

ELEC-A7200 Signaalit ja järjestelmät

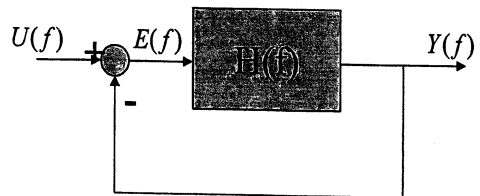
Tentti 5.12.2013

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

1.

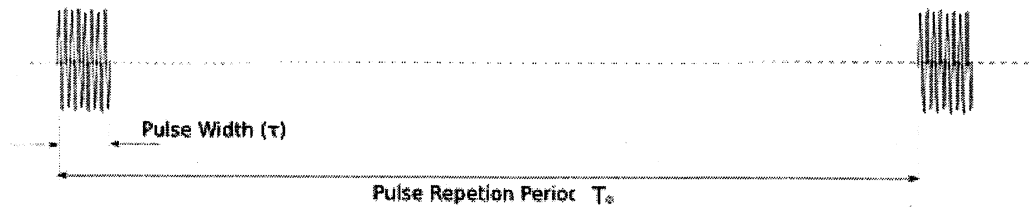
Vastaa lyhyesti seuraaviin osatehtäviin, käytä tarvittaessa kuvaa.

- Millä ehdoilla funktiojoukko $\{\phi_k(t)\}$ on ortonormaali?
- Montako näytettä on otettava ja mikä on näytteenottovälin oltava, jos alipäästösignaalin spektri halutaan laskea DFT:llä, kun signaalin kaistanleveys on 100 MHz, ja lasketun spektrin resoluutio eli näyteväli taajuusalueessa on 100 kHz?
- Miten määritellään alipäästösuodattimen asettumisaika?
- Millä ehdoilla on satunnaissignaali laajassa mielessä stationäärinen ja ergodinen?
- Esitä FM-signaalin lauseke, kun moduloiva signaali on $x(t)$, taajuuspoikkeama Δf ja kantoaaltotaajuus f_c .
- Signaali koostuu 5 kHz ja 12 kHz sinimuotoisista komponenteista. Signaalia näytteistetään 12 kHz näytetaajuudella. Mitä taajuuksia näytteistetty signaali sisältää taajuusalueella 0 ... 24 kHz?
- Esitä särökertoimen (total harmonic distortion) määritelmä.
- Kohinan tehotiheys on -174 dBm/Hz. Mikä on kohinan teho 100 MHz kaistalla?
- Tarkastellaan 12 bittistä A/D muunninta. Ratkaise kvantintointikohinan keskimääräinen teho kun tulosaalnin jännite vaihtelee välillä [0V, 10V].
- Ratkaise oheisen kuvan takaisinkytketyn järjestelmän siirtofunktio $Y(f)/U(f)$



2.

Tarkastellaan oheisen kuvan mukaista tutkajärjestelmää, joka generoi $\tau=1 \mu\text{s}$ pulsseja taajuudella $f_{PRF}=1/T_0=1 \text{ kHz}$. Tutkan hetkellinen lähetysteho on P on 3 kW ja kanta-aallon taajuus $f_c=5.615 \text{ GHz}$.



Tutkan lähettämän signaalin lauseke on

$$s(t) = \sqrt{P} \sum_{k=-\infty}^{\infty} \text{rect}\left(\frac{t - kT_0}{\tau}\right) \cos(2\pi f_c t)$$

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

a) Ratkaise tutkan keskimääräinen lähetysteho.

b) Ratkaise tutkasignaalin $s(t)$ Fourier-sarjan kertoimet.

3. Ratkaise kahden suorakaidepulssin $x_1(t)$ ja $x_2(t)$ konvoluutio $y(t)$ kun $T_1 > T_2$.

$$x_1(t) = \text{rect}\left(\frac{t}{T_1}\right)$$

$$x_2(t) = \text{rect}\left(\frac{t}{T_2}\right)$$

$$y(t) = x_1(t) \otimes x_2(t)$$

Piirrä $y(t)$ ajan funktiona.

4. Gaussin suodatinta käytetään mm. GMSK-modulaattorissa. Sen taajuusvaste on

$$H(f) = \exp\left(-\frac{\ln 2}{2} \left(\frac{f}{B}\right)^2\right)$$

Ratkaise Gaussin suodattimen impulssivaste $h(t)$.

5.

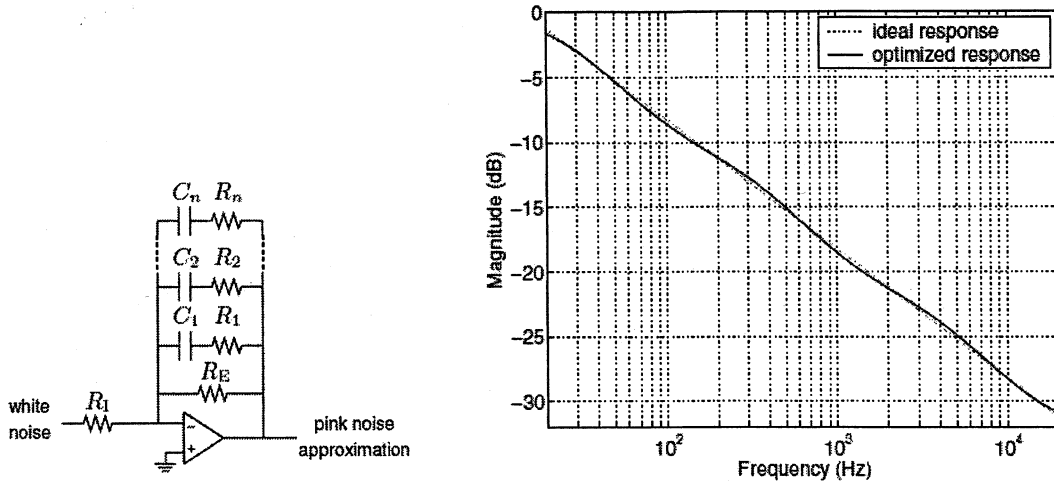
Kaistanpäästöjärjestelmä koostuu epälineaarista vahvistimesta, jonka ominaiskäyrä on $y = 10x - 0,1x^3$, ja sitä seuraa ideaalinen kaistanpäästösuodatin, jonka siirtofunktio on $H(f) = \text{rect}\left(\frac{f - f_0}{B}\right)$, jossa $f_0 = 1 \text{ MHz}$ ja $B = 400 \text{ kHz}$. Tulosignaali on kahden kosiniaallon summa:

$$x(t) = \cos(2\pi f_{x1}t) + \cos(2\pi f_{x2}t), \quad f_{x1} = 1,05 \text{ MHz}, \quad f_{x2} = 0,95 \text{ MHz}$$

- a) Piirrä kaistanpäästösuodattimen amplitudivaste 2-puoleisessa taajuusalueessa, ja merkitse kuvaan suodattimen ala- ja ylärajataajuudet.
- b) Mikä on lähtösignaalin lauseke, ja mitkä ovat siinä olevien kosiniaaltojen taajuudet?

6.

Vaaleanpunaista kohinaa (pink noise) käytetään esimerkiksi audiojärjestelmien testaamiseen. Vaaleanpunaista kohinaa voidaan tuottaa esimerkiksi suodattamalla valkoista kohinaa käyttämällä oheisen kuvan mukaista piiriä.



Oletetaan, että piiriin syötetään kaistarajoitettua valkoista kohinaa, jonka teho on tasajakautunut taajuuksille 100 Hz - 10000 Hz. Kaistarajoitetun kohinan tehosppektri (W/Hz) on

$$S(f) \approx \begin{cases} 10^{-3} & 100 \text{ Hz} \leq f \leq 10 \text{ kHz} \\ 0 & \text{muutoin} \end{cases}$$

Suodattimen taajuusvaste on kyseisellä taajuusalueella on

$$H(f) \approx \frac{4}{\sqrt{f}}$$

Laske kohinatehon suuruus piirin lähdössä.

Vinkki: $\int \frac{1}{x} dx = \ln x + C$