Universitetet i Agder
Fakultet for teknologi og realfag

EKSAMEN

Emnekode:	**ELE213**
Emnenavn:	**Digital signalbehandling**
Dato:	4 juni 2013
Varighet:	0900 - 1300
Antall sider inkl. forside	2
Antall vedlegg	2
Tillatte hjelpemidler:	Kalkulator
Merknader:	

Oppgave 1

a) Signalet $x(t) = \cos(2\pi 100t) + \cos(2\pi 1200t)$ samples og digitaliseres med $f_s = 1000$samp/sek. Det digitaliserte signalet sendes til en digital/analog omvandler og deretter gjennom et ideelt LP glattefilter med grensefrekvens $f_s/2$. Skriv opp et utrykk for signalet x(n) etter A/D-omvandleren og y(t) etter glattefilteret. Anta samme amplitude på signalet hele veien.

b) Signalet $x(n) = \{1, 2, 3, 4, 2, 0, -2, -4\}$ filtreres med et filter som har impulsresponsen $h(n) = \{1, -1\}$. Finn sekvensen y(n) ut av filteret. Hvilken matematisk operasjon kan vi si at dette filteret etterlikner?

c) Et FIR filter har frekvensresponsen $H(\omega T) = [\cos(\omega T)]e^{-j\omega T}$. Finn plasseringen av poler og nullpunkter for dette filteret og skriv opp H(z) for filteret. Tips: tegn $|H(\omega T)|$.

d) Et Butterworth IIR LP filter skal ha følgende spesifikasjon:
$f_s = 10$ksamp/sek
< 3dB dempning ved 3kHz
> 40dB dempning ved 4kHz
Hva er den laveste orden dette filteret kan ha?

e) Signalet $x(n) = \cos(\pi \cdot n/4)$ sendes gjennom et filter med impulsrespons $h(n) = \{-1, 0, 2, 0, -1\}$. Finn et utrykk for signalet y(n) ut av filteret.

f) En enhetspuls (1 ved tid n = 0 og 0 ellers) analyseres i en 16 punkts DFT. Skisser resultatet H(m). (Anta at det ikke divideres med N).

g) Et FIR filter har transferfunksjonen $H(z) = 1 + z^{-2}$. Enhetspulsen fra punkt g) sendes inn på filteret og signalet ut fra filteret analyseres med en 16 punkts DFT. Skisser amplitudedelen $|H(m)|$ av denne DFT analysen. (Anta fortsatt at det ikke divideres med N).

h) Et digitalt filter har to poler og to nullpunkter. Polene ligger ved $\pm 0.9j$ og nullpunktene ved ± 1. Skisser amplituderesponsen til filteret utfra pol-nullpunktplasseringen.

i) Et signal x(n) er samplet med $f_s = 11025$samp/sek. Beskriv det grunnleggende prinsippet for hvordan samplingsraten kan endres til 44100samp/sek. (Det er ikke nødvendig å beskrive en mer effektiv metode).

j) Anta at vi har et bilde med gråtoner (verdier 0 - 255). Vi ønsker å fremheve konturene i bildet, dvs. gjøre det skarpere. Foreslå en 3 x 3 filterkjerne som kan benyttes til denne oppgaven.

Formelsamling ELE213 Digital signalbehandling

mai_2013

$$f(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} c_n e^{j\frac{2\pi nt}{T}} \qquad c_n = \frac{1}{T}\int_{t_0}^{T+t_0} f(t)e^{-j\frac{2\pi nt}{T}}\,dt$$

$$h'(n) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} H(\omega T)_o e^{jn\omega T}\,d\omega T \qquad for\ n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots \pm \frac{N-1}{2}$$

$$DFT:\quad F(m) = \sum_{n=0}^{N-1} f(n)W^{nm} \qquad f(n) = \frac{1}{N}\sum_{m=0}^{N-1} F(m)W^{-nm} \qquad W = e^{-j\frac{2\pi}{N}}$$

$$y(n) = x(n) * h(n) = \sum_{k=0}^{n} x(n-k)h(k)$$

$$z-transform:\quad H(z) = \sum_{n=0}^{\infty} h(n)z^{-n} \quad H(\omega T) = H(z) \quad for\ z = e^{j\omega T} \quad H(\omega T) = \sum_{n=0}^{\infty} h(n)e^{-jn\omega T}$$

$$s = k\frac{z-1}{z+1} \qquad \omega_a = k\tan(\frac{\omega_d T}{2})$$

$$\cos(x) = \frac{1}{2}(e^{jx} + e^{-jx}) \qquad \sin(x) = \frac{1}{2j}(e^{jx} - e^{-jx})$$

$$\sin(x)\cdot\sin(y) = \frac{1}{2}\left[-\cos(x+y) + \cos(x-y)\right]$$

$$\cos(x)\cdot\cos(y) = \frac{1}{2}\left[\cos(x+y) + \cos(x-y)\right]$$

$$\sin(x)\cdot\cos(y) = \frac{1}{2}\left[\sin(x+y) + \sin(x-y)\right]$$

$$\frac{S_{\max}}{N_{kvant}} = (1.8 + 6\cdot B)dB \qquad N_{kvant} = \frac{q^2}{12} \quad q \text{ er } intervallst\o rrelse$$

$$dB = 10\cdot\lg(\frac{P_1}{P_2}) = 20\cdot\lg(\frac{U_1}{U_2})$$

$$power = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1}\left[x(n)\right]^2 \qquad x_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1}\left[x(n)\right]^2}$$

$$x_{avr} = \mu_x = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1} x(n) \qquad \sigma_x^2 = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N}\left[x(n) - \mu_x\right]^2 \qquad \sigma_x = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N}\left[x(n) - \mu_x\right]^2}$$

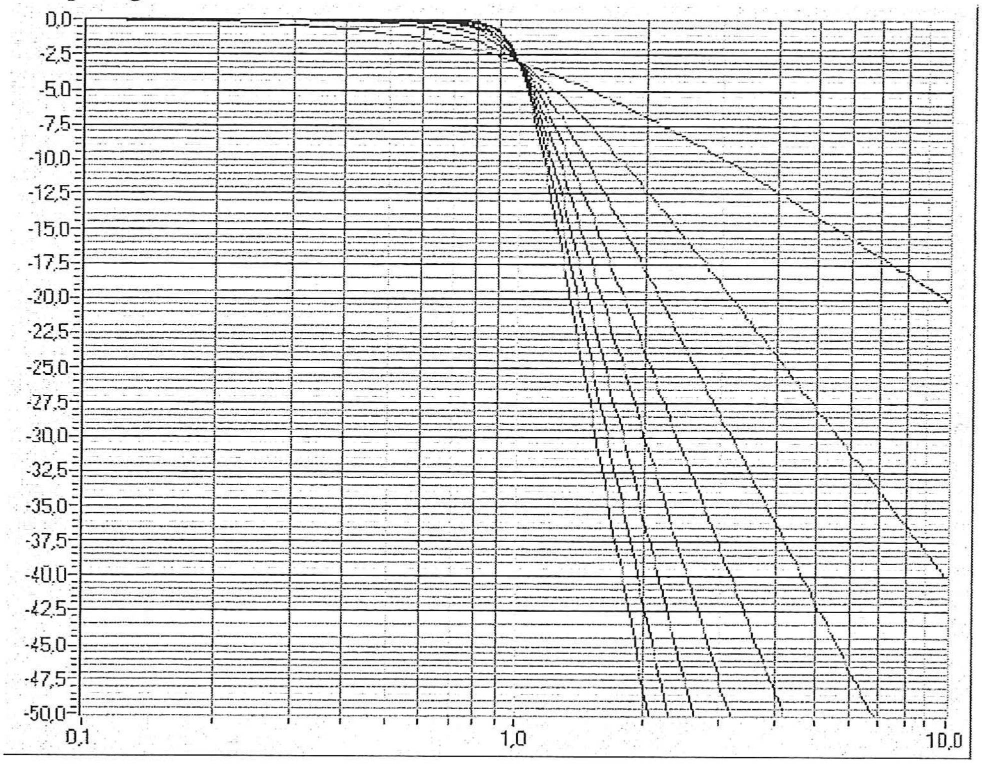
$$\sigma_{avr}^2 = \frac{\sigma_{in}^2}{N}$$

Dempning og transferfunksjoner for normaliserte Butterworth filtre

Dempningen som funksjon av vinkelfrekvens, ω, i analoge Butterworthfiltre er gitt av følgende formel:

$\mathrm{demp(dB)} = 10 \cdot \lg(1+(\omega/\omega_g)^{2N})$

Dempningskurver :



De normaliserte, analoge, LP- filtrene med grensefrekvens 1 rad/sek har følgende H(s):

2.orden: $H(s) = 1/(s^2+1.4142s+1)$

3.orden: $H(s) = 1/(s^2+1s+1)\cdot 1/(s+1)$

4.orden: $H(s) = 1/(s^2+1.8478s+1)\cdot 1/(s^2+0.7654s+1)$

5.orden: $H(s) = 1/(s^2+1.6180s+1)\cdot 1/(s^2+0.6180s+1)\cdot 1/(s+1)$

6.orden: $H(s) = 1/(s^2+1.9318s+1)\cdot 1/(s^2+1.4142s+1)\cdot 1/(s^2+0.5176s+1)$

7.orden: $H(s) = 1/(s^2+1.802s+1)\cdot 1/(s^2+1.2470s+1)\cdot 1/(s^2+0.4450s+1)\cdot 1/(s+1)$

8.orden: $H(s) = 1/(s^2+1.9616s+1)\cdot 1/(s^2+1.6630s+1)\cdot 1/(s^2+1.1112s+1)\cdot 1/(s^2+0.3902s+1)$