

# CALCULAREA COMPARATIVĂ A CAPACITAȚII REȚELELOR DE COMUNICAȚII MOBILE DE DIFERITE GENERAȚII

Irina SLIVINSCAIA, Dorin LUNGU, Alexandru IVȘIN, Ion AVRAM

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Abstract:** Conceptul de telefonie mobilă a fost introdus odată cu tehnologia **1G** care a făcut posibilă comunicațiile mobile pe o scară largă. Comunicațiile digitale au înlocuit tehnologia analogică în cadrul **2G**, care a îmbunătățit semnificativ calitatea comunicațiilor "fara fir,.. Comunicațiile de date , în plus față de comunicațiile de tip voce au fost principalul obiectiv al tehnologiei **3G** , apoi aflându-se în dezvoltare o rețea devenea convergentă atât pentru comunicațiile de voce cât și pentru comunicațiile de date .

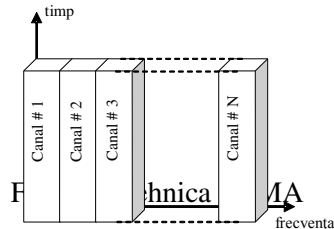
**Cuvinte cheie:** rețea, acces multiplu, trafic, canal, generație, bandă de frecvențe.

## 1. Rețeaua de comunicații mobile 1G

Generația 1 (**1G**), era destinată să ofere un singur serviciu – cel vocal. Această generație cuprinde sistemele: **NMT, AMPS, TACS**, etc. și a apărut cu începere din anul 1980. Erau sisteme cu prelucrarea analogică a semnalului, funcționând în benzile de 450 MHz sau de 800-900 MHz. În prezent sistemele de generația 1 sunt la finalul utilizării, fiind scoase din exploatare în multe țări în care au funcționat.

### 1.1 Tehnica FDMA utilizată în rețeaua de telefonie mobilă 1G

FDMA (acces multiplu cu divizare în frecvență) este frecvent utilizat în sistemele radio analogice, inclusiv în sistemele de telefonie mobilă celulară, cum ar fi **AMPS, NMT, TACS**, etc. Tehnica **FDMA** alocă fiecărui utilizator câte un canal (în speță o frecvență purtătoare și o bandă de frecvențe), la cererea acestuia. Pe toată durata convorbirii, acest canal este folosit de utilizatorul cărui i-a fost alocat și numai de acesta. Într-un sistem de coordonate timp – frecvență, alocarea canalelor într-un sistem FDMA poate fi reprezentată în felul următor:



### 1.2 Sistemul AMPS clasic

Sistemul **AMPS** (Advanced Mobile Phone System)-a fost implementat în exploatare comercială, alocându-i-se frecvențe din gama 825-890 MHz.

În sistemul **AMPS**, canalele de comunicație sunt numerotate de la 1 până la 666, primul canal având alocate două frecvențe purtătoare: 825,015 MHz (pentru comunicație de la schipament mobil spre stația de bază) și 870,015 MHz (pentru comunicație de la stația de bază spre echipament mobil).

**AMPS** are următoarea bandă de frecvențe :

$$\Delta F_1 = 825 \dots 845 \text{ [MHz] (ME} \rightarrow \text{BS)};$$

$$\Delta F_2 = 870 \dots 890 \text{ [MHz] (BS} \rightarrow \text{ME)};$$

$$|\Delta F_1| = |\Delta F_2| = 20 \text{ MHz};$$

Lățimea de bandă a canalelor de trafic  $\Delta f_c = 30 \text{ kHz} = 0,03 \text{ MHz}$ ;

Numărul de canale de trafic în sistem este:

$$N = \frac{|\Delta F_2|}{\Delta f_c} = \frac{|\Delta F_1|}{\Delta f_c} = \frac{20}{0,03} = 666,66 \text{ – (se utilizează doar partea întregă, adică 666 canale)}$$

Numărul maxim de utilizatori într-un cluster va fi egal cu 666.

Distanța duplex într-un canal este de 45 MHz.

Partea fracționară ( 0,66 canale) nu se va utiliza și va fi indicată doar pe planul de frecvențe (figura 3).

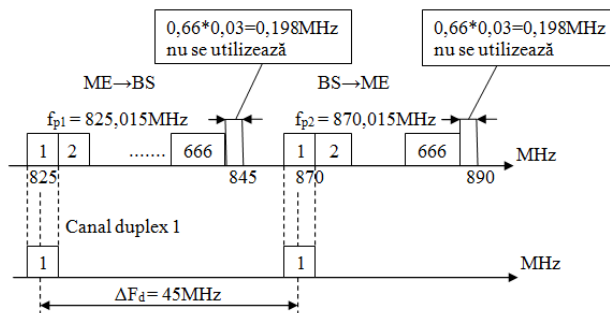


Figura 3 Planul de frecvențe al sistemului AMPS clasic

### 1.3 Sistemul NMT -450/900

Sistemul NMT este primul sistem complet automatizat în care a fost efectuată decentralizarea parțială a funcțiilor de bază.

Tabelul1 Sistemele NMT 450 și NMT900

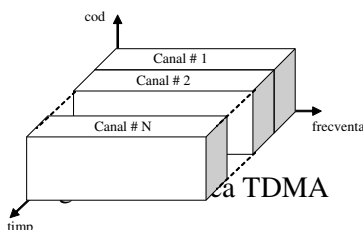
Tipul sistemului de comunicație		
NMT	450	900
Banda de frecvențe	$\Delta F_1 = 453 \div 457,5 \text{ MHz};$ $\Delta F_2 = 463 \div 467,5 \text{ MHz};$	$\Delta F_1 = 890 \div 915 \text{ MHz};$ $\Delta F_2 = 935 \div 960 \text{ MHz};$
Lățimea de bandă, ( $\Delta f_c$ )	20 kHz, 25 kHz	12,5 kHz, 25 kHz
Numărul de canale de trafic	$N =  \Delta F_1  / \Delta f_c = 225/180;$	$N =  \Delta F_1  / \Delta f_c = 1000/2000;$
Numărul de utilizatori	225, 180	1000, 2000

## 2. Rețeaua de comunicații mobile 2G

Generația 2 (2G), a fost inițial destinată să ofere servicii vocale, având în același timp și o capacitate limitată pentru serviciile de transmisiuni de date, cu viteză relativ redusă. Sunt sisteme cu prelucrare digitală a semnalului, cu funcționare în benzile de 900 MHz, 1800MHz și 1900 MHz. GSM oferă posibilitatea sporirii vitezei de transmisie a datelor.

### 2.1 Tehnica TDMA utilizată în rețeaua de telefonie mobilă 2G

Sistemele de tip TDMA (acces multiplu cu divizare în timp)- mai mulți utilizatorii folosesc aceeași bandă de frecvențe, fiecare dintre ei având alocat un slot temporal în care poate transmite sau recepționa mesaje, slot care îi este alocat în mod ciclic. În TDMA pe un singur canal pot comunica concomitent 8 utilizatori. În sistemul de coordonate timp – frecvență, alocarea canalelor TDMA poate fi reprezentată ca în figura 4.



### 2.2 Sistemul GSM

GSM (Global System for Mobile Communications). Sistemul GSM 900 are alocat benzi de frecvență de 25 MHz, în care se constituie 124 de canale radio de trafic cu o bandă de 200 kHz fiecare. Fiecare canal radio, având o altă frecvență purtătoare, este utilizat concomitent de 8 abonați folosind metoda de acces multiplu cu diviziune în timp (TDMA).

Tabelul 2.

Sistemul GSM 900	
Banda de frecvențe	$\Delta F_1 = 890 \dots 915 \text{ MHz (ME} \rightarrow \text{BS)}$ ; $\Delta F_2 = 935 \dots 960 \text{ MHz (BS} \rightarrow \text{ME)}$ ;
Lățimea de bandă a canalelor, $\Delta f_c$	0,2 MHz
Numărul total de canale	125
Numărul de canale de trafic	124
Numărul de utilizatori în cluster	992

Reprezentarea sistemului GSM 900

$$N = \frac{|\Delta F_1|}{\Delta f_c} = \frac{|\Delta F_2|}{\Delta f_c} = \frac{25}{0,2} = 125 \text{ - numărul total de canale,}$$

$$N_{\text{can.tr.}} = N - 1 = 125 - 1 = 124 \text{ - canale de trafic,}$$

$$N_{\text{util}} = N_{\text{can.tr.}} * N_{\text{sloturi}} = 124 * 8 = 992 \text{ - utilizatori simultan în cluster.}$$

### 3. Rețeaua de comunicații mobile 3G

Generația 3 (3G) oferă viteze de transmisie sporită, de până la 2 Mbit/s (în unele variante până la 8 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. La baza dezvoltării 3G se afla sistemele 2G. Astfel, GSM în variantele 2 și 2+ vor fi treptat integrate în 3G, dezvoltarea UTRA fiind realizată tocmai pornind de la interfața GSM. Între diferitele sisteme 3G se încearcă, în prezent, realizarea unei compatibilități cât mai bune. Scopul tehnologiei 3G este să permită acoperire mai mare și creștere de viteze prin investiție minimă. 3G are următoarele îmbunătățiri față de 2.5G și rețelele predecesoare: îmbunătățirea fluxului audio și video; viteză de transfer de date mult mai rapidă; susținerea conferințelor video; navigare Web și WAP la viteze mai mari; susținere IPTV (acces TV prin Internet).

#### Tehnica CDMA utilizată în rețeaua de telefonie mobilă 3G

CDMA (acces multiplu cu divizarea în cod) - toți utilizatorii utilizează aceeași frecvență purtătoare și bandă de frecvențe simultan. În CDMA pe un singur canal pot fi concomitent 64 utilizatori. Capacitatea CDMA este de 10 - 20 ori mai mare decât a sistemelor analogice și de cel puțin 4 ori mai mare decât a TDMA. Spre deosebire de TDMA și FDMA, sistemele CDMA nu au o limită soft a capacității. Prin creșterea numărului de utilizatori va crește doar valoarea nivelului de zgomot la recepție, ceea ce face ca performanțele sistemului să se degradeze pentru toți utilizatorii pe măsură ce numărul acestora crește.

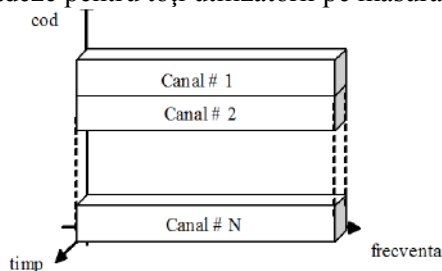


Figura 5 Alocarea canalelor în sistemul CDMA

CDMA - banda generală a canalului de comunicație reprezintă 1,25MHz. Standardul CDMA asigură o capacitate înaltă a rețelei în comparație cu rețelele celulare analogice tradiționale. Majorarea capacității poate fi obținută prin două metode: 1 Majorând numărul canalelor de trafic în banda de frecvență radio dată, 2 Majorând reutilizarea multiplă a canalelor de comunicații pe teritoriul dat.

#### 4. Concluzii:

1 Capacitatea rețelelor CDMA nu este practic limitată, dar odată cu creșterea numărului utilizatorilor scade brusc calitatea comunicațiilor din cauza creșterii nivelului de zgomot pe canalele de trafic.

2 Capacitate relativ înaltă o au rețelele 2G și 3G, dar în aceste rețele pentru creșterea capacității este necesar de efectuat multiplu reutilizarea frecvenței pe teritoriul acoperit.

#### Bibliografie

Diakoumis G., Evaggelos G. CDMA: *Access and Switching*, John Wiley & Sons, 2001, 274 p.