

S-72.1110 Signaalit ja järjestelmät

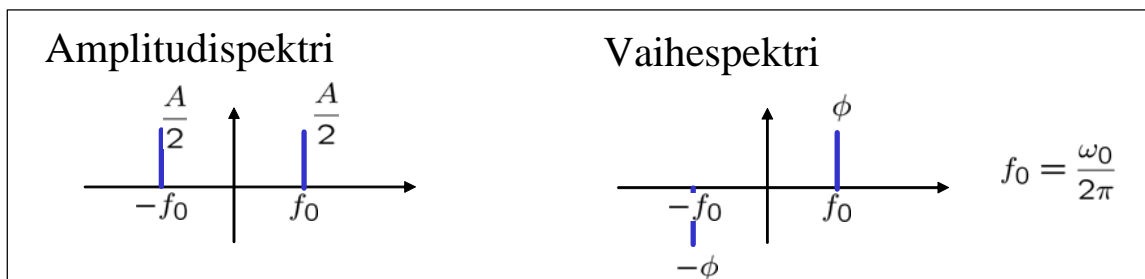
Tentti 20.12.2006

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

1.

Vastaa lyhyesti seuraaviin osatehtäviin, käytä tarvittaessa kuvaa. (2 p./kohta)

- Mitkä kaksi ehtoa kantafunktioiden $\phi_1(t)$ ja $\phi_2(t)$ on täytettävä, jotta ne olisivat ortonormaaleja?
- Signaalin $x(t)$ amplitudi- ja vaihespektrit ovat kuvan 1 mukaiset. Esitä signaalin aika-alueen lauseke.
- Miten lasketaan lineaarisen suodattimen ryhmäkulkuaikaviive? Esitä laskukaava tai muu selitys.
- Signaalia $x(t) = A_1 \cos(\pi t) + A_2 \cos(4\pi t)$ näytteistetään 2 Hz näytteenottotaajuudella. Mitä taajuuksia näytteistetty signaali sisältää? Piirrä näytteistetyn signaalin spektrikuva 2-puoleisessa taajuusalueessa.
- Esitä 16QAM modulointimenetelmän konstellaatiokuva IQ-akselistossa.



Kuva 1.

2.

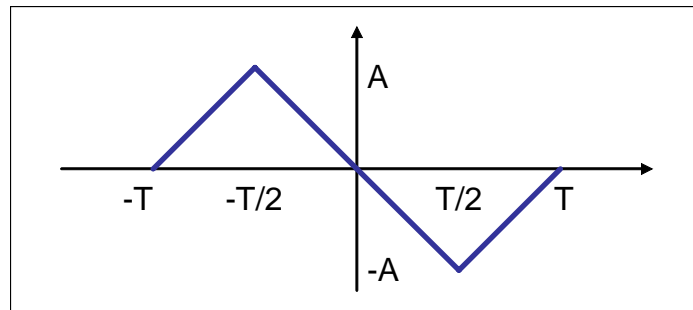
a) Johda Fourier-muunnos T:n pituiselle pulssille

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

(2 p)

b) Johda Fourier-muunnos kuvan 2. mukaisella pulssille

(6 p)



Kuva 2.

3.

Kuva 3a esittää sisäisen mallin säätöjärjestelmän lohkokaaviota.

a) Ratkaise siirtofunktio $H(f) = Y(f)/X(f)$ (3 p)

b) Ratkaise C siten, että kuvien 3a ja 3b järjestelmien siirtofunktioista tulevat samat. (3 p)

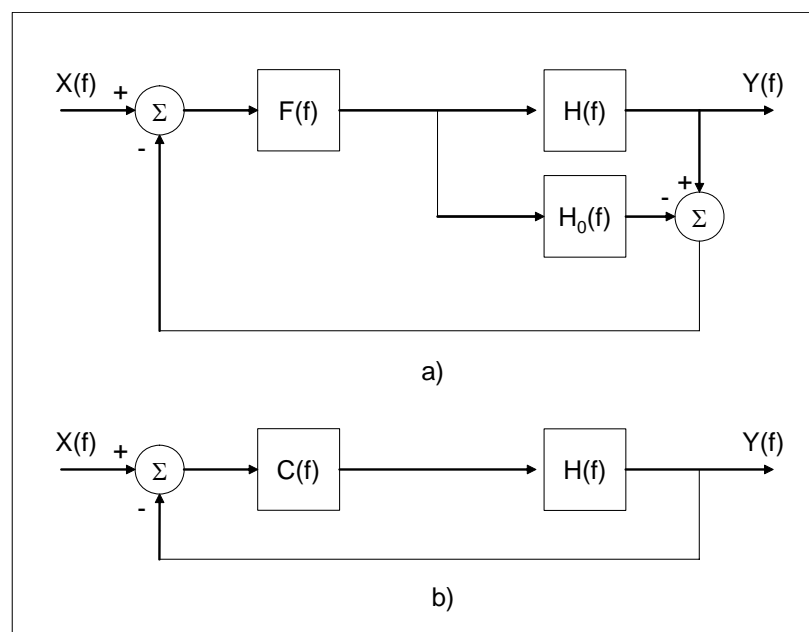
c) Tarkastellaan tapausta, jossa (3 p)

$$H(f) = H_0(f) = \frac{1}{i2\pi f}$$

$$F(f) = \frac{i2\pi f}{1+i2\pi f\tau}$$

Ratkaise säätimen $C(f)$ siirtofunktio sekä prosessin siirtofunktio $Y(f)/X(f)$.

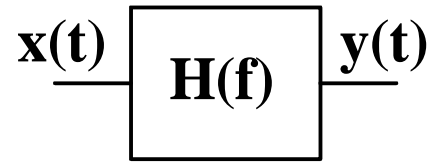
d) Mikä tulee siirtofunktion $F(f)$ olla, jotta prosessin siirtofunktioksi tulisi $G(f)$? (1 p)



Kuva 3.

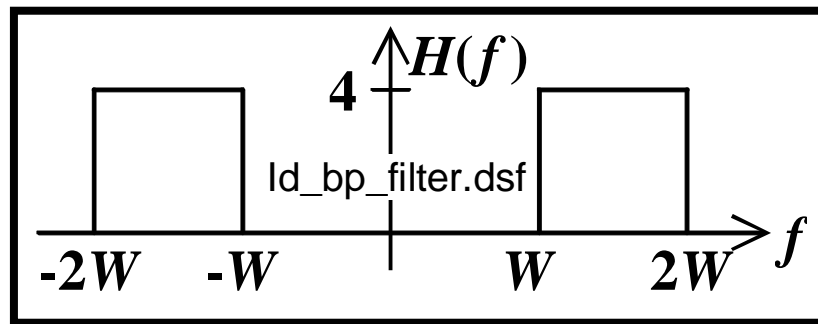
4.

- a) Esitä 0-keskiarvoisen stationaarisen satunnaissignaalin $x(t)$ keskimääräisen tehon lauseke tehospektrin $\Phi_x(f)$ avulla. (2 p)



- b) Esitä lineaarisesti suodatetun satunnaissignaalin $y(t)$ tehospektri $x(t)$:n tehospektrin ja suodattimen siirtofunktion avulla. (4 p)

- c) Suodatin on ideaalinen kaistanpäästösuo-datin, jonka siirtofunktio esitetään oheisessa kuvassa. Kuinka suuri on lähtösignaalin $y(t)$ keskimääräinen teho, kun $\Phi_{xx}(f) = P_o/2W$. (4 p)



Kuva 4.

5.

Oskillaattori generoi säröisen sinisignaalin, jonka lauseke on $x(t) = \sin(2\pi \cdot f_x t) + 0,06 \sin(2\pi \cdot 2f_x t) + 0,08 \sin(2\pi \cdot 3f_x t)$. Signaalin säröä vaimennetaan 4. asteen Butterworth-suodattimella, jonka amplitudi-

funktio on $A(f) = \frac{1}{\sqrt{1 + (f/f_x)^8}}$.

- a) Laske suodattamattoman signaalin kokonaissärökerroin. (4 p)
- b) Laske suodatuksen jälkeisen signaalin perustaajuisen komponentin ja harmonisten komponenttien amplitudit. (4 p)
- c) Laske suodatetun signaalin kokonaissärökerroin. (2 p)

6. Tarkastellaan RC-suodattimen pulssivastetta. Suodattimen impulssivaste on $h(t) = \frac{1}{\tau} e^{-\frac{1}{\tau}t}$ ja pulssiheräte on muotoa $x(t) = \begin{cases} A & 0 \leq t \leq T \\ 0 & t < 0 \vee t > T \end{cases}$.

a) Ratkaise pulssivaste $y(t) = \int_{-\infty}^{\infty} h(\lambda)x(t-\lambda)d\lambda$ käyttäen graafista konvoluutiota. (5 p)

b) Ratkaise pulssivaste käyttäen Fourier-muunnosta. (5 p)

7. Tarkastellaan AM ja FM modulaatiomenetelmiä.

a) Esitä moduloitujen signaaleiden lausekkeet, kun moduloiva signaali on $v(t)$, kantaallon taajuus on f_c , deviaatio on f_0 ja modulaatioindeksi on μ . (4 p)

b) Käytössä on verhokäyrään perustuva AM-vastaanotin. Miten FM-signaalia tulee vastaanottimessa prosessoida, jotta verhokäyräilmaisinta voidaan käyttää sen demoduloimiseen? Esitä sanallinen ja/tai kaavoihin perustuva selitys. (2 p)

c) Mitä ehtoja moduloivan signaalin ja modulaatioindeksien on täytettävä AM- ja FM –modulaatioiden tapauksessa? (4 p)