

Zavod za elektrotehniku, mikroelektroniku, računalne i inteligentne sustave  
Fakultet elektrotehnike i računarstva  
Sveučilište u Zagrebu

**Marian Cvitanić**  
**SIGNALING SYSTEM #7 (SS7)**

Zagreb, 2003.



## **SADRŽAJ:**

1. Uvod	4
2. Adresiranje	6
3. Mrežna arhitektura	12
4. Korisnički djelovi	20
5. Literatura	32

## 1. UVOD

Prvih pedeset godina razvoj i širenje telefonskih mreža odvijao su se relativno sporo. Potražnja za telefonima rasla je polako, prvi vrhunac je bio za vrijeme pada burze u SAD-u. U razdoblju Velike Depresije dolazi do stagnacije i čak polaganog pada potražnje za telefonskim priključcima, iako je tehnologija cijelo to vrijeme napredovala. Dolaskom II Svjetskog Rata potražnja za telefonima počinje rasti, uglavnom potaknuta vojnim potrebama. Polagano dolazi do problema zadovoljavanja sve veće potražnje. U mnogim zemljama sam pokušaj uspostave telefonskog poziva bila je pravi izvor frustracija, pogotovo pri pokušajima međunarodnih poziva. Tijekom dva desetljeća nakon II Svjetskog Rata dolazi do ogromne potražnje za telefonima i telefonskim kompanijama je gotovo nemoguće zadovoljiti potražnju. Novi poslovi niču kao gljive poslije kiše, stari poslovi se proširuju, a radnicima životni standard raste. Da bi zadovoljile sve veću potražnju telefonske kompanije mogle su samo dodavati sve više žica. Svaki novi telefon - novi set žica. Telefonske kompanije su vrlo brzo shvatile da to nije rješenje.

Jedno od mogućih rješenja je bilo pokušati napraviti postojeće telefonske linije učinkovitijima, jer kad bi se njihova učinkovitost povećala za samo 10%, to bi smanjilo potrebu za novim linijama za isti postotak. Jedan od načina za poboljšanje je bio da se telefonske linije koriste samo za razgovor. Do sada su se telefonske linije koristile i za prenošenje informacija potrebnih za uspostavu poziva.

Digitalni koncepti su već u to vrijeme bili dovoljno usavršeni, pa su znanstvenici u telefonskim kompanijama razmišljali o pretvaranju analognih podataka u digitalne pakete kojima bi se onda slali preko mreže. Tada bi jedan kanal bio dovoljan za upravljanje uspostavom telefonskog razgovora, samim razgovorom i prekidom telefonskog razgovora. Digitalni paketi bi mogli dijeliti isti kanal sa tisućama drugih digitalnih paketa. Iako su tisuće signala mogle dijeliti isti kanal i samo je jedan glasovni kanal (engl. voice circuit) izgubljen za odvajanje signaliziranja od razgovora. takav pristup je nazvan CCS (engl. Common Channel Signalling). Iako je svima bila jasno vidljiva korist iz ovakvog pristupa, njegova primjena je bila još daleko. Javlja se sve veća potreba za uspostavljanjem međunarodnih standarda koji bi regulirali daljnji razvoj tehnologije.

Telekomunikacijski standardi potječu još iz 1865 god. kada je potpisana Međunarodna Telegrafaska Konvencija (International Telegraph Convention) od 20 zemalja. Tada je formirana Internacionalna Telegrafaska Unija (International Telegraph Union - ITU) sa zadatkom da prati i usmjeruje promjene na tom polju. Deset godina poslije izum telefona i brzo širenje telefonskih usluga dovelo je do toga da je Telegrafaska Unija preporučila ozakonavanje internacionalne upotrebe telefona. Samo dvadeset godina poslije bežična telegrafija se pridružila.

Potreba za još jednim setom standarda dovodi do Internacionalne Radio Konferencije 1906 godine, čiji je rezultat bio potpisivanje prve Internacionalne Radiotelgrafske Konvencije. Do 1927 godine postojali su CCIR (Consulative Comite for Internacional Radio), CCIF (Consulative Comitee for Internacional Telephone) i CCIT (Consulative Comitee for Internacional Telegraph). 1932 godine ITU je odlučio udružiti CIR i CCIT u ITC

(Internacional Telecommunication Convention). 1934 godine Internacionalna Telegrafaska Unija je promjenila ime u Internacionalna Telekomunikacijska Unija (ITU).

Nakon II Svjetskog Rata ITU postaje jedna od organizacija Ujedinjenih Naroda. Napokon 1956 godine CCIF i CCIT udružuju se u CCITT (Consulative Comitee for Internacional Telephone and Telgraph) koji je kasnije zamjenjen sa ITU-TS (Telecommunication Stardardization Sector of Internacional Telecommunication Union). Ta grupa je dobila zadatak napraviti skup preporuka koje su kasnije kolektivno postale poznate kao SS7. Prije SS7 postojao je SS6, ali samo na papiru i zvao se CCIOS6 (Common Channel Interoffie Signaling Systems #6). Razvoj potpuno upotrebljive verzije je završen tek 1980 godine.

Svake četiri godine počevši od 1976, standardi su grupisani u kolekcije koje su dobile nazive po njihovim koricama. Tako je 1976 godine objavljena Narančasta Knjiga, sljedila ju je Žuta Knjiga (1980 god.), potom Crvena Knjiga (1984 god.), Plava Knjiga (1988 god.) i Bijela Knjiga (1992 god.).

## 2. ADRESIRANJE

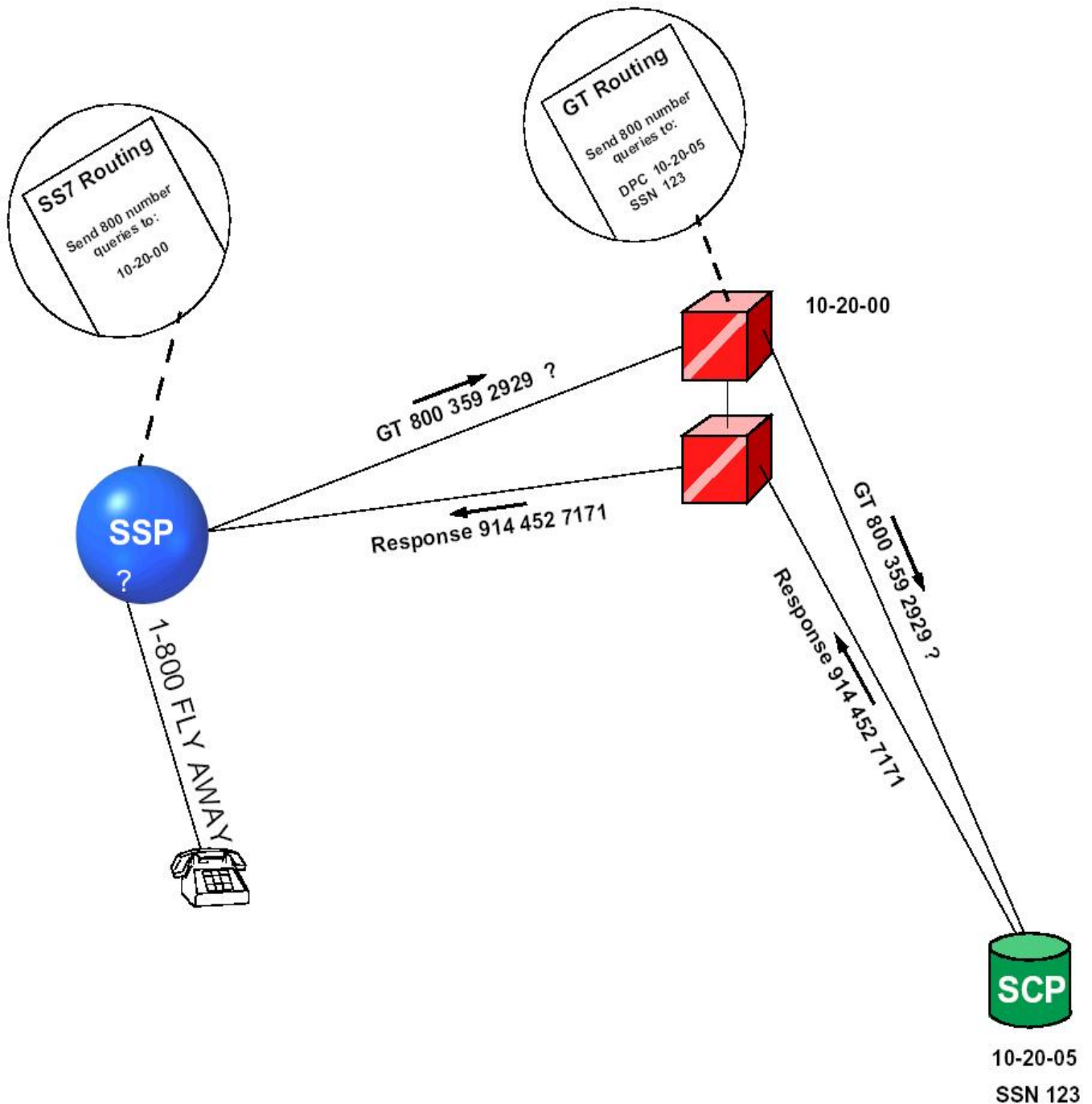
Za početak svaki korisnički dio pristupa adresiranju na drugačiji način. Tako MTP (engl. Message Transfer Part) ima zadatak pouzdano prenositi poruke preko linija do zadanog čvora, za to mu je dovoljna SPC (Signaling Point Code) čvora na kraju veze. MTP vidi tu adresu kao DPC (Destination Point Code) svih poruka koje šalje preko svojih linija. Jedina briga koju MTP ima za bilo koju drugu lokaciju u mreži je finalno odredište poruke da bi mogao odabrati najbolji set linija s kojim može poslati poruku.

**ISUP** (ISDN User Part) adresiranje je drugačije. U normalnoj upotrebi ISUP adresira sklopku na drugom kraju linije. Za SS7 to također znači korištenje DPC, ali telefonska centrala koju ISUP zove najčešće nije locirana na drugom kraju svoje SS7 linije. Posao adresiranja svih drugih lokacija pada na SCCP (Signaling Connection Control Part).

**SCCP** kao i drugi korisnički djelovi može koristiti DPC. DPC može biti korišten za slanje poruke u bilo koji dio globalne SS7 mreže na isti način kao što telefonski broj može biti korišten za adresiranje bilo kojeg telefona u globalnoj telefonskoj mreži. DPC može više od toga, kod svakog DPC-a nalazi se upravljački sistem (nekakva baza podataka, aplikacija za upravljanje pozivima ili neki drugi program). Problem se javlja jer se može dogoditi da je unutar tog sistema pokrenuto više procesa, pa tako SPC može biti dom i od baze brojeva kreditnih kartica i od baze 800 brojeva. Preko DPC-a smo osigurali da se poruka dostavi pripadajućem sistemu ali nismo osigurali da poruku dobije prava aplikacija unutar tog sistema, za to se brine SSN (Subsystem Number).

**Globalna Adresa** (Global Title) - to nije adresa čvora u SS7 mreži nego je to alias za adresu koju treba prevesti u SS7 mrežnu adresu. Globalna adresa je varijabilne dužine. Tako na primjer ako preko STP pošaljemo broj koji smo nazvali ili u dvije baze ili u dva različita čvora baze, signal da je baza nedostupna od SCCP-a od jedne od lokacija u bazi može reći SP-u da promjeni lookup tablicu na neku drugu tablicu globalnih adresa.

Primjer: Ako nazovete 1-800-FLY-AWAY (slika 2.1), telefonska centrala na koju ste povezani ne može sama napraviti spajanje nego šalje zahtjev SS7 mreži u kojem traži da taj broj prevedu u broj koji u sebi sadrži geografsku referencu npr. NANP broj (North American Numbering Plan).



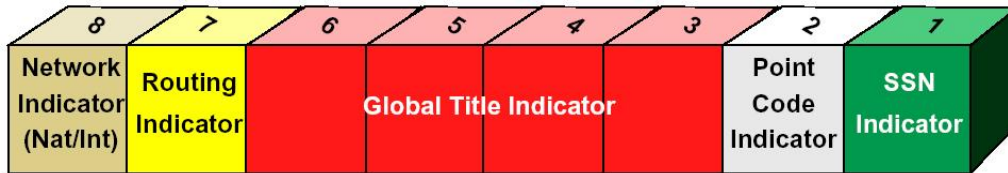
Slika 2.1 Primjer upotrebe globalne adrese

**Adresa stroja koji je nazvaon/nazvan** sadrži sve informacije potrebne za identifikaciju izvora i odredišta poruke. Da bi bolje razumjeli zašto su te vrijednosti potrebne treba pregledati način na koji globalna adresa putuje SS7 mrežom:

1. SSP prima znamenke nazvanog broja koje ne može upotrijebiti za usmjeravanje poziva unutar obične telefonske mreže (eng. Public Switched Telephone Network - **PSTN**).

2. Telefonska centrala konzultira svoju tablicu usmjeravanja za SS7 brojeve.

**Adresni indikator** predviđa adresu koje možemo pronaći u adresnim poljima. Može biti jedan tip adrese ili kombinacija tipova SPC, GT i SSN-a. Na slici 2.2 prikazana je struktura adresnog indikatora.



Slika 2.2 Bitovi adresnog indikatora

U tablicama 2.1, 2.2, 2.3 i 2.4 prikazane su sve moguće kombinacije bitova u adresnom indikatoru za pojedina polja sa slike 2.2 i njihova značenja.

Bits #1-2	Signifies:
xxxxxxx1	The address contains an SSN
xxxxxxx1x	The address contains an SPC

Tablica 2.1 Bitovi adresnog indikatora 1-2

Bits #3-6	Signifies:
xx0000xx	No Global Title included
xx0001xx	Global Title Includes Translation Type, Numbering Plan and Encoding Scheme
xx0010xx	Global Title Includes Translation Type

Tablica 2.2 Bitovi adresnog indikatora 3-6

Bit #7	Signifies:
x0xxxxxx	An SCCP translation is required. Therefore routing should be based on the Global Title in the address.
x1xxxxxx	An SCCP translation is not required. Therefore, routing should be based on the DPC (found in the Routing Label) and the SSN (found in the Called Party Address).

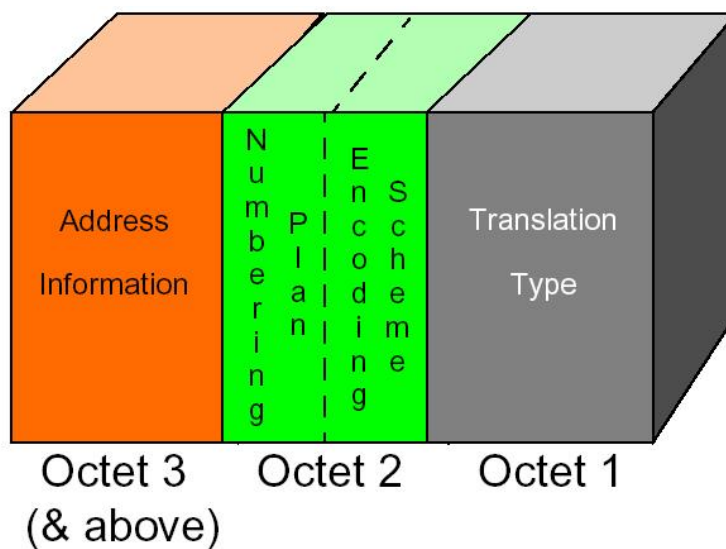
Tablica 2.3 Bitovi adresnog indikatora 7



Bit #8	Signifies:
0xxxxxxx	Both the address indicator and the address are coded according to international specifications.
1xxxxxxx	Both the address indicator and the address are coded according to national specifications.

Tablica 2.4 Bitovi adresnog indikatora 8

Kada pošaljemo poruku na prvom mjestu u njoj nalazi se adresni indikator, preko njega strana koja prima poruku može odlučiti kako će interpretirati nadolazeće informacije prije nego što ih je primila. Poslije adresnog indikatora dolazi adresa stroja koji je nazvao/nazvan. Kao što se vidi iz adresnog indikatora okteti koji sljede mogu biti Tip Prevođenja (engl. Translation Type), SPC (engl. Signaling Point code) i sama Globalna Adresa, ali to ne mora nužno biti tako.



Slika 2.3 Format globalne adrese

**Tip prevođenja** (engl. Translation Type - slika 2.3) - Globalna Adresa može se koristiti na brojne načine i mogu je koristiti brojne aplikacije. Kad su usluge jedne aplikacije unutar neke mreže zahtjevane od nekog mjesta unutar neke druge mreže, tu se uključuju posebne aplikacije koje prenose zahtjeve/potvrde između mreža. Tako npr. u USA telefonski pozivi s javnih govornica mogu se naplatiti preko posebnih telefonskih kartica koje izdaju telefonske tvrtke i preko PIN-ova koje izdaju neke banke - osoba koja zove utipka PIN kojem onda posebna aplikacija može potvrditi valjanost. To je toliko uobičajeno da je ANSI standard od 1996 godine definirao Grupu za Identifikaciju Kartica (Identification Card Application Group) i dodjelio joj vrijednost bitova za tip prevođenja 00000001 (decimalno 1). U tablici 2.5

prikazane su binarne i decimalne vrijednosti bitova koje treba postaviti za određivanje tipa kodiranja.

Translation Type Coding		
Decimal Value	Byte Values	Application/Translation Group
0	00000000	reserved
1	00000001	Identification Cards
2	00000010	reserved*
3	00000011	Cellular Nationwide Roaming Service
4	00000100	Global Title = Point Code
5	00000101	Calling Name Delivery
6	00000110	reserved*
7	00000111	Message Waiting
8	00001000	SCP Assisted Call Processing
9 to 31	00001001 to 00011111	Internetwork Applications
32	00100000	spare
192 to 249	11000000 to 11111001	Network Specific Applications
250	11111010	Network Specific Applications
251	11111011	reserved*
252	11111100	Network Specific Applications
253	11111101	reserved*
254	11111110	**
255	11111111	reserved

Tablica 2.5 Tipovi prevođenja

napomena

- vrijednost 253 je rezervirana za specijalne mrežne aplikacije
- vrijednost 254 koriste 800 službe

**Shema Kodiranja** (Encoding Sheme) - čvor koji prima informacije treba prepoznati koliko znamenki treba potraživati i kako ih prevesti iz binarnog koda. U tablici 2.6 nalaze se popisane sve kombinacije 4 bita koji su za to zaduženi.

<b>Code</b>	<b>Signifies:</b>
<b>0000</b>	Unknown
<b>0001</b>	The address has an odd number of digits and should be converted to decimal values using Binary Coded Decimal (BCD) conversion.
	The address has an odd number of digits and should be converted to decimal values using Binary Coded Decimal (BCD) conversion.
<b>0011 to 1111</b>	Spare

*Tablica 2.6 Shema kodiranja*

### 3. MREŽNA ARHIKTURA

Kao što su sklopke glavni element javne telefonske mreže (eng. Public Switched Telephone Network - **PSTN**) tako su točke prijenosa signala (eng. Signaling Transfer Point - **STP**) ljepljivo koje drži SS7 mrežu. Na slici 3.1 prikazana su dva STP-a povezana C-vezom. SS7 mreža je napravljena tako da prijenosne linije budu što manje opterećene. STP-ovi su međusobno povezani raznim tipovima veza koje se označavaju slovima A-F. Poznavanjem vrsta veza možemo odmah znati i vrste čvorova koje su njima povezane.

Posao STP-a je da provjeri odredište poruka koje prima, konzultira tablicu usmjeravanja (eng. routing table) i pošalje poruku po putu odabranom iz tablice. Usmjeravanje je neophodno, jer kao i sklopke, STP-ovi mogu imati brojne veze prema korisnicima i drugim STP-ovima koji opet rade usmjeravanje prema lokacijama koje nemaju direktnu vezu prema STP-u koji je prvi napravio usmjeravanje.

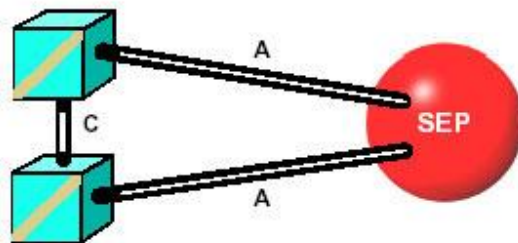


Slika 3.1 STP (C-veza)

Pouzdanost telekomunikacijske mreže zahtjeva redundanciju - zato su STP-ovi uvijek u parovima. Posebne veze povezuju par i omogućuju porukama da prelaze preko jednog STP-a na drugi STP u tom paru, takve veze se zovu **C-veze** (eng. cross links).

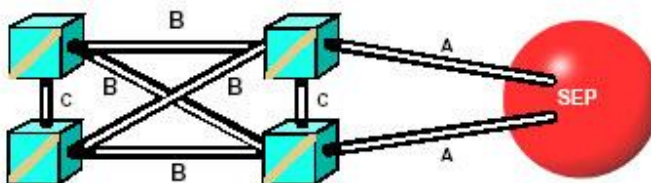
Završna točka signala (eng. Signaling End Point - **SEP**) je u SS7 mreži isto što je telefon u PSTN-u. Telefon ima adresu koja je prepoznatljiva PSTN-u, ta adresa je telefonski broj koji se može adresirati preko sklopki (to je najčešće napravljeno geografski tako je u Americi to napravljeno prema North American Numbering Plan - NANP). završne točke u SS7 mreži koriste SPC (eng. Signaling Point Code) kojeg SS7 mreža razbije na mrežni, nakupinski (engl. cluster) i korisnički dio. Za razliku od NANP, označavanje brojevima u SS7 mreži nema veze s geografskim rasporedom.

Na slici 3.2 prikazane su veze koje povezuju SEP sa STP-om. one se zovu pristupne veze (engl. Access Links - **A-veze**).



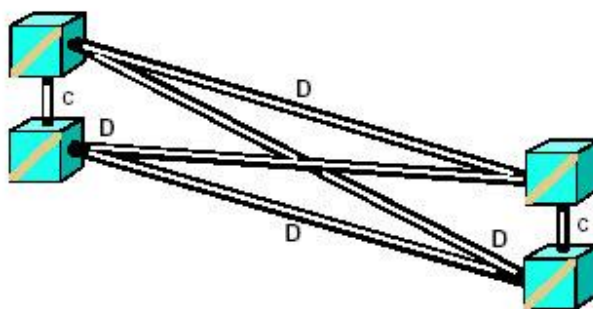
Slika 3.2 SEP u STP (A-veza)

STP koji nema veza dalje u mrežu (slika 3.2) ne može raditi usmjeravanje osim za poruke koje dolaze sa SEP-a na koji je spojen i koje idu u taj isti SEP. Da bi STP par povezali s drugim STP parovima potreban je aranžman od 4 veze koji stvara most koji povezuje STP parove, pa je tako ta veza dobila i ime **B-veza** (engl. Bridge link - mosna veza). Unutar SS7 mreže postoji hijerarhija, tako se unutar mreže STP parovi povezuju sa lokalnim SEP-ovima, mogućnosti usmjeravanja su ograničene i broj veza potrebnih za komunikaciju brzo raste.



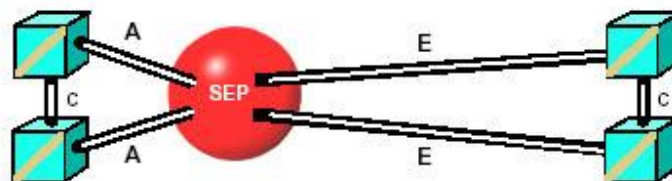
Slika 3.3 STP u STP veze (B-veza)

Postoje slučajevi kada SEP treba komunicirati sa lokacijom koja je izvan lokalne mreže. Za to se koriste **D-veze** (engl. Diagonal links - dijagonalne veze). Na crtežu 3.4 desni lokalni STP par nacrtan je niže kako bi se naglasilo da su različitih nivoa hijerarhije.



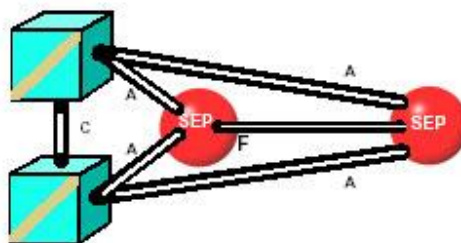
Slika 3.4 STP u STP veze (D-veza)

Već je spomenuto da postoje A-veze koje se nalaze između SEP-a i STP-a, ali postoji još jedna vrsta SEP u STP veza - to su **E-veze** (engl. Extended links - produžene veze). E-veze povezuju SEP sa udaljenim STP-ovima, one omogućuju povezivanje SS7 mreži kada nije moguće povezivanje preko A-veza. Na slici 3.5 prikatan je Primjer E-veza. Mrežni provider odlučuje hoće li postaviti te veze jer one nisu nužne za funkcioniranje SS7 mreže. Na slici 3.9 veze koje povezuju SSP 1 sa STP-ovima 11 i 12 su E-veze.



Slika 3.5 SEP u STP veze (E-veza)

U mnogim mrežama SEP-ovi postoje samo da bi omogućili pristup podacima, specijalnu obradu ili sakupljanje podataka nekom drugom čvoru u mreži. U takvim slučajevima SEP-ovi se povezuju **F-vezama** (engl. Fully Associated links - potpuno povezane veze). One zaobilaze sigurnosne postavke STP-a. Primjeri F-veza prikazani su na slici 3.6 i na slici 3.9 (veza između SSP-a 1 i SSP-a 2).

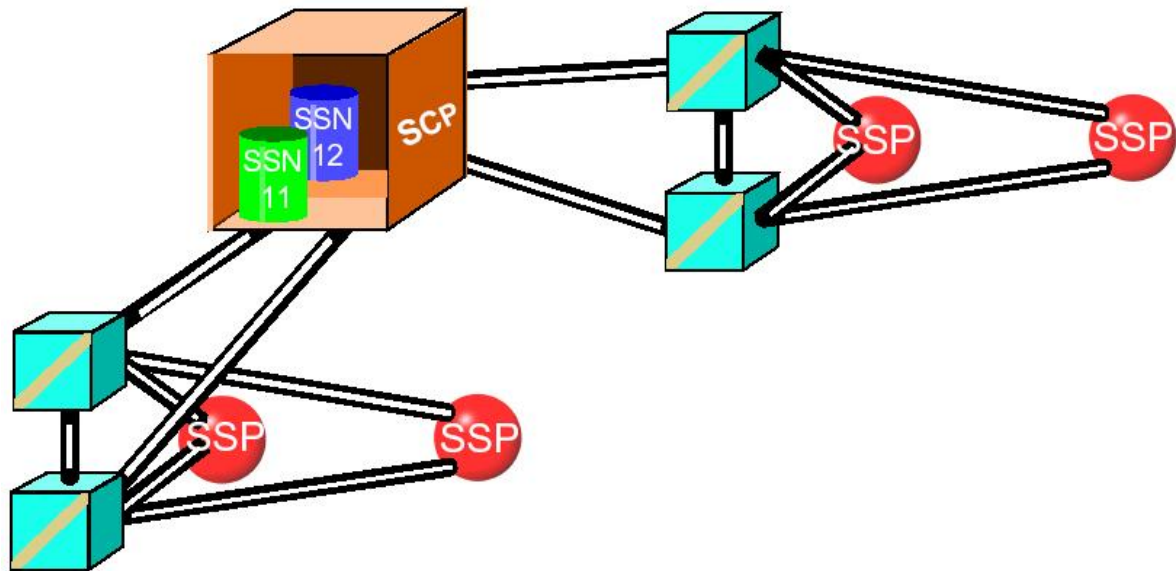


Slika 3.6 SEP u SEP veze (F-veza)

Do sada smo koristili generički SEP za opisivanje krajnjih signalnih točaka, dok u stvarnosti postoje: SSP (engl. Service Switching Point), CCSSO (engl. Common Channel Signalling Switching Office) i SCP (engl. Service Control Point).

CCSSO ima mogućnost koristiti SS7 za uspostavljanje veze preko snopova kanala (engl. trunk signalling mode for call set-up).

SSP za razliku od CCSSO-a, koji je zapravo ograničena verzija SSP-a, ima mogućnost zaustavljanja uspostave veze, može raditi upite o nepoznatim bazama i sukladno s tim poduzimati odgovarajuće akcije. SSP može se opremiti software-om potrebnim za obavljanje raznih budućih zadataka.



Slika 3.7 SCP

SCP omogućuje pristup podacima u bazi ili drugim digitalnim službama, oslobađajući sklopke pokušaja da održavaju ogromne tablice usmjerenja. Kada su lokacije kao što je SCP adresirane SPC nije dovoljan, za tu svrhu SS7 jednostavno koristi SSN (engl. Subsystem Number).

Na slici 3.8 prikazan je jednostavan primjer povezivanja dvije lokalne SS7 mreže. Treba uočiti:

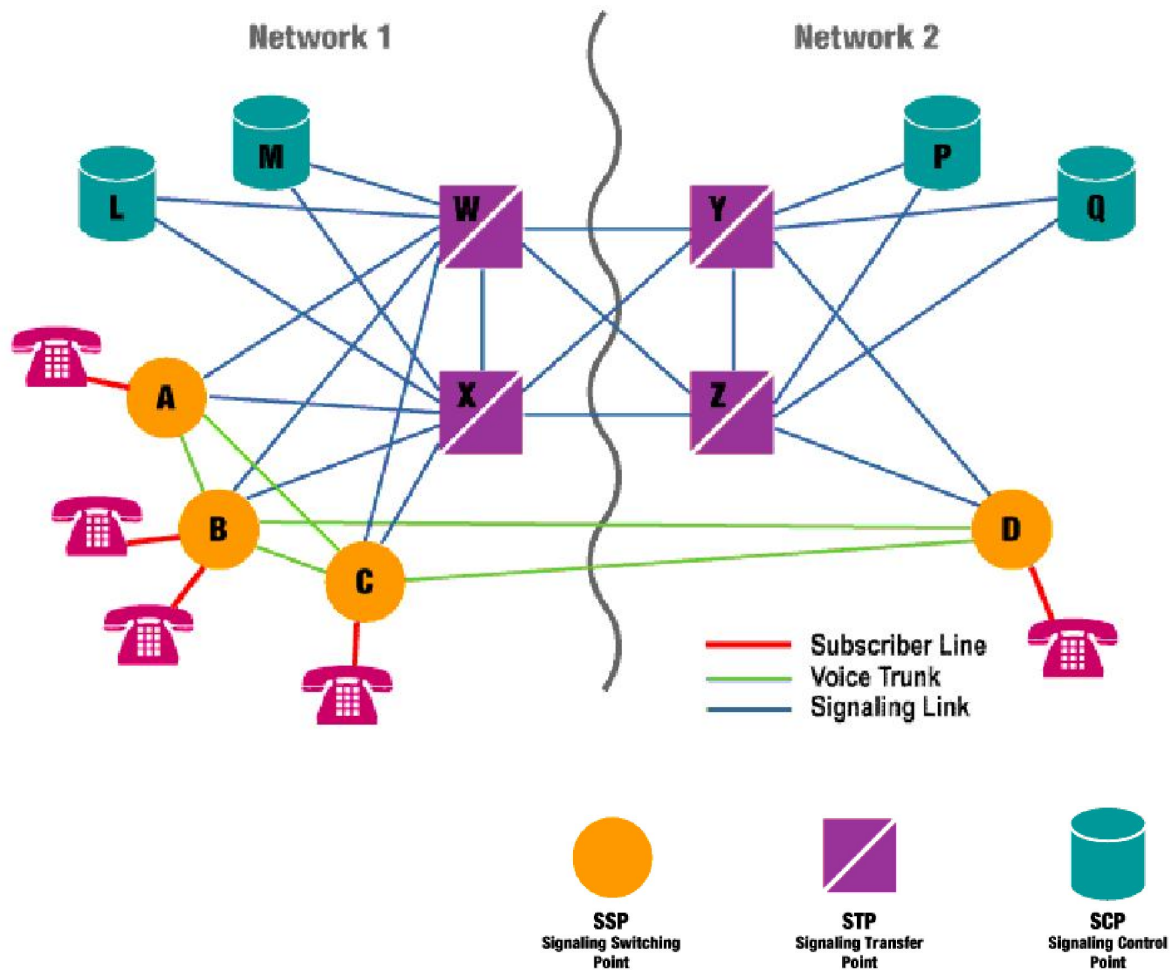
1. STP-ovi W i X obavljaju iste funkcije - oni su redundantni, njime se obračamo kao paru STP-ova (isto vrijedi za STP-ove Y i Z).

2. Svaki SSP ima dva seta veza (po jednu vezu prema svakm STP-u unutar para STP-ova), preko tih veza se obavlja cjelokupna komunikacija. Pošto su obje veze jednake, svejedno je preko koje se komunicira.

3. STP-ovi unutar para povezani su sa posebnim vezama (C veze).

4. SCP-ovi se također obično koriste u parovima. Dva SCP-a spojena u par imaju jednak prioritet, ali za razliku od STP-ova, oni nisu direktno povezani.

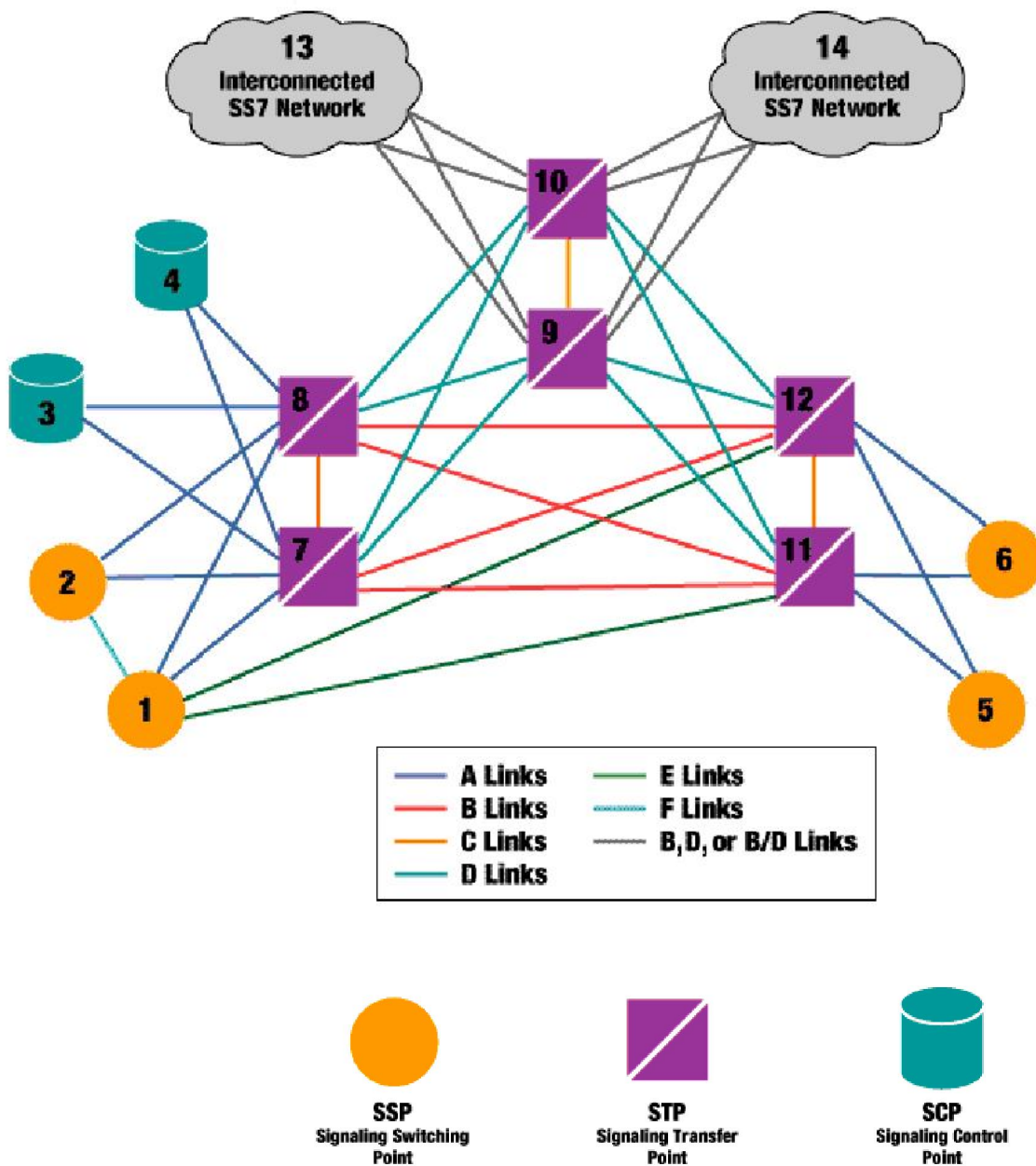
6. Ovakva signalna arhitektura omogućuje indirektne signalne putove između mrežnih elemenata.



Slika 3.8 Primjer SS7 mreže

Slika 3.9 je jednostavan primjer na kojem možemo vidjeti primjenu svih tipova veza koje se koriste za povezivanje SS7 mreža.





Slika 3.9 Primjer veza SS7 mreža

Primjer jednostavnog poziva preko SS7 mreže: Preplatnik koji je spojen na mrežu preko telefonske centrale **A** zove preplatnika koji je spojen na mrežu preko telefonske centrale **B** (slika 3.10). Proces se odvija po sljedećim koracima:

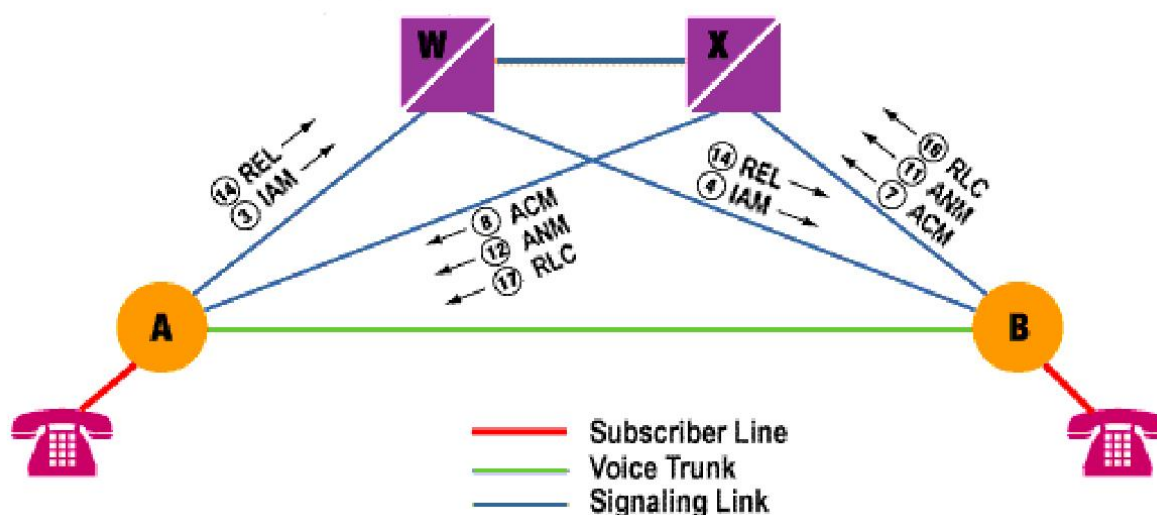
1. Telefonska centrala **A** analizira nazvani broj i odlučuje da poziv treba poslati telefonskoj centrali **B**.

2. Telefonska centrala **A** prvo šalje IAM paket (engl. initial address message) telefonskoj centrali **B**, u tom paketu definirani su: telefonski broj osobe koja je zvala, telefonski broj osobe koju zove i telefonske centrale preko kojih ide poziv.

3. Telefonska centrala **A** odabire jednu od svojih A-veza (npr. AW - vezu) i šalje poruku preko veze za usmjeravanje telefonskoj centrali **B**.

4. STP **W** prima poruku, provjerava svoju tablicu usmjeravanja preko koje definira put kojim će poslati poruku telefonskoj centrali **B**. U ovom primjeru STP to radi preko BW - veze.

5. Telefonska centrala **B** prima poruku, analizira je i zaključuje da treba poslužiti pozvani broj dalje prema nazvanom korisniku.



Slika 3.10 Primjer poziva preko SS7 mreže

6. Telefonska centrala **B** formuliра ACM (engl. address complete message) poruku koja indicira da je IAM došao do odredišta. Poruka identificira telefonsku centralu koja šalje poruku (**B**), telefonsku centralu koja prima poruku (**A**) i odabrane snopove kanala.

7. Telefonska centrala **B** odabire jednu od dostupnih A veza (npr. BX vezu) i preko nje šalje ACM telefonskoj centrali **A** i istovremeno šalje preko odabranih snopova kanala "zvoni" signal prema telefonskoj centrali **A** i šalje preko odabranih snopova kanala "zvoni" signal prema nazvanom preplatniku.

8. STP **X** prima poruku, provjerava svoju tablicu usmjeravanja preko koje definira put kojim će poslati poruku telefonskoj centrali **A**. U ovom primjeru STP to radi preko AW - veze

9. Po primanju ACM paketa, telefonska centrala **A** povezuje preplatnika koji je nazvao preko odabranih snopova kanala sa telefonskom centralom **B** (sad preplatnika koji je nazvao može čuti "zvoni" signal koje je poslala telefonska centrala **B** nazvanom preplatniku).

10. Kad nazvani preplatnik podigne telefonsku slušalicu, telefonska centrala **B** formuliра ANM (engl. answer message) poruku koja identificira telefonsku centralu koja šalje poruku (**B**), telefonsku centralu koja prima poruku (**A**) i odabrane snopove kanala.

11. Telefonska centrala **B** odabire iste **A** veze koje je koristila za slanje ACM poruke i šalje ANM poruku. Do sada snopova kanala trebaju već biti povezani sa pozvanom vezom u oba smjera da bi omogućili razgovor.

12. STP **x** prepoznaje da je ANM adresirana telefonskoj centrali **A** i prosljeđuje ANM preko **AX** veze.

13. Telefonska centrala **A** provjerava da li je preplatnik koji je nazvao spojen sa snopovima kanala. Nakon toga razgovor može početi.

14. Ako preplatnik koji je nazvao prvi prekine vezu (nakon razgovora), telefonska centrala **A** će generirati poruku otpuštanja **REL** (engl. Release message) adresiranu telefonskoj centrali **B**. **REL** poruka šalje se preko **AW** veze, ona identificira snopove kanala koji su korišteni za vrijeme poziva.

15. STP **W** prima **REL** poruku, vidi da je adresirana telefonskoj centrali **B** i prosljeđuje je dalje preko **WB** veze.

16. Telefonska centrala **B** odspaja snopove kanala od preplatnikove linije, vraća snopove kanala u stanje mirovanja (engl. idle state) i generira **RLC** poruku (engl. Release complete message) koju adresira i šalje ju telefonskoj centrali **A** preko veze **BX**. **RLC** identificira snopove kanala koji su korišteni za vrijeme poziva.

17. STP **X** prima **RLC** poruku, vidi da je adresirana telefonskoj centrali **A** i prosljeđuje ju dalje preko **AX** veze.

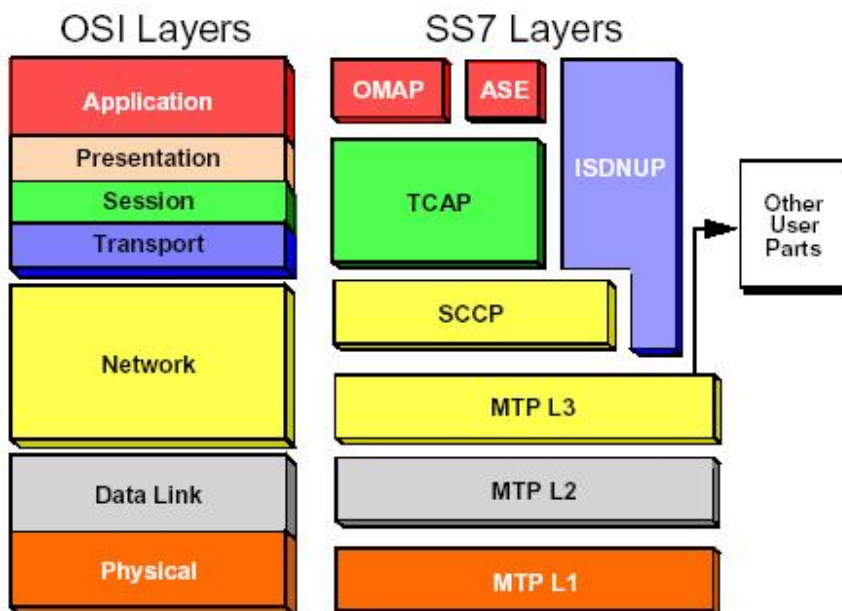
18. Po primanju **RLC** poruke telefonska centrala **A** vraća snopove kanala u stanje mirovanja.

## 4. KORISNIČKI DJELOVI

Da bi bolje razumjeli SS7 protokol, korisno je razumjeti koncept uslojavanja. Već 1983. godine neke velike telekomunikacijske kompanije počele su sve više primjećivati brojne probleme koji se događaju kada dva različita računala pokušavaju komunicirati preko mreže. Odlučili su sjesti i stvoriti specifična sučelja koja bi svi mogli koristiti. Ubrzo su shvatili da bi stvaranjem specifičnih sučelja mogli usporiti razvoj i implementaciju budućih standarda i računarskih tehnologija. Zato su umjesto da stvore specifična sučelja, odlučili stvoriti model slojevite arhitekture koji bi mogao biti korišten za razvijanje budućih mreža. Rezultat je bio otvoreni sustav (engl. Open System Interconnection - **OSI**) koji je kasnije prihvaćen i od Internacionalne organizacije za standarde (engl. International Standards Organization - **ISO**).

Slojeviti protokol sastavljen od modularnih aplikacija, od kojih je svaka dizajnirana za obavljanje određenih funkcija. Svaki modul postao je dio arhitekture protokola, a svako dio koji je nudio usluge nekom drugom dijelu postao je korisnički dio (engl. **User Part**).

Ovakav pristup urodio je brojnim prednostima. Tako na primjer svaka mreža mora biti u stanju transportirati poruke preko veza u samoj mreži. Modularni transportni mehanizam omogućuje pouzdan transport poruka u mreži. Dodavanje novog korisničkog dijela je jednostavnije jer za njega trebamo razviti samo njegove funkcije dok ostale funkcije automatski može koristiti.



Slika 4.1 Usporedba OSI i SS7 protokola

Teško bi bilo pronaći protokol koji ima sve funkcijske slojeve grupirane jednako kao OSI model, SS7 nije iznimka. Kao što se može vidjeti na slici 4.1 većina nižih slojeva je slična u oba modela za razliku od viših slojeva, tako na primjer, ISDNUP (engl. Integrated Services Digital Network Users Part) se proteže od mrežnog sloja do aplikacijskog sloja. Neki korisnički djelovi su izostavljeni sa slike, to su: TUP (Telephone Users Part) i DUP (Data Users Part), oni se koriste samo u nekim djelovima svijeta (npr. Kina).



Slika 4.2 MTP Level 1

**MTP Level 1** predstavlja fizički sloj, on prvi rukuje dolaznim porukama i zadnji rukuje odlaznim porukama. Ovaj sloj bavi povezivanjem strojeva na mrežu, brine se za veze, kontrolira takt i fizičke aspekte slanja poruka preko mreže (E1, T1, DS0).



Slika 4.3 MTP Level 2

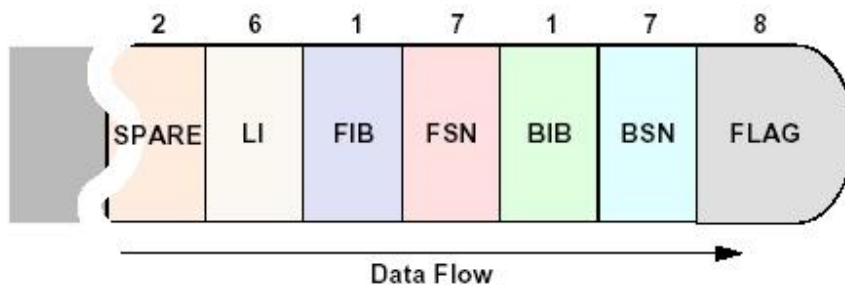
**MTP Level 2** obavlja zadnje "inteligentno" rukovanje porukom prije slanja, odnosno prvo "inteligentno" rukovanje porukom pri primanju poruke. Nadziranje zauzeća veza i dojavljivanje stanja MTP Levelu 3 je primarna funkcija ovog sloja.

MTP Level 2 je zadužen za skupljanje odlaznih poruka u pakete koji se zovu signalne jedinice (engl. signaling units). Postoje tri vrste signalnih jedinica:

1. Signalna jedinica za poruke (engl. Message Signal Unit) - u tom paketu je uključen sadržaj SS7 poruke
2. Signalna jedinica za stanje veza (engl. Link Status Signal Unit) - prenosi informaciju o vezama

3. Signalna jedinica za nadopunjavanje (engl. Fill In Signal Unit) - brine se da nema praznina u prijenosu i da su podaci prepoznatljivi na vezi dok je ona aktivna.

Za bilo koji tok podataka bitno je da kraj koji prima podatke može prepoznati mjesto gdje treba početi čitati paket. Zato MTP Level 2 ima i funkciju staviti *graničnik* u svaki paket. Graničnik je definiran sa nulama na oba kraja i jedinicama u sredini (npr. 01111110). Signalne jedinice mogu biti prilično velike (279 okteta), pa su šanse da isti "počni čitati odavde" kod već postoji prilično velike. Ako se to dogodi čitanje podataka bi moglo biti terminirano ili započeto ispočetka. Da bi to spriječili u izlaznim porukama, pretražuje se cijela poruka i traži se niz od pet jedinica, nakon toga se iza svake pete stavi nula. Posle toga se stavi "počni čitati odavde" kod i poruka se šalje. Strana koja prima poruku prvo pronade i izbaci "počni čitati odavde" kod i traži nizove od pet jedinica kojima onda izbriše dodanu nulu i poruka je vraćena u originalno stanje.



Slika 4.4 Primjer paketa

MTP Level 2 se brine i integritetu poruka, on provjerava integritet primljene poruke i ispravlja poruke koje se primljene u nečitljivom stanju. To naravno ne može obaviti bez pomoći strane koja je poslala poruku. Slika 4.5 prikazuje uobičajena polja od sva tri paketa koja se ponekad nazivaju "housekeeping fields". Njihova svrha je omogućiti MTP potrebne informacije za ispravljanje pogrešaka u paketu kojeg čita, osigurati ispravnost podataka i omogućiti primajućem MTP-u potvrdu primitka ispravnih paketa. Strjelica na slici pokazuje smjer toka podataka. Brojevi poviše polja označavaju veličinu polja u bitovima. Sljedeće polje je **BSN** (engl. Backward Sequence Number - Sljedni broj od kraja), njegovu vrijednost mijenja MTP koji prima podatke kada šalje paket nazad MTP-u koji mu je poslao podatke. **BIB** (engl. Backward Indicator Bit - Bit indikator od kraja) je također promjenjen od MTP koji prima podatke kada šalje paket nazad MTP-u koji mu je poslao podatke kada se zahtjeva kopija poruke. **FSN** (engl. Forward Sequence Number - Sljedni broj od početka) koristi MTP koji šalje podatke i u njega stavlja cikličku vrijednost (0 - 127) koja identificira svaki paket. **FIB** (engl. Forward Indicator Bit - Bit indikator od početka) namješta MTP koji šalje podatke i pregledan u povratnim potvrdnim paketima da bi se odlučilo da li treba poslati kopiju paketa.

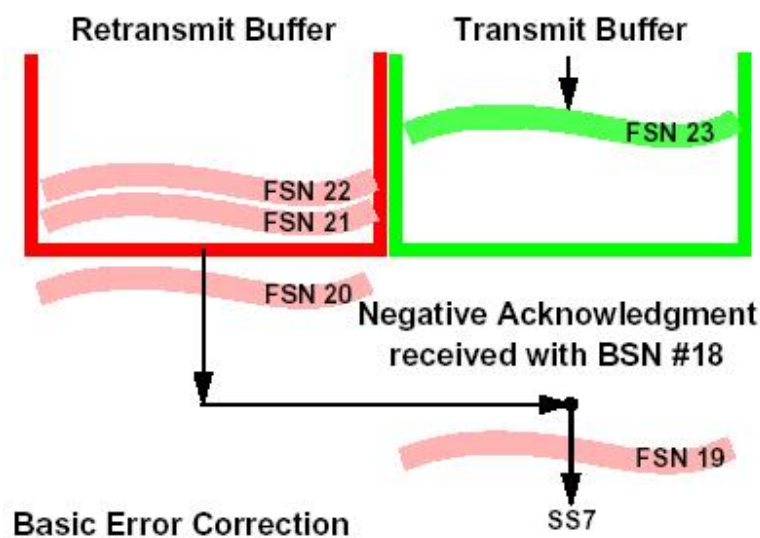
Poruke se šalju iz redova koji su specifični za svaku liniju. Svaki red se u stvari sastoji od dva dijela. Iz jednog reda se poruke direktno šalju - to je spremnik za slanje (engl. transmit buffer). Kad je poruka poslana ona se kopira u drugi red - spremnik za ponovno slanje (engl. retransmit buffer). Kad se vrati potvrda o primitku poruke, ona briše poruku i sve predhodne poruke iz spremnika za ponovno slanje.

Slika 4.5 prikazuje kako strana koja šalje poruku popunjava SFN i kopira poruku u spremnik za ponovno slanje prije nego je pošalje. Pretpostavimo da poruka sa FSN-om broj 19 nije dobro primljena. MTP koji prima poruku će uzeti broj zadnje dobro primljene poruke i postaviti ga u BSN polje paketa kojeg će vratiti nazad, također će promijeniti BIB bit u suprotnu vrijednost. To služi kao zahtjev za ponovno slanje poruke. Kad strana koja je poslala neispravnu poruku primi takvu poruku ona poduzima niz akcija:

1. slanje onemogućeno
2. poruke počevši od one sa FSN brojem 19 ponovno se šalju
3. poruke koje su u spremniku prije FSN 19 brišu se
4. slanje omogućeno

Ovako je strani koja prima poruku zagarantiran integritet poruka koje prima i strani koja šalje je omogućeno da očisti spremnik za ponovno slanje. Strana koja prima poruku mora odgovoriti čak i ako su sve poruke dobro primljene. To radi na sličan način kao i kad zahtjeva kopije poruka.

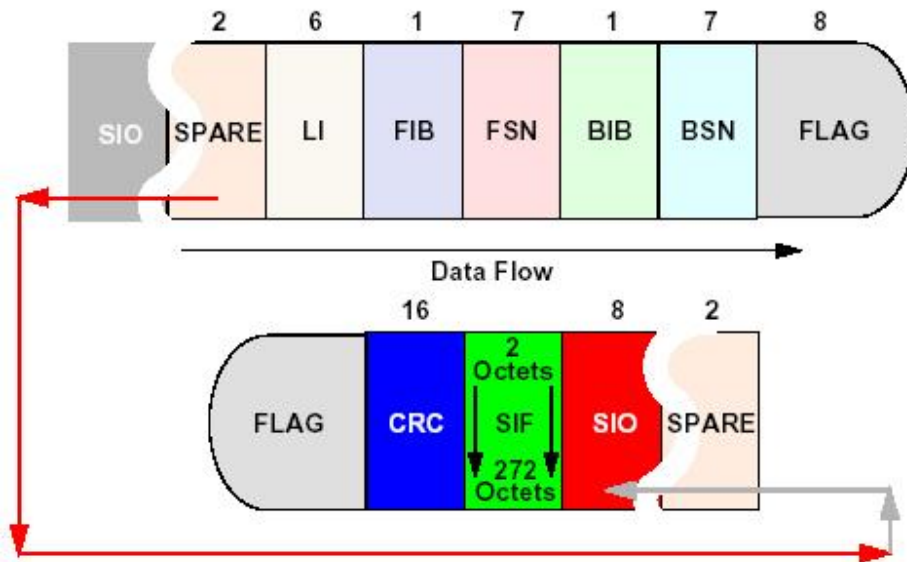
U točno određenim vremenskim razmacima poslani paketi sadrže BSN koji je FSN zadnje ispravno primljene poruke. Ovaj put je BIB postavljen na istu vrijednost kao i FIB. To vidi strana koja je poslala paket kao pozitivnu potvrdu, omogućavajući MTP-u koji je poslao da uništi sve kopije poruka sa FSN-om manjim ili jednakim poruci koja je bila u paketu.



Slika 4.5 Osnovno ispravljanje pogrešaka

Sav promet paketima obavlja se preko veza i poruke namjenjene specifičnim spremnicima idu samo preko posebnih veza. To znači da ako se ta veza pokvari svi pozitivni i negativni paketi potvrde neće doći na odredište. U takvim slučajevima je potreban mehanizam za spriječavanje prepunjenja spremnika (engl. buffer overflow). Jedan od tih je i brojač T7 (Timer 7) koji čeka na potvrdu, ako istekne vrijeme na brojaču, slanje preko te veze prestaje.

Drugi način je da lokalni MTP prijaviti grešku ako nema podataka na vezi. Ovi načini se odnose na osnovno ispravljanje grešaka (engl. basic error correction).

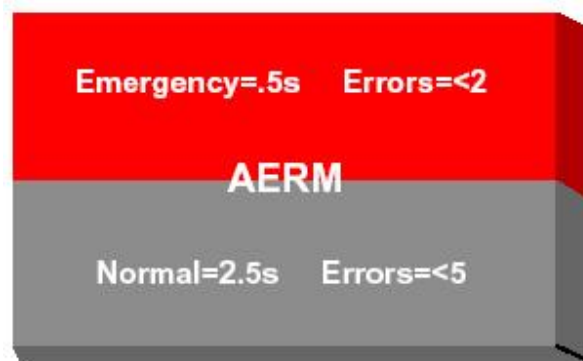


Slika 4.6 Primjer detekcije pogreške

Detektiranje grešaka se obavlja nizom različitih testova. Tako na primjer polja signalne jedinice (slika 4.6) su uvijek parni brojevi okteta. Znači ako se ukupni broj bitova u paketu podjeli s 8 dobijemo nekakav rezultat i ostatak 0, ako ostatak nije 0 onda je u paketu greška i on se poništava. Polje **CRC** (engl. Cyclic Redundancy Code) reprezentira ukupni broj bitova postavljenih u poruku od strane koja ju je poslala. Strana koja prima poruku provjerava tu vrijednost i utvrđuje korektnost poslana poruke.

Kroz sva ova testiranja MTP je tolerantan prema problemima prijenosa, oni su prihvaćeni kao dio procesa. MTP Level 2 pazi ne samo na poruku nego i na veze. Postoje dvije procedure koje su zadužene za "zdravlje" veza. Jedna od njih je **AERM** (engl. Alignment Error Rate Monitor). Ova procedura se pokreće svaki put kad je veza prvi put pokrenuta i svaki put kad je veza ugašena i ponovno aktivirana.





### Alignment Error Rate Monitor

*Slika 4.7 AERM procedura*

AERM procedura (slika 4.9) sastoji se od dva izbora:

1. Normal alignment
2. Emergency alignment

Standardi specificiraju dozvoljenu količinu podataka koja se može izgubiti u određenom vremenskom intervalu (npr. 64 Kbs).

Odmah nakon uspostavljanja veze iz prijašnjeg primjera MTP ulazi u period provjeravanja. Za vrijeme tog perioda jedinice signala za popunjavanje (engl. Fill In Signal Units - FISU) se šalju za nadziranje. Ako je konfiguracija pozvala Emergency alignment FISU se nadziru 5s. FISU ne nose nikakve podatke, dobijemo ih ako MSU oduzmemo SIO i SIF polja. Tijekom perioda odobravanja jedna greška će biti ignorirana, ali ako se dogode dvije greške procedura mora početi ponovno.



*Slika 4.8 MTP Level 3*

**MTP Level 3** sastoji se od dva dijela:

1. Upravljanje signalnim porukama (engl. Signalling Message Handling - **SMH**)
2. Upravljanje signalnom mrežom (engl. Signalling Network Management - **SNM**) - kontrolira promet, veze i putove koji su na raspolaganju.

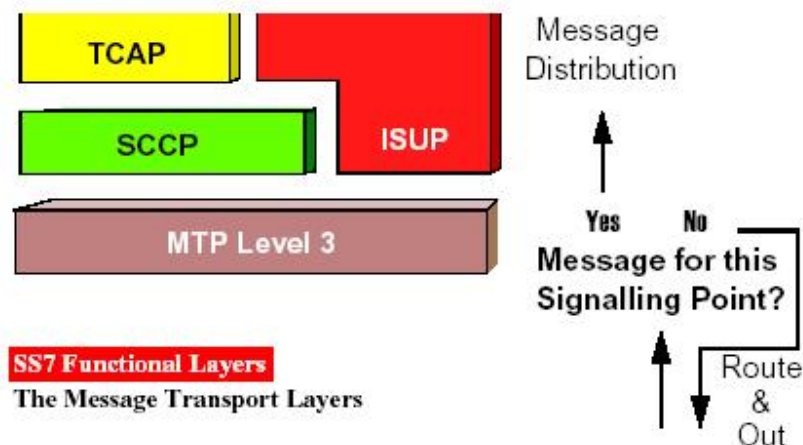
MTP Level 3 konstantno prima informacije o statusu veza, setovima veza, putovima i setovima putova. Pomoću tih informacija MTP level 3 obavlja kontrolu prometa nad resursima koje kontrolira. To znači da npr. kad jedna od veza postane preopterećena, MTP level 3 će preusmjeriti promet s te veze na neku slobodnu vezu. MTP level 3 vidi resurse kao dostupne ili nedostupne, postoji mnogo razloga zbog kojih neka veza može biti nedostupna. Pod normalnim okolnostima MTP level 3 generira SLS kod (engl. Signalling Link Selection) koji koristi da bi kružno rasporedio teret preko dostupnih veza. Kad primi naznaku da je veza zauzeta, on promjeni odredište poruke na neku drugu vezu iz istog seta. Ta procedura se zove **Changeover**. Kada nedostupna veza opet postane dostupna jednaka količina prometa mora se preusmjeriti na tu vezu. Ta procedura se zove **Changeback**.

Osim što obavlja kontrolu prometa na vezama, MTP level 3 mora upravljati usmjeravanjem prometa. Može se dogoditi da promet prema udaljenom odredištu ne uspijeva zato jer staza postane nedostupna. Kad se to dogodi konzultira se tablica usmjeravanja u potrazi za drugim putem do istog odredišta. Ako je to slučaj, izlazna ruta se mijanja u procesu koji se naziva prisilno preusmjeravanje (engl. **Forced Rerouting**). Kad originalna ruta postane opet dostupna, MTP level 3 sprema izlazne podatke, vraća nazad originalnu rutu i šalje preko nje pospremljene podatke - sva se vraća u normalu. Ta procedura se zove kontrolirano preusmjeravanje (engl. **Controlled Rerouting**). Treba naglasiti da MTP level 3 uvijek vraća originalnu vezu ili set veza ako je razlog zbog kojeg je došlo do promjene nestao. Sve aktivnosti vezane uz redirekciju prometa ovisno o uvjetima u mreži spadaju pod upravljanje signalnom mrežom (engl. Signalling Network Management - SNM).

Još jedan posao za koji je MTP level 3 zadužen je **MTP Restart**. Ako čvor izgubi sve pristupe mreži, treba poduzeti posebne akcije kad veze ponovno postanu dostupne. Za vrijeme dok je čvor bio odsutan neki uvjeti u mreži mogli su se promijeniti, zato čvor koji se vraća nazad u mrežu treba vremena da osvježi sve mrežne uvjete. Drugi čvorovi koji su mu slali poruke vide da se čvor upravo vratio i ponovno mu počinju slati poruke. Upravo vraćeni čvor to mora spriječiti, jer mora biti siguran da na raspolaganju ima dovoljno resursa za nadolazeći promet. Da bi to napravio obično šalje poruku *Uspostava prometa dozvoljena* (engl. Traffic Restart Allowed) ili *Čekam na ponovnu uspostavu prometa* (engl. Traffic Restart Waiting) drugim čvorovima.

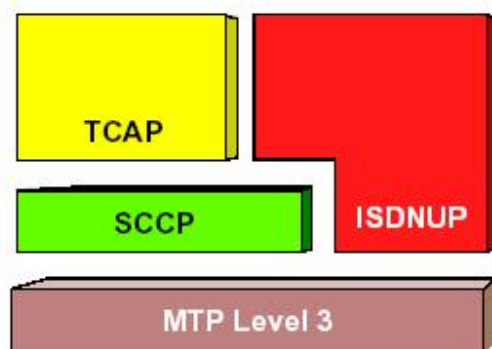
Druga strana funkcionalnosti MTP level 3 je Rukovanje signalnim porukama (engl. Signalling Message Handling - **SMH**), ta funkcija se može razbiti na dva dijela:

1. Diskriminacija poruke (engl. Message Discrimination) - poruka se pregledava da bi se utvrdilo da li je adresirana tom čvoru, ako nije pravilo je usmjeriti i poslati van (engl. "route and out"). Pošto STP-ovi nose većinu odgovornosti za usmjeravanje u mreži, oni najčešće koriste to pravilo. Slika 4.9 prikazuje funkciju diskriminacije poruke. Neki čvorovi nemaju tu funkciju, na primjer čvorovi koji mogu raditi ograničeno usmjeravanje koristeći F-veze jednostavno odbace poruke koje im nisu adresirane.



Slika 4.9 Diskriminacija poruke

2. Distribucija poruke (engl. Message Distribution) - ako je poruka došla točnom čvoru onda funkcija diskriminacije poruke obavještava o tome funkciju distribucije poruke. Većina slojeva nadolazeće poruke samo šalje sljedećem korisničkom dijelu. MTP level 3 mora napraviti izbor jer se četvrti nivo sastoji od više različitih korisničkih djelova. To su najčešće SCCP i ISUP, ali mogu se pojaviti i TUP (engl. Telephone Users Part) i DUP (Data Users Part). Podaci koji se nalaze u servisnom informacijskom oktetu (engl. Service Information Octet - SIO) od MSU-a pomažu MTP level 3 odlučiti.



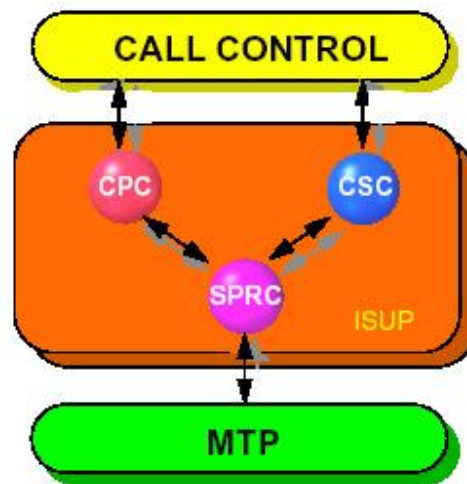
Slika 4.10 ISDNUP

Iako je **ISDNUP** (engl. Integrated Services Digital Network User Part) korisnički dio, najčešće se koristi usluga **ISUP**. To je zato jer se standard odnosi na sve djelove koje PSTN koristi, a ne samo na postavljanje sklopovskih veza. ISUP se generalno odnosi na upotrebu elektroničkih sklopova. Aplikacije koje imaju posao kontrolirati te veze zovu se Aplikacije kontrole poziva (engl. Call Control Applications).

Usluga ISUP može se podijeliti na dvije usluge:

1. Osnovna usluga (engl. Basic Service) - zadužena za uspostavljanje i prekidanje poziva.

2. Nadomjesna usluga (engl. Supplementary Service) - zadužena za prelaz svih poruka koje su potrebne za održavanje i/ili modificiranje poziva.

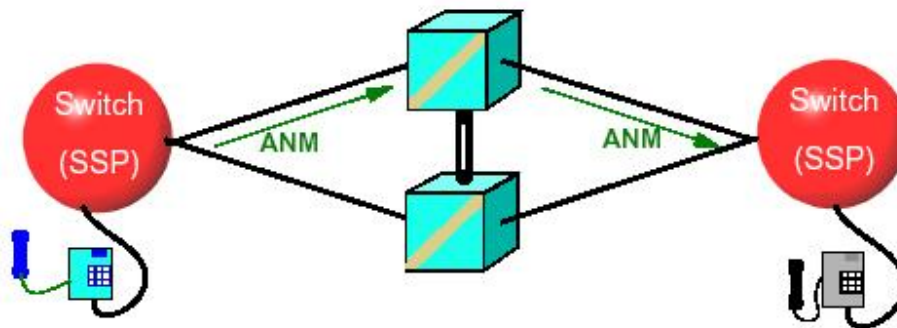


Slika 4.11 Kontrola poziva

Kao što je prikazano na slici 4.11 ISUP se po funkcionalnosti može podijeliti na tri proceduralne kategorije:

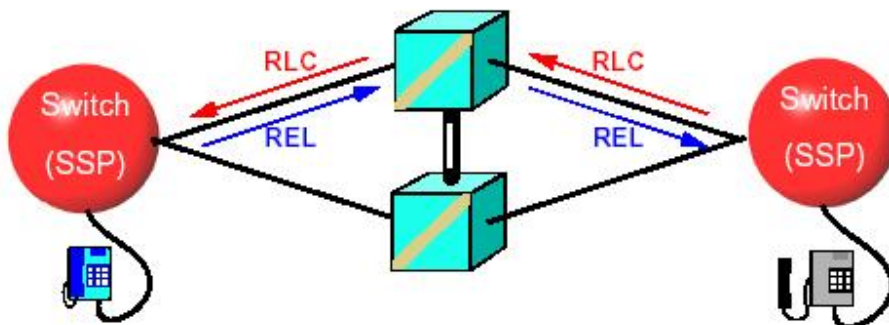
1. Kontrola signalih procedura (engl. Signalling Procedure Control - **SPRC**)
2. Kontrola nadziranja sklopova (engl. Circuit Supervision Control - **CSC**)
3. Kontrola procesiranja poziva (engl. Call Processing Control - **CPC**)

Iako današnje sklopke mogu vrlo brzo povezivati, vrijeme povezivanja nije nula. Nekad kada su se trebale napraviti sklopovske veze radi prenošenja informacije, vremena povezivanja su se međusobno zbrajala. Danas, kad telefonska centrala uspostavlja vezu ne treba se spajati, umjesto toga ona jednostavno označi krug kao rezerviran. Ako se drugi kraj kruga javi signalom "zauzeto", rezervirani krugovi se smjesta oslobode. Tako ništa vremena nije potrošeno na spajanje i odspajanje.



Slika 4.12 Primjer poziva

Ako nazvani telefon zazvoni, svaka telefonska centrala može napraviti vezu (slika 4.12). U takvom slučaju vremena povezivanja neće se zbrajati zato jer se sklopke u krugu sve mogu spojiti u isto vrijeme. Jednom kad telefon zazvoni prestaje razmjena signala. Kada podignemo slušalicu krajnji ured (engl. End Office) šalje ANM poruku (engl. ANswer Message) nazad u SS7 mrežu. Sad su sve druge sklopke obavještene da je uspostavljena veza. Sada možemo obaviti razgovor, a sklope se brinu samo za održavanje veze.



Slika 4.13 Prekid poziva

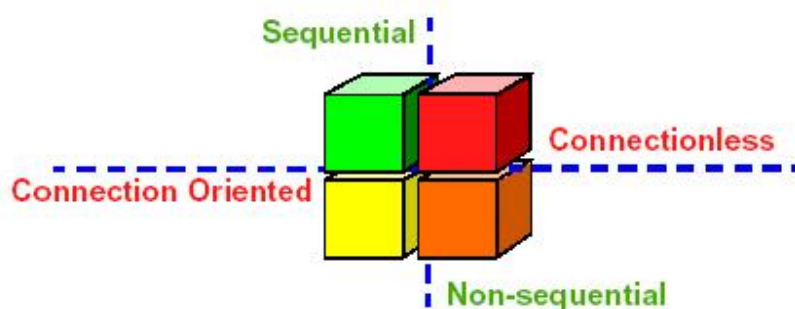
Nakon nekog vremena spustit ćemo slušalicu (slika 4.13), sada krajnji ured šalje poruku otpuštanja - **REL** (engl. release). Nakon primanja REL poruke svaka telefonska centrala otpušta svoju vezu i u isto vrijeme šalje poruku - otpuštanje završeno (engl. Release Complete - **RLC**) nazad. Na taj način telefonska centrala potvrđuje da je dobila poruku o odspajanju.

Za sve korisničke djelove korištenje brojača (engl. timera) je vrlo važno. ISUP koristi brojne timere koji se brinu da mreža što bolje funkcionira. Tako na primjer, kada je poslan REL, telefonska centrala očekuje RLC kao odgovor. Kako ne bi vječno čekala na odgovor pri slanju REL poruke aktivira timer koji će biti isključen primitkom RLC poruke. Ako ne primi RLC poruku, po isteku vremena upozorit će druge aplikacije na problem.

Osim za obične telefonske pozive, ISUP se može koristiti i za neke proširene službe (**CLASS** - engl. Custom Local Area Signaling Services). Neke od CLASS službi su:

prikazivanje telefonskog broja osobe koja je nazvala (engl. Caller ID), čekanje poziva (engl. Call Waiting), selektivno odbijanje poziva (engl. Selective Call Rejection).

**SCCP** usluga bavi se signalnim vezama. Pravila povezivanja započinju kada jedna lokacija pokuša uspostaviti vezu sa drugom. Strana koja prima zahtjev odgovara. Zatim slijedi transakcija poruka između dvije strane u kojoj nastoje razmjeniti informacije o tome što razmjeniti sljedeće. Na kraju je uspostavljen identifikator veze i odlučeno je koji tip podataka će se prenositi za vrijeme trajanja veze. To se sve dogodi prije pravog prijenosa podataka. SCCP također nudi uslugu prijenosa podataka koja ne zahtjeva povezivanje, zapravo u stvarnim mrežama većina SCCP prijenosa podataka su bezspojni.



Slika 4.14 Dijelovi SCCP-a

Kao što je prikazano na slici 4.14 SCCP nudi četiri klase usluge prijenosa podataka. Usluge spojnih veza dijele se na dvije podklase, u jednoj klasi podaci za cijeli prijenos se prenose preko jedne veze da bi se garantirala isporuka podataka u istom redosljedu kao što su poslani. U drugoj klasi to nije važno. Bezspojna veza se dijeli na iste dvije klase.

Većinom je namjera SCCP-a da omogući dostupnost resursima koji nisu dostupni preko MTP slojeva. Između ostalog to su i specijalne mogućnosti adresiranja. MTP u bilo kojem čvoru vodi brigu samo da poruka stigne do sljedećeg čvora, u tu svrhu koristi STP-ove direktno povezanih čvorova. Čak i pri slanju poruke nekom udaljenom čvoru MTP se samo brine da poruka uspješno doprije do susjednog čvora. Nasuprot tome SCCP se brine oko slanja poruka od kraja do kraja. Za to, uz SPC-ove koristi SSN.

Uz DPC i SSN adresiranje, SCCP omogućuje drugi način usmjeravanja upita - Globalna Adresa (GT). Za adresiranje preko GT-a telefonska centrala ne mora nužno znati gdje je baza ili koji SSN koristiti, dovoljno je znati lokaciju (najčešće STP) koji zna gdje se tražena informacija može pronaći.

Rukovanje redundantnim bazama podataka je jedan od zadataka SCCP-a. Proces počinje kad je nekoj bazi zakazano uklanjanje iz službe. Aplikacija će preko SCCP-a zatražiti dopuštenje za gašenje, pomoćna baza odobri taj zahtjev i glavna baza započinje sa procedurom gašenja. Neke lokacije na mreži trebaju držati informacije o takvim bazama jer netko treba znati gdje upite treba preusmjeriti ako je glavna baza nedostupna. Baznoj aplikaciji ove lokacije su poznate kao CPC-ovi (engl. Concern Point Codes). SCCP baze koja se gasi šalje SSP signal (engl. SubSystem Prohibited) CPC-ovima da ih upozori na nadolazeće gašenje. SCCP od CPC-a vraća nazad SST (engl. SubSystem Status Test) - to je potvrda glavnoj bazi da

se može ugasiti. Kad je ugašena baza ponovno spremna za paljenje, njen SCCP šalje SSA (engl. SubSystem Allowed) CPC-u sve dok od njega ne primi SST.

**TCAP** (engl. The Transaction Capabilities Application Part) - prva stvar koja se može primjetiti je da već u samom imenu ovaj dio nije referenciran kao korisnički dio već aplikacijski dio. Osnovna funkcija ovog dijela je formatiranje podataka na razne standardizirane formate koji omogućuju korištenje u različitim okolinama. U MSU-u, TCAP poruke se nalaze u SCCP particiji SIF-a. SCCP daje potrebno SSN (engl. Sub System Number) adresiranje, omogućuje kontinuirane dostave kad je potrebno, omogućuje usluge rezanja predugih poruka, brine se oko globalne adrese (engl. Global Title).

Kada je poslan TCAP zahtjev, dodan mu je broj koji identificira transakciju. To je zato jer telefonska centrala neće primiti i slati zahtjeve po nekom posebnom redu. Taj broj se kopira na pripadne odgovore omogućujući sklopki da korelira upite i odgovore. TCAP je po svojoj strukturi vrlo "uski" protokol, tj bilo bi vrlo teško pronaći grešku u TCAP poruci. Razlog je to što je svakom specifičnom kodu u poruci predhodi zastavica koja označava da je kod uključen u poruku. TCAP koristi diskretne djelove poruke koji se nazivaju komponentama pa tako postoje:

1. Komponenta (engl. Invoke Component) - nosi specifikacije zahtjeva i identificira koje akcije treba poduzeti.
2. Komponenta odgovora (engl. Response Component) - vraća zahtjevane podatke.
3. Komponenta greške (engl. Error Component) - može se koristiti u slučaju da baza koja treba odgovoriti ima problema sa odgovaranjem.
4. Komponenta odbijanja (engl. Reject Component) - može se poslati kada nema načina da se zadovolji zahtjev.

## 6. LITERATURA

1. SS7 FAQ - © 2001 Hughes Software Systems Ltd., B-25, 2nd Floor, Nirlac Centre, Qutab Institutional Area, New Delhi

link: [http://www.hssworld.com/products/protocolstacks/ss7/ss7\\_faq.htm](http://www.hssworld.com/products/protocolstacks/ss7/ss7_faq.htm)

2. Signaling System 7 (SS7) Message Transfer Part 2 (MTP2) - User Adaptation Layer (September 2002) - K. Morneault (Cisco Systems), R. Dantu (NetRake), G. Sidebottom (Signatus Technologies), B. Bidulock (OpenSS7), J. Heitz (Lucent)

link: <http://www.hjp.at/doc/rfc/rfc3331.txt>

3. Signaling System 7 (SS7) Message Transfer Part 3 (MTP3) - User Adaptation Layer (M3UA) (September 2002) - G. Sidebottom (Signatus Technologies), K. Morneault (Cisco), J. Pastor-Balbas (Ericsson)

link: <http://www.hjp.at/doc/rfc/rfc3332.txt>

### 4. SS7 tutorials

1. History (<http://www.ss7.com/History.pdf>)

2. Architecture (<http://www.ss7.com/Architecture.pdf>)

3. DotComUserParts (<http://www.ss7.com/DotComUserParts.pdf>)

4. GlobalTitle (<http://www.ss7.com/GlobalTitle.pdf>)

5. Glossary (<http://www.ss7.com/Glossary.pdf>)

5. SS7 tutorial - © International Engineering Consortium (IEC)

link: <http://www.iec.org/online/tutorials/ss7>