

## Tik-61.145 SDK:n perusteet

2. välikoe 10.5.1994

1. (6p) Laske sekvenssin

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

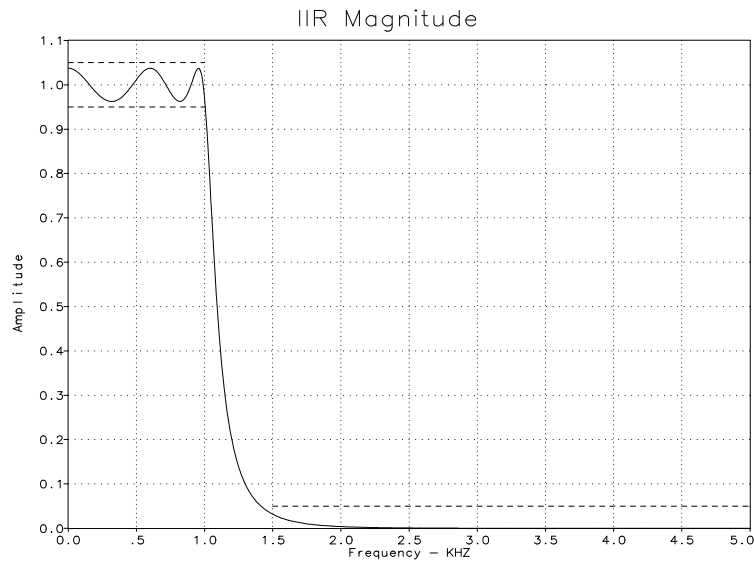
lineaarinen konvoluutio ja neljän pisteen ympyräkonvoluutio itsensä kanssa. Miten konvoluutio voitaisiin laskea diskreetin fourier-muunnoksen (DFT) avulla? Miten ympyräkonvoluutio saataisiin tällöin vastaamaan normaalia konvoluutiota?

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 ykköistä 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 diskreetti-aikaisignaalin näytteenottotaajuutta kahteen kolmannekseen ( $2/3$ ) alkuperäisestä näytteenottotaajuudesta  $\omega_s$ . Kiinnostava taajuuskaista on puolet alkuperäisestä Nyquist-taajuudesta (ts.  $\omega_c = \omega_s/4$ ). Esitä näytteenottotaajuuden muunnoksen toteutettavan systeemin lohko-kaavio. 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

$$h_1(n) = \delta(n) + \delta(n-1) - \delta(n-2) - \delta(n-3)$$

$$h_2(n) = \delta(n) - \delta(n-1) - \delta(n-2) + \delta(n-3)$$

- (a) Laske systeemien kaskadikytkentää vastaava impulssivaste ja piirrä siitä kuva.
- (b) Määritä kaskadisysteemin taajuusvaste. Laske amplitudi- ja vaihevaste (mahdollisimman yksinkertaisessa muodossa) sekä luonnostelet 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)  $y(n) = u(n)c^{-n}x(n)$