

S-72.1110 Signaalit ja järjestelmät

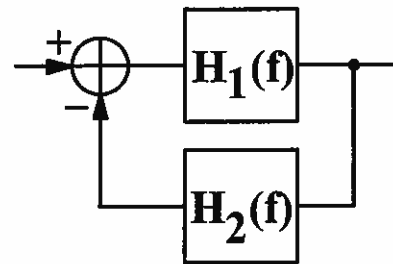
Tentti 29.8.2012

Vastaa tehtävään 1, tehtävistä 2 – 6 otetaan huomioon neljä parhaiten suoritettua tehtävää.

1.

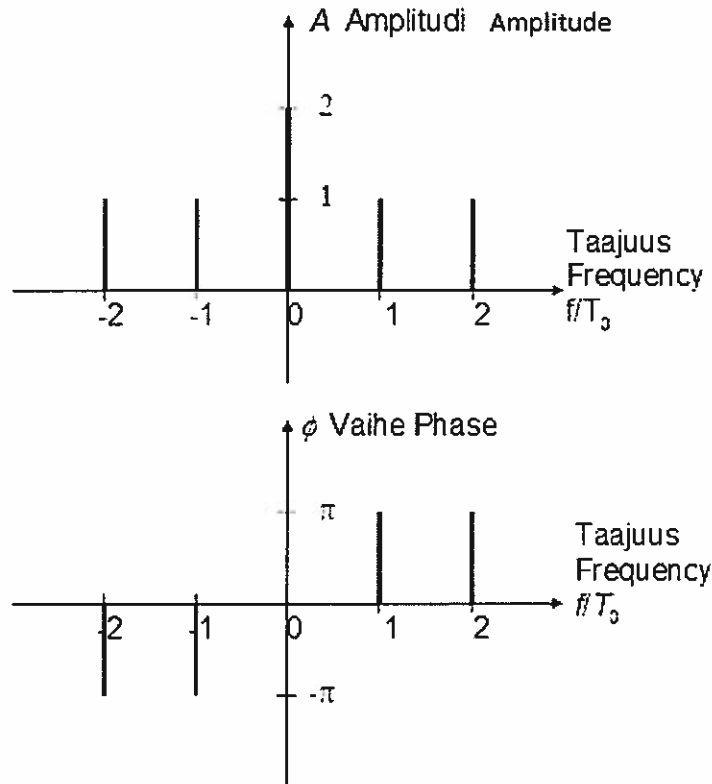
Vastaa lyhyesti seuraaviin osatehtäviin, käytä tarvittaessa kuvaa.

- a) Millä ehdoilla funktiojoukko $\{\phi_k(t)\}$ on ortonormaalinen?
- b) Montako näytettä on otettava ja mikä on näytteenottovälin oltava, jos alipäästösignaalin spektri halutaan laskea DFT:llä, kun signaalin kaistanleveys on 8 MHz, ja lasketun spektrin resoluutio on 1 kHz?
- c) Esitä oheisen, negatiivisesti takaisinkytketyn järjestelmän siirtofunktio kuvassa annettujen siirtofunktioiden avulla.
- d) Miten määritellään alipäästösuodattimen nousuaika?
- e) Millä ehdoilla on satunnaissignaali laajassa mielessä stationäärinen?
- f) Esitä AM-signaalin lauseke, kun moduloiva signaali on $x(t)$ ja kantaal-totaajuus f_c , modulaatioindeksi on m ja kanta-aallon keskimääräinen teho P_c .
- g) Signaali koostuu 1 kHz ja 12 kHz sinimuotoisista komponenteista. Signaalia näytteistetään 8 kHz näytetaajuudella. Mitä taajuuksia näytteistetty signaali sisältää?
- h) Esitä Rayleighin energialause (kaava).
- i) Matkapuhelinverkon tukiaseman lähtöteho on 40 dBm. Mitä teholumenaa (W) se vastaa?
- j) Hahmottele siirtofunktion $G(f) = \frac{1}{(1+i2\pi fT)^2}$ Boden diagrammi.



2.

Tarkastele alla olevan kuvan mukaisia periodisen signaalin amplitudi- ja vaihespektrejä.



- Kuinka suuri on signaalin DC-komponentti (2 p)
- Mikä on signaalin keskimääräinen teho (4 p)
- Ratkaise vastaava aikataso signaali (4 p)

3.

Ultralaajakaistatransmissiossa (UWB) käytetään hyvin kapeita kantataajuuspulsseja informaation siirrossa. Eräs pulssimalli on Gaussin pulssin derivaatta, $x(t) = \frac{d}{dt} \left[a e^{-t^2/2T^2} \right] = -a \frac{t}{T^2} e^{-t^2/2T^2}$.

$$x(t) = \frac{d}{dt} \left[a e^{-t^2/2T^2} \right] = -a \frac{t}{T^2} e^{-t^2/2T^2}.$$

- Johda pulssin Fourier-muunnoksen lauseke.
- Millä taajuudella on amplitudispektrin maksimiarvo, kun $T = 0,5$ ns.

4.

Erotusasteella sarjaankytketyn kahden identtisen RC-alipäästösuodattimen siirtofunktio ja impulssivaste ovat

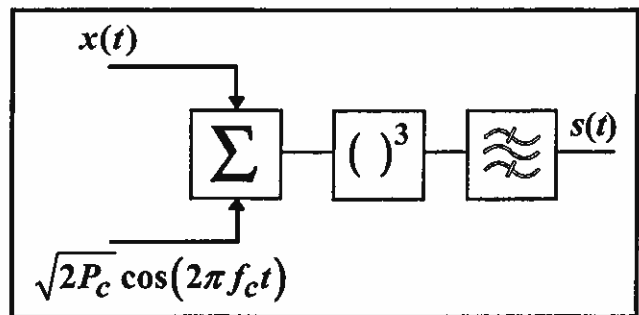
$$H(f) = \frac{1}{1 + j2\pi fT} \cdot \frac{1}{1 + j2\pi fT} \stackrel{\text{F}}{\leftrightarrow} \left(\frac{1}{T} e^{-t/T} u(t) \right) \otimes \left(\frac{1}{T} e^{-t/T} u(t) \right) = h(t)$$

Laske suodattimen impulssivaste $h(t)$.

Huom! $\int e^{-ax} dx = -\frac{e^{-ax}}{a} + C$

5.

a) Osoita että oheisen järjestelmän 3. asteen epälineaarisuuden lähdössä esiintyy DSB-modulaatioita sisältävä signaalitermi ja ilmoita lopullinen kanta-aaltotaajuus.

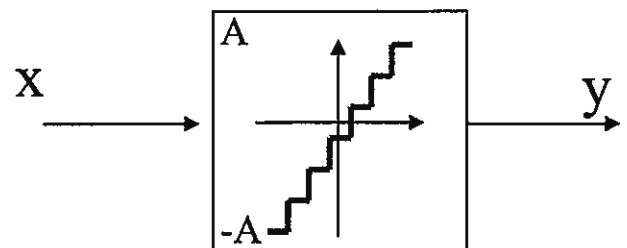


b) Mitoita f_c siten että ideaalisen kaistanpäästösuodatuksen jälkeen saadaan vääristymätön DSB-signaali, kun moduloivan signaalin $x(t)$ kaistanleveys on W_x .

6.

Tarkastellaan M bittistä tasavälistä analogia – digitaali (A/D) -muunninta. Oletetaan, että signaalin $x(t)$ amplitudi on rajoitettu välille $[-A, A]$. Kvantisointitasojen väli on

$$\Delta x = \frac{2A}{2^M} = \frac{A}{2^{M-1}}$$



a) Ratkaise kvantisointikohinan teho (5 p)

b) Tarkastellaan tapausta, jossa A/D muuntimen tulosignaalin x kaistanleveys on B ja teho $1/2A^2$. A/D muuntimen näytteenottotaajuus on f_s

$\geq 2B$. Kvantisointikohina on tasajakautunut kaistalle $[0, f_s/2]$. Ratkaise signaali-kohinasuhde A/D muuntimen lähdössä (y) näytteenottotaajuuden f_s funktiona. (5 p)