

ELEC-C7230 Tietoliikenteen siirtomenetelmät

Välikoe I, 15.2.2017

1. Analogista signaalia näytteistetään näytteistystaajuudella F_S Hz. Näytteistystasoja on $N = 2^n$.

- Kuinka monta bittiä tarvitaan $T_S = L/F_S$ sekuntia kestävän signaalin kuvaamiseen (L on luonnollinen luku)? (1p)
- Edellisen kohdan bitit halutaan siirtää digitaalisella modulaatiomenetelmällä T_T sekunnissa. Jos tiedonsiirtokanavassa voidaan siirtää R_S symbolia sekunnissa eikä tiedonsiirtovirheitä oteta huomioon, mikä on tarvittavan symbolikonstellaation koko M ? (2p)
- Tiedonsiirto tapahtuu käyttämällä modulaatiota, jossa on M reaaliarvoista amplituditasoa. Kahden vierekkäisen amplituditason erotus on d . Käytetään pelkästään ei-negatiivisia amplitudeja. Oletetaan, että kaikki lähetettävät symbolit ovat yhtä todennäköisiä. Mikä on pienin mahdollinen keskimääräinen symbolienergia? Mikä on vastaava lähetysteho? Vihje: Geometrisen sarjan summa on $\sum_{k=0}^K k^2 = \frac{K(K+1)(2K+1)}{6}$. (3p)

2. Tarkastellaan kahta aaltomuotoa aikavälissä $\mathcal{D} = [-1, 1]$. Toinen signaali on vakio (aikavälille \mathcal{D} ikkunoitu kanttipulssi), toinen kolmioaalto:

$$\begin{aligned}\phi_1(t) &= 1, & -1 \leq t \leq 1 \\ \phi_2(t) &= |t| - 1\end{aligned}$$

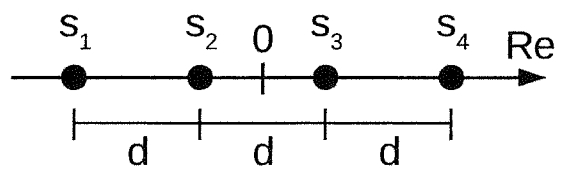
- Laske funktioiden sisätulo $\langle \phi_1, \phi_2 \rangle$.
- Laske funktioiden $\phi_1(t)$ ja $\phi_2(t)$ normien neliöt $\langle \phi_n, \phi_n \rangle$.
- Käytä Gram-Schmidt menetelmää löytääksesi funktion, joka on ortogonaalinen ϕ_1 :lle.

Huom: Funktioita ei tarvitse normalisoida.

Vihje: Kahdesta funktiosta $u(t)$ ja $w(t)$ Gram-Schmidt menetelmällä muodostettu u :lle ortogonaalinen funktio on $v(t) = w(t) - \text{proj}_u(w)(t)$, missä $\text{proj}_u(w)(t) = \frac{\langle u, w \rangle}{\langle u, u \rangle} u(t)$.

3. Erään valoisuutta mittaavan anturin tiedonsiirrossa käytetään kuvan 1 mukaista modulaatiota. Valoisuudessa on vuodenaikojen välillä huomattavia eroja. Mittauksissa on havaittu anturin lähettävän symboleja kesällä todennäköisyyksillä $P(s_1) = P(s_4) = \frac{1}{3}$ ja $P(s_2) = P(s_3) = \frac{1}{6}$ ja talvella todennäköisyyksillä $P(s_1) = P(s_4) = \frac{1}{6}$ ja $P(s_2) = P(s_3) = \frac{1}{3}$. Kohinan keskimääräinen teho on kesällä ja talvella sama.

- Laske signaalikohinasuhteiden ero kesän ja talven välillä. Ilmoita tulos desibeleinä. (3p)
- Jos kohinan teho on $\frac{4}{10} \left(\frac{d}{2}\right)^2$, mikä on signaalikohinasuhde talvella? Ilmoita tulos desibeleinä. (2p)
- Mitä modulaatiota käyttämällä pääset eroon vuodenaikojen vaihtelun aiheuttamasta signaalikohinasuhteen vaihtelusta? Valitse sellainen modulaatio, joka välittää saman määrän bittejä lähetettyä symbolia kohti ja jossa jokaisen symbolin energia on sama. (1p)



Kuva 1. Symbolikonstellaatio tehtävään 3.