

(English version on the other side of the sheet)

- Mitä tarkoitetaan yleisesti vääristämättömällä siirtokanavalla (anna sekä aika- että taajuustason kriteerit)? Millaisia eri vääristymiä tiedonsiirtojärjestelmissä tyypillisesti syntyy ja miten ne vaikuttavat signaalin spektriin? Jos järjestelmään syötetään kaksi sinisignaalia (taajuudet f_1 ja f_2 , amplitudit A_1 ja A_2 , vaiheet ϕ_1 ja ϕ_2), miten nämä eri vääristymätyypit näkyvät ulostulosignaalin vastaavissa suureissa ja/tai niiden suhteissa?
- Miksi tiedonsiirtojärjestelmien mallinnuksessa on yleisesti usein tarpeen käsitellä **satunnaissignaaleja**? Selitä lyhyesti mitä **tässä yhteydessä** tarkoitetaan käsitteillä (a) stationäärisuus (tiukasti stationäärinen vs. laajasti stationäärinen), (b) korrelaatiofunktio, (c) tehosppektri, (d) valkoinen kohina, (e) todennäköisyysjakauma/-tiheysfunktio.
- (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 spektri. Mitä em. lausekkeen suureet $A(t)$, $\phi(t)$ ja ω_c fysikaalisesti kuvaavat? Hahmottele myös vastaavan ns. alipäästöekvivalentin signaalin periaatteellinen spektri. Mikä on tämän alipäästöekvivalentin signaalin aikataason lauseke?

(b) Selitä lyhyesti miten eri kantoaalto modulaatiot (AM, DSB, SSB, FM) käyttävät ym. kaistanpäästösignaalarakennetta hyväksi, rakentaessaan kantataajuudesta viestisignaalista itse kantoaalto moduloitun signaalin.

- Selitä synkronisen ilmaisun/ilmaisimen periaate. Havainnollista periaatetta oleellisilla spektrikuvilla ilmaisimen eri osissa. Mitä käytännön ongelmia synkroniseen ilmaisuun liittyy? Mitä eri moduloituja signaaleja synkronisella ilmaisimella voidaan yleisesti ilmaista ja miksi?
- (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) Selitä lyhyesti **kantataajuuden digitaalisen** Nyquist pulssinmuokkaukseen perustuvan PAM tiedonsiirron idea. Eli kerro siis miten lähettimeen tulevasta bittijonosta muodostetaan kanavaan lähetettävä aaltomuoto ja mitä oleellisia perussuureita ja suunnittelunäkökulmia tähän liittyy.

(Suomenkieliset kysymykset paperin toisella puolella)

1. Explain and characterize (in both time and frequency domains) distortionless transmission? What kind of distortions are typically encountered in transmission systems, and how do they affect the signal spectrum? Given that a system is excited by two sinusoidals (frequencies f_1 and f_2 , amplitudes A_1 and A_2 , phases ϕ_1 and ϕ_2), how are these different distortion types seen in the corresponding quantities (frequencies, amplitudes, phases) of the output signal?
2. Why one usually needs to consider **random signals** in analyzing and modeling communication systems? **In this context**, explain briefly what is meant by the following terms (a) stationarity (strict-sense vs. wide-sense), (b) correlation function, (c) power spectrum, (d) white noise, (e) probability density / distribution.

3. (a) A general bandpass signal can be expressed mathematically as

$$x_{BP}(t) = A(t)\cos(\omega_c t + \phi(t)) = x_I(t)\cos(\omega_c t) - x_Q(t)\sin(\omega_c t)$$

Sketch an example spectrum of this kind of signal. In the above expression, what do the quantities or functions $A(t)$, $\phi(t)$ and ω_c represent physically? Sketch also the spectrum of the corresponding lowpass equivalent signal. What's the time domain expression for this lowpass equivalent signal?

(b) Explain shortly how different carrier modulation techniques (AM, DSB, SSB, FM) use the above bandpass signal structure in building a carrier-modulated waveform from a baseband message.

4. Describe the basic idea of synchronous detection. Illustrate the principle with signal spectra at different parts of the detector. What are the main practical difficulties in using synchronous detection? What types of modulated signals can be detected in general using the synchronous detection principle?
5. (a) Explain shortly what is meant by (i) information and (ii) entropy. Explain also what is meant in this context by channel capacity. (Here it is sufficient to keep the description at a conceptual level.)
(b) Explain briefly the basic idea of Nyquist pulse-shaping based **baseband digital PAM**