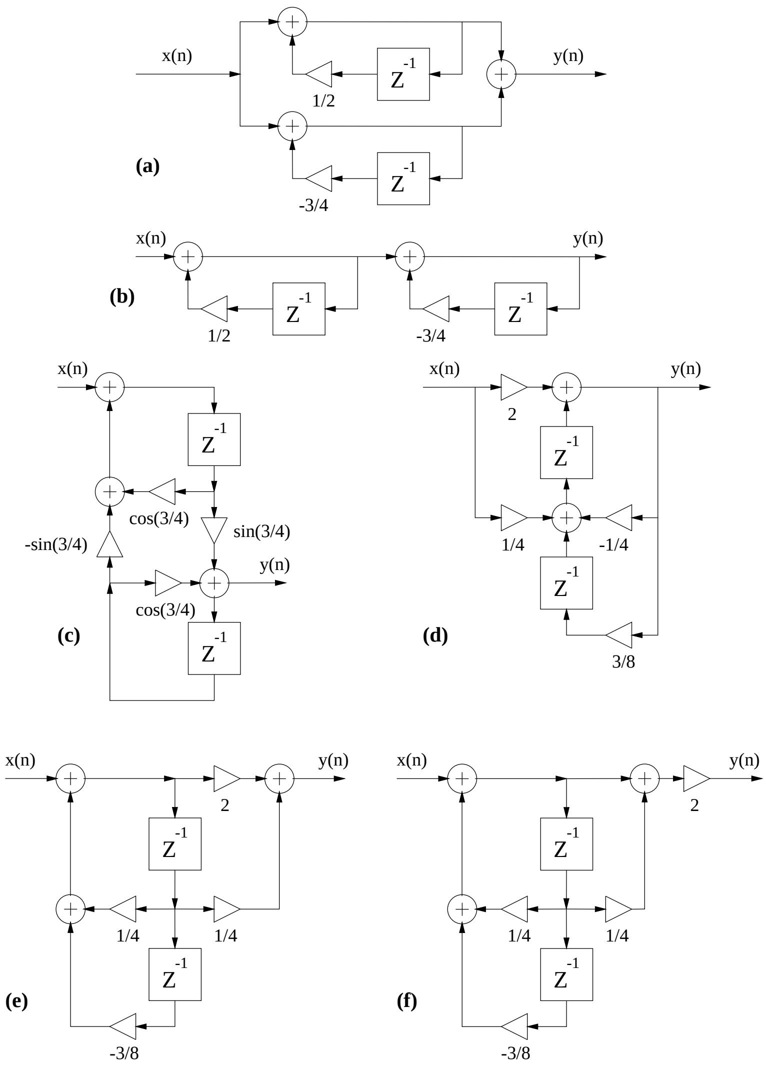
# Tik-61.145 SDK:n perusteet

Välikoeuusinta/tentti 22.5.1995

**1. välikokeen uusintatehtävät ovat 1, 3, 4 ja 6.**
**2. välikokeen uusintatehtävät ovat 2, 3, 5 ja 7.**
**Tenttitehtävät ovat 2, 3, 4, 6 ja 7.**

1. (6p) Tarkastellaan kuvan 1 mukaisia digitaalisuodinten virtauskaavioita (a)-(f). Määrää millä virtauskaavioilla viidestä viimeisestä rakenteesta (b)-(f) on sama siirtofunktio kuin rakenteella (a). Eräät kandidaatit voidaan eliminoida pelkällä ulkopuolisella tarkastelulla. Miksi?




Kuva 1: Virtauskaaviot (a)-(f)

**KÄÄNNÄ PAPERI!**

2. (6p) Halutaan suunnitella ensimmäisen asteen stabiili ja kausaalinen ylipäästösuodin, jonka siirtofunktio on

$$H(z) = K\frac{1 + bz^{-1}}{1 + az^{-1}},$$

missä vakiot $a$, $b$ sekä $K$ ovat reaalisia. Suotimen spesifikaatiot ovat:

1) amplitudivaste nollataajuudella on nolla ($|H(e^{j0})| = 0$),
2) amplitudivaste $\frac{1}{2}$ näytteenottotaajuudella on yksi ($|H(e^{j\pi})| = 1$) sekä
3) vaimennus $\frac{1}{4}$ näytteenottotaajuudella on 20 dB ($|H(e^{j\frac{\pi}{2}})| = 0.1$).

Määritä suotimen kertoimet, piirrä napa-nolla -kuvio ja luonnostele amplitudivaste.

3. (6p) Johda rekursiivinen kaava polynomin $y(n) = n^2$ laskemiseksi arvosta $n = 0$ lähtien, kun haluttu kaava on muotoa

$$y(n) = \sum_{k=1}^{N} a_k y(n-k) + b,$$

missä $a_k$:t sekä $b$ ovat vakiokertoimia ja asteluku $N$ valitaan mahdollisimman pieneksi. Miten alkuarvot $y(-1)$, $y(-2)$, ... ,$y(-N)$ on valittava?

(Vihje: yksi tapa edetä on tutkia lausekkeita $y(n \pm k) = (n \pm k)^2$ ja yrittää eliminoida $n$:n potenssit.)

4. (6p) Tarkastellaan siirtofunktion

$$H(z) = \frac{1 - z^{-1}}{1 - az^{-1}}$$

mukaista digitaalisuodinta näytteenottotaajuuden ollessa 200 Hz. Vakion $a$ arvo on 0.5.

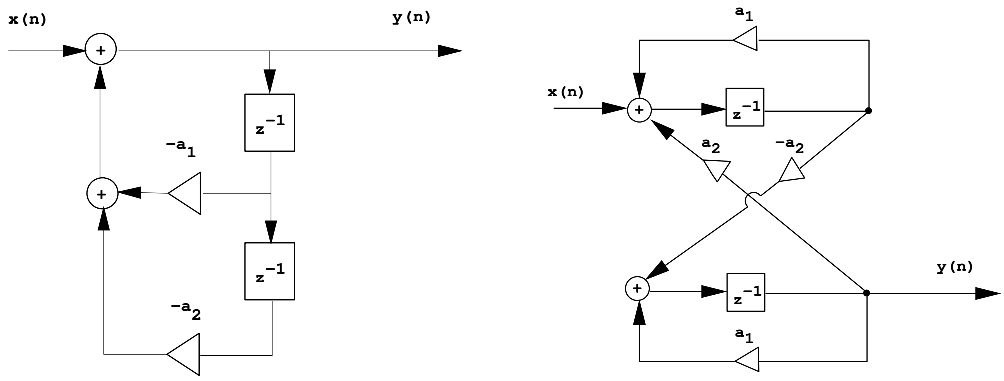
(a) Laske suotimen amplitudivaste ja napa-nollakuvio. Minkälaisesta suotimesta on kyse?

(b) Systeemiin syötettävästä signaalista halutaan poistaa häiritsevä verkkotaajuuden komponentti (50 Hz). Suunnittele suodin modifioimalla siirtofunktiota $H(z)$ siten, että suodattimen rakenne (virtauskaavio) ja siirtofunktion asteluku säilyvät. Hahmottele suotimen napa-nolla -kuvio.

(Vihje: Tutki alkuperäistä napa-nolla -kuviota ja mieti, miten sitä pitäisi modifioida.)

**LOPUT TEHTÄVÄT TOISELLA PAPERILLA**

5. (6p) Kuvassa 2 on kaksi virtauskaaviota, jotka esittävät toisen asteen suodinrakenteita. Piirrä systeemien napojen mahdolliset sijainnit ja vertaile niitä, kun kertoimet kvantisoidaan kolmeen bittiin käyttäen itseisarvo-etumerkkiesitystä. Tällöin luvut, jotka voidaan esittää, ovat $-\frac{3}{4}, -\frac{1}{2}, -\frac{1}{4}, 0, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{3}{4}$.

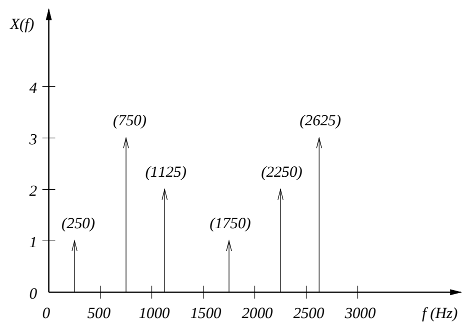



Kuva 2: Kaksi suodinrakennetta

6. (6p) Tarkastellaan analogista signaalia, jonka spektri on esitetty kuvassa 3. (Spektri on symmetrinen origon suhteen; kuvassa on piirretty vain positiiviset taajuudet.) Näytteenottotaajuus on molemmissa kohdissa (a) ja (b) 2000 Hz.

(a) Laske ja piirrä syntyvän digitaalisen signaalin spektri kaistalla 0 ... 1000 Hz.

(b) Jos oletetaan, että ollaan kiinnostuneita vain alkuperäisen spektrin taajuuksista kaistalla 2000 ... 3000 Hz, miten saadaan pelkästään ko. kaistan spektrikomponentit näkymään kaistalla 0 ... 1000 Hz? Laske ja piirrä tällä tavalla lopputuloksena saatava spektri.




Kuva 3: Analogisen signaalin spektri

7. (6p) Esitä sellaisen järjestelmän lohkokaavio, joka toteuttaa diskreettiaikasignaalin näytteenottotaajuuden $\omega_s$ muunnoksen taajuuteen $\frac{n}{m}\omega_s$, missä $n, m > 0$ ovat kokonaislukuja $n \neq m$.

Redusoidaan em. järjestelmällä näytteenottotaajuus alkuperäisestä $\omega_s$:stä kahteen kolmasosaan ($\frac{2}{3}$). Kiinnostava taajuuskaista on puolet alkuperäisestä Nyquist-taajuudesta (eli 0 ... $\frac{\omega_s}{4}$). Mikä on suurin tarvittavan suotimen estokaistan rajataajuus, jolla kiinnostava kaista pysyy virheettömänä? Hahmottele suotimen amplitudivaste.