Tik-61.145 SDK:n perusteet

Tentti / välikokeiden uusinta 26.5.1994

MERKITSE PAPERIIN, UUSITKO 1. TAI 2. VÄLIKOKEEN VAI SUORITATKO TENTIN
1. välikokeessa tehdään tehtävät 1, 4, 5 ja 7.
2. välikokeessa tehdään tehtävät 2, 3, 5 ja 6.
Tenttitehtävät ovat 1, 2, 3 ja 5.

1. (6p) Osoita, että kahden sekvenssin konvoluution z-muunnos on sekvenssien z-muunnosten tulo eli

$$Z\{x(n) * y(n)\} = X(z)Y(z)$$

2. (6p) Selitä, mitä tarkoitetaan seuraavilla suodinsuunnittelumenetelmillä:

   (a) impulssi-invarianssi -muunnos

   (b) bilineaarimuunnos

   Miten $all - pole$ -tyyppisestä analogisesta siirtofunktiosta ($H(s) = 1/D(s)$, $D(s)$ on s:n polynomi) yllämainituilla muunnoksilla tehtyjen digitaalisuotimien amplitudivasteet käyttäytyvät $\omega_s/2$:n ympäristössä? (Voit esim. hahmotella kuvaajat.)

3. (6p) Kvantisointivirhettä voidaan kompensoida ns. virheen takaisinkytkennän (error feedback) avulla. Menetelmässä suodatettu virhesignaali lisätään kvantisointia ($Q[.]$) edeltävään haaraan suodinrakenteessa. Kuvassa 1 on ensimmäisen asteen error feedback -rakenne.

   (a) Määrää rakenteen kohinasiirtofunktio $H_e(z)$

   $$E(z)_{tot} = H_e(z)E(z),$$

   missä $E(z)$ on virheen $e(n) = Q[x(n)] - x(n)$ ja $E(z)_{tot}$ kokonaisvirheen $e(n)_{tot} = y(n) - x(n)$ z-muunnos.

   (b) Määrää siirtofunktion $H_e(z)$ amplitudivaste, kun a=-1. Miten kohinan spektri muuttuu virheen takaisinkytkennän ansiosta, kun oletetaan, että kohina on alunperin normaalijakautunutta (valkoista kohinaa)? Mitä tapahtuu virheen varianssille?

4. (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) tai impussivasteen $h(n)$ avulla. $\delta(n)$ on yksikköimpulssi.

   (a) $h(n) = -\delta(n+3) + 2\delta(n) - \delta(n-3)$

   (b) $y(n) = x(n) + 0.5y(n-1)$

   (c) $y(n) = |x(n)|$

5. (6p) Kehitä rekursiivinen algoritmi, joka generoi jonon $y(n) = n^3$ (0,1,8,27,...). Algoritmi on muotoa

$$y(n+i) = \sum_{k=1}^{i} [a(i-k)y(n+i-k)] + b,$$

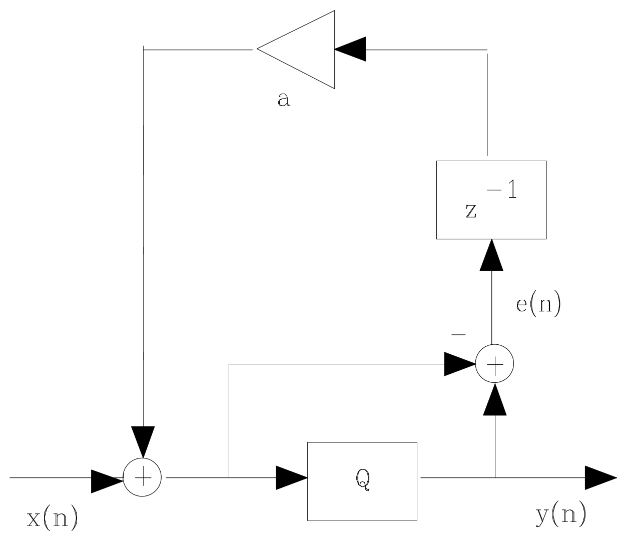
missä b on vakio. Mitkä ovat tarvittavat alkuarvot?

6. (6p) Kuvassa 2 (paperin kääntöpuolella) on esitetty kolmen IIR-suotimen napa-nolla -kuviot sekä kolmen suotimen amplitudivasteet. Minkä tyyppisiä suodinapproksimaatioita amplitudivasteet vastaavat? Yhdistä oikeat amplitudivasteet vastaaviin napa-nolla -kuvioihin, kun näytteenottotaajuuden tiedetään olevan 10 kHz. Perustele vastauksesi. Jos kaikille ei löydy paria, perustele, miksi ei.

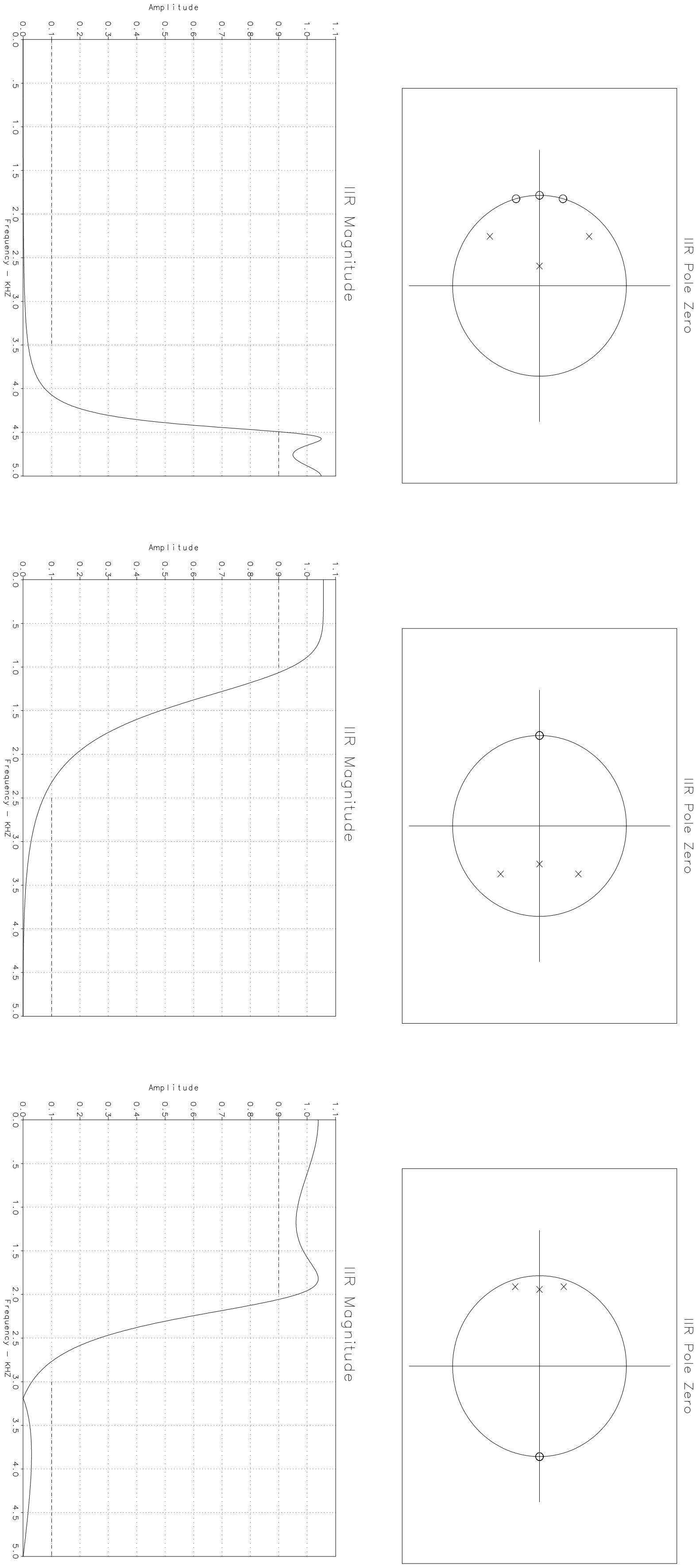
7. (6p) Tarkastellaan FIR-suodinta, jonka amplitudivaste on

$$h(n) = \delta(n) + 4\delta(n-1) + 6\delta(n-2) + 4\delta(n-3) + \delta(n-4)$$

   (a) Laske suotimen siirtofunktio.
   (b) Piirrä suotimen napa-nolla -kuvio. Mikä on suppenemisalue?
   (c) Laske suotimen amplitudi- sekä vaihevaste mahdollisimman yksinkertaisessa muodossa. Hahmottele näiden kuvaajat. Miten suotimen vaihe käyttäytyy?



Kuva 1 Ensimmäisen asteen error feedback -rakenne



Kuva 2 Amplitudivasteet ja napa-nolla -kuviot