

**SGN-11000 Signaalinkäsittelyn perusteet**  
**Tentti 6.6.2019**  
**Heikki Huttunen**

- ▷ Oma laskin sallittu.
- ▷ Tenttikysymyksiä ei tarvitse palauttaa.
- ▷ Merkitse vastauspaperiin koska olet suorittanut pakolliset harjoitukset (jos ei kevät 2019).
- ▷ Vastaa konseptille. Kirjoita myös nimesi ja opiskelijanumerosi.

1. Ovatko seuraavat väittämät tosia vai epätosia? (Perusteluja ei tarvita. Oikea vastaus: 1 p, väärä:  $-\frac{1}{2}$  p, ei vastausta 0 p.) Pistemäärä pyöristetään ylöspäin lähimpään kokonaislukuun.

- (a) Signaalin  $x(n)y(n)$  DFT on  $X(n)/Y(n)$ .
- (b) Vaihevasteen lineaarisuus takaa, että signaalin kaikki taajuudet viivästyvät yhtä monta sekuntia.
- (c) Sinisignaalin värähtelytaajuus on 8000 Hz, ja siitä otetaan näytteitä  $T = \frac{1}{10000}$  sekunnin välein. Tällöin tulossignaali näyttää värähtelevän 5000 Hertsin taajuudella.
- (d) Kaksi rinnakkaista LTI-järjestelmää voidaan aina toteuttaa yhtenä järjestelmänä.
- (e) FIR-suotimen siirtymäkaistan leveys on kääntäen verrannollinen kertoimien määrään.
- (f) Desimoinnin yhteydessä tavattu  $\lfloor N \rfloor$ -operaatio lisää  $N - 1$  nollaa jokaisen kahden peräkkäisen näytteen väliin.

2. (a) Erään suotimen napanollakuvio on kuvassa 1 (vasen), ja tiedetään että sen amplitudivaste  $|H(e^{j\omega})| \in [0, 1]$ . Hahmottele suotimen amplitudivasteen kuvaaja niin tarkasti kuin se näillä tiedoilla onnistuu. (2p)

(b) Onko kuvan 1 suodin stabiili? Millä perusteella? (1p) Entä onko kuvan 1 suodin FIR vai IIR? Millä perusteella? (1p)

(c) Laske vektorin

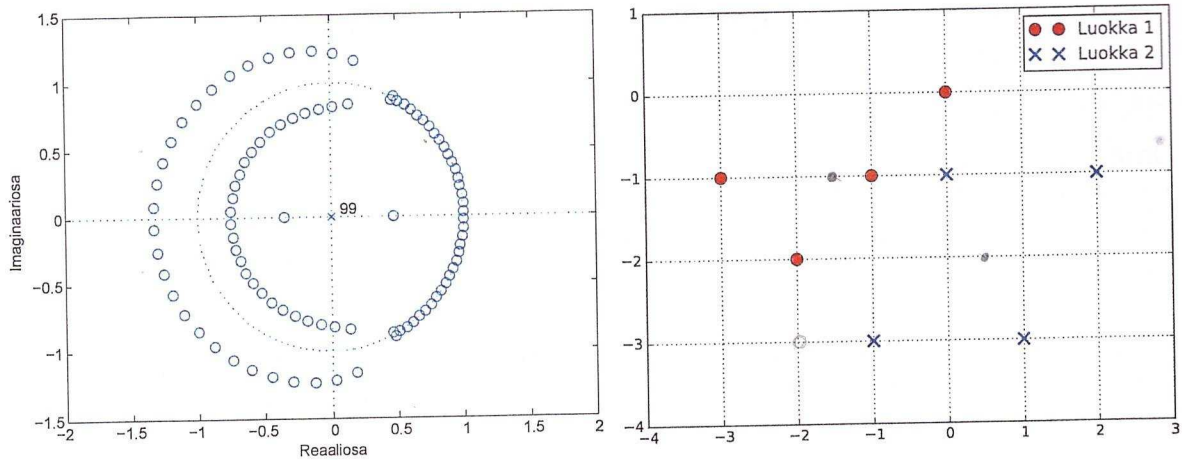
$$\mathbf{x} = [-5, -1, 1, 0]^T$$

diskreetti Fourier-muunnos. (2p)

3. Oletetaan, että kausaalisen LTI-järjestelmän heräte  $x(n)$  ja vaste  $y(n)$  toteuttavat seuraavan differenssiyhtälön:

$$y(n) = y(n-1) - \frac{1}{2}y(n-2) + x(n) + x(n-1) + \frac{1}{4}x(n-2).$$

- (a) Määritä järjestelmän siirtofunktio  $H(z)$ .
- (b) Piirrä napa-nollakuvio.
- (c) Onko järjestelmä stabiili? Miksi / miksi ei?



Kuva 1: Vasen: Tehtävän 2 napanollakuvio. Oikea: Tehtävän 5 aineisto.

4. Suunnittele ikkunamenetelmällä alipäästösuoodin (selvitä käsin impulssivasteen lauseke), jonka vaatimukset ovat seuraavat:

Estokaista	[12 kHz, 16 kHz]
Päästökaista	[0 kHz, 9 kHz]
Päästökaistan maksimivärähtely	0.06 dB
Estokaistan minimivaimennus	34 dB
Näytteenottotaajuus	32 kHz

Käytä oheisia taulukoita hyväksesi.

5. (a) Suunnittele Fisherin lineaarinen erottelija (LDA) kuvan 1 (oikea) datalle. Ilmoita ratkaisu muodossa

$$\text{Näytteen } \mathbf{x} \in \mathbb{R}^2 \text{ luokka} = \begin{cases} 1, & \text{jos } \boxed{\text{jotain}} \\ 2, & \text{muutoin} \end{cases}$$

Luokkien kovarianssimatriisit ovat:

$$\mathbf{C}_1 = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 2 & 2 \end{pmatrix} \quad \mathbf{C}_2 = \frac{1}{3} \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}.$$

- (b) Kuinka näyte  $\mathbf{x} = (-2, -3)$  luokituu?