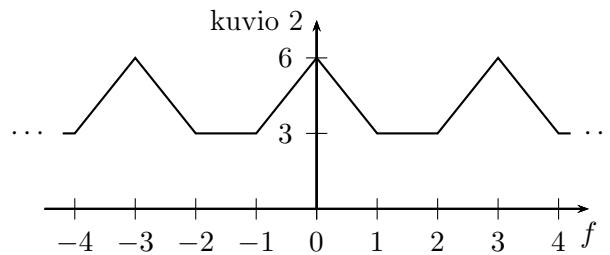
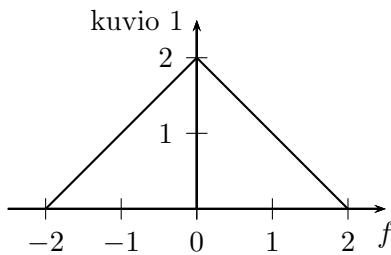


# Signaalianalyysi 031080A

## Uusintakoe 30.3.2017

- Piirrä signaalin  $x(t) = -e^{-t+1}u(t-1)$ ,  $t \in \mathbb{R}$ , kuvaaja. Tutki laskemalla, onko  $x(t)$  energia- tai tehosignaali.
  - Laske signaalien  $x(n) = \{1, 2, 3\}$  ja  $y(n) = \{4, 5, 6\}$  syklinen konvoluutio ja ristikorrelaatiofunktio. Merkitse myös nollaindeksin paikat.
  - Analogiasignaalin  $x(t)$  amplitudispektri on kuvion 1 mukainen ja  $x(t)$ :stä otetun näytejonon  $\hat{x}(t)$  amplitudispektri on kuvion 2 mukainen. Kuinka tiheään näytteitä oli otettu? Mikä on signaaliin liittyvä kriittinen näytteenottotaajuus eli ns. Nyquistin taajuus?



- Analogisesta signaalista  $x(t)$  on saatu näytteistämällä näytejono  $x(n) = \{2, 3, 1, 0\}$  näytteenottotaajuudella  $f_s = 160$  Hz (laskostumista ei ole tapahtunut). Laske näytejonolle 4 pisteen diskreetti Fourier-muunnos. Mitkä ovat diskreettejä taajuuksia vastaavat analogiset taajuudet?
  - Analoginen LTI-systeemi on määritelty differentiaaliyhtälöllä

$$y'(t) + 3y(t) = 2x(t-2), \quad t \geq 0,$$

alkuehdolla  $y(0) = 0$ ,  $x(t) = 0, t \leq 0$ , missä  $x(t)$  on heräte ja  $y(t)$  on vaste. Määrää tämän systeemin siirtofunktio ja impulssivaste.

- Määrää odotusarvot  $E[A^2]$  ja  $E[N^2]$ , kun tiedetään, että
    - $A$  on diskreetti satunnaismuuttuja jolle  $P(A = 2) = P(A = -2) = \frac{1}{2}$ ,
    - $N$  noudattaa normaali jakaumaa odotusarvolla 0 ja varianssilla 2.

(2 p)
  - Olkoon  $X(t) = N + A \cos t$ , missä  $N$  ja  $A$  ovat riippumattomia satunnaismuuttujia ja noudattavat (a)-kohdan jakaumia. Määrää  $X(t)$ :n odotusarvo- ja autokorrelaatiofunktio. Onko  $X(t)$  stationaarinen?

(4 p)
- Selitä mitä tarkoittaa valkoinen kohina.

(1 p)
  - Laske tehtävän 2.(b) systeemin vasteen tehotiheyspektri ja autokorrelaatiofunktio, kun heräte on valkoista kohinaa, jonka tehotiheys on 1.

(2 p)
  - Signaalia  $X_n$  estimoidaan aiempien näytteiden lineaarikombinaationa

$$X_n \approx Y_n = \sum_{k=1}^2 h_k X_{n-k}$$

Määrää virheen  $E[(X_n - Y_n)^2]$  minimoivat kertoimet  $h_1$  ja  $h_2$ , kun signaalin  $X_n$  autokorrelaatiofunktio  $R_X(m)$  tunnetaan  $R_X(0) = 6$ ,  $R_X(1) = 2$ ,  $R_X(2) = -1$ .

(3 p)