

T-61.140 Signaalinkäsittelyjärjestelmät

2. välikoe / tentti, ke 15.5.2002 9-12 C, L (Simula, Parviainen)

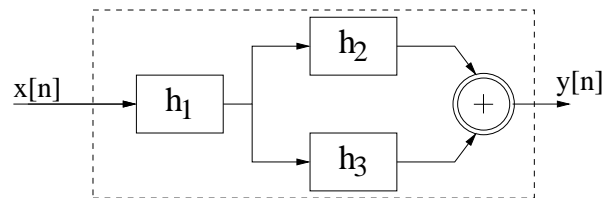
Välikokeessa/tentissä saa käyttää graafista laskinta. Taulukoita oheisella paperilla - käytä niitä hyväksesi!

2. välikoe: 3, 4, 5, 6, 7

Tentti: 1, 2, 5, 6, 7

Huom! 2. välikokeeseen ei ole osallistumisoikeutta, jos on ollut välikokeessa 3.5.2002.

- 1) (6p, TENTTI) Signaalien ja järjestelmien ominaisuudet
 - a) (1p) Millä vakion α arvolla diskreettiaikainen järjestelmä $y[n] = 0.5x[n] + 0.25\alpha x[n-1] + \alpha$ on LTI-järjestelmä? Perustele.
 - b) (1p) Onko $y[n] = \sum_{k=-3}^3 k^2 x[n-k]$ stabiili LTI-järjestelmä? Perustele.
 - c) (1p) Onko $y[n] = x[-n]$ kausaalinen diskreettiaikainen järjestelmä? Perustele.
 - d) (1p) Onko signaali $x(t) = \cos(\frac{2}{9}t)$ jaksollinen? Jos on, mikä on perusjakson T pituus?
 - e) (1p) Onko sekvenssi $x[n] = \sin(\frac{4}{9}n)$ jaksollinen? Jos on, mikä on perusjakson N pituus?
 - f) (1p) Mikä on sekvenssin $x[n] = \cos(\frac{\pi}{6}n - \pi) + \sin(\frac{\pi}{9}n)$ perusjakson N pituus?
- 2) (6p, TENTTI) LTI-järjestelmä, jonka impulssivaste on $h[n] = -\delta[n-1] + 2\delta[n-2] + 3\delta[n-3]$ koostuu kolmesta LTI-osajärjestelmästä $h_1[n]$, $h_2[n] = -\delta[n] + 2\delta[n-1] - \delta[n-2]$ ja $h_3[n] = \delta[n-1] + \delta[n-2]$ kuvan mukaisesti.



- a) (1p) Kerro, millä tavalla voit ratkaista impulssivasteen $h_1[n]$ arvon.
 - b) (2p) Laske $h_1[n]$.
 - c) (2p) Olkoon syötteenä $x[n] = \{0, -1, 2\}$. Mikä on vaste $y[n]$?
 - d) (1p) Järjestelmää modifioidaan siten, että lohko h_1 siirretään sarjaan h_2 :n ja h_3 :n rinnankytkennän jälkeen, jolloin koko järjestelmää merkitään $\hat{h}[n]$:llä. Mitä voit sanoa impulssivasteista $h[n]$ ja $\hat{h}[n]$?
- 3) (0-3p, 2. VK) Vastaa, onko väite oikein (O) vai väärin (V). Oikea vastaus +1p, väärä -1p, ei vastausta 0p. Perustele lyhyesti. **HUOM!** Väitteitä on neljä, maksimipistemäärä kolme.
- a) Aikatason impulssivasteen ja sisääntulosignaalin konvoluutio vastaa taajuusvasteen ja sisääntulosignaalin Fourier-muunnoksen kertolaskua taajuustasossa.
 - b) Keskiarvoistava FIR-suodin (MA, moving average) on aina stabiili, koska siinä on takaisinkytkentä.
 - c) Jos analoginen signaali on kaistarajoitettu ja sen nopeiden muuttuvan komponentin jakson pituus on yli kaksi kertaa niin pitkä kuin näytteenottoväli, signaalin näytteistyksestä ei tapahtu laskostumista (aliasing).
 - d) Suotimen nousuaika on määriteltävä ajaksi, joka kuluu askelvasteen noustessa 10%:sta 90%:iin maksimiarvostaan. Väite: Suotimella $h[n] = (0.9)^n$ on lyhyempi nousuaika kuin $h[n] = (0.1)^n$:llä.

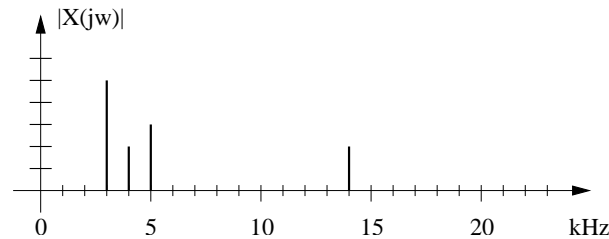
4) (3p, 2.VK) Vastaa muutamilla virkkeillä seuraaviin kysymyksiin.

- a) Mitä tarkoittavat termit analoginen, diskreetti ja digitaalinen signaali?
- b) Mitä hyötyä on signaalin käsittelemisestä digitaalisesti?

5) (6p, TENTTI ja 2.VK) LTI-järjestelmä on määritelty impulssivasteen avulla

$$h[n] = (-0.8)^n u[n] - (-0.8)^{n-1} u[n-1]$$

- a) (2p) Laske ja piirrä impulssivasteen arvot, kun $n = -2..3$, ja hahmottele silmämääräisesti arvot $n = 4..10$.
 - b) (2p) Mikä on järjestelmän taajuusvaste $H(e^{j\omega})$?
 - c) (1p) Hahmottele $|H(e^{j\omega})|$ välillä $0..π$. Onko järjestelmä tyyppiä alipäästö / ylipäästö / kaistanpäästö / kaistanesto?
 - d) (1p) Esitä järjestelmää vastaava differenssiyhtälö $x[n]$:n ja $y[n]$:n avulla.
- 6) (6p, TENTTI ja 2.VK) Tunnetaan jatkuva-aikainen signaali $x(t)$, joka koostuu neljästä kosinikomponentista, ja sen Fourier-muunnettu spektri $|X(j\omega)|$, joka on kuvattu alla olevassa kuvassa. Korkein signaalikomponentti on 14 kHz. Oletetaan, että vaiheinformaatio on nolla.



- a) (1p) Onko signaali $x(t)$ jaksollinen? Jos on, mikä on sen perustaajuus?
- b) (1p) Mikä on pienin näytteenottotaajuus, jolla ei tapahdu laskostumista (aliasing)?
- c) (3p) Erästä digitaalista sovellusta varten näytteistetään signaalia $x(t)$ taajuudella $f_s = 12000$ Hz. Hahmottele näytteistetyn signaalin $x[n]$ spektri $|X(e^{j\omega})|$ taajuuksilla $0..6000$ Hz.
- d) (1p) Sovelluksen kannalta kiinnostava kaista on $2500..5500$ Hz. Kerro parilla virkkeellä näytteistyksen jälkeisestä tilanteesta ja korkeataajuisen komponentin (14 kHz) vaikutuksesta.

7) (6p, TENTTI ja 2.VK) **Vaihtoehtoisesti joko A tai B.**

7A) LTI-järjestelmä on määritelty differenssiyhtälöllä

$$y[n] = 0.5 x[n] + 0.5 x[n-1]$$

- a) (1p) Piirrä LTI-suotimen lohkoakaavio.
 - b) (1p) Järjestelmä laskee keskiarvoa kahdesta viimeisimmästä näytteestä. Onko järjestelmä tyyppiä alipäästö / ylipäästö / kaistanpäästö / kaistanesto?
 - c) (2p) Korvaa jokainen viive kaksinkertaisella viiveellä. Kirjoita differenssiyhtälö uudelleen ja esitä modifoidun järjestelmän taajuusvaste $H(e^{j\omega})$?
 - d) (2p) Hahmottele modifioitu $|H(e^{j\omega})|$ välillä $0..π$. Onko järjestelmä tyyppiä alipäästö / ylipäästö / kaistanpäästö / kaistanesto?
- 7B) Kirjoita kevään kurssin perusteella essee taajuusselektiivisistä LTI-suotimista ja suodatuksesta. Esseen maksimipituus kaksi sivua rivivälillä kaksi; selventäviä kuvia voi piirtää joukkoon.