

T-61.140 Signaalinkäsittelyjärjestelmät

2. välikoe / tentti, maanantai 16.5.2005 13-16, sali A.

Tilaisuudessa EI saa käyttää matemaattista taulukkokirjaa. **(Graafinen) laskin sallittu, kunhan ylimääräinen muisti tyhjennetty.** Taulukoita erillisellä paperilla. **Esitä selkeät välivaiheet. Aloita uusi tehtävä uudelta sivulta.**

Jos olet tehnyt välikokeen 4.5.2005, et voi tehdä välikoetta tänään. Jos olet tehnyt tentin 4.5.2005, et voi tehdä tenttiä tänään.

JOS TEET VÄLIKOKEEN, VASTAA KYSYMYKSIIN 3, 4, 5 ja 6 sekä 7.

JOS TEET TENTIN, VASTAA KYSYMYKSIIN 1, 2, 4, 5 ja 6 sekä 7.

Kirjoita konseptin päälle, vastaatko välikokeeseen **VAI** tenttiin.

Muista antaa T-osaston kurssipalaute. Linkki kurssin kotisivulla.

1) (6p, tentti)

- a) Mikä on sekvenssin $x[n] = 3 \cos((\pi/3)n) + \sin((\pi/4)n - \pi/3)$ perusjakso N_0 ?
- b) Onko diskreettiaikainen suodin $y[n] = (x[n])^2 + 0.5x[n-1]$ lineaarinen? Onko se aikainvariantti? Laske tai osoita pätevästi.
- c) LTI-suotimen impulssivaste on $h[n] = (-1/2)^n u[n-2]$. Onko se kausaalinen? Onko se stabiili? Osoita määritelmiin perustuen.

2) (6p, tentti) Tarkastellaan differenssiyhtälöillä annettuja diskreettiaikaisia suotimia

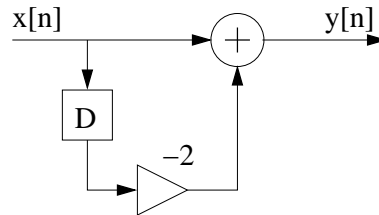
$$\begin{aligned}y_1[n] &= x[n] - x[n-1] + 3x[n-2] \\ y_2[n] &= x[n-1] - 2x[n-2]\end{aligned}$$

- a) Aseta suotimet rinnankytkentään ja laske impulssivaste $h_p[n]$.
- b) Aseta suotimet sarjankytkentään (kaskaadi) ja laske impulssivaste $h_c[n]$.
- c) Jos kaskaadikytkennän ulostulo on $y_c[n] = -2\delta[n+1] + 7\delta[n] - 13\delta[n-1] + 17\delta[n-2] - 6\delta[n-3]$, niin mikä on ollut syötteenä $x[n]$?

3) (6p, välikoe) Väitteitä / Termejä. Jos väittämä on mielestäsi oikein, kirjoita O. Jos väittämä on mielestäsi väärin, kirjoita V. Oikea vastaus +1 p, väärä vastaus -0.25 p, tai ei vastausta 0 p. Perusteluja ei välttämättä tarvita.

- a) Sekvenssin $x[n] = (0.5)^{n-2} u[n]$ Fourier-muunnos on $X(e^{j\omega}) = 0.25/[1 - 0.5e^{-2j\omega}]$.
- b) Suotimen $H(e^{j\omega}) = (1 - 0.1e^{-2j\omega})^2$ asteluku on neljä.
- c) Suodinta $H(e^{j\omega}) = 2e^{-j\omega} + e^{-2j\omega} + 0.5e^{-3j\omega} + 0.25e^{-4j\omega} + \dots$ vastaava differenssiyhtälö on $y[n] = 2x[n-1] + 0.5y[n-1]$.
- d) Suotimen $H(e^{j\omega}) = 1 - e^{-2j\omega}$ vaihevaste on lineaarinen.
- e) Signaaleilla $x_1(t) = \cos(2\pi t)$ ja $x_2(t) = \sin(2\pi t)$ on samanlainen amplitudispektri eli $|X_1(j\Omega)| \equiv |X_2(j\Omega)|$.
- f) Reaaliarvoisen sekvenssin $x[n]$ vaihespektri $\angle X(e^{j\omega})$ on jaksollinen 2π :n välein.

4) (6p, välikoe, tentti) Tarkastellaan alla olevan kuvan mukaista diskreettiaikaista suodinta.

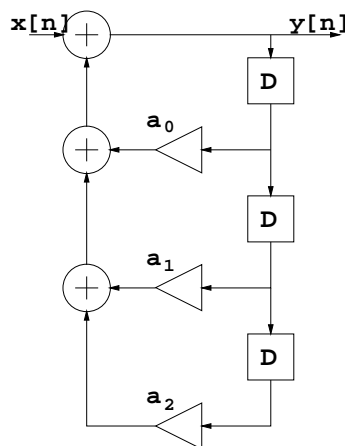


Kuva 1: LTI-järjestelmän virtauskaavio (lohkokaavio).

- Mikä on suotimen differenssiyhtälö?
 - Mikä on suotimen impulssivaste $h[n]$?
 - Muodosta suotimen taajuusvaste $H(e^{j\omega})$ ja hahmottele amplitudispektri $|H(e^{j\omega})|$. Onko suodin tyyppiä ali-, yli-, kaistanpäästö, kaistanesto vai kaikki taajuudet sellaisenaan päästävä (all-pass)?
 - Korvaa suotimen kukin viive kaksinkertaisella viiveellä ja hahmottele amplitudivaste uudestaan.
- 5) (6p, välikoe, tentti) Tunnetaan jatkuva-aikainen signaali $x(t)$, joka koostuu kolmesta kosini-komponentista (150 Hz, 350 Hz, 450 Hz)

$$x(t) = \cos(2\pi \cdot 150 \cdot t) + 2 \cdot \cos(2\pi \cdot 350 \cdot t) + 3 \cdot \cos(2\pi \cdot 450 \cdot t)$$

- Hahmottele jatkuva-aikaisen signaalin spektri $|X(j\Omega)|$ taajuusalueelta $0 \dots 1500$ Hz.
 - Mikä on suurin mahdollinen näyteväli T_s (sekunneissa), jolla vierastumista (aliasing) ei tapahdu?
 - Demonstroi liian pienen näytteenottotaajuuden vaikutusta taajuustasossa näytteenotto-taajuudella $f_s = 380$ Hz. Piirrä näytteistetyin diskreettiaikaisen signaalin spektri $|X(e^{j\omega})|$ välillä $0 \dots 190$ Hz.
- 6) (6p, välikoe, tentti) Sinun pitäisi tuottaa aikaan neliöllinen lukujono $y[n] = \{0, 1, 4, 9, 16, 25, \dots\}$ kolmannen asteen rekursiivisella LTI-suotimella. Päättelä tai laske alla olevan kuvan suotimen kertoimet oikein ja määrää viiverekisterien alkuarvot. Vinkki: Mieti siis, miten lukujonon uusi alkio voidaan ilmoittaa edellisten avulla. Pidä syöte aina nollassa ($x[n] \equiv 0$, kaikilla n).



Kuva 2: Rekursiivinen 3. asteen IIR-suodin.

- 7) (2p välikoe, 1p tentti) Vastaa T-osaston kurssipalautteeseen <http://www.cs.hut.fi/Opinnot/Palaute/kurssipalaute.html>. Linkin löydät kurssin www-sivulta.