

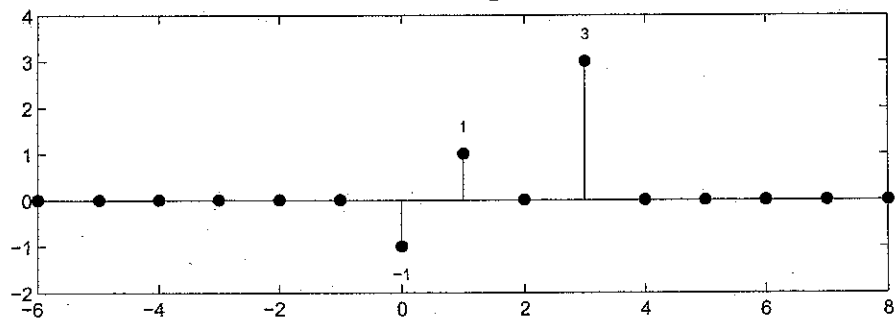
**SGN-1201 Signaalinkäsittelyn menetelmät,  
Tentti 16.5.2012  
Heikki Huttunen**

- ▷ Vain tiedekunnan laskinta saa käyttää.
- ▷ Tenttikysymyksiä ei tarvitse palauttaa.
- ▷ Merkitse vastauspaperin alkuun koska olet suorittanut pakolliset harjoitukset. Jos et ole suorittanut niitä vielä, merkitse sekin.

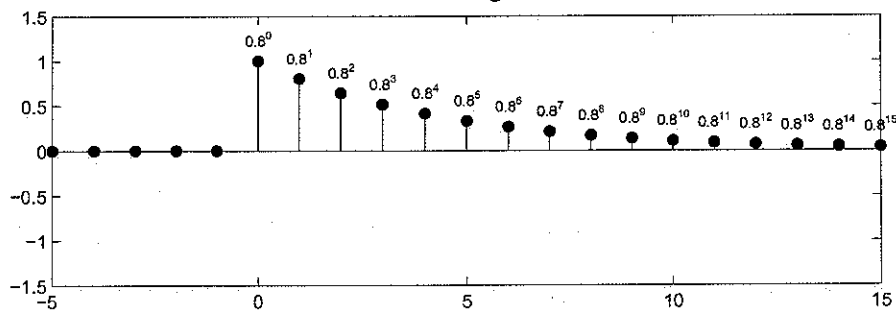
1. Ovatko seuraavat väitteet tosia vai epätosia? Ei perusteluja, pelkkä tosi / epätosi. Oikea vastaus 1p, väärä vastaus  $-\frac{1}{2}$ p, ei vastausta 0p.

- (a) Suotimen stabiilius tarkistetaan selvittämällä ovatko sen siirtofunktion napojen itseisarvot pienempiä kuin yksi.
- (b) Signaalin  $x(n)y(n)$  DFT on  $X(n)Y(n)$ .
- (c) FIR-suodin on aina stabiili.
- (d) Vaihevasteen lineaarisuus takaa, että signaalin kaikki taajuudet viivästyvät yhtä monta sekuntia.
- (e) Jatkuva-aikaisen signaalin suurin taajuus on 300Hz. Se pystytään rekonstruoimaan näytteidensä avulla jos näytteenottotaajuus on 500Hz.
- (f) FIR-suotimen siirtofunktio voidaan aina päätellä sen impulssivasteesta.

2. (a) Analoginen signaali sisältää taajuuksia kymmeneen kilohertsiin asti. Mikä näytteenottotaajuuden tulee vähintään olla? (1p)
- (b) Laske alla olevan kuvan mukaisen signaalin z-muunnoksen lauseke (1p).



- (c) Laske alla olevan kuvan mukaisen signaalin z-muunnoksen lauseke (1p).



(d) Laske (2b) ja (2c) -kohtien signaalien diskreettiaikaisen Fourier-muunnoksen lausekkeet (1p).

(e) Laske vektorin  $x = (2, -1, -3, 0)^T$  diskreetti Fourier-muunnos. (2p)

3. Oletetaan, että kausaalisen LTI-järjestelmän heräte  $x(n)$  ja vaste  $y(n)$  toteuttavat seuraavan differenssiyhtälön:

$$y(n) = -y(n-1) - \frac{1}{2}y(n-2) + x(n) - 2x(n-1) + x(n-2).$$

(a) Määritä järjestelmän siirtofunktio  $H(z)$ .

(b) Piirrä napa-nollakuvio.

(c) Onko järjestelmä stabiili? Miksi / miksi ei?

4. Suunnittele ikkunamenetelmällä alipäästösuoitin (selvitä käsin impulssivasteen lausekke), jonka vaatimukset ovat seuraavat:

Estokaista	[12 kHz, 16 kHz]
Päästökaista	[0 kHz, 11 kHz]
Päästökaistan maksimivärähtely	0.06 dB
Estokaistan minimivaimennus	34 dB
Näytteenottotaajuus	32 kHz

Käytä oheisia taulukoita hyväksesi.

5. Suodin

$$y(n) = \frac{1}{4}x(n) - \frac{1}{2}x(n-1) + \frac{1}{4}x(n-2)$$

toteutetaan laitteistossa, jonka näytteenottotaajuus on 16000 Hz.

(a) Mikä on suotimen amplitudivaste (eli vahvistus / vaimennus) 4000 Hertsin taajuudella?

(b) Mikä on suotimen vaihevaste 4000 Hertsin taajuudella?

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

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	$0.42 + 0.5 \cos\left(\frac{2\pi n}{N}\right) + 0.08 \cos\left(\frac{4\pi n}{N}\right)$