

(1)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Polje SYNC podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 32bit (B) 48bit (C) 16bit (D) 64bit

2. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 6.00 (B) 8.33 (C) 7.20 (D) 5.00

3. Modulacija QAM16 lahko doseže na eni sami polarizaciji osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 2bit (B) 4bit (C) 8bit (D) 16bit

4. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l < 100m$ ?

- (A) ASK eno vlakno CWDM (B) BPSK eno vlakno TDM (C) ASK trak več vlaken (D) QAM16 x2 polarizaciji

5. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 15$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 22.5 (B) 15 (C) 10 (D) 6.7

6. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz selena ( $Se$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.95eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ )

- (A) 488nm (B) 914nm (C) 637nm (D) 1119nm

7. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 60mV (B) 80mV (C) 120mV (D) 160mV

8. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1310nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ ).

- (A) 0.499A/W (B) 0.633A/W (C) 0.738A/W (D) 0.873A/W

9. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A) -8.8dB (B) -2.2dB (C) -1.1dB (D) -4.4dB

10. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) toplotni in zrnati šum (B) nelinearno popačenje in  $FWM$  (C)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (D) prekratko preizkusno zaporedje

11. UTP kabel s štirimi paricami Cat5 vsebuje v primerjavi s Cat3 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) elektromagnetni oklop (B) zaščito pred glodalci (C) dielektrik z manj izgubami (D) vodnike večjega preseka

12. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz germanija ( $Ge$ ) pri  $\lambda = 1.31\mu m$  doseže najboljšo razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 20 (B) 3 (C) 10 (D) 50

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

(2)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi se bistveno ne spreminja z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:
- (A) toplotni in zrnati šum (B) prekratko preizkusno zaporedje (C)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (D) nelinearno popačenje in  $FWM$
2. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?
- (A) ASK eno vlakno CWDM (B) BPSK eno vlakno TDM (C) ASK trak več vlaken (D) QAM16 x2 polarizaciji
3. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:
- (A) 10 (B) 3 (C) 20 (D) 50
4. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?
- (A)  $60mV$  (B)  $120mV$  (C)  $80mV$  (D)  $160mV$
5. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -1.1dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?
- (A)  $-8.8dB$  (B)  $-1.1dB$  (C)  $-2.2dB$  (D)  $-4.4dB$
6. Polje SYNC podaljšuje Ethernet okvir DIX za:
- (A)  $32bit$  (B)  $16bit$  (C)  $48bit$  (D)  $64bit$
7. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1310nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).
- (A)  $0.738A/W$  (B)  $0.873A/W$  (C)  $0.633A/W$  (D)  $0.499A/W$
8. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?
- (A) 22.5 (B) 15 (C) 6.7 (D) 10
9. Modulacija QAM16 lahko doseže na eni sami polarizaciji osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$
- (A)  $4bit$  (B)  $8bit$  (C)  $16bit$  (D)  $2bit$
10. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz selena ( $Se$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.95eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )
- (A)  $488nm$  (B)  $914nm$  (C)  $1119nm$  (D)  $637nm$
11. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 280mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$
- (A) 7.20 (B) 6.00 (C) 5.00 (D) 8.33
12. UTP kabel s štirimi paricami Cat5 vsebuje v primerjavi s Cat3 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:
- (A) elektromagnetni oklop (B) dielektrik z manj izgubami (C) zaščito pred glodalci (D) vodnike večjega preseka

(3)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz silicija ( $Si$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.11eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A) 488nm (B) 914nm (C) 1119nm (D) 637nm

2. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -1.1dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A)  $-8.8dB$  (B)  $-1.1dB$  (C)  $-4.4dB$  (D)  $-2.2dB$

3. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1310nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).

- (A) 0.499A/W (B) 0.873A/W (C) 0.633A/W (D) 0.738A/W

4. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 3 (B) 10 (C) 20 (D) 50

5. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?

- (A) ASK eno vlakno CWDM (B) ASK trak več vlaken (C) BPSK eno vlakno TDM (D) QAM16 x2 polarizaciji

6. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 160mV (B) 120mV (C) 80mV (D) 60mV

7. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 16bit (B) 2bit (C) 8bit (D) 4bit

8. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 15$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 6.7 (B) 22.5 (C) 15 (D) 10

9. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 280mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 7.20 (B) 8.33 (C) 5.00 (D) 6.00

10. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) prekratko preizkusno zaporedje (B) nelinearno popačenje in  $FWM$  (C) toplotni in zrnati šum (D)  $D_{barvni}$  in  $PMD$

11. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 16bit (B) 32bit (C) 64bit (D) 48bit

12. UTP kabel s štirimi paricami Cat5 vsebuje v primerjavi s Cat3 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) zaščito pred glodalci (B) vodnike večjega preseka (C) dielektrik z manj izgubami (D) elektromagnetni oklop

(4)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) zaščito pred glodalci      (B) dielektrik z manj izgubami      (C) elektromagnetni oklop      (D) vodnike večjega preseka

2. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 15      (B) 22.5      (C) 6.7      (D) 10

3. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 280mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 7.20      (B) 6.00      (C) 5.00      (D) 8.33

4. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 80mV      (B) 120mV      (C) 60mV      (D) 160mV

5. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi se bistveno ne spreminja z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A)  $D_{barvni}$  in  $PMD$       (B) prekratko preizkusno zaporedje      (C) toplotni in zrnati šum      (D) nelinearno popačenje in  $FWM$

6. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1310nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ ).

- (A) 0.499A/W      (B) 0.633A/W      (C) 0.873A/W      (D) 0.738A/W

7. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?

- (A) ASK eno vlakno CWDM      (B) QAM16 x2 polarizaciji      (C) ASK trak več vlaken      (D) BPSK eno vlakno TDM

8. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz silicija ( $Si$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.11eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ )

- (A) 1119nm      (B) 637nm      (C) 488nm      (D) 914nm

9. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz germanija ( $Ge$ ) pri  $\lambda = 1.31\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 20      (B) 50      (C) 10      (D) 3

10. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -1.1dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A)  $-8.8dB$       (B)  $-2.2dB$       (C)  $-4.4dB$       (D)  $-1.1dB$

11. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 8bit      (B) 2bit      (C) 16bit      (D) 4bit

12. Polje SYNC podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 16bit      (B) 48bit      (C) 64bit      (D) 32bit

(5)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?
- (A)  $60mV$  (B)  $120mV$  (C)  $80mV$  (D)  $160mV$
2. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:
- (A)  $32bit$  (B)  $16bit$  (C)  $64bit$  (D)  $48bit$
3. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?
- (A)  $-4.4dB$  (B)  $-8.8dB$  (C)  $-2.2dB$  (D)  $-1.1dB$
4. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ ).
- (A)  $0.873A/W$  (B)  $0.633A/W$  (C)  $0.738A/W$  (D)  $0.499A/W$
5. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$
- (A)  $2bit$  (B)  $4bit$  (C)  $16bit$  (D)  $8bit$
6. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi se bistveno ne spreminja z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:
- (A) nelinearno popačenje in  $FWM$  (B) prekratko preizkusno zaporedje (C)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (D) toplotni in zrnati šum
7. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:
- (A) 50 (B) 3 (C) 10 (D) 20
8. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l < 100m$ ?
- (A) QAM16 x2 polarizaciji (B) BPSK eno vlakno TDM (C) ASK trak več vlaken (D) ASK eno vlakno CWDM
9. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 280mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$
- (A) 5.00 (B) 8.33 (C) 6.00 (D) 7.20
10. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:
- (A) elektromagnetni oklop (B) dielektrik z manj izgubami (C) zaščito pred glodalci (D) vodnike večjega preseka
11. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz silicija ( $Si$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.11eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ )
- (A)  $914nm$  (B)  $637nm$  (C)  $1119nm$  (D)  $488nm$
12. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 15$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?
- (A) 15 (B) 6.7 (C) 22.5 (D) 10

(6)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 3 (B) 20 (C) 50 (D) 10

2. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) dielektrik z manj izgubami (B) vodnike večjega preseka (C) elektromagnetni oklop (D) zaščito pred glodalci

3. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 22.5 (B) 15 (C) 6.7 (D) 10

4. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 80mV (B) 120mV (C) 60mV (D) 160mV

5. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?

- (A) ASK eno vlakno CWDM (B) BPSK eno vlakno TDM (C) ASK trak več vlaken (D) QAM16 x2 polarizaciji

6. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) prekratko preizkusno zaporedje (B)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (C) nelinearno popačenje in  $FWM$  (D) toplotni in zrnati šum

7. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz silicija ( $Si$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.11eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A) 488nm (B) 1119nm (C) 637nm (D) 914nm

8. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A)  $-8.8dB$  (B)  $-4.4dB$  (C)  $-2.2dB$  (D)  $-1.1dB$

9. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).

- (A) 0.738A/W (B) 0.499A/W (C) 0.633A/W (D) 0.873A/W

10. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 16bit (B) 32bit (C) 48bit (D) 64bit

11. Modulacija QAM16 lahko doseže na eni sami polarizaciji osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 16bit (B) 8bit (C) 4bit (D) 2bit

12. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 280mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 5.00 (B) 8.33 (C) 6.00 (D) 7.20

(7)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -1.1dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A)  $-1.1dB$  (B)  $-8.8dB$  (C)  $-4.4dB$  (D)  $-2.2dB$

2. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).

- (A)  $0.738A/W$  (B)  $0.499A/W$  (C)  $0.873A/W$  (D)  $0.633A/W$

3. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 7.20 (B) 6.00 (C) 5.00 (D) 8.33

4. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) prekratko preizkusno zaporedje (B) nelinearno popačenje in  $FWM$  (C) toplotni in zrnati šum (D)  $D_{barvni}$  in  $PMD$

5. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotopor iz silicija ( $Si$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.11eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A)  $637nm$  (B)  $488nm$  (C)  $1119nm$  (D)  $914nm$

6. Modulacija QAM16 lahko doseže na eni sami polarizaciji osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A)  $4bit$  (B)  $2bit$  (C)  $8bit$  (D)  $16bit$

7. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A)  $160mV$  (B)  $80mV$  (C)  $120mV$  (D)  $60mV$

8. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz germanija ( $Ge$ ) pri  $\lambda = 1.31\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 10 (B) 50 (C) 20 (D) 3

9. Polje SYNC podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A)  $16bit$  (B)  $32bit$  (C)  $64bit$  (D)  $48bit$

10. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l < 100m$ ?

- (A) ASK eno vlakno CWDM (B) BPSK eno vlakno TDM (C) ASK trak več vlaken (D) QAM16 x2 polarizaciji

11. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 10 (B) 22.5 (C) 6.7 (D) 15

12. UTP kabel s štirimi paricami Cat5 vsebuje v primerjavi s Cat3 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) vodnike večjega preseka (B) zaščito pred glodalci (C) dielektrik z manj izgubami (D) elektromagnetni oklop

(8)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -1.1dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?
- (A)  $-2.2dB$  (B)  $-1.1dB$  (C)  $-8.8dB$  (D)  $-4.4dB$
2. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz germanija ( $Ge$ ) pri  $\lambda = 1.31\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:
- (A) 20 (B) 10 (C) 50 (D) 3
3. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$
- (A) 6.00 (B) 8.33 (C) 5.00 (D) 7.20
4. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:
- (A) 48bit (B) 64bit (C) 32bit (D) 16bit
5. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?
- (A) 15 (B) 6.7 (C) 22.5 (D) 10
6. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ ).
- (A)  $0.633A/W$  (B)  $0.499A/W$  (C)  $0.738A/W$  (D)  $0.873A/W$
7. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 1k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?
- (A)  $120mV$  (B)  $160mV$  (C)  $80mV$  (D)  $60mV$
8. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:
- (A) dielektrik z manj izgubami (B) vodnike večjega preseka (C) zaščito pred glodalci (D) elektromagnetni oklop
9. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?
- (A) ASK trak več vlaken (B) BPSK eno vlakno TDM (C) QAM16 x2 polarizaciji (D) ASK eno vlakno CWDM
10. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi se bistveno ne spreminja z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:
- (A) prekratko preizkusno zaporedje (B) nelinearno popačenje in  $FWM$  (C)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (D) toplotni in zrnati šum
11. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$
- (A) 8bit (B) 2bit (C) 16bit (D) 4bit
12. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz selena ( $Se$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.95eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ )
- (A)  $637nm$  (B)  $914nm$  (C)  $1119nm$  (D)  $488nm$



(9)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Polje SYNC podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 48bit (B) 64bit (C) 32bit (D) 16bit

2. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).

- (A) 0.738A/W (B) 0.873A/W (C) 0.499A/W (D) 0.633A/W

3. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 120mV (B) 80mV (C) 60mV (D) 160mV

4. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A) -4.4dB (B) -1.1dB (C) -2.2dB (D) -8.8dB

5. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 16bit (B) 8bit (C) 2bit (D) 4bit

6. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz germanija ( $Ge$ ) pri  $\lambda = 1.31\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 3 (B) 10 (C) 50 (D) 20

7. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 280mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 6.00 (B) 7.20 (C) 5.00 (D) 8.33

8. UTP kabel s štirimi paricami Cat5 vsebuje v primerjavi s Cat3 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) dielektrik z manj izgubami (B) vodnike večjega preseka (C) zaščito pred glodalci (D) elektromagnetni oklop

9. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotopor iz selena ( $Se$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.95eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A) 1119nm (B) 637nm (C) 914nm (D) 488nm

10. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) toplotni in zrnati šum (B) nelinearno popačenje in  $FWM$  (C)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (D) prekratko preizkusno zaporedje

11. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 15$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 10 (B) 22.5 (C) 15 (D) 6.7

12. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?

- (A) QAM16 x2 polarizaciji (B) ASK eno vlakno CWDM (C) BPSK eno vlakno TDM (D) ASK trak več vlaken

Priimek in ime:

Elektronski naslov:

(10)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).

- (A) 0.633A/W (B) 0.738A/W (C) 0.873A/W (D) 0.499A/W

2. UTP kabel s štirimi paricami Cat5 vsebuje v primerjavi s Cat3 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) vodnike večjega preseka (B) elektromagnetni oklop (C) zaščito pred glodalci (D) dielektrik z manj izgubami

3. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -1.1dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A)  $-2.2dB$  (B)  $-1.1dB$  (C)  $-8.8dB$  (D)  $-4.4dB$

4. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 20 (B) 3 (C) 50 (D) 10

5. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?

- (A) BPSK eno vlakno TDM (B) ASK eno vlakno CWDM (C) QAM16 x2 polarizaciji (D) ASK trak več vlaken

6. Modulacija QAM16 lahko doseže na eni sami polarizaciji osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 2bit (B) 16bit (C) 8bit (D) 4bit

7. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz selena ( $Se$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.95eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A) 1119nm (B) 488nm (C) 637nm (D) 914nm

8. Polje SYNC podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 16bit (B) 48bit (C) 64bit (D) 32bit

9. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 120mV (B) 60mV (C) 160mV (D) 80mV

10. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 6.00 (B) 7.20 (C) 5.00 (D) 8.33

11. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) prekratko preizkusno zaporedje (B) toplotni in zrnati šum (C) nelinearno popačenje in  $FWM$  (D)  $D_{barvni}$  in  $PMD$

12. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 10 (B) 6.7 (C) 22.5 (D) 15

(11)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$
- (A) 6.00 (B) 8.33 (C) 5.00 (D) 7.20
2. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotopor iz selena ( $Se$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.95eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ )
- (A) 488nm (B) 637nm (C) 914nm (D) 1119nm
3. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:
- (A) 50 (B) 3 (C) 10 (D) 20
4. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$
- (A) 16bit (B) 4bit (C) 2bit (D) 8bit
5. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ ).
- (A) 0.873A/W (B) 0.499A/W (C) 0.633A/W (D) 0.738A/W
6. Polje SYNC podaljšuje Ethernet okvir DIX za:
- (A) 64bit (B) 48bit (C) 32bit (D) 16bit
7. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l < 100m$ ?
- (A) ASK eno vlakno CWDM (B) QAM16 x2 polarizaciji (C) ASK trak več vlaken (D) BPSK eno vlakno TDM
8. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?
- (A) 160mV (B) 120mV (C) 80mV (D) 60mV
9. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?
- (A) -1.1dB (B) -4.4dB (C) -8.8dB (D) -2.2dB
10. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:
- (A) vodnike večjega preseka (B) dielektrik z manj izgubami (C) elektromagnetni oklop (D) zaščito pred glodalci
11. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:
- (A) toplotni in zrnati šum (B) nelinearno popačenje in  $FWM$  (C)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (D) prekratko preizkusno zaporedje
12. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 15$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?
- (A) 6.7 (B) 15 (C) 10 (D) 22.5

(12)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Modulacija QAM16 lahko doseže na eni sami polarizaciji osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 4bit (B) 8bit (C) 16bit (D) 2bit

2. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A)  $-2.2dB$  (B)  $-8.8dB$  (C)  $-1.1dB$  (D)  $-4.4dB$

3. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotopor iz selena ( $Se$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.95eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A) 488nm (B) 914nm (C) 1119nm (D) 637nm

4. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 16bit (B) 32bit (C) 48bit (D) 64bit

5. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?

- (A) BPSK eno vlakno TDM (B) ASK trak več vlaken (C) ASK eno vlakno CWDM (D) QAM16 x2 polarizaciji

6. UTP kabel s štirimi paricami Cat5 vsebuje v primerjavi s Cat3 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) vodnike večjega preseka (B) zaščito pred glodalci (C) elektromagnetni oklop (D) dielektrik z manj izgubami

7. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1310nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).

- (A) 0.873A/W (B) 0.738A/W (C) 0.499A/W (D) 0.633A/W

8. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) prekratko preizkusno zaporedje (B)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (C) nelinearno popačenje in  $FWM$  (D) toplotni in zrnati šum

9. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz germanija ( $Ge$ ) pri  $\lambda = 1.31\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 20 (B) 3 (C) 10 (D) 50

10. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 1k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 160mV (B) 80mV (C) 60mV (D) 120mV

11. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 22.5 (B) 6.7 (C) 10 (D) 15

12. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 8.33 (B) 5.00 (C) 6.00 (D) 7.20

(13)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 2bit (B) 8bit (C) 4bit (D) 16bit

2. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 10 (B) 15 (C) 22.5 (D) 6.7

3. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 160mV (B) 60mV (C) 80mV (D) 120mV

4. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi se bistveno ne spreminja z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) prekratko preizkusno zaporedje (B) nelinearno popačenje in  $FWM$  (C)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (D) toplotni in zrnati šum

5. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 10 (B) 50 (C) 3 (D) 20

6. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?

- (A) ASK eno vlakno CWDM (B) BPSK eno vlakno TDM (C) ASK trak več vlaken (D) QAM16 x2 polarizaciji

7. UTP kabel s štirimi paricami Cat5 vsebuje v primerjavi s Cat3 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) vodnike večjega preseka (B) dielektrik z manj izgubami (C) zaščito pred glodalci (D) elektromagnetni oklop

8. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A)  $-8.8dB$  (B)  $-2.2dB$  (C)  $-4.4dB$  (D)  $-1.1dB$

9. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ ).

- (A) 0.738A/W (B) 0.633A/W (C) 0.873A/W (D) 0.499A/W

10. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 280mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 7.20 (B) 6.00 (C) 8.33 (D) 5.00

11. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotopur iz selena ( $Se$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.95eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ )

- (A) 637nm (B) 1119nm (C) 914nm (D) 488nm

12. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 32bit (B) 48bit (C) 64bit (D) 16bit

(14)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100\text{Gbit/s}$  na razdaljah  $l < 100\text{m}$ ?

- (A) ASK eno vlakno CWDM      (B) ASK trak več vlaken      (C) QAM16 x2 polarizaciji      (D) BPSK eno vlakno TDM

2. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) prekratko preizkusno zaporedje      (B) nelinearno popačenje in  $FWM$       (C) toplotni in zrnati šum      (D)  $D_{barvni}$  in  $PMD$

3. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 16bit      (B) 2bit      (C) 8bit      (D) 4bit

4. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) elektromagnetni oklop      (B) zaščito pred glodalci      (C) dielektrik z manj izgubami      (D) vodnike večjega preseka

5. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotopor iz silicija ( $Si$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.11\text{eV}$ ?

( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}\text{Js}$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}\text{As}$ )

- (A) 637nm      (B) 488nm      (C) 914nm      (D) 1119nm

6. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz germanija ( $Ge$ ) pri  $\lambda = 1.31\mu\text{m}$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 50      (B) 10      (C) 20      (D) 3

7. Polje SYNC podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 32bit      (B) 16bit      (C) 64bit      (D) 48bit

8. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2\text{dB}$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A)  $-8.8\text{dB}$       (B)  $-2.2\text{dB}$       (C)  $-4.4\text{dB}$       (D)  $-1.1\text{dB}$

9. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 280\text{mV}$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30\text{mV}$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20\text{mV}_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10\text{mV}_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 5.00      (B) 7.20      (C) 6.00      (D) 8.33

10. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550\text{nm}$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}\text{Js}$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}\text{As}$ ).

- (A) 0.873A/W      (B) 0.738A/W      (C) 0.499A/W      (D) 0.633A/W

11. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 15$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4\text{pF}$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9\text{pF}$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 15      (B) 10      (C) 22.5      (D) 6.7

12. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6\text{A/W}$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2\text{k}\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13\text{dBm}$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 120mV      (B) 160mV      (C) 60mV      (D) 80mV

(15)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 280mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$
- (A) 6.00 (B) 7.20 (C) 5.00 (D) 8.33
2. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?
- (A) QAM16 x2 polarizaciji (B) ASK trak več vlaken (C) BPSK eno vlakno TDM (D) ASK eno vlakno CWDM
3. Modulacija QAM16 lahko doseže na eni sami polarizaciji osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$
- (A) 2bit (B) 16bit (C) 4bit (D) 8bit
4. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi se bistveno ne spreminja z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:
- (A) prekratko preizkusno zaporedje (B) nelinearno popačenje in  $FWM$  (C)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (D) toplotni in zrnati šum
5. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 15$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?
- (A) 15 (B) 6.7 (C) 22.5 (D) 10
6. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?
- (A) 160mV (B) 60mV (C) 80mV (D) 120mV
7. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:
- (A) 48bit (B) 16bit (C) 64bit (D) 32bit
8. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -1.1dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?
- (A)  $-8.8dB$  (B)  $-1.1dB$  (C)  $-2.2dB$  (D)  $-4.4dB$
9. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ ).
- (A) 0.738A/W (B) 0.499A/W (C) 0.873A/W (D) 0.633A/W
10. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz selena ( $Se$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.95eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ )
- (A) 914nm (B) 1119nm (C) 488nm (D) 637nm
11. UTP kabel s štirimi paricami Cat5 vsebuje v primerjavi s Cat3 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:
- (A) elektromagnetni oklop (B) zaščito pred glodalci (C) dielektrik z manj izgubami (D) vodnike večjega preseka
12. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:
- (A) 3 (B) 10 (C) 20 (D) 50

1. Polje SYNC podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 32bit (B) 16bit (C) 64bit (D) 48bit

2. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (B) toplotni in zrnati šum (C) nelinearno popačenje in  $FWM$  (D) prekratko preizkusno zaporedje

3. UTP kabel s štirimi paricami Cat5 vsebuje v primerjavi s Cat3 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) vodnike večjega preseka (B) elektromagnetni oklop (C) dielektrik z manj izgubami (D) zaščito pred glodalci

4. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz germanija ( $Ge$ ) pri  $\lambda = 1.31\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 50 (B) 10 (C) 3 (D) 20

5. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l < 100m$ ?

- (A) QAM16 x2 polarizaciji (B) BPSK eno vlakno TDM (C) ASK trak več vlaken (D) ASK eno vlakno CWDM

6. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 280mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 5.00 (B) 8.33 (C) 7.20 (D) 6.00

7. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A)  $-2.2dB$  (B)  $-4.4dB$  (C)  $-1.1dB$  (D)  $-8.8dB$

8. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 8bit (B) 4bit (C) 2bit (D) 16bit

9. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz selena ( $Se$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.95eV$ ?

( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A) 488nm (B) 1119nm (C) 637nm (D) 914nm

10. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 6.7 (B) 10 (C) 22.5 (D) 15

11. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 60mV (B) 120mV (C) 80mV (D) 160mV

12. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).

- (A) 0.738A/W (B) 0.633A/W (C) 0.873A/W (D) 0.499A/W



(17)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz germanija ( $Ge$ ) pri  $\lambda = 1.31\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 3 (B) 20 (C) 10 (D) 50

2. UTP kabel s štirimi paricami Cat5 vsebuje v primerjavi s Cat3 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) zaščito pred glodalci (B) dielektrik z manj izgubami (C) vodnike večjega preseka (D) elektromagnetni oklop

3. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 1k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 80mV (B) 60mV (C) 120mV (D) 160mV

4. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 48bit (B) 32bit (C) 64bit (D) 16bit

5. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A)  $-2.2dB$  (B)  $-1.1dB$  (C)  $-8.8dB$  (D)  $-4.4dB$

6. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 22.5 (B) 10 (C) 6.7 (D) 15

7. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi se bistveno ne spreminja z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) prekratko preizkusno zaporedje (B)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (C) toplotni in zrnati šum (D) nelinearno popačenje in  $FWM$

8. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 4bit (B) 16bit (C) 8bit (D) 2bit

9. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotopor iz silicija ( $Si$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.11eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A) 914nm (B) 488nm (C) 1119nm (D) 637nm

10. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 7.20 (B) 8.33 (C) 6.00 (D) 5.00

11. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?

- (A) ASK trak več vlaken (B) ASK eno vlakno CWDM (C) BPSK eno vlakno TDM (D) QAM16 x2 polarizaciji

12. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1310nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A) 0.738A/W (B) 0.873A/W (C) 0.499A/W (D) 0.633A/W

(18)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Modulacija QAM16 lahko doseže na eni sami polarizaciji osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 16bit (B) 4bit (C) 8bit (D) 2bit

2. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (B) prekratko preizkusno zaporedje (C) nelinearno popačenje in  $FWM$  (D) toplotni in zrnati šum

3. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -1.1dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A)  $-1.1dB$  (B)  $-2.2dB$  (C)  $-8.8dB$  (D)  $-4.4dB$

4. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1310nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).

- (A)  $0.633A/W$  (B)  $0.873A/W$  (C)  $0.499A/W$  (D)  $0.738A/W$

5. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz germanija ( $Ge$ ) pri  $\lambda = 1.31\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 50 (B) 10 (C) 3 (D) 20

6. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 64bit (B) 48bit (C) 32bit (D) 16bit

7. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz silicija ( $Si$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.11eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A) 637nm (B) 914nm (C) 488nm (D) 1119nm

8. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?

- (A) BPSK eno vlakno TDM (B) ASK eno vlakno CWDM (C) QAM16 x2 polarizaciji (D) ASK trak več vlaken

9. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 280mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 6.00 (B) 8.33 (C) 7.20 (D) 5.00

10. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) dielektrik z manj izgubami (B) elektromagnetni oklop (C) zaščito pred glodalci (D) vodnike večjega preseka

11. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 6.7 (B) 15 (C) 10 (D) 22.5

12. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 1k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 60mV (B) 80mV (C) 120mV (D) 160mV

1. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 1k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?
- (A)  $60mV$  (B)  $160mV$  (C)  $120mV$  (D)  $80mV$
2. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).
- (A)  $0.738A/W$  (B)  $0.873A/W$  (C)  $0.633A/W$  (D)  $0.499A/W$
3. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?
- (A) 22.5 (B) 10 (C) 6.7 (D) 15
4. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 280mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$
- (A) 6.00 (B) 8.33 (C) 7.20 (D) 5.00
5. Modulacija QAM16 lahko doseže na eni sami polarizaciji osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$
- (A) 8bit (B) 16bit (C) 2bit (D) 4bit
6. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:
- (A) 10 (B) 3 (C) 50 (D) 20
7. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?
- (A) QAM16 x2 polarizaciji (B) ASK trak več vlaken (C) ASK eno vlakno CWDM (D) BPSK eno vlakno TDM
8. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi se bistveno ne spreminja z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:
- (A) prekratko preizkusno zaporedje (B) nelinearno popačenje in  $FWM$  (C)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (D) toplotni in zrnati šum
9. Polje SYNC podaljšuje Ethernet okvir DIX za:
- (A) 32bit (B) 16bit (C) 48bit (D) 64bit
10. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?
- (A)  $-8.8dB$  (B)  $-1.1dB$  (C)  $-4.4dB$  (D)  $-2.2dB$
11. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz selena ( $Se$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.95eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )
- (A) 1119nm (B) 488nm (C) 914nm (D) 637nm
12. UTP kabel s štirimi paricami Cat5 vsebuje v primerjavi s Cat3 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:
- (A) vodnike večjega preseka (B) dielektrik z manj izgubami (C) zaščito pred glodalci (D) elektromagnetni oklop

1. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?
- (A)  $120mV$  (B)  $160mV$  (C)  $60mV$  (D)  $80mV$
2. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?
- (A) 15 (B) 22.5 (C) 6.7 (D) 10
3. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotopor iz silicija ( $Si$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.11eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )
- (A)  $488nm$  (B)  $914nm$  (C)  $1119nm$  (D)  $637nm$
4. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$
- (A) 8.33 (B) 7.20 (C) 6.00 (D) 5.00
5. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -1.1dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?
- (A)  $-2.2dB$  (B)  $-8.8dB$  (C)  $-1.1dB$  (D)  $-4.4dB$
6. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:
- (A) toplotni in zrnati šum (B) prekratko preizkusno zaporedje (C)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (D) nelinearno popačenje in  $FWM$
7. Polje SYNC podaljšuje Ethernet okvir DIX za:
- (A)  $16bit$  (B)  $32bit$  (C)  $64bit$  (D)  $48bit$
8. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:
- (A) 50 (B) 10 (C) 20 (D) 3
9. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).
- (A)  $0.873A/W$  (B)  $0.499A/W$  (C)  $0.633A/W$  (D)  $0.738A/W$
10. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l < 100m$ ?
- (A) ASK trak več vlaken (B) BPSK eno vlakno TDM (C) QAM16 x2 polarizaciji (D) ASK eno vlakno CWDM
11. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$
- (A)  $2bit$  (B)  $16bit$  (C)  $8bit$  (D)  $4bit$
12. UTP kabel s štirimi paricami Cat5 vsebuje v primerjavi s Cat3 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:
- (A) vodnike večjega preseka (B) elektromagnetni oklop (C) zaščito pred glodalci (D) dielektrik z manj izgubami

(21)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A)  $160mV$  (B)  $80mV$  (C)  $120mV$  (D)  $60mV$

2. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz germanija ( $Ge$ ) pri  $\lambda = 1.31\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 10 (B) 3 (C) 50 (D) 20

3. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l < 100m$ ?

- (A) QAM16 x2 polarizaciji (B) BPSK eno vlakno TDM (C) ASK trak več vlaken (D) ASK eno vlakno CWDM

4. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) zaščito pred glodalci (B) vodnike večjega preseka (C) dielektrik z manj izgubami (D) elektromagnetni oklop

5. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 8.33 (B) 6.00 (C) 5.00 (D) 7.20

6. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 22.5 (B) 6.7 (C) 15 (D) 10

7. Polje SYNC podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 16bit (B) 32bit (C) 48bit (D) 64bit

8. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -1.1dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A)  $-8.8dB$  (B)  $-4.4dB$  (C)  $-2.2dB$  (D)  $-1.1dB$

9. Modulacija QAM16 lahko doseže na eni sami polarizaciji osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 8bit (B) 16bit (C) 4bit (D) 2bit

10. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ ).

- (A)  $0.633A/W$  (B)  $0.738A/W$  (C)  $0.499A/W$  (D)  $0.873A/W$

11. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz selena ( $Se$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.95eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ )

- (A) 637nm (B) 914nm (C) 488nm (D) 1119nm

12. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) nelinearno popačenje in  $FWM$  (B) toplotni in zrnati šum (C)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (D) prekratko preizkusno zaporedje

1. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 1k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?
- (A)  $80mV$  (B)  $120mV$  (C)  $60mV$  (D)  $160mV$
2. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi se bistveno ne spreminja z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:
- (A)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (B) nelinearno popačenje in  $FWM$  (C) prekratko preizkusno zaporedje (D) toplotni in zrnati šum
3. Polje SYNC podaljšuje Ethernet okvir DIX za:
- (A)  $64bit$  (B)  $48bit$  (C)  $16bit$  (D)  $32bit$
4. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 15$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?
- (A) 10 (B) 22.5 (C) 6.7 (D) 15
5. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$
- (A) 5.00 (B) 7.20 (C) 8.33 (D) 6.00
6. UTP kabel s štirimi paricami Cat5 vsebuje v primerjavi s Cat3 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:
- (A) elektromagnetni oklop (B) dielektrik z manj izgubami (C) vodnike večjega preseka (D) zaščito pred glodalci
7. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l < 100m$ ?
- (A) ASK eno vlakno CWDM (B) ASK trak več vlaken (C) QAM16 x2 polarizaciji (D) BPSK eno vlakno TDM
8. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ ).
- (A)  $0.633A/W$  (B)  $0.873A/W$  (C)  $0.499A/W$  (D)  $0.738A/W$
9. Modulacija QAM16 lahko doseže na eni sami polarizaciji osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$
- (A)  $4bit$  (B)  $16bit$  (C)  $2bit$  (D)  $8bit$
10. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz germanija ( $Ge$ ) pri  $\lambda = 1.31\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:
- (A) 20 (B) 50 (C) 10 (D) 3
11. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz silicija ( $Si$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.11eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ )
- (A)  $488nm$  (B)  $637nm$  (C)  $914nm$  (D)  $1119nm$
12. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -1.1dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?
- (A)  $-8.8dB$  (B)  $-4.4dB$  (C)  $-2.2dB$  (D)  $-1.1dB$

(23)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -1.1dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?
- (A)  $-4.4dB$  (B)  $-1.1dB$  (C)  $-8.8dB$  (D)  $-2.2dB$
2. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1310nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).
- (A)  $0.873A/W$  (B)  $0.738A/W$  (C)  $0.633A/W$  (D)  $0.499A/W$
3. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 15$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?
- (A) 6.7 (B) 15 (C) 22.5 (D) 10
4. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:
- (A) dielektrik z manj izgubami (B) zaščito pred glodalci (C) elektromagnetni oklop (D) vodnike večjega preseka
5. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotopor iz silicija ( $Si$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.11eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )
- (A)  $488nm$  (B)  $637nm$  (C)  $1119nm$  (D)  $914nm$
6. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 280mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$
- (A) 5.00 (B) 7.20 (C) 8.33 (D) 6.00
7. Polje SYNC podaljšuje Ethernet okvir DIX za:
- (A) 48bit (B) 16bit (C) 32bit (D) 64bit
8. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:
- (A) 10 (B) 20 (C) 50 (D) 3
9. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?
- (A) QAM16 x2 polarizaciji (B) ASK eno vlakno CWDM (C) BPSK eno vlakno TDM (D) ASK trak več vlaken
10. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi se bistveno ne spreminja z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:
- (A) toplotni in zrnati šum (B) prekratko preizkusno zaporedje (C) nelinearno popačenje in  $FWM$  (D)  $D_{barvni}$  in  $PMD$
11. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$
- (A) 4bit (B) 16bit (C) 8bit (D) 2bit
12. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?
- (A)  $160mV$  (B)  $120mV$  (C)  $80mV$  (D)  $60mV$

(24)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 10 (B) 50 (C) 20 (D) 3

2. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -1.1dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A)  $-4.4dB$  (B)  $-8.8dB$  (C)  $-1.1dB$  (D)  $-2.2dB$

3. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).

- (A)  $0.738A/W$  (B)  $0.499A/W$  (C)  $0.633A/W$  (D)  $0.873A/W$

4. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A)  $8bit$  (B)  $2bit$  (C)  $4bit$  (D)  $16bit$

5. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A)  $32bit$  (B)  $64bit$  (C)  $48bit$  (D)  $16bit$

6. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 5.00 (B) 7.20 (C) 8.33 (D) 6.00

7. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?

- (A) ASK trak več vlaken (B) QAM16 x2 polarizaciji (C) ASK eno vlakno CWDM (D) BPSK eno vlakno TDM

8. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A)  $120mV$  (B)  $80mV$  (C)  $60mV$  (D)  $160mV$

9. UTP kabel s štirimi paricami Cat5 vsebuje v primerjavi s Cat3 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) zaščito pred glodalci (B) dielektrik z manj izgubami (C) vodnike večjega preseka (D) elektromagnetni oklop

10. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz silicija ( $Si$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.11eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A)  $637nm$  (B)  $1119nm$  (C)  $488nm$  (D)  $914nm$

11. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 15$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 6.7 (B) 22.5 (C) 15 (D) 10

12. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) prekratko preizkusno zaporedje (B) toplotni in zrnati šum (C)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (D) nelinearno popačenje in  $FWM$



(25)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100\text{Gbit/s}$  na razdaljah  $l < 100\text{m}$ ?
- (A) QAM16 x2 polarizaciji      (B) BPSK eno vlakno TDM      (C) ASK eno vlakno CWDM      (D) ASK trak več vlaken
2. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 15$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4\text{pF}$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9\text{pF}$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?
- (A) 6.7      (B) 22.5      (C) 15      (D) 10
3. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:
- (A) dielektrik z manj izgubami      (B) vodnike večjega preseka      (C) elektromagnetni oklop      (D) zaščito pred glodalci
4. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:
- (A) nelinearno popačenje in  $FWM$       (B) toplotni in zrnati šum      (C) prekratko preizkusno zaporedje      (D)  $D_{barvni}$  in  $PMD$
5. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180\text{mV}$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30\text{mV}$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20\text{mV}_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10\text{mV}_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$
- (A) 8.33      (B) 7.20      (C) 5.00      (D) 6.00
6. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2\text{dB}$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?
- (A)  $-2.2\text{dB}$       (B)  $-8.8\text{dB}$       (C)  $-1.1\text{dB}$       (D)  $-4.4\text{dB}$
7. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$
- (A) 16bit      (B) 8bit      (C) 2bit      (D) 4bit
8. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu\text{m}$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:
- (A) 50      (B) 10      (C) 20      (D) 3
9. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz silicija ( $Si$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.11\text{eV}$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}\text{Js}$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}\text{As}$ )
- (A) 488nm      (B) 1119nm      (C) 637nm      (D) 914nm
10. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6\text{A/W}$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 1\text{k}\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13\text{dBm}$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?
- (A) 80mV      (B) 120mV      (C) 160mV      (D) 60mV
11. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1310\text{nm}$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}\text{Js}$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8\text{m/s}$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}\text{As}$ ).
- (A) 0.499A/W      (B) 0.873A/W      (C) 0.633A/W      (D) 0.738A/W
12. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:
- (A) 32bit      (B) 48bit      (C) 16bit      (D) 64bit

(26)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 16bit (B) 4bit (C) 8bit (D) 2bit

2. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?

- (A) ASK trak več vlaken (B) QAM16 x2 polarizaciji (C) BPSK eno vlakno TDM (D) ASK eno vlakno CWDM

3. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz selena ( $Se$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.95eV$ ?

( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A) 914nm (B) 488nm (C) 1119nm (D) 637nm

4. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 160mV (B) 80mV (C) 60mV (D) 120mV

5. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1310nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).

- (A) 0.499A/W (B) 0.873A/W (C) 0.633A/W (D) 0.738A/W

6. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -1.1dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A) -2.2dB (B) -4.4dB (C) -1.1dB (D) -8.8dB

7. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 15$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 6.7 (B) 10 (C) 15 (D) 22.5

8. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) toplotni in zrnati šum (B) nelinearno popačenje in  $FWM$  (C)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (D) prekratko preizkusno zaporedje

9. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 6.00 (B) 7.20 (C) 5.00 (D) 8.33

10. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) dielektrik z manj izgubami (B) zaščito pred glodalci (C) elektromagnetni oklop (D) vodnike večjega preseka

11. Polje SYNC podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 64bit (B) 48bit (C) 32bit (D) 16bit

12. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz germanija ( $Ge$ ) pri  $\lambda = 1.31\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 50 (B) 10 (C) 20 (D) 3

1. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 1k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?
- (A)  $60mV$  (B)  $120mV$  (C)  $160mV$  (D)  $80mV$
2. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:
- (A)  $16bit$  (B)  $32bit$  (C)  $48bit$  (D)  $64bit$
3. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ ).
- (A)  $0.873A/W$  (B)  $0.499A/W$  (C)  $0.633A/W$  (D)  $0.738A/W$
4. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$
- (A)  $2bit$  (B)  $16bit$  (C)  $4bit$  (D)  $8bit$
5. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?
- (A) BPSK eno vlakno TDM (B) ASK trak več vlaken (C) QAM16 x2 polarizaciji (D) ASK eno vlakno CWDM
6. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -1.1dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?
- (A)  $-4.4dB$  (B)  $-8.8dB$  (C)  $-2.2dB$  (D)  $-1.1dB$
7. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 15$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?
- (A) 22.5 (B) 10 (C) 15 (D) 6.7
8. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:
- (A) 10 (B) 20 (C) 3 (D) 50
9. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotopor iz selena ( $Se$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.95eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34}Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19}As$ )
- (A)  $637nm$  (B)  $1119nm$  (C)  $914nm$  (D)  $488nm$
10. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi se bistveno ne spreminja z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:
- (A)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (B) nelinearno popačenje in  $FWM$  (C) prekratko preizkusno zaporedje (D) toplotni in zrnati šum
11. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$
- (A) 8.33 (B) 7.20 (C) 6.00 (D) 5.00
12. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje dolet in zmogljivost:
- (A) vodnike večjega preseka (B) dielektrik z manj izgubami (C) zaščito pred glodalci (D) elektromagnetni oklop

(28)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) prekratko preizkusno zaporedje (B) toplotni in zrnati šum (C)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (D) nelinearno popačenje in  $FWM$

2. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) zaščito pred glodalci (B) elektromagnetni oklop (C) dielektrik z manj izgubami (D) vodnike večjega preseka

3. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 1k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A)  $60mV$  (B)  $80mV$  (C)  $120mV$  (D)  $160mV$

4. Polje SYNC podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A)  $64bit$  (B)  $48bit$  (C)  $16bit$  (D)  $32bit$

5. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A)  $-1.1dB$  (B)  $-2.2dB$  (C)  $-4.4dB$  (D)  $-8.8dB$

6. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?

- (A) QAM16 x2 polarizaciji (B) ASK trak več vlaken (C) ASK eno vlakno CWDM (D) BPSK eno vlakno TDM

7. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 280mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 6.00 (B) 8.33 (C) 5.00 (D) 7.20

8. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 6.7 (B) 15 (C) 10 (D) 22.5

9. Modulacija QAM16 lahko doseže na eni sami polarizaciji osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A)  $2bit$  (B)  $16bit$  (C)  $8bit$  (D)  $4bit$

10. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz silicija ( $Si$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.11eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A)  $1119nm$  (B)  $914nm$  (C)  $637nm$  (D)  $488nm$

11. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).

- (A)  $0.873A/W$  (B)  $0.738A/W$  (C)  $0.633A/W$  (D)  $0.499A/W$

12. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz germanija ( $Ge$ ) pri  $\lambda = 1.31\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 20 (B) 10 (C) 3 (D) 50

1. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 1k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?
- (A)  $60mV$  (B)  $80mV$  (C)  $160mV$  (D)  $120mV$
2. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:
- (A) 50 (B) 10 (C) 3 (D) 20
3. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:
- (A)  $32bit$  (B)  $48bit$  (C)  $16bit$  (D)  $64bit$
4. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 15$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?
- (A) 6.7 (B) 22.5 (C) 15 (D) 10
5. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?
- (A) ASK eno vlakno CWDM (B) BPSK eno vlakno TDM (C) ASK trak več vlaken (D) QAM16 x2 polarizaciji
6. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi se bistveno ne spreminja z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:
- (A) nelinearno popačenje in  $FWM$  (B) toplotni in zrnati šum (C)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (D) prekratko preizkusno zaporedje
7. Modulacija QAM16 lahko doseže na eni sami polarizaciji osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$
- (A)  $8bit$  (B)  $2bit$  (C)  $4bit$  (D)  $16bit$
8. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?
- (A)  $-8.8dB$  (B)  $-2.2dB$  (C)  $-1.1dB$  (D)  $-4.4dB$
9. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:
- (A) elektromagnetni oklop (B) vodnike večjega preseka (C) zaščito pred glodalci (D) dielektrik z manj izgubami
10. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1310nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).
- (A)  $0.499A/W$  (B)  $0.873A/W$  (C)  $0.633A/W$  (D)  $0.738A/W$
11. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$
- (A) 8.33 (B) 6.00 (C) 7.20 (D) 5.00
12. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz selena ( $Se$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.95eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )
- (A)  $488nm$  (B)  $1119nm$  (C)  $637nm$  (D)  $914nm$

(30)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz silicija ( $Si$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.11eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A) 914nm (B) 637nm (C) 1119nm (D) 488nm

2. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).

- (A) 0.633A/W (B) 0.738A/W (C) 0.873A/W (D) 0.499A/W

3. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi se bistveno ne spreminja z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) prekratko preizkusno zaporedje (B) toplotni in zrnati šum (C) nelinearno popačenje in  $FWM$  (D)  $D_{barvni}$  in  $PMD$

4. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) zaščito pred glodalci (B) vodnike večjega preseka (C) elektromagnetni oklop (D) dielektrik z manj izgubami

5. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 3 (B) 50 (C) 20 (D) 10

6. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 64bit (B) 16bit (C) 32bit (D) 48bit

7. Modulacija QAM16 lahko doseže na eni sami polarizaciji osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 16bit (B) 2bit (C) 8bit (D) 4bit

8. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 15$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 6.7 (B) 22.5 (C) 15 (D) 10

9. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -1.1dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A)  $-2.2dB$  (B)  $-8.8dB$  (C)  $-4.4dB$  (D)  $-1.1dB$

10. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 1k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 160mV (B) 120mV (C) 60mV (D) 80mV

11. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l \approx 10km$ ?

- (A) BPSK eno vlakno TDM (B) ASK trak več vlaken (C) QAM16 x2 polarizaciji (D) ASK eno vlakno CWDM

12. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 8.33 (B) 7.20 (C) 5.00 (D) 6.00

(31)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Modulacija QAM16 lahko doseže na eni sami polarizaciji osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 4bit (B) 8bit (C) 16bit (D) 2bit

2. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 180mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 5.00 (B) 6.00 (C) 8.33 (D) 7.20

3. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 80mV (B) 60mV (C) 160mV (D) 120mV

4. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) vodnike večjega preseka (B) dielektrik z manj izgubami (C) zaščito pred glodalci (D) elektromagnetni oklop

5. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 16bit (B) 64bit (C) 48bit (D) 32bit

6. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz silicija (Si) z bandgap  $\Delta W = 1.11eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A) 914nm (B) 1119nm (C) 637nm (D) 488nm

7. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1310nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).

- (A) 0.499A/W (B) 0.873A/W (C) 0.633A/W (D) 0.738A/W

8. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 15 (B) 6.7 (C) 22.5 (D) 10

9. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A) -4.4dB (B) -1.1dB (C) -2.2dB (D) -8.8dB

10. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 50 (B) 3 (C) 10 (D) 20

11. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l < 100m$ ?

- (A) ASK eno vlakno CWDM (B) BPSK eno vlakno TDM (C) ASK trak več vlaken (D) QAM16 x2 polarizaciji

12. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) nelinearno popačenje in  $FWM$  (B)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (C) prekratko preizkusno zaporedje (D) toplotni in zrnati šum

(32)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A)  $-2.2dB$  (B)  $-4.4dB$  (C)  $-8.8dB$  (D)  $-1.1dB$

2. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 8bit (B) 4bit (C) 2bit (D) 16bit

3. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz selena (Se) z bandgap  $\Delta W = 1.95eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A) 914nm (B) 488nm (C) 1119nm (D) 637nm

4. UTP kabel s štirimi paricami Cat6 vsebuje v primerjavi s Cat5 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) zaščito pred glodalci (B) dielektrik z manj izgubami (C) elektromagnetni oklop (D) vodnike večjega preseka

5. Pogostnost napak BER v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A) prekratko preizkusno zaporedje (B) toplotni in zrnati šum (C)  $D_{barvni}$  in PMD (D) nelinearno popačenje in FWM

6. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l < 100m$ ?

- (A) ASK eno vlakno CWDM (B) QAM16 x2 polarizaciji (C) BPSK eno vlakno TDM (D) ASK trak več vlaken

7. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 280mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 6.00 (B) 8.33 (C) 7.20 (D) 5.00

8. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 64bit (B) 48bit (C) 32bit (D) 16bit

9. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 160mV (B) 80mV (C) 120mV (D) 60mV

10. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 60\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1310nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).

- (A) 0.633A/W (B) 0.873A/W (C) 0.499A/W (D) 0.738A/W

11. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 10$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 22.5 (B) 6.7 (C) 15 (D) 10

12. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 10 (B) 20 (C) 3 (D) 50



(33)

## 5. tiha vaja iz OPTIČNIH KOMUNIKACIJ - 28.05.2020

1. Modulacija QAM16 lahko doseže na dveh pravokotnih polarizacijah osnovnega rodu  $HE_{11}$  spektralno učinkovitost  $C/B = ?$

- (A) 16bit (B) 2bit (C) 4bit (D) 8bit

2. Fotodioda doseže kvantni izkoristek  $\eta = 70\%$  pri valovni dolžini  $\lambda = 1550nm$ . Kolikšna je odzivnost  $I/P = ?$  takšne fotodiode pri zaporni napetosti, kjer še ne pride do pojava plazovnega ojačanja? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ ).

- (A) 0.499A/W (B) 0.633A/W (C) 0.873A/W (D) 0.738A/W

3. Pogostnost napak  $BER$  v optični zvezi hitro upada z naraščanjem jakosti sprejema  $P_S$ . Vzrok napak je najverjetneje:

- (A)  $D_{barvni}$  in  $PMD$  (B) nelinearno popačenje in  $FWM$  (C) prekratko preizkusno zaporedje (D) toplotni in zrnati šum

4. PIN-FET modul vsebuje fotodiodo z odzivnostjo  $I/P = 0.6A/W$  in ojačevalnik s transimpedanco  $R_t = 2k\Omega$ . Kolikšno izhodno napetost  $U = ?$  (vrh-vrh) dobimo s svetlobnim krmilnim signalom povprečne optične moči  $\langle P_O \rangle = -13dBm$  (50% enic, 50% ničel in visoko ugasno razmerje)?

- (A) 160mV (B) 80mV (C) 120mV (D) 60mV

5. Umazan konektor FC-PC vnaša dodatno slabljenje svetlobe  $a_O = -2.2dB$  na vhodu PIN-FET modula. Kolikšen je upad električnega signala  $a_E = ?$  na izhodu PIN-FET modula?

- (A) -4.4dB (B) -2.2dB (C) -8.8dB (D) -1.1dB

6. Kolikšna je največja valovna dolžina svetlobe  $\lambda = ?$ , ki jo še zazna fotupor iz silicija ( $Si$ ) z bandgap  $\Delta W = 1.11eV$ ? ( $h = 6.626 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $c_0 = 3 \cdot 10^8 m/s$ ,  $Q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} As$ )

- (A) 637nm (B) 1119nm (C) 488nm (D) 914nm

7. Kakšno modulacijo in multipleksiranje običajno uporablja visokozmogljivi optični Ethernet  $C = 100Gbit/s$  na razdaljah  $l < 100m$ ?

- (A) QAM16 x2 polarizaciji (B) ASK trak več vlaken (C) ASK eno vlakno CWDM (D) BPSK eno vlakno TDM

8. Sprejemnik s plazovno fotodiodo iz  $InGaAsP$  pri  $\lambda = 1.55\mu m$  doseže najboljše razmerje signal/šum pri faktorju plazovnega ojačanja  $M$  približno:

- (A) 3 (B) 20 (C) 10 (D) 50

9. Z osciloskopom izmerimo na izhodu APD-FET modula povprečni napetosti enice  $\langle U_1 \rangle = 280mV$  in ničle  $\langle U_0 \rangle = 30mV$ . Zrnati šum opazimo kot povečani šum enice  $\sigma_1 = 20mV_{eff}$  v primerjavi s šumom ničle  $\sigma_0 = 10mV_{eff}$ . Kolikšno je razmerje signal/šum  $Q = ?$

- (A) 7.20 (B) 5.00 (C) 8.33 (D) 6.00

10. PIN-FET modul dosega razmerje signal/šum  $Q = 15$  pri vsoti kapacitivnosti fotodiode, vhoda ojačevalnika in povezav  $\Sigma C = 0.4pF$ . Kolikšen  $Q' = ?$  pričakujemo pri slabši izvedbi modula, ki skupno kapacitivnost poveča na  $\Sigma C' = 0.9pF$  in ostanejo vse ostale veličine nespremenjene?

- (A) 22.5 (B) 15 (C) 10 (D) 6.7

11. Polje VLAN podaljšuje Ethernet okvir DIX za:

- (A) 48bit (B) 32bit (C) 16bit (D) 64bit

12. UTP kabel s štirimi paricami Cat5 vsebuje v primerjavi s Cat3 naslednjo izboljšavo, ki povečuje domet in zmogljivost:

- (A) dielektrik z manj izgubami (B) vodnike večjega preseka (C) elektromagnetni oklop (D) zaščito pred glodalci