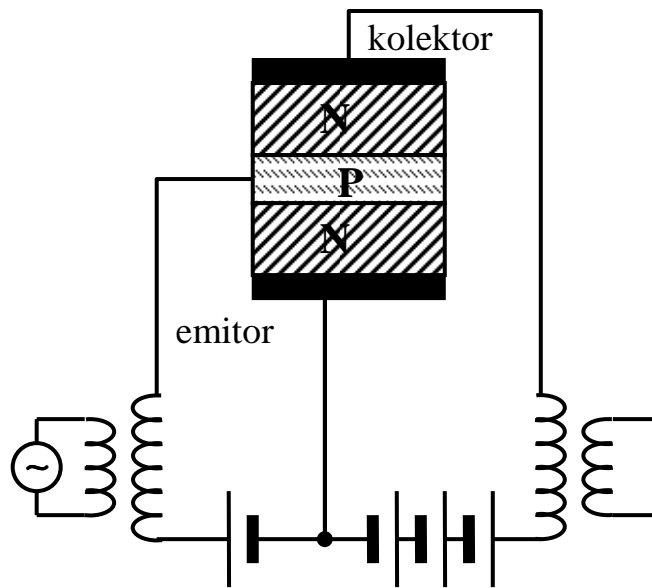


# Měření vlastností tranzistoru

## Měření charakteristik tranzistoru

1. Proměřte vstupní charakteristiku křemíkového tranzistoru BD 139 ( N P N ) v zapojení se společným emitorem pro nulový proud kolektorem ( $R = \infty$ ) a odpor  $R = 1000 \Omega$ .
2. Proměřte výstupní charakteristiku tranzistoru BD 139 pro proudy báží  $I_{B1} = 0,1, 0,2$  a  $0,3 \text{ mA}$ .
3. Změřte závislost kolektorového proudu  $I_{CE}$  na proudu báží  $I_{BE}$  pro kolektorové napětí  $U_{CE} = 2 \text{ V}, 6 \text{ V}$  a  $10 \text{ V}$ .
4. Pomocí lineární regrese určete činitel proudového zesílení  $\alpha$  při napětích  $U_{CB} 3 \text{ V}$  a  $5 \text{ V}$ .

Tranzistory jsou polovodičové součástky, které jsou tvořeny dvěma kontakty P – N, přičemž spolu sousedí vždy polovodiče opačného typu vodivosti (N – negativní, majoritní nosiče jsou elektrony, P – pozitivní, majoritní nosiče jsou díry). Máme tedy tranzistory PNP (obr. 1) nebo NPN, Jednotlivé elektrody se nazývají emitor (E), kolektor (C) a báze (B). V praxi může tranzistor pracovat v různém zapojení, např. se společným emitorem, se společnou bází (obr. 4), nebo se společným kolektorem.



Obr. 1: Schematické znázornění NPN tranzistoru zapojeného se společným emitorem (upraveno podle [1]).

Vlastnosti tranzistoru jsou nejlépe popsány jeho charakteristikami. Uvažujeme-li zapojení tranzistoru se společným emitorem, bude vstupní charakteristika dána závislosti:

$$I_{BE} = f(U_{BE}) \quad \text{resp.} \quad \left( \frac{dI_{BE}}{dU_{BE}} \right)_{I_C = \text{konst.}} \quad \text{rov. (1)}$$

a výstupní charakteristika:

$$I_{CE} = f'(U_{CE}) \quad \text{resp.} \quad \left( \frac{dI_{CE}}{dU_{CE}} \right)_{I_B = \text{konst.}} . \quad \text{rov. (2)}$$

V zapojení se společným emitorem pracuje tranzistor jako zesilovač proudu. Velmi malé kmity napětí, které se překládají přes stejnosměrné napájení v emitorovém obvodu se projeví podobnými kmity v kolektorovém obvodu, kde však budou mít mnohem větší výkon, Zesílení proudu v kolektorovém obvodu je charakterizováno činitelem proudového zesílení  $\alpha$  vztahem:

$$\alpha = \left( \frac{\Delta I_{CE}}{\Delta I_{BE}} \right)_{U_{CE} = \text{konst}} \quad (U_{CE} = \text{konst}) \quad \text{rov. (3)}$$

Pro stanovení proudového činitele zesílení není nutno měřit celé výstupní charakteristiky pro velký počet hodnot proudu bázi  $I_{BE}$ . Pro měření proudového činitele zesílení můžeme použít obvod podle obr. 3. Pro konstantní napětí  $U_{CE}$  měříme přímo závislost  $I_{CE}$  jako funkce  $I_{BE}$ . Ze směrnice přímky získané lineární regresí dostaneme proudový zesilovací koeficient  $\alpha$ .

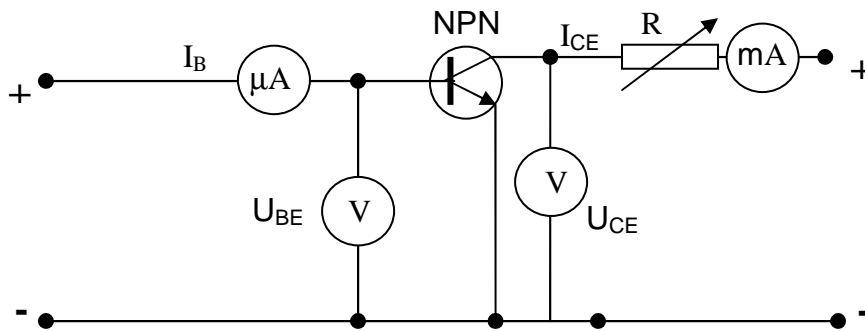
Měření výstupních charakteristik.

Výstupní charakteristika je dána závislostí proudu tekoucího kolektorem  $I_C$  (v zapojení podle obr. 3 se společným emitorem je  $I_C$  roven proudu mezi kolektorem a emitorem  $I_{CE}$ ) na napětí mezi kolektorem a emitorem  $U_{CE}$ , (rov. 2).

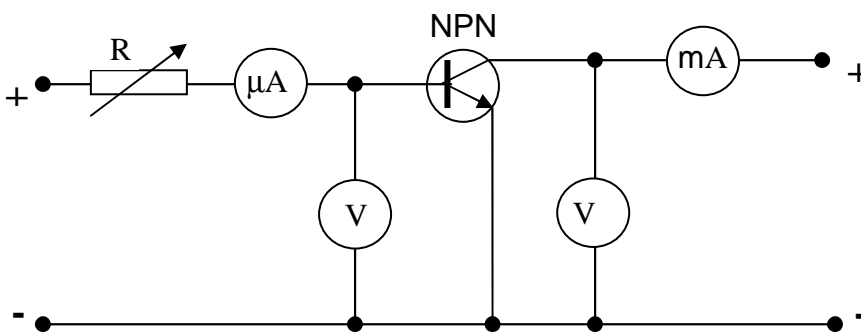
Proměnný odpor  $R$  realizujeme např. odporovou dekádou, na které nastavíme odpor řádově  $10^4 - 10^5 \Omega$ , Pomocí něho resp, pomocí regulovatelného zdroje nastavíme proud bázi  $I_{BE}$ , Poté regulujeme proud kolektorem  $I_C$  a měříme napětí  $U_{CE}$  voltmetrem s vysokým vstupním odporem, Po proměření jedné charakteristiky změňme proud bázi a měření opakujeme. Doplňují informace nalezneme čtenář např. v [2].

Pokyny:

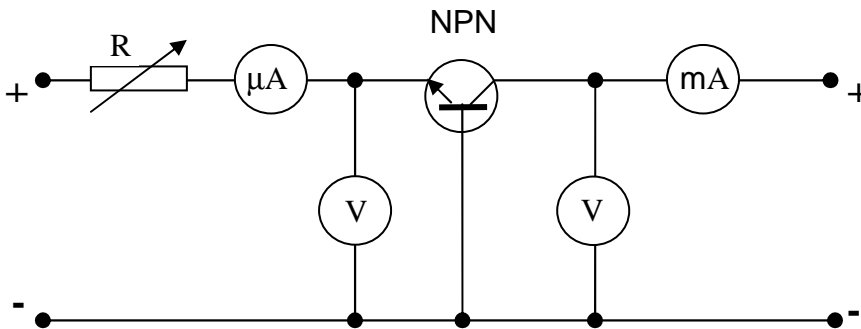
1. Pro úkol 1 zapojte obvod podle obr. 2. Proud kolektorem  $I_{CE}$  regulujeme odporem  $R$  nebo přímo regulovatelným zdrojem. Pro případ nulového proudu odpojíme svorku od zdroje. Napětí mezi kolektorem a emitorem  $U_{CE}$  nastavíme 5 V. V obvodu báze emitor měříme pro  $U_{BE}$  v intervalu 0 – 0,8 V.
2. Pro úkol 2 zapojte obvod podle obr. 3. Napětí mezi kolektorem a emitorem měňte v intervalu 0 – 10 V pro proudy bázi 0,1, 0,2 a 0,3 mA. Odpor  $R$  nastavte přibližně 20000  $\Omega$ .
3. Pro úkol 3 použijeme obvod podle obr. 3 a volíme proud bázi v intervalu 0,05 – 0,3 mA. Regulujeme odporem  $R$  nebo přímo regulovatelným zdrojem.



Obr. 2: Schéma zapojení NPN tranzistoru se společným emitorem pro měření vstupní charakteristiky.



Obr. 3: Schéma zapojení NPN tranzistoru se společným emitorem pro měření výstupní charakteristiky,



Obr. 4: Schéma zapojení NPN tranzistoru se společnou bází

[1] Horák, Z., Krupka, F.: Fyzika, sv. 2, vyd. 2. SNTL, ALFA, 1976

[2] Brož, J.: Základy fyzikálních měření I, vyd. 1. SPN Praha 1967