

(English questions on the other side.) Ei materiaaleja, peruslaskin ok. Laati J. Talvitie.

1. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin ja perustele vastauksesi:
  - a. Mainitse ainakin kolme syytä, miksi modulaatiota käytetään tietoliikennejärjestelmissä (2p)
  - b. Kerro Fourier-sarjan ja Fourier-muunnoksen eroista. Millaisia käyttörajoituksia kummankin muunnoksen hyödyntämiseen liittyy? Kumman menetelmän valitsisit, jos haluaisit tutkia sinimuotoisen signaalin spektrisisältöä? (2p)
  - c. Miten impulssivaste ja siirtofunktio liittyvät toisiinsa puhuttaessa aikainvarianteista lineaarisista (LTI) järjestelmistä. Mitä voit sanoa järjestelmän amplitudivasteesta (kaksipuolinen spektri huomioiden), jos tiedetään, että impulssivaste on reaaliarvoinen? (2p)
2. Mitä tarkoitetaan yleisesti vääristämättömällä tiedonsiirtokanavalla? Jos lähetetty signaali on  $x(t)$ , miten vastaanotettu signaali  $y(t)$  riippuu tällöin (vääristämättömässä siirtokanavassa) läheteestä  $x(t)$  ja siirtokanavan ominaisuuksista? Mitä muotoa on tämän perusteella vääristämättömän kanavan siirtofunktio, ja edelleen amplitudi- ja vaihevasteet? Entä millaisia eri vääristymiä tiedonsiirtojärjestelmissä tyypillisesti syntyy ja miten ne vaikuttavat siirrettävän signaalin spektriin? (6p)
3. Mitä tarkoittaa käsite satunnaissignaali? Miksi tiedonsiirtojärjestelmien mallinnuksessa on yleisesti usein tarpeen käsitellä tällaisia satunnaissignaaleja? Selitä lyhyesti mitä tässä yhteydessä tarkoitetaan käsitteillä (a) stationäärisuus (tiukasti stationäärinen vs. laajasti stationäärinen), (b) autokorrelaatio, (c) valkoinen kohina, (d) Gaussin kohina. (6p)
4. Kaistanpäästösignaalien yleinen esitysmuoto on
$$x_{BP}(t) = A(t) \cos(\omega_c t + \phi(t)) = x_I(t) \cos(\omega_c t) - x_Q(t) \sin(\omega_c t)$$
Hahmottele tällaisen signaalin aaltomuoto ja periaatteellinen spektri. Mitä em. lausekkeen suureet  $A(t)$ ,  $\phi(t)$  ja  $\omega_c$  (tai  $f_c$ ) fysikaalisesti kuvaavat? Hahmottele myös vastaavan ns. alipäästöekvivalentin signaalin periaatteellinen spektri. Mikä on tämän alipäästöekvivalentin signaalin aikatason lauseke ja miten se rakenteellisesti kuvaa itse kaistanpäästösignaalin olennaista aaltomuotokäyttäytymistä? (6p)
5. (a) Mikä on Hilbert-muunnin ja miten se liittyy SSB modulaatioon? Esitä myös kuinka tällaista Hilbert-muunninta käyttäen voidaan reaalisesta signaalista muodostaa ns. analyttinen signaali eli signaali, jossa on mukana ainoastaan alkuperäisen signaalin positiiviset taajuuskomponentit. Miten tämä liittyy SSB modulaatioon? (3p)  
(b) Vertaile eri lineaarisia modulaatiomenetelmiä (AM, DSB, SSB, VSB(+C), QAM) käytetyn kaistanleveyden ja tehon kulutuksen suhteen (matemaattista analyysiä ei tässä velvoiteta) (3p)