

S-72.3220 RADIOTIETOLIIKENNEJÄRJESTELMÄT

Tentti 6.3.2007

Osa A. Ilman lähteitä suoritettavat tehtävät (2)

Tentti koostuu kahdesta osasta. Kun olet suorittanut osan A, jätä vastaukset tentin valvojalle, jolloin saat 3 tehtävää käsittävän B-osan tehtäväpaperin. Nämä tehtävät saat suorittaa vapaavalintaisen lähteiden kanssa. Ajankäytöstä pääät itse 3 h kokonaisajan puitteissa. Poistua saat kuitenkin vasta tunnin kuluttua tentin alkamisesta.

1. Vastaa lyhyesti muutamalla lauseella seuraaviin osatehtäviin. Käytä tarvittaessa kuvia:
 - a) Kuka demonstroi ensimmäisenä radioaaltojen olemassaolon?
 - b) Mitkä taajuudet muodostavat VHF-kaistan?
 - c) Mikä yhteys vallitsee kohinakertoimen ja ekvivalenttisen kohinalämpötilan välillä radiovastaanottimessa?
 - d) Mitkä ovat epälineaarisen lähetintehovahvistimen kaksi päävaikutusta lineaarisesti moduloidun signaalin radiosirrossa?
 - e) Mitä tarkoittaa luiskahdus (yksi digitaalisiirron suorituskykytekijä)?
 - f) Miksi radiolinkin käytettävyys on tärkeämpi yli 17 GHz taajuuksilla kuin alemilla taajuuksilla?
 - g) Millä ehdolla on radiokanava minimivaiheinen kaksitie-etenemisessä?
 - h) Mitkä lisätermit on otettava radiolinkkibudjettiin NLOS radiolinkisuunnittelussa verrattuna LOS radiolinkisuunnitteloon?
 - i) Miten otetaan huomioon yleisradiolähettimen muu teho kuin 1 kW ITU-R Rec. P1546 kentänvoimakkuusdiagrammeja käytettäessä?
 - j) Miten vaikuttaa standardi-ilmakehän taittuminen satelliittilinkkiin?
2. Mitkä kriteerit muodostavat luentoaineiston perusteella perustan radiotietoliikennejärjestelmien suunnittelulle, ja mitä parametreja käytetään kriteerien mittasuureina?

S-72.3220 RADIO COMMUNICATION SYSTEMS

Examination 6.3.2007

Part A. Two tasks to be done without literature

The exam consists of two parts. When you have done the tasks in Part A (*closed books*) you give the answers to the exam supervisor, and then you will get Part B (*open books*) including 4 problems (the 3 best performed are considered for the exam grade). You decide yourself the time you spend on each part, but the total exam duration is 3 h. You can leave the exam room at earliest 1 hour after the start of the exam.

1. Answer the following questions with one or a few sentences. Use figures when needed.
 - a) Who was the first to demonstrate the existence of radio waves?
 - b) Which frequencies comprise the VHF-band?
 - c) What is the connection between the noise factor and the equivalent noise temperature in a radio receiver?
 - d) Which are the two main impacts of a non-linear transmitter power amplifier on a radio transmission of a linearly modulated signal?
 - e) What is a slip (one of the digital transmission performance items)?
 - f) Why is radio link availability more important above 17 GHz than at lower frequencies?
 - g) Under which condition is the radio channel minimum-phase during two-path propagation?
 - h) Which additional terms should be included in the radio link budget in NLOS radio link planning compared to LOS radio link planning?
 - i) How should a transmitter power other than 1 kW be taken into account when using the ITU-R Rec. P1546 field strength diagrams?
 - j) How does the standard atmospheric refraction affect on a satellite link?
2. Which criteria could according to the lecture material form the basis for radio communication system planning and which parameter are used as measures for the criteria?

S-72.3220 RADIOTIETOLIIKENNEJÄRJESTELMÄT

Tentti 6.3.2007

Osa B. Lähteiden kanssa suoritettavat tehtävät (4, joista 3 parhaiten suoritettua otetaan huomioon tenttiarvosanassa)

3. Radiovastaanottimen kohinaluku on 6 dB, ja se sisältää modeemin, joka tarvitsee 12 dB signaalikohinasuhteen riittävän suorituskyvyn takaamiseksi 10 kHz kaistanleveydellä. Määrävä vastaanottimen ekvivalenttinen kohinalämpötila ja herkkyyys (dBm).
$$(kT_o = 4 \cdot 10^{-21} \text{ W/Hz})$$
4.
 - a) Geostationäärisen satelliitin etäisyys Maan keskipisteestä on 42176 km, ja Maan säde on 6370 km. Satelliitin antenninkeilan tulee peittää satelliitista näkyvän osan Maasta. Laske estimaatti tarvittavalle antennivahvistukselle (dB) olettaen ideaalisen kartiokeilan, jonka vahvistus on $-20\log(\sin(\phi/4))$ dB, jossa ϕ on antenninkeilan kulma.
 - b) Kuinka suuri tulee Maa-aseman antennivahvistuksen (dB) olla, jotta antenniportissa mitattu signaalikohinasuhde olisi 20 dB pahimmassa paikassa, kun vastaanotinjärjestelmän lämpötila antenniportissa on 100 K ja RF-signaalien kaistanleveys on 10 MHz? Ilmakehähäviötä ei oteta huomioon käytettyllä 1,5 GHz taajudella. Satelliittilähettimen lähtöteho on 500 W, ja antennisyöttöjen häviöt satelliitissa ja Maasakiemassa ovat 1 dB ja 2 dB. $(kT_o = 4 \cdot 10^{-21} \text{ W/Hz})$
5. Kiinteällä kapeakaistaisella radiolinkillä on seuraavat parametriarvot: $f_c = 6,8 \text{ GHz}$, $h_{rx} = h_{tx} = 200 \text{ m}$, ilmastotekijä $K = 0,0005$, $p_w = 0,01 \%$.
 - a) Määrävä yhden hypyn yhteyden maksimipituus, kun lähetystehoa nostetaan kompensoimaan pitemmän etäisyyden (FFM on vakio = 40 dB).
 - b) Määrävä yhden hypyn yhteyden maksimipituus, kun lähetysteho on vakio ($FFM(d) = FFM(d_0) + 20\log(d_0/d)$), ja $FFM(d_0) = 40 \text{ dB}$ etäisyydellä $d_0 = 40 \text{ km}$).
6. 100 MHz FM-yleisradioverkko on suunniteltu 60 km peitolle olettaen, että 54 dBmV/m kentänvoimakkuus takaa hyvän vastaanoton maaseudulla, kun vastaanottoantennin korkeus on juuri maastopeitteenvälinen rajalla (10 m). Lähetsantennin korkeus on 300 m, lähetysteho 100 kW EIRP. Kuinka suuri on peittotodennäköisyys maksimietäisyydellä?

S-72.3220 RADIO COMMUNICATION SYSTEMS

Examination 6.3.2007

Part B. 4 tasks to be done with arbitrary literature. The three best performed are considered for the exam grade.

3. A radio receiver has a noise figure of 6 dB and includes a modem that requires a 12 dB signal to noise ratio for proper performance in a 10 kHz bandwidth. Determine the equivalent noise temperature and the sensitivity in dBm of the receiver. $(kT_o = 4 \cdot 10^{-21} \text{ W/Hz})$
4.
 - a) The distance of a geostationary satellite from the Earth's center is 42176 km and the radius of the Earth is 6370 km. The satellite antenna beam should cover the visible part of the Earth. Give an estimate of the antenna gain in dB assuming the antenna beam to be an ideal cone which would have the gain $-20\log(\sin(\phi/4))$ dB, where ϕ is the plane beam angle.
 - b) How large should the Earth station antenna gain be (dB) to give a 20 dB signal to noise ratio at the antenna terminal at the worst location, when the receiver system noise temperature in that point is 100 K and the RF signal bandwidth is 10 MHz? Atmospheric loss can be neglected on the used 1.5 GHz frequency. The satellite transmitter output power is 500 W. The feeder losses are 1 dB and 2 dB in the satellite and Earth station respectively
5. A fixed narrow band radio link has the following parameter values: $f_c = 6.8 \text{ GHz}$, $h_{rx} = h_{tx} = 200 \text{ m}$, climatic factor $K = 0.0005$, $p_w = 0.01 \%$.
 - a) Determine the maximum hop length, when transmit power is increased to compensate the longer distance (FFM is constant = 40 dB).
 - b) Determine the maximum single hop length, when transmit power is constant $(FFM(d) = FFM(d_0) + 20\log(d_0/d))$ where $FFM(d_0) = 40 \text{ dB}$ at the distance $d_0 = 40 \text{ km}$.
6. A FM audio broadcast network at 100 MHz is planned with 60 km coverage range with 300 m transmitter antenna height and 100 kW EIRP under the assumption that a 54 dBmV/m field strength guarantees good reception quality with the rural receiver antennas at the terrain cover height (10 m). How large is the coverage probability at the maximum range?