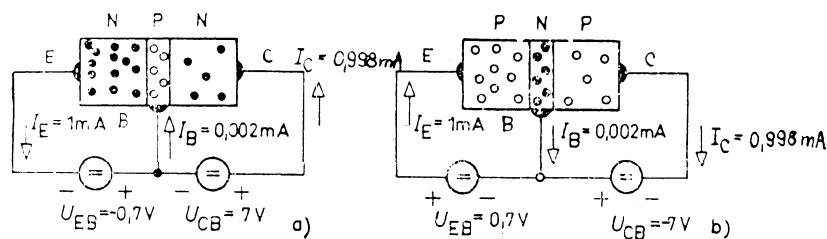


Tranzistory bipolární

V jednom kusu polovodičového materiálu lze vhodnou technologií vytvořit tři střídající se oblasti s nevlastní vodivostí N-P-N nebo P-N-P. Vývody těchto tří oblastí se nazývají *emitor*, *kolektor* a *báze*. Tranzistor zapojujeme tak, že jedna elektroda je společná pro vstup i výstup. Hovoříme pak o zapojení se *společným emitorem*, se *společným kolektorem* a se *společnou bází*. Princip činnosti tranzistoru se vysvětluje zásadně v zapojení se společnou bází.



Obr. 1. Princip činnosti tranzistoru (a) pro tranzistor NPN, b) pro tranzistor PNP)

K tranzistoru jsme připojili dva zdroje napětí a nyní *emitor vstřikuje většinové nosiče do tenké oblasti báze, kde jich menší část rekombinuje, větší část přejde do kolektoru a vytvoří zde kolektorový proud*. Tranzistor v zapojení SB nezesiluje proudově, nýbrž výkonově, neboť $P_1 = U_{BE} \cdot I_E = 0,7 \cdot 1 = 0,7 \text{ mW}$ a $P_2 = U_{CB} \cdot I_C = 7 \cdot 0,998 = 7 \text{ mW}$, pak tedy je výkonové zesílení $A_P = \frac{P_2}{P_1} = 10$.

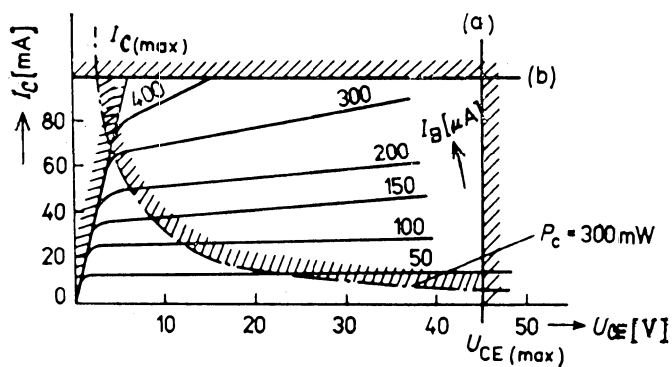
Tab. 1 shrnuje vlastnosti zapojení SB, SC, SE.

	SB	SC	SE
A_i	<1	>1	>1
A_u	>1	<1	>1
A_p	>1	>1	$\gg 1$
R_{vst}	malý	velký	mezi SB a SC
$R_{výst}$	velký	malý	mezi SB a SC

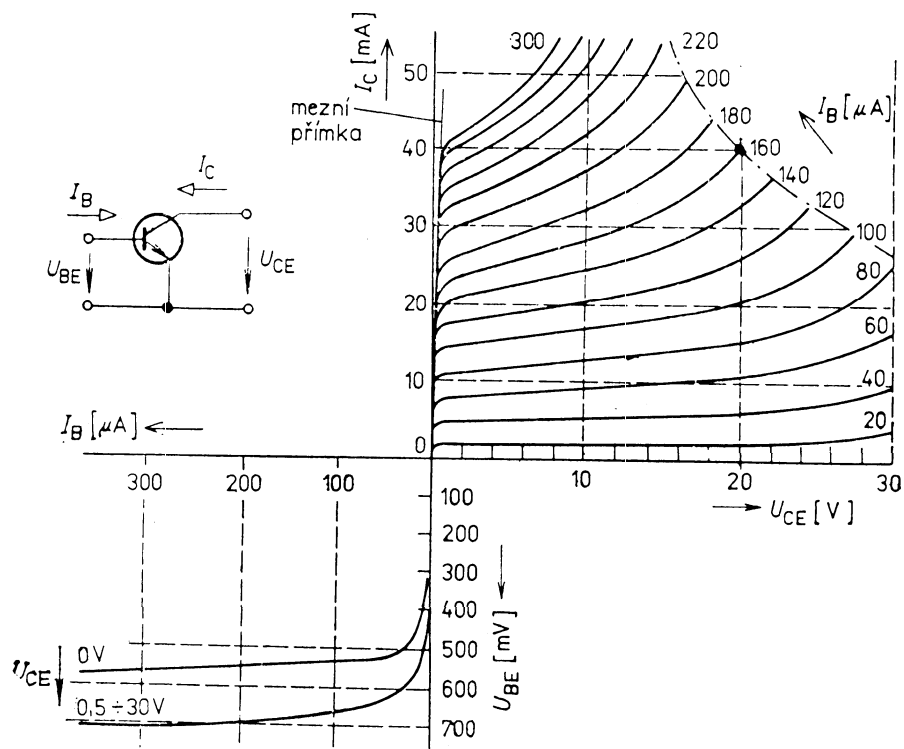
Tab. 1. Srovnání vlastností jednotlivých zapojení tranzistoru

Aktivní pracovní oblast tranzistoru je učena oblastí zahrazení, oblastí saturace, maximálním proudem I_C , maximálním napětím U_{CE} a hyperbolou kolektorové ztráty. Pracuje-li tranzistor jako spínač, pak se pracovní bod nachází pouze v oblasti zahrazení nebo v oblasti saturace, přechod mezi nimi je velmi rychlý a lze tedy překročit hyperbolu kolektorové ztráty a spínat i „menším“ tranzistorem relativně větší výkony.

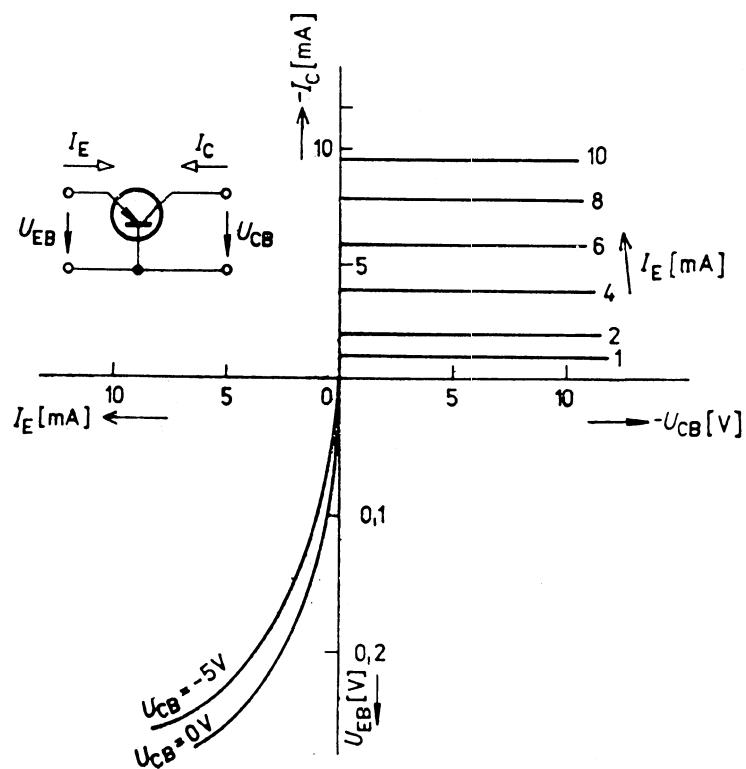
Tranzistor je *teplotně závislá* součástka. Změříme-li voltampérové charakteristiky tranzistoru při několika různých teplotách přechodu, dostaneme kombinovanou soustavu charakteristik s teplotou $\vartheta = \text{konst.}$ jako pomocným parametrem. Vliv teploty se u tranzistoru projevuje zvětšováním kolektorového proudu podle teplotního součinitele $T_k = \Delta I_C / \Delta \vartheta_j$, který nabývá řádu nA/°C až mA/°C podle typu tranzistoru a jeho konkrétního pracovního bodu, a dále poklesem napětí U_{BE} přibližně lineárně o 2,2 mV na 1 °C jak u křemíkových tak i u germaniových tranzistorů. Teplotní závislosti tranzistoru a především odstraňování jejich negativních vlivů je vyhrazena samostatná kapitola.



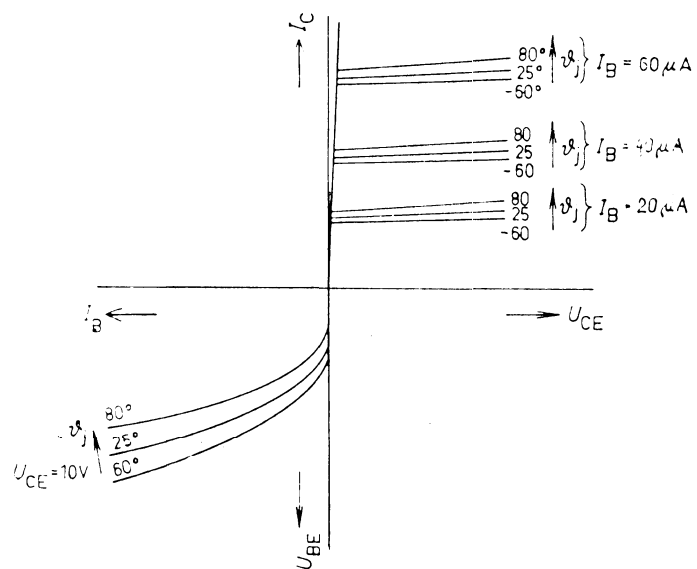
Obr. 2. Pracovní oblast tranzistoru



Obr. 3. Soustava charakteristik tranzistoru v zapojení SE

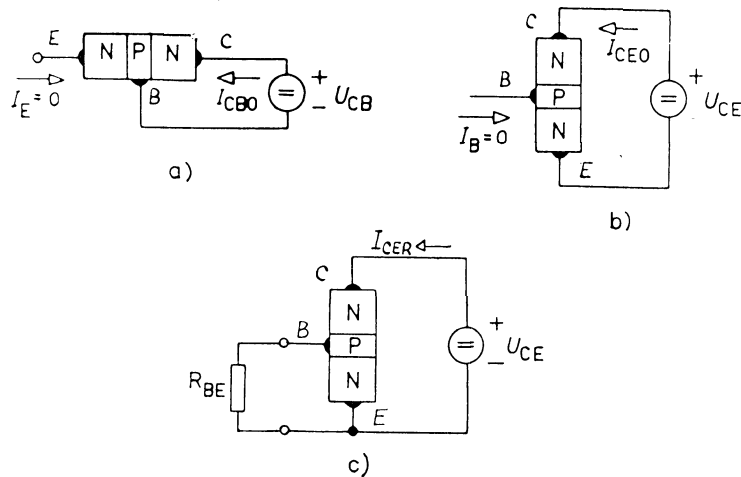


Obr. 4. Soustava charakteristik tranzistoru v zapojení SB

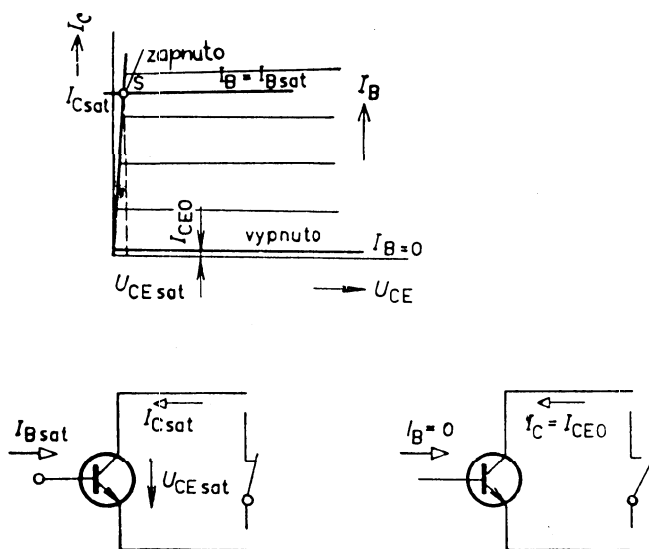


Obr. 5. Vliv teploty na průběh charakteristik tranzistoru

Zbytkový proud v zapojení SB má dvě složky – svodovou a složku menšinových nosičů. Svodová je u moderních kvalitních tranzistorů zanedbatelná. U germaniových tranzistorů řádu μA , u křemíkových tranzistorů řádu nA . V zapojení SE je zbytkový proud větší a je $I_{CE0} = I_{CB0}(1 + h_{21e})$. To platí pro případ na obr. 6b, tedy je-li odpor zapojený mezi BE nekonečný. Pokud připojíme R_{BE} , klesá zbytkový proud, je označován jako I_{CER} , v krajním případě, kdy $R_{CE}=0$, je $I_{CER} = I_{CB0}$.

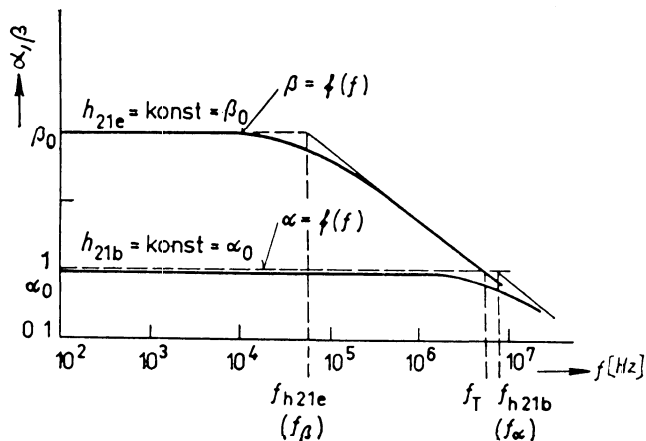


Obr. 6. Zbytkový proud tranzistoru: a) v zapojení SB, b) v zapojení SE ($R_{BE} \rightarrow \infty$), c) v zapojení SE ($R_{BE} < \infty$)



Obr. 7. Tranzistor jako spínač

Tranzistor je součástka *závislá* rovněž *kmitočtově*. Obrázkem 8 stručně nastiňme závislost proudových zesilovacích činitelů tranzistoru, dále je kmitočtová závislost tranzistoru rozebrána v samostatné kapitole.



Obr. 8. Kmitočtová závislost proudových zesilovacích činitelů tranzistoru

Popišme nyní mezní kmitočty tranzistoru uvedené v obrázku:

α je proudový zesilovací činitel v zapojení SB

β je proudový zesilovací činitel v zapojení SE

f_α je kmitočet, při němž klesl α z nezávislé hodnoty právě na $\alpha \frac{1}{\sqrt{2}}$

f_β je kmitočet, při němž klesl β z nezávislé hodnoty právě na $\beta \frac{1}{\sqrt{2}}$

f_T je kmitočet, při němž klesl β právě na hodnotu 1

Komplementární tranzistory jsou tranzistory se stejnými parametry, pouze opačnou vodivostí, např. KF 507 (NPN) a KF 517 (PNP)

Problematika technologie výroby tranzistorů, šumu tranzistoru, apod. je zpracována v [MF81], širší rozebírání vlastností tranzistoru zapojeného a pracujícího jako spínač lze nalézt v [kol89].

Použitá literatura

[kol89] *Kolektiv autorů*: Dioda, tranzistor a tyristor názorně. SNTL, Praha, 1989.

[MF81] *Mařátka, J. – Foitová, E.*: Elektronika pro 3. ročník SPŠ elektrotechnických. SNTL, Praha, 1981.