Tik-61.145 SDK:n perusteet

2. välikoe 10.5.1994

1. (6p) Laske sekvenssin

$$x(n) = n[u(n) - u(n-3)]$$

   lineaarinen konvoluutio ja neljän pisteen ympyräkonvoluutio itsensä kanssa. Miten konvoluutio voitaisiin laskea diskreetin fourier-muunnoksen (DFT) avulla? Miten ympyräkonvoluutio saataisiin tällöin vastaamaan normaalia konvoluutiota?

2. (6p) Tutkitaan 1. asteen rekursiivista suodinta, jonka tulo/lähtöriippuvuuden määrittelee differenssiyhtälö

$$y(n) = x(n) + ay(n-1), \quad a = 0.5$$

   (a) Laske suotimen impulssivaste. Onko suodin stabiili?

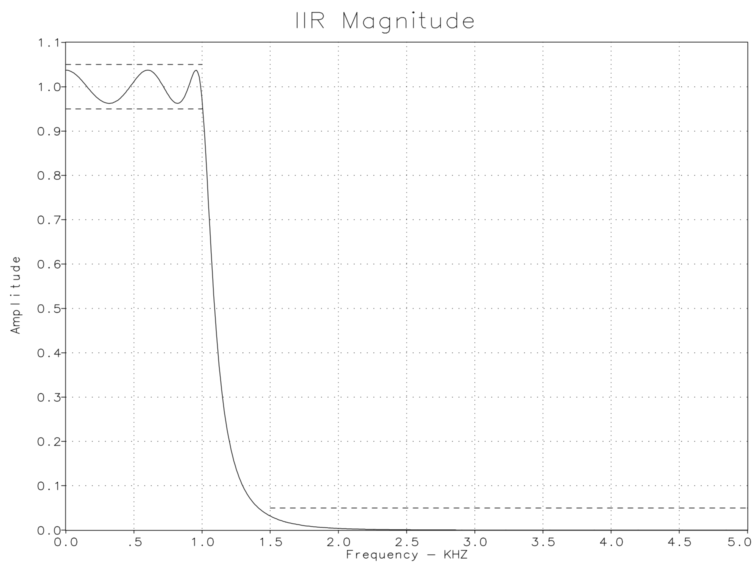
   (b) Määrää suotimen siirtofunktio $H(z)$, piirrä napa-nolla -kuvio, ja varjosta siihen suppenemisalue.

   (c) Tutki suodattimen impulssivastetta neljän bitin laskentatarkkuudella (merkkibitti ja 3 bittiä) pyöristävällä aritmetiikalla. Kertolaskutulokset pyöristetään siten, että kolme vähiten merkitsevää bittiä pudotetaan pois, ja ensimmäisen poisjäävän bitin ollessa 1 lisätään vähiten merkitsevään bittiin 1. Oletetaan, että luvut on skaalattu itseisarvoltaan ykköstä pienemmäksi. Esim. $\delta(0) = (0.111)_2 = 7/8$ (suurin positiivinen luku) ja $a = 0.5 = (0.100)_2 = 1/2$. Onko suodin nyt stabiili? Perustele vastauksesi.

3. (6p) Kuvassa 1 (paperin kääntöpuolella) on esitetty digitaalisen alipäästösuotimen amplitudivaste. Hahmottele napa-nolla -kuvio, kun suotimella tiedetään olevan yksi n-kertainen nolla. Hahmottele lisäksi napa-nolla -kuvio ja amplitudivaste sellaiselle kaistanpäästösuotimelle, joka on suunniteltu muunnoksella kuvan 1 alipäästösuotimesta. Kaistanpäästösuotimen rajataajuuksien halutaan olevan noin 1.5 kHz ja 3.5 kHz. Sekä kuvan 1 suotimen että kaistanpäästösuotimen tapauksessa näytteenottotaajuus on 10 kHz.

4. (6p) Halutaan redusoida diskreettiaikasignaalin näytteenottotaajuutta kahteen kolmannekseen (2/3) alkuperäisestä näytteenottotaajuudesta ω_s. Kiinnostava taajuuskaista on puolet alkuperäisestä Nyquist-taajuudesta (ts. $\omega_c = \omega_s/4$). Esitä näytteenottotaajuuden muunnoksen totetuttavan systeemin lohkokaavio. Mikä on muunnoksessa tarvittavan alipäästösuotimen estokaistan rajataajuus? Hahmottele suodattimen amplitudivaste.

KÄÄNNÄ!



Kuva 1

Tehtävät 5 ja 6 ovat vapaaehtoisia. Tekemällä tehtävän 5 voi korvata 1. välikokeen tehtävän 1. Tekemällä tehtävän 6 voi korvata 1. välikokeen tehtävistä 2, 3 tai 4 sen, josta sai vähiten pisteitä. Huom! 1. välikokeen tulokset korvautuvat vain, mikäli pistemäärä siten paranee.

5. (6p) Tarkastellaan kahta FIR-systeemiä, joiden impulssivasteet ovat

$$\begin{aligned} h_1(n) &= \delta(n) + \delta(n-1) - \delta(n-2) - \delta(n-3) \\ h_2(n) &= \delta(n) - \delta(n-1) - \delta(n-2) + \delta(n-3) \end{aligned}$$

   (a) Laske systeemien kaskadikytkentää vastaava impulssivaste ja piirrä siitä kuva.
   (b) Määritä kaskadisysteemin taajuusvaste. Laske amplitudi- ja vaihevaste (mahdollisimman yksinkertaisessa muodossa) sekä luonnostele niiden kuvaajat.
   (c) Miten rinnankytkennän vaihe käyttäytyy?

6. (6p) Vastaa lyhyesti perustellen, ovatko seuraavat systeemit lineaarisia ja/tai siirtoinvariantteja. Systeemit on määritelty differenssiyhtälön (input/output -relaatio tulosekvenssin $x(n)$ ja lähtösekvenssin $y(n)$ välillä) avulla. $\delta(n)$ on yksikköimpulssi ja $u(n)$ on yksikköaskel; c on vakio.

   (a) $y(n) = -\delta(-3) + 2\delta(0) - \delta(3)$
   (b) $y(n) = x(n) + 0.5y(n-1)$
   (c) $y(n) = u(n)c^{-n}x(n)$