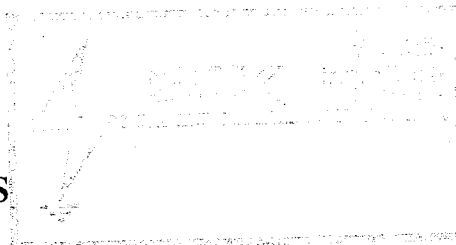


DIGITAALISET SUODATTIMET 52337S
Tentti 23.5.2003



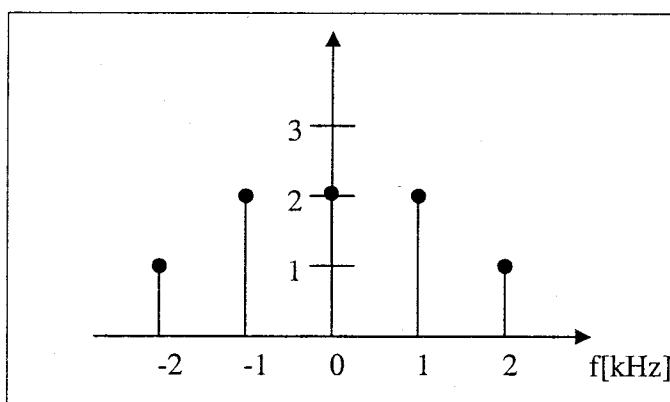
TENTISSÄ SAA OLLA MUKANA NS. LAILLINEN LUNTTA (YKSI A4-ARKKI MOLEMMIN PUOLIN KÄSIN KIRJOITETTUNA).

1. Analogisen signaalin amplitudispektri on kuvan 1 mukainen. Kun näytteistys tapahtuu taajuudella $f_s = 3.5$ kHz, laskostumisenesto suoritetaan Butterworth suodattimella, jonka amplitudivaste saadaan kaavasta

$$|H(f)| = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^{2n}}}$$

missä n on suodattimen asteluku ja f_c on rajataajuus.

- Piirrä näytteistetyn signaalin spektri välillä 0-5 kHz. (1p)
- Mikä on ensimmäinen laskostuva taajuus? (1p)
- Suodattimelta edellytetään, että vaimennus taajuudella 1 kHz on 3 dB ja laskostuneita signaalikomponentteja vaimennetaan vähintään 25 dB päästökaistan rajalta lukien. Määritä tarvittavan suodattimen asteluku n . (3p)



Kuva 1.

- Laske DCT sekvenssille $a(n) = \{1 \ 1 \ 0 \ 1\}$. (2p)
 - Tarkista saamasi tulos laskemalla sille käännteinen diskreetti kosinimuunnos. (2p)
- Lineaarivaiheisen digitaalisen kaistanpäästösuodattimen tulee toteuttaa seuraavat vaatimukset:
 - päästökaista 15-20 kHz

- transitiokaistan leveys 1000 Hz
- päästökaistan rippeli < 0.05 dB
- estokaistan vaimennus > 54 dB
- näytteistystaajuus 80 kHz

- Mitkä ikkunafunktiot kävisivät ratkaisuun niin että speksit täyttyisivät? (1p)
- Määritä suodattimen kolme ensimmäistä kerrointa ikkunamenetelmää käyttäen. Käytä ikkunaa jonka speksit lähinnä toteuttavat suodattimen vaatimukset. (3p)
- Piirrä suodattimelle jokin mahdollinen realisaatio. Montako kertolaskua toteutuksesi vaatii? (1p)

4. Digitaalisen IIR-suodattimen tulee toteuttaa seuraavat spesifikaatiot

- Päästökaista 10-20 kHz
- Näytteistystaajuus 80 kHz
- $N=2$

- Määritä suodattimen siirtofunktio lähtökohtana Butterworth-tyyppinen suodatin. (3p)
- Piirrä suodattimen realisaatio ns. suoraa rakennetta käyttäen. (1p)

5. Digitaalinen 16-bittinen järjestelmä sisältää alipäästösuodattimen, jonka siirtofunktio on

$$H(z) = \frac{0.08 + 0.16z^{-1} + 0.08z^{-2}}{1 - 0.087z^{-1} + 0.320z^{-2}}$$

- Minkä tyyppin suodatin on kyseessä? (yli-, ali-, kaistanpäästö vai kaistanesto) (1p)
- Piirrä siirtofunktion realisaatiodiagrammi ns. toisen asteen kanonisena lohkona. (1p)
- Laske ylivuodon välttämiseksi tarvittava skaalaustekijä. Merkitse myös kohdat, joissa skaalaustekijällä kertomista tarvitaan a)-kohdan realisaatiodiagrammiin. (2p)
- Suodattimen ulostulon laskennan hoitaa DSP-prosessori, jonka akun pituus on 32 bittiä. Määritä sananpituuteen pyöristyksistä suodattimen lähtöön syntyvä kokonaiskohinateho. (2p)