

KOMUTACIONI SISTEMI
– Poglavlje 6 –

6 Signalizacija između telefonskih centrala

Pod signalizacijom između telefonskih centrala se podrazumeva razmena tzv. signalizacionih poruka koje se koriste za uspostavu, održavanje i raskid veze, a u modernijim tipovima signalizacije i za razne dodatne servise koji su na raspolaganju korisnicima telefonske mreže. Inače, u telefonskoj mreži razlikujemo više tipova signalizacije:

- Korisnička signalizacija koja se razmenjuje između korisnika i centrale
- Interna signalizacija u centrali koja se koristi za razmenu poruka između pojedinih blokova u centrali
- Signalizacija između centrala koju ćemo obrađivati u okviru ovog poglavlja
- Signalizacija sistema za nadgledanje i upravljanje koja se koristi za menadžment telefonske mreže

Postoje razni sistemi signalizacije između telefonskih centrala. Najpoznatiji su:

- Sistem D signalizacije
- Sistem R signalizacije
- Sistem signalizacije broj 7 (No.7)

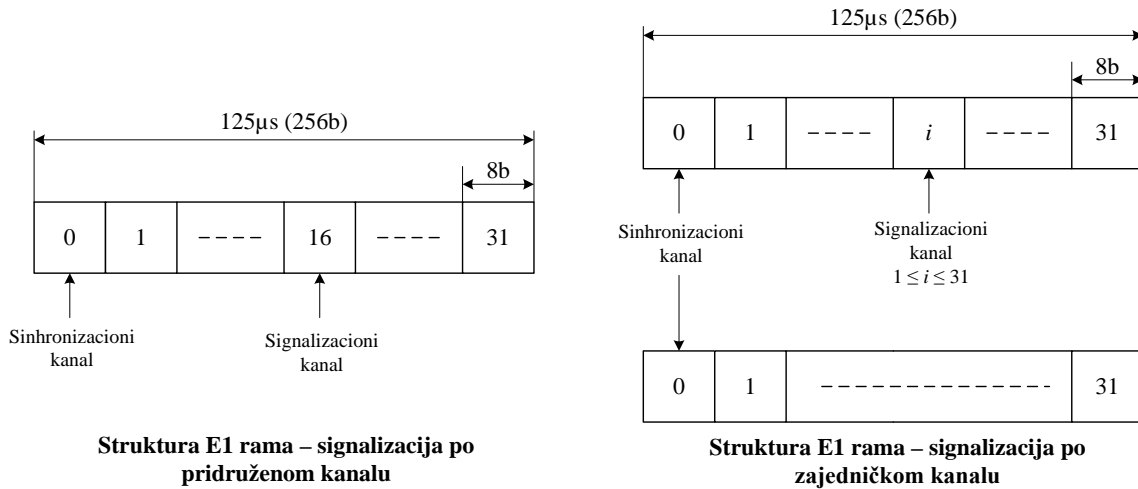
Svi sistemi signalizacije između telefonskih centrala se mogu podeliti u dve osnovne grupe:

- Signalizacija po pridruženom kanalu
- Signalizacija po zajedničkom kanalu

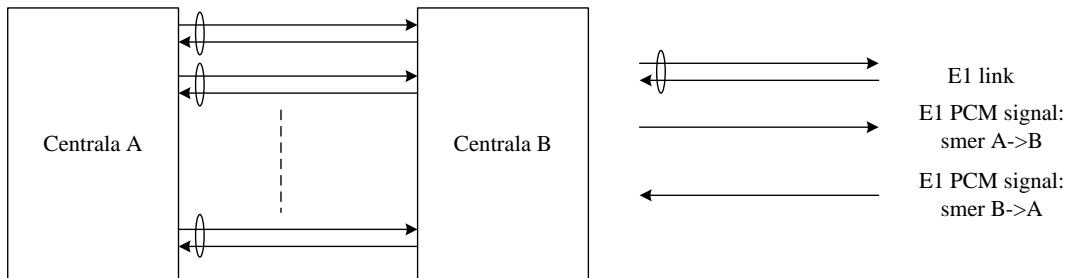
6.1. E1 sistem

E1 sistem (drugi naziv je i E1-PCM sistem) je evropski standard za digitalni prenos pre svega govornih signala, ali i drugih tipova signala (na primer, prenos podataka). E1 sistem se sastoji od 32 kanala (kanali su numerisani od 0 do 31), pri čemu svaki kanal sadrži 8 bita. Svaki kanal ima protok 64kb/s. Jedna struktura od 32 kanala se naziva ram. Dužina trajanja rama je 125 μ s, pa je bitski protok E1 sistema 2048kb/s. Očigledno, perioda rama je izabrana u skladu sa frekvencijom uzimanja odbiraka signala govora u telefonskim centralama - na svakih 125 μ s se formira jedan osmobaritni govorni odmerak, gde perioda 125 μ s odgovara frekvenciji od 8kHz kojom se odabire signal govora. Prvi kanal (kanal 0) u E1 sistemu je sinhronizacioni kanal koji se prvenstveno koristi za sinhronizaciju E1 rama. U slučaju da se koristi signalizacija po pridruženom kanalu, tada je 17. kanal (kanal 16) signalizacioni kanal, a preostali kanali se koriste za prenos govora (govorni kanali). U slučaju da se koristi signalizacija po zajedničkom kanalu, postoje dva slučaja. U prvom slučaju, E1 ram ne sadrži signalizacioni kanal pa su svi kanali (sem prvog koji se koristi za sinhronizaciju rama) govorni kanali. U drugom slučaju, E1 ram sadrži signalizacioni kanal. Tada je jedan od kanala (sem prvog) izabran kao signalizacioni, a preostali kanali su govorni kanali. Govorni kanali tipično prenose signal govora, ali mogu prenositi i druge tipove signala, na primer, prenos podataka. Na slici 6.1.1 je prikazana struktura E1 rama. Pored E1 standarda, postoji i T1 standard koji se koristi u SAD, Kanadi i Japanu. T1 ram takođe ima periodu od 125 μ s, i sadrži 24 kanala koji sadrže po 8 bita, pri čemu kanali imaju

protok 64kb/s. Pored 24 kanala, u T1 ramu se prenosi i jedan dodatni bit, pa je ukupan protok T1 rama je 1544kb/s.



Slika 6.1.1. Struktura E1 rama

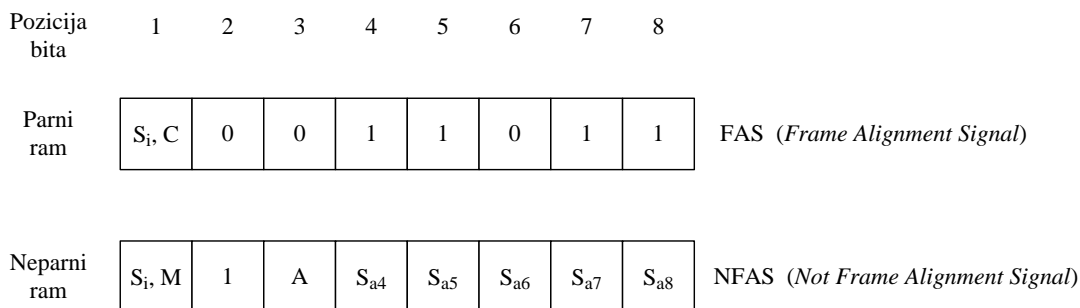


Slika 6.1.2. E1 link

Razlikujemo jednosmerne i dvosmerne E1 linkove. U oba slučaja pod E1 linkom podrazumevamo dva E1 PCM signala suprotnih smerova (slika 6.1.2), što je neophodno jer se govorni signal mora prenositi u oba smera da bi bila moguća dvosmerna govorna komunikacija. Izbor govornog kanala na jednom E1 PCM signalu za jednu govornu vezu, automatski znači izbor istog govornog kanala na E1 PCM signalu suprotnog smera istog E1 linka za dotičnu govornu vezu. Međutim, razlika između jednosmernih i dvosmernih E1 linkova je u principu zauzimanja govornih kanala. U slučaju jednosmernih linkova, zauzimanje govornih kanala može da radi samo jedna centrala, dok u slučaju dvosmernih linkova, zauzimanje govornih kanala mogu da rade obe centrale. Kod jednosmernih linkova razlikujemo odlazne i dolazne linkove. Za centralu je E1 link odlazni ako je ona ta koja ima pravo zauzimanja govornih kanala na tom linku, u suprotnom je u pitanju dolazni E1 link (centrala na drugom kraju linka je ta koja ima pravo zauzimanja govornih kanala na linku). Nazivi odlazni i dolazni potiču od smera iz kog kreće uspostava veze. Naime, kada npr. centrala A treba da uspostavi govornu vezu prema centrali B, ona mora da zauzme govorni kanal prema centrali B, a to može da uradi samo na odlaznom linku. Isto tako, kada centrala B treba da uspostavi govornu vezu sa centralom A, tada centrala B mora da zauzme govorni kanal na svom odlaznom E1 linku prema centrali A, a to je istovremeno dolazni link za centralu A. Prednost jednosmernih linkova je jednostavnija procedura zauzimanja govornih kanala u odnosu na dvosmerne linkove jer se kod dvosmernih linkova mora voditi računa o potencijalnim kolizijama koje se javljaju kada obe centrale istovremeno pokušaju da zauzmu isti govorni kanal. Prednost dvosmernih linkova je bolje

saobraćajno iskorišćenje govornih kanala, preciznije sa manjim brojem govornih kanala se opslužuje isti saobraćaj nego u slučaju jednosmernih linkova.

U kanalu 0 (sinhronizacioni kanal) se prenose FAS (*Frame Alignment Signal*) i NFAS (*Not Frame Alignment Signal*) signali. FAS signali se prenose u parnim ramovima, a NFAS signali u neparnim ramovima. Struktura ova dva signala je prikazana na slici 6.1.3.

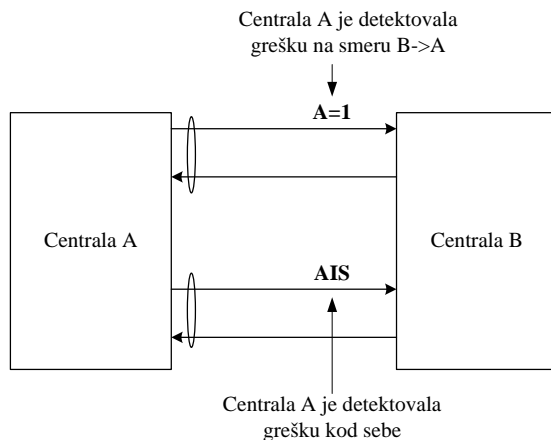


Slika 6.1.3. Struktura FAS i NFAS signala

FAS signal se koristi za hvatanje sinhronizacije rama i nadgledanje trenutnog stanja sinhronizacije rama. Sinhronizacija rama je esencijalno važna jer na osnovu nje znamo pozicije kanala u E1 ramovima (u suprotnom bi primljeni E1 ramovi bili beskorisni). Konstantna vrednost 0011011 na pozicijama bita 2-8 se koristi u procesu hvatanja sinhronizacije rama i potom nadgledanja stanja sinhronizacije rama. Bit na poziciji 1 se označava kao S_i bit u međunarodnim vezama i njegova uloga je rezervisana za međunarodnu upotrebu. U nacionalnim vezama se može koristiti kao C bit koji predstavlja deo četvorobitne CRC (*Cyclic Redundancy Check*) provere ispravnosti grupe od 8 ramova. Ukoliko se S_i/C bit ne koristi njegova vrednost se postavlja na 1.

NFAS signal ima višestruku ulogu. Koristi se takođe u procesu hvatanja i nadgledanja sinhronizacije, ali i za komunikaciju sistema za nadgledanje i održavanje, kao i za ostvarivanje tačka-tačka (*point-to-point*) aplikacija u nacionalnim mrežama. Bit na poziciji 1 se označava kao S_i bit u međunarodnim vezama i njegova uloga je rezervisana za međunarodnu upotrebu. U nacionalnim vezama se može koristiti kao M bit koji se koristi za sinhronizaciju CRC nadrama u slučaju kada se koristi CRC provera u E1 sistemu. Ukoliko se S_i/M bit ne koristi njegova vrednost se postavlja na 1. Bit na poziciji 2 se postavlja uvek na vrednost 1 u cilju izbegavanja generisanja lažnog FAS signala (FAS i NFAS signali će tako uvek da se razlikuju na poziciji 2). Bit na poziciji 3, tj. A bit predstavlja signal alarma koji centrala A upućuje centrali B na suprotnom kraju (indikacija udaljenog alarma - *Remote Alarm Indication*), čime signalizira da postoji greška u smeru B->A (slika 6.1.4). Ukoliko nema greške A bit ima vrednost 0, a u slučaju detektovane greške (nije detektovan E1 signal, prevelik broj grešaka u FAS signalu ($BER \geq 10^{-3}$), detektovan AIS alarm) ima vrednost 1. Centrala B kada primi aktivan A bit zna da je došlo do ozbiljne greške u odlaznom (*downstream*) smeru B->A, greška se desila ili na odlaznom linku (preciznije E1 signalu u smeru B->A) ili u samoj centrali B. Drugi način alarmiranja je kada centrala A počne da šalje kontinualno jedinice (preciznije, 510 ili više jedinica u bloku od 512 bita) što signalizira centrali B na drugom kraju tzv. AIS (*Alarm Indication Signal*) alarm. Na ovaj način, centrala B koja primi AIS alarm tj. kontinualan niz jedinica, zna da je došlo do neke greške u dolaznom (*upstream*) smeru A->B, tačnije u centrali A na drugom kraju linka (slika 6.1.4). Kontinualan niz jedinica omogućava i dalje sinhronizaciju na nivou bita, kao što nam je poznato iz prethodnog poglavlja. Kad se steknu odgovarajući uslovi (BER opadne do

prihvatljivog nivoa), pokreće se postupak hvatanja sinhronizacije rama. Kao što vidimo A i AIS alarmi omogućavaju lakšu detekciju izvora greške jer je lako odrediti poziciju izvora greške u odnosu na centralu koja primi alarm (A alarm - *downstream* smer, AIS alarm - *upstream* smer), što je veoma bitno u procesu otklanjanja greške. S_a biti (biti na pozicijama 4 do 8) se mogu koristiti za određene tačka-tačka aplikacije u okviru nacionalnih mreža. S_{a4} bit se može koristiti i kao kanal za prenos poruka sistema za nadgledanje i održavanje. U slučaju međunarodne veze, S_a biti su postavljeni na vrednost 1.



Slika 6.1.4. Alarmi A i AIS

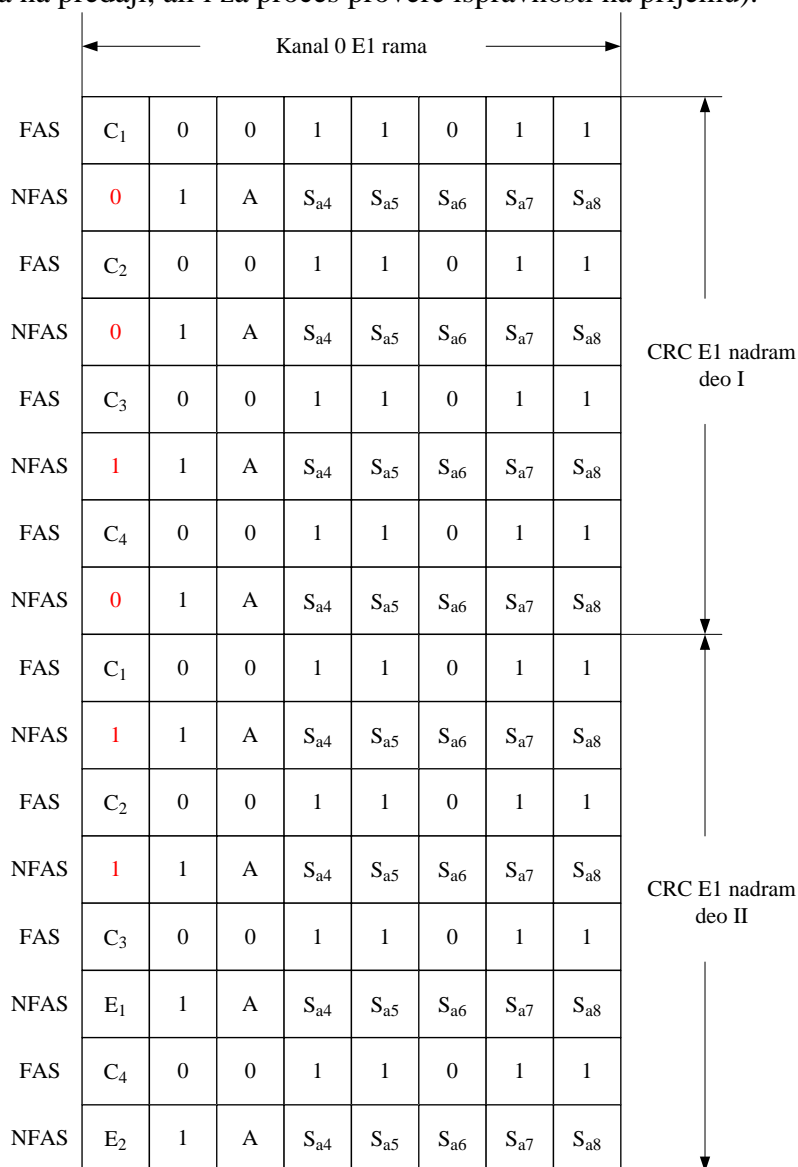
Proces hvatanja sinhronizacije rama se sastoji pre svega u nalaženju sekvence 0011011 koja se nalazi u FAS signalu. Smatra se da je sinhronizacija rama postignuta kada su redom ispunjena sledeća tri uslova:

- 1) U prvom kanalu rama (prvi po redu ram) je primljena sekvenca 0011011 na pozicijama bita 2-8 (ispravan FAS signal).
- 2) U prvom kanalu sledećeg rama (drugi po redu ram) se na poziciji 2 nalazi vrednost 1 (NFAS signal).
- 3) U prvom kanalu sledećeg rama (treći po redu ram) je primljena sekvenca 0011011 na pozicijama bita 2-8 (ispravan FAS signal).

Kada je sinhronizacija rama uhvaćena, vrši se potom nadgledanje stanja sinhronizacije rama koje se sastoji u praćenju FAS signala, odnosno konstantne sekvence 0011011 na pozicijama 2-8 FAS signala. Ukoliko se sekvenca 0011011 pogrešno detektuje dovoljan broj puta ($BER \geq 10^{-3}$), smatra se da je došlo do gubitka sinhronizacije rama pa se mora ponovo pokrenuti proces hvatanja sinhronizacije rama. Takođe, u slučaju tri uzastopna neispravna FAS signala dolazi do gubitka sinhronizacije rama.

S obzirom da se sekvenca 0011011 može detektovati i na drugim mestima u ramu (u nekom od kanala ili između kanala gde se jedan deo bita koji odgovara sekvenci nalazi na kraju jednog kanala, a drugi deo na početku sledećeg kanala), može doći do ispada sinhronizacije ako bi se ti biti rama protumačili kao deo FAS signala i samim tim selektovani kao biti prvog kanala. Otuda se koristi četvorobitna CRC provera kojom se obezbeđuje pouzdanije praćenje stanja sinhronizacije i izbegavanje navedene situacije detektovanja lažnog FAS signala. Ova CRC provera za E1 sisteme je definisana u ITU-T G.704 preporuci.

Četvorobitna CRC provera koristi generišući polinom x^4+x+1 . CRC provera se primenjuje na blokove od 8 E1 ramova, koje ćemo u nastavku nazivati CRC E1 blokovi. Deljenjem CRC E1 bloka (pre deljenja se ovaj blok množi sa x^4 u skladu sa principima CRC provere) sa navedenim generišućim polinomom dobija se četvorobitni ostatak deljenja koji predstavlja CRC bite. Ovi CRC biti se stavljaju u C bite sledećeg CRC E1 bloka. Podsetimo se da se C bit nalazi na poziciji bita 1 FAS signala. U jednom CRC E1 bloku postoji 4 FAS signala, pa je otuda moguće smestiti sva 4 bita CRC provere. Na prijemu se primljeni CRC E1 blok (pre deljenja se ovaj blok takođe množi sa x^4 u skladu sa principima CRC provere) ponovo podeli sa generišućim polinomom i dobijeni ostatak deljenja se poredi sa C bitima iz narednog E1 CRC bloka. Ukoliko se dobije poklapanje, CRC E1 blok se smatra ispravnim, u suprotnom je detektovana greška (zna se da je bar jedan bit u CRC E1 bloku pogrešan). Napomenimo da se pri računanju C bita, vrednost C bita u CRC E1 bloku zamenjuje sa 0 (ovo važi i za proces generisanja C bita na predaji, ali i za proces provere ispravnosti na prijemu).



Slika 6.1.5. Struktura CRC E1 nadrama

Očigledno, da bi CRC provera radila korektno neophodno je ostvariti sinhronizaciju na nivou CRC E1 blokova da bi se mogli ispravno tumačiti C biti. Otuda se formira tzv. CRC E1 nadram struktura prikazana na slici 6.1.5, pri čemu je prikazan samo kanal 0 E1 ramova koji čine CRC E1 nadram. CRC E1 nadram struktura se sastoji od 16 E1 ramova (odnosno 2 CRC E1 bloka) i pri tome je podeljena na dva dela - CRC E1 nadram deo I i CRC E1 nadram deo II. U okviru jednog CRC E1 nadrama se prenese 8 NFAS signala, pri čemu se pozicija 1 NFAS signala koristi za sinhronizaciju CRC E1 nadrama, tačnije prvih šest bita na poziciji 1 NFAS signala (na slici obeleženi crvenom bojom) koji imaju konstantnu vrednost 001011. Ovih šest bita se označavaju kao CRC MFAS (*CRC MultiFrame Alignment Signal*) signal. Poslednja dva bita na poziciji 1 NFAS signala se koriste kao E biti koji signaliziraju detektovanu grešku (CRC proverom) CRC E1 nadram dela I (E_1 bit) i dela II (E_2 bit) centrali na suprotnom kraju. Sinhronizacija CRC E1 nadrama je veoma slična sinhronizaciji E1 rama. Na uslove koji važe za sinhronizaciju E1 rama se dodaje i dodatni uslov detekcije MFAS signala (koji se detektuje ispitivanjem bita na poziciji 1 NFAS signala). MFAS signal je uspešno detektovan ako se detektuju bar dva MFAS signala u periodu od 8ms koji odgovara trajanju četiri CRC E1 nadram strukture. Pri tome, između ispravno detektovanih MFAS signala razmak mora biti 2ms ili celobrojni umnožak od 2ms. Tek kada se uspostavi i sinhronizacija CRC E1 nadrama, može se početi koristiti CRC provera.

Napomenimo, da primenjena četvorobitna provera nije potpuno pouzdana jer se primenjuje na relativno velik broj bita (blok od 8 E1-PCM signala sadrži 2048 bita), pa u 6.25% slučajeva može doći do greške koja se neće detektovati. Međutim, opisana CRC provera ipak značajno podiže stepen pouzdanosti u odnosu na slučaj kada se ne koristi CRC provera. U okviru jedne sekunde se prenosi 8000 E1 ramova, odnosno 1000 E1 CRC blokova, što znači da se u okviru jedne sekunde izvrši 1000 CRC provera. Ukoliko više od 914 provera bude neuspešno u toku jedne sekunde, smatra se da je sistem ispao iz sinhronizacije, pa se mora ponovo pokrenuti postupak hvatanja sinhronizacije (i rama i CRC E1 nadrama).

6.2. Signalizacija po pridruženom kanalu

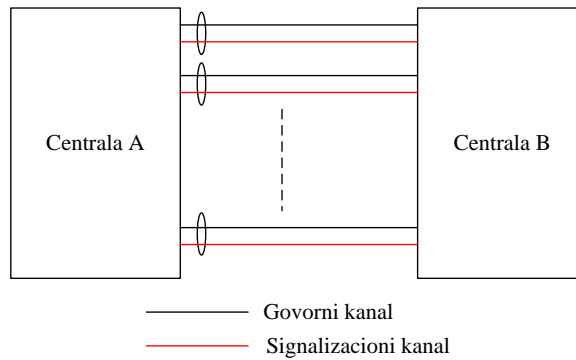
Posmatrajmo E1-PCM sistem. Kod signalizacije po pridruženom kanalu (CAS - *Channel Associated Signalling*), signalizacija se prenosi preko kanala 16 u PCM ramu od 32 kanala. Kod ove signalizacije se definiše signalizaciona nadram struktura koja se sastoji od 16 ramova (slika 6.2.1). U prvom ramu nadrama, u kanalu 16 se prenosi sinhronizacija nadrama. U sledećem (drugom) ramu u kanalu 16, prva četiri bita se koriste za signalizaciju za govorni kanal 1, a druga četiri bita za govorni kanal 17. Dalje, u narednom (trećem) ramu se signaliziraju govorni kanali 2 i 18 po istom principu i taj princip se ponavlja do šesnaestog rama gde se signaliziraju govorni kanali 15 i 31. Očigledno, u signalizaciji po pridruženom kanalu se tačno zna pozicija signalizacije za svaki govorni kanal pa otuda i naziv signalizacija po pridruženom kanalu, jer kao da svaki govorni kanal ima pridružen signalizacioni kanal. Protok signalizacionog kanala je 2kb/s (4 bita se javljaju svake 2ms što je vreme trajanja nadrama). Logički princip signalizacije po pridruženom kanalu je prikazan na slici 6.2.2. D i R sistemi signalizacije pripadaju grupi signalizacija po pridruženom kanalu.

Kanal 16
(signalizacioni kanal)

0	1	----	Sinhronizacija nadrama	---	31
0	1	----	Govorni kanal 1	Govorni kanal 17	---
0	1	----	Govorni kanal 2	Govorni kanal 18	---
0	1	----	Govorni kanal 3	Govorni kanal 19	---
0	1	----	Govorni kanal 4	Govorni kanal 20	---
0	1	----	Govorni kanal 5	Govorni kanal 21	---
0	1	----	Govorni kanal 6	Govorni kanal 22	---
0	1	----	Govorni kanal 7	Govorni kanal 23	---
0	1	----	Govorni kanal 8	Govorni kanal 24	---
0	1	----	Govorni kanal 9	Govorni kanal 25	---
0	1	----	Govorni kanal 10	Govorni kanal 26	---
0	1	----	Govorni kanal 11	Govorni kanal 27	---
0	1	----	Govorni kanal 12	Govorni kanal 28	---
0	1	----	Govorni kanal 13	Govorni kanal 29	---
0	1	----	Govorni kanal 14	Govorni kanal 30	---
0	1	----	Govorni kanal 15	Govorni kanal 31	---

Nadram

Slika 6.2.1. Struktura signalizacionog nadrama



Slika 6.2.2. Signalizacija po pridruženom kanalu

Napomenimo da uz signalizacionu nadram strukturu uporedo može da postoji i već opisana CRC E1 nadram struktura. U stvari, moguće su sve kombinacije:

- koriste se i CRC E1 nadram struktura i signalizaciona nadram struktura,
- koristi se CRC E1 nadram struktura, a ne koristi se signalizaciona nadram struktura,
- koristi se signalizaciona nadram struktura, a ne koristi se CRC E1 nadram struktura,

- ne koriste se ni CRC E1 nadram struktura, ni signalizaciona nadram struktura.

6.3. Signalizacija po zajedničkom kanalu

Kod signalizacije po zajedničkom kanalu (CCS - *Common Channel Signalling*) može se izabrati bilo koji kanal E1-PCM signala sem prvog (sinhronizacionog) i svi govorni kanali koriste po potrebi taj signalizacioni kanal. Pošto jedan signalizacioni kanal u slučaju signalizacije po zajedničkom kanalu može pokriti i do 4000 govornih kanala (za obične telefonske korisnike), odnosno do 2000 govornih kanala (za ISDN korisnike), onda u određenom broju E1-PCM signala nemamo signalizacioni kanal već dodatni govorni kanal što je prva prednost signalizacije po zajedničkom kanalu u odnosu na signalizaciju po pridruženom kanalu. Očigledno, signalizacioni kanal sada pokriva i govorne kanale iz drugih E1-PCM signala. Takođe, protok signalizacije je 64 kb/s u slučaju signalizacije po zajedničkom kanalu. Signalizaciju po zajedničkom kanalu možemo shvatiti kao komutaciju paketa jer jedan zajednički kanal koristi ravnopravno više korisnika (govornih kanala), a kod signalizacije po pridruženom kanalu se koristi princip komutacije kola jer svaki govorni kanal ima fiksno dodeljen signalizacioni resurs koji je samo njemu na raspolaganju. Signalizacija po zajedničkom kanalu ima značajne prednosti u odnosu na signalizaciju po pridruženom kanalu:

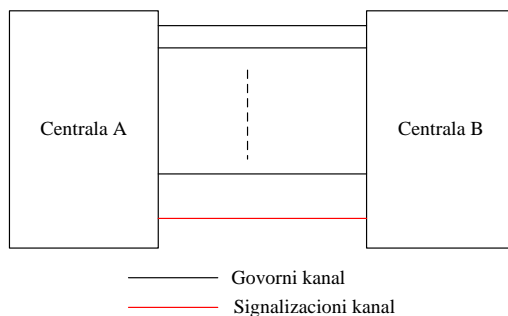
- veći (ostvareni) protok signalizacije i bolje iskorišćenje signalizacionih resursa (osnovne prednosti komutacije paketa nad komutacijom kola),
- dodatni broj govornih kanala na raspolaganju,
- brža razmena signalizacije, pa samim tim i brži proces uspostave veze,
- omogućen je veći broj raznovrsnih signalizacionih poruka koje se mogu razmenjivati omogućavajući tako uvođenje dodatnih naprednih servisa u telefonsku mrežu.

Uz poslednju navedenu prednost signalizacije po zajedničkom kanalu, navedimo da se signalizacione poruke ne moraju odnositi na govorni kanal. Primer je usluga automatskog ponovnog poziva. Ova usluga podrazumeva da se u slučaju kada je traženi korisnik na centrali B zauzet oslobode svi signalizacijom zauzeti govorni kanali u mreži za tu vezu pošto veza ne može odmah da se ostvari. Centrala A, na kojoj je vezan pozivajući korisnik, odgovarajućom signalizacionom porukom tada zahteva od centrale B uslugu automatskog ponovnog poziva (ova signalizaciona poruka se ne odnosi ni na jedan konkretan govorni kanal u mreži). Automatski ponovni poziv podrazumeva da centrala B na koju je vezan traženi korisnik obavesti centralu A čim ovaj postane slobodan. Centrala B će odgovarajućom signalizacionom porukom da obavesti centralu A čim traženi korisnik postane slobodan (ni ova signalizaciona poruka se ne odnosi ni na jedan konkretan govorni kanal u mreži). Čim centrala A primi ovu signalizacionu poruku pokrenuće se ponovo uspostava veze.

Mana signalizacije po zajedničkom kanalu je manja pouzdanost koja je posledica centralizovanosti signalizacionog resursa na jedan zajednički signalizacioni kanal. Padom signalizacionog kanala dolazi do gubitka signalizacionog resursa za velik broj govornih kanala koji se tada ne mogu koristiti (jer je onemogućena razmena signalizacije između centrala). Otuda, se uvek definiše i rezervni signalizacioni kanal koji se aktivira u slučaju pada glavnog signalizacionog kanala. Rezervni signalizacioni kanal se nikad ne stavlja u isti E1-PCM signal koji sadrži glavni signalizacioni kanal, jer je velika verovatnoća da je do ispada glavnog

signalizacionog kanala došlo usled ispada E1-PCM signala u kome se on nalazi, pa bi samim tim i rezervni signalizacioni kanal bio takođe u ispadu. Pored ovog načina, pouzdanost se podiže i drugim metodama koje će biti opisane nešto kasnije.

Sistem signalizacije No.7 pripada grupi signalizacija po zajedničkom kanalu. Danas sve moderne telefonske centrale moraju da podržavaju signalizaciju No.7 i cilj je da se u telefonskim mrežama u potpunosti pređe na ovaj tip signalizacije. Takođe se signalizacija No.7 koristi i pri povezivanju telefonske mreže sa drugim tipovima mreža kao npr. GSM mobilnom mrežom. Na slici 6.3.1 je prikazan logički princip signalizacije po zajedničkom kanalu.



6.3.1. Signalizacija po zajedničkom kanalu

6.4. R2 sistem signalizacije

Kod R2 sistema signalizacije razlikujemo linijsku i registarsku signalizaciju. Linijska signalizacija se razmenjuje po signalizacionom kanalu 16 i koristi se za zauzimanje, održavanje i oslobađanje govornog kanala (u fazama uspostave, trajanja i raskida govorne veze). Kad se govorni kanal zauzme onda se aktiviraju predajnici i prijemnici registarske signalizacije u centralama koje komuniciraju i otpočinje razmena registarske signalizacije koja se vrši preko govornog kanala koji je zauzet linijskom signalizacijom. Ovo je urađeno iz prostog razloga jer je linijska signalizacija suviše spora (protok svega 2kb/s) pa se onda pre same uspostave razgovora razmenjuje registarska signalizacija preko bržeg govornog kanala (protok 64kb/s). Nakon što je razgovor uspostavljen više ne može da se razmenjuje registarska signalizacija do kraja veze i to je jedna od mana registarske signalizacije (registarska signalizacija se razmenjuje samo u fazi uspostave veze, za razliku od linijske koja se razmenjuje u svim fazama veze). Druga mana je što je i registarska signalizacija i dalje prespora za neke naprednije usluge. Q.400 grupa ITU-T preporuka se odnosi na R2 sistem signalizacije.

6.4.1. Linijska signalizacija

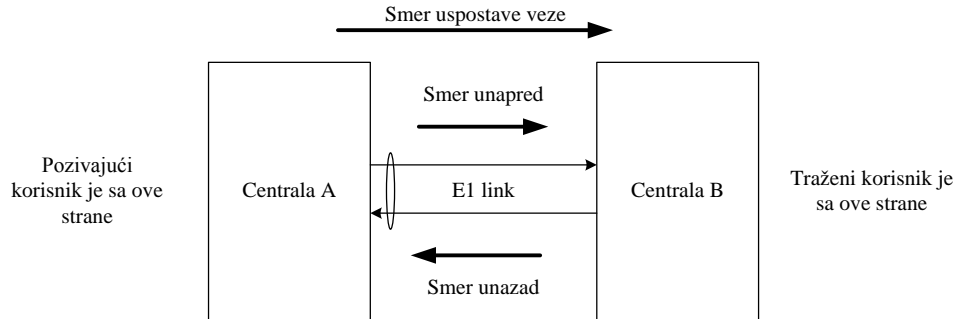
U okviru R2 sistema signalizacije razlikujemo analognu i digitalnu linijsku signalizaciju. U okviru ove sekcije će biti obrađena digitalna linijska signalizacija koja se koristi u slučaju kada su centrale povezane E1 linkovima. Linijska signalizacija se prenosi preko kanala 16 u E1 PCM signalu, pri čemu se koristi signalizaciona nadram struktura prikazana na slici 6.4.1.1. U prvom ramu signalizacionog nadrama se u kanalu 16 prenosi sinhronizacija signalizacionog nadrama. Vrednost 0000 je sinhronizaciona reč (MFAS - *MultiFrame Alignment Signal*) na koju se hvata sinhronizacija signalizacionog nadrama. Biti označeni sa X označavaju rezervne bite koji se postavljaju na vrednost 1 ako se ne koriste. Bit Y označava udaljeni alarm kojim centrala sa suprotnog (udaljenog) kraja linka obaveštava da je izgubila sinhronizaciju signalizacionog nadrama. Bit Y ima vrednost 1 kada je izgubljena sinhronizacija nadrama, u suprotnom ima vrednost 0. Biti a_i, b_i, c_i, d_i označavaju signalizacione bite za govorni kanal i . U slučaju digitalne R2

linijske signalizacije koriste se samo biti $a_i b_i$, dok se biti $c_i d_i$ ne koriste (postavljaju se na vrednost $c_i d_i = 01$ čime se sprečava pojava MFAS signala u signalizacionom kanalu ostalih ramova signalizacionog nadrama). Pri tome, razlikujemo smer unapred i smer unazad. Smer unapred je smer koji se poklapa sa smerom uspostave veze, dok smer unazad odgovara smeru suprotnom od smera uspostave veze (slika 6.4.1.2). Biti $a_i b_i$ odgovaraju smeru unapred (*forward*), a biti $a_i b_i$ odgovaraju smeru unazad (*backward*). U slučaju jednosmernih E1 linkova, biti će uvek imati isti smer (unapred na jednom E1 PCM signalu, a unazad na drugom E1 PCM signalu) pošto samo jedna centrala ima pravo zauzimanja govornih kanala, dok u slučaju dvosmernih linkova smer bita zavisi od smera uspostave veze, tj. koja od centrala zauzima govorni kanal.

Kanal 16
(signalizacioni kanal)

0	1	-----	0000XYXX		----	31	↑ Signalizacioni nadram ↓
0	1	-----	$a_1 b_1 c_1 d_1$	$a_{17} b_{17} c_{17} d_{17}$	----	31	
0	1	-----	$a_2 b_2 c_2 d_2$	$a_{18} b_{18} c_{18} d_{18}$	----	31	
0	1	-----	$a_3 b_3 c_3 d_3$	$a_{19} b_{19} c_{19} d_{19}$	----	31	
0	1	-----	$a_4 b_4 c_4 d_4$	$a_{20} b_{20} c_{20} d_{20}$	----	31	
0	1	-----	$a_5 b_5 c_5 d_5$	$a_{21} b_{21} c_{21} d_{21}$	----	31	
0	1	-----	$a_6 b_6 c_6 d_6$	$a_{22} b_{22} c_{22} d_{22}$	----	31	
0	1	-----	$a_7 b_7 c_7 d_7$	$a_{23} b_{23} c_{23} d_{23}$	----	31	
0	1	-----	$a_8 b_8 c_8 d_8$	$a_{24} b_{24} c_{24} d_{24}$	----	31	
0	1	-----	$a_9 b_9 c_9 d_9$	$a_{25} b_{25} c_{25} d_{25}$	----	31	
0	1	-----	$a_{10} b_{10} c_{10} d_{10}$	$a_{26} b_{26} c_{26} d_{26}$	----	31	
0	1	-----	$a_{11} b_{11} c_{11} d_{11}$	$a_{27} b_{27} c_{27} d_{27}$	----	31	
0	1	-----	$a_{12} b_{12} c_{12} d_{12}$	$a_{28} b_{28} c_{28} d_{28}$	----	31	
0	1	-----	$a_{13} b_{13} c_{13} d_{13}$	$a_{29} b_{29} c_{29} d_{29}$	----	31	
0	1	-----	$a_{14} b_{14} c_{14} d_{14}$	$a_{30} b_{30} c_{30} d_{30}$	----	31	
0	1	-----	$a_{15} b_{15} c_{15} d_{15}$	$a_{31} b_{31} c_{31} d_{31}$	----	31	

6.4.1.1. Signalizacioni nadram



6.4.1.2. Smerovi unapred i unazad

Linijska signalizacija se prenosi po principu deonica-po-deonica (*link-by-link*), odnosno kompletna linijska signalizacija se odnosi samo na E1 link (preciznije, odnosi se na odgovarajuće govorne kanale tog linka) preko koga se ona razmenjuje i nema uticaja na druge linkove (deonice) u vezi koja se uspostavlja (oni razmenjuju svoju linijsku signalizaciju).

Tabela 6.4.1.1. – Pregled signalizacionih stanja u linijskoj signalizaciji

Signalizaciono stanje	Smer unapred		Smer unazad	
	a_f	b_f	a_b	b_b
Slobodan (<i>Idle</i>)	1	0	1	0
Zauzet (<i>Seized</i>)	0	0	1	0
Potvrđeno zauzimanje (<i>Seizure acknowledged</i>)	0	0	1	1
Odziv (<i>Answered</i>)	0	0	0	1
Oslobađanje unazad (<i>Clear-back</i>)	0	0	1	1
Oslobađanje unapred (<i>Clear-forward</i>)	1	0	0 ili 1	1
Blokada (<i>Blocked</i>)	1	0	1	1

Tabela 6.4.1.1 prikazuje dozvoljene vrednosti linijske signalizacije za oba smera, kao i odgovarajuće nazive signalizacionih stanja (odnosno stanja odgovarajućeg govornog kanala na koji se linijska signalizacija odnosi) koji odgovaraju navedenim dozvoljenim vrednostima.

Pošto, usled potencijalnih grešaka u vrednosti signalizacionih bita, može doći do gličeva u vrednostima signalizacionih bita i pogrešnog prepoznavanja tranzicija između signalizacionih stanja uvedeno je vreme prepoznavanja tranzicije koje po definiciji iznosi 20 ± 10 ms. Vreme prepoznavanja tranzicije omogućava pouzdaniju detekciju tranzicija između signalizacionih stanja i smanjuje verovatnoću da dođe do pogrešne tranzicije između stanja. Tipično, u tranziciji između stanja se menja vrednost samo jednog bita i nova vrednost bita mora da traje bar koliko i vreme prepoznavanja tranzicije da bi se pouzdano utvrdila nova vrednost bita. U slučaju kada oba bita (i a i b bit) menjaju svoju vrednost istovremeno, po standardu se zahteva da razmak između promena vrednosti oba bita bude manji od 2ms, pri čemu centrala koja prima promenjene vrednosti tih bita utvrđuje njihovu novu vrednost tek nakon isteka vremena prepoznavanja tranzicije za oba bita.

Neka centrala A predstavlja centralu koja zauzima govorni kanal, a centrala B neka bude centrala na drugom kraju E1 linka. Tada je smer A->B, smer unapred, a smer B->A je smer unazad. Stanje *Slobodan* označava situaciju kada je odgovarajući govorni kanal (na koji se signalizacija odnosi) slobodan. Kada se pojavi potreba za zauzimanjem govornog kanala radi uspostave veze, centrala A obara vrednost bita a_{fi} na 0 i prelazi se u stanje *Zauzet*. Centrala B nakon što detektuje promenu vrednosti bita a_{fi} , menja vrednost bita b_{bi} na 1 čime potvrđuje

zauzimanje govornog kanala (stanje *Potvrđeno zauzimanje*). Ovime je odgovarajući govorni kanal na E1 linku rezervisan za govornu vezu i započinje se razmena registarske signalizacije preko zauzetog govornog kanala. Pretpostavimo da je traženi korisnik slobodan, pa će u jednom momentu traženom korisniku biti pušten signal zvona. Onog momenta kada se korisnik odazove, centrala B će biti obavještena o tome. Centrala B treba sada da obavesti centralu A da je traženi korisnik podigao slušalicu i to čini promenom vrednosti bita a_{bi} na 0 čime se prelazi u stanje *Odziv*. Na ovaj način se informacija vraća unazad ka centrali gde se nalazi pozivajući korisnik, pri čemu sve centrale na putu aktiviraju rezervisane resurse u komutacionom polju, a početna centrala takođe aktivira proces tarifiranja poziva. Oslobođanje govornog kanala može da pokrene i centrala A i centrala B. U regularnoj situaciji pozivajući korisnik spušta slušalicu nakon razgovora i time raskida vezu. Informacija o raskidanju veze dolazi i do centrale A koja stoga vrši promenu a_{fi} bita na vrednost 1 čime se prelazi u stanje *Oslobođanje unapred*. Centrala B po detektovanju ove promene a_{fi} bita tj. detektovanju stanja *Oslobođanje unapred*, vrši prvo bezuslovno oslobođanje zauzetih/rezervisanih resursa za dotičnu govornu vezu i potom šalje kombinaciju $a_{bi}b_{bi}=10$, čime signalizira prelazak u stanje *Slobodan* čime je govorni kanal i oslobođen i spreman za sledeću govornu vezu. *Oslobođanje unapred* uvek izaziva navedenu reakciju centrale B bez obzira da li je govorna veza u toku (tada se regularno raskida govorna veza) ili je još uvek u fazi uspostave (na primer, pozivajući korisnik se predomislio i spustio slušalicu pre nego što je veza ostvarena). U slučaju da centrala B raskida vezu (na primer, traženi korisnik je spustio slušalicu u toku razgovora i potom je istekla odgovarajuća vremenska kontrola u njegovoj centrali čime se inicira raskid veze), tada centrala B menja vrednost bita a_{bi} na 1, odnosno prelazi se u stanje *Oslobođanje unazad*. Centrala A detektuje ovu promenu i vrši promenu bita a_{fi} na vrednost 1, odnosno vrši se prelaz u stanje *Oslobođanje unapred*. Pošto se u stanje *Oslobođanje unapred* dolazi u oba opisana slučaja oslobođanja govornog kanala i , postoje dve kombinacije $a_{bi}b_{bi}$ bita za stanje *Oslobođanje unapred* kao što se vidi iz Tabele 6.4.1.1. Stanje *Blokada* se koristi kada centrala B želi sprečiti zauzimanje dotičnog govornog kanala od strane centrale A. Nema potrebe uvesti slično signalizaciono stanje za centralu A jer je ona ta koja zauzima govorni kanal pa može interno zabraniti zauzimanje dotičnog govornog kanala pri čemu nema potrebe da o tome obavestava centralu B.

Prethodno opisana linijska signalizacija u potpunosti važi za jednosmerne E1 linkove, dok za dvosmerne E1 linkove postoje određene dopune neophodne za razrešavanje konflikata koji mogu nastati kada obe centrale istovremeno pokušaju zauzeti isti govorni kanal. Kolizija se prepoznaje ukoliko je centrala prešla u stanje *Zauzet* obaranjem a_{fi} bita na vrednost 0, ali potom primi vrednost $a_{bi}b_{bi}=00$ što će se desiti ako i druga centrala pokuša da zauzme isti govorni kanal i promeni svoj a_{fi} bit na 0 (centrala na suprotnom kraju će tumačiti taj bit kao a_{bi} bit jer je i ona počela da zauzima taj govorni kanal). Može se reći u suštini da je došlo i do kolizije smerova jer će obe centrale $a_i b_i$ bite koje šalju tumačiti kao $a_{fi} b_{fi}$, a bite koje primaju kao $a_{bi} b_{bi}$. Kada se detektuje ova situacija, prekida se uspostava veze i oslobađaju se eventualno rezervisani resursi u centralama. Takođe, obe centrale i dalje šalju vrednost 00 na pozicijama $a_i b_i$ bita u trajanju od bar 100ms i nakon toga obe centrale šalju vrednost 10 na pozicijama $a_i b_i$ bita čime se u stvari vraća u stanje *Slobodan* (u stvari, obe centrale po slanju ove kombinacije ulaze u stanje *Oslobođanje unapred*, čekaju u tom stanju 100ms i potom kada detektuju na prijemu vrednost 10 u $a_i b_i$ bitima ulaze u stanje *Slobodan*). Dodatna razlika u odnosu na jednosmerne linkove je i dodatni uslov pri oslobađanju govornog kanala. Kada se govorni kanal oslobodi, centrala koja ga nije zauzela mora bar 100ms da drži vrednost $a_{bi}b_{bi}$ na 10 i tek onda može smatrati da se prešlo u stanje *Slobodan* (odnosno tek tada može i ona pokušati da zauzme taj govorni kanal). Očigledno

je iz ovih razlika da je zauzimanje govornih kanala u slučaju dvosmernih linkova komplikovanije nego u slučaju jednosmernih linkova pa se otuda u praksi češće koriste jednosmerni linkovi, jer ušteda u kanalima koju donose dvosmerni linkovi nije dovoljna da opravda ovu komplikovaniju proceduru zauzimanja.

6.4.2. Registarska signalizacija

Stariji sistemi signalizacije poput D sistema signalizacije su koristili samo linijsku signalizaciju, pri čemu se koristio impulsni princip razmene signalizacije kao i kod R2 sistema signalizacije. Impulsni princip podrazumeva da se ne razmenjuju poruke (paketi) preko signalizacionog kanala, već da se promenama vrednosti signalizacionih bita signalizira željena instrukcija centrali na drugom kraju linka. Očigledno, ovakav princip nije praktičan, naročito imajući u vidu da se moraju prenositi i adresni signali (cifre telefonskog broja), pri čemu u slučaju prenosa adresnih signala trajanje signalizacije zavisi od broja traženog pretplatnika što nije poželjno (slično kao kod dekadnog biranja telefonskog aparata). Otuda je u R2 sistemu signalizacije zadržana linijska signalizacija samo za proste operacije zauzimanja i oslobađanja govornih kanala, i ideja je bila da se govorni kanal koji je zauzet linijskom signalizacijom iskoristi za razmenu ostalih signalizacionih poruka u fazi uspostave veze i tek potom kada se razgovor uspostavi da se on koristi za prenos govornog signala. Na ovaj način je podignuta efikasnost iskorišćenja govornog kanala jer dok razgovor ne otpočne on je svejedno zauzet u fazi uspostave veze, pa je onda bolje iskoristiti njegov kapacitet za prenos signalizacije nego ga ostaviti neiskorišćenog. Registarska signalizacija se prenosi ovim govornim kanalom u fazi uspostave veze. Registarska signalizacija se prenosi u formi dvotonskih kombinacija (ideja tonskog (DTMF) biranja kod telefonskih aparata) da bi se sprečila zavisnost trajanja signalizacije od biranog telefonskog broja. Kao što vidimo, ni kod registarske signalizacije se ne prenose poruke (paketi) već dvotonske kombinacije. Razlog je veoma jednostavan. U vreme nastajanja R2 sistema signalizacije, procesori su još uvek imali malu moć procesiranja i bili veoma skupi i velikih gabarita, pa je ekonomičnije bilo kreirati i koristiti rešenja koja tumače impulsne promene bita (linijska signalizacija), odnosno dvotonske kombinacije (registarska signalizacija). Videćemo u sledećem potpoglavlju da je signalizacija No7 orijentisana na razmenu poruka preko signalizacionog kanala koja je znatno i efikasnija i fleksibilnija, što je bilo ostvarivo tada jer su i procesori u to doba postali ekonomični i dovoljno jaki.

Registarska signalizacija se razmenjuje u fazi uspostave veze i to pre same uspostave razgovora preko zauzetog govornog kanala koji je zauzet pomoću linijske signalizacije. Registarska signalizacija se razmenjuje po principima tonskog biranja telefonskih aparata. Razlikujemo registarske signale unapred i unazad, pri čemu je, kao i kod linijske signalizacije, smer signala određen smerom uspostave veze. I signali unapred i signali unazad imaju na raspolaganju skup od 6 frekvencija. Registarski signali unapred koriste frekvencije iz skupa {1380Hz, 1500Hz, 1620Hz, 1740Hz, 1860Hz, 1980Hz}. Registarski signali unazad koriste frekvencije iz skupa {1140Hz, 1020Hz, 900Hz, 780Hz, 660Hz, 540Hz}. Registarski signal se formira dvotonskom kombinacijom dve frekvencije iz odgovarajućeg skupa (unapred ili unazad). Očigledno, kombinacijama po dve frekvencije dobija se ukupno 15 signala unapred, odnosno unazad ($\binom{6}{2} = 15$). Za registarsku signalizaciju su potrebni generator tonskih signala GTS i

prijemnik tonskih signala PTS. Generator tonskih signala šalje odgovarajući ton preko govornog kanala, a PTS u drugoj centrali detektuje ton, odnosno od koje dve frekvencije je sačinjen i na

osnovu toga utvrđuje koji registarski signal je poslat. Tabela 6.4.2.1 daje prikaz dvotonskih kombinacija.

Tabela 6.4.2.1. –Pregled dvotonskih kombinacija

Redni broj signala	Frekvencije u Hz						
	Signali unapred	1380	1500	1620	1740	1860	1980
	Signali unazad	1140	1020	900	780	660	540
1		*	*				
2		*		*			
3			*	*			
4		*			*		
5			*		*		
6				*	*		
7		*				*	
8			*			*	
9				*		*	
10					*	*	
11		*					*
12			*				*
13				*			*
14					*		*
15						*	*

Kao što vidimo iz Tabele 6.4.2.1, na raspolaganju nam je 15 signala, a za uspostavu veze je potreban veći broj signala da bilo moguće pokriti sve situacije koje mogu da se jave prilikom uspostave veze. Otuda se signali unapred dele na grupu I i grupu II, a signali unazad se dele na grupu A i grupu B. Svaka grupa ima po 15 signala. Pri tome registarska signalizacija uvek kreće od grupe I za signale unapred, odnosno od grupe A za signale unazad.

Pregled registarskih signala unapred, definisanih preporukom Q.441, je dat u Tabeli 6.4.2.2. Kao što se može videti, pojedini signali imaju višestruko značenje, a koje značenje će imati zavisi od situacije (na primer, nacionalna ili međunarodna veza) i prethodno razmenjenih signala, što je opisano u preporuci Q.441. Signali I-1 do I-10 kolone b) su signali koji se prvi šalju u slučaju međunarodnog linka (voda) koji završava u istoj državi gde je i traženi korisnik. Ako se međunarodni link završava u različitoj državi (tranzitna međunarodna centrala) od one u kojoj je traženi korisnik ovi signali se mogu prenositi nakon što su prethodno poslali indikator koda države i sam kod države. Signali I-11 do I-15 kolone b) (tačnije do I-14 pošto se I-15 kolone b) ne koristi) su signali koji se prvi šalju u slučaju kada međunarodni link ne završava u istoj državi gde je i traženi korisnik. Naglasimo da se signalima I-1 do I-10 kolone a) prenosi adresa traženog korisnika (cifre telefonskog broja traženog korisnika). Cilj grupe I je da postavi uslove telefonske veze (npr. da li se koriste poništavači eha u međunarodnoj vezi koja se uspostavlja) i pre svega prenese adresu traženog korisnika da bi se poziv mogao rutirati do traženog korisnika. Grupa II prvenstveno služi za određivanje kategorije pozivajućeg korisnika, što, na primer, može biti korišćeno za određivanje prioriteta u opsluživanju poziva. Najčešće je u pitanju običan pretplatnik, ali postoje i druge kategorije poput opreme za održavanje, operator, pretplatnik sa prioriteto. Nacionalne mreže mogu iskoristiti signale rezervisane za nacionalnu upotrebu za uvođenje i drugih kategorija poput javne telefonske govornice. Takođe, može se

signalizirati da će se preko govornog kanala vršiti prenos podataka, a ne govornog signala (signali II-6 i II-8).

Tabela 6.4.2.2. – Registariski signali unapred

Redni broj signala	Grupa I			Grupa II		
	Oznaka signala	Značenje signala		Oznaka signala	Značenje signala	
		a)	b)		Nacionalna veza	Međunarodna veza
1	I-1	Cifra 1	Jezička cifra, fra.	II-1	Pretplatnik bez prioriteta	
2	I-2	Cifra 2	Jezička cifra, eng.	II-2	Pretplatnik sa prioriteto	
3	I-3	Cifra 3	Jezička cifra, nem.	II-3	Uređaj za održavanje	
4	I-4	Cifra 4	Jezička cifra, rus.	II-4	Rezerva	
5	I-5	Cifra 5	Jezička cifra, špa.	II-5	Operator	
6	I-6	Cifra 6	Jezička cifra, rezer.	II-6	Prenos podataka	
7	I-7	Cifra 7	Jezička cifra, rezer.	II-7		Pretplatnik ili operator bez <i>forward transfer</i> funkcionalnosti
8	I-8	Cifra 8	Jezička cifra, rezer.	II-8		Prenos podataka
9	I-9	Cifra 9	Diskriminatorna cifra, rezerva	II-9		Pretplatnik sa prioriteto
10	I-10	Cifra 0	Diskriminatorna cifra	II-10		Operator sa <i>forward transfer</i> funkcionalnošću
11	I-11	Pristup <i>incoming</i> operatoru	Indikator koda države, zahteva se odlazni poništivač eha	II-11	Rezervisano za nacionalnu upotrebu	
12	I-12	Pristup <i>delay</i> operatoru ili odbijanje zahteva	Indikator koda države, ne zahtevaju se poništivači eha	II-12	Rezervisano za nacionalnu upotrebu	
13	I-13	Pristup opremi za testiranje ili satelitski link nije uključen	Test poziv (od opreme za testiranje)	II-13	Rezervisano za nacionalnu upotrebu	
14	I-14	Zahteva se dolazni poništivač eha ili satelitski link uključen	Indikator koda države, odlazni poništivač eha aktiviran	II-14	Rezervisano za nacionalnu upotrebu	
15	I-15	Kraj biranja ili kraj identifikacije pozivajućeg	Ne koristi se	II-15	Rezervisano za nacionalnu upotrebu	

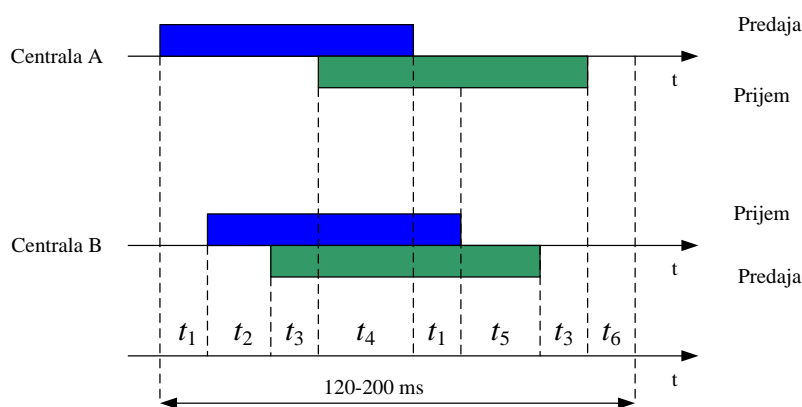
Pregled registarskih signala unazad, definisanih preporukom Q.441, je dat u Tabeli 6.4.2.3. Glavna uloga grupe A signala unazad je potvrđivanje signala unapred iz grupe I (i pod određenim specifičnim okolnostima i grupe II). Cifra koja se primi se označava kao cifra n . Tipično se koristi signal A-1 kojim se zahteva sledeća cifra ($n+1$) i istovremeno potvrđuje uspešan prijem cifre n . Takođe, mogu da se traže i već poslate cifre signalima A-2, A-7 ili A-8 u zavisnosti koja od prethodno poslatih cifara je potrebna. Ova tri signala se koriste u situacijama kada centrala koja prima cifre utvrdi da traženi korisnik nije priključen na nju i da je ona u stvari samo tranzitna centrala. Tada traženjem prethodno poslatih cifara signalizira takvu situaciji centrali koja šalje cifre da ih ponovo počne slati sledećoj centrali u nizu (kreće se od cifre koja je naznačena u signalu unazad A-2, A-7 ili A-8). Na ovaj način se postiže razmena registarske signalizacije s kraja na kraj. Signalom A-3 se definiše prelaz na grupu B, odnosno svi signali unazad poslani nakon A-3 signala će se tumačiti kao signali grupe B. Istovremeno, signal A-3 izaziva i prelaz na grupu II kod signala unapred, pošto je adresa kompletirana pa nema smisla i

dalje slati signale unapred grupe I. Signalom A-6 se preskače prelaz na grupu B, već se odmah uspostavlja veza i kad (i ako) se traženi korisnik odazove treba započeti tarifiranje. Grupa B ima prvenstvenu ulogu da informiše o statusu traženog korisnika (slobodan, zauzet i sl.).

Tabela 6.4.2.3. – Registariski signali unazad

Redni broj signala	Grupa A		Grupa B	
	Oznaka signala	Značenje signala	Oznaka signala	Značenje signala
1	A-1	Šalji sledeću cifru (n+1)	B-1	Rezervisano za nacionalnu upotrebu
2	A-2	Šalji preposlednju poslatu cifru (n-1)	B-2	Šalji specijalni ton
3	A-3	Adresa kompletirana pa pređi na prijem grupe B signala unazad	B-3	Traženi pretplatnik zauzet
4	A-4	Zagušenje u nacionalnoj mreži	B-4	Zagušenje (otkriveno nakon prelaska sa grupe A na grupu B)
5	A-5	Šalji kategoriju pozivajućeg korisnika	B-5	Nepostojeći broj
6	A-6	Adresa kompletirana pa uspostavi vezu i počni tarifiranje	B-6	Pretplatnička linija slobodna i poziv se tarifira
7	A-7	Šalji cifru n-2	B-7	Pretplatnička linija slobodna i poziv se ne tarifira
8	A-8	Šalji cifru n-3	B-8	Pretplatnička linija u kvaru
9	A-9	Rezervisano za nacionalnu upotrebu	B-9	Rezervisano za nacionalnu upotrebu
10	A-10	Rezervisano za nacionalnu upotrebu	B-10	Rezervisano za nacionalnu upotrebu
11	A-11	Šalji kod države	B-11	Rezervisano za nacionalnu upotrebu
12	A-12	Šalji jezičku ili diskriminatorsku cifru	B-12	Rezervisano za nacionalnu upotrebu
13	A-13	Šalji tip kola	B-13	Rezervisano za nacionalnu upotrebu
14	A-14	Šalji informaciju o upotrebi dolaznog poništavača eha (da li se zahteva ili ne)	B-14	Rezervisano za nacionalnu upotrebu
15	A-15	Zagušenje u međunarodnoj centrali ili na njenom odlaznomvodu	B-15	Rezervisano za nacionalnu upotrebu

Registariski signali su predstavljeni u vidu dvotonskih kombinacija. PTS u centrali tumače primljene dvotonske kombinacije u cilju određivanja frekvencija od kojih su sastavljeni i samim tim određuju registrariske signale koji su primljeni. Međutim, potrebno je vreme za određivanje frekvencija od kojih je sastavljen registrariski signal, pa je potrebno na neki način obezbediti mehanizam koji će obezbediti da centrala dovoljno dugo pušta ton za detekciju frekvencija u drugoj centrali. Stoga je upotrebljen sledeći princip razmene registrariskih signala prikazan na slici 6.4.2.1.



Slika 6.4.2.1. Princip razmene registrariske signalizacije

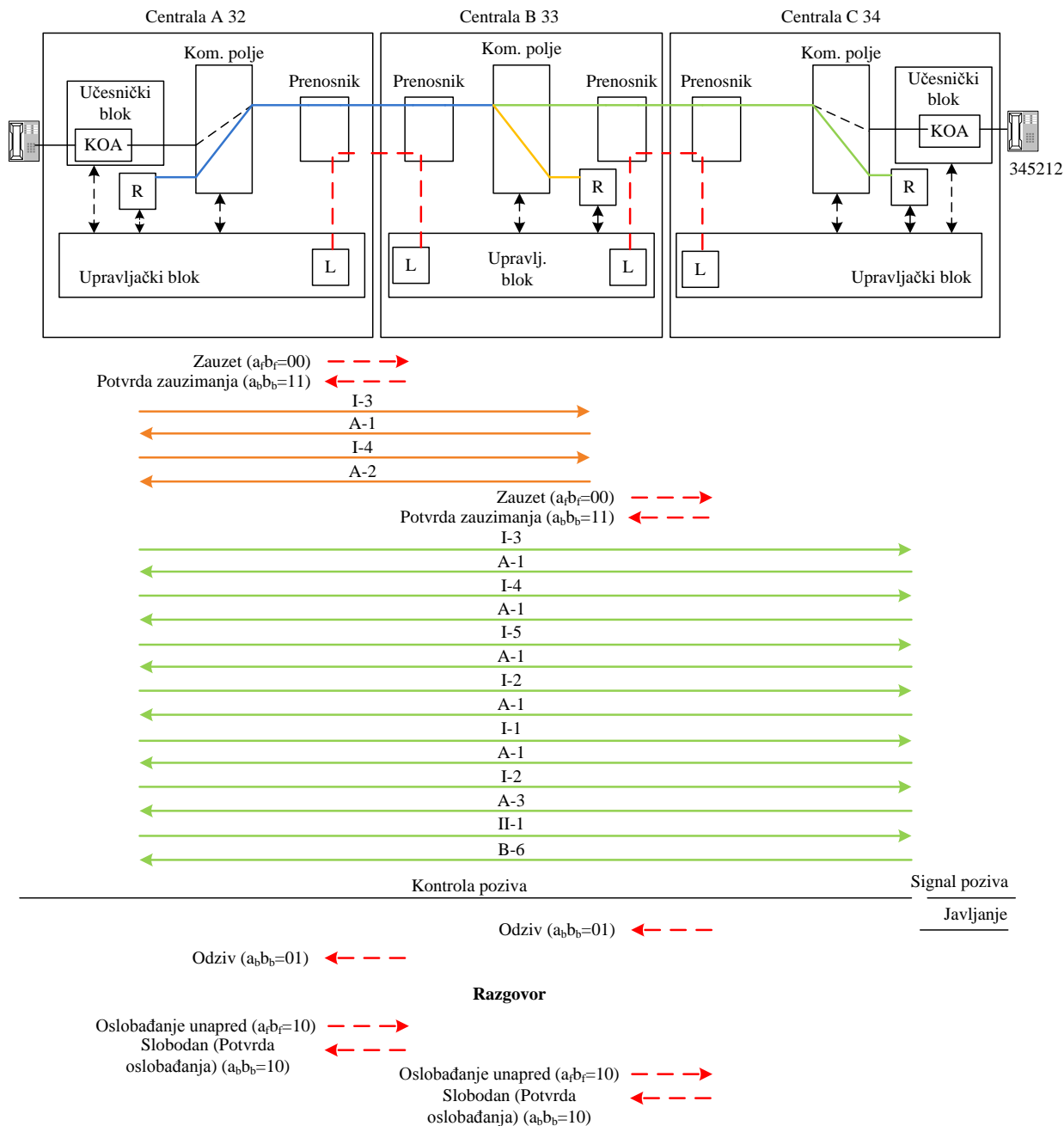
Centrala A šalje registrariski signal unapred – ton koji je predstavljen plavom bojom. Posle vremena propagacije t_1 poslati signal unapred stiže do centrale B i dolazi u PTS. PTS-u treba

određeno vreme da detektuje koji signal unapred je u pitanju. Zatim, centrala B na osnovu detektovanog signala unapred treba da pošalje odgovarajuću potvrdu u vidu odgovarajućeg signala unazad. To sve traje t_2 dok centrala B ne počne da se šalje signal unazad - ton predstavljen zelenom bojom. Posle vremena propagacije t_3 , do centrale A stiže potvrda (signal unazad) koji ona prima u svom PTS i tamo ga analizira. Nakon što je primila signal unazad i detektovala koji signal unazad je u pitanju, centrala A treba da deaktivira signal unapred koji je slala i čitav taj proces traje t_4 . Prestanak signala unapred stiže, nakon vremena propagacije t_1 , do centrale B. Centrala B će detektovati prestanak signala unapred nakon nekog vremena i tada će sama prestati da šalje svoj signal unazad (ovaj proces traje t_5). Nakon vremena propagacije t_3 ka centrali A, prestanak signala unazad stiže i do centrale A. Centrala A će detektovati prestanak signala unazad nakon nekog vremena (ovaj proces traje t_6) i tek nakon toga može da šalje novi signal unapred. Cela procedura tipično traje oko 120-200 ms za zemaljske veze (za veze koje uključuju satelitski link ova procedura je znatno duža). Naravno, što je veći broj deonica (tranzitnih centrala) u vezi, vreme procedure se povećava.

Registarska signalizacija se razmenjuje po principu s kraja na kraj (*end-to-end*). Tranzitne centrale čim prepoznaju da traženi korisnik nije priključen na njih rutiraju poziv na odgovarajući odlazni link. Na tom linku vrše zauzimanje govornog kanala linijskom signalizacijom i potom kreće razmena registarske signalizacije između početne centrale i te sledeće centrale u nizu. Ovaj princip se ponavlja sve dok se ne dođe do završne centrale na koju je priključen traženi korisnik. Otuda i naziv s kraja na kraj. U slučaju da je čitav put veze dugačak (naročito ako je uključena satelitska veza), registarska signalizacija se može podeliti na nekoliko deonica, a onda se u svakoj deonici koristi princip s kraja na kraj na nivou te deonice. Deonica može da sadrži i po nekoliko centrala i linkova, a može da sadrži i samo dve centrale sa jednim linkom između njih (tada taj link tipično ide preko satelitske veze).

6.4.3. Primer razmene R2 signalizacije

Na slici 6.4.3.1 je prikazan jedan primer razmene R2 signalizacije za slučaj jedne nacionalne govorne veze koja prolazi i kroz jednu tranzitnu centralu. Korisnik sa centrale A je podizanjem slušalice najavio svoj poziv i nakon dobitka tona slobodnog biranja počeo da šalje adresne signale traženog korisnika. Upravljački organ dobija te signale od učesničkog bloka i nakon detektovanja prve dve cifre shvata da je u pitanju korisnik sa druge centrale i pokreće prenosnik ka centrali B i počinje proceduru zauzimanja nekog govornog kanala sa centralom B preko linijske signalizacije. Putanja linijske signalizacije između centrale A i B, kao i centrale B i C je označena crvenom linijom. Sami linijski signali koji se razmenjuju su takođe označeni crvenim strelicama. Nakon što je zauzela govorni kanal, centrala A u svom komutacionom polju rezerviše put između učesničkog bloka pozivajućeg korisnika i prenosnika. Međutim, sada se zauzima i aktivira put kroz komutaciono polje centrale A kojim se na zauzeti govorni kanal priključuju GTS i PTS registarske signalizacije koji se nalaze u bloku pomoćnih organa (na slici označen sa R). U centrali B se zauzima i aktivira put kroz komutaciono polje koje povezuje zauzeti govorni kanal sa blokom pomoćnih organa, tačnije sa GTS i PTS registarske signalizacije. Započinje se registarska signalizacija u okviru koje počinju da se šalju cifre traženog korisnika. Centrala B zaključuje nakon druge cifre da je u pitanju druga centrala i šalje signal A-2 kojim signalizira da centrala A treba da ponovi svoju pretposlednju poslatu cifru, a to je u stvari prva cifra traženog korisnika. Ovime se u stvari obaveštava centrala A da je centrala B tranzitna centrala u vezi i da će se izvršiti povezivanje sa sledećom centralom u nizu. Istovremeno, centrala B linijskom signalizacijom zauzima neki govorni kanal ka centrali C.



Slika 6.4.3.1. Primer razmene R2 signalizacije

Takođe, centrala B je raskinula vezu u komutacionom polju između bloka pomoćnih organa i prenosnika tj. govornog kanala na linku između centrala A i B. Takođe se zauzima i aktivira put kroz komutaciono polje centrale B između dva prenosnika. U centrali C se zauzima i aktivira put kroz komutaciono polje koji spaja blok pomoćnih organa i zauzeti govorni kanal na linku između centrala B i C. Sada se registarska signalizacija razmenjuje između centrala A i C. Kada se prime sve cifre traženog korisnika, centrala C šalje signal A-3 kojim signalizira da je primila sve cifre i utvrdila koji korisnik je u pitanju. Centrala A šalje signal II-1 kojim signalizira da je pozivajući korisnik standardan (običan) pretplatnik, a centrala C odgovara sa signalom B-6 kojim signalizira da je traženi korisnik slobodan i da razgovor treba da se tarifira. U ovom momentu se

aktivira govorni put kroz komutaciono polje u centrali A (u centrali B je već aktiviran jer je preko njega išla registarska signalizacija, a ići će istim putem i signal govora). U centrali C se pušta signal zvona traženom korisniku, dok se GTS (ovaj GTS blok ne pripada registarskoj signalizaciji) iz bloka pomoćnih organa priključuje preko komutacionog polja na zauzeti govorni kanal između centrala B i C radi puštanja signala kontrole poziva koji će u svojoj slušalici čuti pozivajući korisnik. Inače, u upotrebi je i varijanta gde se signal kontrole poziva generiše u učesničkom bloku pozivajućeg korisnika. Kada traženi korisnik podigne slušalicu aktivira se i govorni put u centrali C, tako da je sada uspostavljen govorni put između pozivajućeg i traženog korisnika. Istovremeno, linijskom signalizacijom se obaveštava (prvo od centrale C do centrale B, a potom od centrale B do centrale A) da je traženi korisnik podigao slušalicu i da je otpočeo razgovor. Kada centrala A primi ovu linijsku signalizaciju ona započinje sa tarifiranjem poziva.

Na kraju, kada pozivajući korisnik spusti slušalicu, govorna veza se raskida. Centrale linijskom signalizacijom oslobađaju zauzeti govorni kanal (između centrale A i B, kao i između centrale B i C). Pri tome, pre nego što centrala B potvrdi linijski signal raskidanja unapred centrali A, ona oslobađa sve zauzete resurse u centrali za raskinutu govornu vezu. Identično radi i centrala C pre nego što centrali B potvrdi linijski signal raskidanja unapred.

Kao što vidimo iz ovog primera, linijska signalizacija koristi princip razmene deonica-po-deonica, dok registarska signalizacija koristi princip razmene s kraja na kraj.

6.5. Sistem signalizacije No.7

Sistem signalizacije No.7 se još naziva i CCS7 (*Common Channel Signalling No.7*) sistem signalizacije, kao i SS7 (*Signalling System No. 7*) sistem signalizacije. Sistem signalizacije No.7 pripada grupi signalizacija po zajedničkom kanalu čiji su principi opisani u potpoglavlju 6.3. Q.700 grupa ITU-T preporuka se odnosi na sistem signalizacije No.7.

Signalizacija po zajedničkom kanalu je omogućila bolje performanse signalizacije od signalizacije po pridruženom kanalu. Naime, u slučaju signalizacije po pridruženom kanalu je postojalo više nedostataka. Signalizacija koja je koristila samo linijsku signalizaciju je bila spora (protok kanala od svega 2kb/s), pri čemu je i samo trajanje signalizacije zavisilo od telefonskog broja traženog korisnika jer se koristio impulsni prenos signalizacije (princip sličan dekadnom biranju sa telefonskog aparata). Takođe, linijska signalizacija je omogućavala samo prenos najosnovnije signalizacije neophodne za uspostavu jedne veze i napredniji servisi nisu bili mogući. Registarska signalizacija je predstavljala dodatak linijskoj signalizaciji koji je unapredio performanse signalizacije po pridruženom kanalu. Pošto se govorni kanal zauzme u toku uspostave veze, ali se ne koristi prenos govornog signala u fazi uspostave veze, ideja je bila da se resursi govornog kanala upotrebe za razmenu signalizacije u fazi uspostave veze i time iskoristi veći kapacitet govornog kanala (64kb/s) u odnosu na pridruženi signalizacioni kanal (2kb/s). Razmena signalizacije se koristila po principima sličnim tonskom (DTMF) biranju telefonskog aparata, odnosno signalizacione poruke su bile predstavljane tonovima sastavljenim od dveju frekvencija. Na ovaj način, trajanje signalizacije više nije zavisilo u velikoj meri od telefonskog broja traženog korisnika (zavisnost i dalje postoji sa stanovišta broja cifara u telefonskom broju, ali ne i od samih vrednosti cifara kao ranije). Međutim, iako je uvođenjem registarske signalizacije podignut kvalitet razmene signalizacije i dalje nisu rešeni svi problemi. Prvi problem je što se registarska signalizacija mogla razmenjivati samo u fazi uspostave veze, tako da napredniji servisi koji bi zahtevali razmenu signalizacije i u fazi razgovora ili fazi raskidanja

veze nisu bili mogući. Takođe, razmena registarske signalizacije i dalje nije bila dovoljno brza, a ni efikasna. Efikasnije je razmenjivati poruke (pakete) nego koristiti prenos signalizacije u vidu tonova. Takođe, prenos poruka omogućava i fleksibilniji dizajn signalizacije i lakše uvođenje novih servisa i tipova korisnika jer paketi prenose bite, a kako će se biti tumačiti zavisi od definisanja standarda. Kod tonskog prenosa signalizacije nije lako uvoditi nove poruke jer je broj tonova ograničen, pa samim tim i broj različitih poruka.

Linijska i registarska signalizacija su se koristile kao takve iz prostog razloga što su u vreme svog nastanka bile ekonomičnije za realizaciju jer su procesori koji su neophodni za efikasnu i fleksibilnu razmenu poruka tada bili skupa rešenja, a pri tome nisu bili ni preterano moćni. Komercijalizacijom tehnologije integrisanih kola, i samim tim razvojem ekonomičnih i kvalitetnih čipova zasnovanih na toj tehnologiji bilo je moguće iskoristiti prednosti komutacije paketa u odnosu na komutaciju kola. Teorija komutacije paketa datira još od ranih šezdesetih godina prošlog veka, ali njena šira primena je bila moguća tek adekvatnim razvojem tehnologije. Ako pogledamo signalizaciju po pridruženom kanalu možemo videti da je ona zasnovana na komutaciji kola. Svakom govornom kanalu je pridružen signalizacioni kanal koji prenosi linijsku signalizaciju, pri čemu se preko signalizacionog kanala može prenositi samo linijska signalizacija za odgovarajući govorni kanal bez obzira da li je on slobodan (pa nema potrebe za razmenom signalizacije) ili se koristi/zauzima/oslobađa. S druge strane, jedna od osnovnih prednosti komutacije paketa je bolje iskorišćenje mrežnih resursa. Naime, mrežni resursi se dele, i u našem slučaju resurs je signalizacioni kanal. Signalizacioni kanal sada prenosi signalizaciju za više govornih kanala. Pri čemu, ako je potrebno istovremeno razmeniti signalizaciju za više govornih kanala, signalizacione poruke se baferuju i šalju jedna za drugom. Na ovaj način je ostvareno znatno bolje iskorišćenje signalizacionog kanala preko kog se uvek prenose signalizacione poruke ako ih ima, a dug neaktivan period nekog govornog kanala ne utiče negativno na iskorišćenje resursa signalizacionog kanala jer će on svejedno prenositi signalizacione poruke za druge (aktivne) govorne kanale. Otuda, iako je bilo moguće uvesti i princip razmene poruka (paketa) i za signalizaciju po pridruženom kanalu kada je to postalo ekonomski isplativo, ipak je razvijena i uvedena signalizacija po zajedničkom kanalu jer je ona pored razmene signalizacionih poruka (paketa) uvela i principe komutacije paketa sa svim prethodno opisanim prednostima. Navedimo još jednom i veoma važnu prednost signalizacije po zajedničkom kanalu koja podrazumeva i mogućnost razmene signalizacionih poruka koje se ne odnose na govorne kanale čime je skup servisa koji se pružaju mogao maksimalno da se proširi (primer ovakvog servisa je opisan u potpoglavlju 6.3). To je takođe bila veoma značajna osobina koja je uticala na odluku da se pređe na signalizaciju po zajedničkom kanalu.

6.5.1. Signalizaciona mreža

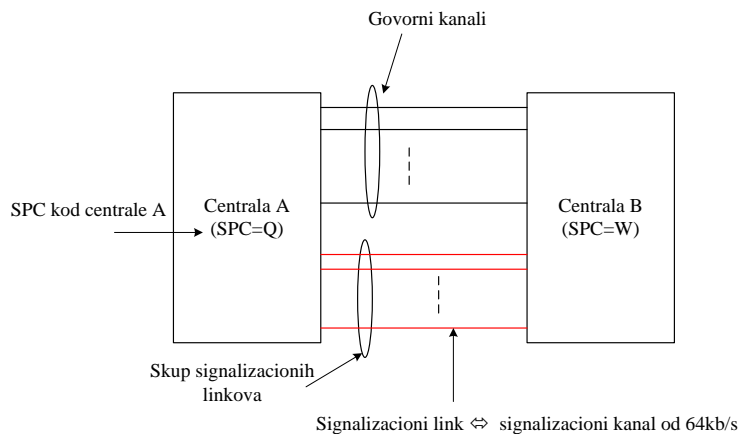
Signalizacija No.7 podrazumeva kreiranje signalizacione mreže na temeljima fizičke infrastrukture telefonske mreže. Čvorove signalizacione mreže čine pre svega telefonske centrale, ali i drugi sistemi koji su uključeni u sistem signalizacije No.7 (na primer, gejtvjevi prema drugim telekomunikacionim mrežama, baze podataka). Razlikujemo dva tipa čvorova u signalizacionoj mreži signalizacije No.7:

- Signalizaciona tačka (SP - *Signalling Point*)
- Signalizaciona tranzitna tačka (STP - *Signalling Transfer Point*)

Signalizaciona tačka predstavlja izvorište ili konačno odredište signalizacione poruke, dok signalizaciona tranzitna tačka ima ulogu tranzita za signalizacionu poruku (ne vrši

procesiranje korisnog sadržaja signalizacione poruke). Inače, signalizacione poruke se u signalizaciji No.7 nazivaju signalizacione jedinice (SU – *Signalling Unit*). Jedna centrala može biti istovremeno i SP i STP tačka, u zavisnosti da li konkretne signalizacione poruke generiše ili procesira na prijemu (tada se ponaša kao SP tačka) ili ih samo preusmerava ka konačnom odredištu (tada se ponaša kao STP tačka). Svaka signalizaciona tačka u signalizacionoj mreži ima dodeljen jedinstven (na nivou signalizacione mreže) tzv. kod signalizacione tačke (SPC - *Signalling Point Code*). SPC kod, u stvari, predstavlja adresu signalizacione tačke u signalizacionoj mreži.

Međusobna veza između dve signalizacione tačke se ostvaruje preko signalizacionih linkova (*Signalling Link*), gde se pod jednim signalizacionim linkom podrazumeva signalizacioni kanal protoka 64kb/s koji se nalazi u okviru oba E1-PCM signala koji čine E1 link. Naravno, redni broj kanala koji je izabran kao signalizacioni je isti u oba E1-PCM signala koji čine E1 link. Pošto dve signalizacione tačke mogu biti međusobno povezane sa više signalizacionih linkova, definiše se tzv. skup signalizacionih linkova (*Signalling Link Set*) koji obuhvata sve signalizacione linkove između te dve signalizacione tačke. Slika 6.5.1.1 ilustrira pojmove signalizacionog linka i skupa signalizacionih linkova. Napomenimo da pored opisanog digitalnog signalizacionog linka koji u stvari predstavlja signalizacioni kanal u E1 linku, standard predviđa i mogućnost upotrebe analognih signalizacionih linkova čiji protok mora biti minimalno 4.8kb/s za opsluživanje telefonskog servisa. U nastavku teksta ćemo uvek podrazumevati da se termin signalizacioni link odnosi na digitalni signalizacioni link pošto je on dominantno u upotrebi.



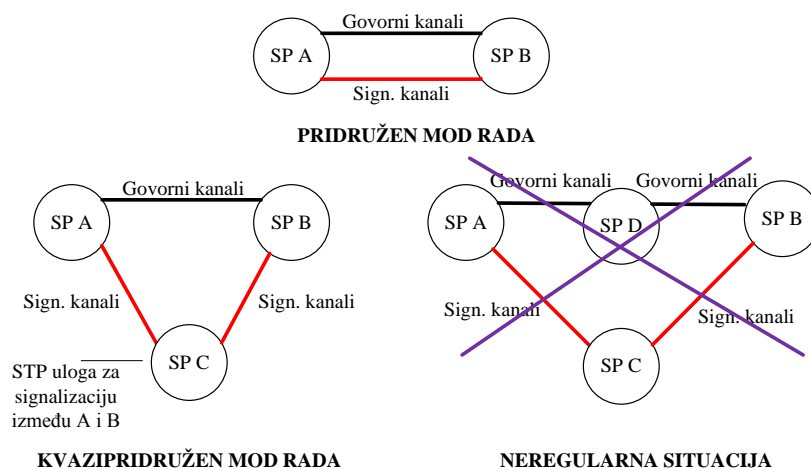
Slika 6.5.1.1. Signalizacioni link i skup signalizacionih linkova

Kao što je već rečeno u potpoglavlju 6.3, najveća mana signalizacije po zajedničkom kanalu je manja pouzdanost usled centralizovanosti signalizacije pošto jedan signalizacioni kanal opslužuje velik broj govornih kanala. Otuda, ispad signalizacionog kanala povlači sa sobom kao posledicu neupotrebljivost velikog broja govornih kanala jer se ne može prenositi signalizacija za njih, a samim tim se ne mogu uspostavljati veze preko tih govornih kanala. Jedno rešenje za povećanje pouzdanosti je uvođenje rezervnog signalizacionog kanala koji se aktivira u slučaju ispada glavnog signalizacionog kanala, čime se daje dovoljno vremena da se otkloni kvar na glavnom signalizacionom kanalu. Pri tome, uvek se bira drugi E1 link za izbor rezervnog signalizacionog kanala, pošto je najčešće uzrok ispada signalizacionog kanala ispad samog E1 linka. Drugo rešenje se zasniva na upotrebi rezervnih (alternativnih) putanja u samoj signalizacionoj mreži čime se ispadom jedne putanje u mreži aktiviraju rezervne putanje pa se

signalizacija i dalje može razmenjivati. Svaki čvor u signalizacionoj mreži je povezan na bar dva druga čvora u signalizacionoj mreži čime je omogućeno postojanje alternativnih putanja. Naravno, u praksi se koriste se oba navedena rešenja za podizanje pouzdanosti signalizacije No.7.

Kao što je već rečeno u ovoj sekciji, kreira se signalizaciona mreža u okviru signalizacije No.7. Da bi uopšte bilo moguće kreirati signalizacionu mrežu neophodno je da se ispuni jedan veoma važan uslov, a to je da signalizacija i govorni kanali ne moraju da idu istim fizičkim putem. Signalizacija po zajedničkom kanalu upravo ispunjava taj uslov. Naime, signalizacioni kanal tipično pokriva velik broj govornih kanala, a samim tim i govorne kanale koji nisu pripadnici istog E1 linka, stoga signalizacioni kanal može ići odvojenim fizičkim putem od govornih kanala za koje prenosi signalizaciju. Razlikuju se dva moda signalizacije:

- Pridružen mod
- Kvazipridružen mod

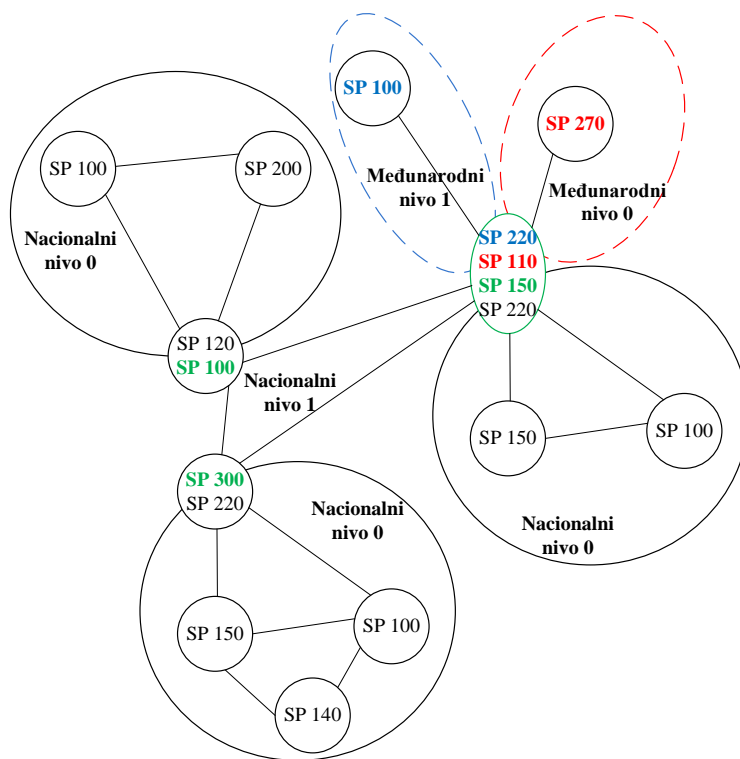


Slika 6.5.1.2. Pridružen i kvazipridružen mod rada

U pridruženom modu rada signalizacija ide istim fizičkim putem kao i govorni kanali, dok u kvazipridruženom modu rada signalizacija ide različitim fizičkim putem (koji je fiksni). Da bi kvazipridruženom modu rada bio moguć moraju da se koriste STP čvorovi koji vrše usmeravanje signalizacije. Na slici 6.5.1.2 je prikazan princip pridruženog i kvazipridruženog moda rada. Veoma je važno uočiti da signalizacija koja se odnosi na govorni kanal mora da stigne u signalizacionu tačku (centralu) u kojoj završava govorni kanal. Ako ovo ne bi bilo ispunjeno, signalizacija za takav govorni kanal se nikad ne bi mogla razmeniti jer centrala u kojoj završava govorni kanal nikad ne bi bila obavještena da li se govorni kanal zauzima ili ne, koji je traženi korisnik itd. Ovakav neregularni slučaj je prikazan na slici 6.5.1.2. Pošto signalizacija nikad ne stiže u centralu D, centrala D ne može da korektno komutira govorne kanale jer nije dobila informaciju od centrale A koji je govorni kanal ona zauzela za govornu vezu, ko je traženi korisnik i sl. Napomenimo da postoji i nepridružen mod rada koji se uglavnom ne koristi u telefonskim mrežama. U nepridruženom modu rada signalizacija takođe ne ide istim fizičkim putem kao govorni kanal, ali put signalizacije nije fiksni kao kod kvazipridruženog moda rada već zavisi od trenutne situacije, odnosno opterećenosti signalizacionih puteva (slično Internet ruterima). Ovakav mod potencijalno može da poremeti

redosled signalizacionih jedinica na prijemu što dovodi do značajno komplikovanijeg dizajna prijemnika signalizacionih jedinica, pa se stoga nepridruženi mod rada uglavnom ne koristi.

Kvazipridružen mod rada je pogodan iz dva razloga. Prvi razlog je formiranje alternativnih (rezervnih) putanja u signalizacionoj mreži. Drugi razlog je ekonomično formiranje signalizacionih kanala. U slučaju kada su dve centrale povezane sa malim brojem E1 linkova (samim tim i malim brojem govornih kanala) tada se ne isplati trošiti jedan signalizacioni kanal (ili dva ako se uzme u obzir i rezervni signalizacioni kanal) koji neće biti optimalno iskorišćen pošto opslužuje mali broj govornih kanala, a kapacitet opsluživanja omogućava opsluživanje znatno većeg brojeg govornih kanala. Tada je bolje taj mali broj govornih kanala opsluživati kvazipridruženim modom rada. Tada signalizacioni kanali između centrale A i C sa slike 6.5.1.2 opslužuju i govorne kanale između centrale A i C, kao i centrale A i B, dok signalizacioni kanali između centrala B i C sa slike 6.5.1.2 opslužuju i govorne kanale između centrale B i C, kao i centrale A i B. Na taj način se efikasno i optimalno koriste signalizacioni kanali i povećava ukupan broj govornih kanala na raspolaganju u mreži.



Slika 6.5.1.3. Nacionalni i međunarodni nivoi signalizacione mreže

Signalizaciona mreža se deli na nacionalni i međunarodni deo. U okviru nacionalnog dela definišu se dva nivoa, kao i u okviru međunarodnog dela. U nacionalnom delu svaki operater radi na nacionalnom nivou 0, a operatori svoje mreže međusobno povezuju na nacionalnom nivou 1. Sličan princip važi i za međunarodni deo gde se povezuju centrale različitih država i to čine na međunarodnom nivou 0 ili 1. Unutar jedne signalizacione mreže svi SPC kodovi moraju biti različiti tj. jedinstveni, pri čemu se jedan isti SPC kod može javljati u različitim signalizacionim mrežama. Signalizacione mreže se međusobno povezuju preko centrala sa funkcijom signalizacionog gejtveja. Centrala koja ima funkciju gejtveja mora imati SPC kod za svaku mrežu u kojoj učestvuje. Maksimalan broj SPC kodova koje jedna centrala može da ima je

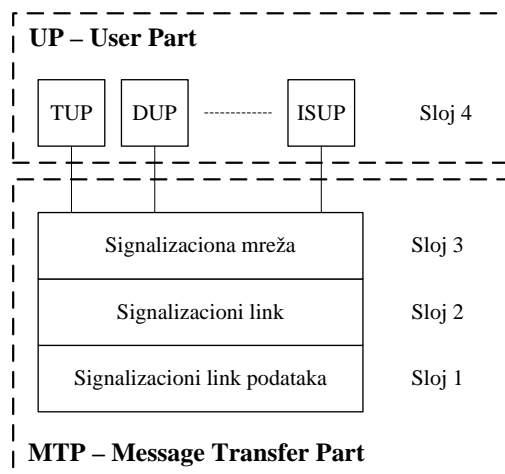
četiri i tada ta centrala pripada i nacionalnom nivou 0 i 1, kao i međunarodnom nivou 0 i 1. Naravno, u slučaju da u zemlji postoji samo jedan operater postojaće samo jedan nacionalni nivo (nivo 0). Princip nacionalnih i međunarodnih nivoa je prikazan na slici 6.5.1.3. Centrala koja ima funkciju gejtvjeja, naravno, može da ima i isti SPC kod u mrežama različitog nivoa, jer je jedino bitno da se unutar iste signalizacione mreže isti kod ne javi dva puta. U datom primeru centrala koja pripada svim nivoima ima za međunarodni nivo 1 i nacionalni nivo 0 isti SPC kod 220 (u primeru SP označava signalizacionu tačku, a sam broj predstavlja dodeljen SPC kod dotične tačke u odgovarajućoj mreži kojoj pripada).

6.5.2. Arhitektura signalizacije No.7

S obzirom da je sistem signalizacije No.7 zasnovan na principima komutacije paketa, usvojena je takođe i slojevit arhitektura signalizacije No.7. Signalizacija No.7 se sastoji od četiri sloja:

- Signalizacioni link podataka (*Signalling Data Link*) - sloj 1
- Signalizacioni link (*Signalling Link*) - sloj 2
- Signalizaciona mreža (*Signalling Network*) - sloj 3
- Korisnički deo (*User Part*) - sloj 4

Arhitektura signalizacije No.7 je prikazana na slici 6.5.2.1. Prva tri sloja se označavaju kao deo za prenos poruka (MTP – *Message Transfer Part*). Ideja je da prva tri sloja budu odgovorna za pravilan i pouzdan prenos signalizacionih jedinica, a da četvrti sloj bude svojevrsni aplikacioni sloj koji će predstavljati različite servise (na primer, telefonski servis, servis za prenos podataka, servis za ISDN korisnike, itd) koji zajednički i istovremeno koriste usluge prva tri sloja tj. MTP dela. Očigledno, ovakav sistem je veoma fleksibilan jer u slučaju dodavanja novih servisa i funkcionalnosti potrebno je definisati i dodati samo sloj 4, tj. odgovarajući korisnički deo na sloju 4. Važno je napomenuti da korisnički deo može komunicirati samo sa korisničkim delom istog tipa, tj. različiti korisnički delovi ne mogu međusobno komunicirati.

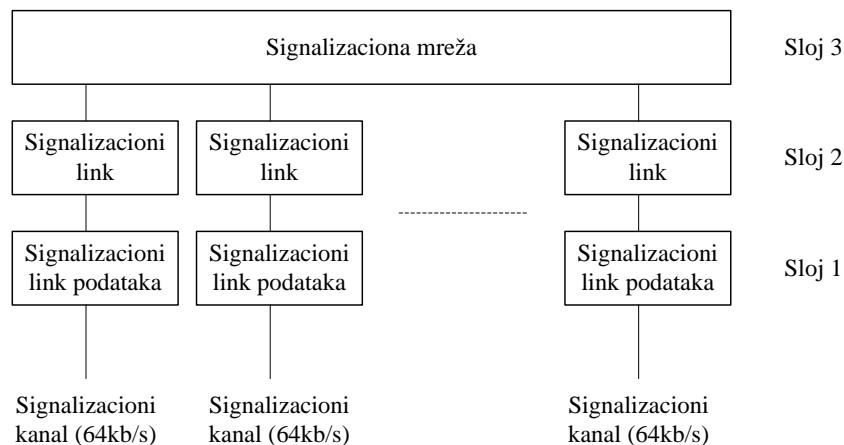


Slika 6.5.2.1. Arhitektura signalizacije No.7

Signalizacioni link podataka odgovara fizičkom sloju i odgovoran je za fizički prenos nestrukturiranih bita signalizacionog kanala. Ovaj deo prima signalizacione jedinice od sloja 2 i smešta njihove bite u odgovarajući signalizacioni kanal.

Signalizacioni link je odgovoran za pravilan, pouzdan i transparentan prenos strukturiranih bita tj. signalizacionih jedinica. Vršiti funkcije pouzdanog prenosa (detekcija i korekcija grešaka), nadgledanja ispravnosti signalizacionog linka, razgraničavanja signalizacionih jedinica, poravnanja signalizacionih jedinica i kontrole toka. Očigledno, signalizacioni link odgovara sloju linka podataka. Svakom signalizacionom kanalu (tj. linku) je pridružen poseban signalizacioni link podataka i signalizacioni link (sloj 1 i 2), kao što je prikazano na slici 6.5.2.2.

Signalizaciona mreža odgovara mrežnom sloju. Odgovorna je za rutiranje signalizacionih jedinica i za distribuciju signalizacionih jedinica odgovarajućim korisničkim delovima, ali i za nadgledanje i menadžment signalizacione mreže. Sloj 3 tj. signalizaciona mreža je realizovana kao jedan zajednički blok za sve signalizacione linkove (kanale) centrale, kao što je prikazano na slici 6.5.2.2.



Slika 6.5.2.2. Blokvska struktura MTP dela

Korisnički delovi implementiraju odgovarajući skup funkcionalnosti neophodan za izvršavanje odgovarajućih servisa. Na primer, TUP (*Telephone User Part*) implementira skup funkcionalnosti neophodan za ostvarivanje telefonskog servisa (prosleđivanje cifara traženog korisnika, zauzimanje govornog kanala i sl).

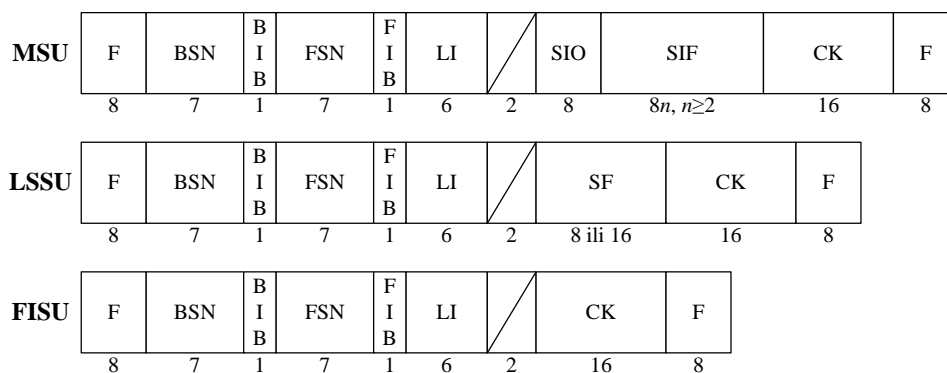
6.5.3. Signalizacione jedinice

U signalizaciji No.7 se koriste tri tipa signalizacionih jedinica:

- MSU (*Message Signalling Unit*) jedinice
- LSSU (*Link State Signalling Unit*) jedinice
- FISU (*Fill-In Signalling Unit*) jedinice

MSU jedinice se koriste za prenos korisničkih signalizacionih poruka koje generišu korisnički delovi (sloj 4) ili signalizacionih poruka vezanih za nadgledanje i menadžment signalizacione mreže koje generiše sloj 3.

LSSU jedinice se koriste za održavanje signalizacionog linka, pre svega za aktivaciju i reaktivaciju signalizacionog linka, ali i za signaliziranje ispada signalizacionog linka. Ove jedinice se prenose samo u vanrednim situacijama kada dođe do ispada signalizacionog linka ili kada je potrebno izvršiti aktivaciju signalizacionog linka.



Slika 6.5.3.1. Struktura signalizacionih jedinica

FISU jedinice su tzv. jedinice ispunjene koje se prenose samo kada nema MSU jedinica za prenos. One su neophodne za nadgledanje stanja linka sa stanovišta BER (*Bit Error Rate*) parametra da bi se moglo na vreme uočiti neregularno stanje linka. Naime, kada se ništa ne bi prenosilo preko signalizacionog linka (u situaciji kada nema MSU jedinica za prenos) moglo bi doći do povećanja BER vrednosti na neprihvatljiv nivo koje bi se prekasno uočilo jer se merenje BER-a ne bi vršilo kontinualno što bi moglo dovesti do nepotrebnog gubitka MSU jedinica.

Slika 6.5.3.1 prikazuje strukturu sva tri tipa signalizacionih jedinica, pri čemu su polja prikazana redosledom kako se i šalju na signalizacioni link (redosled slanja je sleva na desno). Brojevi navedeni ispod polja se odnose na dužinu polja u bitima. Kao što vidimo najveći deo polja je zajednički za sve signalizacione jedinice i ta zajednička polja se dodaju na sloju signalizacionog linka tj. sloju dva jer su neophodna za obavljanje funkcija tog sloja. Tumačenja polja signalizacionih jedinica su:

- F (*Flag*) - Međa za razgraničavanje susednih signalizacionih jedinica. Struktura ovog polja je 01111110. Međa na početku signalizacione jedinice se naziva otvarajuća međa i signalizira početak signalizacione jedinice, a međa na kraju signalizacione jedinice se naziva zatvarajuća međa i označava kraj signalizacione jedinice. Tipično se vrši spajanje zatvarajuće međe signalizacione jedinice i otvarajuće međe sledeće signalizacione jedinice u jednu zajedničku među radi ostvarivanja uštede kapaciteta signalizacionog kanala (linka).
- BSN (*Backward Sequence Number*) - Predstavlja redni broj poslednje signalizacione jedinice koja je uspešno primljena (istovremeno je to i kumulativna potvrda da su i sve prethodne signalizacione jedinice pre nje uspešno primljene). Redni brojevi signalizacionih jedinica se kreću u opsegu od 0 do 127.
- BIB (*Backward Indicator Bit*) - Predstavlja bit indikacije unazad koji se koristi u kombinaciji sa BSN poljem za negativno potvrđivanje u okviru osnovne metode za korekciju grešaka. Invertovanje BIB vrednosti označava da je došlo do greške i da treba retransmitovati sve jedinice koje slede poslednju pozitivno potvrđenu signalizacionu jedinicu (koja je određena vrednošću BSN polja).
- FSN (*Forward Sequence Number*) - Predstavlja redni broj signalizacione jedinice koja se šalje.
- FIB (*Forward Indicator Bit*) - Predstavlja bit indikacije unapred koji definiše da li je signalizaciona jedinica originalna ili retransmitovana u okviru osnovne metode

za korekciju grešaka. Invertovana vrednost ovog bita podrazumeva da je došlo do retransmisije.

- **LI (*Length Indicator*)** - Definiše dužinu korisnog dela signalizacione jedinice u bajtovima. Istovremeno, ovo polje se koristi i za određivanje tipa signalizacione jedinice. FISU jedinice nemaju koristan sadržaj pa je LI=0 za FISU jedinice. LSSU jedinice imaju koristan sadržaj u okviru SF polja koje je dužine 8 ili 16 bita, pa je LI=1 ili LI=2 za LSSU jedinice. MSU jedinice imaju koristan sadržaj u okviru SIO i SIF polja. SIO polje je dužine 8 bita, a SIF polje je dužine 16 bita ili duže, pa je LI>2 za MSU jedinice. Očigledno, vrednost LI polja se razlikuje u zavisnosti od tipa signalizacione jedinice i ne može doći do poklapanja za dva različita tipa signalizacionih jedinica. U slučaju kada SIF polje MSU jedinice sadrži 62 bajta ili više, vrednost LI polja je 63.
- **SIO (*Service Information Octet*)** - Sastoji se iz dva četvorobitna dela - indikator servisa (*Service indicator*) i podservisni deo (*Sub-service field*). Indikator servisa definiše ko je generisao signalizacionu poruku i samim tim ko treba da primi poruku: odgovarajući korisnički deo na sloju 4 (TUP, DUP, ISUP,...) ili blok za menadžment signalizacione mreže na sloju 3. Na osnovu indikatora servisa se na odredištu vrši distribucija korisnog dela MSU jedinice odgovarajućem korisničkom delu na sloju 4 ili bloku za menadžment signalizacione mreže na sloju 3. Podservisni deo definiše nivo signalizacione mreže (nacionalni nivo 0 ili 1, ili međunarodni nivo 0 ili 1).
- **SIF (*Signalling Information Field*)** - Predstavlja samu signalizacionu poruku. Maksimalna dužina SIF polja je 272 bajta, a minimalna je 2 bajta. Sam format SIF polja je definisan standardima za svaki tip korisničkog dela na sloju 4 ponaosob, kao i za funkciju menadžmenta signalizacione mreže na sloju 3. Unutar SIF polja se koristi labela usmeravanja (*Routing label*) koja omogućava rutiranje signalizacione poruke do željenog odredišta kroz signalizacionu mrežu. Standardna labela usmeravanja se sastoji od 4 bajta, što znači da se unutar jedne MSU jedinice može smestiti do 268 bajtova korisnih signalizacionih informacija.
- **SF (*Status Field*)** - Ovo polje definiše tip LSSU jedinice. Na primer, SIOS LSSU jedinica signalizira ispad signalizacionog linka.
- **CK (*Check Bits*)** - Predstavlja 16-bitnu CRC proveru koja se koristi za proveru ispravnosti primljenih signalizacionih jedinica tj. za detekciju grešaka u njima.

Samo se SIO i SIF polje formiraju na sloju 4 (ili 3), a sva ostala polja se formiraju na sloju 2. Dva bita (pozicionirana kod LI polja) koja se ne koriste su rezervni biti i ukoliko se ne iskoriste postavljaju se na vrednost 0.

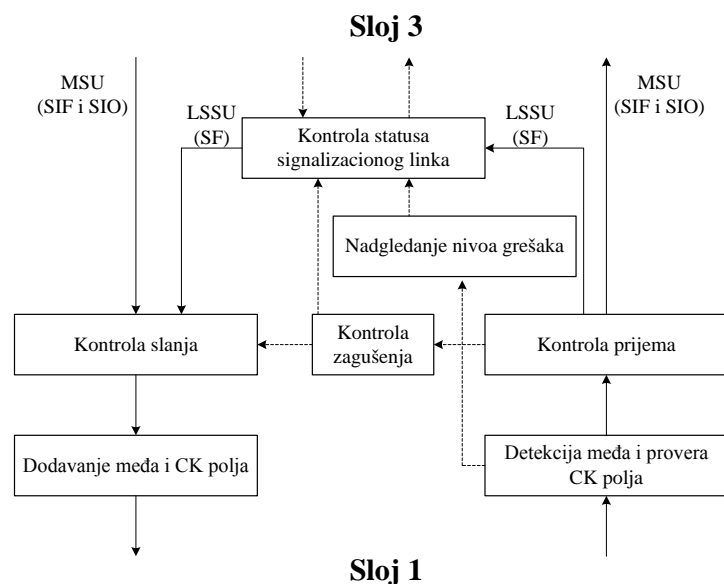
6.5.4. Signalizacioni link podataka (sloj 1)

Signalizacioni link podataka predstavlja sloj 1 slojevite arhitekture signalizacije No.7 i u suštini predstavlja ekvivalent fizičkom sloju OSI referentnog modela. Funkcija ovog sloja je da bite signalizacionih jedinica koje primi od sloja 2 (signalizacioni link) smesti u signalizacioni kanal. Po standardu definisani su digitalni i analogni signalizacioni link (tj. kanal). Digitalni signalizacioni link ima protok od 64kb/s, dok analogni signalizacioni link ima protok od minimalno 4.8kb/s u slučaju podrške telefonskog servisa. Digitalni signalizacioni link je

dominantno u upotrebi pa će se u nastavku teksta podrazumevati digitalni signalizacioni link. Pri tome, ITU-T preporuka Q.702 u slučaju E1 linka preporučuje upotrebu kanala 16 kao signalizacionog kanala ako je na raspolaganju, a ako nije onda bilo kog drugog kanala sem kanala 0. Pored E1 linka, Q.702 preporuka predviđa i druge vidove struktura u okviru kojih bi se prenosio digitalni signalizacioni link, na primer, T1 link.

6.5.5. Signalizacioni link (sloj 2)

Signalizacioni link predstavlja sloj 2 slojevite arhitekture signalizacije No.7 i u suštini predstavlja ekvivalent sloju linka podataka OSI referentnog modela. Vršiti funkcije detekcije i korekcije grešaka, nadgledanja ispravnosti signalizacionog linka, razgraničavanja signalizacionih jedinica, poravnanja signalizacionih jedinica i kontrole toka. Na slici 6.5.5.1 je prikazana struktura sloja 2. Punim linijama su prikazani putevi signalizacionih jedinica, a isprekidanim linijama kontrolni putevi za razmenu internih kontrolnih signala između blokova.



Slika 6.5.5.1. Struktura sloja 2

Kontrola slanja je odgovorna za dodavanje FSN, FIB, BSN i BIB polja na koristan deo MSU ili LSSU jedinice. MSU jedinice se primaju iz sloja 3, a LSSU jedinice od bloka za kontrolu statusa signalizacionog linka. U normalnom režimu rada, ako nema MSU jedinica za slanje šalju se FISU jedinice generisane u ovom bloku. Blok za dodavanje međa i CK polja potom dodaje međe i CK polje kao poslednje delove kompletne signalizacione jedinice koja se potom šalje na nivo 1. Priljene signalizacione jedinice prvo ulaze u blok za detekciju međa i proveru CK polja. Detekcija međa je bitna da se ima uvid u status poravnanja linka, jer ako se međa ne detektuje dovoljno dugo, onda je signalizacioni link neispravan. Pored toga, detekcija međa je neophodna za utvrđivanje početka i kraja signalizacione jedinice. Takođe, vrši se CRC provera pomoću CK polja i utvrđuje se da li je primljena signalizaciona jedinica ispravna ili ne. Sve detektovane pogrešne signalizacione jedinice se prijavljuju bloku za nadgledanje nivoa grešaka. Kontrola prijema dobija signalizacionu jedinicu bez međa i CK polja i detektuje pozitivne i negativne potvrde. Te informacije se šalju bloku za zagušenje koji ih prosleđuje bloku kontrole slanja na osnovu kojih ovaj može da formira BSN i BIB polje, ali i da izvršava retransmisije signalizacionih jedinica u slučaju potrebe. Ako se bafer u kontroli prijema prepuni,

šalje se informacija kontroli zagušenja koja sprečava potvrđivanje primljenih MSU jedinica iz bloka za kontrolu slanja. Takođe se šalje i odgovarajuća LSSU jedinica centrali na drugom kraju signalizacionog linka da bi ova usporila slanje MSU signalizacionih jedinica. Ako zagušenje potraje previše dugo onda se signalizacioni link proglašava neispravnim i šalje se odgovarajuća LSSU jedinica da bi se o tome obavestila i druga strana. Kontrola prijema korisne delove ispravnih signalizacionih jedinica šalje ka sloju 3 ako su u pitanju MSU jedinice, odnosno bloku za kontrolu statusa signalizacionog linka ako su u pitanju LSSU jedinice. Blok za nadgledanje nivoa grešaka nadgleda stanje linka sa stanovišta broja grešaka na signalizacionom linku. Greške mogu biti greške u CRC proveru pomoću CK polja ili greške u poravnanju ako se detektuju lažne međe koje daju pogrešan format signalizacione jedinice (na primer, prekratka signalizaciona jedinica). Ako se pojavi prevelik broj grešaka obaveštava se blok za kontrolu statusa signalizacionog linka koji generiše odgovarajuću LSSU jedinicu kojom se obaveštava suprotna strana o neispravnosti signalizacionog linka, a istovremeno se obaveštava i sloj 3 (funkcija menadžmenta signalizacione mreže) da je signalizacioni link u kvaru i da se ne koristi za slanje MSU jedinica. Sloj 3 će pokrenuti proceduru za ponovnu reaktivaciju signalizacionog linka koja je ista kao i inicijalna (prva) aktivacija signalizacionog linka koju takođe pokreće sloj 3 tj. funkcija menadžmenta. Kontrola statusa signalizacionog linka nagleda stanje signalizacionog linka i u slučaju ispada signalizacionog linka obaveštava sloj 3 o tome. Kada sloj 3 zatraži aktivaciju ili reaktivaciju signalizacionog linka, ovaj blok otpočinje proceduru aktivacije linka pomoću LSSU jedinica.

6.5.5.1. Formiranje i detekcija međa

Međa predstavlja početno i završno polje signalizacione jedinice. Na osnovu detektovanja međe na prijemu, može se utvrditi struktura signalizacione jedinice jer se zna početak signalizacione jedinice, a samim tim i pozicije svih polja signalizacione jedinice. Struktura međe je 01111110. Pošto prenos signalizacionih jedinica mora biti u potpunosti transparentan, to znači da se između otvarajuće i zatvarajuće međe mogu pojaviti 01111110 vrednosti bita tj. lažne međe. Otuda se na predaji vrši utiskivanje lažnih nula u bloku za dodavanje međa i CK polja čime se uklanja prisustvo lažnih međa. Utiskivanje lažne nule u sadržaju signalizacione jedinice koji se nalazi između međa se vrši tako što se iza niza od pet uzastopnih jedinica bezuslovno utiskuje lažna nula. Na prijemu se nakon odstranjivanja otvarajuće i zatvarajuće međe iz primljene signalizacione jedinice vrši odstranjivanje lažnih nula da bi se dobio originalan sadržaj signalizacione jedinice. U slučaju da se iza pet uzastopnih jedinica nalazi nula vrši se njeno otklanjanje jer je sigurno u pitanju lažna nula. Ovo se vrši u bloku za detekciju međa i proveru CK polja. Napomenimo još jednom da se u praksi tipično zatvarajuća međa signalizacione jedinice i otvarajuća međa sledeće signalizacione jedinice spajaju u zajedničku među.

Na prijemu, nakon što je kompletno primljena jedna signalizaciona jedinica, očekuje se otvarajuća međa sledeće signalizacione jedinice. Pod otvarajućom međom se smatra ona međa koju sledi oktet koji nije međa, pošto je u određenim situacijama dozvoljeno slanje limitiranog broja uzastopnih međa pa čim naiđe oktet koji nije međa onda je sigurno u pitanju nova signalizaciona jedinica. Kada se primi kompletna jedinica (kraj jedinice je određen prvom sledećom međom na koju se naiđe tj. zatvarajućom međom) i otklone se lažne nule, proverava se da li je dužina signalizacione jedinice celobrojan umnožak okteta i da li je dužina signalizacione jedinice između minimalne i maksimalne dozvoljene dužine. Ako ovi uslovi nisu ispunjeni signalizaciona jedinica se odbacuje. Ako se u obzir uzme i otvarajuća međa, ali ne i zatvarajuća

međa, onda je minimalna dozvoljena dužina 6 okteta, a maksimalna dozvoljena dužina 279 bajtova. Zatvarajuća međa se tipično ne uzima u obzir kod dužine signalizacione jedinice jer je ona ujedno i otvarajuća međa sledeće signalizacione jedinice u najvećem broju slučajeva. Ako se prekorači maksimalna dužina od 279 okteta (signalizaciona jedinica sa otklonjenim lažnim nulama) ili ako se detektuje niz od sedam uzastopnih jedinica (signalizaciona jedinica sa još neotklonjenim lažnim nulama) obaveštava se blok za nadgledanje nivoa grešaka koji tada ulazi u mod brojanja okteta u kom se broje okteti koji se prime sve dok se ne detektuje sledeća međa. Iz ovog moda se izlazi kada se detektuje sledeća međa. Ako se sledeća međa ne detektuje na vreme, odnosno ako brojač dostigne vrednost praga, signalizacioni link se proglašava neispravnim i obaveštava se blok za kontrolu statusa signalizacionog linka. Ovaj blok generiše LSSU jedinicu SIOS kojom obaveštava suprotnu stranu da je došlo do kvara signalizacionog linka, a takođe obaveštava sloj 3 o ispadu signalizacionog linka tako da sloj 3 prestane da šalje MSU jedinice ka ovom neispravnom signalizacionom linku.

6.5.5.2. CK polje

CK polje se koristi u procesu detekcije grešaka signalizacionih jedinica. Ako dođe do greške u prijemu jednog ili više bita signalizacione jedinice, te greške će u najvećem broju slučajeva biti detektovane CRC proverom pomoću CK polja. Naravno, teoretski postoje greške koje ne mogu biti otkrivene ovom metodom, ali to je slučaj sa svim metodama za detekciju grešaka. Za formiranje CK polja na predaji, odnosno proveru na prijemu, koristi se generišući polinom $x^{16}+x^{12}+x^5+1$.

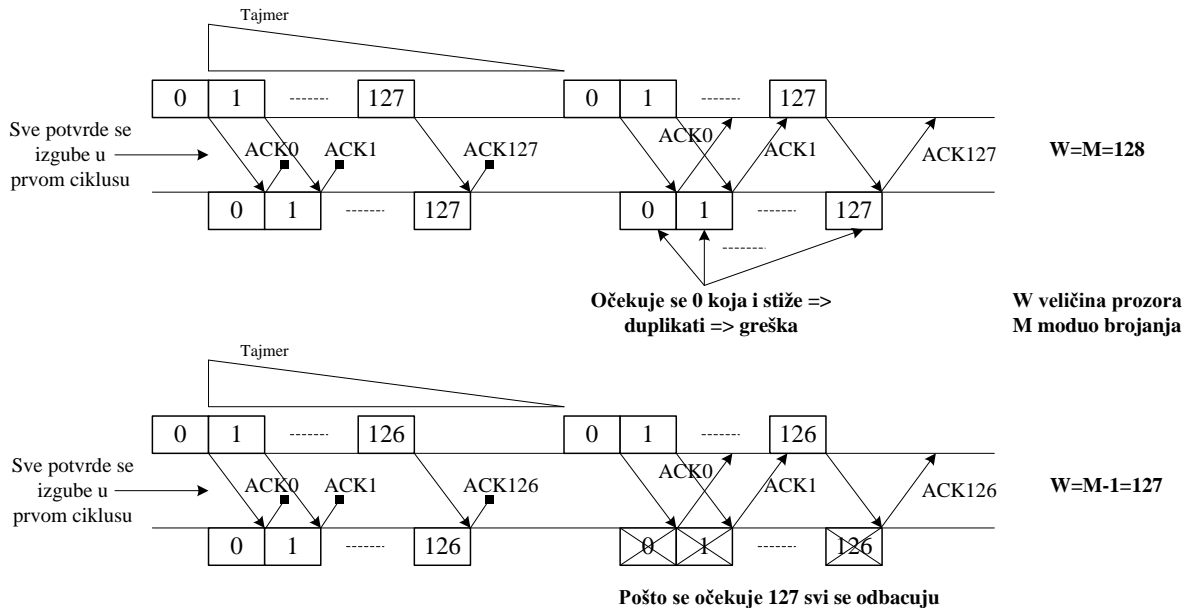
Postupak za računanje vrednosti CK polja je sledeći (opisani postupak se koristi, na primer, i u LAPB protokolu):

- 1) Deo signalizacione jedinice koji se štiti (biti između otvarajuće međe i CK polja bez utisnutih lažnih nula) se pomera za 16 mesta ulevo, pri čemu se upražnjenih 16 mesta popunjava nulama.
- 2) Zatim se najviših 16 bita invertuje (0 u 1 i obrnuto).
- 3) Vršiti se deljenje generišućim polinomom.
- 4) Dobijeni ostatak se invertuje i stavlja u CK polje.

Jedna moguća varijanta na prijemu je da se opisani postupak ponovi i potom dobijena vrednost poredi sa primljenim CK poljem. Ako se vrednosti poklapaju onda se smatra da je prenos bio bez grešaka, u suprotnom je prenos bio sa greškama koje su detektovane. Druga varijanta je ponavljanje opisanog postupka, ali uzimajući i CK polje u obzir, tj. u koraku 1) se uzima i CK polje. Ukoliko je rezultujući neinvertovani ostatak deljenja generišućim polinomom (ne radi se korak 4) jednak 0001110100001111 tada nije bilo grešaka u prenosu, a u suprotnom je bilo grešaka u prenosu koje su i detektovane. Signalizacione jedinice sa detektovanim greškama se odbacuju. Blok za nadgledanje nivoa grešaka se obaveštava o ispravnim i neispravnim signalizacionim jedinicama i ova obaveštenja utiču na obostrani nenegativni brojač. Brojač se inkrementira u slučaju grešaka, odnosno dekrementira u slučaju ispravnih signalizacionih jedinica po određenim pravilima (dekrementiranje se radi kada se nakupi dovoljan broj ispravno primljenih signalizacionih jedinica tj. pogrešne signalizacione jedinice imaju veću težinu sa stanovišta brojača). Ako brojač dostigne prag znači da postoji prevelik broj grešaka za normalan rad pa se obaveštava blok za kontrolu statusa signalizacionog linka koji proglašava signalizacioni link neispravnim po istom postupku opisanom na kraju sekcije 6.5.5.1.

6.5.5.3. Osnovna metoda korekcije grešaka

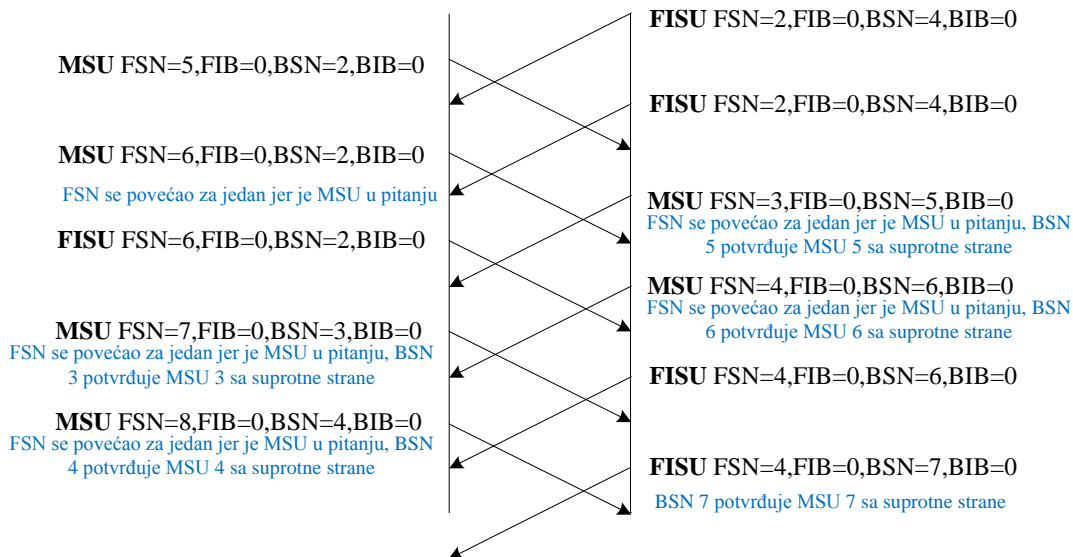
Pošto je sloj 2 odgovoran za pouzdan prenos signalizacionih jedinica, onda je neophodno ispraviti pogrešno prenesene jedinice. Stoga se koriste BEC (*Backward Error Correction*) metode za ispravljanje grešaka koje podrazumevaju retransmisiju pogrešno prenetih okvira. Pri tome se retransmituju samo MSU jedinice, dok se FISU jedinice ne retransmituju jer ne nose nikakav koristan sadržaj (LSSU jedinice se prenose samo u vanrednim situacijama). Osnovna metoda korekcije grešaka se koristi u slučaju signalizacionih linkova na kojima je kašnjenje usled propagacije manje od 15ms (većina zemaljskih linkova). U okviru osnovne metode se koriste i pozitivne i negativne potvrde, tj. koriste se BSN, BIB, FSN i FIB polja. Osnovna metoda je zasnovana na principima 'vрати se за N' metode koja spada u grupu BEC metoda. 'Vрати se за N' metoda podrazumeva da se na prijemu prima samo MSU jedinica koja se očekuje, a ako se pojavi MSU jedinica koja se ne očekuje ona se odbacuje bez obzira što je uspešno primljena. To znači da kada predajna strana retransmituje neku MSU jedinicu, ona retransmituje i sve već poslate MSU jedinice iza te prve MSU jedinice koja se retransmituje.



Slika 6.5.5.3.1. Primer greške usled prevelikog prozora

Na predaji (u kontroli slanja) se u MSU jedinicu stavlja sledeći FSN broj, tj. FSN broj za jedan veći (po modulu 128) od FSN broja stavljenog u poslednje poslata MSU jedinicu. U slučaju slanja FISU jedinice, stavlja se isti FSN broj koji je nosila i poslednja poslata MSU jedinica. FIB bit u oba slučaja ima istu vrednost kao i kod prethodno poslate signalizacione jedinice (FISU ili MSU). MSU jedinica se takođe kopira u retransmisioni bafer koji se nalazi u kontroli slanja, pošto može da dođe do eventualne retransmisije MSU jedinice. Retransmisioni bafer ima mesta za 127 MSU jedinica tj. 127 MSU jedinica sme biti poslato, a da se ne dobije nijedna potvrda za njih. Ovo pravilo potiče od ograničenja metoda 'vрати se за N' koje zahteva da maksimalna veličina prozora bude za jedan manja od modula po kom se broji identifikacija paketa (FSN je identifikacioni broj za signalizacione jedinice, a signalizacione jedinice su ustvari paketi), pošto postoji teoretski slučaj da se pogrešno protumači retransmitovani paket kao originalni paket i da se taj duplikat prosledi višem sloju (slika 6.5.5.3.1). Prosleđivanje duplikata MSU jedinice sloju 3 bi bila ozbiljna greška jer je sloj 2 odgovoran za pouzdan prenos MSU

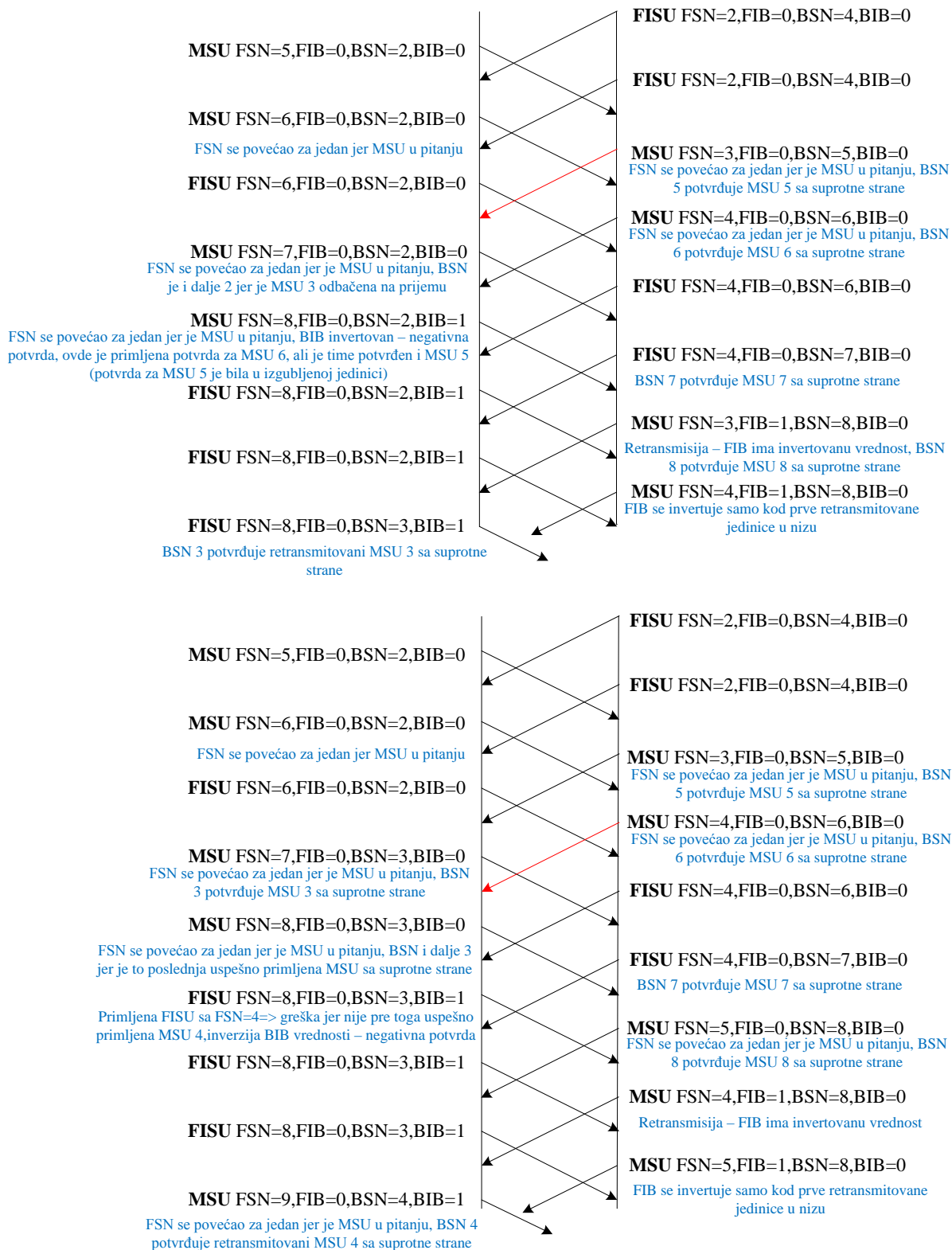
jedinica koji podrazumeva prenos MSU jedinica bez grešaka, bez izostavljanja ili dupliranja MSU jedinica, kao i očuvanje originalnog redosleda MSU jedinica. Za svaku MSU jedinicu koja se pošalje aktivira se i tajmer čekanja na potvrdu. Ukoliko tajmer istekne, smatra se da je prenos dotične MSU jedinice bio neuspešan i vrši se njena retransmisija, kao i retransmisija svih do tada poslatih MSU jedinica iza nje.



Slika 6.5.5.3.2. Primer pozitivnih potvrda kod prenosa bez grešaka

Na prijemu se uspešno primljene MSU jedinice prosleđuju dalje ka sloju 3. Pozitivna potvrda za takve MSU jedinice se stavlja kopiranjem njihovog FSN broja u BSN polje signalizacione jedinice koja se šalje (MSU ili FISU), pri čemu BIB zadržava vrednost iz prethodno poslate signalizacione jedinice. Pozitivna potvrda je kumulativnog karaktera, tj. potvrđuje ne samo MSU jedinicu odgovarajućeg FSN broja, već i sve prethodno poslate MSU jedinice. Sve MSU jedinice koje su pozitivno potvrđene se uklanjaju iz retransmissionog bafera. Ako je MSU jedinica primljena bez greške (CRC provera je ukazala da nema bitskih grešaka), ali nije očekivana (ne očekuje se njen FSN broj) onda se ona odbacuje, tj. u pitanju je neuspešan prijem, i generiše se negativna potvrda. Isto važi i za FISU jedinicu sa neočekivanim FSN brojem. Negativna potvrda se tada formira stavljanjem FSN broja poslednje uspešno primljene MSU jedinice u BSN polje signalizacione jedinice koja se šalje (MSU ili FISU), pri čemu BIB invertuje vrednost iz prethodno poslate signalizacione jedinice. Invertovana vrednost BIB pokazuje da je u pitanju negativna potvrda i da treba retransmitovati MSU jedinice sa FSN brojem koji odgovara inkrementiranoj vrednosti primljenog BSN broja (po modulu 128). Važno je napomenuti da se negativna potvrda formira jednom i smešta u sve signalizacione jedinice koje se šalju (ista vrednost BSN i BIB polja u tim jedinicama) sve dok se ne primi ispravno željena MSU jedinica označena negativnom potvrdom koja će se potom pozitivno potvrditi prvom sledećom signalizacionom jedinicom koja se bude slala (pozitivna potvrda će imati istu vrednost BIB bita kao negativna potvrda, ali BSN vrednost će biti inkrementirana za 1 po modulu 128 u odnosu na BSN vrednost iz negativne potvrde tj. odgovaraće FSN očekivane MSU jedinice). U slučaju retransmisije na osnovu negativne potvrde, FIB bit prve retransmitovane MSU jedinice se invertuje u odnosu na vrednost ovog bita iz prethodno poslate signalizacione jedinice, a za sve naredne signalizacione jedinice koje se šalju ostaje ova nova vrednost FIB bita (inverzija se radi samo na početku retransmisije i nova vrednost ostaje sve do iniciranja nove

retransmisije tj. do novog prijema negativne potvrde). U slučaju retransmisije na osnovu tajmera, ne vrši se invertovanje FIB vrednosti.



Slika 6.5.5.3.3. Primeri pozitivnih i negativnih potvrda kod prenosa sa greškama

Primeri pozitivnih i negativnih potvrda su dati na slikama 6.5.5.3.2 i 6.5.5.3.3. Slika 6.5.5.3.2 daje primer prenosa bez grešaka, a slika 6.5.5.3.3 prikazuje dva primera kada dođe do greške u prenosu. Potvrde (pozitivne ili negativne) se šalju ili preko MSU jedinica (ako ih ima) ili preko FISU jedinica (ako nema MSU jedinica za slanje).

6.5.5.4. Metoda preventivne retransmisije za korekciju grešaka

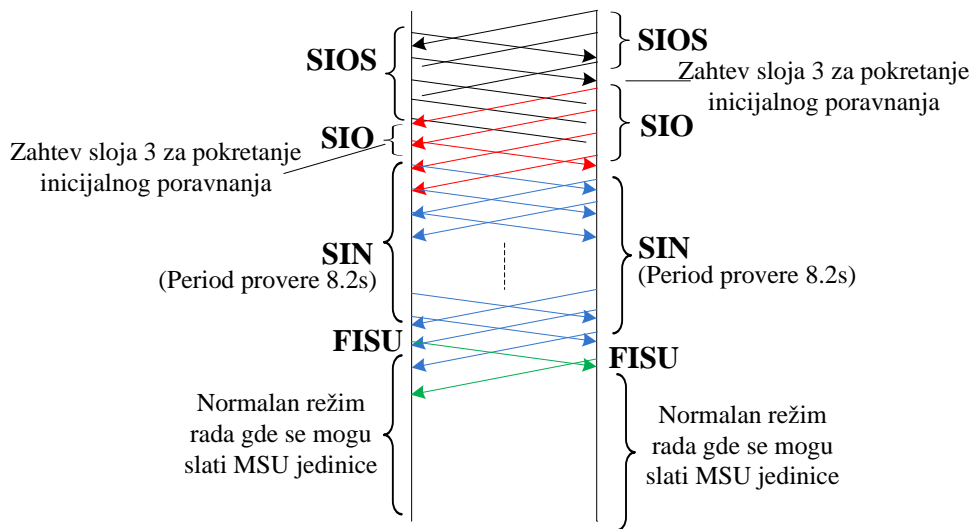
Metoda preventivne retransmisije se koristi u slučaju signalizacionih linkova na kojima je kašnjenje usled propagacije veće od 15ms (satelitski linkovi, interkontinentalni linkovi). U okviru ove metode se koriste samo pozitivne potvrde tj. koriste se BSN i FSN polje. Osnovna metoda se pokazala neefikasna u slučaju velikih propagacionih kašnjenja jer su potvrde stizale isuviše kasno pa bi se velik broj nepotvrđenih MSU jedinica nakupio u retransmissionom baferu. U slučaju da stigne pozitivna potvrda to i nije problem, ali jeste problem za negativne potvrde jer bi to značilo retransmisiju velikog broja MSU jedinica koje su se do tada nakupile iza te negativno potvrđene MSU jedinice čime se smanjuje efikasnost signalizacionog linka. Otuda se u metodi preventivne retransmisije koriste samo pozitivne potvrde jer su one neophodne za brisanje MSU jedinica iz retransmissionog bafera i omogućavanje slanja novih MSU jedinica (i ovde važi pravilo da maksimalno 127 MSU jedinica može da se pošalje nepotvrđeno iz istih razloga kao kod osnovne metode). Kao što ime metode kaže, vrše se preventivne retransmisije da bi se ublažio efekat eventualnih gubitaka MSU jedinica. Preventivna retransmisija se radi kada nema novih MSU jedinica za slanje. Nove MSU jedinice uvek imaju prioritet za slanje sem u slučaju kada je signalizacioni link značajno saobraćajno opterećen (velik broj MSU jedinica se šalje). U slučaju velikog opterećenja se povremeno zaustavlja slanje novih MSU jedinica i vrši preventivna retransmisija već poslatih MSU jedinica (ITU-T standard Q.703 definiše uslove kada se zaustavlja slanje novih MSU jedinica i izvršava preventivna retransmisija). Razlog za ovo je prost, ako se ne bi zaustavljalo povremeno slanje novih MSU jedinica, preventivne retransmisije praktično ne bi ni stigle da se urade u slučaju velikog opterećenja signalizacionog linka, pa bi postojala velika opasnost da dođe do retransmisije velikog broja MSU jedinica, a to je baš htelo da se izbegne ovom metodom. Otuda se smatra da je ipak bolje preventivno retransmitovati MSU jedinice, nego slati bezuslovno nove MSU jedinice u slučaju velikog opterećenja signalizacionog linka. Pozitivne potvrde se nose u BSN polju i one definišu FSN poslednje uspešno primljene MSU jedinice. Ova potvrda je kumulativna tj. potvrđuje i sve prethodne MSU jedinice. Uspešno potvrđene MSU jedinice se brišu iz retransmissionog bafera. FISU jedinice se šalju samo u slučaju kada nema novih MSU jedinica za slanje i ne izvršava se preventivna retransmisija. Kao što vidimo, metoda preventivne retransmisije je slična osnovnoj metodi, pri čemu su osnovne razlike nepostojanje negativnih potvrda (samim tim se ne koriste FIB i BIB biti) i upotreba preventivne retransmisije. Važno je napomenuti da je na jednom signalizacionom linku potrebno konfigurisati obe strane da rade sa istom metodom za korekciju grešaka (osnovna metoda ili metoda preventivne retransmisije).

6.5.5.5. Inicijalno poravnanje

Inicijalno poravnanje se vrši i u slučaju prvobitne aktivacije signalizacionog linka i u slučaju reaktivacije signalizacionog linka nakon njegovog kvara. Kao što je već rečeno ranije, centrala (tačnije sloj 2 tog signalizacionog linka u dotičnoj centrali), koja detektuje kvar signalizacionog linka, počinje da šalje LSSU jedinicu SIOS (*Status Indication Out of Service*) i obaveštava sloj 3 (funkciju menadžmenta) o kvaru signalizacionog linka. Suprotna strana prima SIOS poruku i automatski generiše svoju SIOS poruku koju šalje, a takođe obaveštava svoj sloj 3 o kvaru signalizacionog linka. Sloj 3 više ne prosleđuje MSU jedinice na signalizacioni link u

kvaru. SIOS poruke se razmenjuju sve dok sloj 3 (funkcija menadžmenta) ne pokrene inicijalno poravnanje.

Inicijalno poravnanje počinje inicijacijom iz sloja 3 (funkcija menadžmenta) koji šalje zahtev za pokretanje inicijalnog poravnanja bloku za kontrolu statusa signalizacionog linka na sloju 2. Odmah potom počinju se slati LSSU jedinice SIO (*Status Indication Out of alignment*). Ovaj proces se dešava na obe strane signalizacionog linka. Onog momenta kada je primljena bar jedna SIO poruka i poslata bar jedna SIO poruka, počinje period provere ispravnosti linka tako što se kontinualno šalju LSSU jedinice SIN (*Status Indication Normal alignment status*) u trajanju od 8.2 sekunde. Ako provera ispravnosti bude uspešna (broj grešaka ne pređe prag), period provere se zaključuje slanjem FISU jedinice nakon koje se mogu početi slati MSU jedinice, odnosno signalizacioni link je prešao u normalan režim rada. Ako je provera ispravnosti neuspešna obaveštava se sloj 3 koji kasnije može ponovo pokrenuti inicijalno poravnanje (u slučaju neuspešne provere ponovo će se slati SIOS poruke). Opisani proces predstavlja inicijalno poravnanje u normalnom modu, ali postoji i ubrzani mod čiji period provere iznosi 0.5s i u kome se umesto SIN poruka razmenjuju SIE poruke (*Status Indication Emergency alignment status*). Ubrzani mod se koristi kada je signalizacioni link koji je ispao iz funkcije i koji se reaktivira bio pre ispada poslednji ispravan signalizacioni link u skupu signalizacionih linkova pošto je tada veoma važno što pre osposobiti bar jedan signalizacioni link za razmenu signalizacionih jedinica. Grafički prikaz inicijalnog poravnanja za normalan mod je dat na slici 6.5.5.5.1.



Slika 6.5.5.5.1. Inicijalno poravnanje - normalan mod

6.5.5.6. Kontrola toka

Zagušenje na signalizacionom linku može da se javi i na predajnoj strani i na prijemnoj strani, pri čemu se pod zagušenjem podrazumeva prepunjenje bafera na predajnoj/prijemnoj strani iznad određenog nivoa tako da preti opasnost od odbacivanja signalizacionih jedinica usled prepunjenosti bafera.

U slučaju zagušenja na predajnoj strani obaveštava se sloj 3 (funkcija menadžmenta) da se smanju broj MSU jedinica koje se šalju na sloj 2. Ako se zagušenje javi na svim signalizacionim linkovima u skupu signalizacionih linkova, tada sloj 3 obaveštava korisničke delove sloja 4 da smanje broj MSU jedinica koje šalju što uglavnom znači odbijanje novih korisničkih zahteva (na primer, odbijanje zahteva korisnika za uspostavom telefonske veze).

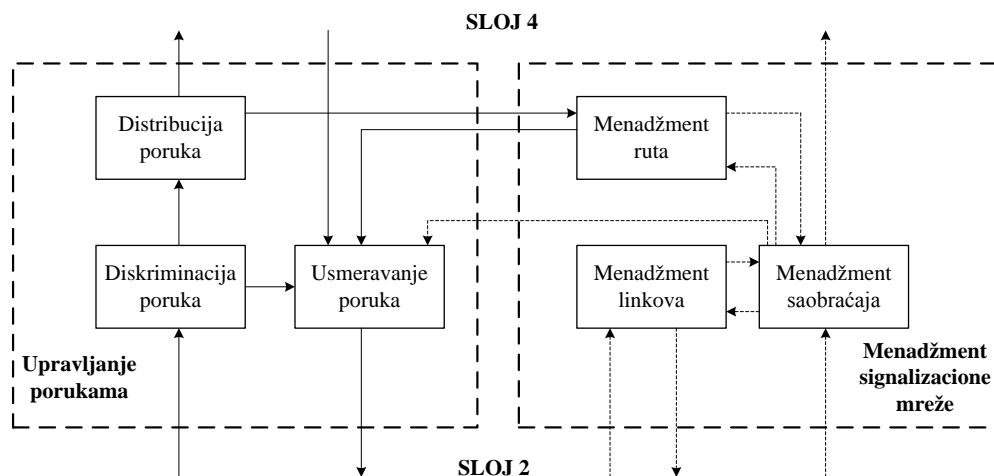
U slučaju zagušenja na prijemnoj strani, vrši se periodično generisanje LSSU jedinice SIB (*Status Indication Busy*) čime se signalizira suprotnoj strani da je došlo do zagušenja. MSU i FISU jedinice koje za vreme zagušenja šalje zagušena strana nose u sebi potvrdu za MSU jedinicu koja je prethodila MSU jedinici koja je izazvala prelaz praga tj. detekciju zagušenja. Pošto treba vremena za izlazak iz moda zagušenja, postoji opasnost da na strani koja nije zagušena isteknu tajmeri za MSU jedinice u retransmissionom baferu, pa se zato vreme tog tajmera povećava kada se detektuje SIB poruka. Kada se zagušena strana rastereti, prestaju da se šalju SIB poruke i takođe počinju ponovo da se regularno potvrđuju MSU jedinice (očigledno će po izlasku iz zagušenja, strana koja je bila zagušena generisati kumulativnu potvrdu za do tada nepotvrđene uspešno primljene MSU jedinice), što izaziva kod suprotne strane vraćanje tajmera na originalna kraća trajanja. U slučaju kada istekne vreme dužeg tajmera za vreme trajanja zagušenja, signalizacioni link se proglašava neispravnim i počinju se slati SIOS poruke i obaveštava se sloj 3 o tome.

6.5.6. Signalizaciona mreža (sloj 3)

Sloj 3 obavlja dve grupe funkcija:

- Upravljanje porukama
- Menadžment signalizacione mreže

Upravljanje porukama podrazumeva usmeravanje signalizacionih poruka do njihovih krajnjih odredišta, kao i distribuciju signalizacionih poruka na njihovom odredištu do odgovarajućih korisničkih delova sloja 4 ili funkcije menadžmenta na sloju 3. Menadžment signalizacione mreže ima ulogu nadgledanja stanja signalizacione mreže i rekonfigurisanja topologije signalizacione mreže u slučaju ispada ili reaktiviranja signalizacionih linkova i tačaka, ali i u slučaju pojave zagušenja na pojedinim delovima signalizacione mreže. Logička struktura sloja 3 je prikazana na slici 6.5.6.1. Punim linijama su označene putanje signalizacionih jedinica, a isprekidanim linijama putanje kontrolnih signala.



Slika 6.5.6.1. Logička struktura sloja 3

Signalizacione jedinice koje pristižu sa sloja 2 ulaze u blok koji vrši diskriminaciju poruka. Ovaj blok određuje da li je signalizaciona poruka stigla na svoje konačno odredište ili ne. Ako jeste, poruka se prosleđuje bloku za distribuciju poruka koji je prosleđuje ili ka odgovarajućem korisničkom delu sloja 4 ili funkciji menadžmenta na samom sloju 3. Ako

poruka nije stigla na svoje konačno odredište (ovaj čvor je za tu poruku STP tačka), tada se poruka šalje ka bloku za usmeravanje poruka koji je usmerava ka odgovarajućem signalizacionom linku na sloju 2. Signalizacione poruke koje pristižu iz sloja 4 ili iz funkcije menadžmenta ulaze direktno u blok za usmeravanje poruka koji ih usmerava ka odgovarajućem signalizacionom linku. Signalizacione poruke su ustvari MSU jedinice (tj. koristan deo MSU jedinice). Blok za menadžment linkova nadgleda stanje signalizacionih linkova i on vrši iniciranje početka aktivacije ili reaktivacije signalizacionih linkova. Kada primi informaciju od signalizacionog linka da je link u kvaru, obaveštava blok za menadžment saobraćaja. Blok za menadžment saobraćaja vrši konfigurisanje bloka za usmeravanje poruka tako da se signalizacione poruke ne prosleđuju na neispravne signalizacione linkove ili rute. Ako se detektuje zagušenje na nekom signalizacionom linku tada se obaveštava blok za menadžment saobraćaja koji signalizira odgovarajućim korisničkim delovima sloja 4 da smanje intezitet slanja poruka, a isto tako obaveštava i blok za usmeravanje poruka da se smanji korišćenje tih linkova kako bi se oni rasteretili. Blokovi za menadžment ruta susednih signalizacionih tačaka međusobno komuniciraju u cilju oglašavanja da je došlo do ispada neke rute ili njene ponovne aktivacije tako da se pravilno konfigurirše blok za usmeravanje poruka u obaveštenim signalizacionim tačkama tako da ne koristi neispravne rute ili da ponovo počne da koristi popravljene rute. Blok za menadžment saobraćaja prima informacije od blokova za menadžment linkova i ruta o trenutnom statusu signalizacionih linkova i ruta i na osnovu tih informacija donosi odluke koje signalizacione rute i linkovi treba da se koriste, i samim tim ažurira tabelu usmeravanja u bloku za usmeravanje poruka koja se koristi prilikom određivanja na koji signalizacioni link treba proslediti signalizacionu poruku.

6.5.6.1. Upravljanje porukama

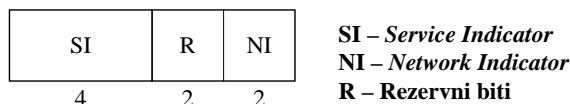
Upravljanje porukama vrši tri funkcije:

- Diskriminacija signalizacionih poruka
- Distribucija signalizacionih poruka
- Usmeravanje signalizacionih poruka

Pre nego što objasnimo rad navedenih funkcija, navešćemo i objasniti strukture polja signalizacione jedinice koja se koriste za pravilan rad navedenih funkcija. Od značaja je SIO polje, kao i labela usmeravanja koja se nalazi na početku SIF polja.

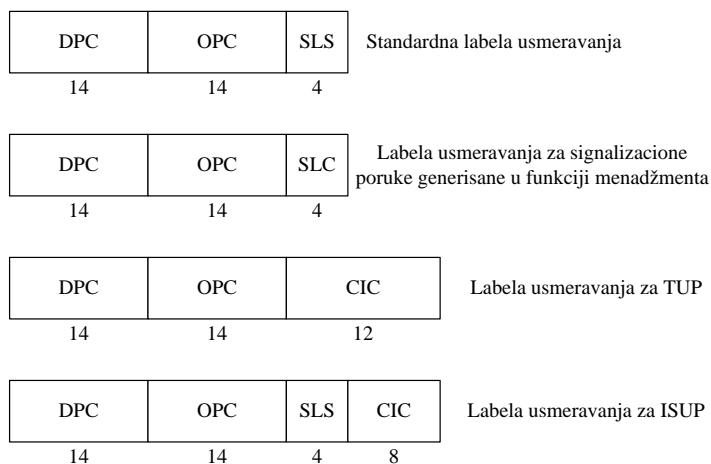
Tabela 6.5.6.1.1. – SI vrednosti

SI kod	Korisnički deo
0000	Funkcija menadžmenta na sloju 3
1000	Testiranje i održavanje signalizacione mreže
1100	SCCP
0010	TUP
1010	ISUP
0110	DUP
1110	DUP registracija
0001	MTP testiranje
1001	Širokopoljasni ISUP
0101	Satelitski ISUP



Slika 6.5.6.1.1. Struktura SIO polja

Struktura SIO polja je prikazana na slici 6.5.6.1.1, pri čemu je struktura prikazana redosledom kako se šalje (redosled slanja je sleva na desno). Dužine polja navedene na slici su u bitima. SI (*Service Indicator*) polje definiše kojem korisničkom delu sloja 4 ili funkciji menadžmenta sloja 3 je namenjena signalizaciona poruka. Tabela 6.5.6.1.1 daje prikaz vrednosti SI polja za korisničke delove sloja 4 i funkciju menadžmenta sloja 3 (vrednosti koje nisu navedene su rezervne vrednosti za buduće korisničke delove). NI polje predstavlja identifikaciju nivoa kojem pripada signalizaciona mreža (nacionalni nivo 0 ili 1, ili međunarodni nivo 0 ili 1). U praksi se tipično koriste nacionalni nivo 0 (NI=01) i međunarodni nivo 0 (NI=00). Napomenimo da se u ovom potpoglavlju o signalizaciji No.7 sve konkretne vrednosti polja navode u skladu sa redosledom bita kako se i šalju (sleva na desno). Otuda je moguće da, u odnosu na drugu dostupnu literaturu signalizacije No.7, konkretne vrednosti date u ovom potpoglavlju imaju obrnut redosled bita. Ovo navodimo da čitalac ne bi bio zbunjen ako bude koristio i drugu literaturu.



Slika 6.5.6.1.2. Struktura labela usmeravanja

Standardna labela usmeravanja je prikazana na slici 6.5.6.1.2 i sastoji se od tri polja, pri čemu su polja prikazana redosledom kako se šalju (redosled slanja je sleva na desno). DPC (*Destination Point Code*) predstavlja adresu (kod) odredišne signalizacione tačke kojoj je signalizaciona poruka namenjena. OPC (*Origination Point Code*) predstavlja adresu (kod) izvorišne signalizacione tačke koja je kreirala signalizacionu poruku. SLS (*Signalling Link Selection*) predstavlja identifikaciju signalizacionog kanala. Tumačenje SLS polja, u stvari zavisi od toga ko je kreirao signalizacionu poruku, kao što je prikazano na slici 6.5.6.1.2. Ako je poruku kreirala funkcija menadžmenta sloja 3, onda se SLS polje naziva i SLC (*Signalling Link Code*) polje i ono definiše na koji signalizacioni kanal između izvorišta (OPC) i odredišta (DPC) se odnosi poruka. Ako se poruka ne odnosi na konkretan signalizacioni kanal onda SLC polje ima vrednost 0000. Ako je poruku kreirao TUP, tada se SLS polju dodaje još 8 bita i kreira se CIC (*Circuit Identification Code*) polje koje definiše (adresira) govorni kanal na koji se odnosi signalizaciona poruka. Ako je poruku kreirao ISUP (*ISDN User Part*), tada se SLS polju dodaje još osmobitno CIC polje. SLS polje zajedno sa CIC poljem adresira govorni kanal na koji se

odnosi signalizaciona poruka, a SLS polje definiše i signalizacioni kanal koji će prenositi signalizacionu poruku. ISUP labela je kao što vidimo veoma slična TUP labeli (u literaturi se često SLS+CIC u ISUP labeli zajedno nazivaju CIC, pri čemu se napominje da se deo bita koji upada u SLS polje koriste za SLS funkcionalnost). Takođe, ISDN servis podržava i opsluživanje govorne (telefonske) veze, pa se u praksi često koristi ISUP umesto TUP za opsluživanje telefonskih veza, pošto ISUP može da se koristi i za opsluživanje analognih telefonskih korisnika, a ne samo digitalnih ISDN korisnika.

Diskriminacija signalizacionih poruka vrši određivanje da li je primljena poruka stigla na svoje konačno odredište ili ne. Ako je poruka stigla na svoje konačno odredište, onda se prosleđuje funkciji distribucije, u suprotnom se prosleđuje funkciji usmeravanja. Funkcija diskriminacije vrši svoju funkciju na bazi polja NI (*Network Indicator*) i DPC (*Destination Point Code*). U suštini, NI polje je relevantno u slučaju signalizacionih tačaka koje imaju funkciju gejtvėja između signalizacionih mreža različitih nivoa, pošto kod ostalih signalizacionih tačaka koje pripadaju samo jednom nivou, NI vrednost bi uvek morala da se poklapa, sem ako nije došlo do krupne greške u inicijalnom konfigurisanju signalizacionih tačaka (ako je administrator pogrešno postavio NI nivo signalizacione tačke u nekoj signalizacionoj mreži tada ta tačka neće moći ostvariti komunikaciju ni sa jednom signalizacionom tačkom dotične mreže, ali takav problem će se brzo detektovati i otkloniti). Ako i DPC kod i vrednost NI polja pristigle poruke odgovaraju samoj signalizacionoj tački onda će poruka da se prosledi funkciji distribucije (poruka je stigla na svoje odredište), u suprotnom će poruka da se prosledi funkciji usmeravanja (poruka još nije stigla na svoje odredište).

Distribucija signalizacionih poruka vrši prosleđivanje poruka do odgovarajućih korisničkih delova sloja 4 ili funkcije menadžmenta sloja 3 koji ih potom procesiraju. Distribucija se radi na osnovu vrednosti SI polja, kao što se i vidi iz tabele 6.5.6.1.1.

Usmeravanje poruka se vrši na osnovu tabele usmeravanja koja sadrži pravila za usmeravanje signalizacionih poruka koje se prosleđuju sloju 2. Na osnovu DPC koda (i NI vrednosti u slučaju gejtvėj funkcionalnosti signalizacione tačke), kao i SLS vrednosti signalizacione poruke se bira odgovarajući signalizacioni link koji će prenositi dotičnu signalizacionu poruku. Tabelu usmeravanja ažurira funkcija menadžmenta (tačnije blok za menadžment ruta) uzimajući u obzir trenutno stanje u signalizacionoj mreži.

6.5.6.2. Menadžment signalizacione mreže

Menadžment signalizacione mreže vrši tri funkcije:

- Menadžment signalizacionih ruta
- Menadžment signalizacionih linkova
- Menadžment signalizacionog saobraćaja

Menadžment signalizacione mreže je neophodan da bi signalizaciona mreža funkcionisala ispravno i u slučajevima kada dođe do kvara u pojedinim delovima signalizacione mreže (kvar signalizacione tačke ili signalizacionog linka), kao i u slučajevima kada dođe do zagušenja u pojedinim delovima signalizacione mreže. Kada bi došlo do ispada ili slabijeg rada signalizacione mreže (čitave mreže ili samo jednog njenog dela) signalizacija za telefonske veze (ali i druge tipove veza) se ne bi mogla razmeniti ili bi se razmenjivala otežano što bi dovelo do malog broja uspostavljenih veza što je loše po operatora jer bi tada ostvarivao manje prihode.

Stoga je veoma važno da signalizaciona mreža uvek funkcioniše na visokom nivou i upravo o tome vodi računa menadžment signalizacione mreže.

Menadžment signalizacionih ruta podrazumeva komunikaciju sa susednim signalizacionim tačkama u cilju oglašavanja raspoloživosti ili neraspoloživosti ruta do određenih odredišta. Menadžment signalizacionih ruta jedne signalizacione tačke može poslati susednim signalizacionim tačkama obaveštenje o nepostojanju rute do odredišta koja su navedena u samom obaveštenju (*transfer-prohibited* obaveštenje). Tada susedne signalizacione tačke moraju da koriguju svoje tabele usmeravanja u bloku za usmeravanje poruka tako da se signalizacione poruke namenjene navedenim odredištima usmere ka preostalim raspoloživim rutama. Menadžment signalizacionih ruta jedne signalizacione tačke može poslati susednim signalizacionim tačkama obaveštenje o dostupnosti (postojanju) rute do odredišta koja su navedena u samom obaveštenju (*transfer-allowed* obaveštenje). Tada susedne signalizacione tačke mogu da ažuriraju svoje tabele usmeravanja u bloku za usmeravanje poruka tako da se signalizacione poruke namenjene navedenim odredištima mogu usmeriti i ka dotičnoj signalizacionoj tački koja je i poslala obaveštenje. Menadžment signalizacionih ruta jedne signalizacione tačke može poslati susednim signalizacionim tačkama obaveštenje o nepoželjnosti (limitiranosti) rute do odredišta koja su navedena u samom obaveštenju (*transfer-restricted* obaveštenje). Tada susedne signalizacione tačke ne treba da usmeravaju signalizacione poruke namenjene navedenim odredištima dotičnoj signalizacionoj tački koja je i poslala obaveštenje, sem u slučaju kada je to jedina moguća ruta. Takođe, u slučaju kada se želi ispitati da li je preko neke susedne tačke moguće doći do neke (željene) odredišne signalizacione tačke, tada se koristi testiranje signalizacione rute (*signalling-route-set-test* poruka). Na osnovu testiranja se dobija informacija da li je željeno odredište dostupno preko testirane signalizacione tačke ili ne. Ako jeste ažurira se tabela usmeravanja tako što se dodaje ispitana ruta (preciznije dodaje se susedna signalizaciona tačka, kao STP tačka preko koje moguće doći do željenog odredišta) za željeno odredište. Slična funkcionalnost se ostvaruje *signalling-route-set-congestion-test* porukom kojom se ispituje status zagušenja na ispitivanoj ruti. Na osnovu ovog ispitivanja se dobija informacija o trenutnoj zagušenosti rute pa se zna koji je minimalni nivo prioriteta za signalizacione poruke neophodan da bi se one smele slati preko ispitane rute. Na primer, ako je ruta nezagušena onda se mogu slati sve poruke, a ako jeste onda se šalju samo prioritetne poruke (ako se koriste nivoi prioriteta poruka u signalizacionoj mreži). Da bi se signalizirala zagušenost odredišta koriste se *transfer-controlled* poruke kojima se signalizira izvorima da smanje slanje ka dotičnim odredištima tako što će slati samo poruke dovoljno visokog prioriteta. Što je veće zagušenje, prag dozvoljenih prioriteta raste. Napomenimo da se sva primljena obaveštenja (sva obaveštenja navedena u ovom pasusu) prosleđuju bloku za menadžment saobraćaja koji na osnovu tih novih informacija vrši ažuriranje tabele usmeravanja.

Funkcije menadžmenta signalizacionog linka podrazumevaju iniciranje aktivacije, reaktivacije ili deaktivacije signalizacionih linkova slanjem odgovarajućih komandi odgovarajućem sloju 2 dotičnog signalizacionog linka. Proces aktivacije i reaktivacije podrazumeva iniciranje procedure inicijalnog poravnanja opisanog u 6.5.5.5. U slučaju deaktivacije, neophodno je obavestiti menadžment saobraćaja, da bi se ažurirala tabela usmeravanja da ne koristi dotični signalizacioni link. Ako aktivacija/reaktivacija bude uspešna, takođe je potrebno obavestiti menadžment saobraćaja, da bi se ažurirala tabela usmeravanja da može da koristi dotični signalizacioni link.

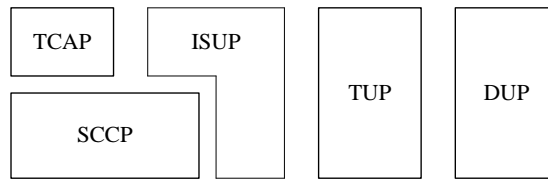
Menadžment saobraćaja prima informacije o statusu signalizacionih linkova i ruta i na osnovu njih vrši odluke kako prosleđivati signalizacioni saobraćaj, odnosno vrši ažuriranje tabele usmeravanja. Takođe, u slučaju detektovanih zagušenja obaveštava sloj 4 da smanji intezitet slanja signalizacionih poruka. Informacije o promenama u statusu signalizacionih ruta i linkova koje prima menadžment saobraćaja od blokova za menadžment ruta i linkova su:

- neraspoloživ signalizacioni link - pokreće se procedura *changeover* kojom se vrši preusmeravanje signalizacionog saobraćaja sa oglašenog neraspoloživog signalizacionog linka na preostale raspoložive signalizacione linkove
- raspoloživ signalizacioni link - pokreće se procedura *changeback* kojom se vrši preusmeravanje dela signalizacionog saobraćaja na oglašeni raspoloživ signalizacioni link
- neraspoloživa signalizaciona ruta - pokreće se procedura forsiranog preusmeravanja kojom se vrši preusmeravanje signalizacionog saobraćaja sa oglašene neraspoložive signalizacione rute na preostale raspoložive signalizacione rute
- raspoloživa signalizaciona ruta - pokreće se procedura kontrolisanog preusmeravanja kojom se vrši preusmeravanje dela signalizacionog saobraćaja na oglašenu raspoloživu signalizacionu rutu
- limitirana signalizaciona ruta - pokreće se procedura kontrolisanog preusmeravanja kojom se vrši preusmeravanje signalizacionog saobraćaja sa oglašene limitirane signalizacione rute na preostale raspoložive signalizacione rute
- raspoloživost signalizacione tačke - vrši se procedura restartovanja MTP ka oglašenoj raspoloživoj signalizacionoj tački da bi se uspostavila signalizaciona veza sa njom i vrši se preusmeravanje dela signalizacionog saobraćaja prema oglašenoj signalizacionoj tački

Sve navedene procedure su detaljno opisane u ITU-T standardu Q.704. Takođe, tipovi i formati signalizacionih poruka koje razmenjuje funkcija menadžmenta sloja 3 su definisani u istom standardu.

6.5.7. Korisnički deo (sloj 4)

Sloj 4 predstavlja praktično aplikacioni deo koji vrši opsluživanje korisnika signalizacione mreže, na primer, telefonske korisnike. Ovakav pristup u definisanju slojevite strukture signalizacije No.7 omogućava veliku fleksibilnost u razvoju servisa i usluga jer novi skup usluga se lako može dodati dodavanjem novog tipa korisničkog dela. Poznatiji korisnički delovi su TUP (*Telephone User Part*), ISUP (*ISDN User Part*), DUP (*Data User Part*), TCAP (*Transaction Capabilities Application Part*), SCCP (*Signalling Connection Control Part*). Slika 6.5.7.1 prikazuje njihove međusobne relacije. SCCP korisnički deo predstavlja dopunu pojedinim korisničkim delovima poput ISUP i TCAP, tako što im omogućava bolju kontrolu nad razmenom signalizacije. Na primer, omogućava ostvarivanje virtuelne signalizacione veze za razmenu signalizacije s kraja na kraj.



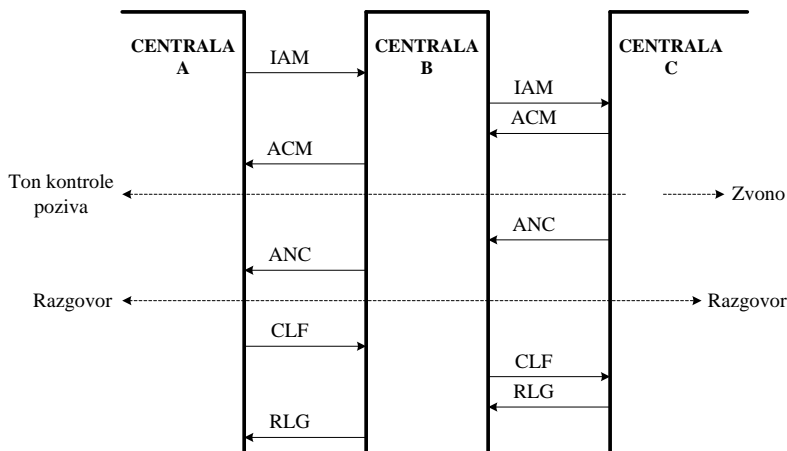
Slika 6.5.7.1. Korisnički delovi sloja 4

6.5.7.1. TUP

TUP se koristi za opsluživanje telefonskih poziva (uspostava, održavanje i raskid telefonske veze). SI vrednost u SIO polju je 0010 za TUP. U okviru SIF polja, na početku se nalazi labela usmeravanja koju smo već opisali, a potom slede dva četvorobitna polja H0 i H1, respektivno. Ova polja (labela, H0 i H1 polje) predstavljaju, u suštini, zaglavlje korisnog dela signalizacione poruke. H0 definiše grupu kojoj pripada signalizaciona poruka, dok H1 definiše samu poruku iz dotične grupe. U okviru TUP korisničkog dela postoje sledeće grupe:

- Adresne poruke unapred (*Forward address message group*) - Sadrži poruke koje nose adresne informacije i šalju se u smeru uspostave veze (smer unapred). H0 ima vrednost 1000.
- Poruke uspostave unapred (*Forward set-up message group*) - Sadrži poruke koje nose dodatne informacije za uspostavu veze pored adresnih i šalju se u smeru unapred. H0 ima vrednost 0100.
- Poruke uspostave unazad (*Backward set-up request message group*) - Sadrži poruke koje nose zahteve za dodatnim informacijama potrebne u procesu uspostave veze i šalju se u suprotnom smeru od smera uspostave veze (smer unazad). H0 ima vrednost 1100.
- Poruke o uspešnoj uspostavi (*Successful backward set-up information message group*) - Sadrži poruke koje nose informacije o uspešnoj uspostavi i šalju se u smeru unazad. H0 ima vrednost 0010.
- Poruke o neuspešnoj uspostavi (*Unsuccessful backward set-up information message group*) - Sadrži poruke koje nose informacije o neuspešnoj uspostavi i šalju se u smeru unazad. H0 ima vrednost 1010.
- Poruke nadgledanja poziva (*Call supervision message group*) - Sadrži poruke koje se koriste za nadgledanje poziva i mogu se slati i u smeru unapred i u smeru unazad. H0 ima vrednost 0110.
- Poruke nadgledanja govornog kanala (*Circuit supervision message group*) - Sadrži poruke koje se koriste za nadgledanje govornog kanala i mogu se slati i u smeru unapred i u smeru unazad. H0 ima vrednost 1110.
- Poruke nadgledanja grupe govornih kanala (*Circuit group supervision message group*) - Sadrži poruke koje se koriste za nadgledanje grupe govornih kanala i mogu se slati i u smeru unapred i u smeru unazad. H0 ima vrednost 0001.
- Poruke menadžmenta mreže (*Circuit network management message group*) - Sadrži poruke koje se koriste za kontrolu toka radi sprečavanja zagušenja u centralama i šalju se u smeru unazad. H0 ima vrednost 0101.

Svaka grupa sadrži jednu ili više poruka, pri čemu se nazivi poruka i njihove vrednosti H1 polja mogu naći u ITU-T preporukama Q.722 i Q.723. U okviru ovih skripti ćemo dati primer uspostave i raskida jedne telefonske veze i u okviru primera će biti navedene i opisane pojedine poruke koje se i najčešće javljaju prilikom uspostave i raskida veze.



Slika 6.5.7.1.1. Primer uspešno uspostavljene veze

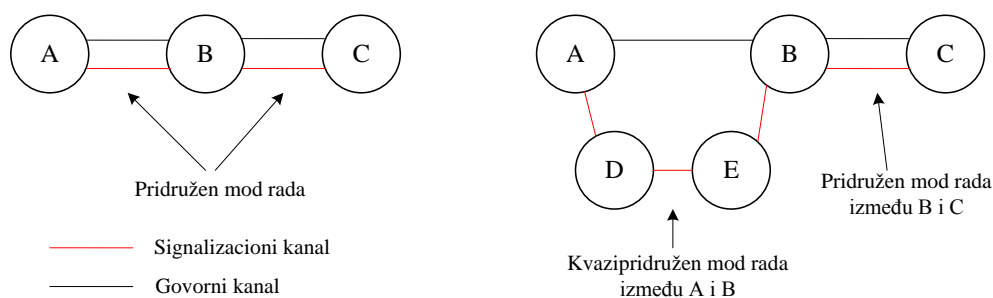
Na slici 6.5.7.1.1 je prikazan primer uspešno uspostavljene veze između korisnika sa centrale A (pozivajući korisnik) i korisnika sa centrale C (traženi korisnik). Pri tome govorna veza ide kroz centralu B koja predstavlja tranzitnu centralu za ovu vezu.

Kada centrala A utvrdi na osnovu biranog broja da je traženi korisnik na drugoj centrali, upravljački blok će aktivirati sistem signalizacije No.7 kojim treba da ostvari govorni put do centrale B. Istovremeno će biti rezervisan put kroz komutaciono polje između pozivajućeg korisnika i odgovarajućeg prenosnika na kom će biti zauzet govorni kanal prema centrali B. Na početku uspostave veze se mora poslati IAM (*Initial Address Message*) ili IAI (*Initial Address message with additional Information*) poruka. IAM poruka sadrži deo ili kompletnu adresu informaciju traženog korisnika, pri čemu se pod adresnom informacijom podrazumevaju cifre telefonskog broja traženog korisnika u slučaju telefonskog poziva. Pored toga IAM poruka se koristi za zauzimanje govornog kanala označenog CIC poljem u labeli usmeravanja. IAI poruka predstavlja proširenje IAM poruke, pa sadrži sve informacije koje bi inače sadržala IAM poruka, ali i eventualne dodatne informacije neophodne za proces uspostave veze (na primer, informacija o načinu tarifiranja). Ukoliko IAM/IAI poruka ne sadrže sve cifre telefonskog broja traženog korisnika, preostale cifre će se poslati upotrebom SAM (*Subsequent Address Message*) ili SAO (*Subsequent Address message with One signal*) poruke. SAM poruka može da sadrži jednu ili više cifara u sebi, dok SAO poruka sadrži tačno jednu cifru. Sve četiri navedene poruke spadaju u grupu adresnih poruka unapred. U datom primeru IAM poruka nosi kompletnu adresu informaciju.

Centrala B će primiti IAM poruku i na osnovu cifara koje ta poruka sadrži će detektovati da treba da se uspostavi veza sa centralom C. Otuda će se poslati IAM poruka centrali C pri čemu se tom porukom istovremeno zauzima i govorni kanal između centrala B i C, označen CIC poljem u poslatoj IAM poruci (od B ka C). Istovremeno će se rezervisati put kroz komutaciono polje u centrali B između odgovarajućih prenosnika koji se koriste za povezivanje sa centralom A, odnosno C.

Centrala C će primiti IAM poruku. Ispitaće status traženog korisnika i utvrdiće da je slobodan i da proces uspostave veze može da se nastavi. Centrala C će stoga dati potvrdu u vidu poruke ACM (*Address Complete Message*) kojom se potvrđuje da su primljene sve cifre traženog korisnika i da proces uspostave veze može da se nastavi. Istovremeno centrala C će da zauzme put kroz komutaciono polje između generatora tonskih signala (GTS) i odgovarajućeg prenosnika ka centrali B. Centrala B će da primi ACM poruku i potom će da generiše i pošalje ACM poruku ka centrali A. Istovremeno centrala B aktivira govorni put kroz komutaciono polje. Centrala A prima ACM poruku i aktivira govorni put kroz svoje komutaciono polje. U tom momentu pozivajući korisnik čuje ton kontrole poziva iz GTS-a centrale C, a traženom korisniku se (periodično) priključuje generator poziva i on čuje signal zvona na svom telefonu. Kada traženi korisnik podigne slušalicu, centrala C će to detektovati. Centrala C će sada aktivirati govorni put između traženog korisnika i odgovarajućeg prenosnika ka centrali B. Takođe, centrala C će generisati poruku ANC (*ANswer signal, Charge*) ka centrali B, čime signalizira da se traženi korisnik odazvao. Centrala B će primiti tu poruku, pa će potom poslati ANC poruku ka centrali A. Centrala A će u tom momentu početi tarifirati poziv jer je razgovor otpočeo. Napomenimo da ACM poruka spada u grupu poruka o uspešnoj uspostavi, dok ANC poruka spada u grupu poruka nadgledanja poziva.

Pošto je u telefonskoj mreži regularan slučaj da vezu raskida pozivajući korisnik, ta varijanta je prikazana u primeru sa slike 6.5.7.1.1. Centrala A će, kada detektuje da je pozivajući korisnik spustio slušalicu, prekinuti tarifiranje i generisati poruku CLF (*CLear Forward signal*) ka centrali B. Centrala B će odmah po prijemu ove CLF poruke, generisati CLF poruku ka centrali C. Centrala C će tada osloboditi sve svoje resurse vezane za tu govornu vezu i poslati poruku RLG (*ReLease-Guard signal*). Centrala B će po prijemu RLG poruke da generiše RLG poruku ka centrali A i istovremeno će osloboditi sve svoje resurse zauzete za dotičnu govornu vezu. Centrala A će po prijemu RLG poruke da oslobodi sve svoje zauzete resurse za dotičnu govornu vezu. Napomenimo da CLF poruka spada u grupu poruka nadgledanja poziva, dok RLG poruka spada u grupu poruka nadgledanja govornog kanala. To je i logično jer CLF poruka signalizira kraj poziva, dok RLG poruka signalizira da se zauzeti govorni kanal između centrala može osloboditi.



Slika 6.5.7.1.2. Pridružen i kvazipridružen mod rada

U datom primeru, uspostava veze ide po principu link-po-link jer je neophodno na svakoj deonici zauzeti govorni kanal, tako da u datom primeru sve tri centrale (A, B i C) imaju funkciju signalizacione tačke. Signalizacione veze preko kojih idu signalizacione poruke između prikazanih centrala mogu ići po pridruženom modu, ali i po kvazipridruženom modu, kao što je prikazano na slici 6.5.7.1.2. Centrale sa funkcijom STP tačke u kvazipridruženom modu samo prosleđuju signalizacione poruke bez njihove obrade (u primeru sa slike 6.5.7.1.2 to su centrale D i E).

6.5.7.2. ISUP

ISUP se koristi za opsluživanje ISDN korisnika. Pošto ISDN korisnici imaju uslugu telefonskih poziva, ISUP deo se može koristiti i za opsluživanje telefonskih poziva. Pri tome, ISUP može da opsluži i digitalne ISDN i analogne telefonske korisnike. Pored telefonskih poziva, ISUP omogućava i podršku za mnoge druge servise, poput podrške za faks, automatskog ponovnog poziva opisanog u potpoglavlju 6.3, prebacivanje sa usluge telefonskog poziva na faks uslugu i obrnuto bez prekidanja veze i dr. Upravo zbog mogućnosti podrške za velik broj dodatnih servisa, u praksi je uobičajeno da se ISUP koristi i za opsluživanje analognih telefonskih korisnika umesto TUP korisničkog dela.

SI vrednost u SIO polju je 1010 za ISUP. U okviru SIF polja, na početku se nalazi labela usmeravanja koju smo već opisali, a potom sledi osmобitno polje tip poruke koje definiše koja poruka je u pitanju. Ova polja (labela, tip poruke), u suštini, predstavljaju zaglavlje korisnog dela signalizacione poruke. Tipovi poruka (i konkretne bitske vrednosti tog polja) su opisani u ITU-T preporukama Q.762 i Q.763.

ISUP može da ostvari komunikaciju sa ISUP delom druge signalizacione tačke po principu link-po-link ili s kraja na kraj. Link-po-link princip podrazumeva da se poruke razmenjuju od signalizacione tačke do signalizacione tačke dok se ne dođe do završne centrale (signalizacione tačke), pri čemu se pod linkom podrazumeva link kojim ide govorni kanal. Ovaj princip se koristi u slučaju kada je potrebno uspostaviti vezu kroz telefonsku (preciznije ISDN) mrežu, na primer, tokom uspostave telefonskog poziva. Link-po-link princip je neophodan da bi se mogla ispravno konfigurirati komutaciona polja u centralama, ali i da bi se zauzeli govorni kanali (koji se mogu iskoristiti i za prenos drugih tipova signala) između centrala. Princip uspostave i raskida telefonskog poziva je identičan onome za TUP deo prikazan na slici 6.5.7.1.1. Razlika je jedino u tome što se poruka CLF u ISUP slučaju naziva REL (*RELease message*), a poruka RLG se u ISUP slučaja naziva RLC (*ReLease Complete message*). Tumačenja ovih dveju poruka (REL i RLC) sa stanovišta uloge u raskidu telefonske veze su identična porukama CLF i RLG iz raskida telefonske veze u TUP slučaju. S kraja na kraj princip podrazumeva direktnu razmenu signalizacije između krajnjih tačaka u komunikaciji i koristi se za dodatne servise koji unapređuju kvalitet komunikacije. Na primer, već opisana usluga automatskog ponovnog poziva. U ovom slučaju se razmenjuju samo informacije neophodne za ostvarivanje usluge, ali bez zauzimanja resursa u samoj mreži, sem eventualno u samim krajnjim centralama koje i međusobno razmenjuju signalizaciju s kraja na kraj. Otuda nije potrebno da ostale centrale u mreži obrađuju signalizacione poruke, već samo da ih prosleđuju. ISUP koristi uslugu SCCP dela da bi ostvario komunikaciju s kraja na kraj, kao što ćemo videti u sledećoj sekciji.

6.5.7.3. SCCP

SCCP deo predstavlja podršku za ostale korisničke delove, poput TCAP ili ISUP, kojom je omogućeno ostvarivanje signalizacione komunikacije s kraja na kraj. SCCP omogućava i kreiranje virtuelnih signalizacionih kola kroz mrežu za razmenu signalizacije. SI vrednost u SIO polju je 1100 za SCCP. Zaglavlje, kao i kod ISUP dela, sadrži na početku labelu usmeravanja i osmобitni tip poruke, pri čemu labela usmeravanja sadrži samo DPC, OPC i SLS polje tj. labela usmeravanja je standardna labela usmeravanja prikazana na slici 6.5.6.1.2. Tipovi poruka (i konkretne bitske vrednosti tog polja) su opisani u ITU-T preporukama Q.712 i Q.713. Korisnički delovi koji koriste SCCP se nazivaju podsistemi. Neki korisnički delovi se ni ne vide iz MTP

dela jer idu kompletno preko SCCP dela, poput TCAP dela kao što se i vidi sa slike 6.5.7.1. Može se reći da SCCP predstavlja svojevrsno proširenje MTP dela, jer proširuje transportne mogućnosti MTP dela poput omogućavanja ostvarivanja signalizacije s kraja na kraj. U suštini, svaki korisnički deo ponaosob bi mogao implementirati podršku za signalizaciju s kraja na kraj, kreiranje virtuelnih signalizacionih kola i sl., ali to ne bi bilo praktično jer bi se iste funkcionalnosti morale realizovati ponaosob u svakom od korisničkih delova što bi te korisničke delove učinilo i složenijim i neekonomičnim rešenjima. SCCP omogućava pružanje iste podrške svim svojim podsistemima (koji su ustvari takođe korisnički delovi) tako da se korisnički delovi koncentrišu samo na svoje aplikacione funkcije, a transportne funkcije prepuštaju SCCP delu ako ga koriste ili samo MTP delu ako ne koriste SCCP.

SCCP deo omogućava dva tipa prenosa svojim podsistemima:

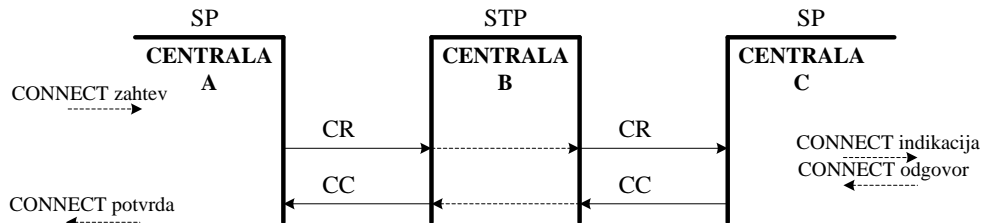
- Konekcioni (CO - *Connection-Oriented*) prenos koji podrazumeva uspostavljanje, korišćenje i raskidanje virtuelnog signalizacionog kola (između dva SCCP dela, odnosno njihovih podsistema),
- Nekonekcioni (CL - *ConnectionLess*) prenos koji podrazumeva slanje individualnih signalizacionih poruka bez uspostavljanja virtuelnog signalizacionog kola.

Takođe, SCCP deo omogućava četiri klase (*Protocol Class*) usluga svojim podsistemima:

- Klasa 0 (*Protocol Class 0*) - Poruke primljene od podsistema se šalju svaka za sebe tj. nezavisno jedna od druge. Ova klasa podrazumeva nekonekcioni tip prenosa.
- Klasa 1 (*Protocol Class 1*) - Poruke primljene od podsistema se šalju u redosledu koji definiše dotični podsistem, ali bez uspostavljanja virtuelnog signalizacionog kola. Ova klasa podrazumeva nekonekcioni tip prenosa.
- Klasa 2 (*Protocol Class 2*) - Uspostavlja se virtuelno signalizaciono kolo koje se potom koristi za prenos poruka podsistema. Ova klasa podrazumeva konekcioni tip prenosa.
- Klasa 3 (*Protocol Class 3*) - Ova klasa predstavlja proširenje klase 2 podrškom za pouzdan prenos koji podrazumeva sprečavanje gubitka poruka i dostavljanje poruka podsistemu na prijemnoj strani u originalnom redosledu kao na predaji. Takođe, klasa 3 omogućava i podršku za kontrolu toka poruka na predajnoj strani. Kao što vidimo ova klasa je po svojim funkcijama veoma slična TCP protokolu iz Internet mreže. Ova klasa podrazumeva konekcioni tip prenosa.

Kao što je već rečeno, konekcioni prenos podrazumeva da se prvo uspostavi virtuelno signalizaciono kolo kroz signalizacionu mrežu. Potom se vrši razmena signalizacionih poruka kroz uspostavljeno virtuelno signalizaciono kolo i na kraju se vrši raskidanje virtuelnog signalizacionog kola. Da bi se virtuelno signalizaciono kolo moglo uspostaviti, neophodno je da centrale (signalizacione tačke) razmene svoje adrese, tj. SPC kodove. Takođe, pošto se virtuelno signalizaciono kolo uspostavlja da bi dva ista podsistema mogla međusobno da komuniciraju (na primer, ISUP deo u obe centrale), neophodno je dodeliti lokalne reference LR (*Local Reference*) na obe strane dotičnim podsistemima i koristiti ih u komunikaciji preko uspostavljenog virtuelnog signalizacionog kola (ove lokalne reference se zajedno sa adresama razmenjuju

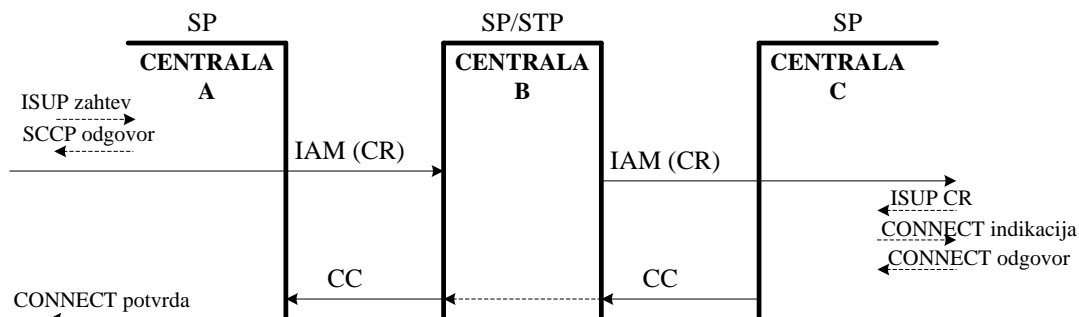
između centrala u procesu uspostave virtuelnog kola). Lokalne reference imaju sličnu ulogu kao portovi u TCP protokolu. Na taj način, SCCP će na osnovu labela usmeravanja (koja sadrži adrese izvorišne i odredišne signalizacione tačke) i LR reference znati kom podsistemu da dostavi poruku tj. znaće kom virtuelnom signalizacionom kolu pripada poruka. Postoje dve metode uspostave virtuelnog signalizacionog kola - normalna i ugrađena metoda.



Slika 6.5.7.3.1. Normalna metoda

Normalna metoda podrazumeva da centrala koja želi da uspostavi virtuelno signalizaciono kolo zna SPC kod centrale sa kojom želi da ostvari komunikaciju (kolo). Primer normalne metode je dat na slici 6.5.7.3.1. Kada podsistem pošalje CONNECT zahtev SCCP delu centrale A, ovaj će da dodeli LRa referencu (lokalna referenca na strani centrale A) virtuelnom kolu koje počinje da se uspostavlja i generisaće CR (*Connection-Request message*) zahtev ka centrali C. LRa referenca će biti navedena u CR zahtevu. CR zahtev će proći kroz centralu B koja igra ulogu STP tačke i doći do centrale C. Napomenimo da pošto je u DPC polje stavljen kod centrale C, sve posredne centrale će imati ulogu STP tačke. Po prijemu CR poruke, SCCP deo centrale C obaveštava CONNECT indikacijom svoj odgovarajući podsistem da postoji zahtev za kreiranjem virtuelnog signalizacionog kola, odnosno za ostvarivanjem komunikacije. Ako želi da prihvati komunikaciju, podsistem šalje CONNECT odgovor. SCCP deo centrale C u tom momentu dodeljuje LRC referencu (lokalna referenca na strani centrale C) za dotično virtuelno kolo i šalje CC (*Connection-Confirm message*) odgovor ka centrali A (i ovde sve posredne centrale imaju ulogu STP tačaka). SCCP deo u centrali A pribeležava LRC kao lokalnu referencu korišćenu na suprotnoj strani čime se kompletira virtuelno kolo i na strani centrale A i obaveštava svoj podsistem o uspešnoj uspostavi virtuelnog signalizacionog kola preko CONNECT potvrde. Normalna metoda zahteva da izvorišna signalizaciona tačka zna adresu (SPC kod) odredišne signalizacione tačke, što je nezgodno, naročito u velikim mrežama. Tipično, ako se koristi ova metoda, onda se koristi i usluga čvora prevodioca (translatora). Izvorišna centrala je konfigurisana tako da zna adresu (SPC kod) čvora prevodioca. Otuda se virtuelno signalizaciono kolo formira tako što se na izvorištu kao odredište navodi adresa čvora prevodioca. Čvor prevodioca dalje preusmerava uspostavu virtuelnog signalizacionog kola ka pravom odredištu. Izvorišna centrala dostavlja, prilikom slanja CR poruke, čvoru prevodiocu i brojeve (adrese) pozivajućeg i traženog korisnika pošto su oni takođe neophodni za izvršavanje procesa prevodenja. U suštini može se reći da čvor prevodioca ima ulogu proksija iz Internet mreže. Prednost normalne metode je što se koristi princip s kraja na kraj i ne opterećuje ostale signalizacione tačke u mreži procesiranjem CR i CC poruka. Naravno, virtuelno kolo ne mora da se uspešno uspostavi. Na primer, u centrali C podsistem može da odbije zahtev za uspostavom komunikacije tako što će generisati DISCONNECT zahtev ili sam SCCP centrale C može da odbije CR zahtev jer nema dovoljno resursa da ga opsluži. U oba slučaja će se generisati CREF (*Connection Refused*) poruka na osnovu koje će se znati u centrali A da virtuelno kolo nije uspostavljeno. Takođe, i sam SCCP deo centrale A može da na samom početku odbije CONNECT zahtev podsistema ako je trenutno preopterećen (u tom slučaju se neće slati CR

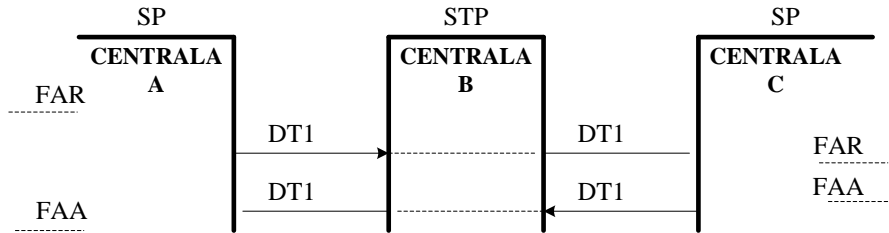
poruka). CONNECT i DISCONNECT poruke su interne poruke u centrali između podsistema i SCCP dela i njihov format i način razmene zavisi od proizvođača (u Q.714 standardu se one referišu kao primitive koje se koriste za komunikaciju između slojeva, gde je niži sloj SCCP, a viši sloj je podsistem koji koristi usluge SCCP dela).



Slika 6.5.7.3.2. Ugrađena metoda

U slučaju ugrađene metode se CR poruka ugrađuje u signalizacionu poruku ISUP dela (u principu i drugi podsistemi bi mogli koristiti ovaj princip, ali se ipak koristi samo u slučaju ISUP dela). Ugrađena metoda koristi link-po-link princip za slanje CR poruka jer se usput zauzimaju i govorni kanali na putanji između izvorišta i odredišta u komunikaciji za koju se zauzimaju govorni kanali i za koje se usput kreira i virtuelno signalizaciono kolo. Prednost je što izvorišna signalizaciona tačka ne mora da zna adresu (SPC kod) odredišne signalizacione tačke. Napomenimo da ISUP deo (podsistem) može preko SCCP-a da uspostavi virtuelno signalizaciono kolo koristeći i normalnu metodu. Primer upotrebe ugrađene metode je dat na slici 6.5.7.3.2. ISUP podsistem šalje zahtev SCCP delu u centrali A da želi da uspostavi virtuelno signalizaciono kolo koristeći ugrađenu metodu. SCCP šalje pozitivan odgovor (negativan će poslati ako trenutno nema dovoljno resursa na raspolaganju) u kome se nalazi CR zahtev koji sadrži SPC kod centrale A, kao i LRA referencu koju dodeljuje dotičnoj konekciji. Ovaj CR zahtev se ugrađuje u opcioni deo IAM poruke koju šalje ISUP deo centrale A. Centrala B prima IAM poruku kojom se između ostalog zauzima i govorni kanal između centrala A i B, i potom generiše IAM poruku ka centrali C. Ova IAM poruka takođe sadrži CR zahtev u svom opcionom delu. Centrala C po prijemu obrađuje IAM poruku, ali takođe prosleđuje ugrađenu CR poruku svom SCCP delu. Ovaj procesira CR poruku i šalje CONNECT indikaciju ka ISUP podsistemu, koji u slučaju prihvatanja zahteva za uspostavom virtuelnog kola šalje CONNECT odgovor. SCCP deo dodeljuje LRC referencu dotičnom virtuelnom kolu i generiše CC poruku ka centrali A, tj. njenom SCCP delu. Ova CC poruka sada samo prolazi kroz sve posredne centrale koje sada imaju STP ulogu. Po prijemu ove poruke u centrali A, SCCP deo obaveštava ISUP deo da je virtuelno kolo uspešno formirano. Da je iz nekog razloga centrala C odbila formiranje virtuelnog kola (odbijanje zbog nedostatka resursa u njenom SCCP delu ili odbijanje prihvatanja zahteva za uspostavom virtuelnog signalizacionog kola od njenog ISUP podsistema), njen SCCP deo bi generisao CREF poruku ka centrali A. U primeru sa slike 6.5.7.3.2 nisu prikazane poruke odgovora na IAM poruku jer one ne učestvuju u uspostavi virtuelnog signalizacionog kanala.

Raskidanje virtuelnog signalizacionog kola se izvršava slanjem RLSD (*ReLeaSeD message*) poruke (raskidanje može da izvrši bilo koja strana) kroz virtuelno signalizaciono kolo. Suprotna strana kao odgovor šalje potvrdu RLC (*ReLease Complete message*) čijim se prijmom na strani koja je inicirala raskid završava proces raskidanja virtuelnog signalizacionog kola.

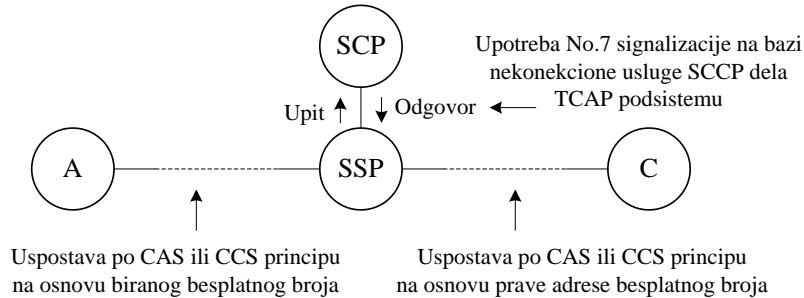


Slika 6.5.7.3.3. Primer upotrebe virtuelnog signalizacionog kola

Primer upotrebe virtuelnog signalizacionog kola je prikazan na slici 6.5.7.3.3. U datom primeru se podrazumeva da je virtuelno signalizaciono kolo već uspostavljeno. ISDN korisnici su ostvarili telefonski razgovor koji je u toku. U jednom momentu, korisnik sa centrale A, aktivira prelaz na faks uslugu da bi poslao faks korisniku sa centrale C sa kojim je telefonski pričao, ali ne prekidajući vezu. Centrala A, kada detektuje zahtev za prelaz na faks uslugu, obaveštava ISUP deo koji generiše signalizacionu poruku FAR (*FAcility Request message*) koju prosleđuje SCCP delu da je prenese s kraja na kraj, tj. kroz virtuelno signalizaciono kolo te veze. SCCP deo formira svoju poruku DT1 (*Data Form 1*) i ubacuje u odgovarajuće polje DT1 poruke FAR poruku koju je dobio od ISUP dela. DT1 poruka se koristi za ostvarivanje transparentnog prenosa poruka između podсистema kroz virtuelno signalizaciono kolo ako je u pitanju klasa 2 usluge, što je pretpostavljeno u ovom primeru. DT2 (*Data Form 2*) je ekvivalent poruke DT1 koji se koristi za klasu 3 usluga. U centrali C se u SCCP delu iz DT1 poruke izdvaja originalna FAR poruka koja se prosleđuje ISUP delu. Pretpostavljamo u primeru da korisnik sa centrale C ima mogućnost prijema faksa. ISUP deo obaveštava centralu da se prebaci na prijem faksa za dotičnog korisnika centrale C. Takođe, ISUP centrale C generiše poruku FAA (*FAcility Accepted message*) kojom potvrđuje da je izvršeno prebacivanje sa telefonske usluge na faks uslugu. FAA poruka se prosleđuje ka SCCP delu za slanje preko virtuelnog signalizacionog kola. SCCP deo centrale C, ubacuje u DT1 poruku primljenu FAA poruku i šalje je ka SCCP delu centrale A preko virtuelnog signalizacionog kola dotične veze. SCCP deo u centrali A prima DT1 poruku, izvlači FAA poruku iz nje i prosleđuje je ka ISUP delu centrale A koja sada zna da njen korisnik može početi sa slanjem faksa. Na identičan način bi se vršilo vraćanje na telefonsku uslugu, samo bi sadržaji FAR i FAA poruka bili nešto drugačiji jer bi tada ukazivali da se prelazi na telefonsku uslugu.

Primer nekonekcionne usluge SCCP dela je prikazan na slici 6.5.7.3.4. Telefonski korisnik bira neki besplatan telefonski broj. Ovaj poziv telefonska mreža rutira do tzv. SSP centrale (*Service Switching Point*) koja ima ulogu da prepozna zahtevanu uslugu i izvrši komutiranje usluge ka odgovarajućem odredištu (u ovom primeru se komutira poziv ka odgovarajućem telefonu (ili automatu ili kućnoj centrali) koji odgovara besplatnom broju). Način rutiranja poziva do SSP centrale nije bitan, može biti i po signalizaciji po pridruženom kanalu, ali i po signalizaciji po zajedničkom kanalu. SSP centrala prepoznaje koja usluga je u pitanju i obraća se informacionom centru koji ima informaciju o stvarnom telefonskom broju koji odgovara biranom besplatnom telefonskom broju. Informacioni centar u ovakvom slučaju se tipično naziva SCP (*Service Control Point*) i sadrži bazu podataka koja između ostalog sadrži i pravi telefonski broj koji se može koristiti za rutiranje ka odredištu biranog besplatnog broja. SSP komunicira sa SCP centralom koristeći signalizaciju No.7 i to koristeći TCAP i SCCP delove. TCAP deo se aktivira u SSP centrali da pošalje upit ka SCP centru. TCAP koristi SCCP deo za slanje poruke. Pošto se šalje samo jedna poruka koristi se nekonekciona usluga SCCP dela (slično kao kod UDP protokola). SCCP deo u SCP centru prima poruku i prosleđuje primljeni upit ka TCAP delu

SCP centra. Po nalaženju odgovora, TCAP deo formira odgovor koji prosleđuje SCCP delu u SCP centru. Odgovor stiže do SSP centrale gde SCCP deo prosleđuje odgovor TCAP delu. Sada je dobijena informacija za nastavak rutiranja poziva. Poziv se nastavlja rutirati od SSP centrale ka odredištu, pri čemu se koristi ili signalizacija po pridruženom kanalu ili signalizacija po zajedničkom kanalu.



Slika 6.5.7.3.4. Primer upotrebe nekonekcionih usluga SCCP dela

6.5.8. Proračun kapaciteta signalizacionog kanala

Već je napomenuto da zajednički signalizacioni kanal može da opsluži i do 4000 govornih kanala (u praksi je ta vrednost, ipak, najčešće do 2000 govornih kanala). U okviru ove sekcije ćemo pokazati kako se vrši proračun kapaciteta opsluživanja zajedničkog signalizacionog kanala. Parametri neophodni za određivanje kapaciteta signalizacionog kanala su:

- ν - Kapacitet signalizacionog kanala. U E1-PCM sistemima on iznosi 64kb/s.
- P_S - Verovatnoća zauzetosti signalizacionog kanala. Pod ovom verovatnoćom se podrazumeva koliki je udeo vremena kada signalizacioni kanal prenosi korisne informacije, tj. MSU jedinice. Tipično se ovaj parametar postavlja na niže vrednosti (na primer, 0.2) jer je cilj da signalizacioni kanal ne bude preopterećen da bi se izbegla zagušenja na njemu i samim tim preveliko kašnjenje pri prenosu signalizacije, ali isto tako da bi se smanjio negativan uticaj ispada signalizacionog kanala.
- P_G - Verovatnoća zauzetosti govornog kanala. Pod ovom verovatnoćom se podrazumeva koliki je udeo vremena kada govorni kanal prenosi korisnički govorni signal, tj. razgovor.
- N_S - Prosečan broj bita signalizacije (MSU jedinica) koji se razmeni za opsluživanje jedne veze preko zajedničkog signalizacionog kanala u jednom smeru.
- T_G - Prosečno trajanje jedne veze tj. razgovora.

Proračun kapaciteta opsluživanja zajedničkog signalizacionog kanala se izvršava na sledeći način. Kao i u ostalim proračunima vezanim za telefonsku mrežu i ovde se posmatra čas najvećeg opterećenja ($T=1h$). Prvo ćemo proračunati ukupan broj bita signalizacije koji se može poslati preko zajedničkog signalizacionog kanala za vreme časa najvećeg opterećenja:

$$N_{Suk} = P_S \cdot \nu \cdot T \quad (6.5.8.1)$$

Potom proračunajmo koliko veza u proseku se može ostvariti preko jednog govornog kanala u toku časa najvećeg opterećenja:

$$N_G = P_G \cdot T / T_G \quad (6.5.8.2)$$

Broj bita signalizacije u jednom smeru koji se u proseku razmeni za jedan govorni kanal tokom časa najvećeg opterećenja je:

$$N_{SG} = N_G \cdot N_S \quad (6.5.8.3)$$

Na osnovu (6.5.8.1)-(6.5.8.3) možemo proračunati traženi kapacitet opsluživanja zajedničkog signalizacionog kanala:

$$N_{ops} = N_{Suk} / N_{SG} = \frac{P_S \cdot v \cdot T_G}{N_S \cdot P_G} \quad (6.5.8.4)$$

Za konkretan primer uzmimo sledeće vrednosti parametara: $P_S = 0.2$, $P_G = 0.9$, $N_S = 720b$, $T_G = 90s$. Tada je kapacitet opsluživanja zajedničkog signalizacionog kanala $N_{ops} = 1777$ govornih kanala (napomena, u slučaju da dobijeni rezultat nije ceo broj, uzima se prvi niži ceo broj kao rezultat). Kao što smo i očekivali, zajednički signalizacioni kanal omogućava opsluživanje velikog broja govornih kanala.