

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko

Aljaž Fink

**Switched-capacitor filter krmiljen z
VCO generatorjem**

Seminarska naloga

pri predmetu
Elektronska vezja

V Ljubljani, maj 2012

KAZALO

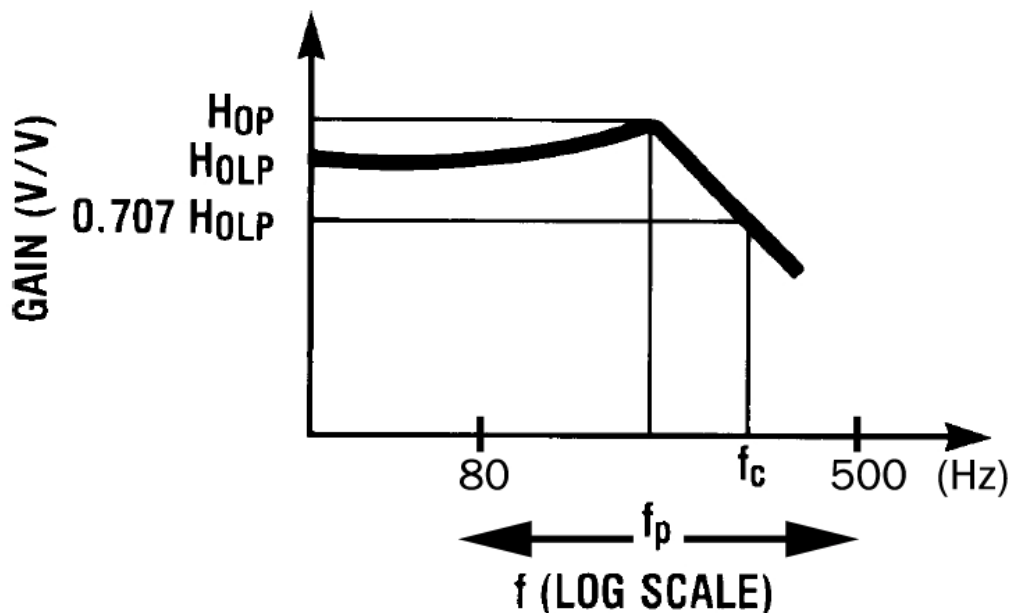
UVOD	3
FUNKCIONALNI DEL	3
GLAVNI DEL	4
VCO- voltage controlled oscillator	4
S-C filter	5
SESTAVLJANJE KOMPONENT IN PREVERJANJE DELOVANJA VEZJA	6
ZAKLJUČEK	8
Tabela koeficientov butterworth-ovega filtra:	9

1. UVOD

Današnji aktivni zvočniški sistemi, oziroma sami aktivni zvočniki, imajo poleg ojačevalnika vgrajeno tudi aktivno kretnico. Predvsem pri nizkotonskih zvočnikih (woofer), nam proizvajalec vgradi nizkoprepustno sito, ki nam signal reže običajno pri 120Hz ali 80Hz. Nizkotonski zvočnik nam s tem omogoča da dobimo ven res nizke tone, ki so v glasbenih zvrsteh kot je rock, metal, rave..., še kako pomembni. Vendar pa obstaja tukaj tudi druga zvrst glasbe kot je recimo narodnozabavna glasba. Tukaj pa ne pridejo do izraza te frekvence. Nizkotonski zvočniki bi morali imeti, po mojih izkušnjah, nizkoprepustno sito nastavljivo. Zaradi tega sem se odločil, da naredim filter, ki mi bo omogočal prepuščanje signala od 80Hz pa vse do 500Hz seveda bo meja prepustnosti sita nastavljiva.

FUNKCIONALNI DEL

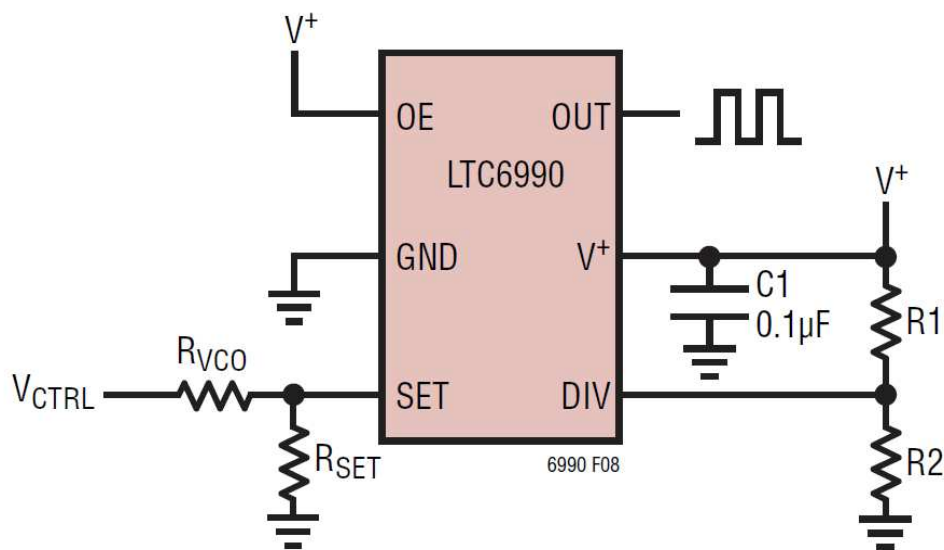
Delovanje filtra nam omogoča reguliranje oziroma prestavljanje pola in s tem mejne frekvence filtra. Za moj filter sem si izbral butterworthov filter 2 reda. Filter sem realiziral s tako imenovanim switched-capacitor-filter, ki nam omogoča, da ga krmilimo s VCO generatorjem. Frekvenca VCO signala nam določa, kje se bo nahajal pol pri katerem filter začne signal slabiti.



2. GLAVNI DEL

VCO- voltage controlled oscillator

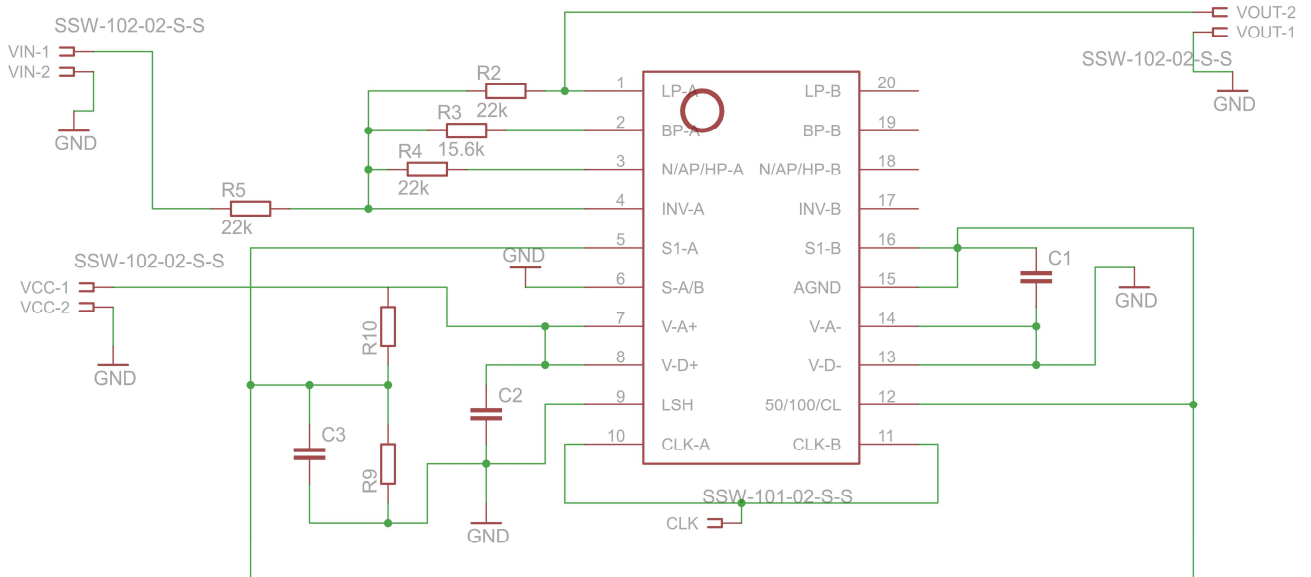
Za začetek načrtovanja filtra sem si najprej izbral ustrezen S-C filter. Ker pa je filter krmiljen s VCO signalom sem si moral najprej izbrati oz. v delovanje pognati VCO modulator. Izbral sem si od Linear Technology LTC6990. To je napetostno krmiljen oscilator.



Oscilator je zelo zmogljiv. S frekvenco gremo lahko do nekaj MHz, vendar za naše delovanje potrebujemo frekvenco, ki jo lahko nastavljamo od 10kHz pa do 100kHz. Frekvenčno območje nastavljamo z uporoma R1 in R2, frekvenco oscilatorja pa z nastavljanjem napetosti Vctrl oz. v mojem primeru sem zadevo malo preuredil in namest Vctrl nastavljam kar napetost na uporu Rset ki sem ga zamenjal z potenciometrom. Napetost Vctrl pa je fiksna, zaradi fiksnega napajanja 5V.

S-C filter

Naslednji sklop pa je S-C filter. Filter krmilimo z narejenim VCO. Vse elemente se izračuna po spodnjih enačbah ki so podane v samem podatkovnem listu elementa.



$$f_O = \frac{f_{CLK}}{100} \times \sqrt{\frac{R_2}{R_4}} \text{ or } \frac{f_{CLK}}{50} \times \sqrt{\frac{R_2}{R_4}}$$

$$Q = \text{quality factor of the complex pole pair}$$

$$= \sqrt{\frac{R_2}{R_4}} \times \frac{R_3}{R_2}$$

$$H_{OHP} = \text{Highpass Gain (as } f \rightarrow \frac{f_{CLK}}{2}) = -\frac{R_2}{R_1}$$

$$H_{OBP} = \text{Lowpass Gain (at } f = f_O) = -\frac{R_3}{R_1}$$

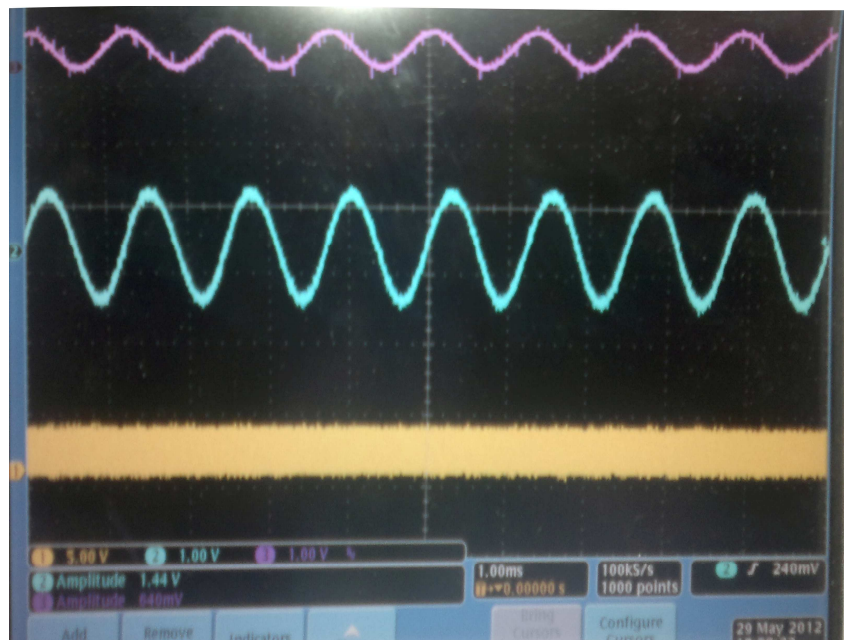
$$H_{OLP} = \text{Lowpass Gain (as } f \rightarrow 0) = -\frac{R_4}{R_1}$$

SESTAVLJANJE KOMPONENT IN PREVERJANJE DELOVANJA VEZJA

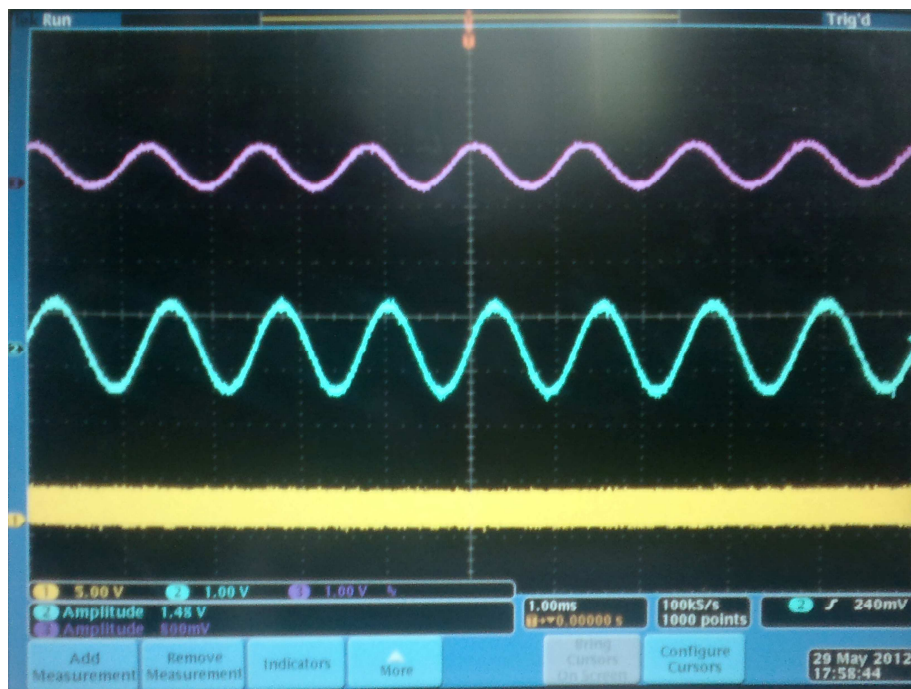
Ker v elektroniki skoraj nič ne deluje v prvo, tudi meni ni. Pri generiranju clock-impulzov so se mi na začetku vsakega pulza pojavile špice. Po tehtnem razmisleku in izkušnjah iz vaj sem na napajanje priključil kondenzator 100nF in špice so izginile.

Po brezhibno narejenem impulznem generatorju pa je na vrsto prišel S-C filter. Obvezno morajo biti na vhodu napajalne napetosti blokirni kondenzatorji drugače se na izhodu v signalu pojavijo motnje. Po priklopu sinusnega signala na vhodu filtra smo na izhodu dobili slabljenje 19.8 dB/dec Kar je zelo dober rezultat glede na to da sem v vezju uporabil upore iz lestvice E12 ki imajo 5% odstopanje. Poleg tega tudi upor, ki določa slabljenje R3, pri izračunu ni prišel točno 15,6 k Ω ampak je prišel 15,620 k Ω .

Na sliki zgoraj omenjene špice v signalu. (vijoličen signal je filtriran signal)



Popravljen signal z dodanima blokirnima kondenzatorjema:



ZAKLJUČEK

Sestavljanje in načrtovanje je potekalo brez večjih presenečenj. Malo se je zataknilo le pri blokirnem kondenzatorju, brez katerega so se v vezju pojavljale nezaželene špice. Filter je možno nadgraditi v višji red z vezavo v kaskado. Pri tem moramo ponovno preračunati frekvence posameznega filtra, da dobimo želeno karakteristiko na izhodu. Faktorje kvalitete za posamezne filtre pa najdemo že preračunane v posebnih tabelah.

Tabela koeficientov butterworth-ovega filtra:*Table 16–5. Butterworth Coefficients*

n	i	a_i	b_i	$k_i = f_{Ci} / f_C$	Q_i
1	1	1.0000	0.0000	1.000	—
2	1	1.4142	1.0000	1.000	0.71
3	1	1.0000	0.0000	1.000	—
	2	1.0000	1.0000	1.272	1.00
4	1	1.8478	1.0000	0.719	0.54
	2	0.7654	1.0000	1.390	1.31
5	1	1.0000	0.0000	1.000	—
	2	1.6180	1.0000	0.859	0.62
	3	0.6180	1.0000	1.448	1.62
6	1	1.9319	1.0000	0.676	0.52
	2	1.4142	1.0000	1.000	0.71
	3	0.5176	1.0000	1.479	1.93
7	1	1.0000	0.0000	1.000	—
	2	1.8019	1.0000	0.745	0.55
	3	1.2470	1.0000	1.117	0.80
	4	0.4450	1.0000	1.499	2.25
8	1	1.9616	1.0000	0.661	0.51
	2	1.6629	1.0000	0.829	0.60
	3	1.1111	1.0000	1.206	0.90
	4	0.3902	1.0000	1.512	2.56
9	1	1.0000	0.0000	1.000	—
	2	1.8794	1.0000	0.703	0.53
	3	1.5321	1.0000	0.917	0.65
	4	1.0000	1.0000	1.272	1.00
	5	0.3473	1.0000	1.521	2.88

Viri:

Voltage controll oscillator: <http://cds.linear.com/docs/Datasheet/6990fb.pdf>
S-C filter MF10: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/mf10-n.pdf>