

**8000203 Johdatus signaalinkäsittelyyn I,  
Tentti 19.4.2004**

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

- (a) Jonon  $x(-n)$  z-muunnos on  $X(z^{-1})$ .
- (b) FIR-alipäästösuodin suunnitellaan ikkunamenetelmällä ja toteutetaan laitteessa, jonka näytteenottotaajuus on 10 kHz. Tällöin laite poistaa taajuuden 4 kHz mutta ei taajuutta 2.5 kHz. Kun laitteen näytteenottotaajuus muutetaan kaksinkertaiseksi suodinta muuttamatta, molemmat taajuudet poistuvat.
- (c) Järjestelmä  $y(n) = x(n-3) + x(n-2) + x(n-1)$  on kausaalinen.
- (d) FIR-suotimen vasteesta impulssille voidaan päätellä sen vaste mille tahansa herätteelle.
- (e) Jonon  $y(n) = x(n+m)$  diskreetti Fourier-muunnos on  $w_N^{nm}X(n)$ .
- (f) Järjestelmä  $\mathcal{F}[x(n)] = x(n)^2$  on lineaarinen.

2. (a) LTI-järjestelmän  $\mathcal{F}[x(n)]$  impulssivaste on

$$h(n) = \begin{cases} 5, & \text{kun } n = 1, \\ 2, & \text{kun } n = 0, 2, \\ 0 & \text{muulloin.} \end{cases}$$

Mikä on kaskadin  $\mathcal{F} \circ \mathcal{F}$  impulssivaste? (2p)

- (b) Eräs symbolilähde tuottaa viittä eri symbolia todennäköisyyksillä  $p_0 = 0.4$ ,  $p_1 = 0.23$ ,  $p_2 = 0.22$ ,  $p_3 = 0.1$ , ja  $p_4 = 0.05$ . Generoi Huffman-puu ja Huffman-koodi. Paljonko on keskimääräinen koodisanan pituus? (2p)
- (c) Eräs lääketieteen sovellus mittaa potilaan aivosähkökäyrää, johon on sekoitettu sähköverkosta tulevaa häiriötä 50 Hertzin taajuudella. Sovellutuksen kannalta olennainen informaatio sijaitsee taajuusalueella 0–26 Hz. Järjestelmän näytteenottotaajuus on 150 Hz. Millaiset päästö- ja estokaistat tarvitaan, jotta verkkohurina poistuu ja varsinainen signaali säilyy? Mikä on pienin mahdollinen kertoimien määrä, kun suodinsuunnittelu tapahtuu ikkunamenetelmällä Hamming-ikkunaa käyttäen. (2p)

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

$$y(n) + 2y(n-2) = x(n) - x(n-1) + 0.5x(n-2).$$

- (a) Määritä järjestelmän siirtofunktio  $H(z)$ . (3p)
- (b) Piirrä napa-nollakuvio. (2p)
- (c) Onko järjestelmä stabiili? (1p)