

7503020 Mittausten informaation sisältö ja datan luotettavuus

Tentti 3.5.2005

Heikki Jokinen

1. Entropia ”matemaattisen informaatioteorian työkaluna”. Käsittele aihetta erityisesti yksinkertaisen mittausjärjestelmän toiminnan kannalta. (6 p.)
2. Digitaalinen FIR-suodin; esitä suotimen tyypilliset ominaisuudet ja spesifikaatiovaihtoehdot, yksi suunnittelumenetelmä ja muutamia sovellus-esimerkkejä. (6 p.)
3. Mittaussignaalien esikäsittely; tavoitteet, kohteet ja menetelmät. (6 p.)
4. Akselin pyörimisnopeutta mitataan jänniteviestin tuottavalla takometrillä (taajuus/jännite-muunnin, mittausalue 0...600 Hz, lähtösignaali 1...5 V). Mittausepävarmuuden selvittämiseksi tehdään koe, jonka aikana pyörimisnopeus pidetään vakiona. Jännite mitataan 3-numeroisella digitaalisella yleismittarilla 25 kertaa. Mittausten keskiarvo on $m_x = 3,72$ V ja keskihajonta on $s_x = 0,05$ V. Takometrille ilmoitettu epävarmuus on $\pm 0,3$ % lähtösuureen arvosta ja digitaalisen yleismittarin epävarmuus on ilmoitettu muodossa $\pm(0,6\% \text{ of reading} + 1 \text{ digit})$. Kummankin mittauslaitteen epävarmuudet on ilmoitettu kattavuuskertoimella $k = 2$.
 - a) Määritä mittaustuloksen epävarmuuskomponenttien suuruudet (3 p.)
 - b) Laske pyörimisnopeus ja sen laajennettu epävarmuus, kun kattavuuskerroin $k = 2$. (3 p.)

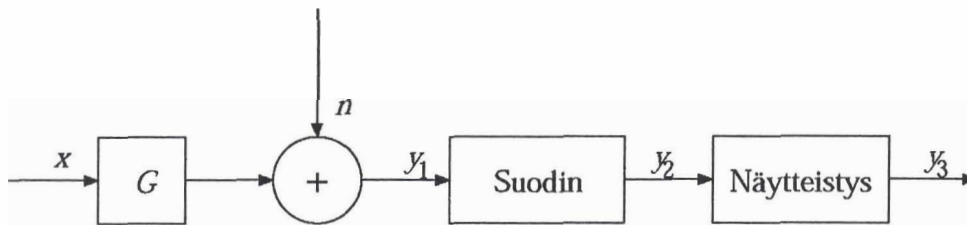


käännä

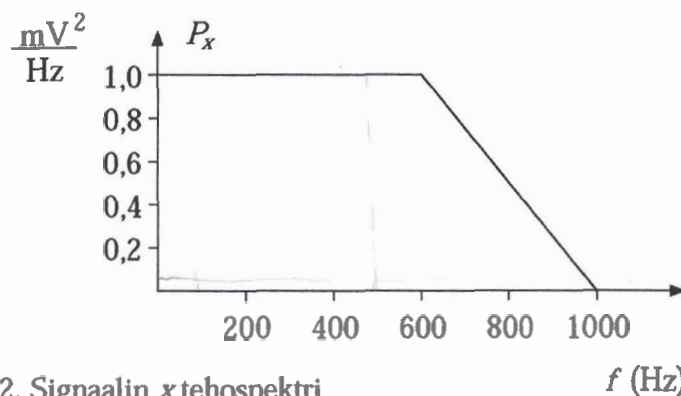
5. Mittausjärjestelmä on esitetty kuvassa 1. Mitattavan signaalin x spektri P_x on kuvan 2 mukainen. Mittauslaitteen kaistanleveys $B_G = 0 \dots 500$ Hz ja vahvistus $G = 50$. Mittaustapahtuman yhteydessä signaaliin kytkeytyy tehojakaumaltaan (spektri) tasainen häiriö n , jonka kaistanleveys $B_n = 0 \dots 100$ kHz ja tehollisarvo $\sigma_n = 0,2$ V. Sekä signaali että kohina ovat Gauss-prosesseja siten, että $\mu_x = \mu_n = 0$ V.

Suunnittele suodin ja näytteistysjärjestelmä siten, että S/N-suhde on mahdollisimman hyvä signaalissa y_3 . Perustelee tekemäsi järjestelmäspesifikaatiovalinnat hyvin. Esitä summasignaalin keskinäisinformaatioarvot kohdissa y_1 ja y_2 . (6 p.)

Vihje: Keskinäisinformaatio $I(x; y) = \frac{1}{2} \log_2 \left(1 + \frac{\sigma_x^2}{\sigma_n^2} \right)$ bit



Kuva 1. Mittausjärjestelmä



Kuva 2. Signaalin x tehospektri