

Fakultet elektrotehnike i računarstva

Zavod za elektroničke sustave i obradbu informacija

**Globalni sustav pokretnih
komunikacija
(GSM)**

**Borislav Zorić
0036410470
INE**

Zagreb, svibanj 2007.

Kroz povijest.....	2
Razvoj GSM mreže.....	3
Arhitektura GSM mreže.....	4
• Mobilna stanica (MS)	5
• Bazna stanica (BSS).....	5
• Mrežni podsustav	6
Višestruki pristup i stuktura kanala.....	7
Kodiranje govora	8
Potrošnja energije.....	9
Komunikacijske procedure kod dolaznih i odlaznih poziva.....	10
Literatura:.....	11

Kroz povijest

GSM – Global System for Mobile communications (globalni sustav za mobilne komunikacije) je sustav koji je počeo sa svojim razvojem početkom 80-ih godina. U tome su prednjačile skandinavske zemlje, te Velika Britanija, Francuska i Njemačka. Svaka zemlja je posebno razvijala svoj sustav što je kao posljedicu imalo to da je svaki sustav bio nekompatibilan sa ostalima.

1982. godine formirana je skupina *Groupe Special Mobile* čiji je zadatak bio organizirati i ustrojiti kvalitetan i jeftin mobilni sistem.

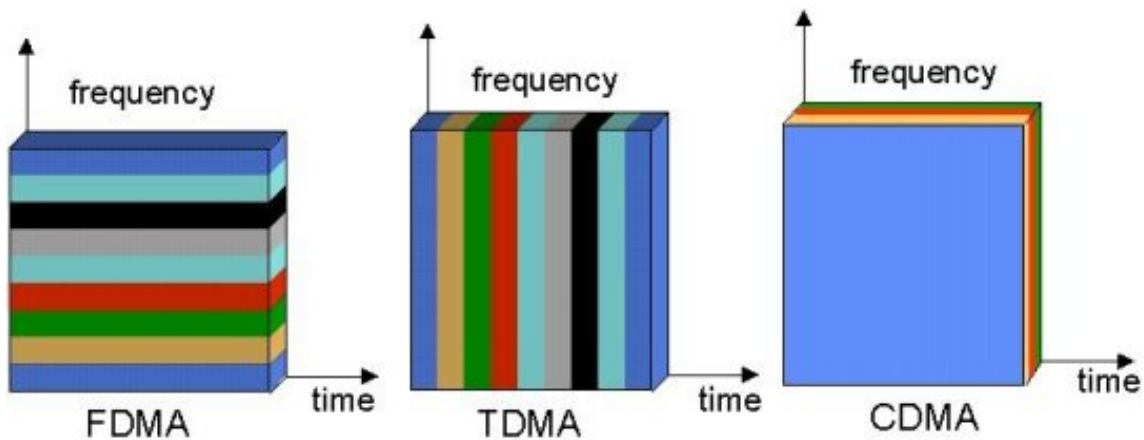
Prvu generaciju sustava pokretnih telekomunikacija čine analogni sustavi s višestrukim pristupom u frekvencijskoj podjeli (**FDMA – Frequency Division Multiple Access**) u kojima su kanali bili ostvareni u radijskoj pristupnoj mreži frekvencijskom raspodjelom, tj. dodjelom posebne frekvencije svakom komunikacijskom kanalu.

Najznačajniji sustavi 1. generacije su **NMT (Nordic Mobile Telephony)** u Europi te **AMPS (Advanced Mobile Phone Service)** u SAD-u.

Drugu generaciju predstavljaju digitalni sustavi s višestrukim pristupom u vremenskoj podjeli (**TDMA – Time Division Multiple Access**) koji omogućuje da se na svakoj prijenosnoj frekvenciji izvede više kanala u vremenskoj podjeli. Ukupan broj kanala odgovara umnošku broja frekvencija i broj vremenskih kanala. Govor i signalizacija prenose se digitalno.

Najrasprostranjeniji sustav 2. generacije je **GSM** dok u SAD-u prevladava **AMPS (Advanced Mobile Phone System)**.

Treća generacija daje rješenja za potpunu pokretljivost, tj. osobnu i terminalsku pokretljivost glede pokrivenosti, gustoće korisnika, brzine kretanja, medija i usluga. Koriste se sustavi s višestruki pristupom u kodnoj podjeli - **CDMA (Code Division Multiple Access)** kod koje se svakom korisniku za komunikaciju pridjeljuje drugačiji kod, a ne posebna frekvencija i vremenski odsječak. **UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)** je europski naziv toga sustava.



Slika 1. Prikaz frekvencijske, vremenske i kodne višestruke raspodjele

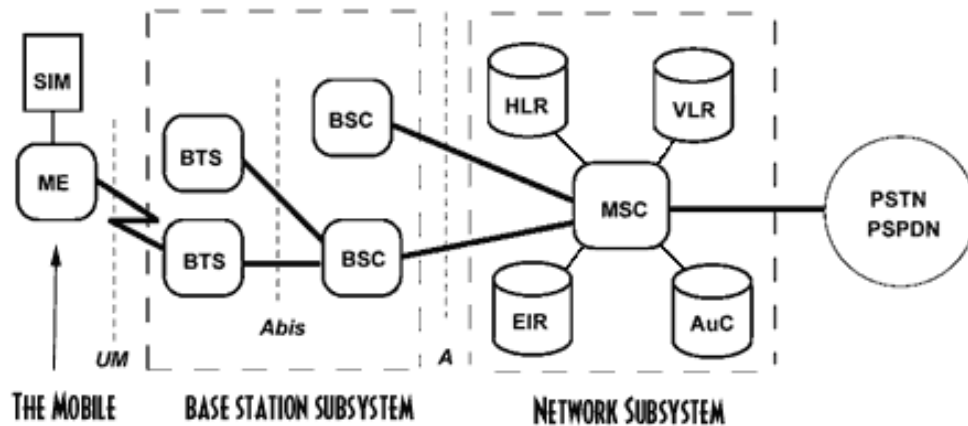
Razvoj GSM mreže

- **SMS – Short Message Service**
- Prijenos podataka brzinom do **9.6 kbit/s**
- **HSCSD (High Speed Circuit Switched Data)** omogućuje veće brzine kanalskom komutacijom podataka velikom brzinom (**14.4 kbit/s** po kanalu što iznosi **57.6 kbit/s**)
- **GPRS (General Packet Radio Service)** je proširenje GSM-a koje ovisno od broju kanala omogućuje brzine od **115.2 kbit/s**
- **EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution)** ili sustav poboljšanih brzina prijenosa podataka koji uvodi brzine do **384 kbit/s**, ali i zahtjeva zamjenu radijskog dijela opreme zbog promjene modulacijskog postupka (što nije slučaj kod HSCSD-a i GPRS-a)

Arhitektura GSM mreže

GSM mreža sastavljena je od nekoliko funkcionalnih dijelova. Sastoji se od 3 glavna dijela:

1. Mobilna stanica – nosi je pretplatnik
2. Bazna stanica – kontrolira radio-vezu sa mobilnom stanicom
3. Mrežni podsustav – sadrži MSC koji uspostavlja veze među korisnicima



Slika 2. Arhitektura GSM mreže

Oznake korištene na slici su sljedeće:

SIM - Subscriber identify module

ME - Mobile equipment

BTS - Base transceiver station

BSC - Base station controller

HLR - Home location register

VLR - Visitor location register

MSC - Mobile services switching center

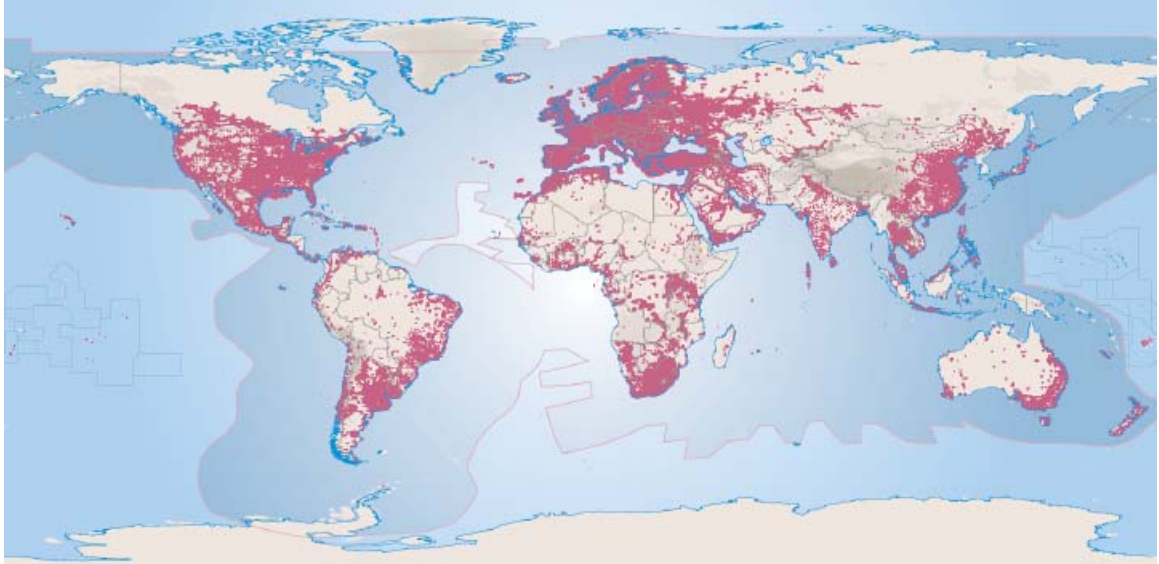
EIR - Equipment identity register

AuC - Authentication Center

UM - Represents the radio link

Abis - Represents the interface between the base stations and base station controllers

"A" - The interface between the base station subsystem and the network subsystem



Slika 3. Rasprostranjenost GSM mreža (crveno)

- **Mobilna stanica (MS)**

Mobilna stanica sastoji se od mobilne opreme (**Mobile Equipment**) i **SIM (Subscriber Identity Module)** kartice koja omogućava korisniku mobilnost. Mobilna oprema je jedinstveno određena sa **IMEI (International Mobile Subscriber Equipment)** dok SIM kartica sadrži **IMSI (International Mobile subscriber Identification)**, tj. međunarodnu identifikaciju pokretnog pretplatnika kojom se korisnik identificira sustavu. IMEI i IMSI su međusobno nezavisne stoga omogućuju mobilnost samom korisniku dok je SIM kartica zaštićena preko lozinke i osobnog identifikacijskog broja i moguće ju je koristiti u više uređaja.

- **Bazna stanica (BSS)**

BSS - Base Station Subsystem se sastoji od dva dijela : primopredajnog i kontrolnog. **BTS (Base Transceiver station)** je bazni odašiljač-prijemnik, a **BSC (Base station controller)** upravlja baznom stanicom. Oni međusobno komuniciraju preko Abis sučelja koje omogućava komunikaciju komponenti različitih proizvođača.

BTS sadrži radio odašiljače koji definiraju ćelije, te upravlja protokolima radio veze s mobilnom stanicom. Kapacitet pojedinom BTS-a je ograničen stoga ih je potrebno više u onim dijelovima u kojima ima više korisnika (npr. gradovi i gusto naseljeni dijelovi). Zahtjeva se da BTS bude pouzdan, prenosivte jeftin.

Jedan BSC upravlja s više BTS-ova koji sadrže antenske sustave, a područje prekrivanja radijskim signalom jednog BRS-a naziva se ćelija. BSC je veza između MS-a i MSC-a. BSC radi i konverziju 13 Kbps govornog kanala kojim se koristi pri primopredaji, na standardni 64 Kpbs govorni kanal koji koristi PSTN i ISDN.

- **Mrežni podsustav**

Mrežni podsustav sastoji se od:

1. **MSC (Mobile services switching center)**
2. **HLR (Home Location Register)**
3. **VLR (Visitor Location Register)**

MSC je središnja komponenta mrežnog podsustava koji djeluje kao i svaki drugi komutacijski čvor u PTSN ili ISDN sustavima, ali pruža i neke dodatne funkcije koje su potrebne za mobilnu telefoniju, kao što su autentifikacija, registraije, praćenje položaja korisnika, usmjerevanje poziva prema korisnicima u roamingu.

Upravljanje pokretljivošću zasniva se na dvama lokacijskim registrima, odnosno lokacijskim bazama podataka: HLR i VLR koji zajedno sa MSC-om pružaju uslugu preusmjeravanja poziva te roaming. **Domaći lokacijski registar (HLR)** sadrži sve podatke o vlastitim (domaćim) pretplatnicima i uslugama koje oni koriste, te o njihovoj trenutnoj lokaciji. Svaka GSM mreža ima svoj HLR s trajnim zapisom pretplatničkih pokdataka i zapisom trenutne lokacije pretplatnika ukoliko je ona poznata.

Gostujući lokacijski registar (VLR) naziva se još i *Lokacijski registar posjetitelja* pridružuje se svakom MSC-u. VLR sadrži podatke o pretplatnicima vlastite mreže i pretplatnicima drugih mreža koji su trenutno u lokacijskom području dotičnog MSC-a. Taj zapis pretplatničkih podataka je privremen i traje za vrijeme boravka pretplatnika u lokacijskom području. Podatke o trenutnoj lokaciji VLR dojavljuje HLR-u pretplatnikove domaće mreže, tj. Vlastitom HLR-u za pretplatnike svoje mreže, HLR-ovima drugih mreža za njihove pretplatnike koji su prešli u lokacijsko područje koje kontrolira MSC, odnosno VLR.

Lokacijske baze bi trebale biti izvedene na načelu tolerancije kvarova kako bi se omogućio potpuni i brzi oporavak nakon kvara. Prekoračenje kapaciteta VLR-a očituje se kao nemogućnost registriranja novih korisnika. Ono se može riješiti posebnim postupcima odabira i brisanja postojećih VLR zapisa neaktivnih korisnika.

Registri **EIR (Equipment Identification Register)** i **AUC (Authentication Centre)** koriste se u sigurnosne svrhe i za autentifikaciju. *Centar za provjeru autentičnosti (AUC)* sadrži autentifikacijski ključ kojim se provjerava autentičnost pretplatnika pri svakom pozivu. *Registar identifikacije opreme (EIR)* sadrži serijski broj mobilne stanice kojim se može provjeriti je li ista u vlasništvu pretplatnika (preko IMEI-a). EIR je inače dodatna mogućnost GSM-a tako da se provjera ne mora obavezno izvoditi.

Višestruki pristup i struktura kanala

Kako je frekvencijski spektar signala ograničen koristi se kombinacija vremenskog i frekvencijskog multipleksa. **TDMA (Time Division Multiple Access)** i **FDMA (Frequency Division Multiple Access)**. Kod FDMA frekvencijski pojas od 25MHz se dijeli na 124 frekvencije nosioca međusobno udaljene 200 kHz. Frekvencijski pojas 890 - 915 Mhz rabi se za kanale koji se koriste za prijenos MS-a prema BSS-u, a 935 – 960 Mhz za kanale u suprotnom smjeru. Svakoj baznoj stanici dodijeljeni su jedan ili više nosioca. Kako se koristi i kombinacija s TDMA onda se svaka od tih frekvencija nosioca

podijeli u vremenu. Osnovna jedinica je 15/26 ms odnosno 0.5769 ms i to se naziva *burst period*, dok 8 tih jedinica predstavlja *frame* (u trajanju od 120/26 ms odnosno 4.615ms) te on čini osnovnu jedinicu za definiciju logičkih kanala. Kanal za promet koji se koristi za prijenos govora i podataka definiran je sa 26 *frame-ova* a to je trajanje od 120 ms. 24 *frame-a* se koriste za promet, 1 je kontrolni kanal (Slow Associated Control Channel) i 1 se ne koristi. Kanali za uplink i downlink su međusobno odvojeni sa 3 burst (snop bita) perioda, pa mobilna stanica ne mora istovremeno odašiljati i primiti signal. Opći kanali se u stanju mirovanja koriste za izmjenu informacija potrebnih za prijelaz u “posvećeni” kanal. Mobilne stanice koje već jesu u “posvećenom” kanalu, nadgledaju okolne bazne stanice za “handover”(prebacivanje poziva u kanal nove ćelije) i druge informacije. Opći kanali su definirani sa 51 *frame-om*, pa “posvećene” mobilne stanice koje koriste 26 *frame-ova* mogu i dalje nadgledati kontrolne kanale, koji su:

- **Broadcast Control Channel** - kontinuirano odašilje informacije o identifikaciji bazne stanice, frekvenciji i sekvencama promjene frekvencije
- **Frequency Correction Channel** i **Synchronisation Channel** - sinkroniziraju mobilnu stanicu sa vremenskom strukturom ćelije
- **Random Access Channel** - služi za zahtjev mobilne stanice za pristup mreži
- **Paging Channel** - obavještava mobilnu stanicu o dolazećem pozivu
- **Access Grant Channel** – obavijest o početku signalizacije za dodjelurazgovornog kanala

Kodiranje govora

Budući da je GSM digitalni sistem, govor se mora digitalizirati i to se na telefonskim sustavima obavlja pulsno kodnom modulacijom (**Pulse Code Modulation**). Budući da je izlaz na 64 kbps, što je previsoko za radio-vezu, odlučeno je da se koristi drugi način kodiranja koji koristi prethodne uzorke, koji se ne mijenjaju brzo, za predviđanje

trenutnih uzoraka. Govor je podijeljen u uzorke od 20ms od kojih je svaki kodiran sa 260 bitova, što daje brzinu od 13 kbps i to je tzv. full-rate kodiranje govora.

Kodirani govor i podaci odaslani radio-vezama moraju biti zaštićeni od elektromagnetskih smetnji. Od 260 bitova koliko ih ima u uzorku od 20ms neki su značajniji za kvalitetu govora pa su bitovi podjeljeni u 3 klase. Klasa **Ia** (50 bitova) je najosjetljivija na pogrešku i ima dodana 3 CRC (**Cyclic Redundancy Check**) bita za detekciju greške, pa ako je greška i nastupila, *frame* je odbačen i zamijenjen za zadnjim ispravnim *frame-om*. Tih 53 bita zajedno sa klasom **Ib** (132 bita), koja je umjereno osjetljiva na smetnje, i dodatnih 4 bita na kraju sekvence, čine ulaz u konvolucijski koder. Svaki ulazni bit je kodiran kao dva izlazna bita, bazirana na kombinaciji prethodna 4 ulazna bita. Tako je izlaz iz tog kodera niz od 378 bitova i njima se pridodaje klasa **II** (78 bitova) koja je najmanje osjetljiva na smetnje i nije zaštićena. Time se dobiva tok od 456 kodiranih bitova svakih 20ms što čini brzinu od 22.8 kbps.

Potrošnja energije

Definirano je 5 skupina mobilnih stanica ovisno o snazi odašiljanja: **20, 8, 5, 2 i 0.8 W**. Kako bi se energija uštedjela minimiziralo međudjelovanje pojedinih kanala, mobilna i bazna stanica rade na najnižem potrebnom nivou energije koja je dovoljna za prihvatljivu kvalitetu signala. Mobilna stanica mjeri jačinu signala i njegovu kvalitetu (iz podatka o broju pogrešno primljenih bitova), pa javlja te informacije baznoj stanici koja odlučuje da li i kada će doći do promjene u nivou energije odašiljanja. Razine snage mogu se povećavati ili smanjivati s koracima od 2 dB.

Komunikacijske procedure kod dolaznih i odlaznih poziva

Odlazni poziv u drugu fiksnu ili pokretnu mrežu odvija se na sljedeći način:

1. MS traži slobodni **prometni kanal** do BTS-a (ukoliko su svi prometni kanali zauzeti, poziv će biti odbačen).
2. **Kontrolnim kanalima** MS se povezuje s AUC i EIT kako bi se provjerila autentičnost i identitet opreme (ukoliko autentičnost nije potvrđena, poziv se odbacuje).
3. Signalizacijom na relaciji MS – GMSC (**Gateway Mobile Switching Centre**) druga mreža dostupa se drugom korisniku (ukoliko korisnik nije slobodan ili se ne javlja, poziv se odbacuje).
4. Nakon javljanja pozivanog korisnika uspostavlja se komunikacija uz kriptografsku zaštitu.

Dolazni poziv je nešto složeniji jer lokacija pozvanog pretplatnika nije unaprijed poznata te se odvija na sljedeći način:

1. GMSC od HLR-a traži lokacijsku informaciju za pozvani MS. Ukoliko lokacijska informacija nije poznata (MS isključen) poziv se odbacuje.
2. Poziv se usmjerava prema MSC-u u čijem se lokacijskom području pretplatnik nalazi i ukoliko MS nije slobodan poziv se odbacuje
3. MSC prenosi BSC-u zahtjev za pozivanjem MS-a, a ukoliko nema slobodnih kanala ili se pretplatnik ne javlja, poziv se odbacuje.
4. Provjerava se autentičnost i identitet opreme.
5. Uspostavi se komunikacija prethodno dodijeljenim prometnim kanalom, uz kriptografsku zaštitu.

Literatura:

www.gsmworld.com/index.shtml

www.cellular.co.za/gsmhistory.htm

www.ldpost.com/telecom-articles/All-About-CDMA.html

www.privateline.com/mt_gsmhistory/

www.gsacom.com/index.php4

Alen Bažant - Osnove arhitekture mreža , 2. izdanje Zagreb 2004.