

S-72.1110 Signaalit ja järjestelmät

Tentti 13.1.2011

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

Laskutehtävissä on esitettävä myös välivaiheet. Pelkkä numeerinen ratkaisu ei riitä.

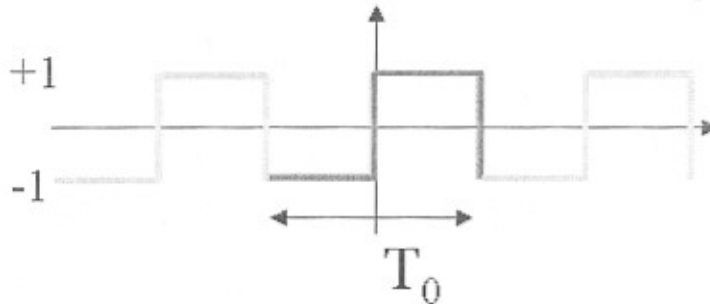
1.

Vastaa lyhyesti seuraaviin osatehtäviin, käytä tarvittaessa kuvaa.

- a) Esitä tiheysfunktioiden ja odotusarvojen avulla, milloin kaksi satunnaismuuttujaa ovat
 - i) tilastollisesti riippumattomia,
 - ii) korreloimattomia.
- b) Selitä Gibbsin ilmiö.
- c) Mikä on DFT:n näyteväli ja näytemäärä, kun halutaan määrätä spektri riippumattomilla spektrinäytteillä 1 Hz välein välillä 0 - 10 kHz?
- d) Montako wattia on 0 dBm + 1 dBm?
- e) Signaali sisältää 1 Hz ja 8 Hz taajuuskomponentit. Signaalista otetaan näytteitä 5 Hz taajuudella. Mitä taajuuksia näytteistetty signaali sisältää?
- f) Mikä on moduloivan signaalin lauseke, kun FM-signaalin lauseke on
$$s(t) = 10 \cos(2\pi 10^8 t + 100\pi \sin(2\pi 1000 t))$$

2.

Tarkastellaan Kuvan 1 mukaista kantiaaltoa $x(t)$, jonka jakson aika on T_0 .



Kuva 1.

- Mitä symmetriaominaisuuksia signaalilla $x(t)$ on?
- Ratkaise signaalin $x(t)$ viivaspektri.

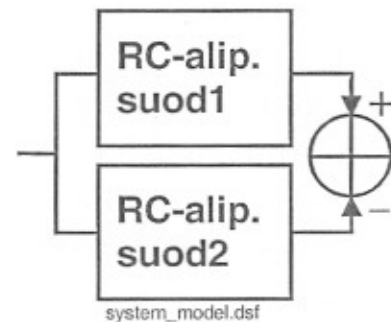
3.

Oheisen järjestelmän lähtösignaali on kahden rinnakkaisen RC-alipäästösuodattimen lähtösignaalien erotussignaali. Suodattimen 1 ja suodattimen 2 impulssivasteet ovat

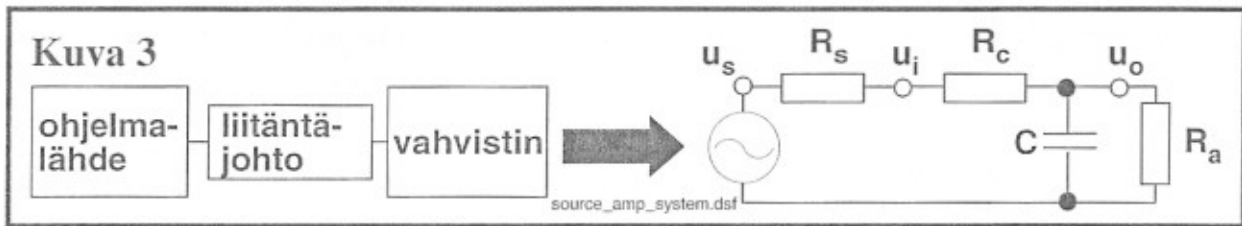
$$h_1(t) = \frac{1}{T} e^{-t/T} u(t) \text{ ja } h_2(t) = \frac{1}{2T} e^{-t/2T} u(t),$$

missä $u(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ 1 & t \geq 0 \end{cases}$ on askelfunktio.

- Esitä järjestelmän impulssivaste.
- Laske (graafisella) konvoluutiolla järjestelmän askelvaste, eli lähtösignaali, kun tulosignaalina on yksikköaskel $u(t)$.



4.



Äänentoistojärjestelmän sähköinen malli on äänitaajuuksilla kuvan 3 mukainen. Järjestelmän siirtofunktio määritellään vahvistimen tulojännitteen ja lähteen jännitteen suhteena, ja se on

$$H(f) = \frac{U_o(f)}{U_s(f)} = \frac{R_a}{R_a + R_c + R_s} \cdot \frac{1}{1 + j2\pi fT}, \quad T = \frac{R_a C}{1 + R_a/(R_c + R_s)}$$

Liitäntäjohtoon ominaisarvot ovat $r_c = 10 \text{ ohm/m}$, ja $c_c = 200 \text{ pF/m}$.

- Laske lähderesistanssin maksimiarvo, kun 20 kHz kaistanleveydellä sallitaan korkeintaan 0,1 dB amplitudivääristymä, ja $R_a = 10 \text{ kohm}$ ja liitäntäjohtoon pituus 10 m.
- Kuinka suuri on a-kohdan R_s -arvolla vaimennus (dB) pienillä äänitaajuuksilla?

5.

Säröisen sinigeneraattorin lähtösignaali on

$$x(t) = \cos(2\pi f_x t) + 0,02 \cos(4\pi f_x t) + 0,05 \cos(6\pi f_x t).$$

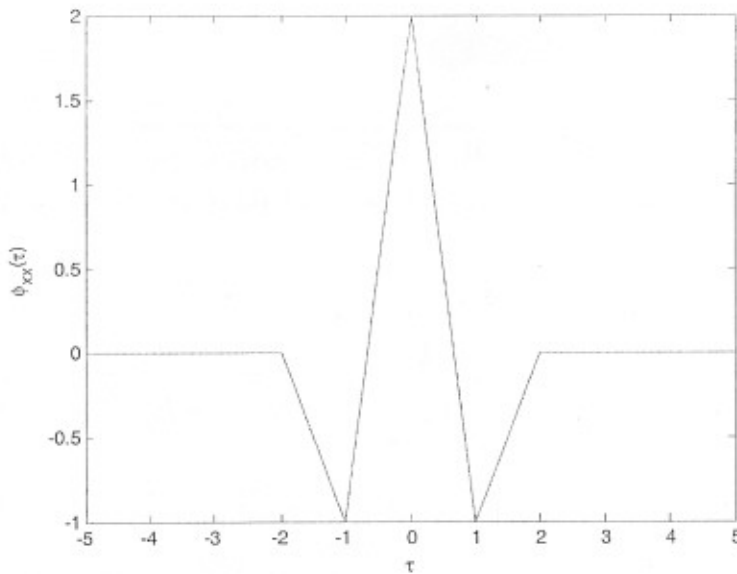
- Laske generaattorin kokonaissärökerroin.
- Särön pienentämiseksi suodatetaan generaattorin lähtösignaali RC-alipäästösuodattimessa, jonka siirtofunktio on

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

Laske suodatetun signaalin kokonaissärökerroin.

6.

Tarkastellaan stationääristä stokastista prosessia x , jonka autokorrelaatiofunktio $\phi_{xx}(\tau) = r_x(\tau) = E\{x(t)x(t+\tau)\}$ on kuvan 4 mukainen



Kuva 4

- Mikä on prosessin keskimääräinen teho?
- Ratkaise prosessin tehospektri $\Phi_{xx}(f) = S_n(f)$

7.

Suomessa käytetyssä DVB-järjestelmässä (Digital Video Broadcasting) käytetään kanavamultipleksin (yksi DVB-signaali) lähetyksessä monikantaaaltomodulaatiota (OFDM), jossa 6817 kantoaaltojen taajuusväli on 1,116 kHz ja kukin kantoaalto on moduloitu 64QAM-signaalilla.

- Kuinka suuri suojakaista jää eri DVB-signaalien väliin, kun kunkin kanavamultipleksin taajuusväli on 8 MHz?
- Montako bittiä sisältää kukin symboli 64QAM:ssa?
- Mikä on lähetetyn signaalin kokonaisbittinopeus?