



Računarske komunikacije

Prof. dr Enis Kočan (enisk@ucg.ac.me)

Saradnik: Dr Slavica Tomović (slavicat@ucg.ac.me)

SADRŽAJ KURSA

1. Uvod. Osnovni principi računarskih komunikacija
2. Signali. Vrste prenosa signala. Harmonijska analiza signala
3. Sistemi prenosa. Izobličenja pri prenosu signala
4. Obrada signala kodiranjem. Uticaj šuma na prenos signala
5. Obrada signala modulacijom. Osnovni tipovi digitalnih modulacija
6. Medijumi za prenos
- 7. Pravila strukturnog kabliranja**
8. Tehnike multipleksiranja. Prenos višestrukim nosiocima
9. Detekcija i korekcija greške. Kontrolni protokoli na nivou linka
10. Tehnike za poboljšanje veze na bežičnom linku. Analiza kvaliteta prenosa (BER, PER, kapacitet sistema)
11. Osnovni parametri fizičkog sloja za IEEE 802.11 grupu standarda
12. Komunikaciona rješenja za IoT mreže
13. Trendovi u računarskim komunikacijama

Termin 7 - Sadržaj

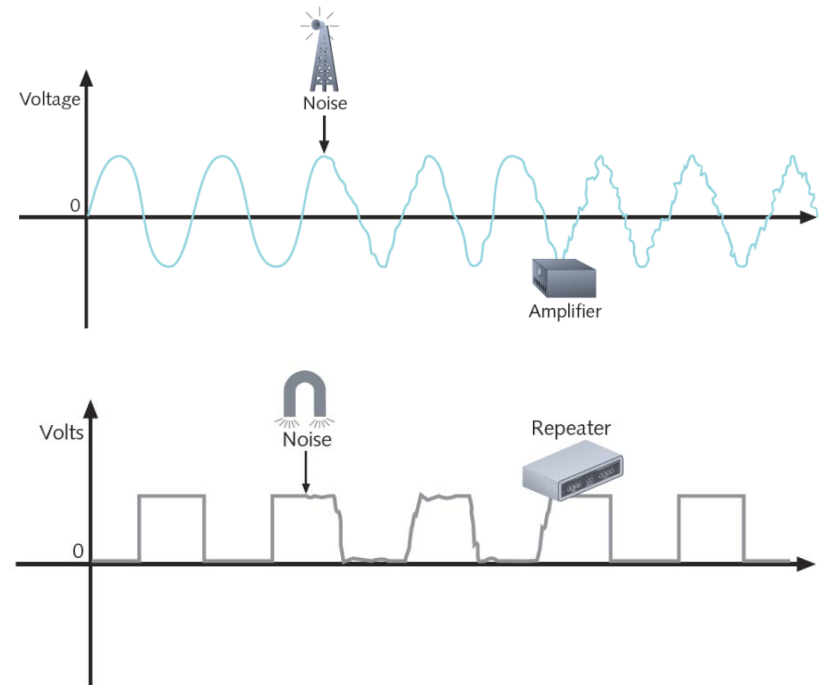
- **Parametri koji utiču na izbor medijuma za prenos**
- Standardi strukturnog kabliranja
- Generičko kabliranje
- Kabliranje elektronskih komunikacionih mreža u zgradama
- Tehnička dokumentacija

Problemi pri prenosu signala

- **Šum**
 - Bilo koja neželjena smetnja koja degradira ili narušava signal
 - Više izražen u kablovima kojima se prenose električni signali
- **Slabljenje**
 - Smanjenje nivoa signala sa povećanjem rastojanja od predajnika

- Tehnike za pojačanje signala

- Analogni signali prolaze kroz **pojačavače** (ujedno se pojačava i šum)
- Digitalni signali se regenerišu (obnavljaju) u uređajima koji se zovu **regeneratori** (moguća pojava greške, koja se dalje prenosi)



Problemi pri prenosu signala

- **Kašnjenje**
 - Vrijeme koje protekne između trenutka slanja i prijema signala
 - Može uzrokovati greške pri prenosu
 - RTT (*Round Trip Time*) je vrijeme potrebno da paket pređe putanju od predajnika do prijemnika i nazad
- Na kašnjenje utiče
 - Dužina i tip kabla
 - Uređaji koji se koriste na linije veze (za prespajanje, obradu signala,..)

Izbor medijuma za prenos

- Pri izboru medijuma za prenos u nekoj računarskoj mreži, prvenstveno se mora voditi računa o ostvarivanju zahtijevanih servisnih potreba
- Karakteristike i parametri o kojima treba voditi računa pri izboru medijuma za prenos:
 1. Brzina prenosa podataka (kapacitet)
 2. Cijena
 3. Otpornost na uticaj šuma
 4. Veličina i skalabilnost
 5. Konektori i medija konverteri

Kapacitet

- Najvažniji faktor pri izboru medijuma za prenos
- Uzroci ograničenog kapaciteta:
 - Zakoni fizike
 - Izbor tehnika signaliziranja (kodova i/ili modulacija) i multipleksiranja
 - Šum
 - Uređaji konektovani na medijum za prenos
- Kablovi sa optičkim vlaknima omogućavaju ostvarenje najvećih brzina za prenos podataka u poređenju sa svim ostalim medijumima za prenos

Cijena

- Teško je precizno odrediti ukupne troškove (cijenu)
- Na izbor medijuma za prenos utiču i
 - Postojeći hardver
 - Veličina mreže
 - Cijena postavljanja kablova i mrežne opreme,..
- Promjenljive koje utiču na ukupnu cijenu
 - Cijena instalacije
 - Mogućnost korišćenja postojeće infrastrukture u odnosu na potpunu zamjenu
 - Troškovi održavanja
 - Uticaj na produktivnost, ako se izabere manji kapacitet
 - Vrijeme zastarivanja opreme
 - Nivo korišćenja mreže (vrijeme mirovanja)

Otpornost na šum

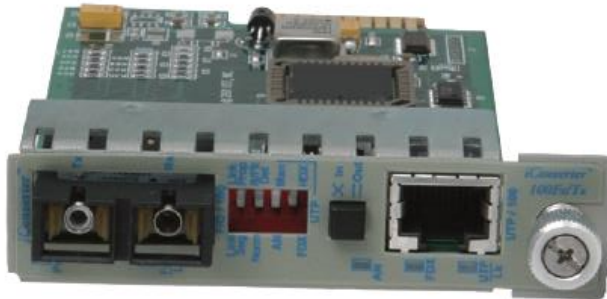
- Šum degradira signale
 - Nivo distorzije zavisi od tipa primijenjenog medijuma za prenos
- Kablovi sa optičkim vlaknima su najmanje osjetljivi na uticaj šuma
- Kako ograničiti uticaj šuma na računarsku mrežu
 - Ispravnim kabliranjem, tj. udaljavanjem kablovskih instalacija od značajnih izvora elektromagnetnih smetnji
 - Izborom medijuma za prenos koji su otporniji na uticaj šuma
 - Korišćenjema algoritama za smanjenje uticaja šuma

Veličina i skalabilnost

- Tri specifikacije medijuma za prenos su ovdje od značaja
 - Maksimalan broj čvorova (stanica) po jednom segmentu
 - Maksimalna dužina segmenta
 - Maksimalna veličina (dužina) mreže
- Maksimalan broj čvorova (stanica) po jednom segmentu, kao i maksimalna dužina segmenta zavise od slabljenja na kablju i kašnjenja koje unosi
 - Poslije određenog rastojanja, snaga signala opada na taj nivo da se na prijemu ne može interpretirati na ispravan način
- Na maksimalnu dužinu segmenta utiče i tip segmenta
 - Segment s povezanim stanicama
 - Segment bez povezanih krajnjih stanica, koji se označava i kao linkovski segment

Konektori i medija konverteri

- Konektori
 - Hardverska komponenta koja povezuje segment kabela na mrežni uređaj
 - Specifični konektori se koriste za svaki tip medijuma za prenos
 - Utiču na ukupnu cijenu
 - Instaliranja i održavanja mreže
 - Složenosti dodavanja novih mrežnih segmenata i čvorova
 - Održavanja mreže u smislu potrebe za određenim nivoom tehničke ekspertize
- Medija konverteri
 - Hardver koji omogućava da mreža funkcioniše korišćenjem medijuma za prenos različitog tipa



Medija konverter koji omogućava spajanje segmenta realizovanog kablom sa optičkim vlaknima, sa segmentom kabela sa upredenim paricama

Termin 7 - Sadržaj

- Parametri koji utiču na izbor medijuma za prenos
- **Standardi strukturnog kabliranja**
- Generičko kabliranje
- Kabliranje elektronskih komunikacionih mreža u zgradama
- Tehnička dokumentacija

Standardi strukturnog kabliranja

- U Crnoj Gori je na osnovu Zakona o elektronskim komunikacijama, 2015. godine usvojen

Pravilnik o tehničkim i drugim uslovima za projektovanje, izgradnju i korišćenje elektronske komunikacione mreže, elektronske komunikacione infrastrukture i povezane opreme u objektima

kojim se bliže se propisuju tehnički i drugi uslovi za projektovanje, izgradnju i korišćenje elektronske komunikacione mreže, elektronske komunikacione infrastrukture i povezane opreme u poslovnim i stambenim objektima .

Standardi strukturnog kabliranja

- Pravilnik, koji je važeći u Crnoj Gori je u potpunosti saglasan sa evropskim (EN) i međunarodnim standardima **ISO/IEC**:
- **EN 50173-1:2007+A1** - *Information technology. Generic cabling systems. General requirements*
- **EN 50173-2-** *Information technology. Generic cabling systems. Office premises*
- **EN 50173-4-** *Information technology. Generic cabling systems. Homes*
- **EN 50174-2** - *Information technology. Cabling installation. Installation planning and practices inside buildings*
- **EN 50174-3** - *Information technology. Cabling installation. Installation planning and practices outside buildings*
- **EN 50346: 2002+A2:2009** - *Information technology. Cabling installation. Testing of installed cabling*

Standardi strukturnog kabliranja

- Skup važećih telekomunikacionih standarda u SAD, koji se odnosi na **kabliranje u komercijalnim zgradama** je označen kao **TIA-568**
- Ovaj skup standarda je usvojilo Udruženje telekomunikacione industrije (**TIA - Telecommunications Industry Association**).
- Često se koristi naziv ANSI/TIA (ANSI - *Approved American National Standard*), što označava da je standard odobren u SAD.
- Ranije je ova grupa standarda nosila oznaku **TIA/EIA**, po Savezu elektronske industrije (EIA - *Electronic Industries Alliance*), kojoj je pripadalo udruženje TIA. Međutim, od 2011. godine je EIA savez prestao da postoji, ali je još dugo zadržana oznaka standarda TIA/EIA, a i danas se negdje koristi oznaka **ANSI/TIA/EIA**
 - Vjerovatno najpoznatija specifikacija TIA-568 grupe standarda je redosled provodnika u 100-omskom kablju sa 8 provodnika (4 upredene bakarne parice). Dva definisana načina raspoređivanja provodnika se označavaju kao **T568A i T568B**

Aktuelni TIA 568 standardi

- **TIA-568.0-D**, Generičko telekomunikaciono kabliranje za korisničke prostore (TIA-568.0-D, *Generic Telecommunications Cabling for Customer Premises*, Ed. D, 09-2015)
- **TIA-568.1-D**, Standard za telekomunikaciono kabliranje komercijalnih zgrada (TIA-568.1-D, *Commercial Building Telecommunications Cabling Standard*, Ed. D, 09-2015)
- **TIA-568-2.D**, Standar za telekomunikaciono kabliranje balansiranim upredenim paricama i komponente (TIA-568-2.D, *Balanced Twisted-Pair Telecommunication Cabling and Components Standard*, Ed.D, 06-2015)
- **TIA-568.3-D**, Standard za kabliranje kablovima sa optičkim vlaknima i komponente (TIA-568.3-D, *Optical Fiber Cabling And Components Standard*, Ed. D, 10-2016)
- **TIA-568-4.D**, Standard za kabliranje širokopojasnim koaksijalnim kablovima i komponente (TIA-568-4.D, *Broadband Coaxial Cabling and Components Standard*, Ed. D, 06-2017)

Standardi strukturnog kabliranja

- Osim navedenog skupa standarda, koji se odnosi na kabliranje u komercijalnim zgradama, značajno su i standardi:
- **TIA 862-B** – Standard kabliranja za sisteme automatizacije zgrada (**TIA 862-B – *Building Automation Systems Cabling Standard***)
- **TIA 942-B** – Standard za telekomunikacionu infrastrukturu u *data* centrima (**TIA 942-B – *Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers***)
- **TIA 1005-A** - Standard za telekomunikacionu infrastrukturu za industrijske prostore (**TIA 1005-A – *Telecommunications Infrastructure Standard for Industrial Premises***)
- **TIA 1179-A** - Standard za telekomunikacionu infrastrukturu zdravstvenih ustanova (**TIA 1179-A – *Healthcare Facility Telecommunications Infrastructure Standard***)

Uporedni standardi strukturnog kabliranja

CLC



ISO/IEC



TIA/EIA



Opšta razmatranja i zahtjevi

EN 50173-1

11801-1

568.0-D

Poslovni objekti

EN 50173-2

11801-2

568.1-D

Industrijski objekti

EN 50173-3

11801-3 (24702)

1005-B

Rezidencijalni objekti

EN 50173-4

11801-4 (15018)

570-D

Centri podataka

EN 50173-5

11801-5 (24764)

942-B

Distribuirani sistemi u objektu
(DBS - distributed building services)

EN 50173-6

11801-6

862-B

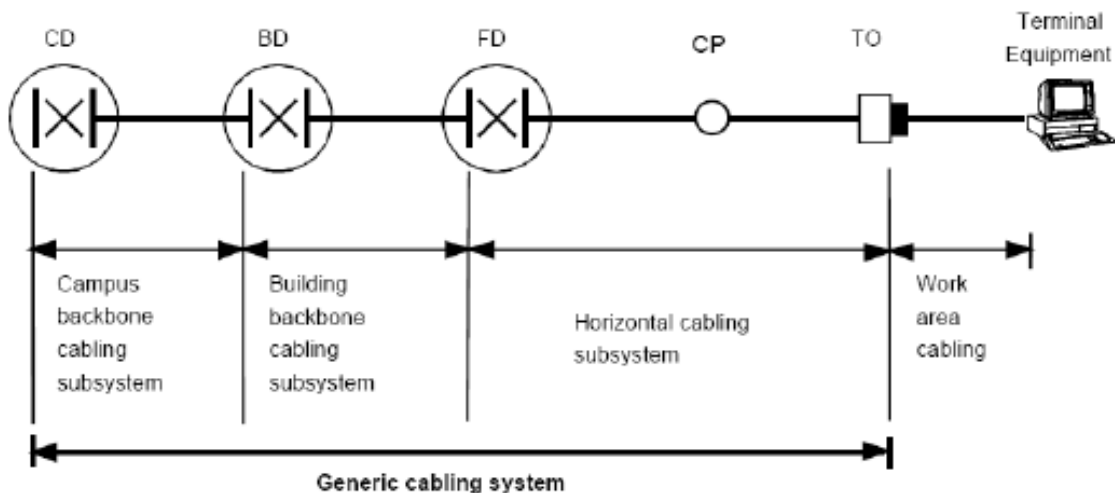
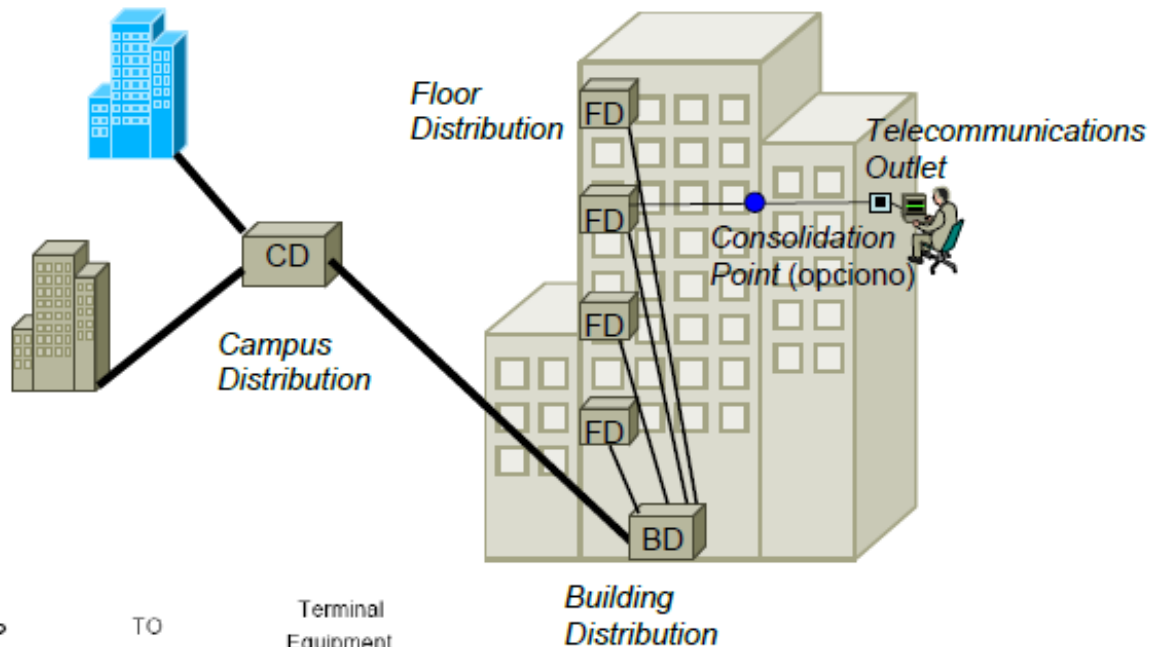
Termin 7 - Sadržaj

- Parametri koji utiču na izbor medijuma za prenos
- Standardi strukturnog kabliranja
- **Generičko kabliranje**
- Kabliranje elektronskih komunikacionih mreža u zgradama
- Tehnička dokumentacija

Struktura mreže

- Generički kablovski sistem ima 3 podсистema:

- Kablovski sistem okosnice kampusa.
- Kablovski sistem okosnice zgrade
- Horizontalno kabliranje



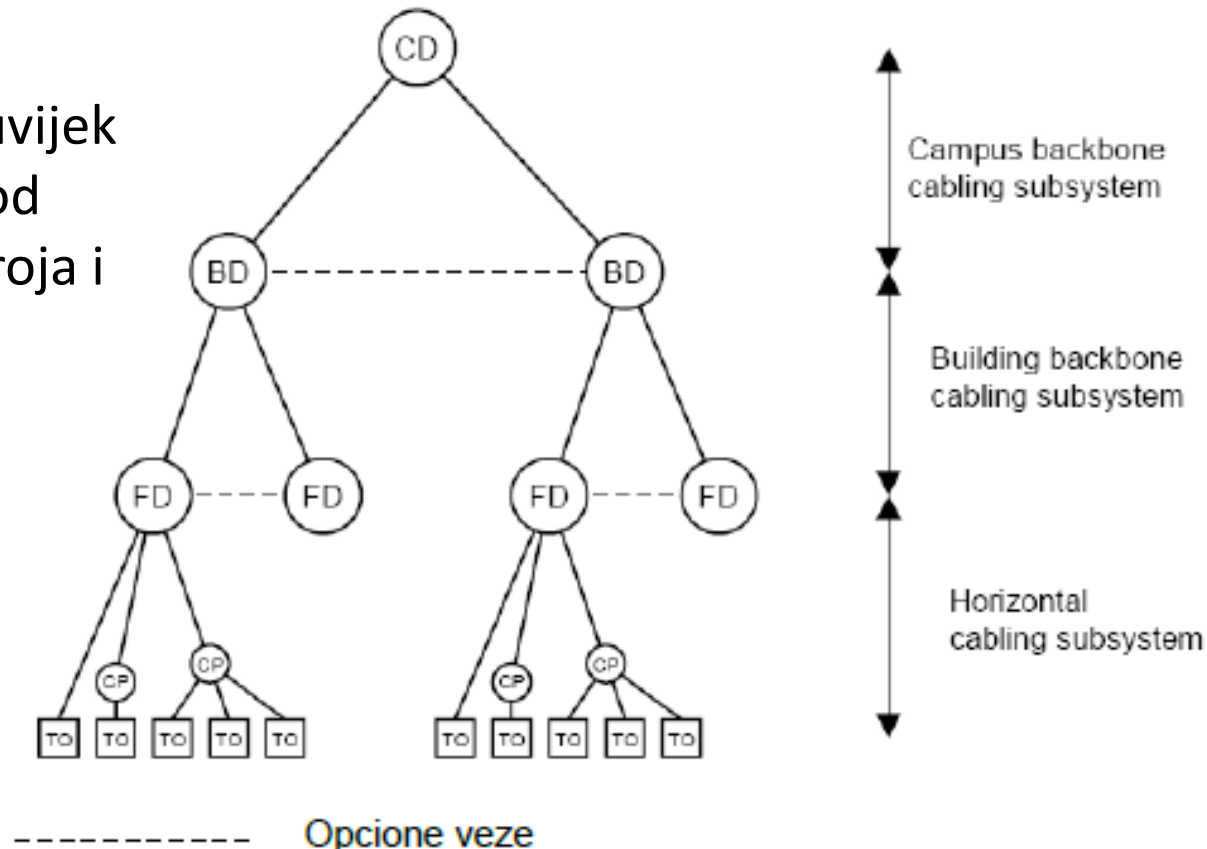
- CP (Consolidation point) – tačka konekcije između distribucije po spratu i priključka.
- Označava se kao **dodatna spojna tačka**
- Nije obavezno da postoji

Struktura mreže

- Povezivanje tri podsistema obavlja se aktivnom opremom (u kojem slučaju oprema veoma zavisi od vrste servisa) ili pasivnom opremom (u kom slučaju se mora voditi računa o slabljenju signala)
- **Kablovski sistem okosnice kampusa** najčešće podrazumijeva kopanje u cilju polaganja kablova.
 - Bitan je dug upotrebnii vijek kablova
 - Danas se po pravilu uzimaju kablovi sa optičkim vlaknima
- **Kablovski sistem okosnice zgrade** najčešće treba da podrži sve sadašnje i buduće servise.
 - Danas se po pravilu uzimaju kablovi sa optičkim vlaknima, sa odgovarajućim brojem vlakana
 - Ako je pristup kablovskim trasama lak, onda se može usvojiti i neko jeftinije rješenje
- **Horizontalno kabliranje** treba da omogući što širi skup servisa i da ima što duži vijek eksploatacije, jer je ponovno kabliranje skupo

Struktura mreže

- Najčešće se primjenjuje **hijerarhijska topologija** zvijezde pri projektovanju okosnica kampusa i zgrade, kao i za horizontalno kabliranje
- Nije obavezno da sva čvorišta (CD, BD, FD) uvijek postoje, već to zavisi od dimenzija objekata, broja i rasporeda priključaka



BD – Čvorišta zgrade

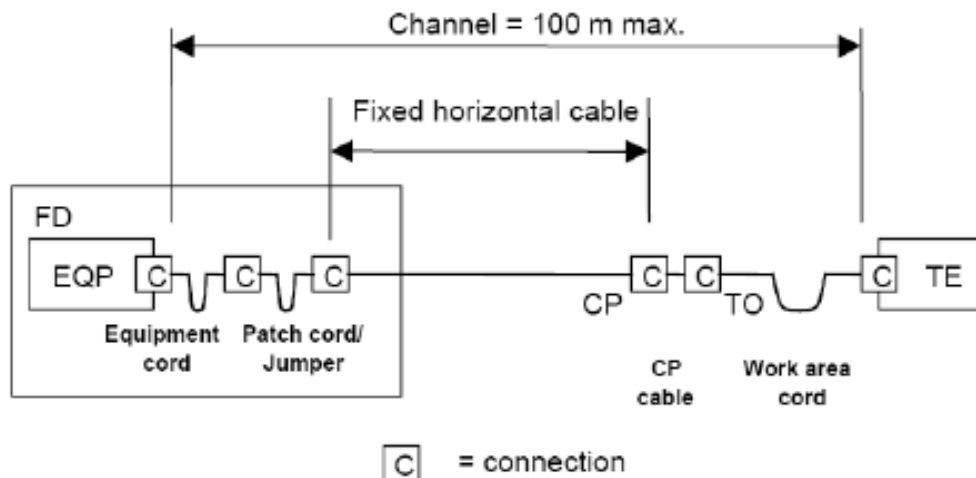
- Najčešće se spoljni kablovi terminiraju odmah po ulasku u objekat
 - Kablovi za spoljnu ugradnju najčešće se ne mogu voditi kroz objekat
 - Zbog protivpožarnih propisa (imaju PE zaštitu, a treba da bude PVC)
 - Suviše su kruti, pa ne mogu da prate trasu kabla
 - Oštećenje kabla u objektu bi zahtijevalo zamjenu cijelog kabla (od CD do BD)
- Pozicija BD
 - BD se najčešće smješta u podrumu ili prizemlju, ali može biti i na bilo kojoj drugoj poziciji, u zavisnosti od raspoloživog prostora, mogućnosti dovođenja kablova, hlađenja, itd.
- Šta se smješta u BD?
 - U BD se smješta **aktivna oprema za povezivanje FD i CD**
 - Pošto je to glavno komunikaciono čvorište, vrlo često se tu smještaju i serveri
 - UPS-ovi za neprekidno napajanje uređaja

Pojam kanala

- **Kanal** predstavlja kablovski sistem od jednog do drugog aktivnog uređaja

Kanal	Maksimalna dužina [m]
Horizontalni kanal (od korisničkog uređaja do aktivnog uređaja u FD)	100
Horizontalni kanal + <i>building backbone</i> + <i>campus backbone</i>	2000

d) Crossconnect - CP - TO Model

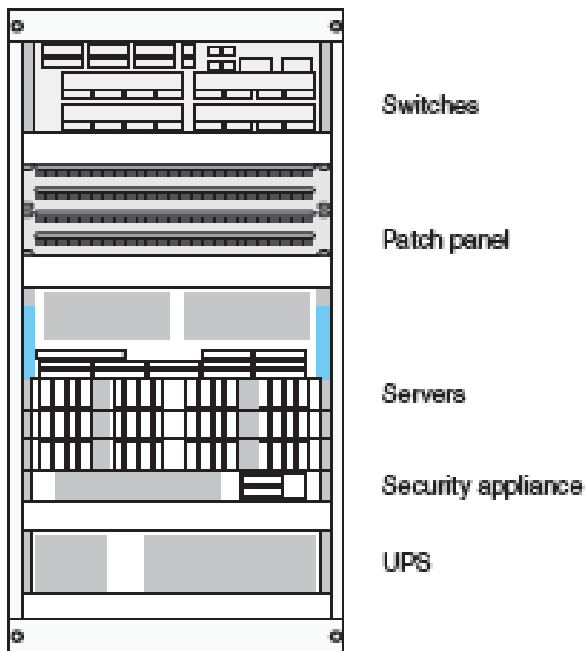


FD – Spratna čvorišta

- Obično se realizuju kao jedan **rek ormar** koji stoji u hodniku ili je okačen na zid
- Mogu da imaju svoju posebnu prostoriju (najčešće tehnička prostorija na sprat , koja ima i ormare za strujni razvod i neke druge sisteme)
- Broj spratnih čvorišta na jednom spratu nije ograničen
 - Zavisí od dimenzija objekta i broja priključaka
 - Jedan FD može da pokriva i dva sprata
- **Prema standardu, jedan FD ide na jednom spratu, ako je površina manja od 1000m²**
 - Za veće površine, stavlja se po jedan FD na svakih 1000m²
 - Ako na jednom spratu ima više organizacionih cjelina, može se staviti po jedan FD na svaku organizacionu cjelinu

Oprema u reku

- Svi rek ormari moraju da budu uzemljeni, a preko njega i *patch* panela i svi kablovi sa zaštitom (*screened*) su uzemljeni
- Razlika potencija uzemljenja između bilo koje dvije tačke u zgradi ne smije da pređe **1V** srednje kvadratne vrijednosti

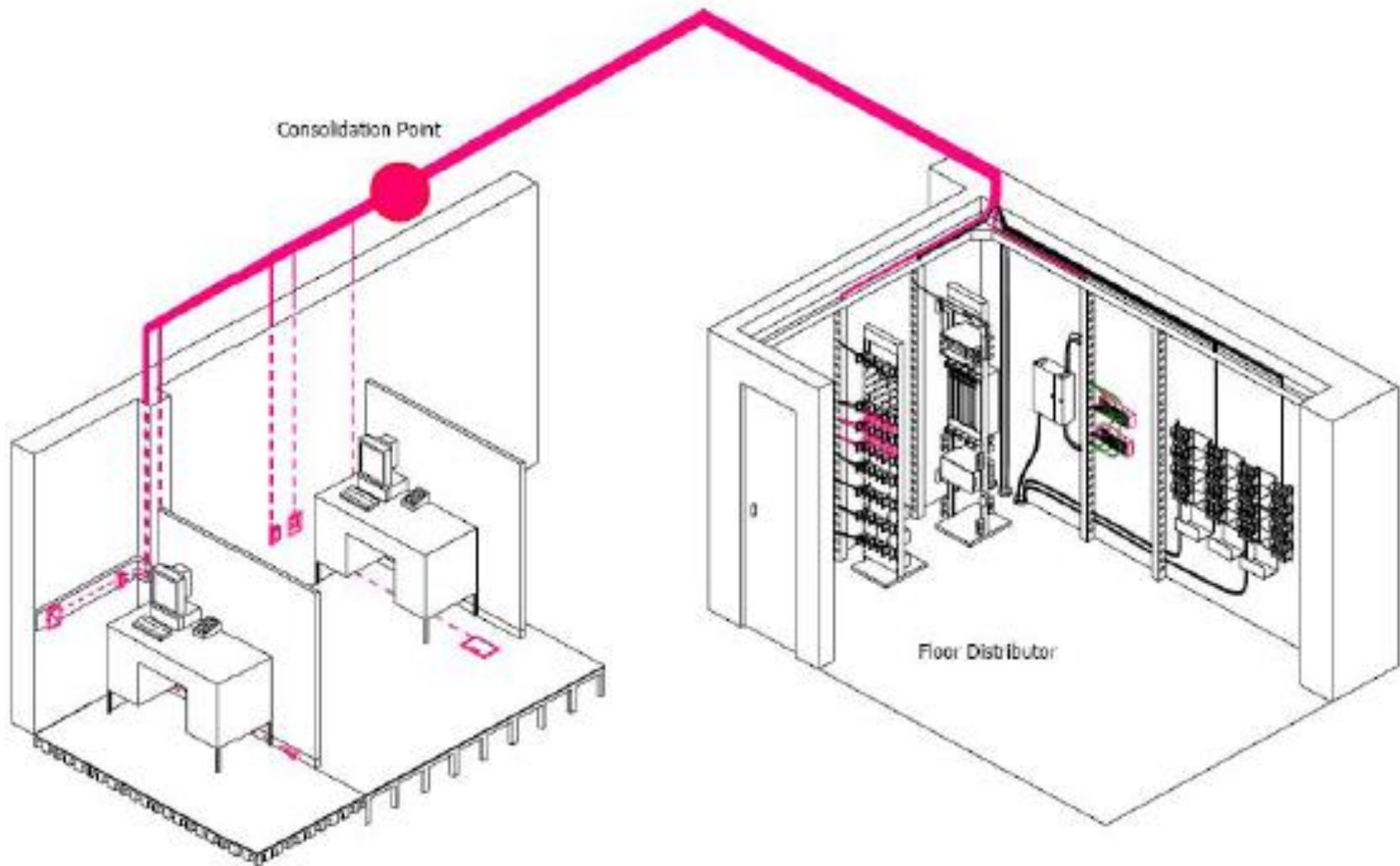


Uobičajena oprema u reku



Primjer otvorenog rek ormara

Horizontal развод po spratu



Termin 7 - Sadržaj

- Parametri koji utiču na izbor medijuma za prenos
- Standardi strukturnog kabliranja
- Generičko kabliranje
- **Kabliranje elektronskih komunikacionih mreža u zgradama**
- Tehnička dokumentacija

Osnovni pojmovi

- Generičko kabliranje ili generički sistem kabliranja (**GC** - *generic cabling*) je strukturno kabliranje sposobno da podrži široki spektar aplikacija
- Aplikacije informaciono komunikacionih tehnologija (**ICT - aplikacije**; *information and communications technology applications*) su skup aplikacija za slanje i prijem informacija;
- Aplikacije radiodifuznih i komunikacionih tehnologija (**BCT - aplikacije**; *broadcast and communications technology applications*) su skup aplikacija koje za prenos zvuka, slike i dvosmjerni prenos podataka, kao i kućno umrežavanje, koristi radio-frekvencijske opsege HF (3÷30 MHz), VHF(30÷300 MHz) i UHF (300÷3 000 MHz);
- Aplikacije upravljanja, nadzora i komunikacije u zgradi (**CCCB - aplikacije**; *commands, controls and communications in building*) su skup aplikacija za upravljanje uređajima i sistemima u zgradi.

Vrste objekata

- Prema vrsti elektronske komunikacione mreže, razlikuju se osnovne vrste zgrada, i to:
 - 1. prema namjeni:**
 - a) poslovne,
 - b) stambene, i
 - c) stambeno-poslovne.
 - 2. prema korisnicima prostora:**
 - a) zgrade sa jednim korisnikom (poslovnog/stambenog) prostora,
 - b) zgrade sa više korisnika (poslovnog/stambenog) prostora.
 - 3. na osnovu funkcionalne povezanosti elektronskih komunikacionih mreža korisnika prostora:**
 - a) pojedinačne zgrade, i, i
 - b) blokove zgrada.

Osnovni podsistemi EKM-a

- Mreža elektronskih komunikacija zgrade sastoji se od sledećih cjelina:

1. Elektronska komunikaciona oprema:

- a) kablovske instalacije ili pasivna mrežna oprema;
- b) aktivna mrežna oprema;
- c) terminalna oprema.

2. Elektronska komunikaciona infrastruktura i povezana oprema:

- a) sistemi za vođenje kablova;
- b) prostorije za elektronsku komunikacionu opremu.

Simboli koji se koriste na šemama



razdjelnik



interfejs elektronske
komunikacione mreže



aktivna mrežna oprema



spojni pribor, jedna polovina
spojnog para (npr. utičnica)



upareni spojni pribor
(npr. utikač u utičnici)



aplikacioni/korisnički priključak



terminalna oprema



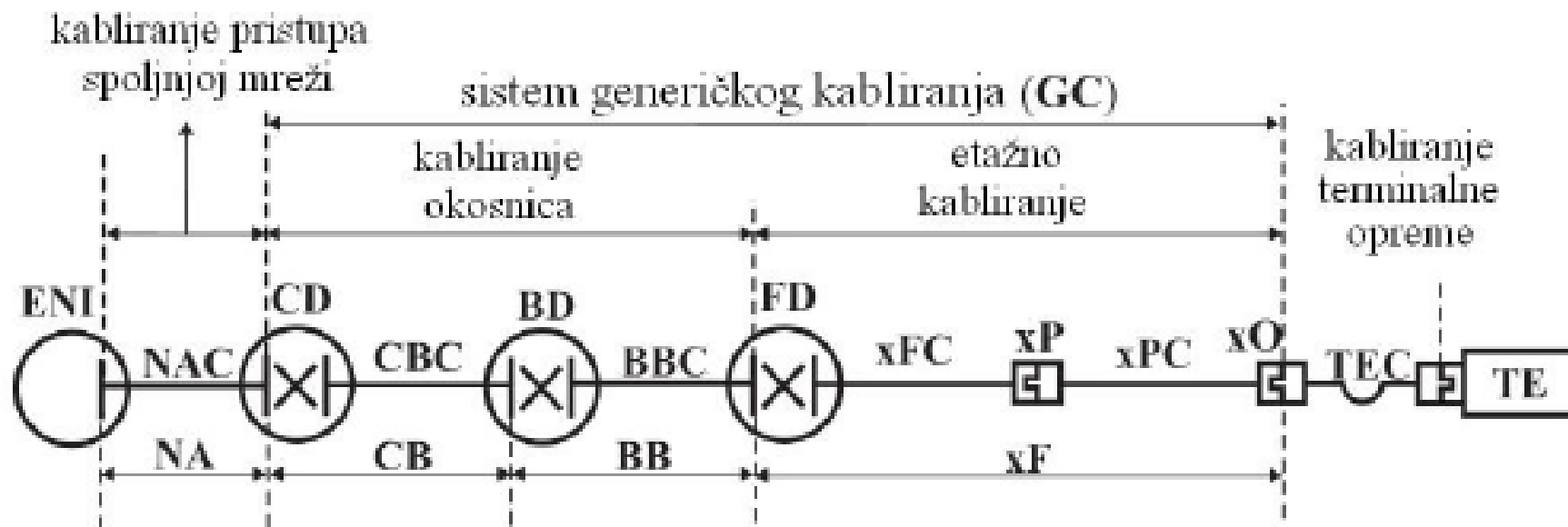
(pre)spojni kabl (bez spojnog
pribora na krajevima)



spojni pribor, druga polovina
spojnog para (npr. utikač)

Kabliranje i elementi sistema/podsistema

- Prilikom postavljanja kablova za elektronske komunikacione mreže u zgradama razlikujemo:
 - kabliranje pristupa spoljnoj mreži za pristup (NA);**
 - generički sistem kabliranja zgrada (GC);**
 - kabliranje terminalne opreme.**



Opšta struktura generičkog kabliranja

Kabliranje i elementi sistema/podsistema

- **Generički sistem kabliranja** može da sadrži jedan ili više podsistema kabliranja (x, y itd.) sastavljenih od sljedećih elemenata:
 1. **Razdjelnika xD:**
 - razdjelnik kampusa (CD);
 - razdjelnik zgrade (BD);
 - etažni razdjelnik (FD).
 2. **Stalnih kablova xC, yC:**
 - kabl okosnice kampusa (CBC);
 - kabl okosnice zgrade (BBC).
 3. **Dodatnih spojnih tačaka xP (CP - konsolidaciona tačka);**
 4. **Kablova dodatne spojne tačke xPC (CPC - kabl konsolidacione tačka);**

Kabliranje i elementi sistema/podsistema

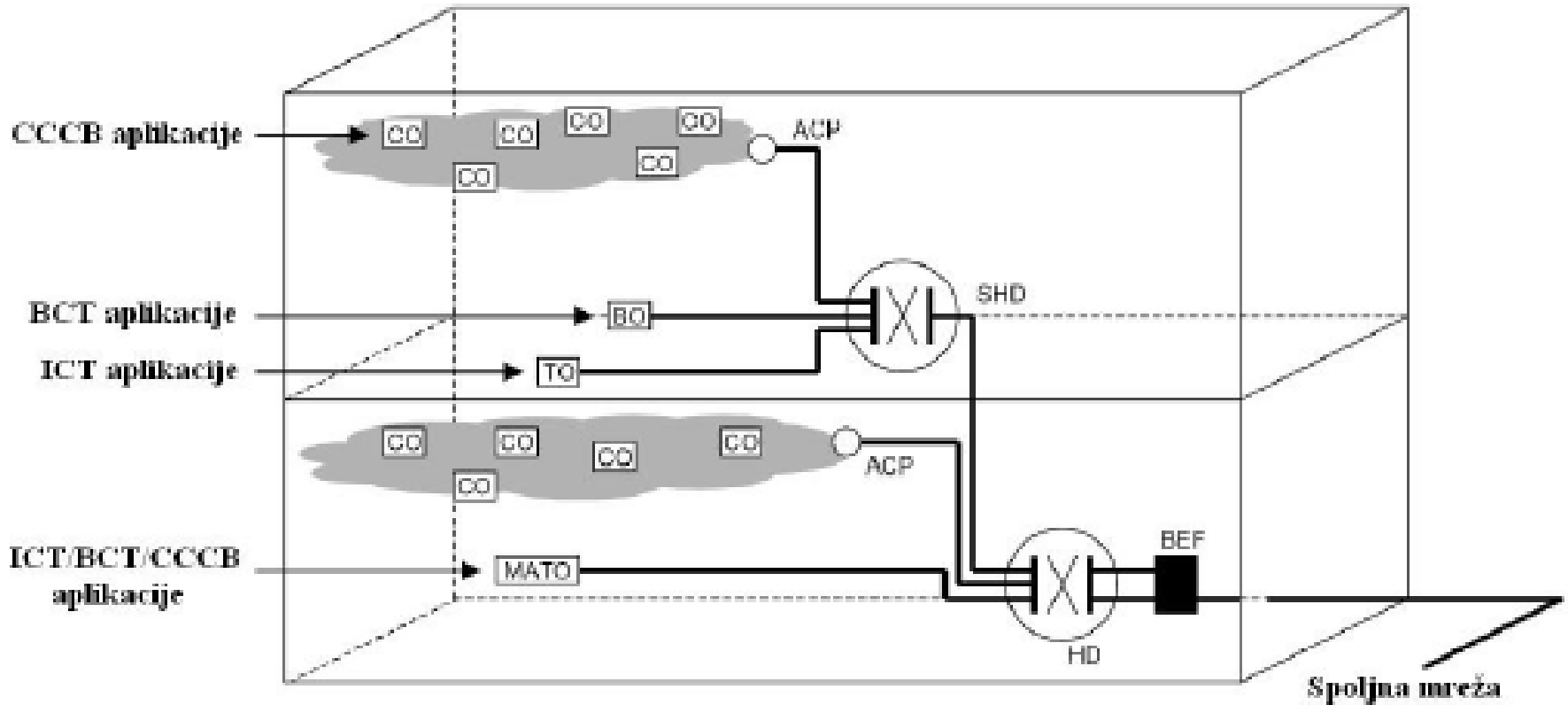
5. Korisničkih priključaka xO:

- telekomunikacioni priključak (TO);
- priključak mreže za prenos televizijskog signala (BO);
- kontrolni priključak (CO);
- višekorisnički elektronski komunikacioni priključak (MUTO);
- višenamjenski priključak (MATO).

6. Spojnih/prespojnih elemenata:

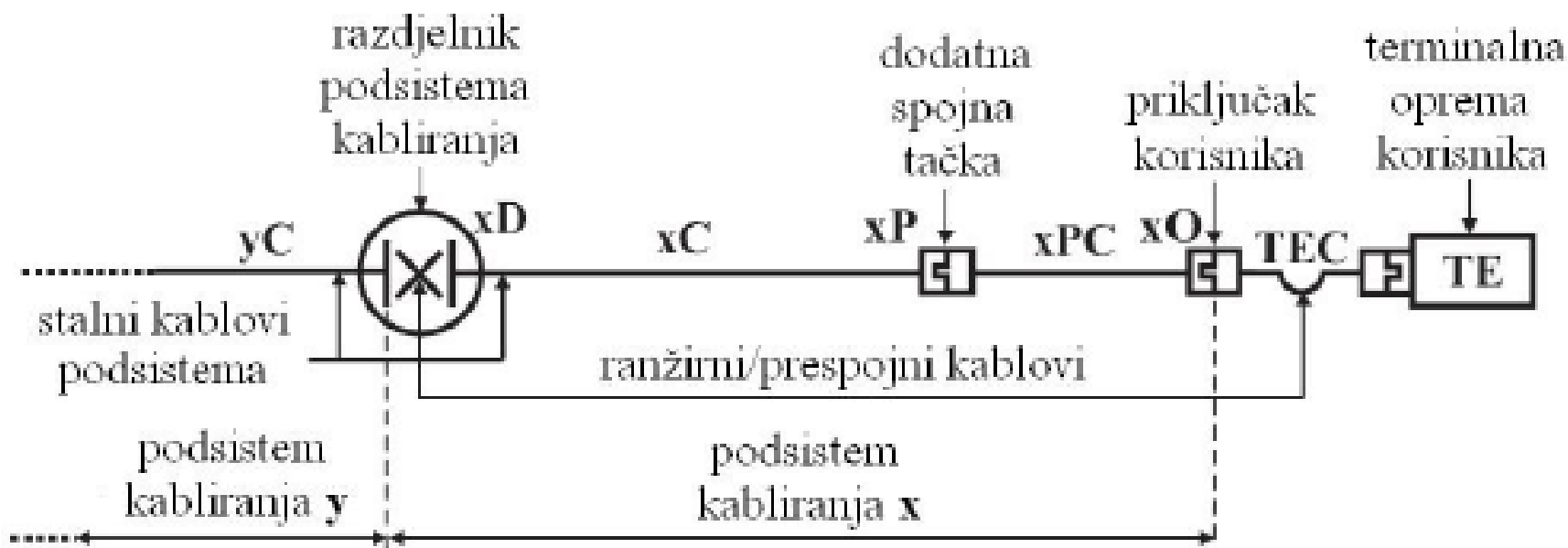
- spojnih kablova aktivne mrežne opreme (EC) (ne spada u generičko kabliranje);
- prespojnih kablova (PAC) ili prespajača (JMP);
- spojnih kablova terminalne opreme (TEC) (ne spada u generičko kabliranje).

Kabliranje i elementi sistema/podsistema



Uprošćen prikaz elemenata generičkog kabliranja zgrade

Kabliranje i elementi sistema/podsistema



Elementi generičkog kabliranja zgrade

Kabliranje

- Za komponente generičkog kabliranja, u zavisnosti od namjene zgrada, odnosno njihovih djelova i vrsti aplikacija koje elektronska komunikaciona mreža treba da podrži, mogu se koristiti:
 1. **Metalne (većinom bakarne) komponente** koje mogu biti:
 - balansirane, odnosno simetrične (BL);
 - koaksijalne (CX);
 2. **Optičke (OF) komponente** koje mogu biti:
 - multimodne (MM);
 - monomodne (SM).

Kabliranje

- Za podršku **ICT-aplikacija** mogu se koristiti sljedeće kategorije balansiranih (simetričnih) komponenata:
 1. **Kategorija 5 (Cat 5)** sa parametrima prenosa specificiranim **do 100 MHz**;
 2. **Kategorija 6 (Cat 6)** sa parametrima prenosa specificiranim **do 250 MHz**;
 3. **Kategorija 6A (Cat 6A)** sa parametrima prenosa specificiranim **do 500 MHz**;
 4. **Kategorija 7 (Cat 7)** sa parametrima prenosa specificiranim **do 600 MHz**;
 5. **Kategorija 7A (Cat 7A)** sa parametrima prenosa specificiranim **do 1 GHz**.

Kabliranje

- Za podršku **radio-difuznih i komunikacionih** (**BCT – Broadcast and Communication Technologies**) aplikacija, mogu se koristiti sljedeće kategorije balansiranih i koaksijalnih komponenata:
 1. **Balansirane komponente kategorije BCT-B (Cat BCT-B)** sa parametrima prenosa specificiranim **do 1 GHz**;
 2. **Koaksijalne komponente kategorije BCT-C (Cat BCT-C)** sa parametrima prenosa specificiranim **do 3 GHz**.
- Za podršku **CCCB-aplikacija** (**Commands, Controls and Communications in Buildings**) mogu se koristiti **balansirane komponente kategorije CCCB (Cat CCCB)** sa parametrima prenosa specificiranim **do 0,1 MHz**.

Balansirani kablovi

- Konstrukcije balansiranih kablova opisuju se akronimima oblika **XX/YZZ**, gdje je:
 1. **XX: jednoslovna ili dvoslovna oznaka oklapanja skupa kablovskih elemenata** sljedećih značenja:
 - **U** - neoklopljeno;
 - **F** - oklapanje metalizovanom folijom;
 - **S** - oklapanje metalnom pletenicom;
 - **SF** - oklapanje metalnom pletenicom i metalizovanom folijom.
 2. **Y: jednoslovna oznaka oklapanja kablovskog elementa** sljedećih značenja:
 - **U** - neoklopljeno;
 - **F** - oklapanje metalizovanom folijom.
 3. **ZZ: dvoslovna oznaka konstrukcije kablovskog elementa** sljedećih značenja:
 - **TP** - upletena parica;
 - **TQ** - upletena četvorka.

Balansirani kablovi

- Primjeri oznaka najčešćih konstrukcija iz prakse su:
 1. **U/UTP** je neoklopljeni balansirani kabl s pojedinačno neoklopljenim upletenim paricama;
 2. **F/UTP** je balansirani kabl s pojedinačno neoklopljenim upletenim paricama koje su zajedno oklopljene metalizovanom folijom;
 3. **SF/FTP** je balansirani kabl s upletenim paricama koje su pojedinačno oklopljene metalizovanom folijom, a zajedno metalizovanom folijom i metalnom pletenicom.
- Bakarni kabl mora da ima na plaštu jasnu oznaku kategorije (npr. Cat 6) i konstrukcije (npr. F/UTP).
- Za postizanje boljih prenosnih performansi pri višim brzinama prenosa podataka preporučuje se da se koriste oklopljeni kablovi minimalno F/UTP konstrukcije.

Kablovi sa optičkim vlaknima

- Kao podrška zahtjevima za **ICT i BCT-aplikacijama** u jednom području, mogu se formirati optičke veze i kanali, korišćenjem sljedećih **optičkih kablova**:
 1. **Stakleni (GOF) multimodni optički kablovi kategorija OM1, OM2, OM3 i OM4** u skladu sa standardom EN 60793-2-10, pri čemu su njihovi parametri prenosa specificirani na talasnim dužinama 850 nm i 1300 nm;
 2. **Stakleni monomodni optički kablovi kategorije OS1 i OS2** u skladu sa standardom EN 60793-2-50, pri čemu su njihovi parametri prenosa specificirani na talasnim dužinama 1310 nm, 1383 nm i 1550 nm;
 3. **Plastični (POF) multimodni optički kablovi kategorije OP1 i OP2**, u skladu sa standardom EN 60793-2-40, pri čemu su parametri prenosa za kategoriju OP1 specificirani su na talasnoj dužini 650 nm, a za OP2 na talasnim dužinama 650 nm, 850 nm i 1300 nm.

Kablovi sa optičkim vlaknima

- U slučaju **multimodnih staklenih optičkih kablova**, preporučuje se da se za nove instalacije koristi isključivo optički kabl sa prečnikom jezgra **50 μm**.
- Optički kabl mora da ima na plaštu jasnu oznaku kategorije (npr. OM2) i konstrukcije (npr. 50/125 μm (*multimode*)).

Kvalitativne klase veze i kanala

- Glavnim projektom elektronske komunikacione mreže zgrade određuju se stvarno potrebne kvalitativne klase komunikacionih performansi veza/kanala i definiše specifikacija instalacije generičkog kabliranja elektronske komunikacione mreže zgrade, **prvenstveno u odnosu na najzahtjevnije korisničke ICT-aplikacije koju veza/kanal mora da podrži za vrijeme planiranog korišćenja kabliranja.**
- **Specifikacijama određene klase veze/kanala definiše se minimum performansi prenosa kabliranja koje su neophodne za podršku iste aplikacijske klase.** Primjera radi, za bakarno kabliranje to znači da kanal klase E podržava aplikacije klase E, a za optičko kabliranje da kanal klase OF-500 podržava pripadajuće aplikacije do dužine kanala od 500 m.

Primjenljive klase bakarnog generičkog kabliranja

Aplikacija		Primjenjiva minimalna klasa kanala	Prenosne karakteristike specificirane do	Ostvarivo upotrebom komponentata kategorije *	Primjena u zgradama P = poslovne; S = stambene; [..] = opciono
vrsta	klasa				
ICT	A	A	0,1 MHz	Cat 5 ÷ Cat 7 _A	P,S
	B	B	1 MHz		
	C	C	16 MHz		
	D	D	100 MHz		
	E	E	250 MHz	Cat 6 ÷ Cat 7 _A	
	E _A	E _A	500 MHz	Cat 6 _A ÷ Cat 7 _A	
	F	F	600 MHz	Cat 7 ÷ Cat 7 _A	
	F _A	F _A	1 GHz	Cat 7 _A	
BCT	BCT-B	BCT-B	1 GHz	Cat BCT-B	S, [P]
	BCT-C	BCT-C	3 GHz	Cat BCT-C	
CCCB	CCCB	CCCB	0,1 MHz	Cat CCCB	[S]
*zavisno od konfiguracije kanala (kategorije korišćenih komponentata i broju spojeva u kanalu, dužine stalnih kablova, dužine i IL-odnosi (pre)spojnih kablova, kao i temperature okoline)					

Primjenljive klase optičkog generičkog kabliranja

Podrška aplikacija najmanje do dužine kanala od	Primjenjiva klasa kanala	Primjenjive kategorije optičkog kabela	
		poslovne primjene	stambene primjene
25 m	OF - 25	-	OP1 ÷ OP2
50 m	OF - 50	-	
100 m	OF - 100	OM1 ÷ OM4	OP2
300 m	OF - 300	OM1 ÷ OM4, OS1 ÷ OS4	
500 m	OF - 500		
2000 m	OF - 2000		
5000 m ^{*1}	OF - 5000 ^{*1}	OS2 (kampus) ^{*1}	
10000 m ^{*1}	OF - 10000 ^{*1}		

^{*1}primjenljivo u opravdanim slučajevima (EN 50173-2 ne predviđa primjenu ovih klasa jer prevazilaze propisanu maksimalnu dužinu kanala od 2000 m)

Kabliranje

- Pri izboru tipa kabla koji će se koristiti unutar zgrada, treba uzeti u obzir i
 - Spoljne uticaje (vlaga, mehanički, električni i drugi uticaji);
 - Požarne karakteristike kablova;
 - Klase aplikacija koje trebaju da se podrže;
 - Veličinu zgrade.

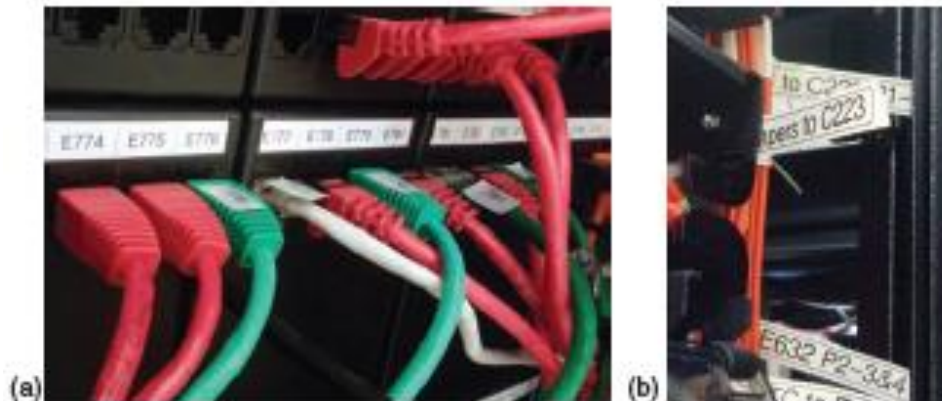
Sistemi za vođenje/postavljanje kablova

- **Sistem za vođenje kablova**, kojim se uspostavljaju instalacioni putevi za postavljanje kablova elektronske komunikacione mreže u zgradi, sastoji se od:
 1. **Nosača kablova** (cijevi, kablovske police, kablovske lestvice, kanalice, uzidni /perimetarski /parapetni /podni kanali, predinstalirani kanali u namještaju, montažnim zidovima i pregradnim zidovima i sl.);
 2. **Manipulativnih prostora i pomoćnih sredstava** (kablovska okna/galerije; razvodne kutije, kutije za povlačenje kabla; revizijska/servisna okna, suspenzije, konzole i sl.);
 3. **Završnih elemenata**, kao što su instalacione kutije za utičnice (zidne, podne itd.).

Identifikacija i označavanje

- Svaki dio elektronske komunikacione mreže i elektronske komunikacione infrastrukture i povezane opreme zgrade, **mora da ima identifikator** za koji važi:
 1. Jedinstven je u predmetnom sistemu;
 2. Eksplicitno definiše element na koji se odnosi (npr. kabl, spojni/prespojni panel);
 3. Način kreiranja identifikacije dosljedno se primjenjuje na sve komponente predmetne vrste u periodu korišćenja elektronske komunikacione mreže;
 4. Upotrebljava se u tehničkoj dokumentaciji izvedenog stanja mreže ili se, u protivnom, koristi odgovarajuća krosreferentna tabela identifikatora.

Identifikacija i označavanje



a) Oznake na portovima; b) etikete na kablovima



Različite boje kablova se mogu ukazivati na njihovu različitu ulogu

Termin 7 - Sadržaj

- Parametri koji utiču na izbor medijuma za prenos
- Standardi strukturnog kabliranja
- Generičko kabliranje
- Kabliranje elektronskih komunikacionih mreža u zgradama
- **Tehnička dokumentacija**

Tehnička dokumentacija

- Na ostvarivanje i očuvanje potrebnih performansi elektronske komunikacione mreže u periodu njenog životnog vijeka, poseban uticaj ima adekvatna tehnička dokumentacija u svim fazama njene izrade i korišćenja, počev od planiranja, preko projektovanja, do njenog korišćenja i čuvanja.
- Projektna dokumentacija elektronske komunikacione mreže zgrada se u načelu sastoji od osnovnih elektrotehničkih projekata i povezanih projekata iste i drugih struka (kojima se obrađuju prateće instalacije/sistemi i obrađuju, kao dijelovi elektronske komunikacione infrastrukture, kablovska kanalizacija, antenski stubovi, arhitektonsko-građevinsko opremanje telekomunikacionih prostora, i sl.).

Glavni projekat

- Glavni projekat elektronske komunikacione mreže zgrade treba da sadrži sljedeća poglavlja i dijelove:
 1. naslovna strana;
 2. sadržaj projekta;
 3. opšta dokumenta;
 4. **projektni zadatak**;
 5. spisak primijenjenih zakona i normativnih dokumenata;
 6. **tehnički opis**;
 7. **tehničko rješenje i proračuni**;
 8. investiciona vrijednost;
 9. predmjer i predračun;
 10. mjere zaštite od požara, bezbjednosne mjere na radu i mjere zaštite životne sredine;
 11. opis radova izgradnje, ispitivanja i umjeravanja;
 12. održavanje; i 13. **grafička dokumentacija**.

Projekat izvedenog stanja

- Projekat izvedenog stanja elektronske komunikacione mreže kampusa, zgrade ili njenog dijela izrađuje se za potrebe pribavljanja upotrebne dozvole, korišćenja i održavanja.
- Projekat izvedenog stanja je glavni projekat sa izmjenama nastalim u toku građenja, koje su u saglasnosti sa izdatim odobrenjem za izgradnju.
- Ako postoji projekat izvedenog stanja ili postoji potreba za izradu projekta izvedenog stanja, isti je preduslov za izdavanje pozitivnog izveštaja o tehničkom pregledu.