

ACTIVE RC HIGH-PASS FILTER WITH MODERN FUNCTIONAL BLOCK

Miloš HOUF, Bachelor Degree Programme (3)
Dept. of Radio Electronics, FEEC, BUT
E-mail: xhoufm00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Prof. Tomáš Dostál

ABSTRACT

This report focuses on active high-pass filter second-order design using modern operational amplifiers. One of modern operational amplifiers is LT1228. The LT1228 implements gain control with a transconductance amplifier (voltage to current) whose gain is proportional to an externally controlled current.

1 ÚVOD

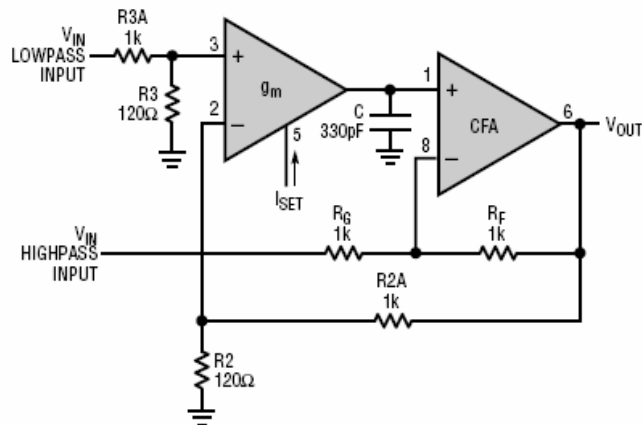
Při návrhu aktivních RC filtrů, hrají důležitou roli aktivní prvky. Filtry pro oblast audio vystačí z běžnými operačními zesilovači (dále jen OZ), protože zde uvažujeme nejvyšší přenášenou frekvenci do 20 kHz. Pokud však požadujeme ARC filtr, který má přenášet i vyšší frekvence je třeba vybírat vhodné aktivní prvky. V tomto projektu se budu zabývat ARC horními propustmi 2. řádu (zvané též bikvady) a jejich elektronickým nastavováním parametrů.

To lze realizovat principem napět'ového bootstrapu (vhodným podložením některých prvků R a C řízenými zdroji napětí), nebo změnou parametrů vhodných funkčních bloků. Zajímavou možnost představují také digitální potenciometry. Dalšími možnostmi jak realizovat elektronicky řízený ARC filtr je použití proudových konvektorů. Ty však nejsou komerčně dostupné a v současné době je problém s jejich výrobou. Existuje ještě více možností např. pomocí čtyř kvadrantových násobiček, čímž by se dosáhlo větší shody jednotlivých ladících prvků. Lepšího elektronického nastavování parametrů lze dosáhnout při realizaci filtru v proudovém módu, ale pro většinu aplikací je požadován napět'ový mód, a proto by se musely používat převodníky napětí a proudu na vstupu, resp. proudu a napětí na výstupu.

2 ELEKTRONICKÉ ŘÍZENÍ AKTIVNÍ HORNÍ PROPUSTÍ 2. ŘÁDU S LT 1228

Jedná se o OZ od firmy Linear Technologi. Skládá se z rychlého OZ s proudovou zpětnou vazbou a transkonduktivního OZ s transkonduktancí g_m , kterou lze řídit pomocným proudem I_{SET} . Změnou g_m pak dochází i ke změně mezního kmitočtu filtru.

Schéma zapojení filtru je na obrázku Obr.1. Jedná se o multifunkční filtr, kterým lze realizovat jak horní, tak dolní propust. Toto zapojení představuje ARC filtr 1. řádu, proto pro realizaci ARC horní propusti 2. řádu, je třeba použít kaskádní syntézu (zapojení dvou těchto filtrů za sebou) a vstupní svorka LOWPASS INPUT musí být uzemněna. Výrobce udává mezní kmitočet, který je OZ ještě schopen přenést až 100 MHz. Filtr lze přeladovat změnou transkonduktance g_m , kterou lze jak již bylo zmíněno výše, řídit pomocným proudem I_{SET} , jehož rozmezí je uvedeno v [2].



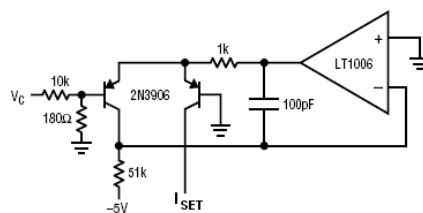
Obr. 1: Aktivní dolní/horní propust 1. řádu s LT1228

Výrobce udává úhlový kmitočet pólu přenosu:

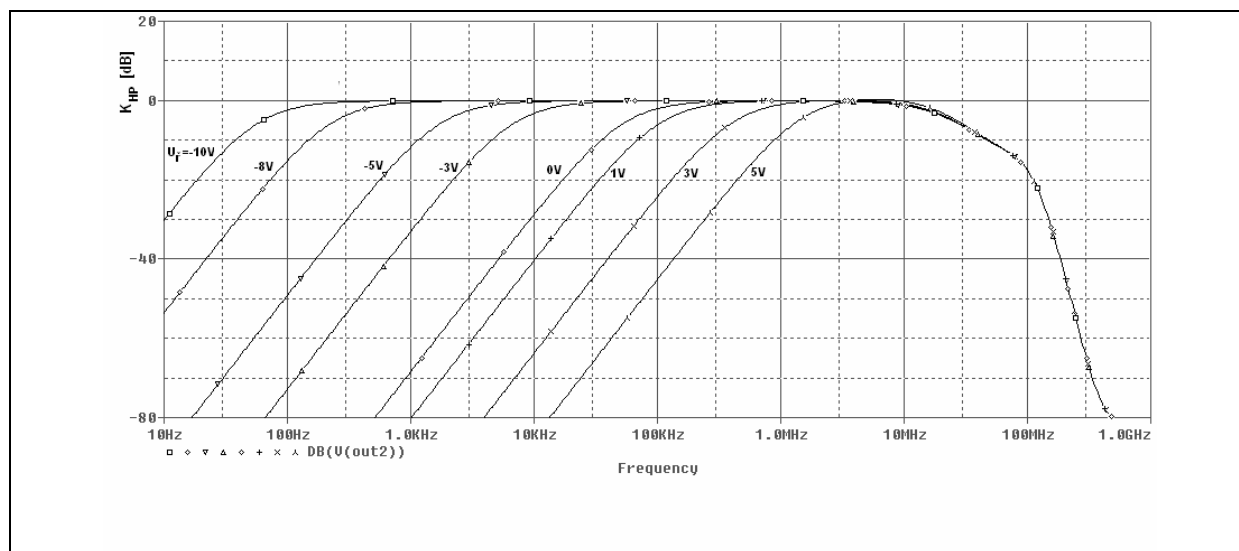
$$f_0 = \frac{10}{2\pi} \cdot \frac{I_{SET}}{C} \cdot \frac{R_F + 1}{R_G} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_{2A}} \quad (1)$$

Při zkoumání chování obvodu programem OrCAD a SNAP, jsem však zjistil, že přeladovat kmitočet pomocí ideálního zdroje proudu, popřípadě ideálního zdroje napětí a odporu, lze jen velmi špatně a proto jsem filtr doplnil ještě obvodem na Obr.2, který doporučuje výrobce pro řízení transkonduktance g_m pomocí napětí. S tímto pomocným obvodem již filtr vykazoval mnohem lepší vlastnosti a přeladitelnost, jak ukazuje obrázek Obr.3.

Podrobným zkoumáním programem OrCAD jsem zjistil, že řídicím napětím lze mezní frekvenci přeladovat na obě strany, při čemž kladným napětím přeladujeme mezní kmitočet směrem k vyšším frekvencím a naopak záporným napětím lze mezní kmitočet přeladovat směrem k nižším frekvencím, při čemž pro přeladování v celém kmitočtovém pásmu (obrázek Fig.3), které je obvod LT1228 schopen přenášet, jsem vystačil s řídicím napětím od -10V do 5V.



Obr. 2: Pomocný obvod pro řízení LT1228 pomocí napětí



Obr. 3: Výstupní charakteristiky ARC horní propusti s LT1228

V tabulce 1 jsou odpovídající velikosti proudů I_{SET} při řídicích napětích od -10V do 5V.

U_f [V]	-10	-8	-5	-3	0	1	3	5
I_{SET} [A]	55,57n	217,9n	1,691 μ	6,629 μ	51,39 μ	101,6 μ	394,8 μ	1,364m
$f_{mezní}$ [Hz]	85	340	2,6 k	10 k	78 k	155 k	585 k	1,9 M

Tab. 1:

Nutno ještě podotknout, že výrobce udává rozsah proudu I_{SET} od 1 μ A do 1mA. To že mě to fungovalo i mimo tento rozsah může být způsobeno nedokonalostí modelu LT1228 v programu OrCAD, a bylo by nutné provést analýzu přímo na dané součástce. Elektronické řízení činitele jakosti Q obvod LT1228 neumožňuje.

3 ZÁVĚR

Zajímavou možností jak elektronicky řídit parametry aktivních filtrů je použití moderních funkčních bloků, které umožňují přeladování parametrů. Jedním z nich je např. LT1228 pomocí něhož lze přeladovat mezní frekvenci filtru řídicím proudem I_{SET} . Výhodou tohoto obvodu je, že při použití pomocného obvodu, můžeme mezní frekvenci velmi snadno a plynule přeladovat. Jeho nevýhodou je však cena, která je vyšší. Navíc pro realizace horní propusti 2. řádu jsou zapotřebí dva tyto obvody čímž cena filtru ještě více stoupne.

LITERATURA

- [1] GHAUSI, M. S., LAKER, K. R.: Modern Filter Design – Active RC and Switched Capacitor. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1981.
- [2] LT1228 - 100MHz Current Feedback Amplifier with DC Gain Kontrol. Datasheets, Linear Technology, 2002.
- [3] OLŠÁK, M.: Elektronické řízení kmitočtových charakteristik filtrů vyššího řádu. Elektrotechnika, 2001