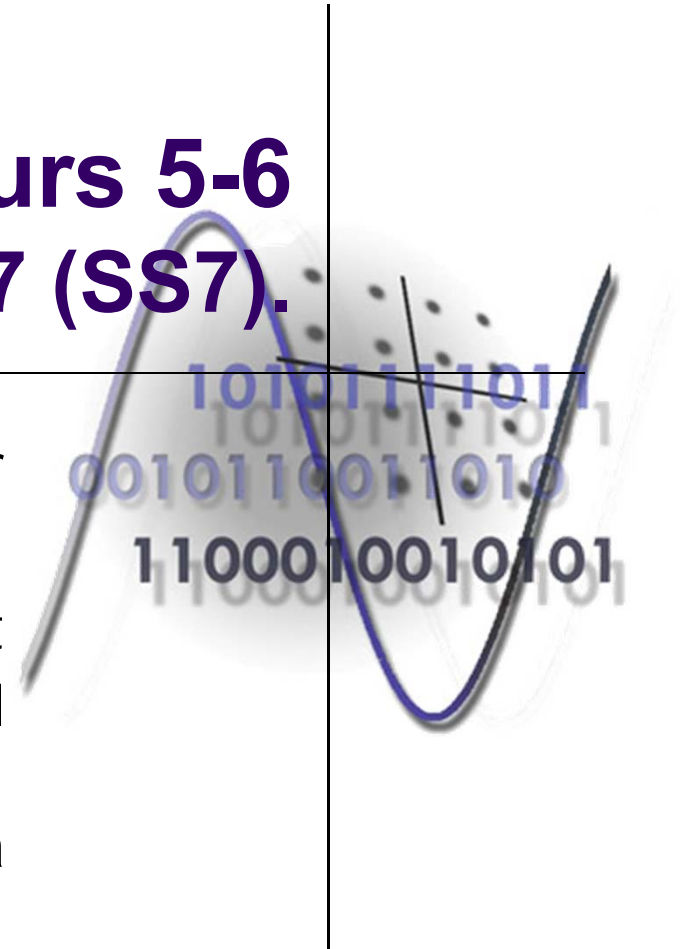


Curs 5-6

Sistemul de semnalizare 7 (SS7).

Zsolt Polgar

Communications Department
Faculty of Electronics and
Telecommunications,
Technical University of Cluj-Napoca

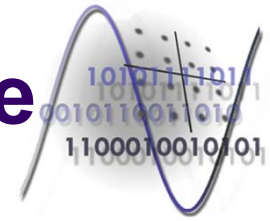


Conținutul cursului



- Aspecte generale;
- Arhitectura SS7;
 - Tipuri de noduri;
 - Tipuri de legături;
- Operații de semnalizare pentru un apel telefonic;
- Stiva de protocoale SS7;
 - Caracteristici de bază;
- Transmisia pe legăturile de semnalizare;
- Operații în stratul MTP3;
- Protocoale de nivel 4;
 - Protocoalele TUP și ISUP;
 - Controlul conexiunii de semnalizare; operații SCCP;
- Protocoale de nivel superior;
 - Protocoalele TCAP și MAP;

Aspecte generale



- Sistemul de semnalizare 7 este o arhitectură pentru semnalizare în afara benzii (“out-of-band signaling”) ce asigură suport pentru următoarele operații:
 - Stabilirea apelului;
 - Taxare;
 - Funcții de rutare și comutare în rețeaua telefonică publică (PSTN – “Public Switched Telephone Network”).
- SS7 include funcții realizate de o rețea de semnalizare și un protocol care controlează această rețea;
- SS7 este caracterizat de transmisie de pachete de viteză mare și semnalizare în afara benzii;
- Aplicații suportate de către sistemul SS7 sunt:
 - PSTN și ISDN;

Aspecte generale



- Interacțiune cu Baze de date Rețea și Puncte de Control de Serviciu;
 - bazele de date stochează informații legate de rețeau de telecomunicații;
 - astfel se asigură controlul serviciilor furnizate;
- Servicii mobile;
- Operații de administrare și întreținere ale rețelelor de telecomunicații.
- Rețeaua SS7 furnizează următoarele funcții:
 - Operații de bază legate de stabilirea, managementul, taxarea și eliberarea unui apel;
 - Funcționalități îmbunătățite pentru apeluri:
 - apel în așteptare;
 - redirectarea apelului;
 - afișarea numelui/numărului apelant;
 - restricția/rejecția unor apeluri;
 - apeluri cu trei părți (trei vorbitori).

Aspecte generale



- Gestionarea congestiilor și a priorităților;
- Servicii wireless:
 - PCS (“Personal Communication System”);
 - roaming wireless;
 - autentificarea abonatului mobil.
- Portabilitatea numărului local (LNP – “Local Number Portability”);
- Servicii cu și fără taxă;
- Schimbul informațiilor stocate în baze de date localizate în diferite elemente de rețea (NE – “Network Element”);
- Managementul rețelei.
- Sistemul SS7 utilizează semnalizarea în afara benzii:
 - Semnalizarea nu are loc pe aceeași cale cu conversația;
 - se utilizează un canal digital separat (“signaling link”) pentru schimbul informației de semnalizare între punctele de comutație.

Aspecte generale



- legăturile de semnalizare dedicate transmit informația la o rată de 56kbps sau 64kbps.
 - canalul D ISDN extinde conceptul de semnalizare în afara benzii la interfața dintre abonat și centrală.
- Avantajele semnalizării în afara benzii;
 - se asigură transportul unei cantități mai mari de date la o viteză mai mare;
 - stabilire mai rapidă a apelului.
 - permite semnalizare în orice moment pe toată durata apelului;
 - permite semnalizarea cu elemente de rețea cu care nu există legătură directă de trunchi;
 - utilizare mai eficientă a circuitelor de voce în special în apelurile interurbane și internaționale.
 - se asigură control îmbunătățit al utilizării frauduloase a rețelei;
 - oferă suport pentru mai multe servicii – vezi cele prezentate anterior.

Aspecte generale



- Metode de implementare a semnalizării “out-of-band signaling”:
 - Semnalizare asociată;
 - alocarea unei căi de semnalizare dedicate între o pereche de comutatoare interconectate;
 - este vorba de o semnalizare asociată unui grup de trunchiuri;
 - este o soluție bună atât timp cât comutatoarele între care are loc semnalizarea sunt conectate prin trunchiuri directe – soluție simplă și eficientă.



- Semnalizare cvasiasociată;
 - implementează o rețea de semnalizare care permite fiecărui nod să schimbe informații de semnalizare cu oricare alt nod;
 - asigură o securitate mărită legată de utilizarea frauduloasă a rețelei.

Arhitectura SS7



- Arhitectura SS7 include următoarele trei componente de bază:
 - Puncte de comutație a serviciului (“Service Switching Points”-SSP)
 - SSP-urile sunt centrale telefonice (locale sau de tranzit) echipate cu software cu facilități SS7 și legături de semnalizare terminale;
 - SSP-urile inițiază, termină sau comută apelul;
 - SSP trimite mesaje de semnalizare către alte SSP-uri pentru a realiza, controla și întrerupe circuitele de voce, operații cerute pentru desfășurarea unui apel;
 - SSP poate trimite de asemenea o interogare la o bază de date (SCP) pentru a determina cum să ruteze apelul (de ex. apelurile netaxabile);
 - SSP sunt punctele de acces ale serviciului de către utilizatori prin utilizarea unui protocol de acces.
 - Puncte de transfer a semnalizării (“Signaling Transfer Points” - STP);
 - STP-urile sunt comutatoare de pachete ale rețelei SS7;
 - STP-urile recepționează și rutează mesajele de semnalizare către destinația corespunzătoare;
 - STP rutează fiecare mesaj recepționat la o legătură de semnalizare de ieșire pe baza informației de rutare conținute în mesajul SS7;

Arhitectura SS7



- nodurile intermediare, STP, acționează ca și rutere SS7 și asigură căi multiple între sursa și destinația mesajelor, pentru a fi posibilă gestionarea defectelor;
 - STP-urile oferă de asemenea funcții de rutare speciale pentru numerele netaxabile de tipul 800, numere de cartele telefonice sau pentru identificarea abonaților mobili;
 - STP-rile pot fi utilizate și pentru a analiza mesajele interschimbate cu alte rețele;
 - STP-urile sunt desfășurate de regulă redundant în perechi localizate în puncte diferite – ele funcționează redundant pentru a realiza aceeași funcție.
- Puncte de control semnalizare/serviciu (“Signaling/Service Control Points” - SCP)
 - SCP-urile sunt baze de date care furnizează informațiile necesare pentru capabilități avansate de procesare a apelurilor;
 - SCP-urile sunt desfășurate de regulă în perechi complementare localizate în puncte fizice diferite – unul dintre SCP-uri este rezervă;
 - SCP execută funcții de control ale rețelei;
 - taxare;
 - translație de numere telefonice netaxabile;

Arhitecture SS7

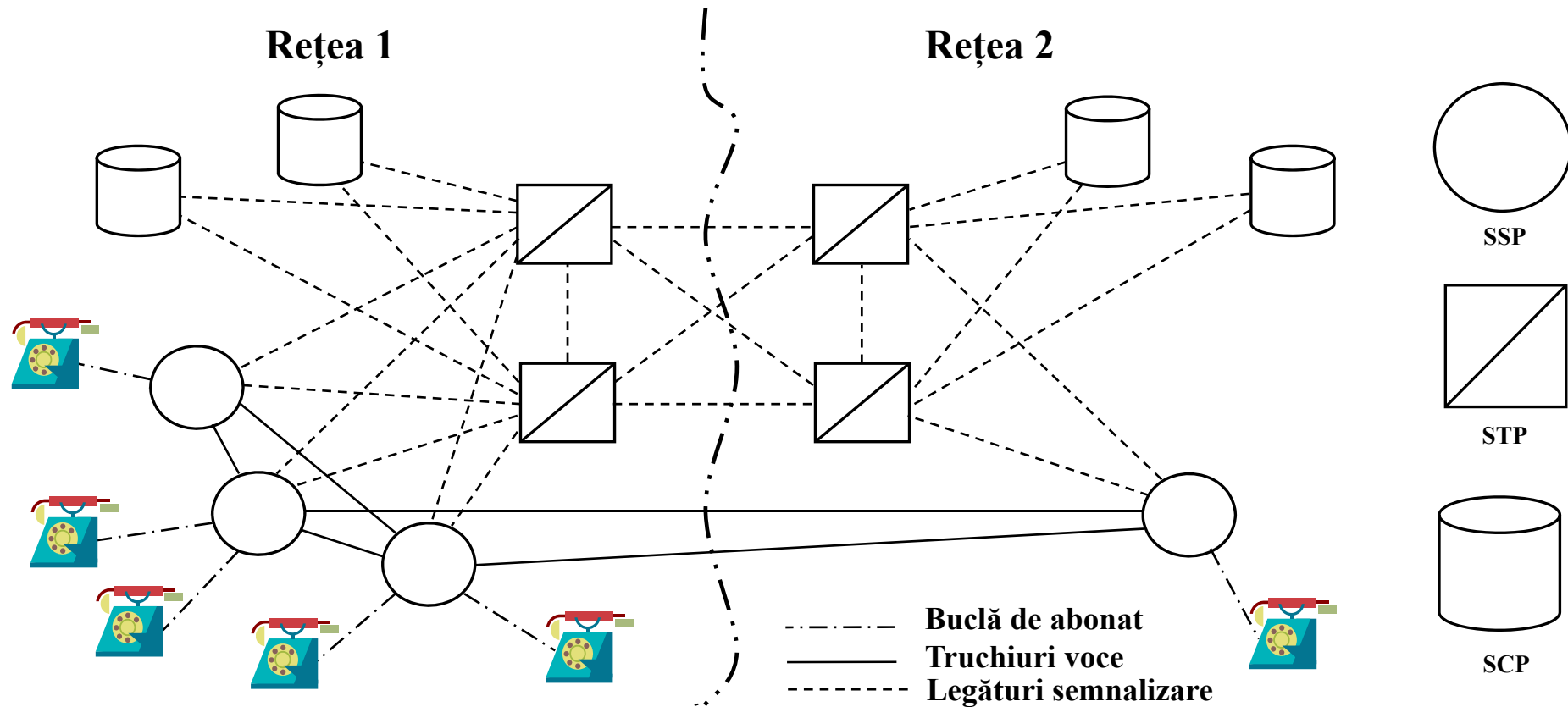


- Disponibilitatea rețelei SS7 este critică pentru procesarea apelului;
 - Schimbul de informații dintre SSP-uri este necesară pentru realizarea apelurilor între centrale diferite;
 - Rețeaua SS7 are o arhitectură cu redundanță ridicată:
 - fiecare element individual trebuie să satisfacă condiții impuse pentru disponibilitate;
 - sunt definite protocoale între elementele interconectate, care asigură capabilități de detecție a erorilor și retransmisie a mesajelor eronate.
- Fiecare punct de semnalizare din rețeaua SS7 este identificată în mod unic de un cod numeric (“Point Code” - PC);
 - PC-urile sunt transportate în mesajele de semnalizare schimbate între punctele de semnalizare pentru a se identifica:
 - punctul de origine (“origination point” - OPC),
 - punctul de destinație (“destination point” - DPC) al fiecărui mesaj;

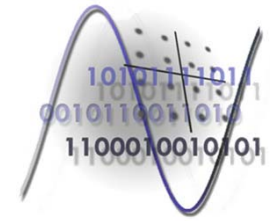
Arhitectura SS7



- Fiecare punct de semnalizare utilizează o tabelă de rutare pentru selecția legături de semnalizare corespunzătoare fiecărui mesaj;
- Structura generală a unei rețele telefonice cu semnalizare SS7:



Arhitectura SS7

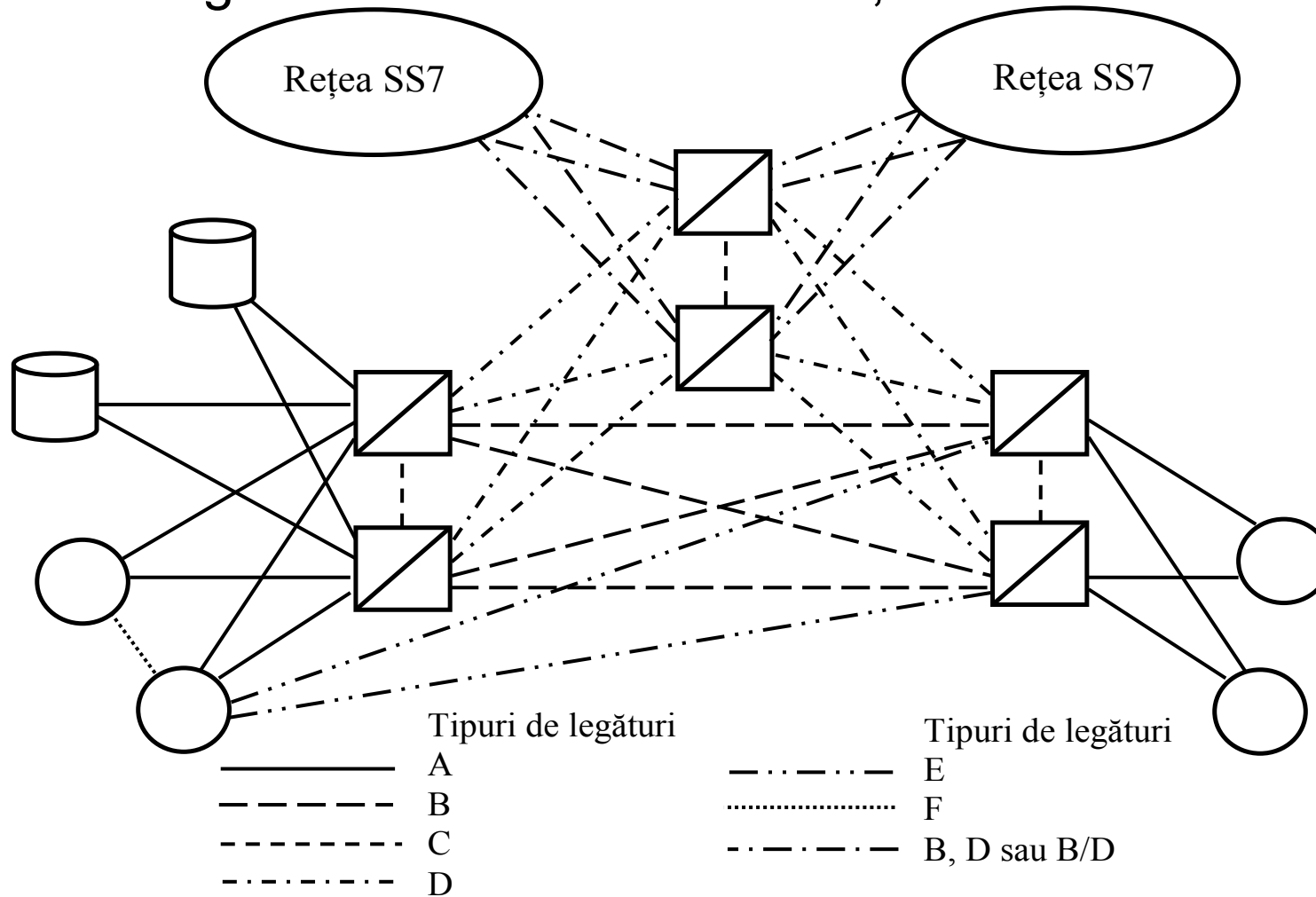


- STP-urile sunt dispuse în perechi ce realizează funcții identice;
 - sunt redundante și împreună sunt referite ca și o pereche asociată de STP;
 - STP-urile unei perechi asociate sunt unite de o legătură (sau seturi de legături);
 - două perechi asociate de STP-uri sunt interconectate de către 4 legături (sau seturi de legături)
 - aceste legături se numesc quad.
- fiecare SSP are două legături (sau seturi de legături);
 - o legătură pentru fiecare STP al perechii asociate;
 - mesajele transmise pe oricare legătură (la oricare STP) sunt tratate în mod identic.
- SCP-urile sunt de regulă (nu totdeauna) desfășurate în perechi redundante;
 - nu au legături directe.
- arhitecturile de semnalizare SS7 asigură căi de semnalizare indirecte între elementele rețelei
 - este o rețea care asigură semnalizare quasi-asociată.

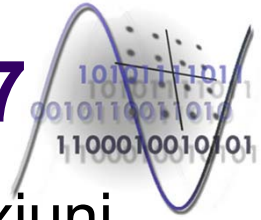
Arhitectura SS7



- Tipuri de legături de semnalizare SS7;

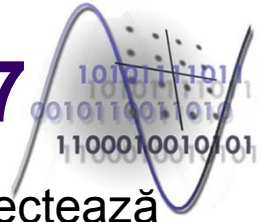


Arhitectura SS7



- Structura rețelei SS7 permite diferite tipuri de conexiuni între punctele de semnalizare (SP);
 - legăturile sunt împărțite logic pe tipuri (A la F), în funcție de utilizarea lor;
 - toate legăturile sunt identice (legături bidirecționale la 56 sau 64 kbps) și suportă aceleași nivele primare ale protoacoalelor;
 - un slot de timp T1 sau E1 poate fi utilizat pentru transmisia mesajelor SS7.
- Tipuri de legături de semnalizare SS7:
 - **legătură A - link A** – legătură (link) de acces – conectează un punct de semnalizare terminal sau punct de semnalizare sursă (SSP /SCP) la un STP;
 - pe legăturile A se transmit doar mesaje generate de către sau destinate punctului de semnalizare terminal.
 - **legătură B - link B** – legătură (link) punte – conectează STP-uri;
 - de regulă, quad-uri de legături B interconectează STP-urile primare ale unei rețele cu STP-urile primare ale unei alte rețele;
 - aceste legături transportă mesaje de semnalizare dincolo de punctul lor de intrare inițial în rețeaua de semnalizare către punctul destinație;
 - perechile de STP-uri interconectate se situează la același nivel ierarhic.

Arhitectura SS7

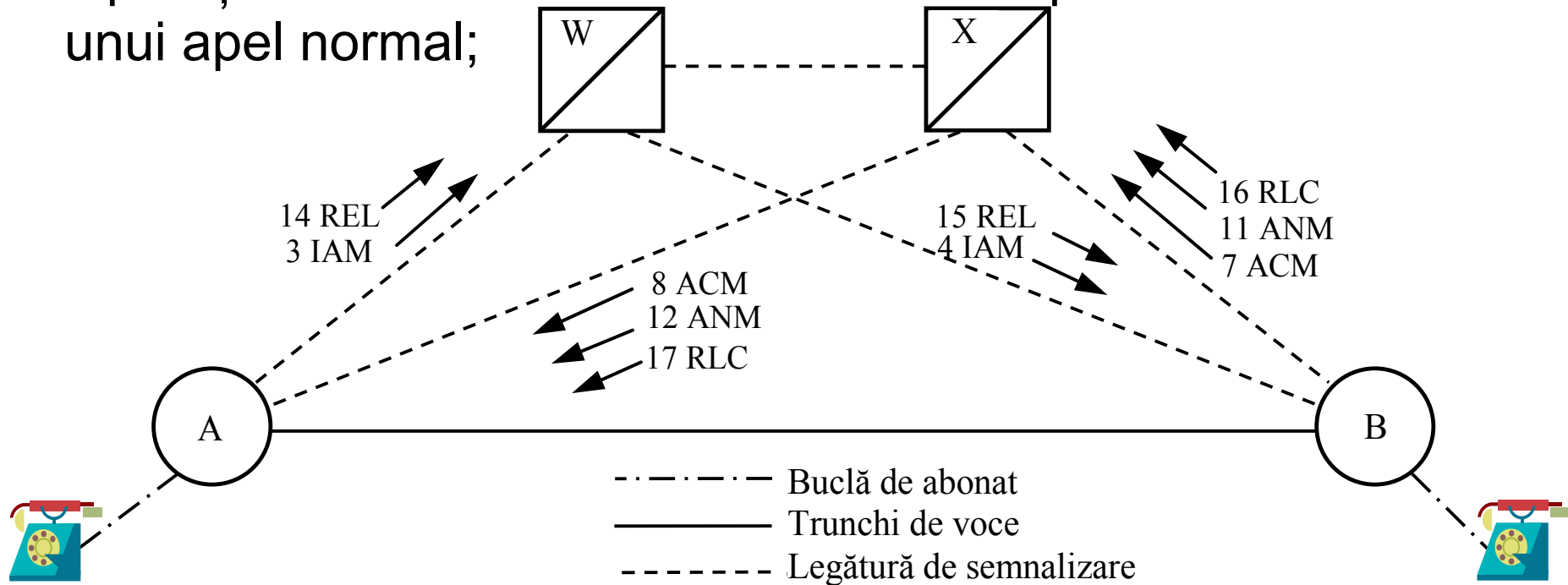


- **legătură C - link C** – legătură de interconecare (cross link) – conectează perechi asociate de STP-uri care realizează funcții identice;
 - aceste legături sunt utilizate pentru a crește fiabilitatea rețelei de semnalizare;
 - o legătură C este utilizată doar atunci când un STP nu are altă rută disponibilă către un punct de semnalizare destinație;
 - legăturile C nu sunt utilizate între perechile asociate de SCP-uri.
- **legătură D - link D** – legătură (link) diagonală – conectează perechi de STP-uri de la nivele ierarhice diferite (perechi de STP-uri secundare /locale sau regionale se leagă la o pereche de STP-uri primare)
 - se utilizează o configurație de legături de tip quad;
 - nu este stabilită o ierarhie clară asociată unei legături inter-rețea;
 - legăturile de interconectare sunt referite fie ca legături B, D sau ca legături B/D.
- **legătură E - link E** – legătură (link) extins – conectează un SSP la un STP alternativ pentru a furniza o legătură de semnalizare alternativă;
 - nu sunt utilizate de regulă; se utilizează doar dacă un grad mai ridicat de fiabilitate justifică cheltuielile suplimentare;
 - asigură conectivitate de rezervă la rețeaua SS7 în situația în care STP-ul asociat punctului de comutație nu poate fi atins pe legăturile A.

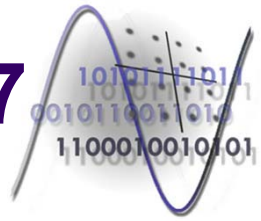
Operații de semnalizare SS7



- **legătură F - link F** – legătură (link) complet asociată – conectează în mod direct două puncte de semnalizare terminale (SSP-uri sau SCP-uri);
 - aceste legături permit numai semnalizare asociată;
 - aceste legături nu sunt utilizate de regulă în rețele care includ STP-uri;
 - scurcircuitază funcțiile de securitate asigurate de STP-uri.
- Operațiile de semnalizare SS7 efectuate pentru realizarea unui apel normal;

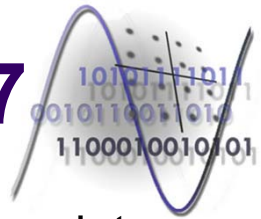


Operații de semnalizare SS7



- Scenariu: un abonat conectat la centrala A generează un apel către un abonat conecta la centrala B;
 - Pașii stabilirii, controlului și întreruperii apelului sunt următorii:
 1. Centrala A analizează numerele apelate și determină că apelul este destinat centralei B;
 2. Centrala A selectează un trunchi liber către centrala B și generează un mesaj de adresă inițial (“initial address message” - IAM) – mesaj de bază necesar inițializării apelului;
 - mesajul IAM este adresat centralei B;
 3. Centrala A accesează una din legăturile de acces (de ex. A-W) și transmite mesajul prin această legătură în vederea rutării către centrala B;
 4. STP W recepționează mesajul, analizează eticheta de rutare și determină că trebuie rutat către centrala B; STP W transmite mesajul pe legătura B-W;
 5. Centrala B recepționează mesajul, analizează conținutul acestuia și determină că numărul apelat este deservit de el și că acest număr este liber;

Operații de semnalizare SS7



6. Centrala B generează un mesaj de adresă completă (“address complete message” - ACM);
 - indică că mesajul IAM a atins destinația potrivită;
 - mesajul identifică centrala de destinație (A), centrala de origine (B), și trunchiul selectat.
7. Centrala B accesează una din legăturile sale A (de ex. B-X) și transmite mesajul ACM pe legătură pentru rutare către centrala A; închide calea audio în direcție opusă; trimite semnalul de revers apel pe trunchiul rezervat către centrala A și trimite semnalul de apel la abonatul apelat;
8. STP X recepționează mesajul, inspectează eticheta de rutare și determină destinația, adică centrala A; STP X transmite mesajul pe legătura A-X;
9. La recepționarea mesajului ACM, centrala A conectează abonatul apelat la trunchiul selectat (conexiune înspre abonatul apelant);
 - apelantul poate auzi semnalul de revers apel trimis de către centrala B.
10. Când abonatul apelat ridică telefonul, centrala B generează un mesaj de răspuns (“answer message” - ANM);
 - identifică centrala destinație (A), centrala origine (B) și trunchiul selectat.

Operații de semnalizare SS7



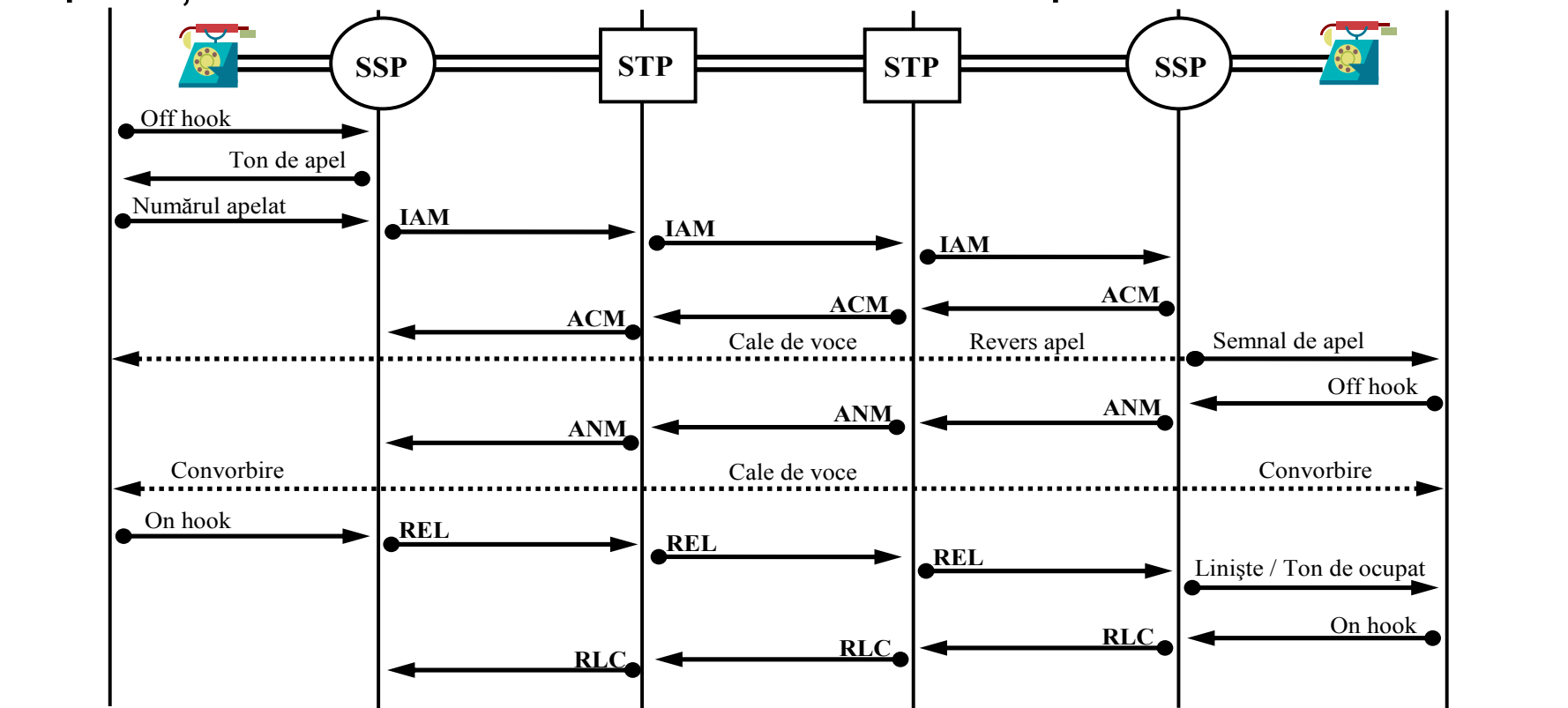
11. Centrala B selectează aceeași legătură A care a fost utilizată și pentru transmiterea mesajului ACM (legătura B-X) și trimite mesajul ANM;
 - în acest moment trunchiul trebuie conectat la linia chemată în ambele direcții.
12. STP-ul X recunoaște că mesajul ANM este adresat centralei A și o trimite mai departe pe legătura A-X;
13. Centrala A recepționează mesajul ANM și asigură conectarea abonatului apelant la trunchiul de ieșire (în ambele direcții);
 - conversația poate avea loc.
14. Dacă abonatul apelant întrerupe legătura, centrala A va genera un mesaj de deconectare (“release message” - REL) adresat centralei B pe legătura A-W;
 - se identifică trunchiul asociat apelului.
15. STP-ul W recepționează mesajul REL, determină că este adresat centralei B și o trimite mai departe pe legătura W-B.
16. Centrala B recepționează mesajul REL, deconectează trunchiul de la linia de abonat; pune trunchiul în stare inactivă generează un mesaj de realizare a deconectării (“release complete message” - RLC) adresată centralei A pe legătura B-X;
 - mesajul RLC identifică trunchiul utilizat pentru conexiune.

Operații de semnalizare SS7



- 17. STP-ul X recepționează mesajul RLC, determină că este adresat centralei A, și o trimite mai departe pe legătura A-X;
- 18. La recepționarea mesajului RLC, centrala A pune trunchiul în stare inactivă.

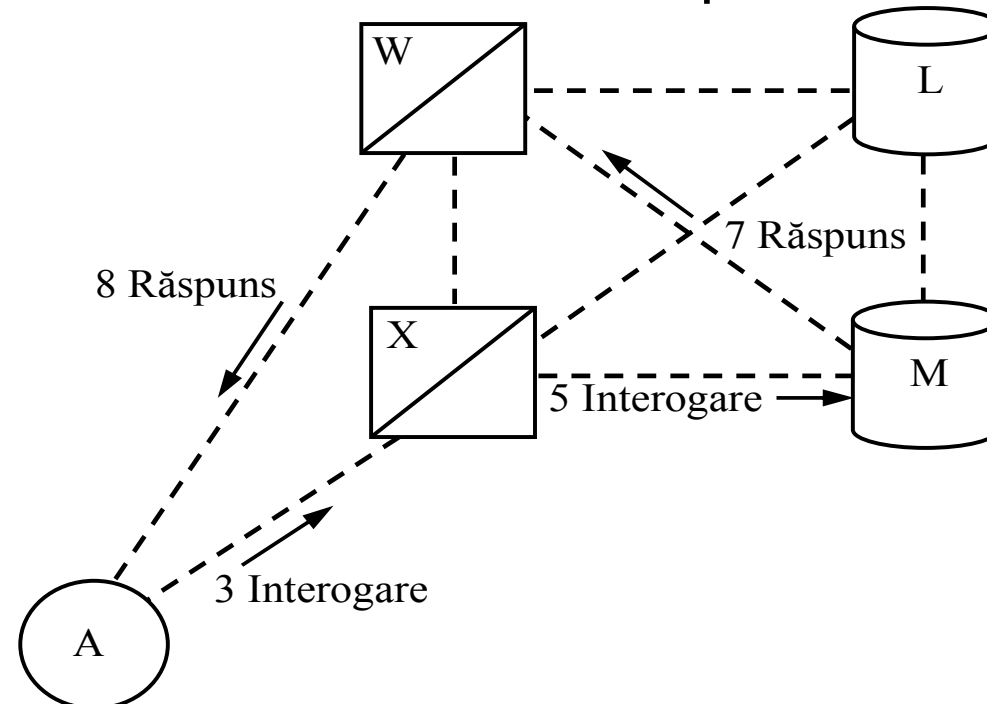
- Operațiile de semnalizare SS7 – o altă reprezentare;



Operații de semnalizare SS7



- Interogarea unei baze de date bazat pe semnalizarea SS7;



- un exemplu posibil este legat de apelul unor numere netaxate 800 sau 888;
 - aceste numere sunt numere de telefon virtuale, neasignate unei linii de abonat.
- când un abonat formează un număr 800 centrala trebuie să caute instrucțiuni într-o bază de date
 - baza de date furnizează fie un număr de telefon la care apelul trebuie direcționat sau va identifica o altă rețea la care apelul trebuie rutat pentru fiecare apelare.

Operații de semnalizare SS7



- Scenariu: un abonat conectat la centrala A apelează un număr 800
 - Pașii stabilirii, controlului și întreruperii apelului sunt următorii:
 1. abonatul apelează un număr 800;
 2. centrala A recunoaște că este vorba de un apel la un număr 800 și că este necesară asistență pentru gestionarea apelului;
 3. centrala A generează un mesaj de interogare legat de numărul 800;
 - acest mesaj include numărul apelant și cel apelat;
 - interogarea se trimite unui STP la care este conectat (de ex. STP X) utilizând o legătură A (de ex. A-X).
 4. STP X determină că a recepționat o interogare a unei baze de date legată de numerele 800 și selectează o bază de date corespunzătoare pentru generarea răspunsului (de ex. SCP M);
 5. STP X trimite mai departe cererea de interogare a bazei de date la SCP M utilizând o legătură de acces (M-X);
 6. SCP M recepționează mesajul de interogare, extrage și analizează informațiile recepționate și pe baza informațiilor stocate selectează un număr de telefon sau o rețea sau ambele la care apelul trebuie rutat;

Operații de semnalizare SS7

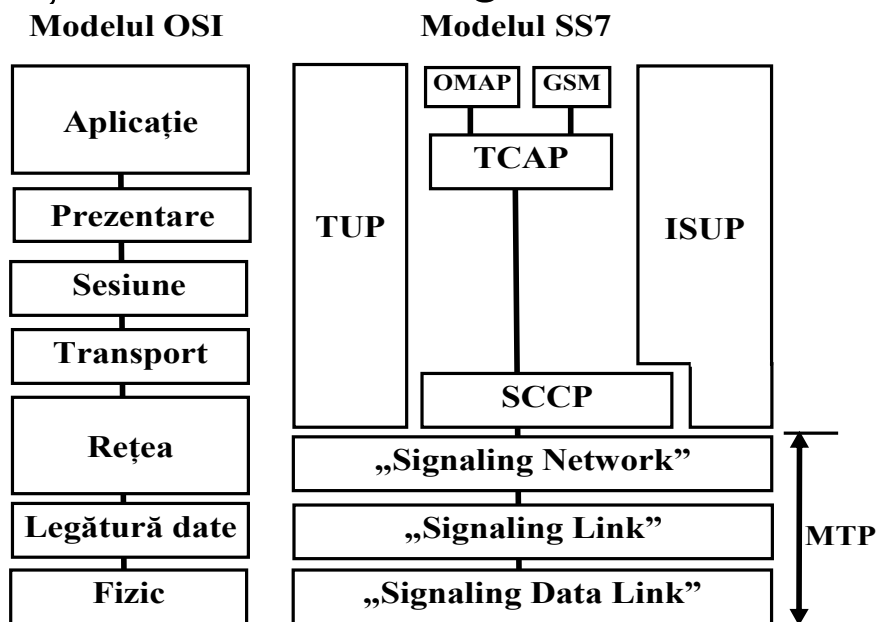


7. SCP M generează un mesaj de răspuns cu informația necesară gestionării corespunzătoare a apelului;
 - o adresează centralei A, accesează o legătură de acces și un STP (de ex. legătura M-W) și trimite răspunsul.
8. STP W recepționează mesajul de răspuns, recunoaște că este adresat centralei A și o rutează pe legătura A-W;
9. centrala A recepționează răspunsul și utilizează informația găsită la rutarea apelului în discuție;
 - accesează un trunchi către destinație;
 - generează un mesaj IAM;
 - continuă mai departe cu stabilirea apelului – vezi exemplul anterior.

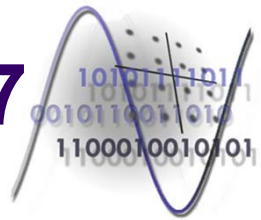
Stiva de protocoale SS7



- Protocolul SS7 este destinat pentru a facilita schimbarea mesajelor de semnalizare și pentru întreținerea rețelei;
- Protocolul SS7 este divizat în mai multe straturi funcționale;
 - A fost destinată inițial telefoniei bazată pe comutație de circuite;
 - A evoluat pe măsură ce au apărut noi cerințe fiind capabilă să permită transferul informațiilor care sunt legate numai de comutația de circuite;



Stiva de protocoale SS7



- Partea de transfer a mesajelor (“Message Transfer Part”-MTP);
 - Legătura de date de semnalizare – “Signaling Data Link”:
 - definește caracteristicile fizice, electrice și funcționale ale legăturii digitale de semnalizare;
 - interfețele fizice definite includ:
 - DS1 (un slot al cadrului T1 cu debitul de 1.544Mbps);
 - E1 (un slot al cadrului E1 cu debitul de 2.048Mbps, de regulă slotul 16);
 - V.35 (interfață serială sincronă la 64kbps sau 56kbps);
 - DS0 (64kbps), DS0A (56kbps) – este implementarea uzuală.
 - Legătura de semnalizare – “Signaling Link”:
 - definește funcțiile și procedurile care asigură transmiterea sigură a mesajului pe legăturile de semnalizare;
 - aceste funcții implementează controlul fluxului, validarea secvenței de mesaje, detecție de erori;
 - când apare o eroare pe legătura de semnalizare, mesajul este retransmis.

Stiva de protocoale SS7



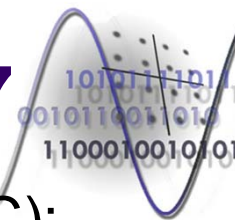
- Rețeaua de semnalizare – “Signaling Network”:
 - definește funcții și proceduri de transport care sunt comune legăturilor de semnalizare și sunt independente de legăturile individuale de semnalizare;
 - asigură adresarea nodurilor și rutarea mesajelor între punctele de semnalizare din rețeaua SS7;
 - asigură rerutarea traficului de pe legăturile și punctele de semnalizare defecte și controlează traficul când apar congestii;
 - asigură transferul mesajelor între punctele de semnalizare de-a lungul rețelei SS7 indiferent dacă există sau nu legătură directă între aceste puncte.
- Partea de control a conexiunii de semnalizare – “Signaling Connection Control Part” (SCCP):
 - furnizează funcții adiționale stratului MTP3 pentru asigurarea serviciilor orientate și neorientate conexiune și pentru asigurarea Translației Globale de Titlu (“Global Title Translation” - GTT);
 - este utilizat ca și un strat transport cap la cap;
 - SCCP furnizează numere de subsistem;
 - permite adresarea mesajelor unor aplicații specifice sau unor subsisteme din puncte de semnalizare specifice;

Stiva de protocoale SS7



- GTT permite rutare incrementală și eliberează punctul de semnalizare original de sarcina cunoașterii tuturor destinațiilor posibile;
 - un titlu global este o adresă (un număr 800, cartele de apel, sau număr de abonat mobil) care este translatată de către SCCP într-un „point code” de destinație și un număr de subsistem;
 - numărul de subsistem identifică în mod unic o aplicație în punctul de semnalizare destinație.
 - SCCP este utilizat ca și un strat de transport pentru serviciile TCAP.
- Partea de utilizator de telefon – “Telephone User Part” (TUP);
 - definește funcțiile semnalizării de control pentru stabilirea și întreruperea unei comunicații telefonice clasice;
 - reprezintă o implementare mai veche a lui SS7 și nu permite aplicații de date.
- Partea de utilizator ISDN - ISDN User Part (ISUP);
 - definește protocoalele utilizate pentru stabilirea, managementul și eliberarea circuitelor trunchiuri care transportă voce și date între SSP-uri;
 - este utilizat atât pentru legături ISDN cât și non-ISDN;
 - apelurile care au punctul de origine și punctul destinație în aceeași centrală nu folosesc semnalizare ISUP.

Stiva de protocoale SS7



- Capabilități de tranzacție – “Transaction Capabilities” (TC);
 - furnizează mijloacele necesare pentru stabilirea unei conexiuni ce transportă date care nu controlează comutația de circuite între două puncte de semnalizare SP.
- Partea de aplicații a capabilității de tranzacție – “Transaction Capabilities Application Part” (TCAP);
 - asigură schimbul datelor care nu controlează comutație de circuite între aplicații localizate în rețeaua SS7;
 - utilizează serviciul SCCP ne-bazat pe conexiune (“connectionless”) ca și un strat de transport;
 - definește mesajele și protocoalele utilizate pentru comunicația dintre aplicațiile localizate în nodurile rețelei SS7;
 - interogări și răspunsuri trimise între SSP-uri și SCP-uri sunt transportate în mesajele TCAP;
 - în rețelele mobile, TCAP transportă mesajele “Mobile Application Part” (MAP)
 - mesaje trimise între comutatoare mobile și baze de date pentru autentificarea utilizatorului, identificarea echipamentului și pentru roaming.

Stiva de protocoale SS7



- Partea de operare, întreținere și administrare – “Operations, Maintenance and Administration Part” (OMAP);
 - definește mesaje și protocoale utilizate în administrarea rețelelor SS7;
 - serviciile furnizate de către OMAP se pot folosi pentru a verifica bazele de date de rutare și pentru diagnosticarea problemelor legăturilor;
 - OMAP include mesaje care utilizează atât MTP cât și SCCP pentru rutare.

Transmisia pachetelor de semnalizare



- Informația de semnalizare este transmisă pe legăturile de semnalizare încorporată în mesaje numite unități de semnal (“signal units” - SUs);
 - Există trei tipuri de unități de semnal definite în protocoalele SS7:
 - unități de semnal de completare – “Fill-In Signal Units” (FISUs);
 - unități de semnal de stare legătură – “Link Status Signal Units” (LSSUs);
 - unități de semnal mesaje – “Message Signal Units” (MSUs).
 - Unitățile SU se transmit continuu în ambele direcții pe o legătură care este în serviciu;
 - un punct de semnalizare care nu are mesaje sau unități de semnal de supervizare (stare legătură) va trimite pachete FISU pe legătură;
 - pachetele FISU facilitează transmisia informațiilor de monitorizare și a validărilor altor pachete SU;
 - pachetele FISU sunt transmise continuu pe o legătură de semnalizare în ambele direcții pentru a menține legătura funcțională și sincronizată;
 - pachetele FISU conțin CRC și astfel calitatea legăturii este verificată continuu de către SP-urile de la fiecare capăt al legăturii.

Transmisia pachetelor de semnalizare



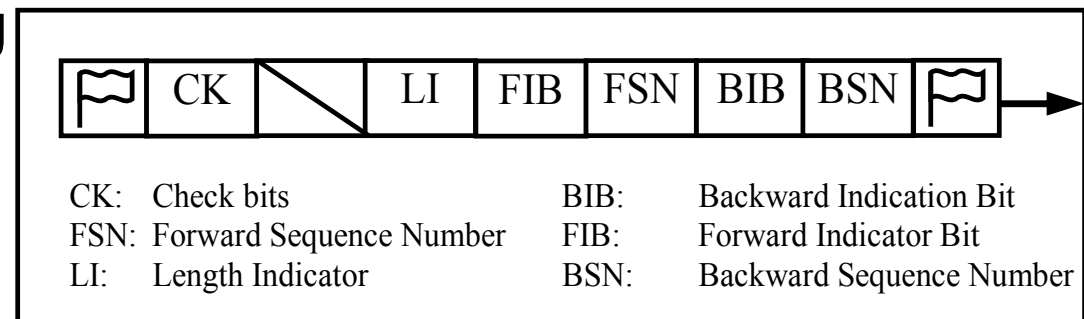
- Unitățile de semnal de stare legătură – “Link Status Signal Units” (LSSU) – sunt utilizate pentru schimbul informațiilor de stare legătură între SP-urile localizate la capetele legăturii;
 - pachete LSSU sunt utilizate și pentru controlul sincronizării legăturii;
 - înainte ca o legătură SS7 să intre în serviciu, entitățile de nivel 2 de la cele două capete ale legăturii realizează o procedură „handshaking” numită perioadă de probare („proving period”) care durează de la 0.5 la 8.2s (depinzând de disponibilitatea rutelor deservite de legătura în discuție);
 - în acest interval pachete LSSU schimbate între entitățile de nivelul 2 permit monitorizarea numărului de erori recepționate în acest interval;
 - dacă numărul de erori detectate este sub un anumit prag, legătura intră în starea de serviciu și poate transporta pachete MSU;
 - entitățile de nivel 2 monitorizează starea legăturii și pe durata transmisiei și comunică această starea a legăturii către alte entități în mesaje LSSU;
 - de ex. aceste mesaje sunt transmise când legăturile sunt congestionate sau sunt scoase din serviciu.

Transmisia pachetelor de semnalizare



- Unități de semnal de mesaj – “Message Signal Units” (MSU) – sunt containere care transportă mesaje de protocol TUP, ISUP și SCCP în câmpul de informație;
 - pachetele MSU transportă:
 - toate semnalele de control al apelului;
 - interogările de baze de date și răspunsurile;
 - datele de management și întreținere a rețelei;
 - semnale/date pentru funcții adiționale specializate pentru aplicații mobile celulare.
 - pachetele MSU au etichetă de rutare:
 - un punct de semnalizare origine trebuie să trimită informație către un punct de semnalizare destinație de-a lungul rețelei SS7.

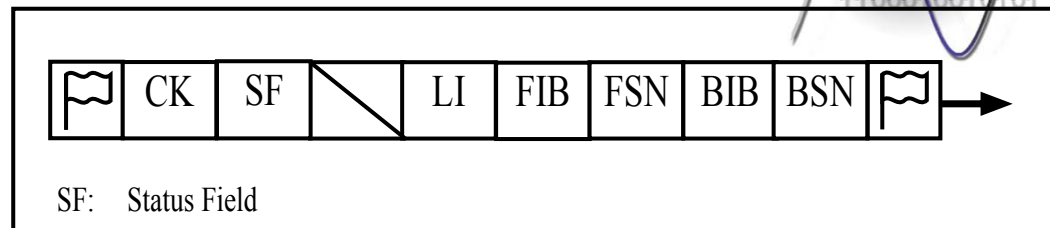
● Structura mesajelor FISU



Transmisia pachetelor de semnalizare



- Structura mesajelor LSSU



- Fanion – “Flag” (0 1 1 1 1 1 0);

- indică începutul unei noi unități de semnal și sfârșitul unei unități anterioare;
 - pot fi plasate două fanioane între SU-uri, unul indicând sfârșitul mesajului curent, iar celălalt începutul mesajului următor; în practică este utilizat doar un singur fanion;
 - tehnici de manipulare pe bit sunt utilizate pentru a asigura că această structură nu apare în cadrul mesajului transmis pe legătură;
 - toate manipulările pe bit sunt inversate la recepție;
 - o manipulare pe bit posibilă constă în inserarea unui bit de zero după fiecare grup de cinci biți de unu.

- BSN (“Backward Sequence Number”);

- validează recepționarea unităților de semnal de către punctul de semnalizare de la capătul îndepărtat;
- conține numărul de secvență al unității de semnal care este validat (achitat);
- fiecare mesaj trebuie să fie validat (achitat) prin intermediul lui BSN.

Transmisia pachetelor de semnalizare



- BIB (“Backward Indicator Bit”);
 - este utilizat pentru detecția erorilor și indică un răspuns negativ din partea punctului de semnalizare de la punctul îndepărtat atunci când este inversat.
- FSN (“Forward Sequence Number”);
 - conține numărul de secvență al unității de semnal.
- FIB (“Forward Indicator Bit”);
 - este utilizat în controlul erorilor;
 - dacă se recepționează o validare negativă se retransmit toate mesajele începând cu cel corupt – în aceste mesaje bitul FIB este inversat.
- BSN+BIB și FSN+FIB sunt utilizați pentru a asigura recepționarea corectă și ordinea corectă a acestor unități;
 - aceste câmpuri sunt utilizate de asemenea pentru control de flux;
 - numerele de secvență ale mesajelor transmise sunt stocate până când aceste mesaje sunt validate de către punctul de semnalizare destinație.
 - șapte biți sunt alocați pentru secvența directă fiind posibilă stocarea a 128 de SU;
 - un punct de semnalizare este restricționat la trimiterea a 128 de SU-uri nevalidate înainte să recepționeze o validare de SU, care eliberează numerele de secvență.

Transmisia pachetelor de semnalizare

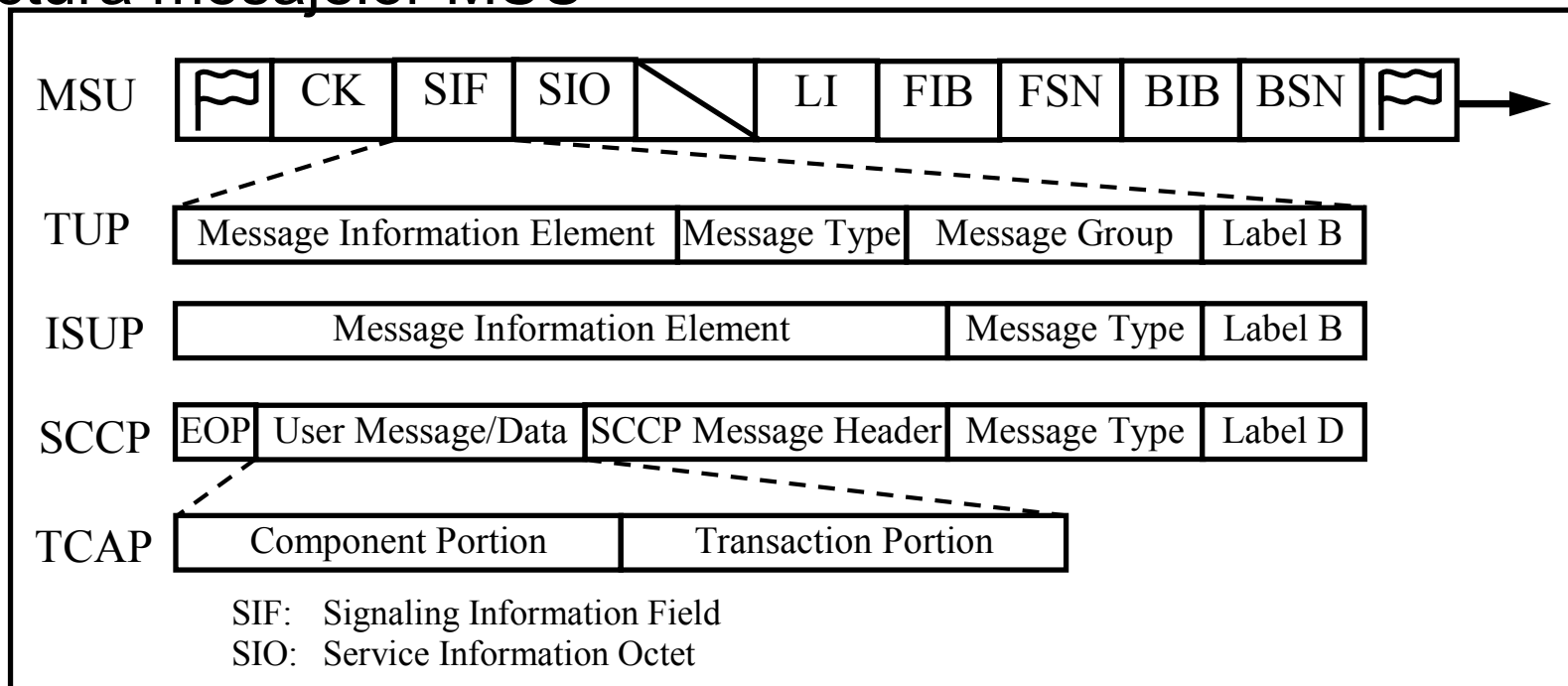


- Observație: Există două metode de control a erorilor pe leg. SS7:
 - metoda de bază:
 - un mesaj este retransmis la recepționarea unui răspuns negativ (NACK);
 - metoda utilizează câmpurile BSN+BIB, FSN+FIB și CK.
 - metoda “Preventative Cyclic Retransmission” (PCR):
 - un mesaj este transmis de mai multe ori atunci când nivelele superioare nu au nimic de transmis;
 - metoda PCR este utilizată în general numai pe căi care prezintă întârzieri foarte mari, cum ar fi legăturile de satelit.
- LI (“Length Indicator”);
 - indică numărul de octeți dintre acest câmp și secvența de control CRC;
 - se folosește pentru testarea integrității și pentru diferențierea SU-urilor;
 - FISUs-urile au indicatorul de lungime 0;
 - LSSU-urile au indicatorul de lungime 1 sau 2 (în general LSSU are LI=1);
 - MSU-urile au indicatorul de lungime mai mare decât 2;
 - doar 6 din cei 8 biți ai LI sunt utilizați pentru stocarea lungimii; val. max. LI=63;
 - MSU-urile cu mai mult de 63 de octeți după câmpul LI utilizează valoarea 63.

Transmisia pachetelor de semnalizare



- CK (“Check bits”);
 - este o secvență CRC utilizată pentru detecția erorilor de transmisie.
- SF (“Status Field”);
 - indicator de stare legătură; indică numărul de erori de CRC detectate.
- Structura mesajelor MSU



Transmisia pachetelor de semnalizare



- SIO (“Service Information Octet”);
 - conține câmpul subserviciu și indicatorul de serviciu – vezi descrierea MTP3.
- SIF (“Signaling Information Field”)
 - conține eticheta de rutare și informația de semnalizare, adică informațiile din mesajele SCCP, TCAP și ISUP– vezi descrierea protocoalelor de nivel 4;
 - pachetele LSSU și FISU nu au etichetă de rutare și SIO;
 - sunt unități sunt trimise între două puncte de semnalizare conectate direct.

Operații MTP3

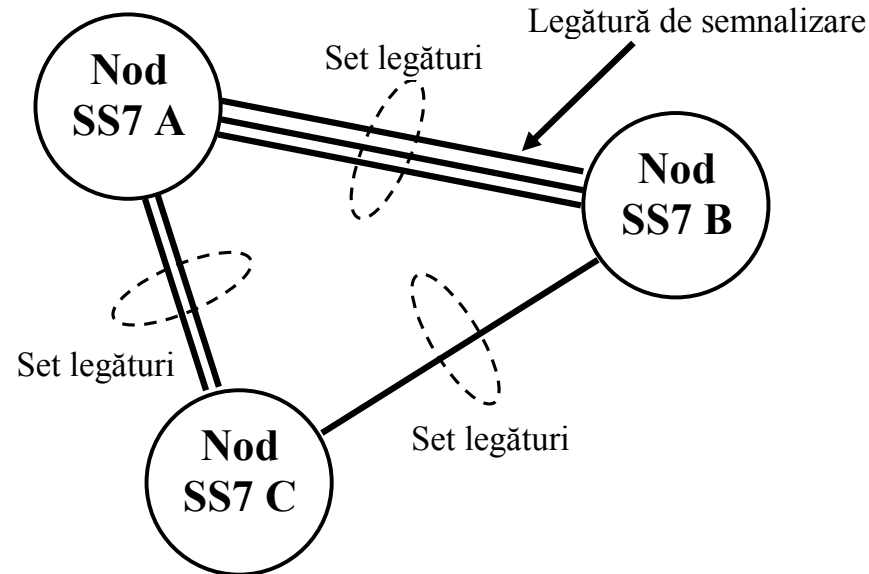


- Nivelul 3 asigură funcții de rutare și gestionare a defectelor pentru transportul mesajelor;
 - Fiecare nod SS7, care poate fi un switch sau un nod care conține baze de date de translație a numerelor 800, este identificat în cadrul rețelei în mod unic printr-o adresă SS7 numit “point code”;
 - rețelele europene folosesc coduri pe 14 biți, iar cele din americane coduri pe 24 de biți;
 - punctele de semnalizare individuale aparțin unui grup (cluster) de puncte de semnalizare și în cadrul aceluși grup fiecare punct de semnalizare are un număr de membru; în mod similar un grup (cluster) este parte a unei rețele;
 - adresa de rutare are trei nivele de numerotare definite de numerele de rețea, grup și membru:
 - fiecare din aceste numere este pe 8 biți (sistemul american);
 - adresa completă este denumită codul punct (“point code”) al punctului de semnalizare, cod care identifică în mod unic punctul de semnalizare.

Operații MTP3



- Exemplu de rețea SS7 și seturi de legături de semnalizare:



- O legătură SS7 transportă trafic de semnalizare pentru mii de circuite:
 - în funcție de trafic, o legătură SS7 poate controla 1000 - 2000 de circuite;
 - o legătură defectă va întrerupe toate circuitele controlate de aceea legătură;
 - pentru siguranță și pentru a crește capacitatea de trafic de semnalizare, mai multe legături de semnalizare sunt prevăzute între două noduri SS7;
 - colecția de legături de semnalizare între două noduri adiacente formează set de legături ("link set"); poate conține până la 16 legături;

Operații MTP3



- MTP3 adaugă informație în câmpul SIF (“Signalling Information Field”) al pachetului MSU;
 - Această informație include:
 - adresa destinație a mesajului (“Destination Point Code” - DPC);
 - adresa sursă a mesajului (“Originating Point Code” - OPC);
 - codul de selecție a legăturii de semnalizare utilizate (“Signalling Link Selection” - SLS);
 - asigură distribuirea mesajelor între legăturile de semnalizare dintr-un set.
- Structura antetului MTP3

Layer 4	SLS	OPC	DPC
---------	-----	-----	-----

 - Nivelul MTP3 distribuie automat mesajele între legăturile dintr-un set și rerutează traficul de pe legăturile defecte pe legături funcționale din același set;
 - MTP3 încearcă să refacă automat legăturile defecte și rerutează traficul pe acestea;
 - cele două proceduri amintite se numesc “*Changeover*” și “*Changeback*”.

Operații MTP3

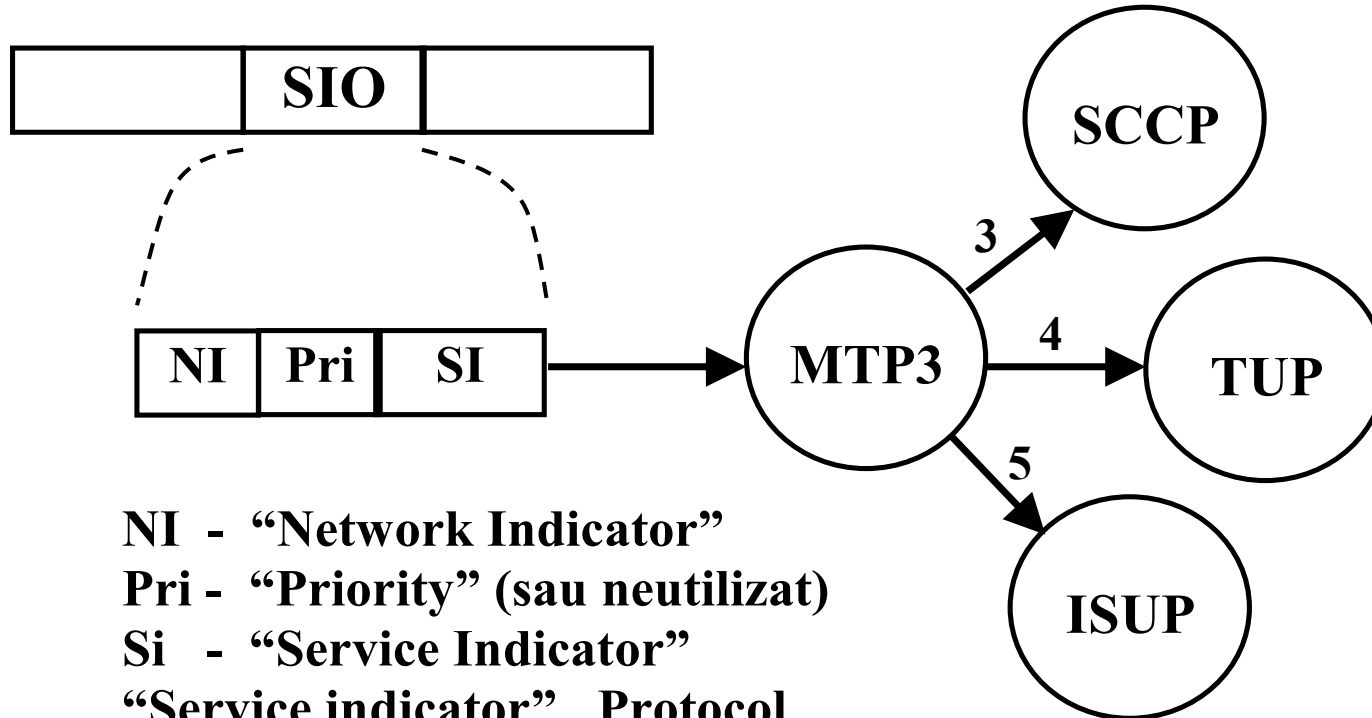


- MTP3 este capabil să distribuie mesaje între legăturile din două seturi diferite care deservește aceeași destinație prin utilizarea unor noduri intermediare;
 - seturile de legături menționate sunt incluse într-un set de rute.
- Rutarea mesajelor la o anumită destinație de către MTP3 poate fi:
 - cvasi-asociată:
 - mesajul trece printr-un nod intermediar înainte să ajungă la destinație;
 - complet asociată:
 - există o legătură de semnalizare directă între sursa și destinația mesajelor.
- MTP3 asigură un transport sigur de mesaje pentru protocoalele de la nivelul superior – numite generic „User Parts”;
 - pentru a transporta un mesaj la nivelul superior corespunzător, MTP3 examinează indicatorul de serviciu (“Service Indicator - SI”), care este o componentă a octetului de informații serviciu (“Service Information Octet” - SIO).

Operații MTP3



- Structura octetului SIO și clasificarea mesajelor MTP3;



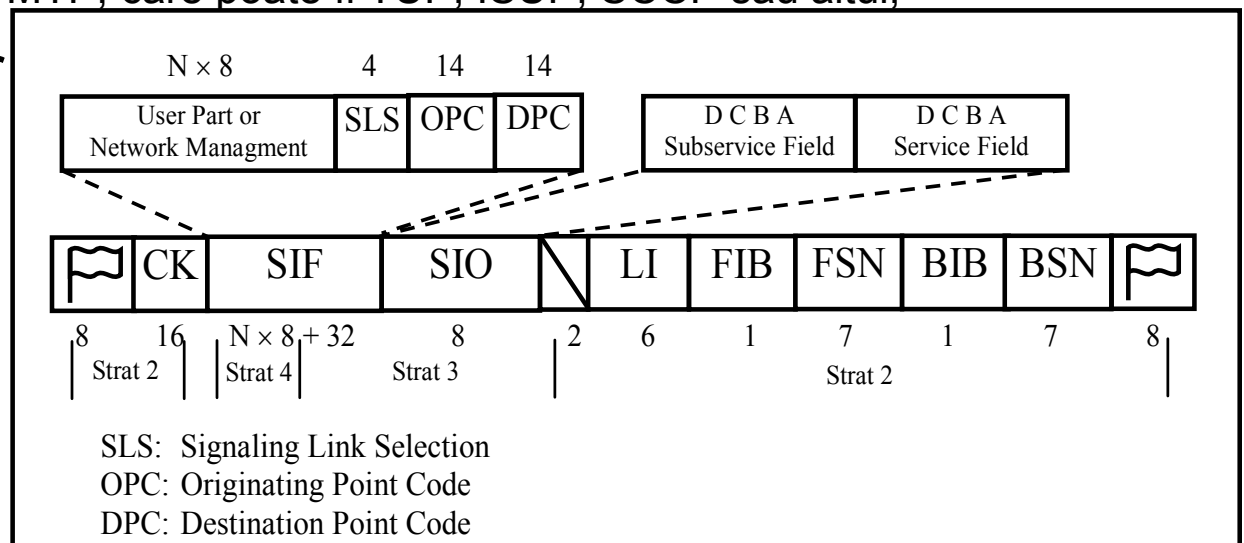
NI	-	“Network Indicator”
Pri	-	“Priority” (sau neutilizat)
Si	-	“Service Indicator”
“Service indicator”		Protocol
0		MTP3
1		MTP3
3		SCCP
4		TUP
5		ISUP

Operații MTP3

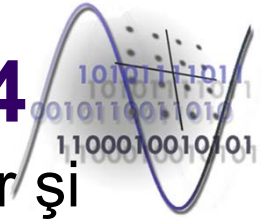


- SIO (“Service Information Octet”) – Octet de Informații Serviciu
 - conține câmpul subserviciu și indicatorul de serviciu;
 - câmpul subserviciu (“Subservice Field”) conține indicatorul de rețea (național or internațional) și prioritatea mesajului;
 - mesajele cu prioritate redusă sunt eliminate pe durata congestiilor;
 - mesajele de testare (supervizare) a legăturilor de semnalizare au o prioritate mai mare decât mesajele de stabilire apel.
 - indicatorul de serviciu (“Service Indicator”)
 - specifică utilizatorul MTP, care poate fi TUP, ISUP, SCCP sau altul;

Structura câmpurilor SIF și SIO:



Protocoale de nivel 4



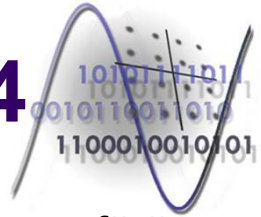
- Protocoalele de nivelul 4 definesc conținutul mesajelor și secvențele de mesaje trimise la MTP3 pentru controlul resurselor de rețea, cum ar fi circuite și baze de date;
- TUP - Partea utilizator telefonie (“Telephony User Part”);
 - Este un protocol de nivel 4 care asigură servicii PSTN convenționale prin rețeaua SS7;
 - TUP a fost primul protocol de nivel 4 standardizat;
 - nu oferă servicii ISDN.
 - Secvența de mesaje utilizată pentru stabilirea – controlul – desfacerea unei legături telefonice normale este asemănătoare cu secvența de mesaje caracteristică protocolului ISUP;
 - a se vedea Slide-urile 16 – 20, care prezintă secvența de mesaje necesară pentru realizarea unei legături telefonice clasice.
- ISUP – partea utilizator ISDN (“ISDN User Part”);
 - Este un protocol de nivel 4;

Protocoloale de nivel 4



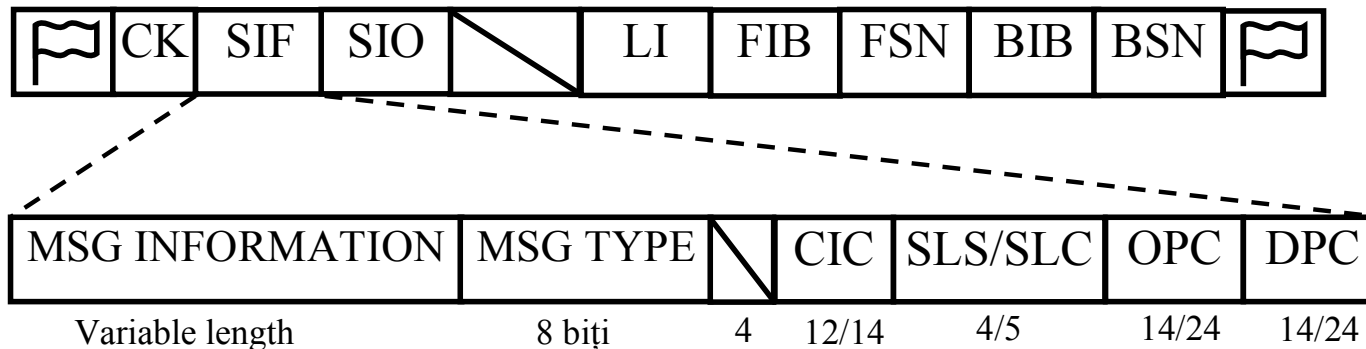
- Definește procedurile utilizate pentru stabilirea, managementul și eliberarea circuitelor trunchiuri care transmit voce sau date în rețeaua publică comutată;
- Este utilizat atât pentru apeluri ISDN cât și apeluri non-ISDN;
 - apelurile care încep și se termină în aceeași centrală nu utilizează semnalizarea ISUP;
 - ISUP oferă o varietate mai mare de mesaje și parametrii pentru implementarea serviciilor de tip ISDN în cadrul rețelei;
- Atât TUP cât și ISUP asigură mesaje și management adițional pentru controlul stării circuitelor;
 - Este posibil să se reseteze un circuit sau un grup de circuite;
 - circuitele sunt resetate normal la inițializarea sistemului sau după un defect;
 - proceduri similare există pentru blocarea circuitelor, făcându-le nedisponibile temporar pentru apeluri;
 - orice apel recepționat pentru un circuit blocat este în mod automat rejectat;

Protocoale de nivel 4



- blocarea poate aștepta terminarea apelurilor active:
 - operație cunoscută sub denumirea de blocare de întreținere sau blocare fără eliberare și este utilizat înaintea operațiilor de întreținere;
- blocarea hardware sau blocare cu eliberare este utilizată în cazul detecției echipamentelor sau trunchiurilor care întrerup (sau alterează calitatea) circuitele de voce și determină întreruperea imediată a circuitelor și apelurilor asociate.

● Structura mesajelor ISUP:



CIC: Circuit Identification Code SLS: Signaling Link Selection SLC: Signaling Link Code

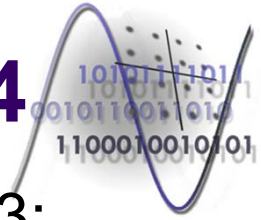
- Câmpul SIF conține etichetele de rutare: DPC și OPC;
- Codul CIC identifică circuitul trunchi rezervat de către centrala care începe apelul;

Protocoloale de nivel 4



- Un trunchi este identificat în mod unic prin codul CIC și prin adresele “point code” ale SSP-urilor conectate prin acest trunchi.
- Câmpul MSGTYPE specifică tipul mesajelor, adică:
 - IAM, ACM, ANM, REL, și RLC;
 - vezi Slide 16 – 20;
 - acest câmp definește conținutul câmpului mesaj – MSG INFORMATION.
- Partea de control a conexiunii de semnalizare (SCCP) – “Signalling Connection Control Part”;
 - SCCP îmbunătățește capacitățile de rutare și adresare a MTP3;
 - permite adresarea componentelor individuale de procesare sau a subsistemelor în fiecare punct de semnalizare.
 - SCCP rutează mesaje prin rețea utilizând un număr de subsistem și un “point code” pentru a identifica destinația;
 - fiecare subsistem poate fi o baza de date de translație a numerelor;
 - unui “point code” SS7 i se pot asocia mai multe subsisteme.

Protocoloale de nivel 4



- SCCP oferă 4 clase de servicii, numerotate de la 0 la 3:

Clasă

Proprietate

- 0 Fără conexiune. Datele sunt trimise la destinație fără a se negocia o sesiune.
- 1 Fără conexiune cu control de secvență. Se garantează transportul mesajelor la destinație în ordinea transmisterii.
- 2 Orientat conexiune. Este negociată o sesiune (conexiune SCCP) înaintea schimbului de date.
- 3 Orientat conexiune cu control de flux.

- Clasele de servicii SCCP cele mai utilizate sunt 0 și 1:
 - Sunt folosite de către nivelul TCAP și de către nivele mai mari pentru a controla rețele mobile/wireless și rețele inteligente.
- Clasele 2 și 3 pot fi utilizate în comunicații între stații de bază și controlere de stații de bază.

Protocoloale de nivel 4



- SCCP menține (memorează) o stare pentru fiecare subsistem de care este conștient;
 - Subsistemele pot fi:
 - active (“*Allowed*”) - se pot accesa;
 - inactive (“*Prohibited*”) - nu se pot accesa;
 - un mesaj poate fi trimis numai la un subsistem activ;
 - o conexiune se poate deschide numai către un subsistem activ.
- Mesajul de bază al legăturilor SCCP fără conexiune este SCCP UNITDATA, numit de asemenea UDT;
 - Mesajele UDT destinate subsistemelor inactive pot fi eliminate sau returnate la sursă ca și un pachet UNITDATA SERVICE (UDTS);
 - trebuie setată o opțiune corespunzătoare în câmpul de serviciu al mesajului.
 - Pentru a detecta și raporta starea subsistemelor, SCCP transmite mesaje de management, încapsulate în mesaje UDT;
 - aceste mesaje sunt trimise între entitățile fiecărui SCCP.

Protocoloale de nivel 4



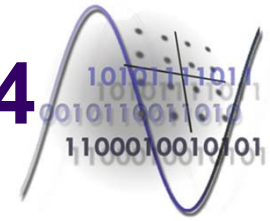
- Mesajele de verificare a stării subsistemelor sunt trimise periodic, aproximativ la fiecare 30s, la fiecare subsistem inactiv pentru a se determina când rutarea către aceste destinații este posibilă;
 - SCCP oferă facilități pentru a face subsistemele să cunoască starea altor subsisteme;
 - astfel orice modificare în procesul de rutare poate fi raportat imediat.
- SCCP permite capabilități de adresare avansată:
 - Un subsistem este reprezentat printr-o secvență de caractere denumită adresă globală sau “Global Title”;
 - O adresă globală reprezintă o metodă de a ascunde un “point code” SS7 și numărul de subsistem destinație de sursa unui mesaj:
 - de exemplu interconectare a unor rețele diferite în care nu există alocare comună a adreselor “point code”;
 - o asemenea metodă este utilizată în roamingul între sistemele mobile GSM .

Protocoloale de nivel 4



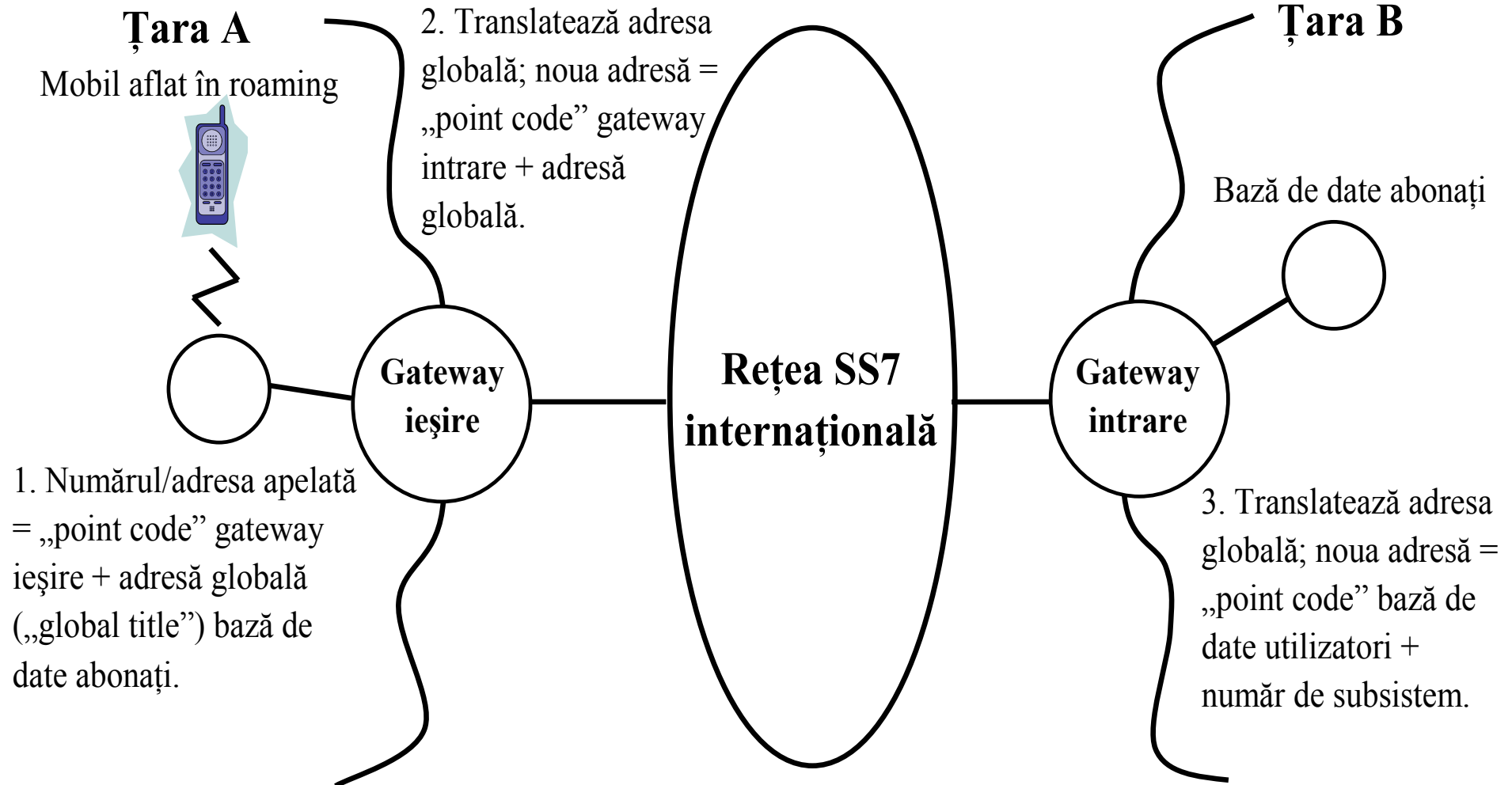
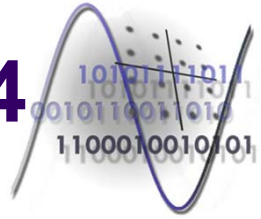
- În funcție de topologia rețelei, adresele globale sunt translatate la nivelul STP sau a unor centrale “gateway”:
 - gateway-ul este un nod cu funcții de interconetare cu rețele adiacente.
- Informația de adresă trimisă la SCCP pentru rutarea mesajelor poate conține un “point code” destinație, un număr de subsistem și opțional o adresă globală;
 - pentru transmisia cu succes a mesajului cerința minimă este specificarea unui “point code”, pentru ca mesajul să părăsească nodul SCCP;
 - dacă adresa “point code” nu este cunoscută, informația de adresă este aplicată unui proces de translație a adresei globale (“Global Title Translation”)
 - operația produce un “point code” destinație și opțional un număr de subsistem sau o altă adresă globală;
 - informația de adresă din mesaj conține un indicator de rutare care instruește SCCP ca să ruteze pe bază de “point code” și număr de subsistem sau adresă globală;
 - dacă rutarea se realizează pe baza unei adrese globale, această adresă este supusă unui proces de translație care produce o nouă adresă destinație;
 - acesta poate fi un nod de procesare a informației un alt nod SCCP.

Protocoale de nivel 4

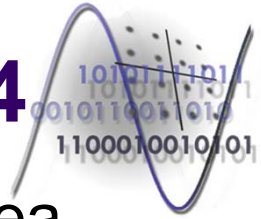


- Utilizarea translației de adresă globală (GTT) în roaming mobil;
 - Adresele globale “Global Titles” se pot utiliza în operații GSM pentru localizarea informațiilor de descriere a abonatului mobil;
 - Informațiile de descriere a abonatului sunt păstrate într-o bază de date în rețeaua proprie a abonatului;
 - subsistemul “Home Location Register” (HLR);
 - HLR trebuie interogată pentru ca abonatul să primească servicii de la rețeaua vizitată;
 - interogarea bazei de date este trimisă prin SCCP cu o adresă globală contruită din informații legate de abonatul mobil;
 - codul de identitate al terminalului sau numărul abonatului;
 - aceste informații dețin date suficiente pentru a ruta mesajul la gateway-ul de ieșire prin utilizarea translației de adresă;
 - translații ulterioare în rețeaua abonatului rutează cererea către HLR.

Protocoloale de nivel 4

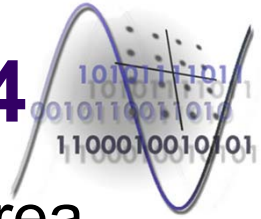


Protocoloale de nivel 4



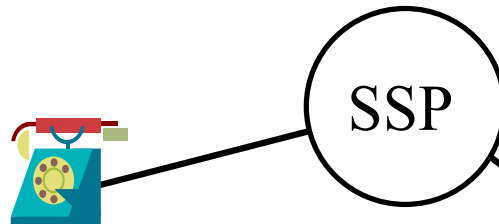
- Translația de adresă globală este utilizată de asemenea pentru localizarea unei baze de date de translație a numerelor de telefon netaxate;
 - Bază de date localizată într-un SCP;
 - Baza de date se accesează prin utilizarea unui număr 800 ca și o adresă globală;
 - translația are loc într-un STP:
 - se obține baza de date care conține translații pentru un domeniu de numere 800;
 - de ex. 800-1xxxxx poate fi legat de o bază de date A, iar 800-2xxxxx poate fi legat de o bază de date B.

Protocoloale de nivel 4



- Utilizarea translației de adresă globală pentru localizarea translației de numere 800;

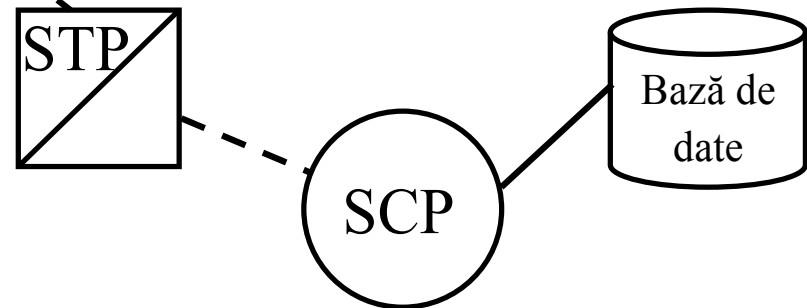
1. Abonatul apelează 800-xxxxxxx



2. Pentru a ruta apelul, numărul 800 trebuie translatat într-un număr real.

3. SSP nu cunoaște subsistemul bazei de date de translație; este trimisă o interogare la o bază de date utilizându-se adresa globală („global title”) setată pentru numărul 800 apelat.

4. STP translatează adresa globală într-o adresă de subsistem și un „point code” la care este trimisă interogarea de bază de date; STP poate face translația pentru adrese globale situate într-un anumit interval.



5. Interogarea de bază de date ajunge la baza de date și este returnat un număr real.

Protocoloale de nivel superior



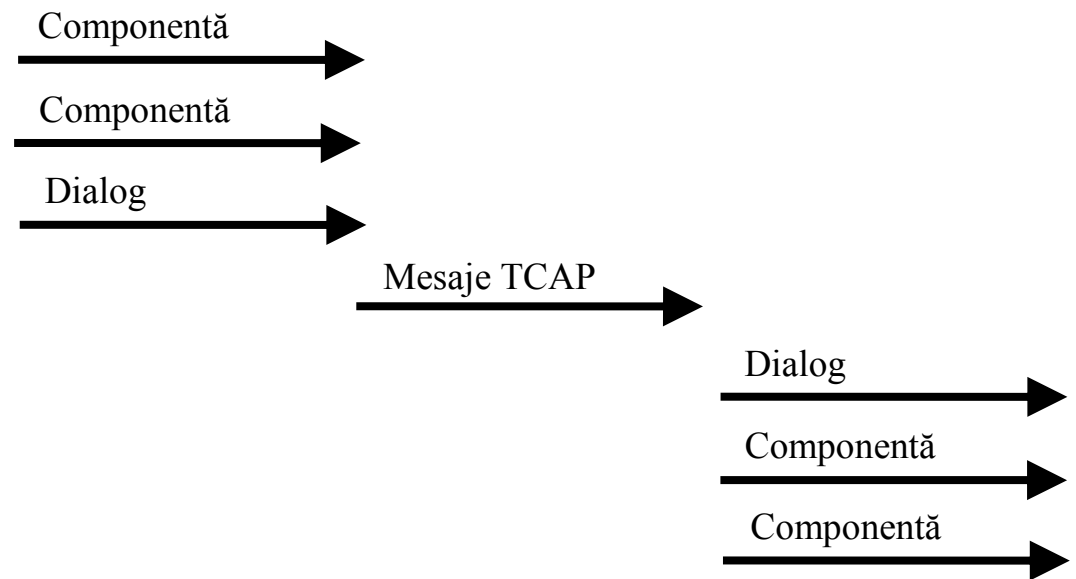
- Capabilități de tranzacție (TCAP) -“Transaction Capabilities”;
 - Partea TCAP oferă o metodă structurată pentru a cere realizarea unor operații la un nod îndepărtat, definind fluxul de informație pentru controlul operației și raportarea rezultatului;
 - Operațiile și raportarea rezultatelor sunt realizate în cadrul unei sesiuni:
 - denumită dialog (în partea superioară a lui TCAP);
 - denumită tranzacție (în partea inferioară a lui TCAP);
 - în cadrul unui dialog pot fi active mai multe operații în diferite stadii de procesare:
 - operațiile și rezultatele sunt incluse în elemente de informație numite componente;
 - operația efectuată de TCAP:
 - stocarea componentelor de la nivelele superioare în vederea transmisiei până când se recepționează (de la nivelele superioare) un element de informație de gestionare a transmisiei,
 - componentele stocate sunt formatate într-un singur mesaj TCAP și sunt trimise prin SCCP către alte entități TCAP.

Protocoale de nivel superior



- În sensul de recepție TCAP realizează următoarele operații:
 - despachetează componentele din mesajele recepționate de la SCCP;
 - transmite fiecare componentă ca și un element separat de informație către protocolul de nivel superior.

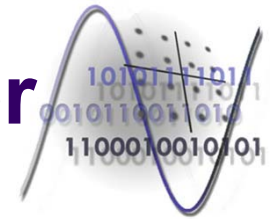
- Fluxul de informație TCAP



- Aplicațiile tipice ale TCAP:

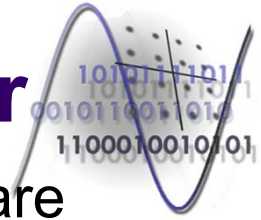
- servicii mobile:
 - de ex. înregistrarea terminalelor aflate în roaming;
- servicii de rețele inteligente (“Intelligent Networks”):
 - de ex. apeluri către numere gratuite și servicii de cartele de apel-“calling card”;
- servicii de administrare și întreținere (OA&M):

Protocoale de nivel superior



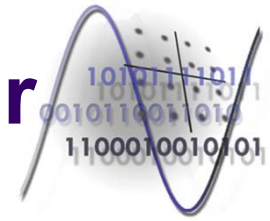
- Partea de aplicații mobile (MAP) – “Mobile Application Part”;
 - Este utilizată în cadrul rețelelor mobile/wireless pentru:
 - a se accesa informații de roaming;
 - a se controla procesul de „handover”;
 - pentru a asigura servicii de mesaje (SMS);
 - pentru aceste operații se utilizează în mod tipic TCAP peste SCCP și MTP ca și mecanism de rutare și de transport.
- Rețelele mobile solicită multe accese la baze de date:
 - Punctul de subscriere a unui abonat este o baza de date cunoscut sub numele “Home Location Register (HLR)”;
 - Când abonatul intră într-o celulă și se înregistrează în rețea, informațiile legate de abonat se stochează temporar în echipamentele care deservesc celula vizitată într-o bază de date cunoscut sub numele de “Visitor Location Register (VLR)”;

Protocoloale de nivel superior



- MAP specifică un set de funcții și fluxuri de informație care implementează servicii pentru a permite transferul de informație între bazele de date menționate, pentru:
 - a înregistra și localiza abonați;
 - a trimite apeluri către abonatul care realizează roaming (termenul se referă și la intrarea în celule deservite de un alt punct de comutație mobil, MSC – „Mobile Switching Center”, și nu numai la intrarea în rețele din alte țări.

Protocoale de nivel superior



- Apelarea unui terminal mobil de către un terminal fix;
 - Rutarea apelului între rețeaua fixă și rețeaua mobilă;
 - pas 1: Abonatul chemător apelează abonatul mobil;
 - pas 2: Prefixul rețelei mobile determină rutarea apelului către punctul de comutare gateway al rețelei mobile – GMSC;
 - pas 3: GMSC utilizează informația din numărul apelat pentru a localiza baza de date HLR al abonatului mobil chemat;
 - pas 4: HLR este deja informat despre locația (adresa) bazei de date VLR a abonatului mobil și cere un număr de rutare temporar pentru a permite rutarea apelului către MSC-ul corect;
 - pas 5: MSC/VLR răspunde cu un număr de rutare temporar care va fi valid numai pe durata acestui apel;
 - pas 6: Numărul de rutare este returnat la GMSC;
 - pas 7: Apelul se realizează utilizând semnalizare standard ISUP (sau similar) între GMSC și MSC-ul vizitat.

Protocoale de nivel superior



- Etapele apelării unui terminal mobil;

