Tik-61.246 Digitaalinen signaalinkäsittely ja suodatus

2. välikoe 13.12.2000 klo 9-12. Salit A, B ja C.
Välikokeessa saa olla oma taulukkokirja ja (graafinen) laskin. Laskimen muistiin ei saa tallettaa omia muistiinpanoja.

1. (2p) Ovatko seuraavat väittämät oikein vai väärin? Oikea vastaus: +0.5 p, ei vastausta: 0 p, väärä vastaus: -0.5 p; tehtävän yhteispistemäärä on kuitenkin 0-2 pistettä.

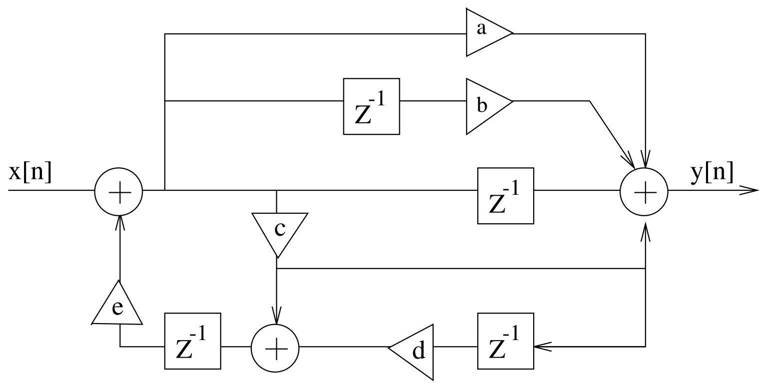
   a) Allpass-suodin on aina lineaarivaiheinen.

   b) Suotimen $H(z) = \frac{p_0+p_1z^{-1}+p_2z^{-2}}{1+d_1z^{-1}+d_2z^{-2}}$ asteluku on 4.

   c) Gibbsin ilmiöllä tarkoitetaan FIR-suotimen magnitudivasteen värähtelyä, jota voidaan vähentää valitsemalla sopiva ikkunafunktio.

   d) IIR-suotimen kertoimien kvantisoinnissa aiheutetaan virhettä, joka voi vaikuttaa suotimen stabiilisuuteen.

2. (4p) Muunna allaolevassa kuvassa esitetty suodinrakenne viiveiden suhteen kanoniseksi siten, että suotimen siirtofunktio pysyy samana.



3. (6p) Tarkastellaan analogista alipäästösuodinta, jonka s-tason siirtofunktio on

$$H_{LP}(s) = 1/(s+1)$$

   a) Määrää suodinta vastaavan impulssi-invarianttimenetelmällä suunnitellun digitaalisuotimen siirtofunktio $H_i(z)$.

   b) Määrää suodinta vastaavan bilineaarimuunnoksella suunnitellun digitaalisuotimen siirtofunktio $H_b(z)$. Oletetaan, että bilineaarimuunnoksen taajuusvääristymät on huomioitu, eikä niitä tarvitse kompensoida s-tason siirtofunktiossa.

   c) Mitä eroja näillä menetelmillä on?

4. (6p) Diskreettiaikaisen signaalin $x[n]$ näytteenottotaajuus halutaan laskea kahteen kolmasosaan alkuperäisestä näytteenottotaajuudesta ω_s. Signaalin kiinnostava kaista (kaistarajoitettu signaali) on välillä $[0, \frac{\omega_s}{4}]$.

   Hahmottele tarvittava systeemi ja piirrä signaalin taajuusesitys systeemin jokaisen komponentin jälkeen. Määrää myös laskostumisen leikkaavan suotimen (aliasing suppression filter) estokaistan suurin mahdollinen rajataajuus ω_r.

Laplace-muunnoksia: $H_{LP}(s) = \dfrac{1}{s+1} \quad \Leftrightarrow \quad h_{LP}(t) = \begin{cases} 0 & , \quad t < 0 \\ e^{-t} & , \quad t \geq 0 \end{cases}$

Bilineaarimuunnos: $s = \dfrac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}$