

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 the system is excited by the sum of two sinusoids (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. What is meant by the concept of random signal? Why one usually needs to consider such random signals in analyzing and modeling communication systems? In this context, explain briefly what is meant by the following terms or concepts: (i) stationary (strict sense vs. wide sense), (ii) autocorrelation, (iii) power spectrum, (iv) white noise, (v) probability density / distribution.
3. Fig. 1 shows the power spectrum of a bandpass signal. The signal is known to be an undistorted communication signal. Let us assume that the used modulation is (i) AM, (ii) DSB, (iii) LSSB, (iv) USSB, (v) wideband FM modulated by a sinusoidal message, (vi) upper VSB. **For each** of these modulations:
 - Redraw the same bandpass spectrum and mark the carrier frequency on the frequency axis (if there are multiple correct choices, just choose one of them). Also draw the power spectrum of the ideal detected signal (consistent with the chosen carrier frequency).
 - **OR**, if the given bandpass spectrum cannot result from the modulation in question, briefly explain why.

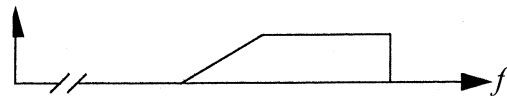


Fig. 1: The power spectrum of a bandpass signal.

4. Describe the basic idea of synchronous detection/detector. Illustrate the principle by sketching the spectra of the involved signals. What kind of practical problems do we encounter in using synchronous detection? What types of modulated signals can be detected using the synchronous detection principle? Why?
5. (a) In the context of information theory, briefly explain the concepts of (i) information, (ii) entropy, (iii) channel capacity. (It is sufficient to keep the description at a conceptual level; e.g., use an example.)

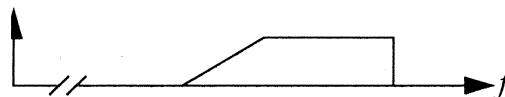
(b) Let us consider a carrier-modulated digital PAM/PSK/QAM system where the target bit rate is 12 Mbits/s and the available transmission bandwidth around the center frequency is 5 MHz. Design the system at waveform level, i.e., determine reasonable values for the key parameters (symbol rate, alphabet size, excess bandwidth factor, etc.). Explain the thinking behind your design. How about the corresponding design in the case of a baseband PAM system with the same target bit rate of 12 Mbits/s and the same physical transmission bandwidth of 5 MHz?

English questions on the other side of the sheet

Oma laskin sallittu
Laatinut Vesa Lehtinen

- 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 kahden sinisignaalin summa (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?
- Mitä tarkoittaa käsite satunnaissignaali? Miksi tiedonsiirtojärjestelmien mallinnuksessa on usein tarpeen käsitellä tällaisia satunnaissignaaleja? Selitä lyhyesti, mitä tässä yhteydessä tarkoitetaan käsitteillä (i) stationäärisyys (tiukasti stationäärinen vs. laajasti stationäärinen), (ii) autokorrelaatio, (iii) tehospektri, (iv) valkoinen kohina, (v) todennäköisyysjakauma/-tiheysfunktio.
- Kuvan 1 käyrä esittää erään kaistanpäästösignaalin tehospektriä. Signaalin tiedetään olevan vääristymätön moduloitu tietoliikennesignaali. Oletetaan, että käytetty modulaatio on (i) AM, (ii) DSB, (iii) LSSB, (iv) USSB, (v) laajakaistainen FM lisäehdolla, että moduloiva viestisignaali on sinimuotoinen, (vi) ylempi VSB. Kaikille näille modulaatioille:
 - Piirrä sama kaistanpäästöspektri ja merkitse taajuusakselille kantoaaltotaajuus (jos oikeita vaihtoehtoja on useita, valitse niistä yksi). Piirrä myös ideaalisen ilmaistun signaalin tehospektri (valitsemasi kantoaaltotaajuuden mukaisesti).
 - TAI**, jos kaistanpäästösignaali ei voi olla peräisin oletetusta modulaatiosta, perustele lyhyesti, miksi näin on.

Kuva 1: Kaistanpäästösignaalin tehospektri.



- Selitä synkronisen ilmaisun/ilmaisimen periaate. Havainnollista piirtämällä ilmaisimen signaalien spektrit. Mitä käytännön ongelmia synkroniseen ilmaisuun liittyy ja miksi? Mitä eri moduloituja signaaleja synkronisella ilmaisimella voidaan ilmaista ja miksi?
- (a) Selitä lyhyesti, mitä informaatioteoriassa tarkoitetaan käsitteillä (i) informaatio, (ii) entropia, (iii) kanavan kapasiteetti? (Tarkastelu käsitteellisellä tasolla riittää, anna vaikkapa esimerkki.)
(b) Tarkastellaan digitaalista kantoaaltomoduloitua PAM/PSK/QAM-siirtojärjestelmää, jossa tavoitebittinopeus on 12 Mb/s ja käytettävissä oleva siirtokaista keskitaajuuden ympärillä on 5 MHz. Suunnittele järjestelmä eli valitse omasta mielestäsi järkevät arvot järjestelmän avainparametreille (symbolitaajuus, aakkoston koko, lisäkaistakerroin tms.). Perustele. Entä jos kyseessä onkin kantataajuinen PAM-siirtojärjestelmä samalla tavoitebittinopeudella 12 Mb/s ja samalla kanavan fyysikaalisella kaistanleveydellä 5MHz?

Maximum points 5 x 6 = 30