

## Notiuni generale despre GSM

<b>1. Arhitectura rețelei GSM</b>	<b>1</b>
Subsistemele GSM	1
<b>2. Structura geografică a unei rețele GSM</b>	<b>5</b>
<b>3. Accesul la rețea</b>	<b>6</b>
<b>4. Accesul multiplu</b>	<b>8</b>

### **1. Arhitectura rețelei GSM**

#### **Subsistemele GSM**

O rețea GSM-PLMN (Global System for Mobile Communications – Public land Mobile Network – Rețea terestră publică mobilă) prezintă 3 interfețe:

- Interfața cu utilizatorul  
Pentru interfața cu utilizatorul este definită interfața radio GSM.
- Interfața cu rețeaua fixă  
Sunt definite 2 interfețe: interfața A și interfața Abis.
- Interfața cu alte rețele  
Interfatarea cu rețelele de comunicații fixe sau mobile non-GSM este realizată de către funcția IWF (Interworking Network Function)

Vezi Figura 1 la pagina 2, cu următoarele notații:

ISDN = Integrated Services Digital Network (Rețea digitală cu integrarea serviciilor)

PSTN = Public Switched Telephone Network (Rețea telefonică publică comutată)

PSPDN = Packet Switched Public Data Network (Rețea publică de date cu comutarea pachetelor)

CSPDN = Circuit Switched Public Data Network (Rețea publică de date cu comutarea circuitelor)

NSS = Network and Switching Subsystem (subsistemul rețea și comutație)

BSS = Base Station Subsystem (stația de bază)

MS = Mobile Station (conține și SIM -> cartela de identitate a abonatului – Subscriber Identity Module)

BTS = Base Transceiver Station

BSC = Base Station Controller

MSC = Mobile Services Switching Center

VLR = Visitor Location Register

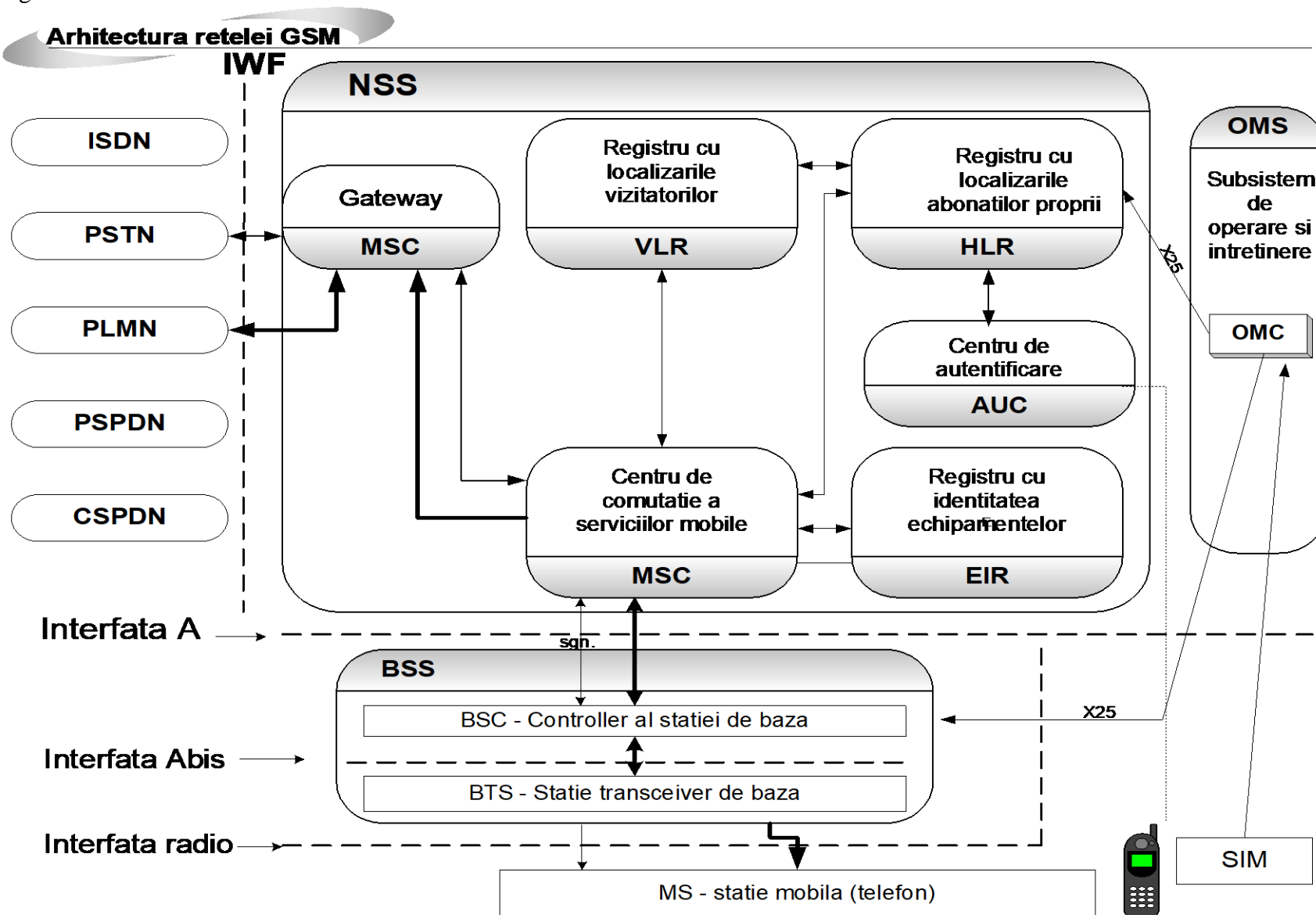
AUC = Authentication Center

EIR = Equipment Identity Register

OMC = Operation and Maintenance Center

Legaturile facute cu linie subtire semnifica schimburi de semnalizari. Transportul informatiei utile pe canale de comunicatie fixe este figurat cu linie groasa. Interfata radio reprezinta frontiera dintre partea fixa a retelei si partea mobila.

Figura 1





Subsistemul BBS

Contine echipamente specifice aspectelor radio ale GSM.

BTS -> include toate echipamentele radio si de interfata cu reseaua fixa.

BSC -> Gestioneaza interfata radio pri comanda de la distanta a BTS (alocarea canalelor, gestiunea transferului legaturilor si a nivelului semnalului emis de catre MS). Un BSC controleaza mai multe BTS si are functii de comutare.

Subsistemul NSS

Include principalele functii de comutare ale retelei si bazele de date necesare gestiunii mobilitatii, autentificarii si gestiunii echipamentelor.

MSC -> deservește un numar de BSC. Reprezinta principalul echipament de comutatie.

Un singur MSC poate servi un oras mare (1 milion de locuitori).

GMSC -> asigura in plus fata de comutare si interfete cu retelele externe.

VLR -> reprezinta o baza de date ce contine informatii despre localizarea curenta a abonatilor in zona deservita de un anumit MSC. Pentru reducerea volumului de semnalizari el este amplasat de obicei in acelasi loc cu echipamentul MSC.

HLR -> este un calculator ce contine baza de date cuprinzand toti abonatii retelei GSM-PLMN respective. Informatiile sunt de 2 tipuri:

- informatii statice (numerotarea, categoria abonatului);
- informatii dinamice (localizarea abonatului la nivel de MSC, lista serviciilor suplimentare cerute de abonat).

AUC – Echipament de calcul ce furnizeaza la HLR parametrii de autentificare si triplete pentru cifrare.

EIR -> este o baza de date ce contine identitatea echipamentelor mobile (partea hardware). Au ca principal scop imedierea utilizarii echipamentelor neaprobrate, furate, etc.

Subsistemul OMS

Include o serie de echipamente de calcul si periferice conectate la echipamentele NSS si BSS(mai exact BSC). Realizeaza functiile de operare si intretinere a retelei.

OMC -> este format din retea de echipamente de calcul pentru operarea si intretinerea retelei GSM. Contine si echipamente de calcul pentru tarificarea si gestiunea abonatilor.

**2. Structura geografica a unei retele GSM**

Fiecare celula este deservita de un BTS care poate opera pe mai multe frecvente duplex (pereche de frecvente pe care se realizeaza transmisiunea aval, de la statia radio la telefonul mobil – banda 935-960MHz , respective amonte – banda 890-915MHz). Mai multe BTS sunt controlate de un BSC, iar mai multe BSC sunt servite de un MSC. Interfata cu alte retele este asigurata de GMSC.

Aria de localizare LA (Location Area) reprezinta un grup de cellule in care se face apelul de catre un MS. Singura constrangere prevazuta de standard este ca toate celulele dintr-o LA sa fie deservite de acelasi MSC. Uzual, o LA este servita de un singur BSC, dar nu este exclusa posibilitatea sa contina celule servite de controlere BSC diferite.

- Se mai pot defini urmatoarele zone (arii) de serviciu:
- MSC SA (MSC Service Area) -> aria deservita de un MSC;
  - PLMN SA (PLMN Service Area) -> aria acoperita de catre un operator GSM;
  - GSM SA -> aria acoperita de toate retelele GSM PLMN din Europa sau pe alte continente.

Deoarece spectrul de frecvente disponibil este redus, numarul comunicatiilor simultane posibile pe o frecventa duplex este redus (max. 8 la rata intreaga si 16 la rata 1/2), iar numarul de frecvente este si el limitat.

Reutilizarea frecventelor presupune utilizarea acelorasi frecvente in zone geografice diferite, situate la sufficient de mare distanta pentru ca interferenta co-canal sau intre canale adiacente sa fie sub o limita admisibila.

In proiectarea configuratiilor geografice a retelelor celulare se tine seama, pe de o parte, de diferite constrangeri de natura radio ca interferentele de diverse tipuri, atenuari, putere de emisie, iar pe de alta parte de elemente cum ar fi configuratia terenului si masuratorile de trafic. Intensitatea traficului se calculeaza ca raport dintre durata medie de servire T (durata medie a convorbirilor) si durata medie intre doua serviri consecutive.

$$A = \frac{T}{3600} = \frac{nT}{3600}, \quad n = \text{numarul mediu de apeluri servite intr-o ora.}$$

In functie de probabilitatea de blocare admisa se determina numarul de canale necesar.

### 3. Accesul la retea

Datorita accesului radio apar 4 tipuri de probleme fundamentale care trebuie rezolvate la nivelul interfetei radio:

- a) Atenuarea si fadingul
- b) Dispersia temporala
- c) Nealiniera canalelor
- d) Interceptarea

- a) Atenuarea si fadingul

Propagarea in spatiile deschise sau in cele interioare este un fenomen foarte complex, cu o modelare a sa extrem de dificila. Atenuarea creste cu patratul distantei in spatiile plane si cu  $d^4$  in spatiile reale (cu obstacole).

Din punct de vedere al comunicatiei aval (de la BTS la MS) atenuarea este combatuta prin amplasarea BTS la distante corespunzatoare si prin realizarea procedurilor de handover.

In afara de aceasta, in echipamentul mobil se efectueaza masuratori periodice ale nivelului semnalului receptionat de la BTS, iar rezultatele acestor masuratori sunt transmise si la BTS. La unele echipamente este posibil ca BTS sa poata controla puterea proprie de emisie. Daca statia de baza constata ca nivelul semnalului receptionat de un anumit MS este prea mic, ea poate creste puterea de emisie pe legatura cu acel MS.

Din punctual de vedere al comunicatiei amonte (de la MS la BTS) variatia atenuarii este compensata prin controlarea de catre BTS a puterii de emisie a MS. Astfel,

pe masura ce mobilul se indeparteaza de BTS si nivelul de receptie scade, BTS va comanda telefonului cresterea puterii de emisie. Puterea de emisie este controlata de cuante de 2dB.

#### Fadingul:

- de umbrire -> datorita obstacolelor ce pot aparea intre MS si BTS, variaza atenuarea (cladiri, dealuri);
- multicale -> variaza atenuarea datorita undelor reflectate de obstacolele din jurul mobilului.

Efectele ambelor pot fi reduse prin utilizarea receptiei diverse, care consta in asigurarea unor legaturi duble si comutarea pe receptorul care asigura la iesire cel mai bun raport S/Z.

#### Receptia diversa:

- diversitatea in spatiu -> in care cele 2 receptoare (antene) se amplaseaza la o anumita distanta intre ele ( $\sim 15\lambda$ );
- diversitatea in frecventa -> la emisie, pe aceeasi antena se utilizeaza 2 frecvente, iar receptorul este pe rand, acordat pe fiecare;
- diversitatea unghiulara -> se utilizeaza 2 antene alaturate cu elevatii unghiulare diferite (se utilizeaza atunci cand diversitatea in spatiu este impracticabila).

#### b) Dispersia temporală

In afara de fadingul multical, reflexiile pot produce si interferenta intersimbol (IIS). Datorita reflexiilor, semnalul transmis de la BTS va sosi la MS pe diferite cai. Fiecare cale are propria lungime => semnalele reflectate vor sosi la momente diferite. Dispersia temporală (dispersia intarzierilor) depinde de lungimea cailor secundare (reflectate) deci de distanta dintre obstacole si BTS, respectiv MS. Datorita reflexiilor, un semnal transmis de la BTS va fi receptionat de mai multe ori la MS, la momente de timp diferite.

Interferenta simbol devine semnificativa atunci cand dispersia temporală este mare (de ordinul duratei unuiia sau a mai multor biti). IIS devine deci semnificativa atunci cand este produsa de obstacole aflate la distante mai mari de 50-0m de MS. Pentru eliminare se utilizeaza egalizatoare Viterbi, care lucreaza pe principiul corelatiei. Deoarece caracteristicile canalului se modifica in timp datorita mobilitatii => egalizatorul isi construiește un model al canalului (o data la 148 biti). In fluxul binar se insereaza o secventa de biti cunoscuta = secventa de antrenament. Egalizatorul detecteaza aceasta secventa intr-o maniera similara detectarii secventelor de sincronizare. Cunoscand pe de o parte forma semnalului emis, rezultat prin modularea secventei de antrenament si pe de alta parte, semnalul receptionat corespunzator secventei, egalizatorul poate determina functia de transfer a canalului, incluzand efectele reflexiilor, ale distorsiunilor de atenuare si ale zgomotului. Cunoscand functia de transfer va putea determina apoi semnalele corecte. In egalizator, egalizarea se realizeaza simultan cu demodularea.

#### C) Alinierea canalelor

Deoarece mai multe MS acceseaza aceeasi BTS este nevoie sa se utilizeze o tehnica de acces multiplu. Tehnica aleasa pentru GSM este TDMA (acces multiplu cu diviziune in timp). Pentru a evita coliziunea semnalelor sosite de la diferite MS servite, este necesar

ca acestea sa soseasca la BTS la momente de timp bine determinate, corespunzatoare canalelor temporale din multiplexul TDM. In cazul MS care se apropie de BTS, semnalele vor sosi din ce in ce mai devreme si exista pericolul suprapunerii cu semnalele din canalul TDM anterior. Daca se indeparteaza, datorita cresterii timpului de propagare, va exista pericolul suprapunerii peste canalul temporal urmator.

Pentru mentinerea alinierii in timp a canalelor, BTS realizeaza masuratori ale intarzierii semnalelor receptionate de la fiecare MS. Referinta = timpul de propagare minim (MS situat langa BTS). Pe masura ce distanta dintre MS si BTS creste, statia de baza comanda statiei mobile sa emita semnale mai devreme. Procedura = avansare temporala (time advance).

#### d) Asigurarea securitatii comunicatiei

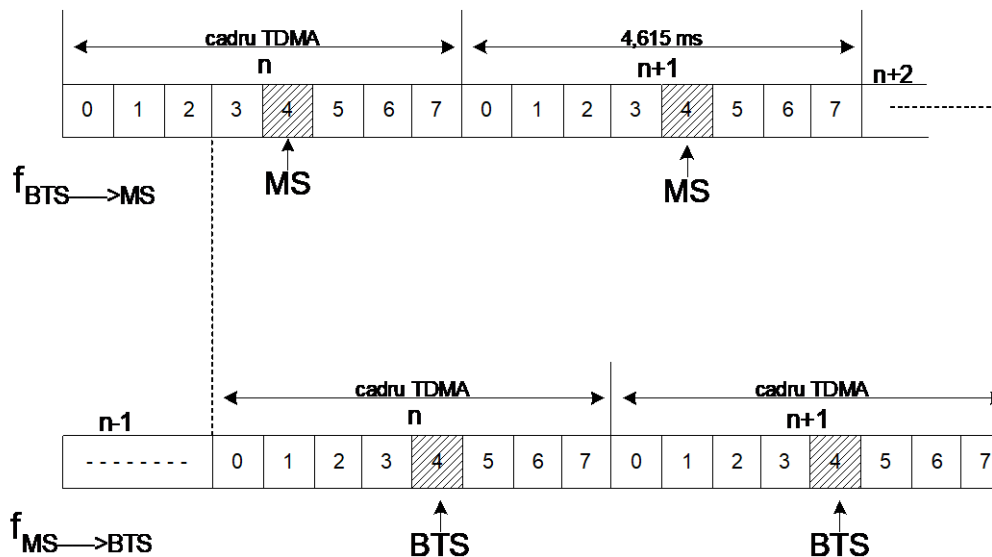
Informatia utila (semnal vocal, date, semnalizari) este transmisa pe interfata radio cifrat. Cifrarea se realizeaza prin insumarea modulo 2 a informatiei utile cu o secventa pseudoaleatoare. Aceasta secventa se obtine printr-un algoritm numit A5 (care foloseste o cheie de cifrare  $K_c$ , ce variaza de la abonat la abonat si de la apel la apel si numarul curent al cadrului TDMA). Algoritmul nu este public.

## 4. Accesul multiplu

Transmisia pe fiecare purtatoare este divizata in 8 intervale de timp care formeaza un cadru TDMA. Fiecarui mobil i se atribuie de catre retea un interval de timp. MS va emite/receptiona numai pe perioada intervalului de timp respectiv, corespunzator fiecarui cadru. Intre cadrele de pe frecventa utilizata pentru transmisia aval si cele de pe frecventa utilizata amonte exista un decalaj temporal de 3 intervale de timp. Acest decalaj se reduce daca exista o comanda de avansare temporala datorita indepartarii de BTS. Faptul ca practic, transmisia nu este full duplex este avantajos din punct de vedere al complexitatii echipamentului MS si, implicit, al costului. Aceasta tehnica de asigurare a bidirectionalitatii comunicatiei = **duplex cu diviziune in timp**.



## Duplex cu diviziune in timp



Cazul unei convorbiri careia ii este alocat canalul temporal nr. 4. Intre cele 2 purtatoare exista un ecart de frecventa de 45MHz.

Definitii:

Canal fizic -> un canal temporal din structura cadrului multiplex TDMA.

Salva -> semnal transmis pe un canal intr-un cadru TDMA.

Canal logic -> succesiunea de salve corespunzatoare unei anumite comunicatii.

Pentru a se realiza transmisia propriu-zisa, fiecarui canal logic i se pune in corespundenta un canal fizic.

In functie de tipul informatiei ce se transmite pe canalele logice, avem :

- canale de trafic;
- canale de control.

Canalele(logice) de trafic transporta semnalul vocal sau datele. Canalele de control transporta semnalizari sau informatie de sincronizare.

Salva -> reprezinta continutul unui interval de timp dintr-un cadru multiplex TDM (are  $\sim 0,577 = 15/26$  msecunde). Pe interfata radio se transmit 4 tipuri de salve:

- a) salve normale;
- b) salve de access;
- c) salve de sincronizare (salve S);
- d) salve de corectie a frecventei (salve F);

- a) Salva normala MS<---> BTS



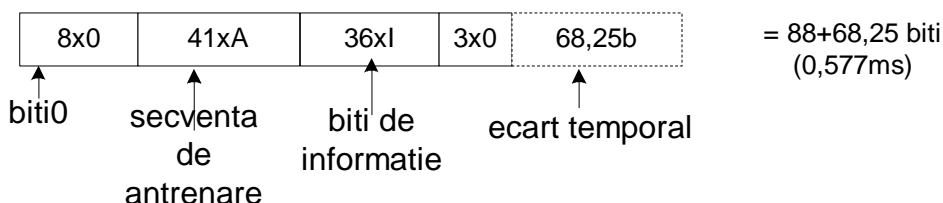
Aceste semnalizari sunt transmise pe canalul de trafic “furand” salve de la convorbire. Setarea pe 1 a indicatorului din stanga indica furtul bitilor pari, iar a celui din dreapta, furtul bitilor impari.

Salvele normale transporta 2 blocuri de informatie utila (voce, date) fiecare avand 57 de biti. Blocul din stanga = blocul bitilor pari ai salvei, iar cel din dreapta = blocul bitilor impari. Aceste blocuri rezulta dupa codarea canalului si intretesere.

#### b) Salva de acces MS ---> BTS

Este transmisa de catre MS catre BTS atunci cand doreste sa acceseze reseaua. In momentul emiterii unei salve de access, reseaua nu cunoaste pozitia statiei in celula => nu exista o comanda prealabila de avansare temporala => e posibil ca salve de acces emise de MS situate in extremitatile celulei (timp lung de propagare) sa se suprapuna peste urmatorul canal temporal. Pentru a evita acest fenomen, salva de acces este mai scurta decat celelalte tipuri de salve GSM.

#### **Salva de acces MS--->BTS**



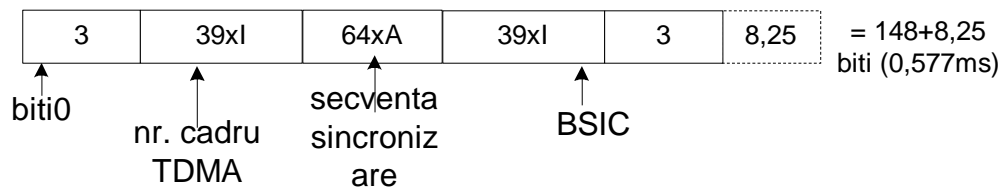
ecartul temporal  $\sim 252\mu s$  -> permite ca MS situate la maxim 35Km de BTS sa poata accesa statia de baza, fara a iesi din fereastra de receptie.

#### c) Salva de sincronizare (S) BTS ---> MS

Are aceeasi lungime ca si salva normala. Este prima salva pe care o primeste MS de la BTS dupa emisia unei salve de acces. Furnizeaza MS o serie de informatii necesare in desfasurarea comunicatiei: Identificatorul statiei de baza BSIC (Base Station Identity Code) – continand informatii despre identitatea operatorului si a statiei de baza – si numarul cadrului TDMA curent => MS poate determina secventa de antrenare utilizata in salvele normale, operatorul, etc.

Secventa de antrenare este mai lunga decat in cadrele normale pentru a permite receptorului din MS sa-si creeze un prim model de canal adecvat.

### Salva de sincronizare (S)      BTS--->MS



#### d) Salva de corectie a frecventei (BTS --->MS)

Consta din 148 biti de 0. Are rolul de a permite MS sa se sincronizeze cu frecventa celulei respective. BTS transmite periodic in celula astfel de salve, care sunt cautate si receptionate de MS. Datorita faptului ca este formata doar din biti de 0, dupa modulare rezulta o unda sinusoidala a carei frecventa este cu 67,7KHz mai mare decat frecventa centrala a purtatoarei din celula respectiva.

### Salva de corectie a frecventei (F)      BTS--->MS

