

## Predavanje 5

### Električki prijenos:

- ↑ potpuna regeneracija signala (3R), neograničen domet
- ↑ kvaliteta prijenosa po volji, izvorno analognih i digitalnih informacija
- ↓ veliko prigušenje ( $\alpha \sim \sqrt{f}$ ) → kratke dionice, ograničena brzina prijenosa
- ↓ ograničena brzine elektronike

### Optički prijenos

- ↑ širok frekvencijski spektar → velik potencijalni kapacitet
- ↑ malo prigušenje → duge dionice → mala cijena po kanalu
- ↓ zasada samo 2R regeneracija signala, ograničen domet

### Osnovna izobličenja koja djeluju na optički signal pri prijenosu svjetlovodnom niti su linearna izobličenja

- prigušenje signala i
- disperzija

*Prigušenje* je definirano odnosom snage predanog i primljenog optičkog signala:

Prigušenje ograničava domet optičkog signala.

*Disperzija* je izobličenje optičkog signala u vremenskoj domeni i znači proširenje izlaznog signala u odnosu na onaj koji je predan svjetlovodnoj niti. Ovisno o uzroku, moguće su različite vrste disperzije:

- multimodna disperzija (dominantna kod multimodnih niti) – nastaje zbog razlike vremena propagacije različitih modova optičkog signala.
- kromatska disperzija (dominantna kod jednomodnih niti) – nastaje zbog ovisnosti grupne brzine propagacije o valnoj duljini optičkog signala.
- polarizacijska disperzija (postaje dominantna kod velikih brzina prijenosa  $> 10$  Gbit/s) – nastaje zbog neidealnog (eliptičnog) presjeka svjetlovoda i različite duljine puta različito polariziranih komponenti signala.

Disperzija ograničava brzinu prijenosa jer se povećanjem brzine prijenosa povećava učestalost pogreške izazvano stapanjem impulsa zbog proširenja.

### Prozori prigušenja svjetlovodne niti (GOF):

- 1 prozor: 800nm
- 2 prozor: 1300nm
- 3 prozor: 1550nm

### POF

– Multimodno plastična optička nit (POF – Polymer Optical Fiber) 1963. je DUPONT izradio nit od poli-metil met-akrila (PMMA)

– Glavna karakteristika POF-a je veliki promjer niti koji ne stvara probleme kod savijanja kao kod GOF-a.

– Standardni promjer današnjih niti PMMA POF niti je 1 mm (promjer jezgre je 980 μm) što daje numeričku aperturu od 0.4 do 0.6 (23° do 36°).

– Kod POF-a je moguće ostvariti veliku razliku između indeksa lomova jezgre i omotača. Tipične vrijednosti su:

- $n_1=1.49$  (jezgra)
- $n_2=1.40$  (omotač)
- $NA = 0.5$  (kut prihvaćanja 30°)

– Problem POF-a je relativno veliko gušenje

### Svojstva optičke mreže

- optička transparentnost na velikim udaljenostima
- ogroman potencijalni transmisijski kapacitet
- mala učestalost pogreške (BER)
- fleksibilnost u radu
- integracija postojećih usluga

### Komponente sveoptičke mreže

- predajnik - laserski (direktna, vanjska modulacija)
- prijemnik (PIN, AVD)
- optičko pojačalo (EDFA, SOA)
- multiplekser, demultiplekser
- prospoynik (OXC, ADM)
- integrirani prostorni komutatori ( $n \times n$ )
- rasprežnik, sprežnik
- filter
- valni pretvarač

### Erbijem dopirana optička pojačala

Optička pojačala → nova generacija sustava:

- ↑ Kompenzacija prigušenja niti
- ↑ Korištenje velikog frekvencijskog pojasa ( $\geq 30$  nm)
- ↑ Istovremeno pojačanje nekoliko kanala (multipleksiranih) → valno multipleksiranje – WDM
- ↓ Pojačanje signala i šuma
- ↓ Pribrajanje šuma spontane emisije pojačala (ASE)
- ↓ Akumulacija distorzije.

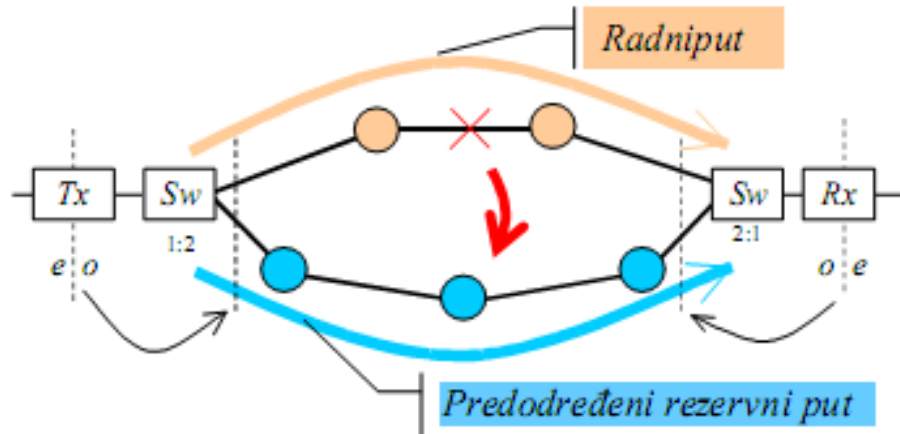
### Pridruživanje valnih duljina:

- Cilj: Popuniti valne kanale valnim duljinama da bi se povećala iskoristivost kapaciteta i minimizirala duljina (cijena) optičkog vlakna (kabela) u optičkoj mreži.
- Optimizacija = f (dvije vrste optičkih putova):
  - Valni put (WP - wavelength path) - put koji se realizira samo s jednom valnom duljinom.
  - Virtualni valni put (VWP - virtual wavelength path) - put koji se realizira s više valnih duljina uz pretvorbu valnih duljina pomoću valnog pretvarača (WC - wavelength converter).
- Optimizacija = f (vrste predajnika i prijemnika):
  - Fiksni laser u predaji i filter u prijemu - radni i zaštitni putovi imaju istu valnu duljinu.
  - Podesivi laser i filter - radni i zaštitni putovi mogu imati različite valne duljine.

### Budući razvoj optičke mreže

- 3R regeneracija → “neograničen” prijenos u optičkoj domeni → sveoptička mreža
- Valno multipleksiranje velike gustoće (High dense wavelength division multiplexing - HDWDM)
- Solitonski prijenos → OTDM
- Optičko procesiranje signala → procesiranje adrese
- Optička komutacija paketa → IP preko WDM

### Zaštita 1+1



#### Legenda:

$Tx$  – optički predajnik,  $Rx$  – optički prijemnik  
 $e/o$  – elektro -optička pretvorba  $Sw$  – optički komutator  
 $\bigcirc$  – optički prospojnik (cross-connect)

Zaštita 1+1 pripada u skupinu topologija s predodređenom zaštitom. Jedan rezervni transportni entitet (put) koristi se za zaštitu točno jednog radnog transportnog entiteta. Ovaj tip zaštite se može koristiti na najmanje dva načina:

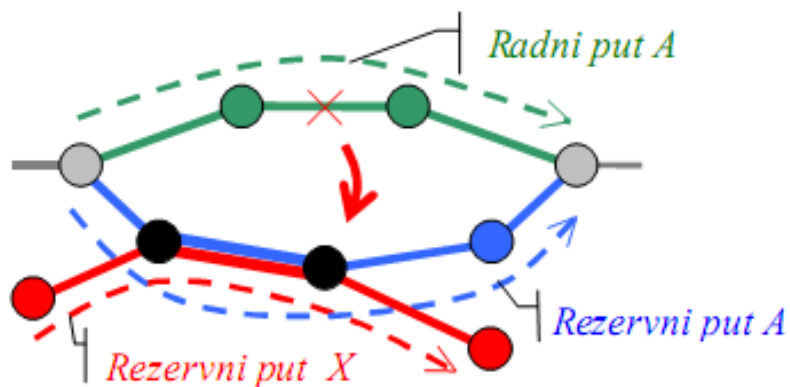
- U prvom slučaju isti se promet prenosi preko radnog i rezervnog puta istovremeno. U tom slučaju nema potrebe za komutacijom u optičkoj domeni. Na prijemu se odabire radni put odnosno rezervni ako radni nije raspoloživ.
- U drugom slučaju na rezervni put se prebacuje promet jedino u slučaju ako je radni put neispravan. Komutacija je nužna na predajnoj i prijemnoj strani.

Komutacija se može izvesti u optičkoj ili električkoj domeni pomoću jednostavnih komutatora  $1 \times 2$  odnosno  $2 \times 1$ .

U oba opisana slučaja zaštitini put je rezerviran isključivo za predodređeni radni put.

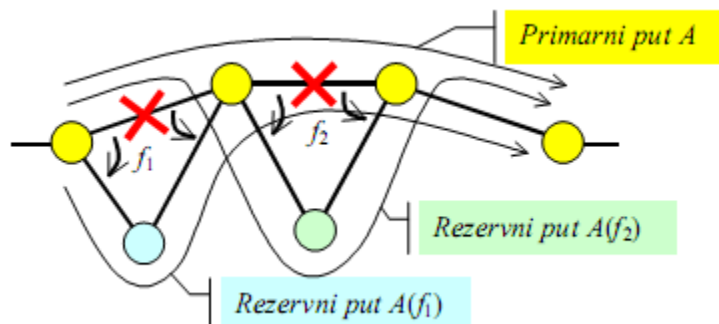
Transmisijski kapacitet (cijena) mreže za ovu vrstu zaštite je najmanje dvostruk u odnosu na mrežu bez ikakve zaštite.

### Obnavljanje puta



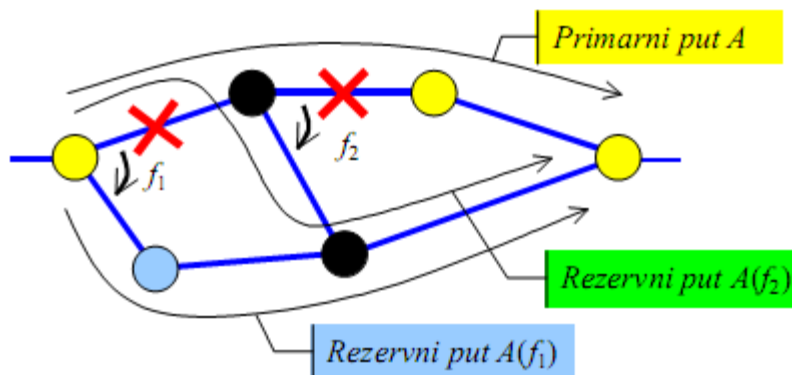
Svaki primarni optički put, koji se koristi u ispravnom stanju, ima najmanje jedan rezervni nezavisni put koji se optereti prometom samo u slučaju ako je primarni put neispravan. Primarni i njegov rezervni put odabiru se najčešće kao prvi najkraći odnosno drugi najkraći put. Alternativa je u primjeni optimalnog usmjeravanja s ciljem uravnoteženja prometa u mreži i povećanje iskoristivosti prijenosnih resursa na razini cijele mreže. U tom se slučaju primarni i njegov nezavisni rezervni put biraju između skupa mogućih puteva koji ne moraju nužno biti najkraći. Za razliku od zaštite 1+1, kod ove vrste obnavljanja rezervni kapacitet se može dijeliti od strane većeg broja primarnih puteva (npr. rezervni putevi A i X), naravno uz uvjet da se ti rezervni putevi nekoriste u isto vrijeme. Pod pretpostavkom da u mreži može u jednom trenutku postojati samo jedan kvar linka, rezervni putevi su uvijek disjunktni (ne mogu se dogoditi istovremeno) ako su njihovi primarni putevi nezavisni (namaju zajedničkih elemenata i njihovi su kvarovi nezavisni). Dakle, ova vrsta obnavljanja osigurava da mreža može preživjeti svaki pojedinačni kvar linka. Neke višestruke kvarove mreža može preživjeti ovisno o lokaciji tih kvarova. Iskoristivost prijenosnih resursa je bolja nego kod 1+1 zaštite, ali se usmjeravanje prometa u slučaju kvara provodi u optičkim prospojnicima s aktivnim optičkim prostornim komutatorima.

### Obnavljanje linka



U ovom postupku obnavljanje se obavlja između dva susjedna čvora koji razapinju link u kvaru. Svi optički putevi koji u ispravnom stanju prolaze navedenim linkom preusmjeravaju se na zajednički rezervni put, najčešće najkraći put između dva navedena susjedna čvora, s time da se izuzima link u kvaru. Sa stanovišta upravljanja ovakav slučaj obnavljanja vrlo je jednostavan jer se preusmjeravanje obavlja lokalno. Cijena potrebne opreme je najmanje dvostruka u odnosu na slučaj bez ikakve zaštite. Kao posljedica postupka usmjeravanja, može se dogoditi da neki aktivirani rezervni put prolazi nekim skupom linkova dva puta. To je slučaj kada je taj skup linkova sastavni dio i primarnog i rezervnog puta za definirani link u kvaru.

### Dinamičko obnavljanje



Ovaj način obnavljanja ravna se prema sintagmi *Najkraći put nakon kvara* (*shortest path after failure* - SPAF). Nakon pojedinačnog kvara na nekom od linkova odnosno čvorova primarnog puta, traži se najkraći put između izvora i odredišta a koji put ne sadrži link odnosno čvor u kvaru.

Primarni i njegov rezervni put ne moraju biti nužno i nezavisni. Za svaki neispravan link primarnog puta generira se specifični rezervni put. Na primjeru prema slici može se uočiti da kvar  $f_1$  primarnog puta aktivira rezervni put  $A(f_1)$ , a kvar  $f_2$  rezervni put  $A(f_2)$ . Primjenom ovog načina obnavljanja moguće je minimizirati ukupni rezervni kapacitet odnosno ukupnu duljinu svjetlovodne niti (cijenu) u mreži. S druge strane, usmjeravanje i upravljanje mrežom mogu biti vrlo složeni u pogledu procedure upravljanja odnosno funkcionalnosti komutacijskih elemenata.

### Linijski kodovi

- Optimalno prilagođenje signala mediju
- Redukcija istosmjerne komponente
- Suženje spektra
- Osiguranje informacije o taktu (timing information)
- Uvođenje redundancije - detekcija pogrešaka
- Prilagođenje mediju i brzini prijenosa
  - simetrična parica, koaksijalni kabel - ternarni i višerazinski kodovi AMI, HDB3, 4B3T
  - svjetlovodna nit - binarni kodovi bifazni, CMI, NRZ, RZ (solitoni)
- Mjera kvalitete – BER

NRZ kodovi (binarni)

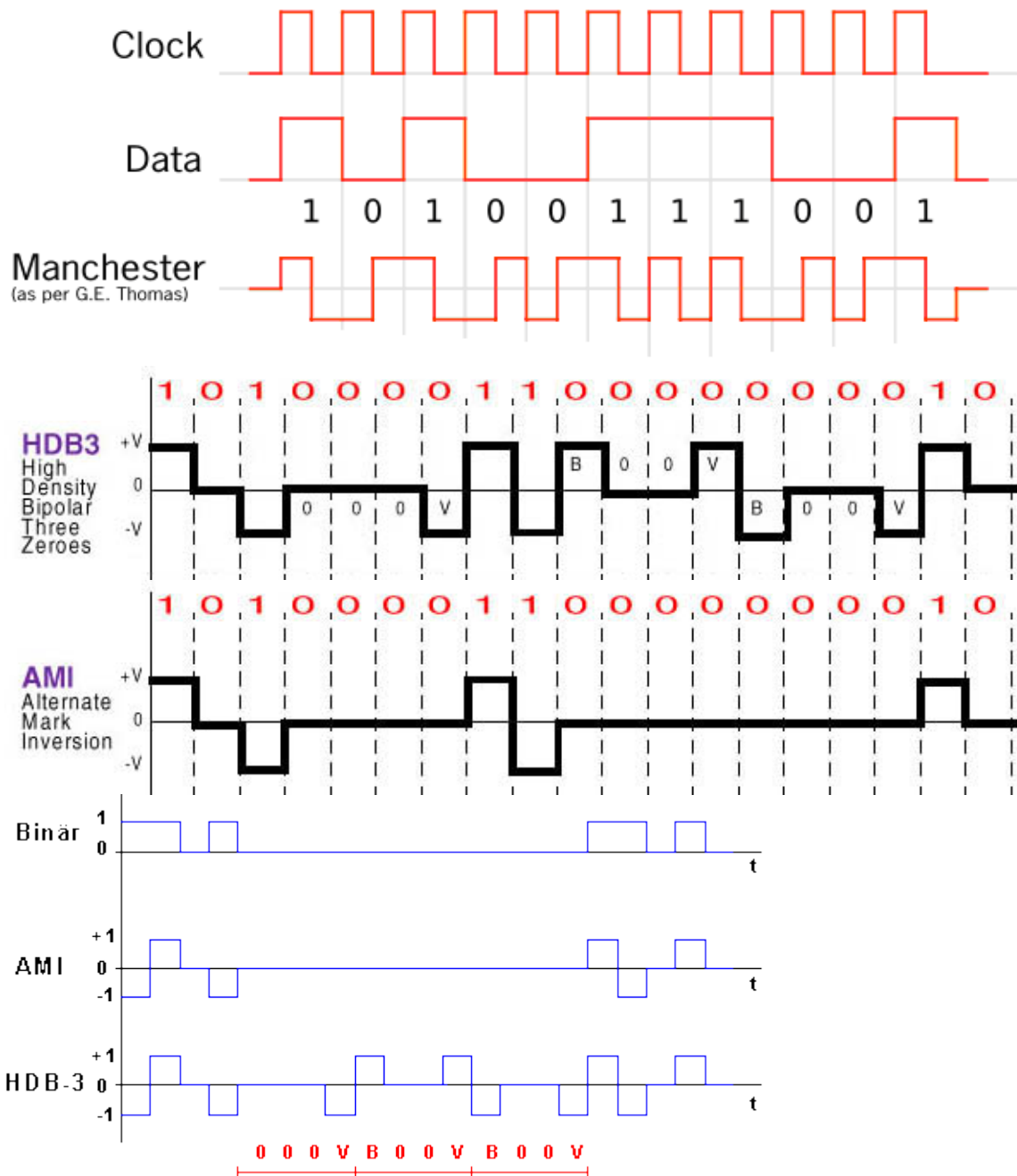
RZ kodovi: pseudoternarni (AMI, HDB3)

Bifazni: Manchester, CMI, DMI

Supstitucijski kodovi: HDB3

Višerazinski: ternarni, kvaternarni, oktalni

Primjeri:



**VRLO VAŽNO KOD KORIŠTENJA HDB3 KODA:**

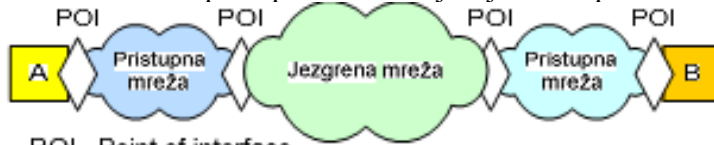
The rules for using "000V" or "B00V" are as follows:

- "B00V" is used when up to the previous pulse, the coded signal presents a DC component that **is not null** (the number of positive pulses is not compensated for by the number of negative pulses).
- "000V" is used under the same conditions as above when up to the previous pulse the DC component **is null**.
- The pulse "B" ("B" for balancing), which respects the AMI alternancy rule, has positive or negative polarity, ensuring that two successive V pulses will have different polarity.

## Predavanje 6

### Pristupna mreža

- tradicionalna pristupna mreža povezuje krajnje korisnike s lokalnom centralom – ne obuhvaća komutacijsku opremu, seže do razdjelnika (MDF)
- model ITU-a – pristupna mreža uključuje i multipleksore



POI – Point of interface

- vrste pristupa – podjela s obzirom na pristupni medij
  - žični (xDSL, kabelski, vodovima elektroenergetске mreže)
  - optičkim nitima
  - bežični (radijski, mikrovalni, optički)
- lokalna petlja = pretplatnička linija (local loop) – 2 žice

### Digitalne pretplatničke linije (DSL)

- do pojave DSL-a postojale su sljedeće tehnike pristupa UTP-om
  - pristup POTS-kanalima pomoću modema,
  - pristup uskopojasnim ISDN-om (N-ISDN) – BRA i PRA,
  - pristup mrežom kabelske televizije pomoću kabelskih modema, i
  - pristup prijenosnim E1-sustavima
- DSL povezuje krajnjeg korisnika s lokalnom centralom
  - dolazni smjer komunikacije – prema korisniku (download)
  - odlazni smjer komunikacije – prema centrali (upload)
  - simetrične DSL-tehnologije – prijenosna brzina u oba smjera jednaka
  - asimetrične DSL-tehnologije – brzine su različite
- nekom DSL-tehnologijom nije moguće postići istovremeno maksimalnu brzinu i maksimalni domet
  - brzina i domet su obrnuto proporcionalni
- za implementaciju ADSL-a važna je relativno kratka prosječna duljina pretplatničke petlje
  - u Hrvatskoj u velikim gradovima iznosi manje od 1 km
  - dobro za realizaciju triple play usluga (govor, video i podaci)
- u istom kabelu nije moguće istovremeno svim paricama pridijeliti prijenosnu DSL-uslugu
  - potrebno upravljanje spektrom (spectrum management)
- statičko ili dinamičko (bolje)
- posebno važno u uvjetima LLU-a (Local Loop Unbundling)

### Širokopojasni pristup koaksijalnim kabelima

- prijenosne brzine
  - do 55 Mbit/s u dolaznom smjeru
  - do 3 Mbit/s u odlaznom smjeru

#### Pristup vodovima elektroenergetske mreže

- PLC – dijeljeni medij
- uglavnom se koristi u kućnim mrežama
- brzine: do 45 Mbit/s, u kućnoj mreži – do 14 Mbit/s
- osnovne mane tehnologije
  - prijenosni medij podložen smetnjama
  - mreža ovisna o priključenju trošila
  - prijenosna funkcija nije stabilna već se često mijenja (slično kao i bežični medij)
  - smetnje koje PLC stvara na okolinu znatne – problem EMC-a
- trenutna situacija: PLC na razini eksperimentalne mreže

#### Satelitski pristup

- prijenosne brzine za krajnje korisnike
  - između 64 kbit/s i 2 Mbit/s

#### Širokopojasni fiksni bežični pristup

- područje frekvencija od 2 GHz do 66 GHz
- uz domet od 2 km – 45 Mbit/s, usnopljeno 311 Mbit/s
- namijenjen velikim srednjim i velikim tvrtkama
- domet do 5 km, brzine od 500 do 1000 kbit/s
- namijenjen SOHO-korisnicima (small office/home office)

#### Wi-Fi (Wireless Fidelity) i pristupne lokacije

- brzine do 54 Mbit/s (ef. 25 Mbit/s), najnovije do 100 Mbit/s

#### Nedostatci pristupa

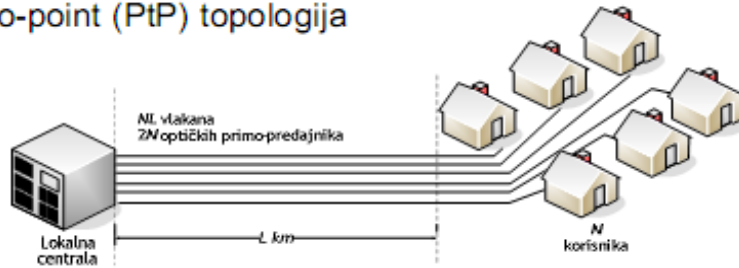
- Digitalne pretplatničke linije (DSL)
  - Ne mogu osigurati potrebni kapacitet za tražene udaljenosti
    - Distorzija signala u bakrenim vodičima
    - Preslušavanje
- Kabelska mreža
  - Mali broj RF (Radio Frequency) kanala je dodijeljen prijenosu podataka
    - Ostatak namijenjen prijenosu TV kanala
- Kapacitet ipak nedovoljan za široko pojasne usluge (VoD- Video on Demand)
- Kao logično rješenje nastalim problemima u kapacitetu se nametnulo rješenje koje dovodi optičko vlakno do krajnjeg korisnika



### Pristupne mreže nove generacije

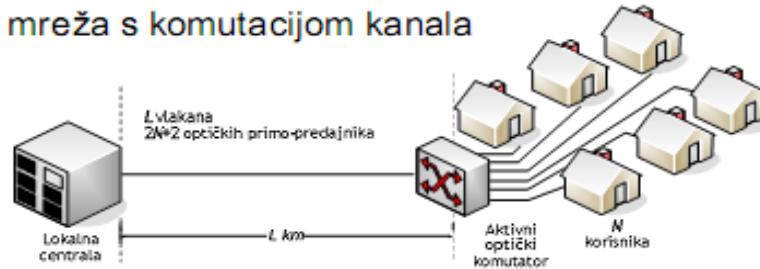
- Postoje različite izvedbe optičke pristupne mreže koje dovode vlakno do zgrade (FTTB – Fiber To The Building) odnosno korisnika (FTTH – Fiber To The Home)
- Tipovi implementacije
  - Point-to-point (PtP) topologija
  - Optička (aktivna) mreža s komutacijom kanala
  - Pasivna optička mreža

### Point-to-point (PtP) topologija



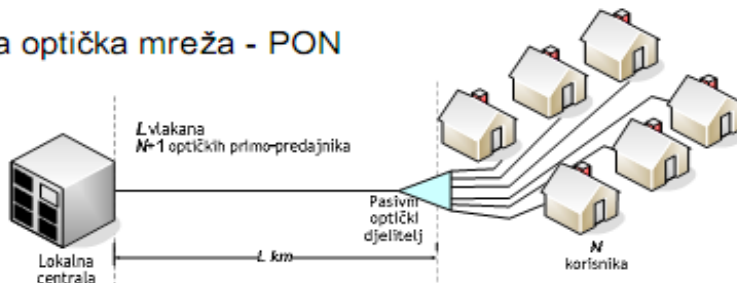
- Svaki korisnik je putem optičke niti povezan s lokalnom centralom
- Jednostavno ali skupo rješenje
  - Kopanje i polaganje optičkog kabla do svakog korisnika ( $N \cdot L$ )
  - Broj sučelja u lokanoj centrali je velik ( $2 \cdot N$ )

### Optička mreža s komutacijom kanala



- Uvođenje optičkog komutatora koji je lociran u blizini korisnika
- Reducirana količina optičkog vlakna na samo L kilometara (uz zanemarivanje ostatka mreže)
- Povećan broj sučelja za 2: ( $2 \cdot N + 2$ )
  - dodatni par primo-predajnika koji povezuje komutator s lokanom centralom
- Problem napajanja komutatora

### Pasivna optička mreža - PON



- Rješenje problemu napajanja komutatora se našlo u zamjeni aktivnog komutatora s pasivnim optičkim djeliiteljem (passive optical splitter) → PON (Passive Optical Network)
- Postignuta minimizacija
  - Broja optičkih primo-predajnika ( $N+1$ )
  - Mrežnih zaključenja u lokalnoj centrali
  - Količinu optičkog vlakna ( $L$ )
- point-to-multipoint (PtMP) tip optičke mreže

### PON topologije

- U logičkom smislu pristupne mreže su oblika PtMP (Point to Multi Point) u kojem jedna lokalna centrala opslužuje više korisnika
- Tipovi fizičkih topologija: Stablo, Prsten, Sabirnica
- Implementacija: tap sprežnik, 1:N optičkih raspoređivača
- Redundancija: Zaštita prometa

### Tehnike višestrukog pristupa mediju

- Moguće tehnike multipleksiranja
  - Time Division Multiple Access (TDMA) – Vremenski višestruki pristup
  - SubCarrier Multiple Access (SCMA) – Višestruki pristup pod-nosioca
  - Wavelength Division Multiple Access (WDMA) – Valni višestruki pristup
  - Optical Code Division Multiple Access (O-CDMA) – Optičko kodni višestruki pristup
  - Space Division Multiple Access (SDMA) – Prostorni višestruki pristup (npr. topologija point-to-point)

### Vremenski višestruki pristup

- Paketi koji se šalju od strane ONU-a vremenski se multipleksiraju za prijenos preko zajedničkog medija prema OLT-u
  - Sprežnik je pasivna komponenta te ne može vršiti vremensko slaganje paketa
  - Vremenski trenuci u kojima ONU-ovi šalju pakete su diktirani od strane lokalne centrale
    - MAC (Medium Access Control) protokol

### Valni višestruki pristup – WDMA

- Virtualna implementacija point-to-point topologije
- Kapacitet kanala po korisniku je velik
- Vremenska sinkronizacija nije potrebna
- Podatkovni kanali su potpuno nezavisni
- Svaki čvor (ONU) šalje na specifičnoj valnoj duljini (podiže cijenu te kompleksnost implementacije)
- Izolacija WDM kanala može biti velika (primjer analognih video kanala u APON-u)
- Implementacija broadcast-a zahtjeva premošćivanje WDM multipleksa

## Predavanje 7

### Automatska telefonska centrala

- Osnovni dijelovi telefonske centrale (Komutacijskog sustava) su:
  - Komutacijsko polje i
  - Upravljački blok.
- Komutacijsko polje je sklop od N ulaza i N izlaza, koji može simultano slati kanale/pakete/čelije sa svakog ulaza na izlaz ovisno o tome kako je zadano upravljačkom informacijom.
  - Telefonske centrale provode kanalsko komutiranje.
  - Kanalskim komutiranjem prenosi se isključivo korisnička informacija
  - Kanalsko komutiranje pogodno za govornu informaciju
  - Telefonske centrale su prvobitno namijenjene komutiranju govornog signala
- Upravljački blok je procesorski sustav sa jednim ili više procesora.
  - Danas se može koristiti računalo opće namjene sa softverom za telefoniju
  - Upravlja radom komutacijskog polja i svih internih resursa
  - Suraduje/komunicira sa drugim upravljačkim blokovima i/ili računalima pomoću mrežne signalizacije.
  - Osnovne komponente su upravljački softver i baze podataka

### Funkcije upravljačkog bloka

- Softver je prvobitno bio namijenjen za telefoniju, a kasnije mu je funkcija proširena na prijenos podataka. Softver je modularan, a funkcionalnosti su slijedeće:
  - Modul za upravljanje komutacijskim poljem - prospajanje veze, uključivanje resursa u pozive, oslobađanje veze/resursa.
  - Signalizacijski modul - razmjena upravljačkih poruka sa korisničkom opremom, sa drugim komutacijskim sustavima i sa specijaliziranim računalima opremljenim za potrebe signalizacije.
  - Moduli za osnovni poziv i dodatne usluge.
  - Modul za održavanje sustava - postavljanje kategorija resursima/korisnicima, usmjeravanje prometa, itd.
  - Modul za naplatu usluge - podržava različite vrste naplate, a za tu svrhu koristi podatke iz mreže (suraduje s mrežnim resursima za naplatu).
- Baza podataka sadrži
  - Podatke za upravljanje vezom
  - Podatke o korisnicima, smjerovima, kategorije, podatke o uslugama, itd.

### Komutacija kanala

#### Komunikacijski kanal se ostvaruje po pozivu

- put kroz mrežu između izvora i odredišta određenog kapaciteta (bit/s) koji se dodjeljuje na zahtjev
- prednost: prikladno za kontinuirani protok informacija u stvarnom vremenu, npr. kod govora.
- nedostatak: neučinkovito, jer se dodijeljeni kapacitet zauzima (obično i naplaćuje) neovisno o tome da li se i koliko informacije prenosi.

### Display informacija za korisničke uređaje (1)

Parametri i kodiranje podataka

- <A> DTMF kod "A" se koristi kao start kod za Calling party number (broj pozivajućeg).
- <B> DTMF kod "B" se koristi kao start kod za posebnu informaciju za neraspoloživost ili restrikcije za isporuku Calling party number.
- <C> DTMF kod "C" se koristi za naznaku završetka prijenosa informacije.
- <D> DTMF kod "D" se koristi kao start kod za Diverting party number (preusmjereni broj) ako je takva usluga djelovala.
- <0...9> DTMF kodovi "0...9" su znamenke telefonskog broja, preusmjerenog broja ili znamenke posebnih kodova).
- <00> DTMF kod "00" je indikacija da broj pozivajućeg nije dostupan/raspoloživ.
- <10> DTMF kod "00" je indikacija da broj pozivajućeg pod zabranom prikaza (restrikcija).

Primjeri:

- Calling number is available, no presentation restrictions, no diversions have occurred
  - Informacija koja će se poslati <A><A-broj><C>
- Calling number is not available or presentation is restricted, no diversions have occurred
  - Informacija koja će se poslati <B><Infocode><C>
- Calling number and (last) diverting number are available, no presentation restrictions
  - Informacija koja će se poslati <A><A-broj><D><D-broj><C>
- Calling number is not available or presentation is restricted, (last) diverting number is available and presentation allowed
  - Informacija koja će se poslati <B><Infocode><C>
  - ali se može poslati i <D><D-broj><C>
- <0...9> DTMF kodovi "0...9" su znamenke telefonskog broja, preusmjerenog broja ili znaamenke posebnih kodova).

### Prijenos Display informacije

Prijenos informacije prethodi oglašavanju poziva:

- Informacija se prenosi prije oglašavanja poziva
  - TAS impuls prethodi prijenosu informacije služi za aktiviranje prijemnika u korisničkom uređaju (telefonu, fax-u itd)
  - TAS impuls prethodi maksimalno 500ms, a oglašavanje nastupa najmanje 200ms iza prijenosa informacije
  - TAS je Dual Tone signal ili Ringing Pulse Alerting signal ili line reversal iza kojeg slijedi Dual Tone signal
  - TAS impulsu može prethoditi kratkotrajno "okretanje" polarizacije linije

Prijenos informacije tijekom oglašavanja poziva:

- Informacija se prenosi prve pauze u oglašavanju poziva
  - izbor metode ovisi o operatoru - korisnički uređaj treba biti opremljen FSK i/ili DTMF funkcijama

## Predavanje 8

### ISDN - općenito

- ISDN (Integrated Services Digital Network) sustav digitalnih veza za govor i podatke, koji omogućuje digitalnu povezanost s kraja na kraj.
- Signalizacija je odvojena od korisničke informacije, tako da korisnička informacija ne može ometati kapacitete namijenjene signalizaciji.
- Komutiranje signalizacije provodi se paketskim načinom i za to se koriste paketski komutatori, a korisnička informacija se komutira kanalskim načinom.
- Za prijenos korisničke informacije mogu se koristiti B, D i H kanali.
- Fizička sučelja izvede se u dvije varijante kao BRI (Basic Rate Interface) i PRI (Primary Rate Interface).
- ISDN nije nova mreža, već nastaje, proširuje i zamjenjuje PSTN.
- Kapaciteti kanala:
  - B kanal 64kbit/s,
  - D kanal 16 kbit/s i 64 kbit/s.
- H kanali predstavljaju standardno grupirane B kanale

### Digitalna korisnička signalizacija - DSS1

- Digitalni korisnički sustav br.1 (Digital Subscriber System No. 1) je korisnička signalizacija ISDN sučelja.
- DSS1 je digitalni signalizacijski protokol D kanala sa slojevitom strukturom namijenjen komunikaciji korisničkog uređaja i mrežnog uređaja (komutacije).
- DSS1 je Europski standard specificiran od strane ETSI.
- Konfiguracije “Point to Point” i “Point to Multipoint”.
- Kod “Point to Multipoint” konfiguracije sučelja može se priključiti do 8 uređaja.

### ISDN fizički sloj - sloj 1

- Linijski kodovi :
  - 2B1Q koristi se u Sjevernoj Americi.
  - 4B3T (4 bit 3 ternary digits) koristi se u Europi.
- Za razliku od telefonskog kanala koji je smješten u području 0-4kHz, spektar ISDN linijskog signala pokriva područje 0-80kHz

### Format odsječka fizičkog sloja

- Format ovisi o smjeru (od terminala prema mreži i od mreže prema terminalu)
- Duljina odsječka 48 bit-a, od toga 36 podatkovnih pripada B i D kanalima.
- Mehanizam za izbjegavanje kolizije ugrađen na razini bita (E bit koji se vraća prema terminalu treba biti identičan D bitu kojeg je taj terminal poslao)

TE odsječak; smjer terminal -> mreža

F	L	B1	L	D	L	F	L	B2	L	D	L	B1	L	D	L	B2	L	D	L
---	---	----	---	---	---	---	---	----	---	---	---	----	---	---	---	----	---	---	---

NT odsječak; smjer mreža -> terminal

F	L	B1	E	D	L	F	L	B2	E	D	L	B1	E	D	L	B2	E	D	L
---	---	----	---	---	---	---	---	----	---	---	---	----	---	---	---	----	---	---	---

- F bit - framing bit (služi za sinkronizaciju odsječka)
- B1 - bitovi B1 kanala (samo za korisničke signale)
- B2 - bitovi B2 kanala (samo za korisničke signale)
- D - bitovi D kanala (za signalizaciju; može se koristiti i za korisničke podatke)
- L - Load balancing bit (za minimizaciju istosmjerne komponente linijskog signala)

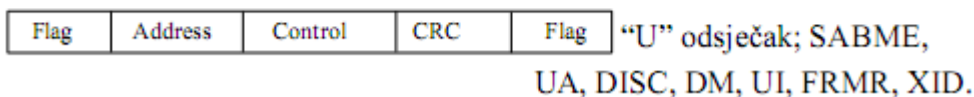
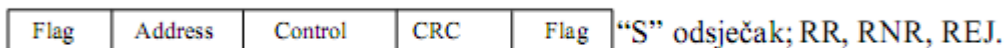
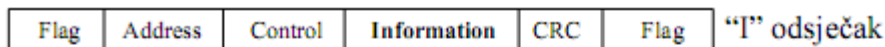
- E - Echo od prethodnog D bita
- A - aktivacijski bit
- S - spare bit

### BRI - Prijenosna usluga

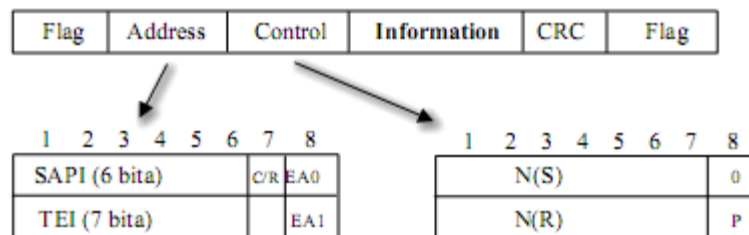
- Za uslugu prijenosa informacije u ISDN mreži koriste se B kanali i u manjem opsegu D kanal.
- Karakteristika prijenosa naznačena je u Informacijskom elementu Bearer Capabilities:
  - 64 kbit/s / unrestricted, 8kHz structured
    - Govor, Zvukovi u području do 3,1 kHz, Korisnička informacija (Bit stream)
  - 64 kbit/s, 8kHz structured, for 3.1 audio information transfer
    - Karakteristika prijenosa ekvivalentna prijenosnim svojstvima PSTN mreže (govor u području 3,1 kHz)
  - Alternate 64 kbit/s unrestricted, 8kHz structured
    - Usluga dozvoljava izmjenu prijenosne karakteristike za govor i digitalnu informaciju bez restrikcija unutar istog poziva.
- Restricted/unrestricted se odnosi na nadgledanje prijenosa od strane mreže. U slučaju Unrestricted komutacija će povezivati terminale neovisno o njihovim karakteristikama - korisnik vodi računa o kompatibilnosti.

### Sloj podatkovne veze - 2. Sloj

- Sloj podatkovne veze specificiran je ITU Q preporukama (Q.920 - Q.923)
- Protokol drugog sloja korisničke signalizacije ISDN naziva se LAPD protokol (Link Access Protocol - D channel)
- LAPD opisuje 3 vrste odsječaka: Information (I), Supervisory (S) i Unnumbered (U) odsječak.
- Vrijednost Flag uvijek "01111110" ( $7E_{16}$ )
- Protokol višeg sloja smješten je u polju Information u "I" odsječku.



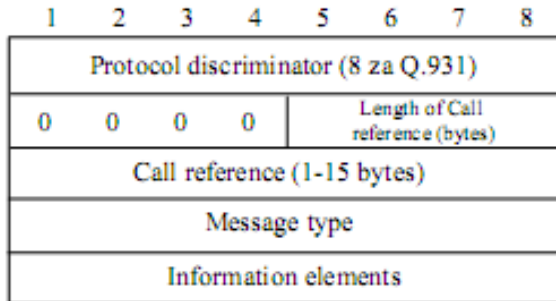
- Informacija za viši, treći sloj smještena je u "I" odsječku.



- SAPI - Service Access Point Identifier (identifikator usluge)
- C/R - bit označava da li je poruka komanda ili odziv na komandu
- EA0 i EA1 - Označava da li je u polju završni oktet adrese ili ne.
- TEI - Terminal Endpoint Identifier (broj za identifikaciju terminala; nije telefonski broj).
- N(S), N(R) - Transmitter send sequence number, Transmitter receive sequence number.

### Mrežni sloj - Q.931 poruke

- Na trećem sloju odvija se procedura upravljanja pozivom porukama Q.931 protokola. Ovaj protokol usporediv je sa TCP protokolom u IP slojevitom modelu.
- Svaki poziv dobiva jedinstveni identitet u sustavu (Call reference) kojemu je najveća duljina postavljena na 15 byte-a.
- Informacijski elementi smješteni su na kraj poruke, a sobom nose dodatnu informaciju potrebu u pozivu, na primjer: karakteristike usluge prijenosa, kodiranje, broj pozivajućeg, pozvanog te preusmjerenja ako ih ima, karakteristike terminala, itd.

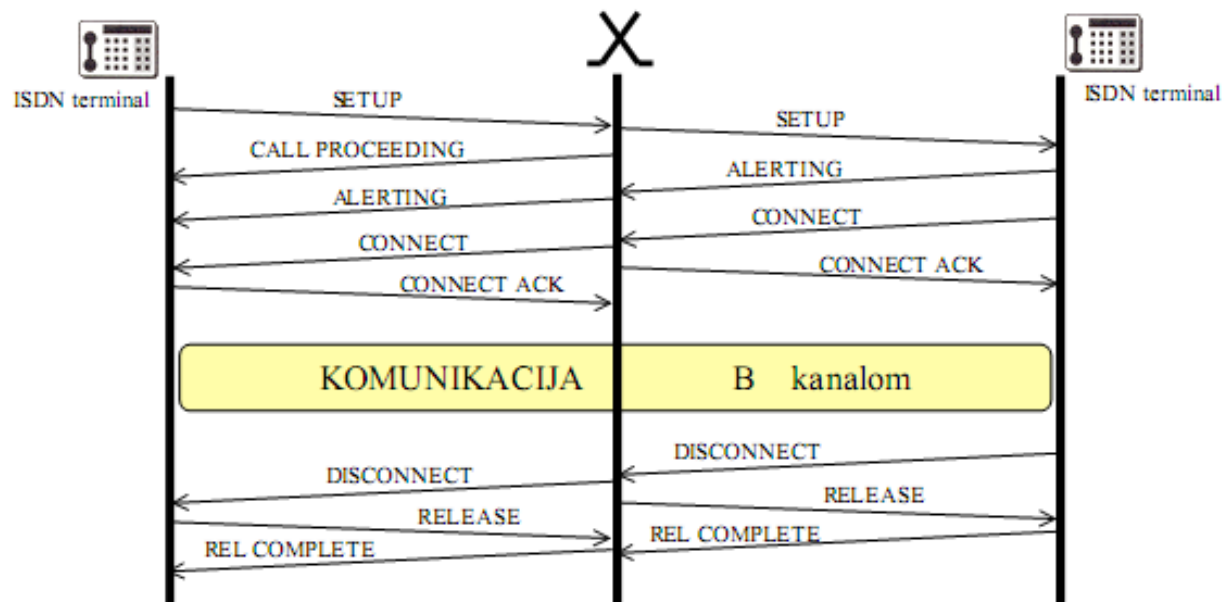


Struktura ISDN (Q.931) poruke

- Definirane su dvije vrste informacijskih elemenata ovisno o formatu:
  - Informacijski element fiksne duljine
  - Informacijski element varijabilne duljine

### ISDN lokalni poziv

- Lokalni poziv je poziv sa izvorištem i odredištem u istom komutacijskom sustavu.
- Tok poziva odvija se razmjenom poruka između korisničkih uređaja (terminala) i komutacije.
- Tok poziva prikazan je slijednim dijagramom:



- **Koja referentna točka podržava brzinu prijenosa 190 kbit/s?**
  - S/T referentna točka podržava brzinu od 190kps
- **Koliko parica čini ISDN sabirnicu i koja im je namjena?**
  - 2 utp-a čine isdn sabirincu
- **Kolika je ukupna brzina bit/s na ISDN sabirnici kod pretplatnika?**
  - 2B daje 128 kbps dvosmjerno, D daje 16kbps dvosmjerno. Zbrojeno je to 144kbps
- **Koje kapacitete pretplatnicima nude ISDN BRI i PRI sučelja?**
- **Na kojoj se udaljenosti od NT1 uređaja može priključiti analogni telefon?**
- **U kojem trenutku započinje rezervacija kanala kod ISDN poziva?**
  - rezervacija kanala počinje čim digneš slušalicu tj podizanjem MTK
- **Koliko se uređaja može priključiti na BRI sučelje?**
  - Do 8 uređaja
- **Koliko se uređaja može priključiti na PRI sučelje?**
- **Koje su konfiguracije BRI sučelja?**
  - BRI sučelje je 2B+D, a PRI je 30B+D
- **Opišite kabliranje za analogni telefonski priključak, te za ISDN BRI i PRI.**