

Signaalianalyysi 031080A

Harjoitus 3 syksy 2023

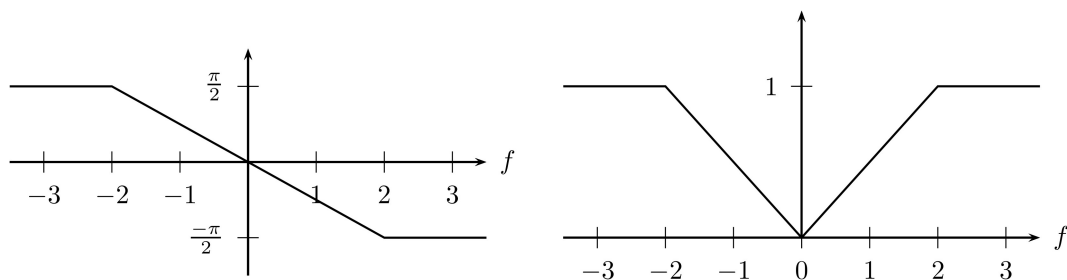
(e): esikotitehtävä, josta saa pisteitä ja joka tehdään stackissa

(p): tuntitehtävä, josta saa pisteitä

(n): normaali tuntitehtävä, josta ei saa pisteitä

1.-2. (e) Tee STACK-tehtävät hyväksytysti keskiviikkoon 15.11. klo 23.59 mennessä ja näytä käsinkirjoitetut ratkaisut harjoituksissa saadaksesi pisteet.

3. (p) LTI-systeemin impulssivaste on reaalinen, ja amplitudivaste sekä vaihevaste on esitetty alla olevassa kuvassa. Päättele kumpi kuvista on kumpi. Mitkä taajuudet eivät pääse läpi? Mitkä taajuudet pääsevät läpi muuttumatta? Määrä systeemien vaste herätteeseen $x(t) = \sin(\pi t + \frac{\pi}{4}) + 2 \cos(2\pi t - \frac{\pi}{3})$.

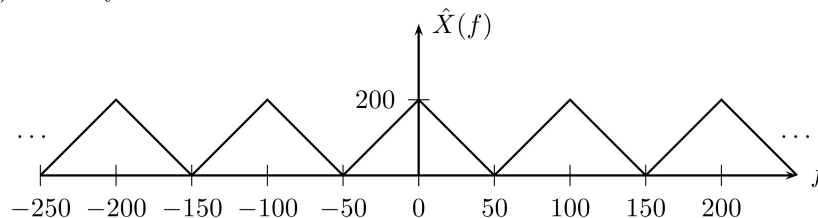


4. (p) Olkoon signaali $x(t)$ näytteistetty Nyquistin taajuudella $f_N = 100$ Hz, jolloin on saatu näytejono $\hat{x}(t)$ (Fourier-muunnos kuvassa).

(a) Piirrä alkuperäisen signaalin $x(t)$ Fourier-muunnos.

(b) Määrä lineaarinen aikainvariantti systeemi, jonka vaste signaaliin $\hat{x}(t)$ on alkuperäinen signaali $x(t)$. Anna systeemin taajuusvastefunktio ja impulssivaste.

(c) Onko systeemi kausaalinen?



5. (n) Olkoon aikadiskreetit signaalit $x[n] = \{\underset{\uparrow}{1}, 1, 0, 0\}$ ja $y[n] = \{\underset{\uparrow}{1}, -1, 0, 0\}$.

a) Sykliselle konvoluutiolle ja diskreetille Fourier-muunnokselle (DFT) pätee $x[n] \otimes y[n] \Leftrightarrow X[k]Y[k]$. Laske DFT:n avulla $x[n] \otimes y[n]$:

i. Laske 4 pisteen DFT:t $X[k]$ ja $Y[k]$, $k = 0, 1, 2, 3$.

ii. Laske käänteismuunnos tulolle $X[k]Y[k]$.

b) Laske aikadiskreetti Fourier-muunnos (DTFT) $X(\omega)$ signaalille $x[n]$. Mikä yhteys DFT:llä ja DTFT:llä on?

6. (n) Tuottaja N.N. lisää vokalistin ääniraidalle kaikuefektin, joka on LTI-systeemi. Systeemin impulssivaste on $h(t) = \delta(t) + \delta(t - 2)$ (aikayksikkö valittu sopivasti).

a) Määrä systeemien taajuusvastefunktio, amplitudivaste ja vaihevaste.

b) Solisti Signe Wave laulaa todella puhtaasti, kappaleen huippukohdassa hänen äänensä noudattaa puhdasta siniaaltoja $x(t) = \sin(\frac{5\pi t}{2})$. Mikä signaali tulee tällöin kaikulaitteesta ulos? Entäpä kun hän laulaa oktaavia korkeammalta, jolloin taajuus kaksinkertaistuu?