

S-72.1110 Signaalit ja järjestelmät

Tentti 14.1.2008

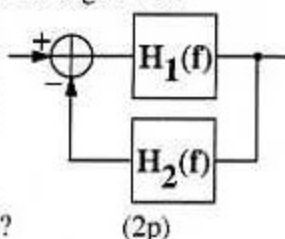
Vastaa tehtävään 1, tehtävistä 2 - 7 otetaan huomioon neljä parhaiten suoritettua tehtävää.

Laskutehtävissä on esitettävä välivaiheet, pelkkä tulos ei riitä.

1.

Vastaa lyhyesti seuraaviin osatehtäviin, esitä tarpeelliset kaavat ja käytä tarvittaessa kuvaa.

- DFT:lla halutaan tutkia signaalin spektriä taajuusalueella 0...1 kHz 10 Hz:n resoluutiolla. Mitoita näytteenottoväli ja näytteiden lukumäärä. (2 p)
- Määrittele keskinäismodulaatiosärö. (2 p)
- Kahden signaalin tasoero on 20 dB. Mikä on signaalien amplitudisuhde? (2 p)
- Esitä oheisen negatiivisesti takaisin-kytketyn järjestelmän siirtofunktio kuvassa annettujen siirtofunktioiden avulla. (2 p)
- Mitä ehtoja moduloivan signaalin tulee täyttää käytettäessä taajuusmodulaatiota? (2p)



2.

Olkoon

$$x(t) = \begin{cases} 1 - 4t^2 & |t| \leq \frac{1}{2} \\ 0 & |t| > \frac{1}{2} \end{cases}$$

- Ratkaise pulssin $x(t)$ Fourier-muunnos (4 p)
- Ratkaise pulssin $s(t) = x\left(\frac{t - \frac{T}{2}}{T}\right)$ Fourier-muunnos (3 p)
- Erään pulssin $y(t)$ Fourier-muunnos on $Y(f) = x(f)$.
Ratkaise pulssi $y(t)$. Toisin sanoen, käänteismuunna $x(f)$. (3 p)

3.

Erään suodattimen impulssivaste on

$$h(t) = \begin{cases} e^{-t} & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases}$$

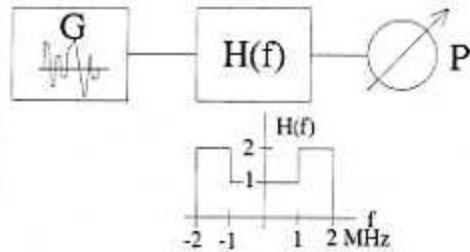
Suodattimia kytketään kaksi sarjaan. Ratkaise sarjankytketyn suodattimen impulssivaste

- Konvoluutiointegraalin avulla (5 p)
- Fourier-muunnoksen avulla (5 p)

4.

Vahvistimen epälineaarisuus voidaan kuvata ominaiskäyrällä $y = 100x - 3x^3$, kun $|x| < 3,33V$. Kertoimien arvot pätevät, kun tulo- ja lähtösignaalin amplitudiyksikkö ilmoitetaan volteissa. Laske 3. asteen särökerroin, kun tulevan sinisignaalin huippuamplitudi on i) 0,2 V, ii) 2 V. (10 p)

5. Mikä on kuvan mukaisessa järjestelmässä tehomittarin lukema, kun generaattori tuottaa valkoista kohinaa, jonka kaksipuolinen tehospektri on



$$\Phi_{xx}(f) = S_x(f) = N_0/2 = 10^{-9} \text{ W/Hz} \quad (10 \text{ p})$$

6. Suodattimen päästökaistalla sallitaan 1 dB:n amplitudivaihtelu, ja estokaistalla vaaditaan vähintään 60 dB:n vaimennus tasavirtavaimennukseen verrattuna. Suodatin on 4. asteen Butterworth-suodatin, jonka amplitudifunktio on

$$A(f) = \frac{1}{\sqrt{1+(f/B)^8}}$$

jossa B on suodattimen puolen tehon (≈ -3 dB) kaistanleveys.

- Hahmottele suodattimen logaritmoitu amplitudifunktio, ja merkitse siihen päästökaistan ja estokaistan rajataajuudet. (6 p)
- Laske ylimenokaistan leveys, kun $B = 1$ kHz. (4 p)

7. Tarkastellaan K -tasoista FSK-modulaatiota. Käytetyt aaltomuodot ovat

$$s_k(t) = \sqrt{\frac{2E}{T}} \cos(2\pi(f_c + (k-1)\Delta f)t), \quad k = 1, 2, \dots, K$$

- Esitä ekvivalentti kaistanpäästösignaali aaltomuodolle $s_k(t)$ (3 p)
- Ratkaise kanavien väli Δf siten, että käytetyt aaltomuodot ovat ortogonaalisia. (4 p)
- Mikä on moduloidun signaalin kaistanleveys kun $K = 2$ ja $f_c = 2$ GHz? (3 p)