

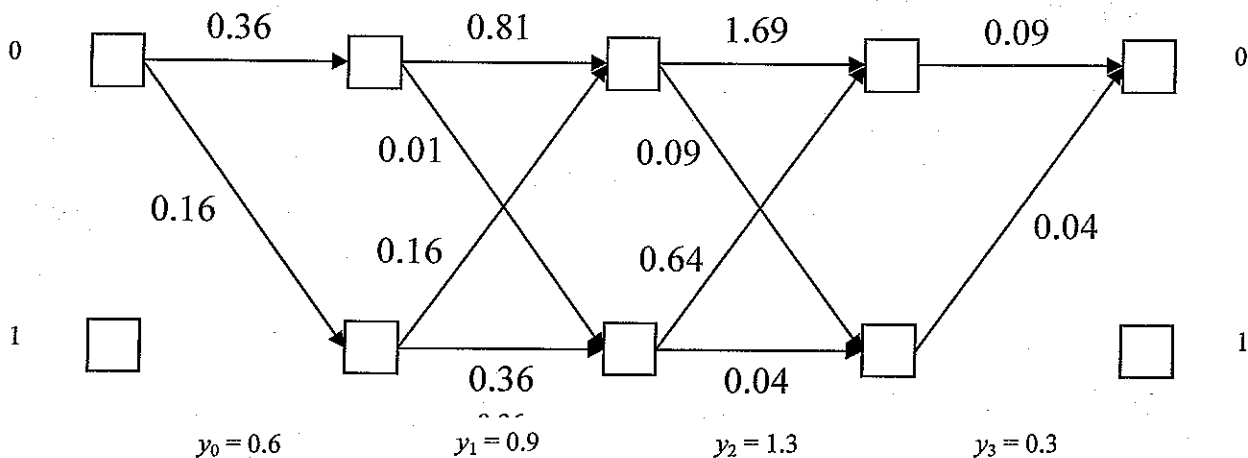
# ELT-43006 DIGITAALINEN SIIRTOTEKNIikka

Tentti 15.5. 2014 / M. Renfors

*English version on the other side!*

*Laskinta ei sallita – eikä tarvita*

- (a) Selitä käsitteet *informaatio* ja *entropia*.  
(b) Esitä jatkuva-aikaisen AWGN-kanavan kapasiteetti olennaisten parametrien funktiona.
- Mitä tarkoitetaan symbolien välisellä keskinäisvaikutuksella (intersymbol interference, ISI)? Miksi ISI:n minimointi on tärkeää tiedonsiirtolinkin toiminnan kannalta? Kuvaile kantataajuiseen tiedonsiirtoon sopiva pulssimuoto, jolla ISI voidaan välttää täydellisesti. Esitä tällaista pulssimuotoa koskevat ehdot sekä aika- että taajuustasossa.
- Esitä Q-funktion avulla yleisessä muodossa millä tavoin PAM/QAM-konstellaatioiden symbolivirhetodennäköisyys AWGN-tapauksessa riippuu kohinan ominaisuuksista ja konstellaatiosta. Mikä on tämä Q-funktio?
- Selitä lyhyesti seuraavat termit:
  - Systemaattinen koodi
  - Pehmeä dekooodaus (Soft decision decoding)
  - Hamming-etäisyys
  - Euklidinen etäisyys
  - Punkturointi (Puncturing)
- Kuvassa nähdään monitiekanavan kautta kulkeneen lineaarista digitaalista modulaatiota käyttävän signaalin ilmaisuun liittyvä trelliskaavio, johon on laskettu haarojen mitat. Häiriönä on summautuvaa valkoista Gaussin kohinaa. Selitä miten tämän kaavion avulla voidaan periaatteessa suorittaa ko. symbolijonon ilmaisu. Minkä optimaalisuuskriteerin tämä ilmaisuperiaate toteuttaa? Esitä tämän esimerkin avulla vaiheittain miten Viterbi-algoritmi toimii. Mitä etua Viterbi-algoritilla saavutetaan tällaisia ilmaisuongelmia ratkaistaessa?



**ELT-43006 DIGITAL TRANSMISSION**

**Exam 15.5. 2014 / M. Renfors**

*Suomenkielinen versio toisella puolella.*

**No calculator allowed – no need.**

1. (a) Explain the meaning of terms *information* and *entropy*.  
(b) Express the capacity of continuous-time additive white Gaussian noise channel in terms of the essential parameters.
2. What is meant by intersymbol interference (ISI)? Why is it important to minimize ISI in digital transmission links? Describe the baseband pulse-shape, corresponding to a single transmitted symbol, which results in zero ISI. Specifically, explain both time-domain and frequency-domain criteria for the pulse to guarantee zero ISI in baseband transmission.
3. Using the Q-function, explain in general form how the symbol error probability of PAM/QAM constellations in the AWGN case depends on the properties of the noise and the constellation. What is this Q-function?
4. Explain briefly the following terms:
  - Systematic code
  - Soft decision decoding
  - Hamming distance
  - Euclidian distance
  - Puncturing
5. The figure shows a trellis diagram that can be used in the detection of a linearly digitally modulated signal after a multipath channel. The path metrics have been calculated in the diagram. The noise model affecting in the channel is additive white Gaussian noise. Explain how the symbol sequence detection problem can be solved in principle using this diagram. Which optimality criterion this detection principle satisfies? Give also a step-wise illustration about how the Viterbi algorithm works in this example case. What is the advantage of using Viterbi algorithm in such detection problems?

