



Željko Popović

Željko Popović

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

Ključne riječi:

Telegrafija
Telegrafska centrala s koordinatnim sklopka
Paketni komutacijski sustav
Asinkroni mod prijenosa, ATM
Višeslužna mreža
Internet protokol, IP

Key words:

Telegraphy
Crossbar exchange
Packet switching system
ATM, Asynchronous Transfer Mode
Multiservice network
IP, Internet Protocol

Od telegrafskih do paketnih komutacijskih sustava

Sažetak

Ericssonovi sustavi proizvode se u Hrvatskoj od 1953. godine kada je tadašnje poduzeće Nikola Tesla s Ericssonom potpisalo prvi licencni ugovor. Kompanija je tijekom godina, a poglavito od 1995. kada postaje članicom Ericssonove grupe te prerasta u Ericsson Nikolu Teslu, bila u samom vrhu tehnološkoga razvoja u području telekomunikacija.

U ovom članku dan je pregled kompanijinoga proizvodnoga programa i razvojnih programa u području sustava i mreža za prijenos negovornih informacija, od telegrafije do vrlo složenih rješenja višeslužnih mreža temeljenih na Internet protokolu.

FROM TELEGRAPHY SWITCHING SYSTEMS TO PACKET SWITCHING

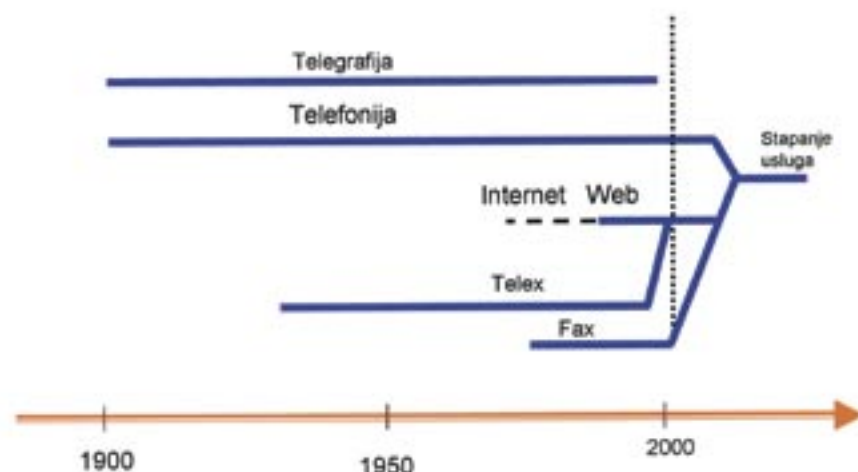
Abstract

Ericsson's systems have been produced in Croatia since 1953 when the former enterprise Nikola Tesla signed the first license agreement with Ericsson. The company has over years successfully adopted top new technologies into its portfolio, which was speeded up after 1995 when it became a member of Ericsson group, i.e., when it grew to be Ericsson Nikola Tesla. The article gives a review of products and solutions, from telex exchanges to very complex solutions of multiservice networks based on Internet protocol, which have been developed and offered by the company since 1953.

1. Uvod

Elektromagnetska teorija i prvi elektromagnetski uređaji razvijeni su u prvoj polovici devetnaestoga stoljeća te su postali temelj za razvoj telekomunikacija. Prva telegrafska poruka glasila je "What hath God wrought?", a poslana je 1844. godine između Washingtona i Baltimora. Od toga događaja prijenos telegrafskih poruka Morseovim kodom postaje raširen način komunikacije porukama.

Prijenos faksimila je praktički star kao i telegrafija, a prvi komercijalni sustav potječe iz 1863. godine na relaciji Pariz-Lion.



Slika 1. Evolucija telekomunikacijskih usluga

Faksimil nije, međutim, bio uspješan sve do 1980. godine, a glavni razlog je bio nedostatak standarda. Mnogi sustavi su i prije toga bili u upotrebi, ali su se uglavnom koristili u malim segmentima industrije i u vladinim institucijama. Međunarodna organizacija ITU razvila je 1980. godine standard nazvan Group 3 Fax, koji je omogućio razvoj jednostavne i jeftinije opreme te nakon toga faks postaje značajan preduvjet automatizacije u poslovnom okruženju. Životni vijek faks usluge bio je svega petnaestak godina, međutim, faks ujedno predstavlja i najbrže rastući segment usluga do danas. Pojavom tehnologije osobnih računala i usluga elektroničke pošte (*e-mail*), faks usluge u vrlo kratkom vremenu gotovo nestaju.

Automatizacija teleks usluga nastaje nakon 2. svjetskoga rata. Kasnih 70-tih godina 20. stoljeća teleks postaje osnovna komunikacijska usluga, međutim, uskoro je doživio istu sudbinu kao i faks. U početku je teleks zamijenjen s faks uslugom, a kasnije s *e-mail* i Web uslugama.

Od svih starijih usluga jedino je telefonija preživjela 90-te godine 20. stoljeća, dok su telegrafске i teleks usluge zamijenjene uslugama prijenosa podataka. U ovom desetljeću telefonija i prijenos podataka će najvjerojatnije konvergirati u jedinstvenu uslugu, što će dovesti do transformacije postojećih mreža u paketni temeljenu mrežu slojevite arhitekture, gdje izbor usluga ne ovisi o mrežnoj arhitekturi (Slika 1).

2. Telegrafski sustavi

Može se, bez dvojbe, reći da je za Ericsson Nikolu Teslu godina 1953. povijesna. Te je godine, naime, poduzeće Nikola Tesla, preteča današnjega Ericssona Nikole Tesle, uspostavilo poslovno tehničku suradnju s Ericssonom u proizvodnji, u ono vrijeme, najmodernijih sustava telefonskih i telegrafskih centrala s koor-

dinantnim sklopkama (*crossbar* sustavi), Slika 2. Za segment telegrafije, značajna je 1960. godina kada je počela proizvodnja međumjesnih telegrafskih centrala tipa ARM 20, a kasnije ARM 50 i ARB.

Nesumnjivo je da su važnu ulogu u razvoju poduzeća Nikola Tesla imali planovi razvoja telekomunikacijskih mreža SFRJ, koji su se realizirali u razdoblju od 1960. do 1975. godine. Taj period jednako je značajan za PTT organizacije i Nikolu Teslu jer je tada izvršen kvantitativni i kvalitativni skok u razvoju telekomunikacijskih mreža. Prve automatske telegrafске centrale montirane su i puštene u promet u 23 grada već u 1967. godini. Treba, zatim, spomenuti i 1971. godinu, kada je u Moskvi isporučena jedna od najvećih telegrafskih centrala u svijetu.

Prijelomnom godinom u povijesti kompanije, svakako se može smatrati 1977. godina. Tada je započelo usvajanje (projektiranje, proizvodnja i montaža) najnovije generacije komutacija - digitalnih SPC sustava AXE 10, AXB i ASB (MD 110) i sustava za centralizirani nadzor, održavanje i upravljanje mrežom AOM. Zagreb je bio prvi grad u Jugoslaviji koji je već 1981. godine instalirao prvu elektroničku telegrafsku centralu AXB 20.



Slika 2. Predinstalacija telegrafске centrale tipa *crossbar*

2.1. Telegrafске centrale s koordinatnim sklopkama

Automatske telegrafске centrale (ATgC) koristile su se u mrežama kao nacionalne i međunarodne centrale za obavljanje odgovarajućega prometa. To su bile posebne centrale namijenjene za jedan ili drugi promet, svaka sa svojim specifičnim karakteristikama.

Nacionalne ATgC centrale se dijele prema prometnim razinama na kojima obavljaju komutiranje na:

- krajnje,
- čvorne i
- tranzitne centrale.

2.1.1 Krajnje centrale (KATgC)

Krajnje centrale se koriste u najnižim prometnim razinama. Telegrafskim kanalima se povezuju na centrale u višim razinama, obično na čvornu, ali i neposredno na tranzitnu centralu (Slika 3.).

Glavna im je funkcija da povezuju pretplatnike i da im omoguće preusmjerenje veze do višega komutacijskog čvora.

Broj pretplatnika koji se na njih priključuje veći je u nekom odnosu od broja spojnih vodova (telegrafskih kanala) kojim se KATgC centrale povezuju na svoju centralu u višoj razini. Obavlja se dakle koncentracija prometa, pa se zbog toga ova centrala može nazvati koncentratorom.

Odnos koncentracije je različit, a on ovisi o intenzitetu prometa. Obično se uzima odnos 4:1 (na primjer 400 pretplatnika naprema 100 spojnih vodova).

Osim ove uloge, KATgC centrala se koristila za lokalni promet između pretplatnika koji su na nju bili priključeni.

2.1.2 Čvorne centrale (ČATgC)

Čvorne centrale su se postavljale na području prometa većega intenziteta, čime se formirala viša prometna razina.

Neposredno uz čvornu centralu obavezno se postavljaju i krajnje centrale radi priključivanja pretplatnika u tom mjestu i bližoj okolini.

ČATgC centrala ima sljedeće funkcije:

- propuštanje lokalnoga prometa u domeni vlastite krajnje centrale,
- propuštanje prometa između različitih krajnjih centrala,
- usmjeravanje prometa prema najvišoj prometnoj razini tranzitnih centrala (TATgC).

2.1.3 Tranzitne centrale (TATgC)

Tranzitne centrale prvenstveno se koriste kao komutacijski čvorovi za promet između centrala. Na TATgC centrale se povezuju krajnje i čvorne centrale koje pripadaju tim tranzitnim područjima. Također, TATgC centrale se povezuju i s drugim tranzitnim centralama, kao i s onim međunarodnim.

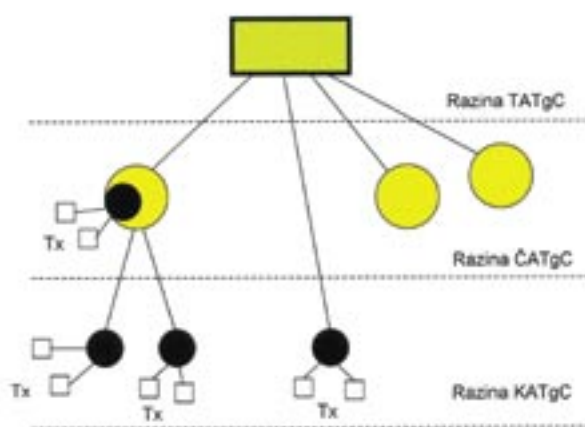
2.2. Telegrafске centrale s koordinatnim sklopkama ARB-10

Prema ugovoru o poslovno-tehničkoj suradnji između Ericssona i poduzeća Nikola Tesla usvojen je sustav ARB-10, koji se proizvodio pod nazivom ACT-K 60.

Postoje dva tipa ove centrale, i to:

- **ARB-101** (ACT-K 60/A), namijenjena za korištenje kao krajnja centrala (koncentrator) s kapacitetom od 20 priključaka i 10 spojnih vodova;
- **ARB-111** (ACT-K 60 /B), krajnja centrala, kapaciteta od 40 do 400 priključaka, s mogućim proširenjem u grupama po 40.

Slika 3. Arhitektura telegrafске mreže



Slika 4. Automatska telegrafска tranzitna centrala ARM 20 (1989.)



Ove ARB centrale priključuju se čvornoj ili tranzitnoj centrali sustava ARM 50 ili ARM 20 (MMC-K 59 ili MMC-K 57), Slika 4., koje povezuju pretplatnike priključene na istu krajnju centralu (lokalni promet) ili pretplatnike priključene na različite ARB centrale.

U čvornim i tranzitnim komutacijskim centrima, ARB centrala se fizički postavlja neposredno uz ARM.

Sredinom 60-tih godina 20. stoljeća na području bivše Jugoslavije uspostavljena je javna telegrafska mreža za automatski promet, kada su instalirane elektromehaničke automatske centrale (*crossbar sustavi*) na tranzitnoj razini u Zagrebu, Beogradu, Ljubljani i Skopju (Slika 5.). Nakon toga je slijedila postupna modernizacija javne telegrafske mreže zamjenom koračnih centrala TW39 s ARB 111 na razini krajnjih centrala.

Četvrtu prometnu razinu koja je služila za obavljanje međunarodnog prometa predstavljala je razina međunarodnih centrala.

U tadašnjoj telegrafskoj mreži na ovim prostorima koristila su se dva sustava centrala, i to kao krajnje centrale:

- sustav »korak po korak«, tipa TW 39 i
- sustav *crossbar*, tipa ARB 111,
- a kao čvorne, tranzitne i međunarodne centrale:
- *crossbar* – sustav, tipa ARM 50, ARM 201/2, ARM 201/4.

Prema Generalnom planu telegrafske mreže Jugoslavije iz 1965. godine krajnje centrale tipa TW 39 (ko-

račne) su postupno zamijenjene s ARB 111. Daljnji razvoj telegrafske mreže odnosio se na smanjivanje broja komutacijskih centrala i uvođenje novih elektronskih centrala univerzalnih karakteristika.

Razvoj telegrafske mreže pratio je napredak tehnologije i elektronike u ovom segmentu i razvoj telegrafskih mreža u drugim zemljama.

Nakon toga, telegrafska mreža se razdvajala u više posebnih mreža, kao što su mreža za pretplatnički promet (TELEX), mreža za javni telegrafski promet (JATES i GENTEX) i mreža za prijenos podataka, koja se sve više razvijala sredinom 80-tih godina s obzirom na široku primjenu računalne tehnike.

2.3. Elektronički komutacijski sustavi za teleks

Tvornica Nikola Tesla je 1978. godine usvojila proizvodnju sustava AXE 10 i AXB 20 koji tehnološki i konceptijski čine jedinstvenu porodicu.

Sustav AXB 20 (Slika 6.) je optimiziran za velike komutacijske centre u javnim mrežama za teleks i asinkrone podatke. Korištenjem principa integracije komutacije i prijenosa, tj. upotrebom multipleksora i koncentratora na lokalnim razinama mreže, postignute su znatne uštede pri planiranju novih i modernizaciji postojećih mreža. Integracija komutacije i prijenosa je moderna tendencija koja će, bez sumnje, postupno



Slika 5. Topologija telegrafske mreže sredinom 60-tih godina



Slika 6. Komutacijski centar za teleks i promet podataka (AXB 20)

prevladati radi svojih neospornih prednosti u javnim mrežama.

Koncepcija centrale AXB 20 omogućuje integraciju postupaka komutacije i prijenosa. Time se stvaraju potrebni uvjeti za primjenu novih metoda izgradnje telegrafске mreže. Iz te primjene proizlaze tehnička i eksploatacijska poboljšanja, uz povećanu ekonomičnost.

Prvi sustav AXB 20 pušten je u rad u Zagrebu 1981. godine i time započinje značajna modernizacija telegrafске mreže.

U drugoj fazi izgradnje centrale AXB 20 u Zagrebu, koja je uslijedila u 1982. godini, instalirani su multipleksori na području telegrafskih centrala Zagreb, Sisak, Kutina i Zabok. Značajna je činjenica da je sustav AXB 20, kao i multipleksori, u određenom razdoblju funkcionirao u mreži zajedno s postojećim komutacijskim i prijenosnim sustavima.

AXB 20 je centrala srednjega do velikoga kapaciteta, sposobna za upravljanje vrlo velikim teleks i podatkovnim prometom. Namijenjena je za upotrebu kao kombinirani vezni i tranzitni komutacijski centar, za nacionalni, međunarodni i interkontinentalni promet.

2.3.1 Procesorski upravljana komutacija za telegrafiju i asinkroni prijenos podataka – ACT-E

Razvojni planovi Tvornice telekomunikacijskih uređaja Nikola Tesla su čitav niz godina bili usmjereni na samostalan razvoj, proizvodnju i projektiranje komutacijskih centara za teleks i promet podataka. To je urodilo višestrukim plodovima:

- stvorena je jaka kadrovska, organizacijska i tehnološka baza za razvojne poslove,
- razvijeno je nekoliko sustava (na bazi koordinatne tehnologije), koji su se vrlo dobro plasirali na tržištu,
- stečeno je veliko iskustvo u rješavanju problema

mreža telegrafskoga tipa,

- prikupljene su informacije o sadašnjim i budućim potrebama korisnika telegrafskih mreža.

Uočena je tendencija primjene nove SPC tehnologije, pa je postalo očito da se perspektivan razvoj mora usmjeriti u tom pravcu.

Ipak, pokazalo se da postoje i takve primjene kod kojih se zahtijeva na autonomnim centrima na svim prometnim razinama nadzor tarifiranja, lokalnoga prometa, poprečnih veza i sl. Želja da se zadovolje takvi zahtjevi, a da pri tome komutacija bude ekonomična i pri malim kapacitetima, dovela je do razvoja sustava ACT-E.

U razvoju sustava ACT-E primijenjena je ista tehnologija kao i kod sustava AXE i AXB (mehanička konstrukcija, modularnost kapaciteta i funkcija, napajanje, dokumentacija, programska pomagala za programiranje i testiranje i sl.), tako da se sustav ACT-E svrstao u zajedničku porodicu sustava AX.

Sustav ACTE je procesorski upravljana komutacija za telegrafiju i asinkroni prijenos podataka razvijena u poduzeću Nikola Tesla. Sustav ACTE je namijenjen javnim i funkcionalnim mrežama. Komutacije ACTE mogu raditi na razini koncentratora, krajnje, čvorne i tranzitne centrale. Maksimalni broj priključnih točaka ovisi o brzini rada, tj. on se proporcionalno smanjuje kada je brzina rada veća. Tako je, npr., za rad s 50 Bd maksimalni broj priključnih točaka 3840, dok za 200 Bd iznosi 960. Kapacitet prospajanja je 5-10 poziva u sekundi.

U komutaciji, s vremenskom raspodjelom kanala, primjenjuje se metoda dekodiranja znaka koja donosi regeneraciju znakova. Osnovu upravljačkoga sustava čini "bit-slice" procesor APNBA 163. U razvoju softverskih funkcija korišten je programski jezik PL 163 i programski sustav APS 163 koji sadrži kompajler, linker i simulator.

Sustav ACT-E podržava sljedeće standardne signalizacije:

- tip B prema CCITT preporuci U1 za dekadsko i telegrafsko biranje,
- X.20 i X.70 (CCITT) za asinkroni prijenos podataka.

Pored toga, sustav ACTE, osigurava čitav niz standardnih i posebnih usluga, kao što su kategorije sudionika, grupni priključci, skraćeno biranje, poziv bez biranja, višeadresni pozivi, zatvorene grupe korisnika, alternativni smjerovi, konverzija koda i brzine, cirkularne veze, tarifiranje na bazi zapisa, statistika, itd.

Sustav ACTE odlikuje se visokom raspoloživošću koja je postignuta udvajanjem svih vitalnih dijelova sustava u paralelno-sinkronom modu i ugradnjom niza hardverskih i softverskih funkcija koje to osiguravaju. Za razliku od nekih drugih sustava, tijekom razvoja pažnja nije bila usmjerena samo na obradu poziva, već je jednaka pažnja bila dana i funkcijama nadzora, održavanja i upravljanja. Te funkcije su razvijene tako da učine efikasnom ne samo fazu eksploatacije već da to isto omoguće i u fazama funkcijskoga testiranja, predinstalacijskoga testiranja i kontroliranog uvođenja u mrežu.

3. Paketni komutacijski sustavi ERIPAX

Sustavi s komutacijom paketa nalaze svoje puno ekonomsko opravdanje u mrežama koje se prostiru preko velikih teritorija (dugačke veze) i u kojima je promet toliko jak da prednosti nacionalnoga korištenja raspoloživih prijenosnih kapaciteta, što ih donosi komutacija paketa, postaju zamjetljive.

Ulaz paketa u javnu podatkovnu mrežu reguliran je posebnom preporukom X.25 koja precizira odnose na međuspoju uređaja DTE i DCE kada DTE radi u tzv. »paketnom modu«.

Kao posljedica naglog razvoja računalne tehnologije i sve veće primjene osobnih računala i radnih stanica pojavile su se nove komunikacijske arhitekture koje postavljaju sve veće zahtjeve na rasprostranjene mreže u pogledu kapaciteta, brzine i raspoloživosti.

Postojeće mrežne tehnologije nisu u većini slučajeva mogle udovoljiti novim zahtjevima pa se pristupilo planiranju i izgradnji modernih mreža za prijenos podataka koje objedinjuju komutaciju paketa i prijenos okvira.

Komutacija paketa je još uvijek najekonomičnije rješenje u izgradnji rasprostranjenih mreža manjih ili većih poslovnih sustava koji imaju distribuiranu djelatnost kao što su banke, osiguravajuća društva, turističke organizacije i sl. U ovim primjenama gdje se ne zahtijevaju mali odziv i mala kašnjenja kroz mrežu, a

raspoloživi prijenosni sustav je još uvijek slabije kvalitete, primjena X.25 protokola je idealno rješenje jer omogućuje kontrolu toka na svim dionicama kroz mrežu. Komutacija paketa brzinama od 2 Mbit/s omogućuje efikasno korištenje kapaciteta prijenosnih veza i nudi dovoljnu propusnost u većini slučajeva.

ERIPAX je sustav za paketni prijenos informacija, koji je usvojen 1984. godine, upravo u vrijeme kada je planirana izgradnja javne mreže za prijenos podataka nazvane JUPAK.

Puštena u rad neposredno prije Univerzijade '87 u Zagrebu, javna mreža za paketni prijenos podataka CROPAK povezala je sve veće TT centre u Hrvatskoj. Zasnovan na X.25 protokolu, koji je zaživio u Europi, najviše uvjetovan zastarjelom telefonskom mrežom koja je izazivala mnogostruke smetnje u prijenosu podataka, CROPAK je omogućio povezivanje tadašnje organizacijske strukture hrvatskoga gospodarstva u jedinstvenu cjelinu.

Obitelj Eripax sustava sadrži paketne komutacije i pristupne jedinice visokih performansi, optimizirane za X.25 i prijenos okvira.

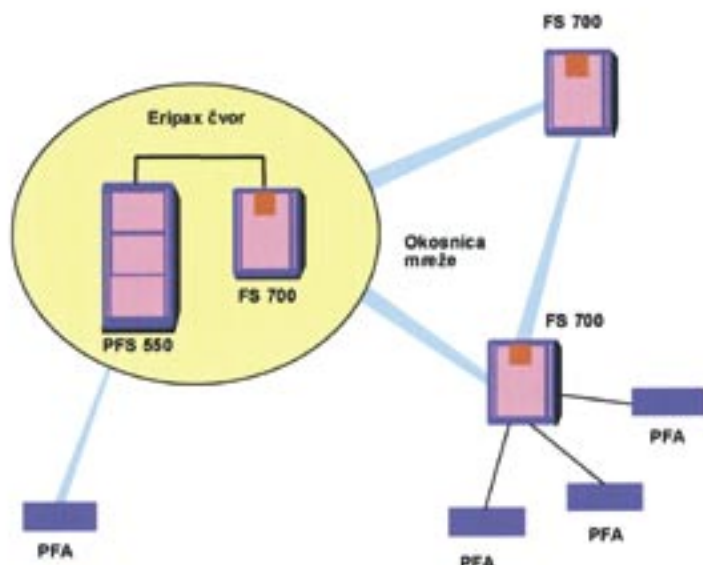
Paketna komutacija FS 700 visokih performansi, u kojoj su potpuno integrirani komutacija paketa i prijenos okvira, namijenjena je za izgradnju javnih i velikih privatnih mreža za prijenos podataka. Osim toga, sustav nudi i ATM sučelja, osiguravajući migraciju k brzim ATM mrežama.

FS 700 je optimiziran za prijenos okvira i X.25 pa se koristi za izgradnju temeljne mreže (*backbone*) za prijenos podataka. Kako bi se korisnicima omogućilo priključivanje ostalih protokola, čvorovi mreže se mogu proširiti s komutacijama PFS 550 ili paketnim pristupnim komutacijama malog kapaciteta iz obitelji Eripax PFA (Slika 7.).

Pristupne komutacije Eripax PFA su naročito pogodne za koncentraciju prometa u privatnim mrežama koje karakterizira izrazita distribuiranost poslovnica i gdje postoje veliki zahtjevi za komunikacijom podacima.

Snažnu temeljnu mrežu čine komutacijska čvorišta bazirana na paketnim komutacijama Eripax FS 700 i PFS 550 (Slika 8.) locirana u većim gradovima. Određeni broj koncentratora se na udaljenim lokacijama priključuje na komutacijske čvorove radi prihvata manje skupine korisnika. Koncentratori su manja čvorišta bazirana na višeprotokolskoj komutaciji PFS 550 ili pristupnim komutacijama PFA 030/130/230. Spojni vodovi koji međusobno povezuju komutacijske čvorove te koji povezuju čvorove i koncentratore rade brzinom od 2 Mbit/s, koristeći protokole X.25 ili prijenos okvira (FR - *Frame Relay*), ovisno o kvaliteti prijenosnoga sustava.

Eripax mreža je potpuno distribuirani mrežni sustav. To znači da je svaka komutacija zasebna jedinica



Slika 7. Eripax paketne komutacije



Slika 8. ERIPAX komutacija - PFS 550

koja je sposobna za obavljanje svih instaliranih funkcija bez podrške ostalih komutacija ili vanjskih računalnih sustava. Sva programska oprema i konfiguracijski podaci potrebni za upravljanje prometom pohranjeni su u komutaciji. Glavna prednost toga pristupa je povećanje raspoloživosti komunikacijskih usluga jer upravljanje prometom ne ovisi o jednoj komutaciji. Sljedeća velika prednost distribuirane izvedbe je što se u svakom čvoru konfiguracijski podaci mogu ažurirati s minimalnom ovisnosti o ostalim komutacijama. Uglavnom, sve se promjene u čvoru mogu obaviti bez prekida prometa.

Fleksibilnost Eripax sustava omogućuje široko područje primjene u izgradnji mreža za prijenos podataka, zadovoljavajući različite zahtjeve koji se odnose na kapacitet, funkcionalnost i raspoloživost.

4. ATM komutacijski sustavi

Mreže za prijenos podataka obuhvaćaju široko područje i veliki broj različitih tipova mreža. Sa sve većom rasprostranjenošću lokalnih mreža, javila se potreba za povezivanjem lokalnih mreža u mreže za metropolitanska područja (MAN) i široka područja (WAN). Za te potrebe razvijene su tehnologije poput ATM-a koji najčešće nudi brzine prijenosa 155 Mbit/s i 622 Mbit/s, ali i veće i manje (2 Mbit/s, 34 Mbit/s, 2.5 Gbit/s), te prijenos okvira, koji omogućava povezivanje mreža za prijenos podataka brzinama do 64 kbit/s do 2 Mbit/s i na taj način popunjava ponudu u slučajevima u kojima bi prijenosni kapacitet ATM-a bio prevelik i ostao neiskorišten. ATM je tehnologija koju odlikuju fleksibilnost, skalabilnost, otpornost i podr-

ška za različite vrste i razrede usluga, koje mogu biti objedinjene unutar iste prijenosne ATM mreže, na taj način bitno smanjujući troškove upravljanja i održavanja mreže. Fleksibilnost i sveobuhvatnost ATM-a također omogućuju zadržavanje postojeće mrežne opreme gdje to potrebe za kapacitetom dozvoljavaju, štiteći prijašnje investicije. Još jedan bitan argument u prilog ATM-u je činjenica da je riječ o standardu koji se razvija u okviru ATM Forum-a i ITU-T organizacije. U procesu standardizacije sudjeluju svi važniji proizvođači osiguravajući na taj način da svi ATM uređaji iste namjene, bez obzira na proizvođača, budu međusobno usklađeni. Korisnici zbog toga ne moraju ostati vezani uz jednoga proizvođača i kod dogradnji ili proširenja mogu izabrati najpovoljnije rješenje. Zbog svega toga, Ericsson je prihvatio ATM tehnologiju kao temelj za razvoj strategije višeslužnih komunikacijskih mreža.

ATM mora obaviti dvije osobito važne zadaće. Prvo: okupljati i prenositi promet iz postojećih mreža (X.25/Frame Relay, PSTN/ISDN, GSM itd.) i drugo, još važnije: dozvoliti strahovit porast intranet/Internet prometa, kao i IP usluga u realnom vremenu. Sve će važnije biti osigurati pouzdanost i raspoloživost kakve karakteriziraju telekomunikacijske mreže, spajajući ih s tipičnim karakteristikama mreža za prijenos podataka (dobro rukovanje usnopljenim prometom, niska cijena, mehanizmi za odbacivanje prekomjernog prometa). Osim toga, trendovi na tržištu širokopojsnih usluga se brzo mijenjaju i predviđanja se nerijetko ne ispunjavaju, zbog čega rješenja moraju biti fleksibilna i univerzalna, nudeći podršku za uvođenje novih usluga potpuno različitih tipova i prometnih zahtjeva od onih za koje su uređaji prvotno planirani. ATM se može pri-



Slika 9. AXD 301 – višeuslužna komutacija visokih performansi

lagoditi većini tih promjena kroz podršku za mnoge tipove prometa. Osim toga, kao ponuđači usluga javlja ju se tvrtke s različitim ciljnim korisnicima, različitom ponudom usluga, ali i različitim količinama i tipovima naslijeđene opreme koju treba zadržati i omogućiti njenu punu funkcionalnost u novim uvjetima. Ericsson je razvio ATM komutaciju AXD 301 visokih performansi (do 160 Gb), koja je zamišljena s ciljem da ponudi povoljno rješenje svih ključnih pitanja izgradnje mreža koja se mogu predvidjeti (Slika 9.).

4.1. Nove tehnologije i nove mreže

Telekomunikacijska industrija se značajno mijenja i razvija u infokom industriju, a širenje i raspoloživost informacijskih usluga na sve segmente modernog i organiziranog društva promijenit će način života i rada. Scenarij razvoja mreža kombinira i integrira različite tehnologije, usluge i aplikacije. Mreže za prijenos podataka rastu znatno brže nego telekomunikacijske mreže. U osnovi, buduće mreže će biti širokopolasne višeuslužne mreže, s težištem na prijenos podataka.

Prometne karakteristike govora i podataka nisu više i neće biti toliko različite. Danas smo svjedoci novih razvoja u prijenosu govora i ostalih komunikacija u realnom vremenu preko paketnih mreža. Internet protokol (IP- *Internet Protocol*) postaje jedina komunikacijska tehnologija za sve oblike prometa i veoma brzo će zauzeti veći dio komunikacijskoga tržišta, a u nekim slučajevima će potpuno zamijeniti tradicionalna rješenja (IP telefonija). Snažan tehnološki napredak smanjuje troškove komuniciranja, ali i nudi nove i bolje načine komuniciranja osiguravajući usluge koje su interaktivne, produktivnije i ugodnije.

Jedno je sigurno, arhitektura postojeće telekomu-

nikacijske mreže se značajno mijenja i nikad neće biti onakva kakva je bila.

Sve ove promjene su jako brze, a najbolji je primjer “eksplozija” Interneta.

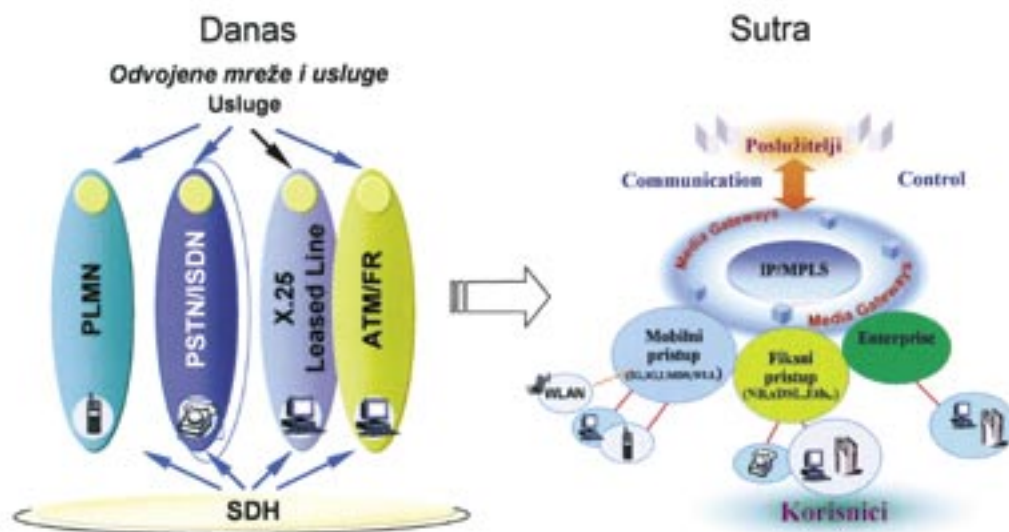
Tržište mreža za prijenos podataka i IP usluga je jako veliko i Ericssonova strategija je usmjerena na stjecanje pozicije vodećega globalnoga ponuđača rješenja i usluga na tom tržištu.

Danas su domene telefonije i podatkovnih usluga i dalje uglavnom odvojene. Brza konvergencija između telekomunikacijskih i podatkovnih usluga će voditi k stapanju tih zasebnih mreža izgrađenih za određenu namjenu u IP-temeljenu višeuslužnu mrežu, ili mreže sljedeće generacije, mreže koje mogu osigurati pouzdane komunikacije u stvarnom vremenu. To stapanje mreža otvara neka temeljna pitanja o karakteristikama mreža i premošćivanju pripadajuće vrijednosti pouzdane tehnologije komutacije kanala tehnologijom komutacije paketa koja je više “*best-effort*” orijentirana.

Kvaliteta usluga (QoS- *Quality of Service*) klasične telefonije koja je do sada bila bez premca mora sada migrirati na horizontalno-orijentirane mreže sljedeće generacije koje mogu podržavati mnoge usluge utemeljene na IP protokolu.

Veliki porast podatkovnoga prometa dovodi do “uskoga grla” u uskopojasnim mrežama – bez obzira na to radi li se o fiksnim, bežičnim mrežama ili kombinaciji tih dviju vrsta mreža. Prednosti višeuslužnih mreža su:

- Poslužitelji sadržaja i aplikacije – smješteni su izvan same mreže, npr., kao poslužitelji na Internetu;
- Sloj usluga i upravljanja – ovdje se inteligencija za sve od upravljanja pozivom do signalizacije nalazi u mreži;
- Prijenosna mreža – optimizirana za prenošenje i



Slika 10. Evolucija arhitekture mreža

komutiranje velike količine podataka;

- Sloj dostupa – različiti pristupni mediji kao što su bakreni vodovi, LMDS i mobilni sustavi.

Jedna velika prednost višeslužnih mreža također je da ona omogućava pružanje usluga koje se obrađuju neovisno. Usluge može lako pružati davatelj usluga koji je povezan na rubove javne prijenosne mreže, umjesto da bude sastavni dio te mreže. Sva komunikacija između poslužitelja i prijenosnog sloja se temelji na otvorenim, standardiziranim protokolima.

Danas se telefonski i podatkovni promet prenosi preko jedne prijenosne mreže. Telefonski promet danas generira daleko veći prihod nego podatkovni promet. Međutim, ma koliki bio promet, podatkovni promet se povećava, a telefonski promet postaje manji dio ukupnoga prometa.

Zbog porasta podatkovnoga prometa povećava se i interes za izgradnju višeslužne mreže. To u načelu znači da je prirodno uvoditi tehnologiju komutacije paketa i u postojeće telefonske mreže da bi se smanjili troškovi rada. To naravno treba učiniti uz potpuno izbjegavanje diskontinuiteta u komunikaciji, dakle, bez prekida rada i bez utjecaja na kvalitetu usluga ili prihod.

Za telefonske usluge to je očito izbor između ATM ili IP prijenosne mreže kao mreže temeljene na komutaciji paketa. ATM mreža danas nudi bolji izbor od IP mreže, ako uzmemo u obzir da je ATM bio od samoga početka namijenjen za telefoniju.

Mnogi operatori danas odabiru ATM kao zajedničku prijenosnu mrežu, budući da je ATM, kao što je već rečeno, zrelija tehnologija koja osigurava traženu kvalitetu usluga, omogućava upravljanje dostupnim frekvencijskim pojasom (npr., za međusobno povezivanje lokalnih mreža LAN), itd. Višeslužne mreže izgrade-

ne na ATM tehnologiji operatori grade za budućnost, a istodobno smanjuju troškove rada za usluge koje pružaju danas. I na kraju, ali ne manje važno, treba naglasiti da rješenje koje se temelji na ATM tehnologiji osigurava istu kvalitetu usluga kao i kod postojećih mreža koje se temelje na komutaciji kanala.

Ipak, IP mreža je logičniji izbor s gledišta prijenosa podataka i multimedijских usluga. Zato je važno da se kao dugoročni cilj sačuvaju ulaganja u ATM mrežu, ako će telefonske usluge migrirati iz ATM u IP, kad se poveća obujam i prihod od podatkovnog prometa i multimedijских usluga.

Današnje IP mreže se uglavnom koriste za usluge orijentirane na podatkovni promet, ali se provodi standardizacija novih arhitektura (Slika 10.) kako bi one mogle podržavati prijenos govora i multimedijске usluge, uključujući i govor kao jednu od komponenti. Usluga prijenosa glasa u tim novim arhitekturama nije ista kao telefonske usluge o kojima smo ranije govorili jer ne daje podršku za sve postojeće funkcije u telefonskoj mreži kakva je ona danas. Nove arhitekture za tu vrstu mreža za prijenos glasa i multimedijских usluga se uglavnom temelje na dva standarda, odnosno, protokola: H.323 i SIP protokolu.

Ericsson Nikola Tesla je radikalno izmijenio svoju ulogu u zadnjih nekoliko godina od kako je postao jedna od kompanija u sastavu korporacije Ericsson. Kompanija svoj uspjeh gradi na znanju i kreativnosti svojih stručnjaka te timskom radu koji rezultira dodanim vrijednostima. Zahvaljujući kompetencijama svojih stručnjaka Ericsson Nikola Tesla, uz snažnu prisutnost na domaćem i svojim tradicionalnim izvoznim tržištima, dobiva sve veće odgovornosti i na mnogim Ericssonovim internim tržištima.

Ericsson Nikola Tesla postao je zahvaljujući “pro-

izvodnji pameti” Ericssonov regionalni centar za isporuku cjelovitih komunikacijskih rješenja za novi svijet telekomunikacija, istraživački i razvojni centar za treću generaciju mobilnih sustava i sustave višeslužnih mreža te globalni i regionalni centar za isporuku softvera i usluga u području mobilnih i fiksnih komunikacija i integraciju komunikacijskih rješenja.

Kompanija podržava cjelokupnu listu Ericssonovih proizvoda i usluga. Ericsson Nikola Tesla nudi i više od samih proizvoda. Nudi izbor cjelovitih komunikacijskih rješenja i usluga, razvoj softvera okrenutoga prema mobilnome Internetu i višeslužnim mrežama, razvoj aplikacija i alate, cijeli niz konzalting usluga i usluga podrške.

Razvoj širokopoljarnih multiuslužnih mreža i treće generacije mobilnih mreža (3G) omogućit će krajnjim korisnicima brži i ugodniji dostup uslugama i aplikacijama.

Treća generacija mobilnih mreža omogućuje stalni pristup velikim brzinama i znatno povećanu mobilnost, međutim, potpuna mobilnost znači pristup uslugama i aplikacijama preko mobilnih i fiksnih mreža. Internet protokol osigurava transport usluga preko različitih tehnologija i mreža. Općenito je prihvaćeno da će sljedeća generacija mreža biti širokopoljarna višeslužna mreža temeljena na IP protokolu.

Jedinstvena paketna širokopoljarna mreža je ključni element migracije fiksnih i mobilnih mreža. U novoj arhitekturi mreže ona je odvojena i ne ovisi o tipu pristupne mreže. Nadalje, aplikacijska razina je odvojena od mrežne infrastrukture, omogućavajući višu razinu mobilnosti i jednostavnosti korištenja novih usluga i aplikacija. Kroz dvije najznačajnije migracijske strategije, ENGINE i Mobilni Internet, Ericsson nudi potpuno rješenje novim i postojećim fiksnim i mobilnim operatorima

5. Zaključak

Od osnivanja do danas Ericsson Nikola Tesla je prošao dug razvojni put, ali je uvijek bio u samom vrhu svjetske tehnologije. Telegrafске centrale s koordinatnim sklopkama, polueletronske i digitalne, paketne komutacije i moderna rješenja mreža temeljenih na IP tehnologiji uvijek su u vremenu, kada su postale dio kompanijske tehnološke stvarnosti, istovremeno značile revoluciju u globalnim telekomunikacijama i novi korak kompanije ka boljoj i sigurnoj budućnosti.

Danas Ericsson Nikola Tesla posluje u području suvremenih komunikacijskih tehnologija. Kompanija ravnopravno s ostalim članovima snažne Ericssonove globalne obitelji sudjeluje u stvaranju komunikacijskih trendova u svijetu. Aktivnosti kompanije obuhvaćaju razvoj i istraživanje, dizajn cjelovitih komunikacijskih rješenja te usluge u području višeslužnih mreža i mobilnoga Interneta.

6. Kronologija značajnih događanja

31. listopada 1949.>> Osnovano poduzeće Nikola Tesla

1953.>> Potpisan licencni ugovor s Ericssonom za proizvodnju telefonskih i telegrafskih centrala s koordinatnim sklopkama (*crossbar*)

1960.>> Počela proizvodnja telegrafskih centrala tipa ARM 20

1967.>> Prve automatske telegrafске centrale puštene u promet u 23 grada

1971.>> Prva telegrafска centrala isporučena u Rusiji (Moskva)

1977.>> Razvijena polueletronska telegrafска centrala Telex D

1977.>> Počelo usvajanje digitalnih SPC sustava (AXE 10, AXB 20)

1981.>> Instalirana i puštena u rad prva centrala AXB 20 u Zagrebu

1984.>> Razvijena elektronička telegrafска centrala ACT-E

1984.>> Usvojen sustav za komutiranje paketa – ERIPAX

1987.>> Izgrađena mreža GRADPAK – ERIPAX (Univerzijada)

1987.>> Puštena u rad mreža CROAPAK (Eripax)

1995.>> Osnovana kompanija Ericsson Nikola Tesla

Kratice

SPC	- Stored Program Control/Upravljanje pomoću pohranjenog programa.
STM	- Synchronous Transport Modul/Sinkroni prijenosni modul.
TC	- Tranzitna centrala.
TATgC	- Tranzitna automatska telegrafska centrala
ČATgC	- Čvorna automatska telegrafska centrala
KATgC	- Krajnja automatska telegrafska centrala
TELEKS	- Pretplatnička telegrafska mreža.
GENTEX	- General Telegraphe Exchange/ Međunarodni automatski telegrafski promet
ARB	- Krajnja automatska telegrafska centrala s koordinantnim sklopka
ARM	- Čvorna/tranzitna automatska centrala s koordinantnim sklopka
ACT-E	- Elektronička centrala za telegrafiju i asinkroni prijenos podataka
AXB20	- Elektronička centrala za teleks i prijenos podataka
ERIPAX	- Paketna komutacija
CROAPAK	- Javna mreža za prijenos podataka komutacijom paketa u Hrvatskoj
PAD	- Packet Assembly-Disassembly/Slaganje i razlaganje paketa
ATM	- Asynchronous Transfer Mode
IP	- Internet Protocol
QoS	- Quality of Service

Literatura

- [1] Ericsson ATM Solutions for Wide Area Broadband Business Communication, Document ETX/B/BU-96:068 Uen, 1996.
- [2] R. Händel, M. N. Huber, S. Schröder, ATM Networks, Addison-Wesley, Wokingham, 1994.
- [3] Kieran Taylor, Voice over ATM: A bad connection, Data Communications, February, 1996.
- [4] Gösta Leijonhufvud, Voice over ATM: The work in ATM Forum, Int. Document, 1996.
- [5] ITU-T, Rec I.371, Traffic control and congestion control in B-ISDN, Helsinki, 1993.
- [6] Kajsa Lundfal, Frame Relay - for Faster and More Efficient Data Communications, ERICSSON REVIEW No.1, pp.3-11, 1992.
- [7] G.Ingermarssen, Bo Kirlander, Frame Relay Service In ERIPAX, ERICSSON REVIEW No.4, pp.90-99, 1992.
- [8] Z.Popovic, Nova generacija paketskih tehnologija u sustavu ERIPAX, ELEKTROTEHNIKA, Vol.37, No.4, pp.201-211, 1994.
- [9] Ericsson ATM Solutions for Wide Area Broadband Business Communication, Document ETX/B/BU-96:068 Uen, 1996.
- [10] G.Ingermarssen, Bo Kirlander, Frame Relay Service In ERIPAX, Ericsson Review No.4, pp.90-99, 1992.
- [11] Ž.Popović, J.Glavaš, S.Lacković, Paketske pristupne jedinice-ERIPAX PA/PFA, Elektrotehnika, Vol.37, No.5-6, pp.237-281, 1994.
- [12] R. Händel, M. N. Huber, S. Schröder, ATM Networks, Addison-Wesley, Wokingham, 1994.
- [13][1] Ž.Popović, Integrating LAN-connections into WANS, Zbornik radova KoREMA 40, pp.127-130, 1995.

ADRESA AUTORA:

Željko Popović

e-mail: zeljko.popovic@ericsson.com

Ericsson Nikola Tesla d.d.

Krapinska 45

p.p. 93

HR-10 002 Zagreb

Hrvatska

Uredništvo je primilo rukopis 29. listopada 2004.