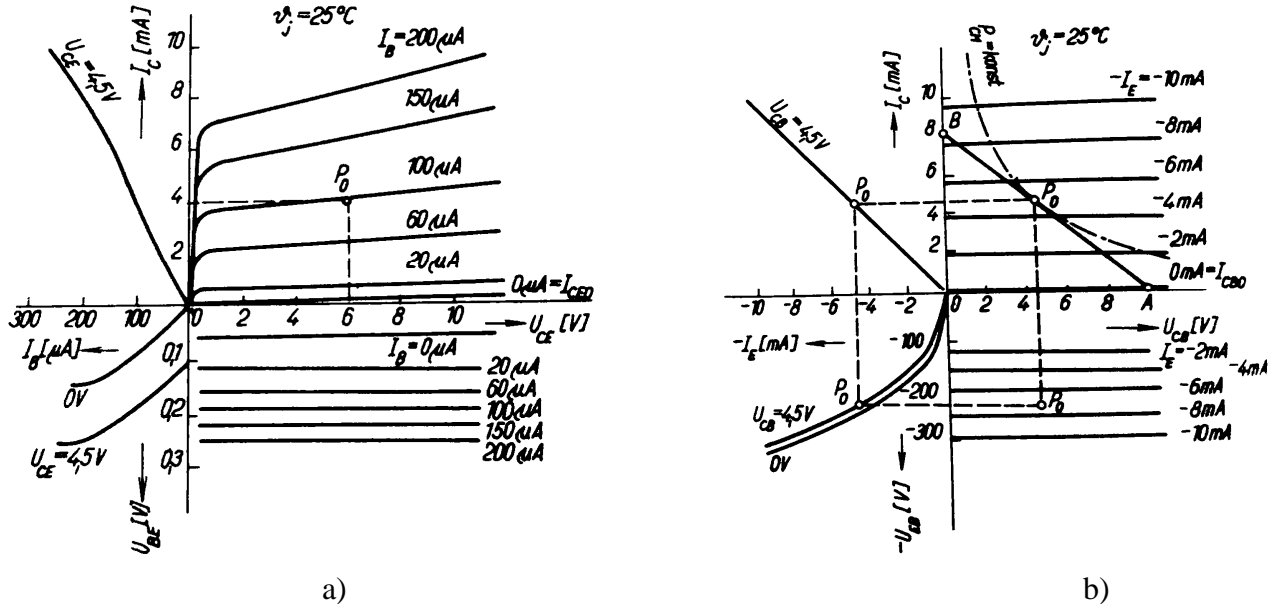


Návrh tranzistorového zesilovače

Soustava charakteristik tranzistoru:

Vlastnostem tranzistorů odpovídá určitý průběh statických charakteristik. Při kreslení charakteristik závisí volba veličin na zvolené soustavě čtyřpólových rovnic a na zapojení tranzistorů. Např. pro tranzistor NPN v zapojení SE (obr. 1a) má soustava čtyřpólových rovnic s parametry h tvar:



Obrázek 1 Charakteristiky tranzistoru NPN v zapojení a) SE a b) SB

$$\begin{array}{lll}
 U_1 = U_{BE} & I_1 = I_B & U_{BE} = h_1 (I_B; U_{CE}) \\
 U_2 = U_{CE} & I_2 = I_C & I_C = h_2 (I_B; U_{CE})
 \end{array}$$

Na základě pravidla, že I. kvadrant je pro výstupní, II. kvadrant je pro převodové, III. kvadrant je pro vstupní a IV. kvadrant je pro převodové zpětné charakteristiky, se kreslí úplná soustava čtyř skupin charakteristik, tj. **výstupních, převodových, vstupních a zpětných** (obr. 1).

U téhož tranzistoru, ale v zapojení SB (obr. 1b), se vychází ze soustavy rovnic:

$$\begin{array}{ll}
 -U_{BE} = h_1 (-I_E; U_{CB}) \\
 I_C = h_2 (-I_E; U_{CB})
 \end{array}$$

Proud I_E a napětí U_{EB} mají záporná znaménka, protože jejich směry jsou opačné vzhledem k dohodnutému kladnému směru obvodových veličin čtyřpólu. Ohyb charakteristik se objevuje jen při velmi malých kolektorových napětích. V zapojení SB probíhají výstupní charakteristiky též v oblasti záporného napětí U_{CB} a kolektorový proud se zmenšuje obráceně polarizovaným napětím kolektorového přechodu.

1. Kolektorová ztráta tranzistoru:

Z povahy tranzistoru jako polovodičového prvku plyne, že jeho vlastnosti značně závisejí na teplotě. Teplota přechodu je ovlivněna hlavně elektrickým ztrátovým výkonem, který se v tranzistoru mění v teplo.

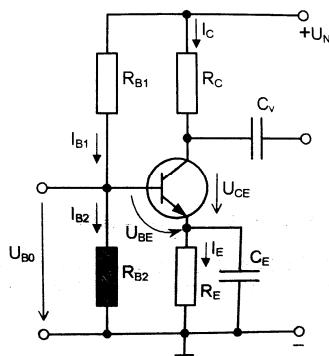
Celkový ztrátový výkon je dán součtem ztrát na emitorovém a kolektorovém přechodu. Pracuje-li tranzistor v aktivní oblasti II, jsou ztráty na emitorovém a kolektorovém přechodu, který je polarizován v propustném směru, malé a o přípustném výkonovém zatížení rozhoduje kolektorová ztráta P_C . V soustavě výstupních charakteristik vyznačuje její průběh hyperbola (obr. 1b). Kolektorová ztráta se vypočítá ze vztahu:

$$P_C = U_{CB} * I_C = \text{přibližně } U_{CE} * I_C.$$

V závislosti na ztrátovém výkonu se tranzistory dělí na tranzistory s malým ztrátovým výkonem (asi do 50 mW), středním ZV (od 50 mW asi do 3 W) a na tranzistory výkonové.

2. Napájení tranzistoru jedním stejnosměrným zdrojem:

Provozně výhodnější jsou zapojení, u kterých se nastaví požadované velikosti všech čtyř obvodových veličin jedním zdrojem podle obrázku 2.



Obrázek 2

Tranzistor v zapojení SE je napájen, u něhož zdroj $+U_N$ napájí přes odpory R_C a R_E přechod kolektor-emitor a děličem napětí R_{B1} a R_{B2} se přivádí napětí na bázi.

Při návrhu děliče se zpravidla vychází z podmínky, aby báze byla napájena konstantním napětím. Čím méně je dělič zatížen, tj. čím větší je poměr I_{B2}/I_B mezi příčným proudem děliče a proudem odebíraným do báze, tím stálejší bude výstupní napětí děliče. Obvykle se volí:

$$I_{B2} = (5 \div 10) I_B$$

Pomocí Théveninovy poučky lze dokázat, že zapojení tranzistoru s děličem napětí vykazuje stejné vlastnosti jako zapojení se dvěma zdroji.

Při návrhu zapojení tranzistoru se někdy vychází z dané polohy klidového pracovního bodu a kolektorového odporu. Pro zvolené zapojení se vypočítají použité odpory a zdroje a dodatečně se pak kontroluje stabilizační účinek.

U zapojení s děličem napětí podle obr. 2 platí pro obvod vedený od kladné svorky zdroje přes kolektor a emitor rovnice:

$$U_N = R_C I_C + U_{CE} + R_E (I_C + I_B)$$

Napětí na emitorovém obvodu se obvykle volí $(2 \div 4)$ V, což odpovídá asi $(0,1 \div 0,3) U_N$. Pro napětí zdroje vychází vztah:

$$U_N = \frac{R_C I_C + U_{CE}}{1 - (0,1 \div 0,3)}$$

Odpory děliče se vypočítají řešením rovnic:

$$\begin{aligned} U_N &= R_{B1}(I_{RB2} + I_B) + U_{BE} + R_E(I_C + I_B) \\ R_{B2}I_{B2} &= U_{BE} + R_E(I_C + I_B) \end{aligned}$$

Pro poměr odporů děliče vychází výraz:

$$\frac{R_{B1}}{R_{B2}} = \frac{U_N - U_{BE} - R_E(I_C + I_B)}{U_{BE} + R_E(I_C + I_B) + R_{B2}I_B}$$

Vzorec udává poměr odporů děliče v závislosti na R_{B2} . Velikost odporu R_{B2} se volí s přihlédnutím ke dvěma hlediskům:

- Součet obou odporů určuje v závislosti na napětí zdroje U_N příčný proud děliče; jak bylo uvedeno, má být příčný proud podstatně větší než proud odebíraný do báze.
- Odpor R_{B2} se řadí paralelně ke vstupním svorkám a na jeho velikosti proto závisí vstupní odpor obvodu.

Zdroj: *Kurs radiotechniky – Jaroslav Dvořáček a kolektiv, SNTL 1975 první vydání*