

ELT-41200 Langattoman tietoliikenteen perusteet
Ensimmäinen välikoe 4.12.2013 / Markus 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) Antennivahvistus
 - c) Hidas häipyminen
 - d) Nopea häipyminen
 - e) Modulaatio
 - f) Vastaanottimen herkkyys

2. a) Oletetaan, että isotrooppisen säteilijän lähetysteho on 40 W, toimintataajuus on $f = 2.1$ GHz, ja linkin pituus on 2 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. Kuinka monta wattia pitää olla tukiaseman lähetysteho, jotta puheyhteys toimii? Tukiaseman kaapelihäviöt ovat 6 dB, tukiaseman antennivahvistus on 4 dBi ja etenemisvaimennus radiotiellä on 145 dB. Oleta matkapuhelimen kaapelihäviöiksi 2 dB ja antennivahvistukseksi 0 dBi.
b) GSM-järjestelmässä käytetään taajuustason dupleksointia (FDD). Mitä tämä tarkoittaa? Mitä muita dupleksointiperiaatteita on yleisessä käytössä langattomassa tietoliikenteessä?

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) Kuvaile MAC-protokolla Alohan toimintaperiaate. Kommentoi Alohan suorituskykyä (esim. tarjottu kuorma vs. läpäisy) ja perustele lyhyesti, mistä se johtuu. Kuinka voidaan havaita mahdolliset kanavassa tapahtuvat datapakettien törmäykset? Alohasta on myös olemassa kehittyneempi versio. Mitä siinä tehdään toisin, jotta suorituskyky on alkuperäistä Alohaa parempi?
b) Selitä käsitteet *piiloasemaongelma* ja *altistuneen aseman ongelma*.

ELT-41200 Basic Course on Wireless Communications
First midterm exam 4.12.2013 / Markus Allén

You can use Faculty'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) Antenna gain
 - c) Shadowing
 - d) Fast fading
 - e) Modulation
 - f) Receiver sensitivity

2. a) Let's assume that the transmitted power of an isotropic radiator is 40 W, the operating frequency is $f = 2.1$ GHz, and the link distance is 2 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. How many **watts** should be the transmission power of the base station in order to have a working speech connection? Base station feeder losses are 6 dB, base station antenna gain is 4 dBi and the propagation loss on the radio path is 145 dB. Assume that the feeder losses at the mobile phone are 2 dB and the antenna gain of the mobile is 0 dBi.
b) GSM uses the frequency-division duplexing (FDD). What does this mean? What other duplexing techniques are commonly used in wireless communications?

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) Describe the basic principle of Aloha MAC protocol. Comment on the performance of Aloha (e.g. offered load vs. throughput) and shortly give a reason for that. How are the possible collisions of data packets in the channel detected? There is also an enhanced version of Aloha. What is done differently in it in order to have better performance than in the original Aloha?
b) Explain the concepts of *hidden node* and *exposed node problems*.