

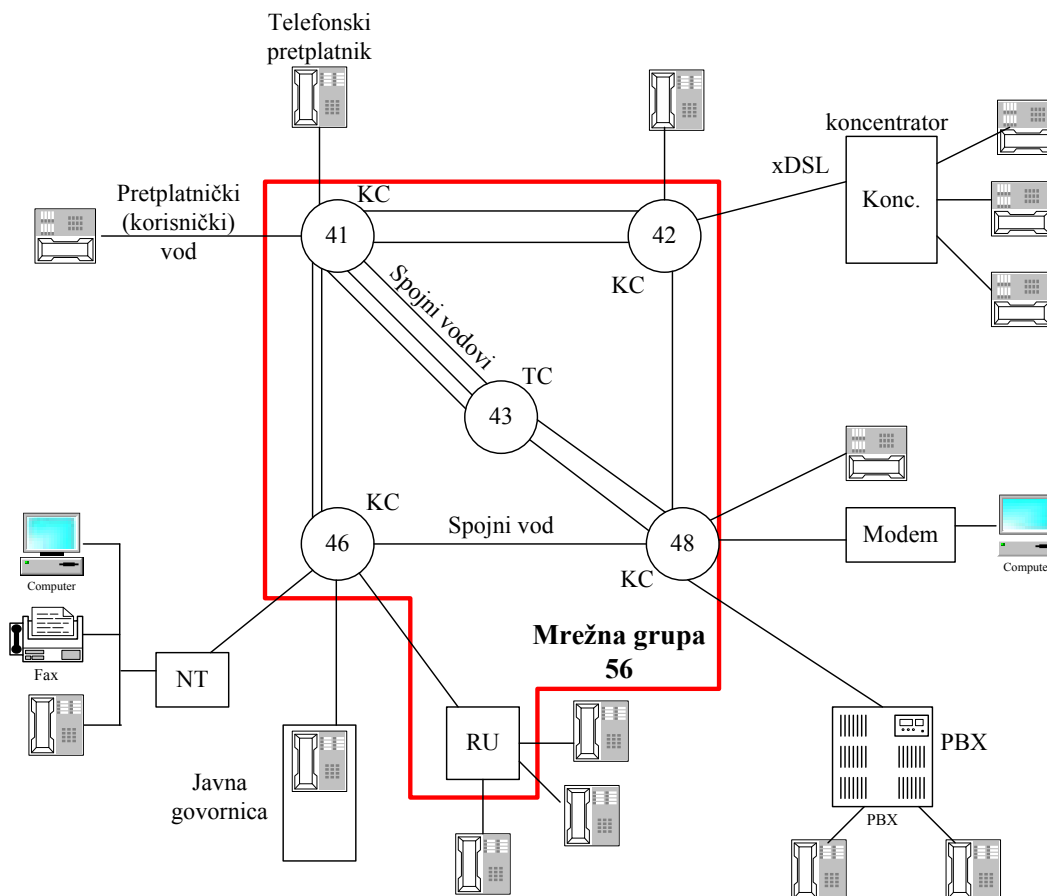
KOMUTACIONI SISTEMI
– Poglavlje 1 i 2 –

1 Telefonska mreža

Javna telefonska mreža je jedna od prvih telekomunikacionih mreža koja je razvijana i još uvek predstavlja važnu telekomunikacionu infrastrukturu svake zemlje bez obzira na snažnu razvijenost i prisutnost drugih telekomunikacionih mreža kao mreže mobilne telefonije i Interneta. Telefonska mreža se zasniva na principu komutacije kola i nudi osnovni telefonski servis tzv. POTS servis (*Plain Old Telephone Service*). Pored ovog servisa današnje moderne telefonske mreže nude i niz drugih servisa kako u okviru telefonskog servisa (dodatne usluge), tako i u pogledu ponude uskopojasnog ISDN servisa tj. ISDN (*Integrated Services Digital Network*) servisa čime predstavlja tzv. uskopojasnu ISDN mrežu u logičkom smislu, ali se fizički oslanja na infrastrukturu telefonske mreže. Tako praktično postoje dve osnovne kategorije servisa koje nudi telefonska centrala:

- 1) POTS
- 2) ISDN

Svaka država ima svoju nacionalnu telefonsku mrežu koja se dalje deli na mrežne grupe koje mogu da imaju jednu ili više telefonskih centrala. Na slici 1.1 je prikazana jedna mrežna grupa fiktivne nacionalne telefonske mreže na kojoj su obeleženi svi bitni delovi telefonske mreže.



Slika 1.1. Prikaz jednog segmenta telefonske mreže

Korišćene oznake sa slike 1.1 su:

- TC – Tandem centrala. Tandem centrale služe za međusobno povezivanje svih centrala iz mrežne grupe, kao i za povezivanje dotične mrežne grupe sa drugim mrežnim grupama. Drugi naziv za ove centrale je tranzitna centrala ili međumesna centrala. Veze između centrala se nazivaju spojni vodovi. Na tandem centralu se po pravilu ne priključuju korisnici. Pošto telefonska mreža ima hijerarhijsku organizaciju, postoji više hijerarhija unutar telefonske mreže. Tipično se povezivanje centrala vrši između dve centrale koje su na susednim hijerarhijskim nivoima, ali postoje i povezivanja između centrala na istom hijerarhijskom nivou, kao i između centrala koje nisu u susednim ili istim hijerarhijskim nivoima (ovaj slučaj je veoma redak). Povezivanje između centrala na istom hijerarhijskom nivou se tipično vrši radi povećanja pouzdanosti telefonske mreže, i takvi spojni vodovi se nazivaju poprečnim vezama. Tandem centrale se nalaze u svim nivoima hijerarhije, sem na poslednjem (najnižem) nivou gde su smeštene krajnje centrale. Za svaki nivo hijerarhije, tandem centrale imaju poseban naziv radi lakšeg razlikovanja njihove pozicije. Na primer, u našoj telefonskoj mreži razlikujemo, čvorne, glavne, tranzitne i međunarodne centrale, pri čemu je poredak dat od nižih ka višim nivoima hijerarhije.
- KC – Krajnja centrala. Krajnja centrala služi za priključivanje korisnika (telefonski korisnici, javne telefonske govornice, kućne centrale (PBX), (N)-ISDN korisnici, kompjuteri preko modema ...) na javnu telefonsku mrežu. Telefonski pretplatnici se povezuju na centralu pretplatničkim (korisničkim) linijama. Centrale u zavisnosti od kapaciteta mogu omogućiti priključenje i do 100000 telefonskih preplatnika, pa i više. Takođe, krajnje centrale se mogu i međusobno povezivati spojnim vodovima (poprečne veze). Krajnje centrale se još nazivaju i mesnim centralama.
- Spojni vodovi se koriste za povezivanje centrala. To mogu biti E1-PCM link, FDM multipleks, itd. Veoma čest princip povezivanja je upotreba E1-PCM linkova koji se između centrala prenose putem transportne mreže poput SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) mreže.
- Pretplatnički vodovi se koriste za povezivanje telefonskih pretplatnika na krajnju centralu. To su tipično upredene parice.
- RU (*Remote Unit*) – Izdvojeni stepen. Pošto pristupna mreža podrazumeva sve pretplatničke vodove onda je u interesu vlasnika telefonske mreže da smanji troškove koje oni nose, a koji su direktno proporcionalni ukupnoj količini pretplatničkih vodova (tj. bakra od kog se prave pretplatnički vodovi). Zato se često postavljaju tzv. izdvojeni stepeni, koji se postavljaju bliže većoj grupi korisnika i time smanjuju ukupnu dužinu (i količinu) pretplatničkih kablova jer se koristi mali broj kablova od centrale do izdvojenog stepena. Izdvojeni stepen je takođe deo centrale i to učesničkog bloka, ali je izmešten fizički van centrale upravo iz već pomenutih razloga smanjenja troškova pristupne mreže.
- Koncentrator podrazumeva uređaje koji grupišu više pretplatnika na relativno mali broj korisničkih vodova i time takođe smanjuju cenu pristupne mreže, ali

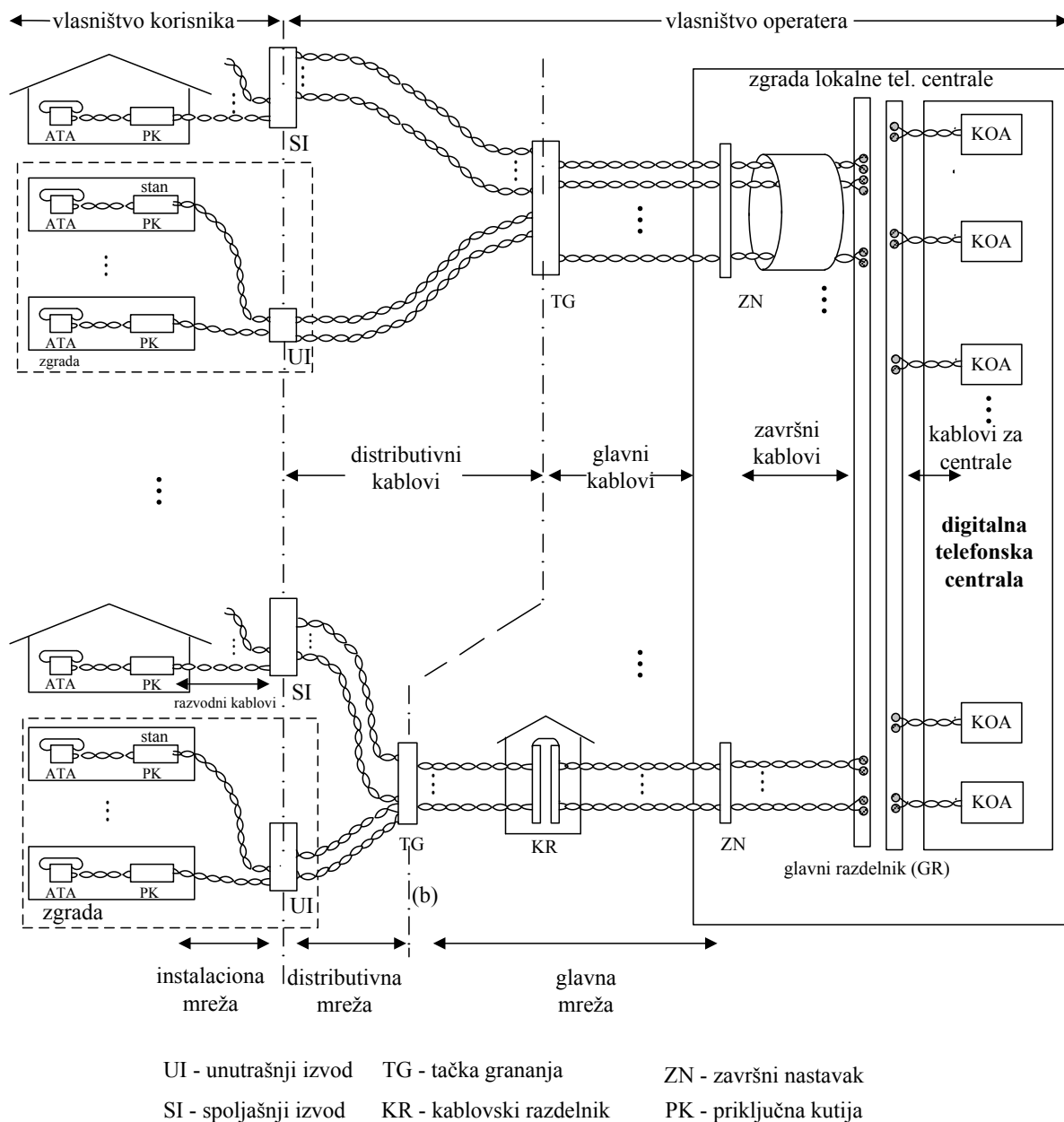
koncentrator nije fizički deo centrale. Tipični takvi uređaji su xDSL uređaji koji omogućuju kako povezivanje grupe telefonskih pretplatnika na centralu, ali isto tako i povezivanje pretplatnika koji zahtevaju veće protoke.

- NT (*Network Termination*) – Mrežni završetak. Mrežni završetak je uređaj koji omogućava priključenje ISDN korisnika na krajnju centralu. Mrežni završetak se nalazi u vlasništvu operatera tj. vlasnika telefonske mreže. Na NT se može priključiti više uređaja kao kompjuter opremljen ISDN karticom, ISDN telefon, običan telefon preko adaptera, faks, itd.
- PBX (*Private Branch Exchange*) – Kućna telefonska centrala. Svako preduzeće obično ima svoju kućnu telefonsku centralu na koju vezuje lokale u preduzeću tako da kad zaposleni razmešteni po raznim kancelarijama međusobno pričaju te pozive ne tarifira javna telefonska mreža. Takođe, da bi se omogućila komunikacija sa korisnicima iz javne telefonske mreže onda se PBX vezuje na krajnju centralu preko digitalnih ili analognih prenosnika.

Na slici 1.1 je svakoj centrali dodeljen neki broj koji predstavlja identifikaciju centrale u mrežnoj grupi. Ti brojevi su u stvari prve cifre brojeva telefonskih pretplatnika (tj. predstavljaju prvi deo koda pretplatnika) koji su priključeni na te centrale. Na slici 1.1 je kao primer dat i kod mrežne grupe, koji je zajednički za sve korisnike iz te mrežne grupe i koji ide ispred koda pretplatnika u kompletnom telefonskom broju pretplatnika. Telefonski brojevi se dodeljuju po E.164 preporuci koju je donela ITU-T organizacija. Maksimalan broj cifara u jednom telefonskom broju je 15, pri čemu vodeće 1-3 cifre određuju kod nacionalne mreže, a preostale cifre sadrže kod mrežne grupe i kod pretplatnika. Pri tome, kod pretplatnika se sastoji iz dva dela, prvi deo predstavlja identifikaciju centrale u mrežnoj grupi, a drugi deo identifikaciju pretplatnika unutar centrale. U telefonski broj ne ulazi prefiks za međunarodni poziv (tipično 00 ili 99, ali to zavisi od države do države) ili međumesni poziv (0). Međumesni poziv je poziv koji se odvija između pretplatnika iz različitih mrežnih grupa iste nacionalne mreže. Uzmimo kao primer jedan kompletan telefonski broj +381 11 337 0100. Simbol + označava da pre poziva ovog broja iz inostranstva (van Srbije) treba prvo birati kod za izlaz na međunarodni saobraćaj. Kod 381 je međunarodni kod za Srbiju. Kod 11 označava kod za mrežnu grupu Beograd. Kod 337 označava kod određene centrale u mrežnoj grupi Beograd, a kod 0100 konkretnog pretplatnika te centrale. Kada se vrši biranje tog pretplatnika iz Srbije, ali iz druge mrežne grupe (na primer, mrežna grupa Novi Sad), biraće se broj 011 337 0100. U ovom slučaju prva cifra 0, označava da želimo da ostvarimo međumesni poziv tj. da se poziv završava u istoj nacionalnoj mreži (Srbiji), ali u različitoj mrežnoj grupi. Na osnovu ostalih cifara se zna da je traženi pretplatnik u mrežnoj grupi Beograd, na centrali čiji je prefiks 337, odnosno pretplatnik 0100 sa te centrale. U slučaju kada se ostvaruje mesni poziv (poziv gde su oba korisnika u istoj mrežnoj grupi), pozivajući korisnik će birati broj 337 0100, jer je potrebna samo identifikacija centrale i korisnika u toj centrali za usmeravanje poziva. Očigledno, u telefonskoj mreži se koristi hijerarhijsko adresiranje.

Inače, javna telefonska mreža (PSTN – *Public Switching Telephone Network*) je povezana i sa svim drugim telekomunikacionim mrežama kao npr. GSM mrežom, Internetom i dr, a povezivanje na te mreže se ostvaruje preko odgovarajućih gejtveja.

1.1. Pristupna mreža



Slika 1.1.1. Pristupna mreža

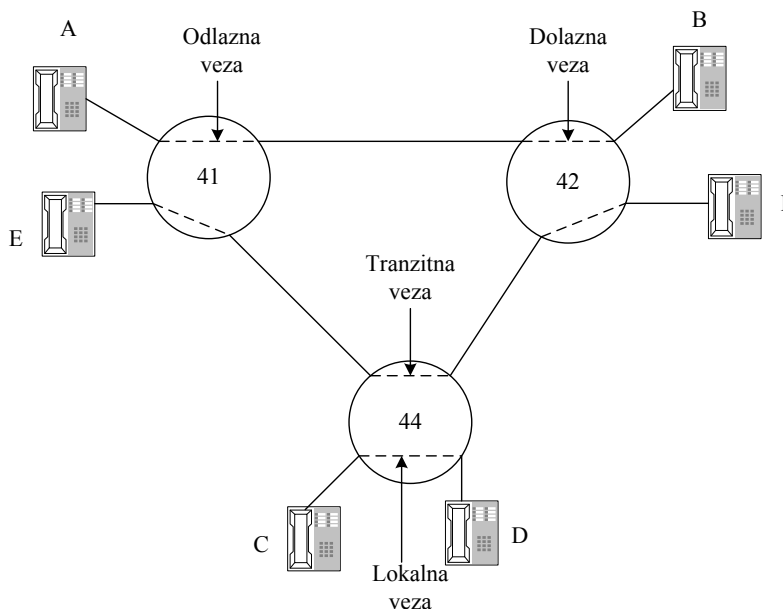
Telefonska centrala služi za priključivanje korisnika na telefonsku mrežu. Postoje razne varijante korisnika, kao što se vidi i sa slike 1.1, kao npr. analogni telefonski aparati, digitalni telefonski aparati, ISDN korisnici, kompjuteri preko modema, javne telefonske govornice, kućne telefonske centrale (PBX), itd. Mreža koja uključuje puteve od telefonske centrale do korisnika (uglavnom kablovi, mada mogu postojati deonice koje su bežične jer se ostvaruju npr. radio-relejnomo vezom) se naziva pristupna mreža. Preko pristupne mreže se povezuju svi korisnici na telefonsku centralu. Zbog velikog broja korisnika, koji pri tome uglavnom nisu koncentrisani na malom prostoru, pristupna mreža podrazumeva velik broj kablova i velike dužine kablova, a pri tome se mora računati i cena radova prilikom postavljanja tih kablova koja takođe nije

zanemarljiva. Tako da usled ovih navedenih razloga možemo zaključiti da pristupna mreža nosi ogroman deo troškova čitave telefonske mreže. Pri tome, pošto su korisnici fiksni onda je pristupna mreža kruta i nefleksibilna i teško ju je proširivati malo po malo jer nije isplativo zbog cene radova na postavljanju kablova do korisnika. Otuda se proširenje pristupne mreže radi tek kada treba veći broj korisnika povezati na telefonsku centralu.

U zgradi ili kući gde se nalazi korisnik (ili korisnici) razvučena je telefonska instalacija koju predstavljaju upredene parice koje se završavaju utičnicama (priključne kutije) u stanu korisnika. Sa druge strane se telefonska instalacija završava u ormariću gde se završavaju sve parice od pretplatnika. To su tzv. izvodi koji mogu biti unutrašnji ili spoljašnji u zavisnosti gde se nalaze (unutar ili van zgrade/kuće). Sa tih ormarića se vode kablovi (oni se zovu distributivni kablovi) do tačke grananja koja se naziva još i kablovsko grananje (jer se od te tačke kablovi granaju do pojedinih naselja). Od ove tačke se vodi glavni kabl (put kojim ide glavni kabl se obično zove trasa) do završnog nastavka koji se obično nalazi u nekom šahtu ili podrumu zgrade gde je smeštena telefonska centrala. Glavni kabl može da ima i do nekoliko stotina parica. Od završnog nastavka vode se završni kablovi koji idu do centrale, tačnije do glavnog razdelnika. Prikaz pristupne mreže je dat na slici 1.1.1.

1.2. Tipovi veza kroz telefonsku centralu

Na slici 1.2.1 su obeleženi tipovi veza kroz telefonsku centralu.



Slika 1.2.1. Tipovi veza u centrali

Postoje sledeći tipovi veza (iz aspekta posmatrane centrale):

- Odlazne veze – to su veze koje inicira korisnik sa posmatrane centrale da bi uspostavio vezu sa korisnikom sa neke druge centrale (veza kroz centralu 41 između korisnika A i B (vezu je inicirao korisnik A))

- Dolazne veze – to su veze koje inicira korisnik sa neke druge centrale da bi uspostavio vezu sa korisnikom sa posmatrane centrale (veza kroz centralu 42 između korisnika A i B (vezu je inicirao korisnik A))
- Tranzitne veze – to su veze između korisnika koji su sa nekih drugih centrala pa njihov saobraćaj samo tranzitira tj. prolazi kroz posmatranu centralu (veza kroz centralu 44 između korisnika E i F (svejedno ko je inicirao vezu od korisnika E i F))
- Lokalne veze – To su veze između korisnika sa iste centrale pri čemu razlikujemo interlokalne veze koje se ostvaruju između korisnika sa različitim učesničkih blokova centrale i intralokalne veze koje se ostvaruju između učesnika sa istog učesničkog bloka centrale. (Veza kroz centralu 44 između korisnika C i D (svejedno ko je inicirao vezu od korisnika C i D))

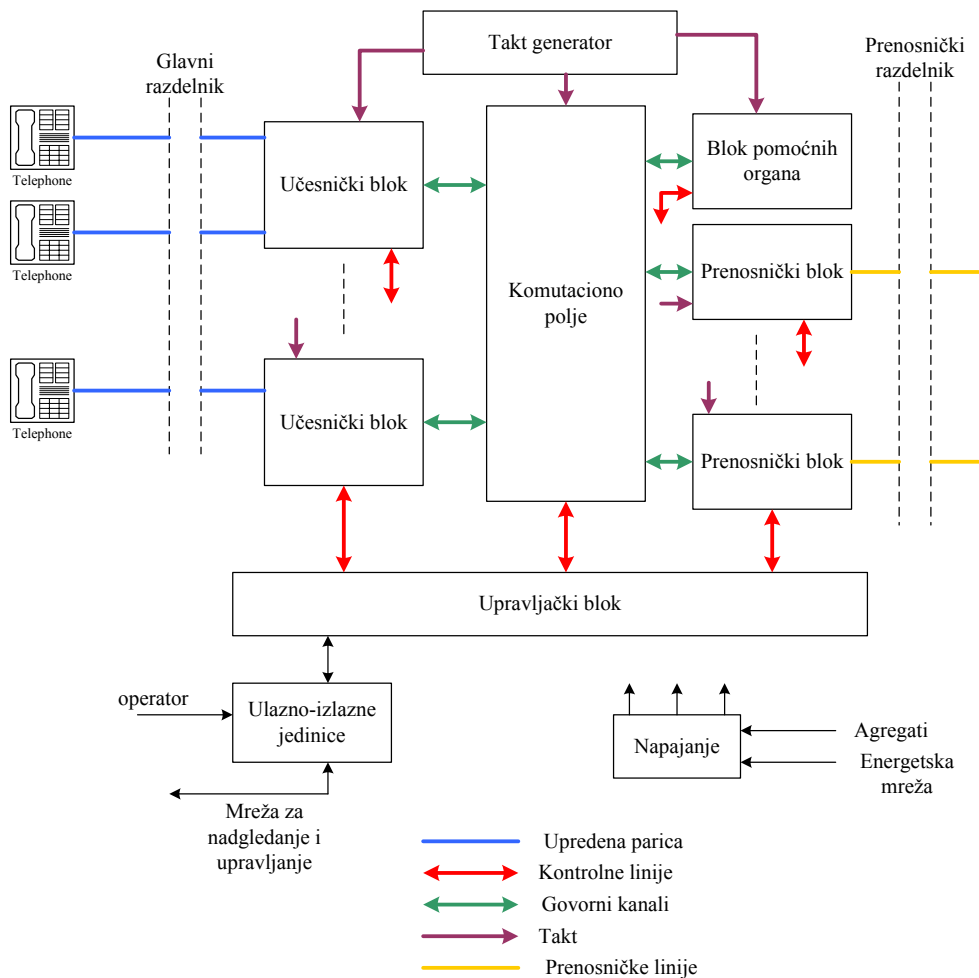
Spojni vodovi koji povezuju centrale se mogu podeliti u sledeće kategorije (iz aspekta posmatrane centrale):

- Odlazni – zauzima ih posmatrana centrala
- Dolazni – zauzima ih centrala sa kojom je posmatrana centrala povezana
- Dvosmerni – može ih zauzeti i posmatrana centrala, kao i centrala sa kojom je posmatrana centrala povezana tim spojnim vodom

Odlazni i dolazni vodovi su jednosmerni u pogledu zauzimanja. Važno je naglasiti da je jednostavniji postupak zauzimanja kod jednosmernih vodova (odlazni i dolazni) nego kod dvosmernih vodova jer u slučaju dvosmernih vodova može doći do kolizije usled pokušaja istovremenog zauzimanja istog voda od strane centrala na krajevima dvosmernog voda. S druge strane dvosmerni vodovi omogućavaju efikasniju obradu saobraćaja - sa manjim brojem dvosmernih vodova se opslužuje isti ukupan saobraćaj nego sa jednosmernim (dolaznim i odlaznim) vodovima.

2 Blok-šema telefonske centrale

Na slici 2.1 je prikazana blok-šema telefonske centrale.



Slika 2.1. Blok-šema telefonske centrale

Na glavni razdelnik (GR) se priključuju upredene parice od korisnika. Od njega se vode kablovi do centrale tačnije do **učesničkih blokova**. Očigledno, učesnički blokovi predstavljaju mesto u centrali na koje se priključuju korisnici (telefoni (analogni, digitalni), ISDN bazni korisnici, javne telefonske govornice...). Učesnički blokovi se još nazivaju i pretplatnički blokovi ili korisnički blokovi. U učesničkom bloku se za obične (analogne) telefonske korisnike vrše tzv. BORSCHT funkcije (svaki telefonski korisnik ima u centrali dodeljen KOA (korisnički organ analogni) koji vrši te funkcije). Takođe, razvojem tehnologije u današnjim modernim centralama se u ovom bloku nalaze prijemnici i generatori tonskih signala. Prijemnici tonskih signala se koriste za detekciju DTMF signalizacije, a generatori za generisanje tonskih signala koje čujemo u telefonskoj slušalici kao npr. ton slobodnog biranja ili ton zauzeća. Ovaj blok je povezan sa blokom komutacije govornim kanalima, a sa upravljačkim blokom kontrolnim linijama preko kojih učesnički blok obaveštava upravljački blok o eventualnim akcijama koje preduzimaju korisnici priključeni na taj učesnički blok, kao i komande upravljačkog bloka učesničkom bloku

(na primer, podizanjem slušalice korisnik najavljuje da želi da uspostavi vezu, pa zato učesnički blok obaveštava upravljački blok o tom događaju, a upravljački blok ispitivanjem podataka o tom korisniku analizira da li je tom korisniku dozvoljeno da uspostavlja vezu ili ne i o tome obaveštava učesnički blok koji u skladu s tim pušta ton slobodnog biranja ili ton blokade). Takođe, preko kontrolnih linija upravljački blok prilikom inicijalizacije sistema vrši spuštanje softvera koji se izvršava na učesničkom bloku. Takođe, možemo napomenuti da učesnički blok vrši funkciju koncentracije tj. korisničkog komutacionog polja. To znači da je broj priključenih korisnika veći od broja maksimalnih veza koje ti korisnici istovremeno mogu uspostaviti. Stepen koncentracije se tipično kreće od 4:1 do 7:1. Tako npr. ako se sa učesničkog bloka može ostvariti maksimalno 30 govornih veza tada se za stepen koncentracije npr. 7:1 na taj učesnički blok može priključiti maksimalno 210 korisnika. Koncentracija se vrši radi boljeg iskorišćenja resursa centrale. Pošto se usled koncentracije korisnika u učesničkom bloku može desiti da neki korisnik ne može uspostaviti vezu usled blokade tj. zauzetosti svih govornih veza ka komutacionom polju onda se stepen koncentracije bira tako da verovatnoća blokade bude manja od neke date vrednosti koju definišu propisi (npr. 1% ili 0.1%).

Blok komutacije obavlja funkciju komutacije. Ono je neblokirajuće komutaciono polje i označava se kao grupno komutaciono polje. Povezan je govornim putevima za prenosničke i učesničke blokove. Takođe, kontrolnim linijama je vezan za upravljački blok koji kontroliše funkcionisanje komutacije i zauzetost resursa (npr. neka veza kroz komutaciono polje može da se rezerviše i bude aktivna stalno za neku vezu dok je operater ne raskine, to su tzv. semipermanentne veze ili upravljački blok zadaje komandu da se uspostavi put kroz komutaciono polje za neku vezu), a takođe se prilikom inicijalizacije sistema preko tih kontrolnih linija vrši spuštanje softvera koji se izvršava u bloku komutacije.

Prenosnički blok predstavlja tačku centrale gde se preko prenosničkog razdelnika (PR) priključuju druge centrale kao i korisnici koji imaju veće protoke (ISDN primarni korisnici, kućne telefonske centrale). Preko ovog bloka se centrala uključuje u telefonsku mrežu. Pod vezom dve centrale podrazumevamo četiri vrste veza:

- Govorne veze preko kojih se prenosi korisnički signal tipično govor, ali i podaci.
- Signalizacione veze preko kojih se prenosi signalizacija između centrala koja je neophodna radi razmene informacija između centrala (npr. ako se uspostavlja veza između korisnika koji su priključeni na različitim centralama onda je neophodno da centrala na koju je priključen pozivajući korisnik obavesti centralu traženog korisnika da je njen odgovarajući korisnik tražen i da se zato rezerviše govorni kanal između te dve centrale i pokrene proces uspostave veze). Postoje raznovrsne signalizacije koje se koriste u komunikaciji između centrala, ali danas je najzastupljenija signalizacija No.7 koju moraju podržavati sve moderne centrale. Preko signalizacionih veza, u stvari, komuniciraju upravljački blokovi u centralama koje razmenjuju signalizaciju između sebe.
- Sinhronizacione veze preko kojih se vrši sinhronizacija između centrala, pošto je telefonska mreža sinhronizovana.
- Veze za upravljanje i nadgledanje koje se koriste za menadžment u telefonskim mrežama. Npr. generisanje alarma da bi se obavestila suprotna centrala o gubitku sinhronizacije sa njom.

Ovaj blok je vezan govornim kanalima sa blokom komutacije, a kontrolnim linijama sa upravljačkim blokom radi kontrole komunikacije sa drugim centralama (upravljački blokovi su ti koji međusobno komuniciraju preko signalizacije između centrala). Preko kontrolnih linija se u toku inicijalizacije sistema spušta softver koji se izvršava na prenosničkom bloku.

Blok pomoćnih organa se koristi za neke pomoćne funkcije u centrali kao npr. za generisanje govornih signala (npr. obaveštenje da je biran nepostojeći pretplatnik). U starijim centralama su se ovde nalazili prijemnici i generatori tonских signala, a danas u modernim centralama kako je već napomenuto se oni nalaze u učesničkim blokovima. Takođe, ukoliko se koristi analogna signalizacija, poput R2 signalizacije, onda i prenosnički blokovi sadrže generatore i prijemnike tonских signala.

Upravljački (Administrativni) blok ima dvojak naziv jer obavlja obe funkcije koje su u tim nazivima naznačene: upravljačku i administrativnu funkciju. Upravljačka funkcija podrazumeva kontrolu svih ostalih blokova u centrali i prikupljanje informacija od njih koje se potom obrađuju i pohranjuju. Takođe ovaj blok periodično ispituje ispravnost svih blokova u sistemu i ako se detektuje neki neispravan blok prvo se pokušava njegov oporavak ponovnom inicijalizacijom (resetom) tog bloka, a ako to ne da rezultate onda se obaveštava operater o problemu. Takođe, ovaj blok prilikom inicijalizacije sistema vrši spuštanje softvera na sve ostale blokove u sistemu radi njihovog ispravnog funkcionisanja. U cilju obavljanja upravljačke funkcije, upravljački blok je kontrolnim linijama vezan za sve ostale blokove u sistemu. Druga funkcija je administrativna koja podrazumeva čuvanje podataka o svim korisnicima. Ti podaci su npr. tarifni podaci o ostvarenim vezama, servisi koje korisnik može da koristi, itd. Operater koji kontroliše rad centrale i vrši sve neophodne izmene i analize o korisnicima je povezan upravo na ovaj blok svojim računom. Ova veza može da bude ostvarena i preko npr. modema tako da nije neophodno neposredno prisustvo operatera kod centrale. Veza operatera i upravljačkog bloka je na slici 2.1 predstavljena sa ulazno/izlaznim jedinicama. Međutim, u slučaju centrala na višem hijerarhijskom nivou telefonske mreže, koje su bitne za ispravno funkcionisanje cele telefonske mreže, operater se uvek nalazi uz centralu radi pravovremenog i brzog reagovanja usled pojave nekih nepravilnosti u radu centrale. Operater preko svog terminala ima sve podatke kako o korisnicima, tako i o samoj centrali i svim njenim delovima, a koje dobija iz upravljačkog bloka.

Blok za generisanje takta služi za generisanje svih taktova koji se koriste u centrali. U ovom bloku se vrši sinhronizacija na takt koji se dobija iz centrale sa višeg hijerarhijskog nivoa, da bi se mogla ostvariti sinhronizacija pri prenosu sa drugim centralama. Centrala na najvišem hijerarhijskom nivou dobija takt iz oscilatora na bazi celzijuma ili rubidijuma i dalje ga distribuira centralama na nižem hijerarhijskom nivou. U slučaju da dođe do prekida veze sa centralama iz kojih se dobija informacija o taktu onda ovaj blok počinje da koristi sopstveni oscilator znatno manje preciznosti i tada proizvođači garantuju podnošljiv rad do 1-2 dana što se smatra dovoljnim za otklanjanje kvara na vezama prema drugim centralama od kojih se dobijala informacija o taktu. Takođe, postoji mogućnost i da se informacija o taktu dobija preko GPS sistema, ali ta varijanta se ređe koristi u nacionalnim telefonskim mrežama jer GPS sistem nije pod kontrolom nacionalnih operatera i zato se ovakav metod uglavnom ne koristi iz razloga bezbednosti mreže.

Blok napajanje služi za davanje napajanja svim blokovima centrale radi njihovog ispravnog funkcionisanja, kao i telefonskim aparatima koji tako dobijaju napajanje iz centrale pa u slučaju nestanka struje u domaćinstvu, telefon je i dalje operativan. Napajanje za centralu se

dobija iz javne električne mreže, ali u slučaju kvara na javnoj električnoj mreži u pogon se stavljaju generatori koji služe kao rezerva.