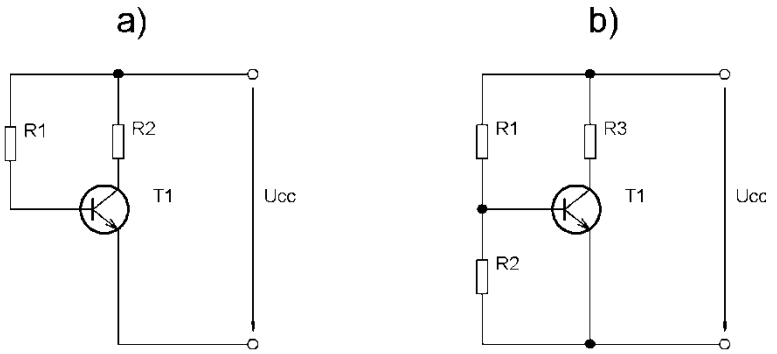
Nastavení a stabilizace pracovního bodu tranzistoru

Nastavením pracovního bodu tranzistoru rozumíme určení vhodné hodnoty stejnosměrného proudu do báze I_B. Tento proud ovlivňuje proud kolektoru I_C a tím i úbytek napětí na kolektorovém rezistoru a napětí na kolektoru U_{CE}. Abychom dosáhli co největší amplitudy výstupního napětí, mělo by U_{CE} být přibližně polovinou napájecího napětí. Následující obrázek ukazuje nejjednodušší možnosti nastavení pracovního bodu.



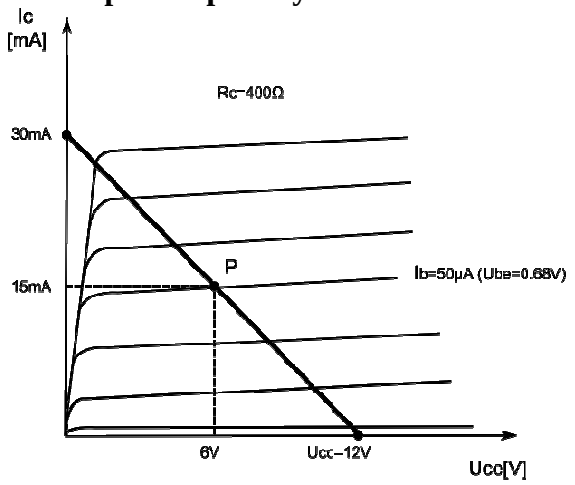
Obr. 1.5 Nastavení a stabilizace pracovního bodu

a)Proud I_B vytváří na rezistoru R1 úbytek napětí a současně určuje jeho velikost.
b)V tomto případě je k nastavení pracovního bodu použito děliče napětí, jehož příčný proud je několikanásobně větší než proud báze (tvrdý dělič napětí). Napětí na bázi je stabilní a nekolísá. Nevýhodou takového řešení je, že rezistor R_2, který je připojen paralelně ke vstupu, snižuje vstupní odpor zesilovače a zatěžuje zdroj vstupního signálu. Měkký dělič napětí s většími hodnotami R_1 a R_2 volíme u takového zapojení, kde prochází malý I_C a v kolektoru je velká hodnota rezistoru R_3.

Početní příklad nastavení pracovního bodu tranzistoru s použitím odporové přímky

Tranzistor NPN např. BC546.Tranzistor zapojený se SE a odporovým děličem v bázi. Pracovní bod tranzistoru určuje napětí Ucc, U_{BE} , U_{CE}, I_B , I_C .

Použití odporové přímky

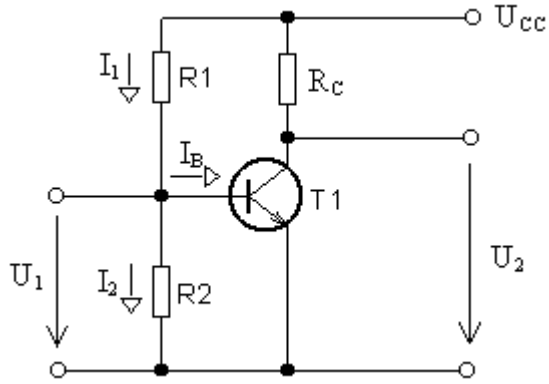


Obr. 1.6 Použití odporové přímky

Přímku zakreslíme do výstupní charakteristiky tranzistoru. Odporová přímka svými konci určuje na ose U_{CE} napájecí napětí zapojení tranzistoru (napětí $_{CE}$ = U_{CC}). Na ose I_C určuje proud tekoucí tranzistorem, jestli-že bude otevřený do saturace. Připojíme-li na bázi tranzistoru napětí U_{BE} = 680mV, bude zároveň vyvolán proud báze I_B = 50μA. Protože má jít o zesilovač střídavého výkonu, buzený sinusovým signálem, musí být zaručeno, že budou zpracovány kladné i záporné signálové změny(půlvlny). Proto je účelné aby pracovní bod ležel pokud možno ve středu pracovní oblasti – zesilovač pracující ve třídě A. ***Pracovní bod je vhodné umístit tak aby napětí tranzistoru U_{CE} bylo poloviční napájecího napětí U_{CC}.***
Celkový stratový výkon – výkon odvedený ve formě tepla. Záleží na výkonu tranzistoru.

$$P_{tot} = I_C U_{CE} [mW(W)] \tag{1.7}$$

P_{tot} = 300mW. Pro tranzistor BC546
Je nutné zjistit katalogový údaj celkového stratového výkonu daného typu tranzistoru. V našem případě pracovní bod leží v přípustné oblasti výkonů.
$P_{tot} = I_C . U_{CE} = 15mA . 6V = 90mW$



Obr. 1.7 Schéma nastavení pracovního bodu tranzistoru

K tomu musí být prostřednictvím odporového děliče v bázi zajištěno, aby z napájecího zdroje U_{cc} = 12V vzniklo kladné napětí báze proti emitoru 680mV, přičemž proud báze bude 0,05mA. Odpor, z kterého bude odebíráno napětí, zde odpor R_2, musí být malý v poměru k zatěžovacímu odporu. V tomto případě je to stejnosměrný vstupní odpor tranzistoru.
V praxi volíme proto R_2 ve vztahu k R_{BE} takto:

$$R_2 = \left(1 \approx \frac{1}{10}\right) R_{BE} \tag{1.8}$$

to znamená, že proud I_2 musí ležet v následujících mezích:

$$I_2 = (1 \approx 10) I_B \tag{1.9}$$

V praxi volíme $I_2 = 5I_B$

Odporový dělič musí splňovat následující parametry:

I_B = 0,05mA; U_{BE} = 0,68mV; U_{CC} = 12V

I_2 vypočítáme: $I_2 = 5I_B = 5.\ 0{,}05 = 0{,}25\text{mA}$

$$\boldsymbol{I_2 = 0{,}25\text{mA}}$$

Při napětí U_{BE} = 0,68V má odpor R_2 hodnotu:

$$R_2 = \frac{U_{BE}}{I_2} = \frac{0{,}68}{0{,}25.10^{-3}} = 2720\Omega \qquad (1.10)$$

$$\boldsymbol{R_2 = 2720\Omega}$$

Na odporu R_2 je úbytek napětí U_{R2} = 0,68V a na odporu R_1 se musí vytvořit napětí U_{CC}-U_{BE} = 12-0,68 = 11,32 přičemž proud I_1 tekoucí rezistorem je $I_1 = I_B + I_2$ = 0,05+0,25 = 0,3mA

Zdroj: Dílenská příručka – Elektronika I

Vypočítáme odpor R1 :

$$R_1 = \frac{U_{R1}}{I_1} = \frac{11{,}32}{0{,}3 \cdot 10^{-3}} = 37800\Omega \qquad (1.11)$$

$$\boldsymbol{R_1 = 37800\Omega}$$

Pracovní bod je tedy daný těmito hodnotami

U_{BE} = 680 mV ***I_B = 0,05 mA***
U_{CE} = 6 V ***I_C = 15 mV***

Nesmíme přitom zapomínat, že odpor R_C má rozhodující podíl na stanovení pracovního bodu, neboť při U_{CE} = 6 V určuje proud

$$Ic = \frac{U_{CE}}{R_C} = \frac{6}{400} = 0{,}015 = 15mA \qquad (1.12)$$

Zdroj: Dílenská příručka – Elektronika I