

521317S Langaton Tietoliikenne III [Wireless Communications III]

Tentti 14.10.2011

1. Vastaa lyhyesti: [Answer briefly]
 - a) Miten DS-CDMA järjestelmässä voidaan generoida eri datanopeuksia kaistanleveyttä muuttamatta? (1p)
[How different data rates can be generated in DS-CDMA systems with constant system bandwidth?]
 - b) Adaptiivisen datamodulaation idea OFDM:ssä. [Present the idea of adaptive OFDM modulation.] (1p)
 - c) Mitä tarkoitetaan tilatason multiplexoinnilla? [What does spatial multiplexing mean?] (1p)
 - d) Mitä tarkoitetaan OFDMA:lla ja mitkä sen edut ovat? [What does OFDMA mean and what are the benefits of it?] (1p)
 - e) Selitä resurssilohkojen rakenteesta ja käytöstä LTE:ssä. [Explain the structure and usage of resource blocks in LTE]. (2p)
2. Miten monikäyttöhäiriöitä voidaan vaimentaa DS-CDMA solukkoradiojärjestelmissä? [How can the multiple access interference be combatted in DS-CDMA mobile cellular systems?]
3. Selitä OFDM:n perusidea ja ortogonaalisuusperiaate, ortogonaalisuuden merkitys ja mahdolliset syyt ortogonaalisuuden menettämiseen. [Present the basic idea of OFDM and principle of orthogonality, the meaning of orthogonality and the possible reasons for losing orthogonality.]
4. Esitä SC-FDMA:n (single-carrier FDMA) toimintaperiaate. Miksi 3G-LTE:ssä (3G Long-term evolution) käytetään UL (terminaali-tukiasema) siirtosuunnassa SC-FDMA:ta OFDMA:n sijaan ja mitä vaihtoehtoja käyttäjien multiplexoimiseksi on käytettävissä? [Present the basic functionality of SC-FDMA. Why 3G-LTE system uses SC-FDMA instead of OFDMA and what options exist for user multiplexing?]
5. Suunnittele OFDMA downlink -järjestelmä kolmelle käyttäjälle, joiden vähimmäisvaatimukset tiedonsiirtonopeuksille ovat alla olevassa taulukossa. Suunnittelussa oletetaan, että
 - kanavan keskineliöviivehaje (rms delay spread) $T_m=2 \mu s$,
 - syklisen etuliitteen (CP) kesto $T_{CP} = 2T_m$,
 - kanavaestimointiin tarvitaan ainakin 5 pilot-signaalia koherenssikaistanleveyttä B_c kohden,
 - joka kymmenes alikantoaalto on pilot-signaali,
 - käytössä oleva kaistanleveys $B = 20 \text{ MHz}$,
 - käyttäjien välille ei tarvita suojakantoaaltoja,
 - koherenssikaistanleveys $B_c \approx 1/T_m$.
 - a) Määrittele soveltuva FFT:n koko ja alikantoaaltojen kaistanleveys B_N (1p)
 - b) Laske kuinka suuri on CP:n käytöstä aiheutuva tehohäviö. (1p)
 - c) Laske kunkin käyttäjän tarvitsema alikantoaaltojen lukumäärä taulukossa annettujen parametrien perusteella. Määrittele käyttäjän 2 koodisuhde ja modulaatioaste. (4p)

Oulun yliopisto

Sähkö- ja tietotekniikan osasto

Tietoliikennelaboratorio

users	Data rate (minimum requirement)	Modulation	Code rate	Number of subcarriers
user 1	2 Mbps	QPSK	1/3	
user 2	15 Mbps	64QAM	2/3	
user 3	7 Mbps			

5. ENGLISH: Design an OFDMA downlin system for three users, for which minimum data rate requirements can be found in the Table above. In the design it is assumed that
- channel rms delay spread $T_m=2 \mu\text{s}$,
 - duration of the cyclic prefix (CP) is $T_{CP} = 2T_m$.
 - at least 5 pilot signals are needed within coherence bandwidth B_c for the channel estimation,
 - every tenth subcarrier is reserved for pilot signals,
 - the available channel bandwidth $B = 20 \text{ MHz}$,
 - no guard subcarriers is needed between the users
 - coherence bandwidth $B_c \approx 1/T_m$.
- a) Derive suitable size for FFT and calculate the associated value for subcarrier bandwidth B_N . (1p)
- b) Calculate the power loss caused by the use of CP. (1p)
- c) Calculate the number of subcarriers required for each user based on the parameters given in the table. What is the code rate and modulation order for the user 2? (4p)