

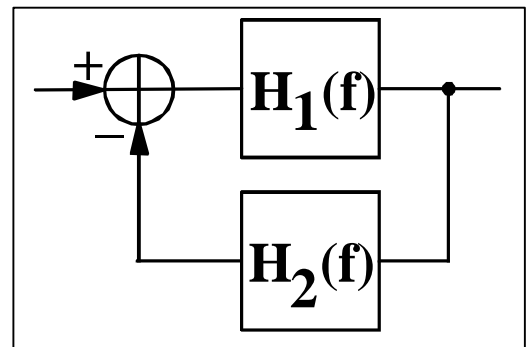
# S-72.060 Signaalit ja järjestelmät

## Tentti 14.5.2001

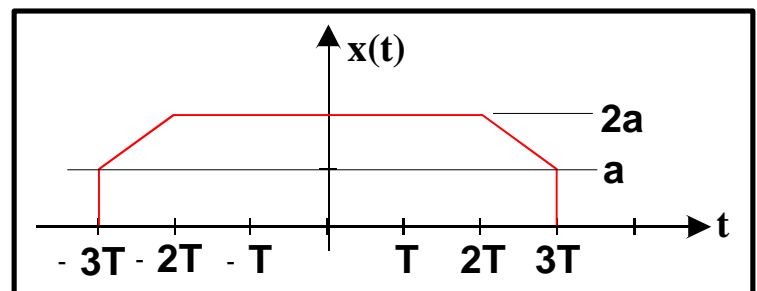
0. Minä lukuvuonna olet tehnyt laboratoriotyöt?

Vastaa tehtävään 1, kolmeen tehtävään tehtävistä 2 – 5 oman valintasi mukaan, ja yhteen tehtävään tehtävistä 6 ja 7 oman valintasi mukaan.

1. Vastaa lyhyesti seuraaviin osatehtäviin, käytä tarvittaessa kuvaa.
  - a) Mikä ominaisuuksista ortogonaalinen ja ortonormaallinen kuvaa paremmin Fourier-sarjaa ja miksi?
  - b) Esitä jokin impulssifunktion määritelmä.
  - c) DFT:lla tutkitaan signaalin spektri taajuusalueella  $0 \dots 1024$  kHz käyttäen 1024 näytettä. Kuinka suuri on näyteväli aika- ja taajuusalueessa?
  - d) Mikä on näytejonon  $\{4,3,2,1\}$  Z-muunnos?
  - e) Mitä tarkoitetaan suodattimen päästö- ja estokaistalla?
  - f) Esitä oheisen, negatiivisesti takaisinkytketyn järjestelmän siirtofunktio kuvassa annettujen siirtofunktioiden avulla.
  - g) Miten lasketaan keskiarvo ja varianssi, kun tunnetaan satunnaismuuttujan tiheysfunktio  $p_x(x)$ ?
  - h) Millä tavalla eroavat näytesignaalien spektrit luonnollisessa ja hetkellisessä näytteenotossa?
    - i)  $x(t) = x_c(t) \cos(2\pi f_o t) - x_s(t) \sin(2\pi f_o t)$  on kaistanpäästösignaalin kvadratuuriesityksen lauseke. Esitä kompleksisen verhoikäyrän lauseke.
    - j) AM-modulaatiossa moduloiva signaali on  $x(t) \leftrightarrow X(f)$ , modulaatioindeksi  $m$  ja kanta-aaltotaajuus  $f_c$ . Esitä AM-modulaation Fourier-muunnoksen lauseke.



2. Johda oheisen korotetun trapetsipulssin Fourier-muunnos käyttäen sopivia Fourier-muunnoksen ominaisuuksia



3.  $h(t) = \mathbf{d}(t) - 2\mathbf{p} f_o e^{-2\mathbf{p} f_o t} \cdot u(t)$  on RC-ylipäästösuodattimen impulssi-vaste. Määrää (graafista) konvoluutiota käyttäen sen vaste yksikkö-askelsignaalille  $u(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 1, & t > 0 \end{cases}$ .  $\mathbf{d}(t)$  on impulssifunktio.

4. Säröisen sinigeneraattorin lähtösignaali on  
 $x(t) = \cos(2\mathbf{p} f_x t) + 0,02 \cos(4\mathbf{p} f_x t) + 0,05 \cos(6\mathbf{p} f_x t)$ .

- a) Laske generaattorin kokonaissärökerroin.  
 b) Särön pienentämiseksi suodatetaan generaattorin lähtösignaali RC-ali-päästösuodattimessa, jonka siirtofunktion on

$$H(f) = \frac{1}{1 + j2\mathbf{p}(f/f_x)}$$

Laske suodatetun signaalin kokonaissärökerroin.

5.

- a) Esitä 0-keskiarvoisen satunnaissignaalin  $x(t)$  keskimääräisen tehon lauseke tehospektrin  $S_x(f)$  avulla.



- b) Esitä lineaarisesti suodatetun satunnaissignaalin  $y(t)$  tehospektri  $x(t)$ :n tehospektrin ja suodattimen siirtofunktion avulla.  
 c) Suodatin on ideaalinen kaistanpäästösuodatin, jonka kaistanleveys on  $W$ . Kuinka suuri on lähtösignaalin  $y(t)$  keskimääräinen teho, kun  $S_x(f) = P_o/2W$ .

6. CD-järjestelmässä (Compact Disc) AD-muunnetaan riippumattomasti kaksi ohjelmasignaalia, joiden kaistanleveys on 20 kHz käyttäen 44.1 kHz näytteenottotaajuutta ja 16 bitin lineaarista koodausta, jolloin

$$\text{kvantisointikohinan tehospektri on } S_e(f) = \frac{x_{\max}^2}{f_s N^2}, \text{ missä } N \text{ on}$$

kvantisointitasojen lukumäärä.

- a) Mikä on syntyvän PCM-signaalin bittinopeus?  
 b) Laske signaalikvantisointikohinasuhde (dB), kun oletetaan että rekonstruktiosuodatin on ideaalinen alipäästösuodatin ( $B = 20$  kHz), ja ohjelmasignaalin tehollisarvo  $s_x = 0,173 x_{\max}$ . (Tällä arvolla kukin signaali ylittää maksimiarvon 1 s tunnissa, jos se on symmetrisesti eksponenttijakautunut.)

jatkuu ↪

7. Suomessa käytetyssä DVB-järjestelmässä (Digital Video Broadcasting) käytetään kanavamultipleksin (yksi DVB-signaali) lähetyksessä monikantaaaltomodulaatiota, jossa 6817 kantoaaltojen taajuusväli on 1,116 kHz ja kukin kantoaalto on moduloitu 64QAM-signaalilla.
- a) Kuinka suuri suojakaista jää eri DVB-signaalien väliin, kun kunkin kanavamultipleksin taajuusväli on 8 MHz?
  - b) Montako bittiä sisältää kukin symboli 64QAM:ssa?
  - c) Mikä on lähetetyn signaalin kokonaisbittinopeus?