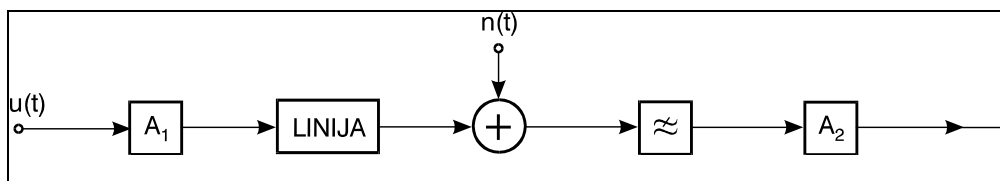


# PRIMERI PITANJA ZA IV CIKLUS LABORATORIJSKIH VEŽBI IZPREDMETA OSNOVI TELEKOMUNIKACIJA (TE30T)

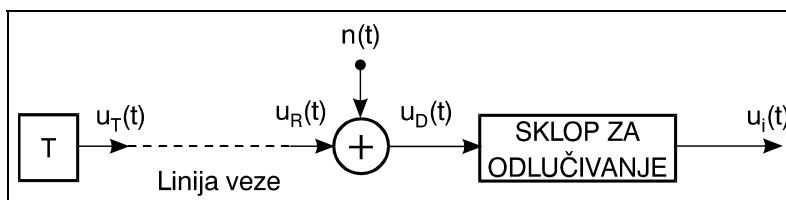
## Uticaj šuma na prenos digitalnih signala u OOU

1. Na je prikazana blok šema sistema za prenos signala u OOU. Pojačanja pojačavača  $A_1$  i  $A_2$  mogu da se menjaju u izvesnim granicama. Na ulazu prijemnika postoji šum  $n(t)$ . U odsustvu signala na ulazu predajnika nivo snage na izlazu iz prijemnika iznosi  $-44\text{dBm}$ . Kada se na ulaz predajnika dovede signal  $u(t)$  nivo snage na izlazu iz prijemnika iznosi  $4\text{dBm}$ .



Ako nivo snage signala na izlazu prijemnika treba da iznosi  $0\text{dBm}$ , a odnos signal/šum  $50\text{dB}$ , pojačanja pojačavača  $A_1$  i  $A_2$  treba promeniti za:

- a)  $\Delta a_1=0\text{dB}$  i  $\Delta a_2=-6\text{dB}$ .
  - b)  $\Delta a_1=2\text{dB}$  i  $\Delta a_2=6\text{dB}$ .
  - c)  $\Delta a_1=2\text{dB}$  i  $\Delta a_2=-6\text{dB}$ .
  - d)  $\Delta a_1=6\text{dB}$  i  $\Delta a_2=0\text{dB}$ .
  - e) Nema tačnih odgovora.
  - f) Ne znam tačan odgovor.
2. Na slici je prikazana blok šema sistema za prenos binarnih polarnih signala u OOU.



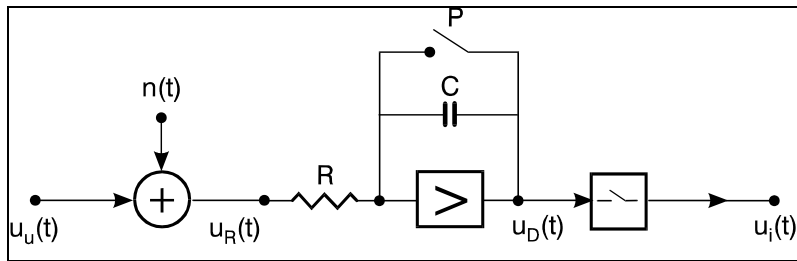
Signal na ulazu u prijemnik, u trenutku odabiranja  $kT$ , ima vrednost  $+U$  ako je poslata binarna 1 i vrednost  $-U$  ako je poslata binarna 0. Šum koji postoji na ulazu u sklop za odlučivanje je ABGŠ, čija je efektivna vrednost napona jednaka  $\sigma$ . Apriori verovatnoće su  $P_0=3/4$  i  $P_1=1/4$ , pri čemu je poznat odnos  $U/\sigma=4$ . Optimalna vrednost praga odlučivanja iznosi:

- a)  $U_{po}=U/2$ .
- b)  $U_{po}=0$ .
- c)  $U_{po}=3U/4$ .
- d)  $U_{po}=U/4$ .
- e) Nema tačnih odgovora.
- f) Ne znam tačan odgovor.

3. Kroz posmatrani sistem prenosi se binarni signal protoka 64kb/s. Prosečna verovatnoća greške na izlazu iz prijemnika je  $10^{-6}$ . Prosečno vremensko rastojanje između dva pogrešno primljena simbola iznosi:

- a)  $15.62\mu s$ .
- b) 277.8h.
- c) 15.625s.
- d) 64ms.
- e) Nema tačnih odgovora.
- f) Ne znam tačan odgovor.

4. Binarni signal  $u(t)$ , koji se prenosi u OOU, dolazi na ulaz u prijemnik sa integriranjem i rasterećenjem. Vrednosti signala na ulazu u prijemnik su  $\pm 0.8V$ , a binarni simboli su jednako verovatni.

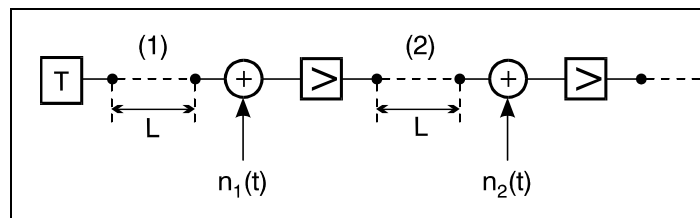


Pored korisnog signala, na ulazu u prijemnik postoji i ABGŠ čija SGSS  $10^{-6}V^2/1\Omega Hz$ . Binarni protok iznosi  $V=64kbit/s$ . Prosečna verovatnoća greške na izlazu iz prijemnika je,

$$erfc(x) \cong \frac{1}{x\sqrt{\pi}} \exp(-x^2):$$

- a)  $10^{-11}$ .
- b)  $10^{-6}$ .
- c)  $3.8 \times 10^{-6}$ .
- d)  $7.6 \times 10^{-6}$ .
- e) Nema tačnih odgovora.
- f) Ne znam tačan odgovor.

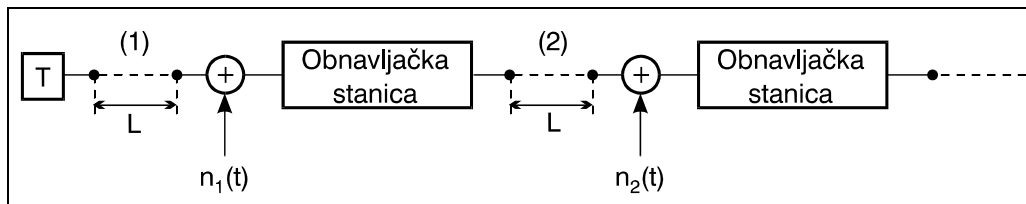
5. Na slici je prikazan deo jedne veze za prenos binarnih signala u OOU. Linija veze podeljena je na m deonica dužine L.



Iza svake deonice nalazi se pojačavač čije je pojačanje jednako slabljenju deonice. Na ulazu u svaki pojačavač postoji i slučajan šum  $n_i(t)$ ,  $i=1, 2, \dots, m$ . Šumovi koji se nalaze na ulazima u pojačavače predstavljaju nezavisne Gaussove slučajne procese, pri čemu je efektivna vrednost napona šumova jednaka  $\sigma_i=\sigma$ , za  $i=1, 2, \dots, m$ . Prenos binarnih signala vrši se jednako verovatnim polarnim impulsima, čija je amplituda na ulazu u pojačavač odnosno obnavljačku stanicu ravna  $\pm U$ . Verovatnoće greške,  $m=100$  i  $U/\sigma=6$ ,  $\text{erfc}(x) \cong \frac{1}{x\sqrt{\pi}} \exp(-x^2)$ , iznosi:

- a) 0.55.
- b) 0.555.
- c) 0.5.
- d)  $10^{-9}$ .
- e) Nema tačnih odgovora.
- f) Ne znam tačan odgovor.

6. Na slici je prikazan deo jedne veze za prenos binarnih signala u OOU. Linija veze podeljena je na  $m$  deonica dužine  $L$ , sa obnavljačkim stanicama..



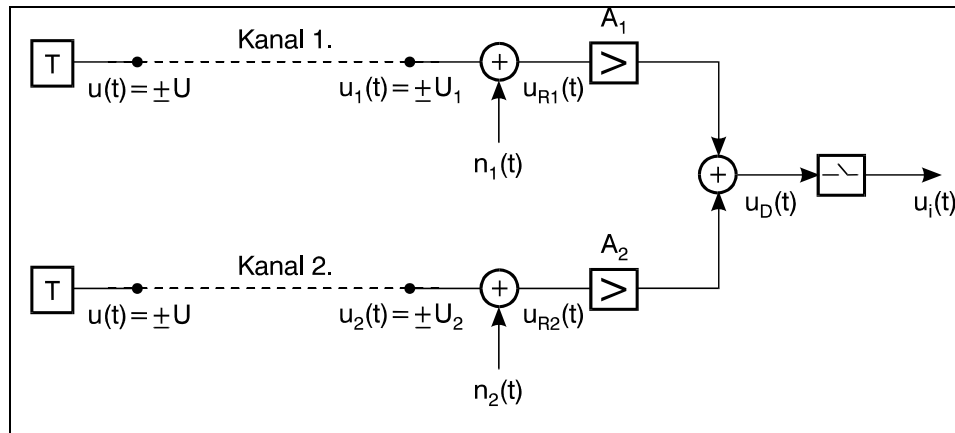
Na ulazu u svaku obnavljačku stanicu postoji slučajan šum  $n_i(t)$ ,  $i=1, 2, \dots, m$ . Ovi šumovi predstavljaju nezavisne Gaussove slučajne procese, pri čemu je efektivna vrednost napona šumova jednaka  $\sigma_i=\sigma$ , za  $i=1, 2, \dots, m$ .

Prenos jednako verovatnih binarnih signala vrši se polarnim impulsima, čija je amplituda na ulazu u pojačavač odnosno obnavljačku stanicu ravna  $\pm U$ . Takodje je  $m=100$  i  $U/\sigma=6$ .

Verovatnoća greške iznosi,  $\text{erfc}(x) \cong \frac{1}{x\sqrt{\pi}} \exp(-x^2)$ :

- a) 0.274.
- b) 0.5.
- c)  $\approx 10^{-7}$ .
- d)  $\approx 10^{-9}$ .
- e) Nema tačnih odgovora.
- f) Ne znam tačan odgovor.

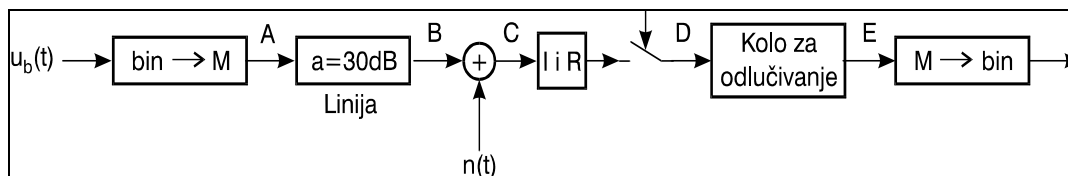
7. Na slici je prikazana principna blok šema sistema za prenos binarnog signala  $u(t)$  kroz dva nezavisna kanala. Binarni simboli su jednako verovatni.



Usled različitih karakteristika kanala vrednost signala na ulazu u prvi prijemnik  $u_1(t)=\pm U_1$ , razlikuje se od vrednosti signala na ulazu u drugi prijemnik koja iznosi  $u_2(t)=\pm U_2$ . Na ulazima u prijemnike postoje i ABGŠ  $n_1(t)$  i  $n_2(t)$ , koji su međusobno nezavisni. Efektivne vrednosti napona ovih šumova su  $\sigma_1$  i  $\sigma_2$ . Verovatnoća greške je data izrazom:

- a)  $P_e = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \frac{A_1 U_1 + A_2 U_2}{\sqrt{2(A_1 \sigma_1^2 + A_2 \sigma_2^2)}} \right)$ .
- b)  $P_e = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \frac{A_1 U_1 + A_2 U_2}{\sqrt{2(A_1 \sigma_1 + A_2 \sigma_2)^2}} \right)$ .
- c)  $P_e = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \frac{A_1 U_1 + A_2 U_2}{\sqrt{2A_1^2 \sigma_1^2 + 2A_2^2 \sigma_2^2}} \right)$ .
- d)  $P_e = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \frac{A_1 U_1}{\sqrt{2A_1 \sigma_1}} \right) + \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \frac{A_1 U_1 + A_2 U_2}{\sqrt{2A_2 \sigma_2}} \right)$ .
- e) Nema tačnih odgovora.
- f) Ne znam tačan odgovor.

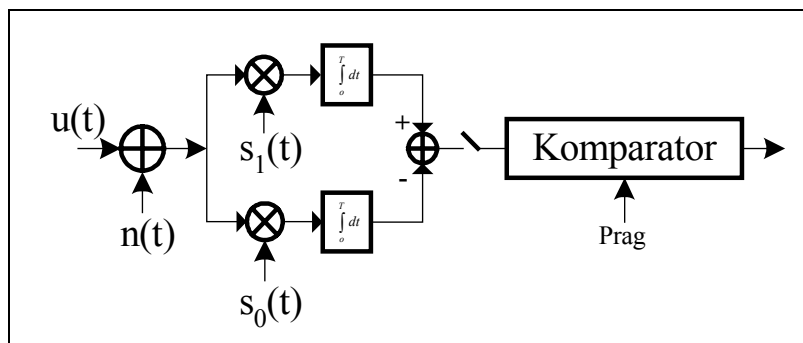
8. Na slici je data blok šema sistema za prenos binarnog signala  $u_b(t)$ , čije su vrednosti u jednom signalizacionom intervalu  $T_b$  jednako verovatne, u OOU. Koristi se Grayovo kodiranje. U sklopu  $\text{bin} \rightarrow M$ , u predajniku, obavlja se konverzija binarnog u polarni  $M$ -arni signal, pri čemu je  $M=2^{16}$ . Maksimalna snaga  $M$ -arnog signala na ulazu u liniju veze je  $P_m=1.5\text{W}$ . Linija veze unosi slabljenje  $a=30\text{dB}$ . Na ulazu u prijemnik postoji i ABGŠ čija je SGSS konstantna i jednaka  $p_N=10^{-12}\text{W/Hz}$ .



Ako je brzina signaliziranja binarnog signala  $V_b=2\text{Mbit/s}$ , verovatnoća greške iznosi,

$$\text{erfc}(x) \cong \frac{1}{x\sqrt{\pi}} \exp(-x^2):$$

- a)  $1.62 \times 10^{-2}$ .  
 b)  $\approx 8.68 \times 10^{-3}$ .  
 c)  $\approx 0.3 \times 10^{-6}$  po simbolu.  
 d)  $\approx 10^{-8}$ .  
 e) Nema tačnih odgovora.  
 f) Ne znam tačan odgovor.
9. Prenos binarnog signala obavlja se različitim talasnim oblicima, pri čemu signal  $s_0(t)$  odgovara binarnom simbolu 0, a signal  $s_1(t)$  binarnom simbolu 1. Binarni simboli su jednako verovatni, a energije ovih signala su jednake i iznose  $E$ , pri čemu koeficijent kroskorelacije iznosi  $\rho$ . Na slici je blok šema korelacionog prijemnika. SGSS šuma je  $S_n(\omega) = S_n$ ,  $|\omega| < \infty$ .



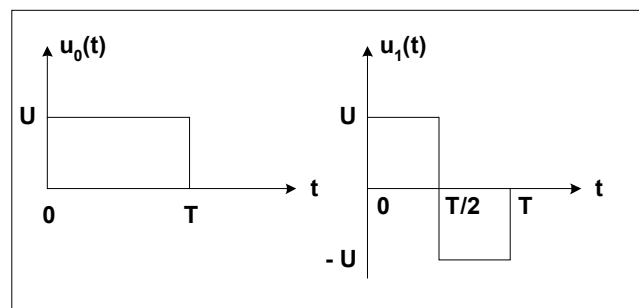
Verovatnoća greške na izlazu iz prijemnika data je izrazom:

- a)  $P_{e,\min} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{E}{4S_n}} (1-\rho)$ .
- b)  $P_{e,\min} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{E}{S_n}} (1-\rho)$ .
- c)  $P_{e,\min} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{E(1-\rho)}{4S_n}}$ .
- d)  $P_{e,\min} = \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{E(1-\rho)}{4S_n}}$ .
- e) Nema tačnih odgovora.
- f) Ne znam tačan odgovor.

10. Ako slanju binarnog simbola nula odgovara hipoteza  $H_0$ , slanju binarnog simbola jedan hipoteza  $H_1$ , i ako su cene tačnih i pogrešnih odluka u prijemniku jednake  $C_{00}$ ,  $C_{10}$ ,  $C_{11}$  i  $C_{01}$ , test maksimalne verodostojnosti u prijemniku dat je izrazom:

- a)  $\frac{p(r|H_1)^{H_1} P_0(C_{10} - C_{00})}{p(r|H_0)^{H_0} P_1(C_{01} - C_{11})}$ .
- b)  $\frac{p(r|H_1)^{H_1} P_0}{p(r|H_0)^{H_0} P_1}$ .
- c)  $\frac{p(r|H_1)^{H_0} P_0(C_{10} - C_{00})}{p(r|H_0)^{H_1} P_1(C_{01} - C_{11})}$ .
- d)  $\frac{p(H_0|r)^{H_1}}{p(H_1|r)^{H_0}} > \frac{P_0(C_{10} - C_{00})}{P_1(C_{01} - C_{11})}$ .
- e) Nema tačnih odgovora.
- f) Ne znam tačan odgovor.

11. Pri prenosu digitalnih signala u OOU, koristi se binarni prenos sa istim verovatnoćama pojavljivanja logičke "1" i "0", a pri prenosu se koriste talasni oblici  $u_0(t)$  za logičku "0" i  $u_1(t)$  za logičku "1" prikazani na slici. Ako je bitska energije signala jednaka za oba simbola, i ako se na ulazu u optimalan prijemnik javlja ABGŠ SGSS  $S_N(\omega) = p_N/2$ , tada je verovatnoća greške po bitu na izlazu prijemnika data izrazom:



- a)  $P_{e,b} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{E_b}{2p_N}}$ .
- b)  $P_{e,b} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{E_b}{p_N}}$ .

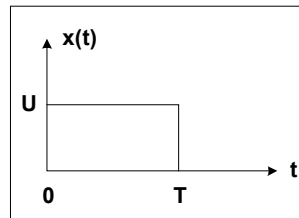
$$c) P_{e,b} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{3E_b}{2p_N}}$$

$$d) P_{e,b} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{2E_b}{3p_N}}$$

e) Nema tačnih odgovora.

f) Ne znam tačan odgovor.

12. Pri prenosu digitalnih signala u OOU, koristi se binarni prenos sa istim verovatnoćama pojavljivanja logičke "1" i "0", a pri prenosu se koristi standardni oblik signala  $x(t)$  prikazan na slici. Na ulazu u prijemnik javlja se ABGŠ konstantne SGSS  $p_N$ . Ako je prijemnik realizovan kao integrator sa rasterećenjem (trajanje integracije je  $T=1/V$ ,  $V$  je bitski protok) tada je verovatnoća greške po bitu na izlazu prijemnika data izrazom:



$$a) P_{e,b} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{U^2}{4p_N V}}$$

$$b) P_{e,b} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{U^2}{2p_N V}}$$

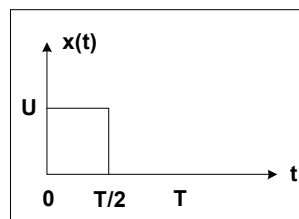
$$c) P_{e,b} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{U^2}{p_N V}}$$

$$d) P_{e,b} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{2U^2}{p_N V}}$$

e) Nema tačnih odgovora.

f) Ne znam tačan odgovor.

13. Pri prenosu digitalnih signala u OOU, koristi se binarni polarni prenos, skup simbola je  $a_k = \{\pm 1\}$ , sa istim verovatnoćama pojavljivanja logičke "1" i "0", a pri prenosu se koristi standardni oblik signala  $x(t)$  prikazan na slici. Na ulazu u prijemnik javlja se ABGŠ konstantne SGSS  $p_N$ . Ako prijemnik čine integrator sa rasterećenjem (trajanje integracije je  $T=1/V$ ,  $V$  je bitski protok), iza koga slede odabirač i odlučivač (sa optimalnim pragom odlučivanja), tada je verovatnoća greške po bitu na izlazu prijemnika data izrazom:



$$\text{a) } P_{e,b} = \text{erfc} \sqrt{\frac{U^2 T}{p_N}}.$$

$$\text{b) } P_{e,b} = \frac{1}{2} \text{erfc} \sqrt{\frac{U^2 T}{4p_N}}.$$

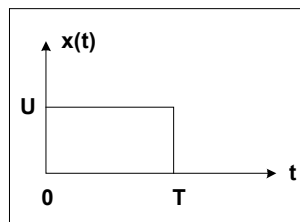
$$\text{c) } P_{e,b} = \frac{1}{2} \text{erfc} \sqrt{\frac{U^2 T}{2p_N}}.$$

$$\text{d) } P_{e,b} = \frac{1}{2} \text{erfc} \sqrt{\frac{2U^2 T}{p_N}}.$$

e) Nema tačnih odgovora.

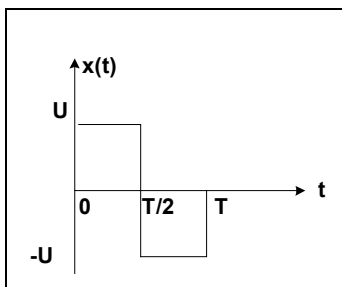
f) Ne znam tačan odgovor.

14. Pri prenosu digitalnih signala u OOU, koristi se binarni polarni prenos, skup simbola je  $a_k = \{\pm 1\}$ , sa istim verovatnoćama pojavljivanja logičke "1" i "0", a pri prenosu se koristi standardni oblik signala  $x(t)$  prikazan na slici. Na ulazu u prijemnik javlja se ABGŠ konstantne SGSS  $p_N$ . Ako prijemnik čine integrator sa rasterećenjem (trajanje integracije je  $T=1/V$ ,  $V$  je bitski protok), iza koga slede odabirač i odlučivač (sa optimalnim pragom odlučivanja), tada je:



- a) Ovaj prijemnik nije optimalan.  
 b) Ovakav prijemnik na izlazu daje najveću moguću verovatnoću greške za dati signal i šum na ulazu u prijemnik.  
 c) Ovaj prijemnik smanjuje ISI pri prenosu.  
 d) Ovakav prijemnik je zapravo realizacija optimalnog prijemnika u obliku korelacionog prijemnika.  
 e) Nema tačnih odgovora.  
 f) Ne znam tačan odgovor.

15. Pri prenosu digitalnih signala u OOU, koristi se binarni polarni prenos, skup simbola je  $a_k = \{\pm 1\}$ , sa istim verovatnoćama pojavljivanja logičke "1" i "0", a pri prenosu se koristi standardni oblik signala  $x(t)$  prikazan na slici. Na ulazu u prijemnik javlja se ABGŠ konstantne SGSS  $p_N$ . Ako prijemnik čine integrator sa rasterećenjem (trajanje integracije je  $T=1/V$ ,  $V$  je bitski protok), iza koga slede odabirač i odlučivač (sa optimalnim pragom odlučivanja), tada je verovatnoća greške na izlazu ovog prijemnika:



a)  $P_{e,b} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{U^2 T}{p_N}}$ .

b)  $P_{e,b} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{U^2 T}{2p_N}}$

c)  $P_{e,b} = \frac{1}{2}$ .

d)  $P_{e,b} = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \sqrt{\frac{U^2 T}{4p_N}}$

e) Nema tačnih odgovora.

f) Ne znam tačan odgovor.

16. Prijemnik digitalnog signala  $u(t) = \sum_k a_k x(t - kT)$  koji se prenosi u OOU, pri čemu je prenos realizovan kao binarni polarni prenos, realizovan je u obliku integratora sa rasterećenjem (interval integracije je T), posle koga slede odabirač i odlučivač:
- a) ovaj prijemnik je optimalan ako je standardni oblik signala x(t) usamljeni pravougaoni ili trougaoni impuls trajanja T.
- b) ovaj prijemnik nije optimalan ako je standardni oblik signala x(t) usamljeni pravougaoni impuls trajanja T.
- c) ovaj prijemnik je optimalan nezavisno od standardnog oblika signala x(t).
- d) ovaj prijemnik je optimalan ako je standardni oblik signala x(t) usamljeni pravougaoni impuls trajanja T, kao i za sve druge standardne oblike signala istog trajanja i iste bitske energije.
- e) Nema tačnih odgovora.
- f) Ne znam tačan odgovor.