

Računske vežbe 1.

Proračun kapaciteta kanala

Predmet: Računarske mreže

Predavač: dr Dušan Stefanović

Asistent: Nikola Milutinović

Zadatak 1.

Digitalni signal se prenosi kroz kanal propusnog opsega $B = 300$ kHz. Prenos koristi M-arna modulacija (M nivoa), gde je $M = 16$.

Na prijemu je izmeren odnos signal/šum $SNR = 18$ dB.

1. Izračunaj maksimalnu brzinu prenosa prema Nyquist-u (idealno, bez šuma).
2. Izračunaj maksimalnu brzinu prenosa prema Shannon-u (ograničenje zbog šuma).
3. Koja je maksimalna praktična brzina prenosa kroz ovaj kanal?

Rešenje 1.1.

Nyquist-ov obrazac za proračun kapaciteta:

$$R_{b,\max} = 2 \cdot B \cdot \log_2(M)$$

Iz zadatka imamo:

$$B = 300\,000 \text{ Hz}$$

$$M = 16 \Rightarrow \log_2(16) = 4 \quad M = 16$$

$$R_{b,\max} = 2 \cdot 300\,000 \cdot 4 = 2\,400\,000 \text{ bit/s}$$

$$R_{b,\max} = 2,4 \text{ Mb/s}$$

Rešenje 1.2.

Shannon-ov obrazac za proračun kapaciteta:

$$C = B * \log_2(1 + \text{SNR})$$

Pretvaranje SNR iz dB u linearni zapis:

$$\text{SNR}_{\text{lin}} = 10^{10/10} = 10^{1,0} \approx 10$$

Proračun kapaciteta:

$$C = 300\,000 * \log_2(1 + 10) = 300\,000 * \log_2(11)$$

$$\log_2(11) \approx 3,46$$

$$C \approx 300\,000 * 3,46 = 1\,038\,000 \text{ bit/s}$$

$$C \approx 1,038 \text{ Mb/s}$$

Rešenje 1.2.

Shannon-ov obrazac za proračun kapaciteta:

$$C = B * \log_2(1 + \text{SNR})$$

Pretvaranje SNR iz dB u linearni zapis:

$$\text{SNR}_{\text{lin}} = 10^{10/10} = 10^{1,0} \approx 10$$

Proračun kapaciteta:

$$C = 300\,000 * \log_2(1 + 10) = 300\,000 * \log_2(11)$$

$$\log_2(11) \approx 3,46$$

$$C \approx 300\,000 * 3,46 = 1\,038\,000 \text{ bit/s}$$

$$C \approx 1,038 \text{ Mb/s}$$

Rešenje 1.3.

Maksimalna praktična brzina:

$$R_{\max} = \min(2,4, 1,8) \text{ Mb/s} = 1,8 \text{ Mb/s}$$

Maksimalna brzina prenosa je 1,8 Mb/s.

Zadatak 2.

Kanal ima propusni opseg $B = 200$ kHz. Koristi se modulacija sa $M = 8$ nivoa. Na prijemu je $\text{SNR} = 24$ dB.

- a) Nađi $R_{b,\max}$ po Nyquist-u.
- b) Nađi kapacitet C po Shannon-u.
- c) Odredi praktični maksimum.

Rešenje

$$a) R_{b,\max} = 2 * B * \log_2(M) = 2 * 200\,000 * \log_2(8)$$

$$\log_2(8) = 3$$

$$R_{b,\max} = 400\,000 * 3 = 1\,200\,000 \text{ b/s} = 1,2 \text{ Mb/s}$$

$$b) \text{SNR}_{\text{lin}} = 10^{24/10} = 10^{2,4} \approx 251,19$$

$$C = B * \log_2(1 + \text{SNR}) = 200\,000 * \log_2(1 + 251,19) = 200\,000 * \log_2(252,19)$$

$$C \approx 200\,000 * 7,98 \approx 1\,596\,000 \text{ b/s} = 1,596 \text{ Mb/s}$$

$$c) R_{\max} = \min(1,2, 1,596) \text{ Mb/s} = 1,2 \text{ Mb/s}$$