

S-72.232 RADIOTIETOLIIKENNEJÄRJESTELMÄT

Tentti 12.5.2005

Osa A. Ilman lähteitä suoritettavat tehtävät (2)

Tentti koostuu kahdesta osasta. Kun olet suorittanut osan A, jätä vastaukset tentin valvojalle, jolloin saat 3 tehtävää käsitteän B-osan tehtäväpaperin. Nämä tehtävät saat suorittaa vapaavalintaisten 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) Mitkä taajuudet muodostavat HF-kaistan?
 - b) Voidaanko geostationäärisillä satelliiteilla aikaansaada koko maapallo peittävä tietoliikennejärjestelmä? Perustele vastauksesi.
 - c) Mainitse ainakin kaksi etenemismekanismia, jotka mahdollistavat horisontin takaiset radioyhteydet yli 30 MHz taajuuksilla.
 - d) Piirrä spektrikuva, joka määrittelee kohokosinisuodatuksen kaistan leveysparametrin arvolla $\alpha = 0,5$.
 - e) Esitä kvadratuurimodulaattorin periaattellinen lohkokaavio.
 - f) Miten määritetään diversityvahvistus digitaalisessa radiossa.
 - g) Troposfääriyhteyksillä monitie-eteneminen tapahtuu yleensä pystytasossa. Miten kannattaa sijoittaa antennit paikkadiversitykäytössä?
 - h) Mainitse ainakin kaksi luonnosta tulevaa radiohäiriötä.
 - i) Mainitse ainakin kaksi mittaussuuretta, joita käytetään kuvaamaan radiojärjestelmän suorituskykyä digitaalisten virheiden osalta.
 - j) Mitkä muuttujat määritävät vapaan tilan vaimennuksen radioyhteydellä?
2. Näihin osatehtäviin halutaan hieman perusteellisemmat vastaukset kuin edelliseen tehtävään.
 - a) Aikavariantin deterministisen kanavan neljä yleisintä järjestelmäfunktiota merkitään: $h(\lambda, t)$, $H(f, t)$, $D(f, v)$, $S(\lambda, v)$. Mitkä ovat järjestelmäfunktioiden väliset funktioalaiset yhteydet?
 - b) Kerro lyhyesti, mitä ZF- ja MMSE-periaate tarkoittavat mukautuvissa korjaimissa.

S-72.232 RADIO COMMUNICATION SYSTEMS

Examination 12.5.2005

Part A. Two tasks to be done without literature

The examination consists of two parts. When you have done the tasks in Part A (closed books) you should give the answers to the examination supervisor, and then you will get Part B including 3 problems which may be done with open books. You can decide yourself the time you spend with each part but the total examination duration is 3 h. You can leave the examination room 1 hour after the start of the examination.

1. Answer the following questions with one or a few sentences. Use figures when needed.
 - a) Which frequencies comprise the HF-band?
 - b) Can global coverage be achieved with geostationary satellites? Justify your answer.
 - c) List at least two propagation mechanisms enabling transhorizontal radio connections above 30 MHz.
 - d) Draw the spectrum of a raised cosine filtered signal with the excess bandwidth parameter $\alpha = 0.5$.
 - e) Present the basic block diagram of a quadrature modulator.
 - f) How is diversity gain determined in digital radio.
 - g) On tropospheric radio paths multipath propagation takes generally place in the vertical plane. How would you locate the antennas in space diversity?
 - h) List at least two natural radio disturbances.
 - i) List at least two measures used to characterize digital error performance of a radio system
 - k) Which variables determine free space loss on a radio connection?
2. This task should be treated somewhat deeper than the previous one.
 - a) The four most often used system functions of a time variant linear system are $h(\lambda, t)$, $H(f, t)$, $D(f, v)$, $S(\lambda, v)$. What are the functional relationships between these functions?
 - b) Describe shortly the ZF- and MMSE-principles in adaptive equalizers.

S-72.232 RADIOTIETOLIJKENNEJÄRJESTELMÄT

Tentti 12.5.2005

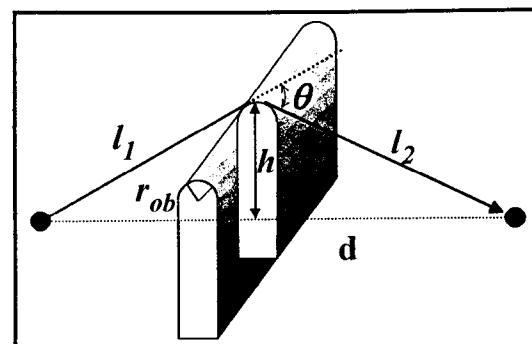
Osa B. Lähteiden kanssa suoritettavat tehtävät (3)

3. Oheinen kuva esittää taipumista pyöristetyn esteen taakse, jossa

$$l_1 = l_2 = 20 \text{ km}, d = 40 \text{ km}, \text{ ja } h = 10 \text{ m}.$$

Taajuus on 6 GHz.

Kuinka paksu saa este olla, jotta esteen approksimointi terävällä esteellä antaisi korkeintaan 1 dB:n virheen diffraktion lisävaimennuksen estimaattiin?



4. Bipolaarisen binäärisiirtojärjestelmän Viterbi-korjaimen sisäänmenoissa ovat pulssimuodon näytteet $x_0\sqrt{\frac{E_{rx}}{T}}, x_1\sqrt{\frac{E_{rx}}{T}}, x_2\sqrt{\frac{E_{rx}}{T}}$, jossa ensimmäinen näyte on haluttu signaalinäyte, ja muut ovat keskinäisvaikutusnäytteitä. E_{rx} on vastaanotettu signaalien energia staattisessa yksite-etenemisessä. Kohinanäytteen keskimääräinen teho on $\frac{N_o}{2T}$.

a) Esitä tämän siirtojärjestelmän nelitilaisen trelliksen tilasiirtymiin liittyvien q-arvojen lausekkeet.

b) Osoita että ajallisesti lyhyimän virhepolun esiintymistodennäköisyys on $P\{\varepsilon\} = Q\left(\sqrt{\left(x_0^2 + x_1^2 + x_2^2\right)\frac{2E_{rx}}{N_o}}\right)$.

5. Radiotietoliikennejärjestelmässä on antennin näkemä kohinalämpötila 2900 K. Kuinka suuri saa vastaanottimen lämpötilassa 290K mitattu kohinalku olla, jotta signaalikohinasuhde huononisi vastaanottimessa korkeintaan 1 dB?

S-72.232 RADIO COMMUNICATION SYSTEMS

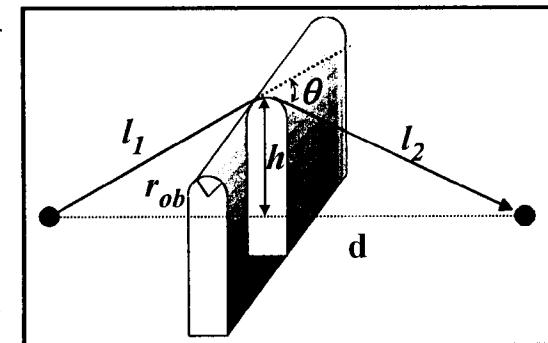
Examination 12.5.2005

Part B. Three tasks to be done with arbitrary literature

3. The figure shows diffraction around a rounded obstacle, where

$$l_1 = l_2 = 20 \text{ km}, d = 40 \text{ km}, \text{ and } h = 10 \text{ m}.$$

The frequency is 6 GHz. How thick may the obstacle be, if the approximation of it with a knife edge should give no more than 1 dB estimation error of the additional diffraction loss?



4. The signal samples of the pulse shape in the input of a Viterbi-equalizer in a bipolar binary transmission system are

$$x_0\sqrt{\frac{E_{rx}}{T}}, x_1\sqrt{\frac{E_{rx}}{T}}, x_2\sqrt{\frac{E_{rx}}{T}}, \text{ where the first sample is the desired sample, and the two other are ISI-samples. } E_{rx} \text{ is the energy of the pulse received during static single path propagation. The noise sample average power is } \frac{N_o}{2T}.$$

a) Write down the expressions of the q-values related to each state transition of the four-state trellis of this transmission system.

b) Show that the probability of the temporally shortest error path in the trellis is given by $P\{\varepsilon\} = Q\left(\sqrt{\left(x_0^2 + x_1^2 + x_2^2\right)\frac{2E_{rx}}{N_o}}\right)$

5. In a radio communication system the receive antenna sees a noise temperature of 2900 K. How large may the receiver noise figure measured at a temperature of 290K be, that the signal to noise ratio degradation in the receiver would not be more than 1 dB?