

4. Suunnittele ikkunamenetelmällä ylipäästösuodin (selvitä käsin impulssivasteen lauseke), jonka vaatimukset ovat seuraavat:

Päästökaista	[12 kHz, 16 kHz]
Estokaista	[0 kHz, 10.8 kHz]
Päästökaistan maksimivärähtely	0.03 dB
Estokaistan minimivaimennus	34 dB
Näytteenottotaajuus	32 kHz

Käytä oheisia taulukoita hyväksesi.

5. (a) Erään järjestelmän siirtofunktion navat ovat $p_1 = 0.9$, $p_2 = 0.8 + 0.8i$ ja $p_3 = 0.8 - 0.8i$. Nollat ovat $z_1 = -1$, $z_2 = i$ ja $z_3 = -i$. Lisäksi tiedetään, että nollataajuudella ($\omega = 0$) järjestelmän vaste $H(e^{i\omega}) = 1$. Mikä on siirtofunktion $H(z)$ lauseke? (3p)
- (b) Laske nopean Fourier-muunnoksen algoritmia jäljitellen lukujonon $x(n) = (-2, 1, -1, 2)^T$ diskreetti Fourier-muunnos. Voit käyttää hyväksi tietoa, että lukujonon $(-2, -1)^T$ DFT on $(-3, -1)^T$ ja lukujonon $(1, 2)^T$ DFT on $(3, -1)^T$. (2p)
- (c) Mikä on diskreetin Fourier-muunnoksen matriisi tapauksessa $N = 2$? (1p)

Suodintyyppi	Impulssivaste kun	
	$n \neq 0$	$n = 0$
Alipäästö	$2f_c \text{sinc}(n\omega_c)$	$2f_c$
Ylipäästö	$-2f_c \text{sinc}(n\omega_c)$	$1 - 2f_c$
Kaistanpäästö	$2f_2 \text{sinc}(n\omega_2) - 2f_1 \text{sinc}(n\omega_1)$	$2(f_2 - f_1)$
Kaistanesto	$2f_1 \text{sinc}(n\omega_1) - 2f_2 \text{sinc}(n\omega_2)$	$1 - 2(f_2 - f_1)$

Ikkuna-funktion nimi	Siirtymäkaistan leveys (normalisoitu)	Päästökaistan värähtely (dB)	Estokaistan minimivaimennus (dB)	Ikkunan lauseke $w(n)$, kun $ n \leq (N-1)/2$
Suorakulmainen	$0.9/N$	0.7416	21	1
Bartlett	$3.05/N$	0.4752	25	$1 - \frac{2 n }{N-1}$
Hanning	$3.1/N$	0.0546	44	$0.5 + 0.5 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right)$
Hamming	$3.3/N$	0.0194	53	$0.54 + 0.46 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right)$
Blackman	$5.5/N$	0.0017	74	$0.42 + 0.5 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right) + 0.08 \cos\left(\frac{4\pi n}{N-1}\right)$