

## 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.

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

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

- Mitä tarkoittavat termit analoginen, diskreetti ja digitaalinen signaali?
- Mitä hyötyä on signaalin käsittelemisestä digitaalisesti?

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

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

- (1p) Piirrä LTI-suotimen lohkokaavio.
- (2p) Mikä on järjestelmän taajuusvaste  $H(e^{j\omega})$ ?
- (1p) Hahmottele  $|H(e^{j\omega})|$  välillä  $0.. \pi$ . Onko järjestelmä tyyppiä alipäästö / ylipäästö / kaistanpäästö / kaistanesto?
- (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)

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

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

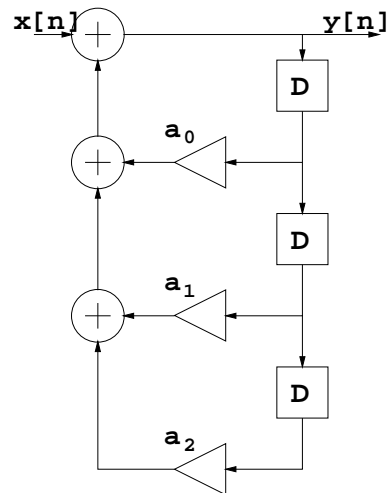
Käännä!

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

5A) Assarin laskukone on rikki. Sinun pitäisi auttaa assaria ja tuottaa aikaan neliöllinen lukujono  $\{\dots, 0, 1, 4, 9, 16, 25, \dots\}$  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  $\{0, 1, 4, 9, 16, 25, \dots\}$ ,  
 $\{(1 - 0), (4 - 1), (9 - 4), (16 - 9), (25 - 16), \dots\}$ ,  
 $\{(4 - 1) - (1 - 0), (9 - 4) - (4 - 1), (16 - 9) - (9 - 4), (25 - 16) - (16 - 9), \dots\}$
- 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. Esseeseen maksimipituus kaksi sivua rivivälillä kaksi; selventäviä kuvia voi piirtää joukkoon.