

# T-61.3015 DIGITAALINEN SIGNAALINKÄSITTELY JA SUODATUS

Tentti / 31.5.2012 / OS

1. Ovatko seuraavat väittämät oikein vai väärin? Oikea vastaus: +1p, ei vastausta: 0p, väärä vastaus: -1p; Alla on yhdeksän väittämää. Tehtävän maksimipistemäärä on kuusi pistettä (6p) ja minimipistemäärä nolla (0p).

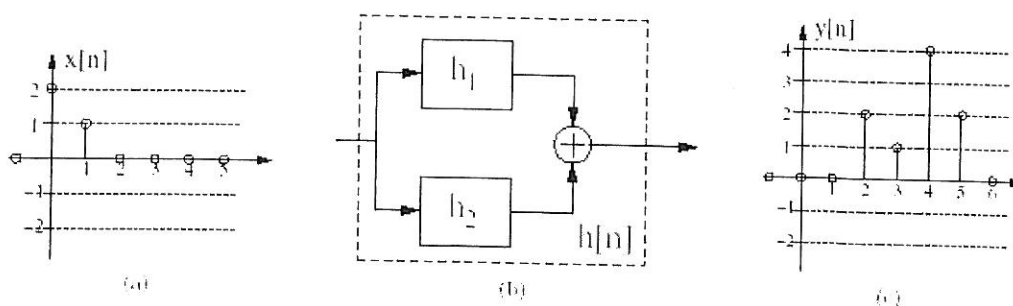
- Kertolasku aikatasossa vastaa konvoluutiota taajuustasossa
- Jos  $f_s$  on näytteenottotaajuus, välillä  $2f_s \dots 5/2f_s$  olevat taajuudet laskostuvat välille  $0 \dots f_s/2$
- Sekvenssi  $x[n] = \cos^2\left(\frac{2\pi}{15}n\right)$  on periodinen ja periodin pituus on  $N=15$
- Suotimen  $H(z) = \frac{p_{10} + p_{11}z^{-1}}{d_{10} + d_{11}z^{-1}} + \frac{p_{20} + p_{21}z^{-1} + p_{22}z^{-2}}{d_{20} + d_{21}z^{-1} + d_{22}z^{-2}}$  asteluku on kaksi
- Systeemin  $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2] + \delta[n-3]$  ryhmäviive on vakio ja se on  $\tau_g(\omega) = 3$
- Äärellinen laskentatarkkuus aiheuttaa rajavärähtelyjä FIR-suotimissa
- Impulssi-invarianttimenetelmällä saadaan analogisen suotimen koko taajuusvaste kuvatuksi IIR-digitaalisuotimen käytettävissä olevalle taajuuskaistalle ( $0 \dots f_s/2$ )
- Bilineaarimuunnoksella suunniteltujen Butterworth ja Chebyshev I -tyypin digitaalisten ylipäästösuodattimien siirtofunktioiden kaikki nollakohdat ovat z-tason yksikköympyrällä pisteessä  $z = -1$
- Gibbs' in ilmiöllä tarkoitetaan FIR- suotimen amplitudivasteen (taajuusvasteen itseisarvon) värähtelyä, jota voidaan vähentää valitsemalla sopiva ikkunafunktio

(6p)

2. Tarkastellaan alla olevassa kuvassa olevaa diskreettiaikaista lineaarista ja aikainvarianttia järjestelmää. Se koostuu kahdesta komponentista, jotka on yhdistetty kuvan (b) mukaisesti. Osajärjestelmän  $h_1$  impulssivaste on  $h_1[n] = \delta[n] - \delta[n-1]$ . Osajärjestelmän  $h_2$  impulssivaste,  $h_2[n]$ , on tuntematon. Kun järjestelmään syötetään alla vasemmalla olevan kuvan (a) mukainen sekvenssi  $x[n]$ , saadaan ulostulona oikealla olevan kuvan (c) mukainen vaste  $y[n]$ , missä

$$x[n] = 2\delta[n] + \delta[n-1]$$

$$y[n] = 2\delta[n-2] + \delta[n-3] + 4\delta[n-4] + 2\delta[n-5]$$



- Laske osajärjestelmän  $h_1$  ulostulo:  $y_1[n] = h_1[n] * x[n]$
- Määrä koko impulssivasteen  $h[n]$  kaksi ensimmäistä arvoa:  $h[0]$  ja  $h[1]$
- Määrä toisen osajärjestelmän  $h_2$  impulssivaste  $h_2[n]$
- Mikä on järjestelmän ulostulo  $y_m[n]$ , kun syötteenä on  $x_m[n] = -x[n-1]$ ? Piirrä ulostulosekvenssi.

(6 p)

**KÄÄNNÄ !**

3. Tarkastellaan kahta äärellisen impulssivasteen (FIR) systeemiä, joiden impulssivasteet ovat

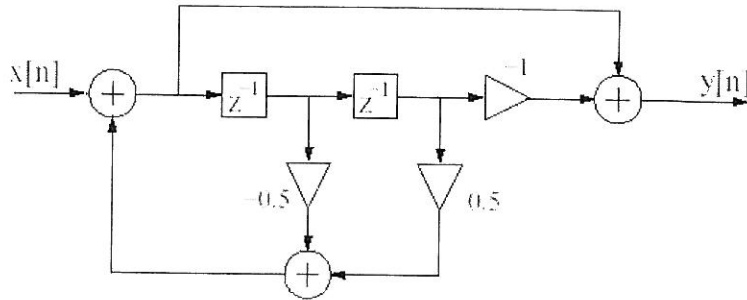
$$h_1[n] = \delta[n] + 2\delta[n-2] + \delta[n-4]$$

$$h_2[n] = \delta[n] - \delta[n-4]$$

- Muodosta systeemien  $h_1[n]$  ja  $h_2[n]$  kaskadikytkennän impulssivaste  $h[n]$  ja siirtofunktio  $H(z)$ .
- Laske kaskadikytkennän taajuusvasteen itseisarvo ja vaihe sekä hahmottele näiden kuvaajat.
- Määritä kaskadikytkennän askelvaste. Miten askelvaste käyttäytyy, kun  $n$  on suuri?
- Miten systeemien  $h_1[n]$  ja  $h_2[n]$  rinnankytkennän vaihe käyttäytyy?

(6 p)

4. Tutkitaan oheisen kuvan mukaista digitaalisuodatinta

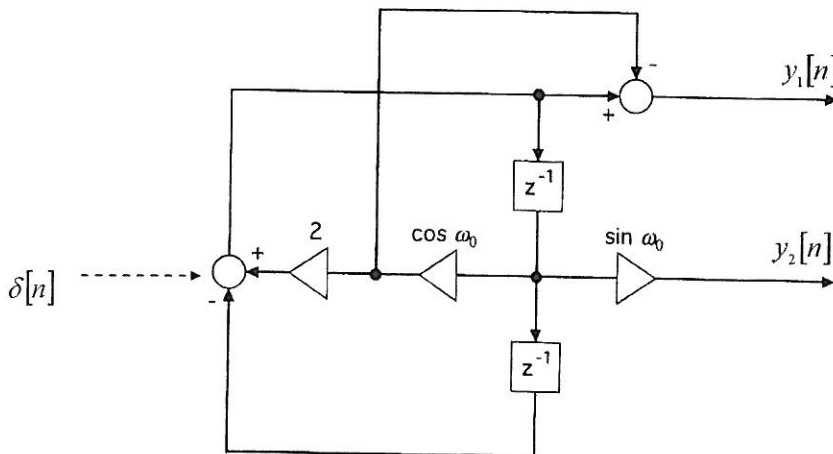


- Määää suodattimen siirtofunktio  $H(z)$  yksinkertaisimmassa muodossaan.
- Onko kuvan toteutus viiveiden suhteen kanoninen?
- Ratkaise siirtofunktion navat ja nollat ja piirrä napanollakuvio.
- Hahmottele amplitudivaste  $|H(e^{j\omega})|$ .  
Onko suodin tyypiltään alipäästö/ylipäästö/kaistanpäästö/kaistanesto?
- Skalaa suodatin vakiolla  $K$  siten, että vahvistuksen maksimiarvoksi tulee 1 eli  $\max\{|KH(e^{j\omega})|\}=1$
- Onko suodin stabiili? Perustele!

(6p)

5. Tarkastellaan alla olevan kuvan mukaista virtauskaaviota, joka generoi kaksi sekvenssiä  $y_1[n]$  ja  $y_2[n]$ . Mitkä funktiot (sekvenssit) piiri generoi ajanhetkillä  $n > 0$ , kun ajanhetkellä  $n=0$  kuvan ylempään rekisteriin sijoitetaan vakioarvo  $A$  ja alempaan 0?

[Opastus: Voit tutkia piirin toimintaa ajattelemalla alkuarvon sijoittamisen impulssimaiseksi herätteeksi, joka syötetään piiriin (rekisteriin) vasemmanpuoleisen summasolmun kautta hetkellä  $n=0$ . Ratkaise siirtofunktiot ja tarkastele skaalattua impulssivastetta.]



(6 p)