Vícecestná výhybka s konstantním příkonem a konstantní amplitudou

RNDr. Bohumil SÝKORA
Výzkumný ústav rozhlasu a televize, Praha

621.395.623.8

1. Úvod

Výhybka je nezbytným příslušenstvím reproduktorové soustavy. Vedle kvality reproduktorů mají její vlastnosti podstatný vliv na kvalitu reprodukce. Požadavky kladené na výhybku jako elektrický obvod vycházejí z jistých kritérií akustických, diskutovaných např. v literatuře [6]. Podle těchto požadavků je možné definovat tři hlavní skupiny výhybek:

a) Výhybky s konstantním příkonem
b) Výhybky s konstantní amplitudou
c) Výhybky s konstantním zpožděním

Výhybku můžeme popsat jako $n+1$ — bran s jedním vstupem (vstupní branou) a n výstupy. Hovoříme o n — cestné výhybce a její vlastnosti popisujeme n přenosovými funkcemi, udávajícími operátorový přenos ze vstupu na jednotlivé výstupy v ustáleném stavu podle definice.

$$u_k(s) = T_k(s)\, u_i(s) \qquad (1)$$

kde $u_i(s)$ je Laplaceův obraz vstupního napětí, $u_k(s)$ jsou pak Laplaceovy obrazy výstupních napětí. Uvedené podmínky je možné vyjádřit vztahy

$$\sum_{k=1}^{n} |T_k(j\omega)|^2 = const \qquad (2a)$$

$$\left|\sum_{k=1}^{n} T_k(j\omega)\right| = const \qquad (2b)$$

$$\frac{d}{d\omega}\, Im\left(ln \sum_{k=1}^{n} T_k(j\omega)\right) = const \qquad (2c)$$

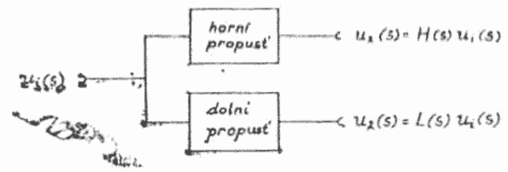
V literatuře je věnována značná pozornost splnitelnosti uvedených podmínek pro případ $n = 2$, tedy pro dvoucestné výhybky. Splnitelnost pro $n = 3$ zkoumá např. [1], kde se uvádí, že pro obvyklá řešení trojcestných výhybek není možné splnění podmínek *a)* a *b)*. Dále ukážeme, jak lze pro $n = 3$ a $n = 4$ dosáhnout splnění některé z uvedených podmínek bez zvláštních konstrukčních obtíží, případně, což je v praxi obzvláště důležité, jak dosáhnout současného splnění alespoň jedné dvojice podmínek.

2. Konstrukce vícecestných výhybek

2.1. *Klasické řešení dvojcestné výhybky*

Obvyklé řešení dvojcestné výhybky je naznačené na obr. 1. Použijeme označení $u_1(s) = L(s)\, u_i(s)$, $u_2(s) = H(s) u_i(s)$.

Přenosové funkce $L(s)$ a $H(s)$ mají zpravidla tvar lomených racionálních funkcí se shodnými jmenovateli. V [2] je popsána realizace podstatně odlišné dvojice přenosových funkcí. Thiele [3] udává, že pro splnění podmínky *a)* je nutné, aby funkce $L(s)$ a $H(s)$ byly přenosovými funkcemi dolní a horní propusti Butterworthova typu se shodnými mezními kmitočty. Pokud jsou tyto funkce liché-



Obr. 1 — Základní uspořádání dvojcestné výhybky

ho stupně, splňují současně podmínku *b)*. Podmínku *b)* splňují také funkce dané jako kvadráty přenosových funkcí Butterworthova typu lichého stupně, které jsou popsány v [4] a obvykle se označují jako funkce Linkwitz-Rileyova typu (L — R funkce). Tuto podmínku splňují také dvojice funkcí dané vztahem

$$H(s) = \Phi(s) - L(s) \qquad (3a)$$

přičemž musí platit

$$|\Phi(j\omega)| = const \qquad (3b)$$

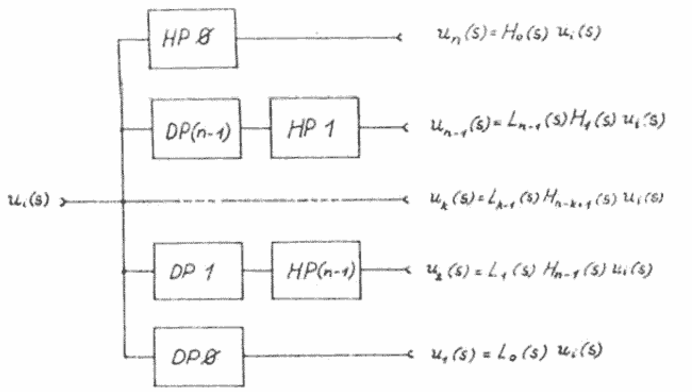
Vztah *(3b)* popisuje přenosovou funkci fázovacího článku nebo zpožďovacího článku. Ve speciálním případě $\Phi\,(j\omega) = 1$ dostáváme ze vztahu *(3a)* přenosové funkce výhybky nazývané obvykle výhybka s konstantním napětím. Jestliže funkce popisuje časové zpoždění,

$$\Phi(s) = exp(-s\tau) \qquad (4)$$

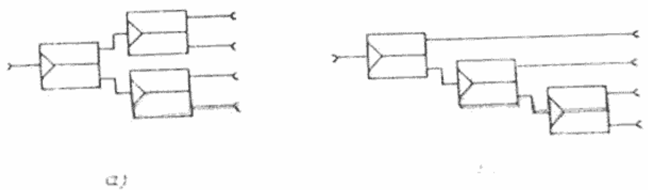
spadá dvojice funkcí $H(s)$, $L(s)$ do skupiny popisované v [2]. Tyto funkce a funkce výhybky s konstantním napětím splňují podmínku *c)*. Dvojice funkcí Butterworthova typu lichého řádu a typu $L—R$ splňují vztah *(a)*, pokud $\Phi(s)$ je přenosová funkce fázovacího článku vhodně zvoleného (viz. [5]). Proto se jimi popsané výhybky také označují jako výhybky typu *all-pass*.

2.2. *Klasické řešení vícecestné výhybky*

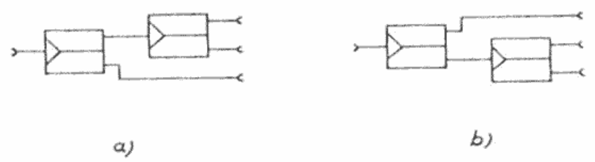
Obvyklé zobecnění na třícestnou výhybku je naznačeno na *obr. 2*.
V obvyklém uspořádání přenosové funkce $L_k(s)$, $H_k(s)$ odpovídají funkcím z některé kombinace, po-



Obr. 2 — Uspořádání vícecestné výhybky vytvořené hvězdicovým větvením signálové cesty



Obr. 5 — Dvě varianty třícestné výhybky vytvořené kaskádním zobecněním

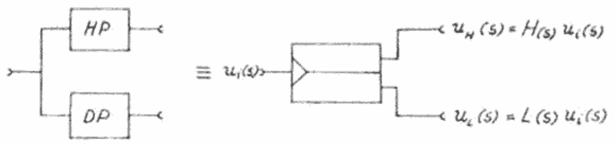


Obr. 6 — Příklad dvou variant čtyřcestné výhybky vytvořené kaskádním zobecněním

psané v 2.1, tedy např. dvojice Butterworthových přenosových funkcí dolní a horní propusti téhož stupně. Přitom shodné mezní kmitočty mají vždy dvojice $L_k(s)$, $H_{n-k-1}(s)$, pokud pro příslušný index k existují. Splnění některé z podmínek *a)*, *b)*, *c)* pro tyto dvojice však nezaručuje splnění těchto podmínek pro celou soustavu, jak je ukázáno v [1].

2.3. Kaskádní zobecnění

Jednoduchou dvoucestnou výhybku můžeme interpretovat jako trojbran s jedním vstupem a dvěma výstupy, jak naznačuje *obr. 3.*

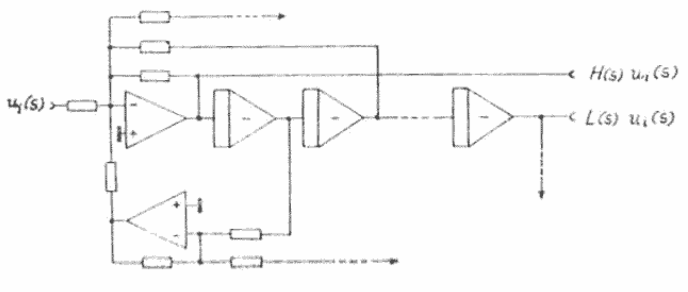


Obr. 3 — Symbolické označení dvoucestného dělicího filtru

Tato interpretace logicky odpovídá konstrukci dvojcestné výhybky pomocí obvodu „stavových proměnných" (state-variable circuit), naznačené na *obr. 4.* Tímto obvodem je realizována dvojice přenosových funkcí

$$L(s) = \frac{1}{P_m(s)} \qquad H(s) = \frac{(-s)^m}{P_m(s)} \qquad (5)$$

$P_m(s)$ je polynom stupně m, kde m je počet integrátorů v kaskádě na *obr. 4.* Předpokládáme přitom, že integrační konstanty všech integrátorů jsou shodné. Koeficienty polynomu $P_m(s)$ jsou určeny parametry odporové sítě. S použitím dělicího obvodu podle *obr. 3* resp. *4* můžeme vytvářet vícecestné výhybky kaskádním řazením, jak je pro třícestné uspořádání naznačeno na *obr. 5* a pro čtyřcestné na *obr. 6* (pro čtyřcestné řešení existují ještě další varianty).



Obr. 4 — Dvojcestný dělicí filtr „state — variable"

Kaskádní zobecnění je z hlediska splnění některé z podmínek *(2a, b, c)* výhodnější než klasické zobecnění. Obecný problém rozšíření platnosti těchto podmínek z dvoucestného na vícecestné uspořádání se dalekosáhle vymyká z rozsahu tohoto článku. Proto bude dále proveden rozbor jen pro některé prakticky významné případy.

3. Podmínka konstantního příkonu u vícecestné výhybky

3.1. Odvození podmínky (2a) pro dvojcestnou a klasickou trojcestnou výhybku

Splnění podmínky *(2a)* pro dvojcestnou výhybku s přenosovými funkcemi

$$T_1(s) = \frac{1}{B_m(s)} \qquad T_2(s) = \frac{(\pm s)^m}{B_m(s)} \qquad (6)$$

kde $B_m(s)$ je Butterworthův polynom stupně m v normovaném tvaru, vyplývá z definičních vlastností takového polynomu, pro nějž platí

$$|B_m(j\omega)| = \sqrt{1+\omega^{2m}} \qquad (7)$$

Přepíšeme-li totiž výraz *(2a)* s pomocí *(6a)*, *(6b)*, dostaneme

$$\sum_{k=1}^{n} |T_k(j\omega)|^2 = \frac{1+|j\omega|^{2m}}{|B_m(j\omega)|^2} = 1 \qquad (8)$$

což podle (7) platí pro každé reálné ω.

Jestliže provedeme klasické zobecnění s přenosovými funkcemi podle *(6a, b)* na vícecestnou výhybku, můžeme výsledné přenosové funkce vyjádřit ve tvaru

$$T_1 = \frac{1}{B_m(s/\omega_1)} \qquad (9a)$$

$$T_2 = \frac{(s/\omega_1)^m}{B_m(s/\omega_1)\,B_m(s/\omega_2)} \qquad (9b)$$

$$T_3 = \frac{(s/\omega_2)^m}{B_m(s/\omega_2)} \qquad (9c)$$

kde ω_1 je dolní a ω_2 horní dělicí kruhový kmitočet.

Pro součet kvadrátů modulů výrazů *(9a, b, c)* dostaneme s využitím vztahu (7)

$$\sum_{k=1}^{3} |T_k(j\omega)|^2 = 1 + \frac{(\omega/\omega_2)^{2m}}{|B_m(j\omega/\omega_2)|^2 |B_m(j\omega/\omega_1)|^2} \qquad (10)$$

Podmínka *(2a)* tedy pro tento typ třícestné výhybky není splněna.

3.2. Odvození podmínky (2a) pro třícestnou výhybku podle kaskádního zobecnění

Výhybka v kaskádní úpravě podle *obr. 5* má dvě možné varianty. Rozbor provedeme pouze pro variantu *a)*, v druhém případě by byl postup zcela analogický. Přenosové funkce prvního dělicího obvodu (prvního stupně kaskády) označíme shodně jako v předchozím odstavci a v souladu s *obr. 3*.

$$L(s) = \frac{1}{B_m(s/\omega_1)} \qquad (11a)$$

$$H(s) = \frac{(s/\omega_1)^m}{B_m(s/\omega_1)} \qquad (11b)$$

kde f_1 je dolní dělicí kmitočet; druhý stupeň kaskády bude mít přenosové funkce téhož typu s dělicím kmitočtem f_2. Přenosové funkce výhybky můžeme v souladu s (1) psát takto:

$$T_1 = \frac{1}{B_m(s/\omega_1)} \qquad (12a)$$

$$T_2 = \frac{(s/\omega_1)^m}{B_m(s/\omega_1)\, B_m(s/\omega_2)} \qquad (12b)$$

$$T_3 = \frac{(s/\omega_1)^m (s/\omega_2)^m}{B_m(s/\omega_1)\, B_m(s/\omega_2)} \qquad (12c)$$

Pro součet kvadrátů modulů těchto výrazů obdržíme pro $s = j\omega$

$$\sum_{k=1}^{3} |T_k(j\omega)|^2 = \frac{(1+(\omega/\omega_1)^{2m})(1+(\omega/\omega_2)^{2m})}{|B_m(j\omega/\omega_1)|^2 |B_m(j\omega/\omega_2)|^2} = 1 \qquad (13)$$

To znamená, že pro trojcestnou výhybku v kaskádním uspořádání je splněna podmínka *(2a)*, jestliže dvojice přenosových funkcí použitých dělicích obvodů jsou Butterworthova typu. V uvedených odvozeních se předpokládalo, že jsou téhož stupně u obou stupňů kaskády; bylo by však možné dokázat, že uvedené závěry platí i v tom případě, že každý stupeň kaskády má přenosové funkce jiného stupně. Pro čtyřcestnou výhybku je možné dokázat totéž. Postup by byl zcela analogický, jen poněkud složitější.

4. Podmínka konstantní amplitudy

Obecný rozbor splnitelnosti této podmínky by byl mimořádně náročný. Proto jej provedeme jen pro několik dílčích případů.

4.1. Výhybka prvního stupně

Přenosové funkce dvoucestné výhybky prvního stupně jsou dány vztahy

$$T_1 = \frac{1}{1+s/\omega_1} \qquad T_2 = \frac{s/\omega_1}{1+s/\omega_1} \qquad (14)$$

Je patrné, že jejich součet je identicky roven jedné, podmínka *(2b)* je tedy splněna. Pro třícestnou výhybku podle klasického zobecnění platí

$$T_1 = \frac{1}{1+s/\omega_1} \qquad (15a)$$

$$T_2 = \frac{s/\omega_1}{(1+s/\omega_1)(1+s/\omega_2)} \qquad (15b)$$

$$T_3 = \frac{s/\omega_2}{1+s/\omega_2} \qquad (15c)$$

$$\sum_{k=1}^{3} T_k(j\omega) = 1 + \frac{j\omega/\omega_1}{(1+j\omega/\omega_1)(1+j\omega/\omega_2)} \qquad (16)$$

Podmínka *(2b)* tedy splněna není. Součtová přenosová funkce třícestné výhybky podle kaskádního zobecnění *(obr. 3a)* má tvar

$$\sum_{k=1}^{3} T_k(j\omega) = \frac{1 + j\omega/\omega_1 + j\omega/\omega_2 - \omega^2/\omega_1\omega_2}{(1+j\omega/\omega_1)(1+j\omega/\omega_2)} = 1 \qquad (17)$$

Zde tedy podmínka *(2b)* je splněna. Tato skutečnost však není — na rozdíl od podmínky *(2a)* — charakteristická pro kaskádní zobecnění, ale vyplývá z toho, že výhybka prvního stupně podle (15) splňuje podmínku konstantního napětí [zesílená podmínka *(3c)*]. Pro základní typy výhybek vyššího stupně, které nesplňují podmínku konstantního napětí, není podmínka (2b) splněna ani při kaskádním zobecnění!

4.2. Výhybka s konstantním napětím

Tato výhybka je ve dvoucestném uspořádání popsána přenosovými funkcemi [viz. *(3a)*, *(3b)* a následující text]

$$T_1(s) = F(s) \qquad T_2(s) = 1 - F(s) \qquad (18)$$

kde $F(s)$ je libovolná přípustná a vhodná přenosová funkce. Třícestné kaskádní zobecnění takové výhybky podle *obr. 3a* má přenosové funkce tvaru

$$T_1(s) = F(s) \qquad (19a)$$

$$T_2(s) = (1-F(s))\, G(s) \qquad (19b)$$

$$T_3(s) = (1-F(s))(1-G(s)) \qquad (19c)$$

kde $G(s)$ je jiná funkce podobných vlastností jako $F(s)$.

Součtový přenos má nezávisle na konkrétní volbě $F(s)$ a $G(s)$ tvar

$$\sum_{k=1}^{3} T_k(s) = 1 \qquad (20)$$

Podmínka *(2b)* je tedy splněna pro libovolně zvolené funkce $F(s)$ a $G(s)$. Pro klasické zobecnění podmínka *(2b)* obecně splněna není ani v tomto případě. Platí totiž

$$\sum_{k=1}^{3} T_k(s) = F(s)(1-G(s)) + 1 \qquad (21)$$

Splnění podmínky by bylo možné např. pro $F(s) = 0$ nebo $G(s) = 1$, to by však vedlo ke ztrátě jedné cesty a výsledná výhybka by byla dvoucestná. Pro splnění podmínky *(2b)* ovšem stačí, aby výraz (22) měl konstantní absolutní hodnotu pro libovolné ω. Lze však ukázat, že funkce $F(s)$, $G(s)$ [ve smyslu výrazu (22)], pro které by výraz (22) měl konstantní absolutní hodnotu, by obecně nesplňovaly podmínku stability.

4.3. Výhybka s konstantní amplitudou v kaskádním zobecnění

Součtový přenos dvoucestné výhybky s konstantní amplitudou má charakter přenosu fázového článku (s výjimkou výhybky 1. stupně). Ani klasickým ani kaskádním zobecněním nemůžeme (opět s výjimkou případu 1. stupně) získat bez dalších úprav vícecestnou výhybku, která by splňovala podmínku *(2b)*. Kaskádní zobecnění je však možné doplnit tak, aby tuto podmínku splňovalo, na základě následující úvahy.

Vyjdeme ze zobecnění podle *obr. 3a.* Dvojice přenosových funkcí jednotlivých stupňů označíme $L_1(s)$, $H_1(s)$ resp. $L_2(a)$, $H_2(s)$, takže platí

$$T_1(s) = L_1(s) \tag{22a}$$

$$T_2(s) = H_1(s)\,L_2(s) \tag{22b}$$

$$T_3(s) = H_1(s)\,H_2(s) \tag{22c}$$

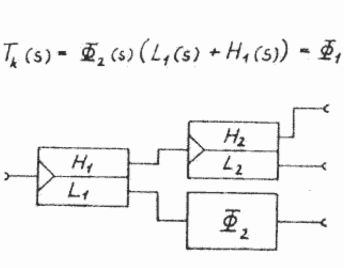
Součtový přenos jednoho stupně kaskády má charakter přenosu jistého fázovacího článku podle vztahu

$$L_2(s) + H_2(s) = \Phi_2(s) \tag{23}$$

$$L_1(s) + H_1(s) = \Phi_1(s) \tag{24}$$

[to je v podstatě upravený výraz (3a)]. Jestliže výhybku upravíme tak jak je naznačeno na *obr. 7* tím, že do prvního výstupu zařadíme fázovací článek s přenosem $\Phi_2(s)$, bude mít součtový přenos tvar

$$\sum_{k=1}^{3} T_k(s) = \Phi_2(s)\left(L_1(s) + H_1(s)\right) = \Phi_1(s)\,\Phi_2(s) \tag{25}$$



Obr. 7 — Třícestná výhybka s jedním přídavným fázovacím článkem

Je patrné, že vzhledem k tomu, že součtový přenos prvního stupně má podle zadání také charakter přenosu fázovacího článku, bude výsledný součtový přenos podle (25) dán jako součin přenosu dvou fázovacích článků, jeho absolutní hodnota bude tedy konstantní a podmínka *(2b)* bude splněna. Splnění podmínky *(2a)* touto úpravou nebude narušeno, neboť závisí pouze na amplitudách jednotlivých dílčích přenosů, které zařazením fázovacích článků nebudou ovlivněny.

Zcela analogicky lze provést kaskádní zobecnění výhybky s konstantním zpožděním podle [2], s tím rozdílem, že namísto fázovacího článku se použije zpožďovací člen a výsledná výhybka bude splňovat také podmínku *(2c)*. Podmínku *(2a)* ovšem splňovat nebude, poněvadž ji nesplňuje ani výchozí dvoucestná výhybka.

5. Praktické uplatnění

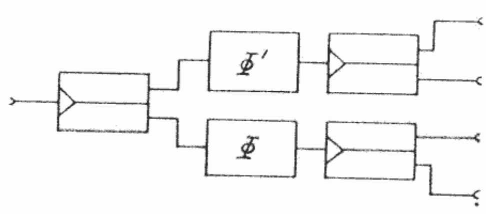
5.1. Význam výhybek s konstantním příkonem a amplitudou

Z akustického hlediska je pro kvalitu reprodukce rozhodující především vyzářený výkon. V obvyklých semireverberantních poslechových podmínkách totiž většinou o spektrálním složení signálu v místě poslechu rozhoduje vedle akustických vlastností prostoru především výkonová charakteristika reproduktorové soustavy. Pokud vlastnosti reproduktorů budou v jejich pracovních pásmech ideální a jejich citlivosti shodné, bude mít soustava rovnou výkonovou charakteristiku tehdy, když výhybka bude splňovat podmínku konstantního příkonu. Tato podmínka není nutná v případě, že vzdálenost reproduktorů sousedních pásem bude menší než zhruba čtvrtina vlnové délky na dělicím kmitočtu. Pak prakticky v celém předním poloprostoru dochází ke sčítání akustických tlaků a pro rovný průběh výkonové charakteristiky stačí splnění podmínky konstantní amplitudy; tak je tomu např. u výhybek typu *L—R,* které splňují *(2b)*, nikoli však *(2a)*.

5.2. Oblast použití

Nevýhodou výhybek splňujících současně podmínky *(2a)* a *(2b)* je to, že jejich výstupní napětí mají přinejmenším v blízkosti dělicí frekvence vzájemný fázový posuv rovný nebo blízký lichému násobku $\pi/4$, což má za následek vertikální nesymetrii směrové charakteristiky. Pokud jsou ovšem středy reproduktorů sousedních pásem vzdáleny více než 2λ na dělicím kmitočtu, je výsledná směrová charakteristika natolik složitá, že její symetrie nehraje příliš významnou roli. To platí prakticky u všech reálných reproduktorových soustav (s výjimkou souosých) pro dělení mezi středotónovým a vysokotónovým měničem. Zejména se to pak týká věžových soustav pro centrální ozvučení, kde by bylo výhodné použít vícecestného uspořádání s přídavnými fázovacími články, jak to ukazuje *obr. 8*.

Fázovací články jsou podstatné především z hlediska osové charakteristiky, která se však u věžových soustav dá těžko definovat, natož pak kontro-



Obr. 8 — Čtyřcestná výhybka se dvěma přídavnými fázovacími články

lovat. Z „kosmetických" důvodů však může být vhodné jimi výhybku doplnit, jakkoli vlastní fázové charakteristiky reproduktorů mohou mít na výsledné vlastnosti soustavy daleko nejpodstatnější vliv.

Poněkud nevýhodné je, že zařazením fázovacích článků se zvětšuje fázové zkreslení součtového signálu, tedy také výstupního akustického tlaku. Ovšem v reálných semireverberantních podmínkách je v důsledku přítomnosti odražených signálů fázová charakteristika přenosu do místa poslechu natolik složitá, že vlastní fázové zkreslení soustavy se proti ní podstatnou měrou neuplatní, nemluvě o tom, že relevantnost fázového zkreslení pro subjektivní kvalitu reprodukce je stále ještě sporná. V případě, že by z nějakého důvodu bylo nutné dosáhnout lineární fázové charakteristiky — to je ovšem proveditelné jen pro bezodrazové podmínky a u soustavy s nekoincidentními zářiči jen pro jistou nejvýše dvojrozměrnou podmnožinu poslechového prostoru — může se fázová charakteristika korigovat vhodnými fázovacími obvody se soustředěnými parametry. Přesnost aproximace lineární charakteristiky je omezena jen složitostí použitého obvodu.

Závěr

O skutečných vlastnostech reproduktorové soustavy rozhodují především vlastnosti použití měničů. Jejich fázové, amplitudové i směrové charakteristiky mají vliv na to, do jaké míry mohou být splněny základní podmínky *(2a, b, c)* pro celou soustavu, jsou-li splněny pro výhybku. Proto by bylo zapotřebí respektovat vlastnosti měničů při návrhu výhybky. To však není možné v případě, že se výhybka navrhuje jako samostatné víceúčelové zařízení. Splnění základních podmínek pro výhybku je tedy jen minimálním akusticky zdůvodněným požadavkem a předložený článek obsahuje některé základní informace o tom, jak tohoto splnění dosáhnout. Výsledky jsou odvozeny na základě rozboru vlastností přenosových funkcí nezávisle na tom, jak jsou tyto funkce realizovány. Platí tedy pro aktivní i pasivní výhybky. Realizace přenosových funkcí odpovídajících kaskádnímu zobecnění dvojcestných výhybek je samozřejmě možná i jinou metodikou, z konstrukčního hlediska to však není výhodné.

Při realizaci vícecestné výhybky kaskádním zobecněním s použitím přídavných fázovacích článků dostáváme součtovou přenosovou funkci s větším fázovým zkreslením, nežli by odpovídalo nejjednoduššímu provedení. To podle našeho názoru není příliš kritické, neboť v reálných poslechových podmínkách jsou fázové poměry natolik složité, že fázové zkreslení výhybky se podstatnou měrou neuplatní. Pro rozměrné reproduktorové soustavy typu tzv. „věží" považujeme za nejúčelnější kompromis řešení výhybky s konstantním příkonem. Současné splnění podmínky konstantní amplitudy je přirozeně vítané a v oblasti pod 200 Hz může nahradit podmínku konstantního příkonu, např. u přenosových funkcí Linkwitz-Rileyova typu. U obvodového řešení „state-variable" není obtížné konstruovat příslušný dělicí obvod jako přepínatelný.

Výhybka využívající uspořádání podle *obr. 8* byla zkonstruována autorem tohoto článku v rámci řešení tématického úkolu k. p. TESLA Vráble č. 19/84. Problém výhybek s konstantní amplitudou ve vícecestném uspořádání je dosti podrobně probírán také v [7].

Literatura:

[1] Bullock, R. M.: The analysis and Synthesis of Passive Constant Power and All-Pass Three-Way Crossovers. 74-th AES-Convention, New York, 1983
[2] Lipshitz S. P., Vanderkooy J.: A. Family of Linear-Phase Crossover Networks of High Slope Derived by Time Delay. JAES 31(1983) pp 2—19 (Jan/Feb)
[3] Thiele A. N.: Optimum Passive Loudspeaker Dividing Networks. Proc. of the IREE 36(1975) pp 220—224 (July)
[4] Linkwitz S. H.: Active Crossover Networks for Noncoincident Drivers. JAES 24(1976) pp 2—8 (Jan/Feb)
[5] Garde P.: All-Pass Crossover Systems. JAES 28(1980) pp 575—584 (Sept)
[6] Sýkora B.: Základní kritéria pro návrh výhybek. Rozhlasová a televizní technika 29 (1984) pp 1—4 (No 1)
[7] D'Appolito J. A.: Active realization of Multiway All-Pass Crossover Systems. 76-th Convention of AES, New York, October 1984

Многоканальный разделительный фильтр с постоянной потребляемой мощностью и постоянной амплитудой. — В статье приводится анализ возможности выполнения условий постоянной суммы потребляемой мощности и постоянного значения модуля суммарного напряжения для случая многоканальных разделительных фильтров, которые созданы на базе обобщения двухканального разделительного фильтра, удовлетворяющего вышеприведенным условиям. Показано, что эти условия можно выполнить только в случае каскадного обобщения, представленного двоичным разветвлением сигнального канала. Далее показан ход анализа для выполнения условия постоянного напряжения или постоянной задержки, результат которого был бы аналогичным.

Mehrweg-Lautsprecherweichen mit konstanter Leistungsaufnahme und Amplitude. — Im Artikel wird die Erfüllbarkeit der Bedingungen der konstanten Summenleistungsaufnahme und des konstanten Moduls der Summenspannung bei Mehrwegweichen analysiert, welche als eine Verallgemeinerung der Zweiwegweiche, welche die angeführten Bedingungen erfüllt, gebildet werden. Es wird gezeigt, dass diese Bedingungen nur im Falle der Kaskaden-Verallgemeinerung erfüllbar sind, welche durch die binäre Zweigung des Signalweges gebildet wird. Weiter wird die Analyse für den Fall der Bedingung der konstanten Spannung, event. der konstanten Laufzeit angedeutet. Das Ergebnis dieser Analyse ist für diesen Fall analog.

Multiway crossover with constant energy input and constant amplitude. — The paper analyses the feasibility of conditions of constant sum energy input and constant module sum output voltage in multiway crossovers generated as a generalization of a two-way crossover meeting above mentioned conditions. It is shown, that these conditions may be fulfilled only in case of a cascade generalization made up of signal path binary branchings. Further an analysis for the case of constant voltage, or constant delay its result should be analogical, is given.