

**Välikokeessa ei saa olla mitään omia laskimia eikä taulukkokirjoja.** Kaikki konseptit palautettava, suttupaperit erikseen. Välikokeessa jaetaan kurssin taulukkomoniste.

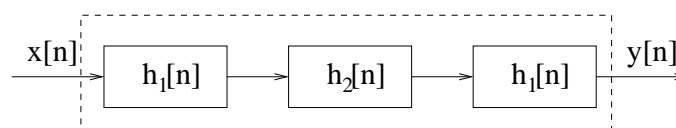
- 1) (2p) Ratkaise ne kaksi eri kulman arvoa  $\omega_{1,2}$  väliltä  $[-\pi \dots \pi]$  radiaaneissa, jotka toteuttavat yhtälön  $\cos(\omega) = -\sqrt{3}/2 \approx -0.866$ . Vinkki: taulukko.
- 2) (4p) Ovatko seuraavat väittämät oikein (O) vai väärin (V)? Oikea vastaus +0.5p, väärä -0.5p, ei vastausta 0p. Vastaa niin moneen kuin haluat; perusteluja ei tarvita. Tehtävän kokonaispistemäärä on kuitenkin 0-4p. Kirjoita vastauspaperiisi taulukko, jossa on kaikki 12 kohtaa. Jos haluat erityisesti kommentoida jonkun kohdan valintaasi, kirjoita se erikseen.

1:	2:	3:	4:	5:	6:
7:	8:	9:	10:	11:	12:

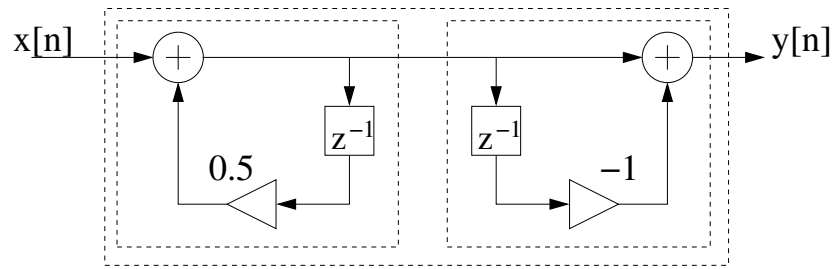
- 1) Jatkuva-aikaisella signaalilla  $x(t) = \sin(\frac{3\pi}{17}t) + \sin(\frac{7\pi}{11}t + \pi/7)$  on olemassa perusjakso  $T$ .
  - 2) Sekvenssin  $x[n] = \cos(\frac{2\pi}{6}n) + \sin(\frac{\pi}{4}n + \pi)$  perusjakson pituus on  $N = 48$ .
  - 3) CD:ssä käytetty näytteenottoväli (jakso) on 44100 Hz.
  - 4) Kausaaliset diskreettiaikaiset järjestelmät ovat aina myös LTI-järjestelmiä.
  - 5) LTI-suodin, jonka impulssivaste on  $h[n] = (1/n)\mu[n]$ , on stabiili.
  - 6) Olkoon  $y[n] = x_1[n] \otimes x_2[n]$  ja  $v[n] = x_1[n + N_1] \otimes x_2[n + N_2]$ . Tällöin  $v[n] = y[n + (N_1 + N_2)]$ .
  - 7) Suotimen  $y[n] + 0.3y[n - 2] = x[n] - 0.6x[n - 1] + 0.2x[n - 2]$  asteluku on kaksi.
  - 8) All-pass-suotimen vahvistus on kaikilla taajuuksilla 1:  $|H(e^{j\omega})| = 1$ . Olkoon toisen asteen LTI-suotimen navat  $p_1 = 0.5$  ja  $p_2 = 0.8$  ja nollat  $z_1 = -0.5$  ja  $z_2 = -0.8$ . Väite: Suodin on all-pass-suodin.
  - 9) Siirtofunktion  $H(z) = \frac{1-0.5z^{-1}}{1-z^{-1}+0.24z^{-2}}$  osamurtokehitemä on  $H(z) = \frac{0.5}{1-0.6z^{-1}} - \frac{0.5}{1-0.4z^{-1}}$ .
  - 10) Siirtofunktio  $H(z) = 1 - z^{-1} - z^{-2} + z^{-3}$  kuvaa lineaarivaiheista suodinta.
  - 11) Kahden pisteen liikkuva keskiarvoistava suodin (moving average) on tyypiltään alipäästösuodin.
  - 12) Matlabin subplot-komennolla voidaan piirtää esimerkiksi kosinikäyrä ikkunan ylimpään akseliin: `t = [0 : 1/100 : 1]; y = cos(2*pi*10*t); subplot(t, y, 1);`.
- 3) (6p) Suodin  $h[n]$  muodostuu alla olevan kuvan 1 mukaisesti LTI-järjestelmien kaskaadista. Tunnetaan seuraavat impulssivasteet:

$$\begin{aligned}
 h_1[n] &= \mu[n] - \mu[n - 2] \\
 h_2[n] &= \delta[n] - \delta[n - 1] - 7\delta[n - 2] - 7\delta[n - 3] - 2\delta[n - 4]
 \end{aligned}$$

- a) (3p) Laske järjestelmän  $h[n]$  vaste syötteeseen  $x[n] = -2\delta[n + 1] + 2\delta[n]$ .
- b) (3p) Laske impulssivaste  $h_2[n]$ . Onko  $h_2[n]$  kausaalinen?



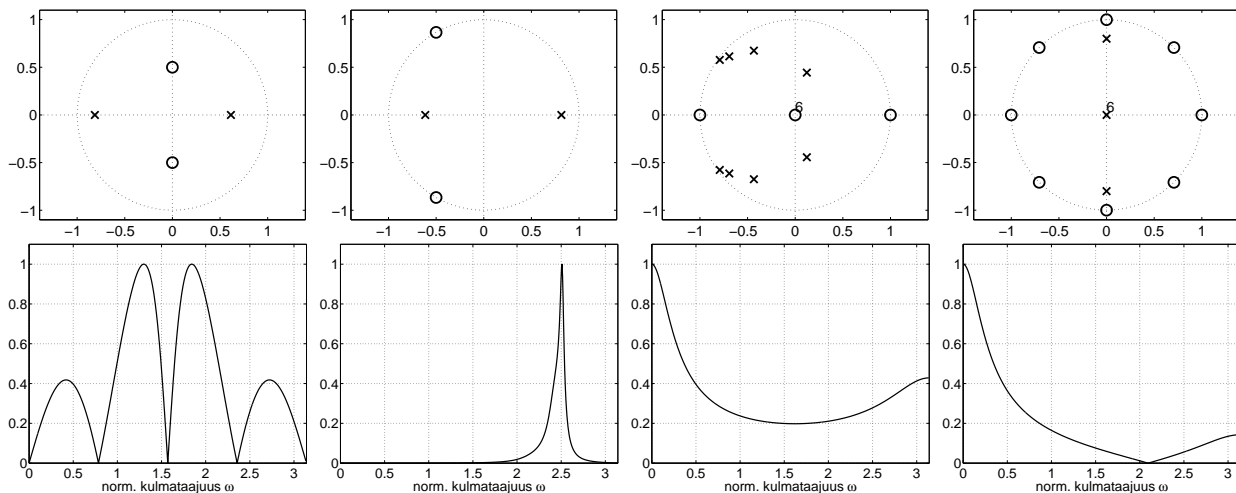
Kuva 1: Kolmen alijärjestelmän kaskaadista koostuva  $h[n]$  tehtävästä 3.



Kuva 2: Tehtävän 4 suotimen rakennekaavio

- a) Muodosta kuvan suodinta vastaava differenssiyhtälö tai -yhtälöryhmä  $y:n$  ja  $x:n$  välille. Vihje: Käytä apumuuttujaa  $w$  tai hyödynnä kaskaadia.
  - b) Määrä suotimen siirtofunktio  $H(z) = \frac{Y(z)}{X(z)}$ .
  - c) Piirrä suotimen napa-nolla-kuvio.
  - d) Vastaa napa-nolla-kuvion perusteella seuraaviin kysymyksiin: Minkätyyppinen suodin on kyseessä: alipäästö / ylipäästö / kaistanpäästö / kaistanesto / allpass? Onko suodin stabiili?
  - e) Mikä on suotimen impulssivaste  $h[n]$  suljetussa muodossa?
- 5) (6p) Napa-nollakuvioista (pole-zero plot) voidaan arvioida suotimen amplitudivasteen käytös.
- a) (4p) Yhdistä napa-nollakuvio vastaavaan amplitudivasteeseen. Mukana on yksi napa-nollakuvio, joka ei sovi yhteen amplitudivasteeseen. Ilmoita kolme paria (KIRJAIN, numero).
  - b) (2p) Mihin yksittäiseen kuvaajaan (A-D, I-IV) liittyy seuraava Matlab-koodin pätkä. Miten korvaisit kohdan ???.

```
w = [0 : pi/128 : pi];
B = [1 0 0 0 0 0 0 0 -1];
A = [1 0 0.81];
zplane(B, ???);
```



Kuva 3: Tehtävä 5, napa-nollakuviot ja amplitudivasteet. Ylärivissä vasemmalta oikealle A-D, alarivissä vasemmalta oikealle I-IV.