

2G, 2.5G, 2.75G sistemi mobilne telefonije

Sadržaj

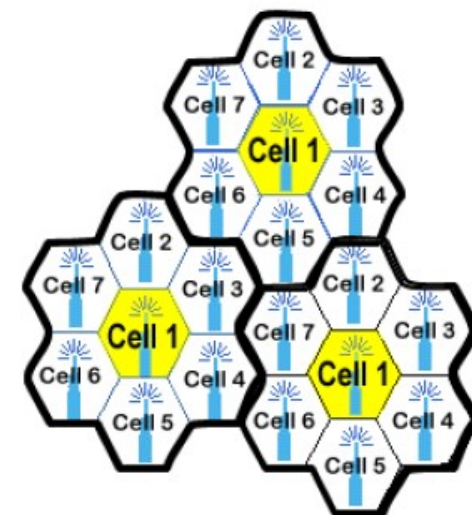
- 2G
- GSM
- GSM Arhitektura
- Prenos podataka koriscenjem komutacije kola (Circuit Switching - CS)
- Unapređenja sistema druge generacije – 2.5G i 2.75G sistemi
- Prenos podataka koriscenjem HSCSD (High-Speed Circuit-Switched Data)
- Komutacija paketa (Packet-Switching - PS) tehnika
- General Packet Radio Service (GPRS)
- Enhanced Data rates for Global Evolution (EDGE)

2G

- Drugu generaciju predstavljaju **digitalni ćelijski sistemi**
 - Pan-evropski sistem **GSM**
 - Američki sistemi
 - **DAMPS** (*Digital Advanced Mobile Phone System 800 i 1900*)
 - prva mreža 1993.
 - objedinjuje IS-54 i IS-136 (dodate nove funkcije)
 - TDMA pristup
 - ugašena 2007-2008 i data prednost GSM-u i 3G-u
 - **IS-95** (Interim Standard 95)
 - 1995, CDMA pristup, digitalna ćelijska tehnologija
 - zamenjen sa IS-2000 (CDMA2000)
 - Japanski sistem **JDC** ili **PDC** (*Personal Digital Cellular*)

GSM

- 1991. – Finska, komercijalni start 2G
 - standard GSM
 - *Global System for Mobile Communications*
 - originalno *Groupe Spécial Mobile*
 - razvoj počeo 1982. u Evropi
 - digitalna ćelijska mreža
 - komutacija kola
 - *full-duplex* prenos govora
 - 1992. poslata **prva SMS** (*Short Message Service*)
 - GSM-900 – *uplink* 890-915 MHz, *downlink* 935-960 MHz
 - GSM-1800 – *uplink* 1710-1785 MHz, *downlink* 1805-1880 MHz



GSM

- *Dual-band* telefoni
 - rade npr. u GSM-900 i GSM-1800 (Evropa)
ili GSM-850 i GSM-1900 (SAD)
- *Tri-band* telefoni
 - rade u tri opsega
- *Quad-band* telefoni
 - rade u sva 4 bitna opsega – skuplji su,
ali danas su sve češći
 - često podržavaju frekvencije
UMTS, LTE, GPS, Wi-Fi...



GSM

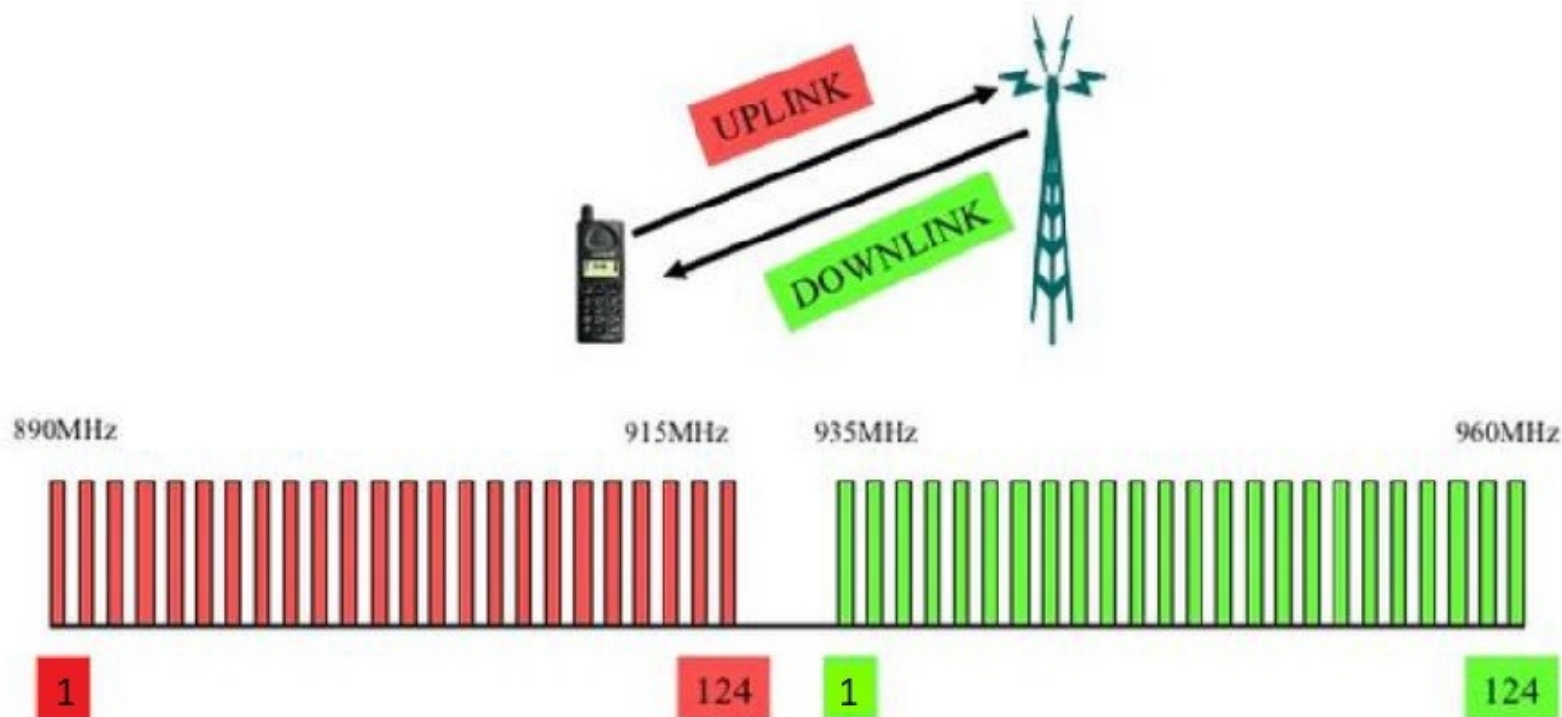
- iPhone 6 – nije samo 2G



Network	Technology	GSM / CDMA / HSPA / EVDO / LTE
	2G bands	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900 - A1549 (GSM), A1549 (CDMA), A1586
		CDMA 800 / 1700 / 1900 / 2100 - A1549 (CDMA), A1586
	3G bands	HSDPA 850 / 900 / 1700 / 1900 / 2100 - A1549 (GSM), A1549 (CDMA), A1586
		CDMA2000 1xEV-DO - A1549 (CDMA), A1586
		TD-SCDMA 1900 / 2000 - A1586
	4G bands	LTE band 1(2100), 2(1900), 3(1800), 4(1700/2100), 5(850), 7(2600), 8(900), 13(700), 17(700), 18(800), 19(800), 20(800), 25(1900), 26(850), 28(700), 29(700) - A1549 GSM, A1549 CDMA
		LTE band 1(2100), 2(1900), 3(1800), 4(1700/2100), 5(850), 7(2600), 8(900), 13(700), 17(700), 18(800), 19(800), 20(800), 25(1900), 26(850), 28(700), 29(700), 38(2600), 39(1900), 40(2300), 41(2500) - A1586
	Speed	HSPA 42.2/5.76 Mbps, LTE Cat4 150/50 Mbps, EV-DO Rev.A 3.1 Mbps
	GPRS	Yes
	EDGE	Yes

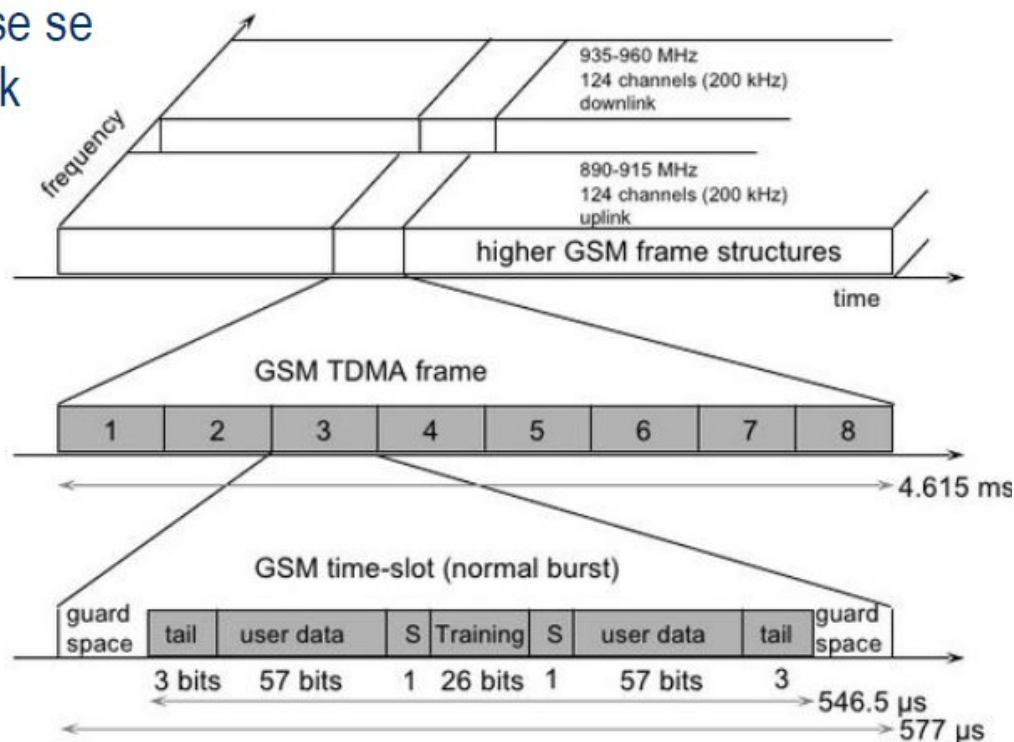
GSM

- FDMA+TDMA tehnika pristupa kanalu
 - *uplink* i *dowlink* opsezi se dele na 124 „parova“ podkanala (nosioca)
 - razmak između nosilaca je 200 kHz, a parovi su „udaljeni“ 45 MHz
 - svakoj ćeliji se dodeljuje određeni broj nosilaca, zavisi od saobraćaja



GSM

- FDMA+TDMA tehnika pristupa kanalu
 - svaki nosilac se vremenski deli na GSM ramove brzine 271 kbit/s
 - GSM ram se deli vremenski na 8 *time-slot*-ova
 - saobraćaj pojedinih korisnika se prenosi u pojedinim *time-slot*-ovima
 - uz korisničke podatke prenose se i kontrolni biti i zaštitni razmak



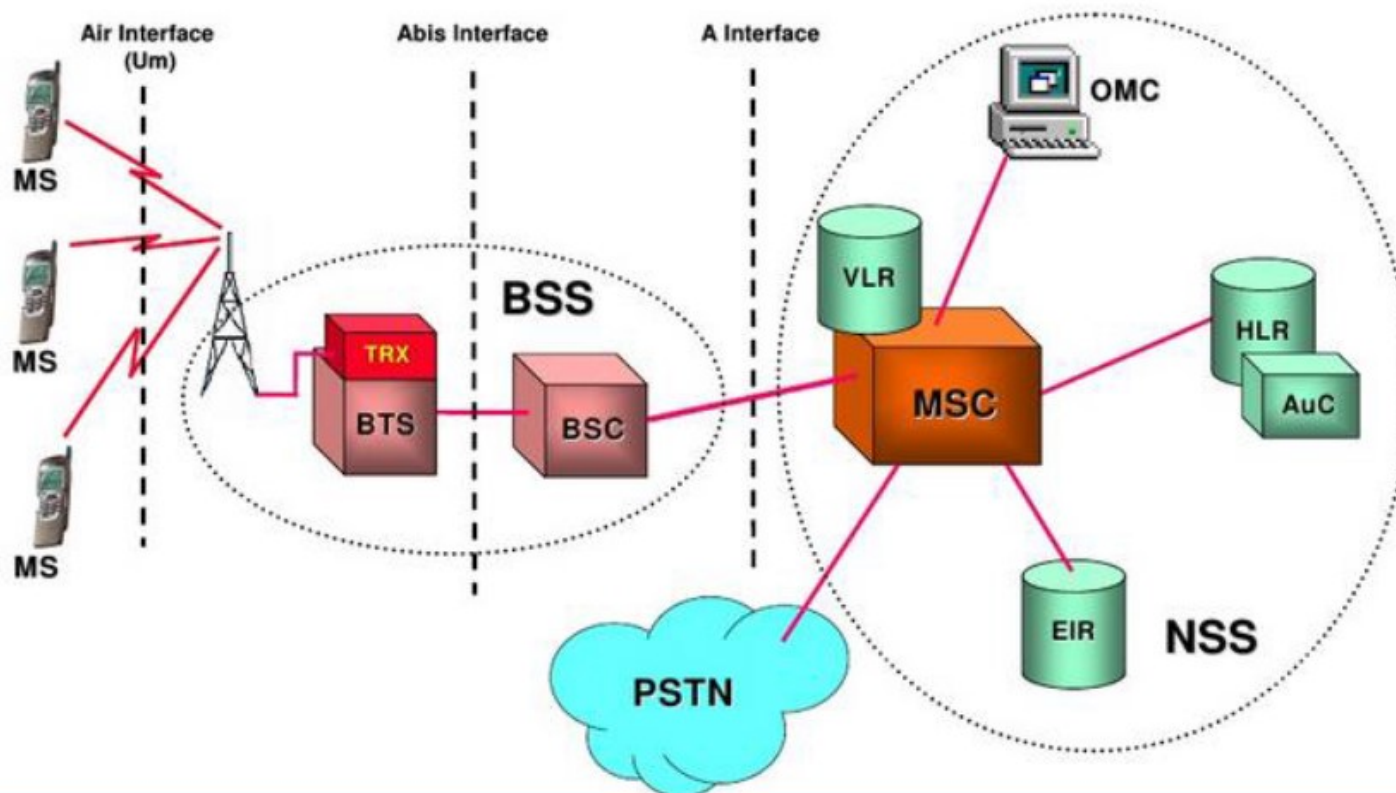
GSM

- Logički kanali su mapirani u fizičkim kanalima brzine od 100 bit/s do 22,8 kbit/s
 - **saobraćajni kanali**, TCH (*Traffic CHannels*)
 - nose kodovani govor ili podatke
 - **kontrolni kanali**, CCH (*Control CHannels*)
 - nose podatke za signalizaciju i sinhronizaciju
- Samo određene kombinacije između logičkih kanala su dozvoljene u istom fizičkom kanalu

GSM

- Kontrolni kanali CCH (*Control CHannels*)
 - **Broadcast, difuzni downlink kanali BCH** (*Broadcast CHannels*)
 - šalju se svim mobilnim terminalima u ćeliji
 - nose **informacije o sinhronizaciji i sistemu**, kao što su npr. kodovi identiteta bazne stanice koje zahtevaju terminali
 - SCH (*Synhronization CHannel*)
 - FCCH (*Frequency Correction CHannel*)
 - BCCH (*Broadcast Control CHannel*)
 - **Zajednički kontrolni kanali CCCH** (*Common Control CHannels*)
 - nisu dodeljeni samo jednom mobilnom terminalu, a služe u svrhu pejdžinga i pristupa terminala
 - PCH (*Paging CHannel*)
 - AGCH (*Access Grant CHannel*) ili RACH (*RACH - Random Access CHannel*)
 - **Dodeljeni kontrolni kanali DCCH** (*Dedicated Control CHannel*)
 - **dodeljeni jednom mobilnom terminalu**, a potrebni su za vreme uspostavljanja poziva prenoseći informaciju dobijenu merenjem raznih parametara terminala, prvenstveno potrebnu za *handover*
 - SDCCH (*Stand-alone Dedicated Control CHannel*)
 - SACCH (*Slow Associated Control CHannel*)
 - FACCH (*Fast Associated Control CHannel*)

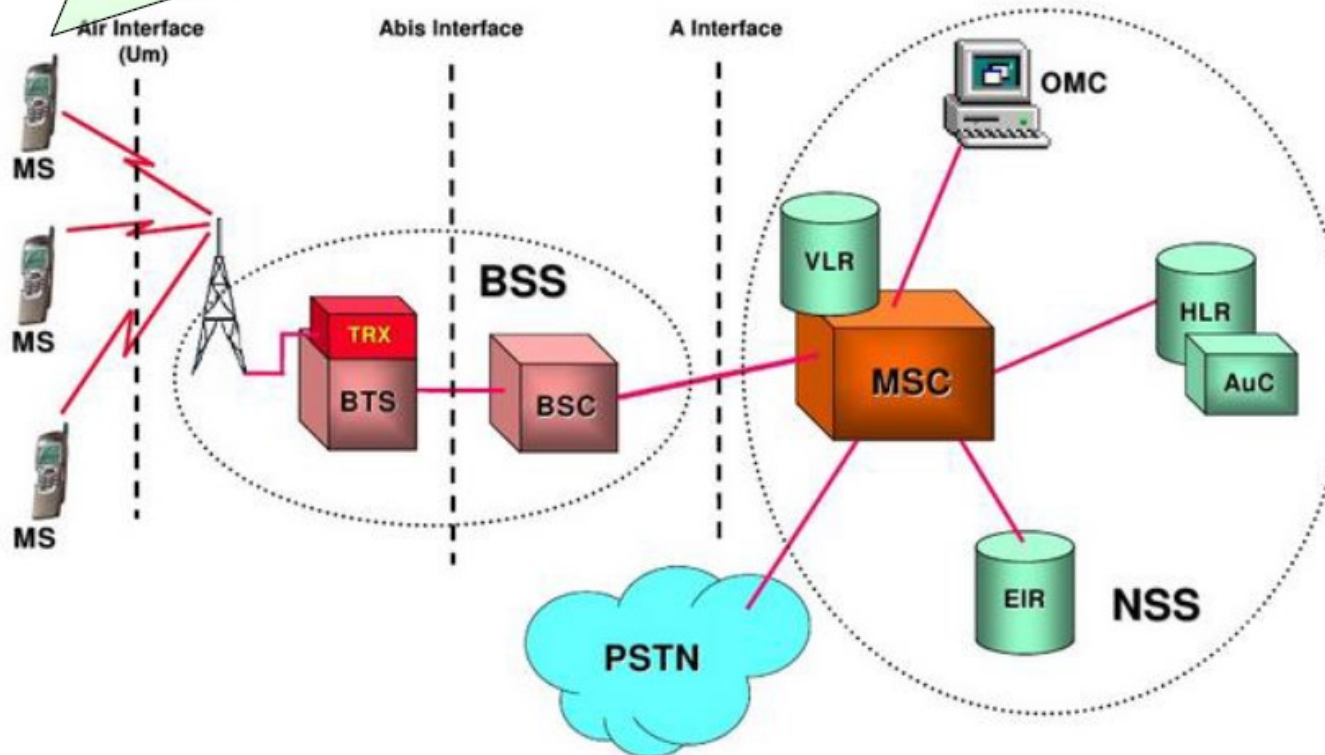
GSM arhitektura



GSM arhitektura

MS (Mobile Station)

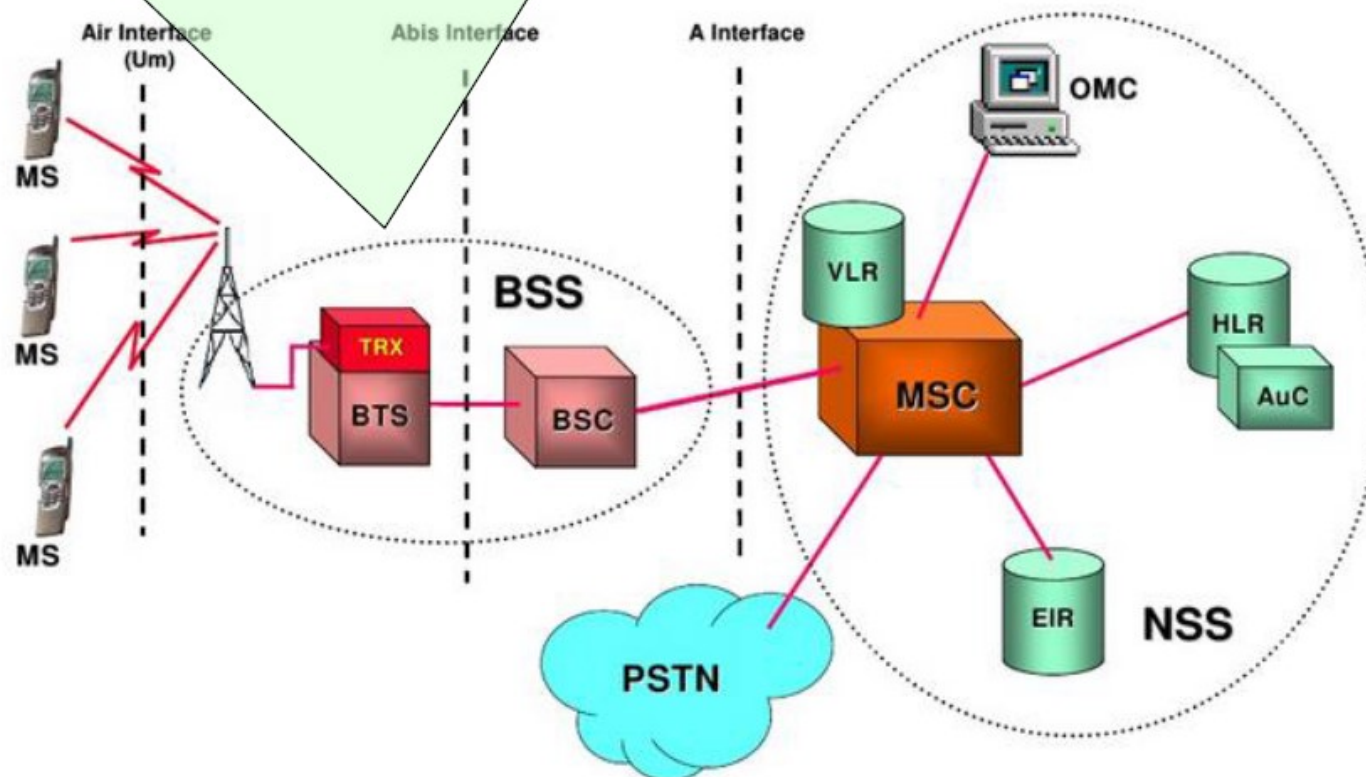
- **SIM** kartica (*Subscriber Identity Module*) – zaštićena **PIN** kodom (*Personal Identification Number*), identifikuje korisnika sistema koristeći **IMSI** broj (*International Mobile Subscriber Identity*)
- **IMEI** (*International Mobile Equipment Identity*) – jedinstveni broj mobilne stanice



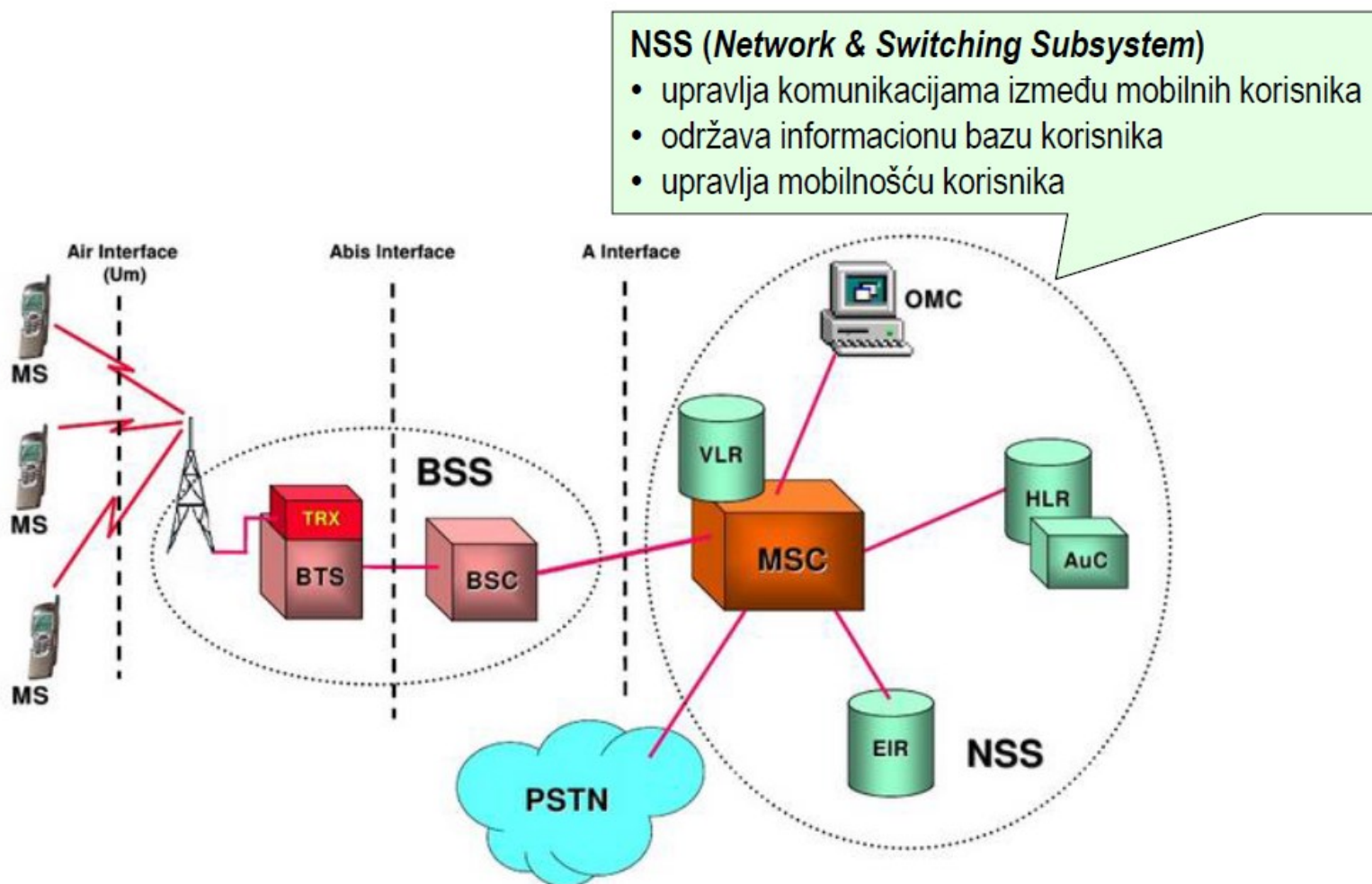
GSM arhitektura

BSS (*Base Station Subsystem*)

- povezuje MS sa mrežom i kontroliše radio link
- **BTS** (*Base Transceiver Station*) – „bazna stanica“ poseduje transivere i antene, upravlja protokolima na radio linku koji komuniciraju sa MS; najčešće se nalazi u centru ćelije i emituje signale čija snaga je definisana veličinom ćelije
- **BSC** (*Base Station Controller*) – kontroliše grupu baznih stanica i upravlja radio resursima; zadužen za uspostavljanje kanala, *handover*, kontrolu snage BTS...



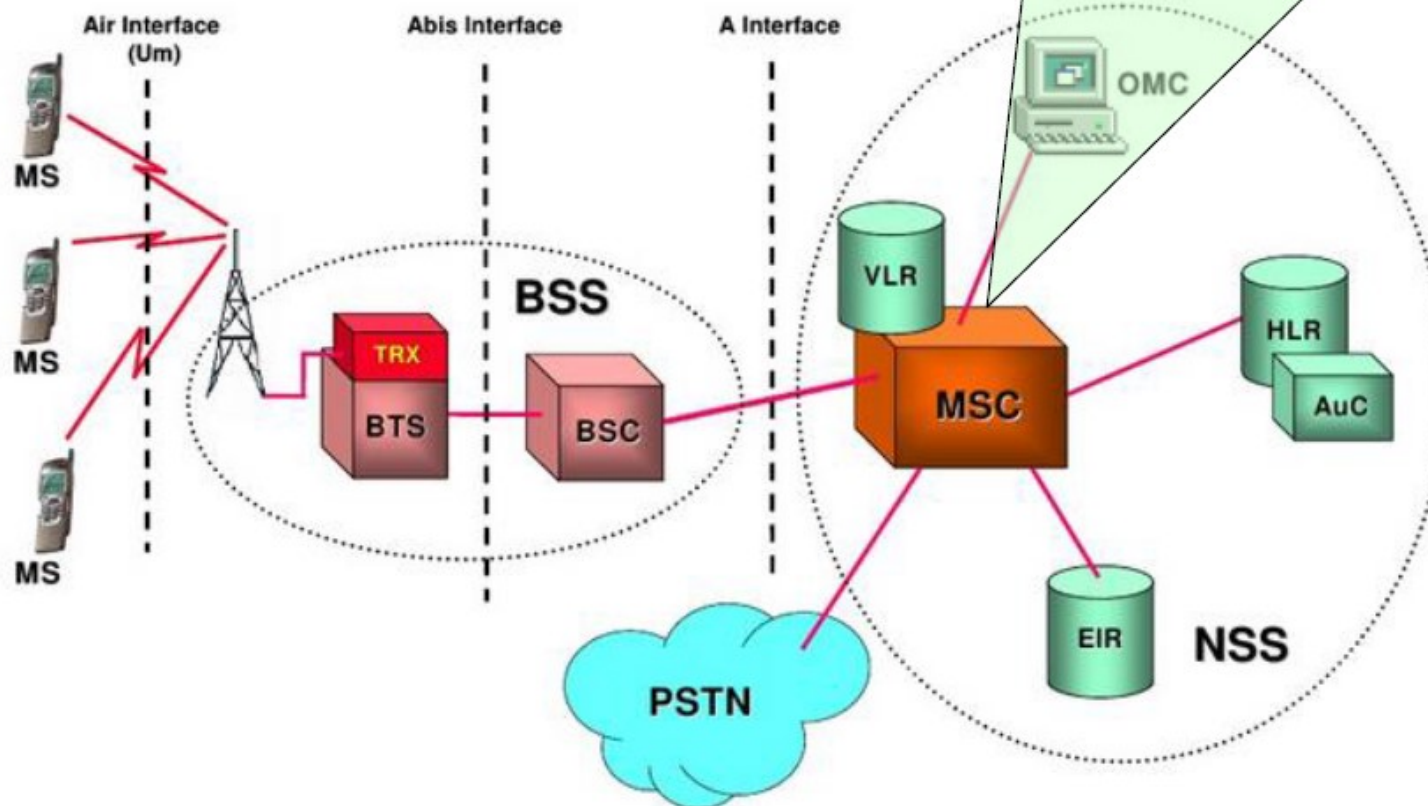
GSM arhitektura



GSM arhitektura

MSC (*Mobile Switching Centre*)

- centralna komponenta NSS
- obavlja komutacione funkcije
- obezbeđuje vezu sa drugim mrežama
 - poseduje GMSC (*Gateway Mobile Switching Centre*) – veza sa PSTN



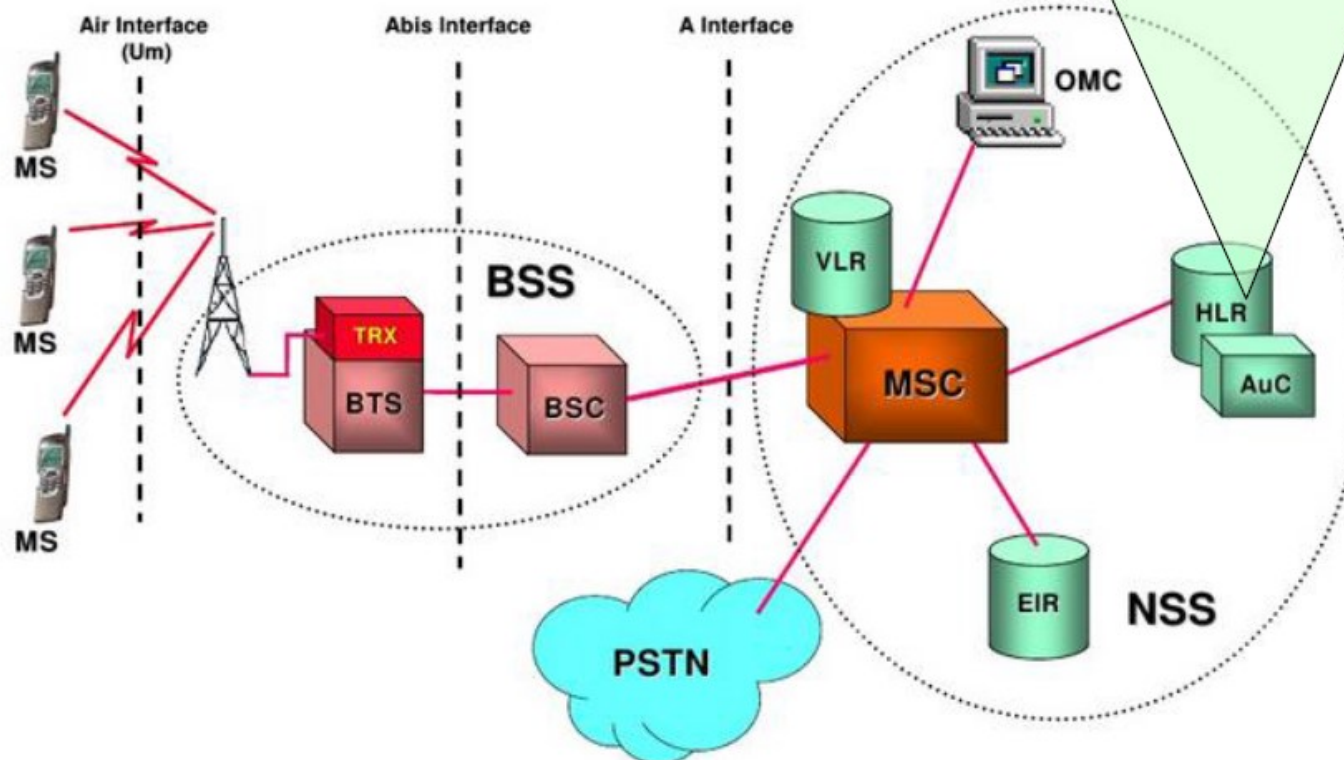
GSM arhitektura

HLR (*Home Location Register*)

- baza podataka sa informacijama o matičnim korisnicima

AuC (*Authentication Centre*)

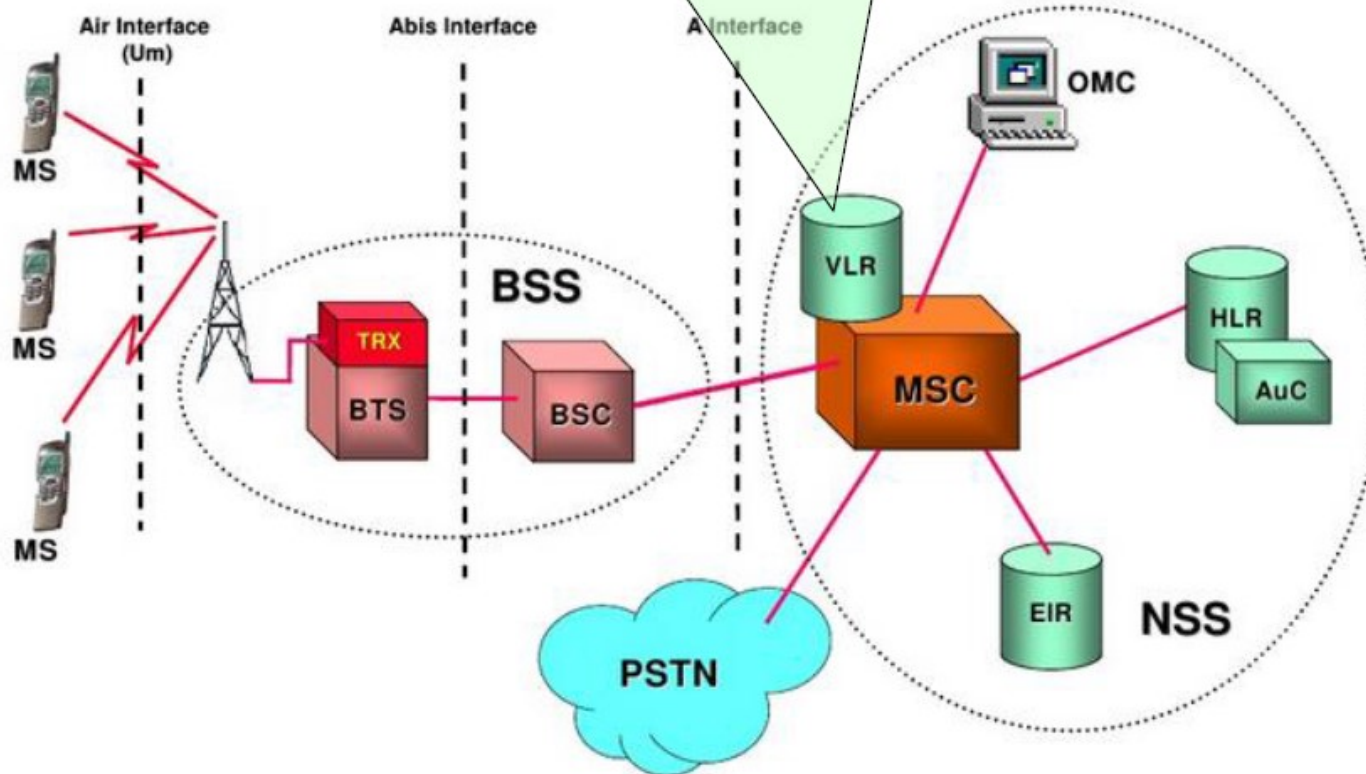
- sadrži kopije ključeva svih SIM kartica, koji se koriste za autentifikaciju



GSM arhitektura

VLR (*Visitor Location Register*)

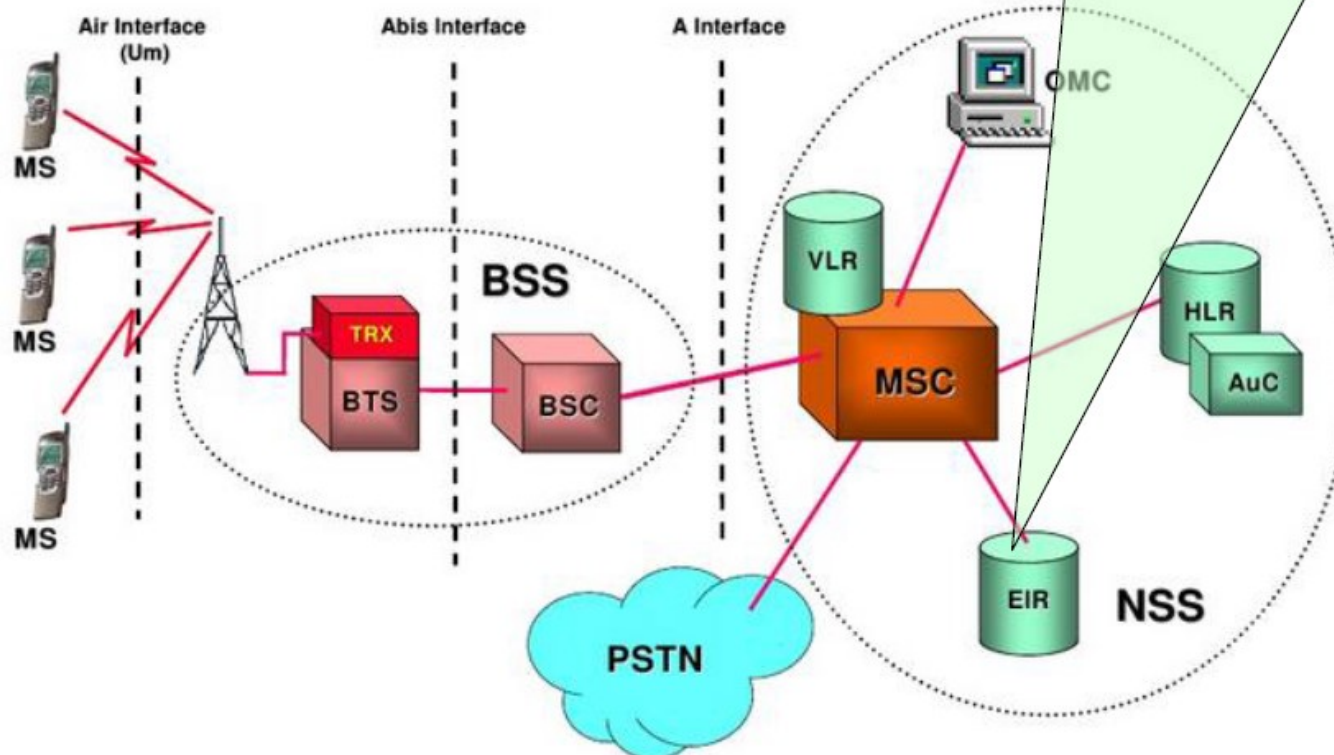
- baza podataka sa informacijama o gostujućim korisnicima
- podatke dobija od HLR-a gde su korisnici registrovani



GSM arhitektura

ELR (*Equipment Location Register*)

- baza podataka o validnim mobilnim stanicama (IMEI)
- pomaže pri pronalaženju ukradenih MS-ima i drugim zloupotrebama

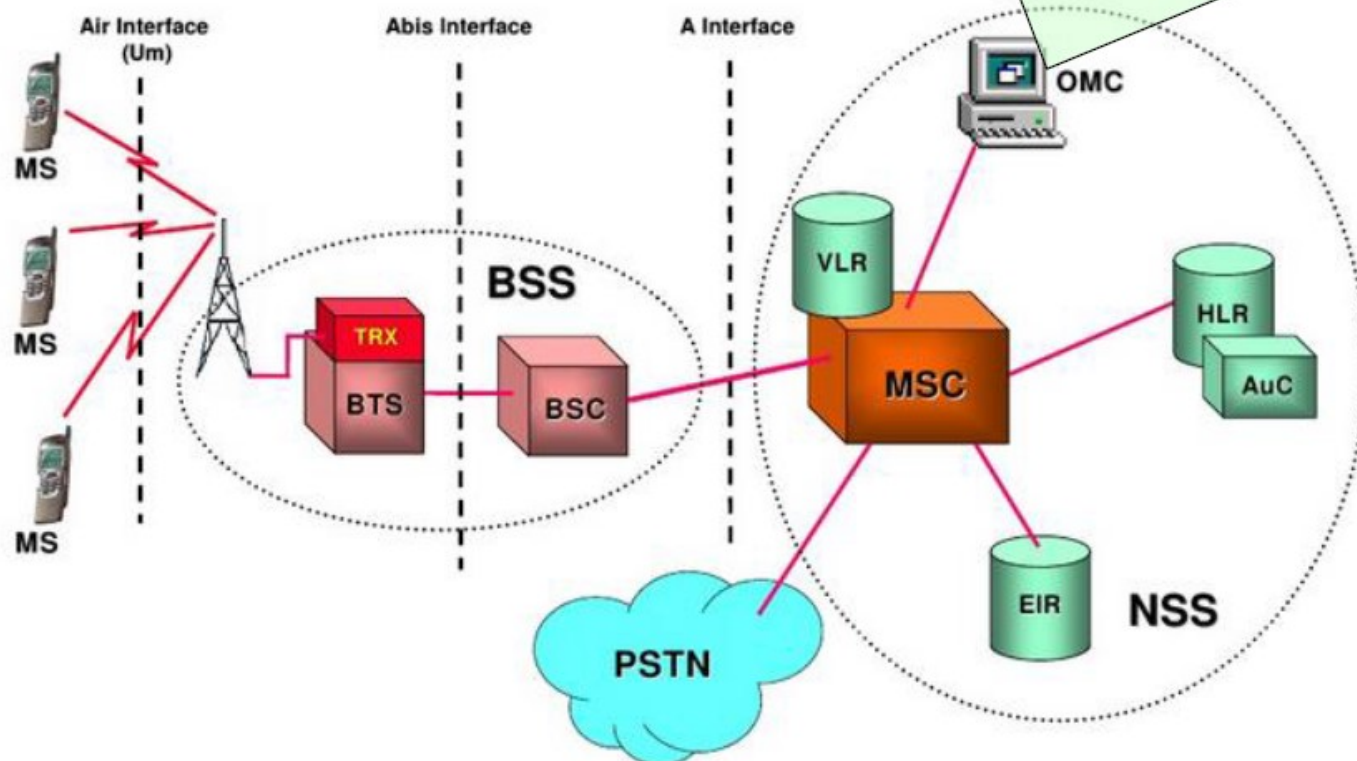


GSM arhitektura

OMC (Operational & Maintenance Centre)

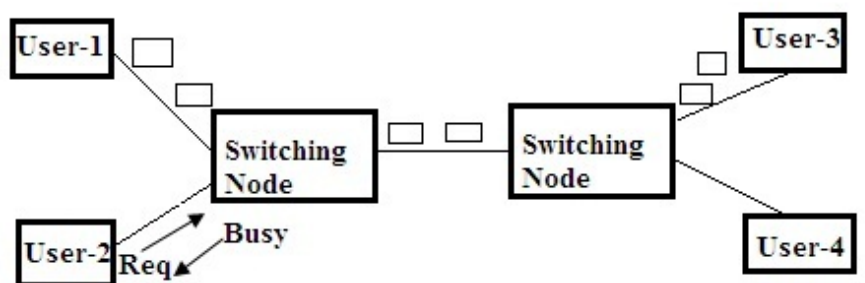
OSS (Operation & Support Subsystem)

- povezuje sve elemente i obezbeđuje funkcionisanje sistema
- kontroliše saobraćajno opterećenje BSS
- neke funkcije se prebačene na BTS (jer ih ima puno)

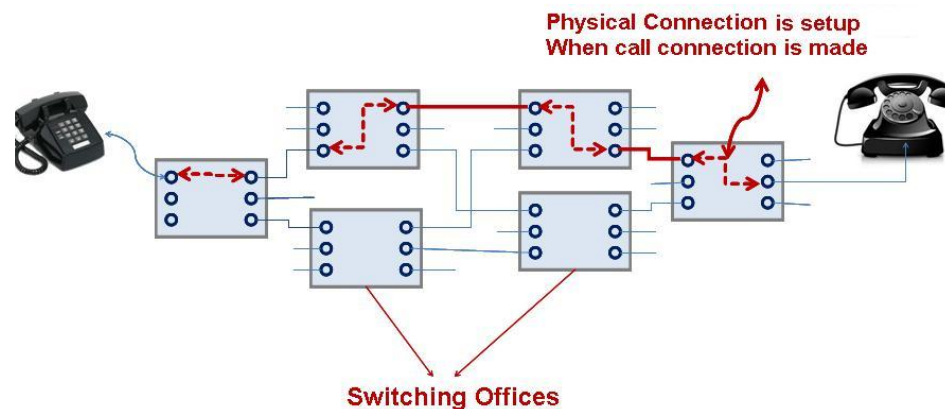


Prenos podataka koriscenjem komutacije kola (Circuit Switching - CS)

- Na pocetku uvođenja 2G mobilnih sistema 1991-92, komutacija kola je bila jedina dostupna komunikaciona tehnika.
- Termin komutacija kola ili komutacija kola u mobilnim komunikacijama odnosi se na tradicionalnu tehniku komutacije koja nudi usluge u realnom vremenu za prenos signala kao što je glas i SMS tekstualne poruke.

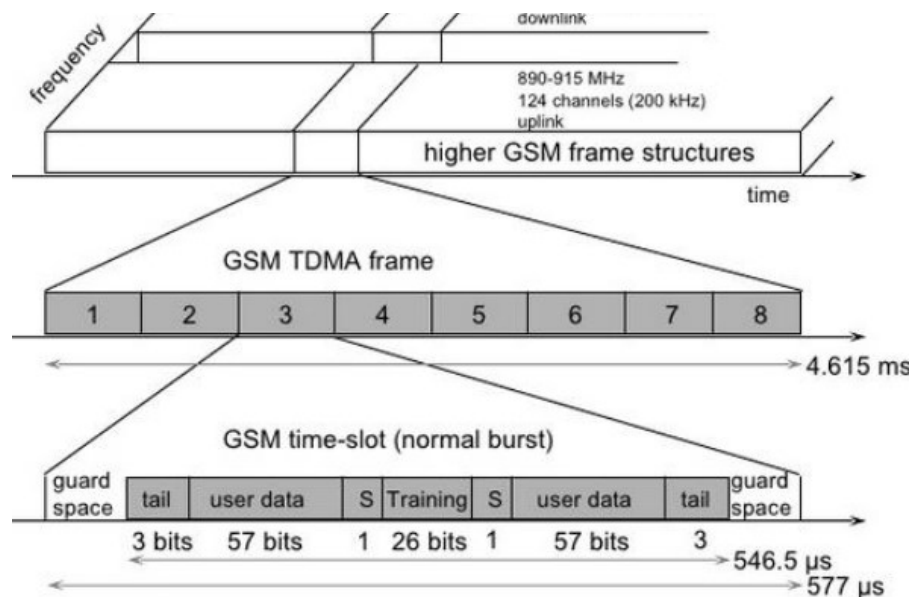


©WatElectronics.com



Prenos podataka koriscenjem komutacije kola (Circuit Switching - CS)

- Mogućnost komutacije je obezbeđena samo od strane Mobile Switching Center-a (MSC), koji je bio povezan sa spoljnim telefonskim mrežama kao što su PSTN (Javna komutirana telefonska mreža) i ISDN (Integrated Services Digital Network).
- Pored toga, drugi mrežni entitet SMSC (Short Message Service Centre), omogućio je korisnicima da šalju i primaju tekstualne poruke ili SMS (Short Message Service).
- Sa tehnikom komutacije kola (CS), namenski resurs radio mreže (vremenski slot) se dodeljuje pojedinačnim mobilnim korisnicima tokom celog trajanja poziva kada korisnik uspostavi poziv.



Prenos podataka koriscenjem komutacije kola (Circuit Switching - CS)

- Tehnologija sa komutacijom kola je pouzdan način da se obezbedi visok kvalitet usluge (QoS) u glasovnim pozivima.
- Međutim, komutacija kola nije najefikasnija tehnika jer angažuje resurse radio mreže tokom celog trajanja poziva, čak i kada korisnik ne komunicira. Zbog trajnog angažovanja mrežnih resursa tokom trajanja poziva ili sesije, prebacivanje kola ograničava broj istovremenih poziva (ili sesija) koje mreža može da prihvati u bilo kom trenutku.
- Kada su 2G GSM mreže (Globalni sistem za mobilne komunikacije) prvobitno započele, mogle su da isporučuju samo glasovne pozive i tekstualne poruke.
- Mogućnost prenosa mobilnih podataka koja je potrebna za omogućavanje interneta na telefonu preko mobilnih mreža nije bila dostupna u to vreme.

Prenos podataka koriscenjem komutacije kola (Circuit Switching - CS)

- Kako bi se korisnicima omogućio pristup osnovnoj internet konekciji preko svojih mobilnih telefona uvedena je tehnologija prenosa podataka sa komutacijom kola (Circuit Switched Data - CSD).
- CSD se je oslanjao na komutaciju kola (kao i prenos glasa i teksta) i koristio je namenske vremenske intervale u TDMA multipleksu samo za prenos podataka.
- To je u suštini značilo da ako korisnik želi da pristupi internet uslugama preko CSD-a, vremenski slot (koji je inace ranije koriscen za prenos glasa ili teksta) bi bio zauzet prenosom podataka i to tokom celog trajanja njegove sesije.
- Iako ovaj pristup nije bio efikasan, to je bio jedini način da se korisnicima omogući pristup internetu preko svojih GSM telefona u to vreme.
- CSD je ponudio maksimalnu brzinu preuzimanja do 9,6 kbps kroz jedan vremenski slot.

Unapređenja sistema druge generacije – 2.5G i 2.75G sistemi

- Potreba za uključivanjem opcije brzog prenosa podataka i mobilnog pristupa Internetu dovela je do unapređenja 2G sistema .
- Na prelazu između GSM i sistema treće generacije mobilnih sistema razvijeni su sistemi HSCSD, GPRS i EDGE.

2G

HSCSD (High-speed circuit-switched data)

GPRS (General Packet Radio Services)

EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution)

3G

Karakteristike:

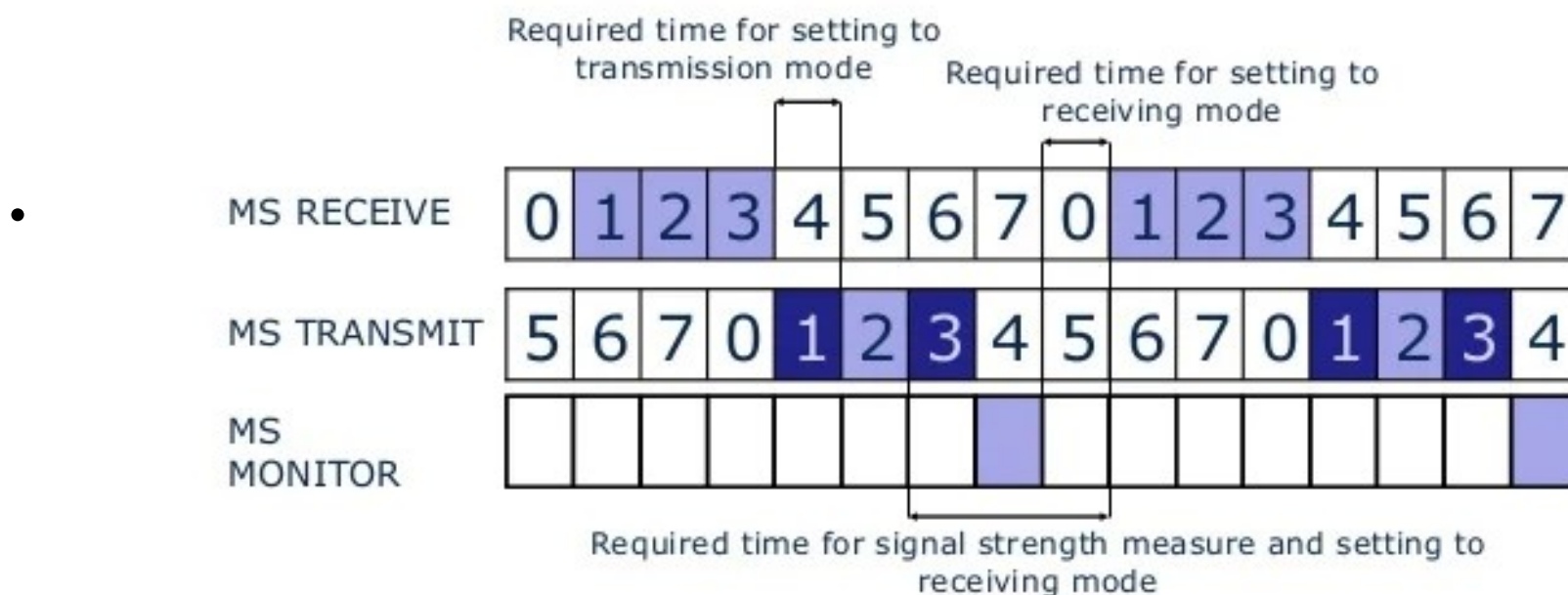
- Email servis
- Prenos podataka brzinom od 64-144 Kb/s
- Telefoni sa kamerama

Prenos podataka koriscenjem HSCSD (High-Speed Circuit-Switched Data)

- HSCSD (High-Speed Circuit-Switched Data) je bio unapređenje postojeće tehnike prenosa podataka sa komutacijom kola (CSD) radi poboljšanja brzine prenosa podataka.
- HSCSD je postigao veće brzine podataka od CSD-a primenom superiornih tehnika kodiranja grešaka i omogućio postizanje većih brzina prenosa iz jednog vremenskog slotu.
- Kao rezultat toga, HSCSD je povećao brzinu prenosa podataka sa 9,6 kbps po vremenskom slotu na 14,4 kbps po vremenskom slotu.
- Za razliku od CSD-a, HSCSD je mogao da koristi više vremenskih slotova, što mu je omogućilo da ponudi maksimalnu brzinu preuzimanja do 64 kbps.

Prenos podataka koriscenjem HSCSD (High-Speed Circuit-Switched Data)

HSCSD radio interface



- parallel usage of several time slots limited to one frequency, in half-duplex mode due to technical limitations of the end devices
- Cost factor limits number of used TS to (2+2) or (1+3, uplink, downlink); (1+4) with improved timing

Prenos podataka koriscenjem HSCSD (High-Speed Circuit-Switched Data)

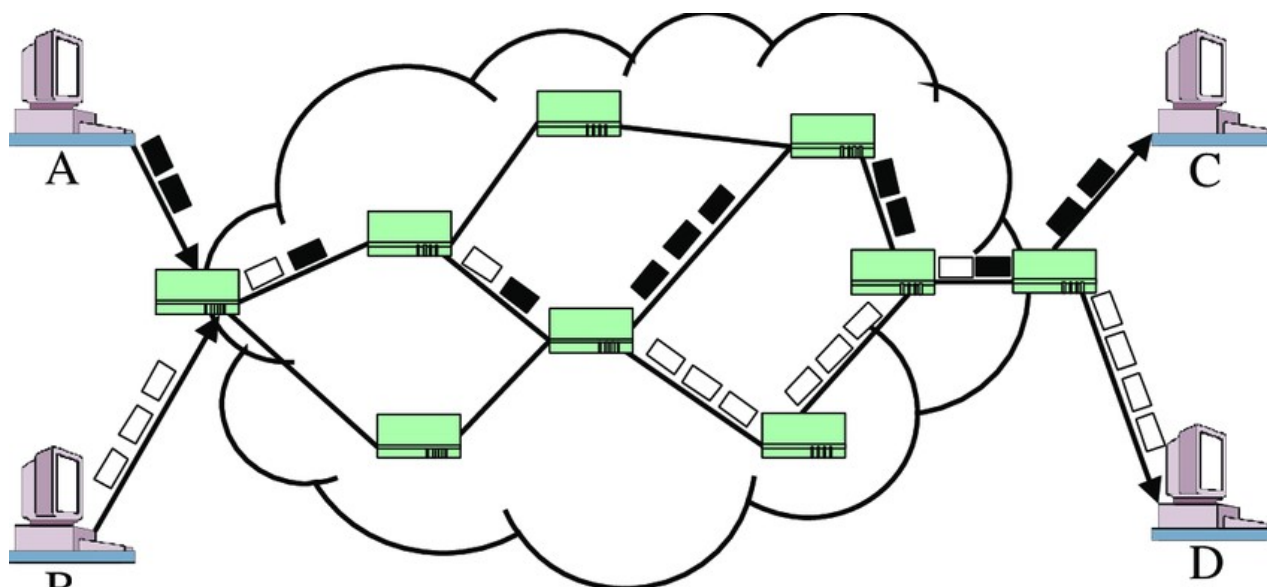
- Kada se koristi svih osam vremenskih slotova, HSCSD tehnologija bi potencijalno mogla da isporuči maksimalnu brzinu podataka od 14,4 kbps k 8 vremenskih slotova = 115,2 kbps. Međutim, zbog ograničenja radio mreže, HSCSD je mogao da ponudi samo maksimalnu propusnost do 64 kbps.
- Pošto je HSCSD mogao da koristi postojeću mrežu sa komutacijom kola, to je bila odlična opcija za mobilne operatere jer im je pružio priliku da ponude vršne brzine preuzimanja do 64 kbps.
- Mobilni operateri su mogli da ponude HSCSD u GSM mrežama kroz manje modifikacije postojeće arhitekture GSM mreže.
- Međutim, pošto HSCSD koristi više vremenskih slotova za pružanje mobilnih podataka, mogućnost istovremenog koriscenja više vremenskih slotova je takođe bila potrebna u GSM telefonima sto je zahtevalo nadogradnju GSM mobilnih telefona.

Prenos podataka koriscenjem HSCSD (High-Speed Circuit-Switched Data)

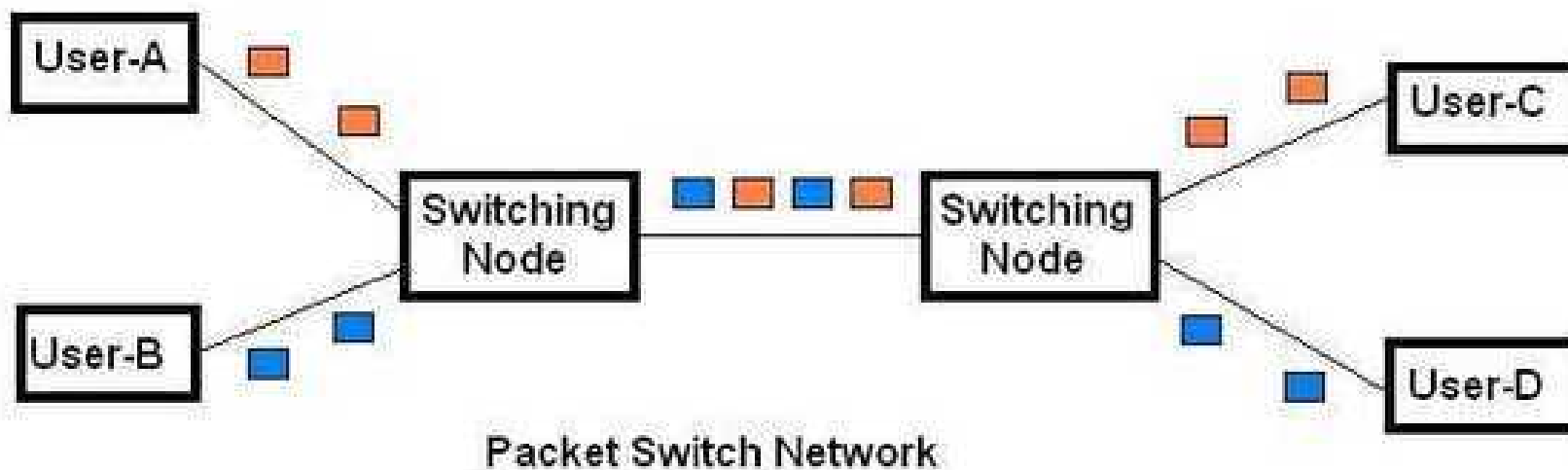
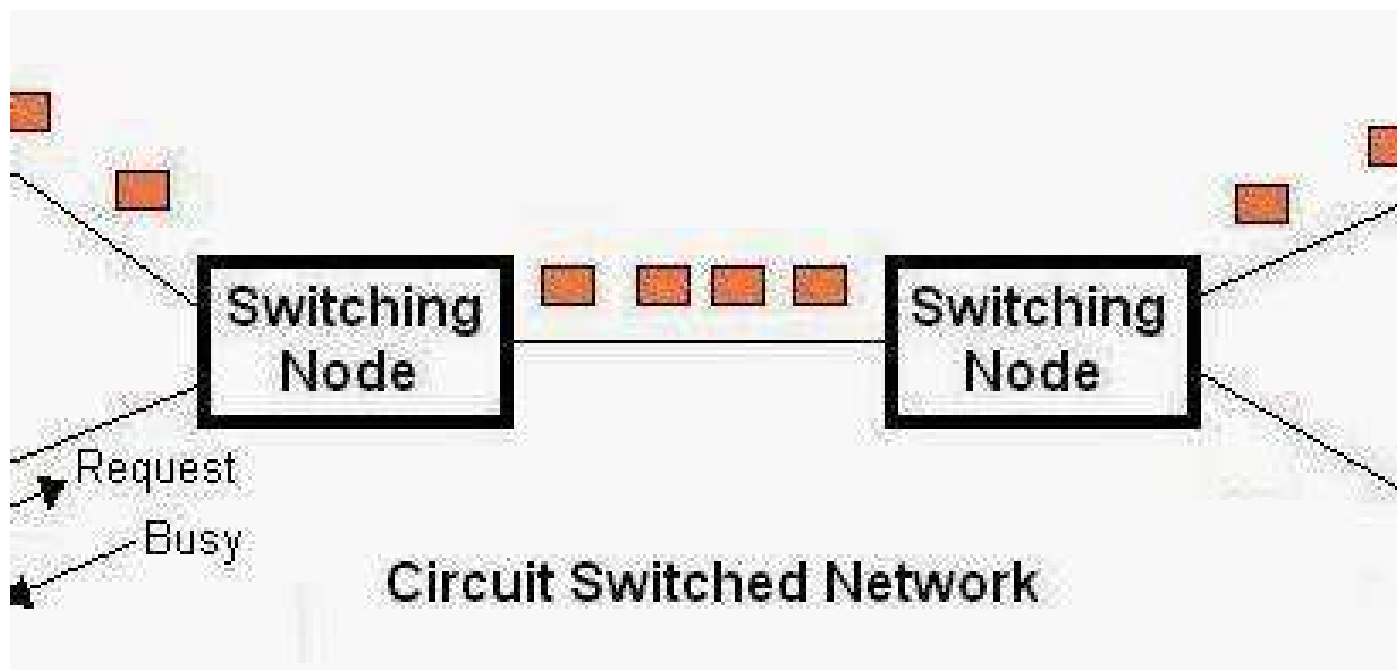
- HSCSD nije bio efikasan jer je trajno angažovao resurse radio mreže tokom celog trajanja sesije podataka.
- Pošto mobilni korisnik ne preuzima ili otprema (download i upload) podatke sve vreme tokom sesije, zauzimanje vremenskih intervala tokom celog trajanje sesije bilo je neefikasno i operativno skupo.
- Pošto su obracun i naplata bili povezani sa trajanjem veze, rešenje je bilo skupo i za korisnike.

Komutacija paketa (Packet-Switching - PS) tehnika

- Komutacija paketa (Packet-Switching - PS) je tehnika koja omogućava mobilnim mrežama da prenose i primaju podatke bez trajnog angažovanja resursa radio mreže za svakog korisnika.
- PS šalje pakete “rafalnih” podataka u različitim vremenskim intervalima dok deli raspoloživi kapacitet kanala sa više korisnika.
- Ovi paketi pored korisnog opterećenja -tj. podatka ili informacije koji se prenose imaju i „zaglavlje” sa informacijama o odredištu za svaki paket.
- Stanice (cvorovi) za prenos na mrezi koriste ova zaglavlja da odrede izvor i odredište paketa tako da paketi podataka mogu biti usmereni do željenih pretplatnika (uređaja) koristeći najbolju moguću rutu.



Komutacija paketa (Packet-Switching - PS) tehnika



General Packet Radio Service (GPRS)

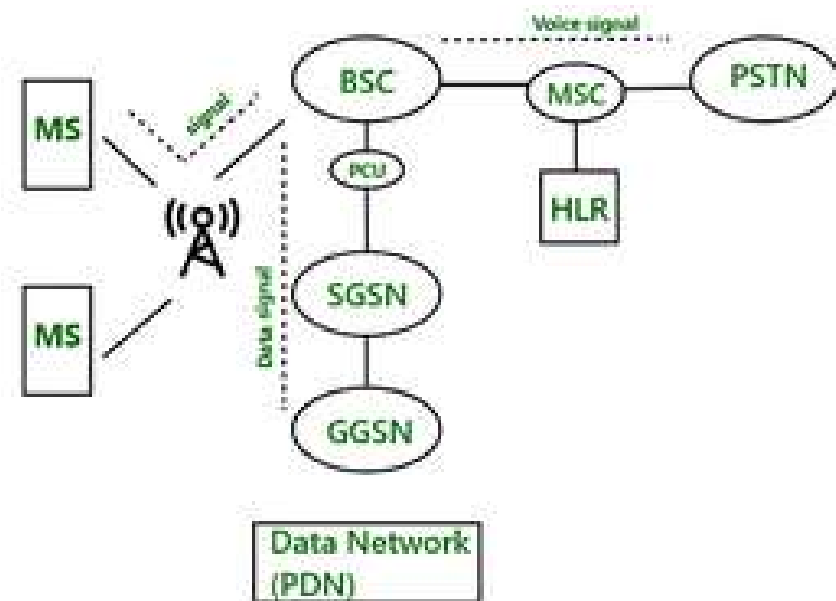
- Komutacija paketa (Packet-Switching - PS) je prvi put uvedena u mobilne mreže druge generacije oko 2000. godine, a kasnije su je usvojile i mreže treće generacije. 4G LTE i 5G NR mobilne mreže se oslanjaju isključivo na komutaciju paketa kako bi korisnicima pružile usluge glasa, SMS-a i podataka zasnovane na IP-u.
- U 2G GSM mrežama, za poboljšanje u prenosu podataka dodata je tehnika komutacije paketa i to kroz General Packet Radio Service (GPRS), dok je u cdmaOne (IS-95) mrežama dodata komutacija paketa kroz IS-95 B.
- Da bi GPRS-a u GSM mrežama mogao da funkcioniše bilo je potrebno da se jezgro mrezne arhitekture - Podsistem za upravljanje mrežom (NSS - Network Switching Subcentar) proširi sa dva nova čvora GGSN (Gateway GPRS Support Node) i SGSN (Serving GPRS Support Node).
- Ovi novi čvorovi su ekstenzija koja dolazi sa komutacijom paketa u GSM mrežama i koegzistiraju zajedno sa MSC-om koji nastavlja da pruža mogućnost komutacije kola za glasovne pozive i SMS poruke.

General Packet Radio Service (GPRS)

- SGSN je glavni mrežni entitet u GPRS (General Packet Radio Service) (a kasnije i u EDGE (Enhanced Data for Global Evolution) i 3G UMTS mrežama).
- U ukupnoj 2G/3G mobilnoj mreži, SGSN se može posmatrati kao verzija MSC-a sa „paketnom komutacijom“. Dakle, baš kao što MSC koristi svoje mogućnosti komutacije kola da upravlja prenosom govornih signala, SGSN koristi svoje mogućnosti komutacije paketa da upravlja prenosom podataka.
- U mrežnoj arhitekturi, SGSN se nalazi između sekcije za radio komunikaciju (Radio Access Network - RAN) i GPRS Gateway - a (GGSN). Dakle SGSN komunicira sa mobilnim telefonima preko RAN -a i komunicira sa spoljnim mrežama preko GGSN-a. Na taj način omogućava mobilnim telefonima da se povežu na spoljne mreže.

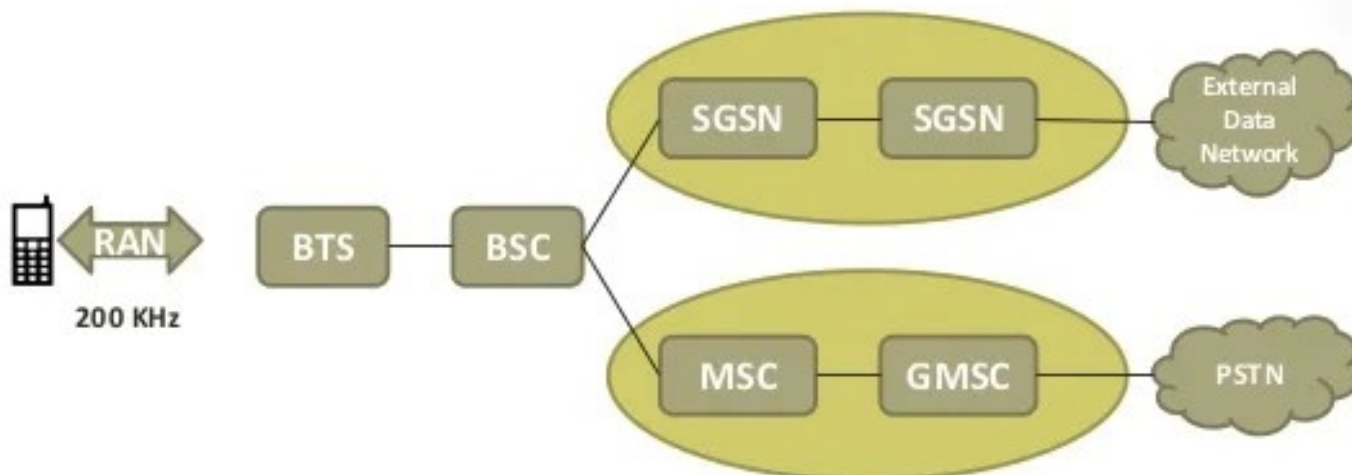
General Packet Radio Service (GPRS)

- GGSN je mrežna komponenta koja blisko “sarađuje” sa SGSN-om (Serving GPRS Support Node) i povezuje osnovnu mrežu u 2G GSM i 3G UMTS sa spoljnim “paketnim” mrežama.
- GGSN je dodat u jezgro mobilne mreze kao gateway tj. pristupni cvor za povezivanje GPRS mreže sa spoljasnjim “svetom” podataka.
- Sa tačke gledišta mrežne arhitekture, GGSN se nalazi između Serving GPRS Support Node (SGSN) i eksternih mreža za prenos podataka kao što su Internet i X.25 mreže.
- Dakle GSM sa GPRS - om mobilna mreza je uspostavila mrežnu arhitekturu sa zasebnim mrežnim entitetima za komutaciju kola i za komutaciju paketa.



General Packet Radio Service (GPRS)

General Packet Radio Service (GPRS)



- Introduced in GSM release 97, General Packet Radio Service (GPRS) is a 2.5G packet data network that shares the radio access network with GSM but has a separate Packet Switch (PS) core network.
- In a GSM/GPRS network, data traffic is forwarded through the PS domain, while voice and SMS traffic goes through the CS domain.
- GPRS consists of Serving GPRS Support Nodes (SGSN) and Gateway GPRS Nodes (GGSN). SGSNs and GGSNs support IP mobility tunnels based on the GPRS Tunneling Protocol (GTP), GPRS has theoretical data rates between 56 and 114 Kbps.

General Packet Radio Service (GPRS)

- U GPRS tehnici mobilni podaci se šalju i primaju u paketima u tzv. “rafalima podataka” (data burst) u različitim vremenskim intervalima tako što dele raspoloživi kapacitet sa više korisnika.
- Dakle, umesto da se puni kapacitet kanala posveti jednoj sesiji tj. jednom korisniku, kapacitet se deli između više korisnika kako bi se olakšalo više sesija.
- Na ovaj način, kada određeni korisnik u određenoj sesiji ne šalje/prima nikakve rafale podataka, drugi korisnici u drugim sesijama mogu da iskoriste preostali kapacitet.
- GPRS može da omogući do 171,2 kbps u downlink-u za download podataka.

General Packet Radio Service (GPRS)

- Kao i HSCSD, na TDMA strani GPRS takođe koristi više vremenskih slotova, ali je efikasniji jer:
 - moze da ponudi veću bitsku brzinu po vremenskom slotu,
 - i što je još važnije, ne zahteva trajno angažovanje mrežnih resursa tokom celog trajanja sesija podataka. Tj. zauzima slotove kad postoji prenos podataka a oslobadja ih kad nema prenosa podataka i to u toku trajanja iste sesije. Tako da ti slotovi postaju slobodni za druge korisnike dok prethodna sesija jos uvek traje. Dakle veci br korisnickih sesija moze da koristi iste slotove u zavisnosti od “aktivnosti”.

General Packet Radio Service (GPRS)

- Uređaji koji podržavaju GPRS su grupisani u tri klase:
- Klasa A: može se povezati na GPRS uslugu (podaci) i GSM uslugu (glas, SMS) istovremeno. Danasnji mobilni telefoni spadaju u takve uređaje.
- Klasa B: može se povezati na GPRS servis i GSM servis (glas, SMS), ali samo na jedan od njih u datom trenutku. Tokom GSM usluge (glasovni poziv ili SMS), GPRS usluga se obustavlja i nastavlja automatski nakon što se GSM usluga (glasovni poziv ili SMS) završi. Većina GPRS mobilnih uređaja je klase B (iz vremena kad se GPRS pojavio).
- Klasa C: mogu se povezati na GPRS ili GSM servis (glas, SMS) i moraju se ručno prebacivati između jedne usluge i druge.
- Pošto uređaj klase A mora zajedno da opslužuje GPRS i GSM, zapravo su mu potrebna dva radija. Da bi se izbegao ovaj hardverski zahtev, GPRS mobilni uređaj može da implementira funkciju dual transfer mode (DTM). Mobilni uređaj koji podržava DTM može da rukuje i GSM paketima i GPRS paketima uz koordinaciju mreže kako bi se osiguralo da se oba tipa ne prenose u isto vreme. Takvi uređaji se smatraju pseudo-klasom A, koja se ponekad naziva i "jednostavna klasa A".

Enhanced Data rates for Global Evolution (EDGE)

- EDGE je skraćenica za Enhanced Data rates for Global Evolution, i to je pre-3G tehnologija koja koristi napredne tehnike modulacije kako bi efikasno utrostručila performanse:
 - GPRS-a sa komutacijom paketa preko E-GPRS-a (Poboljšani GPRS)
 - i
 - HSCSD-a sa komutacijom kola preko ECSD-a (Poboljšani CSD).
- EDGE, koji se često naziva 2.75G, je poboljšanje mreže uvedeno da bi se poboljšale brzine prenosa podataka kod GPRS i HSCSD.
- Međutim, najznačajniji deo EDGE-a je EGPRS jer je primenjen na GPRS tehnologiju sa komutacijom paketa kao kritičan korak u evoluciji mobilnih podataka.
- Dok su GPRS mreže već mogle da ponude do 171,2 kbps, EGPRS je koristio superiornu modulacionu šemu, 8-PSK (Octagonal Phase Shift Keying), da bi skoro utrostručio brzine prenosa podataka koje je GPRS u početku mogao da ponudi.

Enhanced Data rates for Global Evolution (EDGE)

- Koristeći svih osam (8) vremenskih slotova, EGPRS (Enhanced General Packet Radio Service) teoretski može omogućiti vršne brzine prenosa podataka od 473 kbps; međutim, u praksi, poznata vršna brzina EGPRS-a je 384 kbps.
- Generalno, u zavisnosti od broja korisnika i udaljenosti od bazne stanice, prosečna brzinu prenosa podataka za download se kreće od oko 130 do 200 kbps.
- Dakle EGPRS koristi istu tehniku sa komutacijom paketa za slanje i primanje mobilnih podataka baš kao i GPRS. Kapacitet dostupan na delu mreže sa komutacijom paketa deli se između više korisnika. Rafali podataka se šalju kao paketi u različitim intervalima za različite korisnike, čineći ukupan proces mnogo efikasnijim. Ključna razlika je što se kod EDGA koristi 8-PSK modulacija.

2G & 2.5G & 2.75G

Technology	Download (kbit/s)	Upload (kbit/s)	TDMA timeslots allocated (DL+UL)
CSD	9.6	9.6	1+1
HSCSD	28.8	14.4	2+1
HSCSD	43.2	14.4	3+1
GPRS	85.6	21.4 (Class 8 & 10 and CS-4)	4+1
GPRS	64.2	42.8 (Class 10 and CS-4)	3+2
EGPRS (EDGE)	236.8	59.2 (Class 8, 10 and MCS-9)	4+1
EGPRS (EDGE)	177.6	118.4 (Class 10 and MCS-9)	3+2