

Tik-61.140 Signaalinkäsittelyjärjestelmät

Tentti/2. välikoe, to 17.5.2001 9-12 T1. (Simula, Koskela, Parviainen)

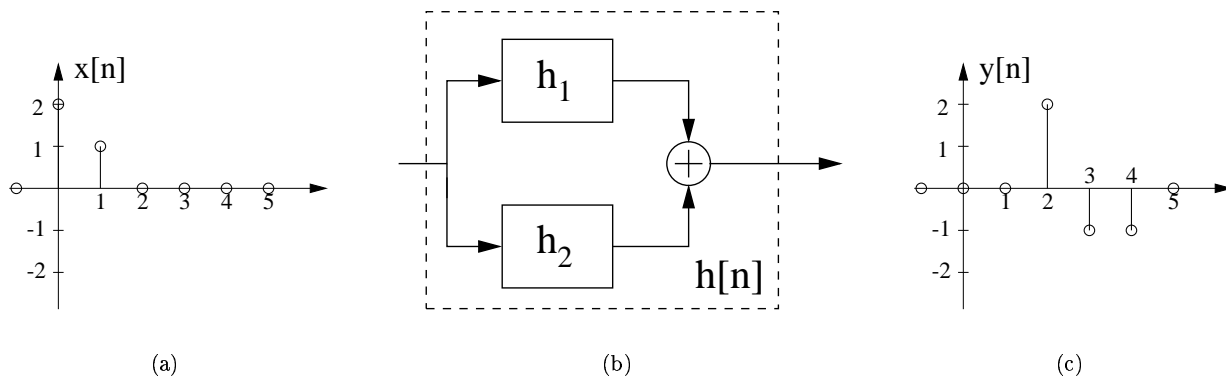
Välikokeessa saa käyttää matemaattista taulukkokirjaa ja graafista laskinta. Taulukoita oheisella paperilla - käytä niitä hyväksesi!

Tehtävät:

2. välikoe: 3, 4, 5, 6

Tentti: 1, 2, 4, 5, 6

1. (6p, tentti) Järjestelmän ja signaalin ominaisuudet
 - a) Diskreetti järjestelmä on määritelty differenssiyhtälöllä $y[n] = x[n+1] - 2x[n] + x[n-1]$. Laske, onko järjestelmä lineaarinen. Laske, onko järjestelmä aikainvariantti.
 - b) LTI-järjestelmä on määritelty impulssivasteen avulla $h[n] = (\frac{1}{3})^n u[n+1]$. Onko järjestelmä stabiili? Onko järjestelmä kausaalinen?
 - c) Tunnetaan diskreetti sekvenssi $x[n] = \cos(\frac{\pi}{4}n) + 2 \sin(\frac{\pi}{6}n + \frac{\pi}{8})$. Onko $x[n]$ jaksollinen? Jos on, mikä on sen perusjakson pituus?
2. (6p, tentti) Tarkastellaan alla olevassa kuvassa olevaa diskreettiaikaista LTI-järjestelmää. Se koostuu kahdesta komponentista, jotka on yhdistetty kuvan (b) mukaisesti. Osajärjestelmän h_1 impulssivaste on $h_1[n] = \delta[n] - \delta[n-1]$. $h_2[n]$ on tuntematon. Kun järjestelmään menee kuvan (a) mukainen syöte $x[n]$, saadaan ulostulona kuvan (c) mukainen vaste $y[n]$.



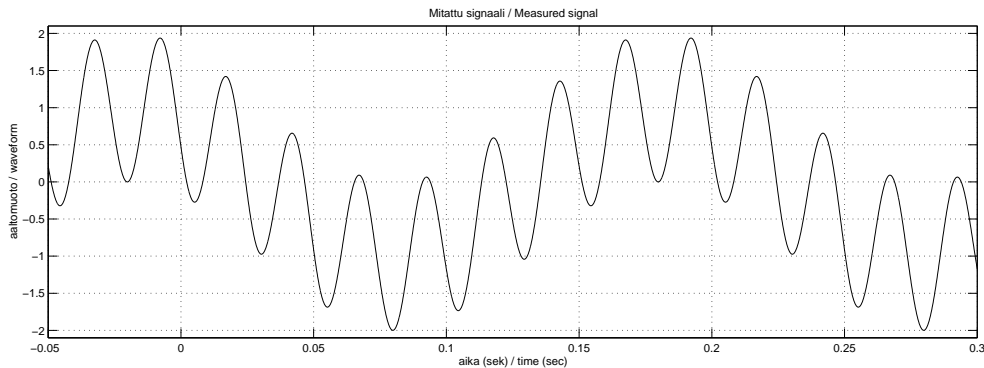
Kuva 1: Tehtävän 2 kuvat: (a) Syöte $x[n]$, $x[n] = 0$, kun $n < 0$, $n > 1$, (b) LTI-järjestelmä, (c) Vaste $y[n]$, $y[n] = 0$, kun $n < 2$, $n > 4$, $n \in \mathbb{Z}$

- a) Mikä on $h_2[n]$:n pituus? Perustelee.
 - b) Määrittää osajärjestelmän impulssivaste $h_2[n]$.
 - c) Mikä on vaste $y[n]$, jos syöteenä on $x[n] = \delta[n]$?
3. (6p, välikoe) Vastaa, onko väite oikein (O) vai väärin (V). Oikea vastaus +1p, väärä -1p, ei vastausta 0p. **HUOM!** Väitteitä on seitsemän, maksimipistemäärä kuusi.
 - a) Tiedetään, että signaalissa tapahtuvia muutoksia voidaan etsiä suotimella, jonka impulssivaste on $h[n] = -\delta[n] + 2\delta[n-1] - \delta[n-2]$. Väite: Suodin on tyypiltään ylipäästösuodin.
 - b) Jos ulostulon spektri on $Y(e^{j\omega}) = e^{-j\omega} \frac{0.5}{1-0.5e^{-j\omega}}$, niin $y[n]$ saa arvon 0.5 kun $n = 0$.
 - c) Alipäästösuotimen rajataajuuden kasvattaminen pienentää suotimen askelvasteen nousuaikaa.
 - d) Lineaarivaiheisen suotimen ryhmäviive (group delay) on nolla.
 - e) Tutkitaan äänisignaalia, jota näytteistetään tietokonetta varten 8192 hertzin näytteenottotaajuudella. Signaalissa ollut 9000 hertzin taajuuskomponentti laskostuu. Väite: Palautettaessa takaisin jatkuva-aikaiseksi se kuuluu ääninäytteessä 7384 hertzin taajuisena komponenttina. Vaiheinformaatiota ei tarvitse ottaa huomioon.
 - f) Diskreettiaikaisen signaalin Fourier-muunnos on 2π -jaksollinen.
 - g) Kompleksiarvoisen signaalin spektrin $X(e^{j\omega})$ käänteinen Fourier-muunnos $x[n]$ voi olla reaalin.

4. (6p, tentti, välikoe) Kausaalinen ja stabiili LTI-järjestelmä on määrätty seuraavan differenssiyhtälön avulla:

$$y[n] - 1.7y[n - 1] + 0.72y[n - 2] = x[n]$$

- Piirrä järjestelmän lohkokkaavio.
 - Muodosta taajuusvaste $H(e^{j\omega})$.
 - Tiedetään, että suodin on tyyppiä alipäästö. Määrä skalauskerroin a , jolla suotimen amplitudiarvon maksimi on yksi.
 - Laske impulssivaste $h[n]$ suljetussa muodossa skaalatulle suotimelle.
5. (6p, tentti, välikoe) Kuvaan 2 on piirretty kahden jaksollisen kosinista analoginen summasignaali $x(t) = \cos(2\pi f_1 t + \theta_1) + \cos(2\pi f_2 t + \theta_2)$. Kuvassa näkyy aika-akseli $-0.05..0.3$ sekuntia.



Kuva 2: Tehtävän 5 summasignaali

- Piirrä jatkuva-aikaisen signaalin $x(t)$ spektri $|X(j\omega)|$ välillä 0..50 Hz. Vihje: yksi kosini vastaa yhtä piikkiä spektrissä.
 - Olkoon näytteenottotaajuutena 20 Hz. Piirrä näytteistetyn sekvenssin $x[n]$ spektri $|X(e^{j\omega})|$ välillä 0..10 Hz.
 - Palautetaan b-kohdan näytteiden perusteella jatkuva-aikainen signaali $\hat{x}(t)$. Hahmottele signaali aikatasoon välille 0..0.2 s. Mitä eroja on havaittavissa alkuperäiseen signaaliin $x(t)$?
6. (6p, tentti, välikoe) Vastaa muutamilla virkkeillä seuraaviin kysymyksiin.
- Mitä signaalin amplitudispektri kertoo?
 - Mitä vaihevaste kertoo? Anna esimerkki kahdesta signaalista aikatasossa, joilla on sama amplitudispektri mutta eri vaihevaste.
 - Tehtävänäsi on (i) poistaa muuten hiljaisesta äänitiedostosta yksittäisiä rasahduksia, (ii) poistaa mahdollinen verkkovirran aiheuttama jatkuva häiriö signaalista. Tutkitko näitä tapauksia aika- vai taajuustasossa? Miksi?
 - Diskreetti (ääni/kuva)signaali on Fourier-muunnettu. Millä tavalla voidaan signaalia pakata käyttämällä hyväksi taajuustason esitystä? Mieti esimerkiksi henkilön kasvokuvaa ja JPEG-kuvaformaattia.