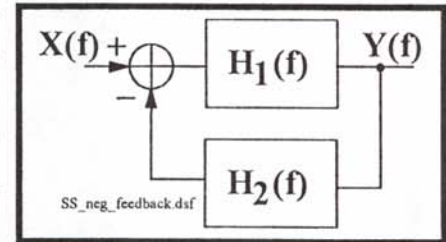


**S.72.1110 Signaalit ja järjestelmät**  
**S-72.060 Signaalit ja järjestelmät**

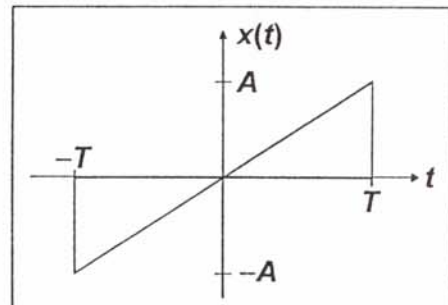
**Tentti 15.5.2006**

Vastaa tehtävään 1, tehtävistä 2 – 7 otetaan huomioon neljä parhaiten suoritettua tehtävää.

1. Vastaa lyhyesti seuraaviin osatehtäviin, käytä tarvittaessa kuvaa.
  - a) Selitä diskreetti-amplitudisen ja diskreetti-aikaisen signaalin ominaisuuksia, esim. kuvaesimerkillä.
  - b) Esitä signaalin energian lauseke sen Fourier-muunnoksen  $X(f)$  avulla.
  - c) Mikä on seuraavan operaation tulos:  $\int_{-\infty}^{\infty} x(u) \cdot \delta(u-t) du$ ?
  - d) DFT:lla tutkitaan signaalin spektri taajuusalueella 0...20,48 kHz käyttäen 1024 näytettä. Kuinka suuri on näyteväli aika- ja taajuusalueessa?
  - e) Esitä oheisen, negatiivisesti takaisinkytketyn järjestelmän siirtofunktio kuvassa annettujen siirtofunktioiden avulla.
  - f) GSM1800 käsipuhelimen herkkyys on -100 dBm. Mitä antenniliittimeen tulevaa tehoa (W) tämä vastaa?
  - g) Miten määritellään epälineaarisen järjestelmän 1 dB:n kompressiotaso?
  - h) Miten lasketaan  $f(x)$ :n keskiarvo, kun tunnetaan tiheysfunktio  $p(x)$ ?
  - i) Piirrä 8PSK-signaalin konstellaatiokuva.
  - j) Selitä kvantisointivirheen syntyminen (missä ja miten).



2. Johda ja esitä oheisen signaalin  $x(t) = A \frac{t}{T} \text{rect}\left(\frac{t}{2T}\right)$  Fourier-muunnos.



3. Ns. keskiarvosuodattimen impulssivaste on  $h(t) = \frac{1}{T} \cdot \text{rect}\left(\frac{t-0.5T}{T}\right)$ . Johda

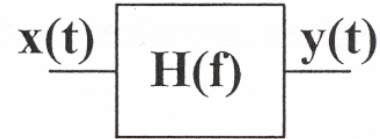
graafisella konvoluutiolla vaste yksikköaskelsignaalille  $u(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 1, & t > 0 \end{cases}$ .

4. Siniaaltogeneraattorin lähtösignaali on  $x(t) = \sin(2\pi f_x t) - 0,1 \sin(2\pi \cdot 3 f_x t)$ 
  - a) Laske generaattorin kokonaissäörökerroin.

- b) Säröä vaimennetaan Butterworth-suodattimella, jonka amplitudivaste on  $A(f) = \frac{1}{\sqrt{1 + (f/1,25 f_x)^{2n}}}$ . Määää tarvittava kertaluku  $n$ , jotta kokonaissärökerroin olisi korkeintaan 0,01. Laske myös kokonaissärökerroin suodattimen jälkeen.

5.

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

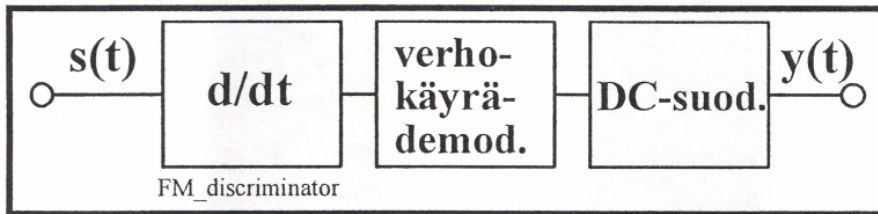


- b. Esitä lineaarisesti suodatetun satunnaissignaalin  $y(t)$  tehospektri  $x(t)$ :n tehospektrin ja suodattimen siirtofunktion avulla.

- c. Kuinka suuri on suodatetun signaalin kaistanleveys, kun tämä määritellään sinä kaistanleveytenä, johon tulee 99 % kokonaistehosta, ja käytetään RC-alipäästösuodatinta, jonka siirtofunktio on  $H(f) = \frac{1}{1 + j(f/B)}$ .

$$S_x(f) = P_o/2W. \int \frac{dx}{1+x^2} = \arctan(x) + C$$

6.



- a) Osoita, että kuvan kytkentä voi toimia FM-ilmaisimena. FM-signaalin

$$s_{FM}(t) = \cos\left(2\pi f_c t + \int_{-\infty}^t 2\pi \Delta f x(u) du\right).$$

- b) Mikä on lähtösignaalin lauseke, kun tulosignaali on puhdas AM-signaali,  $s_{AM}(t) = (1 + mx(t))\cos(2\pi f_c t)$ , jossa  $mx(t) \ll 1$ ?

7. Näytteenottojärjestelmän tulosignaali on kahden kosiniaallon summa,  $x(t) = \cos(2\pi f_{x1}t) + 0,5 \cos(2\pi f_{x2}t)$ , jossa  $f_{x1} = 1$  kHz,  $f_{x2} = 6$  kHz, ja näytteenottotaajuus  $f_s = 10$  kHz.

- a) Hahmottele näytesignaalin  $x_s(t)$  spektri taajuusalueella  $-30 \dots +30$  kHz olettaen näytteenotto ideaaliseksi.
- b) Esitä ideaalisella alipäästösuodattimella (kaistanleveys 5 kHz) rekonstruoidun signaalin  $\hat{x}(t)$  lauseke.