

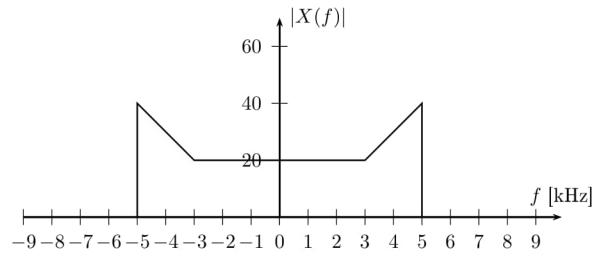
# Signaalianalyysi 031080A

## Harjoitus 2 syksy 2024

- (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 6.11. klo 23.59 mennessä ja näytä käsinkirjoitetut ratkaisut harjoituksissa saadaksesi pisteet.
3. (p) Aikadiskreetti signaali  $x[n] = (-1)^n$  on saatu näytteistämällä aikajatkuva signaali  $x(t) = \cos(2\pi f_0 t)$  yhden millisekunnin näytteistysväkillä.
- (a) Anna ainakin kolme mahdollista taajuutta  $f_0$ .  
(b) Määrä taajuus  $f_0$ , kun tiedetään että  $f_0$  on välillä 7 kHz – 8 kHz.
4. (p) Parillisen analogisen signaalin  $x(t)$  amplitudispektri on kuvion mukainen. Piirrä  $x(t)$ :stä otetun näytejonon  $\hat{x}(t) = x(t)\Delta(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x(kT)\delta(t - kT)$  amplitudispektri, kun näytteenottoväli on
- (a)  $T = 0.125$  ms      (b)  $T = 0.1$  ms.

Tapahtuuko kohdissa (a) ja (b) laskostumista? Mikä on signaaliin liittyvä kriittinen näytteenotto-taajuus eli ns. Nyquistin taajuus?



5. (n) Olkoon  $x(t) = \text{sinc}(2t) \cos(6\pi t)$ , missä  $t$  on aika sekunteina. Piirrä kuva näytejonon  $\hat{x}(t) = x(t)\Delta(t)$  amplitudispektristä  $|\hat{X}(f)|$ , kun signaali näytteistetään taajuudella
- a)  $f_s = 5$  Hz  
b)  $f_s = 10$  Hz.

Tapahtuuko laskostumista? Voidaanko signaali  $x(t)$  rekonstruoida näytteistään?

6. (n) (a) Näytteenottofunktio  $\Delta(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - kT)$  on  $T$ -jaksollinen. Määrä sen kompleksinen Fourierin sarja

$$\Delta(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} d_n e^{i \frac{2\pi n}{T} t}, \quad d_n = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} \Delta(t) e^{-i \frac{2\pi n}{T} t} dt.$$

- (b) Käyttäen hyväksi (a)-kohtaa johda kaavakokoelman kaava B17, eli määrä näytteenottofunktion  $\Delta(t)$  Fourier-muunnos.  
(c) Olkoon signaalin  $x(t)$  Fourier-muunnos  $X(f)$ . Määrä näytejonon  $\hat{x}(t) = x(t)\Delta(t)$  Fourier-muunnos  $\hat{X}(f)$ :n avulla.