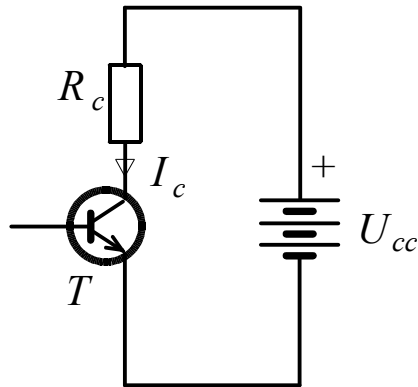


Nízkofrekvenční zesilovače

Přednášky k předmětu KMT/ES

Zatěžovací přímka a pracovní charakteristiky



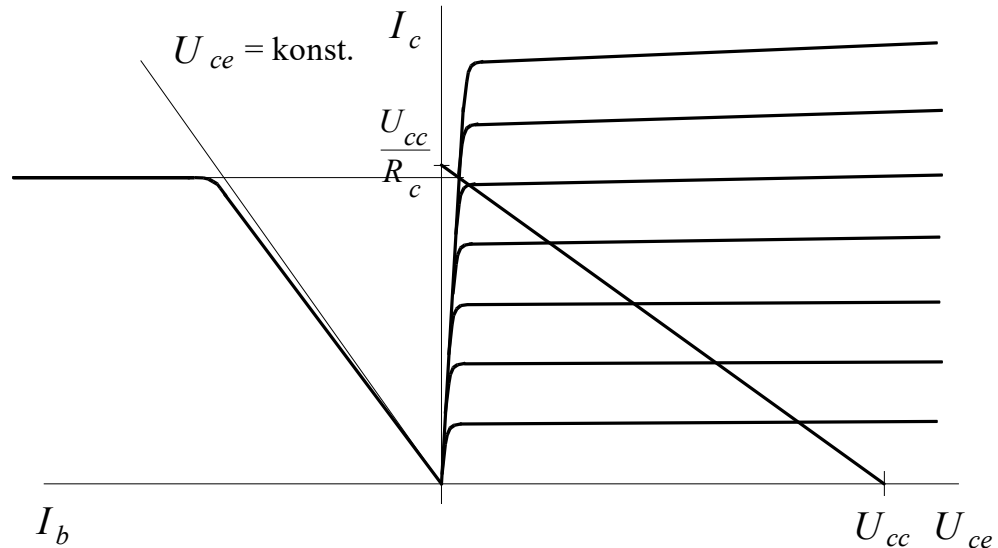
obr. 179

$$U_{cc} = R_c \cdot I_c + U_{ce}$$

$$0 = R_c \cdot dI_c + dU_{ce}$$

$$u_2 = -R_c \cdot i_c$$

Výstupní (kolektorové napětí) je proti vstupnímu proudu a napětí (báze-emitor) posunuto o 180°

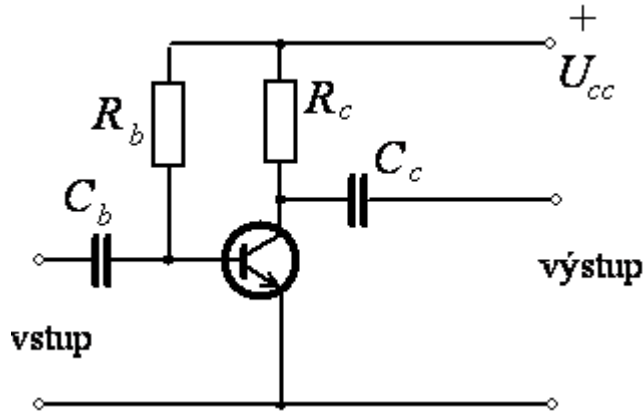


obr. 180

Pracovní bod tranzistoru leží na zatěžovací přímce

Posouvání pracovního bodu po zatěžovací přímce změnou I_b je zachyceno pracovní převodní charakteristikou

Základní zapojení zesilovacího stupně s tranzistorem



Vstup a výstup je oddělen vazebními kondenzátory C_c a C_b , které zabraňují ovlivnění pracovního napětí.

Zatěžovací přímka je určena velikostí napájecího napětí U_{cc} a kolektorovým odporem R_c .

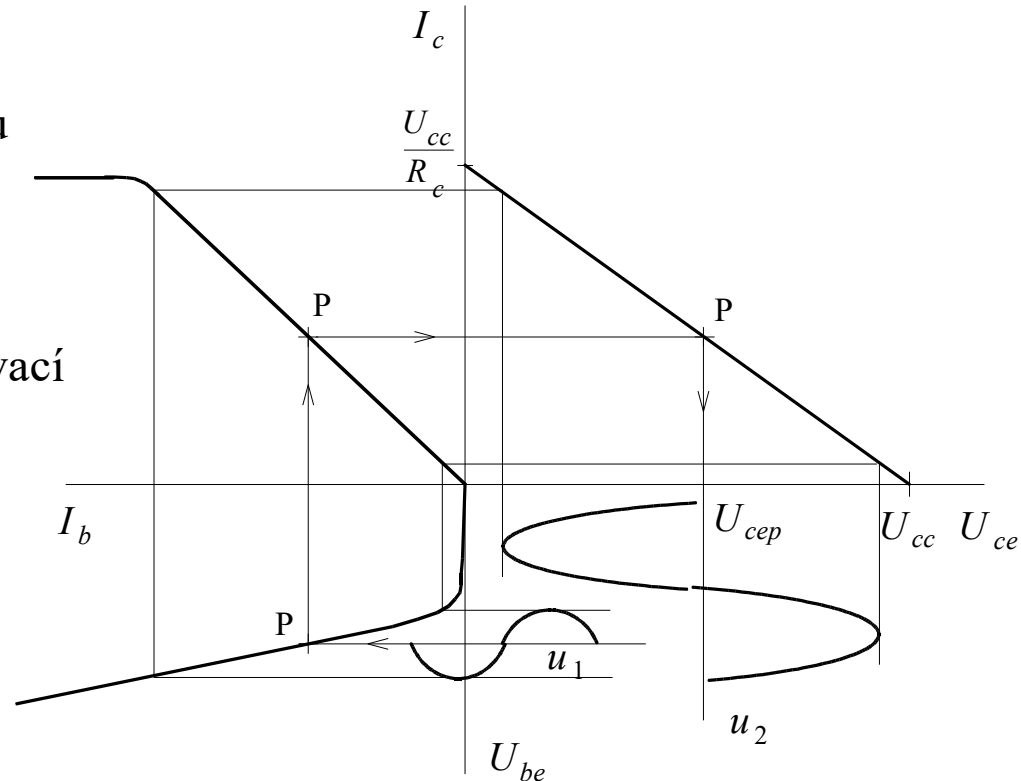
Odpor R_b určuje velikost bázevého proudu a tím i polohu pracovního bodu v případě nulového vstupního signálu.

Volba pracovního bodu v polovině zatěžovací přímky.

$$U_{ce} = \frac{U_{cc}}{2}$$

(Limitace – jednostranná x oboustranná)

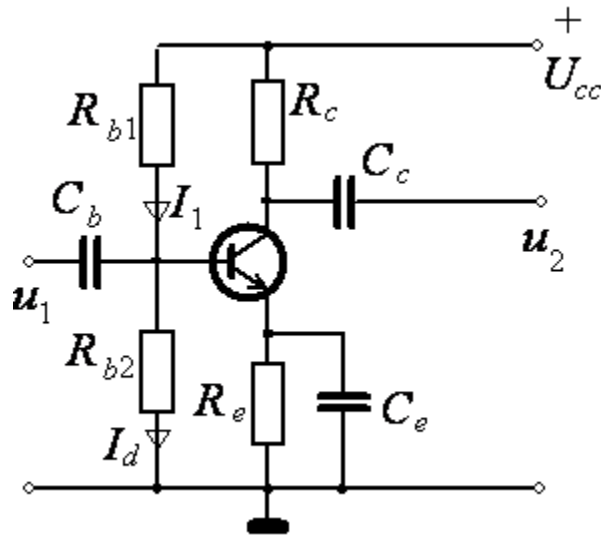
$$A_u \cong -R_c \cdot \frac{h_{21e}}{h_{11e}}$$



Stabilizace pracovního bodu

Teplotní závislost, závislost pracovního bodu na parametrech tranzistoru.

Stabilizace zápornou zpětnou vazbou



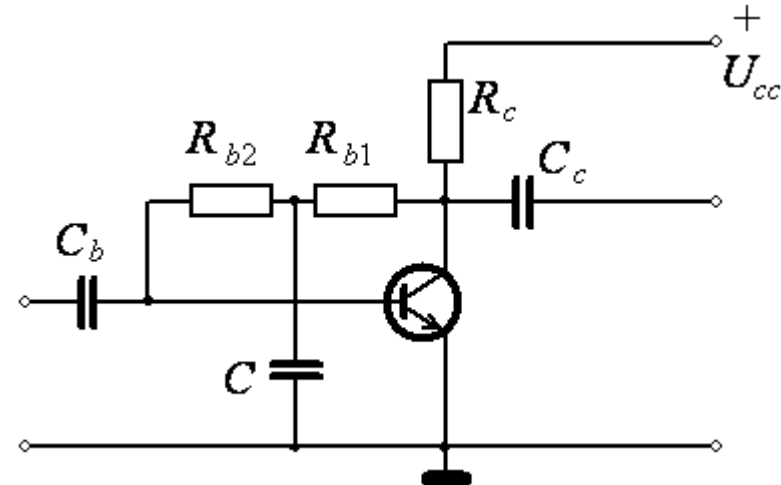
Dělič napětí na vstupu:

Zvýší-li se vlivem teploty kolektorový proud, zvýší se i emitorový proud odporem a napětí emitoru (vzhledem k zemnicímu bodu) stoupne. Protože napětí báze je udržováno na konstantní hodnotě děličem, napětí na vstupu klesne. To znamená pokles bázového proudu a tedy i výrazný pokles kolektorového proudu. Kolektorový proud se proto vrací na původní hodnotu.

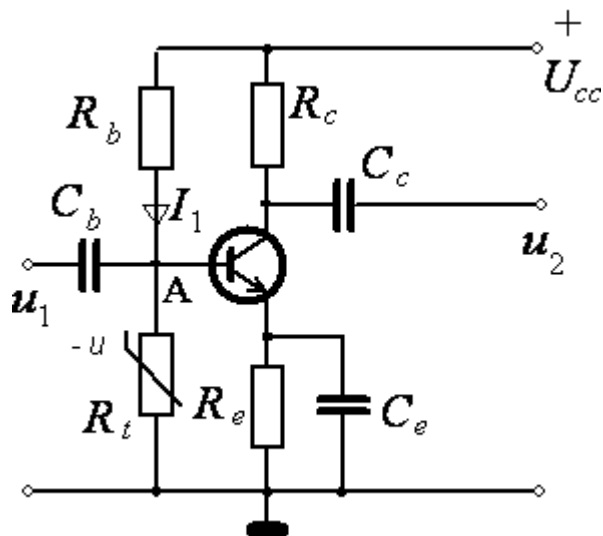
Nevýhoda: je třeba tvrdý dělič – snížení vstupního odporu

Vstupní proud odvozen z výstupu:

Zvýší-li se vlivem teploty kolektorový proud, sníží se výstupní napětí. Z něho je odvozen proud báze. To znamená pokles bázového proudu a tedy i výrazný pokles kolektorového proudu. Kolektorový proud se proto vrací na původní hodnotu.



Stabilizace kompenzací



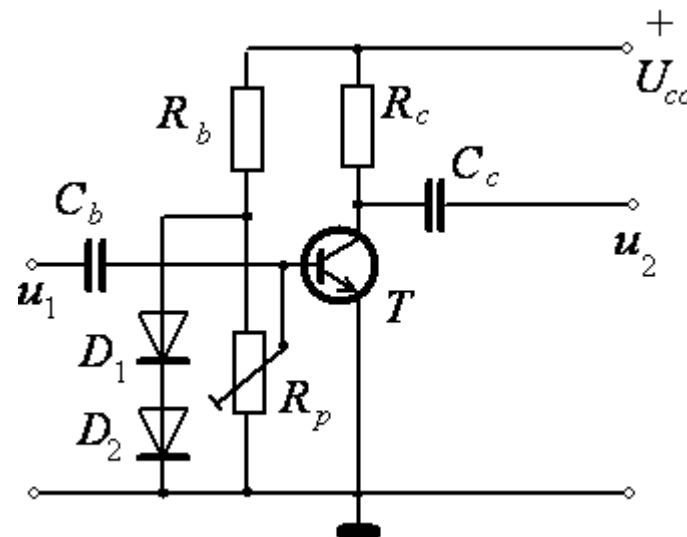
Termistor na vstupu: (kompenzace + záporná zpětná vazba)
Napětí na vstupu je s rostoucí teplotou snižováno pomocí termistoru NTC

Výhoda:

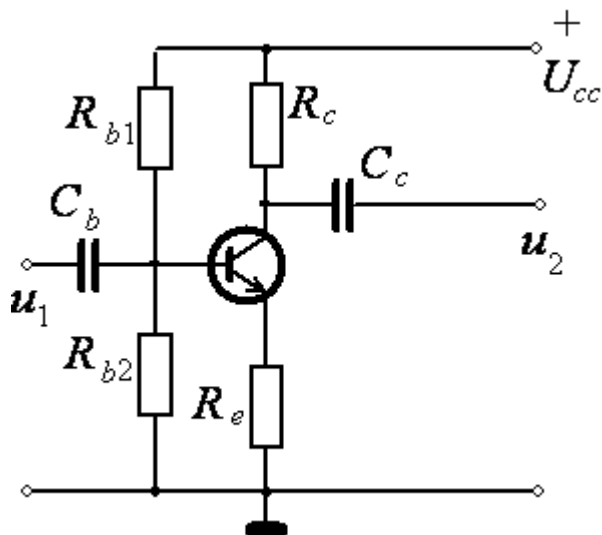
nemusí být použit tvrdý dělič napětí – větší vstupní odpor

Nevýhoda kompenzace: může dojít k překompenzování = snížení výstupního proudu při zvýšení teploty

Polovodičové prvky s PN přechodem
vyrobeným stejnou technologií a ze stejného materiálu jako je tranzistor.



Stabilizace zápornou zpětnou vazbou – nezávislost na parametrech tranzistoru



$$u_1 = u_{be} + (i_c + i_b) \cdot R_e$$

$$u_1 = u_{be} + R_e \cdot \left(1 + \frac{1}{h_{21e}} \right) \cdot i_c$$

$$u_2 = u_{ce} + (i_c + i_b) \cdot R_e$$

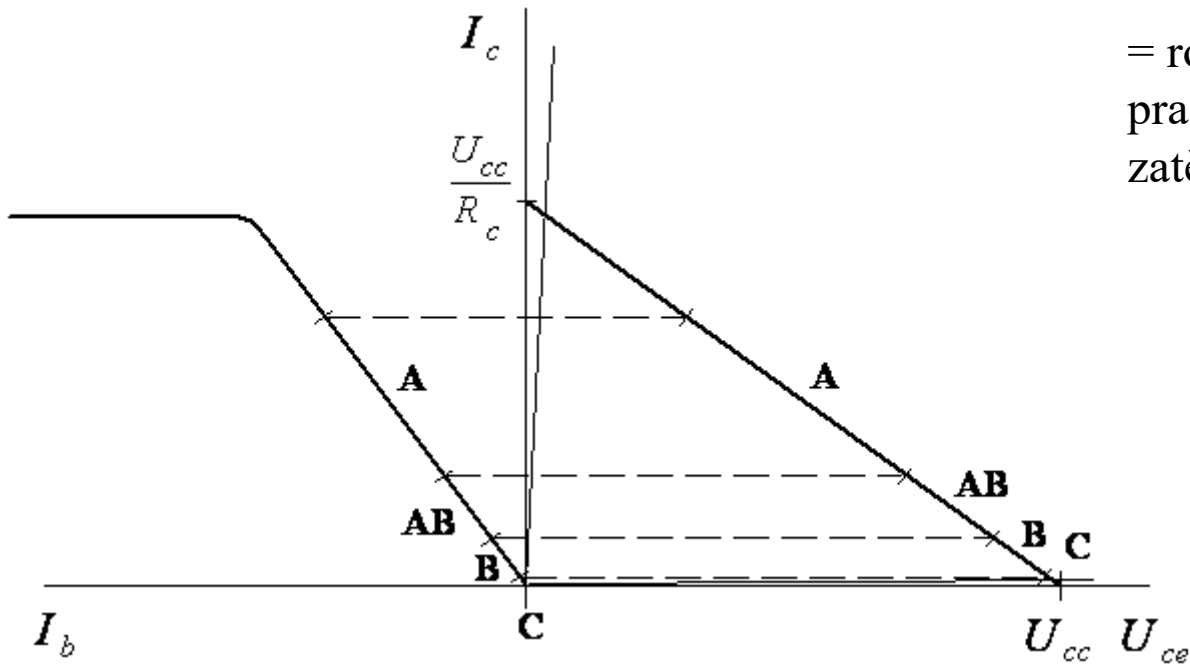
$$u_{ce} + (i_c + i_b) \cdot R_e + i_c \cdot R_c = 0$$

$$u_2 = -R_c \cdot i_c$$

$$A_u = \frac{u_2}{u_1} = - \frac{R_c \cdot i_c}{R_e \cdot \left(1 + \frac{1}{h_{21e}} \right) \cdot i_c + u_{be}} = - \frac{R_c}{R_e}$$

Napětové zesílení je nezávislé na parametrech (h_{21e}) tranzistoru

Třídy zesilovacích stupňů



= rozdělení dle umístění pracovního bodu na zatěžovací přímce

Pracovní bod v **blízkosti mezní přímky se nepoužívá**

– nízká účinnost, vysoká přebuditelnost, jednostranná limitace

Třída A - maximální rozkmit pracovního bodu, minimální zkreslení, nízká účinnost

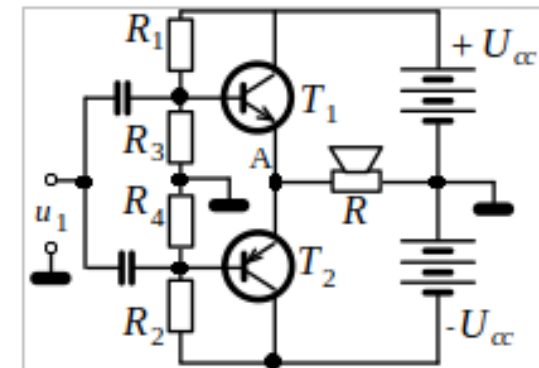
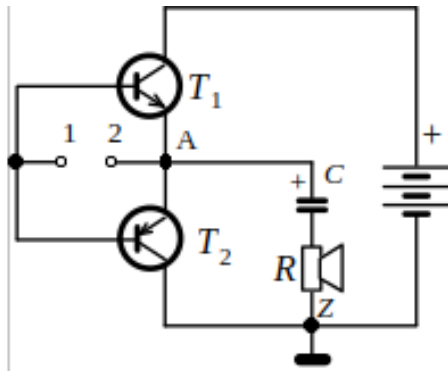
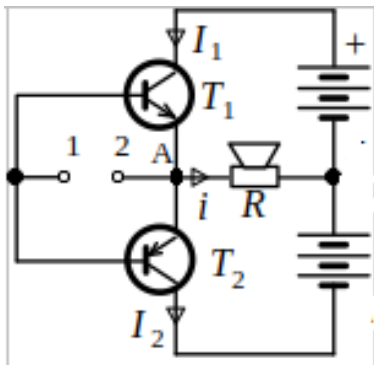
Třída B - vysoká účinnost, riziko zkreslení a jednostranné limitace, dvoučinné zesilovače

Třída AB - kompromis, jednočinné i dvoučinné zesilovače, vyšší účinnost, menší možnost rozkmitu

Třída C - pracuje na přímce zbytkového proudu, potlačuje signály s malými amplitudami (diskriminátor)

Dvoučinný zesilovač

- koncové výkonové zesilovací stupně
- potřeba velkého rozkmitu pracovního bodu
- možno použít zesilovací stupeň třídy A, nebo dvoučinný třídy B (AB)



- dvojice tranzistorů NPN a PNP se stejnými parametry
- NPN zesiluje kladnou půlvlnu, PNP zápornou

