**HØGSKOLEN I STAVANGER**

**Institutt for elektroteknikk og databehandling**

EKSAMEN I: 4042 Digital signalbehandling

VARIGHET: 09.00-14.00

TILLATTE HJELPEMIDLER: Alle

OPPGAVESETTET BESTÅR AV 4 SIDER

MERKNADER:

---

## Oppgave 1 (20%)

Når vi skal analysere et diskret-tid signal eller system er det ofte nyttig å transformere signalet eller impulsresponsen til systemet med en eller annen transform. Fourier-transformer har den egenskapen at de transformerer signalet slik at det er mulig å analysere frekvensegenskapene.

a) Hva er sammenhengen mellom $z$-transformen og den diskret-tid Fourier-transformen (DTFT)? Beskriv den rent matematiske sammenhengen, og den fysiske betydning, d.v.s. fysisk tolkning eller mangel på tolkning av transformene.

b) For diskret-tid systemer og signaler har vi to typer Fourier-transformer, diskret Fourier-transform (DFT) og diskret-tid Fourier-transform (DTFT). Forklar den prinsippielle forskjellen på disse.

c) Når vi utfører DFT på et signal får vi såkalte vindueffekter. Hvorfor får vi dette?

d) Ved å benytte en gitt vindustørrelse setter vi begrensninger på nøyaktigheten i frekvensoppløsning. Hvilken relasjon gjelder mellom vindustørrelse og frekvensoppløsning?

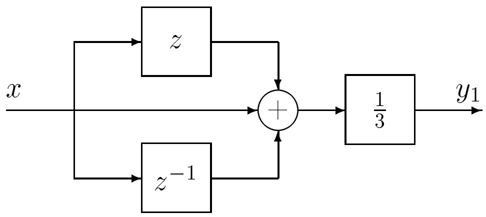
e) Bevis at DFT'en av et signal x(n) er periodisk med periode lik vindustørrelsen.

f) Hvorfor benytter vi null-utfylling (zero-padding)?

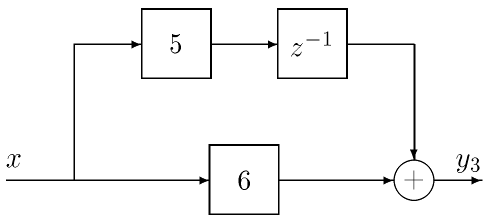
## Oppgave 2 (20%)

Vi har gitt systemene

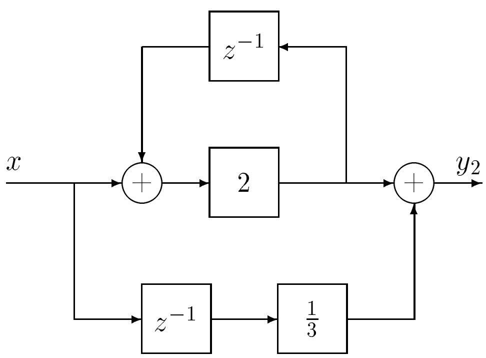
**System 1**




**System 2**




**System 3**




a) Finn systemfunksjonene til systemene

b) Karakteriser systemene etter egenskapene

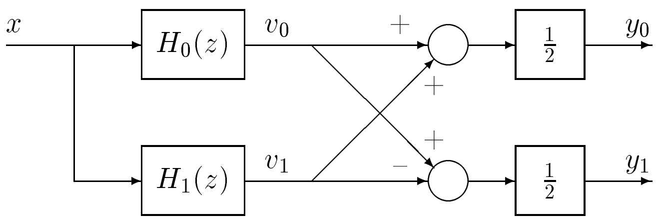
- Stabilitet
- Kausalitet
- Endelig/uendelig impulsrespons

c) System 1 beregner et glidende middel over inngangen $x(n)$. Kan du ut fra dette avgjøre om filteret har høypass eller lavpass karakteristikk? Begrunn svaret.

d) Skisser amplituderesponsen $|H(e^{j\omega})|$ til filteret.

## Oppgave 3 (30%)

Gitt systemet




$H_0(z)$ er spesifisert ved differanseligningen

$$v_0(n) = \frac{2}{3}x(n) + x(n-2) - \frac{2}{3}v_0(n-2)$$

og $H_1(z)$ er gitt ved

$$v_1(n) = x(n-1)$$

.

a) Finn $H_0(z)$ og $H_1(z)$. Er disse filtrene stabile?

b) Skisser amplitude- og faseresponsene til $H_0(z)$ og $H_1(z)$. Hva slags filtre er disse?

c) Finn $Y_0(z)$ og $Y_1(z)$ uttrykt ved $X(z)$.

d) La $G_0(z) = Y_0(z)/X(z)$ og $G_1(z) = Y_1(z)/X(z)$. Skisser amplituderesponsen til $G_0(z)$ og $G_1(z)$, d.v.s. skisser $|G_0(e^{j\omega})|$ og $|G_1(e^{j\omega})|$. Forklar i grove trekk hvordan filtrene $H_0(z)$ og $H_1(z)$ kan gi opphav til disse responsene.

## Oppgave 4 (30%)

Konstruksjon av analoge IIR filtre er velkjent. Flere metoder for slik design finnes. Det er ofte ønskelig å omforme (avbilde) et prototype analogt filter til tidsdiskret form.

a) Hvilke egenskaper ønsker vi ved en slik avbildning? (Begrunn svaret.)

b) Vi har sett på tre prinsipielt forskjellige metoder for slik omforming. Beskriv idéen bak disse metodene, og eventuelle problemer med dem.

c) Anta at vi har funnet det analoge filteret

$$H_a(s) = \frac{1}{1 + 2s + s^2}$$

i en tabell eller ved hjelp av et program for design av analoge filtre. La samplefrekvensen være 1Hz. Finn $H(z)$ svarende til $H_a(s)$ ved hjelp av den metoden som tilfredsstiller kravene i a) best.

d) La inngangen til $H(z)$ være $x(n) = (\frac{1}{2})^n u(n)$ hvor

$$u(n) = \begin{cases} 1 & \text{hvis } n \geq 0 \\ 0 & \text{ellers} \end{cases} .$$

Finn utgangen fra systemet, $y(n)$.