

# Et enkelt notch filter for audiofrekvenser.

I RadCom (Jan 91) beskriver G7EAH hvordan LMF90 brikken sammen med en 2 W IC forsterker kan filtrere audiofrekvenser med godt resultat: Audio filtre i radioutstyr blir brukt på mange måter avhengig av båndbredde og frekvens på ønsket signal og interferenssignal. Dersom det ønskede signalet er bredbåndet (f.eks. SSB) og det finnes et smalbandsinterferenssignal innen audioområdet (f.eks. CW) kan et filter som demper et smalt frekvensbånd avstemmes til interferenssignalet uten noe særlig tap av informasjon i det ønskede signalet - notch modus. Men dersom det ønskede signalet er smalbandet og interferenssignalet er bredbåndet vil et filter med smalt passbånd avstemt til ønsket signal kunne hjelpe - passbånd modus. Dersom begge signalene er smalbandet i audioområdet, kan enten et passbånd eller et notch filter nyttes.

For å forstå fordelene med 'switched capacitor' filteret i forhold til andre filtre, kan det være nyttig å nevne noen vanskeligheter en kommer bort i når en skal realisere filtre. Et av de første audiofilterne besto av en kombinasjon av motstander, spoler og kondensatorer. Av disse tre komponentene var det spolen som var det største problemet for konstruktøren. Lav Q-verdi, store fysiske mål og stor fysisk vekt karakteriserte spolen. Utviklingen av billige op amp'er som f.eks. 741 og utviklingen av aktive filtre gjorde det mulig å kvitte seg med spolen. Et filter kunne nå bygges med bare motstander og kondensatorer i tillegg til den aktive kretsen (op amp) - både fysisk lite og til lav pris. Ulempen med aktive filtre er at de er avhengige av spenningsforsyning men det fins også et problem som har med de eksterne komponentenes toleranser og temperaturfølsomhet å gjøre. Dette er særlig viktig når en skal bygge skarpe filtre med stor selektivitet. Temperaturavhengighet og spenningsavhengighet er avgjørende for motstander og kondensatorer enten de er eksterne eller implementert på en integrert krets. De to faktorene som møtte 'designeren', nemlig 1) ønske om å redusere antall eksterne komponenter ved hjelp av storskala integrasjon og 2) ønske om å redusere temperaturavhengigheten til hele filteret, førte til utviklingen av switch capacitor prinsippet (QST har behandlet emnet capacitor filtre i marsnr. 1984 med en oppfølging i aprilnr 1986. Red anm.)

Det ble etterhvert klart at en kondensator som blir svitsjet mellom koplingspunkt i en krets med en frekvens som er mye, mye større enn frekvensen til det signalet som går gjennom de samme koplingspunkt, syntes for signalets vedkommende å være en fast motstand mellom koplingspunktene. Fordelen med dette er at mens en enkelt kondensator ikke kan produseres med en nøyaktighet bedre enn ca. 10% så vil forholdet mellom to kondensatorer på samme integrerte krets kunne lages til å bli ca. 1%. Dette fører til at filtre med høy selektivitet kan lages med god temperaturstabilitet siden temperaturegenskapene til to kondensatorer er utmerket. Den grunnleggende kretsen for switch capacitor filtrene er den såkalte switch capacitor integrator som er direkte avhengig av forholdet mellom to kondensatorer. I tillegg til de egenskaper som er nevnt, kan denne type filtre også avstemmes kontinuerlig ved ganske enkelt å endre klokkefrekvensen som påtrykkes. Endringen er proporsjonal slik at f.eks. et båndpassfilter med båndbredde 100Hz og senterfrekvens 100Hz som styres av en klokkefrekvens på 100kHz vil få en

båndbredde på 200Hz med senterfrekvens 200Hz dersom klokkefrekvensen dobles

## Kretsen

Figur 1 viser blokkdiagrammet for kretsen og

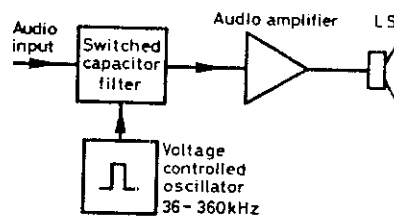


Fig. 1. Blokkdiagram for et switch capacitor filter

det består hovedsaklig av 3 deler: a) switch capacitor filter, b) spenningsstyrt oscillator og c) 2W audio forsterker. Filterets senterfrekvens blir avstemt med en 5V firkantbølge fra den spenningsstyrte oscillator som svinger med en frekvens som er 100 ganger større enn audiofrekvensen. Utgangen fra filteret mates inn i 2W forsterkeren som driver en 8 ohms høyttaler.

LMF90 er en av de siste i switch cap. generasjonen som benytter MOS-teknologi. Ved å bruke en 74LS629M VCO brikke som kan generere frekvenser fra 36 til 360kHz, kan en få LMF90 til å operere i audio-området 360 til 3600Hz

Selv om National Semiconductors konstruerte LMF90 som et notch filter, er det fullt mulig å lage et båndpassfilter av kretsen, og det er gjort i denne konstruksjonen. Ved å ha båndpass muligheten vil en oppnå to praktiske fordeler: a) det er ofte lettere å avstemme filteret til maksimum av det uønskede signalet og så slå over til notch modus for endelig justering og ytterligere reduisering av det uønskede signalet og b) båndpass egenskapen er nyttig når signalet er smalbandet, S2 i stilling 1 (fig.5.) er nyttig når en motar CW signaler. Båndbredden til notch responsen uttrykt som prosentdel av senterfrekvensen (Fc) er uavhengig av Fc, hvilken verdi den enn måtte ha.

Fig. 2. viser den målte dempingen av notch filteret ved 3 valgte båndbredder. 1.0 på den horisontale akse svarer til senterfrekven-

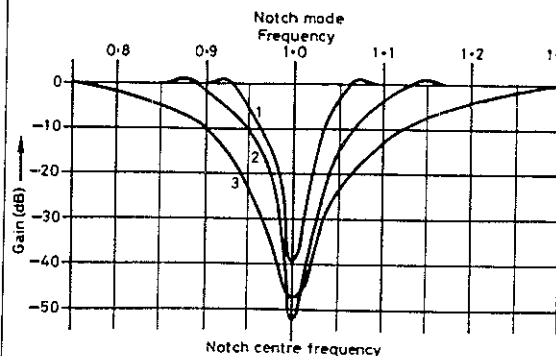


Fig. 2. Filterets frekvensrespons i notch modus

sen. Responsene merket 1, 2 og 3 på figuren svarer til S2 i stilling 1, 2 og 3. Verdiene 1%, 2.5% og 5% som blir assosiert med disse valgene er båndbredder uttrykt som prosent av Fc hvor dempingen er mer enn henholdsvis 35, 40 og 40dB. De tilsvarende tallene for

maksimum demping ved notch frekvensen for de forskjellige valgene er henholdsvis 40, 52 og 48dB. Disse responsene er godt innenfor produsentens spesifikasjoner.

Båndpass responsen er vist i fig. 3. Denne responsen er breiere enn i notch modus og dette gjør avstemmingen lettere når en starter opp. Ved valg av minst båndbredde er båndbredden mellom 10dB punkter 35% av Fc. 'Notching' av et uønsket skarpt noklet CW signal, dvs et signal med relativ stor båndbredde, kan best utføres ved å øke båndbredden til maksimum setting for å redusere nøkkelklikk.

Fig. 5. viser kretsen som er tenkt forsynt med 1V spenning i område 8 til 20 volt. AF signalet inn til filteret kan tas direkte fra høyt-

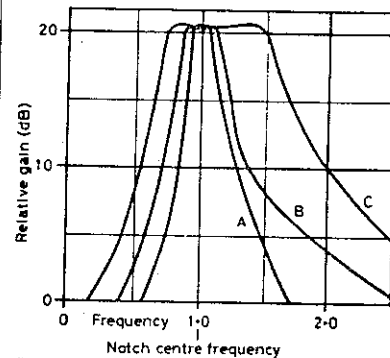


Fig. 3. Filterets frekvensrespons i passbånd modus

talerjack på RX og selve høyttaleren kan så koples til utgangen av filteret.

LM317MP ble valgt for å sørge for en god regulering av de

5 volt som kreves av VCO brikken. VCO-ens frekvens er da så stabil at notch filterets senterfrekvens kun endres 1Hz i 3600Hz selv om tilførselsspenningen endres fra 8 til 20 volt. Reguleringssegenskapene til LM317MP er henholdsvis to og seks ganger bedre enn reguleringssegenskapene for den billigere 7805 når last- og linje reguleringsstallene sammenlignes.

VCO brikken sørger for 50% 'duty cycle' som kreves av LMF90. Audiosignalet som skal filtreres, blir matet inn på pinne 12 på LMF90. Det filtrerte utgangssignalet tas ut på

pinne 9 og koples inn på inngangen til effektforsterkeren LM380. Denne audioforsterkeren mater så igjen en 8 ohms høyttaler.

R1 veiges for å tilpasse RX ens utgang og kan være 4 eller

8 ohm eller opp til 10 kohm (f.eks. dersom høyimpedans hodetelefoner nyttes) avhengig av den RX som nyttes. Denne verdien er ikke kritisk sett fra notchfilteret, men er lagt inn for at RX skal ha en skikkelig last. Men det som er viktig, er at audio inngangssignalet til IC 1 ikke overstiger 1.8 volt RMS

(effektivverdi). En inngang så lav som 80mV RMS vil gi maksimum uforvrengt utgangssignal fra LM380 når 10k logk potentiometeret er stilt til maksimum.

En verdi på C4 lik 6000pF gir et område for Fc fra 360 til 3600Hz. Noen transceivere har en topp audiorespons på 2500Hz og ved å endre C4 til 9000pF vil notchfilteret kunne avstemmes fra 250 til 2500Hz.

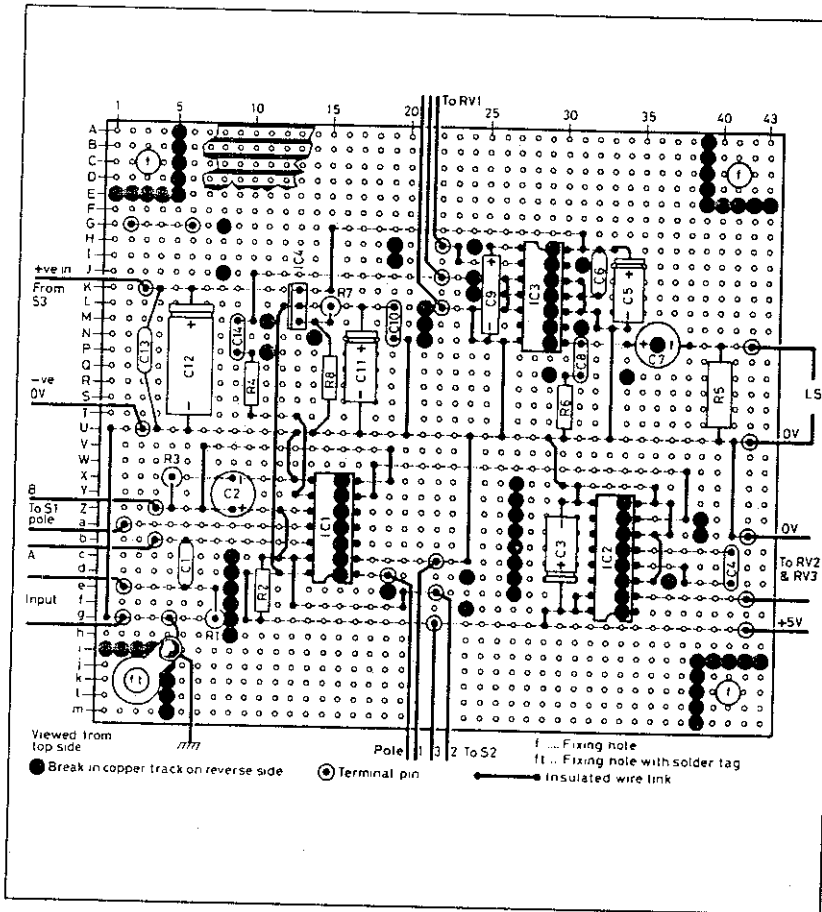


Fig 4. Veroboard utlegg

**Bygging og prøving.**

Ved disse frekvensene kan en godt bruke såkalte veroboard. Fig 4 viser utlegget av komponenter på et slikt veroboard i 1:1 størrelse. En del enkle forholdsregler bør tas. En bør bruke sokler til IC ene. Særlig gjelder dette LMF90 siden den er basert på MOS-teknologi. LMF90 bør ikke settes inn i sokkelen før alt loddearbeid er utført. Avkopplingskondensatorne som er koplet til IC'enes spenningsforsynings-pinner, bør ha så korte tilledninger som mulig. En god og solid jordingsledning bør brukes siden VCO'en lager fir-kantbølger med raske stige- og fall-tider.

Filteret bør settes i en metallkasse og audioledningen fra RX bør være skjermet med skjermen koplet til filterkretsens jordning. LM317MP regulatoren bør utstyres med kjøleplate ca 4cm lang festet til IC'ens ryggfinne som må isoleres fra jord. 0,1 og 1 mikrofarad kondensatorene (C10 og C11) bør koples direkte til brikken.

For å prøve filteret kan en ta et signal på ca 1000Hz fra RX'ens audioutgang og kople til filterets inngang. RX'ens audio bør nå høres. Sett volumet til et passende nivå og legg S1 til notch modus og benytt grov (RV3) og fin (RV2) tuningen til å gi minimum signal.

De tre båndbreddevalgene som gis av posisjonen til S2 bør forandre skarpheten til notch'en. Sett så S1 til båndpassmodus uten å endre audio inngangsfrekvensen. Signalet vil da komme med et volum som er nær det maksimale. Ved å flytte grov og fin tuning pot metrene noe vil en få en liten økning i volumet som så vil falle brått dersom pot metrene flyttes ut over de på forhånd innstilte verdier. Til slutt et råd angående installering av filteret inne i en RX: Hele kretsen må skjermes fra RF-trinnene ved å legge filteret inne i en metallkasse.

**Litteratur.**

LMF90 4th Order Elliptic Notch Filter, National Semiconductor Data Sheet TL/H/10354, Feb 1989.

Analog MOS Integrated Circuits for Signal Processing R. Gregorian and G.C.Ternes, John Wiley and Sons 1986

Denne boka forklarer switch capacitor filtre i dybden.

**Leverandør av komponenter.**

The Chip Shop Ltd. 6 Beanleach Drive, Stockport Cheshire. Se AR nr.12/90 side 352 for nøyaktigere adresse og tlf nr

**Komponentliste.**

**Motstander:** Alle er 1/4 W med mindre annet er sagt og har 10% toleranse. R1 se teksten, R2,3,4 - 10K, R5 - 8R0,2W, R6 - 2R7, R7 - 220R, R8 - 680R, RV1 - 10K log, RV2 - 1K0 lin, RV3 - 10K lin  
**Kondensatorer:** Arbeidsspenning for alle er 30 volt.  
 C1 - 470k, C2,3,5 - 220u, C4 - 6k0+/-10% C6,8,10 13,14 - 100k, C9 - 4u7, C11 - 1u0, C12 - 10u. Les u = mikro  
**Brytere:** Alle har bare ett dekk. S1 - 2 posisjoner, S2 - 3 posisjoner, S3 - AV/PÅ.  
**Integrerte kretser:** IC1 - LMF90, IC2 - 74LS629N, IC3 - LM380N, IC4 - LM317MP.

(LA3JT)

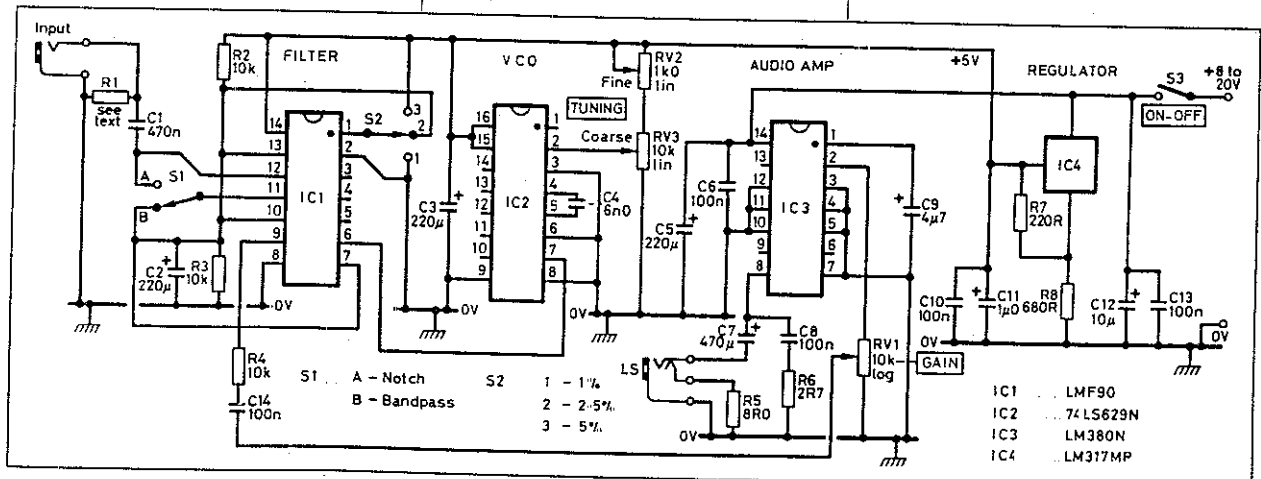


Fig 5. Fullstendig krets for switch capacitor filter