

Tik-61.246 Digitaalinen signaalinkäsittely ja suodatus

2. välikoe 13.12.1999 klo 9-12. Salit A, C, D.

1. Ovatko seuraavat väittämät oikein vai väärin? (Oikea vastaus: +1p, väärä vastaus: -1p, ei vastausta: 0p. Tehtävän minimipistemäärä on 0p ja maksimipistemäärä 3p.)

- Analogisen IIR-tyyppisen alipäästösuotimen bilineaarimuunnoksessa digitaaliseksi suotimen asteluku (samoilla vaatimuksilla) lähes poikkeuksetta kasvaa.
- Impulssi-invarianttimenetelmässä s -tason taajuusakseli kuvautuu yksikäsitteisesti z -tason yksikköympyräksi.
- Käytettäessä 25-pituista Hamming-ikkunaa lineaarivaiheisen FIR-suotimen suunnittelussa järjestelmän ryhmiiviveeksi tulee vakio 12 askelta.
- Suotimen $H(z)$ skaalauksella, $\max\{|KH(z)|\} = 1$, voidaan estää ylivuodot ja parantaa signaali-kohinasuhdetta.

(3p)

2. 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 ja K ovat reaalisia. Suotimen spesifikaatiot ovat:

- amplitudivaste nollataajuudella on nolla ($|H(e^{j0})| = 0$),
- amplitudivaste $\frac{1}{2}$ näytteenottotaajuudella on yksi ($|H(e^{j\pi})| = 1$) sekä
- 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. (6p)

3. Tarkastellaan kahta äärellisen impulssivasteen (FIR) järjestelmää, joiden impulssivasteet ovat

$$\begin{aligned}h_1[n] &= \delta[n] + 2\delta[n-2] + \delta[n-4] \\h_2[n] &= \delta[n] - \delta[n-4]\end{aligned}$$

- Muodosta järjestelmien kaskadikytkennän (cascade) impulssivaste $h_c[n]$ ja siirtofunktio $H_c(z)$ (ei tarvitse skaalata ykköseksi). Onko vaihevaste lineaarinen? Mikä on vaihevasteen arvo taajuudella $\omega = 0$? Perustele tai laske!
- Muodosta järjestelmien rinnankytkennän (parallel) impulssivaste $h_p[n]$ ja siirtofunktio $H_p(z)$ (ei tarvitse skaalata ykköseksi). Onko vaihevaste lineaarinen? Mikä on vaihevasteen arvo taajuudella $\omega = 0$? Perustele tai laske!
- Määritä kaskadikytkennän askelvaste, toisin sanoen systeemin vaste yksikköaskelkvenssiin $\mu[n] = 1$, $n \geq 0$, $\mu[n] = 0$, $n < 0$. Miten askelvaste käyttäytyy, kun n on suuri? Miksi?

(6p)

KÄÄNNÄ PAPERI!

4. Alla olevassa kuvassa on esitetty virtauskaavio, joka esittää toisen asteen digitaalista IIR-suodinta. Piirrä suotimen napojen (p_1, p_2) mahdolliset sijainnit, kun reaaliset kertoimet a_1 ja a_2 kvantisoidaan kolmeen bittiin käyttäen itseisarvo-etumerkkiesitystä. Käytetyllä laskentatarkkuudella voidaan siis esittää luvut $[-\frac{3}{4}, -\frac{1}{2}, -\frac{1}{4}, 0, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{3}{4}]$. Huomaa, että reaaliset kertoimet tarkoittavat napojen olevan kompleksikonjugaatteja $p_1 = re^{j\theta}, p_2 = re^{-j\theta}$.

Miten kertoimien kvantisointi vaikuttaa suotimen toteutukseen taajuuden ω eri arvoilla? Pohdi tilanteita, jossa halutaan kapeakaistainen alipäästösuodin tai kapeakaistainen kaistanpäästösuodin (päästötaajuus $\frac{1}{2}$ puolesta näytteenottotaajuudesta).

(6p)

