

# EVOLUȚIA SISTEMELOR DE COMUNICAȚII MOBILE

**Autori: Elena RUSU, Alexandr CEBOTAREAN**  
**Conducător științific: conf. univ. dr., Ion AVRAM**

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Telefonul mobil, fără îndoială, a devenit un lucru indispensabil fiecărei persoane în viața de zi cu zi. Datorită acestuia putem efectua convorbiri cu oricine, oricând și oriunde nu ne-am afla, accesa serviciile rețelei la care suntem abonați, inclusiv rețeaua Internet, dându-ne posibilitatea să aflăm cele mai recente noutăți din orice domeniu sau, pur și simplu să descărcăm orice conținut multimedia dorit. În următorul articol se vor prezenta câteva date esențiale din istoria telefonului mobil și evoluția sistemelor celulare de-a lungul timpului până în prezent, analizându-se caracteristicile de bază ale fiecărei generație și particularitățile sistemelor ce fac parte din acestea.

**Cuvinte cheie:** telefon mobil, generație, semnal digital, comutația de circuite, transmisia de pachete, viteză de transfer, servicii multimedia.

Istoria telefonului mobil cuprinde evenimentele legate de apariția primelor telefoane mobile, dezvoltarea și evoluția acestora, trecând prin diverse forme, de la stațiile de emisie-recepție, utilizate la autovehicule, până la telefoanele celulare moderne. Conceptul de bază de telefonie celulară apare în 1947, când cercetătorii își dau seama că, prin introducerea unor zone celulare pot îmbunătăți substanțial eficacitatea convorbirilor. Iar în 1970, niște ingineri de la Bell Labs inventează un sistem care să permită telefoanelor să treacă dintr-o "arie celulară" într-alta fără întreruperea convorbirii telefonice (numit handover). Prima convorbire cu un telefon mobil a fost efectuată de către Martin Cooper la 3 aprilie 1973 prin intermediul Motorola DynaTAC. [3]

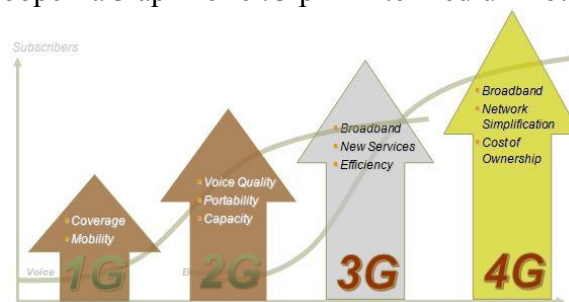


Figura 1 Evoluția sistemelor celulare de comunicații mobile

Telefoanele din prima generație erau analogice, destinate să ofere doar un singur serviciu - apeluri voce. Sistemele celulare 1G erau bazate pe comutația de circuite și se utiliza principiul FDMA. Succesul acestor sisteme în rândurile utilizatorilor a dus la apariția unor neajunsuri, și anume utilizarea totală a spectrului de frecvență, nivelul slab de securitate. Cele mai proeminente sisteme ale primei generații au fost:

- AMPS (Advanced Mobile Phone System): dezvoltat de către Bell Labs și introdus oficial în SUA în anul 1983. Funcționa la frecvența de 800 MHz și utiliza frecvențe separate pentru fiecare convorbire.
- NMT (Nordic Mobile Telephone): dezvoltat în anii 1981 în Suedia, Danemarca, Norvegia, Finlanda. Există două versiuni: NMT 450, care funcționează la o frecvență de 450 MHz și are o putere de emisie mai mare, ceea ce duce la acoperirea unor celule de rază mare, ce sunt utilizate în zonele suburbane și rurale, și NMT 900, care funcționează la frecvența de 900

MHz, dar are o putere de emisie mai mică, ceea ce duce la mărirea capacității sistemului prin faptul că celulele au raze mici și sunt utilizate în zonele urbane.

- TACS (Total Access Communications System): dezvoltat de către Motorola în 1985 și introdus în Marea Britanie. Este similar sistemului AMPS.

Trecerea de la sistemele analogice la sistemele digitale a fost determinată de mai mulți factori, precum: limitări în creșterea capacității, limitări în asigurarea calității, factori economici, sociali ce se referă la cerințele utilizatorilor pentru servicii de calitate la preț redus. Avantajele telefoniei mobile digitale:

- costul redus al terminalelor și echipamentelor de infrastructură
- compatibilitate totală la nivelul serviciilor oferite, cu standardul ISDN din rețelele fixe
- creșterea calității legăturii
- creșterea numărului de servicii oferite abonatului
- posibilitatea extinderii geografice a rețelei la nivel international prin adoptarea unui același standard

Sistemele celulare 2G se bazează pe tehnologia digitală. Dezvoltarea acestui sistem a dus la următoarele avantaje: îmbunătățirea calității transmisiunii, a capacității sistemului și a acoperirii. Servicii suplimentare precum prevenirea fraudei și criptarea datelor utilizatorului au devenit caracteristici de bază ale acestui standard. Noi servicii oferite de a doua generație de telefoane sunt: mesajul SMS, accesul la fișiere multimedia prin intermediul telefonului, transmiterea de reclame promoționale, realizarea de plăți comerciale pentru utilități. Din sistemele celulare 2G fac parte:

- D-AMPS (Digital AMPS): constă în digitalizarea sistemului analog AMPS prin comprimarea digitală a datelor de voce, criptarea apelurilor.
- GSM (Global System for Mobile Communication): dezvoltat în anii 1982 cu denumirea Group Special Mobile, iar apoi standardizat cu denumirea curentă de către ETSI (European Telecommunications Standard Institute). Sistemul GSM utilizează o combinație de tehnici de acces la canalul radio: multiplexarea în frecvență FDMA (Frequency Division Multiple Access) și multiplexarea în timp TDMA (Time Division Multiple Access). Avantajele sistemului GSM constau în: lărgimea de bandă mai îngustă necesară pentru un canal, datorită utilizării altor algoritmi de compresie a vocii; îmbunătățirea calității transmisiunii prin folosirea codurilor detectoare și corectoare de erori; criptarea semnalelor digitale pentru asigurarea securității și protecției împotriva interceptării nedorite. Serviciile asigurate de sistemul GSM sunt:
  - transmisii de voce, date și fax integrate într-un singur sistem;
  - transferul apelului către un alt număr sau spre operatoare/serviciul automat de mesaje (sistem voice-mail);
  - folosirea serviciului GSM atunci când utilizatorul călătorește în străinătate (roaming);
  - plasarea unor apeluri în așteptare, atunci când utilizatorul telefonului mobil este ocupat sau nu dorește să răspundă;
  - indicații detaliate privind apelurile (nume, număr apelând, durata, costul convorbirii);
  - realizarea de apeluri tip conferință între trei utilizatori;
  - asigurarea unor servicii pentru un grup închis de utilizatori (CUG) și împărțirea utilizatorilor pe clase de abonați cu priorități ierarhizate;
  - serviciul de transmitere de mesaje scurte, MMS și apeluri de urgență netaxabile;
  - utilizarea unor "cartele inteligente" (SIM card) în care se află stocate numărul (codul) echipamentului și numărul abonatului.
- CDMA (Code Division Multiple Access): sistem propus pentru prima dată de compania Qualcomm în 1989 ca o metodă de creștere a capacității în sistemele celulare existente, de tip analogic. În perioada 1993-1997, au fost dezvoltate variante îmbunătățite, prin: creșterea benzii de frecvențe ocupate și a gamelor de rate de transmisie a datelor acceptate; modalitățile de realizare a accesului multiplu (de tip secvență directă clasic, cât și de tip multipurtătoare). O particularitate a sistemului

CDMA este Soft Handoff, adică în cazul deplasării abonaților convorbirea în curs se menține de către două celule. [3]

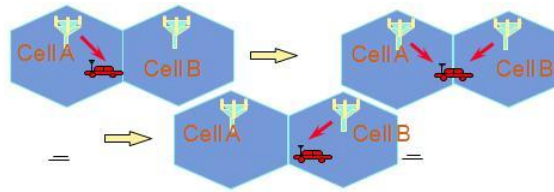


Figura 2 Soft Handoff

În rețelele mobile 2G și 2.5G au fost introduse câteva dezvoltări tehnologice pentru a mări capacitatea lățimii de bandă a rețelilor și pentru a permite funcționarea unor noi servicii în aceste platforme. Din sistemul celular 2.5G fac parte următoarele sisteme:

- HSCSD (High Speed Circuit Switched Data): este o variantă îmbunătățită de GSM care permite unui utilizator obișnuit să stabilească legături de date la debite de până la 57.6 kbps. HSCSD nu presupune schimbări de echipamente (schimbări hardware) în rețeaua GSM, fiind prin urmare o rețea care utilizează comutația de circuite în transmisia de date.
- GPRS (General Packet Radio Service): introduce servicii de transport cu *comutație de pachete* pentru debite maxim 115 kbps. Avantajele acestui sistem în comparație cu GSM sunt: accesul mai rapid la resursele radio; împărțirea și folosirea mai flexibilă a resurselor disponibile la interfața radio; realizarea unei alocări dinamice a resurselor radio, pe baza cererii reale; viteze mai mari posibile oferite utilizatorilor.
- EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution): se introduce modulația 8PSK cu o eficiență spectrală mai mare, ce permite rate de transfer de 384 kbps, de 3 ori mai mari decât în cazul GPRS. Rețelele GPRS și EDGE funcționează în paralel, utilizatorul se va conecta automat la una din ele în dependență de tipul telefonului mobil și de aria de acoperire. Nu există diferențe de tarificare în cadrul acestor rețele, ea realizându-se în funcție de numărul de pachete transmise din rețea, și nu de timpul cât suntem conectați la rețea. [1]

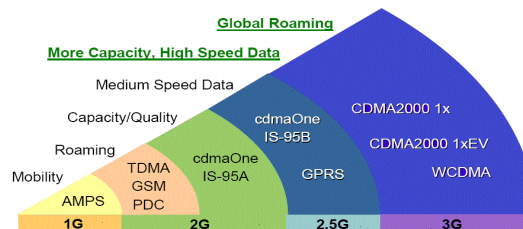


Figura 3 Evoluția sistemelor celulare 1G-2G-2.5G-3G

Sistemele celulare 3G oferă viteze de transmisie sporită, de până la 2 Mbit/s și prezintă posibilități multiple pentru servicii multimedia de calitate și pentru operare în medii diferite. Sunt sisteme cu prelucrarea digitală a semnalului, ce funcționează în banda de 2 GHz. Obiectivele fundamentale ale sistemelor din categoria 3G sunt: asigurarea mobilității universale a terminalelor; oferirea unor pachete ample de servicii, din care utilizatorul poate selecta serviciile dorite, astfel încât să fie posibilă alegerea și flexibilitatea serviciilor; alocarea serviciilor să fie realizată la cerere; accesul la servicii să fie simplu și prietenos; serviciile oferite să fie interactive și inovative. Exemple de sisteme ce fac parte din această generație sunt:

- UMTS (Universal Mobile Telephone System): cel mai răspândit sistem în Europa. Poate funcționa în gama de frecvențe 1890 MHz – 1980 MHz. Tehnologia de transmisie folosită este CDMA de bandă largă (Wideband-CDMA) prin care semnalele se transmit simultan, partajând lățimea de bandă a spectrului de frecvență alocat serviciului.

- CDMA 2000: s-a dezvoltat în SUA. CDMA 2000 1xEV-DO (Evolution Data - Only) introduce o nouă interfață radio și acceptă servicii de date de mare viteză pe sensul descendent 2,4 Mbps și doar de 153 kbps pe sensul ascendent. Sistemul folosește pentru transmisii de date o purtătoare de 1,25 MHz. CDMA 2000 1xEV-DV (Evolution Data-Voice) introduce o tehnică radio nouă și o arhitectură IP pentru accesul radio și pentru rețeaua de bază. Vitezele de transmisie prevăzute sunt de până la 3 Mbit/s. [2]

Pentru sistemul celular 4G se pot da mai multe definiții, dintre care cea mai simplă este cea de viitoare generație de rețele radio ce va completa și înlocui, în viitor, rețelele 3G. Sistemul 4G va asigura faptul că datele, semnalele voce, conținutul multimedia va fi accesibil utilizatorilor oriunde și oricând la o viteză de transfer mult mai mare decât în cazul generațiilor precedente: 100 Mbps (în cazul deplasării abonaților) și 1 Gbps (în cazul staționării abonaților). Printre obiectivele sistemului 4G se pot enumera următoarele:

- 4G să reprezinte o rețea bazată în totalitate pe IP și pe transmisia de pachete
- calitatea înaltă a serviciilor, cum ar fi TV mobil, conținut video de definiție înaltă
- securitate și confidențialitate înaltă
- convergența tuturor rețelelor fixe și mobile, existente sau viitoare, incluzând radiodifuziunea
- lățime de bandă mare
- gestiunea mobilității abonaților, terminalelor.

Sistemul celular de comunicație de generația 5 este văzut ca o rețea reală wireless, capabilă să suporte aplicații *www* (wireless world wide web), permițând existența unei rețele flexibile de nivel înalt cum ar fi DAWN (Dynamic Ad-hoc Wireless Network). Astfel, tehnologiile avansate inclusiv antenele inteligente și modulația flexibilă vor fi cheile pentru a optimiza rețelele ad-hoc fără fir. Sistemele 5G ar trebui să fie o tehnologie inteligentă capabilă să interconecteze întreaga lume fără careva limite, spre exemplu un robot având încorporată inteligența artificială și comunicația fără fir. [4]

## CONCLUZII:

Cu toate că sistemele celulare analogice 1G au avut dezavantaje, precum că ofereau doar serviciul de apeluri voce, aveau nivel slab de securitate, importanța lor nu poate fi trecută cu vederea. 1G a condus la evoluția sistemelor de comunicații mobile. Sistemele digitale 2G au rezolvat neajunsurile sistemului precedent, adăugând servicii noi, oferind comunicații voce și, concomitent, transmisiuni de date la viteze mici. Sistemele celulare 3G oferă noi avantaje abonaților, viteze de transfer a datelor mai mari și acces la servicii multimedia. Iar de la sistemele 4G se așteaptă conlucrarea tuturor rețelelor existente într-o rețea universală pentru a putea fi accesată oriunde și oricând. În viitor, sistemele 5G care vor fi capabile să suporte aplicații wireless world wide web și vor putea interconecta întreaga lume fără limite.

## BIBLIOGRAFIE:

1. Pratima Manhas, Shaveta Thakral, Chakresh Kumar *Performance Analysis of GPRS/EDGE*. Manav Rachna International University (MRIU), India, p.2-4.
2. Ștefan-Victor Nicolaescu *Comunicații mobile, generațiile 3G și 4G*. Institutul Național de Studii și Cercetării pentru Comunicații, România, p. 1; 3.
3. Richard Parry *The Road to 3G*. Computer Science and Engineering program at the University of California, San Diego, p. 5-6.
4. Shakil Akhtar *2G-5G Networks: Evolution of Technologies, Standards, and Deployment*. Information Technology Department Clayton State University, USA, p. 1-3.