

## Konputagailu-Sareak I. Ariketen ebazpena

1) **(0,75 puntu)** Kalkula ezazu zein den 3.000 Hz-ko banda zabalera duen kanal baten transmisio-abiadura maximo teorikoa, transmititzerakoan maila anitzeko modulazioa erabiltzen bada, 64 balio posibleko seinalea erabiltzen delarik.

Kanalaren batez-besteko seinalea eta zarataren arteko erlazioa neurtu da, 20 dB-koa dela ikusiz. Hau jakinik, esazu ea posiblea ikusten duzun aurreko ataleko abiaduran informazioa transmititzea. Arrazoi ezazu zure erantzuna. Ezezkoa baderitzozu, kalkula ezazu zenbat balio posibleko seinalea erabil daitekeen kanal honetatik transmititzerakoan.

### EBAZPENA

a) Nyquist-en formula erabiliz:

$$A_t = 2H * \log_2 B$$

$$H = 3.000 \text{ Hz}$$

$$B = 64$$

$$A_t = 2 * 3.000 * \log_2 64 \Rightarrow A_t = 36.000 \text{ b/s}$$

b) Shannon-en formula erabiliz:

$$A_t = H * \log_2 (1 + S/N)$$

$$H = 3.000 \text{ Hz}$$

$$20 \text{ dB} = 10 \log_{10} (S/N) \Rightarrow S/N = 100$$

$$A_t = 3.000 * \log_2 (1 + 100) = A_t = 19.974 \text{ b/s}$$

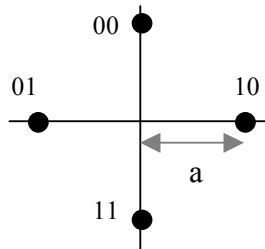
Kanal zaratatsu honetatik ez da posible 36.000 b/s-ko abiaduran transmititzea, Shannon-en muga gaitutuko litzatekeelako.

Balio posibleak kalkulatzeko, Nyquist-en formula berriro erabiliko dugu, baina oraingoan Shannon-en muga kontuan harturik:

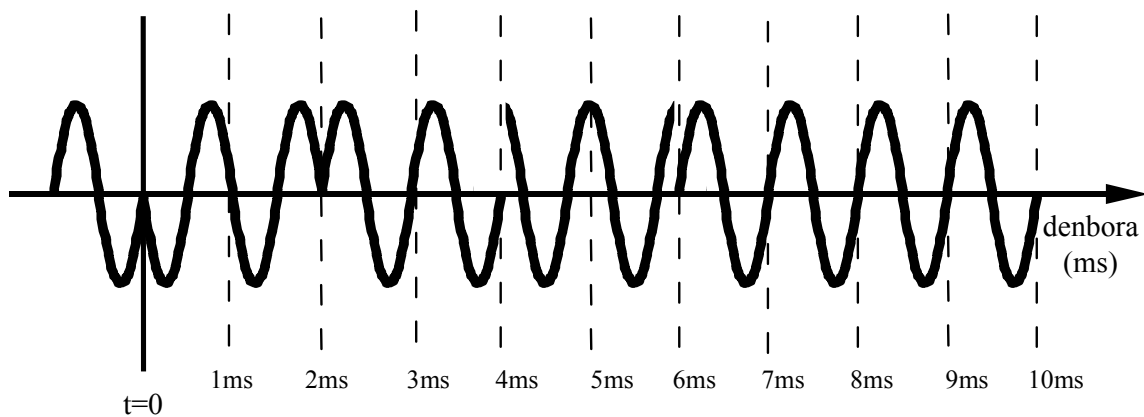
$$19.974 = 2 * 3.000 * \log_2 B \Rightarrow B \approx 10$$

Beraz, seinalea eta zarataren arteko erlazioa 20 dB-koa bada, 19.974 b/s-ko abiaduran transmititu daiteke, 10 balio posibleko seinalea erabiliz.

**2) (1,25 puntu)** Modem baten bidez transmititzerakoan DPSK modulazioa erabiltzen dugu, honako konstelazio-diagraman oinarrituz:



Une konkretu batean, transmititutako seinalea honakoa da:



Kontsidera itzazu honako bit sekuentziak:

- a) 0101001110
- b) 01100110001011101010

Aurreko bi aukeretatik, zein uste duzu ari dela modema transmititzen? Arrazoi ezazu zure erantzuna. Proposatutako bi aukerentzako, kalkula ezazu zeintzuk diren seinale eramailearen modulazio abiadura, transmisio abiadura, maiztasuna eta periodoa.

#### EBAZPENA

Bi aukerak posibleak dira, erabilitako modulazio abiaduraren arabera. Bigarren aukeran, '10' segida tartekatuta egiten da lehendabiziko aukerako bi biteko segida bakoitzaren ondoren: 01 10 01 10 00 10 11 10 10 10

Periodoa eta maiztasuna, bi kasuetan:  $T = 1 \text{ ms}$ ,  $f = 1/T = 1.000 \text{ Hz}$

- a) Modulazio abiadura = 500 baud (1 baud =  $2 \cdot T$ ),  $A_t = 1.000 \text{ b/s}$  (2 ms-tan 2 bit)
- b) Modulazio abiadura = 1.000 baud (1 baud =  $1 \cdot T$ ),  $A_t = 2.000 \text{ b/s}$  (1 ms-tan 2 bit)

3) **(1,25 puntu)** Honako ezaugarriak dituen zuntz optikoko lotura kontsidera ezazu: transmisio abiadura 155,52 Mb/s-koa, hedapen abiadura 200.000 Km/s-koa, tramaren tamaina 53 Bytekoa.

- a) Lotura honetan leiho labainkorrean oinarritutako protokolo bat erabili nahi da, leihoaren tamaina 15 bufferrekoa delarik. Kalkula ezazu zein izan daitekeen loturaren luzera maximoa, protokoloaren eraginkortasuna %75 baino baxuagoa izan ez dadin. Ez itzazu erroreak kontuan hartu zure kalkuluetan. Ez da *piggybacking* erabiltzen.
- b) Oraingoan loturaren luzera 60 Km-koa dela kontsidera ezazu. Kalkula ezazu zein izan behar den leihoaren tamaina egokia etengabeko transmisioa lortzeko (berriro ere erroreak kontuan hartu gabe eta *piggybacking* erabili gabe).
- c) Jakinik trama bakoitzaren 53 Byteatik 48 Byte datuei dagozkiela, eta beste 5 Byteak tramak behar duen kontrol-informazioa dela, kalkula ezazu 300 MByteko fitxategi bat transmititzeko beharko den denbora, a) ataleko baldintzetan.

## EBAZPENA

$$a) E = (K * D_{tt}) / (D_{tt} + 2A_h)$$

$$E = 0,75$$

$$K = 15$$

$$D_{tt} = (53 * 8) / 155.520.000$$

$$A_h = \text{Luzera} / 200.000$$

$$\boxed{\text{Luzera} = 5,18 \text{ Km}}$$

$$b) \text{Etengabeko transmisioa izateko: } K * D_{tt} \geq D_{tt} + 2A_h$$

$$D_{tt} = (53 * 8) / 155.520.000$$

$$A_h = 60 / 200.000$$

$$\boxed{K = 221,07 \Rightarrow 222 \text{ buffer}}$$

c) Era posible bat:

$$\text{Abiadura}_{\text{efektiboa}} = \text{Abiadura}_{\text{nominala}} * \text{eraginkortasuna} = 155,52 * 0,75 = 116,64 \text{ Mb/s}$$

$$\text{Denbora} = \text{Bit}_{\text{kopurua}} / \text{Abiadura}_{\text{efektiboa}}$$

$$\text{Bit}_{\text{kopurua}} = \text{Datuak} + \text{kontrol}_{\text{informazioa}} = 300 \text{ MB} + 5 \text{ B} * (300 \text{ MB} / 48 \text{ B})$$

$$\boxed{\text{Denbora} = 23,82 \text{ s}}$$

Beste era bat (emaitza berdinarekin):

$$\text{Denbora} = \text{Leiho}_{\text{kopurua}} * \text{ACK}_{\text{zikloa}}$$

$$\text{Leiho}_{\text{kopurua}} = \text{Trama}_{\text{kopurua}} / 15$$

$$\text{Trama}_{\text{kopurua}} = 300 \text{ MB} / 48 \text{ B}$$

$$\text{ACK}_{\text{zikloa}} = D_{tt} + 2A_h = ((53 * 8) / 155.520.000) + (2 * (5,18 / 200.000))$$

4) **(1 puntu)** 24 ordenagailuz osatutako sare lokala dugu, beraien diskoez gain inprimagailu bat eta Internetarako atzipen bat ere konpartitzen dutenak. Laneguna 8 ordukoa da, eta denbora honetan ordenagailu bakoitzak saretik bidaltzen duen batezbesteko informazioa (kontrol-bitak barne) 1.425 MBytekoa dela aurreikusten da.

- a) Sarearen atzipena txandakako protokolo bat erabiliz egiten bada (hau da, aldibereko komunikazioak ez daudelarik), kalkula ezazu zein den sarearen erabilpena (ehunekotan) lanegun bakoitzean. Egizu kalkulua bi transmisio abiadura desberdin hauetarako: a.1) 10 Mb/s a.2) 100 Mb/s
- b) Oraingoan, sarearen atzipena lehia oinarritutako protokolo bat erabiliz egiten dela kontsidera ezazu (hau da, aldibereko komunikazioak izango ez direla ezin da bermatu). Aztertu ezazu ea egoera berri honek arazoren bat suerta dezakeen gure sarean, bai transmisio abiadura 10 Mb/s-koa denean, bai eta 100 Mb/s-koa denean ere.

#### EBAZPENA

Laneguneko bit kopurua =  $24 * 1.425 * 1.024 * 1.024 * 8 = 2,86 * 10^{11}$  bit

a.1) 10 Mb/s-ko abiaduran, 8 ordutan, honako informazio guztia bidali daiteke:

$$10.000.000 * 8 * 3.600 = 2,88 * 10^{11} \text{ bit}$$

$$\text{Sarearen erabilpena (ehunekotan)} = 100 * (2,86 * 10^{11} / 2,88 * 10^{11}) = \boxed{\%99,6}$$

a.2) 100 Mb/s-ko abiaduran, 8 ordutan, honako informazio guztia bidali daiteke:

$$100.000.000 * 8 * 3.600 = 2,88 * 10^{12} \text{ bit}$$

$$\text{Sarearen erabilpena (ehunekotan)} = 100 * (2,86 * 10^{11} / 2,88 * 10^{12}) = \boxed{\%9,96}$$

b) Aldibereko komunikazioak izango ez direla ezin bada bermatu, 10 Mb/s-ko abiadurako sarean arazoak sortuko direla ziurra da, zeren eta txandakako protokoloaren erabilpena ia %100-koa da. Talken ondorioz, sarearen kongestioa gertatuko da.

Aldiz, 100 Mb/s-ko abiaduraren kasuan, nahiz eta talkak suertatu sareak hobeto jasan dezake egoera berria, aurreko egoeran erabilpena ez baitzen handiegia (%10-koa).

5) **(1,25 puntu)** Telekomunikazio-enpresa batek 2.048 Kb/s-ko transmisio abiadura nominala duen Frame-Relay zerbitzua eskaintzen du. Dakigunez, transmisio bakoitzean bezeroak lortzen duen benetako abiadura desberdina izan daiteke, kontratatutako CIR-aren eta transmititzen den tramaren tamainaren arabera.

Hurrengo galderetan, kontsidera ezazu honako ezaugarriak dituen FR zerbitzua:  $B_c=25.600$  bit,  $B_e=0$ ,  $T=0,1$  seg.

- a) Zein da lortzen den benetako abiadura 3.750 Byteko trama bat transmititzen denean? Eta 5.000 Byteko trama bat transmititzen denean?
- b) Zein da lortu daitekeen transmisio abiadura minimoa? Eta abiadura nominala alde batera utziz, zein da lortu daitekeen transmisio abiadura maximoa? Arrazoi itzazu zure erantzunak.

## EBAZPENA

a.1)

$$3.750 \text{ Byte} = 3.750 * 8 = 30.000 \text{ bit}$$

$$30.000 > 25.600 \Rightarrow \quad 25.600 \text{ bit } 0,1 \text{ segundotan}$$

beste 4.400 bitak 2.048 Kb/s-ko abiaduran: 0,0021484375 s

Guztira: 30.000 bit 0,1021484375 segundotan. Benetako abiadura = 293,69 Kb/s

a.2)

$$5.000 \text{ Byte} = 5.000 * 8 = 40.000 \text{ bit}$$

$$40.000 > 25.600 \Rightarrow \quad 25.600 \text{ bit } 0,1 \text{ segundotan}$$

beste 14.400 bitak 2.048 Kb/s-ko abiaduran: 0,00703125 s

Guztira: 40.000 bit 0,10703125 segundotan. Benetako abiadura = 373,722 Kb/s

b.1)

$$25.601 \text{ bit } (1 * 25.600 + 1): \text{ Benetako abiadura} = 256,009 \text{ Kb/s}$$

$$51.201 \text{ bit } (2 * 25.600 + 1): \text{ Benetako abiadura} = 256,004 \text{ Kb/s}$$

$$76.801 \text{ bit } (3 * 25.600 + 1): \text{ Benetako abiadura} = 256,003 \text{ Kb/s}$$

$$102.401 \text{ bit } (4 * 25.600 + 1): \text{ Benetako abiadura} = 256,002 \text{ Kb/s}$$

...

$$\text{Abiadura minimoa} = 256 \text{ Kb/s} = \text{CIR}$$

b.2)

$$51.200 > 25.600 \Rightarrow \quad 25.600 \text{ bit } 0,1 \text{ segundotan}$$

beste 25.600 bitak 2.048 Kb/s-ko abiaduran: 0,0125 s

Guztira: 51.200 bit 0,1125 segundotan. Benetako abiadura = 455,111 Kb/s

$$\text{Bigarren abiadurarik handiena} = 455,111 \text{ Kb/s}$$