

SS7 protokol za interkonekciju

Darko Simićević

Sadržaj — U radu će biti opisana SS7 Signalizacija, kao backbone signalizacioni protokol i mrežna arhitektura. Na primjeru jednog telefonskog poziva biće prikazana razmjena poruka ISUP protokola.

Ključne reči — SS7, C7, MTP, MTP2, MTP3, ISUP, IAM, CS, CPS, LNP, STP, SCP, SSP

I. UVOD

Signalizacija No.7 (Signaling System No.7, SS7, C7) predstavlja mrežnu arhitekturu i skup protokola koji obezbjeđuju signalizaciju u backbone dijelu telekomunikacionih mreža.

U praksi, kao i u skladu sa ITU-T preporukama, signalizacija predstavlja sve informacije koje se prenose telekomunikacionim mrežama a ne predstavljaju govor.

AT&T je razvio SS7/C7 standard 1975 a tadašnji CCITT ga je prihvatio kao svjetski standard 1980.

SS7 je danas najnapredniji i najrasprostranjeniji backbone signalizacioni protokol u javnim telefonskim mrežama (PSTN, Public switched telephone network) koji povezuje sve tipove telekomunikacionih mreža PSTN, ISDN, mobilne mreže,...

SS7 je baziran na CCS (Common Channel Signaling) tipu signalizacije koja koristi poseban digitalni kanal za signalizaciju, odvojen od govornih kanala (Out of band signaling). Takođe SS7 kao paketski protokol prenosi oko 200 bajtova u jednom paketu, za razliku od starijih signalizacija koje su prenosile samo nekoliko bit-ova po paketu. SS7 može koristiti model CCS-a u kojem signalni i govorni saobraćaj mogu koristiti iste (associated) ili različite putanje (quasi associated, zahtjeva upotrebu STP-a)

Backbone signalizacija broj 7 je kompatibilna sa pretplatničkom ISDN signalizacijom koja preko D kanala signalizacione poruke prenosi do krajnjeg korisnika.

Na ovaj način je omogućen prenos signalizacionih poruka između pretplanika i u toku poziva, što je uslov za inteligentan karakter telekomunikacionih mreža i primjenu novih servisa. Osim toga, poseban kanal za signalizaciju omogućuje brže uspostavljanje poziva koji prolaze kroz više komutacija (post dial delay), veću količinu prenesenih podataka, mogućnost implementacije redundantnosti, razmjenu signalizacionih poruka između mrežnih elemenata koji nemaju direktnu konekciju.

Svaki put kada pozovemo telefonskog pretplatnika izvan naše lokalne telefonske centrale (javne komutacije Telekom operatora) ostvarivanje poziva i rezervaciju

Simićević Darko, Aneks d.o.o Banja Luka, Republika Srpska, BIH (telefon: 387-51-333909; e-mail: darko@aneks.com).

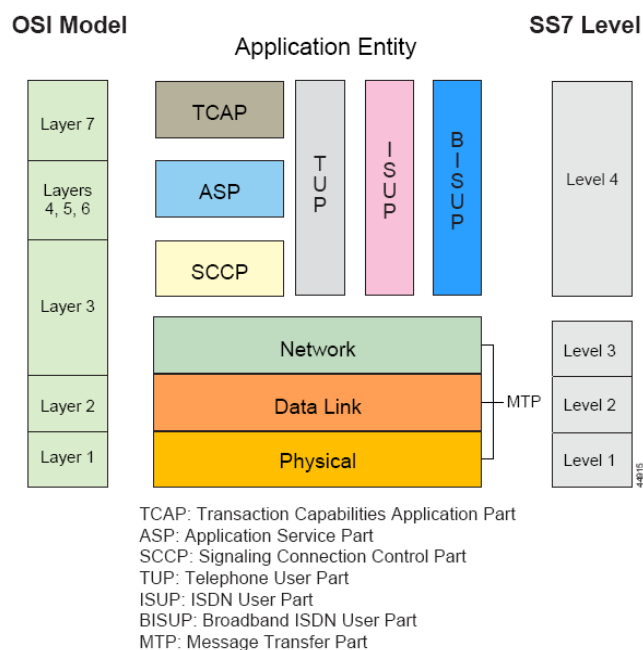
neophodnih govornih kanala izvršava SS7 signalizacioni protokol.

U procesu deregulacije telekomunikacionih tržišta SS7 signalizacioni protokol predstavlja standard interkonekcionog povezivanja novih i dominantnih telekomunikacionih operatora, pomoću kojeg se realizuju novi servisi kao što su izbor operatora (Carrier selection), predizbor operatora (Carrier preselection), portabilnost brojeva (local number portability).

II. SS7 PROTOKOL STACK

SS7 protokol je nastao u isto vrijeme kada i referentni OSI model, tako da postoje izvjesna odstupanja SS7 protokol modela od OSI referentnog modela. SS7 koristi 4 nivoa u protokol stacku. SS7 arhitektura nema protokole na 4, 5 i 6 OSI nivou.

Izgled modela SS7 protokola se razlikuje u zavisnosti od toga da li se koristi za mobilne ili fiksne mreže za prenos preko TDM (Time Division Multiplex) mreža ili mreža baziranih na IP protokolu itd.



Sl.1. Model SS7 protokola

Gore navedeni model predstavlja tradicionalni široko-rasprostranjen model SS7 protokola koji koristi TDM mreže kao prenosni put. Pomenuti model se sastoji iz sledećeg: SS7 fizički nivo kao MTP1, zatim SS7 data nivo kao MTP2 i mrežni nivo kao MTP3. Zajednički naziv za tri navedena nivoa je Message Transfer Part (MTP).

TUP (Telephone User Part) i ISUP (ISDN User Part) su protokoli koji služe za kontrolu telefonskih poziva. TUP podržava samo osnovni telefonski servis POTS (Plain Old Telephone Services) dok ISUP podržava i POTS i ISDN servise kao i ostale funkcionalnosti (automatic callback, calling line identification,...). TUP i ISUP odgovaraju sedmom nivou OSI referentnog modela.

III. MTP 1,2,3

MTP1 se realizuje kao full-duplex digitalni kanal kapaciteta 64 kbps.

MTP2 protokol odgovara 2 nivou OSI modela i obezbeđuje prenos signalnih informacija između 2 direktno spojene SS7 signalne tačke (SP). Takođe MTP2 ima zadatak da prenese informacije bez grešaka.

MTP3 protokol se nalazi na 3 OSI nivou i odgovoran je za mrežne funkcionalnosti SS7 protokola. MTP3 izvršava dvije funkcije:

1. Signalling Message Handling (SMH) koji rutira SS7 poruke i po potrebi ih prosleđuje višim slojevima. Svaki SS7 čvor analizira dolaznu poruku na osnovu DPC (Destination Point Code) i određuje da li je poruka adresirana za taj čvor. Ako jeste, poruka se prosleđuje sledećem OSI nivou tj. ISUP protokolu. Ukoliko poruka nije adresirana za taj čvor STP poruka se dalje prosleđuje.

2. Signaling Network management (SNM) vrši nadzor signalizacionih linkova kako bi u slučaju potrebe, saobraćaj bio prerutiran na drugu rutu.

Svaka poruka posjeduje OPC (Origination Point Code) i DPC (Destination Point Code) i na osnovu DPC-a se određuje dalje rutiranje saobraćaja.

IV. SS7 ARHITEKTURA

SS7 mrežni elementi se nazivaju signalizacione tačke (SP, Signaling Point). Svaki SP ima svoju 14-bitnu adresu koja se zove point code (PC). SS7 saobraćaj između svih mrežnih elemenata se rutira statički, što znači da ne postoji dinamički ruting protokol pomoću kojeg bi SS7 čvorovi oglašavali i/ili dinamički razmjenjivali informacije o validnim SS7 rutama. SP su spojeni međusobno signalizacionim linkovima koji su u većini slučajeva digitalni kanali kapaciteta 64 kbps, tj. unaprijed definisani vremenski slotovi E1 interfejsa. Ovi linkovi su pretežno dimenzionisani za zauzetost 25-40 % njihovog kapaciteta, kako bi u slučaju otkaza jednog signalizacionog linka mogli na sebe preuzeti dvostruko veći saobraćaj.

Postoje 3 različita tipa SP-a:

1. STP Signaling Transfer Point

STP vrši transfer SS7 poruka između SS7 čvorova, tj. obavlja funkciju sličnu ruteru u IP mrežama. Na osnovu statičkih SS7 ruta svaka dolazna SS7 poruka se prosleđuje na odgovarajući odlazni signalni link.

2. SSP Service Switching Point.

SSP je govorna centrala koja integriše govorne servise i SS7 funkcionalnosti. SSP terminira i generiše SS7 poruke, ali ih ne može tranzitirati. Ako SSP primi SS7 poruku koja nije namjenjena za prijemni SS7 SSP čvor, takva poruka neće biti procesirana.

3. SCP Service Control Point

SCP je interfejs između telekomunikacionih baza podataka i SS7 mreže. Na ovaj način SS7 mreža pravi upit nad bazom podataka u cilju dobijanja potrebnih informacija za realizaciju pojedinih telekomunikacionih servisa. Neki od tih servisa su free phone, calling name display (CNAM), local number portability (LNP),..

Tipovi linkova

Signalni linkovi se definišu različito u zavisnosti od mjesta i uloge u SS7 arhitekturi. Postoji 6 tipova ovih linkova:

Access links (A links), Crossover links (C links), Bridge links (B links), Diagonal links (D links), Extended links (E links) i Fully associated links (F links).

Svi linkovi tipa od A do E zahtijevaju SS7 arhitekturu u kojoj se nalazi STP mrežni element.

Link tipa F se koristi za direktno spajanje SSP mrežnih elemenata, bez potrebe za STP-om. U ovom slučaju signalni i govorni saobraćaj prolaze istim linkovima.

Tabela 1. prikazuje određene sličnosti između MTP3 i IP protokola. SCP i SSP mrežni elementi se mogu tretirati kao IP hostovi a STP kao router.

TABELA 1: POREĐENJE IP I MTP3 PROTOKOLA

IP	SS7/MTP3
Source IP address	OPC (Origination Point Code)
Destination IP address	DPC (Destination Point Code)
Protocol	Service indicator
Precedence	Priority
Data	User data

V. ISUP (ISDN USER PART)

ISDN User part (ISUP) je odgovoran za rezervaciju i oslobađanje govornih kanala korišćenih u pozivima koji se realizuju preko više javnih komutacija. ISUP je realizovan kao backbone mrežna signalizacija koja je kompatibilna sa ISDN korisničkom signalizacijom. Kombinacija ISDN korisničke signalizacije i ISUP-a mrežnog operatora obezbeđuje prenos signalnih podataka između korisnika. ISUP obezbeđuje signalizaciju za ISDN i analogni saobraćaj. Osnovna prednost ISUP-a je njegova brzina uspostavljanja poziva (post dial delay), veći signalni kapacitet i standardizovana razmjena poruka.

Osnovni telefonski poziv je podijeljen u 3 faze:

- Uspostavljanje veze (Setup)
- Konverzacija (Conversation)
- Raskid veze (Release)

ISUP je uključen u uspostavljanje i raskidanje veze, a samo u slučaju dodatnih servisa i u toku konverzacije.

Prilikom uspostavljanja i raskidanja poziva ISUP koristi 5 ISUP poruka.

Pošto ISUP signalizacija definiše prenos signalnih poruka i govora različitim putanjama u mreži, potrebno je definisati način identifikacije govornih kanala između dva SS7 čvora.

ISUP koristi CIC (Circuit Identification Code) u cilju jednoznačnog definisanja govornih kanala na direktno spojenim SS7 čvorovima, tj. na obje strane interkonekcije.

Uvijek kada ISUP šalje bilo kakvu poruku, informacija o govornom kanalu (CIC) je obavezni dio te poruke.

Svaka ISUP poruka mora da sadrži obavezni i opcioni dio. Najzastupljeniji obavezni dijelovi ISUP poruke su CIC i tip poruke (IAM; ACM; ANM,..)

Pozivajući broj (A broj, Calling Party Number) je opcioni parametar u IAM poruci, ali je najčešće uključen kako bi obezbjedio identifikaciju poziva.

Osnovne ISUP poruke su:

IAM (Initial Address Message) je prva i najveća poruka ISUP protokola koja prenosi sve potrebne informacije da bi se poziv realizovao: pozivajući broj (A broj, Calling Number, CgPN), pozvani broj (B broj, Called Number, CdPN), tip poziva, govorni kanal (CIC)... IAM poruka preko svoji parametara FCI (Forward Call Indicator) i NOA (Nature of Address indicator) tačno definiše nacionalni ili međunarodni karakter A i B broja. Ovo je neophodno kako bi određena komutacija rutirala i tarifirala pozive prema nacionalnom ili međunarodnom planu rutiranja saobraćaja (dial plan).

ACM (Address Complete Message) je poruka kojom određeni SS7 čvor obavještava da je primio IAM poruku i da je dobijeni pozivajući broj validan. Poruka mora da sadrži CIC, informaciju da li je pozvani pretplatnik slobodan,..

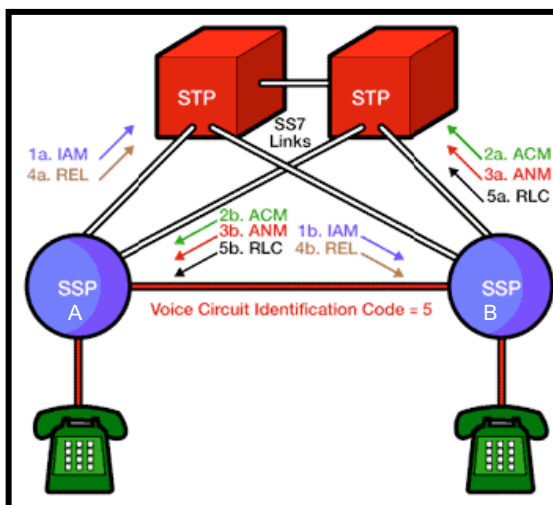
ANM (Answer Message) je ISUP poruka kojom se strana koja je generisala poziv obavještava da je korisnik odgovorio na poziv (off hook). ANM poruka jedino mora da sadrži informaciju o CIC-u.

REL (Release Message) je poruka kojom se zahtijeva raskidanje poziva. REL poruka mora da sadrži CIC informaciju kao i razlog raskidanja veze (Cause indicator). Poruka o raskidanju veze je cjelobrojna vrijednost (Cause value) čija 3 najstarija bita određuju kategoriju raskida veze. Granična vrijednost indikatora raskida veze je 32 (0010 0000).

Što znači da sve manje vrijednosti od 32 predstavljaju normalne raskide poziva, a sve veće vrijednosti od 32 predstavljaju neregularne tipove raskida poziva. Npr. Vrijednost 17 (0001 0001) označava zauzetog korisnika (user busy) što se smatra normalim stanjem, dok vrijednost 34 (0010 0010) označava ne postojanje slobodnih govornih kanala (no circuit available) i predstavlja neregularno stanje.

RLC (Release Complete message) je poruka kojom se potvrđuje raskid poziva. Nakon ove poruke govorni kanal se oslobađa i spreman je da realizuje novi govorni poziv.

Objasnićemo razmjenu ISUP poruka u toku jednog govornog poziva. Poziv generise SS7 čvor SSP A a terminira SSP B.



Sl. 2. Razmjena ISUP poruka pri uspostavljanju i raskidanju telefonskog poziva

Nakon routing analize SSP A odlučuje da poziv šalje preko interkonekcionog linka koristeći ISUP signalizaciju. SSP A popunjava IAM poruku sa potrebnim podacima IAM poruka se enkapsulira u data dio MTP3 poruke i na osnovu DPC-a rutira pakete kroz SS7 mrežu. SSP A aktivira timer T7 (awaiting address complete timer, network protection timer) odmah nakon slanja IAM poruke a poništava ga nakon prijema ACM poruke. Ako T7 timer traje duže od definisane vrijednosti, govorni kanal (CIC) se oslobađa, prelazi u stanje mirovanja (idle state) čekajući realizaciju novog poziva.

Kada određeni SS7 čvor primi IAM poruku najprije izvrši analizu poruke a zatim vraća ACM (Address Complete Message) poruku. To znači da će poziv biti prosleđen na određite. Nakon toga se uspostavlja govorni kanal između SSP B i SSP A kako bi se povratni signal zvona (ring-back tone) poslao strani koja je generisala poziv. SSP A vrši prespajanje korisničke linije na govorni kanal (CIC) koji je definisan za tu vezu i pozivajući pretplatnik čuje povratni signal zvona. U tom trenutku pozvanom pretplatniku zvoni telefon.

Tada se aktivira T9 timer (awaiting answer time) koji služi da signal zvona ne bi trajao beskonačno dugo, ukoliko pozvani pretplatnik ne odgovara. T9 timer se poništava prijemom ANM poruke. Ako T9 traje duže od podešenog vremena govorni kanal se oslobađa.

Ako pozvani pretplatnik podigne slušalicu (off-hook) SSP šalje ANM (Answer Message) signal prema SSP A. Poslije slanja ANM poruke poziv je aktivan i govorna konverzacija može da počne. U ovom trenutku počinje tarifiranje poziva.

U toku razgovora nije neophodna razmjena ISUP poruka. Kada pozivajući pretplatnik odluči da prekine poziv (on-hook) SSP A šalje REL (Release) poruku u kojoj se nalazi i informacija o uzroku raskidanja poziva. Određični SS7 čvor vraća RLC (Release Complete Message) poruku.

Nakon ove poruke govorni kanal je opet slobodan (idle state).

Ukoliko pozvani pretplanik prvi prekine vezu postoje dva moguća slučaja.

Prvi slučaj je da sve bude kao i kada je pozivajući pretplanik prekinuo poziv, kao u mobilnim ili ISDN mrežama.

Drugi slučaj je da SSP B pošalje SSU (Suspend Message) poruku prema SSP A u cilju obavještenja da je pozvani pretplanik prekinuo vezu ali govorni kanal ostaje aktivan. U ovom trenutku se startuje timer T6 (ili T38 u međunarodnim interkonekcijama). Ako se pozvani pretplanik ponovo javi prije isteka T6 timera SSP B šalje RES (Resume) poruku koja ponovo aktivira vezu. Ukoliko T6 timer istekne SSP B šalje REL poruku prema SSP A i raskida poziv. Ovaj slučaj je karakterističan za analogni telefonski servis.

TABELA 2: POREĐENJE PORUKA IZMEĐU ISDN I ISUP SIGNALIZACIJE

ISDN	ISUP
Setup	IAM
Alerting	ACM
Connect	ANM
Disconnect	REL
Release	RLC

VI. SIGURNOST SS7 MREŽA

Nakon što je razvijen SS7 protokol je inicijalno primjenjivan samo od strane nekoliko telefonskih kompanija sa jasno definisanim mrežnim granicama. Zbog toga nije postojala potreba da se razviju jaki sigurnosni mehanizmi. U međuvremenu SS7 je postao globalni backbone signalizacioni protokol koji koriste svi telekomunikacioni operatori.

Deregulacijom telekomunikacionih tržišta pojavilo se mnogo novih operatera što je uslovalo potrebu povećane sigurnosti SS7 mreža.

Nažalost, SS7 protokol ne posjeduje sigurnosne mehanizme na osnovu kojih se može utvrditi da je neki SS7 čvor zaista taj za kojeg se predstavlja, niti posjeduje metode enkripcije koji bi sprečili mogućnost izmjena dijela poruke.

Jedina mogućnost u cilju zaštite koja se može primjeniti jeste ulazni kontrolni mehanizam koji dopušta ili blokira saobraćaj od mrežnih elemenata na osnovu OPC-a i DPC-a, zahtjevanog servisa i slično.

VII. INTERKONEKCIJA

Da bi deregulacija telekomunikacionog tržišta bila uspješno sprovedena potrebno je svim pretplatnicima postojećih telekom operatera omogućiti korišćenje usluga i servisa od strane novih operatera. Na ovaj način pretplatnici imaju mogućnost izbora operatera preko koga žele da ostvare svoj telefonski poziv.

To je moguće realizovati primjenom SS7 protokola i sledećih servisa: izbora operatera (CS, Carrier Selection), predizbor operatera (CPS, Carrier Preselection), prenosivost broja (LNP, Local number portability) i slično. Kod izbora operatera korisnik biranjem CS koda prije pozvanog broja usmjerava svoj telefonski saobraćaj preko željenog operatera. SS7 SSP čvor postojećeg telekom operatera će na osnovu CS koda saobraćaj rutirati prema unaprijed definisanom operateru. U najvećem broju primjena IAM poruka je ista kao i kod običnog poziva tj. samo se šalje broj koji se poziva (B broj). Kod usluge predizbora operatera ovaj proces je automatizovan. Rutiranje saobraćaja se realizuje preko unaprijed definisanom operateru. Servis prenosivost broja (LNP, Local Number Portability) omogućuje pretplatnicima promjene lokalnog operatera zadržavajući postojeći telefonsku numeraciju. Postoje 3 tipa LNP usluge: Service Provider Portability, omogućava pretplatniku promjenu operatera uz zadržavanje istog pretplatničkog broja. Service Portability, omogućava pretplatniku promjenu servisa (analogni u ISDN) uz zadržavanje istog pretplatničkog broja Location portability, geografska promjena lokacije pretplatnika uz zadržavanje istog pretplatničkog broja. Praktično SS7 SSP čvor posjeduje routing listu geografskih kodova i za sve prenesene brojeve pravi TCAP (Transaction Capabilities Application Part) upit na sedmom OSI nivou prema SCP čvoru kako bi dobio informaciju o lokaciji prenesenog broja.

LITERATURA

- [1] Lee Dryburgh, Jeff Hewett, "Signaling System No.7 (SS7/C7): Protocol, Architecture and Services", Ciscopress, USA, 2004.
- [2] Cisco Systems, Cisco SS7 interconnect for Voice Gateway Solution <http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/product/access/sc/rel7/soln/voip13/index.htm>
- [3] Cisco Systems, Introduction SS7 http://www.cisco.com/en/US/tech/tk652/tk653/tk614/tsd_technology_support_sub-protocol_home.html
- [4] Cisco PGW 2200 Softswitch <http://www.cisco.com/en/US/products/hw/vcallcon/ps2027/index.html>
- [5] Web PoForum Tutorials, Evolving systems Local Number portability, <http://ieec.org>
- [6] <http://www.openss7.org/>
- [7] Web PoForum Tutorials Performance Technologies, Tutorial on Signaling systems 7 (SS7), <http://ieec.org>
- [8] SS7 Tutorial, Performance Technologies <http://www.pt.com/tutorials/ss7/>

ABSTRACT

This paper presents Signaling System No.7 as most advanced and widely used signaling protocol and architecture for both mobile and fixed-line telecommunications network. Also introduce the core set of ISUP message that are used to set up and release a phone call. SS7 is standard for interconnecting a new telephone operator with incumbent telecom and provide a new services like Carrier Selection, Carrier Preselection, Local Number Portability,...

SS7 INTERCONNECTION PROTOCOL

Darko Simićević