Tik-61.140 Signaalinkäsittelyjärjestelmät

2. välikoe, ti 8.5.2001 13-16 D,E,L. (Simula, Koskela, Parviainen)
Välikokeessa saa käyttää matemaattista taulukkokirjaa ja graafista laskinta. Taulukoita oheisella paperilla - käytä niitä hyväksesi!

1. (6p) Vastaa, onko väite oikein (O) vai väärin (V). Oikea vastaus +1p, väärä -1p, ei vastausta 0p. **HUOM!** Väitteitä on seitsemän, maksimipistemäärä kuusi.

   a) Aikatason sisääntulosignaalin ja impulssivasteen konvoluutio vastaa taajuusvasteen ja sisääntulosignaalin Fourier-muunnoksen kertolaskua taajuustasossa.

   b) Impulssivasteen $h[n] = \delta[n-1]$ määräämä suodin on vaiheeltaan epälineaarinen.

   c) Alipäästösuotimen rajataajuuden pienentäminen lisää suotimen askelvasteen nousuaikaa.

   d) Minkä tahansa signaalin $x[n]$ amplitudispektristä $|X(e^{j\omega})|$ voidaan palauttaa yksikäsitteisesti aikatason sekvenssi $x[n]$, kunhan käytössä on tarvittava määrä laskentakapasiteettia.

   e) Jos $|H_{hp}(j\omega)|$ on ylipäästösuotimen amplitudivaste, jonka arvot on skaalattu välille 0..1, niin $|H(j\omega)| = 1 - |H_{hp}(j\omega)|$ on alipäästösuotimen amplitudivaste.

   f) Ideaalinen alipäästösuodin on kausaalinen.

   g) Diskreettiaikaisen kosinisekvenssin $x[n] = cos(2\pi f_0 n)$ diskreetin Fourier-sarjan kertoimet ovat $a_{-1} = 0.5$ ja $a_1 = 0.5$ kaikkien muiden kertoimien a_k, $k = -\infty..+\infty, k \neq \pm 1$, ollessa nolla. f_0 on perustaajuus.

2. (6p) Halutaan suunnitella diskreetti LTI-järjestelmä siten, että se muokkaa sisääntuloa

$$x[n] = \left(\frac{1}{2}\right)^n u[n]$$

   niin että ulostulo on

$$y[n] = \left(\frac{1}{5}\right)^n u[n]$$

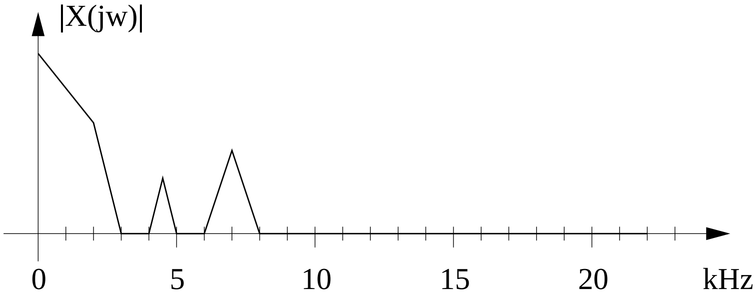
   a) Mikä on halutun järjestelmän taajuusvaste $H(e^{j\omega})$?

   b) Hahmottele $|H(e^{j\omega})|$ välillä $0..\pi$. Onko järjestelmä tyyppiä alipäästö, ylipäästö, kaistanpäästö, kaistanesto?

   c) Mikä on suotimen impulssivaste $h[n]$?

   d) Esitä järjestelmää vastaava differenssiyhtälö $x[n]$:n ja $y[n]$:n avulla.

3. (6p) Tunnetaan jatkuva-aikaisen signaalin $x(t)$ Fourier-muunnettu spektri $X(j\omega)$, joka on kuvattu kuvassa 1. Korkein signaalikomponentti on 8 kHz. Oletetaan, että vaiheinformaatio on nolla.



Kuva 1: Tehtävän 3 alkuperäinen spektri $X(j\omega)$.

   a) Onko signaali $x(t)$ jaksollinen? Jos on, mikä on sen perustaajuus?

   b) Näytteistetään signaalia $x(t)$ taajuudella 22000 Hz. Hahmottele näytteistetyn signaalin $x[n]$ spektri $X(e^{j\omega})$ taajuuksilla 0..11000 Hz. Mikä on näytteiden välinen aika mikrosekunneissa?

   c) Näytteistetään signaalia $x(t)$ taajuudella 10000 Hz. Hahmottele näytteistetyn signaalin $x[n]$ spektri $X(e^{j\omega})$ taajuuksilla 0..5000 Hz.

   d) Selitä, millä tavalla voit vähentää syntyvää vierastumista (aliasing) käytetyllä näytteenottotaajuudella. Käytössäsi on ideaalinen alipäästösuodin, jonka rajataajuuden f_c voit valita.

4. (6p) Vastaa muutamilla virkkeillä seuraaviin kysymyksiin.

   a) Mitä tarkoittavat termit analoginen, diskreetti ja digitaalinen signaali?

   b) Mitä hyötyä on signaalin käsittelemisestä digitaalisesti?

   c) Mitä virheitä syntyy signaalin muuttamisessa analogisesta digitaaliseksi?

   d) Miten digitalisoinnissa syntyviä virheitä voidaan välttää tai niiden vaikutusta vähentää?