Utleveres: 21/10/96

Innleveres: 4/11/96

Førsteamanuensis Bernt Ribbum
Inst. for elektroteknikk og databehandling
Postboks 2557 Ullandhaug, 4004 Stavanger
Tlf 51 83 20 16 / Fax 51 83 17 50
email: bernt@hsr.no

Stavanger, 21. oktober 1996

TE509 Digitale og analoge filtre
Øving 8

Oppgave 1

Et FIR lavpassfilter skal møte følgende spesifikasjoner:

- Stoppbåndsdempning > 40 dB
- Passbånd $0 - 100$ Hz
- Rippel i passbånd < 0.05 dB
- Transisjonsbredde 10 Hz
- Samplingsfrekvens 1024 Hz

Bestem deg for en egnet designmetode, lag filteret og plott frekvensresponsen for dette. Begrunn valg av metode.

Oppgave 2

På side 381 i kopien av boken til Ifeachor/Jervis er beskrevet design av *Notch-filtre* v.hj.a. pol/nullpunkt-plasseringsmetoden. Dette er faktisk en god metode å bruke akkurat her. Undersøk (lag gjerne plott i Matlab) hvordan amplitude- og faseresponsen til en enkel notch varierer ved å variere radius r for polen(e) i filteret. Se spesielt på *smale* notch-filtre, dvs. hvor r er nær 1.

Anta så at filterparametrene a_k og b_k i filteret kun kan anta kvantiserte verdier for en gitt implementasjon: kun verdier som er multipler av ± 0.05 kan brukes. Er det nå mulig å lage et smalt notch-filter med en fornuftig respons? (Fornuftig respons for et notch-filter betyr i praksis at filteret har en amplituderespons nær 0 dB og faserespons nær 0 grader med unntak av området like i nærheten av notch-frekvensen.)

Oppgave 3

Bruk impulsinvarians-metoden til å lage et tidsdiskret filter ut fra filteret med følgende overføringsfunksjon:

$$H(s) = \frac{\alpha}{s(s+\alpha)} \tag{1}$$

hvor $\alpha = 0.5$. Bruk normalisert samplingsfrekvens $\Omega = 1/T = 1$.

Plott amplitude- og faserespons (Matlab).

Oppgave 4

Benytt bilineær transformasjon til å løse oppgave 5 igjen. Lag også her plott av responsen i Matlab.

Oppgave 5

En CD-spiller har en samplingsfrekvens $f_s = 44.1$ kHz. Hver punktprøve representeres ved 16 bit lineær kvantisering.

(a) Vis at *dynamisk område* for kvantiseringen er ca. 90 dB. (Dette er forholdet mellom største og minste mulige representerte amplitude, gitt i dB.)

(b) Anta at nyttebåndbredden til signalet skal være 20 kHz, og finn ordenen til et egnet tidskontinuerlig filter med maksimal passbåndrippel på 0.5 dB, og tilstrekkelig dempning i stoppbåndet (se oppgave (a)). Dette filteret kan selvsagt benyttes både før sampling av signalet og ved rekonstruksjon for avspilling. Blir filteret realiserbart i praksis?

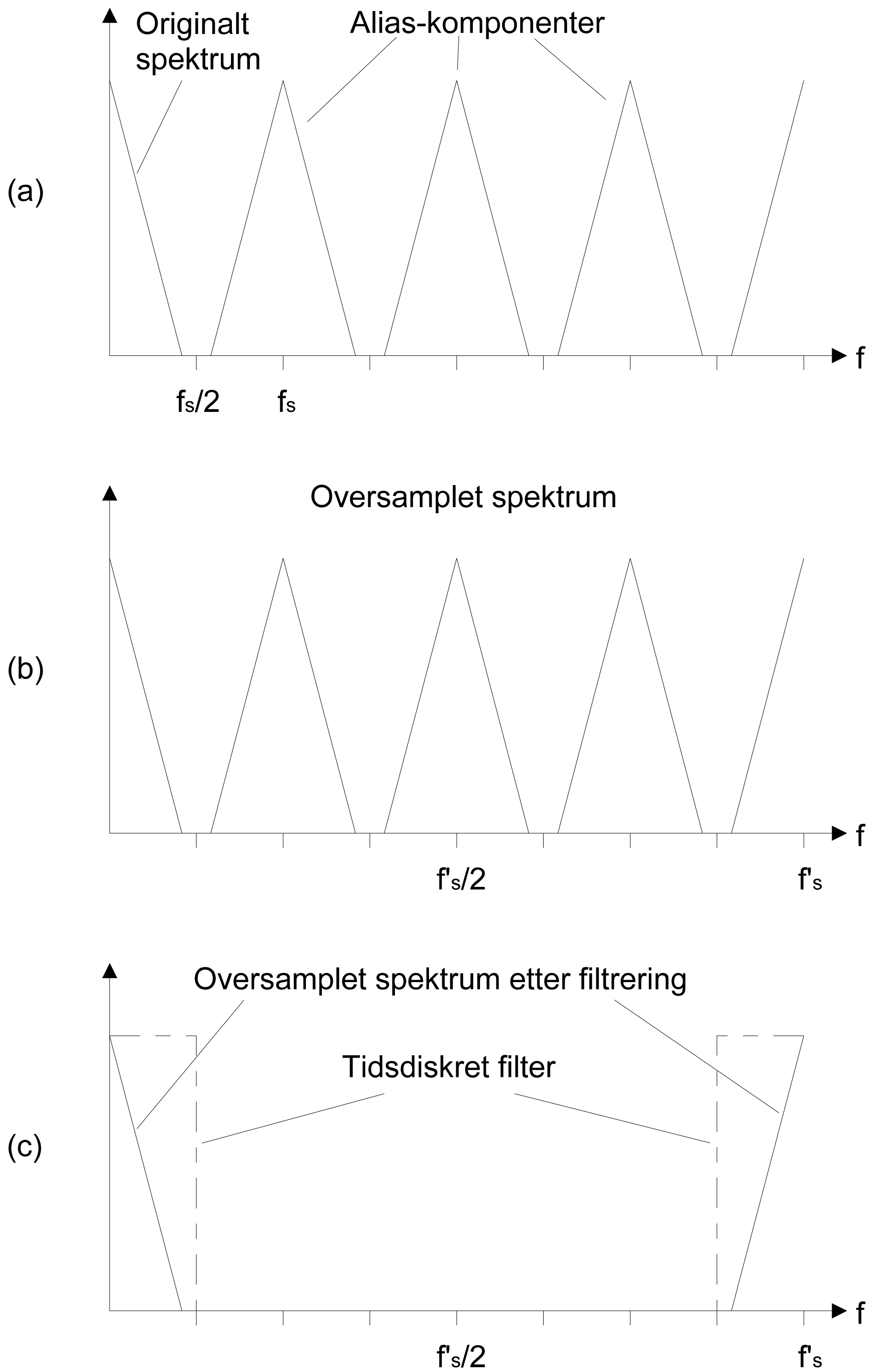
(c) I stedet for å bruke det skarpe filteret fra oppgave (b) benyttes ofte *oversampling* ved rekonstruksjon av et signal fra en CD-spiller. Hvis man oversampler med en faktor K betyr dette at for hvert signalsample som leses av CD'en, legges $K-1$ null-sampler i signalstrømmen (dette kalles interpolasjon). For eksempel, hvis signalet fra CD'en er samplene:

$s_0\ s_1\ s_2\ s_2 \ldots$

og $K = 4$, vil en oversamplet signalstrøm være:

$s_0\ 0\ 0\ 0\ s_1\ 0\ 0\ 0\ s_2\ 0\ 0\ 0\ s_3\ 0\ 0\ 0 \ldots$

Dette er åpenbart et samplet signal med en ny $f_s' = Kf_s$. Det skal ikke bevises her, men dette signalet har et frekvens-spekter som er en serie av K repetisjoner (aliases) av det original spekteret (se figur 1 (a) og (b)). Et tidsdiskret filter kan ganske enkelt filtrere vekk de uønskede repetisjonene i frekvensplanet, slik at man står igjen med et tidsdiskret signal som gitt i figur 1 (c). Gjør samme antagelser som i oppgave (b), og finn ordenen til et egnet tidskontinuerlig filter som kan brukes til rekonstruksjonen nå, med forskjellige verdier av K. Hvor mye må vi oversample før vi får et håndterbart filter?



Figur 1: Frekvensinnhold ved oversampling: (a) Original (b) Etter interpolasjon (c) Etter diskret filtrering