

**Laskinta ei tarvita eikä sallita!**

*English version on the other side!*

1. (a) Oletetaan että lähde tuottaa  $r$  binääristä symbolia sekunnissa ja 1-symbolin todennäköisyys on  $p$ . Lisäksi oletetaan, että lähdesymbolit ovat tilastollisesti riippumattomia. Mikä on pienin teoreettinen bittinopeus ( $p:n$  ja  $r:n$  funktiona), jolla lähteen tuottama informaatio voidaan siirtää? Jos  $r$  on kiinnitetty, niin missä tilanteessa tarvittava bittinopeus maksimoituu ja mikä on maksimiarvo?  
(b) Oletetaan, että lähteen nopeus on 100 kbit/s. Mikä on pienin teoreettinen kaistanleveys kanta-aaltomoduloidussa tiedonsiirrossa, kun käytetään (i) QPSK modulaatiota, (ii) 64-QAM modulaatiota?
2. QAM-järjestelmän lähetyssuodattimen siirtofunktio on  $G(f)$  ja kanavan siirtofunktio  $B(f)$ .  
(a) Mikä on vastaanottimen sovitettujen suodattimien siirtofunktio?  
(b) Mikä on diskreettiaikaisen systeemin siirtofunktio (jossa on mukana lähetyssuodatin, kanava, vastaanottimen sovitettu suodatin ja näytteistys symbolitaajuudella)?  
(c) Millä ehdoilla edellisen kohdan mallista saatavassa näytejonossa ei ole symbolien keskinäisvaikutusta (ISI)?  
(d) Millainen prosessointilohko tarvitaan näytteistyksen jälkeen symbolien keskinäisvaikutuksen poistamiseksi, jos kanava on taajuusselektiivinen?
3. Esittele maximum likelihood sekvenssi-ilmaisun (MLSD) periaate. Selitä (vaikkapa esimerkin avulla) miten Viterbi-algoritmia voidaan käyttää MLSD:n tehokkaaseen toteutukseen. Mihin tarkoituksiin Viterbi-algoritmia voidaan käyttää digitaalisessa tiedonsiirrossa? Missä yhteyksissä käytetään euklidista etäisyyttä ja missä Hamming-etäisyyttä?
4. Esittele lineaarisen kanavakorjaimen (LE) sekä päätöstakaisinkytketyn kanavakorjaimen (DFE) periaatteet ja rakenteet. Mitä etuja ja haittoja kummallakin rakenteella on?
5. Selitä lyhyesti seuraavat termit:
  - Systemaattinen koodi
  - Pehmeä dekodaus (Soft decision decoding)
  - Hamming-etäisyys
  - Euklidinen etäisyys
  - Punkturointi