



Designnotat

Tittel: Bruk av bånd-stop filter til å dempe signaler

Forfattere: Ole Sivert Aarhaug

Versjon: 2.0

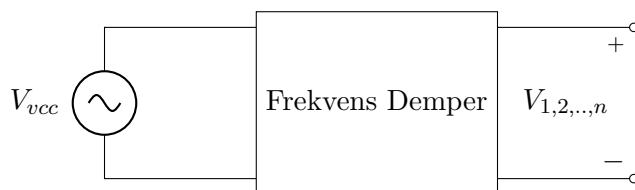
Dato: 09.05.18

Innhold

1	Problemstilling	1
2	Prinsipiell løsning	2
3	Realisering og test	3
4	Konklusjon	7

1 Problemstilling

Denne designnotatet omhandler hvordan man kan redusere spesifikke frekvenser i ett analogt signal slik at den resulterende amplituden på den frekvens av signalet blir dempet som vist i figur 1.

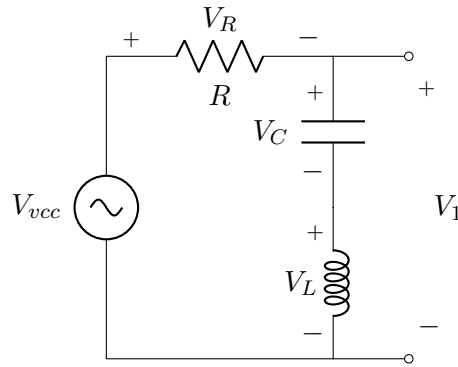


Figur 1: Illustrasjon av den generelle problemstillingen

Signalet som blir behandlet i dette notatet er ett lydsignal ifra en digital fil generert av en signal generator, hvor det er ett uønsket sinusformet signal på en spesifikk frekvens. Men den prinsipielle løsningen kan godt brukes til andre problemstillinger hvor man ønsker å dempe spesifikke frekvenser eller signaler hvor man ønsker å beholde lydkvalitet av det orginalet signalet.

2 Prinsipiell løsning

Spoler, kondensatorer og motstander har impedans og ved å utnytte faseforskyvning av signaler over spoler og kondensatorer kan man designe en krets som kortslutter signalet når en bestemt frekvens er nådd se figur 2.



Figur 2: Illustrasjon av bånd-stop filter

Den frekvensresponsen man da er ute etter er hvor signalet V_C er forskjøvet π rad iforhold til V_L slik at $V_1 = 0$. En slik krets som vist i figur 2 er kalt ett bånd-stop filter og vil ha en resonansfrekvens f_k gitt ved formel 1. Dermed ved å omformulere formel 1 kan en spole L og kondensator C verdi utledes.

$$f_k = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

$$L = \frac{\left(\frac{1}{2\pi f_k}\right)^2}{C} \quad (2)$$

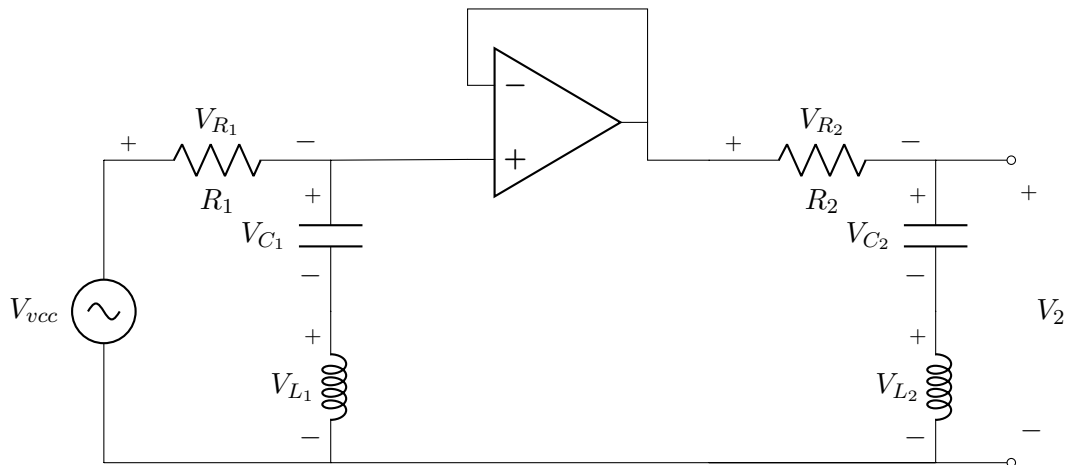
$$C = \frac{\left(\frac{1}{2\pi f_k}\right)^2}{L} \quad (3)$$

Dermed med de riktige verdier for L og C vil man få en amplituderespons som vist øverste del i figur 7 med en resonansfrekvens med verdien for f_k .

Motstandsverdien for R vil justere mengden med damping filteret vil gjøre på grunn av spenningsfallet over motstanden regulerer den mengden med spenning som kommer igjennom, men en for høy motstand vil gjøre båndbredden (frekvens ommerådet som blir dempet) så stor at store mengder av signalet blir dempet. En måte å forebygge dette på er å koble kretsen illustrert i figur 2 i en kaskadekobling.

En kaskadekoblinger er i dette tilfelle en seriekobling av kretsen i figur 2 med en operasjonsforsterker imellom kretsene som en buffer for signalet. Da kan man øke størrelsen på dempingen uten å ofre båndbredde. Oppkoblingen av kaskadekoblingen er illustrert i figur 3.

I kretsen 3 brukes en operasjonsforsterker med negativ tilbakekobling. Dette heter en buffer og er nødvendig for å isolere bånd-stop filterne ifra hverandre.



Figur 3: Illustrasjon av bånd-stop filter i kaskadekobling

3 Realisering og test

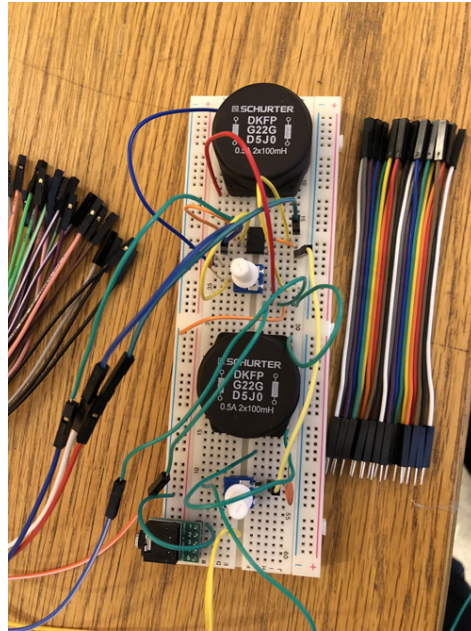
En lydfil med musikk har en konstant tone spillende av i bagrunnen igjennom hele sangen. Etter en spektrumsanalyse av det analoget signalet se figur 4 identifiserer signalet som lager lyden. Her blir ett signal med frekvens lik $f = 1,62\text{KHz}$ identifisert som det uønskede signalet det ser ut til å være konstant igjennom helle melodien og trolig ett sinus- eller cosinusformet signal.



Figur 4: Spektrumsanalyse av ubehandlet signalet

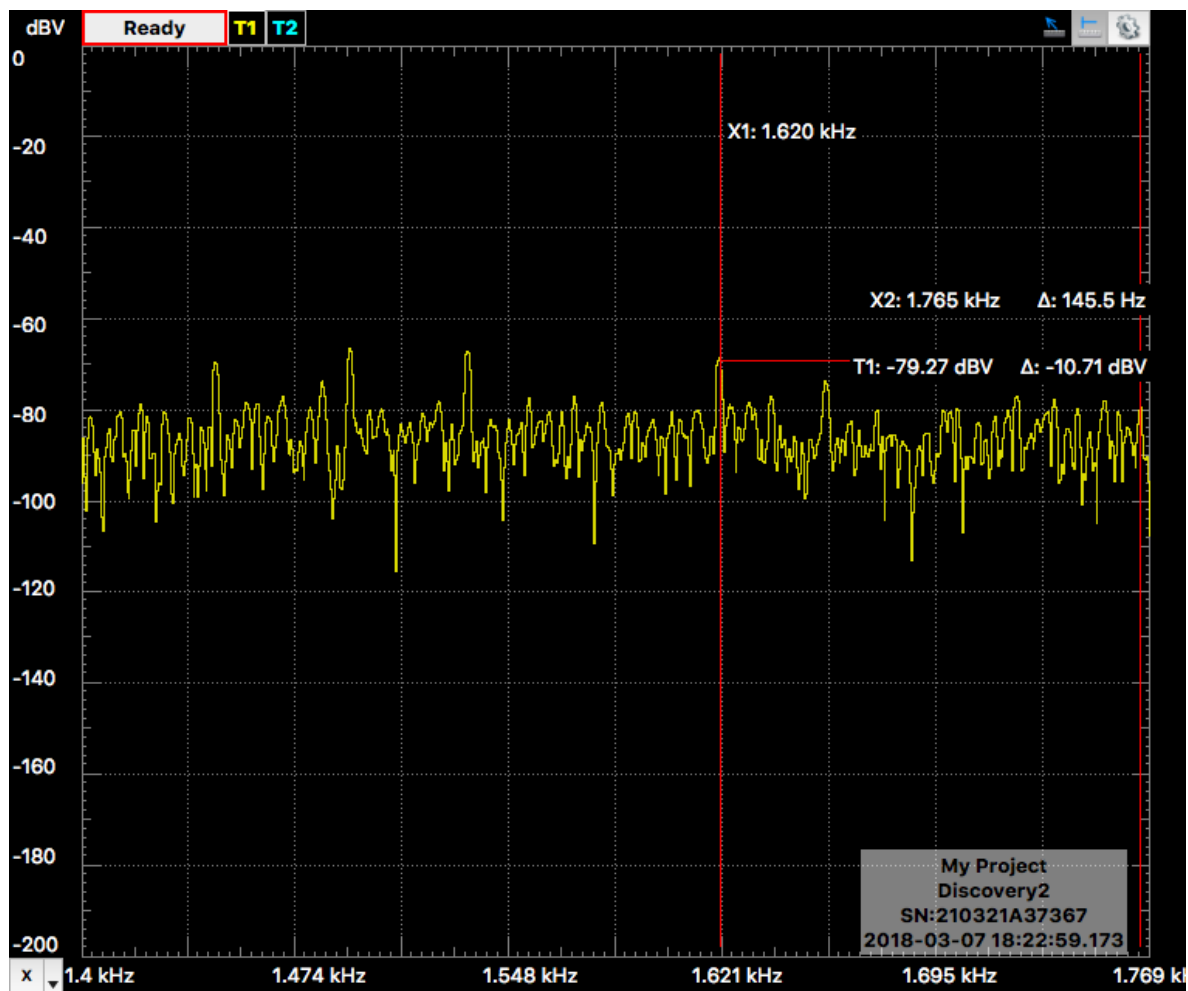
Utifra formel 2 og 3 kan vi utlede verdien for L og C når en av verdiene er kjent. En spole på $L = 100mH$ blir valgt ut og man får $C = 96,5nF$ med en resonansfrekvens på $f_k = 1,62KHz$ (se formel 4). For R_1 og R_2 blir to $10K\Omega$ potensiometer bruk for å enkelt kunne tune mengden med damping for å få vekk ulyden ifra lydsignalet. Se figur 5 og 3 for den oppkoblede kretsen

$$C = \frac{1}{(2\pi 1,62KHz)^2 \cdot 100mH} = 96,5nF \quad (4)$$

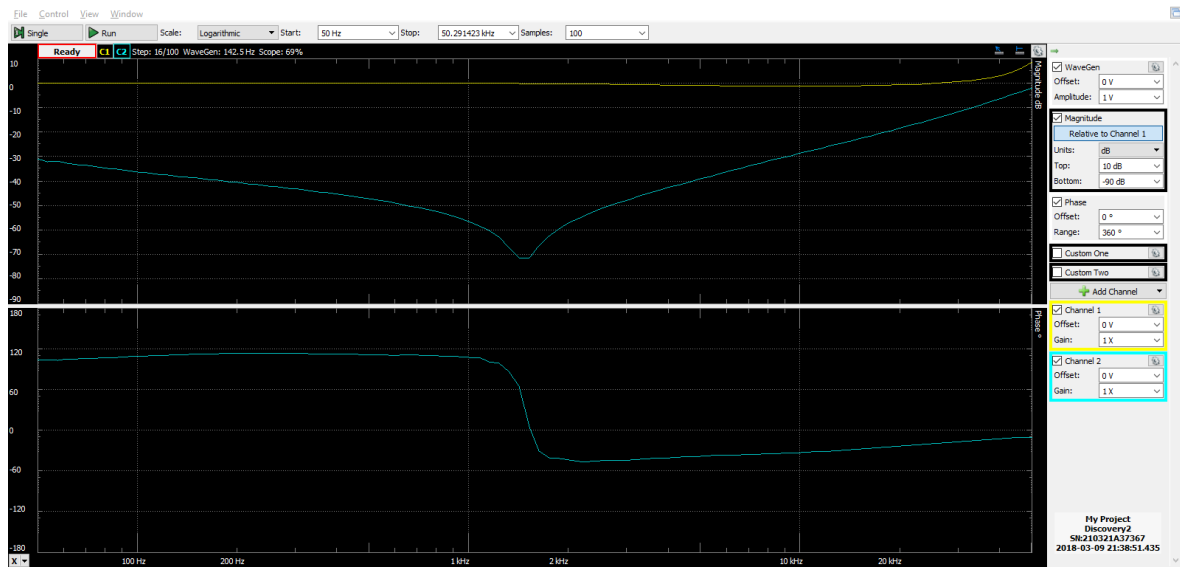


Figur 5: Oppkobling av den realiserste kaskade bånd-stop filteret

Etter kretsen er oppkoblet blir V_2 som vist i figur 3 og 5 målt med spektrumsanalyse figur 6 og nettverksanalyse figur 7.



Figur 6: Spektrumsanalyse av V_2



Figur 7: Nettverksanalyse av V_2 Amplituderrespons i desibel øverst med en maks bunn på $-71dB$ og faserespons nederst i null på $1,6KHz$.

Vi ser utifra figur 6 og 7 at signalet er redusert med $-71dB$ rundt den ønskede frekvensen på $1,6KHz$. Ved lytting på signalet er også den uønskede tonen i musikken nå vesentlig lavere og enklere of overse en før.

4 Konklusjon

Utifra resultatet ifra figur 6, 7 og lytting på signalet er det tydelig at den ønskede effekten med bånd-stop filteret blir oppnådd. Signalet på $1,6KHz$ ble dempet med $-71dB$. Båndbredden på amplituderresponsen kunne vært mindre hvis en mindre verdier for R i kaskadefilteret ble satt, og vi koblet opp flere bånd-stop filter i kaskade. Den resulterende båndbredder burde da blitt mindre og frekvensene rundt f_k ville ikke blitt dempet i like stor grad.