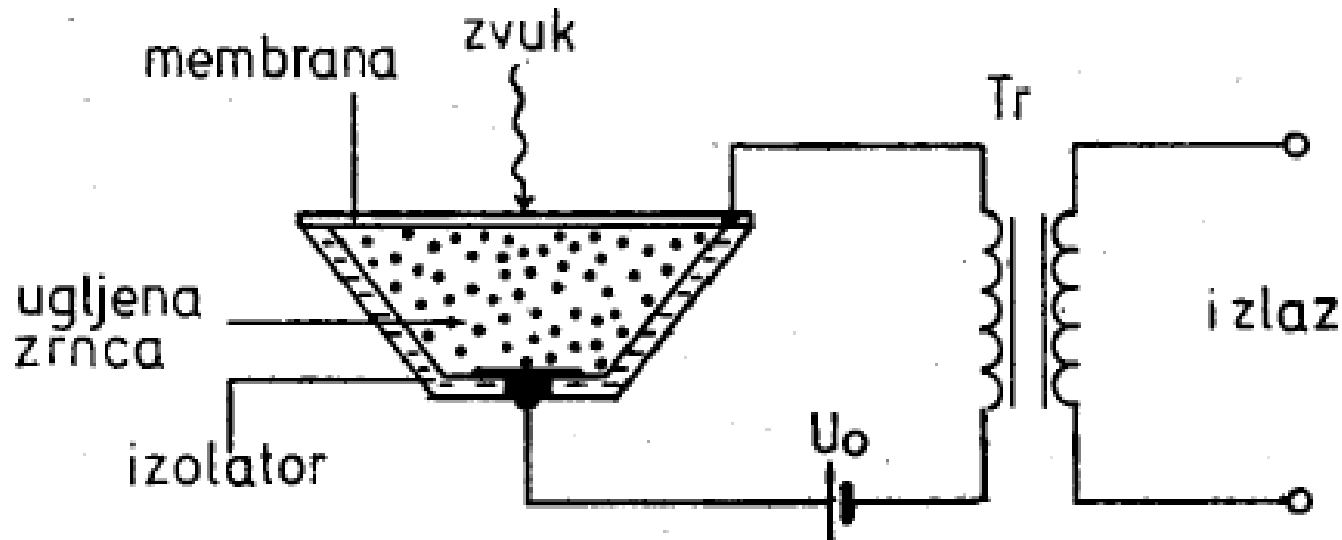


- Prenosni put između dve tačke naziva se **veza** (*link*)
- **Deo veze** koji je namenjen prenosu podataka zovemo **kanal**.
- Termin **direktna veza** (*direct link*) se odnosi na **prenosni put između dva uređaja** duž koga se prostiranje signala između predajnika i prijemnika **ostvaruje bez posrednika**.
- Predajnik i prijemnik moraju da usaglase **parametre komunikacije**:
  - ✓ **Organizaciju bitova** u poruci
  - ✓ **Brzina slanja** bitova
  - ✓ **Protokol slanja**
  - ✓ **Problem kolizije**
  - ✓ **Način slanja podataka**: serijski ili paralelni
  - ✓ **Sinhrono ili asihrono**
  - ✓ **Jednosmerno ili dvosmerno**
  - ✓ **Standarde** po kojima se odvija komunikacija

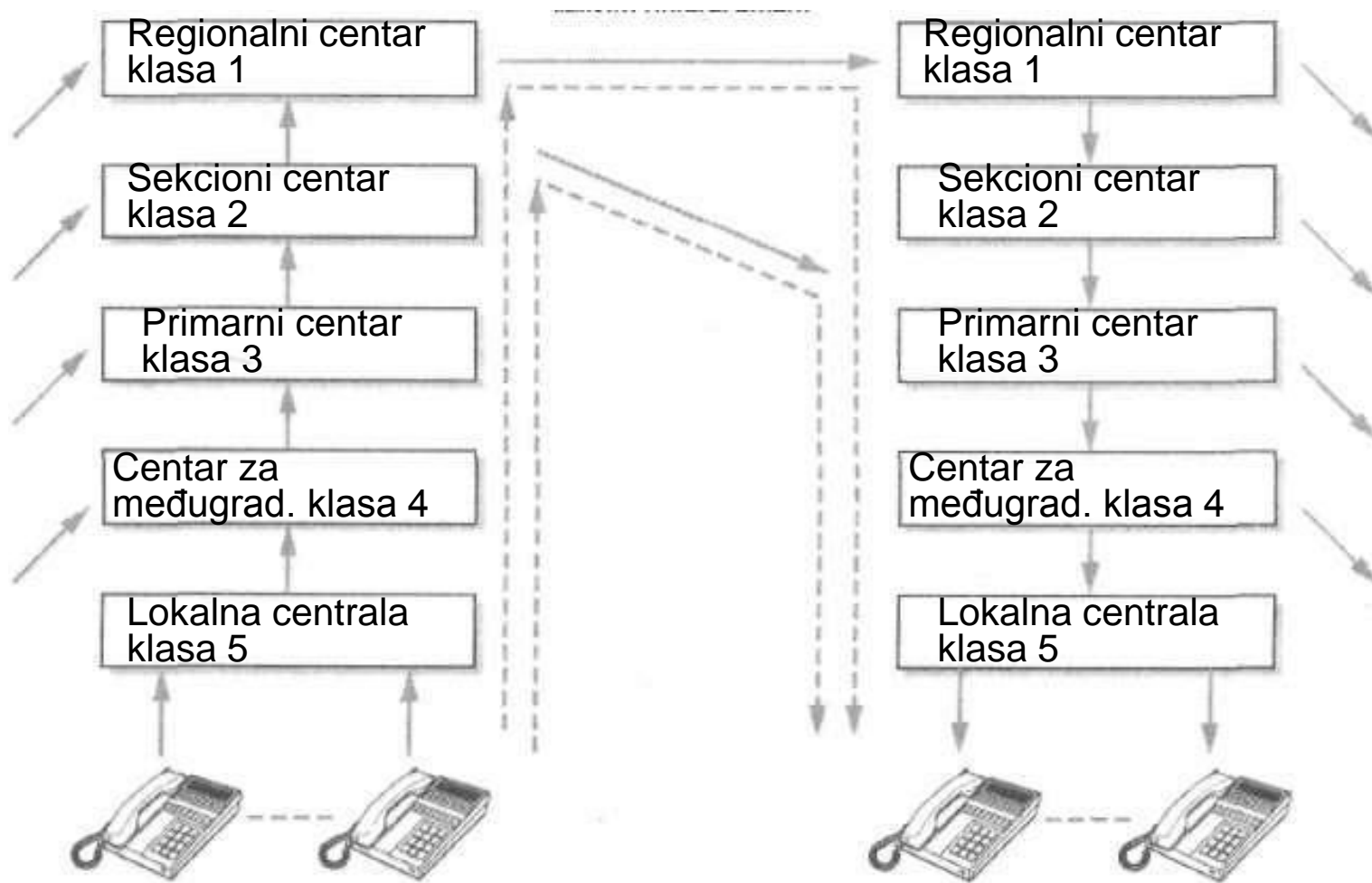
## 1. Telefonski sistem

- Najstariji oblik za uspostavljanje komunikacije
- Zvuk se na predajnoj strani konvertuje u **električne signale** (mikrofon sa karbonskim granulama) koji se kasnije na prijemnoj strani **putem kalema** (elektromagnet koji privlači membranu) pretvaraju u zvuk.
- Postoji i drugi metod sa **provodnom metalnom folijom**.



- Šalju se **dva signala**: jedan **prema broju koji se traži** (izaziva zvonjenje telefona) a drugi **prema onom ko je tražio taj broj** (obaveštava da traženi telefon zvoniti).
- Postoji **tonsko** (svaka cifra šalje jedan ton-frekvenciju) i **impulsno biranje** gde svakoj cifri odgovaraju 1-10 impulsa.
- Pojam **rutiranja** predstavlja veliki napredak u komunikaciji jer je omogućena uspostva direkne veze sa bilo kojim telefonom u svetu.
- Postoje **5 klasa ili centara** koji nam to omogućavaju:
  1. **lokalna centrala veze** - klasa 5,
  2. **centar za međugradske pozive** - klasa 4,
  3. **primarni centar** - klasa 3,
  4. **sekcioni centar klase 2**
  5. **regionalni centar klase 1.**

# 4.1 - Nosioci i uređaji



**Telefoni koji iniciraju poziv**

**Telefoni koji prihvataju poziv**

## 2. Privatne centrale - (*Private Branch Exchange PBX*)

- Koriste se kod velikih privrednih sistema
- Koriste se i tkz. **CBX** centrale (*Computer Branch Exchange*) koje služe za povezivanje više računara.

## 3. Faks mašine

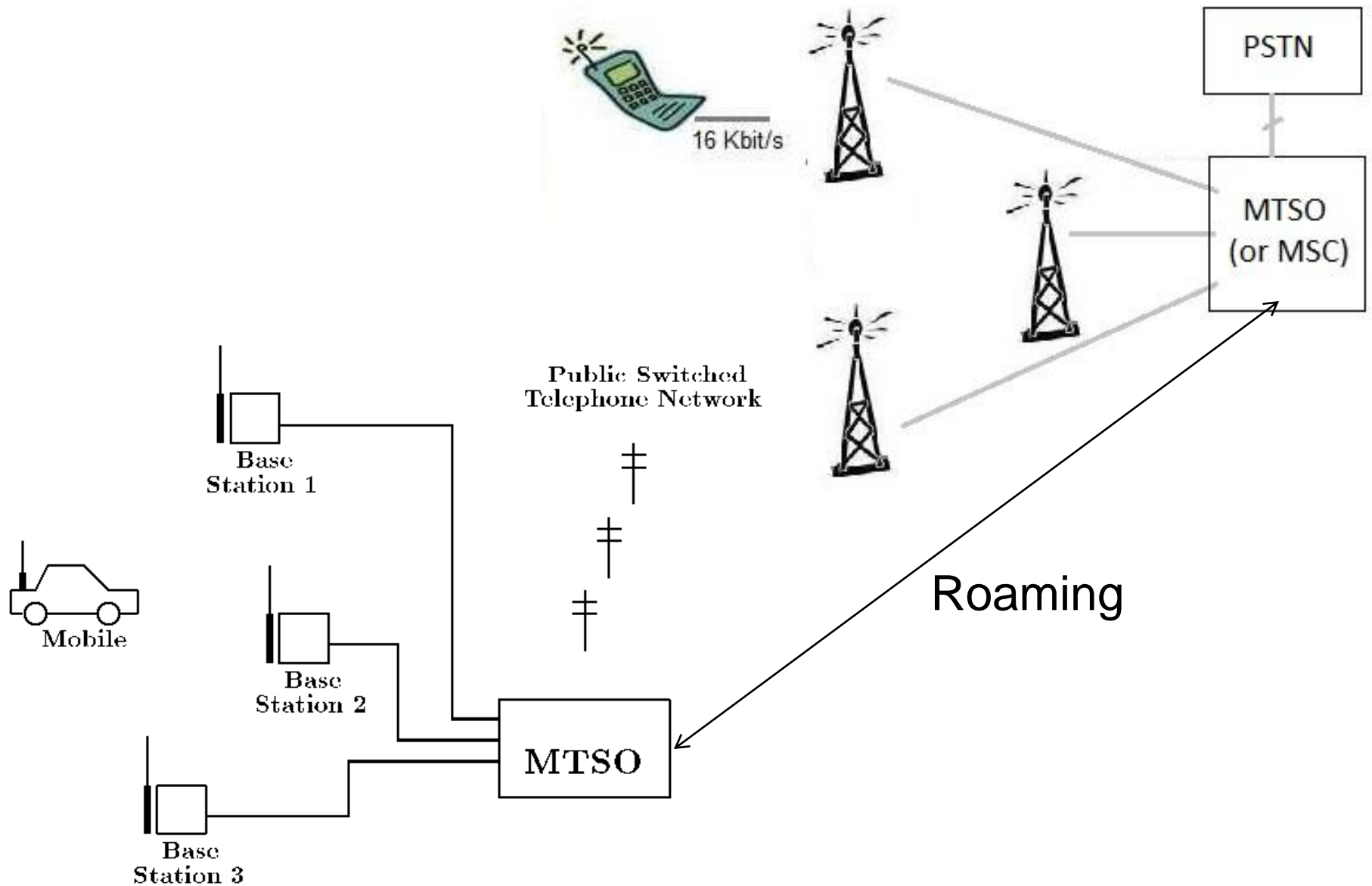
- Služe za **prenos crteža, slika, pisma ili dijagrama**.
- Princip rada zasniva se na sličnom principu na kome rade PC monitori. Svaka slika sastoji se od **bezbroy malih tačaka**. One se detektuju i pretvaraju u binarni format-jedinice i nule
- Bez odgovarajuće kompresije bilo bi **veoma sporo** prenošenje informacija.

**Primer:**  $1\text{cm} = 100$  tačaka,  $1\text{cm}^2 = 10000$  tačaka, ( $21\text{cm} \times 29,7\text{cm} = 623.7\text{cm}^2$  ili to je oko **6 237 000** tačaka/bitova što je pri brzini od  $33,6$  Kb/s iznosi oko **3 minuta** za prenos jedne strane).

## 4. Mobilni telefoni

- Nova tehnologija koja je postala sastavni deo naših života.
- Naziva se i **celularna** (ćelijska) tehnologija jer se zasniva **na deljenju geografske oblasti na više ćelija**.
- Svaka od ovih ćelija-regiona ima svoj **prijemni i predajni toranj** koji prima i odašilja signale.
- Centrala mobilne telefonske mreže (**MTSO** - *mobile telephone switching office*) ima **računar koji kontroliše rad svih ovih tornjeva** i povezuje ih sa fiksnim telefonskim sistemom.
- Mobilni telefon predstavlja **dvosmerni radio koji komunicira sa tornjem** koji stalno emituje signale.
- Svaki od mobilnih telefona ima **jedinstveni indentifikacioni broj**.
- **Handoff problem** - prenošenje komunikacije sa tornja na drugi toranj kada korisnik prelazi iz jedne u drugu oblast-ćeliju.
- **Roaming problem** – kada se premeštaj vrši iz jedne u drugu mobilnu oblast (različite MTSO centrale).

# 4.1-Nosioci i uređaji



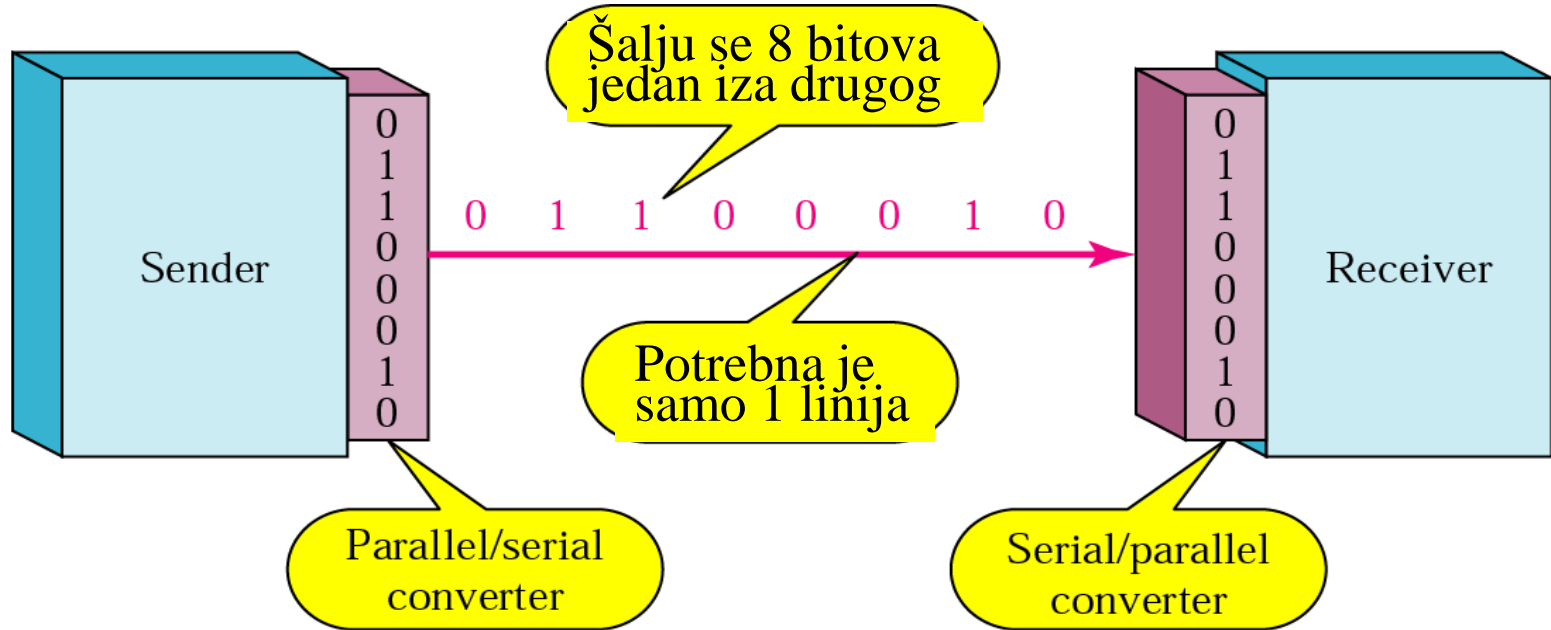
## 4.2 - Modovi prenosa

- Za dva uređaja povezana transmisionim medijumom, koji treba da razmenjuju podatke, potreban je **visok stepen međusobne kooperacije**.
- Modovi prenosa **definišu način na koji se ta veza uspostavlja** tj. kako se grupa bitova prenosi od jednog uređaja do drugog.
- Kao prvo potrebno je izabrati **način prenosa podataka** između dva uređaja: **paralelni** ili **serijski**.
- Paralelni prenos je brzi prenos ali zahteva veći broj linija (**svaka linija prenosi po jedan bit podatka**) kao i istovremenu sinhronizaciju svih bitova na tim linijama prilikom prijema istog.
- Kod serijskog prenosa prenos podataka se vrši **preko samo jedne linije** na kojoj se bitovi prenose jedan za drugim u toku vremena.
- Brzina, trajanje i razmak signalizacionih elemenata-bitova moraju da budu **usaglašeni na prijemnoj i predajnoj strani**.
- Koriste se tri tehnike: **asinhrona, sinhrona i izohrona**.
- U oba slučaja potrebni su složeniji uređaji jer moraju da prepoznaju **početak i kraj prijema, redosled primanja bitova, njihovu brzinu, da detektuju ispravnost i verodostojnost primljenih podataka** i td.

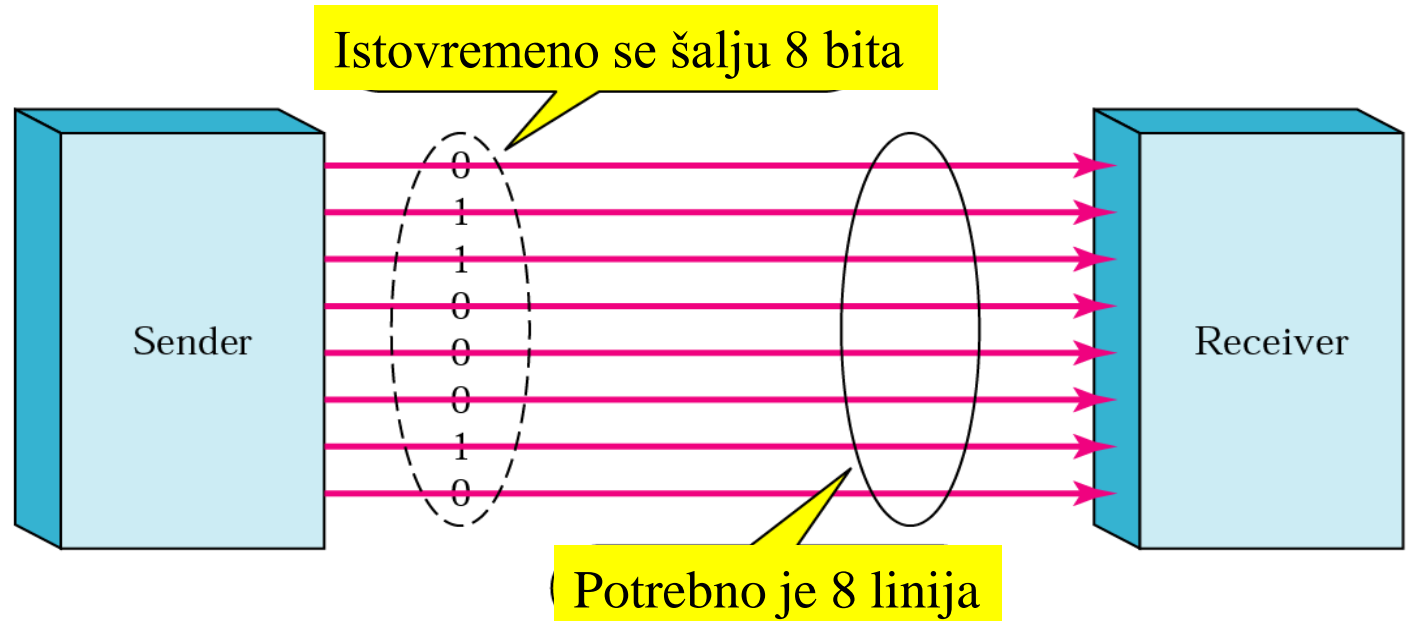


# 4.2 Serijski prenos

## Serijski prenos



## Paralelni prenos



- Signalizacioni element se šalje na liniju jedan po jedan i može da je:
  - **manji od jednog bita** - primer je Manchester kodiranje,
  - **jedan bit** - primer je NRZ i FSK (digitalni i analogni),
  - **više od jednog bita** - primer je QPSK.
- **Sinhronizacija je jedan od ključnih zadataka kod prenosa podataka.**
- Prijemnik treba da: prepozna **početak i kraj bloka bitova**, zna **trajanje svakog bita**, **uzima uzorak** (odmerak) u tačnim vremenskim intervalima i na taj način očitava svaki bit.
- Postoji **hijerarhija u zadacima** koji se postavljaju pred sinhronizaciju:
  - **bitska sinhronizacija** - prepoznaje početak i kraj svakog bita,
  - **sinhronizacija karaktera ili reči** - prepoznaje početak i kraj svakog karaktera ili druge male jedinice podataka,
  - **sinhronizacija blokova ili poruka** - prepoznaje početak i kraj velikih jedinica podataka.
- Za sinhronizaciju su uobičajna **dva pristupa**:
  - 1. Asinhroni**-sinhronizacija se postiže samo u okviru svakog karaktera
  - 2. Sinhroni** - šalju se veliki blokovi sinhronizujućih podataka

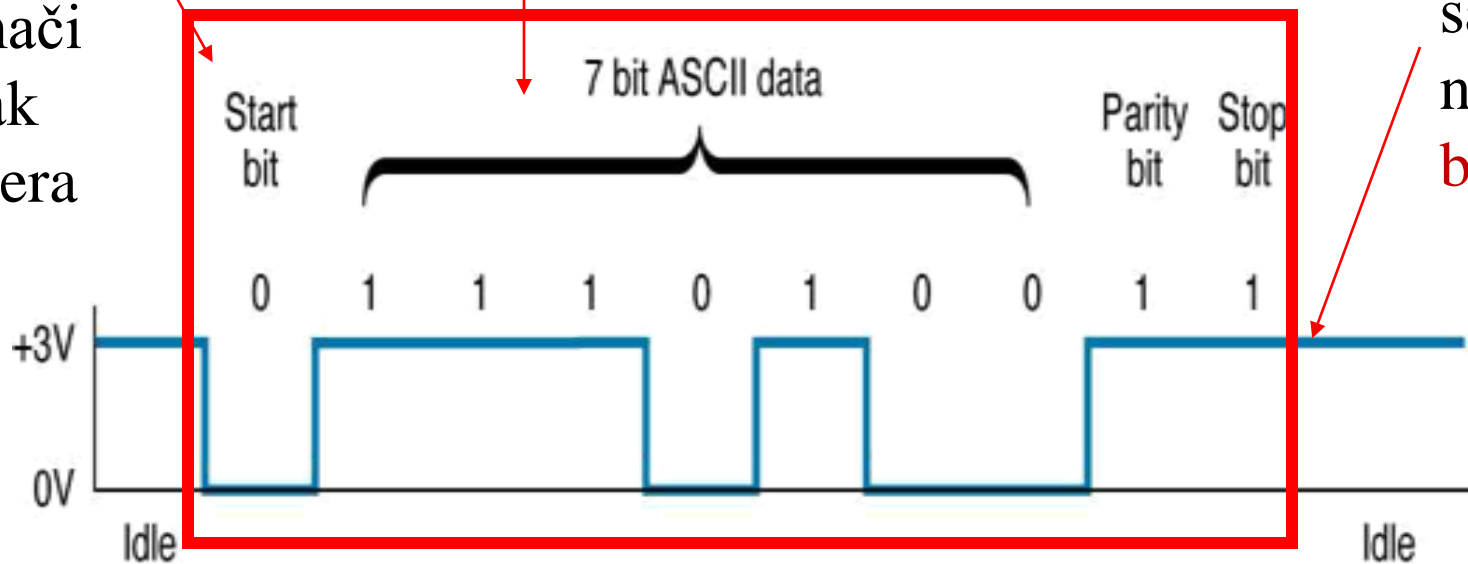
## 4.2 Asihroni prenos

*Zasniva se na nezavisnom prenosu manjih grupa bitova (5-8 bitova) koji predstavljaju kodirani karakter koji se prenosi - karakter orijentisano slanje*

Koristi prijemniku da označi početak karaktera

Svaki karakter se šalje nezavisno

Između prenosa šalje se niz stop bita



- Podaci mogu da se šalju **u bilo koje vreme** pa prema tome i primalac nikada ne zna kada će ti podaci da stignu.
- Osnovni problem koji se javlja je **detekcija početka i kraja slanja**
- U svaki karakter koji se šalje umeću se dodatni bitovi – **start** i **stop** bit

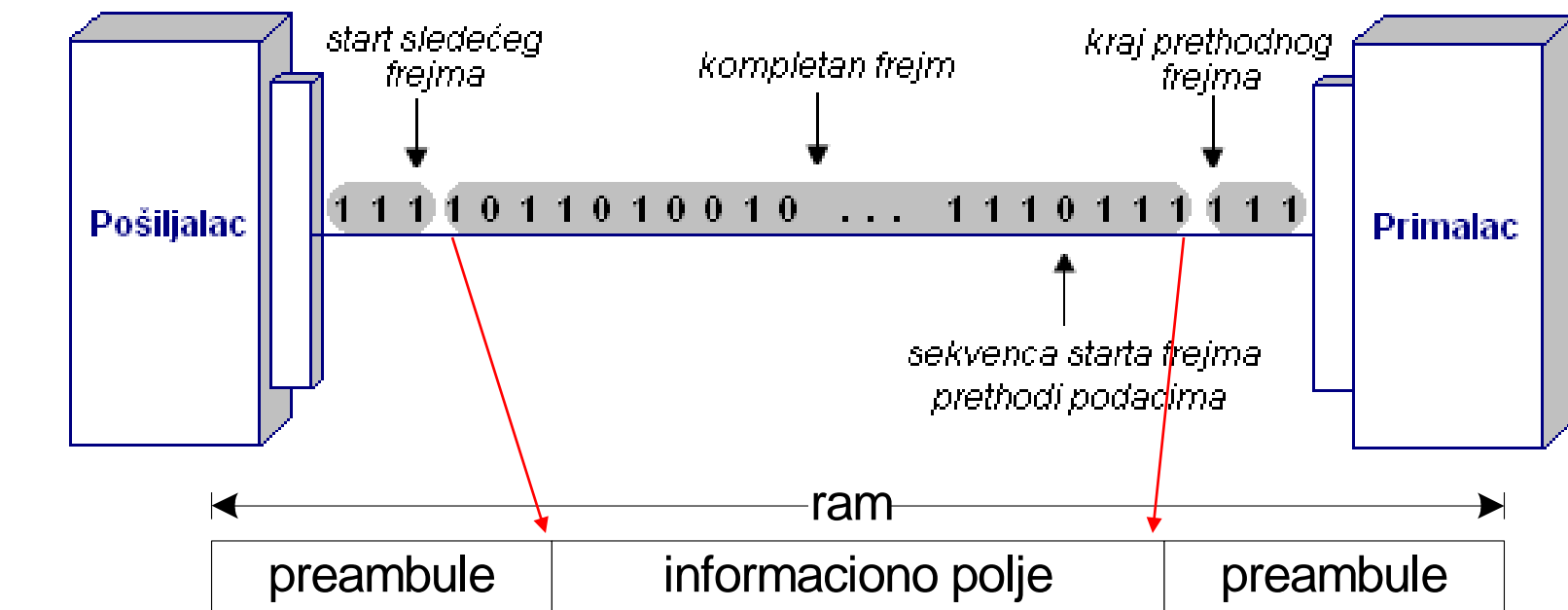
- Ponekad se naziva **start-stop prenos**
- Podaci koji se šalju kod asihronog prenosa obično koriste NRZ kodiranje
- Asinhrona komunikacija je jednostavna i jeftina, ali zahteva **2 - 3 bita više po karakteru.**

**Primer:** za sedmobitni kod karaktera, koristeći jednobitni stop element, na svakih devet bitova dva ne nose nikakvu informaciju, tako da je premašenje  $2/9=0,22$  što povećava broj bitova za prenos za skoro 25 %. Naravno, slanjem velikih blokova između start i stop elemenata procenat premašenja se može smanjivati.

- Koristi se u **point-to-point full duplex mrežama** (koristi se kod Telnet-a kod konekcije na Unix/Linux računare)
- Tipično **preko telefonskih linija** uz primenu modema
- Povezivanje dva susedna računara **za prenos fajlova sa podacima**

## 4.2 Sinhroni prenos

- Sinhroni prenos je značajno **efikasniji i brži** način komunikacije
- Šalju se mnogo **veće grupe bitova** (*data frame*)
- Okvir se sastoji iz više grupa podataka i to: **grupa za sinhronizaciju**, **kontrolni bitovi** (izvorna adresa, odredišna adresa, broj bajtova, broj sekvence i tip okvira), **bitovi podataka**, **bitovi za proveru grešaka** i td.
- Ram započinje sa jednim ili više **sinhronizacionih karaktera**.
- Sinhronizacioni karakter (obično označen sa SYN) je jedinstvena kombinacija bitova **koja signalizira prijemniku da je to početak bloka**.



## 4.2 Sinhroni prenos

- Za velike blokove podataka, **sinhroni prenos je efikasniji** od asinhronog
- Asinhroni prenos zahteva **20-25%** premašenja, dok se kod sinhronog prenosa gubi samo oko **2,5 %** na dodatne signale a i taj procenat se smanjuje sa povećanjem broja bitova koji se šalju.

### **Primer:**

*U sinhronom prenosu polje za upravljačke informacije je obično manje od 100 bitova tako da kod jednog od najčešćih bit orijentisanih protokola - HDLC iznosi 48 bitova upravljačkih informacija zajedno sa oznakama za početak i kraj rama. Za poruku od 2000 bitova, premašenje je samo  $48/2000 = 2,4\%$ .*

- Podaci se šalju u velikim blokovima čija je **tipična dužina oko 1000 B**
- Uobičajeno se koristi **kod multipoint mreža**
- Vrste sinhronih protokola za prenos:
  - Bit-oriented*** protokoli: SDLC, HDLC
  - Byte-count*** protokoli: Ethernet
  - Byte-oriented*** protokoli: PPP

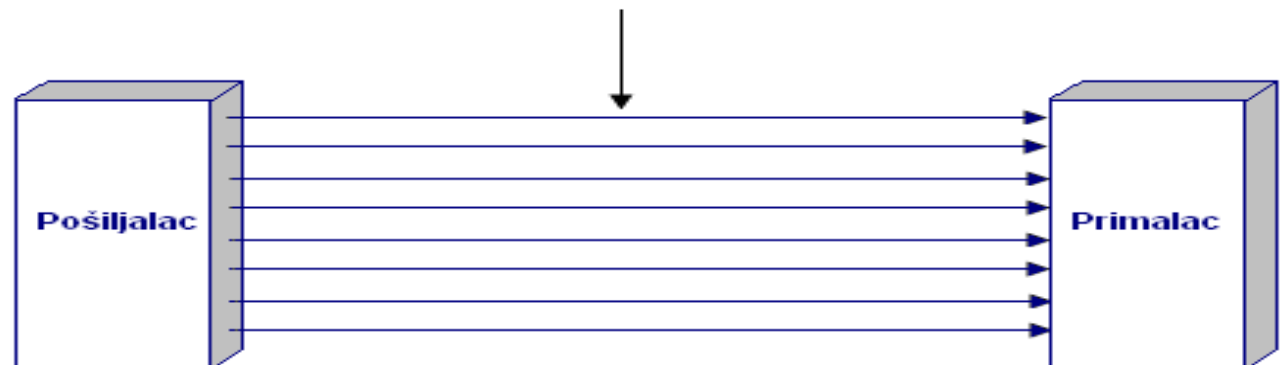
*Izohroni prenos predstavlja treći vid serijskog prenosa koji se sve više koristi a čija je glavna karakteristika vrši po tačno definisanoj brzini.*

- Kod asinhronog i sinhronog prenosa, posmatrano u dužim vremenskim periodima, **podaci ne moraju da stižu fiksnom brzinom.**
- **Različite brzine** slanja i prijema podataka
- *Real-time* aplikacije **zahtevaju različit kvalitet servisa (QoS).**
- Signali **moraju da stižu fiksnom brzinom** jer nema drugih opcija.
- WEB kamera - slike moraju da stižu brzinom koja je prikladna za prikazivanje **jer kašnjenje nije dopušteno.**
- Izohroni prenos **garantuje da će podaci stići na odredište fiksnom brzinom**, tako da korisnik vidi kvalitetnu sliku, ili čuje kvalitetan zvuk bez praznina koje odvlače pažnju.
- Obično **ne postoji nikakva detekcija grešaka.**
- Ako dođe do greške u toku prenosa, **ona se ignoriše** i korisnik može da primeti manje podrhtavanje slike, ili nepravilnosti u zvuku.

*Paralelni prenos se odnosi na mehanizam prenosa kod koga se prenosi više bitova podataka u isto vreme kroz više razdvojenih nezavisnih žica.*

- Bitovi putuju kroz svaku žicu u isto vreme tako da je potrebno da se svi **oni sinhronizuju kod prijemnika**
- Pored paralelnih žica od kojih svaka nosi podatke, paralelni interfejs obično sadrži **druge žice kroz koje se prenose kontrolni signali.**
- *Velika brzina* - zbog toga što može da šalje N bita u isto vreme, paralelni interfejs može da funkcioniše N puta brže nego serijski.
- *Prilagođenost datom hardveru* - interno, računari i komunikacioni hardver koriste paralelna kola. Tako paralelni interfejs odgovara internom hardveru

*svaka žica nosi signal za jedan bit,  
a sve žice funkcionišu simultano*





Razlikujemo tri načina prenosa:

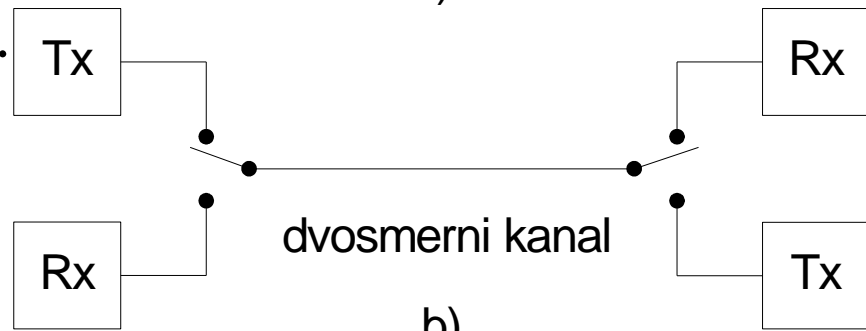
**a) Simpleks** (*simplex*) je jednosmerna komunikacija, jer se signali prenose (predaju) samo u jednom smeru; jedna stanica je predajnik, a druga prijemnik.

**b) Poludupleks** (*half-duplex*) komunikacija omogućuje prenos podataka u oba smera; stanice mogu vršiti predaju/prijem po istom kanalu, ali ne istovremeno, (kada je jedna predajnik druga je prijemnik i obratno)

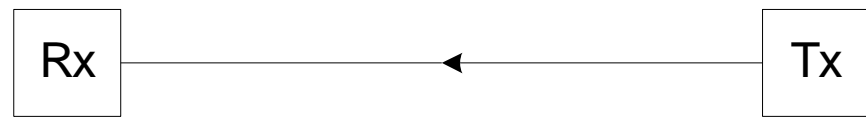
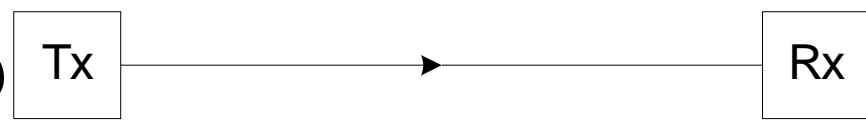
**c) Dupleks** (*full-duplex*) komunikacija je potpuno dvosmerna; obe stanice mogu istovremeno vršiti predaju koristeći posebne kanale po jedan za svaki smer prenosa.



a)



b)



c)

- **Oprema za komunikaciju podataka** (*Data Communication Equipment-DCE*) i **Oprema terminala podataka** (*Data Terminal Equipment-DTE*) je kreirao AT&T da napravi razliku između komunikacione opreme koju poseduje telefonska kompanija i *terminalne* opreme koju poseduje pretplatnik.
- Ako neka firma iznajmi kolo podataka od telefonske kompanije, telefonska **kompanija instalira DCE** opremu u firmu, a **firma kupuje DTE** opremu koja se spaja na opremu telefonske kompanije.
- **Primer:** uređaj – PC računar, DTE uređaj – modem



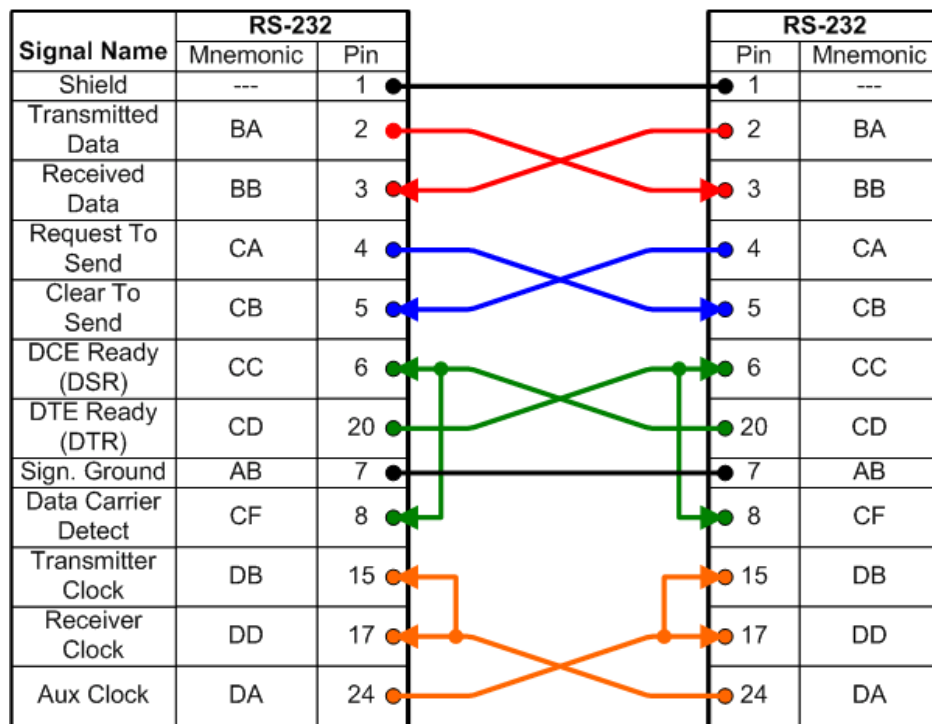
Svaki interfejs ima **četiri bitne karakteristike**:

- 1. mehaničke** - odnose se na **stvarnu fizičku vezu** DTE–DCE. Tipično signal i upravljanje vodi se kablom koji se završava utičnicama (**konektorom**) muškim i ženskim. Na svakom kraju DTE i DCE se preko kablova suprotnog tipa moraju fizički povezati.
- 2. električne** - odnose se na **naponske nivoe i trenutke vremena** u kojima dolazi do promene napona. I DTE i DCE moraju da koriste **isti kod** (npr. NRZ\_I), moraju da koriste **iste naponske nivoe** i moraju da koriste **isto trajanje signalizacionih elemenata**. Ove karakteristike određuju **brzinu prenosa podataka i rastojanje koje se može ostvariti**,
- 3. funkcionalne** - specificiraju **funkcije koje se izvršavaju dodelom značenja kolima za međusobnu razmenu**. Funkcije se mogu klasifikovati u široku kategoriju podataka, upravljanja, vremenskog rasporeda i uzemljenja,
- 4. proceduralne** - definišu **redosled događaja za slanje podataka zasnovanog na funkcionalnim karakteristikama intefejsa**.

# 4.4.1 - EIA 232

- Poznat kao *RS-232-C*, ili *RS-232*, EIA (*Electronic Industries Alliance*) specifikuje **električne detalje, fizičku konekciju i linijsko kodiranje**.
- Standard je dizajniran za upotrebu sa uređajima kao što je tastatura, jer on definiše **da svaki deo podatka predstavlja samo jedan karakter**.
- Hardver se može konfigurisati da kontroliše **tačan broj bitova u sekundi** i da šalje **sedmo-bitne** ili **osmo-bitne** znakove.
- Za povezivanje koristi **25 linija** tkz. DB-25 kabli.

- 1-zaštitno uzemljenje,
- 2-prenos podataka,
- 3-prijem podataka,
- 4-RTS (*Request To Send*),
- 5-CTS (*Clear To Send*),
- 6-DSR (*Data Set Ready*)
- 7-električno uzemljenje
- 8-DCD (*Data Carrier Detected*)
- 20-DTR (*Data Terminal Ready*)
- 22-DCE je primio signal zvona.



- Ovde se koristi **15-pinski konektor** koji omogućava povezivanje balansiranih i nebalansiranih kola.

Glavne razlike između X.21 i EIA-232 interfejsa su:

- X.21 je definisan **kao interfejs za digitalne signale**
- Način na koji se **razmenjuju kontrolne informacije**:
  - EIA standard definiše specifična kola za kontrolne funkcije, što **otežava uspostavljanje konekcija**, tj. za veću kontrolu je neophodan veći broj kola,
  - X.21 **podrazumeva više logičkih kola** (inteligencije) u DTE-u i DCE-u koja mogu da interpretiraju kontrolne sekvence, tako da se redukuje broj kola koja se moraju povezati .

## 4.4.3 - USB interfejs

- Problem kod prethodnih standarda je **složenost povezivanja računara**. Trebalo je pronaći **odgovarajući kabl**, pa instalirati **odgovarajući drajver**.
- *Compaq, DEC, IBM, Intel, Microsoft, NEC i Northern Telecom* doneli su standard koji su nazvali **USB-Universal Serial Bus**
- USB omogućava da se povežu ukupno **127 različitih uređaja**.
- Jedan USB uređaj se vezuje **direktno na host računar** a da bi se povezalo više uređaja potreban je **poseban uređaj nazvan hub**.
- USB uređaji se povezuju u vidu **hijerarhijske strukture** gde je koren host računar, hub-ovi međučvorovi a USB uređaji krajnji čvor.
- Sve što host računar pošalje **putuje do svih čvorova u hijerarhiji**.
- USB koristi **7-bitnu šemu** adresiranja koja nam omogućava adresiranje **127 različitih uređaja** i glavnog uređaja-hosta.
- USB kabl se sastoji od **4 žice** i to dve upredene žice za prenos podataka i ostale dve za napajanje i max. dužina je 4,5 m.
- Transfer podataka odvija se u **master/slave režimu**
- Koristi se **NRZ kodiranje**



## 4.4.3 - USB interfejs

- USB 1.0 definiše brzinu od **12 Mb/s**, a USB 2.0 **480 Mb/s** (60 MB/s).
- USB 3.0 - *mode* rada "**SuperSpeed**" (SS) - **5 Gb/s** (625 MB/s), dok je USB 3.1 definisao brzine od 10 Gbit/s (1.25 GB/s) "**SuperSpeed+**"
- Prenos podataka se vrši po **konceptu okvira** gde okvir predstavlja **vremenski period od 1 ms**.
- Svi USB uređaji su **sinhronizovani u odnosu na okvir**, što se ne postiže zajedničkim taktom, već se to sinhroniše putem hosta.
- USB definiše **četiri različita tipa prenosa**:
  - **Kontrolni transfer**: USB uređaji se mogu uključivati/isključivati
  - **Teretni (bulk) transfer**: transfer velikog broja podataka-skeneri, video kamere. Ovde se garantuje pouzdan ali ne i pravovremeni transfer
  - **Prekidni transfer**: USB funkcioniše na **principu prozivke** (*pooling*).
  - **Izohroni transfer**: neki USB uređaji su *real-time* uređaji (mikrofoni, slušalice) tako da oni zahtevaju da se unapred rezervišu okviri za njih kako bi se postigao pouzdan i pravovremen prenos podataka. Ovde **nema kontrole grešaka** jer je bitna brzina koja mora da se postigne.

- **Fire Wire** je razvila korporacija Apple krajem 1980 god. a tek 1995 god. prihvaćen je kao standard IEEE 1394
- Postoje **mnoge sličnosti** između ovog interfejsa i USB-a i to:
  - Uključivanje i isključivanje „na živo“
  - *Plug and play* tehnologija
  - Koristi se serijska konekcija
  - Standardizovan način priključivanja velikog broja različitih uređaja
  - Relativno jevtin način za implementiranje
- Jedna od najvažnijih razlika je **u pogledu brzine** koja je kod *Fire Wire* u startu iznosila 400 Mb/s, 800 Mb/s (IEEE 1394b) da bi sada već dostigla brzinu od **6,4 Gbit/s**, ( IEEE P1394d )
- Osnovna namena mu je **za povezivanje multimedijalnih uređaja** gde se zahtevaju velike brzine prenosa zbog većeg broja podataka.
- *Fire Wire* povezuje više uređaja koristeći **daisy chain** pristup (max. razdaljina je 4,5 m.). Jedan uređaj može da poveže dva nova a jedino nije moguće da se povežu uređaji tako **da formiraju zatvorenu petlju**.

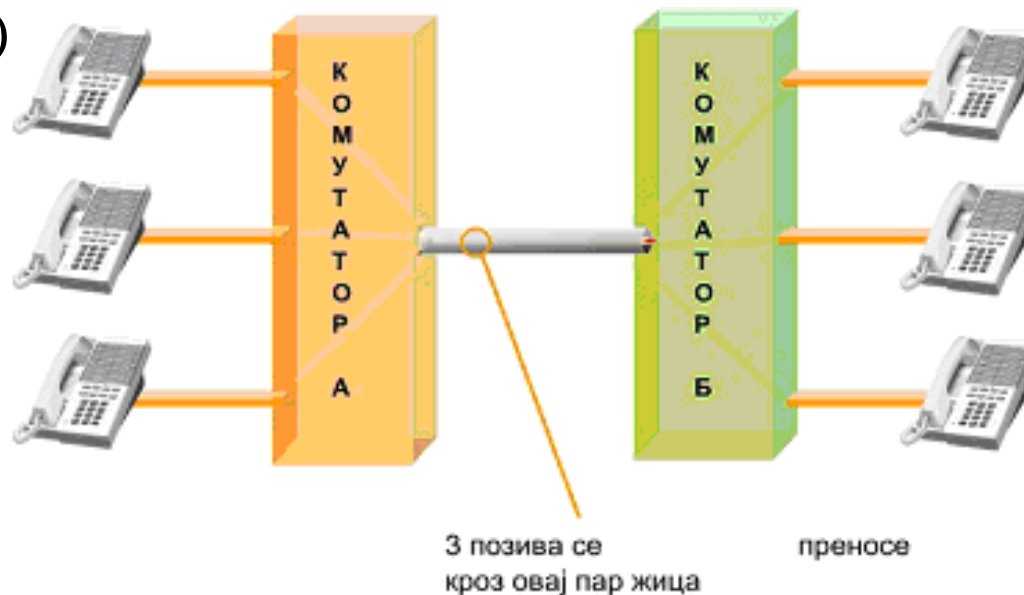


- *Fire Wire* kabli se sastoji od **6 žica** i to dve upredene parice (TPA i TPB) i dve žice za napajanje.
- Koristi metod kodiranja poznat kao kodiranje podataka sa strob signalom (*data strob encoding*).
- Suštinska razlika između USB i FireWire je tip protokola. Dok je kod USB to bio **master/slave** ovde je to **peer to peer** protokol.
- Više uređaja **može da formira grupe** – *bus* grupe, koje su međusobno odvojene/povezane preko *bus* mostova.
- U okviru jedne grupe moguće je adresirati **63 uređaja** (6 bita) a ostalih 10 bita može da kodira **123 različite bus grupe**.
- Fire Wire podržava komuniciranje u dva moda: *asihronom i izohronom*.
- Javlja se **problem arbitraže** tj. kom uređaju dodeliti prvenstvo izlaza na magistralu ako dođe do istovremenog pristupa.
- Tu ulogu igra **koren stabla koji na osnovu prioriteta uređaja donosi odluku**.

*Multipleksiranje omogućava da podaci iz više izvora dele (istovremeno koriste) veliki prenosni kapacitet*

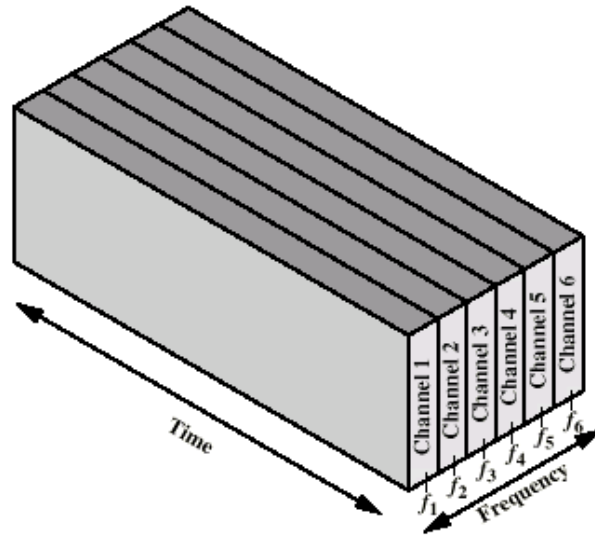
Najčešće se koriste sledeći načini multipleksiranja:

1. Multipleksiranje sa **podelom frekvencije** (FDM - *Frequency Devision Multiplexing*)
2. Multipleksiranje sa **podelom vremena** (TDM - *Time Devision Multiplexing*)
3. Multipleksiranje sa **podelom talasnih dužina** (*Wavelength Devision Multiplexing*)



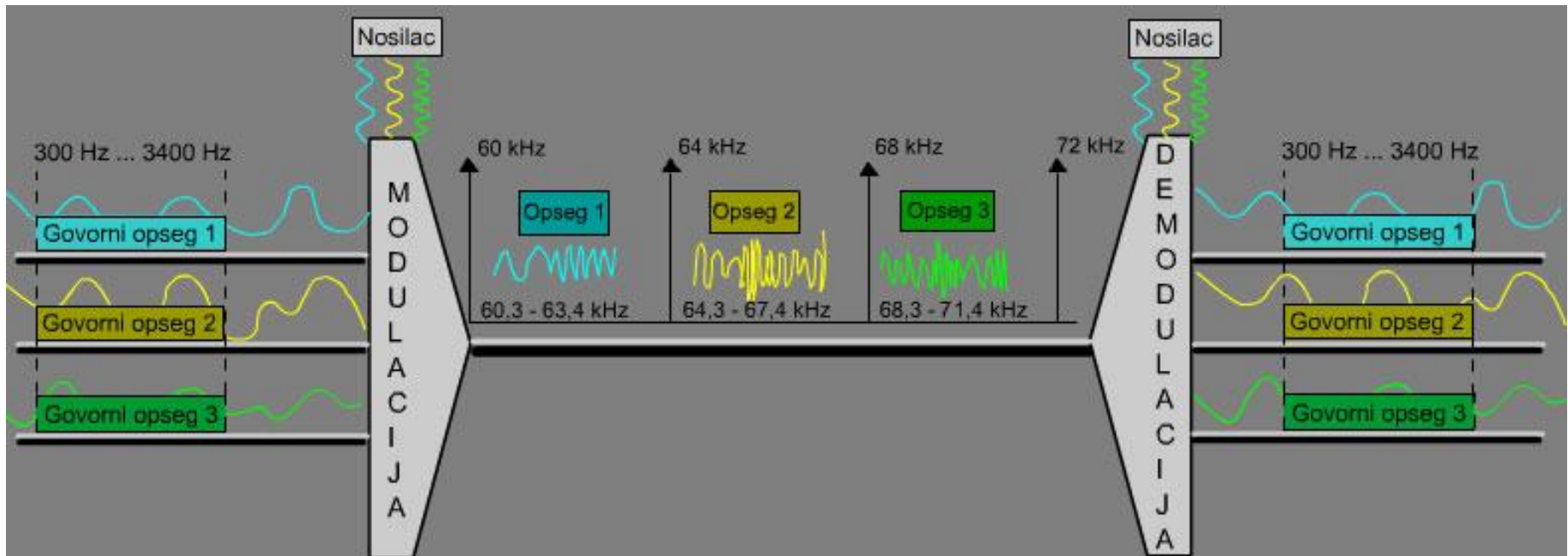
# 4.5.1 Frekencijski multiplex

- Koristi se kod **analognih signala** i to najčešće kod TV i radio prenosa.
- Više signala **različitog opsega se kombinuju u jedan složeni signal** mnogo većeg opsega koji se sada prenosi.



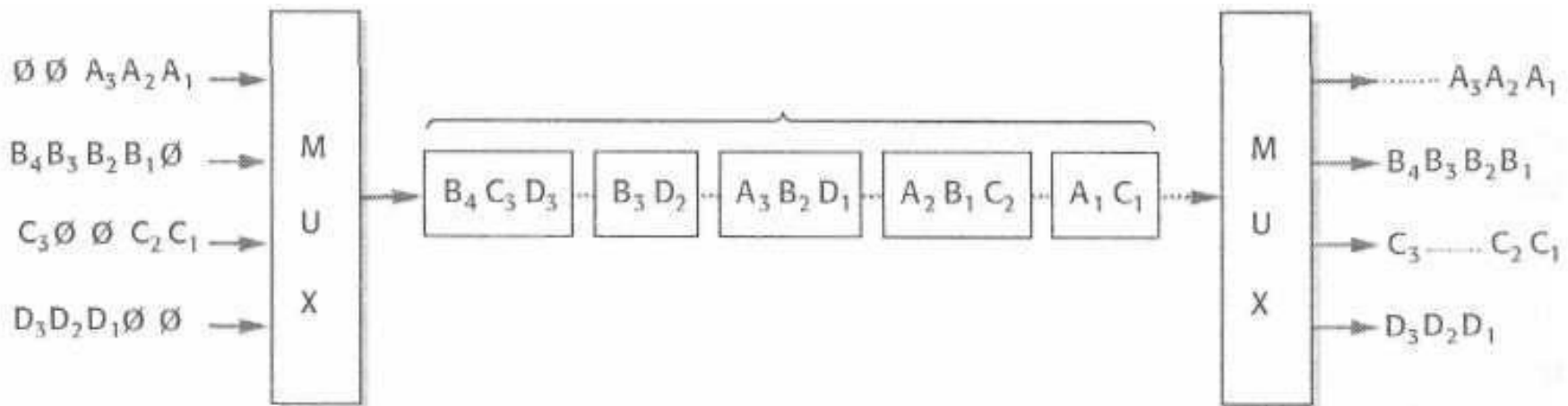
**Primer:** TV prenos (54-806 MHz se deli na 68 kanala, svaki širok 6 MHz, i to tako da je VHF od 2-13 kanala (54-215 MHz), i UHF od 13-69 kanala (470-806 MHz). Za svaki od ovih kanala se definiše noseći talas koji je u sredini opsega a korisni signal vrši modulaciju tog talasa (amplitudska) i tako se informacija prenosi

- Korisni opseg medijuma **premašuje potrebe za opsegom kanala** koji ga koristi
- Svaki signal se moduliše **različitom nosećom učestanošću**
- Noseće učestanosti su **razmaknute** tako da se signali ne preklapaju (čuvari)
- Kanal je **dodeljen i kada se ne koristi**



# 4.5.1 Vremenska podela kanala

- Koristi se kod **digitalnih signala**.
- TDM održava **fizički različite signale** ali ih logički pakuje zajedno.
- Kod **statističkih multipleksera** nisu svi okviri isti jer ulazni podaci ne dolaze istom brzinom pa nije potrebno da se šalju puni okviri.
- Ovde je format okvira složeniji i zahteva dodatne informacije kao što je odredišna adresa.
- Prijemni multiplekser mora da ima **dodatnu logiku za traženje adrese** i rutiranje informacija u odgovarajućem smeru.
- Statistički multiplekser ne mora **u potpunosti da iskoristi svoj izlazni kapacitet** jer ako ni jedan izvor nije aktivan, nema prenosa



# 4.5.1 Podela talasnih dužina

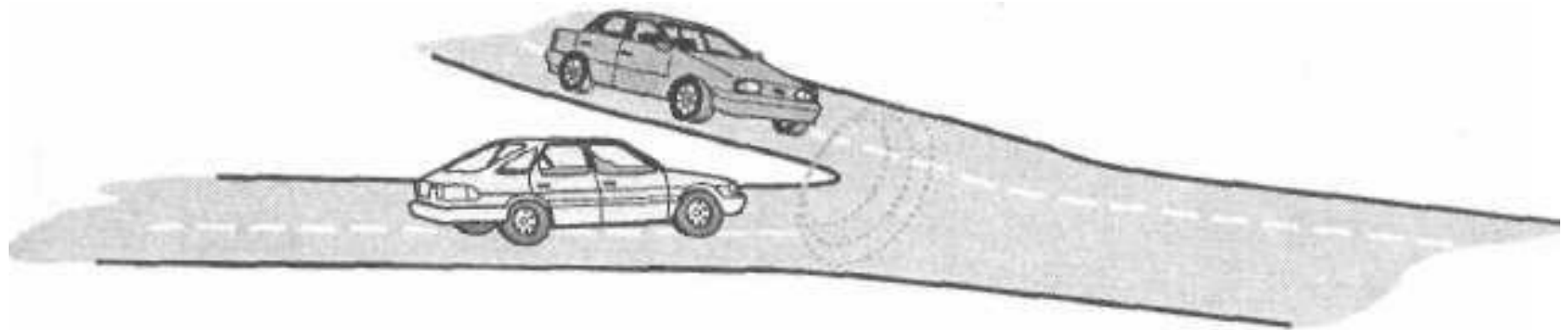
*Multipleksiranje sa podelom talasnih dužina zasniva se na zakonima optike i primenjuje se kod prenosa sa fiber-optičkim vlaknima.*

- Svaki svetlosni snop ima svoju **talasnu dužinu** a kod prelaska svetlosti iz jedne u drugu sredinu dolazi **do različitog ugla prelamanja**.
- Ova dva svojstva su iskorišćena da se **više prostih signala uklope u jedan složeni** koji će se sada prenositi.
- Ovde se više izvora električnih signala dovode na ulaze lasera ili LED diode. Uloga lasera je **da reaguje na električne signale i da ih pretvori u svetlosne impulse** gde svaki laser proizvodi svetlosne signale **različite talasne dužine  $W_1, W_2, \dots, W_n$** .
- Svetlosti različitih talasnih dužina dolaze do multipleksera sa podelom talasnih dužina (WDM-*Wave Division Multiplexer*), **koji kombinuje različite svetlosne izvore u jedan** koji se prenosi preko optičkog fibera.
- Bitske brzine koje se postižu kod ove tehnologije su jako velike jer standardni fiber već ima kapacitet za **prenos više od 10 Gb/s**, dok se u naučnim krugovima već pominju brzine koje se mere oko **1000 Gbps**.



# 4.6 Protokoli za pristup medijumu

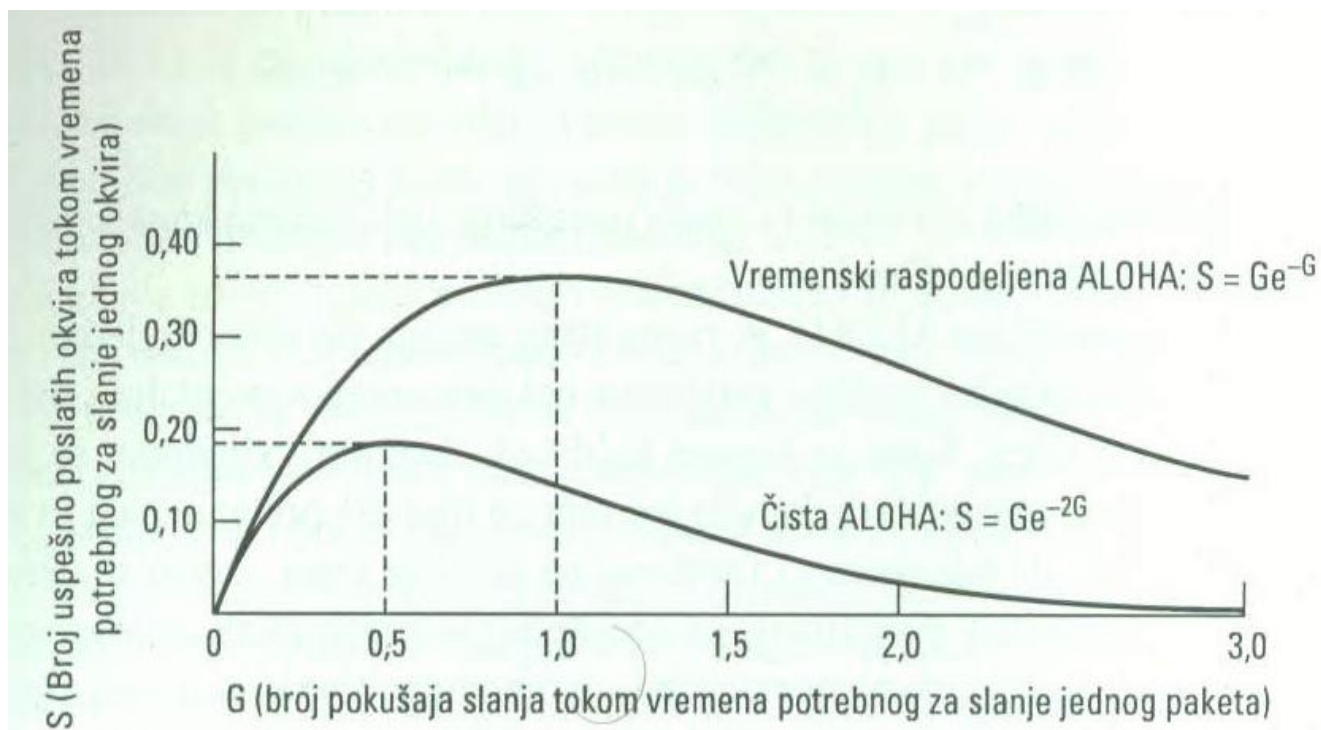
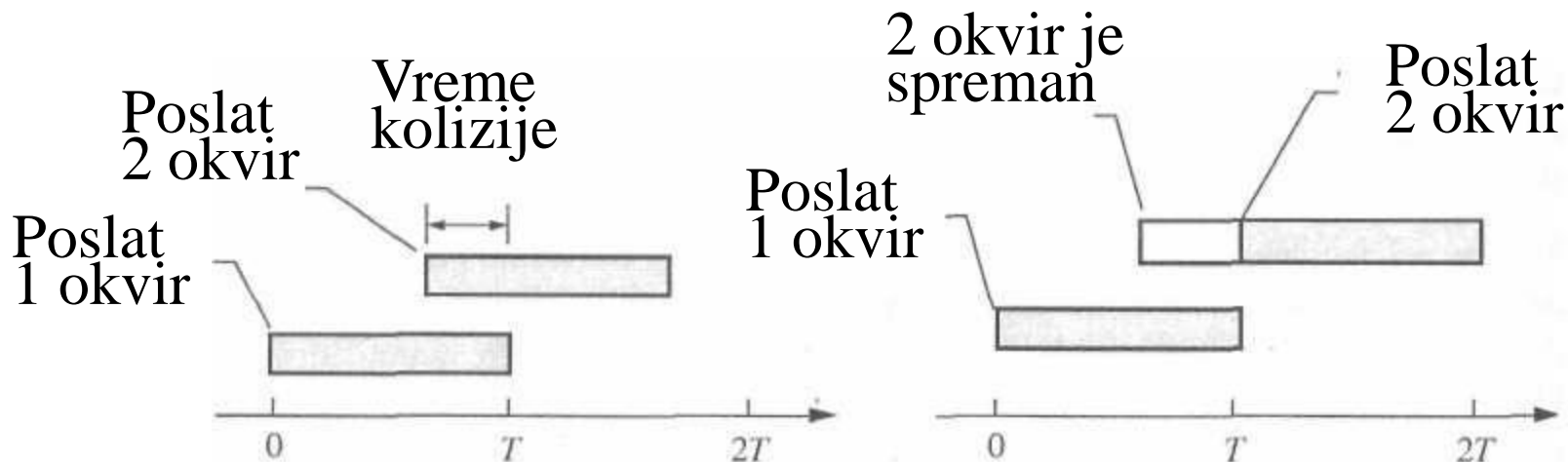
- Multipleksiranje (posebno TDM) u mnogome je omogućilo da se **medijum stavi na raspolaganje većem broju korisnika**
- Posmatraju se nezavisni korisnici **koji generišu okvire za slanje**
- Svi korisnici su povezani **jedinstvenim kanalom**
- Pristup medijumu iz više ulaznih tačaka naziva se **nadmetanje** (*contention*) i ono se kontroliše **protokolom nadmetanja**.
- Istovremeno emitovanje dovodi **do kolizije podataka** (*collision*)
- Ne postoji **centralni časovnik za određivanje vremena slanja**
- Korisnici **mogu da osluškaju** ili da ne osluškaju saobraćaj na kanalu



- Prva primena: radi uspostavljanja komunikacije između ostrva putem paketnog radio sistema.
- Uređaji emituju okvire na istoj frekvenciji gde je svaki pokušaj emitovanja dva različita okvira istovremeno korišćenjem iste frekvencije ometa oba signala.
- Nezavisni korisnici se nadmeću za korišćenje zajedničkog kanala
- Ideja: dozvoliti korisnicima da emituju kada imaju podatke (*contention*)
- Tx osluškuje komunikacioni kanal ili čeka povratnu potvrdu
- Vreme čekanja je slučajno
- Kada dva korisnika zauzmu kanal u isto vreme, okviri se oštećuju
- Uređaji su, jednostavno, čekali da istekne nasumice izabrani period i nakon toga su ponovo pokušavali da pošalju informacije.
  1. Čista ALOHA: ne zahteva sinhronizaciju globalnog vremena
  2. Vremenski raspodeljena (slotovana) ALOHA: vreme je izdeljeno na intervale konačne dužine u koje se moraju uklopiti svi okviri



# 4.6.1 ALOHA protokol



## Protokol *Carrier Sense Multiple Access (CSMA)*

- **CSMA** (višestruki pristup sa osluškivanjem nosioca) je metod pristupa kanalu koji se koristi da bi se umanjila mogućnost sukoba.
- Ideja je da kada stanice žele da šalju podatak testiraju (oslušuju) **da li je neko zauzeo transmisioni medijum** (kabl)
- Mogućnost konflikta (sudara) **postoji u kratkom vremenskom intervalu** koji se naziva vreme ranjavanja (*vulnerable time*) i jednak je maksimalnom vremenu propagacije između najudaljenijih korisnika.
- Vreme **prostiranja** (*propagation time*) je vreme potrebno da jedan bit stigne od predajnika do prijemnika.

## Protokol *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection* (CSMA/CD)

- CSMA/CD (oslušivanje nosioca, višestruki pristup i otkrivanje sudara) je metod **široko rasprostranjen** u lokalnim računarskim mrežama.
- Pripada podsloju za pristup transmissionom medijumu MAC (*Medium Access Control*).

Postupak kako radi ovaj protokol:

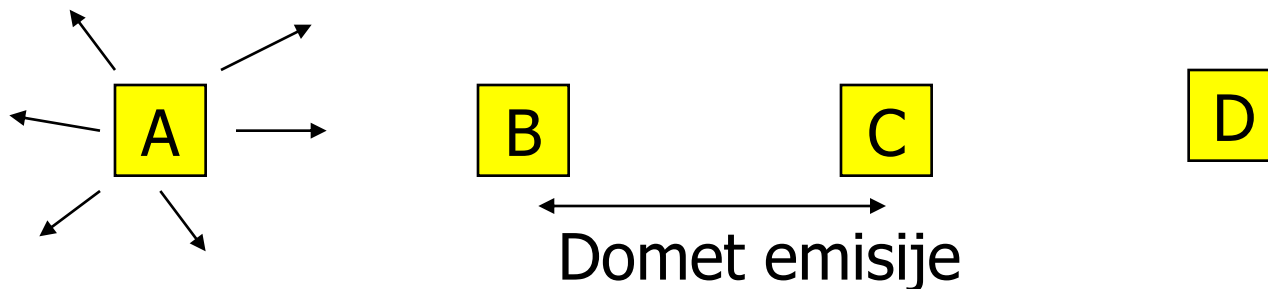
1. Ako je medijum zauzet, uređaj čeka u skladu sa perzistentnim algoritmom.
2. Ako nema aktivnosti na medijumu, uređaj prenosi okvir i nastavlja "oslušivanje".
3. Ako uređaj detektuje koliziju, odmah prekida slanje i šalje kratki signal blokiranja.
4. Nakon kolizije, uređaj čeka da istekne nasumično izabrani period pre nego što ponovo pokuša da pošalje okvir.

- Tehnika poznata pod nazivom **binarni eksponencijalni backoff algoritam** utvrđuje različite periode čekanja do ponovnog slanja.
- Funkcioniše na sledeći način:
  1. Ako dođe do kolizije okvira nekog uređaja prvi put, on čeka 0, ili 1 vremenski slot (izabrano nasumično) pre nego što ponovo pokuša slanje.
  2. Ako dođe do kolizije drugi put, čeka 0, 1,2, ili 3 slota (ponovo izabrano nasumično).
  3. Nakon treće kolizije, čeka između 0 i 7 vremenskih slotova.
  4. U opštem slučaju, nakon **n kolizija**, čeka da protekne između 0 i  $2^n - 1$  slot ako je  $n < 10$ . Ako je  $n > 10$ , čeka između 0 i 1024 ( $2^{10}$ ) slotova.
  5. Nakon 16 kolizija, odustaje. Verovatno negde postoji neka greška i do administratora mreže se šalje obaveštenje o nemogućnosti prenosa. U ovom slučaju drugi softver, ili menadžer mreže moraju da ispituju u čemu je problem.

## 4.6.3 CSMA/CA

### Protokol *Carrier Sense Multiple Access njith Collision Avodiance* (CSMA/CA)

- Nekada **nije moguće detektovati koliziju** i to naročito u bežičnim komunikacijama gde podaci ne mogu da stignu do odredišta (na primer prepreka ako se slanje vrši infracrvenim talasima).
- **Problem skrivene stanice** (*hidden station problem*): stanica C ne može da osluškuje i da vidi šta radi A
- **Problem izložene stanice** (*exposed station problem*): ako B šalje ka A, C će da zaključi da ne može da šalje ka D
- Zato se za bežične komunikacije **usvaja šema izbegavanje kolizije**.
- Bez obzira na naziv, protokol **ne izbegava sve kolizije ali se ipak značajno redukuje njihov broj**.



Hvala na pažnji !!!



Pitanja

? ? ?