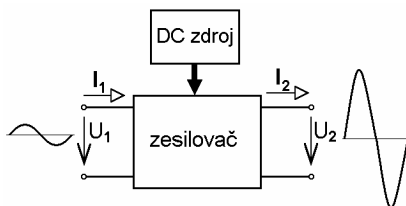


Zesilovač

Elektronický obvod zvyšující hodnotu napětí nebo proudu při zachování tvaru jeho průběhu

Princip zesilovače



Zesilovač je dvojbran který může současně zesilovat napětí i proud nebo pouze napětí případně pouze proud

Zesilovač musí být napájen stejnosměrných napětím!

Realizace zesilovačů

Základem zesilovače je nelineární součástka, která dokáže zesílit napětí nebo proud – tou může být:

- **elektronka** – dnes již jen velmi kvalitní audio zesilovače a velmi výkonné radiové vysílače
- **tranzistor** – typicky výkonové nebo vysokofrekvenční zesilovače
- **integrováný obvod**
 - jednoúčelový – nejčastěji audio zesilovače (zvukové pásmo)
 - univerzální – operační zesilovače (i výkonové) – kromě zesílení napětí a proudu umožňují realizaci jiných funkcí, např. součet a rozdíl napětí nebo proudů

Vlastnosti a parametry zesilovače

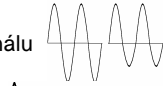
- napěťové zesílení $A_U = U_2/U_1$ [-; V, V]
- proudové zesílení $A_I = I_2/I_1$ [-; A, A]
- výkonové zesílení $A_P = P_2/P_1$ [-; W, W]
- nebo max. výstupní výkon $P = U_2 \cdot I_2$ [W; V, A]

• napájecí napětí

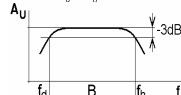
- vstupní impedance – jak je zatěžován zdroj signálu

- **výstupní impedance** – je dosažen maximální výstupní výkon

- **zkreslení** – změna tvaru průběhu signálu
– udává se v %



- **šířka pásma** – rozsah kmitočtů ohraničený poklesem zesílení o 3dB
(o $\sqrt{2}/2 = 70\%$ průměrné hodnoty)



Rozdělení zesilovačů:

Podle frekvence zesilovaných signálů:

- nízkofrekvenční – 16Hz až 20kHz
- vysokofrekvenční – úzká pásma daných vf kmitočtů

Podle velikosti vstupního signálu

- předzesilovače** – vstupní s velkou impedancí pro zesílení malých signálů
- výkonové** – výstupní s velkou účinností

Podle pracovních tříd – polohy klidového pracovního bodu

- A – v lineární části charakteristiky
- B – v bodě zániku kolektorového proudu
- C – za bodem zániku kolektorového proudu

Podle vazby mezi stupni

- se stejnosměrnou vazbou – zesilují i DC signály
- s kapacitní vazbou – pouze střídavé signály
- s transformátorovou vazbou – pouze střídavé signály

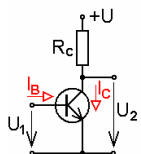
Zapojení tranzistoru

Protože tranzistor má pouze 3 elektrody musí být v zapojení zesilovače 1 elektroda společná pro vstupní i výstupní bránu

- touto elektrodou protéká vstupní proud I_B i výstupní proud I_C

Nejpoužívanějším zapojením je zapojení se společným emitorem – SE

Aby tranzistor mohl zesilovat musí u NPN tranzistoru téct vstupní proud I_B z **Báze** do **Emitoru** !



Tranzistor zesiluje proud $I_C = \alpha \cdot I_B$

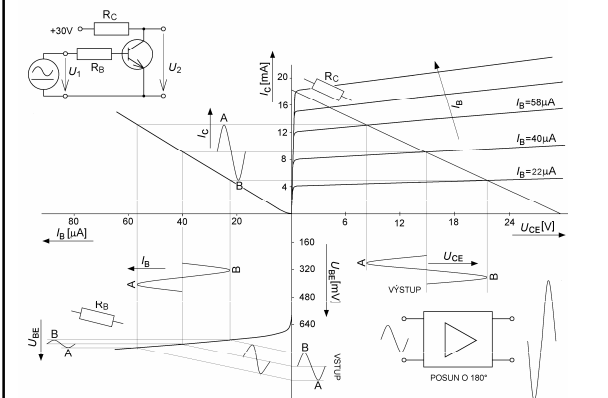
α - proudové zesílení (100 až 1000)

Aby se dosáhlo napěťového zesílení zapojí se mezi zdroj +U a tranzistor rezistor R_C , na kterém proud I_C vytvoří úbytek napětí úměrný vstupnímu proudu

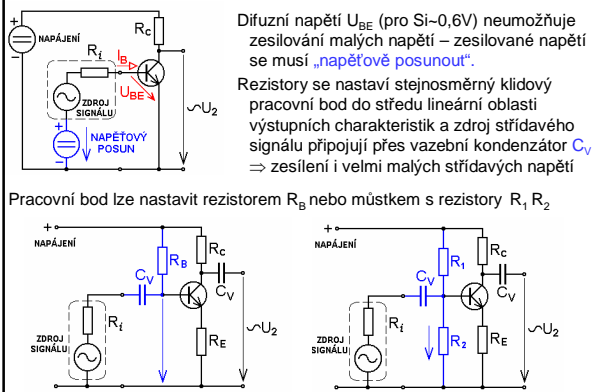
$$U_2 = +U - R_C \cdot I_C = +U - R_C \cdot \alpha \cdot I_B = +U - U_{CE}$$

Zapojení SE tzv. obrací fázi = mění znaménko výstupního napětí

Princip tranzistoru v zapojení SE



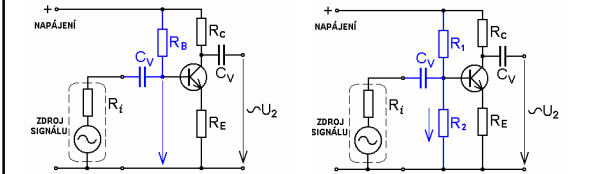
Nastavení pracovního bodu – v zapojení SE



Difúzní napětí U_{BE} (pro Si - 0,6V) neumožňuje zesilování malých napětí – zesilované napětí se musí „napětově posunout“.

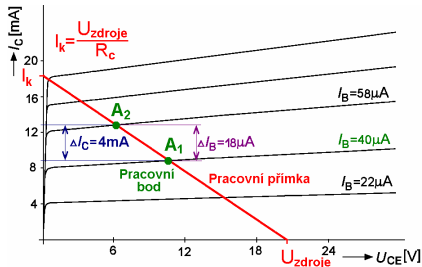
Rezistory se nastaví stejnosměrný klidový pracovní bod do středu lineární oblasti výstupních charakteristik a zdroj střídavého signálu připojují přes vazební kondenzátor C_V ⇒ zesílení i velmi malých střídavých napětí

Pracovní bod lze nastavit rezistorem R_B nebo můstkem s rezistory R_1 , R_2



R_E – teplotní stabilizace pracovního bodu zpětnou zápornou proudovou vazbou

Klidový pracovní bod zesilovače



Nastavuje se:

- do lineární části výstupních charakteristik ⇒ malé zkreslení
- stejnosměrným proudem báze I_B
- leží na pracovní přímce spojující napájecí napětí U_{zdroje} s proudem nakrátko I_k

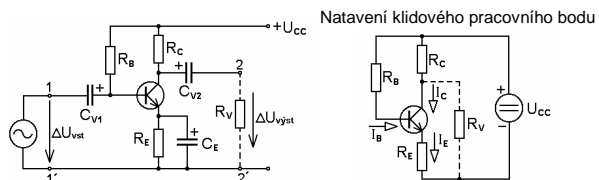
Teplotní stabilizace pracovního bodu

- v průběhu činnosti se tranzistor zahřívá
 - s teplotou stoupá jeho vodivost \Rightarrow zvětšuje se zesílení
 - účelem stabilizace je zajištění konstantního zesílení v celém rozsahu pracovních teplot
- = záporná (napěťová nebo proudová) vazba sníží původní zesílení, ale to se s teplotou téměř nemění

Realizace:

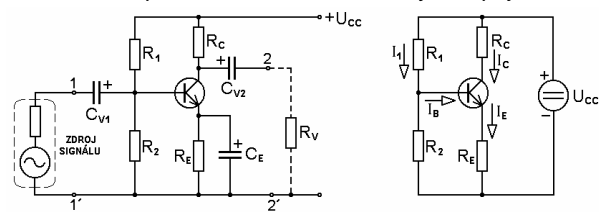
- rezistorem v emitoru R_E – záporná proudová vazba
- můstkovým nastavením pracovního bodu s R_E – záporná proudová vazba
- rezistorem mezi C a B R_B – záporná napěťová vazba
- teplotně závislým prvkem – termistor nebo dioda v můstkovém nastavení pracovního bodu

Jednostupňový zesilovač v zapojení SE



- C_{V1} a C_{V2} – vazební kondenzátory - oddělení střídavého signálu od nastavení stejnosměrného pracovního bodu
- R_C - převod zesílení proudu na napětí (stovky Ω)
- R_E – teplotní stabilizace pracovního bodu (desítky Ω)
Při zvýšení zesílení se zvýší $I_C \Rightarrow$ zvýší se úbytek na R_E ($U_{RE} = R_E \cdot I_E$)
 \Rightarrow sníží stejnosměrný proud báze $I_B = (U_{CC} - U_{BE} - U_{RE}) / R_B$
- C_E – přemostění R_E pro střídavý signál (desítky μF)
- R_B – nastavení klidového pracovního bodu $R_B \approx (U_{CC} - U_{BE}) / I_B$ (jednotky k Ω)
– malý R_E lze při výpočtu R_B zanedbat

Stabilizace pracovního bodu můstkovým zapojením



- Obvodové schéma
- Stejnoscemný pracovní bod
- C_{V1} a C_{V2} – vazební kondenzátory
 - R_C - převod zesílení proudu na napětí (stovky Ω)
 - R_E - záporná proudová zpětná vazba
 - C_E – přemostění R_E pro střídavý signál (desítky μF)
 - R_1 a R_2 napěťový dělič - nastavuje a udržuje konstantní napětí na bázi
- Při zvýšení zesílení se zvýší $I_C \Rightarrow$ zvýší se úbytek na R_E ($U_{RE} = R_E \cdot I_E$)
 \Rightarrow sníží stejnosměrný proud báze I_B

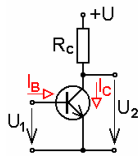
Zapojení tranzistorů

Zapojení se společným emitorem SE

nejpoužívanější zapojení

Zesiluje napětí i proud

$$A_U \gg 1 \quad A_I \gg 1$$

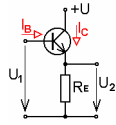


Zapojení se společným kolektorem SC

proti SE má „přehozený“ kolektorový odpor

Zesiluje pouze proud $U_2 < U_1$

$$A_U < 1 \quad A_I \gg 1$$

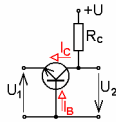


V zapojení se společnou bází SB

výstupní proud protéká i vstupním obvodem

Zesiluje pouze napětí $I_2 < I_1$

$$A_U \gg 1 \quad A_I < 1$$



Užití v zesilovače
