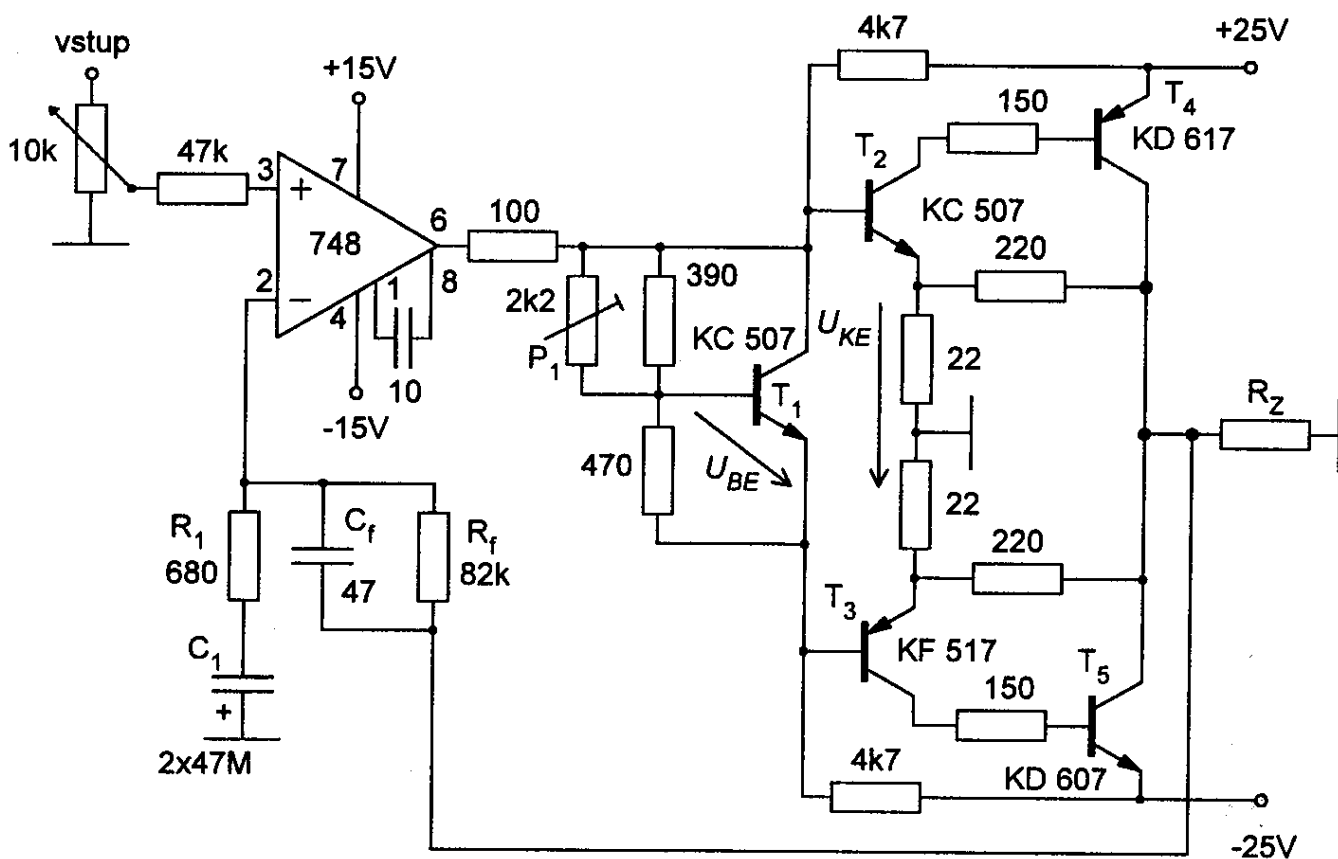


## VIII.B. VÝKONOVÉ ZESILOVAČE

Otázka výkonových zesilovačů s OZ byla již vlastně řešena v článku 36. V zásadě jde vždy o zvětšení výstupních proudů operačních zesilovačů, případně i o zvětšení výstupních napětí. Příklad praktického zapojení výkonového zesilovače s OZ je na obr. 296 [63]. Jde o „klasický“ TEXAN, realizovaný se součástkami v té době dostupnými. Tranzistor  $T_1$  spolu s odpory  $390\ \Omega$  a  $470\ \Omega$  slouží k nastavení klidového pracovního bodu koncových tranzistorů [napětí  $U_{KE} = U_{BE} \cdot (1 + R_{KB} / R_{BE}) - R_{KB} = 390\ \Omega$  je odpor mezi K a B tranzistoru,  $R_{BE} = 470\ \Omega$  je odpor mezi B a E]. Koncové tranzistory ( $T_2, T_4$ ) a ( $T_3, T_5$ ) tvoří neinvertující zesilovač se ziskem asi 10 (dáno poměrem odporů  $220\ \Omega$  a  $22\ \Omega$ ). Taková struktura umožňuje zlepšení dynamických vlastností nad hodnoty určené operačním zesilovačem [64]. Zlepšení celkové rychlosti přeběhu je dáno tím, že pro výstupní amplitudu například  $20\ \text{V}$  je třeba na výstupu OZ pouze amplituda  $2\ \text{V}$  (při zisku koncového stupně 10). Je-li rychlost přeběhu OZ  $5\ \text{V}/\mu\text{s}$ , je třeba pro skokovou změnu  $2\ \text{V}$  doby  $2 / 5 = 0,4\ \mu\text{s}$ . Jeli tranzistorový stupeň navržen dobře, „nepřidá“ prakticky žádné zpoždění (je mnohonásobně rychlejší než OZ) a lze tvrdit, že i pro amplitudu  $10 \cdot 2 = 20\ \text{V}$  na výstupu tranzistorů budou hrany o délce asi  $0,4\ \mu\text{s}$ . Rychlost



Obr. 296 Zapojení výkonového zesilovače TEXAN

přeběhu celého zesilovače potom bude přibližně  $20 \text{ V} / 0,4 \mu\text{s} = 50 \text{ V}/\mu\text{s}$ . Lze tedy tvrdit, že při dobrém návrhu roste rychlost přeběhu úměrně zisku přidaného tranzistorového stupně. Problémy mohou být se stabilitou systému,

Celkový zisk je určen poměrem odporů  $R_f / R_1 = 120,6$  (41,6 dB). Stejnoseměrná vazba je stoprocentní (zisk 1 pro stejnosměrné signály), díky zařazení kondenzátoru  $C_1$ . Tím je zaručena velmi dobrá stabilita stejnosměrné úrovně na výstupu (ideálně nula). Kondenzátor  $C_1$  zajišťuje stabilitu zesilovače. Jiné (podobné) zapojení je uvedeno například v [66]. Lze očekávat, že zapojení na obr. 112 (článek 36) bude ještě „rychlejší“, protože koncový stupeň je tvořen zapojením tranzistorů se společnou bází ( $T1, T3$ ) a se společným emitorem ( $T2, T4$ ).

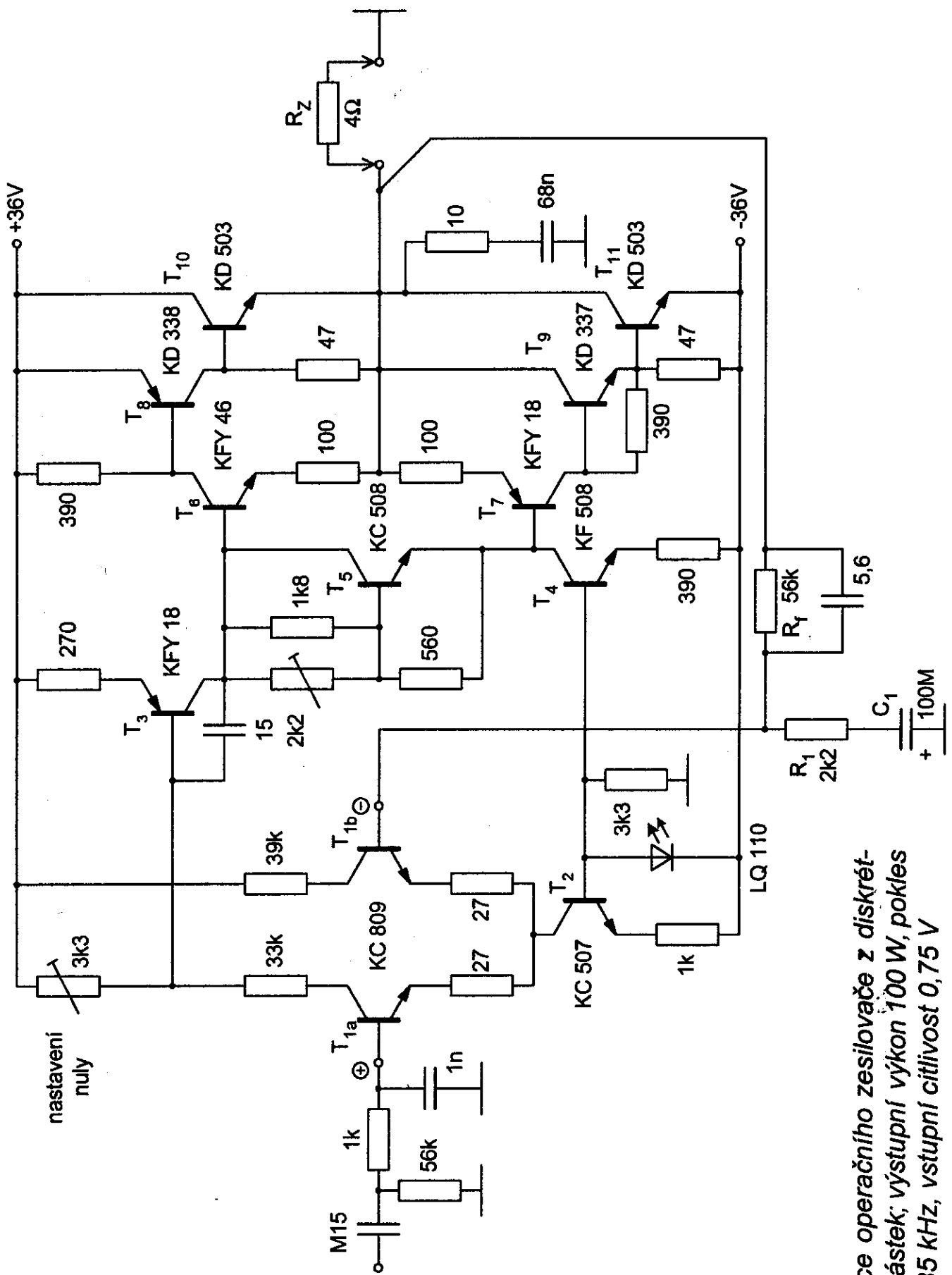
Krajním případem konstrukce výkonového zesilovače s OZ je zapojení celého OZ z diskretních součástek [66]. Zapojení je na obr. 297. Tranzistory  $T1a, b$  tvoří základní diferenční stupeň, tranzistory  $T2, T4$  tvoří proudové zdroje, referenční napětí vzniká na svítivé diodě LQ 110. Výstup z diferenčního stupně jde přes invertující zesilovač s  $T3$  (PNP) na koncový stupeň. Tranzistor  $T5$  vytváří předpětí pro koncový stupeň, teplotně je spojen s koncovými tranzistory (stabilizace klidového proudu). Koncový stupeň (neinvertující) má ještě napěťový zisk (větší než 10) - jedna větev  $T6, T8, T10$ ; druhá větev  $T7, T9, T11$ .

Zisk zesilovače je dán obvyklým vztahem pro neinvertující zapojení OZ -  $1 + R_f / R_1 = 1 + 56 / 2,2 = 26,47$  (28 dB).

Zapojení kondenzátoru  $C_1$  má stejný význam jako na obr. 296. Na neinvertující vstup je připojen člen RC (1 k $\Omega$ , 1 nF), který zamezuje kmitání zesilovače (zlepšuje frekvenční stabilitu); současně zabraňuje průniku vysokých frekvencí do zesilovače.

Pro výkonové zesilovače (OZ) v technice nf platí vše, co bylo řečeno k operačním zesilovačům. Do požadované zátěže (nejčastěji 4 až 16  $\Omega$ ) musí být schopny dodat potřebné proudy a napětí, a to při minimálním zkreslení. Požadavky na rychlost přeběhu rostou úměrně s růstem amplitudy výstupního signálu. Stejně tak rostou i nároky na kvalitu zemnění, protože proudy řádu ampér mohou vyvolat značné (nežádoucí) napěťové úbytky, které způsobí parazitní vazby. Také je nutné si uvědomit, že kapacitní zátěž (rozumí se kapacita bez dostatečného sériového odporu) na výstupu zesilovače může být při omezení výstupního proudu hlavní příčinou malé rychlosti přeběhu  $// C$  (například při  $I_{max} = 1 \text{ A}$  a  $C = 1 \mu\text{F}$  je  $I_{max} / C = 1 / 10^{-6} = 10^6 \text{ V/s} = 1 \text{ V}/\mu\text{s}$ ).

U výkonových zesilovačů je nutno věnovat zvláštní pozornost chlazení - odvodu tepla z míst, kde vznikají největší ztráty.



Obr. 297

Konstrukce operačního zesilovače z diskretních součástek; výstupní výkon 100 W, pokles 3 dB na 85 kHz, vstupní citlivost 0,75 V