

(Suomenkieliset kysymykset paperin toisella puolella)

0. Have you completed the course Matlab project (and if yes, when) ?
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 analysing 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.
3. 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? Furthermore, write out the expressions for AM, DSB and FM modulated signals (a general modulating signal $x(t)$, carrier frequency f_c) conforming with the above general representation, and based on this, explain how the information can be detected in each of the three cases.

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?
5. (a) Explain briefly the basic idea of Nyquist pulse-shaping based **baseband digital PAM** modulation.
(b) As an example, consider a baseband digital PAM system where the target bit rate is 100 kbits/s and the available system bandwidth is 30 kHz. Design the system, i.e., determine reasonable values for the key parameters (symbol rate, alphabet size, excess bandwidth)

(English version on the other side of the sheet)

0. Oletko tehnyt kurssin harjoitustyön (ja jos olet, niin milloin) ?

1. 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?

2. 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) tehospektri, (d) valkoinen kohina.

3. 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 suuret $A(t)$, $\phi(t)$ ja ω_c fysikaalisesti kuvaavat? Edelleen, perustuen yo. lausekkeeseen, esitä AM, DSB ja FM moduloidut signaalit (yleinen moduloiva signaali $x(t)$, kanta-aaltotaajuus f_c) sopivissa kaistanpäästösignaalien esitysmuodoissa ja perustele tämän nojalla minkälaisia ilmaisimia käyttäisit em. signaalien ilmaisuun.

4. Selitä synkronisen ilmaisun/ilmaisimen periaate. Havainnollista periaatetta oleellisilla spektrikuvilla ilmaisimen eri osissa. Mitä käytännön ongelmia synkroniseen ilmaisuun liittyy?

5. (a) Selitä lyhyesti **kantataajuisten digitaalisen** Nyquist pulssinmuokkaukseen perustuvan PAM tiedonsiirron idea.

(b) Tarkastellaan sitten esimerkkinä tällaista digitaalista kantataajuista PAM tiedonsiirtojärjestelmää, jossa tavoitebittinopeus on 100 kbits/s ja käytettävissä oleva siirtokaista on 30 kHz. Suunnittele järjestelmä eli valitse omasta mielestäsi järkevät arvot järjestelmän avainparametreille (symbolinopeus, aakkoston koko, lisäkaistakerroin). Perustele.