

TLT-6100 Basic Course on Wireless Communications
First midterm exam 8.12.2010 / M. Allén

You can use Department's calculator or your own calculator. A set of formulas and a feedback form is attached to the exam paper. You can answer in English or Finnish.

Please answer to five questions out of six. (Problem 6 is not graded, if you answer all problems!)

1. Explain briefly the following terms related to wireless communications:
 - a) Isotropic radiator
 - b) Directional antenna
 - c) Antenna gain
 - d) Multipath propagation
 - e) Shadowing
 - f) Fast fading

2. a) Let's assume that the transmitted power of an isotropic radiator is 5 kW, the operating frequency is $f = 2.4$ GHz, and the link distance is 10 km. Isotropic antenna is used in the receiver. What is the propagation loss in dB unit when assuming (i) free-space loss model and (ii) simplified path loss model with propagation exponent of 4.
b) Why path loss models in (i) and (ii) gives different results? Discuss how realistic these models are. What kind of path loss models could give more accurate results?

3. a) Let's assume a mobile phone system, which has a working speech connection, if the received power level of the mobile phone is at least -103 dBm. What is the maximum acceptable propagation loss when the transmission power of the base station is 40 W, base station feeder losses are 7 dB and base station antenna gain is 3 dBi? Assume that the feeder losses at the mobile phone are 3 dB and the antenna gain of the mobile is 0 dBi.
b) Explain the meanings of channel *coherence time* and channel *coherence bandwidth*. How are these related to terms *Doppler spread* and *delay spread*? How are these aforementioned terms related to the time selectivity and frequency selectivity of the channel?

4. a) Sketch the spectrum of three adjacent subcarriers of an OFDM signal. With the help of your figure, explain why the subcarriers do not interfere with each other.
b) What is meant by inter-symbol interference (ISI)? What ISI causes for the OFDM signal in section a)? Explain briefly two different kinds of methods to cope with / reduce ISI (the methods do not have to be OFDM specific).

5. Choose *three* of the following multiple access techniques: (i) SDMA, (ii) TDMA, (iii) FDMA and (iv) CDMA. Describe the basic principles of the *three* methods you chose, and compare them with each other (advantages and disadvantages).

6. a) The Basic Access mechanism of IEEE 802.11 MAC is based on the CSMA/CA principle. What is the basic contention method for channel access like? How are the possible collisions of data packets in the channel detected? If a collision is detected, what are the next steps in the MAC protocol?
b) Explain the operation of the RTS/CTS MAC mechanism in IEEE 802.11. How is the hidden node problem alleviated with this mechanism?

TLT-6100 Langattoman tietoliikenteen perusteet
Ensimmäinen välikoe 8.12.2010 / M. Allén

Mukana saa olla tiedekunnan laskin tai oma laskin. Koepaperin liitteenä on kaavakokoelma ja palautekysely. Voit vastata suomeksi tai englanniksi.

Vastaa viiteen kysymykseen seuraavista kuudesta. (Tehtävää 6 ei arvostella, jos vastaat kaikkiin!)

1. Selitä lyhyesti seuraavat langattomaan tietoliikenteeseen liittyvät termit:
 - a) Isotrooppinen säteilijä
 - b) Suunta-antenni
 - c) Antennivahvistus
 - d) Monitie-eteneminen
 - e) Hidas häipyminen
 - f) Nopea häipyminen

2. a) Oletetaan, että isotrooppisen säteilijän lähetysteho on 5 kW, toimintataajuus on $f = 2.4$ GHz, ja linkin pituus on 10 km. Vastaanottimessa on isotrooppinen antenni. Mikä on etenemisvaimennus dB-yksikössä olettaen (i) vapaan tilan vaimennusmallin ja (ii) yksinkertaistetun vaimennusmallin, jonka etenemisvaimennuksen eksponentti on 4?
b) Miksi kohdissa (i) ja (ii) käytetyt vaimennusmallit antavat eri tuloksen? Pohdi mallien realistisuutta. Minkälaiset vaimennusmallit voisivat antaa tarkempia tuloksia?

3. a) Oletetaan matkapuhelinjärjestelmä, jossa puheyhteys toimii, mikäli matkapuhelimen vastaanottama tehotaso on vähintään -103 dBm. Mikä on suurin hyväksyttävä etenemisvaimennus, kun tukiaseman lähetysteho on 40 W, tukiaseman kaapelihäviöt ovat 7 dB ja tukiaseman antennivahvistus on 3 dBi? Oleta matkapuhelimen kaapelihäviöiksi 3 dB ja antennivahvistukseksi 0 dBi.
b) Selitä, mitä tarkoitetaan kanavan *koherenssiajalla* ja *koherenssikaistanleveydellä*. Miten nämä liittyvät termeihin *Doppler-häjä* ja *viivehäjä*? Miten kanavan aikaselektiivisyys ja taajuusselektiivisyys liittyvät edellä mainittuihin suureisiin?

4. a) Hahmottele spektri kolmelle vierekkäiselle alikantoaallolle OFDM-signaalissa. Selitä piirtämäsi kuvan avulla, miksi alikantoaallot eivät häiritse toisiaan.
b) Mitä tarkoitetaan symbolien välisellä keskinäisvaikutuksella (ISI)? Mitä ISI aiheuttaa a)-kohdan OFDM-signaalille? Selitä lyhyesti kaksi erilaista menetelmää ISI:n hallitsemiseen/vähentämiseen (menetelmien ei tarvitse olla OFDM-spesifisiä).

5. Valitse seuraavista monikäyttömenetelmistä *kolme*: (i) SDMA, (ii) TDMA, (iii) FDMA ja (iv) CDMA. Kuvaile valitsemiesi *kolmen* menetelmän peruseriaatteet, ja lisäksi vertaile menetelmiä keskenään (hyviä ja huonoja puolia).

6. a) IEEE 802.11 MAC -määrittelyiden mukainen Basic Access -mekanismi perustuu CSMA/CA-periaatteeseen. Millainen on tässä käytettävä kilpavarausmenetelmä? Kuinka havaitaan mahdolliset kanavassa tapahtuvat datapakettien törmäykset? Miten MAC-protokolla toimii mahdollisen törmäyksen jälkeen?
b) Selitä, miten IEEE 802.11 MAC -määrittelyiden RTS/CTS-mekanismi toimii. Miten tämä auttaa ratkaisemaan piiloasemaongelman?