

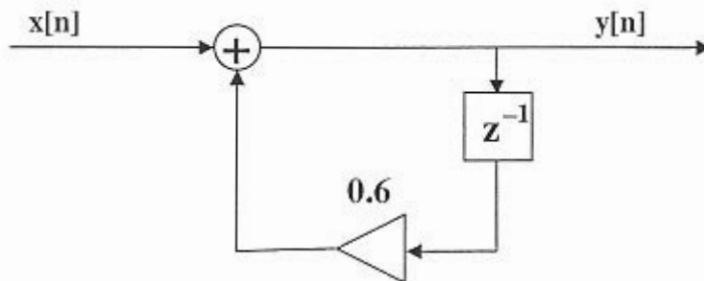
Tenttikilpailu 4.4.05 Virve Kihonen  
**8001053 Digitaalinen Lineaarinen Suodatus 1**

Tentti 4.4.2005

Tentissä ei saa käyttää kirjoja, muistinpanoja, yms. Laskinta saa käyttää (ei ohjelmoitavaa).

**Mainitse myös minä vuonna olet tenttioikeutesi saanut.**

- Ovatko seuraavat väittämät oikein vai väärin? (6p)
  - On mahdotonta suunnitella lineaarinen järjestelmä siten, että sen sisäänmeno ja ulostulojonot ovat  $x[n] = \cos(n\pi/8)$  ja  $y[n] = 2\sin(n\pi/8)$ .
  - Jos kausaalinen suodatin on stabiili, niin sen kaikki navat ovat joko yksikköympyrällä tai sen sisäpuolella.
  - Kaikkia kurssilla käsiteltyjä lineaarivaiheisia FIR-suodatintyyppä voidaan käyttää kaistanpäästösuodattimien suunnittelussa.
  - Jos suodatin päästää kaikki taajuudet lävitseen, niin se on allpass suodatin.
  - Digitaalisen Butterworth-suodattimen navat sijaitsevat ympyrällä.
  - Järjestelmän  $h[n] = 0.5\delta[n] + 0.5\delta[n-1] + 0.6\delta[n-2]$  ulostulokohinan varianssi ei voi olla suurempi kuin sen sisäänmenon varianssi.
- (a) Esitä siirtofunktion  $H(z) = \frac{1 - z^{-1} + 4z^{-2}}{1 - 2z^{-1} + 3z^{-2}}$  suoramuoto I ja suoramuoto II -toteutukset sekä transponoitu suoramuoto II toteutus. (3p)  
(b) Esitä painotettu virhefunktio tyyppiä I olevalle lineaarivaiheiselle FIR-alipäästösuodattimelle, jonka amplitudivaatimukset ovat: (3p)  
 $|H(e^{j\omega})| = 1$  päästökaistalla  $0 \leq \omega \leq 0.4\pi$  ja päästökaistan värähtely on  $\delta_p = 0.1$   
 $|H(e^{j\omega})| = 0$  estokaistalla kun  $0.6\pi \leq \omega \leq \pi$  ja estokaistan värähtely on  $\delta_s = 0.001$
- (a) Mainitse neljä säädettävää ikkunaa, joita käytetään digitaalisten FIR-suodattimien suunnittelussa. (2p)  
(b) Kolmannen asteen FIR-suodattimen impulssivaste on  $h[0] = 3, h[1] = 2, h[2] = 2, h[3] = 3$  Toteuta tämä suodatin muodossa, jossa tavittavien komponenttien määrä on pienen mahdollinen. (2p)  
(c) Mihin jatkuva taajuudet  $\Omega = 0$  and  $\Omega = \infty$  kuvataan bilineaarimuunnoksessa? (2p)
- Suunnittele ensimmäisen asteen digitaalinen Butterworth-suodatin käyttäen bilineaarimuunnosta siten, että tulokseksi saatavan suodattimen amplitudivasteen neliö saa arvon yksi nollataajuudella ja arvon puoli ( $A_p = 3.0103$  dB) rajataajuudella  $\omega_p = 0.5\pi$ . (6p)
- (a) Mitkä ovat äärellisestä sananpituudesta johtuvat virhelähteet? (2p)  
(b) Tarkastellaan alla olevan kuvan mukaista yksinkertaista suodatinta, joka toteutetaan käyttäen kiinteän pilkun aritmetiikka:



Laske pyörästyskohinan varianssi skaalatun suodattimen ulostulossa, jos laskentatarkkuus on 1+3 bittiä (4p).

**Käytä kaavakokoelmaa, joka on tämän sivun takana!**