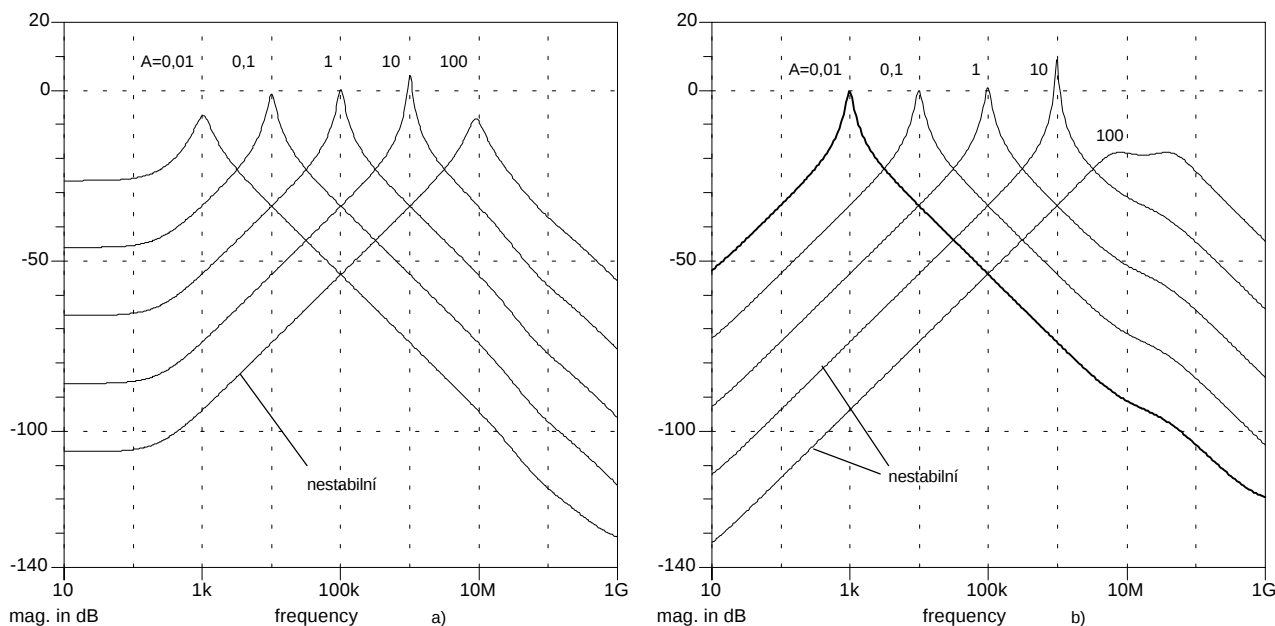


Předběžná analýza vlivu reálných vlastností zesilovačů na základě jednopólového modelu

Analýza obvodu z obr. 3: ladění beze změny Q

Ideální kmitočtové charakteristiky jsou na obr. 4. Obrázek 11 ukazuje výsledky analýzy (výstup BP2) při použití jednopólových modelů VCA610, rychlého CLC420 (a) a klasického NE5532 (b). Závažné je to, že při zesílení $A=100$ je v obou případech a navíc i pro $A=10$ pro případ b) je již filtr nestabilní (kmitočtové charakteristiky pro tato zesílení tedy nemají smysl).



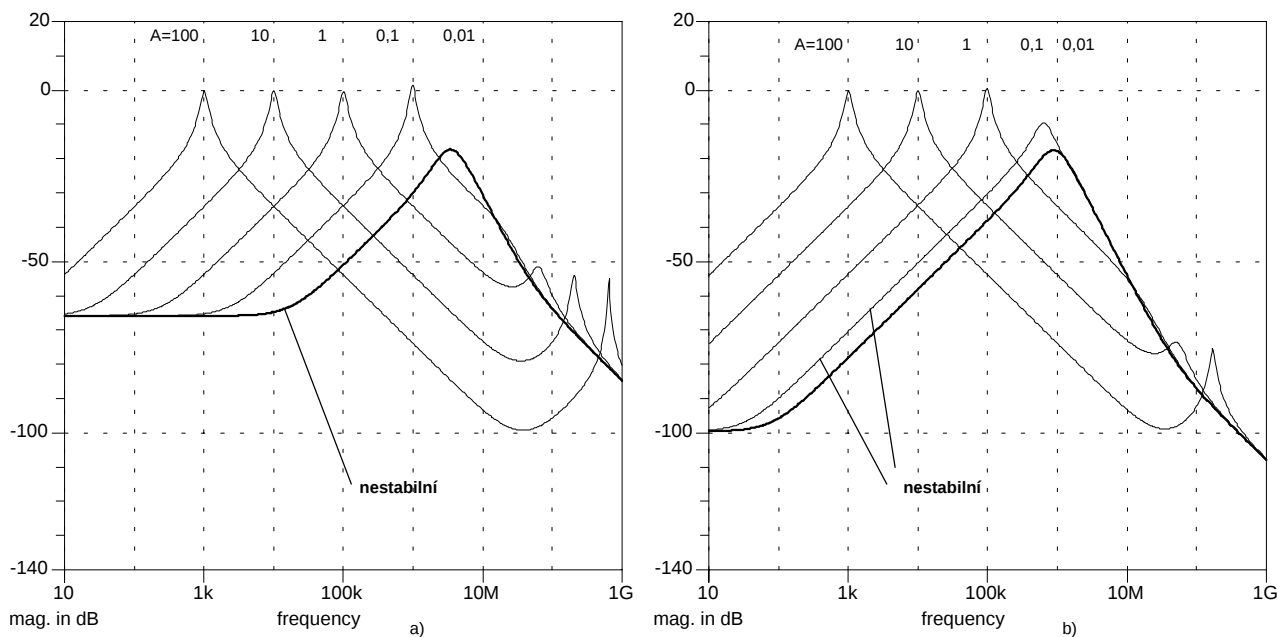
Obr. 11. Analýza filtru z obr. 3 při uvažování jednopólových modelů zesilovačů: a) CLC420, b) NE5532.

Při použití rychlého operačního zesilovače je patrný efekt konečného útlumu v nízkofrekvenční oblasti, který je způsoben relativně nízkým stejnosměrným zesílením CLC420 ($A_o=2000$). Varianta s NE5532 daleko lépe „drží“ vrcholy charakteristik na stejné úrovni.

Analýza obvodu z obr. 5: jiný způsob ladění beze změny Q

Ideální kmitočtové charakteristiky jsou na obr. 6, výsledky analýzy SNAPem na obr. 12. Oproti předešlé metodě ladění je zde několik rozdílů.

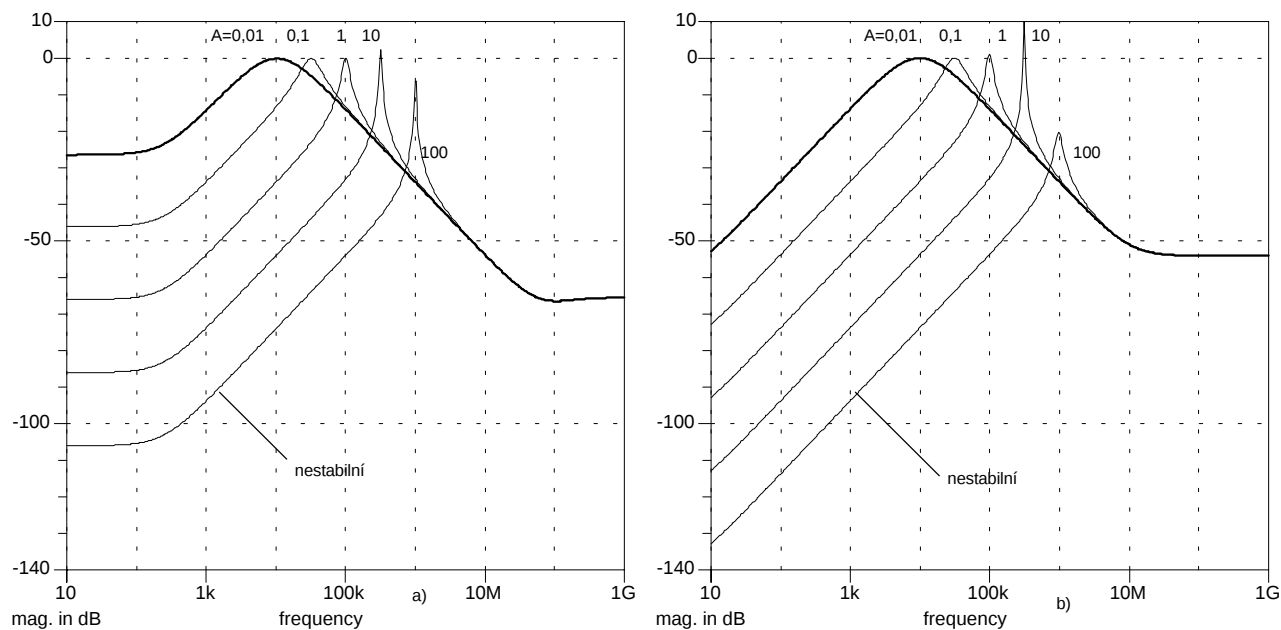
Při použití rychlého operačního zesilovače (obr. a) je efekt konečného útlumu v nepropustném pásmu výraznější a má jiný charakter (konečný útlum nezávisí na zesílení tak jako u zapojení na obr. 3 – srovnej obr. 11 a 12). Kolísání maxim charakteristiky je však výrazně menší. Dá se tedy říci, že toto zapojení vykazuje lepší vlastnosti než zapojení předchozí.



Obr. 12. Analýza filtru z obr. 5 při uvažování jednopólových modelů zesilovačů: a) CLC420; b) NE5532.

Analýza obvodu z obr. 7: Ladění filtru při pevné šířce pásma

Ideální kmitočtové charakteristiky jsou na obr. 8, výsledky analýzy SNAPem na obr. 13.



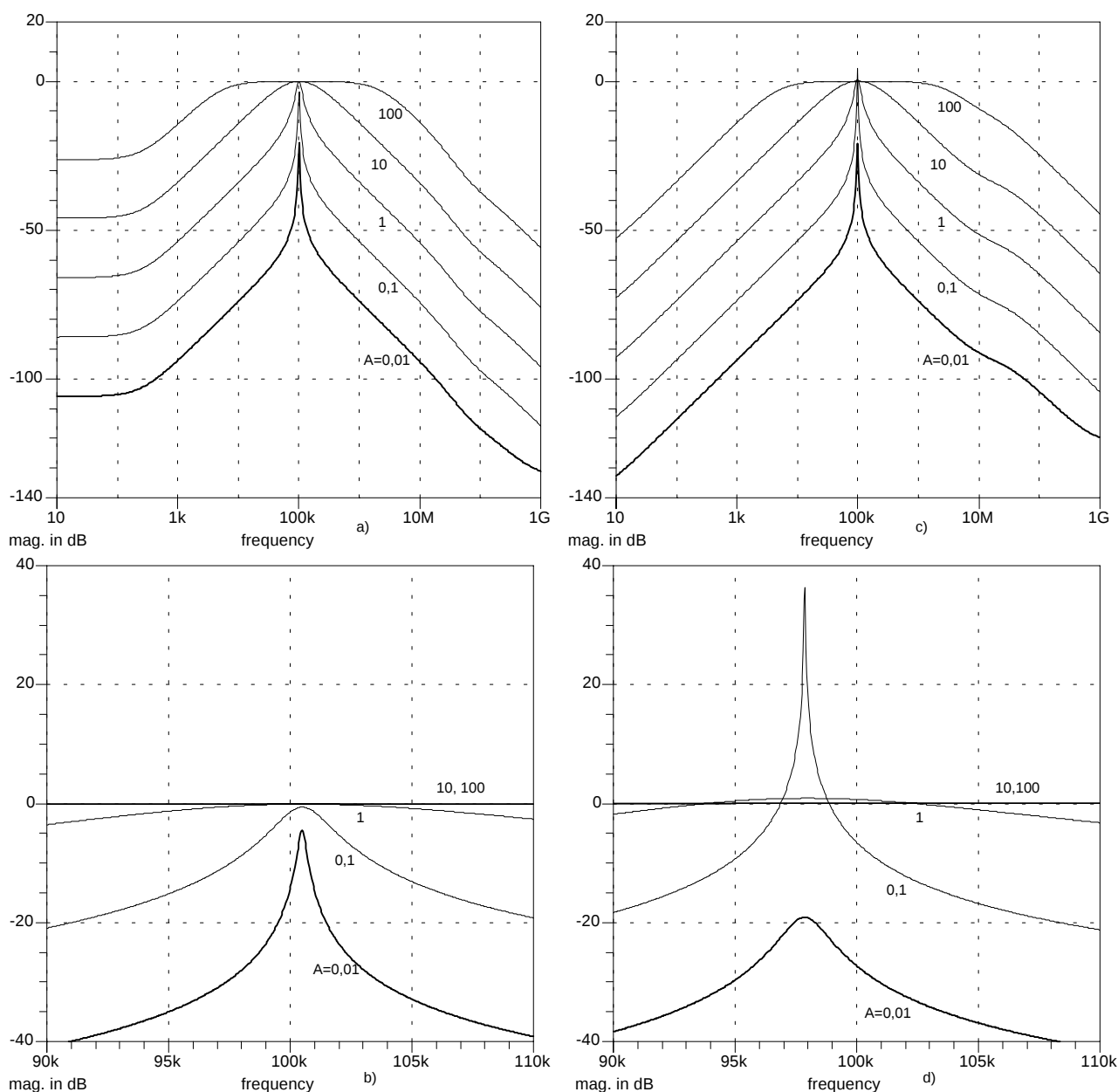
Obr. 13. Analýza filtru z obr. 7 při uvažování jednopólových modelů zesilovačů: a) CLC420, b) NE5532.

Kromě problémů se stabilitou pro $A = 100$ se u operačního zesilovače CLC420 objevuje opět efekt konečného útlumu v nepropustném pásmu. Kolísání maxima v blízkosti pásma nestability je však menší než u varianty s NE5532.

Analýza obvodu z obr. 9: Nastavování Q, resp. B při konstantním ω_0

Ideální kmitočtové charakteristiky jsou na obr. 10, výsledky analýzy SNAPem při uvažování jednopólových modelů zesilovačů jsou na obr. 14. Zapojení je stabilní pro celý uvažovaný rozsah řízení Q. Vykreslíme-li s dostatečným rozlišením křivky v okolí jejich lokálních maxim, zjistíme, že

u zapojení s rychlým i pomalým operačním zesilovačem vzniká tzv. efekt kolísání maxima (podrobnosti budou následovat později), u zapojení s rychlým zesilovačem je však mnohem méně výraznější. Tento efekt se projevuje pro nízké hodnoty zesílení A (0,01; 0,1) a pro pomalý zesilovač je tak výrazný, že filtr je pro tato zesílení nepoužitelný. Kromě toho je u pomalého operačního zesilovače v detailu patrný posun kmitočtu ω_0 k nižším hodnotám.



Obr. 14. Analýza filtru z obr. 9 při uvažování jednopólových modelů zesilovačů: a), b) CLC420, c), d) NE5532; filtr je v obou případech stabilní pro všechna zesílení. Na obr. b) a d) jsou detaily křivek z obr. a) a c) v okolí lokálních maxim.

Z uvedeného rozboru vyplývá závažnost vlivu reálných vlastností zesilovačů na parametry filtru při elektronickém řízení v širším rozsahu. Nejvýznamnějším problémem je udržení stability. Předtím, než přistoupíme k rozboru těchto vlivů symbolickou analýzou, zjistíme napřed, do jaké míry použité modelování zesilovačů jednopólovými modely vystihuje reálné chování filtru. Uvedená zapojení budeme analyzovat simulátorem MicroCap VI při použití SPICE modelů zesilovačů VCA610, CLC420 a NE5532. Poté srovnáme výsledky simulace s naší zjednodušenou analýzou.