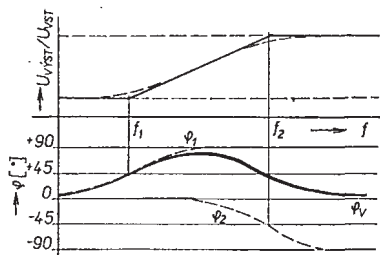


$\pm 45^\circ$, ale dále ne $\pm 90^\circ$, nýbrž $\pm 180^\circ$. Pro větší sklony (18, 24 dB/okt.) se fázový posuv opět zvyšuje na 270° a 360° . Příklad konstrukce fázové kmito-



Obr. 24. Vzájemný vztah amplitudové a fázové kmitočtové charakteristiky

čtové charakteristiky je na obr. 24. Na vysvětlení uvádíme, že fázová charakte-

ristika výsledného obvodu vznikne součtem odchylek dílčích fázových charakteristik ϕ_1 a ϕ_2 od osy 0° . Přitom obvod s mezním kmitočtem f_2 má charakter dolní propusti, tzn., že od f_2 má jeho charakteristika pokles 6 dB/okt. Výsledná kmitočtová charakteristika je ovšem nad f_2 kmitočtově nezávislá, takže fázový posuv je 0° .

Nyní si rozdělíme členy s R , L , C na dvě samostatné kategorie. Popíšeme si jednak členy, způsobující žádoucí změny kmitočtové charakteristiky (korektory) a jednak členy, způsobující méně žádoucí změny charakteristiky (např. omezení kmitočtového rozsahu zesilovače vazebními členy RC , atd.). Pro lepší pochopení se budeme druhou skupinou členů RC zabývat až v článku o zesilovačích a v další kapitole se budeme podrobněji zabývat skupinou prvních. (Pokračování)

Výkonový nf zesilovač 20W

Jaromír Folk

Většina amatérských nf zesilovačů byla dříve řešena s germaniovými tranzistory. Po značném zlevnění křemíkových tranzistorů od ledna 1972 je možno konstruovat zesilovače moderní koncepce nebo starší provedení modernizovat. Prvním stupněm modernizace by mělo být osazení vstupních a korekčních obvodů kvalitními křemíkovými tranzistory s malým šumem (typy KC509, KC149, KC508 a KC507). Tak tomu bylo i v mém případě. Postupně jsem však chtěl modernizovat celý zesilovač, včetně koncového stupně. Pro běžné podmínky vyhoví plně koncový stupeň s výkonem 15 až 20 W. Bylo uveřejněno již několik návodů na celokřemíkové nf zesilovače, většinou však šlo o zesilovače s velkými výkony (50 až 100 W). V dalším popisu je návod na koncový stupeň s křemíkovými tranzistory s výkonem 20 W (sinus). Uvedený koncový stupeň lze použít i samostatně jako kvalitní modulátor.

Popis zapojení

Kvalitní výkonový zesilovač pro nf signál musí mít dvě vlastnosti – rovnou kmitočtovou charakteristiku a malý činitel zkreslení. Při volbě zapojení výkonového zesilovače jsem přihlédl k možnostem, daným mezními údaji tranzistorů naší výroby. Z vyráběných a perspektivních tranzistorů přicházejí v úvahu pro koncový stupeň zesilovače 20 W křemíkové tranzistory KU601, KU602, KU611, KU612 nebo lépe tranzistory KD602, které zatím nejsou bohužel běžné v prodeji. Pro kvazikomplementární zapojení, zatím jedno z nejvýhodnějších, pro výkon 20 W na zátěži 4 až

5 Ω a s ohledem na mezní proudy tranzistorů jsem volil napájecí napětí 40 V. Dovolené mezní napětí U_{CE} tranzistorů musí tedy být větší než 40 V. S ohledem na izolační bezpečnost jsem použil tranzistory KU602 ($U_{CE} = 120$ V). Zapojení koncového stupně je na obr. 1.

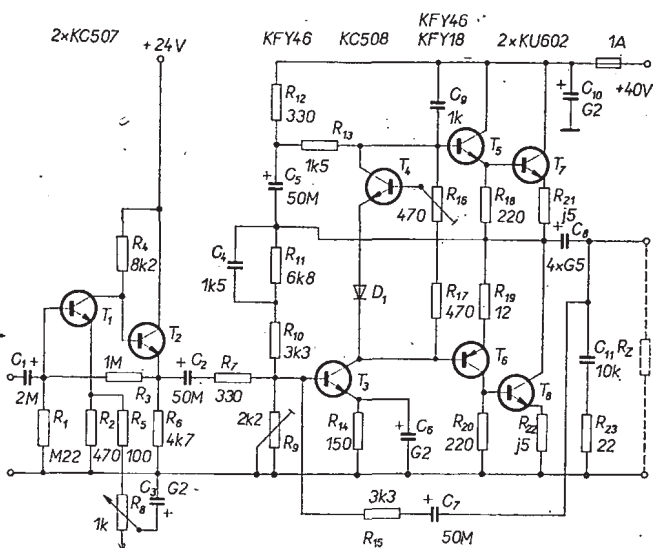
Mnohem choulostivější je výběr tranzistorů pro předchozí zesilovací stupeň. Pro kvazikomplementární zapojení je nutno zajistit inverzi signálu. Na inverzní stupeň jsem použil doplňkovou dvojici tranzistorů KFY46, KFY18 (lze použít i KFY34, KFY16) s mezním „sduženým“ napětím 60 V. Napětově zesílené doplňkové dvojice i koncových

tranzistorů je menší než 1, proto je nutno přiváděný signál ještě zesílit. K tomu účelu slouží tranzistor T_3 v zapojení se společným emitorem ve třídě A. Tranzistor je značně napětově namáhán, proto je použit opět typ KFY46. V jeho kolektorovém obvodu je zapojen předpětový obvod s tranzistorem jako napětově závislým prvkem. Na rozdíl od běžně používaných zapojení s diodami či termistorem vyžaduje tento obvod větší náklady, výhodou je však přesnější sledování optimálního průběhu napětí (umístíme-li T_4 do zvláštního pouzdra, aby sledoval změnu teploty koncových tranzistorů) i pohodlnější nastavení klidového proudu koncových tranzistorů odporovým trimrem R_{16} . Pracovní bod tranzistoru T_3 je nastaven odpory R_9 , R_{10} a R_{11} , které tvoří dostatečně tvrdý dělič, kompenzující rozptýl proudového zesilovacího činitele i vliv okolní teploty.

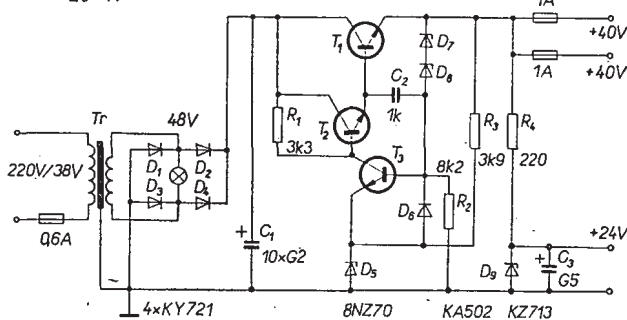
Pro zvětšení vstupního odporu a pro zmenšení nelineárního zkreslení je zavedena do báze tranzistoru T_3 záporná zpětná vazba z výstupu zesilovače. Její velikost je určena odpory R_9 a R_{15} (R_{15} je možno měnit). Při $R_{15} = 3,3$ k Ω je zavedena silná zpětná vazba, která umožňuje dosáhnout malého nelineárního zkreslení a navíc zmenšuje i výstupní odpor koncového stupně (čímž zvětšuje tlumení připojených reproduktorů, což je velmi výhodné). Pro vybu-



zení koncového zesilovače je zapotřebí napětí 1 až 4 V (podle odporu R_{15} ve zpětné vazbě). K zajištění potřebného budičského napětí a pro lepší přizpůsobení koncového zesilovače předchozím obvodům, je možno před koncový stupeň zařadit napětový zesilovač s tranzistory T_1 a T_2 . První tranzistor pracuje se zápornou zpětnou vazbou (neblokovaný odpor v emitoru, druhý tranzistor je zapojen jako emitorový sledovač). Úrovnňový zesilovač dává výstupní napětí až 7 V při budičském napětí 500 mV, tedy dostatečné napětí k vybudzení koncového stupně. Do emitoru tranzistoru T_1 je pak možno zapojit obvod pro vyvážení kanálů při stereofonním provozu. Potřebné budičské napětí (pro plný výkon) pro takto zapojený zesilovač (koncový



Obr. 1. Schéma zapojení zesilovače 20 W



Obr. 2. Schéma zapojení napájecího dílu