ELEC-A7200 Signaalit ja järjestelmät

Syksy 2017, välikoe 2

5.12.2017

Tehtävä 4

Kohdissa a) ja b) tarkastellaan signaalia $x(t) = \cos(2\pi f_1 t) + \cos(2\pi f_2 t)$, missä $f_1 = 2$ kHz ja $f_2 = 4$ kHz.

a) (2p.) Signaalista otetaan näytteitä taajuudella $f_s = 6$ kHz. Mitä taajuuksia esiintyy näytteistetyn signaalin spektrissä välillä $[0, f_N]$, missä f_N on Nyquistin rajataajuus?

b) (2p.) Kuinka korkea pitää näytteenottotaajuuden f_s olla, jotta laskostumista (aliasoitumista) ei tapahtuisi?

c) (4p.) Kuinka monta näytettä N signaalista pitää ottaa, jotta niistä nopealla Fourier-muunnoksella (FFT) lasketun spektrin taajuusresoluutio olisi 1 kHz, kun näytteenottotaajuus $f_s = 1$ MHz?

d) (2p) Selitä lyhyesti, mitä ikkunointi tarkoittaa.

Tehtävä 5

Erään vahvistimen ulostulosignaalia voidaan approksimoida funktiolla $y(t) = 100x(t) - 3x^3(t)$, kun $|x(t)| < 3.33$V. Oletamme, että sisäänmenosignaali on $x(t) = 0.1\cos(2\pi t)$.

a) (4p.) Ratkaise vahvistimen ulostulosignaali $y(t)$.

b) (4p.) Vahvistimen ulostulosignaali suodatetaan alipäästösuodattimella, jonka taajuusvaste on $H(f) = \frac{1}{1+fj}$. Ratkaise suodattimen ulostulosignaali.

c) (2p.) Ratkaise vahvistetun signaalin kokonaissärökerroin ennen suodatusta ja suodatuksen jälkeen.

Vihje: $\cos^3(x) = \frac{3}{4}\cos(x) + \frac{1}{4}\cos(3x)$

Tehtävä 6

Tarkastellaan integroivaa LTI-järjestelmää (esim. sähkömoottori), jonka toimintaa kuvaa differentiaaliyhtälö:

$$\frac{d}{dt}y(t) = u(t).$$

Järjestelmää säädetään P-säätimellä, jonka toimintaa kuvaa lineaarinen yhtälö

$$u(t) = K\left(x(t) - y(t)\right),$$

missä $K \in \mathbb{R}$ on säätimen parametri ja $x(t)$ on järjestelmän tulosignaali (referenssisignaali, jota järjestelmän halutaan seuraavan).

a) (2p.) Millä parametrin K arvoilla järjestelmä on (asymptoottisesti) stabiili?

b) (4p.) Ratkaise järjestelmän impulssivaste, eli siis ulostulosignaali, kun $x(t) = \delta(t)$. Oletetaan, että $K = 1$.

c) (4p.) Ratkaise järjestelmän askelvaste, eli ulostulosignaali kun $x(t) = \begin{cases} 1, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}$, tapauksessa $K = 1$.

Vihje: Voit aluksi vaikka Fourier-muuntaa annetun differentiaaliyhtälön.