

# Switch capacitor filtre.

I informasjonstidsskriftet Monitor(3/90) fra Hefro Elektronikk finnes en påminnelse om at analog filtrering fremdeles er aktuell. Selv med økende hastighet og kompleksitet på digitale signalbehandlere vil det alltid være behov for å filtrere analoge signaler i et analogt område; om ikke annet, så for å begrense båndbredden som en eller annen fantastisk digital signalprosessor skal behandle. Konstruktøren står da overfor tre hovedløsninger: Passiv-, aktiv- eller switch-capacitor-filtre. De tre filtertypene har sine fordeler og ulemper.

Et passivt filter vil ha et dynamisk område som bare er begrenset av komponentverdiene, og det vil kunne håndtere høye frekvenser med lav forvrengning. Filteret vil imidlertid innføre signaltap også i passbåndet, ta stor plass, og være vanskeligere å lage og trimme jo høyere orden det må ha.

Et aktivt filter vil ha eliminert signaltap og induktorer, men vil være begrenset av at operasjonsforsterkeren gjør det mulig å få et filter med høy inngangsimpedans og lav utgangsimpedans, slik at det er lett å kaskadekople flere like seksjoner.

Et switch-cap filter vil gi en knekkfrekvens med en nøyaktighet bedre enn 1% og bruke få eller ingen eksterne komponenter. "Design" tiden vil være drastisk kortere enn for aktivt eller passivt filter, og forandring av frekvens vil bare være en endring av klokkefrekvensen. Ulempene ved switch-cap filteret skriver seg fra det prinsippet som det fungerer etter. Det er et "sampled" system, klokken vil slippe igjennom til utgangen, maksimum frekvens vil ligge i orden 10kHz til 100kHz. Det vil også være en fare for aliasing dersom signaler med mer enn 1/2 klokkefrekvensen kommer til filteret. Det vil med disse begrensningene være oppnåelig å konstruere et filter med signal/støy forhold på ca 80dB. Følgende huskeliste vil raskere gi det riktige designet.

**Analogt design:** Oppretthold praksis som ved konstruksjon av D/A og A/D. Switch-cap filteret er pr. definisjon en analog komponent med TT1 i RF området.

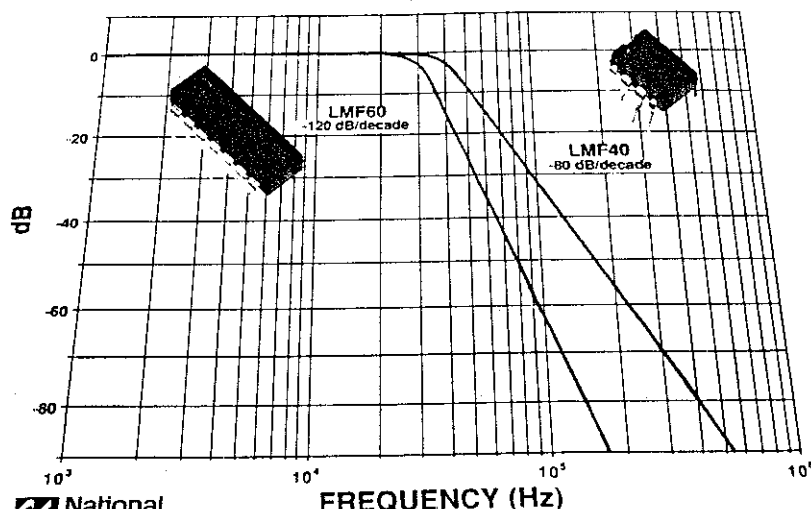
**Husk Nyquist:** Frekvenser over 1/2 samplefrekvensen vil foldes tilbake. Samplefrekvensen (klokkefrekvensen) ligger normalt 50 eller 100 ganger over knekkfrekvensen. Et RC filter på inngang og utgang vil skyve aliasing problemet ned i støygulvet. Normalt vil dette filteret ikke være kritisk.

**Sjekk filterets tids- og frekvensgang:** Switch-cap filtre fåes i forskjellige avrullings karakteristikk; Elliptisk, Chebychev, Bessel, Butterworth etc. Disse vil behandle amplitude og fase i pass- og stoppbånd forskjellig. Hvilke parametre er viktige for ditt design?

**Stabil klokke:** Alt vil falle i grus dersom filteret får grisemat gjennom klokkeinngangen. Klokkejitter = problem!

MF10 og oppfølgeren av denne kretsen er det mest populære switch-cap filteret. To uavhengige 2. ordens state-filtre gjør at en kan bygge opp en

hvilken som helst filterfunksjon med en hvilken som helst filterkarakteristikk. Antall eksterne komponenter pr. kanal



**National Semiconductor**

Hvilket Filter skal jeg velge? Følgende liste gir en oversikt over Switch-cap filtre fra Exar og National.

LAVPASS komponent	funksjon	orden	knekkfrekvens (Hz)
LMF40	Butterworth	4de	0 1-40k
LMF60	Butterworth	6te	0 1-30k
MF4	Butterworth	4de	0 1-20k
MF6	Butterworth	6te	0 1-20k
XR-1001/2	Butterworth	4de	1-40k
XR-1003/4	Bessel	4de	1-40k
XR-1005/6	Chebyshev 0.1	4de	1-40k
XR-1007/8	Chebyshev 0.5	4de	1-40k
XR-1015/16	Elliptisk	7de	20-50k

LMF60 og MF6 er pinnekompatible MF4. LMF40 (8-pins pakke) og XR-1001/8 er pinnekompatible.

BANDPASS komponent	orden	senterfrekvens (Hz)	Q
MF8	4de	0 1-20k	0.5-90

NOTCH komponent	senterfrekvens (Hz)	attenuering
LMF90	0 1-30k	39dB/48dB

UNIVERSELLE komponent	organisering	frekvensområde (Hz)	max f*Q
LMF100	dual	0 1-100k	1.8MHz
LMF120	sektsett	0 1-100k	1.0MHz
MF5	single	0 1-30k	200kHz
MF10	dual	0 1-30k	200kHz
XR-1010	dual	0 1-30k	200kHz

LMF100, MF10 og XR-1010 er pinnekompatible.

APPLIKASJONSSPESIFISKE komponent	beskrivelse
XR-1020	Telecom instrumenterings filter
XR-1091	Graphic equalizer display filter

vil være mellom 2 motstander og 3 motstander + 1 kondensator. Software for å konstruere filter rundt MF10 er tilgjengelig

LMF120 er en videreutvikling av MF10 hvor antall eksterne komponenter faller til null. Dette filteret er et 16-pins maske-programmert filter. LMF120 vil gi større designfrihet enn en konfigurasjon rundt MF10

MF8 vil gi større fleksibilitet i en båndpass konfigurasjon enn hva MF10 vil. I et MF8 basert filter vil Q settes som et 5-bits dataord. En kan forandre på senterfrekvensen uten at Q forandres, eller Q kan forandres uten å forandre

verdiene på omkringliggende komponenter.

LMF90 er et annet eksempel på en konfigurasjon med større designletthet enn en tilsvarende MF10 oppkopling. Notch bredde settes til enten 0,127f, 0,26f eller 0,55f og klokken kan velges til 100:1, 50:1 eller 33,3:1. Et applikasjons-eksempel er filtrering og interferens fra kraftlinjer.

XR-1020 er en 28-pins pakke med 10 forskjellige ferdige filterfunksjoner: C-veings filter, C-notch filter (1010Hz), CCITT psophometrisk veings filter, CCITT psophometrisk notch filter, Program veings filter, 3kHz flat filter, 15kHz

flat filter, 1kHz båndpassfilter (fase jitter målinger), 50kbit filter (lavpass delen) og Peak til snitt båndpassfilter(P/AR)

De forskjellige filtrerene velges gjennom en mikroprosessor kompatibel bus. Typiske applikasjonsområder vil være audio test systemer, nettverksovervåking og telekommunikasjons test instrumenter.

Vi gjør for ordens skyld oppmerksom på at Hefro Elektronikk er et agenturfirma som enkeltpersoner ikke kan bestille fra. Se artikkel om notchfilter for mulig leverandør av komponenter

(LA3JT)

## Antenneomkopling uten releer

### LA5SH John Wilhelm Åkre

Antenneomkopling mellom sender og mottaker uten releer er en relativt gammel teknikk som har eksistert i bortimot 20 år. Vi skal her se på to vanlige måter dette blir gjort på, fordeler/ulempene kontra releer problemer som kan oppstå og nye bruksområder.

I utgangspunktet kan vi si at om du ohm'er mellom punkt a, dvs senderutgangen og punkt d, dvs mottakerinngangen vil du måle 0 ohm, altså kortslutning. Når sendereffekten likevel ikke er i stand til å nå mottakerinngangen og ødelegge denne, skyldes det selvsagt de forskjellige egenskaper til DC og AC. I eks. 1 benyttes en liten del av HF-sendereffekten til svitsjing mens en i eks. 2 benytter en DC-spenning til svitsjing, vanligvis den spenningen som kommer fra PTT-tangenten.

Eksempel 1, fig. 1: Under sending passerer sende-effekten ut gjennom D1/D2 til punkt a. En del strømmer ned gjennom coaxen til punkt b.

Når HF-spenningen i b overstiger 0,5/0,7 volt vil diodene D3/D4 lede.

Dermed blir punkt b elektrisk lagt til jord. Nå antar coaxstubben en parallellresonanskrets med høy impedans i retning b og en lav impedans ut mot antennen. Sende-effekten velger derfor retning ut mot antennen. Under sending ligger punkt b kortsluttet til jord og ingen skadelig HF kan derfor nå mottakerinngangen.

Under mottaking har vi med helt andre HF-nivåer å gjøre, og spenningene i antennekretsen er vanligvis i området  $\mu$ volt og millivolt. Ingen av diodene vil lede, coaxstubben vil ikke oppvise høy impedans og de mottatte signaler vil uhindret nå mottakerinngangen. Ved kraftige signaler vil diodene D3-D4 fungere som begrenser.

Eksempel 2, fig. 2 benytter en den DC-spenningen som blir lagt til PATT-trinnet under sending til svitsjing. Det holder derfor med en diode på hvert sted. Strømmen flyter fra PTT-tangenten gjennom L2-R1-D1-L1-D4 og til jord. Diodene er nå forspent i lederretningen. L1 blir lagt inn i parallell med C1 med

høy impedans på sendefrekvensen. Punkt b blir lagt til jord og ingen skadelig HF kan nå mottakerinngangen. Under mottaking leder ingen av diodene. C1-L1-C2 danner nå et lavpass-filter,  $\pi(\pi)$ -filter foran mottakerinngangen med ingen eller liten demping på den ønskede frekvens, og det mottatte signal kan uhindret nå mottakerinngangen.

### Diodene

Dioden som blir brukt til dette formålet må være av typen "Band switching diode". For eksempel BA 182, BA 482. Det som kjennetegner disse diodene er deres lave kapasitet i lederretningen. Dette er viktig da de er plassert i eller nær avstemte kretser og ikke må forandre eller trekke resonansfrekvensen ved varierende spenning over seg. Dioder som har helt motsatte egenskaper er kapasitetsdioder, "varikapdioder".

### Begrensninger

Av konstruksjonsmessige årsaker er diodesvitsjing mest vanlig på enbåndsrigger, da en må ha avstemt krets for hvert bånd en opererer på. Når diodene øker i fysisk størrelse for å tåle større effekter blir det samtidig vanskelig å unngå lav kapasitet. Det har derfor til nå begrenset effekten oppad til ca. 50 Watt. Men dioder som tåler større effekter kommer etterhvert på markedet. Løsningen med coaxstub som frekvensbestemmende element er mest praktisk på VHF og UHF. Brukt på 160-80 meter båndet ville du ellers måtte ha en 20 til 40 meter lang coax kveilet opp inne i transceiveren. Diode-svitsjing antas å ha et tap på ca. 0,5 db sammenliknet med optimalt tilpassede coax-releer. Super-følsomme applikasjoner som Moon-bounce og Meteor-scatter foretrekker derfor enda releer. Målinger har ellers vist at dioder i inngangs/utgangskretser kan ha uheldige bivirkninger. Utilsiktede blandingsprodukter, "spurious" kan oppstå.

### Problemer

Det er ikke uvanlig at problemer som lav

sende-effekt og dårlig mottakerfølsomhet kan skyldes feil med band-svitsjing diodene. Diodene kan kortslutte, de kan brenne av, eller de kan bli "svimeslåtte". Stadig ettertrimming av inngangs/utgangskretsene kan skyldes defekte dioder. Får en DC-spenning på antennen, vil diode D4 være i fare. De fleste feil på diodene kan oppdages/måles med et vanlig universalinstrument.

### Nye bruksområder

I de senere år er en rekke OLT/Lukket-nett stasjoner av mkr AP/Salora/Sonab blitt tilgjengelige for radioamatører. Noen av disse har vært duplex uten antenneomkopling/antennerele. Brukt på "pakke-radio" med hyppige TX/RX skiftinger har andre fått "break-down" på de originale antennerelene. Det har vist seg umulig å skaffe nye originale releer, da de er gått ut av produksjon. Forsøk har vist at det går greit å bygge om til svitsjing med dioder.

### Sluttkommentarer

Vær oppmerksom på at tegningene her over inngangs/utgangskretsene er forenklet. Bare de komponenter som blir brukt til antenneomkopling er tatt med. I det virkelige liv vil det i tillegg være forskjellige former for filtre og kretser for APC - "Automatic Power Control" dvs. krets som skal redusere sende-effekten ved mistilpassning. Hvilke dioder, kondensatorer, spoler m.m. som hører til det ene eller annet kan være problematisk å finne ut av uten god dokumentasjon.

Illustrasjonene til denne artikkelen finner du på neste side.

Fig. 1: Antenneomkopling med dioder, bølgegang coax-stub type RG-17U, RG-55U. HF blir brukt til svitsjing.

Fig. 2: Antenneomkopling med dioder og parallellresonans-krets, L1-C1. DC blir brukt til svitsjing. L2: HF-choke. C3: HF-avkopling. R1: verdi velges slik at I under sending blir ca. 15mA. C2 blir kortsluttet til jord under sending av D4.