

Laati M.Valkama, ei materiaaleja, ei laskimia.

(English version on the other side of the sheet)

1. 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?

2. Mikä on Hilbert-muunnin ja miten se liittyy SSB modulaatioon? Esitä myös kuinka tällaista Hilbert-muunninta käyttäen voidaan reaalisesta signaalista muodostaa ns. analyyttinen signaali eli signaali, jossa on mukana ainoastaan alkuperäisen signaalin positiiviset taajuuskomponentit. Miten tämä liittyy SSB modulaatioon?

3. (a) 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 periaatteellinen aaltomuotokäyttäytyminen ja spektri. Mitä em. lausekkeen suureet $A(t)$, $\phi(t)$ ja ω_c (tai f_c) fysikaalisesti kuvaavat? Hahmottele myös vastaavan ns. alipäästökvivalentin signaalin periaatteellinen spektri. Mikä on tämän alipäästö-ekvivalentin signaalin aikatason lauseke ja miten se rakenteellisesti kuvaa itse kaistanpäästösignaalin olennaista aaltomuotokäyttäytymistä?

(b) Selitä lyhyesti taajuusmodulaation (FM) periaate. Hahmottele myös FM moduloidun signaalin (i) periaatteellinen aaltomuotokäyttäytyminen ja (ii) periaatteellinen spektri kun moduloivana signaalina on yksittäinen siniaalto (taajuus f_M). Mitä etuja tai toisaalta haittoja FM modulaatiolla yleisesti on verrattuna lineaarisiin modulaatiomenetelmiin?

4. Esitä ideaaliseen näytteenottoon liittyvä aikatason matemaattinen malli. Esitä (siis piirrä) myös saatavan diskreettiaikaisen signaalin spektrin periaatteellinen muoto (esimerkki). Selitä tämän perusteella, millä ehdoilla ei tapahdu laskostumista. Esitä myös ideaalisen rekonstruoinnin idea aika- ja taajuustasossa. Kerro lopuksi lyhyesti kaistanpäästö-signaaleihin liittyvän alinäytteistyksen (bandpass subsampling) idea.

5. (a) Selitä lyhyesti mitä tarkoitetaan käsitteillä (i) informaatio ja (ii) entropia. Anna vaikka jokin esimerkki. Entä mitä tarkoitetaan tässä yhteydessä käsitteellä kanavan kapasiteetti? (Tarkastelu käsitteellisellä tasolla riittää!)

(b) Tarkastellaan digitaalista kanta-aaltomoduloitua PAM/PSK/QAM siirtojärjestelmää, jossa tavoitebittinopeus on 18 Mbits/s ja käytettävissä oleva siirtokaista keskitaajuuden ympärillä on 8 MHz. Suunnittele järjestelmä eli valitse omasta mielestäsi järkevät arvot järjestelmän avainparametreille (symbolinopeus, aakkoston koko, lisäkaistakerroin, tms). Perustele toki. Entä jos kyseessä onkin kantataajuinen PAM siirtojärjestelmä samalla tavoitebittinopeudella (18 Mbits/s) ja samalla fysikaalisella kaistanleveydellä (8 MHz)?

Maks.pisteet: $5 \times 6 = 30p$.