

Sistemul de radiotelefonie celulară NMT

6.1 Introducere

- FDMA, analogic,
- tarile scandinave.
- primul sistem de telefonie celulara complet automatizat.
- doua variante: NMT 450 (1980), NMT 900 (1986);

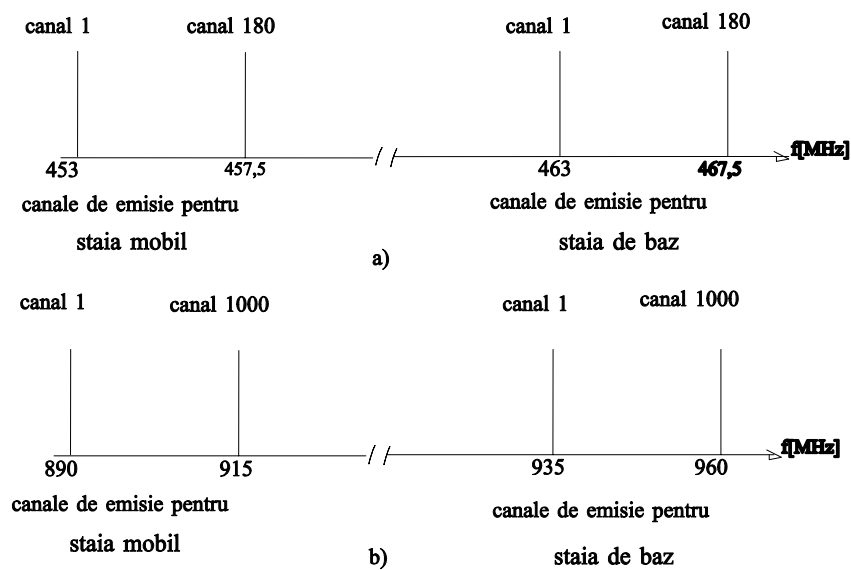


Fig. 6.1 Structura benzilor de frecvență

- NMT900 un sistem perfectionat; - seria NMT450.
- NMT 450, noua varianta - România, operational - 1992.

2 Structura sistemului NMT

- Centrale telefonice pentru abonati mobili, MSC;

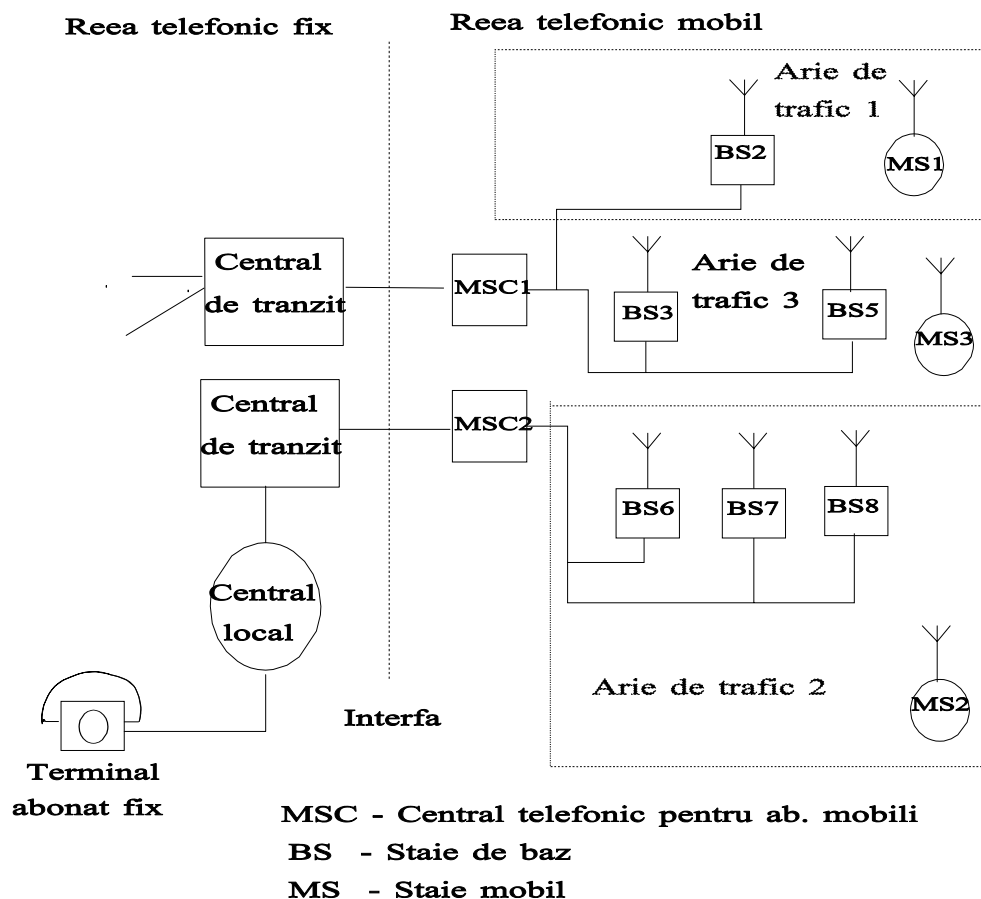


Fig. 6.2 Configuratia generala a unei retele NMT.

- controlul în sistem și interfațarea PLMN - PSTN).
- controlează: prelucrarea semnalelor, încărcarea și funcționarea întregii rețele + funcțiuni de întreținere
- centralizat dar nu excesiv + funcții distribuite;

- *Statii de baza (Base Station) SB)*

- comunicarea radio cu st. mobile sub coordonarea MSC.
 - SB poate folosi între 1 si 40 canale trafic;
 - transceiver pe fiecare canal duplex
 - emițătoarele lucrează pe o antenă comună;
 - cuprinde și echipamente de supraveghere și control.
 - Domeniul de acoperire SB: - 1km și 40km la NMT 450,
- 0,5km și 20 km la NMT 900.
 - *aria de acoperire* a centralei (*MSC Area*).
 - *arii de trafic (Trafic Area TA)* pentru a ușura supravegherea stațiilor mobile și prelucrarea apelurilor.
- *Stații mobile (Mobile Station, MS) care pot fi:*
 - stații mobile cu funcționare în regim normal;
 - stații mobile pentru care se acordă priorități;
 - stații mobile portabile (*hand-held*);
 - stații mobile acționate în regim de telefoane publice (cu cartele magnetice, cu fise, cu monezi etc.)

6.3 Funcționarea sistemului NMT

6.3.1 Tipuri de canale radio utilizate

- a - canale de trafic;
- b - canale de c_utare;
- c - canale de acces (la NMT900);
- d - canale combinate de trafic și/sau căutare.

a. *Canalele de trafic* CT; - cel puțin unul va fi marcat cu un semnal identificator de canal liber;

b. *Canalele de căutare* CC; - anunțarea unei SM chemate,

- informare de la centrală la stația mobilă,
- urmărire SM în starea "stand-by"
- comunicație în anumite cazuri;
- semnal special de identificare.

c. *Canalele de acces* CA permit SM să obțină rapid un canal de trafic (cerere pe CA după rec. MSC selectează un CT - emite ordin de alocare la SM - comutare - apel);

- capacitate mare - mesaje scurte transmise.
- un singur canal de acces la o SB.
- SM află frecv. CA în CC
- CA poate deveni CT la nevoie;
- CA + CC = canale de apel;

d. *Canalele combinate de trafic și/sau căutare*

- normal apelare, însă la vârf de trafic pot fi CT;

- Legătura SB - MSC pe *canale de date/semnalizări și trafic telefonic* (cablu, fibră optică sau radio).

6.3.2 Realizarea legaturilor de comunicare

- *centrale de apartenență* - HMSC - *Home MSC*;
- *centrale vizitate* - MTXV - *Visited MSC*;

- primire/transmitere apeluri;
- urmarire - transfer;
- paralelism: centrala telefonica - MSC;

ON-OFF

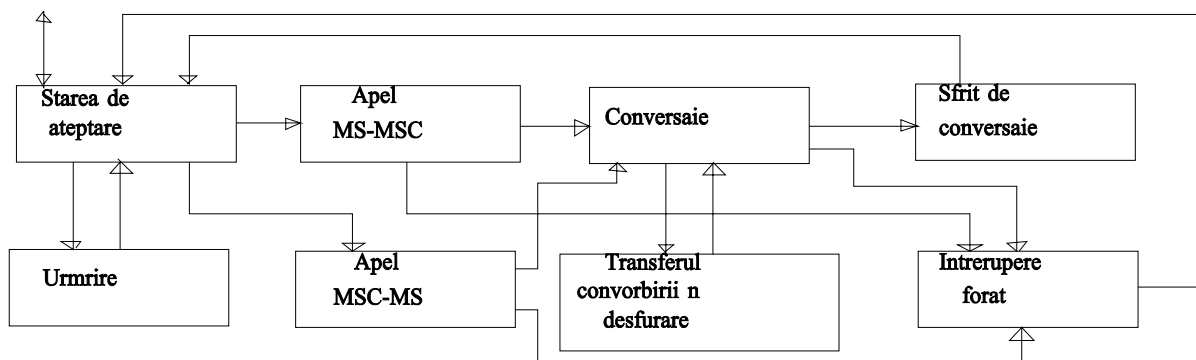


Fig. 6.3 Diagrama de stari pentru functionarea retelelor NMT.

- tranzitiile de la o stare la alta sunt automate.
- sistem de semnalizare digital.

* *SM - pornita - starea asteptare* - acord CC optim;

- aici gaseste informatii ptr. localizare;
 - datele vor fi transmise prin SB la MSC ptr. localizare;
 - schimba aria MSC, aria de trafic sau reseaua - roaming;
- directionare automata apeluri - aria geografica corecta.

* primire apel - confirmare pe canalul pereche;

- MSC alocă un CT si comunica SM sa comute pe acesta;
- procedura de contactare se încheie pe canalul de trafic. - ton de apel si conexiunea pentru conv. este stabilita.

-
- dacă traficul este intens MSC trs. SM ordinul de a lansa procedura de cautare a unui canal de trafic liber.
 - *starea de conversatie.*
 - urmarire calitate legatura
 - dacă este necesar procedura de *transfer (handover)*
 - iesire -normala cu informarea centralei sau, în mod forțat, prin pierderea legaturii.

4 Supervizarea si controlul rețelei

4.1 Supervizarea calitatii legaturii

- acțiune care are loc pe durata legăturii; două moduri:
 - măsurarea puterii semnalului recepționat de la SM;
 - prin măsurarea RSZ semnal special *semnal φ* ,

Tabelul 2 Valorile frecvenței semnalului φ

| $\varphi 1$ | $\varphi 2$ | $\varphi 3$ | $\varphi 4$ |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 3955 Hz | 3985 Hz | 4015 Hz | 4045 Hz |

4.2 Transferul legăturii de comunicație

- *transferul între celule;*
- *transferul intracelular;*

- calitate slabă - alarmă MSC, MSC cere măsurarea puterii recepționate la SB vecine;
- dacă găsește o SB mai bună și are un CT liber - *transf.*
- două praguri I și II (de ce și cum actionează);
- decizia transfer - MSC - inițiativa SB;
- măsură preliminară - control putere emisă;

4.3 Accesul și căutarea

Se poate spune că apelul implică două faze:

- lansarea apelului - *accesul*
- contactarea corespondentului - *căutarea*.

a) *Apelul de la un abonat al rețelei telefonice publice fixe către o stație mobilă.*

- două moduri diferite (figura 4) 1/2

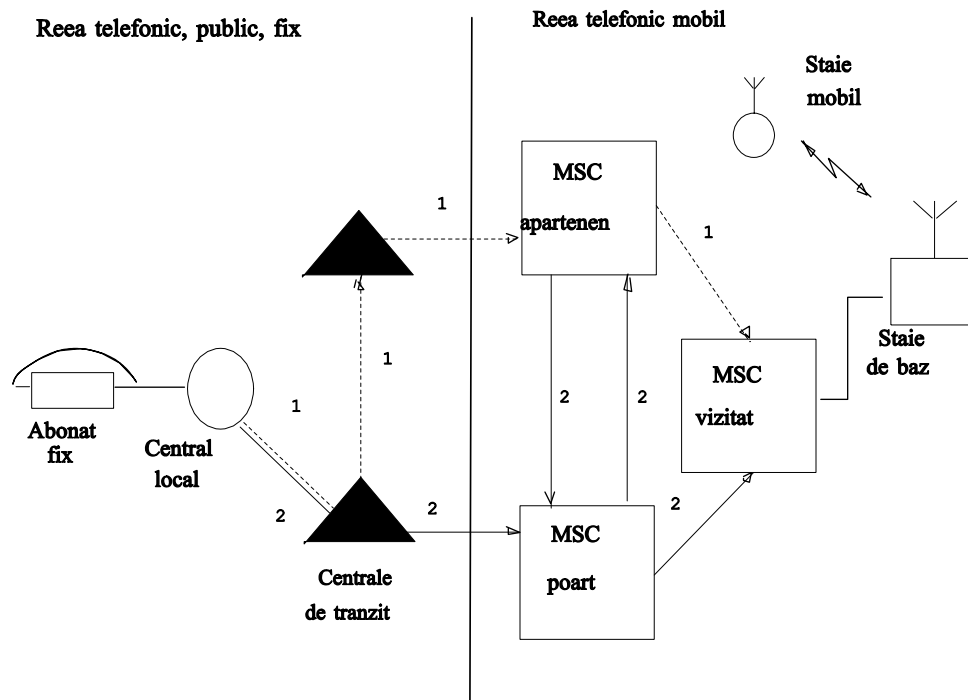


Fig. 4 Trimiterea semnalului de apel prin rețeaua telefonică comutată.

- Gateway MSC;

b) Apelul de la un abonat mobil

- formare număr - SM - accesul la resurse; două variante:

- canal de apelare;

- canal de acces (proc. scurtă);

- Identitatea SM inițitoare + numărul dorit spre MSC;

- MSC analizează categorie abonat + parola,

- dacă are voie inițiază proc. de conectare.

- Apelul rutat PSTN sau rămâne în PLMN.

- Dacă este necesar, se determină poziția SM apelată;

- se caută un CT liber ptr. conv.

- contactarea se finalizează pe CT;

-
- supervizarea calității legăturii.

4.4 Localizarea, actualizarea poziției, urmărirea și controlul identității stației mobile

a) *Localizarea (Location)*

- det. poziției SM chemate, adică det. celulei;
 - arie MSC - arii trafic (max 16);
 - trs. *semnal de apel (paging)* cu numărul SM căutate pe toate CA (CC) ale acelor AT unde ar putea fi mobilul.
 - altfel realizează paging pe aria MSC;
 - SM își recunoaște numărul - răspunde SB;
 - apelul paging este repetat o vreme - eșuare.

b) *Actualizarea poziției (Location Updating)*

- menținerea informației corecte despre poziția abonatului mobil în rețea, chiar dacă SM nu este folosită.
- apel automat de ridicare a datelor în vederea localizării SM din aria MSC;
- SM așteptare - acord CC unde găsește nr. canal + nr AT + info. despre canalele disponibile în zon_;
- iese din zon_ re acordare pe alt CC;
- dac_ trece în alt_ arie - poate cere act. pozi_ie;

c) *Urmărirea (roaming)*

H-MSC - V-MSC;

d) *Control identitate stație mobilă*

- stații furate - parola pe un nou echipament;
- parola necunoscută de abonat;
- Validarea parolei: la apeluri către și de la abonatul mobil și la mesajele de date pentru urmărire.

5 Structura transmisiilor de date (semnalizărilor)

- a. *două MSC* - standarde proprii dar se preferă sistemul CCITT nr.7 (mai rapid, mai eficient și capacitate mai mare).
- b) *MSC - centrale PSTN* depinde de centrala PSTN dar este rec. sistemul CCITT nr.7 sau unul național;
- c) *Între MSC și SB* (figura 5)
 - alarme, mesaje de schimbare a controlului stațiilor de bază asupra mobilelor etc.
- d) *Între SM și MSC, prin SB*,
 - inițiere apeluri, încheiere apeluri, transfer,
 - ridicare de date despre poziție,
 - comenzi de schimbare a puterii de emisie etc.
 - canale de apel/căutare fie pe canale de trafic, prin întreruperea comunicației în fonie.

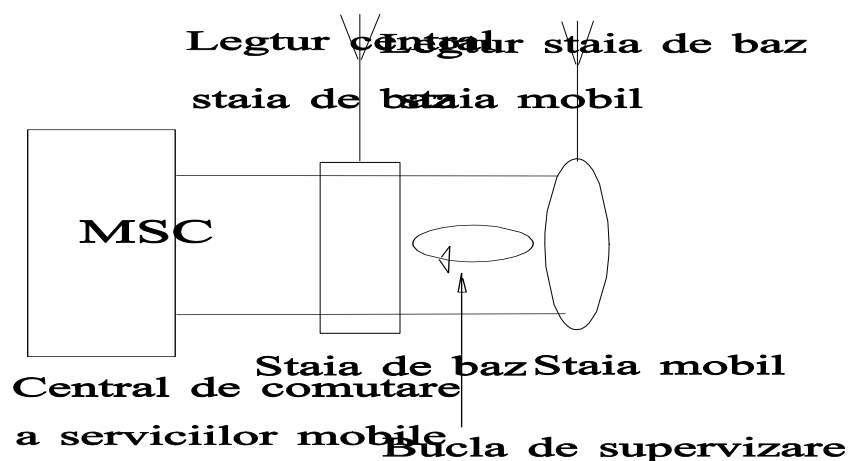


Fig. 6.5 Semnalizări în interiorul sistemului NMT.

- c,d au structuri asemanatoare.
- modulația cu salt de frecvență FFSK;
- $R_i = 1200$ bps. (1200 Hz = "1", 1800 Hz = "0" .
- cadre de semnalizare = 166 biți (0,1383 secunde).

| SB | SC | DATE | BII DE CONTROL |
|--------|--------|--------|----------------|
| 15 bii | 11 bii | 64 bii | 76 bii |

SB - sincronizare de bit; SC - sincronizare de cuvnt

Fig. 6 Structura unui cadru de complet de semnalizare.

- Sincro. bit - 15 simb. alternate (101010101010101);
- sincro. cadru - secv. BARKER de 11 biți (11100010010).
- Info. semnalizare - 64 de biți

- organizată în "cifre" hexa. de 4 biți (16 "cuvinte").
- info. control (76 de biți).

| | | | | |
|---------|------|------|------|------------------|
| NC | IC | AT | ISB | Cmp de informaii |
| 3 cifre | 1 c. | 2 c. | 1 c. | 9 cifre |

a) Centrala de comutare a serviciilor mobile
ctre staia de baz

| | | | |
|---------|------|------|------------------|
| NC | IC | ISB | Cmp de informaii |
| 3 cifre | 1 c. | 1 c. | 11 cifre |

b) Staia de baz ctre centrala de comutare
a serviciilor mobile

| | | | | |
|---------|------|------|-------------|------------------|
| NC | IC | AT | Numr abonat | Cmp de informaii |
| 3 cifre | 1 c. | 2 c. | 7 cifre | 3 cifre |

c) Centrala de comutare a serviciilor mobile ctre
staia mobil

| | | | |
|---------|------|-------------|------------------|
| NC | IC | Numr abonat | Cmp de informaii |
| 3 cifre | 1 c. | 7 cifre | 5 cifre |

d) staia mobil ctre centrala de comutare
a serviciilor mobile

NC - numrul canal radio
IC - identificatorul cadrului
AT - aria de trafic
ISB - identificatorul staiei de baz

Fig. 7 Conținutul cadrelor de semnalizare.

6 Structura de principiu a unei MSC

- structura modulară, chiar și - blocurile funcționale;

- module cu procesor propriu conectate în paralel
- extindere capacității de prelucrare bloc deci și capacitate globală - mărire număr de module.
- Interfețele dintre module - adăugarea unor noi funcțiuni fără a schimba arhitectura sistemului.

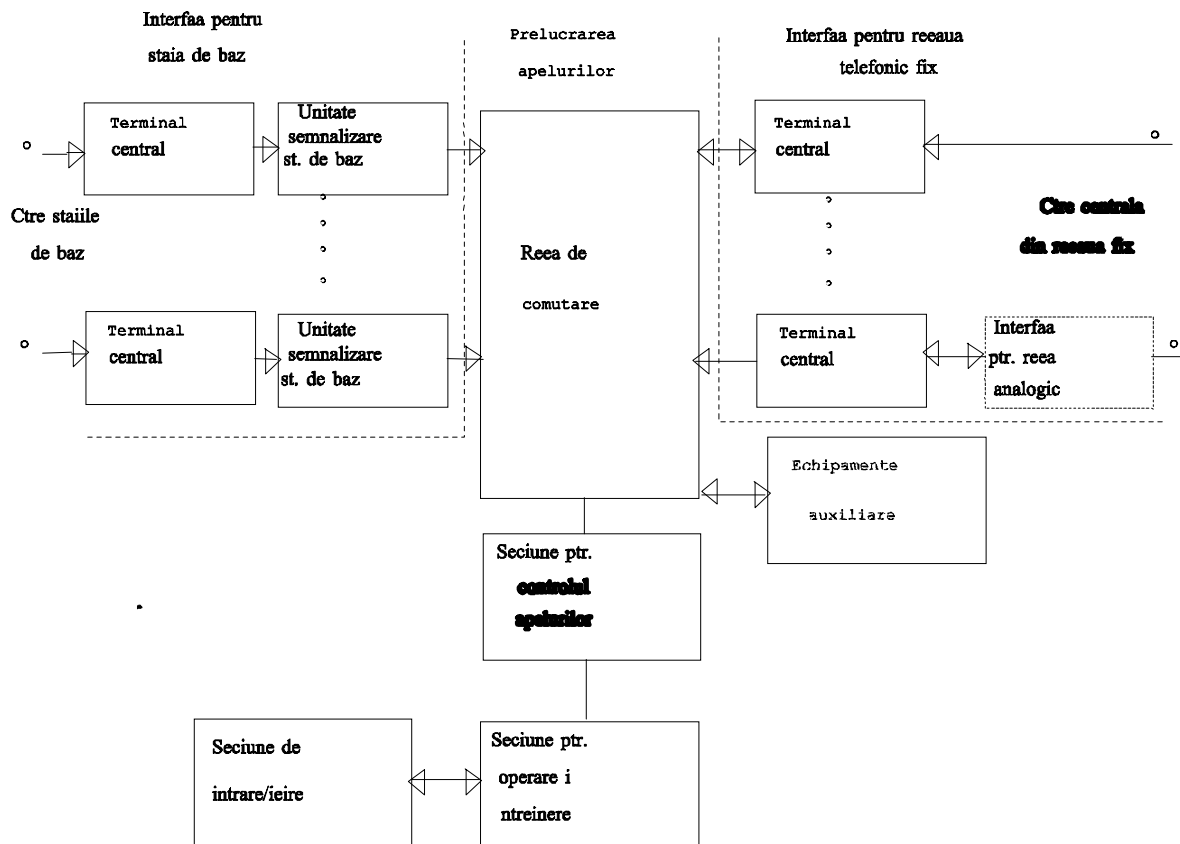


Fig. 8 Schema bloc a unei MSC.

- secțiunea pentru controlul apelurilor (SCA);
- rețeaua de comutare (RC).

➤ SCA

- sistem multiprocesor - fiecare funcție de control a apelurilor are propriul calculator.
- Capacitatea de manevrare a apelurilor depinde de numărul de

calculatoare conectate în acest sistem.

- rețele numerice PCM (ex. centrala DX 200 - Nokia).

- *terminalele centralei (TC)*

- preluc. semnalele in/out.

- realizează sincronizarea electrică și adaptarea circuitelor PCM externe la centrală.

- transformă semnalele binare în semnale codate HDB3 pentru transmiterea pe linie și invers.

- conexiuni permanente la RC

- conexiuni semiperm. *secțiunea de întreținere și operare* - Ele analizează rata erorilor pe circuitele PCM și manipulează alarmele primite de la acestea.

- *interfețe pentru rețele analogice.*

- *Rețeaua de comutare (RC, Group Switch, GSW)*

- secțiune realizată în întregime digital,

- protejată la blocare,

- comutator temporal.

- Dimensiunea minimă 32 x 32 circuite PCM, 1024 ferestre de timp care vin și 1024 care pleacă.

- poate fi extinsă până la 256 x 256 circuite PCM,

- *Secțiunea de întreținere și operare (operation and maintenance computer) -* interfață între personalul de deservire și echipamentele centralei.

- schimbarea datelor din memoria MSC;

- lansarea programelor de test etc.

- conectată la periferice, de exemplu la imprimante.

7 Servicii oferite de către sistemul NMT

- asigură toate facilitățile și serviciile disponibile în serviciul telefonic fix.
 - servicii dependente de sistem a
 - servicii dependente de centrala folosită.

Se disting două categorii de servicii:

- serv. asigurate pentru abonați,
- serv. asigurate de MSC pentru a rezolva probleme generale de org. a comunicațiilor și gestionare a rețelei.

a) Serviciile asigurate pentru abonați (automat sau la cerere):

- codarea apelului;
- devierea apelului;
- transmiterea sau primirea unui nou apel în timpul unei convorbiri; poate fi permisă comutarea de la un apel la altul ori de câte ori este necesar;
- conectarea, între ei, a trei utilizatori;
- stabilirea unei legături între un nou apelant și partenerul curent; operațiune realizată de către abonat;
- transferarea legăturii, către un alt partener, în cazul în care linia este ocupată;
- interceptarea apelurilor, pentru urmărirea manuală sau automată a apelurilor răuvoitoare;
- respectarea cererii unui abonat de a nu fi deranjat;
- informarea abonatului în timpul unei conversații că un nou apel îl așteaptă, cu alternativele:
 - * ignorarea noului apel;

-
- * terminarea apelului în curs și acceptarea celui nou;
 - * întrerup. temp. și acceptarea noului apel;
 - * respingerea noului apel cu dezactivarea serviciului în timpul apelului în desfășurare (15-30 sec);
- dezactivarea generală de către abonat a serviciilor.

b) Dintre serviciile asigurate de către MSC în sistem:

- org. măsurătorilor de putere și interpretarea datelor obținute, în vederea realizării transferului;
- redirecționarea automată a apelului către un număr de telefon dat, atunci când SB nu are canale radio libere;
- urmărirea SM în starea de așteptare;
- organizarea AM pe categorii de priorități;
- rezervarea de canale pentru abonații prioritari.

8 Capacitatea de preluare a abonaților

- capacitatea = numărul de abonați pe care-l poate prelua sistemul NMT care este limitat de:

- capacitatea centralei de comutare a serviciilor mobile;
- capacitatea de trafic a subsistemului radio.

- Capacitatea de trafic care caracterizează subsistemul radio:

- numărul de canale radio alocate în zona de interes;
- numărul de canale radio repartizate pe fiecare celulă;
- capacitatea canalelor de apelare dintr-o arie de trafic;
- numărul de celule;
- dimensiunile celulelor;

-
- posibilitatea de reutilizare a frecvențelor (N);
 - suprapunerea parțială sau completă a unor celule;
 - timpii necesari ptr. trs. solicitărilor de legături de comunicație și de atribuire a CT.
-
- zone urbane - NMT 900 - capacitate mai mare.
 - acoperirea unei arii cât mai mari - NMT 450 ($r_{\max} = 15-40$ km). - zone rurale, NMT 450 poate înlocui la preț convenabil PSTN.
-
- proc. MSC - capacitate de calcul ridicată. Deci NMT poate:
 - folosi celule mici, pentru ariile urbane cu densitate mare de abonați;
 - include procedee de transfer, complet automate, paging de arie largă, transfer intercentrale etc.;
 - accepta rețele care conțin mai multe centrale, cu un număr teoretic nelimitat de unități etc.
-
- Timp de realizare a diverselor acțiuni:
 - a) timp de realizare apel de la o SM cca 1 s;
 - b) timp de realizare apel către o SM:
 - timp pe canalul de apelare - 1 s;
 - timp pe canalul de trafic - 1 s;
 - c) timpul de ștergere a apelului - 0,75 s;
 - d) timpul de realizare a unui transfer:
 - la NMT 900 - 0,3 s;
 - la NMT 450 - 1 s.

Tabelul 3 Performanțele unor sisteme de radiotelefonie mobilă analogice

| Caracteristici | | AMPS | MSC-L1 | MSC-L2 | NMT 450 | NMT 900 | C 450 | TACS | Italian |
|-----------------------------------------|----------------|------------------------------|---------|--------------------------|-----------------|---------|-------------------|------------------------------|---------|
| Benză de frecvență ptr. emisie [MHz] | Stația de bază | 870-890 | 870-885 | 870-885 | 463-467,5 | 935-960 | 461,3-465,74 | 935-950 | 460-465 |
| | Stația mobilă | 825-845 | 925-940 | 925-940 | 453-457,5 | 890-915 | 451,3-455,74 | 890-905 | 450-455 |
| Separarea duplex [MHz] | | 45 | 55 | 55 | 10 | 45 | 10 | 45 | 10 |
| Banda canalului [kHz] | | 30 | 25 | 12,5 | 25 | 12,5 | 20(10) | 25 | 25 |
| Număr canale | | 666 | 600 | 1200 | 180 | 1999 | 222 | 600 | 196 |
| Putere max. [W] | BS | 100 | 50 | 20 | 50 | 100 | 100 | 100 | 25/2,5 |
| | MS | 3 | 5 | 1 | 15 | 1-6 | 15 | 7 | 10/1 |
| Raza celulei [km] | | 2-20 | 3-10 | 3-10 | 1-40 | 0,5-20 | 2-30 | 2-20 | 5-20 |
| Cod de protecție la erori | | BCH | BCH | BCH | HG | HG | BCH | BCH | |
| Deteție erori | | min. 11 max. 89 (200b) | min. 3 | min. 3 | | | min. 40 (150b) | min. 11 max. 89 (200b) | |
| Corecție erori | | min. 5 max. 83 (200b) | 1 | 1(2)2,4 (0,1) kb/s | min. 6 (19b) | min. 6 | min. 20 | min. 5 | |

În prezent sistemele de radiotelefonie celulară analogice sunt utilizate în țările cu comunicații dezvoltate la capacitatea maximă sau aproape de aceasta.

Elaborarea unor tehnici performante de prelucrare digitală a semnalelor, a unor soluții mai eficiente de modulare a purtătoarei de radiofrecvență și realizarea pe scară largă și la prețuri reduse a unor circuite integrate adecvate, au creat posibilitatea dezvoltării unor sisteme de radiotelefonie celulară noi, bazate pe diviziunea în timp: sistemele de radiotelefonie digitale.

Pe lângă creșterea capacității de trafic, sistemele digitale aduc și o serie de îmbunătățiri în prelucrarea semnalelor și crează posibilitatea

introducerii de noi servicii precum și pentru îmbunătățirea serviciilor existente.