



Nevenka Biondić



Maja Vukušić-Vasiljevski



Lukica Medak



Vlatko Bolt



Vlado Vrlika

**Nevenka Biondić, Maja Vukušić-Vasiljevski,
Lukica Medak, Vlatko Bolt, Vlado Vrlika**

Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Hrvatska
Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Croatia

Ključne riječi:

Protokol za pokretanje sesije, SIP
Radno tijelo za razvoj Interneta, IETF
Mreže sljedeće generacije, NGN
Internet protokol, IP
Višemedijski podsustav zasnovan na protokolu IP, IMS
All-IP
Engine
Engine Multimedia, EMM
Telefonijski poslužitelj
AXE
AXD
Pristupnik

Key words:

Session Initiation Protocol, SIP
Internet Engineering Task Force, IETF
Next Generation Networks, NGN
Internet Protocol, IP
IP Multimedia Subsystem, IMS
All-IP
Engine
Engine Multimedia, EMM
Telephony Server
AXE
AXD
Gateway

Protokol za pokretanje sesije

Sažetak

Protokol za pokretanje sesije (SIP – *Session Initiation Protocol*) je signalizacijski protokol koji se koristi za uspostavu, modifikaciju i raskidanje višemedijskih sesija u mrežama utemeljenim na Internet protokolu (*IP networks*). Iako ga je razvilo i standardiziralo Radno tijelo za razvoj Interneta (IETF - *Internet Engineering Task Force*) prihvatila su ga i ostala značajna međunarodna standardizacijska tijela kao glavni protokol u višemedijskim domenama 3G mobilnih sustava (višemedijski podsustav zasnovan na protokolu IP, IMS – *IP Multimedia Subsystem*) te kao okosnicu mreža sljedeće generacije (NGN – *Next Generation Network*). S migracijom tradicionalnih telekomunikacijskih mreža prema All IP višeuslužnim i višemedijskim mrežama, protokol SIP dobiva nezaobilaznu važnost. Sve interesne grupe u telekomunikacijskoj industriji su se usuglasile da je protokol SIP glavno sredstvo realizacije višemedijskih komunikacijskih usluga sljedeće generacije. Ericssonova rješenja i proizvodi u potpunosti slijede tu viziju, što potvrđuje snažan i sveobuhvatan proizvodni portfelj u području rješenja za fiksne i mobilne mreže i pristupe utemeljene na IP *softswitchu* i višemedijskom podsustavu zasnovanom na protokolu IP. Institut za telekomunikacije u Ericssonu Nikoli Tesli kroz razvoj prototipova protokola SIP i proizvoda za Ericssonova IP *softswitch* rješenja i rješenja za višemedijski podsustav zasnovan na protokolu IP, dao je značajan doprinos u ostvarenju te vizije.

SESSION INITIATION PROTOCOL

Abstract

Session Initiation Protocol (SIP) is a signaling protocol used to set up, modify and terminate multimedia sessions over IP networks. Although developed and standardized by Internet Engineering Task Force (IETF), it has been adopted by other international standardization bodies as the main protocol in multimedia domains of 3G mobile systems (IP Multimedia Subsystem, IMS) and as the main building block of Next Generation Networks (NGN).

With migration of traditional telecommunications networks to All-IP multiservice and multimedia networks, SIP is gaining importance. Telecom industry has reached a consensus that SIP is a way to implement multimedia communications services of next generation. Ericsson's solutions and products completely follow this vision, which is confirmed by strong and comprehensive product portfolio in the area

of IP softswitch and IMS solutions for fixed and mobile networks and accesses. Ericsson Nikola Tesla's Research & Development Center through development of SIP prototypes and products for Ericsson's IP softswitch and IMS solutions has given enormous contribution to the realization of this vision.

1. Uvod

Protokol za pokretanje sesije (SIP – *Session Initiation Protocol*) je privukao dosta pažnje u zadnjih nekoliko godina, što je naglašeno prihvaćanjem toga protokola kao signalizacijskoga protokola za pružanje višemedijskih usluga u 3G sustavima i posve izvjesnom migracijom telekomunikacijskih mreža prema IP višeslužnim mrežama. Internet tehnologije su u pozadini te tihe revolucije koja se odvija u svijetu telekomunikacija, a SIP je jedan od njenih glavnih predvodnika.

Protokol SIP se razmatra u ovom članku s nekoliko aspekata. Članak prvo iznosi osnovne značajke i funkcionalnosti protokola, a u trećem poglavlju opisuje se tijek nastanka i standardizacije protokola te njegova uloga kao temeljne kontrolne okosnice 3G sustava i mreža sljedeće generacije i njegov daljnji razvoj. U četvrtom poglavlju opisana su Ericssonova rješenja za višemedijski podsustav zasnovan na protokolu IP (*IMS – IP Multimedia Subsystem*) te proizvodi u području mreža sljedeće generacije i IP višemedijskih podsustava koji koriste protokol SIP kao glavni kontrolni protokol. Peto i šesto poglavlje opisuju značajke i razvoj proizvoda utemeljenih na protokolu SIP za Ericssonovo Engine Integral rješenje, od ideje, preko prototipa, pa do proizvoda, što je sve u cijelosti izvedeno u istraživačko-razvojnem centru Ericssona Nikole Tesle. U sedmom poglavlju dan je kratak pogled u budućnost razvoja telekomunikacijskih mreža i konvergencije fiksnih i mobilnih mreža, zasnovane na IP višemedijskom podsustavu, u kojemu je SIP temeljni kontrolni protokol.

2. Protokol za pokretanje sesije

Protokol za pokretanje sesije, SIP je signalizacijski protokol aplikacijske razine (*application-level control protocol*) razvijen u svrhu:

- kreiranja, promjene i prekida višemedijskih sesija ili poziva između dva ili više sudionika;
- lociranja korisnika i preusmjerenja poziva;
- omogućavanja mobilnosti preusmjerenjem poziva i uporabom *proxy* poslužitelja.

S vremenom je protokol SIP evoluirao u protokol koji podržava široki spektar sesija kao što su:

- multimedija (govor, video, itd.),
- igre (*Gaming*),
- prisutnost i komunikacija porukama (*Presence and*

Instant Messaging).

Protokol SIP se može modularno nadograđivati. Različite funkcionalnosti, sigurnosni mehanizmi, metode, zaglavlja, opcije, transportni protokoli, itd. mogu, ali i ne moraju biti implementirani budući da protokol SIP sadrži mehanizam koji mu omogućava da ustanovi mogućnosti krajnjega korisnika ili proxy poslužitelja. Zbog toga protokol SIP, za razliku od protokola ISUP (*Integrated Services Digital Network User Protocol*, *ISDN User Protocol*), ne podržava koncept različitih varijanti protokola.

2.1. Osnovna načela protokola SIP

Protokol SIP je baziran na HTTP (*Hypertext Transport Protocol*) transakcijskom modelu zahtjeva i odgovora (*request/response transaction model*). Svaka se transakcija sastoji od zahtjeva koji poziva određenu metodu ili funkciju poslužitelja te barem jednog odgovora na traženi zahtjev. Protokol SIP se ne koristi za opis obilježja sesije kao što su, npr., tip medija, kodek, frekvencija uzorkovanja, nego tijelo SIP poruke nosi karakteristike sesije za čiji se opis koristi protokol za opis sesije (*SDP - Session Description Protocol*) ili neki drugi protokol razvijen u tu svrhu. Razdvajanje funkcije upravljanja uspostavom sesije od ugovaranja karakteristika sesije važna je karakteristika koja protokol SIP predstavlja kao učinkovit protokol, budući da ga možemo koristiti za uspostavljanje bilo kojega tipa sesije.

Protokol SIP je zajedno s drugim IETF protokolima sastavni dio arhitekture koja u potpunosti omogućava multimediju. Obično se takva arhitektura temelji na:

- protokolu koji se koristi za prijenos podataka u stvarnom vremenu i za povratne informacije o kvaliteti usluge (*RTP - Real-time Transport Protocol*);
- protokolu za upravljanje kontinuiranim tokom podataka (*RTSP - Real-Time Streaming Protocol*);
- protokolu za upravljanje pristupnicima prema javnoj komutiranoj telefonskoj mreži (*H.248/MEGACO - Media Gateway Protocol*);
- protokolu za opis multimedijskih sesija (*SDP - Session Description Protocol*).

Iako se protokol SIP, zajedno s navedenim protokolima, koristi u svrhu omogućavanja potpune usluge korisnicima, njegova osnovna funkcionalnost ne ovisi niti o jednom od navedenih protokola. Budući da SIP poruke i sesije koje protokol SIP omogućava mogu prolaziti kroz različite mreže, on ne može i ne omogućava bilo kakav tip rezervacije mrežnih resursa (*network resource reservation capabilities*).

Kako priroda pruženih usluga čini sigurnost veoma važnom, protokol SIP osigurava i čitav niz sigurnosnih mehanizama, kao što su prevencija ometanja pružanja usluge (*denial-of-service prevention*), proces identifi-

kacije (*authentication*), zaštita cjelovitosti (*integrity protection*), kriptografska zaštita (*encryption*) i usluge zaštite privatnosti (*privacy services*).

Protokol SIP podržava i IPv4 i IPv6, čime se područje njegove upotrebe bitno proširuje te olakšava migracija IP mreža prema IPv6.

2.2. Struktura protokola SIP

Protokol SIP je strukturiran kao slojeviti protokol, pri čemu svaki sloj definira određeni skup pravila. Elementi koje taj protokol specificira su logički elementi. Svaki element protokola ne mora sadržavati svaki od slojeva. Nadalje, kada se kaže da neki element sadrži određeni sloj, to zapravo znači da taj element poštuje skup pravila koje taj sloj definira.

- Najniži sloj protokola SIP je njegova sintaksa i kodiranje (*syntax and encoding*) koje koristi ABNF (*Augmented Backus-Naur Form*) pravila.

- Drugi sloj je transportni sloj (*transport layer*) koji definira kako klijent šalje zahtjeve i prima odgovore te kako poslužitelj prima zahtjeve i šalje odgovore putem mreže. Sve komponente protokola SIP moraju implementirati protokol korisničkih datograma (UDP - *User Datagram Protocol*) i protokol upravljanja prijenosom (TCP - *Transport Control Protocol*), ali mogu i podržavati i druge protokole, kao što je protokol upravljanja transmisijom (SCTP - *Stream Control Transmission Protocol*). Budući da je UDP nepouzdan protokol, SIP ima vlastiti mehanizam retransmisije koji uključuje i *three-way* izmjenu između korisnika prilikom uspostave sesije.

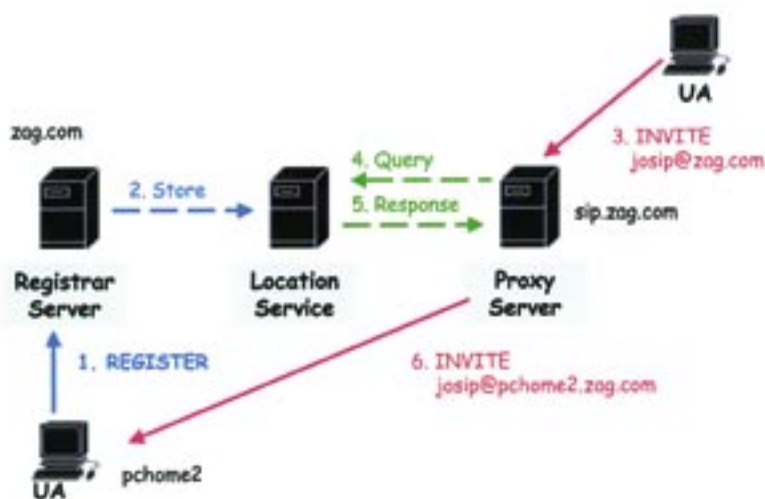
- Treći je sloj transakcijski sloj (*transaction layer*) koji upravlja retransmisijama aplikacijskoga sloja, povezivanjem odgovora i zahtjeva, kao i istekom vremena aplikacijskoga sloja (*application layer timeouts*). Tran-

sakcija je temeljna komponenta protokola SIP koja se sastoji od zahtjeva te jednog ili više odgovora. Transakcijski sloj sadrži klijent i poslužitelj komponentu, od kojih je svaka predstavljena automatom stanja koji je konstruiran kako bi procesuirao određeni zahtjev. Klijent transakcija šalje zahtjeve i prosljeđuje odgovore korisniku transakcije te je odgovorna za pouzdanu retransmisiju zahtjeva u slučajevima kada se koristi nepouzdan transport (npr. UDP). Ovisno o metodi koju sadrži zahtjev, postoje dva tipa stanja klijent transakcije: INVITE klijent transakcija koja obrađuje INVITE zahtjeve i non-INVITE klijent transakcija koja obrađuje sve zahtjeve osim INVITE i ACK zahtjeva. Metoda ACK je jedina metoda koja ne generira klijent transakciju. Poslužitelj transakcija je odgovoran za prosljeđivanje zahtjeva korisniku transakcije i pouzdanu retransmisiju odgovora. Kao i kod klijent transakcija razlikujemo dva tipa automata stanja poslužitelj transakcija: INVITE poslužitelj transakcija i non-INVITE poslužitelj transakcija.

- Iznad transakcijskoga sloja se nalazi sloj korisnika transakcije (TU – *Transaction User*). Svi su entiteti (logičke komponente) protokola SIP, osim *stateless proxy* poslužitelja, korisnici transakcije TU. Kada korisnik transakcije želi poslati zahtjev, mora kreirati klijent transakciju te joj proslijediti zahtjev zajedno s IP adresom, portom i transportom kojem treba poslati zahtjev.

2.3. Logičke komponente protokola SIP

Osnovne značajke protokola SIP su određivanje lokacije, mogućnosti i dostupnosti korisnika te uspostava i upravljanje višemedijskim sesijama. To je omogućeno sljedećim logičkim komponentama (Slika 1.) koje čine



Slika 1. SIP logičke komponente

Routing: SIP server in proxy mode



Slika 2. Proxy poslužitelj



Slika 3. Back-to-back User Agent (B2BUA)

temelj bilo koje arhitekture koja koristi SIP:

- Korisnički agent (UA - *User Agent*) – aplikacija koja uspostavlja, prihvaća i prekida sesiju/poziv. Sa- stoji se od dva zasebna dijela: klijenta korisničkog agenta (UAC - *User Agent Client*) i poslužitelja kori- sničkog agenta (UAS - *User Agent Server*). UAC šalje zahtjeve i prima odgovore. UAS prima zahtjeve i šalje odgovore. Aplikacija UA koja je pokrenula poziv/sesiju prilikom odašiljanja zahtjeva za pokretanje sesije ima ulogu UAC-a, ali u slučaju prijema zahtjeva za raskida- njem sesije ponašat će se kao UAS.

- *Proxy* poslužitelj – osnovna zadaća *proxy* poslužitelja (*Proxy Server*) je usmjeravanje. *Proxy* poslužitelj obrađuje SIP poruke (zahtjeve i odgovore) te ih modifi- cira, ukoliko je to potrebno prije prosljeđivanja. Prema promjeni stanja *proxy* poslužitelje dijelimo na:

- *Stateless proxy* koji nema stanja transakcije prili- kom prosljeđivanja zahtjeva i odgovora;

- *Stateful proxy* koji za vrijeme trajanja transakcije čuva stanje transakcije;

- *Call stateful proxy* koji čuva sva stanja koja se od- nose na sesiju (npr. od `INVITE` do `BYE`). SIP poslužitelj u *proxy* modu prikazan je na Slici 2.

- Poslužitelj za preusmjeravanje (*Redirection Server*) – UAS koji prihvaća zahtjeve te u odgovorima obično vraća jednu ili više novih adresa klijentu.

- Registracijski poslužitelj (*Registrar Server*) – po- seban tip UAS jedinice koji prihvaća `REGISTER` poru- ke te primljenu informaciju prosljeđuje prema lokacij- skim poslužiteljima (za domene koje održava).

- Korisnički agent *Back-to-back* (B2BUA - *Back- to-back User Agent*) – ima ulogu UAC-a i UAS-a po- vezanih logikom aplikacije. B2BUA (Slika 3.) pri- ma zahtjeve kao UAS, no kako bi ustanovio kakav odgovor treba poslati na primljeni zahtjev preuzima ulogu UAC-a i generira zahtjev. Za razliku od *pro-*

xy poslužitelja B2BUA održava stanje dijaloga te su- djeluje u svim zahtjevima dijaloga kojeg je pokrenuo.

Usluga lokacije (*Location Service*) je apstraktan kon- cept koji omogućuje poslužitelju za preusmjeravanje ili *proxy* poslužitelju da na temelju primljenog usklađe- noga identifikatora resursa (URI - *Uniform Resource Identifier*) omogući prosljeđivanje zahtjeva prema lo- kaciji pozvanoga korisnika.

Uloge UAC-a i UAS-a, kao i *proxy* poslužitelja te po- služitelja za preusmjeravanje definiraju se po pojedini- noj transakciji. Aplikacija UA koja je pokrenula poziv/ sesiju prilikom odašiljanja zahtjeva za pokretanjem se- sije ima ulogu UAC-a, ali u slučaju prijema zahtjeva za raskidanjem sesije ponašat će se kao UAS. Slično, isti softver će za neke zahtjeve imati ulogu *proxy* poslužitelja, dok se za sljedeći poziv može naći u ulozi poslužitelja za preusmjeravanje.

2.4. Adresiranje

Umjesto IP adresom, određite u protokolu SIP može biti predstavljeno URI-jem koji ima isti format kao i *e*- adresa i u skladu s tim ispravna SIP adresa može biti `sip:josip.ivan@ericsson.com`. Korištenje URI-a impli- cira upotrebu sustava imena domena (DNS - *Domain Name System*), kako bi se imena čvora (*host*) i dome- ne mogla mapirati u IP adrese. Povezanost protokola SIP i DNS-a omogućava interoperabilnost telefonskih sustava i mehanizma adresiranja. Podržavanje E.164 brojeva u DNS-u (ENUM) omogućava SIP klijentima i poslužiteljima da šalju i primaju telefonske brojeve umjesto SIP URI-a u porukama te da ih usmjeravaju u razumljivom obliku. Osim SIP URI-a podržan je i SIPS URI, koji podrazumijeva primjenu sigurnosnog meha- nizma. Poziv prema SIPS URI-u garantira da je sigu-

ran, kriptografski zaštićen transport (TLS - *Transport Layer Security*) korišten za prijenos svih SIP poruka od pozivatelja do domene pozvanog.

SIP URI i SIPS URI moraju sadržavati ime čvora te mogu sadržavati i ime korisnika i broj portova. Uz SIP URI i SIPS URI mogu se koristiti i drugi kao što su TEL URL i TEL URI:

- sip:Josip.Biondic@ericsson.com
- sip:+385-1-365-5555:1234@gateway.com; user=phone
- sips:Ivan.Biondic@ericsson.com
- sip:proxy.zagreb.com:5060
- sip:another-proxy.dubrovnik.com;transport=UDP
- tel:+385-1-365-5555

2.5. SIP poruke

SIP je *end-to-end* klijent-poslužitelj, tekstualno bazirani protokol. Klijent šalje poruke zahtjeva (*request*), a poslužitelj po prijemu poruke zahtjeva šalje jednu ili više poruka odgovora (*response*).

Format SIP poruke

Oba se tipa poruka sastoje od:

- početne linije koja određuje tip poruke;
- jednog ili više polja zaglavlja koji određuju attribute poruke i mijenjaju značenje poruke;
- prazne linije koja označava kraja polja zaglavlja;
- te opcionalno od tijela poruke koji se koristi za opis sesije ili može sadržavati tekstualne ili binarne podatke bilo kojega tipa koji su na neki način povezani sa sesijom, kao npr. enkapsulirana ISUP poruka za potre-

be SIP-T protokola.

Tipovi tijela poruke mogu biti: protokol za opis višemedijskih sesija (SDP – *Session Description Protocol*), standard za višenamjensku poštu Interneta (MIME – *Multipurpose Internet Mail Extensions*) ili neki drugi tip kojega IETF definira. Sve SIP implementacije moraju podržavati protokol SDP. Za ugovaranje karakteristike sesije protokol SIP koristi model ponude i odgovora (*offer/answer model*). Jedan UA šalje opis sesije u kojemu predlaže željeni način komunikacije (audio, video, igra) i pripadne tipove kodeka te adrese za prijem medija. Drugi UA u odgovoru navodi koja je od predloženih sredstava komunikacije prihvatio i uključuje adrese na kojima će primati prihvaćene medije. Tijekom sesije, koristeći isti model, UA može mijenjati ugovorene parametre.

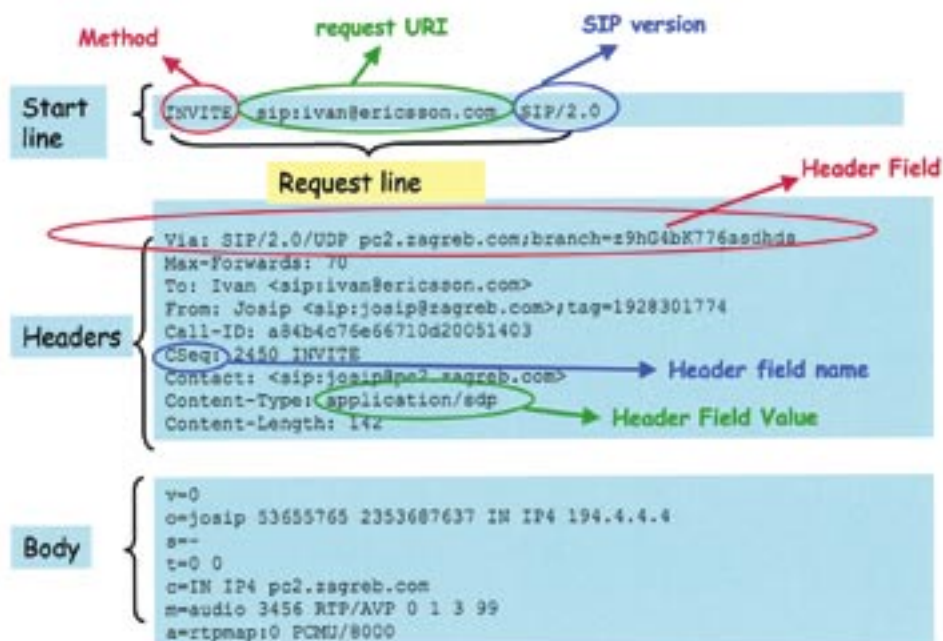
Protokol SIP jasno razlikuje signalnu informaciju sadržanu u SIP početnoj liniji i zaglavljima od opisa sesije koja je izvan okvira protokola SIP. Redosljed SIP zaglavlja u poruci je proizvoljan.

Poruke zahtjeva

U poruci zahtjeva (Slika 4.), početna linija je linija zahtjeva koja se sastoji od metode (tipa poruke), *Request URI*-a koji određuje korisnika ili uslugu kojoj je zahtjev upućen te verzije SIP protokola.

Svaki SIP zahtjev sadrži polje, nazvano metoda koje označava njegovu svrhu. Temeljna SIP specifikacija (RFC 3261) definira šest SIP metoda od kojih svaki ima različitu namjenu:

- INVITE - pokreće sesiju pozivajući korisnika da sudjeluje u njoj;



Slika 4. Format poruke zahtjeva



Slika 5. Format poruke odgovora

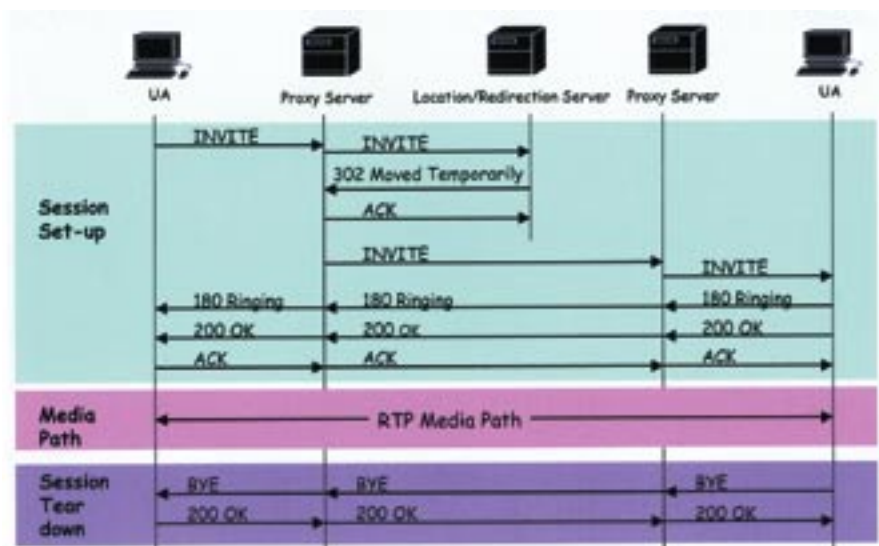
- ACK - potvrđuje da je klijent primio finalni odgovor na INVITE zahtjev;
- BYE - pokreće prekid sesije;
- CANCEL - poništava SIP zahtjev za koji još nije stigao finalni odgovor;
- REGISTER - registrira lokaciju korisnika u registracijskom poslužitelju;
- OPTIONS - upit o mogućnostima poslužitelja (metode, ekstenzije SIP-a, kodeke, itd., koje podržava).
Ekstenzije SIP-a definiraju nove metode kao što su:
 - INFO - omogućava slanje *mid-session* informacije, a da se pri tom ne mijenja stanje sesije. SIP za telefoniju (SIP-T) koristi INFO metodu kako bi prenio enkapsuliranu ISUP informaciju;
 - PRACK - potvrđuje prijem poruke privremenoga (*provisional*) SIP odgovora kada se zahtijeva pouzdanost njegovoga slanja;

- UPDATE - omogućava promjenu parametara sesije (npr. SDP), a da se pri tom ne mijenja stanje sesije;
- SUBSCRIBE - traži slanje obavijesti o trenutnom stanju ili o promjeni stanja poziva za različite resurse ili pozive u mreži;
- NOTIFY - obavještava o promjenama stanja resursa, tj. da se dogodio događaj za koji je tražena potvrda;
- REFER - omogućava usluge preusmjerenja i prijenosa poziva.

Poruke odgovora

Statusna linija je početna linija u poruci odgovora (Slika 5.). Sastoji se od verzije protokola SIP, numerički prikazanoga koda odgovora (*response code*) i pripadajuće tekstualne fraze. Kod statusa predstavlja troznamenasti broj koji predstavlja rezultat pokušaja da

Slika 6. Primjer slijeda poruka između logičkih komponenti SIP-a



se razumije i zadovolji poruka zahtjeva. Prva znamenka koda statusa definira klasu odgovora, dok preostale dvije znamenke nemaju kategorizacijsku ulogu. Kodovi statusa su grupirani u sljedeće klase:

- 1xx, *Provisional* - označava da je poruka zahtjeva primljena te da se zahtjev procesuirá;
- 2xx, *Success* - zahtjev je uspješno primljen i prihvaćen;
- 3xx, *Redirection* - označava da zahtjev treba biti preusmjeren;
- 4xx, *Client Error* - označava da zahtjev ne može biti prihvaćen zbog pogreške klijenta;
- 5xx, *Server Error* - označava da zahtjev ne može biti prihvaćen zbog pogreške poslužitelja;
- 6xx, *Global Failure* - označava da niti jedan poslužitelj ne može ispuniti zahtjev.

Odgovori sa status kodom 100 – 199 su privremeni (*provisional*) i ne prekidaju SIP transakciju za razliku od odgovora sa status kodom 200 – 699 koji su finalni (*final*) i ukidaju SIP transakciju.

3. SIP u standardizacijskim tijelima

Radno tijelo za razvoj Interneta (IETF – *Internet Engineering Task Force*) je matično i najvažnije standardizacijsko tijelo za protokol SIP. U sklopu djelovanja te organizacije SIP je prvi put definiran i od tada se konstantno intenzivno unaprjeđuje i proširuje novim mogućnostima.

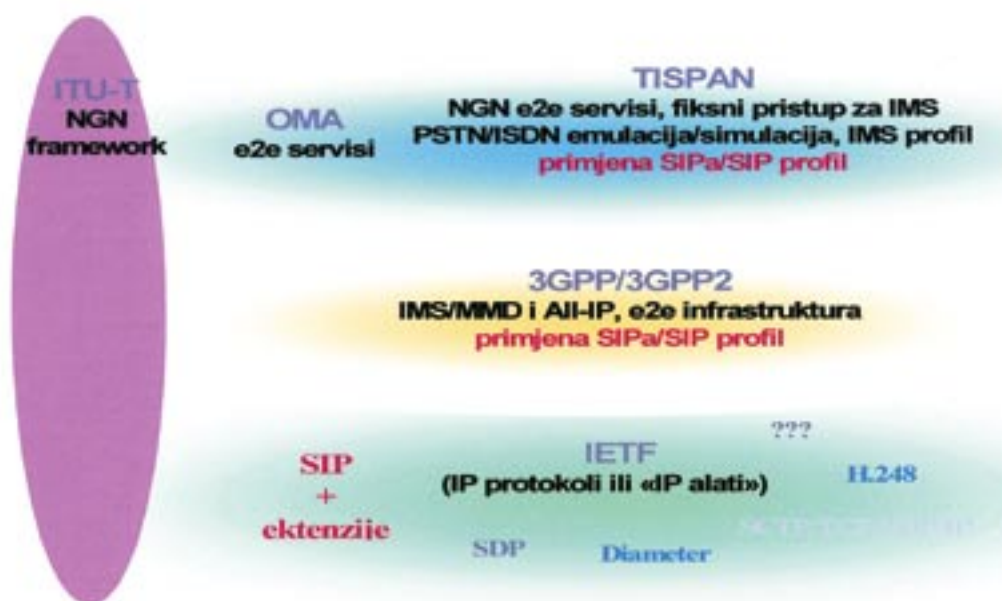
Međutim, protokol SIP su polako počela prihvaćati i druga standardizacijska tijela koja su definirala specifične primjene toga protokola u mrežama i sustavima

za čiju standardizaciju su odgovorna. Istovremeno, ta tijela su počela definirati i načine suradnje SIP-a s postojećim signalizacijskim protokolima za čiju standardizaciju su odgovorna. Npr., tako su tijela zadužena za standardizaciju mobilnih sustava treće generacije prihvatila SIP kao temeljni protokol u IP višemedijskom podsustavu. Nadalje, tijela tradicionalno zadužena za standardizaciju fiksne mreže, počela su standardizaciju u području mreže sljedeće generacije. U sklopu mreže sljedeće generacije protokol SIP je prihvaćen u IP višemedijskom podsustavu s podrškom fiksnom pristupu dok je protokol SIP-T (SIP s enkapsuliranim ISUP porukama) prihvaćen za podršku PSTN/ISDN usluga preko IP paketne jezgre mreže. Definirani su i načini suradnje postojećih verzija protokola ISUP s protokolom SIP, uključujući i protokol SIP-T.

Na Slici 7. prikazana su glavna standardizacijska tijela koja se odnose na SIP. Pojedina tijela (npr., 3GPP/3GPP2 i ETSI/TISPAN) zahtijevaju adaptaciju i dopunu SIP funkcionalnosti potrebnu za ostvarenje funkcija sustava koje standardiziraju. Takvi zahtjevi se onda prosljeđuju IETF-u u kojem se definiraju sva proširenja i dopune osnovnoga SIP standarda.

3.1. Povijest standardizacije SIP-a

Sredinom devedesetih godina prošloga stoljeća u IETF-u je definirana Internet arhitektura za višemedijske konferencije. Toj arhitekturi je nedostajala važna komponenta – način da se eksplicitno pozove korisnike da se priključe sesiji. Originalna svrha SIP-a je bila pozivanje korisnika da se priključe isporukama podataka prema većem broju korisnika (*multicast (Mbone)*)



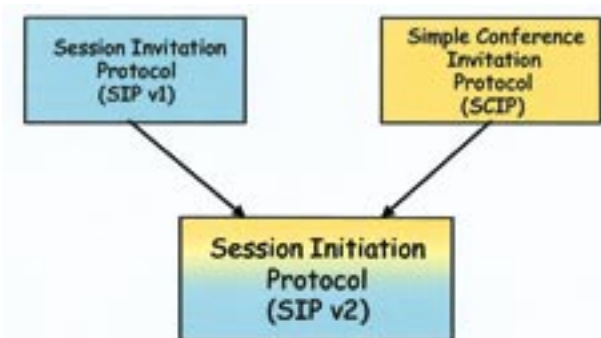
Slika 7. Standardizacijska tijela koja se odnose na SIP i NGN/IMS

sessions), ali je kasnije protokol evoluirao da podrži sve tipove sesija, uključujući i multicast i usmjerenu (*point-to-point*) komunikaciju.

1996. prva verzija protokola za pokretanje sesije (SIPv1 – *Session Invitation Protocol*), autora Marka Handleya i Eve Schooler, je predložena IETF-u kao internetska radna verzija. Ta verzija je koristila SDP i UDP, podržavala je registracije, bila je temeljena na tekstualnim porukama i omogućavala je samo uspostavljanje sesija, bez raskidanja. Iste godine druga radna verzija je predložena IETFu, *Simple Conference Invitation Protocol* (SCIP), autora Henninga Schulzrinnea, profesora s Columbia sveučilišta iz SAD-a. Taj prijedlog je bio temeljen na HTTP-u, koristio je TCP, podržavao je kompletno upravljanje sesijama, koristio je identifikatore e-adresa i također je bio temeljen na tekstualnim porukama.

Krajem 1996., slijedeći odluku 36. IETF konferencije, te dvije radne verzije su spojene u jednu, s novim brojem verzije, SIPv2, i promijenjenim značenjem akronima SIP: *Session Initiation Protocol* (Slika 8.). Ova objedinjena verzija protokola bila je temeljena na HTTPu i tekstualnim porukama, podržavala je oba tipa transporta, UDP i TCP, te je koristila SDP za opis sesije.

Protokol SIP je dalje bio razvijan u MMUSIC (*Multiparty Multimedia Session Control*) radnoj grupi IETF-a, da bi 1999. dosegao status predloženoga standarda (*Proposed Standard*, RFC 2543). Nakon toga formirana je nova radna grupa posvećena isključivo protokolu SIP. Daljnjim razvojem toga protokola u novoformiranoj radnoj grupi dovršena je nova verzija (RFC 3261), koja bi trebala dobiti status radnog standarda (*Draft Stan-*



Slika 8. Nastanak današnjega protokola SIP(v2) objedinjavanjem dva različita prijedloga

ard). Od vremena donošenja prve verzije protokola SIP do danas, taj je protokol doživio brojna proširenja koja su dokumentirana u posebnim standardima (RFC-ovima).

3.2. SIP radna grupa

Glavne SIP specifikacije i fundamentalna proširenja protokola diskutiraju se i razvijaju u SIP radnoj grupi pri IETF-u. Proširenja se odnose na zadnju verziju protokola - RFC 3261 (*SIP: Session Initiation Protocol*) u statusu radnoga protokola.

IETF standardizacijski proces podrazumijeva razvoj standarda na temelju radne verzije koja postaje predloženi (*proposed*) standard i dobiva RFC broj, a zatim nakon povratnih informacija iz implementacija te verzije slijedi daljnje sazrijevanje standarda. Nova radna verzija utemeljena na predloženom standardu dobiva i novi RFC broj i postaje radni standard, a nakon široke implementacije radnoga standarda i dobivenih povratnih informacija o implementaciji, standard može postati službeni Internet standard (te dobiva novi RFC broj i, po prvi put, STD broj).

SIP radna grupa trenutačno je odgovorna za 22 standarda (RFC-a), a u tijeku je istodobni razvoj 20-tak prijedloga novih standarda. Od najvažnijih proširenja spomenimo definiranje sesijskih *timer*a, SCTP transporta za SIP, komprimiranje SIP poruka (primjenjivo na radio pristup), unaprjeđenje identifikacije i sl.

Specifikacije koje se odnose na aplikacije utemeljene na protokolu SIP diskutiraju se i razvijaju u SIPPING radnoj grupi. Trenutačno je 11 RFC verzija i 24 prijedloga standarda unutar odgovornosti SIPPING radne grupe. Od najvažnijih proširenja i dopuna u tijeku je realizacija 3GPP zahtjeva na protokol SIP: korištenje ENUM-a za protokol SIP, definiranje SIP usluga, načini suradnje s QSIG protokolom, konferencija s protokolom SIP, transkodiranje s protokolom SIP, definiranje paketa događaja za SIP, prijenos poziva (*call transfer*) putem protokola SIP i dr.

IETF je specificirao u SIPPING radnoj grupi verzije protokola koje pokrivaju način signalizacijske suradnje protokola SIP sa ISUP-om i integraciju ISUP poruka sa SIP protokolom. Radi se o:

- RFC 3372 – *SIP for Telephones (SIP-T): Context and Architectures (BCP)*. Osigurava okosnicu za integraciju postojećih telefonskih signalizacija u SIP poruke (enkapsulaciju ISUP poruka u SIP);
- RFC 3398 – *ISUP to SIP Mapping*. Definira translaciju ISUP poruka u SIP poruke i mapiranje ISUP parametara u SIP zaglavlja (temeljeno na ITU-T ISUP-u s nekim dodacima primjenjivim na druge ISUP varijante);
- RFC 3578 – *Mapping of ISUP Overlap Signalling to the SIP*. Pokriva ISUP overlap signalizaciju (RFC 3398 pokriva samo ISUP *en-bloc* signalizaciju).

Pored SIP i SIPPING radne grupe koje su usko vezane uz SIP standardizaciju, u IETF-u postoje i druge radne grupe čiji se rezultati koriste ili utječu na SIP specifikacije:

- SIMPLE – primjena protokola SIP za usluge komunikacije porukama i prisustva (*Instant Messaging/Presence*);
- MMUSIC - kontrola višemedijskih sesija između više sudionika;
- IPTEL - Internet telefonija;
- ENUM - mapiranje E.164 brojeva u DNS;
- AVT - audio video transport;
- MIDCOM - prolaz kroz vatrozid i translaciju mrežnih adresa (*Firewall/NAT*);
- PINT, SPIRITS – interakcija PSTN i IP usluga;
- MEGACO - kontrola medijskog pristupnika (*Media Gateway Control*);
- SIGTRAN – signalizacijski transport preko Internet protokola.

Jedan od primjera fleksibilnosti protokola SIP i mogućnosti njegova korištenja za različite IP temeljene usluge su aktivnosti u SIPMLLE radnoj grupi. Grupa je formirana 2001. s ciljem definiranja skupa proširenja koji će protokolu SIP omogućiti da osigura realizaciju usluga trenutačnoga razmjenjivanja poruka i prisustva. Za realizaciju usluga iskorišteni su standardni mehanizmi protokola i dva proširenja: uvođenje *MESSAGE* metoda i *SUBSCRIBE/NOTIFY* mehanizma.

3.3. SIP u međunarodnoj standardizacijskoj zajednici

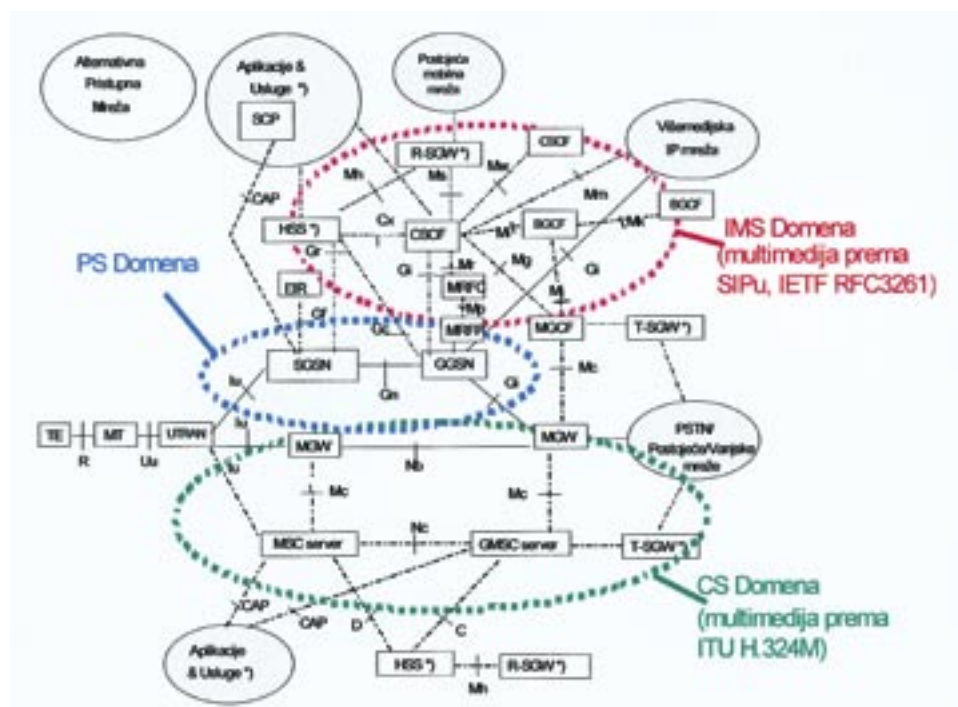
Standardizacijski projekt, *Third Generation Partnership Project* (3GPP) koji su formirala regionalna standardizacijska tijela, kao što su ETSI, ARIB, CWTS,

TTA i TTC razvija tehničke specifikacije za 3G mobilne sustave (UMTS) temeljene na evoluciji GSM mreža i WCDMA radio tehnologiji. Drugi međunarodni standardizacijski projekt, *Third Generation Partnership Project 2* (3GPP2), razvija tehničke specifikacije za 3G sustave temeljene na ANSI/TIA/EIA-41 mrežama i cdma2000 radio tehnologiji.

U skladu s očekivanjima, 3G sustavi omogućavaju spajanje Interneta i svijeta telekomunikacija. Uvođenjem naprednih radio tehnologija, podržavaju se sve veće brzine prijenosa medija, omogućavajući realizaciju višemedijskih i drugih naprednih usluga temeljenih na IP tehnologiji.

Razvojem standardizacije 3G sustava, pored dvije mrežne domene poznate još iz 2G sustava – za komutaciju kanala (CS – *Channel Switching*) i paketnu komutaciju (PS – *Packet Switching*), definirana je i treća, višemedijska domena. Ona je poznata kao višemedijski podsustav zasnovan na Internet protokolu (IP), odnosno IP višemedijski podsustav (IMS – *IP Multimedia Subsystem*), a uvedena je u 3GPP Release 5 izdanju standarda (Slika 9.). Protokol SIP je odabran kao glavni kontrolni protokol za višemedijske sesije u IP višemedijskom podsustavu.

IMS definira novu mobilnu mrežnu infrastrukturu koja omogućava konvergenciju podataka, govora i tehnologije mobilne mreže preko IP temeljene infrastrukture. IMS je dizajniran da popuni raskorak između tradicionalne telekomunikacijske tehnologije i Internet tehnologije. To će omogućiti operatorima da ponude nove, inovativne usluge koje krajnji korisnici očekuju.



Slika 9. Arhitektura 3G sustava s IP višemedijskim podsustavom (3GPP Release 5)

IMS je dizajniran s ciljem da omogući i unaprijedi višemedijske mobilne usluge u realnom vremenu, kao što su napredne govorne usluge (*rich voice*), video telefonija, razmjena poruka, konferencije i *push* usluge. IMS omogućava te komunikacijske usluge između krajnjih korisnika kroz nekoliko ključnih mehanizama, uključujući upravljanje i pregovaranje sesijama, upravljanje kvalitetom usluge i mobilnošću. Međutim, IMS omogućava mnogo više od usluga realnoga vremena između korisnika.

IMS je specificiran s ciljem da bude neovisan o pristupu. Na taj način se on može iskoristiti za izgradnju temelja za konvergenciju fiksnih i mobilnih komunikacija.

Glavni elementi IMS-a prikazani su na Slici 10. Središnji element za kontrolu poziva/sesija u IMS-u zove se funkcija upravljanja pozivom/sesijom (CSCF – *Call Session Control Function*), koja je u osnovi SIP poslužitelj i realizira SIP *proxy* funkcionalnost, *registrar* i lokacijsku uslugu (*location service*) s pojedinim specifičnim adaptacijama. Više o osnovnim funkcijama glavnih elemenata IMS-a možete pročitati u poglavlju 4.

U 3GPP Release 5 izdanju definirana je osnovna arhitektura IMS-a, korištenjem različitih tipova čvorova/funkcija, IMS upravljanje sesijama, SIP profil za upotrebu u 3GPPu, sučelje među čvorovima/funkcijama, način osiguravanja IP višemedijskih usluga i dr.

U 3GPP Release 6 izdanju definiran je daljnji razvoj IMS-a (faza 2), IMS način suradnje između CS i IP mreža, IMS konferencije, IMS razmjena poruka, prisustvo, IMS upravljanje grupama (npr. *chat*), dodatne SIP mo-

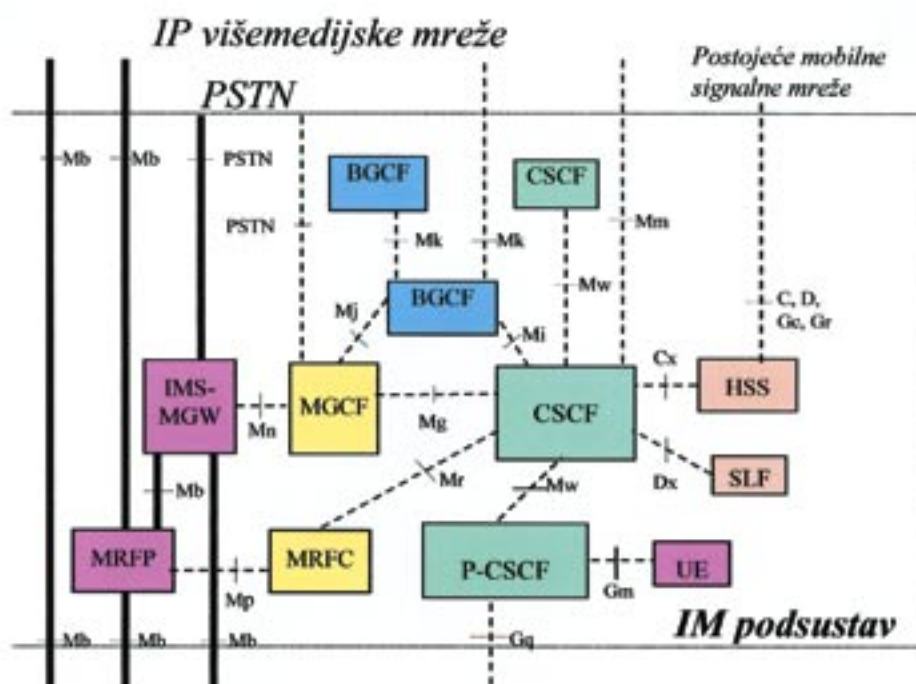
gućnosti, podrška za *Push to Talk over Cellular*, IMS hitne pozive i dr.

Glavne tehničke specifikacije koje opisuju korištenje SIP-a u IMS-u su:

- TS 23.228, *IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2*;
- TS 24.229, *IP Multimedia Call Control Protocol based on Session Initiation Protocol (SIP) and Session Description Protocol (SDP); Stage 3*;
- TS 29.163, *Interworking between the IM CN subsystem and CS networks*;
- TS 29.962, *Signalling interworking between the 3GPP profile of the Session Initiation Protocol (SIP) and non-3GPP SIP usage*;
- TS 29.847, *Conferencing based on SIP, SDP and other protocols; Functional models, information flows and protocol details*;
- TS 24.841, *Presence based on SIP; Functional models, flows and protocol details*.

Arhitektura IMS-a u drugom glavnom 3G sustavu, koji standardizira 3GPP2 praktički je ista. Međutim, za razliku od 3GPPa koji još uvijek definira BICC protokol za komunikaciju između poslužitelja komutacijskoga čvora pokretne mreže (MSC – *Mobile Switching Centre*) u All-IP scenariju, u 3GPP2 definira se SIP-T (Slika 11.).

ITU-T razvojem krovnih preporuka kreira okvir za mreže sljedeće generacije. Neke od glavnih preporuka pokrivaju zahtjeve na usluge u mrežama sljedeće generacije, generalni referentni model za te mreže, funkcionalne zahtjeve koje se pred njih stavljaju i njihovu arhitekturu, aspekte kvalitete usluge, migraciju mreža



Slika 10. Konfiguracija entiteta IP višemedijskoga podsustava



Slika 11. Korištenje protokola SIP-T u All-IP scenariju između MSC-ova (3GPP2)

utemeljenih na višestrukome prijenosu s vremenskom raspodjelom (TDM – Time Division Multiplex) prema mrežama sljedeće generacije i dr. U većini tih preporuka protokol SIP se izravno ili neizravno provlači kao jedan od glavnih elemenata u mrežama sljedeće generacije.

Pored brojnih aktivnosti u području mreža sljedeće generacije, organizacija ITU-T je kao standardizacijsko tijelo odgovorno za protokole ITU-T ISUP i BICC, specificirao način suradnje tih protokola s protokolom SIP. ITU-T je završio prvu verziju Q.1912.5 preporuke - *Interworking between SIP and BICC or ISUP*, standarda koji definira način signalizacijske suradnje između protokola ITU-T BICC ili ITU-T ISUP i protokola SIP kako bi se podržale usluge koje se mogu zajednički po-

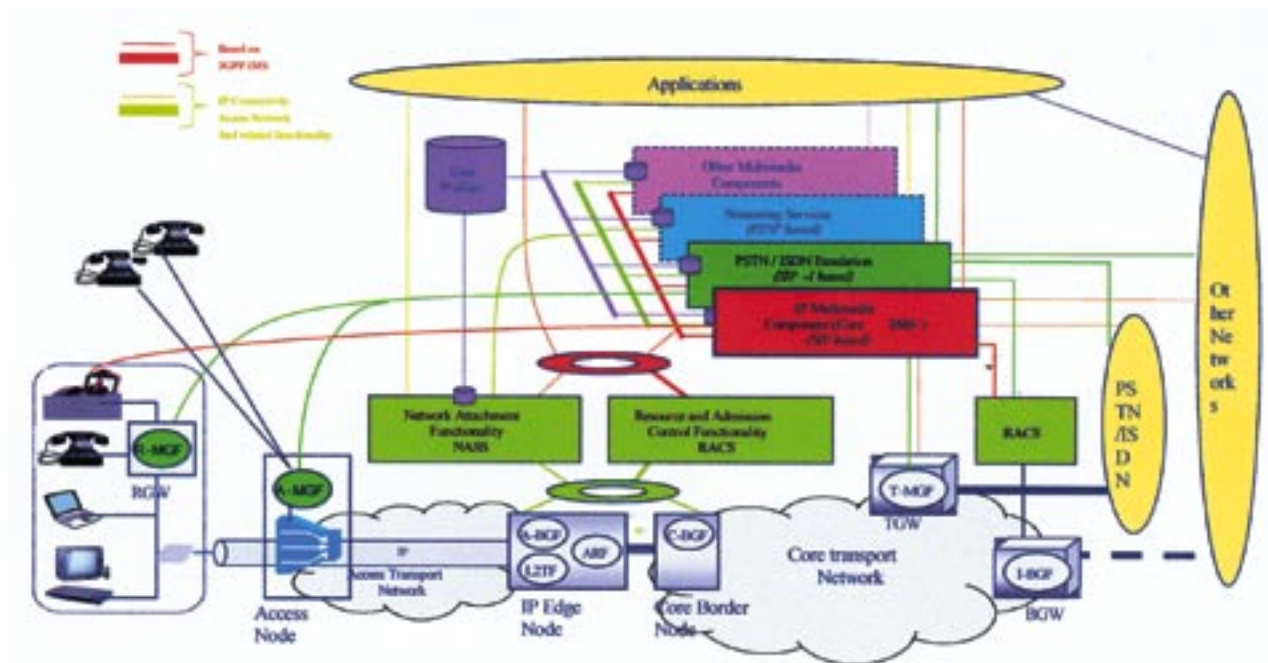
državati u BICC ili ISUP i SIP mrežnim domenama, a uključuje i podršku načina suradnje sa SIP-T (SIP-I u ITU-T terminologiji). Q.1912.5 će se razvijati dalje (CS2) kako bi pokrio način suradnje za većinu dodatnih ISUP usluga koje nisu pokrivena u prvoj verziji standarda.

ETSI je u jesen 2003. uspostavio novi tehnički odbor – TISPAN, koji je u sklopu te organizacije postao odgovoran za sve aspekte standardizacije za sadašnje i buduće konvergirane mreže, uključujući prijenos govora putem Internet protokola (VoIP – Voice over IP) i mreža sljedeće generacije. TISPAN je uspostavio suradnju s 3GPP projektom, a razmatra i planove za lansiranje partnerskoga projekta u području mreža sljedeće generacije, uključujući i druge standardizacijske organizacije s ambicijom da se uspostavi globalni standard za mreže sljedeće generacije, slijedeći uspjeh 3GPPa za 3G mobilne sustave.

Glavne aktivnosti TISPAN-a u definiranju Release 1 izdanja standarda su adaptacija ITU-T Q.1912.5 za ETSI ISUP, definiranje usluga mreža sljedeće generacije temeljene na ISDN/PSTN uslugama (ISDN/PSTN simulacija), definiranje protokola u mrežama sljedeće generacije za kontrolu sesija/SIP profila, PSTN/ISDN emulacijskoga podsustava, kontrolnoga protokola/SIP-I (SIP-T) profila, korištenje protokola SIP za trenutnu razmjenu poruka i usluge prisustva, prihvaćanje i adaptacija 3GPP IMS specifikacija i dr.

Arhitektura mreža sljedeće generacije u TISPAN-u sukladna je ITU-T-ovom općem referentnom modelu i

Slika 12. NGN arhitektura prema ETSI TISPAN



strukturirana je u dva sloja: sloju usluga i IP temeljnom transportnom sloju (Slika 12.).

Sloj usluga sastoji se od sljedećih komponenti:

- jezgre IP višemedijskoga sustava (IMS);
- PSTN/ISDN emulacijskoga podsustava (PES);
- drugih višemedijskih podsustava (npr. *streaming* podsustava, podsustava emitiranja sadržaja...) i aplikacija;
- zajedničkih komponenti (koriste se u više podsustava), kao što su komponente potrebne za pristup aplikacijama, funkcije tarifiranja, upravljanja korisničkim profilom, upravljanje sigurnošću, baze podataka za usmjeravanje poziva (npr. ENUM) i dr.

Transportni sloj osigurava IP povezivanje korisničke opreme u mrežama sljedeće generacije, a kontroliraju ga dva podsustava: *Network Attachment Subsystem* (NASS) i *Resource and Admission Control Subsystem* (RACS). NASS dinamički dodjeljuje IP adrese i druge parametre terminala, vrši autorizaciju pristupa mreži na temelju korisničkoga profila i identifikaciju i upravljanje lokacijama na IP sloju. RACS osigurava funkcije kontrole pristupa (na temelju provjere raspoloživih resursa, lokalne politike i autorizacije na bazi korisničkih profila) i ulaska (*gate control*) u mrežu, uključujući kontrolu translacije mrežnih adresa i portova, te dodjeljivanje prioriteta. Ti podsustavi skrivaju transportnu tehnologiju korištenu u pristupnim i jezgri mrežama ispod IP sloja.

Takva arhitektura (temeljena na podsustavima) s vremenom omogućava dodavanje novih podsustava kako bi pokrili nove zahtjeve i klase usluga. Ona također osigurava mogućnost uvođenja i prilagođavanja podsustava definiranih od strane drugih standardizacijskih tijela.

3.4. Protokol SIP u ostalim standardizacijskim tijelima

Protokol SIP u svojim specifikacijama standarda koriste i brojne druge standardizacijske organizacije.

ANSI odbor T1 je na temelju ITU-T preporuke o načinu suradnje, definirao vlastiti standard T1.679 - *Interworking between SIP and BICC or ISUP*. Standard ANSI T1 definira način signalizacijske suradnje između protokola ANSI ISUP (T1.113) ili ANSI BICC (T1.673) i protokola SIP kako bi se podržale usluge koje se mogu zajednički podržavati u BICC ili ISUP i SIP mrežnim domenama.

Organizacija *PacketCable* je definirala arhitekturu za pružanje višemedijskih usluga preko infrastrukture kablovske televizije. Protokol SIP (s određenim proširenjima) se ovdje koristi za komunikaciju između poslužitelja za upravljanje pozivima (CMS – *Call Management Servera*) koji, svaki u svojoj domeni, preko protokola za upravljanje medijskim pristupnikom (MGCP – *Media Gateway Control Protocol*) upravlja adapterima multimedijskih terminala (MTA – *Multi-media Terminal Adaptors*), korisničkom opremom.

Standardizacijsko tijelo *Open Mobile Alliance* (OMA) definira zajedničku infrastrukturu aplikacija i usluga, omogućavajući primjenu naprednih mobilnih aplikacija i usluga. U jednom dijelu također koristi SIP funkcionalnost za definiranje usluga prisustva i trenutačne razmjene poruka te naizmjeničnog komuniciranja korisnika.

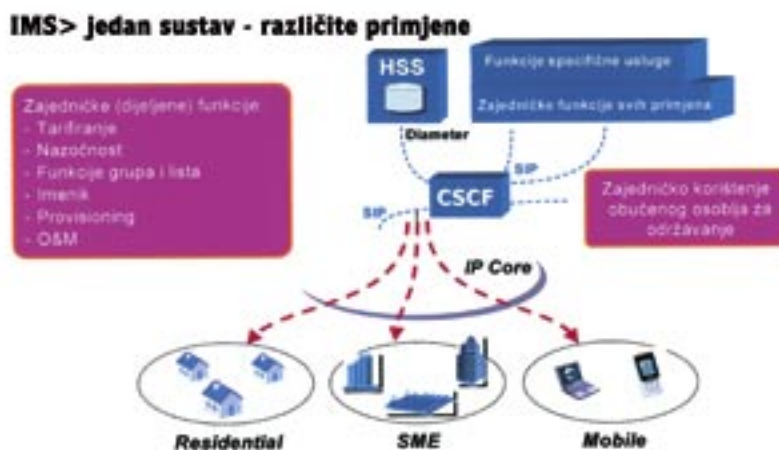
4. Ericssonovo IMS rješenje

Iako njegov korijen leži u omogućavanju usluge prijenosa govora preko IP mreža, IMS je generički sustav za omogućavanje usluga. Trend osobnih, personaliziranih usluga rezultira velikim brojem raznolikih usluga kraćega vijeka. Te brze promjene zahtijevaju fleksibilnu okolinu za omogućavanje usluga, što nudi upravo IMS.

IMS predstavlja konvergenciju svijeta bežičnih komunikacija i Interneta, primjenjujući njegove fleksibilne protokole i rješenja koja omogućavaju višemedijsko komuniciranje, te time podržava izvorne IP temeljene usluge kao i one temeljene na govoru. Time IMS daje operatorima lako promjenljiv sustav za omogućavanje usluga za različite korisnike/primjene uz najmanja investicijska ulaganja i troškove održavanja.

IMS podržava i razlikuje mnoge tipove pristupa kao

Slika 13. IMS za različite primjene



što su: širokopojasni višestruki pristup s kodnom raspodjelom (WCDMA – *Wideband Code Division Multiple Access*), opće paketne radio usluge (GPRS – *General Packet Radio Service*), višestruki pristup s kodiranom raspodjelom po vremenu i učestalosti (CDMA 2000 – *Code Division Multiple Access*), bežična lokalna mreža (WLAN – *Wireless Local Area Network*), itd.

4.1. Što omogućava IMS

IMS omogućava:

- komunikaciju čovjek - čovjek (u paketnoj mreži) po principu stalne prisutnosti na vezi;
- komunikaciju čovjek - stroj;
- komunikaciju stroj - stroj (npr. telemetrija);
- konvergenciju svih medijskih komunikacija na paketnoj mreži;
- višemedijske komunikacije temeljene na jednom jedinstvenom rješenju;
- kontrolu usluga uvođenjem signalizacije za usluge;
- integriranu arhitekturu za tarifiranje;
- brzo stvaranje nove usluge.

Prije IMS-a, korisnik je trebao unaprijed odlučiti o načinu komuniciranja prije uspostave veze. No, ako je zaželio fleksibilno komuniciranje, npr. poslati sliku tijekom razgovora, morao je završiti prethodnu sesiju, pa potom uspostaviti novu.

IMS omogućava izmjenu slika, video zapisa i ostalih medija tijekom iste veze, neovisno o tipu pristupa i tipu samoga terminala te nudi usluge s fleksibilnom kombinacijom govora, teksta, slika, video zapisa, igara, itd. Prije same uspostave veze moguće je provjeriti prisutnost osobe koju želimo zvati i odlučiti samo o početnom načinu komuniciranja koji zatim možemo mijenjati tijekom iste veze (Slika 14.).

Usluga je prilagođena terminalu, stanju i svojstvima

pristupa, što omogućava jednostavniju upotrebu.

Jedna od usluga omogućenih putem IMS-a je usluga *weShare*, koja je prikazana na Slici 15.

S IMS-om svi oblici medija od teksta, govora, video



Slika 15. Usluga dijeljenja («weShare»)

zapisa, slika i bilo koje njihove kombinacije mogući su u realnom vremenu unutar paketne mreže. Do sada je samo CS (*Channel Switching*) domena imala svojstva rada u stvarnom vremenu potrebna za govorne i video usluge, dok se, npr., za prijenos teksta ili slike koristila PS (*Packet Switching*) domena.

Usluge u mobilnoj mreži kao što su govor, usluge temeljene na bežičnom aplikacijskom protokolu (WAP – *Wireless Application Protocol*), usluge multimedijalnih poruka (MMS – *Multimedia Messaging Service*), usluge kratkih poruka (SMS – *Short Message Services*) zahtijevaju cjelovit složaj protokola (*protocol stack*) na mrežnoj i terminalskoj razini, različit od ostalih usluga. IMS daje jedinstvenu horizontalnu razinu (srednju razinu) na temelju koje je moguće izgraditi široki

Jednostavnija komunikacija- dobitak za krajnjeg korisnika



Slika 14. Prednosti komuniciranja putem IMS-a

spektar usluga (od skupa usluga u fiksnim i mobilnim mrežama do usluga u području poslovnih sustava), od najjednostavnijih do složenih, kao što je višemedijska konferencija.

Standardizirana arhitektura osigurava interoperabilnost i kvalitetu usluga koje osiguravaju različiti proizvođači i operatori.

IMS arhitektura omogućava mehanizme signalizacije za paketne usluge koji obavještavaju mrežu o tome da korisnik zahtijeva uslugu. Do sada je paketna mreža uglavnom prepoznavala zahtjev za nosačem informacije (*bearer*), a ne uslugu, za razliku od mobilnih mreža.

IMS ima potpuno definiranu arhitekturu za tarifiranje koja prihvaća *pre-paid* i *post-paid* korisnike. Tradicionalne sheme tarifiranja, koje uključuju vrijeme i trajanje veze, sada su proširene mogućnošću tarifiranja po sesiji, događaju ili po količini sadržaja informacije koji je razmijenjen.

4.2. Ericssonovo rješenje IP MultiMedia

Ericssonov sustav temeljen na IMS-u naziva se *IP MultiMedia* (IPMM). Ericssonovo IMS rješenje je dostupno u verzijama za GSM/GPRS/EDGE, CDMA 2000 i WCDMA sustave.

Usporedbu standarda i Ericssonovih rješenja daje Slika 16.

	Novi standardi	Standardizirana rješenja	Ericssonovo rješenje
Višemedijski sustav	IP Multimedia System (IMS)	3GPP/GPP2	Ericsson IPMM
Push to talk	Push to talk over Cellular (PTC)	PTC-CDMA	Ericsson Instant Talk
Kontinuirane usluge	IMS (work item)	XIP	vsStar family

Slika 16. Ericssonova IMS rješenja i standardi

4.3. Ericssonove usluge utemeljene na IMS-u

Pregled usluga koje pruža Ericsson IMS i ekvivalentne naziva na hrvatskom jeziku koji se koriste u ovom članku daje sljedeća tablica:

Originalni naziv usluge	Ekvivalent naziva na hrvatskom jeziku
Combinational Service – motion	Kombinacijska usluga – film
IP Centrex	IP Centrex
Presence	Prisutnost
Combinational Service – gaming	Kombinacijska usluga – igranje
Instant Messaging	Komunikacija porukama
IP Telephony	IP telefonija
Conferencing	Konferencije
Combinational Service - whiteboard	Kombinacijska usluga – ploča
Collaboration	suradnja
Combinational Service – image	Kombinacijska usluga – slika
Video Telephony	Video telefonija



Slika 17. Aplikacije i usluge

Ponuda usluga i aplikacija (Slika 17.) se stalno nadograđuje zbog evolucije standarda i pojave novih standardiziranih usluga te zahtjeva korisnika.

4.4. Pregled arhitekture podsustava

IMS čine (Slika 18.):

- Operacijski podsustav;
- Podsustav mreže usluga;
- Podsustav jezgre IPMM mreže (*IPMM core network*);
- Podsustav sučelja (*interwork*).

Podsustav jezgre IPMM mreže i podsustav sučelja čini grupa logičkih čvorova koji mogu, ali ne moraju biti izdvojeni fizički čvorovi, nego se mogu grupirati na jednoj ili više lokacija.

Osnovni elementi arhitekture su funkcija upravljanja pozivnom sesijom (CSCF – *Call Session Control Function*), kućni pretplatnički poslužitelj (HSS – *Home Subscriber Server*), funkcija višemedijskih resursa (MRF – *Multimedia Resource Function*) i aplikacijski poslužitelj (AS – *Application Server*).

Element baze podataka je HSS.

Elementi upravljanja, tj. kontrole IMS-a su protokoli I-CSCF, S-CSCF i P-CSCF.

Elementi sučelja s upravljačkom razinom su:

- funkcija upravljanja medijskim pristupnikom (MGCF – *Media Gateway Control Function*);
- funkcija upravljanja pristupnikom za prebacivanje veze na posrednika (BGCF – *Breakout Gateway Control Function*);
- signalizacijski pristupnik (SGW – *Signaling Gateway*).

Elementi IMS mreže usluga su aplikacijski poslužitelji (AS – *Application Servers*). Elementi usluga obuhvaćaju IMS usluge u užem smislu, ali i elemente usluga drugih mreža ili suradnje s tim uslugama, npr. CAMEL elemente ostvarene putem IM-SSF funkcije.

Element resursa je:

- funkcija medijskih resursa (MRF – *Media Resources Function*)

Element sučelja na razini medija je:

- medijski pristupnik (MGW – *Media Gateway*)

Operacijski podsustav

Podsustav za rad i održavanje (O&M – *Operation and Maintenance*) sadrži osnovne funkcije konfiguriranja i održavanja IMS mreže i njenih elemenata.

Za puštanje u rad koriste se funkcije Ericssonove višestruke aktivacije (*Ericsson Multi Activation*), proizvoda za opće konfiguriranje korisnika i usluga, koje predstavljaju mjesto središnje pripreme podataka (dobivaju podatke od poslužitelja zajedničkih funkcija i distribuiraju ih poslužiteljima usluga, HSS-u i DNS-u).

Funkcija kontrole tarifiranja (CCF – *Charging Control Function*) sakuplja tarifne podatke iz funkcija S-CSCF i MRFC.

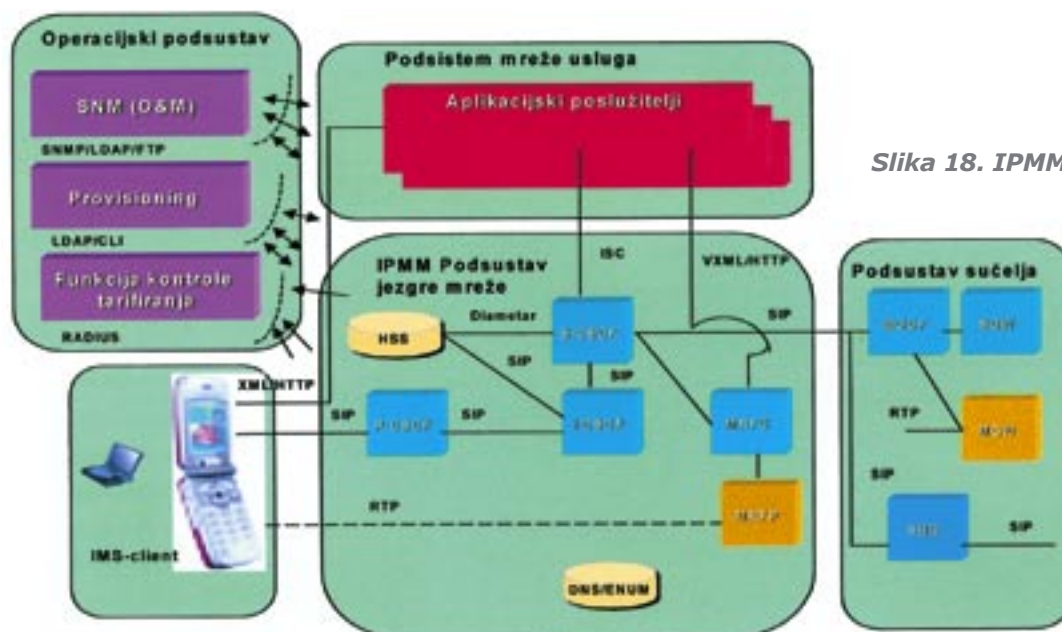
Podsustav mreže usluga

Podsustav mreže usluga sadrži logiku aplikacije/usluga, održava podatke o listama i grupama za kontakte, ima funkcije poslužitelja prisutnosti i komunicira preko ISC (SIP) ili VXMLRTTP protokola s podsustavom jezgre IPMM mreže.

Poslužitelj SIP aplikacije je izvorna IMS aplikacija, sposobna upravljati sesijom i primijeniti definiranu uslugu. Taj poslužitelj kojega kontaktira S-CSCF funkcija omogućava:

- Prihvatanje zahtjeva ili usluga, upravljanje ili završavanje novom SIP transakcijom (nova sesija, odašiljanje poruke itd.);
- usmjeravanje sesije/poziva prema novoj mreži ili krajnjem korisniku;
- interakcije s drugim uslugama ili uslužnim platformama.

Poslužitelj SIP aplikacije komunicira s HSS-om kako



Slika 18. IPMM podsustavi



Slika 19.
Postojeće
iskoristive
komponente
usluga

bi dobio informacije o pretplatama i uslugama pojedinačnog krajnjeg korisnika.

IMS podsustav, pa i podsustav mreže usluga, je dizajniran po modelu iskoristivih komponenti, tako da se pojedine komponente mogu koristiti kod tvorbe novih aplikacija/usluga, što smanjuje cijenu razvoja i vrijeme isporuke tržištu. Iskoristive komponente (Slika 19.) su locirane uglavnom unutar sloja zajedničkih funkcija svih primjena (Slika 13.).

Podsustav jezgre IPMM mreže

Funkcija CSCF "odgovorna" je za signalizaciju i upravljanje sesijom poziva.

Proxy - CSCF (P-CSCF) predstavlja signalno sučelje, ulaznu točku prema IMS mreži iz bilo koje pristupne mreže. On prosljeđuje SIP poruke (*stateful proxy*) za sve SIP zahtjeve i odgovore, osigurava da je sva signalizacija odata korištenjem vlastite (*home*) mreže korisnika, pohranjuje IP adrese registriranih mobilnih terminala, sadrži funkcije signalizacijskog kompresora i dekompresora (*Sigcomp*) za učinkovito korištenje radio sučelja.

P-CSCF šalje prvu SIP poruku (SIP upit za registraciju) prema odgovarajućem I-CSCF čvoru, ovisno o imenu domene u korisničkom zahtjevu za registraciju. Nakon uspješne registracije on održava podatke o pripadnom SIP poslužitelju (S-CSCF čvoru u vlastitoj mreži) pridijeljenom krajnjem korisniku.

P-CSCF je odgovoran za uspostavu i održavanje sigurne komunikacije prema krajnjem korisniku. On sadrži i funkciju *Policy Decision Function* (PDF) koja autorizira korištenje nosača informacije i resursa kva-

litete usluge unutar pristupne mreže za potrebe IMS usluga.

P-CSCF se uvijek smješta u istu mrežu kao i GGSN čvor, tj. ili u posjećenu PLMN mrežu ili vlastitu PLMN mrežu.

Upitni - CSCF (I-CSCF – *Interrogating-CSCF*), je prva točka u vlastitoj mreži za kontakte iz gostujuće ili vanjske mreže. Osnovni zadatak mu je poslati upit prema HSS-u i pronalazak lokacije S-CSCF-a. Funkcija je slična pristupnom MSC-u (*Gateway MSC*).

I-CSCF može, ali ne mora maskirati unutarnju konfiguraciju vlastite mreže od vanjskih uređaja, što nije potpuno u skladu sa zakonitostima svijeta Interneta te je ta funkcija objekt standardizacijskih aktivnosti.

Serving-CSCF (S-CSCF) je:

- SIP poslužitelj sa stanjima za upravljanje sesijom/pozivom;
- funkcionira kao SIP registrator i uvijek je lociran u vlastitoj mreži;
- središnja točka upravljanja uslugama koje omogućava operator, uključujući omogućavanje dostupnosti s kraja na kraj za korisnike i usluge, surađujući s ostalim S-CSCF čvorovima, SIP poslužiteljima i poslužiteljima ostalih aplikacija/usluga.

On obavlja provjeru (identifikaciju) krajnjeg korisnika.

HSS je glavna baza podataka, održava informacijsku bazu korisnika, profil svojih pretplatnika sa informacijama o načinu pokretanja usluga. Osim toga, HSS obavlja provjeru (identifikaciju) i autorizaciju korisnika te funkcije upravljanja lokacijama (informacije o statusu korisnika i pridijeljenom S-CSCF-u). Upite prema

HSS-u generiraju I-CSCF, S-CSCF i vanjske platforme. HSS koristi Diameter protokol s Diameter SIP aplikacijom.

MRF (*Media Resource Function*) sadrži funkcije manipulacija medijskim tokom. One se dijele na MRFC i MRFP funkcije.

MRFC (*MRFC Control*) obavlja upravljanje vezama s više sudionika, tj. omogućava konferencije. Jedan MRFC upravlja s jednim ili s više MRFP čvorova na osnovi naredbi dobivenih od aplikacijskoga poslužitelja i S-CSCF-a, a daje i ispis tarifnih podataka za medijski sustav. Taj čvor završava SIP signalizaciju te radi kao SIP korisnički agent.

MRFP (*MRFP Processing*) je distributer medija prema mreži (obavlja miješanje dolaznih medijskih tokova za veze s više učesnika, izvornik je medijskog toka za višemedijske obavijesti, obrađuje medijske tokove obavljajući funkcije analize medija i transkodiranja), daje tarifne podatke potrebne MRFC funkciji, nadzire prijenosnu razinu (*bearer, Floor control*).

Podsustav sučelja

Breakout Gateway Control Function (BGCF) ili Breakout Control Function (BGC) na zahtjev S-CSCF-a izabire mrežu i čvor za sučelje s PSTN/CS domenom, ako je ona unutar iste mreže kao i BGCF čvor ili zahtjev prosljeđuje BGCF čvoru (SIP protokolom) u drugoj mreži.

MGCF (*Media Gateway Control Function*) je sučelje za IMS signalizaciju prema mrežama sa starom signa-

lizacijom (*legacy signaling*). MGCF pridjeljuje element mreže (MGW) za kontrolu sučelja na razini nosača informacije. MGCF nicira akcije uspostave, modifikacije i oslobađanja veza na pojedinom MGW-u kao i rezervaciju resursa potrebnih za sesiju.

Medijski pristupnik (MGW – *Media Gateway*) obavlja sučeljavanje na razini nosača informacije, što na prvom mjestu znači suradnju između različitih mehanizama transporta kao što su TDM i IP ali i transkodiranje, ako dva kraja veze podržavaju različiti kodek.

Signalizacijski pristupnik (SGW – *Signalling Gateway*) se koristi ako nakon točke međusuradnje treba promijeniti transportnu metodu za signalizaciju u mreži.

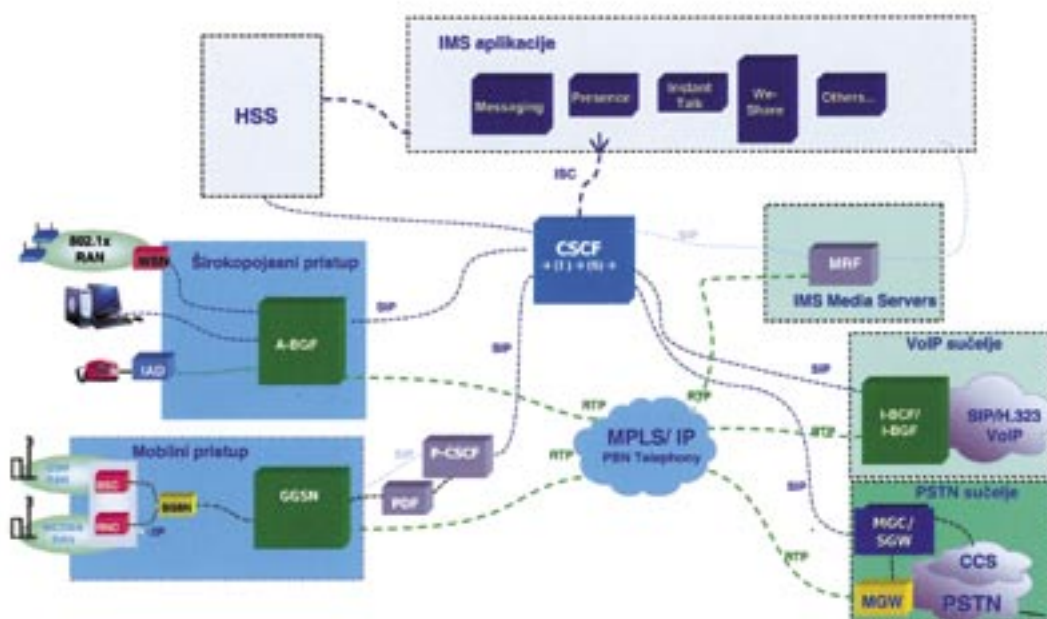
Slika 20. daje nešto detaljniji uvid u arhitekturu Ericssonovog IMS-a, s indiciranim vezama prema pristupnim mrežama i oznakama poslužitelja medija i poslužitelja usluga. Isto tako, vidljivo je da je protokol SIP signalizacijski protokol između svih upravljačkih čvorova mreže.

4.5. Model uspostave veze

Ukratko, IMS arhitektura omogućava operatoru vlastite mreže da upravlja i nadzire sve sesije svog korisnika, bez obzira nalazi li se on u svojoj mreži ili izvanje (*roaming*) i time mu nudi dodatne usluge i različite fleksibilne načine tarifiranja.

Slika 21. prikazuje model uspostave veze spajanjem različitih IMS čvorova s ciljem usmjeravanja IMS sig-

Slika 20. Ericssonova IMS arhitektura

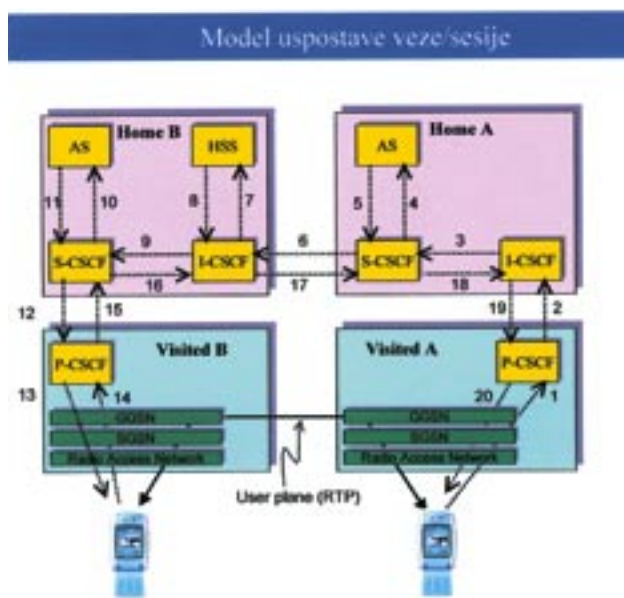


nalizacije uvijek kroz korisnikovu vlastitu mrežu, bez obzira na to gdje se krajnji korisnik nalazio. To vrijedi i za pozivajućega i za pozvanoga krajnjeg korisnika. Prikazan je samo osnovni model, bez prikaza registracije krajnjega korisnika na mrežu, npr., koju ionako nije potrebno obaviti po svakom pozivu ili specifičnosti usluge koju pruža označeni AS.

Postupak uspostave veze:

1. Terminal korisnika A šalje zahtjev (SIP poruku INVITE) kroz granu izvornika poziva (P-CSCF, opcijski I-CSCF i S-CSCF). INVITE uključuje *Request-URI* sa SIP URI adresom pozvanog korisnika.
2. INVITE sadrži *Route* header koji pomaže P-CSCF funkciji usmjeravanje poziva u odgovarajući I-CSCF.
3. I-CSCF pomoću *Route* headera prosljeđuje poruku INVITE prema S-CSCF.
4. S-CSCF procjenjuje kriterije za prihvata pretplatnika A i budući da on posjeduje aktiviranu neku od usluga, on kontaktira AS.
5. AS vraća informacije o usluzi potrebnoj za daljnje procesiranje poziva.
6. S-CSCF pretražuje *Request URI* za određivanje odredišne mreže za taj poziv. Pomoću DNS-a S-CSCF određuje ulaznu točku (I-CSCF) vlastite mreže pretplatnika B.
7. I-CSCF šalje upit HSS-u zbog informacije koji čvor S-CSCF poslužuje pozvanoga pretplatnika B.
8. HSS vraća adresu S-CSCF-a koji poslužuje pretplatnika B.
9. I-CSCF prosljeđuje SIP poruku INVITE prema odabranom S-CSCF-u.
10. S-CSCF procjenjuje kriterije za posluživanje pret-

Slika 21. IMS model uspostave veze



Arhitektura TSP-a

Slika 22. TSP platforma

platnika B i uključuje AS jer postoji informacija o usluzi.

11. AS vraća informacije o usluzi potrebnoj za daljnje procesiranje poziva.
12. S-CSCF analizira informaciju o kontaktu (postavljenu za vrijeme registracije pretplatnika) i prosljeđuje poruku INVITE u P-CSCF.
13. P-CSCF prosljeđuje poruku INVITE terminalu korisnika B.
14. - 20. Terminal pretplatnika B prihvata poziv. SIP odgovor, poruka 200(OK) prosljeđuje se do terminala pretplatnika A.

4.6. Platforme koje koristi IPMM

Jezgra IPMM podsustava, uključujući HSS, CSCF, MGCF i MRFC čvorove, bazira se na telekomunikacijskoj poslužiteljskoj platformi (TSP – *Telecom Server Platform*), Ericssonovoj platformi za telekomunikacijske poslužitelje, odabranoj i za funkcije usluga i za funkcije mrežne jezgre (Slika 22.).

TSP je rezultat kombinacije znanja i iskustva u razvoju telekomunikacijske opreme i dostupnih komercijalnih produkata. Odlukuje ga međuprogram (*middleware*) visoke dostupnosti, N+1 redundancija, a može i ne mora biti karakteriziran i geografskom redundancijom. Kapacitet raste linearno s brojem dodanih procesora. TSP koristi otvorena sučelja (*Open APIs*) te dostupan komercijalni softver i hardver, tj. Linux i Intelove procesore.

4.7. Engine Multimedia

Engine Multimedia (EMM), za razliku od IPMM-a koji je primjenjiv u mobilnim mrežama, Ericssonova je izvedba podsustava IMS primjenjiva u fiksnim mrežama sljedeće generacije. Sa stanovišta marketinga, EMM je sustav koji omogućuje umrežavanje s kraja na kraj (*end-to-end networking*) te pristup naprednim uslugama i sadržajima, koristeći u tu svrhu Internet protokol putem širokopojasne pristupne mreže (Slika 23.). Za razliku od korisnika u PSTN mreži, krajnji korisnik u EMM mreži ima na raspolaganju puno bogatiji skup komunikacijskih usluga, zahvaljujući različitim suvremenim terminalima i bogatstvu mogućnosti da se oni u mreži integriraju. Širokopojasni IP pristup, naravno, uz snažno širenje Interneta i usavršavanje računala, osnovni je preduvjet i važan upogonitelj toga razvoja.

Komunikacijske usluge u EMM-u nude se u poslovnom segmentu (*Enterprise*), jednako kao i u rezidencijanom. Slika 24. ilustrira navedenu podjelu, gdje je posebno uočljiv skup IP Centrex usluga za poslovne korisnike.

EMM je baziran na IMS arhitekturi (3GPP standard), garantirajući na taj način otvorenost sustava i međupovezivost s ostalim proizvođačima, kao i klasičnim mrežama. Ta arhitektura podrazumijeva tri dobro poznata sloja (konekcijski, kontrolni i aplikacijski, Slika 25.), a dodatno se segmentira u sljedeće logičke dijelove:

- IMS jezgra,
- korisnički agenti,
- IMS pristupnici (*Gateways*),
- Centrex i usluge prisustva (*Presence*),
- upravljanje i funkcije podrške.

EMM koristi SIP kao kontrolni protokol između vlastitih čvorova kao i prema pretplatnicima. Prema vanjskim VoIP mrežama koristi se H.323 i/ili SIP, a prema PSTN-u se koristi ISUP. Za transport korisničke informacije (govor, *multimedia stream*) koristi se RTP protokol. Konverzija RTP-TDM po potrebi se odvija u medijskim pristupnicima (MGW).

A. IMS jezgra i aplikacijski poslužitelji

Osnovni dio svakoga EMM-a su kontrolni poslužitelji: CSCF i HSS, koji su također osnovni dio IMS jezgre i u IPMM rješenju. Jezgru sustava, koju čine ti poslužitelji, nastoji se izolirati od promjena u ostalim dijelovima, kao što je, npr., uvođenje novih aplikacija ili novog, tehnološki naprednijeg MGW čvora.

Na taj način smanjuju se troškovi kupca (operatora). Pored ostalih elemenata IMS jezgre zajedničkih s IPMM rješenjem, EMM sadrži i tri specifična poslužitelja:



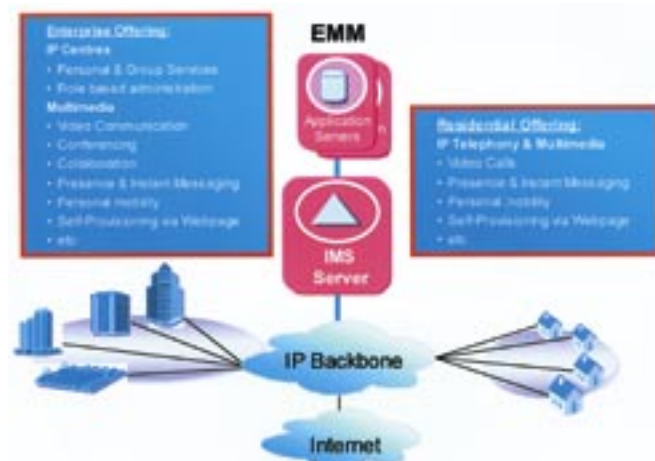
Slika 23. Višemedijska komunikacija: slika, govor, podaci, prezentacije, konferencijska mreža

- poslužitelj CS-AS (*Centrex Services Application Server*) se koristi za izvođenje osobnih i grupnih pretplatničkih usluga (za rezidencijalni i poslovni segment);
- poslužitelj CS-MS (*Centrex Services Media Server*) osigurava upravljanje specijaliziranim medijskim resursima;
- poslužitelj CS-CS (*Centrex Services Conference Server*) je odgovoran za konferencije više sudionika te zajedničku suradnju, npr., dijeljenje dokumenata.

B. IMS pristupnici (*Gateways*)

Elementi koji čine taj segment EMM-a funkcioniraju na kontrolnom sloju (MGCF), konekcijskom sloju (MGW), ili i na kontrolnom i konekcijskom sloju (ABG, NBG). U svim slučajevima RTP/IP je protokol pomoću kojega se rukuje korisničkim tokom informacije. ABG i NBG varijante su funkcionalnog elementa pod nazivom *Session Border Gateway* (SBG). Zadatak svakoga

Slika 24. Podjela usluga u EMM-u



SBG-a je kontrola signalizacijske i korisničke informacije u tijesnoj suradnji s IP slojem mreže. To podrazumijeva pitanja sigurnosti, kvalitete usluge, specifičnih funkcija koje nameću regulacijska tijela, NAT/Firewall posredovanja nad tokovima podataka, itd.

C. Povezivost Engine Integral (EIN) i EMM domene

Engine Integral 3.1 pomoću dodanih signalizacijskih funkcionalnosti u TeS (AXE), kao što je SIP (vidi poglavlja 5. i 6.), omogućuje operatorima adekvatno stapanje sljedećih dvaju sučelja za potrebe govornih (audio) komunikacija:

- Sučelje MM NNI (Multimedia Network to Network Interface) je definirano za povezivanje s vanjskim VoIP ili višemedijskim mrežama, dakle, s domenama koje su funkcionalno iste ili slične, ali koje nisu pod vlastitom kontrolom (operatora). Na tom sučelju važna je kontrola pristupa i integritet informacije, pa se koristi mrežni element tipa NBG. NBG je također sposoban konvertirati H.323 kontrolni protokol u SIP i obrnuto, pošto CSCF koristi isključivo SIP za kontrolu poziva i pristupa uslugama.

- Sučelje PSTN NNI (PSTN Network to Network Interface) je definirano za povezivanje s vanjskim klasičnim telekom mrežama, gdje mreža može biti pod vlastitom kontrolom ili je vlasništvo drugoga operatera. Mogućnost povezivanja je putem ISUP protokola. Nositelj ISUP-a može biti klasični No.7 (MTP3/MTP2) ili Sigtran (M3UA/SCTP). Ukoliko je u pitanju Sigtran, dodatni mrežni element u uporabi je signalizacijski pristupnik (SG – Signalling Gateway). Na taj način dio funkcionalnosti NBG i gotovo čitava funkcionalnost MGCF, realizirana je u EIN Softsw-

itch konceptu, čiji su ključni dijelovi TeS (AXE) i višeslužni pristupnik (MSG – Multi-Service Gateway). Usput se na taj način EMM arhitektura usklađuje sa standardima, jer sučelje TeS-MSG koristi H.248 protokol umjesto MGCP. Time se postiže pojednostavljene arhitekture mreže, smanjenje operativnih troškova, uz povećanje kapaciteta na navedenom mrežnom sučelju.

TeS u EIN 4.0 će povećati međupovezivost Engine Integral i EMM domene tako da će neke usluge realizirane na SIP strani biti vidljive na PSTN strani i obratno. Također korištenje DNS i ENUM protokola u TeS pri kontroli uspostave sesije prema SIP domeni, olakšat će upravljanje i konfiguraciju čvorova.

5. Prototip "SIP u AXE-u" – od ideje prema proizvodu

Komercijalni telekom sustavi koji se temelje na AXE procesorskoj platformi poznati su po bogatstvu telefonijskih funkcija i funkcija u inteligentnoj mreži (IN – Intelligent Network), robustnosti te isplativosti rada. U sustavu je implementirano mnoštvo protokola, bilo za primjenu u pristupnoj (access) mreži, bilo tranzitnoj mreži. AXE je ključna platforma u realizaciji kontrolnog poslužitelja (MSC) u klasičnoj mobilnoj (GSM, PLMN) kao i jezgrenoj mreži za nove 3GPP (UMTS, WCDMA) sustave. Zatim, AXE čini najvažniju funkciju - funkciju kontrole svih poziva - u telefonskom poslužitelju (TeS) Engine mreža. Tehnološki, AXE je i dalje sustav otvoren za razvoj, što je rezultiralo uvođenjem novih, jačih procesora, bilo u centralnom dijelu bilo u regionalnom procesorskom podsustavu, u relativno kratkom periodu od zadnje 3 godine.



Slika 25. Arhitektura i komponente EMM sustava

Unutar korporacije Ericsson protokol SIP prvobitno je implementiran na Sun Netra platformi, a inicijativu su imali razvojni centri u Finskoj (LMF), Kanadi (LMC) i SAD (EUS). Ubrzo su uočeni neki nedostaci, ne toliko same implementacije, koliko platforme, odnosno, arhitekture sustava. Već 1999. razvojna organizacija UAB organizirala je savjetovanje i pružila podršku svima koji su željeli izaći s novim inicijativama vezanim uz osnovnu implementaciju protokola SIP, mjerenje karakteristika ili razvoj usluga baziranih na SIP-u i Parlay-u.

Protokol SIP, mada atraktivan što se tiče mogućnosti i primjenjivosti u telefonijskim aplikacijama, nije razmatran za implementaciju u AXE sustavu zbog ograničenja programskog jezika, kao i snage centralnog procesora pri obradi takvog (tekstualno kodiranog) protokola. Iz svih navedenih razloga bilo je potrebno istražiti i predložiti prihvatljivo rješenje koje bi zaobišlo navedena ograničenja, omogućilo integraciju SIP-a u aplikacijski dio AXE (APT) te na taj način znatno povećalo povezivost čvorova temeljenih na AXE platformi s novim VoIP i višemedijskim mrežama.

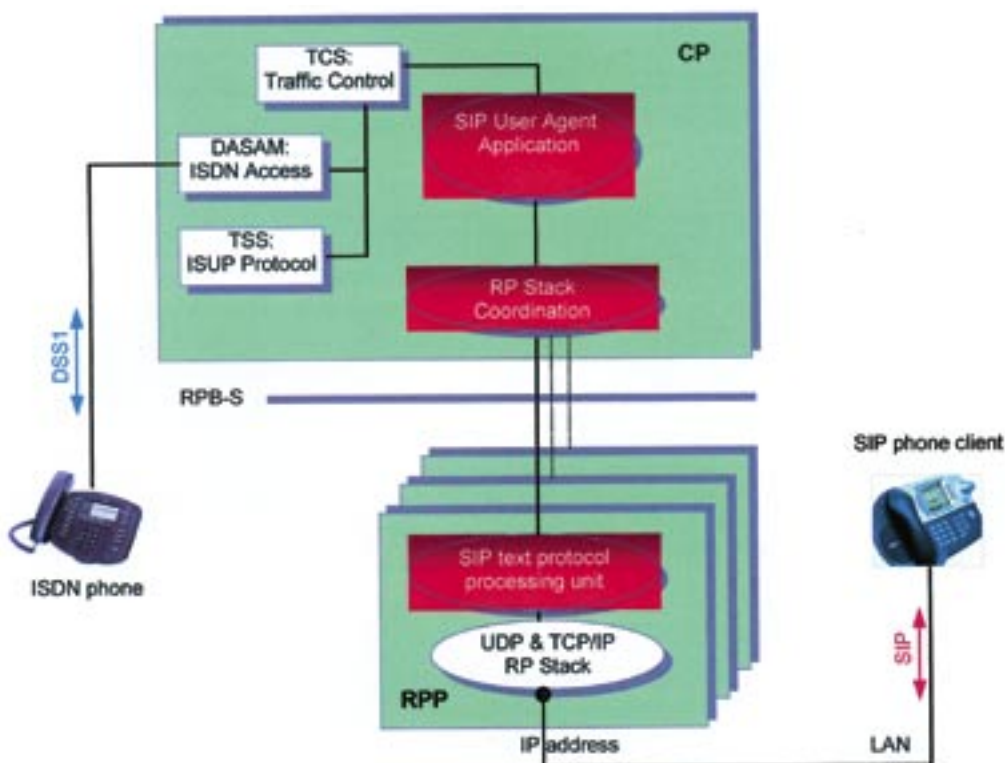
Iskustva Instituta za telekomunikacije u Ericssonu Nikoli Tesli na prethodnim kao i tekućim AXE projektima također je valjalo iskoristiti. Poglavitno se to odnosi na visoke kompetencije u području mrežnih signalizacija, upravljanja komutacijama i mrežnim sučeljima te kontrole prometa (podsustav za upravljanje prometom, *traffic control subsystem*). Inicijativa

za implementaciju SIP protokola kao dijela PSTN pristupnoga sustava pokrenuta je već 1999. god. Održano je više radionica na kojima je definirana strategija za uvođenje IP signalizacija u AXE poslužitelj, a jednim od prioriteta smatran je upravo protokol SIP.

5.1. Ericssonov natječaj za najbolji prototip godine

Počevši od 2001. godine, Ericssonova istraživačko-razvojna organizacija zadužena za razvoj mrežnih čvorova, komutacijske opreme i procesorskih platformi omogućila je pojedincima i razvojnim centrima sudjelovanje na natječaju za najbolji prototip godine koji se, u slučaju prolaza kroz preliminarnu selekciju, ima demonstrirati krajem godine zajedno s ostalim finalistima. Očekivanja organizatora idu za tim da se generiraju nove ideje glede razvoja novih ili poboljšanja postojećih produkata/rješenja, što će dati novi zamah korporaciji Ericsson kada je u pitanju tehnologija i njena komercijalna primjenjivost. U tom procesu predlagatelji tehnoloških rješenja trebaju, među ostalim, voditi računa o potrebama tržišta (kupaca), trendovima te prednostima ili slabostima konkurencije.

Institut za telekomunikacije u Ericssonu Nikoli Tesli uključio se u natječaj od njegova otvaranja, prvo s radom prijavljenim pod nazivom "CORBA - Communication Component in AXE", zatim radom naslovljenim



Slika 26. SIP prototip struktura u AXE-u

“Communication Support for AXE as an Open Telecom Platform”, što je nastavljeno 2002. i 2003. s radovima “Integrated SIP Interworking Function in AXE Server”, “Remote software maintenance on different telecom platforms”, “Minimal Common Set of Integration Functions for BICC Stack” te “Breakout Gateway Control Function (BGCF) in IP Multimedia networks” i “DNS/ENUM and TGREP clients in MSC and Telephony Server”.

U konkurenciji od 11 finalnih (od ukupno prijavljenih 28) radova nakon demonstracije u Stockholmu u studenom 2003. na Ericssonovoj lokaciji poznatoj pod imenom *Gula Huset*, pobjedu je uvjerljivo odnio stručni tim iz Ericssona Nikole Tesle za prototip pod imenom “Integrated SIP Interworking Function in AXE Server”.

5.2. Prototip protokola SIP

A. Konceptualno tehničko rješenje

Idejno rješenje za SIP implementaciju u AXE sustavu (Slika 26.) u svojoj biti je jednostavno – iskoristiti opostojeću arhitekturu i koncepte tamo gdje je dokazano najjača, a to je distribuiranost obrade složenih zadataka na relaciji centralni procesor (CP – *Central Processor*) - regionalni procesor (RP – *Regional Processor*).

Zatim, iskoristiti mogućnost replikacije (umnožavanja) RP elemenata tako da se efektivno dobije polje procesora sposobno za što veći udio u obradi pojedinih logičkih funkcija koje sačinjavaju protokol SIP.

Prednost RP komponente generacije “RPP” je korištenje programskog jezika C odnosno C++ (po izboru) za pripadajuće softverske jedinice, pa je stoga odabran za tu svrhu. Istovremeno je Plex aplikaciji u centralnom procesoru dodijeljen zadatak kontrole ponašanja protokola (semantički aspekt) u sprezi s ostatkom APT sustava po pitanju kontrole telefonskoga poziva, usluga, itd. Između aplikacije i repliciranog RP složaja (eng. *RP stack*) pojavljuje se koordinacijska funkcija izvedena u Plexu kojoj nije uloga da kontrolira sam protokol, nego resurse i konfiguracijske podatke potrebne za njegovo procesiranje.

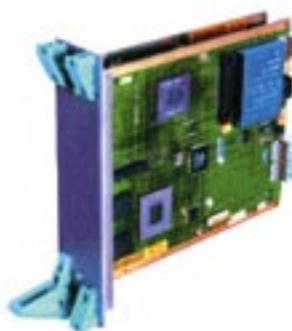
Na taj je način međudjelovanje nove SIP aplikacije i naslijeđenih (*legacy*) implementiranih protokola, kao što su ISUP, BICC, TUP ili recimo DSS1, V5, RSS, itd, izvedeno uz minimalni utjecaj na postojeći sustav. Zatečena arhitektura sustava u koju je inkorporiran prototip je *AXE 106 application modularity*, s dijelom izvedbe u sloju RMP, a dijelom u sloju AM/XSS.

B. Izvedba (implementacija) prototipa

Razvoj prototipa bio je ograničen na razvoj potrebnih funkcijskih blokova u XSS (podsustav: TSS) i RMP dijelu. Nikakav razvoj hardvera nije bio potre-

ban. TSS dio, kao i dio funkcije u RMP-u, jednostavno je programiran u jeziku PLEX. Programska RP jedinica izvedena je u jeziku C++, uz dodatno korištenje LEX i Yacc programskih predprocesora. Upravo mogućnosti jezika C++ bile su presudne u realizaciji koncepta. U razvoju je sudjelovalo više dizajnera, grupiranih u dva softverska tima i jedan zajednički koji je imao zadatak osposobiti AXE sustav (maketa) i simulatore, testirati programske dijelove i pripremiti demo konfiguraciju.

Za potrebe demonstracije produkta, odnosno, pro-



Slika 27. Regionalni Procesor RPP, korišten za testiranje prototipa protokola SIP (2002/03)

vjeru ispravnosti rješenja bilo je dovoljno imati CP (APZ 212 20 ili modernije) te jedan, dva ili više spojenih RPP procesora (Slika 27.). Međutim, kompletno rješenje moguće je simulirati na računalu Sun uz pomoć SEA i RPPsim simulatorskih komponenti. Dodatno (prihvatljivo) ograničenje funkcionalnosti bilo je da se verificira samo osnovni ISDN-SIP poziv bez da je uključena razmjena govorne informacije (kodirani govor). Naime, za demonstraciju izvedbe (implementacije) gotovo isključivo je važna signalizacijska informacija i njena pretvorba u kontroli poziva.

Zatim, bilo je potrebno spajanje u lokalnu IP mrežu (LAN) putem Etherneta kako bi se moglo komunicirati sa SIP testnim telefonom. Korišten je komercijalni uređaj tvrtke “Pingtel”, kao i programska izvedba na osobnom računalu naziva “SIP SoftPhone”. Na PSTN strani korišten je postojeći ISDN BA priključak.

Demonstracija rada prototipa sastoji se u tome da ISDN strana (telefon) zazvoni kada je poziv upućen sa SIP strane (telefona), i obratno. Zatim prikazano je pravilno usmjeravanje u SIP domeni u ovisnosti o tome koji je od dva SIP uređaja nazvan. Prisutnima je bilo moguće prikazati tijekom razmjene poruka protokola na liniji, kao i internu signalizaciju u APT dijelu AXE-a.

Slijedi kratak prikaz funkcionalnosti i karakteristika demo produkta. U Tablici 1. prikazane su osnovne podržane metode (poruke zahtjeva, *request messages*) i objašnjenje kako one nastaju u demo okruženju.

Pri uspostavi sesije prototip je iskoristio unaprijed priređeni format protokola SDP, čime je postupak pre-

INVITE	Šalje ga klijent strana tj. pozivatelj. To je u jednom slučaju SIP telefon kada korisnik odluči nazvati, odnosno AXE kada ISDN korisnik uputi poziv SIP telefonu.
CANCEL	Šalje ga klijent strana kada pozivatelj odustane od poziva prije nego je dotični uspostavljen
BYE	Šalje ga klijent (pozivajuća strana) ili poslužitelj (pozvana strana) u momentu kad se uspostavljena sesija tj. poziv želi raskinuti.
ACK	Ova poruka dio je procesa uspostave sesije putem INVITE metode. Šalje se autonomno.

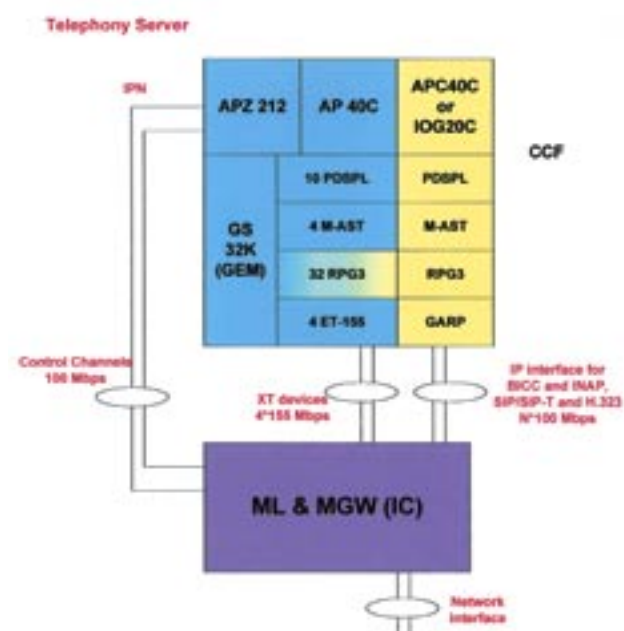
Tablica 1. SIP poruke zahtjeva u prototipu

govaranja parametara i atributa vezanih uz kodirani govor (*audio stream*) sveden na minimum.

Kao transportni protokol korišten je isključivo UDP/IP, pošto je obavezno propisan standardom.

Od mogućih poruka odgovora (*response messages*) korištene su 100 Trying, 183 Progress, 180 Ringing, poruke klase 4xx, te 200 OK. Poruka 180 izazivala je zvonjenje ISDN telefona odnosno SIP telefona, dok je 200 OK prekidala taj slijed označavajući stanje kao

Slika 28. Arhitektura ENGINE mrežnoga rješenja uključujući SIP, SIP-T i H.323 implementaciju



prospojeno.

S obzirom na jednostavnost sekvenci protokola, prototip je omogućavao da jedan RPP može obraditi 40-60 sesija, odnosno, pokušaja uspostave poziva u sekundi.

6. SIP u Engine Integral mreži

Engine Integral (EIN) 1.0 i 2.0 mrežno rješenje koristi AAL2/ATM baziranu temeljnu mrežu. EIN 3.0 uvodi IP bazirane temeljne mreže u skladu s istom baznom mrežnom arhitekturom, dok EIN3.1 uvodi protokole SIP/SIP-T i H.323.

Uvođenje SIP i SIP-T protokola u EIN 3.1 mrežno rješenje omogućava da EIN djeluje kao pristupnik između VoIP mreže i TDM (ISUP) mreže. Generalno, arhitektura EIN mrežnoga rješenja, uključujući SIP i SIP-T protokole, prikazana je na Slici 28.

U skladu s prikazanim rješenjem EIN mrežna arhitektura je izgrađena od nekoliko komponenti:

- Telefonijski poslužitelj (TeS – *Telephony Server*);
- Višeuslužni pristupnik (MSG – *Multiservice Gateway*);
- Ostali pristupni uređaji.

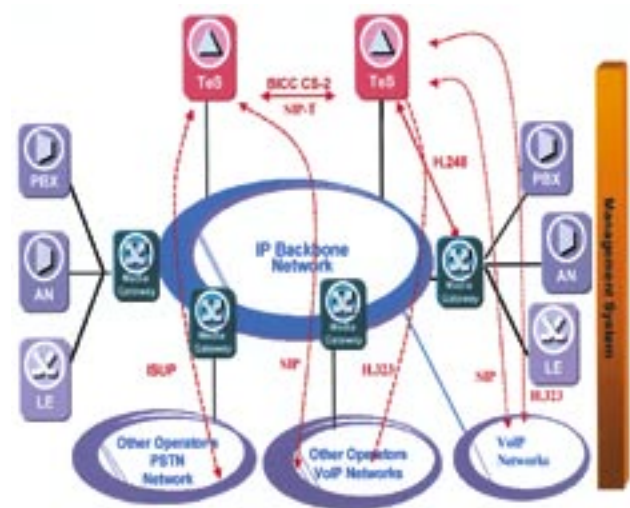
TeS je odgovoran za upravljanje pozivom i kontroliranje resursa poziva implementiranih u MSG-u koristeći H.248 protokol.

S druge strane MSG je zadužen za funkciju komutiranja na fizičkoj razini i za prilagođivanje govornoga prometa iz TDM oblika u paketni.

Temeljna mreža prikazana u središnjem mjestu EIN arhitekture podržava IP prijenos za telefonski promet preko kojeg MSG kao komponenta može uspostaviti poziv.

Lokalna centrala (LE – *Local Exchange*), tranzitna

Slika 29. Arhitektura TeS-a nakon SIP, SIP-T i H.323 implementacije



centrala (TE – *Transit Exchange*), pristupni čvorovi (AN – *Access Nodes*), RSS i ISDN se mogu povezati s MSG-om. Iz toga jasno proizlazi da je EIN mrežno rješenje izvedeno na tranzitnoj i na lokalnoj razini. Pristupni čvor može biti bilo koji čvor prilagođen standardnom V5.2 sučelju ili udaljeni AXE pretplatnički stupanj (RSS) spojen preko vlastitoga sučelja.

Svaki TeS može komunicirati (upravljati) s jednim ili više MSG-a. S druge strane, jedan te isti MSG može kontrolirati samo jedan TeS. Konačno, fizički MSG može biti podijeljen u više logičkih MSG-a, a svakim od njih upravlja vlastiti TeS.

Na Slici 28. je jasno vidljivo da EIN mrežno rješenje obuhvaća i sadržava jednu ili više TeS upravljačkih domena. Ukoliko EIN rješenje podržava više TeS upravljačkih domena komunikacija između različitih TeS-ova se uspostavlja BICC CS2 ili SIP-T signalizacijom.

Kao što je prikazano na Slici 29. TeS sadržava tri temeljne komponente:

- funkcija upravljanja pozivom (CCF – *Call Control Function*);
- logika posredovanja (ML – *Mediation Logic*);
- medijski pristupnik za međupovezivanje (MGW (IC) – *MGW Interconnection*).

CCF kao funkcijski dio implementiran na AXE platformi u EIN3.1 rješenju je zadužen za upravljanje pozivom i telefonskim funkcijama preko novo uvedenih protokola SIP, SIP-T i H.323.

MGW (IC) funkcijski implementiran na AXD 301 platformi je zadužen za komunikaciju između paketne domene i CCF funkcije. Sučelje je nadograđeno u EIN 3.1 rješenju i kao opcija se koristi za prijenos signalizacije preko H.323, SIP i SIP-T prema signalizacijskim terminalima i GARP pločici u CCF funkciji. H.323, SIP i SIP-T se transparentno prenose do GARP-a preko MGW(IC).

Upravo spomenuta uspostava komunikacije EIN mreže i EMM mreže istog ili drugog mrežnog operatora, VoIP mreže ili SIP-T bazirane telefonske mreže

predstavlja temeljni zahtjev za implementaciju SIP i SIP-T protokola u EIN mreži.

EIN 3.1 mrežno rješenje podržava SIP kao signalizacijski protokol koji omogućava komunikaciju između mreža različitih operatora, komunikaciju s EMM mrežama i kao baza za protokol SIP-T.

Sam protokol je baziran na IETF standardnoj specifikaciji RFC 3261, »*SIP: Session Initiation Protocol*«, također poznatij kao verzija 2 sa sljedećim dodacima:

- RFC 3311, »*SIP Update*«;
- RFC 3312, »*Resource Management and SIP*«.

SIP se u EIN mrežnom rješenju konfigurira po ruti na aplikacijskoj razini ovisno o tome koriste li se poruke *Reliable Provisional Responses* ili ne. Za komunikaciju prema EMM mreži definiran je IETF standard RFC 3398, »*ISUP to SIP mapping*«, dok su za komunikaciju sa VoIP mrežom podržani ITU-T standard Q.1912.5 i ANSI standard T1.679.

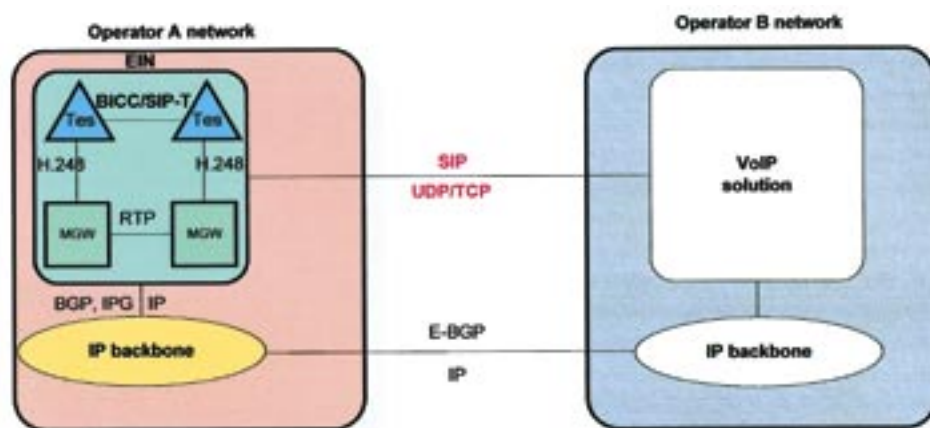
Dvije različite SIP-T izvedbe za komunikaciju s mrežama i opremom drugih operatora su raspoložive i mogu se konfigurirati po ruti, gdje je ruta na SIP razini. Prva izvedba se temelji na ITU-T standardu Q.1912.5, a druga na ANSI standardu.

Enkapsuliranje ISUP protokola u SIP se temelji na ITU-T preporukama Q.1912.5 i na ANSI standardu T.619, »*SIP Interworking Output Baseline Document (8/2003)*«.

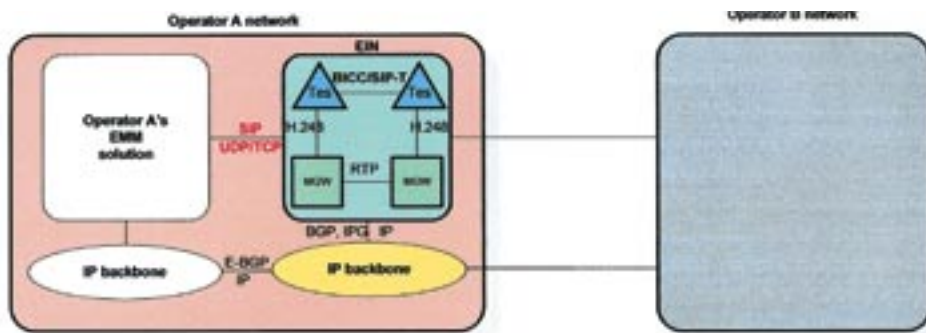
Kako bi se omogućio prijenos ISUP informacije u sljeduju, koji nedostaje u standardnom SIP-T protokolu, podržan je IETF standard RFC 2976, »*SIP INFO Method*«. Konačno, za identifikaciju različitih SIP ISUP verzija, podržan je ISUP pripadajući dio u IETF standardu RFC 3204, »*MIME media types for ISUP and QSIG objects*«.

Kao baza za enkapsuliranu ISUP informaciju, EIN koristi sljedeće ISUP protokole:

- ITU-T 92+
- ANSI 00
- ETSI 300 356.



Slika 30. Arhitektura TeS-a nakon SIP, SIP-T i H.323 implementacije



Slika 31. EIN scenarij za protokol SIP prema EMM-u

6.1. Komunikacija u EIN mreži utemeljena na protokolima SIP i SIP-T

EIN mreža podržava brojne mogućnosti interne i eksterne komunikacije uz korištenje protokola SIP i SIP-T. Slike 30., 31. i 32. prikazuju ovisnost između SIP protokola, SIP-T procedura i IP nositelja.

EIN mreža koja interno koristi BICC protokol ima mogućnost komuniciranja s VoIP mrežom ili EMM mrežom preko protokola SIP, ukoliko je BICC mreža bazirana na temeljnoj IP mreži. Na isti način EIN mreža koja koristi SIP-T protokol interno ima mogućnost komuniciranja s VoIP ili EMM mrežom preko protokola SIP.

Prva mogućnost eksterne SIP-T komunikacije s non-EIN mrežom (*supplier interoperability*) jest EIN mreža koja interno koristi BICC protokol. U tom slučaju obje mreže moraju biti bazirane na temeljnoj IP mreži. Na isti način EIN mreža koja interno koristi SIP-T protokol ima mogućnost komunikacije s non-EIN mrežom preko protokola SIP-T.

Sve vrste poziva u EIN mreži koji koriste eksterni SIP-T protokol i interni ili drugi eksterni SIP-T protokol se tretiraju kao pozivi u kojima se komunikacija obavlja preko ISUP protokola, čak i u slučaju da enkapsulirani ISUP sadržaj na obje strane koristi isti ISUP

protokol, ali pod uvjetom da je ISUP sadržaj konfiguriran po različitim smjerovima. Tada se enkapsulirani ISUP sadržaj de-enkapsulira da bi se obavila potrebna analiza smjera i obradile sve druge funkcije vezane uz tranzitni čvor.

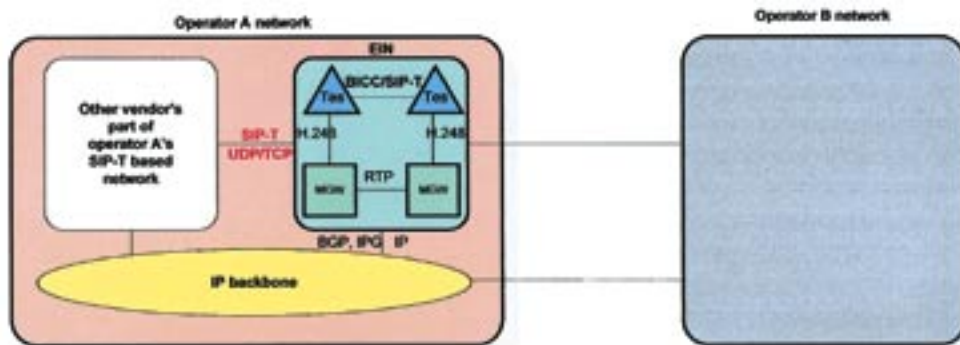
U slučaju da SIP zahtjev ne sadrži enkapsulirani ISUP ili ako postojeći enkapsulirani ISUP nije očekivan, poziv će se tretirati kao neuspješan i bit će popravljen izdavanjem za to predviđenoga alarma.

Isto kao i kod eksternoga SIP-T protokola i ovdje vrijedi da se sve vrste poziva u EIN mreži koji koriste interni SIP-T protokol i eksterni SIP-T protokol tretiraju kao komunikacijski slučajevi u kojima se komunikacija obavlja preko ISUP protokola, čak i u slučaju da enkapsulirani ISUP sadržaj na obje strane koristi isti ISUP protokol, ali pod uvjetom da je ISUP sadržaj konfiguriran po različitim smjerovima.

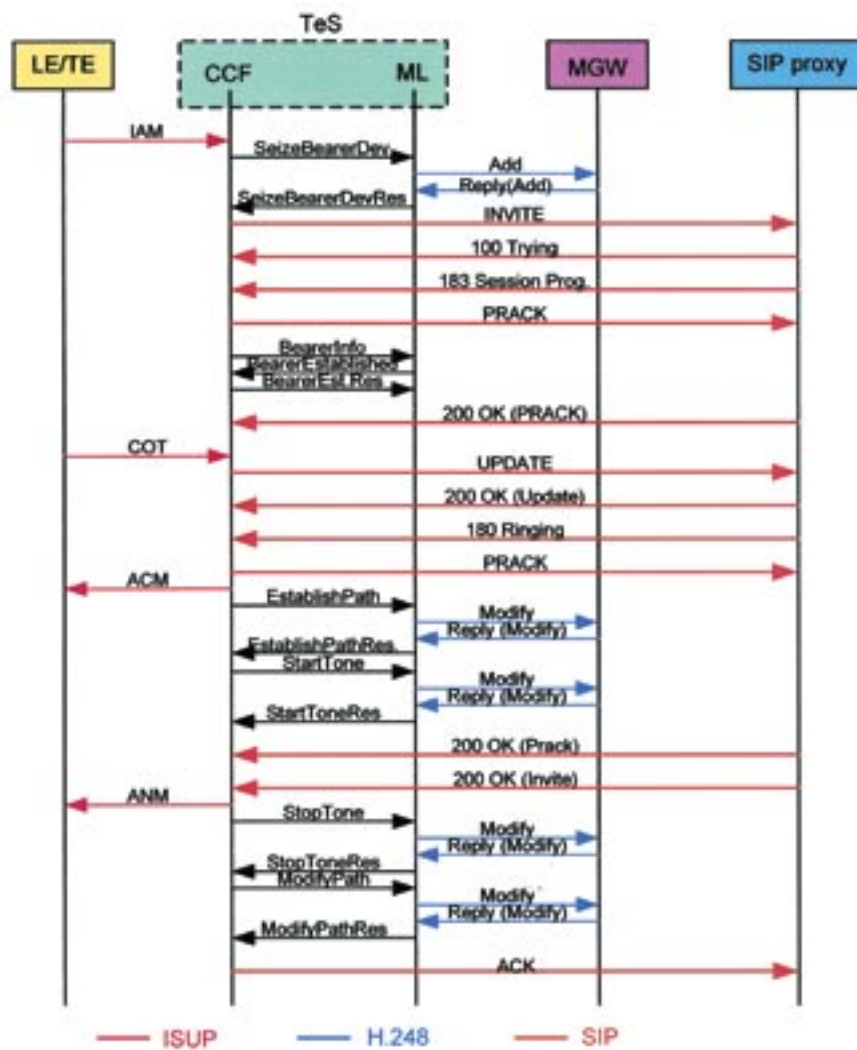
S obzirom na gore navedeno, EIN mrežno rješenje nudi sljedeće vrste komunikacije utemeljene na protokolima SIP, SIP-T, ISUP i BICC:

- BICC – SIP(-T) komunikacija;
- SIP-T komunikacija između dvaju TeS;
- ISUP – SIP(-T) komunikacija;
- SIP(-T) – SIP-T komunikacija;
- SIP(-T) - H.323 komunikacija.

Svaka od navedenih vrsta komunikacije ima svoje specifičnosti s obzirom na način uspostave veze, korištenje ili nekorištenje mehanizama preduvjeta (*pre-*



Slika 32. EIN scenarij za SIP-T protokol



Slika 33. Uspostava ISUP – SIP poziva

conditions) i različitih metoda, kao što su UPDATE za dogovaranje ranog slanja medija (*early media negotiation*) ili INFO za prijenos informacije aplikacijskoga sadržaja kada je sesija već uspostavljena.

Slika 33. prikazuje primjer uspostave poziva kod ISUP – SIP komunikacije u EIN mrežnom rješenju. Prikazani tijek uspostave poziva je prikazan s opcijom korištenja PRACK i UPDATE metode.

PRACK metoda se koristi kao mehanizam pouzdanosti s kraja na kraj (*e2e reliability*) neovisan o tome je li korišten način prijenosa podataka UDP ili TCP. Naime, iako su pouzdani privremeni odgovori (*reliable provisional responses*) prije svega vezani uz UDP prijenos podataka, način prijenosa se može mijenjati kroz mrežu tako da se uporaba PRACK metode konfigurira.

Isto tako, u slučaju da se mehanizmi preduvjeta ne koriste 183 Session Progress odgovor zajedno sa UPDATE metodom neće postojati. UPDATE kao metoda jest uvedena kao dodatna SIP opcija koja se koristi za

mijenjanje i promjenu sesije kada ona još nije potvrđena, niti uspostavljena. Najčešći razlog za korištenje UPDATE metode jest dogovaranje ranog slanja medija. Konačno, korištenje preduvjeta, kao mehanizma pomoću kojega pojedini preduvjeta moraju biti zadovoljeni prije uspostave poziva, zahtjeva obaveznu uporabu UPDATE metode.

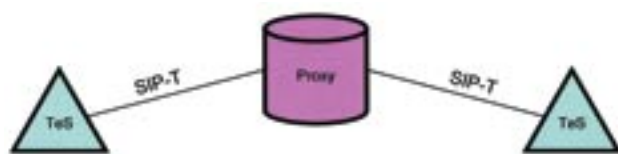
U slučaju kada se UPDATE ne koristi, uspostava poziva prikazana na Slici 33. svodi se na pojednostavljeni IAM-INVITE i ACM-180 slijed.

EIN 3.1 mrežno rješenje ne podržava SIP usmjeravanje. TeS ima ulogu i radi samo kao klijent korisničkog agenta (*User Agent Client*) za odlazne pozive i kao poslužitelj korisničkog agenta (*User Agent Server*) za dolazne pozive. SIP proxy poslužitelji mogu biti dio puta određenoga SIP smjera, ali oni kao takvi nisu dio EIN rješenja.

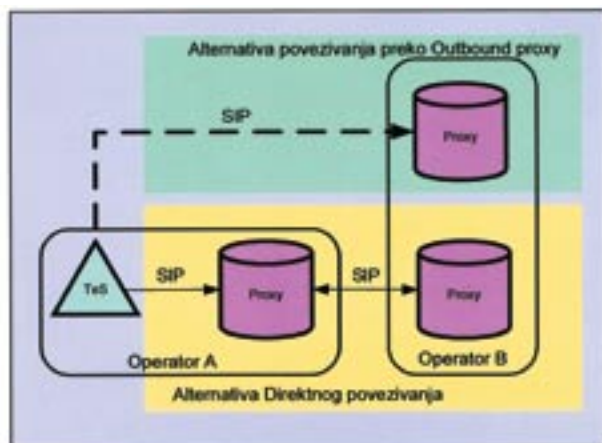
6.2. SIP i SIP-T mrežni scenariji

Kada govorimo o mogućim mrežnim konfiguracijama vezanim uz SIP-T protokol najvažnije mjesto zauzima konfiguracija s *proxy* poslužiteljem. Tamo je TeS konfiguriran za komunikaciju preko SIP *proxy* poslužitelja i u takvoj konfiguraciji odlazni TeS u inicijalnoj INVITE metodi mora navesti SIP URI od određiškog TeS-a i sljedećeg *proxy* poslužitelja. Uz to treba biti navedeno vrši li se prijenos preko protokola UDP ili protokola TCP. Slika 34. prikazuje najjednostavniju varijantu SIP-T mrežne konfiguracije preko *proxy* poslužitelja. Moguće su također i složenije varijante SIP-T mrežnog povezivanja u kojima je TeS spojen na više od jednoga *proxy* poslužitelja i to prvenstveno zbog redundancije, ili one slučajeve u kojima je u poziv uključeno više od jednog *proxy* poslužitelja.

Slika 35. ilustrira mogućnosti u konfiguraciji SIP mrežnih rješenja. Generalno, tu postoje dvije mogućnosti; izravno povezivanje gdje TeS raspolaže izravnom vezom na SIP razini s *outbound proxy* poslužiteljem SIP mreže drugog operatora, dok je druga mogućnost veza preko *outbound proxy* poslužitelja u vlastitoj SIP mreži gdje je TeS skriven iza *outbound proxy* poslužitelja od SIP mreža drugih operatora. Vezano uz ovu drugu mogućnost *outbound proxy* poslužitelj u vlastitoj mreži se koristi za obračunavanje korisničke usluge (*accounting*), distribuciju prometa ovisno o opterećenju i usmjeravanje odlaznih i dolaznih poziva.



Slika 34. SIP-T proxy mrežna konfiguracija



Slika 35. Alternative SIP mrežne konfiguracije

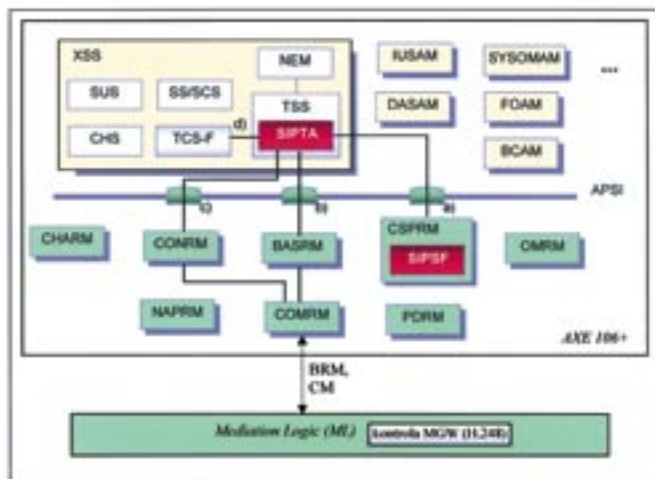
6.3. SIP implementacija

Telefonijski poslužitelj (TeS) hibridna je arhitektura koju čine AXE (CCF) i AXD (ML). Slika 36. prikazuje arhitekturu sustava AXE primijenjenoga u TeS-u, uključujući aplikacijska sučelja i module u sustavu bitne za implementaciju SIP-a. Najvažnija među njima su:

- a) TPHSE, podrška za obradu tekst protokola (SIP, SDP);
- b) VBASE, podrška za tzv. virtualni pristup resursima (IP prospajanje u MGW);
- c) komutacijske funkcije (GSTHSE, CXSE, CSE) u COSS podsustavu;
- d) sučelje logičkog ISUP-a prema podsustavu kontrole prometa (TCS).

AXE sistemski moduli koji su doživjeli promjene zbog uvođenja SIP-a su XSS (TSS, TCS-F), CSPRM i BASRM. TPHSE predstavlja novo funkcijsko sučelje prema RMP sloju, dok je postojeće sučelje VBASE nadograđeno. Također je postojeći BRM protokol na relaciji AXE-ML promijenjen. Potpuno novo uvedeni produkti su SIPTA kompleks i SIPSF kompleks.

Na Slici 36. su prikazani novi produkti implementirani za podršku SIP funkcije u sustavima AXE, poznati kao SIPTA i SIPSF kompleksi.



Slika 36. TeS i arhitektura sustava AXE sa SIP implementacijom

A. SIPTA kompleksi

SIPTA kompleks objedinjava skup funkcijskih blokova unutar TSS podsustava koji obuhvaćaju upravljanje i kontrolu nad funkcijama SIP *User Agent Server* i SIP *User Agent Client* kao što su:

- SIP protokol sesija – kontroliranje procesa slanja i

primanja SIP poruka za odlazne i dolazne pozive;

- pretvorba poruka – mapiranje podataka primljenih od strane TCS-F podsustava kroz postojeće ISDN logičko sučelje i kreiranje SIP poruka, i obratno;

- MGW selekcija;
- upravljanje nositeljem (*bearer control*);
- administrativne funkcije (*O&M*).

Za obradu SIP-T poziva SIPTA kompleks uz već navedene uvodi i dodatne funkcije kao što su:

- deenkapsulacija ISUP MIME tijela poruke;
- analiza deenkapsulirane ISUP poruke;
- enkapsulacija ISUP poruke;
- rješavanje svih proturječnih slučajeva između deenkapsulirane ISUP poruke i podataka u SIP zaglavlju.

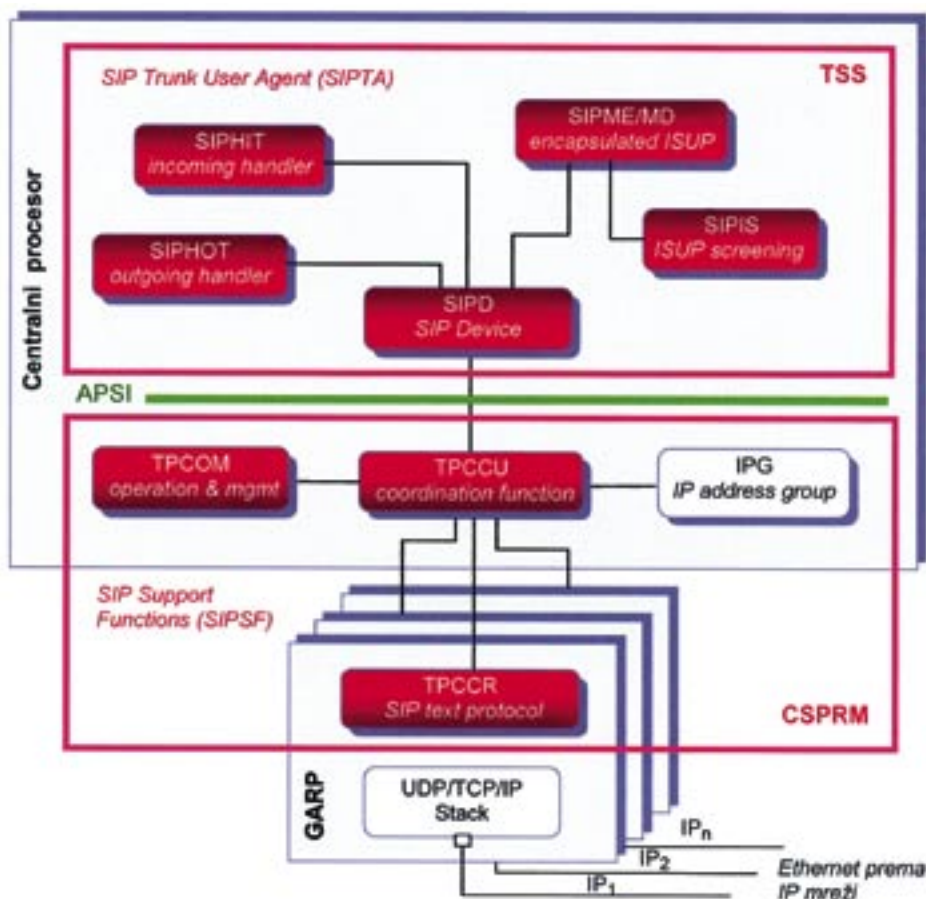
B. SIPSF kompleks

Slika 37. pokazuje da je SIP implementacija u TeS raspodijeljena između agent aplikacije, zadužene za obradu SIP sesije na razini kontrole poziva te dijela u RMP sloju. Glavna zadaća APSI sučelja smještenoga između aplikacijskoga programa (Agent) i logike u RMP je osloboditi aplikaciju od procesno intenzivnih generičkih funkcija kao što su upravljanje transakcijama, sintaksa i enkodiranje, itd.

TPCC funkcijski blok predstavlja centralnu funkciju SIPSF kompleksa u RMP-u i sastoji se od programskih jedinica CP (TPCCU) i RP (TPCCR). Programska jedinica TPCCR učitava se kao EM i izvršava na GARP procesorima, koji tako postaju signalizacijski terminali za SIP.

Jedan od zadataka CP programske jedinice je transparentno prenošenje SIP poruka od SIPTA prema TPCCR dijelu i obratno. Pri tomu se vodi računa o kapacitetu i pravilnoj raspodjeli prometa po pojedinim GARP pločicama, ukoliko su one aktivne i spremne za prihvaćenje odlaznih i/ili dolaznih poziva. Zatim TPCCU, zajedno s blokom TPCOM, kontrolira konfiguraciju lokalnih signalnih terminala, kao i stvaranje topologije vanjske SIP mreže.

Ako se govori o mrežnoj konfiguraciji koju je unaprijed definirao operator, TPCC CP programska jedinica ima zadatak distribuirati parametre mrežne konfiguracije na transportnu razinu i u suradnji sa TPCC RP programskom jedinicom provjeriti je li svaka SIP dolazna poruka prihvatljiva ili ne, s obzirom na konfiguriranu mrežu. CP jedinica je također zadužena za poduzimanje svih potrebnih akcija u slučaju bilo kakvih programskih ili hardverskih grešaka na pojedinom GARP-u.



Slika 37.
Telefonijski poslužitelj (TeS) i arhitektura sustava AXE sa SIP implementacijom

TPCC RP programska jedinica (TPCCR) predstavlja novi RP softver razvijen u C++ jeziku i njegova najvažnija uloga jest obrada SIP poruka u realnom vremenu. Mehanizmi enkodiranja odlazne i dekodiranja dolazne SIP poruke predstavljaju jednu od temeljnih zadaća TPCCR-a.

Proces dekodiranja dolazne SIP poruke u skladu je sa zadanim pravilima dekodiranja, a slijedeći definirane RFC 3261 i RFC 2327 standarde obavlja se u dijelu programa nazvanog *parser*. Njegov zadatak je razumjeti sintaksu dolazne SIP poruke, uključujući SDP i ISUP MIME dijelove. Elementi SIP poruke se obrađuju u skladu sa zadanom sintaksom, gramatički izraženom u ABNF formatu.

Uz spomenuto enkodiranje i dekodiranje SIP poruke TPCC RP programska jedinica je zadužena i za transakcijski sloj protokola, prema RFC 3261 standardu. Nova transakcija se otvara svaki put prilikom slanja ili primanja bilo koje SIP poruke zahtjeva, osim ako ista nije već ranije primljena (što predstavlja slučaj *retransmisije*).

RP programska jedinica je također zadužena za upravljanje automatom stanja za SIP dijaloge definirane prema RFC 3261 standardu (dijalog predstavlja *peer-to-peer* SIP dinamičku relaciju između dva UA).

U EIN 3.1 rješenju ne koriste se DNS upiti prema vanjskim poslužiteljima glede IP adrese za neko ime, nego su imena zajedno s IP adresama statički definirani. Operator, koristeći MML komande, definira IP čvorove kao odredišta/izvorišta prometa kao i rigidnu topologiju SIP mreže metodom pred-konfiguriranih ruta.

Svaka SIP poruka koja je došla sa odredišta koje nije definirano u vlastitoj mreži ili s poznatog izvorišta/odredišta (dakle rutom koja nije definirana), bit će unaprijed odbijena odgovarajućom porukom odgovora. Agent aplikacija u tom slučaju ne bavi se uspostavom sesije već je samo obaviještena o dolasku SIP zahtjeva koji je odbijen iz određenoga razloga.

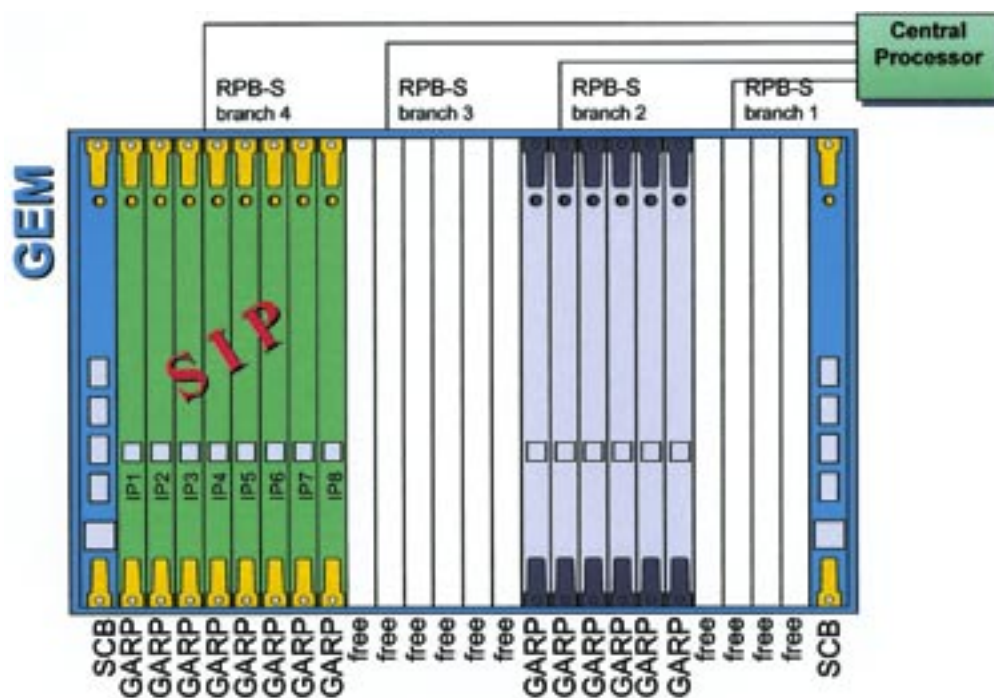
C. Transport SIP poruke

Kao što je već rečeno SIP je u teoriji protokol neovisan o transportu, međutim, praktično se koriste isključivo IP transportni protokoli. SIP može koristiti pouzdani ili nepouzdan način prijenosa, kao što su TCP i SCTP ili UDP protokol.

EIN mrežno rješenje nudi UDP ili TCP način prijenosa dok se SCTP ne koristi, iako bi to bio jedan od najsigurnijih načina prijenosa SIP protokola, pogotovo ako se radi o TeS-u koji operira s velikom količinom SIP ili SIP-T prometa. EIN rješenje ne nudi SCTP opciju prvenstveno zbog toga što mreže drugih operatora ne koriste SCTP kao način prijenosa SIP protokola.

Načini prijenosa u SIP i SIP-T protokolu se mogu konfigurirati, ali opće je pravilo da se UDP način prijenosa koristi u TeS-u koji operira sa malom količinom poziva. Na taj se način s jedne strane omogućava retransmisija SIP poruka na transakcijskoj razini, a s druge strane se sprječava moguće preopterećenje u mreži.

U ovisnosti o parametrima smjera, EIN mrežno rješenje za odlazne SIP poruke koristi UDP pakete veličine do 1300 okteta, a za one čija je veličina preko 1300



Slika 38. GARP procesori u magazinu, shema

okteta koriste se TCP konekcije.

TCP kao opcija prijenosa se u prvom redu koristi zbog problema s fragmentacijom SIP poruka, jer UDP nepouzđano radi u slučaju fragmentacije. TCP je sigurniji način prijenosa SIP poruka jer postoji kontrola postojeće TCP veze otvorene za uspostavu sesije. Najveći problem TCP prijenosa je moguće kašnjenje prilikom uspostave poziva.

D. GEM magazin sa GARP procesorima

GARP-1 regionalni procesor (Slika 39.) koristi se ne samo za SIP nego i H.323 te Sigtran signalizaciju. Ugrađeni *IP Stack* podržava UDP i TCP protokole za SIP i H.323, kao i SCTP za Sigtran. GARP-1 bazira se na procesoru Power PC 750CXE sa integriranim 256 kB L2 međuspremnikom, radnog takta od 550 MHz. RAM memorija može se povećavati sa 128 MB osnovne do 512 MB maksimalno.

Svaki GARP ima na prednjoj strani izveden Ethernet priključak kapaciteta 10 ili 100 MB/s za pristup prema vanjskoj mreži. U sustavima AXE ta sučelja vidljiva su i kontrolirana kao *IP Portovi*. Svaki GARP vidljiv je kao jedan IP Port, i svaki IP Port prema vanjskoj mreži predstavlja jednu IP adresu. Unutar GEM magazina odvija se komunikacija, po potrebi, između pojedinih GARP pločica putem ugrađenoga Etherneta kapaciteta 100 MB/s.

Na Slici 38. prikazana je jedna od mogućih konfiguracija u GEM magazinu, i to varijanta koja podržava 4 grane RPB-S (serijskog RP bus-a) po jednom GEM-u. To je moguće ukoliko se koristi kontrolna pločica SCB-RP tipa ROJ 208 323/3. Isti magazin može istovremeno sadržavati GARP pločice koje koristi H.323 ili recimo Sigtran (na Slici 38. on je u sivoj boji).

Prikazana konfiguracija na Slici 38. može zadovoljiti potrebe za visokim kapacitetom. Naime, jedan GARP-1 može obrađivati 30-50 poziva u SIP sesiju po sekundi. Pošto se kapacitet skalabilno povećava dodavanjem procesora u GEM-u, polje od 8 procesora može podržati 240-400 poziva/sec. Pri tome nema rizika od zagušenja RPB-S, pošto jedna grana ima dovoljnu propusnost za svih 8 GARP-ova.

U vanjskim mrežama, TeS koji je opremljen s više GARP pločica za potrebe SIP signalizacije, bit će predstavljen imenom (FQDN) i pripadajućim IP adresama u DNS sustavu. Koristi se UDP odnosno TCP port broj 5060.

Primjer zapisa u DNS-u:

axe106.sipnet.com

178.10.20.30

178.10.20.32

178.10.20.34

178.10.20.36

UDP, port 5060

TCP, port 5060



Slika 39. GARP-1 pločica

Dakle, nameće se zaključak da što je kapacitet osnovnoga elementa (GARP ili nešto novije) veći, to ih je manje potrebno u GEM-u. Time bi se broj IP adresa smanjio, poželjno na 1-2 IP adrese po poslužitelju. Zbog mogućih hackerskih prijetnji iz vanjske IP mreže poželjno je imati jedan ili dva potpuno operativna GARP-a, ali neobjavljenih IP adresa u vanjskim DNS sustavima. Objavljene IP adrese primit će sav dolazni SIP promet, dok će odlazni promet biti dinamički alociran na GARP pločice neopterećene dolaznim prometom.

7. Pogled u budućnost

Prijenos govora preko Internet protokola (*VoIP*) postao je prihvaćen kao uobičajen način komunikacije. Ta je tehnologija, naime, postala komercijalno prihvaćena. Tome je pridonijelo naglo širenje širokopojsnoga pristupa u domovima (osiguravanjem dovoljno kapaciteta za aplikacije osjetljive na kašnjenje i gubitke, kao što je prijenos govora), puno kvalitetnije implementacije, razvoj IP kućnih centrala u smjeru održavanja VoIP-a za internu komunikaciju i višemedijskih usluga, početak prijenosa govora i preko mreža WLAN i dr. Međutim, presudnu važnost imaju i prve odluke velikih, tradicionalnih operatora da prijeđu na IP temeljenu višeuslužnu mrežu, koja uključuje IP višemedijski podsustav (IMS) utemeljen na protokolu SIP te podršku za nove (SIP/IP) i postojeće (PSTN/ISDN) terminale.

S druge strane, vrlo živa standardizacijska aktivnost usmjerena na dogradnju samoga SIP protokola i njegovu primjenu, svjedoči o tome da SIP postaje nezabavilan protokol u novim, IP temeljenim telekomuni-

kacijskim mrežama. Ne radi se samo o modi ili trenutačnom trendu, već o zbiljskoj promjeni, koja se događa u svijetu telekomunikacija prihvaćanjem Internet tehnologija za prijenos medija, uključujući i govor. Protokol SIP je predvodnik te tihe revolucije, koja će uvesti nove vidove komuniciranja među ljudima i mogućnosti realiziranja i korištenja brojnih novih usluga. Možemo slobodno reći da je postignut konsenzus svih interesnih strana u području telekomunikacija o tome da je SIP glavno sredstvo realizacije višemedijskih komunikacijskih usluga sljedeće generacije.

Glavni koraci prema tranziciji u mreže sljedeće generacije, odnosno, telekomunikacijske mreže utemeljene u potpunosti na IP transportu dogodit će se do kraja ovog desetljeća. Fiksno-mobilna konvergencija bit će ostvarena kroz IMS jezgrenu mrežu i aplikacije. IMS sustavi koji nude nove višemedijske usluge primijenit će se u telekomunikacijskim mrežama. CS mreže migrirane na IP transport, polako će gubiti prednost jer neće nuditi nove napredne usluge, koje će biti moguće jedino primjenom IMS sustava. Istodobno, bit će razvijeni proizvodi za zamjenu CS domene s IMS-om putem simulacije ili emulacije postojećih PSTN/ISDN usluga. To će pokrenuti postupnu zamjenu CS mreža s IMS/PS mrežama. Za vrijeme prijelaznoga perioda kombinacijske usluge će se razviti i primijeniti: koristeći CS domenu za prijenos glasa i PS domenu za druge tipove medija. U sljedećem desetljeću, IMS jezgra će vjerojatno zamijeniti CS jezgru, a višemedijske komunikacijske usluge polako će postati općeprihvaćena realnost, kao što je to danas slučaj s govornom komunikacijom i razmjenjivanjem SMS poruka. Najveći dio komuniciranja tada će se ostvarivati putem protokola SIP.

Popis kratica

3GPP	Third Generation Project Partnership	CONRM	Connection RM
A-BGF	Access Border Gateway Function	DNS	Domain Name System
ABNF	Augmented Backus-Naur Form	ENUM	E.164 Number Mapping
AM	Application Modularity	ETSI	European Telecommunication Standardization Institute
A-MGF	Access Media Gateway Function	FQDN	Fully Qualified Domain Name
APSI	Application Platform Services Interface	GARP	Generic Application Board Processor
ARF	Access Relay Function	GEM	Generic Equipment Magazine
AS	Application Server	HLR	Home Location Register
ASF	Application Server Function	HSS	Home Subscriber Server
BASRM	Bearer Access Services RM	HTTP	Hypertext Transfer Protocol
B2BUA	Back-to-back User Agent	I-BGF	Interconnection Border Gateway Function
BGF	Border Gateway Function	I-CSCF	Interrogating Call Session Control Function
C-BGF	Core Border Gateway Function	IETF	Internet Engineering Task Force
CP	Central Processor	ISUP	ISDN User Part
CPE	Customer Premises Equipment	ITU-T	International Telecommunication Union – Telecommunication sector
CS	Circuit Switched	IMS	IP Multimedia Subsystem
CSCF	Call Session Control Function	IMS-MGW	IMS Media Gateway
CSPRM	Common Signaling Protocols RM	IP	Internet Protocol
COMRM	Communication RM	ISDN	Integrated Services Digital Network
		ISUP	ISDN User Part
		IWF	Interworking Function
		LAN	Local Area Network
		MEGACO	Media Gateway Control
		MGCF	Media Gateway Control Function
		MGF	Media Gateway Function
		MGW	Media Gateway
		MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions
		ML	Mediation Logic
		MMD	Mutimedia Domain
		MML	Man-Machine Language
		MRFC	Multimedia Resource Function Controller
		MRF	Multimedia Resource Function Processor
		MSG	Multi-Service Gateway
		MTP	Message Transfer Part
		NAPT	Network Address and Port Translation
		NASS	Network Attachment Subsystem
		NGN	Next Generation Network
		O&M	Operation and Maintenance
		OMA	Open Mobile Alliance
		OSA	Open Service Access
		P-CSCF	Proxy Call Session Control Function
		PES	PSTN/ISDN Emulation Subsystem
		PS	Packet Switched
		PSTN	Public Switched Telephone Network
		QoS	Quality of Service
		RACS	Resource and Admission Control Subsystem
		RFC	Request for Comment
		RM	Resource Module

R-MGF	Residential Media Gateway Function
RP	Regional Processor
RMP	Resource Module Platform
RPB-S	RP Bus - Serial
RTP	Real-time Transport Protocol
RTSP	Real-Time Streaming Protocol
S-CSCF	Serving Call Session Control Function
SCTP	Stream Control Transmission Protocol
SDP	Session Description Protocol
SGF	Signaling Gateway Function
SGW	Signaling Gateway
SIP	Session Initiation Protocol
SLF	Subscription Locator Function
SMS	Short Message Service
TCP	Transport Control Protocol
TCS-F	Traffic Control Subsystem – Fixed
TeS	Telephony Server
TISPAN	Telecommunications and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networks
TLS	Transport Layer Security
TSS	Trunk and Signaling Subsystem
T-MGF	Trunking Media Gateway Function
TU	Transaction User
UA	User Agent
UAC	User Agent Client
UAS	User Agent Server
UDP	User Datagram Protocol
UE	User Equipment
URI	Uniform Resource Identifier
VoIP	Voice over IP
WLAN	Wireless Local Area Network
XSS	Existing Source System

Literatura

- [1] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, E. Schooler, "SIP: Session Initiation Protocol", RFC 3261, June 2002
- [2] 3GPP TS 23.228: "IP multimedia subsystem; Stage 2 (Release 6)", June 2004.
- [3] Draft standard, "TISPAN NGN Functional Architecture Release1", ETSI, DES/TISPAN-02007-eNGN, February 2005.
- [4] G. Camarillo, "SIP Demystified", McGraw-Hill, 2002.
- [5] J. Rosenberg, "Reliability of Provisional Responses in the Session Initiation Protocol (SIP)", RFC 3262, June 2002
- [6] S. Donovan, "The SIP INFO Method", RFC 2976, October 2000
- [7] J. Rosenberg, "The Session Initiation Protocol (SIP), UPDATE Method", RFC 3311, September 2002
- [8] A. B. Roach, "Session Initiation Protocol (SIP)-Specific Event Notification", RFC 3265, June 2002
- [9] R. Sparks, "The Session Initiation Protocol (SIP) Refer Method", RFC 3515, April 2003
- [10] Alan B. Johnston, "Understanding the Session Initiation Protocol", I, Wiley, Artech House, Inc., Norwood MA, 2001.
- [11] The Ericsson IETF Community Web Site, <http://ietf.ericsson.se> (web page).

ADRESE AUTORA:

Nevenka Biondić

e-mail: nevenka.biondic@ericsson.com
Ericsson Nikola Tesla d.d.
Krapinska 45
p.p. 93
HR-10 002 Zagreb
Hrvatska

Maja Vukušić - Vasiljevski

e-mail: maja.vukusic-vasiljevski@ericsson.com
Ericsson Nikola Tesla d.d.
Krapinska 45
p.p. 93
HR-10 002 Zagreb
Hrvatska

Lukica Medak

e-mail: lukica.medak@ericsson.com
Ericsson Nikola Tesla d.d.
Krapinska 45
p.p. 93
HR-10 002 Zagreb
Hrvatska

Vlatko Bolt

e-mail: vlatko.bolt@ericsson.com
Ericsson Nikola Tesla d.d.
Krapinska 45
p.p. 93
HR-10 002 Zagreb
Hrvatska

Vlado Vrljika

e-mail: vlado.vrljika@ericsson.com
Ericsson Nikola Tesla d.d.
Krapinska 45
p.p. 93
HR-10 002 Zagreb
Hrvatska

Uredništvo je primilo rukopis 4. travnja 2005.