

SISTEMUL DE TELEFONIE CELULARĂ AMPS

1. Introducere

- Elementele de bază pentru conceptul celular - 1947,
- prin anii '70 firma Bell Telephone a conceput și brevetat un sistem celular.
- Pornind de aici, AT&T obține în 1975 o licență pentru un sistem de comunicație celular experimental în Chicago.
- A rezultat sistemul AMPS (*Advanced Mobile Phone System*);
- A devenit operativ în anul 1982.
- Alături de NMT (*Nordic Mobile System*) din Europa, și de MCS-L1 din Japonia a fost printre cele mai răspândite sisteme celulare analogice;
- Principalele caracteristici ale sistemului sunt:
 - banda de frecvențe utilizată:
 - 825-845 MHz (SM – SB)
 - 870-890 MHz (SB – SM)
 - numărul de canale în fiecare subbandă: 666;
 - lărgimea de bandă a unui canal: 30 kHz;
 - distanța dintre două purtătoare consecutive: 30 kHz.
 - Comunicația - sistem duplex folosind două canale;
 - cele două canale sunt plasate în cele două subbenzi;
 - distanța duplex - 45 MHz.

2. Structura sistemului AMPS

➤ Sistemul AMPS conține (figura 1):

- centrala telefonică proprie abonaților mobili: MTX;
- echipamente de celulă sau stații de bază: BS;
- echipamente mobile (stații mobile): MS.

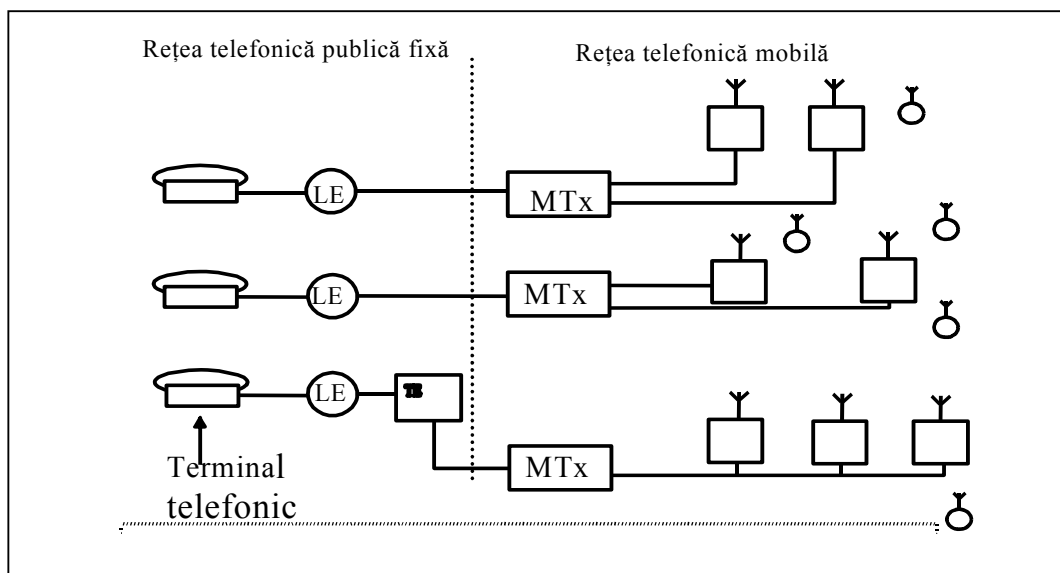


Fig. 1 Sistemul AMPS: configurație generală.

- Legătura cu PSTN (rețeaua telefonică publică comutată) este realizată la nivelul centralelor locale (LE) dar se poate stabili și la niveluri ierarhice superioare (ex. TE)
- Centrala telefonică a sistemului (MTX=Mobile Telephonic Exchange) (figura 2) este contactată cu fiecare stație de bază (grup de stații) printr-un fascicul de linii telefonice (o pereche pentru fiecare canal radio duplex) și prin una sau două linii de date;
- prin acestea din urmă se realizează semnalizarea între cele două unități pentru desfășurarea unui apel.

- De asemenea centrala este în legătură, prin linii telefonice, cu o centrală din rețeaua telefonică publică comutată.

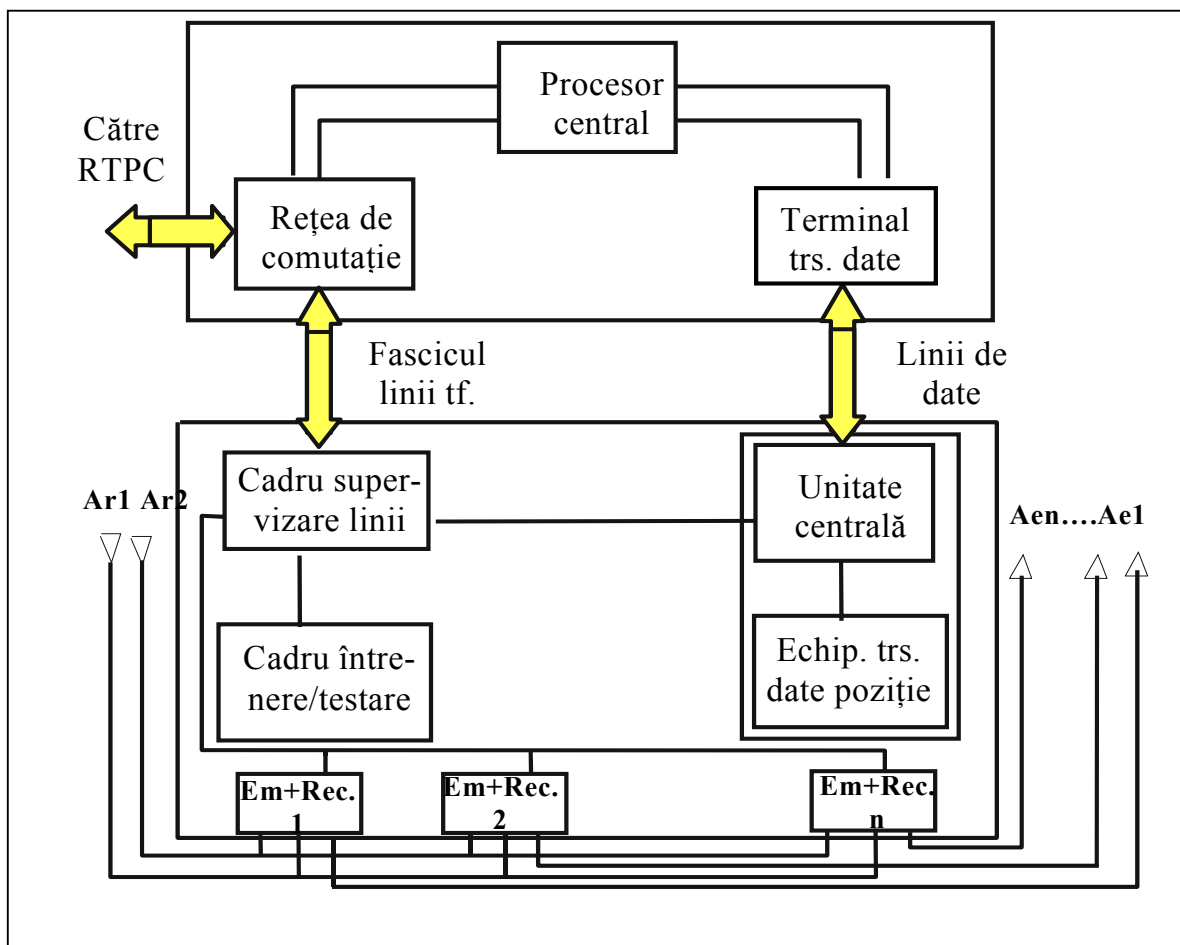


Fig.2 Structura centralei telefonice pentru abonații mobili și stației de bază AMPS

- Blocul care realizează legăturile între canale provenind de la stații de bază și canale provenind de la centrale din rețeaua terestră sau alte stații de bază este *rețeaua de comutație*.
- Procesorul centralei telefonice (figura 2) controlează echipamentul de conectare propriu, care:
 - permite racordarea abonatului mobil la rețeaua telefonică

publică, comutată (RTPC, PSTN)

- controlează activitatea stațiilor de bază și
- controlează majoritatea activităților stațiilor mobile.

➤ Comenzile către stațiile mobile se transmit prin intermediul stațiilor de bază.

➤ Rezultă că elementul vital al sistemului AMPS este procesorul **MTx**;

➤ activitatea în cadrul sistemului este foarte centralizată.

➤ *Stația de bază (Base Station)*(fig. 2):

- conține perechi de echipamente emițător - receptor, câte o pereche pentru fiecare canal radio (figura 2).
- pentru recepție se folosesc două antene pentru a realiza recepția cu diversitate spațială de ordinul doi.
- fiecare emițător are, în principiu, propria antenă de emisie dar este posibil să se adopte și soluții cu antenă comună, care utilizează multiplexoare și filtre de separare corespunzătoare.
- module pentru urmărirea nivelului semnalului (cadre supervizare linii),
- module pentru canalele radio de comandă/control și semnalizare cum ar fi:
 - unitatea centrală,
 - echipamente transmisiuni de date și poziționare)
 - cadre pentru întreținere și testare.

➤ *Stația mobilă (Mobile Station)* (figura 3) este compusă din:

- interfața pentru abonatul mobil (interfață utilizator), care cuprinde:
 - microreceptorul;
 - tastatura;
 - elementele de semnalizare (display, sonerie, LED-uri);
 - un echipament de emisie-recepție (transceiver);
 - o unitate logică (microcalculator);
 - două antene de recepție; ca și în cazul stației de bază, pentru a reduce efectul fading-ului, recepția se face cu
 - diversitate spațială de ordinul 2.

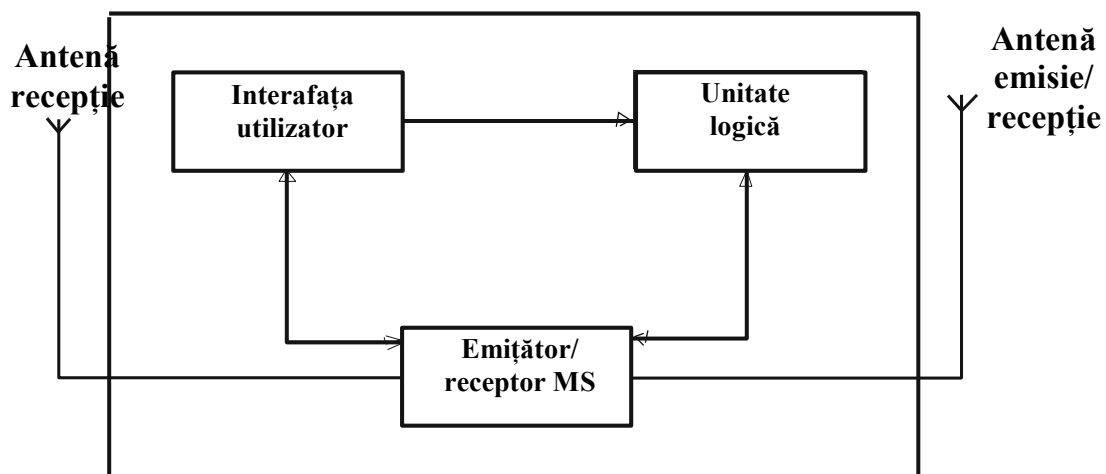


Fig. 3 Structura stației mobile în sistemul AMPS.

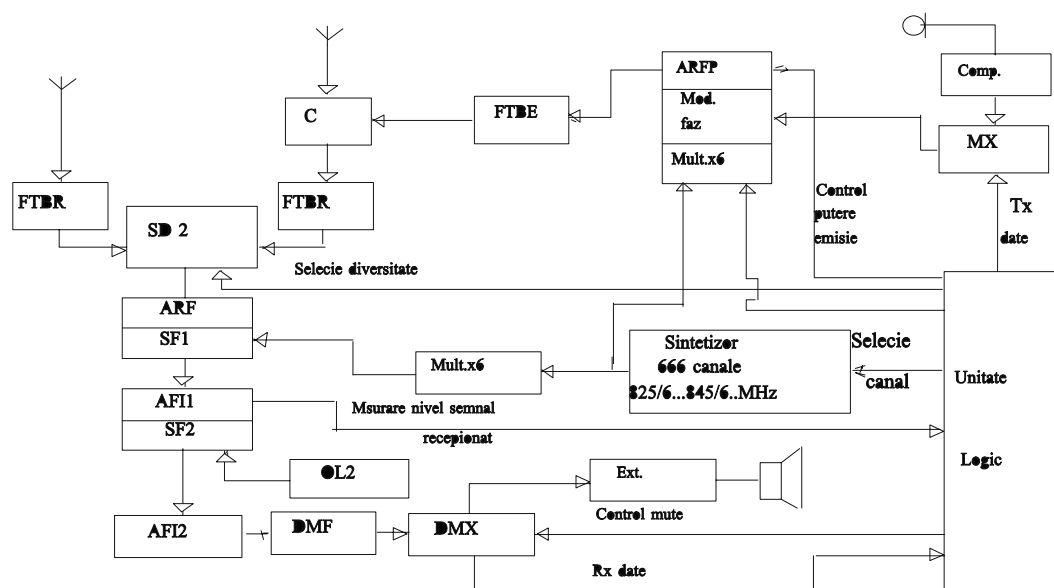


Fig. 4 Structura echipamentului de emisie-recepție dintr-o stație mobilă.

- O schemă bloc în care se detaliază structura echipamentului de emisie/recepție din stația mobilă este dată în figura 4.
- Unitatea centrală a echipamentului mobil este un sintetizor care poate genera frecvențele corespunzătoare celor 666 de canale atât pentru emisie cât și pentru recepție.
- Sintetizorul funcționează într-o bandă de frecvență cuprinsă între 825/6 MHz și 845/6 MHz fiind urmat de multiplicatoare cu factorul de multiplicare 6 (**Mult. x 6**) care aduc frecvența generată la valoarea necesară pentru emisie și pentru prima schimbare de frecvență.
- Urmărind calea de emisie se constată că semnalul captat de microfon este prelucrat cu un compresor de dinamică (*Comp.*) și apoi multiplexat (*MX*) cu semnalul de date provenit de la unitatea logică.

- Semnalul obținut la ieșirea multiplexorului modulează în frecvență - indirect prin modulație în fază, (blocul *MOD. fază*) - purtătoarea RF rezultată după multiplicare.
- Amplificatorul de putere, al cărui câștig poate fi controlat în patru trepte de către unitatea logică, aduce semnalul la nivelul necesar realizării unei comunicații în condiții optime.
- Semnalul RF este filtrat (filtrul trece bandă emisie, *FTBE*) și, prin intermediul unui circulator (*C*), este aplicat unei antene care este folosită atât pentru emisie cât și pentru recepție.
- Pe calea de recepție semnalele recepționate sunt filtrate (filtrele trece bandă recepție *FTBR*) iar apoi, prin intermediul unui selector de diversitate (*SD2*), unitatea logică alege semnalul optim care este aplicat amplificatorului de radio frecvență (*ARF*).
- Prima frecvență intermediară a fost aleasă de 45 MHz astfel încât semnalul generat de sintetizor pentru emisie poate fi folosit și ca semnal local pentru primul schimbător de frecvență (*SF1*).
- La primul amplificator de frecvență intermediară (*AFI1*) se măsoară nivelul semnalului recepționat,
- Acest nivel intervine atât în decizii ale unității logice locale (selecție diversitate) cât și în unele decizii luate de centrala telefonică pentru abonații mobili.
- Al doilea amplificator de frecvență intermediară (*AFI2*) este un amplificator logaritmă cu filtru cu cuarț lucrând pe frecvența de 10.7 MHz.
- Alegând această valoare s-a simplificat sarcina primului AFI din punctul de vedere al eliminării frecvenței imagine.

- Oscilatorul local corespunzător celei de a doua schimbări de frecvență ($SF2$) lucrează pe frecvența fixă de 34.3 MHz.
- După demultiplexare (DMX) în urma căreia se separă calea de date de calea de fonie, semnalul audio este amplificat și trecut printr-un circuit de extensie de dinamică ($Ext.$) care realizează funcția inversă compresorului de la emisie.
- Prin comanda demultiplexorului, unitatea centrală asigură blocarea căii audio în timpul comutărilor și al căutării canalului optim (acordul liniștit, *mute*).

3 Funcționarea sistemului AMPS

- Dintre canalele radio alocate unei stații de bază câteva, denumite și canale S, sunt dedicate funcțiilor de comandă/control sau semnalizărilor
- Aceste funcții sunt legate de realizarea legăturii dintre stația de bază și stația mobilă (în ambele sensuri) și de atribuirea unui canal de trafic radio.
- Canalele S sunt rezervate în principal pentru realizarea apelurilor.
- Pentru o utilizare eficientă a spectrului și pentru a păstra un număr cât mai mare de canale radio pentru comunicația în fonie, (canale radio pe care se transmite convorbirea telefonică sau alte mesaje similare) pe scurt, *canale de trafic radio*, principiul reutilizării frecvențelor se aplică și în cazul canalelor de apel (S).
- Fiecare stație de bază are alocat cel puțin un canal de apel.
- O stație mobilă neangajată în traficul telefonic (alimentată și cu receptorul în furcă) urmărește în permanență un astfel de canal.
- Stația mobilă alege canalul de apel pe care-l va urmări, după ce, în

prealabil, a analizat intensitatea câmpului recepționat de la fiecare canal radio din grupul celor stabilite de sistem pentru această funcție.

- Trebuie menționat faptul că *toate canalele de apel conțin același tip de informație*.
- După ce alege canalul de apel cu intensitate maximă, stația mobilă se sincronizează pe mesajul de date transmis de centrală și începe interpretarea datelor.
- Între datele transmise pe canalul de apel unitatea mobilă va găsi identificatorul propriu atunci când este chemată (*procedura de căutare*) și va răspunde conform protocolului.
- De asemenea, primtr-un canal de apel invers, ea poate iniția procesul de lansare a unui apel către o altă stație din rețeaua mobilă sau comutată (*procedura de acces*).
- În cazul derulării cu succes a uneia dintre cele două situații, stației i se alocă un canal de trafic radio pe care se va comuta pentru desfășurarea legăturii.
- În cursul legăturii, stația de bază și centrala telefonică pentru abonații mobili supraveghează calitatea comunicației și, dacă este necesar, inițiază *procedura de transfer = handover*.
- La încheierea convorbirii stația mobilă semnalizează acest lucru prin transmiterea unui semnal special și trece în starea de supraveghere a unui canal de apel.
- În mod normal, **stația mobilă** rămâne pe canalul de apel selectat, până când intensitatea câmpului recepționat scade sub un anumit prag.
- Există și posibilitatea ca datele recepționate să conțină comanda ca stația mobilă să se mute pe alt grup de canale de apel.

- Acest mesaj a fost introdus odată cu dezvoltarea sistemului: creșterea traficului poate conduce la depășirea capacității vechiului grup de canale de apel.
- Atunci când intensitatea câmpului recepționat pe canalul de apel selectat scade sub pragul impus, procesul de selecție se reia.
- Distanța între stația mobilă și stația de bază poate varia în limite foarte largi (practic între 0 și câțiva zeci de km - raza maximă a celulei).
- De aici rezultă variația în limite largi a nivelului semnalului recepționat.
- La scăderea nivelului o primă acțiune a stației de bază constă în controlul puterii emise atât la emițătorul propriu cât și la cel al echipamentului mobil.
- În cazul în care nivelul semnalului scade sub o anumită limită, se evaluează necesitatea realizării transferului.
- Puterea emisă de stația mobilă poate fi modificată în patru trepte.
- Se realizează, pe această cale, o micșorare a posibilelor perturbații în raport cu cazul în care puterea ar fi menținută tot timpul la valoarea maximă necesară.

4 Supervizarea și controlul rețelei

- Prin controlul rețelei se urmăresc mai multe obiective:
 - supervizarea calității legăturii;
 - căutarea stațiilor mobile (paging) în vederea stabilirii unei legături și accesul în rețea;
 - rezolvarea conflictelor care pot să apară în procesul de însușire a unui canal de apel de către stațiile mobile.

4.1 Supervizarea calității legăturii

- În rețeaua telefonică publică comutată supervizarea reprezintă funcția de urmărire a stării terminalului de abonat (receptorul în furcă sau nu). În sistemele celulare AMPS, supervizarea cuprinde:
 - urmărirea stării receptorului (terminalului de abonat);
 - menținerea intensității câmpului de recepție la un nivel corespunzător, deasupra pragului minim necesar pentru recepție.
- Sistemul AMPS utilizează pentru supervizare două tipuri de semnale sinusoidale :
 - semnalul de supervizare: SAT (*Supervisory Audio Tone*);
 - semnalul de semnalizare: ST (*Signalization Tone*). Semnalului de supervizare SAT îi sunt alocate trei frecvențe (tabelului 8.1).

Tabelul 1 Valorile frecvenței SAT

SAT 1	SAT 2	SAT 3
5600 Hz	6000 Hz	6300 Hz

- Fiecare stație de bază utilizează una dintre cele 3 frecvențe.
- Cele trei frecvențe SAT au fost alese suficient de apropiate între ele, astfel încât să poată fi extrase cu un singur circuit PLL.
- Valorile alese permit separarea oscilației din semnalul recepționat (spectrul audio transmis 300...3400 Hz) cu un filtru trece sus.
- Rolul acestei oscilații este similar cu cel al componentei continue în telefonia clasică.
- Pe canalul de trafic direct (către stația mobilă) stația mobilă

recepționează o oscilație SAT, pe care o retransmite fără nici un fel de prelucrări pe canalul de trafic invers (către stația de bază). În acest mod sistemul controlează dacă bucla este închisă.

- Prin analiza oscilației SAT recepționate, stația de bază sesizează apariția unei interferențe pe canalul de trafic.
- În acest scop se verifică dacă frecvența oscilației SAT proprie este însoțită și de vreo altă oscilație SAT, aparținând unei alte stații de bază.
- Dacă da, atunci a apărut o interferență cu un canal din altă celulă.
- Interferența poate să apară atât pe canalul direct cât și pe canalul invers.

- Este mai puțin probabil dar mult mai grav ca interferența să apară pe canalul invers, deoarece conduce la blocarea unui canal de trafic pe o perioada de timp necunoscută (până la oprirea emisiei canalului perturbator sau până la schimbarea poziției stației analizate).
- De aceea, atunci când se face alocarea setului de frecvențe ce revine fiecărei celule și se alege poziția stației de bază, trebuie avută în vedere minimizarea probabilității de apariție a interferenței pe canalul invers.

- Interferența pe canalul direct este, de asemenea, un fenomen nedorit.
- În acest caz se poate ca stația mobilă să fi depășit domeniul de acțiune al stației de bază curente și să fie necesar transferul legăturii la stația de bază din celula învecinată.
- Apariția unor interferențe reprezintă unul din criteriile avute în vedere la declanșarea procedurii de transfer.
- Oscilația de semnalizare ST are o frecvență de 10 KHz și este folosită numai în canalul invers.

- Apariția semnalului ST indică una dintre următoarele situații:
 - aparatul abonatului mobil "sună" ;
 - stația mobilă este în cursul procesului de transfer al legăturii de la o stație de bază către altă stație de bază (handover);
 - abonatul mobil a încheiat convorbirea, deci receptorul este "în furcă" ;
 - abonatul mobil solicită un serviciu special.

4.2 Transferul (handoff) legăturii de comunicație

- În vederea menținerii nivelului câmpului recepționat peste pragul impus
 - calitate corespunzătoare a legăturii - supervizarea include funcțiile de *poziționare și transfer (handover)*.
- Aceste funcții au rolul de a păstra intensitatea câmpului recepționat de la stația mobilă și/sau stația de bază la un nivel suficient de mare astfel încât raportul semnal/perturbație să asigure o comunicație de calitate.
- Pentru realizarea *poziționării* se fac două tipuri de măsurători :
 - a) măsurarea intensității câmpului recepționat;
 - b) măsurarea întârzierii semnalului SAT recepționat, în raport cu semnalul SAT emis.
- Pe durata unui apel, la intervale de timp de ordinul secundelor, centrala pentru abonații mobili examinează intensitatea câmpului recepționat la stația de bază prin intermediul căreia e stabilită legătura radio cu abonatul mobil.
- Dacă este necesar, deci dacă intensitatea este sub limita admisă, centrala caută altă stație de bază pentru a prelua, în condiții mai bune, legătura de

comunicație.

- Odată stabilită noua stație de bază, se transmite către stația mobilă, prin canalul de trafic curent, comanda de a trece pe noul canal.
- Noul canal de trafic poate aparține aceleiași stații de bază sau alteia;
- Pe baza întârzierii semnalului SAT sistemul poate face, prin intermediul procesorului centralei telefonice mobile, o aproximare a distanței ce desparte stația mobilă de stația de bază și poate astfel să decidă între cele două variante;
- Se schimbă numai canalul de trafic în situația în care, deși stația mobilă se află relativ aproape de stația de bază, propagarea pe frecvența radio corespunzătoare canalului curent se efectuează cu o atenuare mare (stația mobilă s-a poziționat pe un minim, sau se găsește într-o zonă de "umbră").
- În acest caz procesorul MTX trebuie să caute un canal liber, calitativ corespunzător.
- Dacă nu găsește un astfel de canal, lasă comunicarea să se desfășoare pe vechiul canal până la pierderea legăturii.
- În cazul în care se schimbă și stația de bază, procesorul MTX selectează o cale telefonică între ea și noua stație de bază pe care să primească mesajele, eliberând-o pe cea dintre ea și vechea stație de bază.
- Procesul examinării câmpului recepționat de la stația mobilă se numește "poziționare".

4.3 Accesul și căutarea (paging-ul)

- *Accesul* reprezintă procesul de inițiere a unei comunicații de către stația mobilă și cuprinde următoarele etape:

Sistemul de telefonie celulară AMPS

- informarea sistemului asupra poziției stației mobile și a dorinței acesteia de a iniția un apel;
 - transmiterea numărului stației mobile (pentru taxare) și a numărului abonatului chemat;
 - așteptarea activă în vederea alocării de către sistem a unui canal de trafic pentru efectuarea convorbirii.
- *Căutarea* este procesul prin care sistemul determină prezența unei stații mobile în vederea satisfacerii unei solicitări de comunicare inițiată din rețeaua telefonică publică comutată sau de la o altă stație mobilă.
- Sistemul folosește pentru căutare și acces grupul de canale de apel.
- Organizarea utilizării canalelor de apel are la bază prognoze de trafic și de cerințe de acces și căutare.
- Mesajele de căutare trebuie distribuite pe toată suprafața acoperită de sistem, volumul acestora crescând odată cu creșterea numărului de abonați și a traficului aferent.
- Este interesant de remarcat că în sistemul AMPS diviziunea celulară nu sporește capacitatea de căutare a sistemului însă mărește capacitatea de acces a stațiilor mobile.
- Metoda de căutare folosită de AMPS nu este performantă, prezentând dezavantajul supraîncărcării odată cu dezvoltarea sistemului. Cauza supraîncărcării provine din centralizarea excesivă a controlului rețelei la procesorul MTX.
- În varianta inițială, sistemul folosește aceleași canale de apel atât pentru căutare cât și pentru acces.
- O dată cu dezvoltarea sistemului aceste canale sunt separate, după funcția pe care o au de îndeplinit, în *canale de acces* și, respectiv, în

canale de căutare.

- Întotdeauna, indiferent de stadiul de dezvoltare a sistemului, ultimele 21 de canale sunt folosite pentru funcția de căutare, cu excepția variantei inițiale de sistem, când, așa cum s-a precizat, canalele îndeplinesc ambele funcții.
- Pe lângă mesajele de căutare, pe canalele de căutare se transmite și un cuvânt de identificare, având rolul de a informa stația mobilă în ce zonă a rețelei se află.
- Cuvântul de identificare conține următoarele informații:
 - identitatea zonei;
 - codul oscilației SAT utilizate de stația de bază;
 - factorul de reutilizare a canalelor de apel, care specifică numărul de canale de apel utilizate în zona respectivă;
 - parametrul C_{max} , care indică numărul de canale de acces pe care le scanează stația mobilă anterior inițierii unui apel;
 - parametrul CPA , care arată dacă accesul și căutarea folosesc aceleași canale de apel.
- Pentru ca o stație mobilă care se deplasează să aibă acces la informațiile conținute în cuvântul de identificare, indiferent în ce zonă a rețelei s-ar afla, ea este programată încă din fabrică cu ultimele 21 de canale rezervate pentru căutare.

4.4 Eliminarea conflictelor de acaparare a canalelor de acces

- Cererile de inițiere a legăturilor de comunicație de către stația mobilă prezintă o natură aleatoare, în sensul că nu se poate determina locul și momentul în care stația mobilă va dori inițierea unui apel.

Sistemul de telefonie celulară AMPS

- Atunci când stația mobilă inițiază un apel, ea încearcă să ocupe un canal de acces.
- Dacă două stații mobile încearcă să ocupe același canal de acces simultan, s-a generat un *conflict de acaparare*.
- Pentru a preveni apariția situațiilor conflictuale, fiecare canal de căutare direct folosește al 11-lea bit pentru a indica starea canalului.
- O stație mobilă se sincronizează pe canalul ales și, citind bitul ce indică starea ocupat/liber, se informează asupra stării canalului ales.
- Dacă acesta este găsit liber, stația mobilă ocupă canalul, transmițând o informație corespunzătoare prin perechea duplex inferioară,
- Apoi, oprește emisia și rămâne sincronizată pe canalul de acces ales.
- Înainte ca stația mobilă să ocupe un canal de acces, așteaptă un interval de timp cu valoare aleatoare, eliminând periodicitatea indusă în acest proces de formatul sincron al mesajelor canalului.
- În acest fel, dacă două stații mobile doresc simultan ocuparea aceluiași canal de acces, valoarea diferită a intervalului de așteptare asigură ocuparea canalului de către o singură stație mobilă, cea care va avea cel mai mic timp de așteptare.
- În cazul utilizării celulelor cu rază mică, pericolul interferenței e mai mare.
- De aceea, în mesajul de acces se inserează un "precursor", care indică sistemului stația de bază care este capabilă să preia legătura.
- Precursorul are același rol în canalul de apel pe care îl are SAT în canalul de trafic.
- Stația mobilă găsește valoarea precursorului pe care o inserează în informația transmisă spre stația de bază pe canalul de acces.

- Când stația de bază recepționează un mesaj de acces corect pe un canal de acces, valoarea logică a bitului ocupat/liber indică starea liber.
- După ce stația mobilă transmite precursorul, deschide o fereastră temporală în care așteaptă schimbarea în "ocupat" a valorii logice a bitului ce indică starea canalului de acces.
- Dacă schimbarea așteptată nu se produce până la sfârșitul ferestrei temporale, încercarea de a ocupa canalul e abandonată.
- Dacă încercarea de a ocupa canalul eșuează, stația mobilă va relua procesul de ocupare la intervale de timp de valoare aleatoare.
- Procesul va fi repetat de un număr de ori după care, dacă tot nu reușește ocuparea, va informa utilizatorul despre aceasta situație, printr-un ton specific.

5 Transmisia de date în sistemul AMPS

- Transferul de date între stația mobilă și stația de bază se face atât pe canalele de apel, cât și pe canalele de trafic.
- Datorită volumului mare de date vehiculate în sistemul AMPS, în special pe canalele de apel, transmisia de date este de tip sincron, folosind pentru aceasta două secvențe de sincronizare:
 - sincronizare de bit (SB)
 - sincronizare de cuvânt (SC) și
 - cuvinte de lungime fixă.
- Noaptea, sau în orice interval de timp când transferul de date pe canalele de apel scade, pentru păstrarea sincronizării, se introduc cuvinte "**albe**", care nu conțin informație.

- Protecția la pachetele de erori cauzate de propagarea pe căi multiple se realizează prin repetarea cuvintelor de cod de k ori.
- Numărul de repetări k depinde de canalul pe care are loc transmisiunea.
- Valoarea cel mai des folosită este 5.
- La recepție se face mai întâi o decizie majoritară la nivel de bit (de exemplu "3 din 5"), după care se realizează decodarea.
- Se folosește un cod BCH, care poate realiza corecția unei erori și detecția a două sau mai multe erori.
- În acest fel, rata de transmisie pe canalul radio crește ajungând până la 10 Kb/s, deși pentru schimbul de informații de control și semnalizare, ar fi fost suficientă o rată de transmisiune de 1,2 Kb/s.
- Încărcarea suplimentară a canalului radio se datorează redundanței introduse în vederea corecției erorilor.
- Prin procedura descrisă se ajunge la:
 - probabilitate de pierdere a mesajelor de:
 - 10^{-3} pentru un raport semnal/zgomot de 15 dB la limita celulei,
 - 10^{-4} dacă se mediază pe toată zona de acțiune a stației de bază (comparabil cu telefonie terestră publică comutată);
 - probabilitate de interpretare greșită a mesajului (alarmă falsă) de cca 10^{-7}
- Structura semnalelor transmise pe canalele direct și invers, pentru apeluri și control trafic, diferă în funcție de tipul de semnal.
- O prezentare sintetică a acestei structuri este dată în tabelul 8.2.

Tabelul 2 Structura semnalelor transmise pentru apel și control trafic

Canalul	Tip informație	Număr de biți
canal de apel direct (canal de căutare)	căutare și paging	24 (sau 34)
	canal trafic alocat	11
	comandă putere emisie	2
	cuvânt de identificare	
	control sistem	4
canal apel invers (canal de acces)	Numărul format	64
	Control sistem	4
canal trafic direct (stația de bază către stația mobilă)	Canalul de trafic alocat după transfer	11
	Comandă putere de emisie	2
	Control sistem	4
canal trafic invers (stația mobilă către stația de bază)	Confirmare Comandă	5
	Funcții extinse	64
	control sistem	4

5.1 Structura datelor transmise pe canalul de căutare

➤ Structura este prezentată în tabelul 8.3 în care s-au folosit notațiile:

- SB = Secvență de sincronizare de bit cu o lungime de 10 biți; reprezintă o alternanță de simboluri 0 și 1:

0 1 0 1 0 1 0 1 0 1

- SC = Secvență de sincronizare de cuvânt, constă dintr-o secvență Barker de 11 biți;
- ! = loc de inserție a bitului de stare canal; inserția se face după cei 10 biți de sincronizare de bit, după cei 11 biți de sincronizare de cuvânt, precum și din 10 în 10 biți pentru fiecare cuvânt;

Tabelul 3 Structura datelor transmise pe canalul de căutare

	10	11	40	40	40		40	40	
..	SB	SC	Cuv.A1	Cuv.B1	Cuv.A2	Cuv.A5	Cuv.B5	..
		!	!!!!	!!!!	!!!!		!!!!	!!!!	

- An, Bn = a n -a repetare din cele 5 ale mesajului; se observă că mesajele sunt intercalate.
- Stațiile mobile cu număr de identificare par analizează cuvintele A, iar cele cu număr impar cuvintele B.
- Un cadru complet pe canalul de căutare durează 463 de biți, la o rată de transmisie de 10 Kb/s , ceea ce corespunde în timp la o durată de cca 46,3 ms.

5.2 Structura datelor transmise pe canalul de acces

- Secvența transmisă este prezentată în tabelul 8.4.
- Mesajul transmis e precedat de "precursor", un cuvânt de cod care are 48 de biți.

Tabelul 4 Structura datelor transmise pe canalul de acces

	30	11	7	48	48		48	
...	SB	SC	*	Cuv.A1	Cuv.B1	Ultimul cuvânt
	precursor							

- Mesajul poate conține un număr de cuvinte cuprins între 1 și 5, fiecare având 48 de biți și fiind repetat de 5 ori.
- Așadar pe canalul de acces, în general, nu există periodicitate. De aceea nu se poate ști cu precizie care este perioada unui cadru.

5.3 Structura datelor transmise pe canalul de trafic

- Transmiterea datelor pe canalele de trafic (F) se face în salve, prin blocarea traficului pe o perioadă de cca 200 ms.
- Structura cadrelor de comunicație este dată în figura 8.5.
- Canalul direct și invers prezintă structuri de date asemănătoare, diferența între ele constând în valorile parametrilor k , $L1$ și $L2$, care reprezintă:
 - k = numărul de repetări a fiecărui cuvânt;
 - $L1$ = lungimea secvenței de sincronizare de bit de la începutul secvenței de transmisie date pe canalul de trafic;
 - $L2$ = lungimea cuvântului de date.

Tabelul 5 Valorile parametrilor datelor transmise pe canalele de trafic

	canal trafic direct	canal trafic invers
$L1$	100	101
$L2$	40	48
k	11	5

- Secvențele de sincronizare de bit au o lungime mai mare pe canalele de trafic decât pe canalele de apel.
- Aceasta deoarece secvența de sincronizare de bit pe canalele de trafic este folosită de unitatea logică din componența stației mobile, respectiv a stației de bază și în scopul sesizării situației în care se transmit date pe aceste canale.
- Acest proces "consumă" din biții secvenței de sincronizare. Practic distincția între semnalul vocal/SAT și date se face cu ajutorul unui detector de ton acordat pe 5 kHz. Motivul alegerii acestei metode de separare se bazează pe faptul că alternanța de 0 și 1 utilizată pentru sincronizarea de bit conține o componentă spectrală importantă pe frecvența de 5 kHz care este plasată deasupra benzii audio.

6. Concluzii

- Sistemul AMPS are marele merit de a fi fost practic primul sistem de telefonie celulară de mare întindere.
- Aceasta a implicat, evident, unele deficiențe.
- Dintre acestea trebuie menționată centralizarea excesivă care implică

efectuarea unei activități ample mai ales în procesul de căutare.

➤ În acest sistem nu se recomandă scăderea razei celulei sub valoarea de o milă, deoarece:

- Crește gradul de încărcare a activității MTX, care ar trebui să efectueze un număr de transferuri foarte mare; se depășește astfel capacitatea echipamentelor și apare pericolul blocării;
- S-a constatat o influență mare asupra performanțelor sistemului a abaterii amplasamentului real al stațiilor de bază față de poziția teoretică.
- Abaterea relativă a amplasamentului în raport cu raza celulei este limitată la cel mult 25%.
- Raportul semnal/perturbație la extremitatea defavorizată scade lent cu creșterea abaterii față de poziția optimă în interiorul acestei limite.
- Date experimentale au evidențiat că o abatere de peste 25% conduce la scăderea inacceptabilă a acestui raport.

➤ Folosirea unor celule cu raza care nu poate fi mai mică de o milă conduce la o capacitate relativ mică de trafic radiotelefonice ce poate fi asigurat de sistemul AMPS.

Sistemul de telefonie celulară AMPS

8.1 Introducere	1
8.2 Structura sistemului AMPS și principalele unități ale acestuia	2
8.3 Funcționarea sistemului AMPS	7
8.4 Supervizarea și controlul rețelei	8
8.4.1 Supervizarea calității legăturii	9
8.4.2 Transferul legăturii de comunicație	10
8.4.3 Accesul și căutarea	12
8.4.4 Eliminarea conflictelor de acaparare a canalelor de acces	13
8.5 Transmisia de date în sistemul AMPS	14
8.5.1 Structura datelor transmise pe canalul de	
8.5.2 Structura datelor transmise pe canalul de	
8.5.3 Structura datelor trasnmise pe canalul de	
8.6 Concluzii	19

.....