

## MEDIJUMI ZA PRENOS

- MEDIJUMI ZA PRENOS SE KARAKTERISU SA ODNOSOM  $S/N$ ,  
PROPUSNIM OPSEGOM  $B$  I BROJEM NIVOVA SIGNALA  $M$

NIKVISTOV KRITERIJUM:  $C = 2B \log_2 M$

ŠENONOV KRITERIJUM:  $C = B \log_2 (1 + S/N)$

$C$  - MAX. BRZINA PREENOSA / KAPACITET LINIJA

1. KANAL BEZ ŠUMA,  $B = 3 \text{ kHz}$ , ODREDITI  $C$  ZA SLUČAJEVE

a) BINARNOG SIGNALA

b) KVARTERNARNOG SIGNALA

$$a) C = 2B \log_2 M = 2 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot \log_2 2 = 6 \frac{\text{kbit}}{\text{s}}$$

$$b) C = 2B \log_2 M = 2 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot \log_2 4 = 12 \frac{\text{kbit}}{\text{s}}$$

2. LINIJA IMA ODNOS  $\frac{S}{N} = 1000$ ,  $B = 4 \text{ MHz}$ , KOLIKI JE MAX. PROTOK MOGUĆ?

$$C = B \log_2 (1 + \frac{S}{N}) = 4 \cdot 10^6 \log_2 1001 = 39,87 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}}$$

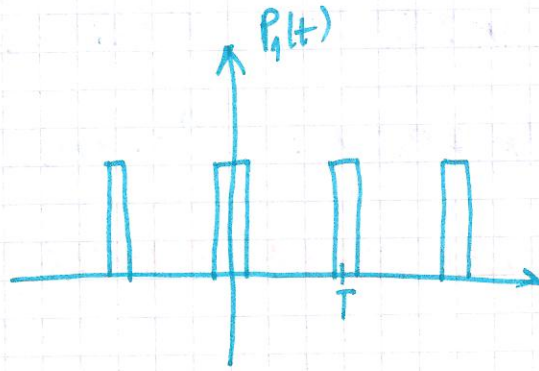
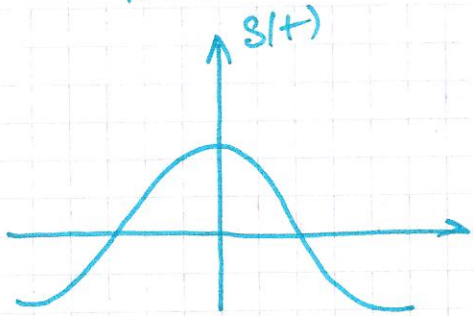
TEOREMA ODABIRANJA: AKO SIGNAL ZAUZIMA OPSEG  $W$ ,  
TADA SE MOŽE U POTPUNOSTI REKONSTRUISATI UZIMANJEM  
ODBIRAKA SA MIN. UČESTANOŠĆU  $2W$ .

$$X(t) = S(t) \sum_{k=-\infty}^{\infty} C_k e^{-j \frac{2\pi}{T_s} k t} ; C_k = \frac{\sin(\frac{\pi k \Delta}{T_s})}{\pi k} ; T_s = \frac{1}{f_s}$$

$$X(f) = S(f) * \sum_{k=-\infty}^{\infty} C_k \delta(f - k \frac{1}{T_s})$$

$$X(f) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} C_k S(f - k \frac{1}{T_s})$$

$$X(t) = S(t) \cdot P_1(t) = S(t) \cdot \sum_{k=-\infty}^{\infty} p(t - k T_s)$$



3. MERE SE PERFORMANSE TEL. LINIJE ( $B=4\text{kHz}$ ) PRI OEMU JE PRIDEMNI NIVO SIGNALA  $10\text{V}$ , A ŠUMA  $5\text{mV}$ . NAĆI  $C_{\text{max}}=?$

$$\left(\frac{S}{N}\right) = \left(\frac{10\text{V}}{5\text{mV}}\right)^2 = \left(\frac{10}{5 \cdot 10^{-3}}\right)^2 = \frac{100}{25} \cdot 10^6 = 4 \cdot 10^6 \quad \left(\frac{S}{N}\right) = \frac{U_s^2}{U_n^2} \quad !!!$$

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N}\right) = 87726 \frac{\text{bit}}{\text{s}}$$

4. PRENOSNI MEDIJUM PROPUSNOG OPSEGA  $5\text{MHz}$ ,  $C=10 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}}$   
KOLIKI JE MAX  $S/N$ ?

$$C = B \log_2 (1 + S/N) \Rightarrow 10 = 5 \log_2 (1 + S/N)$$

$$2 = \log_2 (1 + S/N) \Rightarrow 1 + S/N = 4$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{S/N = 3}}$$

5. AKO SE PRENOSI BINARNI SIGNAL PREKO KANALA  $B=3\text{kHz}$   
 I U KOME JE  $(S/N)_{\text{dB}}=20\text{dB}$ , ODREDITI MAX BRZINU PROTOKA.

$$C = B \log_2(1 + S/N) \quad (S/N)_{\text{dB}} = 10 \log S/N \Rightarrow S/N = 100$$

$$C = 3 \cdot \log_2(101) = 19,975 \frac{\text{kbit}}{\text{s}} \quad \text{--- ~~NIKVIST~~ ŠENON}$$

$$C = 2B \log_2 M = 2 \cdot 3 \log_2 2 = 6 \frac{\text{kbit}}{\text{s}} \quad \text{--- NIKVIST}$$

MAX PROTOK JE MANJA OD DVE VRED.

$$\underline{C_{\text{MAX}} = 6 \frac{\text{kbit}}{\text{s}}}$$

6. NEKA JE NA RASPOL. KANAL  $B=1\text{MHz}$ ;  $S/N=63$ . NAD,  
 ODGOV. BITSKU BRZINU I BROJ NIVOVA SIGNALA

$$C = B \log_2(1 + S/N) = 6 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}}$$

$$C_N = 2B \log_2 M = 6 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}} \Rightarrow \log_2 M = 3 \Rightarrow M = 2^3 = 8$$

7. AKO JE NA RASPOLAGANJU KANAL  $B=3\text{kHz}$ ,  $S/N=?$   
 DA BI SE MOGAO OSTVARITI MAX C ZA SVAKUJEVE:

$$a) M=2 \quad C = 6 \log_2 2 = 6 \frac{\text{kbit}}{\text{s}}; S/N = 3 \quad [4,77\text{dB}]$$

$$b) M=4 \quad C = 12 \frac{\text{kbit}}{\text{s}}; S/N = 15 \quad [11,76\text{dB}]$$

$$c) M=16 \quad C = 24 \frac{\text{kbit}}{\text{s}}; S/N = 255 \quad [24\text{dB}]$$

$$d) M=128 \quad C = 42 \frac{\text{kbit}}{\text{s}}; S/N = 16383 \quad [42,14\text{dB}]$$

8. AKO SE ŽELI POSTIĆI BITSKI PROTOK OD  $6 \frac{\text{kbit}}{\text{s}}$ , ODREDITI MIN. S/N I ZAHTEVANI B ZA SLUČAJEVE:

$$a) M=2 \quad C=6 \frac{\text{kbit}}{\text{s}}; C=2B \log_2 2 \Rightarrow B=3 \text{ kHz} \Rightarrow S/N=3$$

$$b) M=4 \quad B=1,5 \text{ kHz} \Rightarrow S/N=15$$

$$c) M=16 \quad B=0,75 \text{ kHz} \Rightarrow S/N=225$$

$$d) M=128 \quad B=428 \text{ Hz} \Rightarrow S/N=16383$$

9. NEKA JE SNAGA SIGNALA NA IZLAZU 12 PREDAJNIKA 15W I SNAGA ŠUMA NA ULAZU PRIDJEMNIKA 100mW. AKO SE KORISTI  $B=4 \text{ kHz}$  ODREDITI DOWOLJENO SLABLJENJE LINIJE DA BI C BILO  $16 \frac{\text{kbit}}{\text{s}}$

$$C = B \log_2 (1 + S/N) \quad P_{TX} = 15 \text{ W} \quad N_{RX} = 100 \text{ mW}$$

$$16 = 4 \log_2 (1 + S/N) \quad P_{RX} = ?$$

$$4 = \log_2 (1 + S/N)$$

$$\underline{S/N=15} \Rightarrow P_{RX} = 15 \cdot 100 \text{ mW} = 1,5 \text{ W}$$

$$\frac{P_{RX}}{N_{RX}} = 15$$

$$a = 10 \log \frac{P_{TX}}{P_{RX}} = -10 \text{ dB} \quad \text{- SLABLJENJE}$$

$$g = 10 \log \frac{P_{RX}}{P_{TX}} = -10 \text{ dB} \quad \text{- POJACANJE}$$

(NEGATIVNO POJACANJE  $\rightarrow$  SLABLJENJE)

10. KOLIKI JE POTREBAN ODNOS  $S/N$  DA BI SE NOSILAC  
 11 SMESTIO NA VOD  $B = 50 \text{ kHz}$

$$\underline{C_{T1} = 1,544 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}}}$$

$$C = B \log_2(1 + S/N)$$

$$10^3 \cdot 1,544 = 50 \log_2(1 + S/N)$$

$$(1 + S/N) = 2^{30,88}$$

$$S/N = 2^{30,88} - 1 \Rightarrow \underline{(S/N)_{\text{dB}} = 93 \text{ dB}}$$

11. REZOLUCIJA SIGNALA JE  $480 \times 500 \text{ PIX}$ . PRI ĆEMU SVAKI  
 PIX MOŽE UZETI JEDAN OD 32 NIVOVA OSVETLEENJA. PRETPOSI.  
 DA SE 30 SliKA SALJE U SEKUNDI. DA LI JE MOGUĆ  
 PRENOS OVOG SIGNALA KANALOM  $B = 4,5 \text{ MHz}$  U KOME  
 JE  $(S/N)_{\text{dB}} = 35 \text{ dB}$

$$C = B \log_2(1 + S/N) \quad (S/N)_{\text{dB}} = 10 \log S/N \Rightarrow S/N = 10^{3,5} \dots$$

$$C = 4,5 \cdot 10^6 \cdot \log_2(1 + 10^{3,5}) = 52,32 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}}$$

$$V_s = 480 \times 500 \times 5 \times 30 \rightarrow \text{BR. SliKA U SEKUNDI}$$

$$\downarrow$$

5 BITA ( $2^5 = 32$  NIVOVA)

$$V_s = 36 \frac{\text{Mbit}}{\text{s}}$$