

S-72.232 RADIOTIETOLIIKENNEJÄRJESTELMÄT

Tentti 15.9.2003

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 vapaavalintaisten lähteiden kanssa. Ajankäytöstä päätät 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-alueen?
 - b) Luettele ainakin neljä ITU:n radio-ohjesäännössä määriteltyä radiopalvelua.
 - c) Miksi radiosäteet eivät etene suoraviivaisesti standarditroposfäärissä?
 - d) Mainitse kolme syytä miksi Fresnelin heijastuskertoimen kaavat saattavat antaa vääriä tuloksia käytännön heijastustapauksissa.
 - e) Piirrä spektrikuva, joka määrittelee kohokosinisuodatuksen kaistanleveysparametrin arvolla $\alpha = 0,5$.
 - f) Supervastaanottimessa on kantoaaltotaajuus 100 MHz ja paikallisoskillaattoritaajuus 90 MHz. Mikä on peilitaajuus?
 - g) Mikä on vastaanottimen kohinakertoimen ja ekvivalenttisen kohinalämpötilan välinen yhteys?
 - h) Millä taajuudella kuivalla ilmakehällä on ensimmäinen häviöhuippu?
 - i) Mitkä radiolinkin parametrit määrittelevät vapaan tilan vaimennuksen?
 - j) Miten määrittelee ITU lähetysantennin korkeuden, kun yhteyspituus > 15 km?

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 funktionaaliset yhteydet?
 - b) Nollaanpakotuskorjaimen tulevan pulssimuodon pituus on 5 symboliväliä. Synkronisen korjaimen pituus on 3, 5 tai 7. Ilmoita korjaimen

lähtöpulssin pituus symboliväleissä. Montako merkitsevää keskinäisvaikutusnäytettä sisältävät korjaamaton ja korjattu pulssimuoto enintään?

S-72.232 RADIOTIETOLIIKENNEJÄRJESTELMÄT

Tentti 15.9.2003

Osa B. Lähteiden kanssa suoritettavat tehtävät (3)

3. $x_0 = \sqrt{E_{rx}/T}$; $x_1 = 0,6\sqrt{E_{rx}/T}$; $x_2 = 0,2\sqrt{E_{rx}/T}$ ovat bipolaarisessa binäärijärjestelmässä Viterbi-prosessoriin tulevan pulssimuodon näytteet, ja vastaanottosuodattimen impulssivaste on T -pituisen suorakaidepulssi, jolloin kohinanäytteen varianssi Viterbi-prosessorin sisäänmenossa on $\sigma_n^2 = N_o/2T$.
- Piirrä täysin kehittynyt tilatrellis.
 - Laske mahdollisiin tilasiirtymiin liittyvät signaaliarvot $q(s_k, a_k)$.
 - Piirrä trellikseen ajallisesti lyhin virhepolku, kun oletetaan, että oikea polku vastaa pelkkiä ykkösiä sisältävää bittijonoa.
 - Laske d-kohdan virhepolun Eukliidinen etäisyys oikeasta polusta.
 - Esitä tämän virhepolun todennäköisyyden lauseke.
4. Epäkoherentin FSK:n virhetodennäköisyys AWGN-kanavassa on $P_b = 0.5 \exp(-0.5\gamma)$, jossa γ on signaalikohinasuhde.
- Johda keskimääräisen virhetodennäköisyyden lauseke hitaasti ja tasaisesti Rayleigh-häipyvässä kanavassa; i) ilman diversityä, ja ii) kaksikaarisella diversityllä valintayhdistelyllä, kun samalla keskimääräisellä signaalikohinasuhteella olevat haarat häipyvät riippumattomasti.
 - Laske diversityvahvistus (dB) virhetodennäköisyysarvolla 10^{-3} .
5. Lyhyen matkan radiotietoliikennejärjestelmä Bluetooth toimii ISM-kaistalla ja suurin kantoaaltotaajuus on 2,484 GHz. Luokan II lähettimen maksimitehotaso on 4 dBm, ja vastaanottimen herkkyysvaatimus on -70 dBm. Kuinka suuri on tasahäipymisvara 10 m yhteydellä jos normaalitilanteessa esiintyy vapaan tilan etenemistä, ja lähetinantennin ja vastaanotinantennin nettovahvistus on 0 dB.

S-72.232 RADIO COMMUNICATION SYSTEMS

Examination 15.9.2003

Part A. Two tasks to be done without literature

The examination consists of two parts. When you have done the tasks in Part A you should give the answers to the examination supervisor, and then you will get Part B including 3 problems which may be done with any literature. 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 UHF-band?
 - b) List at least four radio services defined in the ITU radio regulations.
 - c) Why do not radio rays propagate along straight lines in the standard troposphere?
 - d) Mention three reasons why Fresnel's formulas for the reflection coefficient may give wrong results in practical reflection cases.
 - e) Draw the spectrum of a raised cosine filtered signal with the excess bandwidth parameter $\alpha = 0.5$.
 - f) In a superheterodyne receiver the carrier frequency is 100 MHz and the local oscillator frequency 90 MHz. What is the image frequency?
 - g) The cable loss is 2 dB, its temperature is 290K. How large is the noise temperature reduced to the cable input?
 - h) On which frequency does the dry atmosphere have the first loss peak?
 - i) Which radio link parameters define the free space loss?
 - j) How does ITU define transmitter antenna heights for ranges > 15 km?

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) The duration of the input pulse waveform to a zero forcing transversal equalizer is 5 symbol intervals. The length of the synchronous equalizer is 3, 5 or 7. What is the duration of the equalizer output pulse? What is

the maximum number of significant ISI samples in the unequalized and equalized pulse?

S-72.232 RADIO COMMUNICATION SYSTEMS

Examination 13.5.2003

Part B. Three tasks to be done with arbitrary literature

3. $x_0 = \sqrt{E_{rx}/T}$; $x_1 = 0.6\sqrt{E_{rx}/T}$; $x_2 = 0.2\sqrt{E_{rx}/T}$ are the pulse samples in the input of the Viterbi-processor in a bipolar binary system, and the impulse response of the receiver filter is a rectangular pulse of duration T , which gives a noise sample variance $\sigma_n^2 = N_o/2T$ in the Viterbi processor input.
 - a) Draw the fully developed state trellis.
 - b) Calculate the signal values $q(s_k, a_k)$ connected to the possible state transitions.
 - c) Draw the in time shortest error path, when the correct path corresponds to a binary sequence of ones.
 - d) Calculate the Euclidian distance between the correct path and the error path.
 - e) Give the expression of the probability of this error path.
4. The bit error probability of non-coherent FSK in the AWGN-channel is $P_b = 0,5 \exp(-0,5\gamma)$, where γ is the signal to noise ratio.
 - a) Derive the average error probability expression in the slowly flat Rayleigh-fading channel, i) without diversity, and ii) with two branch diversity, when the branches have the same average signal to noise ratio and are independently fading.
 - b) Determine the diversity gain (dB) on the error probability level 10^{-3} .
5. The short range radio communication system Bluetooth is working in the ISM-band and the maximum carrier frequency is 2.484 GHz. A class II transmitter has a maximum power level of 4 dBm, and the receiver sensitivity requirement is -70 dBm. How large is the flat fade margin on a 10 m connection, if during standard propagation conditions free space propagation occurs, and the net gain of both transmitter and receiver antenna systems is 0 dB.