

0. [optional] Comment shortly the pre-requisites of the course, i.e., do you feel that you had sufficient background information to study the course. If not, what were the main "bottlenecks"? Remember also to give course feedback through the KAIKU system.
1. Let the discrete-time equivalent system model be  $Y_k = A_k - 0.5A_{k-1} + 0.3A_{k-2} - 0.4A_{k-3} + N_k = S_k + N_k$ , where  $A_k$  is the transmitted symbol sequence (alphabet  $\Omega_A = \{0,1\}$ ),  $Y_k$  is the observed sequence in the receiver, and  $N_k$  is AWGN. Under this system model, sketch the state-transition diagram (or one stage of the corresponding trellis-diagram) for the ML sequence detector and explain how the detector and Viterbi algorithm work.
2. Explain briefly what is in general meant by channel equalization. Why and when is it deployed? Explain also the basic principles of linear equalizers (LE) and decision feedback equalizers (DFE), and sketch also principal overall receiver chains utilizing LE and DFE. Describe shortly the relative pros and cons of the previous equalization principles.
3. (a) What is the fundamental idea behind all error control coding, and what kind of different levels can be conceptually identified in error control in general? What is meant by hard- and soft decoding in this context?  
(b) Consider a (6,3) linear block-code whose generator matrix  $\mathbf{G}$  is given below.

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Explain how the code works. Is the code systematic? Write down all the codewords and their Hamming weights. What's the minimum Hamming distance of this code? Explain. How many errors can be (i) corrected or (ii) detected with this code in hard decoding? Explain. What's the output of a hard decoder when the decoder input word is 0 0 0 1 1 1 ?

Points: max 3x5 = 15p

0. [vapaaehtoinen] Kommentoi lyhyesti kurssin esitietovaatimuksia (eli olitko mielestäsi sopivilla tiedoilla liikkeellä). Mitä esitietoja tulisi mielestäsi erityisesti painottaa kurssin alussa? Muistathan myös antaa palautetta KAIKU-kurssipalauttejärjestelmän kautta.
1. Olkoon diskreettiaikainen ekvivalentti signaalimalli  $Y_k = A_k - 0.5A_{k-1} + 0.3A_{k-2} - 0.4A_{k-3} + N_k = S_k + N_k$ , jossa  $A_k$  on lähetetty symbolisekvenssi (olkoon aakkosto  $\Omega_A = \{0,1\}$ ),  $Y_k$  on vastaanottimen havaintosekvenssi ja  $N_k$  on AWGN. Piirrä tässä tilanteessa ML sekvenssi-ilmaisimeen liittyvä tilatransitiokaavio (tai vastaavan trellis-kaavion yksi jakso) ja selitä miten itse sekvenssi-ilmaisimien ja Viterbi algoritmi toimivat.
2. Selitä lyhyesti mitä tarkoitetaan kanava-ekvalisoinnilla. Miksi ja milloin sitä käytetään? Esitä myös lyhyesti lineaarisen ekvalisaattorin (LE) ja päätöstakaisinkytketyn ekvalisaattorin (DFE) toimintaperiaate, sekä näitä hyödyntävien vastaanotinketjujen periaatteellinen rakenne. Mitä hyötyjä ja/tai haittoja ko. ekvalisaattoreilla on toisiinsa nähden?
3. (a) Mihin yksinkertaiseen ideaan kaikki virnehallintamenetelmät perustuvat ja millaisia eri tasoja virheiden hallinnassa voidaan käsitteellisesti erottaa? Mitä tarkoitetaan yleisesti kovalla ja pehmeällä dekodauksella?
- (b) Tarkastellaan lineaarista (6,3) lohkokoodia, jonka generaattorimatriisi  $\mathbf{G}$  on esitetty alla.

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Miten koodi toimii? Onko koodi systemaattinen? Määritä kaikki koodisanat ja niiden Hamming painot. Mikä on koodin minimi Hamming etäisyys? Perustele. Kuinka monta virhettä voidaan (i) korjata tai (ii) havaita kovassa dekodauksessa? Perustele. Mikä on kovan dekooderin ulostulo, kun dekooderille tuleva bittisana on 0 0 0 1 1 1?

Pisteet: max 3x5 = 15p