

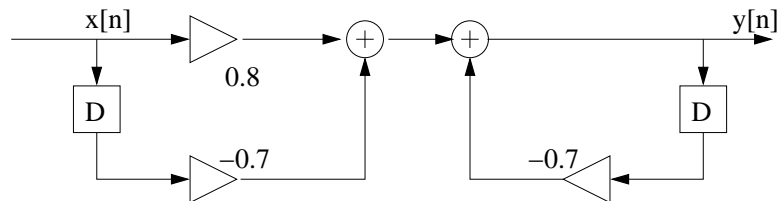
T-61.246 Digitaalinen signaalinkäsittely ja suodatus

Kesätentti 21.6.2004.

Sallitut varusteet: muistiinpanovälineet, funktiolaskin, kaavakokoelma (MAOL, Pentikäinen, yms). Kokeessa jaetaan lisäksi erillinen kurssin kaavakokoelma.

Kirjoita vastauksiisi riittävä määrä välivaiheita.

- 1) (6p) Vastaa väitteisiin, ovat ne oikein vai väärin. Oikea vastaus +1p, väärä -0.5p, ei vastausta 0p.
 - a) Yhtälö $y[n] = (x[n])^2$ esittää toisen asteen LTI-järjestelmää.
 - b) Sekvenssin $x[n] = \sin(0.2\pi n)$ perusjakson pituus on $N_0 = 100$.
 - c) Sekvenssien $x[n] = \delta[n] + \delta[n + 1]$ ja $h[n] = \delta[n] - \delta[n - 1]$ konvoluutio on $y[n] = x[n] \otimes h[n] = \delta[n] - \delta[n - 2]$.
 - d) Suotimen $H(z) = 0.5 - 0.5z^{-1}$ vaihevaste $\angle H(e^{j\omega})$ on lineaarinen.
 - e) Bilineaarimenetelmän heikkona puolena on laskostumisilmiö (aliasing), jos analoginen suodin ei ole kaistarajoitettu.
 - f) Virheen takaisinkytkennällä (error-shaping structure) voidaan muokata kvantisoinnista aiheutuvaa kohinaa ja siirtää sitä halutulle taajuuskaistalle.
- 2) (6p) Tarkastellaan diskreettiaikaista järjestelmää, jonka lohkokaaevioesitys (virtauskaavio) on alla olevassa kuvassa.

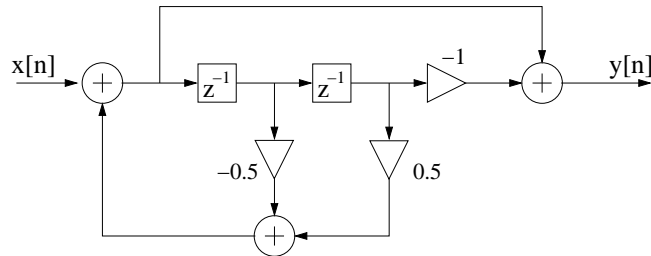


- a) Mikä on suodinta kuvaava differenssiyhtälö? Eli kirjoita $y[n] = \dots$
 - b) Onko suodin FIR vai IIR? Mikä on suotimen asteluku?
 - c) Muodosta järjestelmän siirtofunktio $H(z) = Y(z)/X(z)$.
 - d) Laske suotimen navat ja nollat ja piirrä napa-nollakuvio.
 - e) Hahmottele amplitudivaste $|H(e^{j\omega})|$. Onko suodin tyyppiä ali-, yli-, kaistanpäästö, kaistanesto vai kaikki taajuudet sellaisenaan päästävä (all-pass)?
- 3) (6p) Tarkastellaan kosinisignaalia $x(t) = \cos(2\pi \cdot f \cdot t)$, jonka taajuus on $f = 6 \cdot 10^5$ Hz. Signaalia näytteistetään näytteenottotaajuudella $f_s = 44100$ Hz. Saatu sekvenssi $x[n]$ palautetaan ideaalisesti takaisin jatkuvaksi $x_r(t)$.
 - a) Mikä on näytteenottoväli T_s ?
 - b) Mikä taajuus havaitaan palautetussa signaalissa $x_r(t)$?

4) (6p) Vastaa joko A tai B.

4A) Digitaalinen suodin $H(z)$ voidaan toteuttaa (realisoida) monilla eri rakenteilla. Mitä rakenteita on olemassa ja mitä eroja toteutusten välillä on?

4B) Tutki alla olevan kuvan suotimen lohkokaavioesitystä.

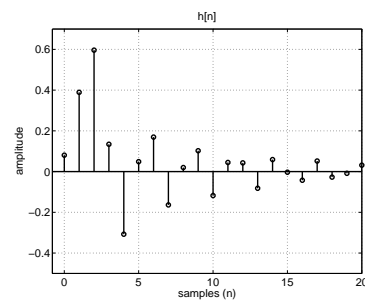
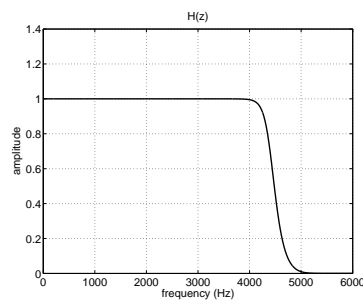


- Mikä on suotimen siirtofunktio yksinkertaisimmassa muodossaan?
- Laske suotimen navat ja nollat. Piirrä napanollakuvio. Onko kuvan toteutus kanooninen?
- Päättele napanollakuvioista, onko suodin alipäästö- vai ylipäästösuoitin. Skaalaa suodinta vakiolla K siten, että suotimen maksimiarvoksi tulee 1 eli $|K \cdot H_{max}(e^{j\omega_{max}})| = 1$.

5) (6p) Vastaa joko A tai B.

5A) Digitaalisen FIR-suotimen suunnittelu ikkunamenetelmällä.

5B) Olkoon käytössä kausaalinen alipäästösuoitin $H(z)$, jonka päästökaista loppuu 4 kHz:iin, estokaista alkaa 5 kHz:sta ja näytteenottotaajuus on 12 kHz. Suotimen amplitudivaste on vasemmanpuoleisessa kuvassa ja impulssivasteen $h[n]$ alku oikeanpuoleisessa kuvassa. Halutaan muokata suodinta niin, että se voi käsitellä DAT-nauhoituksia 48 kHz:n näytteenottotaajuudella.



- Kasvata suotimen näytteenottotaajuutta tekijällä $L = 4$. Piirrä saadun suotimen $H(z^4)$ amplitudivaste välillä $0 \dots 24$ kHz ja impulssivasteen $h[n/4]$ ensimmäiset kymmenen arvoa.
- Mikä toimenpide pitää vielä suorittaa, jotta $H(z^4)$ toimisi alipäästösuoitimen tavoin alkuperäisten rajataajuuksien mukaisesti?