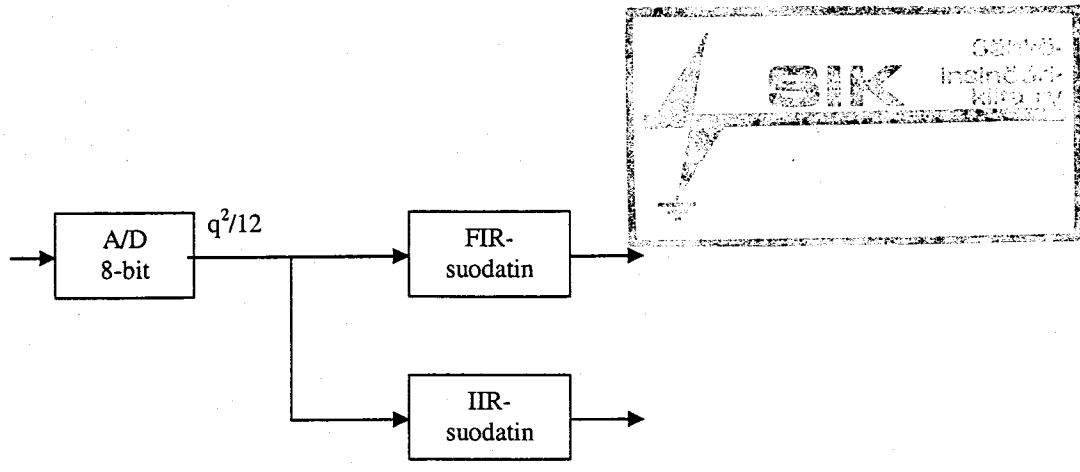


DIGITAALISET SUODATTIMET 52337S

Tentti 26.11.2002

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

1. a) Eräs analoginen signaali koostuu kahdesta saman amplitudin omaavasta siniaallosta joiden taajuudet ovat 10 ja 30 kHz. Signaali näytteistetään 90 kHz näytteistystaajuudella. Piirrä näytteistämättömän ja näytteistetyn signaalin spektrit. Piirrä jälkimmäinen normalisoidulle taajuusasteikolle $[0,1]$. (1p)
 - b) Suunnittele edelliselle signaalille suorakaide-ikkunaa käyttäen FIR-alipäästösuodatin jonka päästökaistan rajataajuus on 10 kHz ja estokaistan rajataajuus 29 kHz. Esitä kaikki kertoimet. (2p)
 - c) Suodata a)-kohdan signaali b)-kohdan suodattimella. Edellä suodatetun signaalin näytteistystaajuus muutetaan 45 kHz:iin. Piirrä tulossignaalin spektri normalisoidulle taajuusasteikolle. (3p) (Jos kohta b) ei luonnistunut, käytä FIR-suodatinta $H(z)=0.19+0.2049z^{-1}+0.2101z^{-2}+0.2049z^{-3}+0.1900z^{-4}$. Tämän rajataajuudet ovat 11 ja 30 kHz.)
2. Laske IDFT kun DFT komponentit ovat $X(k) = \{0 \ 1 \ 0 \ 0\}$. (3p)
3. a) Piirrä allaolevan IIR-suodattimen nolla- napakartta ja määritä sekä piirrä suodattimen amplitudi- ja vaihevaste. (3p)
 - b) Laske suodattimen impulssivaste. Laske 6 termiä. (2p)
- $$H(z) = \frac{0.566 + 0.566z^{-2}}{1 + 0.132z^{-2}}$$
4. Signaalinkäsittelyjärjestelmän halutaan päästävän läpi ainoastaan kiinnostavaa taajuutta 150 Hz. Tehtäväsi on toteuttaa kaksinapainen suodatin, joka estää muiden taajuuksien läpipääsyn. Signaalin näytteistystaajuus on 1 kHz, ja 3dB rajataajuudet suodattimelle tulee sijaita 5 Hz kiinnostavan taajuuden molemmin puolin. (5p)
 5. Eräästä järjestelmää suunniteltaessa halutaan vertailla FIR- ja IIR-suodattimien suorituskykyä äärellisten sanapituuden ominaisuuksien suhteen. Käytettävässä prosessorissa on 32-bitin akkurekisteri. Syötettävä analoginen signaali kvantisoidaan 8-bittiseksi, myöskin järjestelmästä lähtevä signaali on 8-bittinen. Käytetään tehtävän 3. IIR-suodatinta ja vastaavaa kuuden pisteen FIR:iä.



- a) Piirrä realisaatiot numeerisine kerroinarvoineen, FIR-suodattimelle suora rakenne, IIR-suodattimelle kanoninen toisen asteen lohko. (2p)
- b) Molempien suodattimien kertoimet oletetaan kvantisointivirheettömiksi. Laske suodattimien lähdössä näkyvä kohinateho ottaen huomioon sekä välitulosten mahdollisten pyöristysten että A/D-muunnoksen vaikutus. Merkitse kohinalähteet kohdan a) diagrammeihin. (3p)

Table 7.3 Summary of important features of common window functions.

Name of window function	Transition width (Hz) (normalized)	Passband ripple (dB)	Main lobe relative to side lobe (dB)	Stopband attenuation (dB) (maximum)	Window function $w(n), n \leq (N-1)/2$
Rectangular	$0.9/N$	0.7416	13	21	1
Hanning	$3.1/N$	0.0546	31	44	$0.5 + 0.5 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right)$
Hamming	$3.3/N$	0.0194	41	53	$0.54 + 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right)$
Blackman	$5.5/N$	0.0017	57	75	$0.42 + 0.5 \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) + 0.08 \cos\left(\frac{4\pi n}{N-1}\right)$
Kaiser	$2.93/N (\beta = 4.54)$	0.0274		50	$\frac{I_0(\beta(1 - [2n/(N-1)]^2)^{1/2})}{I_0(\beta)}$
	$4.32/N (\beta = 6.76)$	0.002 75		70	
	$5.71/N (\beta = 8.96)$	0.000 275		90	

Table 7.2 Summary of ideal impulse responses for standard frequency selective filters.

Filter type	Ideal impulse response, $h_D(n)$	
	$h_D(n), n \neq 0$	$h_D(0)$
Lowpass	$2f_c \frac{\sin(n\omega_c)}{n\omega_c}$	$2f_c$
Highpass	$1 - 2f_c \frac{\sin(n\omega_c)}{n\omega_c}$	$1 - 2f_c$
Bandpass	$2f_2 \frac{\sin(n\omega_2)}{n\omega_2} - 2f_1 \frac{\sin(n\omega_1)}{n\omega_1}$	$2(f_2 - f_1)$
Bandstop	$1 - \left(2f_1 \frac{\sin(n\omega_1)}{n\omega_1} - 2f_2 \frac{\sin(n\omega_2)}{n\omega_2} \right)$	$1 - 2(f_2 - f_1)$

f_c, f_1 and f_2 are the normalized passband or stopband edge frequencies; N is the length of filter.