

DIGITALNI KOMUNIKACIONI SISTEMI

Vežba 7 Tehnike višestrukog pristupa

Uvod

- Tehnike višestrukog pristupa se upotrebljavaju kako bi se omogućilo većem broju korisnika da dele raspoloživi spektar na najefikasniji način.
- Spektar je ograničen pa je deljenje spektra neophodno kako bi više korisnika u isto vreme imali pristup ovom resursu.
- Činjenica je da se broj korisnika mobilnih komunikacija neprestano povećava a dodeljeni spektar je ograničenog kapaciteta. Dodatni zahtev za pronalaženje novih načina za raspodelu spektra je nova tehnologija IoT (*Internet of things*) što znači da skoro svi elektronski uređaji (a i neke druge stvari) imaju senzore koji uglavnom bežičnim putem šalju određene podatke.



Uvod

- Najčešće korišćene tehnike višestrukog pristupa su:
 - FDMA (*frequency-division multiple access*) – korisnici se razdvajaju u frekvencijska područja. Podeljenost spektra je ista na pojedinim frekvencijskim kanalima pa se dve sesije odvijaju na dva kanala
 - TDMA (*time-division multiple access*) – tehnika koja dodeljuje vremenske slotove korisnicima, pa omogućava prenos signala u različitim vremenskim intervalima
 - CDMA (*code-division multiple access*) – svakom korisniku se dodeljuje jedinstveni kod, i podaci su kodirani i tako izolovani od ostalih sesija



Uvod

- Pored pomenutih tehnika postoje i:
 - SDMA (*space-division multiple access*) – tehnika koja se zasniva na prostornoj dislokaciji korisnika, bazira se na korišćenju vrlo usmerenih antena tj. antena sa adaptacijom antenskog dijagrama
 - PDMA (*polarization division multiple access*) – zasniva se na korišćenju dve ortogonalne polarizacije
 - WDM (*wavelength division multiplex*) – u optičkim telekomunikacijama multipleksiranje se vrši po talasnim dužinama



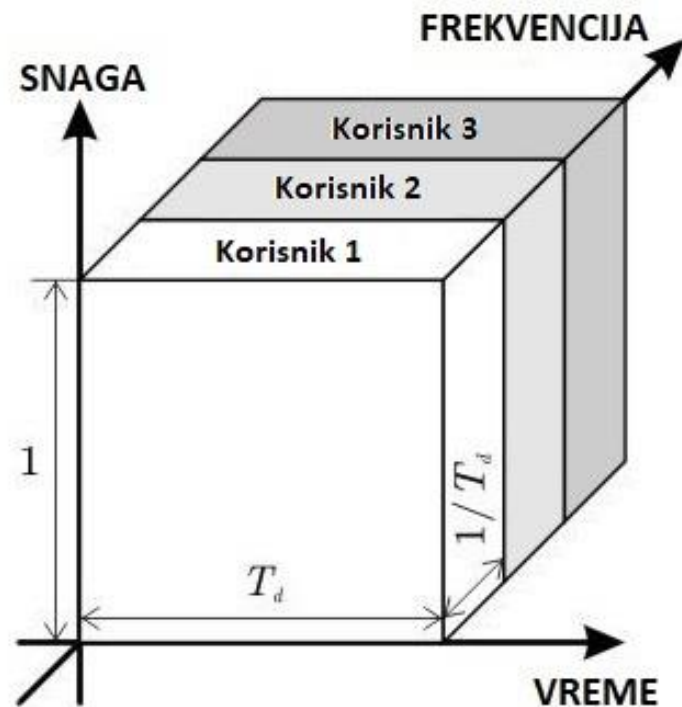
Uvod

- Nerazdvojan proces tehnikama višestrukog pristupa je multipleksiranje.
- Multipleksiranje je proces gde se više signala spaja u jedan i kao takav prenose kroz telekomunikacioni kanal



FDMA - *frequency-division multiple access*

- Višestruki pristup sa raspodelom frekvencija je metoda kojom se frekvencije iz šireg opsega frekvencija dele na više užih opsega koji se nazivaju kanali

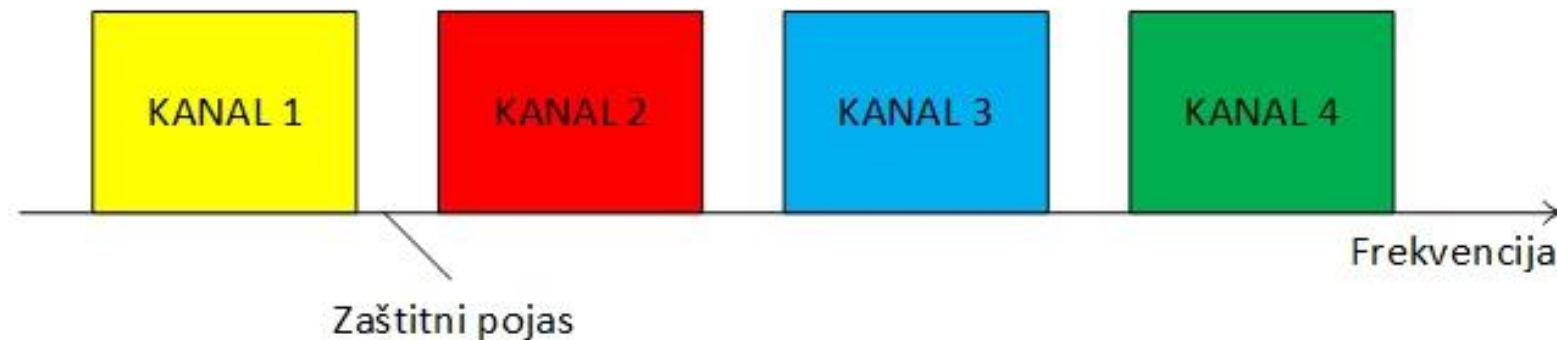


FDMA



FDMA - *frequency-division multiple access*

- Frekvencijski deljeni višestruki pristup je najjednostavnija tehnika koja omogućava višestruko korišćenje raspoloživog spektra i ovo je jedna od najčešće korišćenih metoda.
- Više istovremenih sesija se obavlja na više kanala. Ova tehnologija je pogodna kako za prenos analognih tako i i za prenos digitalnih signala.
- Da ne bi bilo međusobnog ometanja između susednih kanala, između kanala je zaštitni pojas



FDMA - *frequency-division multiple access*

- Dodeljivanje kanala se vrši na zahtev i dok je jedna sesija aktivna taj kanal ne može koristiti drugi korisnik, tek nakon raskidanja sesije kanal postaje slobodan za nove zahteve.
- Broj kanala koji su istovremeno podržani u FDMA tehnici prikazuje se formulom:

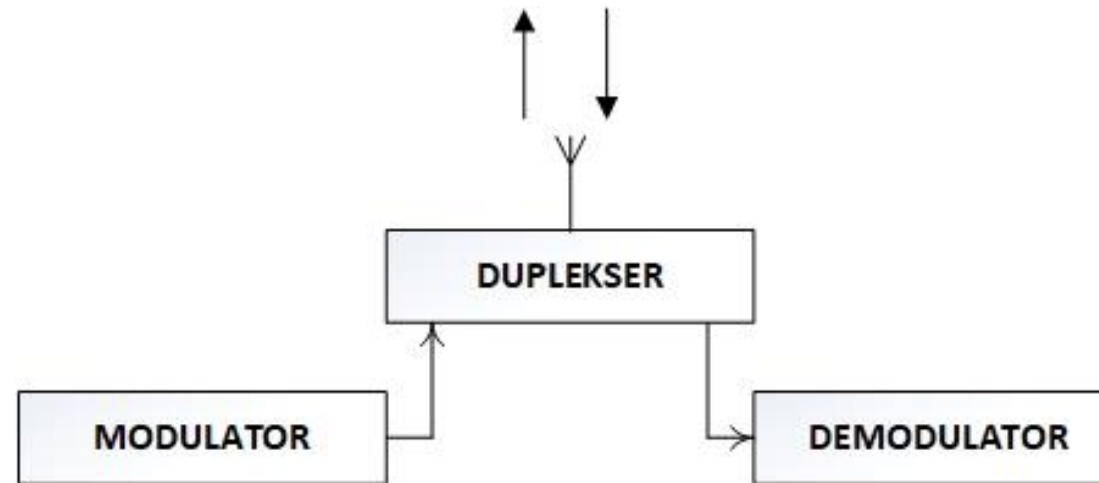
$$\text{Broj kanala } (N) = \frac{B_t - 2B_g}{B_c}$$

- B_t - dodeljeni frekvencijski spektar
- B_g - zaštitno polje na rubu frekvencijskog spektra
- B_c - širina kanala



FDMA - *frequency-division multiple access*

- Da bi komunikacije bila dvosmerna (*duplex*) potrebno je zauzeti dva kanala – jedan kanal za dolaznu komunikaciju i jedan kanal za odlaznu komunikaciju
- Uglavnom uređaji imaju jednu antenu koja služi i za prijem i za slanje signala, pa je neophodno korišćenje dupleksera kako bi se razdvojile komunikacije



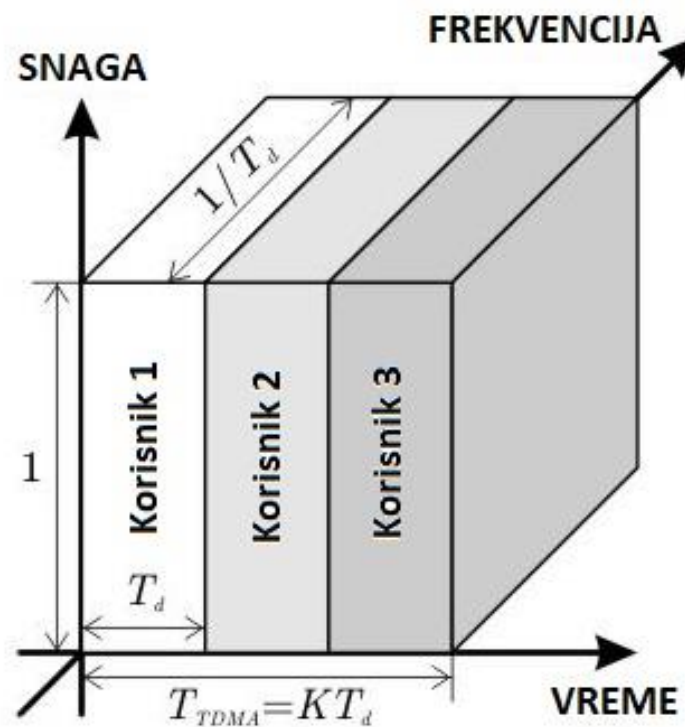
FDMA - *frequency-division multiple access*

- Prednosti FDMA:
 - kada se korisniku dodeli kanal komunikacija je kontinualana pa nema potrebe za sinhronizacijom
 - kod manjeg broja korisnika veoma učinkovita metoda
 - jednostavan hardver
- Nedostaci FDMA:
 - preslušavanje – i pored zaštitinog intervala moguća je interferencija susednih kanala
 - zaštitini kanali uzimaju korisan deo spektra
 - zbog grubog filtriranja deo spektra se gubi



TDMA - *time-division multiple access*

- TDMA je višestruki pristup sa vremenskom raspodelom, odnosno to je metod gde se frekvencijski opseg deli na vremenske intervale koji se obično nazivaju slotovi



TDMA



TDMA - *time-division multiple access*

- Kod nekih digitalnih komunikacionih sistema nije potrebno kontinualno prenositi informacije pa se dodeljeni opseg ne koristi sve vreme.
- Na ovom principu se bazira TDMA – nekoliko korisnika koristi isti kanal ali u različitim vremenskim intervalima.
- Primer za GSM: frekvencijski opseg podeljen je u 124 frekvencijska kanala, a svaki kanal podeljen je na 8 vremenskih slotova. Korisnik ima pristup jednom vremenskom slotu u redovnim vremenskim intervalima. Trajanje jednog slota je 0,577 ms (slanje i prijem signala se vrši u nešto kraćim slotovima – 0,546 ms) i za to vreme prenese se 156,25 bita



TDMA - *time-division multiple access*

- Uobičajeno se ne koristi samo TDMA već se koristi kombinacija TDMA i FDMA.
- FDMA tehnikom se celokupan spektar podeli na kanale, a onda se svaki od kanala TDMA tehnikom deli na slotove u kojima se obavlja komunikacija
- Već smo rekli da se jednoj sesiji dodeljuju određeni slotovi, ali naprednija varijanta TDMA je dinamička TDMA gde se korisniku dodeljuje više od jednog slota, zavisno od prioriteta i zahteva
- Kod TDMA prenos u dva smera se obavlja na istoj frekvenciji ali za podatke od korisnika se koriste jedni slotovi a za prenos podataka ka korisniku koriste se drugi vremenski slotovi



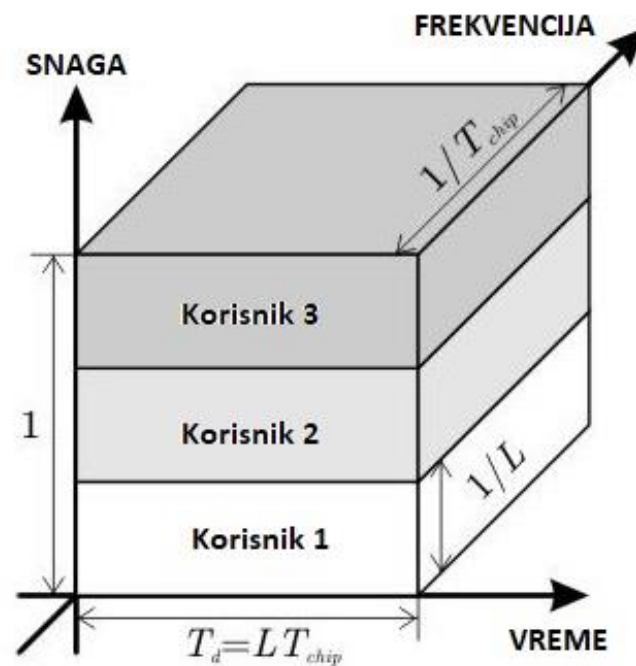
TDMA - *time-division multiple access*

- Prednosti TDMA:
 - više korisnika u istom frekventnom opsegu nego FDMA
 - prenos podataka nije kontinualan odnosno veća je iskorišćenost spektra u odnosu na FDMA tehniku
 - duplex komunikacija se obavlja na istom kanalu
- Nedostaci TDMA:
 - potrebna je sinhronizacija
 - oprema je kompleksnija i skuplja
 - zahteva detaljnije planiranje mreža i spektra



CDMA - *code-division multiple access*

- CDMA je tehnologija gde svaka pristupna tačka (svaki korisnik) ima pristup čitavom spektru, sve vreme. Višestruki pristup se obezbeđuje kodiranjem svake sesije



CDMA



CDMA - *code-division multiple access*

- Svi korisnici imaju aktivne sesije i to bez interferencije i ometanja drugih korisnika.
- CDMA tehnikom se mnogo bolje iskorišćava dodeljeni spektar, u odnosu na FDMA i TDMA
- CDMA je razvio i komercijalizovao Qualcomm, u početku nije bio prihvaćen standard ali je vremenom postao nezamenjiva tehnologija u mobilnoj telefoniji, u svim varijantama bežičnog interneta (Wi-Fi)...
- CDMA funkcioniše tako što se svakom korisniku dodeli jedinstveni kod koji se koristi za kodovanje podataka pre slanja. Ukoliko korisnik zna redosled koda (karakteristični polinom) on je u stanju da dekoduje podatke. Ti kodovi se nazivaju pseudoslučajne sekvence (*Pseudo-random code sequence*)



CDMA - *code-division multiple access*

- CDMA kanali mogu učinkovito rukovati sa neodređenim brojem korisnika. Sve ostale sesije i šumovi na komunikacionom kanalu nisu smetnja za korisan signal, pa samim tim i mobilni uređaji mogu raditi sa smanjenom snagom i time se postiže ušteda baterije.
- FDMA i TDMA nisu otporni na *multipath* prostiranje, dok se u CDMA tehnologiji koriste prva komponenta i zakasnele komponente signala kako bi pojačale nivo signala
- Jedna od varijanti CDMA je WCDMA (*WideBand Code Division Multiple Access*) – princip gde se spektar podeli na opsege (*uplink i downlink*) i onda se u svakom opsegu vrši CDMA širenje spektra i prenos signala od uređaja odnosno ka uređaju
- U Kini je napravljen novi standard TD-SCDMA (*Time Division Synchronous Code Division Multiple Access*) kako ne bi platili naknadu za patent



CDMA - *code-division multiple access*

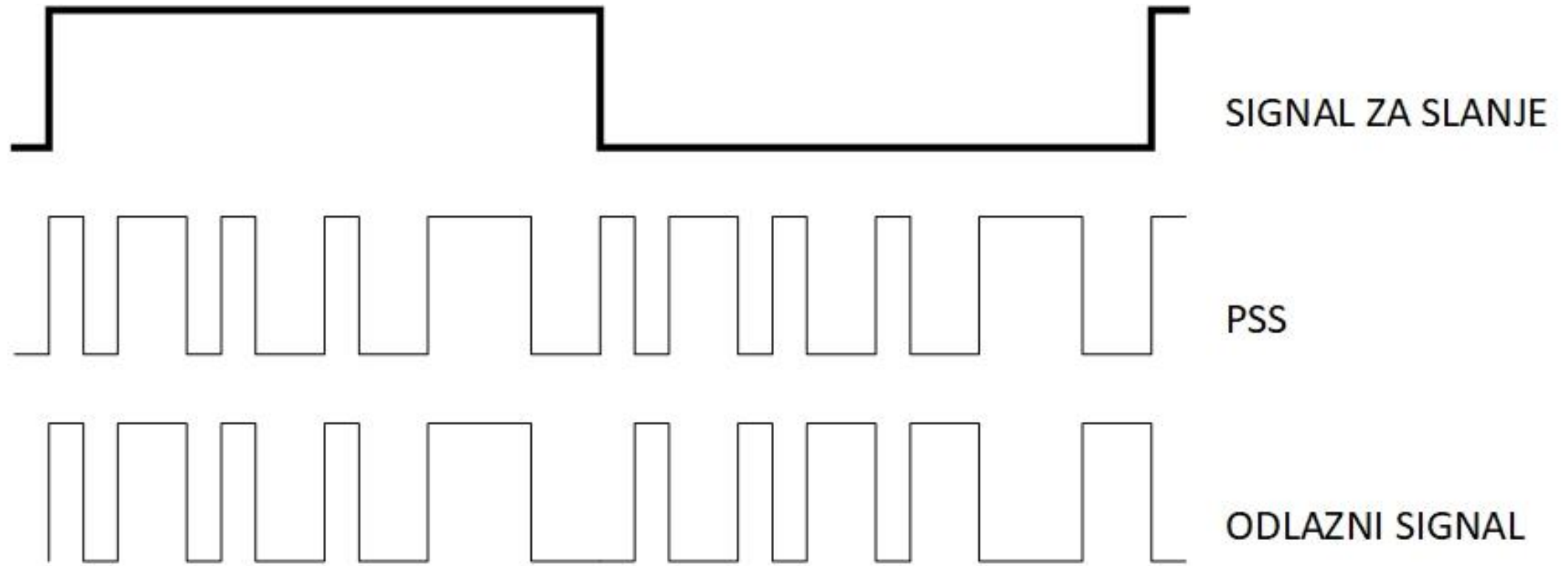
- Postoji nekoliko varijanti CDMA tehnike:
 - 1. CDMA-DS (*direct sequence*)
 - 2. CDMA-FH (*frequency hopping*)
 - 3. CDMA-TH (*time hopping*)

o čemu je bilo više reči u vežbi broj 6.



CDMA - *code-division multiple access*

- CDMA-DS



CDMA - *code-division multiple access*

- Prednosti CDMA:
 - korišćenje *multipath* propagacija
 - najveća spektralna efikasnost
 - otežano preslušavanje i interferencija
 - pojednostavljeno planiranje frekvencija
 - smanjena potrošnja (baterije kod mobilnih uređaja)
- Nedostaci CDMA:
 - skupa i kompleksna oprema
 - visoki troškovi za omogućavanje kompatibilnosti sa drugim tehnologijama



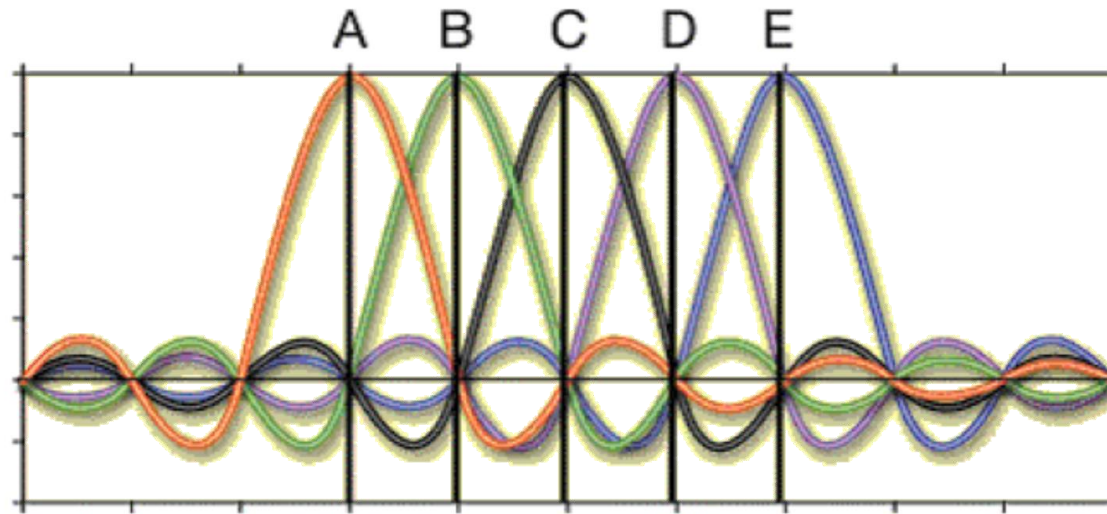
OFDMA - *orthogonal frequency division multiplexing*

- Principi OFDMA su razvijeni pre više od 25 godina, ali je interesovanje za ovu tehnologiju poraslo u poslednje vreme, delom zahvaljujući napretku u procesiranju signala i mikroelektronici.
- Ova modulaciona šema ima i nazive *MultiCarrier Modulation* (MCM – modulacija sa više nosilaca) ili *Discrete Multi-Tone* (DMT – diskretna multitonska modulacija).
- Za razliku od CDMA gde su podaci modulisani direktnom sekvencom kod OFDM podaci su modulisani setom ortogonalnih nosilaca



OFDMA - *orthogonal frequency division multiplexing*

- Osnovna ideja OFDM-a jeste da se tok podataka podeli u N paralelnih tokova kako bi se redukovao protok podataka, a svaki od tih manjih protoka se prenosi preko sopstvenog podnosioca. Ovi nosioci su međusobno ortogonalni tako što je između njih biran odgovarajući frekvencijski razmak – maksimum signala svakog od podnosioca odgovara nulama svih ostalih signala, kao što je prikazano na slici



Pitanja

