

DTEK1039 Tiedonsiirron perusteet (5 op)

Tentti 24.4.2018

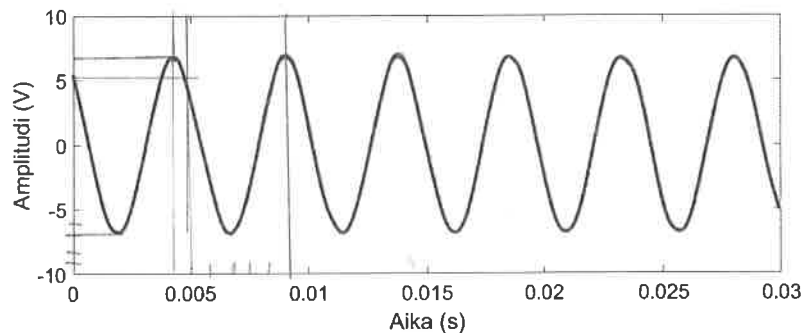
Laskin sallittu, ei kaavakokoelmaa tai taulukkokirjaa.

1 Selosta tai vastaa lyhyesti:

- [1p] Yksikköimpulssifunktio
- [1p] Nyquistin näytteenottotaajuus (*Nyquist sampling frequency*)
- [1p] Aikainvariantti järjestelmä
- [1p] Lineaarinen järjestelmä
- [1p] Multipleksaus
- [1p] Viivevääristymä

2 Tarkastellaan kuvan 1 signaalia.

- [3p] Määritä signaalin amplitudi (V), taajuus (Hz), kulmataajuus (rad), vaihesiirtymä (rad) ja aikasiirtymä (sekunteja). Esitä näiden perusteella signaalille matemaattinen esitys muodossa $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$.
- [1p] Esitä yllä johtamasi signaalin matemaattinen lauseke kahden kompleksisen eksponenttifunktiotermin summana.
- [2p] a-kohdan signaali on perustaaajuinen. Tähän perustaaajuiseen signaaliin summataan kertalukujen 3 ja 5 harmoniset komponentit, joiden amplitudit ovat järjestyksessä $\frac{1}{2}$ ja $\frac{1}{5}$ perustaaajuisten komponentin amplitudista. Piirrä tuloksena saatavan summasignaalin kaksipuolinen spektri.



Kuva 1: Kts. teht. 2.

- [6p] Näytteistys, sen jälkeiset potentiaaliset ongelmat ja niiden välttäminen, ja rekonstruointi teoriassa ja käytännössä.
- Analogista signaalia näytteistetään näytteistystaajuudella 1000 Hz käyttäen 256 näytteistystasoa.
 - [2p] Kuinka monta bittiä tarvitaan 10 sekuntia kestävästä signaalista kuvaamiseen?
 - [2p] Edellä laskettu bittimäärä halutaan siirtää digitaalisen modulaatiomenetelmän avulla yhdessä sekunnissa. Jos tiedonsiirtokanavassa voidaan siirtää modulaatiosymboleja 0.05 ms välein eikä tiedonsiirtovirheitä oteta huomioon, minkä kokoinen signaalikonstellaatio tarvitaan?
 - [2p] Voidaanko modulaatiosymbolit käytännössä valita mielivaltaisen lyhytkestoisiksi? Jos ei, mikä rajoittaa niiden kestoja? Mikä rajoittaa signaalikonstellaation kokoa?
- Tarkastellaan digitaalisten signaalien lähetystä ja vastaanottoa.
 - [2p] Oletetaan, että käytössä on 4-ASK-modulaatio, jonka symbolien amplitudit ovat $-3A/2$, $-A/2$, $A/2$, $3A/2$ ja keskiteho on 1. Laske amplitudikerroin A ja konstellaation minimietäisyys.
 - [2p] Lähetetään edellä annetuista konstellaatiosta poimittu symbolijono $\{-3A/2, -A/2, A/2, 3A/2\}$. Tiedonsiirtokanava vaikuttaa lähetettyihin symboleihin siten, että niiden amplitudit saavat kertoimet $\{0.3, 1.1, 0.4, 1.2\}$ (missä siis kukin arvo vastaa yhden lähetetyn symbolin vaimenemiskerrointa). Kohina vaikuttaa vastaanotettuihin symboleihin kertoimeen A suhteutetuilla arvoilla $\{-0.2A, -0.3A, 0.4A, 1.5A\}$. Laske vastaanottujen symbolien amplitudit ja piirrä ne lukusuoralle.
 - [2p] Päätä, mitkä ovat vastaanotettujen arvojen perusteella todennäköisimmät lähetetyt symbolit. Mikäli et osaa ratkaista kohtaa b), kerro miten tämä päätös tehdään. Kuinka moni tässä esimerkissä lähetetyistä symboleista vastaanotetaan virheellisesti?