

Tentti 12.3.2001

1. Selvitä lyhyesti (sanallisesti/kuvallisesti/kaavojen avulla) seuraavien termien merkitykset: a) stabiilisuus, b) tasa-aaltainen (equiripple) suodatin, c) ylivuoto, d) Amplitudi- ja vaihevaste e) suoramuotoinen rakenne (IIR) f) L_2 -normin mukainen skaalaus
2. a) Tietyillä ehdoilla FIR-suodattimen vaihe tulee lineaariseksi. Esitä nämä ehdot suodattimen impulssivasteelle sanallisesti ja kuvallisesti.
b) Tarkastellaan FIR-suodatinta, jonka impulssivasteen pituus on kuusi näytettä ja sen arvot ovat $h(0)=h(5)=0.1$, $h(1)=h(4)=0.2$ ja $h(2)=h(3)=0.5$. Esitä suodattimen taajuusvaste mahdollisimman yksinkertaisessa muodossa sekä määrää suodattimen ryhmä- ja vaiheviiveet.
c) Edellinen FIR-suodatin voidaan toteuttaa usealla eri rakenteella. Esitä näistä kaksi, joista toinen käyttää hyväkseen impulssivasteen symmetrisyyttä.
3. Lineaarivaiheinen FIR-suodatin suunnitellaan yleisesti joko käyttäen ikkunointia tai Remez'n algoritmia. Mitkä ovat näiden suunnittelumenetelmien edut ja haitat? Mihin nämä suunnittelu menetelmät perustuvat (esitä myös suunnittelu prosessi)? Vertaa menetelmiä keskenään.
4. a) Selvitä, miten bilineaarimuunnosta voidaan käyttää diskreettiaikaisten IIR-suodattimien suunnitteluun analogisen suodattimen avulla. Miksi bilineaarimuunnos on hyvä työkalu IIR-suodattimien suunnittelussa?
b) Suunnittele ensimmäisen asteen Butterworth-suodatin käyttäen bilineaarimuunnosta siten, että tulokseksi saatavan suodattimen amplitudivasteen neliö saa arvon yksi nollataajuudella ja arvon puoli ($A_p=3.0103$ dB) rajataajuudella $\omega=0.4\pi$
5. a) Halutaan toteuttaa siirtofunktio

$$H(z) = \frac{K}{1 + az^{-1}}$$

käyttäen kiinteän pilkun aritmetiikkaa. Laskentatarkkuus on 1+15 bittiä. Määrää suurin K :n arvo, jolla suodattimessa ei tapahdu ylivuotoja ("worst-case" skaalaus).

b) Laske pyörityskohinan varianssi skaalatun suodattimen ulostulossa kun $a = 0.95$

c) Millaisen rajoituksen stabiilisuuden vaatimus asettaa kertoimelle a