T-61.140 Signaalinkäsittelyjärjestelmät
2. välikoe, pe 3.5.2002 12-15 M (Simula, Parviainen)
Välikokeessa saa käyttää graafista laskinta. Taulukoita oheisella paperilla - käytä niitä hyväksesi!

1) (0-3p) Vastaa, onko väite oikein (O) vai väärin (V). Oikea vastaus +1p, väärä -1p, ei vastausta 0p. Perustele lyhyesti. **HUOM!** Väitteitä on neljä, maksimipistemäärä kolme.

   a) Aikatason impulssivasteen ja sisääntulosignaalin konvoluutio vastaa taajuusvasteen ja sisääntulosignaalin Fourier-muunnoksen yhteenlaskua taajuustasossa.
   b) Minkä tahansa signaalin $x[n]$ amplitudispektristä $|X(e^{j\omega})|$ voidaan palauttaa yksikäsitteisesti aikatason sekvenssi $x[n]$, kunhan käytössä on tarvittava määrä laskentakapasiteettia.
   c) Kertomalla alipäästösuotimen $h_{lp}[n]$ impulssivastetta $(-1)^n$:llä saadaan ylipäästötyyppinen impulssivaste $h_{hp}[n]$.
   d) Jatkuva-aikaisen signaalin Fourier-muunnos on 2π-jaksollinen.

2) (3p) Vastaa muutamilla virkkeillä seuraaviin kysymyksiin.

   a) Mitä tarkoittavat termit analoginen, diskreetti ja digitaalinen signaali?
   b) Mitä hyötyä on signaalin käsittelemisestä digitaalisesti?

3) (6p) LTI-järjestelmä on määritelty differenssiyhtälöllä

$$y[n] = 0.25\,x[n] - 0.5\,x[n-1] + 0.25\,x[n-2]$$

   a) (1p) Piirrä LTI-suotimen lohkokaavio.
   b) (2p) Mikä on järjestelmän taajuusvaste $H(e^{j\omega})$?
   c) (1p) Hahmottele $|H(e^{j\omega})|$ välillä $0..\pi$. Onko järjestelmä tyyppiä alipäästö / ylipäästö / kaistanpäästö / kaistanesto?
   d) (2p) Laske ulostulo $y[n]$, kun syötteenä on $x[n] = \{0,\ 1,\ 1,\ 2,\ 1,\ 8,\ 2,\ 1,\ 1\}$. Piirrä sekä $x[n]$ että suodatettu $y[n]$.

4) (6p) Tunnetaan jatkuva-aikainen signaali $x(t)$, joka koostuu kolmesta kosinikomponentista (150 Hz, 350 Hz, 450 Hz)

$$x(t) = \cos(2\pi\ 150\,t) + \cos(2\pi\ 350\,t) + \cos(2\pi\ 450\,t)$$

   a) (2p) Hahmottele spektri $|X(j\omega)|$ taajuusalueelta 0..1500 Hz.
   b) (1p) Mikä on pienin näytteenottotaajuus, jolla laskostumista (aliasing) ei tapahdu?
   c) (3p) Demonstroi liian pienen näytteenottotaajuuden vaikutusta diskreettiaikaisen signaalin spektrissä $|X(e^{j\omega})|$. Käytä itse valitsemaasi näytteenottotaajuutta väliltä $350 < f_s < 450$.

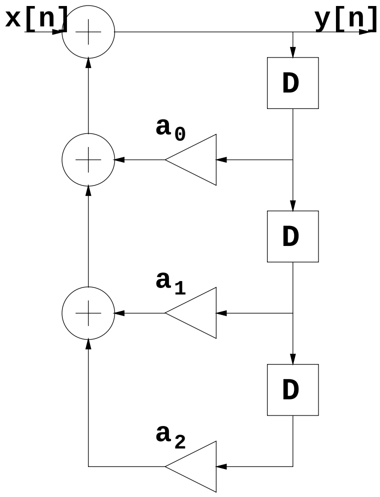
Käännä!

5) (6p) **Vaihtoehtoisesti joko A tai B.**

5A) Assarin laskukone on rikki. Sinun pitäisi auttaa assaria ja tuottaa aikaan neliöllinen lukujono {..., 0, 1, 4, 9, 16, 25, ...} kolmannen asteen rekursiivisella LTI-suotimella (sallitut operaatiot: signaalien summaaminen, vakiolla kertominen, viivästys). Päättele tai laske suotimen kertoimet oikein ja määrää viiverekisterien alkuarvot.

Vinkkejä:

- Tutki $y[n] = n^2,\ y[n-k] = (n-k)^2$
- Tutki lukujonoja $\{0, 1, 4, 9, 16, 25, ...\}$,
  $\{(1-0), (4-1), (9-4), (16-9), (25-16), ...\}$,
  $\{(4-1)-(1-0), (9-4)-(4-1), (16-9)-(9-4), (25-16)-(16-9), ...\}$
- Pidä syöte aina nollassa ($x[n] \equiv 0$, kaikilla n).



Kuva 1: Rekursiivinen 3. asteen IIR-suodin (ilman FIR-osaa).

5B) Opetusohjelmassa 2001-2002 kurssin T-61.140 Signaalikäsittelyjärjestelmät sisältönä kerrotaan olevan muun muassa "signaalien taajuusanalyysi". Kirjoita essee tästä aiheesta. Esseen maksimipituus kaksi sivua rivivälillä kaksi; selventäviä kuvia voi piirtää joukkoon.