

S-72.610 Mobile Communication Systems and Services (2 credits)

Exam 19.12.2001

1. **Give short answers to the subtasks (a - j), use figures when appropriate**
 - a) Radio resource management (RRM) is aimed to maximize cellular network capacity. List at least four methods used for this purpose.
 - b) Describe the three fundamental terms used in radio path loss modeling.
 - c) List three combining methods used in e.g. space diversity.
 - d) With which mobile communication systems do you combine the modulation methods GMSK, $\pi/4$ -shifted DQPSK, and 8PSK?
 - e) What is HLR and BSC in GSM?
 - f) How long in bits is a GSM random access burst, and how many bits does it contain?
 - g) What does the abbreviations TMO and DMO stand for in TETRA?
 - h) List at least two problems that might occur when multislot transmission is used in TDMA-based cellular systems.
 - i) Which types of power control are applied in UTRA FDD up-link?
 - j) What kind of mobile communication system is ERMES?

Select and answer four tasks of the six following tasks.

(no more than four tasks)

2. A cell is originally planned for 80 % outdoor coverage at the cell border in a propagation environment with log-normal slow fading with the standard deviation 8 dB. What would be the coverage percentage for indoor users at the same cell border, if the log-normal wall penetration loss has an average of 15 dB and a standard deviation of 12 dB? Outdoor slow fading and wall penetration loss are statistically independent and all equipment parameters are equal for outdoor and indoor usage. The slow fade margin is $SFM = \sigma_{SF} \cdot \text{INVQ}(1 - P_{coverage})$. Estimate the needed values from the attached figure
.
3. The modulation used in a mobile communication system is DPSK, for which the bit error probability as function of the signal to noise ratio $\gamma = P_{rx}/N_oR_s$ with an ideal receiver in the AWGN-channel is $P_b(\gamma) = 0.5 \exp(-\gamma)$.

- a) Derive the average bit error probability expression in a slowly and flat fading Rayleigh-channel, where the probability density function of the signal to noise ratio is $p(\gamma) = \exp(-\gamma/\gamma_m)/\gamma_m \cdot u(\gamma)$, where γ_m is the average signal to noise ratio and $u(\cdot)$ is the unit step function.
 - b) Derive the average bit error probability expression in a slowly and flat fading Rayleigh-channel, when selection combining of two i.i.d. diversity branches is used. where the probability density function of the signal to noise ratio is $p(\gamma) = 2 \exp(-\gamma/\gamma_m)/\gamma_m \cdot u(\gamma) - 2 \exp(-2\gamma/\gamma_m)/\gamma_m \cdot u(\gamma)$.
 - c) Calculate the diversity gain (dB) at bit error probability 10^{-2} with.
4. In WCDMA the chip rate is 3.84 Mchip/s
 - a) How many users in a cell can theoretically be simultaneously served in the up-link direction of a single cell system, when the user bit rate after channel coding is 15 kbit/s and the Eb/Io requirement for proper reception is 5 dB.
 - b) Repeat the calculation for a multicell system, when the other to own cell interference ratio is 0.6.
 5. Which processing stages does the voice signal pass in the GSM-system before it is transmitted over the radio link, and what is the bit rate after each stage?
 6. Name the four QoS classes in UMTS, mention some fundamental characteristic of each class, and give an example of application in each class.
 7. Give the following parameters of the cordless telephone system DECT:
 - a. Frequency band,
 - b. Number of carriers and time-slots,
 - c. Peak output power,
 - d. Carrier modulation method,
 - e. Speech codec type and output rate.

S-72.610 Matkaviestinjärjestelmät ja –palvelut (2 ov)

Tentti 19.12.2001

1. Vastaa lyhyesti seuraaviin kysymyksiin (a - j), käytä tarvittaessa kuvaa
 - a) Radioresurssien hallintaa käytetään solukkonverkon kapasiteetin maksimoimiseksi. Luettele ainakin neljä keinoa, joita käytetään tähän tarkoitukseen.
 - b) Selosta ne kolme perustermiä, joita käytetään radiotien vaimennuksen mallinnuksessa.
 - c) Luettele kolme yhdistelytapaa, joita käytetään esim. paikkadiversityssä.
 - d) Mihin matkaviestinjärjestelmiin yhdistät modulaatiomenetelmät GMSK, $\pi/4$ -siirretty DQPSK ja 8PSK?
 - e) Mitä ovat HLR ja BSC GSM:ssä?
 - f) Miten pitkä biteissä mitattuna on GSM:n hajasaantipurske, ja montako bittiä se sisältää?
 - g) Mitä tarkoittavat lyhenteet TMO ja DMO TETRA:n yhteydessä?
 - h) Mainitse ainakin kaksi ongelmaa, jotka saattavat esiintyä useamman aikavälin siirrossa TDMA-pohjaisissa solukkojärjestelmissä.
 - i) Minkälaisia tehonsäätötapoja sovelletaan UTRA FDD:n ylälinkissä?
 - j) Minkälainen matkaviestinjärjestelmä on ERMES?

Vastaa oman valintasi mukaan neljään seuraavista kuudesta tehtävistä. (vain neljä tehtävää)

2. Solu on alunperin suunniteltu siten, että sen reunalla ulkotilan peittotodennäköisyys on 80 %, kun etenemisympäristössä esiintyy log-normaalista, hidasta häipymistä, jonka hajonta on 8 dB. Kuinka suuri on peittotodennäköisyys saman solun reunalla oleville sisätilakäyttäjille, jos ulkoseinän log-normaalinen läpäisyvaimennus on 15 dB ja sen hajonta 12 dB? Ulkotilan hidas häipyminen ja ulkoseinän vaimennus ovat tilastollisesti riippumattomia, ja kaikki laiteparametrit ovat samat ulkotila- ja sisätilakäytössä.

Hitaan häipymisen vara on $SFM = \sigma_{SF} \cdot \text{INVQ}(1 - P_{\text{coverage}})$. Arvioi tarvittavat arvot mukaan liitetyn diagrammin avulla.

3. Matkaviestinjärjestelmässä käytetään DPSK-modulaatiota, jonka bittivirhetodennäköisyys signaalikohinasuhteen $\gamma = P_{rx}/N_oR_s$ funktiona on ideaalisessa vastaanottimessa AWGN-kanavassa $P_b(\gamma) = 0.5 \exp(-\gamma)$.
 - a) Johda keskimääräinen virhetodennäköisyys hitaasti ja tasaisesti häipyvässä Rayleigh-kanavassa, jonka signaalikohinasuhteen tiheysfunktio on $p(\gamma) = \exp(-\gamma/\gamma_m)/\gamma_m \cdot u(\gamma)$, jossa γ_m on keskimääräinen signaalikohinasuhde ja $u(\cdot)$ on yksikköaskelfunktio.
 - b) Johda keskimääräinen virhetodennäköisyys hitaasti ja tasaisesti häipyvässä Rayleigh-kanavassa, kun käytetään kahta riippumatonta ja identtisesti jakautunutta diversityhaaraa valintayhdistelyllä. Tällöin signaalikohinasuhteen tiheysfunktio on

$$p(\gamma) = 2 \exp(-\gamma/\gamma_m)/\gamma_m \cdot u(\gamma) - 2 \exp(-2\gamma/\gamma_m)/\gamma_m \cdot u(\gamma)$$
 - c) Laske diversityvahvistus (dB) bittivirhetodennäköisyydellä 10^{-2} ,

4. WCDMA:ssa chip-nopeus on 3,84 Mchip/s
 - a) Montako käyttäjää voidaan teoriassa palvella yhdessä solussa yhtäaikaan ylä-linkin suunnassa yksisolujärjestelmässä, kun kanavakoodattu käyttäjän datanopeus on 15 kbit/s ja E_b/I_o -vaatimus riittävän suorituskyvyn saavuttamiseksi on 5 dB.
 - b) Toista lasku monisolujärjestelmässä, jossa muu solu oma solu interferenssisuhde on 0,6.

5. Minkä prosessointivaiheet läpäisee puhesignaali GSM-järjestelmässä, ennenkuin se lähetetään radiolinkin läpi, ja mikä on bittinopeus kunkin vaiheen jälkeen?

6. Luettele UMTS:n neljä laatuluokkaa, mainitse kunkin luokan jokin perusominaisuus, ja anna yksi esimerkki kunkin luokan sovelluksesta.

7. Anna seuraavat johdottoman puhelinjärjestelmän DECTin parametrit:
 - a. Taajuuskaista,
 - b. Kantoaaltojen ja aikavälien lukumäärä,
 - c. Huippulähtöteho,
 - d. Kantoaaltomodulaatiomenetelmä,
 - e. Puhekoodekin tyyppi ja lähtönopeus.

