

① ZA 8-PSK MODULACIJU, 40 PODKANALA, 20 MHz ŠIRINU KANALA I $T = 4 \mu s$ IZRAČUNAJ SPEKTRALNU UČINOLIVOST

$$2^3 = 8 \Rightarrow V = 3$$

$$N = 40$$

$$B = 20 \text{ MHz} = 20 \cdot 10^6 \text{ Hz}$$

$$T = 4 \mu s = 4 \cdot 10^{-6}$$

brzina prijenosa
simbola

$$\text{spektralna učinkovitost} = \frac{R}{B} = \frac{\frac{1}{T} \cdot N \cdot V}{B} = 1,5 \frac{\text{bit/s}}{\text{Hz}}$$

② KOJA JE MAKSYMALNA BRZINA ZA 802.11g 54 Mbit/s

③ NAVEDI REDOSLED OBRADE PODATAKA ZA WIMAX

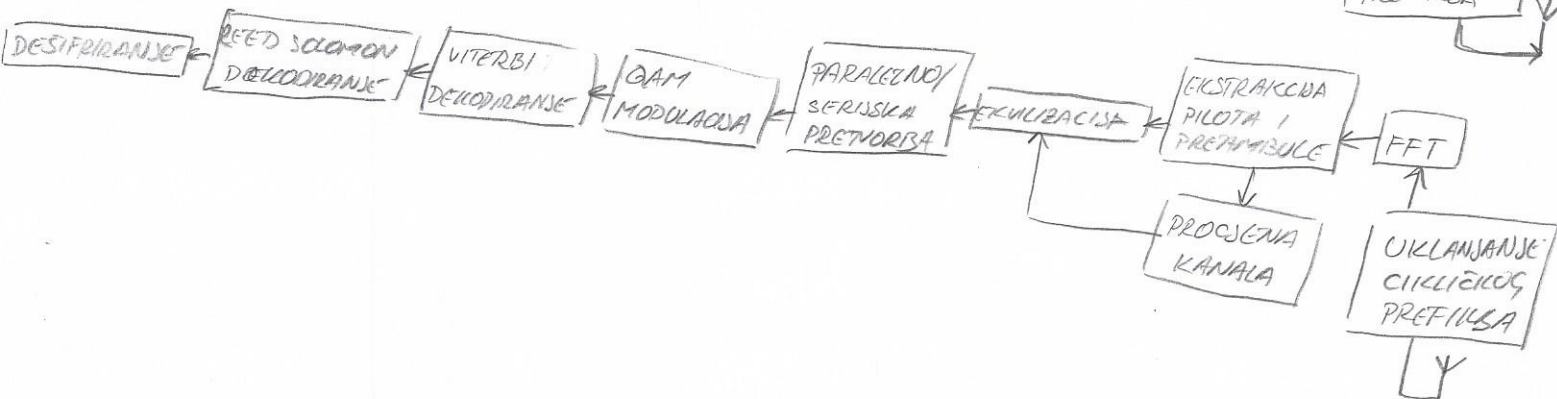
WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

- varijabilni kapacitet (n 75 Mbit/s po baznoj postaji bez 191190)
- koristi OFDM i OFDMA
- iznimna prilagodljivost, uporaba najnovijih tehnologija
- služi za širokopojasne usluge
- sustavi u 3,5 GHz području koriste se kao pristupne mreže
- sustavi u 24,5 GHz području koriste se kao pozivne mreže

ODASILJAČ



PRISLUŠNIK



④ ZADANI F_{02} , G , N_{fft} . IZRACUNAJ T_g

$$\Delta f = \frac{F_{02}}{N_{fft}}$$

$$T_b = \frac{1}{\Delta f}$$

$$T_g = G \cdot T_b$$

N_{fft} - ukupni broj podnosilaca

F_{02} - frekvencija uzorkovanja

Δf - razmak podnosilaca

T_b - trajanje korisnog dijela intervala

T_g - trajanje zaštitnog intervala

T_s - ukupno trajanje simbola

G - omjer trajanja zaštitnog intervala i korisnog vremena simbola

⑤ KOLIKO TREBA PROMIJENITI SNAGU DA BI SE KAPACITET PROMIJENIO S 2 NA 4 bit/s/Hz

$$SNR = \frac{S}{N}$$

$$C_1 = 2 \frac{\text{bit/s}}{\text{Hz}}$$

$$C_2 = 4 \frac{\text{bit/s}}{\text{Hz}}$$

$$S_2/S_1 = ?$$

$$C = \log_2(1 + SNR) [\text{bit/Hz}]$$

$$2^C = 1 + SNR \Rightarrow SNR = 2^C - 1$$

$$SNR_1 = 2^2 - 1 = 3$$

$$SNR_2 = 2^4 - 1 = 15$$

$$\frac{SNR_2}{SNR_1} = \frac{\frac{S_2}{N}}{\frac{S_1}{N}} = 5 \Rightarrow S_2 = 5 \cdot S_1$$

⑥ IMAMO UKUPAN OMJER KONVOLUCIJSKOG KODERA 3/5 I RS KOD (32,24,4), KOLIKI JE OMJER KODA?

Snagu treba povećati 5 puta

$$\text{OMJER KODA} = \frac{\text{broj bita prije zaštitnog kodiranja}}{\text{broj bita poslije zaštitnog kodiranja}} = \frac{24}{32} \cdot \frac{3}{5} = \frac{9}{20} = 0.45$$

RS kod (N, K, T) , N - broj bajtova nakon kodiranja

K - broj bajtova prije kodiranja

T - broj bajtova podataka koji se mogu ispraviti

Svaki blok podataka kodiran Reed Solomonovim postupkom, kodira se pomoću binarnog konvolucijskog postupka.

Konvolucijsko kodiranje unosi dodatnu zaštitu od pogreške pri prijemu

⑦ ZADAN JE OFDM S 2048 PODNOSIOCA, 32 LOGIČKA PODKANALA, 48 PODNOSIOCA PO KANALU, 192 PODATKOVNA PODNOSIOCA.

KOLIKI JE BROJ KORISNIKA?

OFDMA dijeli cjelokupni prostor podnosilaca u N_G skupina od kojih svaka ima N_E podnosilaca. Znači, postoji N_E logičkih podkanala (svaki logički podkanal opisuje jednog korisnika)

Broj logičkih podkanala = broj korisnika = 32

⑧ KOLIKA JE POTREBNA MARGINA ~~FADINGA~~ FADINGA ZA 7dB I VJEROJATNOST ISPADA SUSTAVA 1,5%? (Fading margin)

Povećanje rezerve fadinga smanjuje vjerojatnost ispada (probability of outage), tj. smanjuje vjerojatnost da će prijamnik primiti premalu snagu signala i neće ispravno raditi

$$\sigma = 7 \text{ dB}$$

$$Q = 1,5\% = 0,015 \Rightarrow x = 2,19 \text{ (iz tablice)}$$

$$\text{pouzdanost} = 98,5\% = 0,985$$

$$M = x \cdot \sigma = 15,33$$

⑨ ZA 802.11

a) KOJI SE KOD KORISTI ZA PROŠIRENJE SPECTRA?
Barkerov kod

b) KOLIKO ON IMA IMPULSA?

11

c) KOJE SU BRZINE PRIENOSA?

1 Mbit/s, 2 Mbit/s

d) O ČEMU OVIJE BRZINE PRIENOSA?

O modulaciji, sinini pojasa i broju podkanala

e) KOJE TEHNOLOGIJE FIZIČKOG SLOJA POSTOJE?

PHY-DSSS, FHSS, OFDM, IR

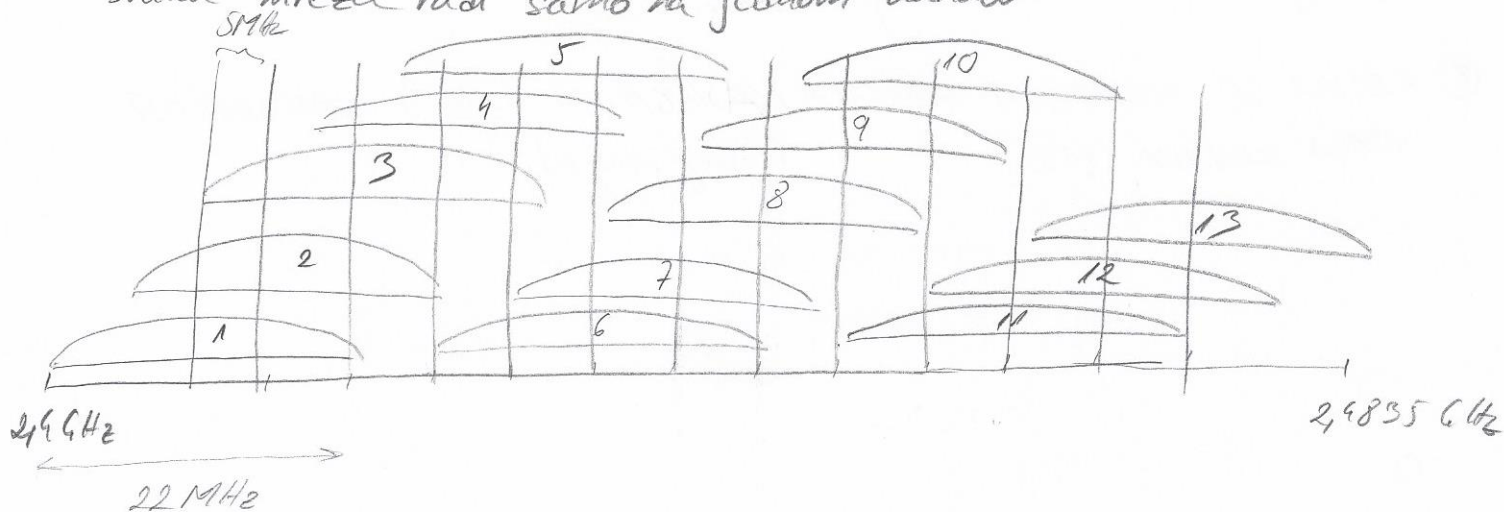
(10) SKICIRATI RASPORED KANALA ISM NA 2,4 GHz, KOLIKI JE BROJ KANALA I KOLIKA JE NJIHOVA ŠIRINA? ~~NAKON 2,4 GHz~~

ISM - Industrial, Scientific and Medical
- nelicencirana frekvencijska područja

- 2400 - 2483,5 MHz

- podijeljen je na 13 kanala širine 22 MHz

- svaka mreža radi samo na jednom kanalu



(11) KOJA ONAPREĐENOSTI 802.11n?

Povećanje brzine prijenosa u WLAN mrežama 600 Mbit/s

Širi kanali (40 MHz)

Omogućena uporaba u pojasu 2,4 GHz i 5 GHz

Korištenje diversity načina odašiljanja i prijama signala

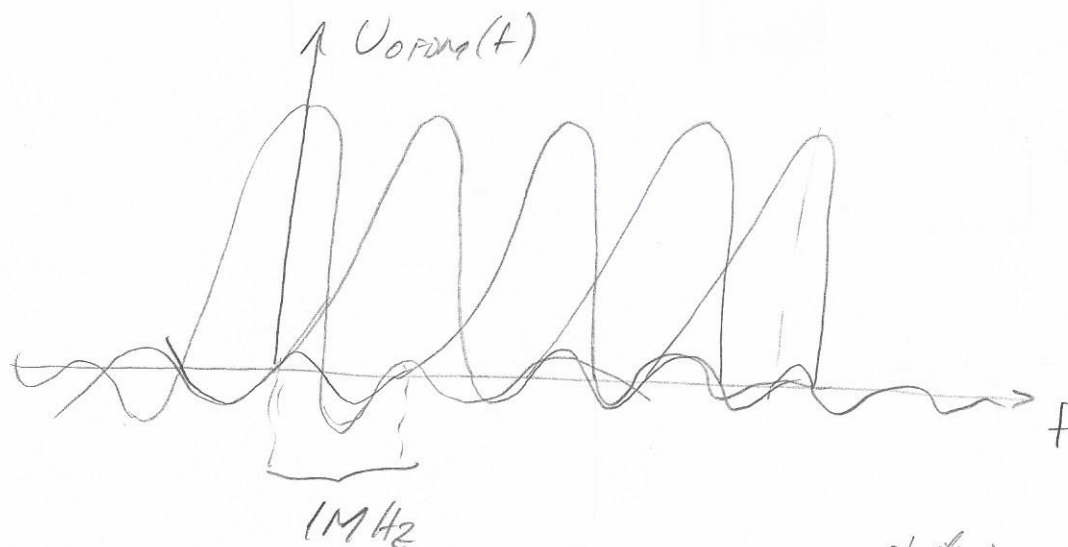
→ dvije ili više antena koriste se u svrhu poboljšanja kvalitete i korisnosti radijske veze

Mogućnost korištenja drugih modula

5
 (13) SKICIRATI OFDM S 5 PODNOSIOCA S VREMENOM TRAJANJA SIMBOLA $T_0 = 10 \mu s$

Podnosioci u OFDM-konceptu su ortogonalni \rightarrow nalaze se na razmaku $\frac{1}{T_0}$ u a

Svaki od podnosioca dolazi u nultom ^{frekvencijskoj osi} spektru ostalih moduliranih podnosioca \rightarrow nema interferencije među nosiocima u pojedinim podkanalima



(14) KOLIKI JE OMJER KAPACITETA SISO I MIMO ^{odstignuti} ^{prilaznici} 4×4 , AKO JE SNAGA SUMA NA SVAKOM PRIJEMNICU JEDNAKA, AKO JE SNR ZA SISO 30 dBm, AKO ISTU SNAGU PRIVODIMO ZA 1 I 4 ANTENE, I AKO MIMO OSVARISU MAKSIMALAN KAPACITET U E KOSI JE PRIJEMNA MATRICA DIAGONALNA PA JE $h_{kk} = 1$

SISO KAPACITET $C = \log_2(1 + \text{SNR}) \left[\frac{\text{bit/s}}{\text{Hz}} \right]$

MIMO KAPACITET ~~$C = \log_2(1 + \text{SNR} \cdot n) \left[\frac{\text{bit/s}}{\text{Hz}} \right]$~~

$n = 4$

$\text{SNR} = 30$

$C_1 = 4,95$

$C_2 = 12,35$

$C = n \log_2 \left(1 + \frac{\text{SNR}}{n} \right) \left[\frac{\text{bit/s}}{\text{Hz}} \right]$

$\frac{C_2}{C_1} = 2,49$

(14) ODREDITI PRIJEMNU SNAGU NA POLOVINI ČELISA UZ ZADANE
 P_0, G_0, G_p, R i f * uvrstiti $R/2$ za R

Friisova prijenosna jednačica (gustoće slobodnog prostora, $n=2$)

$$P_{pr} = P_{od} \cdot G_{od} \cdot G_{pr} \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^n, n=2$$

P_{od} - snaga odašiljača

P_{pr} - snaga na prijumnoj anteni

λ - valna dužina

R - udaljenost između odašiljača i prijamne antene

G_{od} - dobitak odašiljačke antene

G_{pr} - dobitak prijamne antene

$$dB = dBW!$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$P[dBW] = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{WJ}}{1W} \right)$$

$$P[dBm] = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{WJ}}{1W} \cdot 10^3 \right) =$$

$$= 10 \log_{10} \left(\frac{P_{WJ}}{1W} \right) + 10 \log_{10} (10^3) =$$

$$= P[dBW] + 30$$

$$P[dBW] = P[dBm] - 30$$

$$R = 100m$$

$$P_0 = 100W$$

$$G_0 = 10dB = 10W$$

$$G_p = -2dB = 0,63W$$

$$f = 1800 \cdot 10^6 Hz \rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{1800 \cdot 10^6} = 0,17$$

$$P_{pr} = 100 \cdot 10 \cdot 0,63 \cdot \left(\frac{0,17}{4 \cdot \pi \cdot 50} \right)^2 = 46 \mu W$$

$$P = 10^{-\frac{2}{10}} = 0,63W$$

* ispravan tekst zadatka *

ZADAN JE ČEŽISKI SUSTAV U SLOBODNOM PROSTORU. POLUMJER
 POKRIVANJA JE 100m. IZLAZNA SNAGA JE 100W. DOBITAK ODAŠILJAČA JE
 10dB, DOBITAK PRIJEMNIKA JE -2dB. EMITIRANJE NA 1800MHz.
 KOLIKO JE RAZINA SIGNALA NA POLOVINI POKRIVANJA TO ČEŽISE?

Uzato $R/2$

mm

(15) MAKSIMALNA BRZINA PRISEVOJA KOD 802,11g?

$$54 \text{ Mbit/s}$$

(7)

(16) KOLIKO PUTA TREBA POVEĆATI SNR DA SE KAPACITET POVEĆA
S 1 NA 7 $\frac{\text{bit/s}}{\text{Hz}}$

$$C = \log_2(1 + \text{SNR}), \quad S = \frac{\text{SNR}}{N}$$

$$\text{SNR}_1 = 2^1 - 1 = 1$$

$$\text{SNR}_2 = 2^7 - 1 = 127$$

$$\frac{\text{SNR}_2}{\text{SNR}_1} = 127$$

, 127 puta

(17) VRIJEME TRAJANJA ZAŠTITNOG INTERVALA UZ POZNATI $G, N_{\text{Hz}}, F_{\text{uz}}$

$$\Delta f = \frac{F_{\text{uz}}}{N_{\text{Hz}}}$$

$$T_b = \frac{1}{\Delta f}$$

$$T_g = G \cdot T_b$$

$$(G = \frac{T_g}{T_b})$$

(18) OSNOVNA NAMJENA WIMAX-a

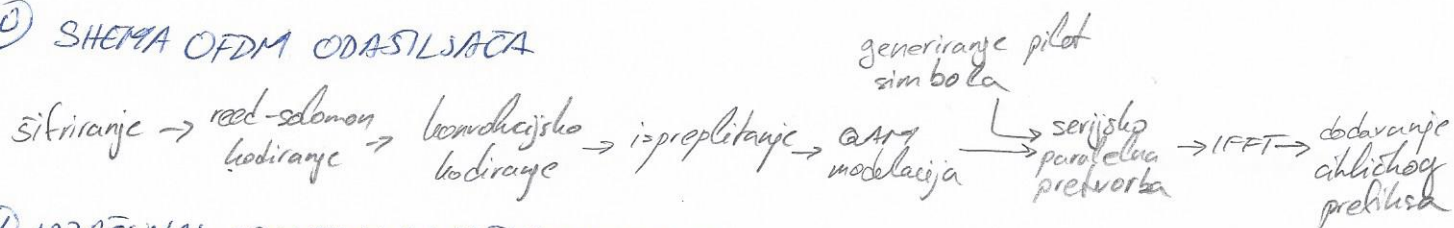
Služi za širokopojasne usluge. Sustavi u području 3,5 GHz koristit će se kao pristupne mreže, a sustavi u području 26,5 GHz koristit će se kao povezne veze

Širokopojasne usluge - brzi internet i multimedijске aplikacije

(19) OFDM sa x podnosioca, y logičkih podkanala - koliko korisnika se može poslužiti?

y korisnika

(20) SCHEMA OFDM ODASILJACA



(21) IZRAČUNAJ SPEKTRALNU UČINKOVITOST OFDM-a KOD QPSK MODULACIJE, 40 KANAALA, TRAJANJE SIMBOLA $4 \cdot 10^{-6}$, ŠIRINA POJASA 20 MHz

$$\text{speh. ucin} = \frac{R}{B}$$

QPSK - broj simbola $M=4$ (8-PSK $M=8$)

$$B = 20 \text{ MHz}$$

$$V = 2$$

$$N = 40$$

$$T_0 = 4 \cdot 10^{-6}$$

$$\frac{R}{B} = \frac{\frac{1}{T_0} \cdot N \cdot V}{B} = 1$$

22. FRIISOVA JEDNADEŽBA - SNAGA NA PRIJEMNOJ ANTENI NE OVISI O: ⑧

$$P_{pr} = P_{od} \cdot G_{od} \cdot G_{pr} \cdot \left(\frac{1}{4\pi R} \right)^n, n=2$$

23. ZADANA JE SLIKA SA SIMBOLIMA NA 0, 45, 90, 135, 180, 225, 270 i 315 stupnjama. KOLIKO JE BITA PRIDRUŽENO SVAKOM SIMBOLU? M!

M=8 → ③ - svakom simbolu pridruženo je 3 bita

24. WLAN, ZADANI PARAMETRI, IZRAČUNATI SPEKTRALNU EFIKASNOST

$$\text{spektralna efikasnost} = \frac{R}{B} = \frac{\left(\frac{1}{T_b} \cdot N \cdot v \right)}{B}$$

frekvencija, broj podkana
broj bita

B → širina kanala

25. S TOME SE DEFINIRANA PREAMBULA (ponudeni odgovori)?

OFDM radijsko sučelje

Definicija preambule

sakri četvrti podnosilac

parni podnosioci

50 aktivnih QPSK podnosilaca

100 aktivnih QPSK podnosilaca

dega preambula

kratk preambula

26. FRIISOVA JEDNADEŽBA, SNAGA PRIJEMNE ANTENE NE OVISI O? (ponudeni odgovori)

$$P_{pr} = P_{od} \cdot G_{pr} \cdot G_{od} \cdot \left(\frac{1}{4\pi R} \right)^n, n=2$$

- visini odašiljača i prijemne antene iznad tla

27. SVI MODEL KANALA

- Preporučeni modeli za WiMAX
- opisuju višestruki prijam i pripadne efekte
- raspršenje kašnjenja višestrukih komponenti
- Doplerovo raspršenje
- distribucija snaga pojedine staze
- šest različitih opisa kanala za tri tipa terena (A, B, C)

28. ERCEG MODELI (održavanje)

- opisuje priglasenje staze i sjetanje
- baziran na mjerenjima u 95 makrocelija
- primjenjiv za fiksne radijske sisteme
- osnovni model oko 1900 MHz
- proširen na frekv. do 3500 MHz

29. FREKVENCIJSKI POSASELI U HRVATSKOJ? (ponudeni odgovori)

3410 - 3600 MHz (paži na jedinice!)
i 24,5 - 26,5 GHz

30. BLOKOVI U RTH (ponudeni odgovori)

Između blokova predviđen je jedan kanal razmaka 3,5 MHz
Blokovi su upareni s depletnim razmakom od 100 MHz

31. 802.16-2004 KORISTI SLOJ? (ponudeni odgovori)

MAC (medium access control) i fizički sloj (PHY, physical layer)

32. KOJA SE NAJMANJA LOGIČKA JEDINICA U FREKVENCIJSKOM DOMENI?

Podkanal (ponudeni odgovori)

33. BEST-EFFORT? (ponudeni odgovori)

Ne jamči brzinu prijenosa ni vrijeme čekanja

34. PRORAČUN VEZE, ZASJENJENJE - DODATNA GUSEBINA IMASU (ponudeni odgovori)

log-normalnu razdiobu

35. NEŠTO S 802.16-2004 I 802.16-2004e JE OFDM; OFDMA (ponudeni odgovori)

OFDMA princip rada pogodniji je u 802.16-2004e, dok je za OFDM pogodniji 802.16-2004

26) KOLIKO BITOVA SE PRENESE U ODSJEČKU?

20

za jedan simbol

broj-podnosioca-u-jednom-legičnom-banalu • modlacejski-postupak-nu-podnosiocu (GPSK-2.6.6)