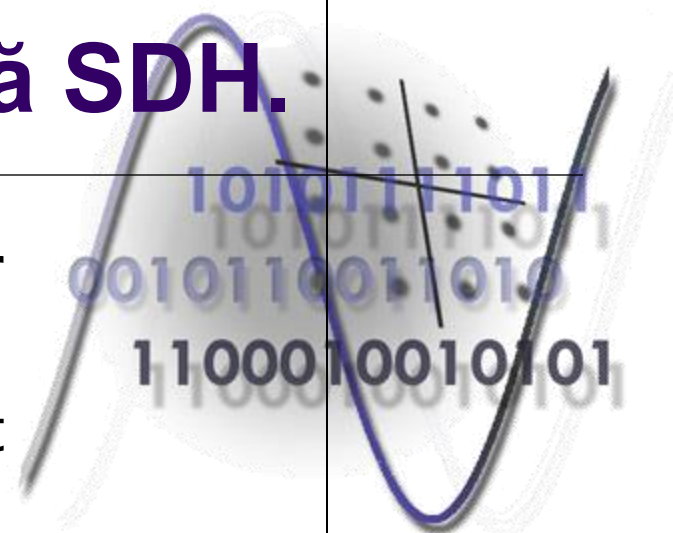


Curs 13-14

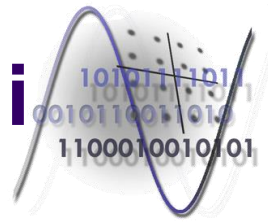
Strategia de multiplexare SDH. Maparea afluenților PDH. Modelul de referință SDH.

Zsolt Polgar

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

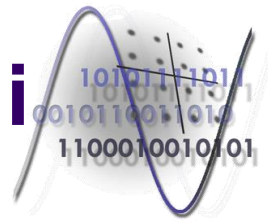


Conținutul cursului



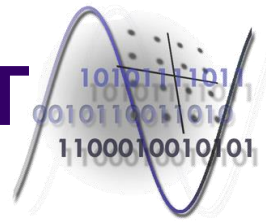
- Strategia de multiplexare SDH/SONET;
 - Elementele multiplexului SDH/SONET;
 - Structuri bloc utilizate de sistemul SDH;
 - Structuri bloc utilizate de sistemul SONET;
 - Schema de multiplexare sincronă SDH/SONET;
 - Multiplexarea în sistemul SDH;
 - Multiplexarea în sistemul SONET;
- Informația de “overhead” utilizată pentru controlul multiplexării sincrone;
 - Secțiunile SDH/SONET;
 - Monitorizarea erorilor;
 - Informația de “overhead” asociată cadrelor și containerelor SDH/SONET;
- Poantori și operații cu poantori în sistemele SDH/SONET;
 - Utilitatea/rolul poantorilor;
 - Operații cu poantori;
 - Structura poantorilor SDH;

Conținutul cursului



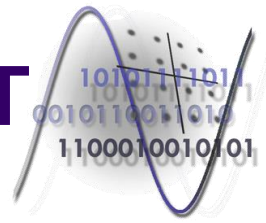
- Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH;
 - Tehnici de mapare sincrone și asincrone;
 - Maparea asincronă a fluxurilor PDH în containerele SDH;
 - Maparea fluxurilor PDH E4, E3, E1 și T1 în containerele corespunzătoare;
- Modelul de referință asociat echipamentelor SDH;
 - Caracterizarea blocurilor componente ale modelului de referință;
- Comutarea de protecție în sistemele SDH;
 - Definiții de bază legate de comutarea de protecție;
 - Proceduri de comutare de protecție;
 - Comutarea de protecție pe cale/subrețea.

Elementele multiplexului SDH/SONET



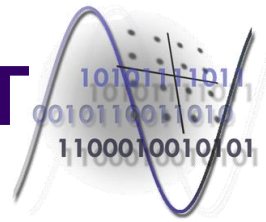
- Containerul C;
 - Reprezintă o structură bloc cu dimensiuni impuse;
 - Conține numai date recepționate de la un afluent;
 - nu conține informație de management sau control.
 - Există containere de diferite dimensiuni adaptate debitelor furnizate de diferiți afluenți PDH.
 - capacitatea de transport a containerelor se alege mai mare decât debitul afluenților PDH corespunzători;
 - printr-o dopare pozitivă corespunzătoare se pot gestiona abaterile de la debitele nominale ale semnalelor PDH.
 - Containerele caracteristice sistemului SDH sunt:
 - C4 – debit de 149,76Mbps;
 - C3 – debit de 48,384Mbps;
 - C2 – debit de 6,784Mbps;
 - C12 – debit de 2,176Mbps;
 - C11 – debit de 1,6Mbps.

Elementele multiplexului SDH/SONET

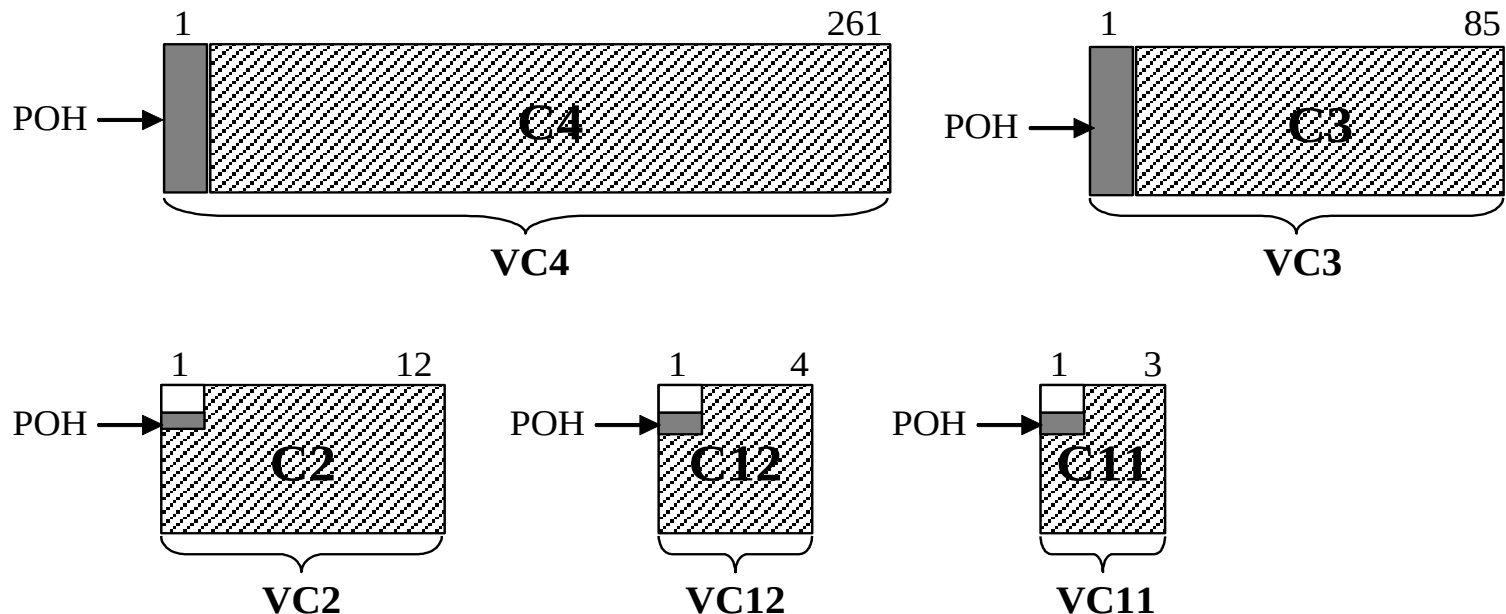


- Containerul virtual VC;
 - Reprezintă containerul completat cu un „Path Overhead” (POH);
 - POH se utilizează pentru a monitoriza și controla transmisia informației din container pe toată calea între sursă și destinație;
 - se utilizează de asemenea pentru a identifica conținutul containerului;
 - POH nu este modificat pe durata transmisiei;
 - containerele de ordin superior (C3 și C4) au POH format dintr-o coloană de 9 octeți.
- Containerele de ordin inferior (C11, C12 și C2);
 - Au POH format din 4 octeți distribuiți pe 4 containere succesive;
 - un container dat conține un singur octet POH.
- Unități administrative AU (“Administrative Units”)
 - Se obțin din containerele virtuale VC-3 și VC-4 prin adăugarea la aceste structuri a unor poantori
 - poantorul stabilește relația dintre punctul de referință STM-1 și începutul containerelor virtuale VC-3 respectiv VC-4.

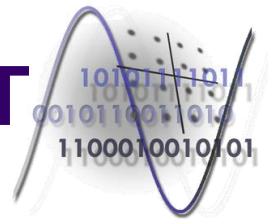
Elementele multiplexului SDH/SONET



- poantorul AU3 este format din trei octeți;
- poantorul AU4 este format din 9 octeți;
 - din care practic se utilizează numai 5 octeți (2 octeți poantori + 3 octeți pentru dopare negativă).
- Încărcarea unui cadru STM-1 constă dintr-o unitate AU4 sau trei unități AU3.
- Structura containerelor și a containerelor virtuale;



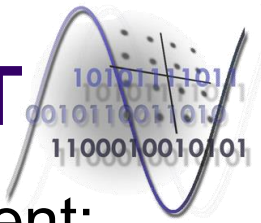
Elementele multiplexului SDH/SONET



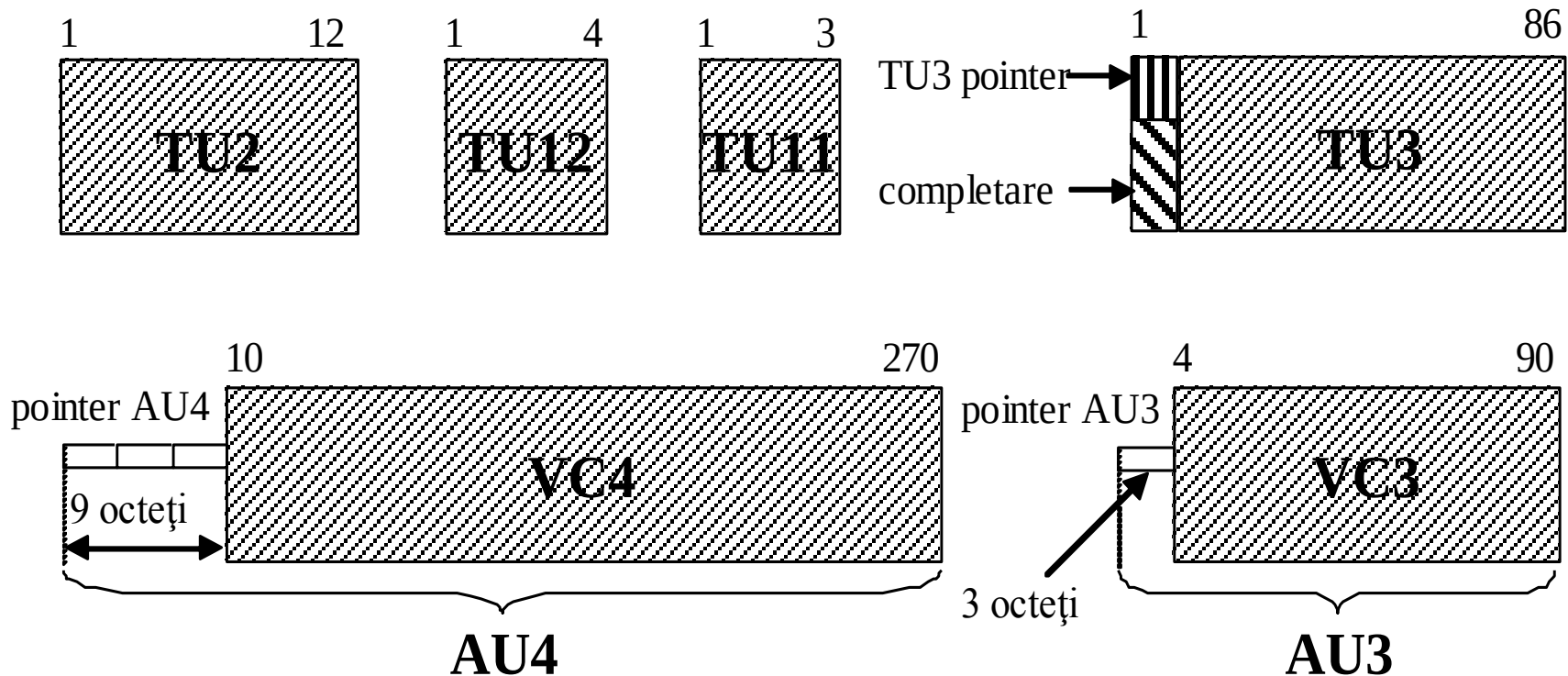
- Unități de afluent TU (Tributary Unit);
 - Aceste unități se formează din containerele virtuale VC11, VC12, VC2 și VC3 prin adăugarea unor poantori;
 - Unitățile TU11, TU12 și TU2 au doar loc pentru un singur octet poantor, dar sunt necesari 4 octeți poantor pentru operațiile efectuate cu poantori;
 - soluția este distribuirea octeților poantor pe 4 unități TU.
 - Unitatea TU3 obținută dintr-un container VC3 utilizează un poantor pe 3 octeți.
 - Parametrii unităților de afluent din sistemul SDH;

Tip TU	Structură	Debit total
TU11	9 linii, 3 coloane	1,728Mbps
TU12	9 linii, 4 coloane	2,304Mbps
TU2	9 linii, 12 coloane	6,912Mbps
TU3	9 linii, 86 coloane	49,535Mbps

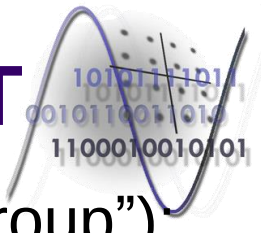
Elementele multiplexului SDH/SONET



- Structura unităților administrative și a unităților de afluent;

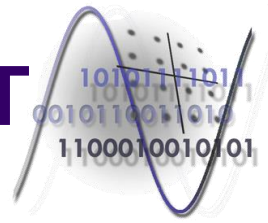


Elementele multiplexului SDH/SONET



- Grupe de unități administrative TUG (“Tributary Unit Group”);
 - Unitățile de afluent sunt multiplexate în grupe de unități de afluent;
 - aceste unități reprezintă un aranjament al semnalelor structurate în blocuri cu o lungime de cadru de 125μs și poziție de fază identică.
 - Generarea unităților TUG se realizează prin simpla multiplexare coloană cu coloană a unităților TU;
 - nu se realizează nici o ajustare de fază, adică de poziție.
 - Există două tipuri de unități TUG:
 - TUG2 - cuprinde o unitate de afluent TU2 sau 3 unități de afluent TU12 sau 4 unități de afluent TU11;
 - TUG3 care cuprinde o unitate de afluent TU3.
- Grupuri de unități administrative AUG (“Administrative Unit Group”);
 - Se formează dintr-un AU4 sau prin multiplexarea a trei AU3;
 - este o structură formată din 261 coloane, 9 rânduri + 9 octeți poantori în rândul 4.

Elementele multiplexului SDH/SONET

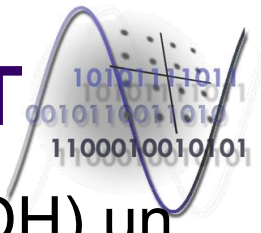


- Structuri bloc utilizate în cazul sistemului SONET:
- SPE – “SONET Payload Envelope”;
 - Este o structură echivalentă cu containerul virtual SDH VC3;
 - Este format din:
 - “payload”: o structură matricială cu dimensiunile 9 linii $\times$ 86 coloane;
 - POH format dintr-o coloană cu 9 linii.
 - Capacitatea părții “payload” este de 49,536 Mbps, iar a întregului container SPE este de 50,112 Mbps;
- Unități de afluent VT - Virtual Tributary;
 - Aceste unități sunt similare unităților de afluent TU din cazul sistemului SDH.

- Există 4 astfel de unități:

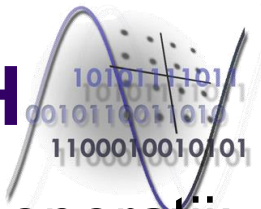
Tip VT	Structură	Debit
VT1.5	9 linii, 3 coloane	1,728Mbps
VT2	9 linii, 4 coloane	2,304Mbps
VT3	9 linii, 6 coloane	3,456Mbps
VT6	9 linii, 12 coloane	6,912Mbps

Elementele multiplexului SDH/SONET



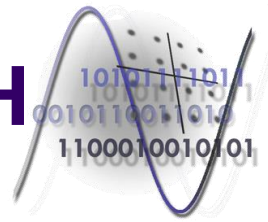
- Unitățile VT au (la fel ca și unitățile TU din sistemul SDH) un POH pe 4 octeți, și un poantor format tot din 4 octeți;
 - POH și poantorului sunt distribuiți pe patru unități VT succesive.
- Grup de unități de affluent VTG – “Virtual Tributary Group”;
 - Structură matricială formată din 9 linii și 12 coloane;
 - poate include 4 unități VT1.5, 3 unități VT2, două unități VT3 și o unitate VT6.

Schema de multiplexare SDH

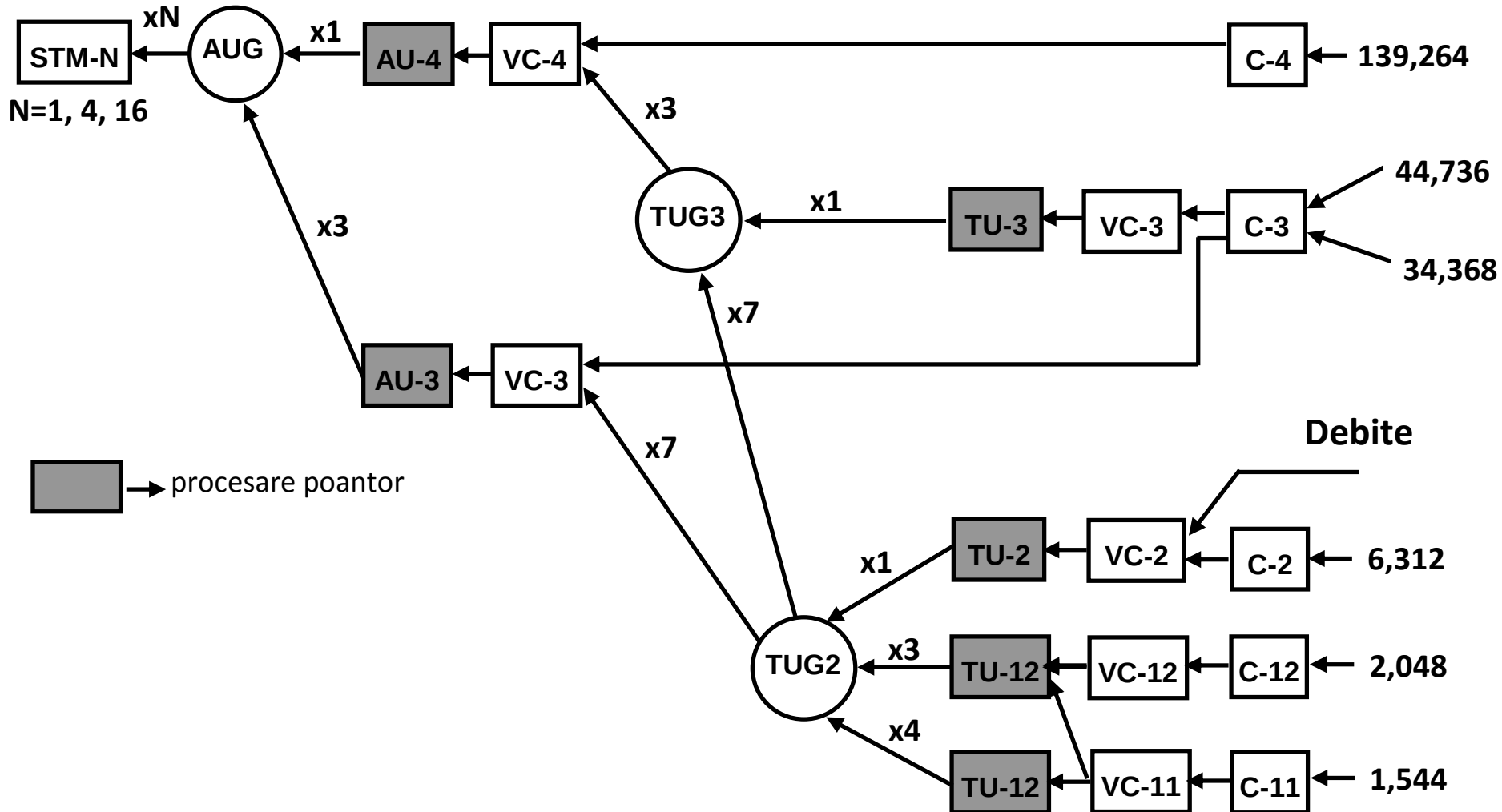


- Multiplexarea sincronă implică în general următoarele operații:
 - Asamblarea fluxurilor de date plesiocrone sau generate de alte surse în containere corespunzătoare;
 - Alcătuirea containerelor virtuale prin atașarea „overhead-ului” de cale (POH);
 - Alcătuirea unităților de afluent prin utilizarea unor poantori și inserarea containerelor la poziția potrivită în aceste unități;
 - Alcătuirea unităților administrative în mod asemănător cu unitățile de afluent;
 - Alcătuirea cadrului de transport de bază;
 - Multiplexarea mai multor cadre de bază într-un cadru de transport de ordin superior;

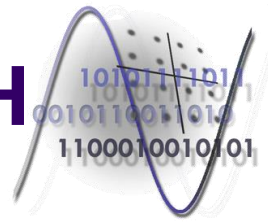
Schema de multiplexare SDH



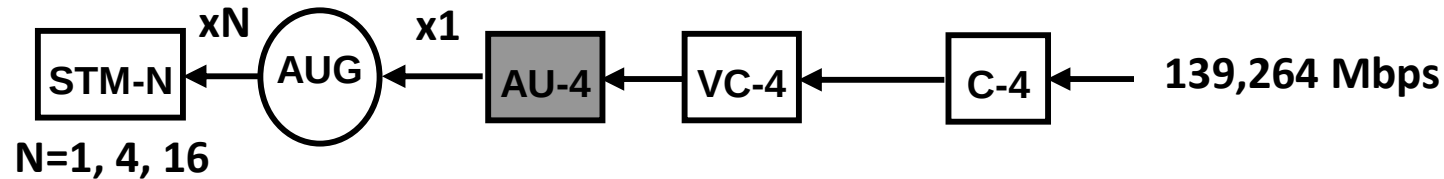
- Schema completă de multiplexare SDH;



Schema de multiplexare SDH

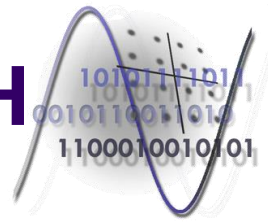


- Multiplexarea containerului C4 în cadrul STM-N;

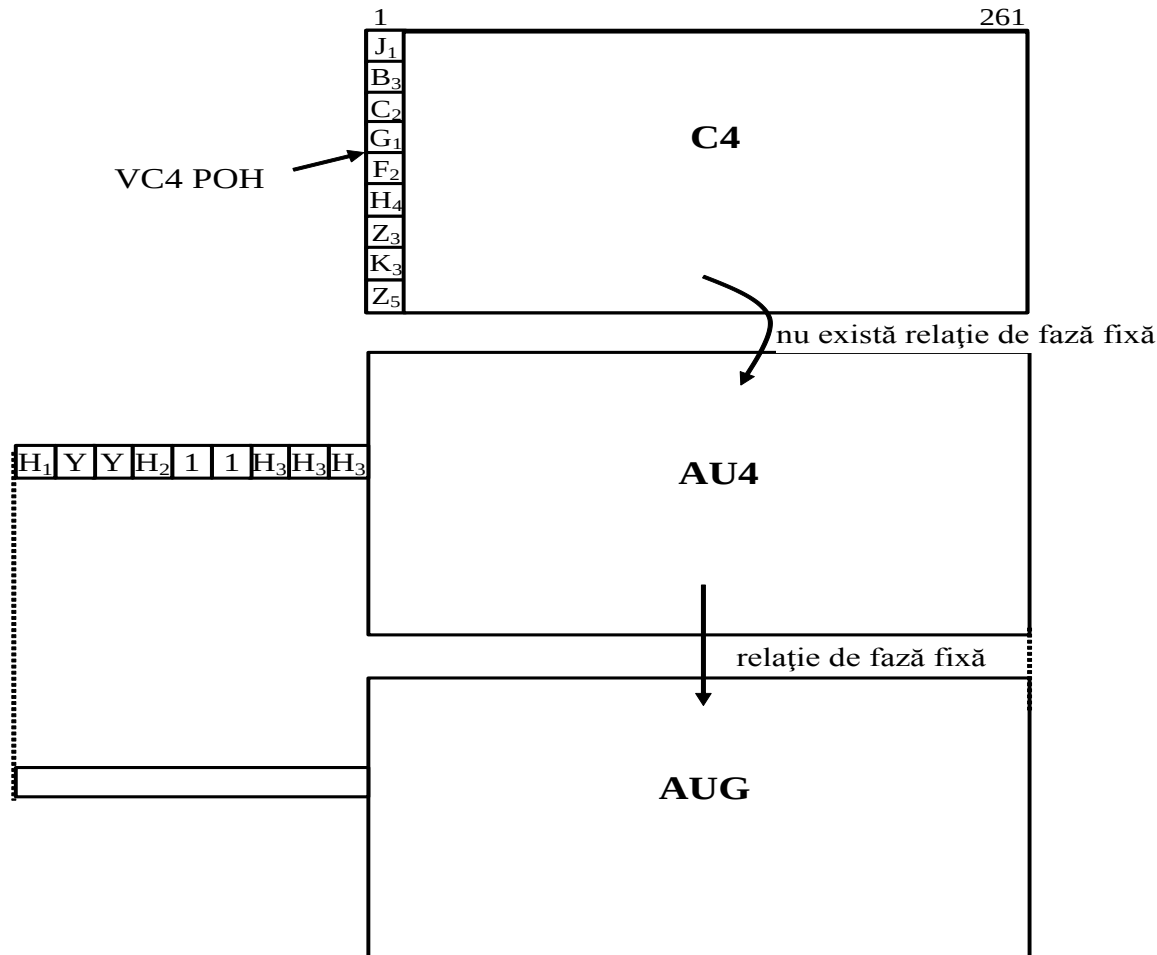


- Operațiile care se execută în acest caz sunt următoarele:
 - semnalul afluent plesiocron cu debitul de 139,264Mbps este asamblat într-un container C-4;
 - se generează VC-4 prin adăugarea POH;
 - se adaugă poantorul AU la VC-4 și se obține AU-4;
 - unitatea administrativă AU-4 este convertită într-o structură AUG;
 - structură cuprinde blocul de 9 rânduri, 261 coloane și în rândul 4 un număr de 9 octeți adiționali pentru poantorul AU;
 - AUG se inserează într-un STM-1.

Schema de multiplexare SDH

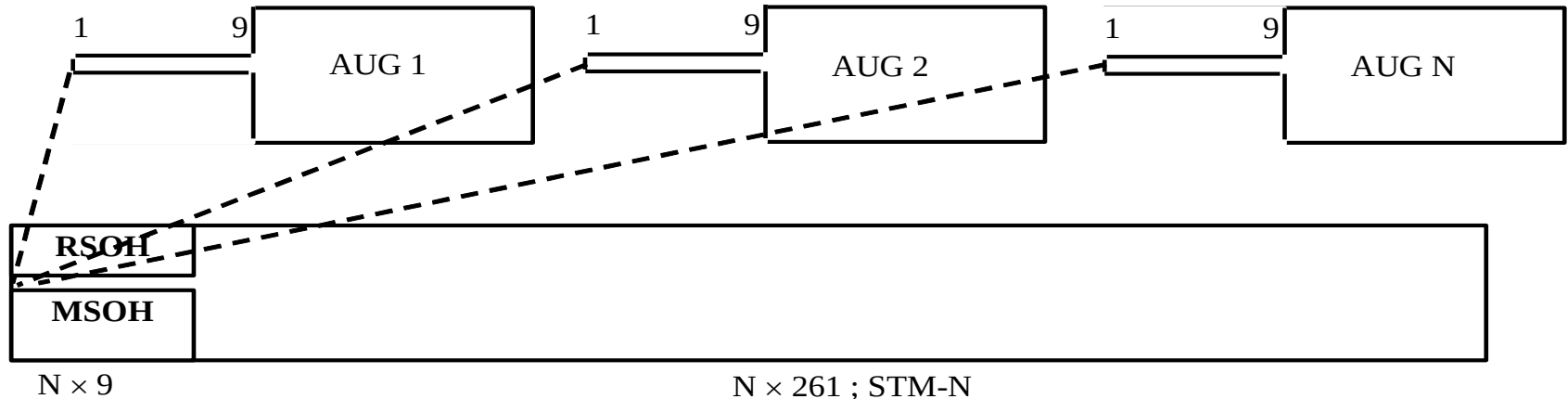


- Multiplexarea unui container C4 într-o unitate AUG;
- Ajustările de fază și alcătuirea poantorului AUG.

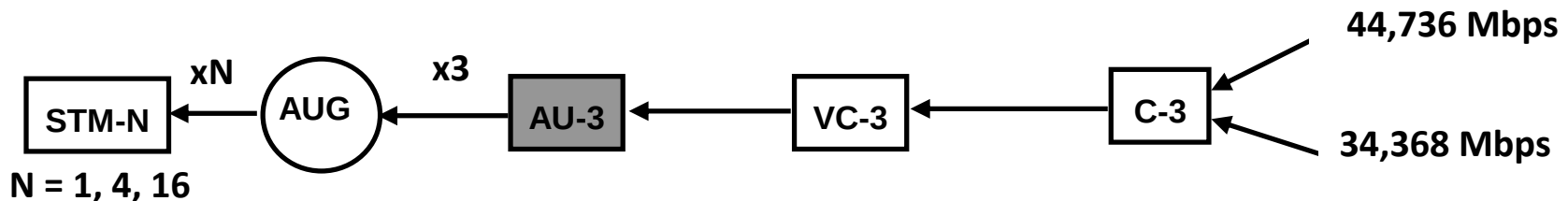


Schema de multiplexare SDH

- Multiplexarea unităților AUG într-un cadru de transport STM-N;

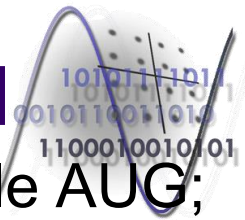


- Multiplexarea directă a containerului C3 în cadrul STM-N;

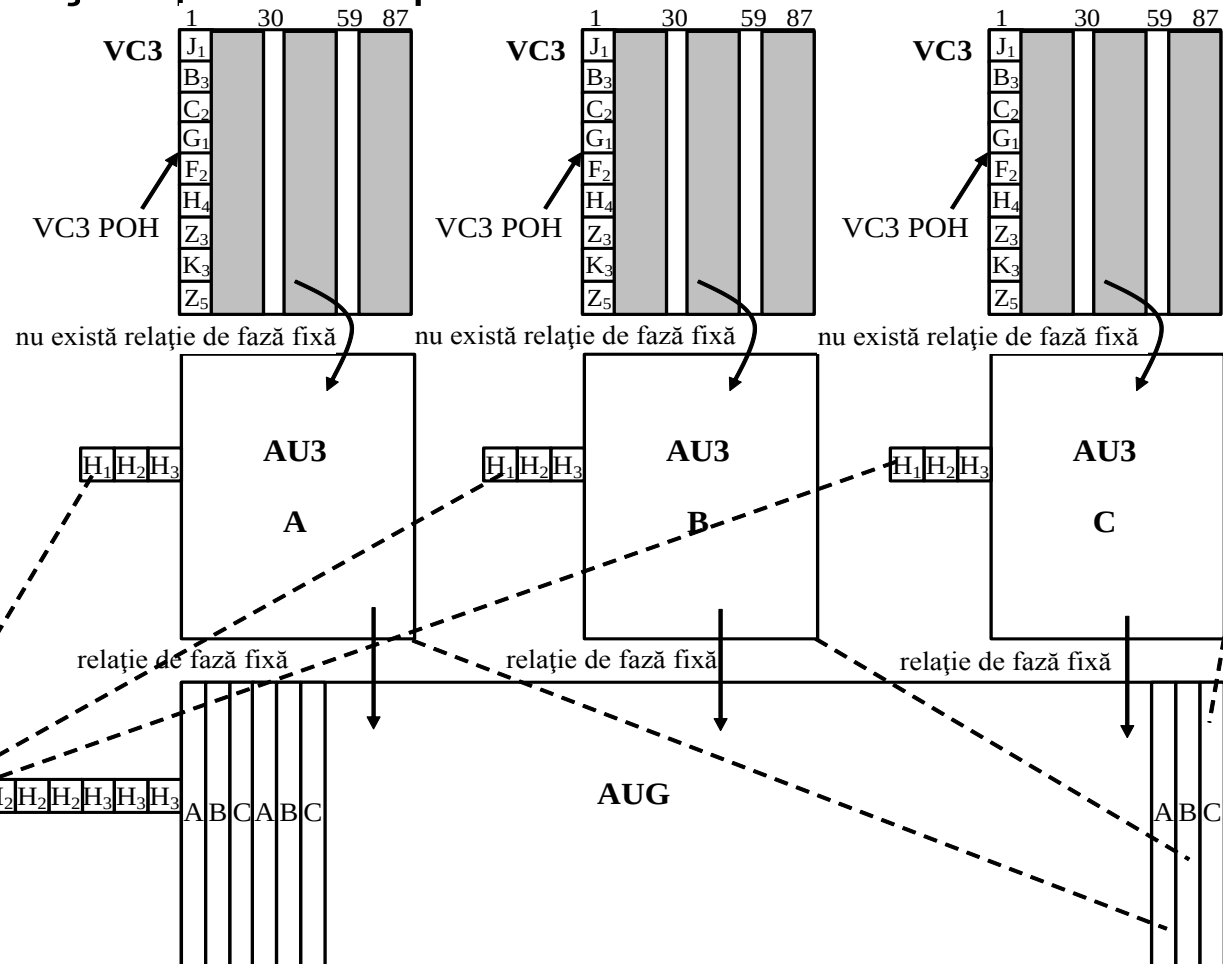


- Containerele VC3 se transformă în unități AU3 prin adăugarea poantorului AU3 format din trei octeți;
 - poantorul stabilește poziția (faza) fiecărui VC3 în cadrul STM-1.
- Unitățile AU3 au aceeași fază fixă față de începutul cadrului STM-1;

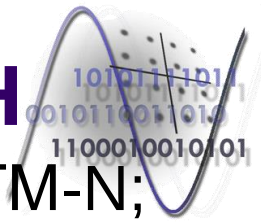
Schema de multiplexare SDH



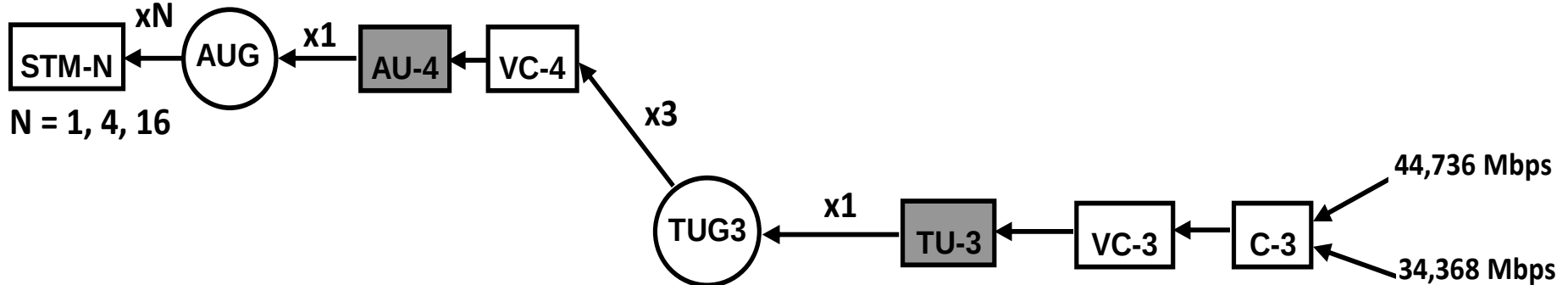
- Detalii legate de multiplexarea containerelor C3 în unitățile AUG;
 - Structura AUG se obține prin multiplexarea a trei AU3 octet cu octet.



Schema de multiplexare SDH

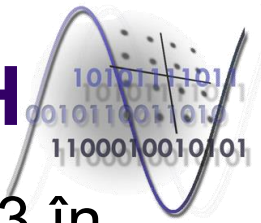


- Multiplexarea indirectă a containerului C3 în cadrul STM-N;

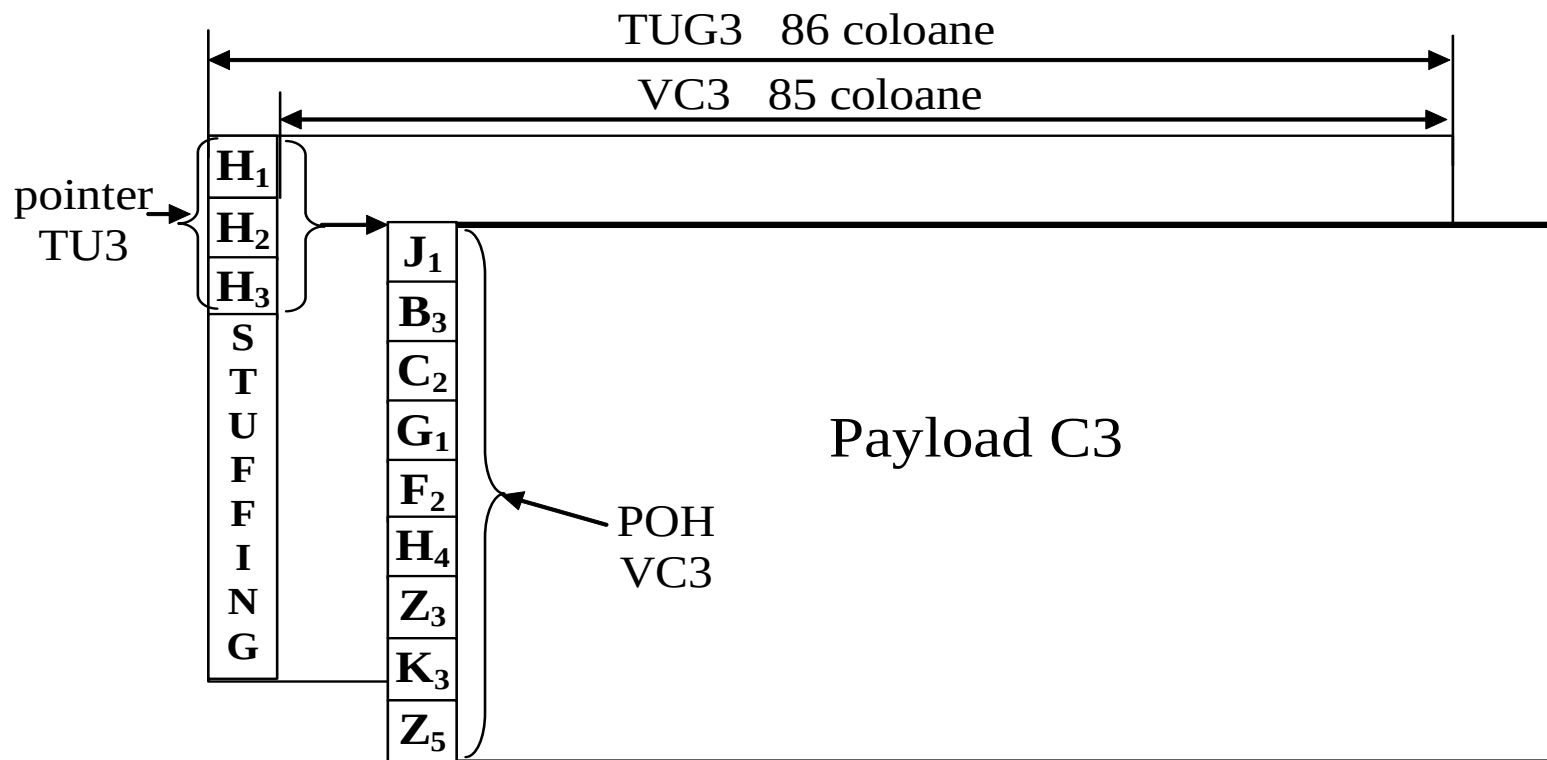


- semnalul 34,368Mbps (sau 44.736Mbps) este asamblat în containerul C3;
- se generează containerul virtual VC3 (format din 9 linii și 85 de coloane) prin adăugarea POH;
- se generează unitatea de afluent TU3 (86 de coloane și 9 rânduri) prin asocierea lui VC3 a unui poantor;
- unitatea de afluent TU3 generează o unitate TUG3 (TUG3 este practic identic cu TU3) și 3 unități TUG3 se pot multiplexa într-un container C4;
- se formează containerul virtual VC4 prin adăugarea POH;
- se inserează VC-4 într-un cadru STM-1 sau STM-N;
- cele trei unități TUG3 se multiplexează în containerul C4 octet cu octet;
 - TUG3 are o poziție fixă față de VC4.

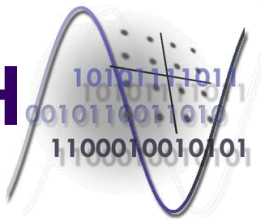
Schema de multiplexare SDH



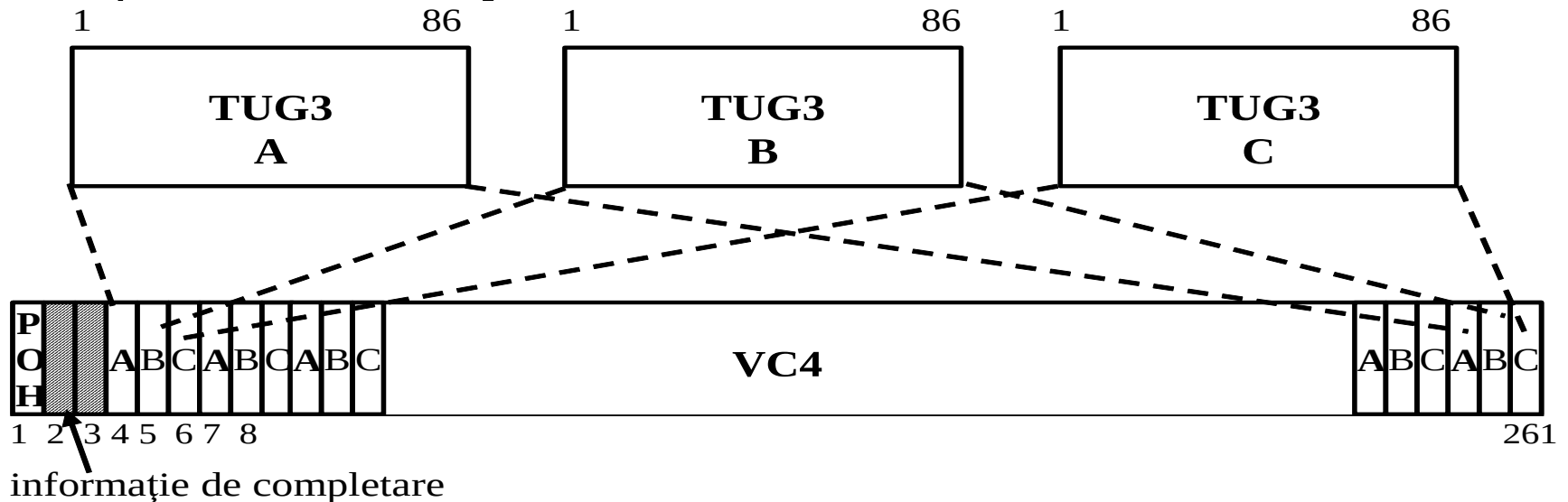
- Structura unității TUG3 și inserarea unui container VC3 în această unitate;
 - Poziția containerului VC3 în unitatea TUG3 este stabilită de poantorul TU3 ce include 3 octeți.



Schema de multiplexare SDH

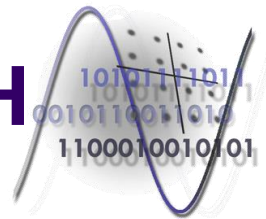


- Multiplexarea unităților TUG3 într-un container VC-4;

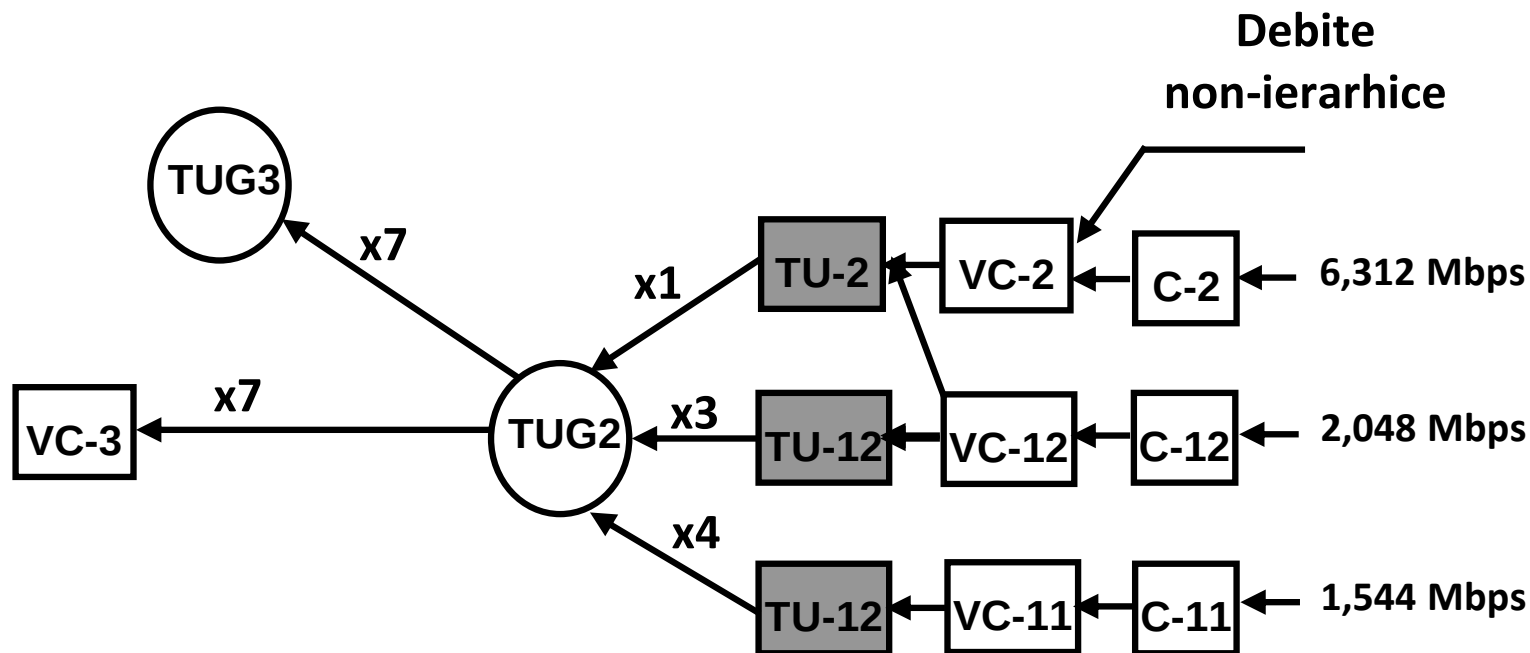


- Multiplexarea containerelor C11, C12 și C2 în unitatea TUG2;
 - în funcție de debit, semnalele sunt asamblate în containere C de dimensiunile corespunzătoare;
 - containerele virtuale sunt generate adăugând POH;
 - se generează unitățile TU11, TU12 și TU2 prin adăugarea poantoriilor;
 - POH și poanterul se întind pe patru unități TU, fiecare unitate având doar câte un singur octet pentru POH și poantor) – se formează un multicadru TU.

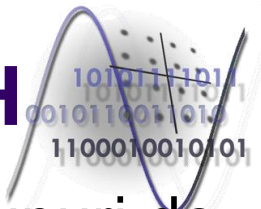
Schema de multiplexare SDH



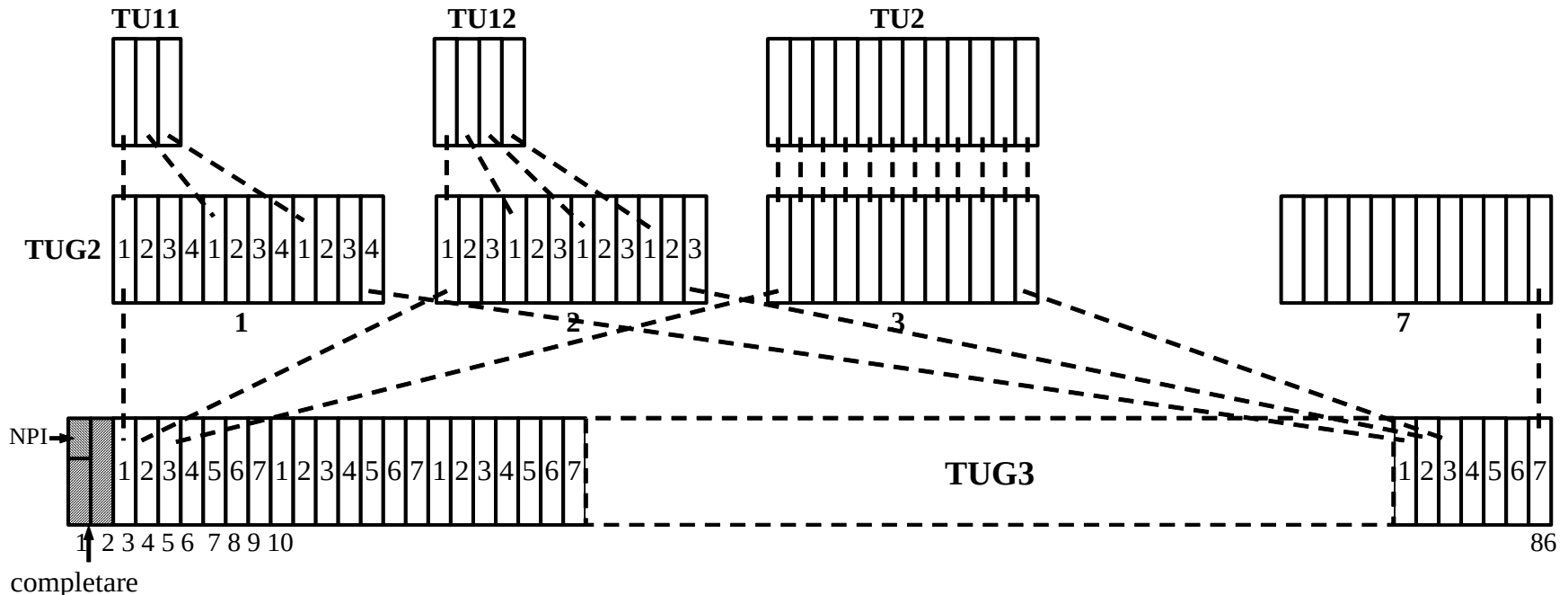
- Unitățile TU11, TU12 sau TU2 se multiplexează într-un grup de unități de afluent TUG2 coloană cu coloană;
 - există o relație de fază fixă între TUG2 și unitățile TU multiplexate în această unitate.



Schema de multiplexare SDH

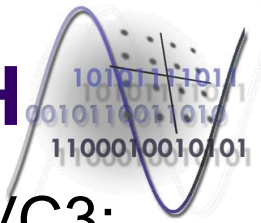


- Multiplexarea unităților de afluent TU în unitățile de grupuri de afluent TUG2 și apoi în unitatea TUG3;

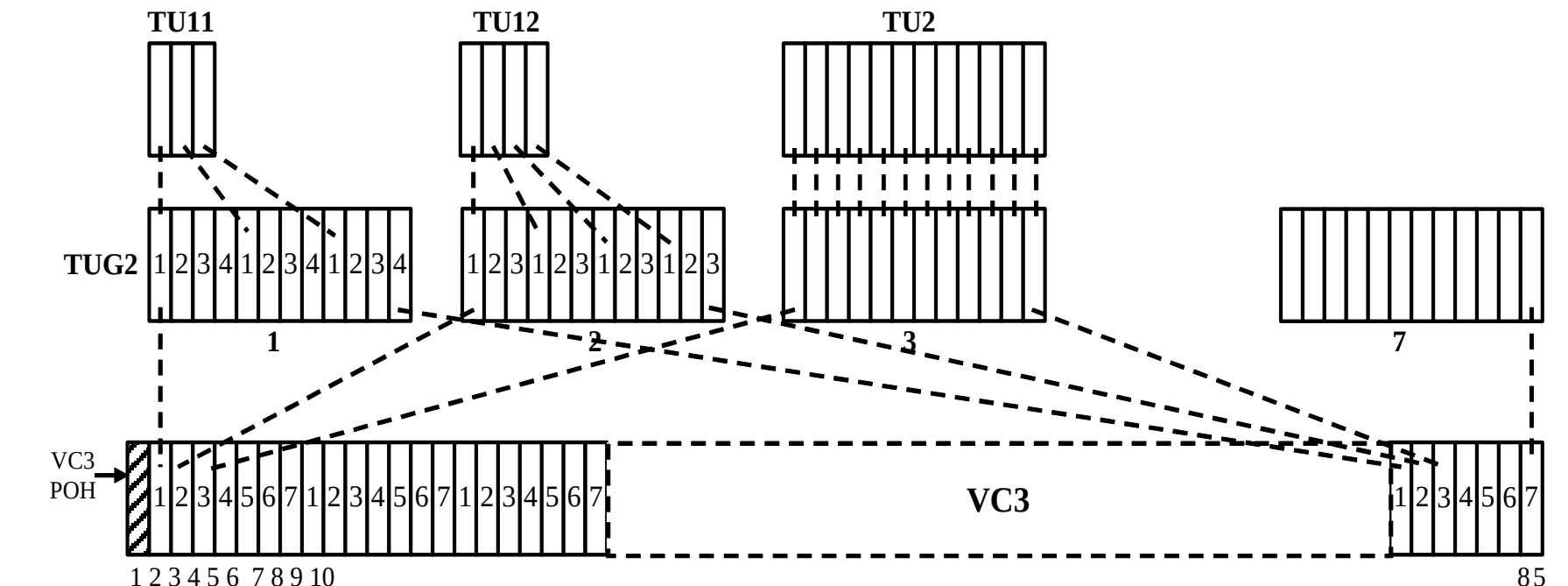


- Există o relație de fază fixă între unitățile TUG2 și TUG3;
 - nu este necesară utilizarea poantorului TU3 în prima coloană a unității;
 - poantorul TU3 se înlocuiește cu NPI (“Null Pointer Indicator”);
 - într-o unitate TUG3 se pot multiplexa octet cu octet 7 unități TUG2;

Schema de multiplexare SDH

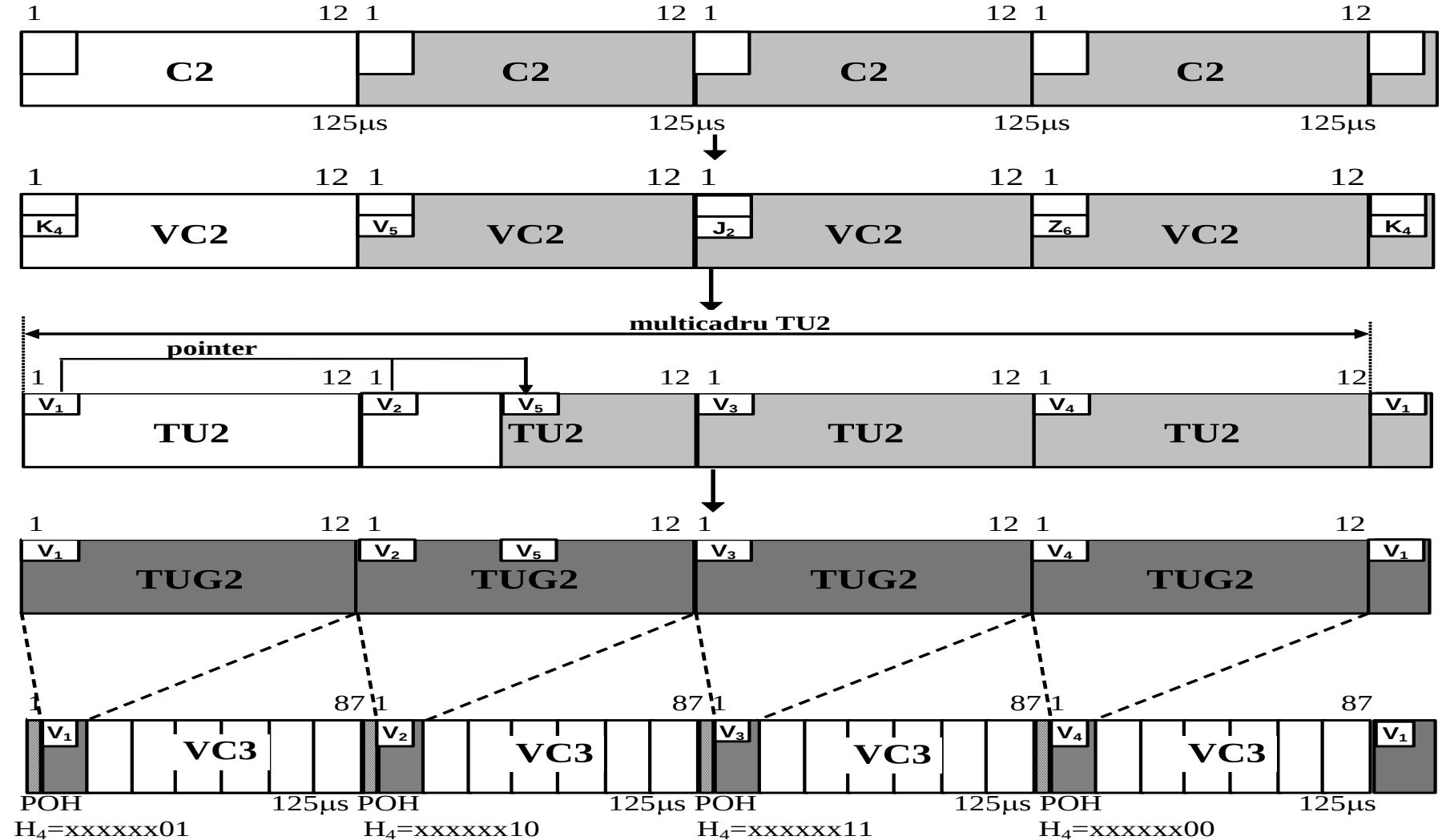


- Multiplexarea grupelor de unități TUG2 în containere VC3;
 - Reprezintă o alternativă la multiplexarea TUG2 în unități TUG3;
 - un container virtual VC3 se poate genera prin multiplexarea a 7 unități TUG2 octet cu octet;
 - multiplexarea unităților TUG2 se realizează în coloanele 2 – 85, coloana 1 fiind ocupat de POH al containerului VC3.

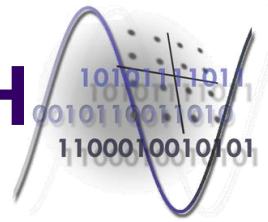


Schema de multiplexare SDH

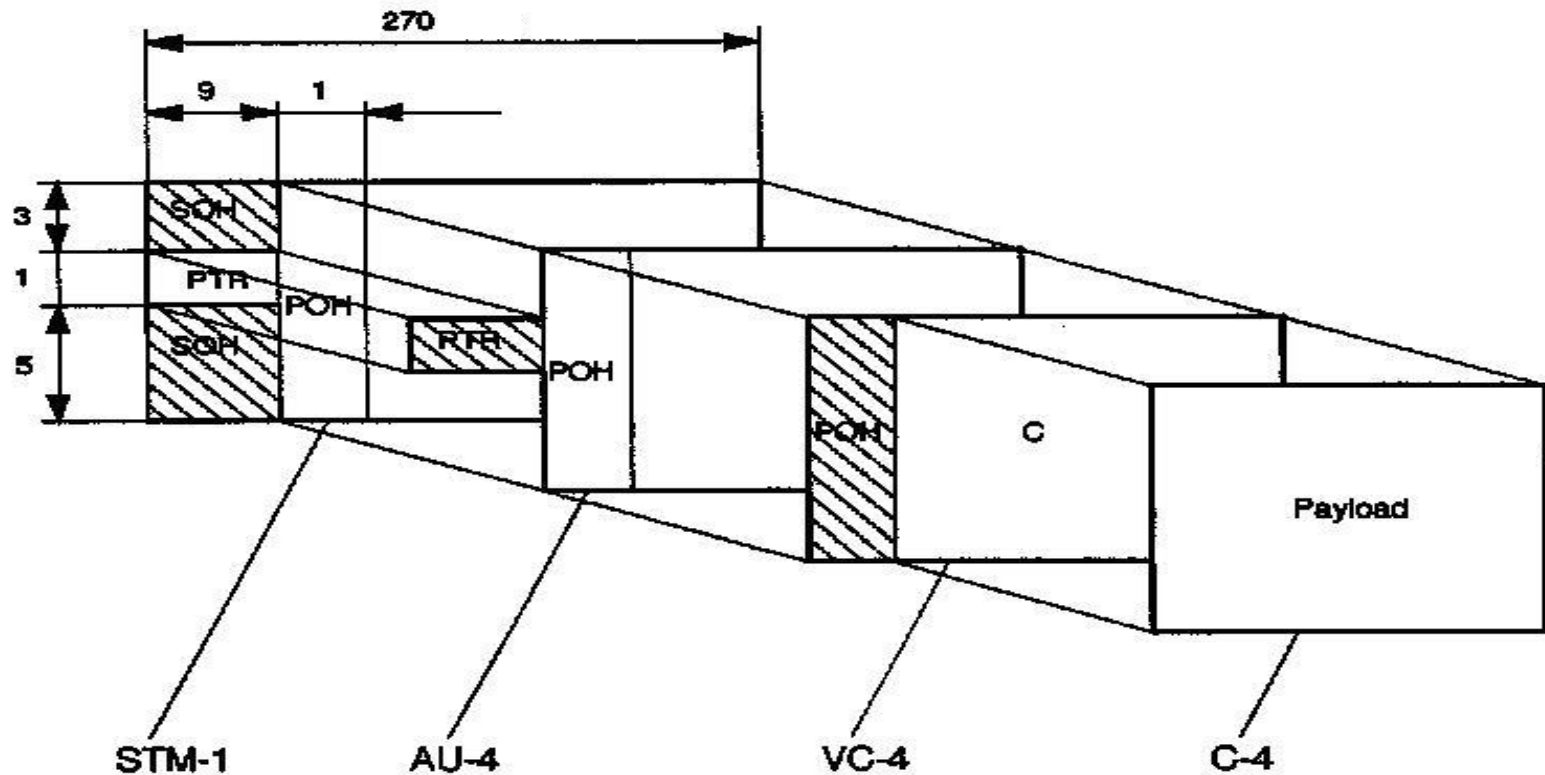
- Alcătuirea unui multicadru TU2, multiplexarea TUG2 în VC3;



Schema de multiplexare SDH



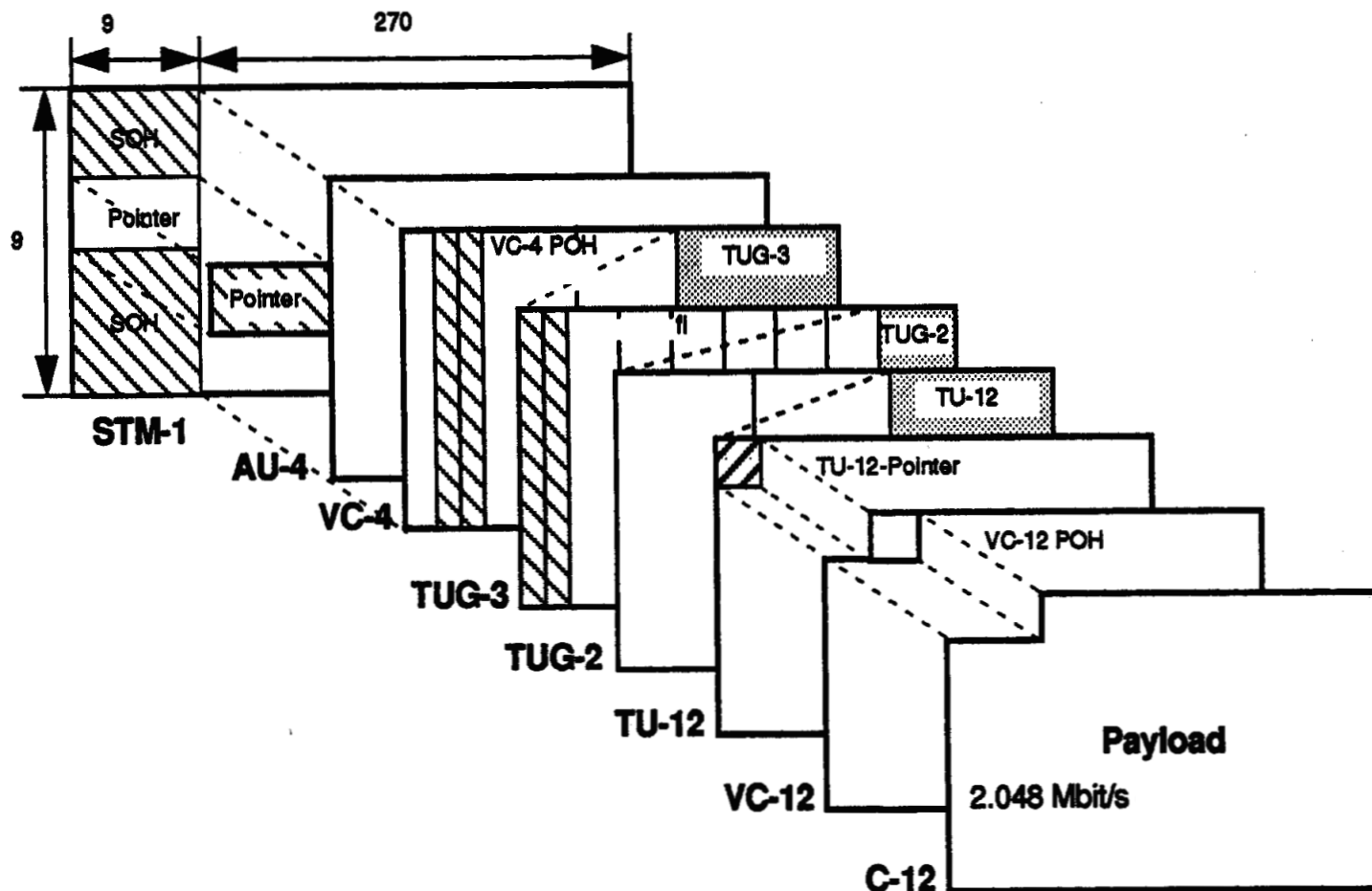
- Exemple:
 - Multiplexarea unui afluent plesiocron de 140Mbps într-un cadru de transport STM-1;



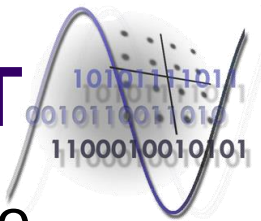
Schema de multiplexare SDH



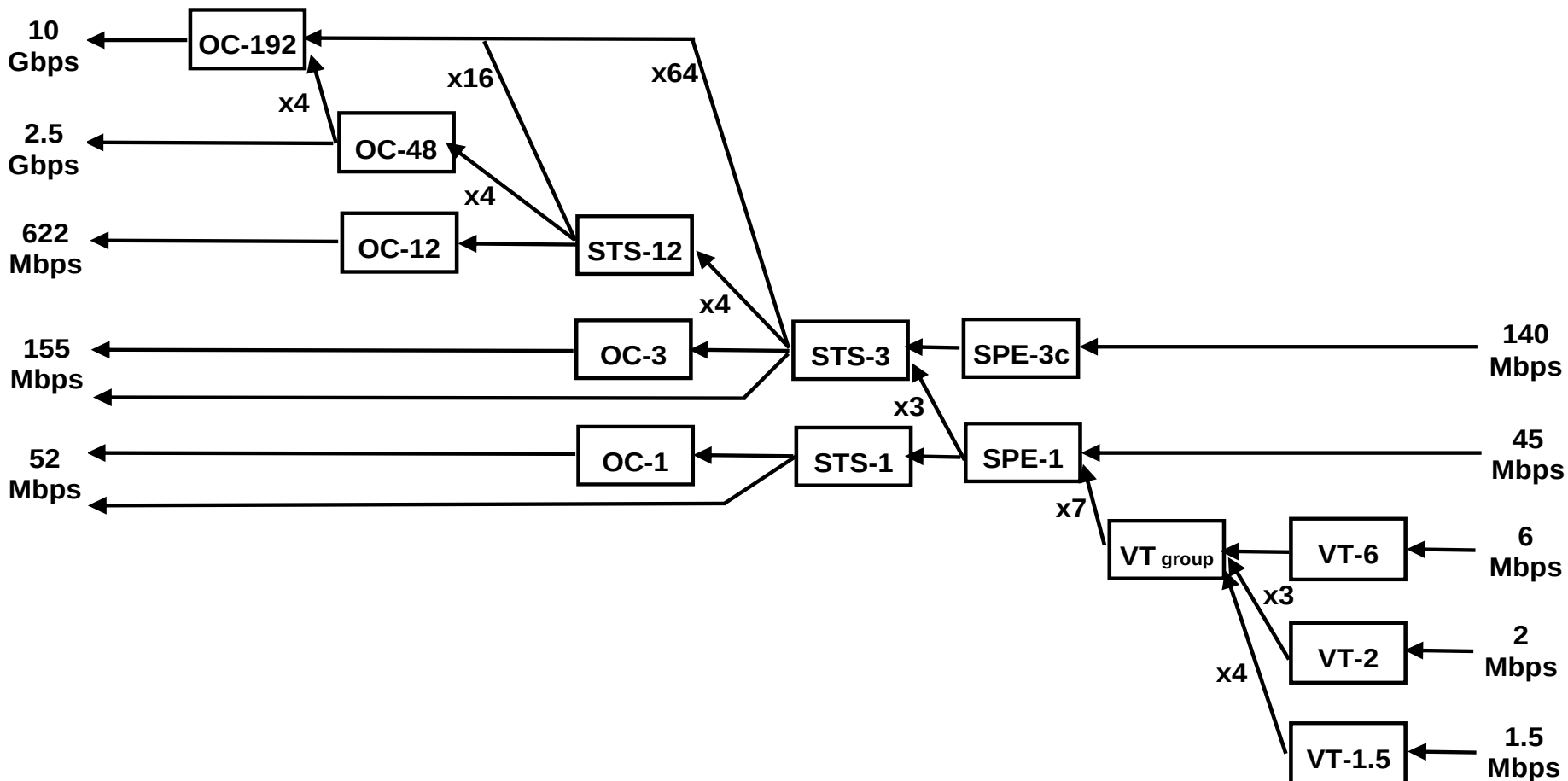
- Multiplexarea unor afluenți plesiocroni de 2Mbps într-un cadru de transport STM-1;



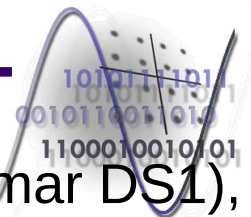
Schema de multiplexare SONET



- Schema de multiplexare SONET, pentru fluxuri de date plesiocrone;

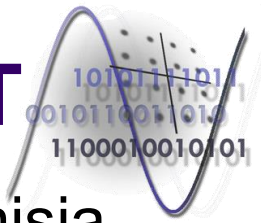


Schema de multiplexare SONET



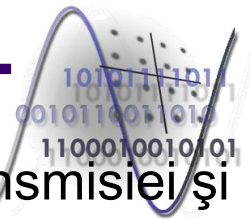
- Fluxurile plesiocrone cu debite de 1,5Mbps (cadru PCM primar DS1), 2Mbps (cadru PCM primar E1) și 6Mbps (cadru PDH secundar DS2) se inserează în unitățile VT1.5, VT2 și VT6;
- Unitățile VT formează un grup VTG;
- Unitățile VTG se multiplexează coloană cu coloană în SPE („Synchronous Payload Envelope”);
- Cadrul de transport STS-1 se formează din unitatea SPE prin adăugarea unui poantor și a unui „Section Overhead” – SOH.
- Un flux de 45Mbps ce cuprinde nivelului trei PDH (European + American) se poate insera direct în unitatea SPE;
- Un flux de 140Mbps ce cuprinde nivelul patru PDH (European + American) se poate insera în trei unități SPE concatenate.
- Diferența dintre unitățile OC-x și STS-x constă doar în tipul de purtător:
 - unitățile OC se transmit pe purtătoare optică, iar unitățile STS pe purtătoare electrică.

Secțiunile SDH/SONET

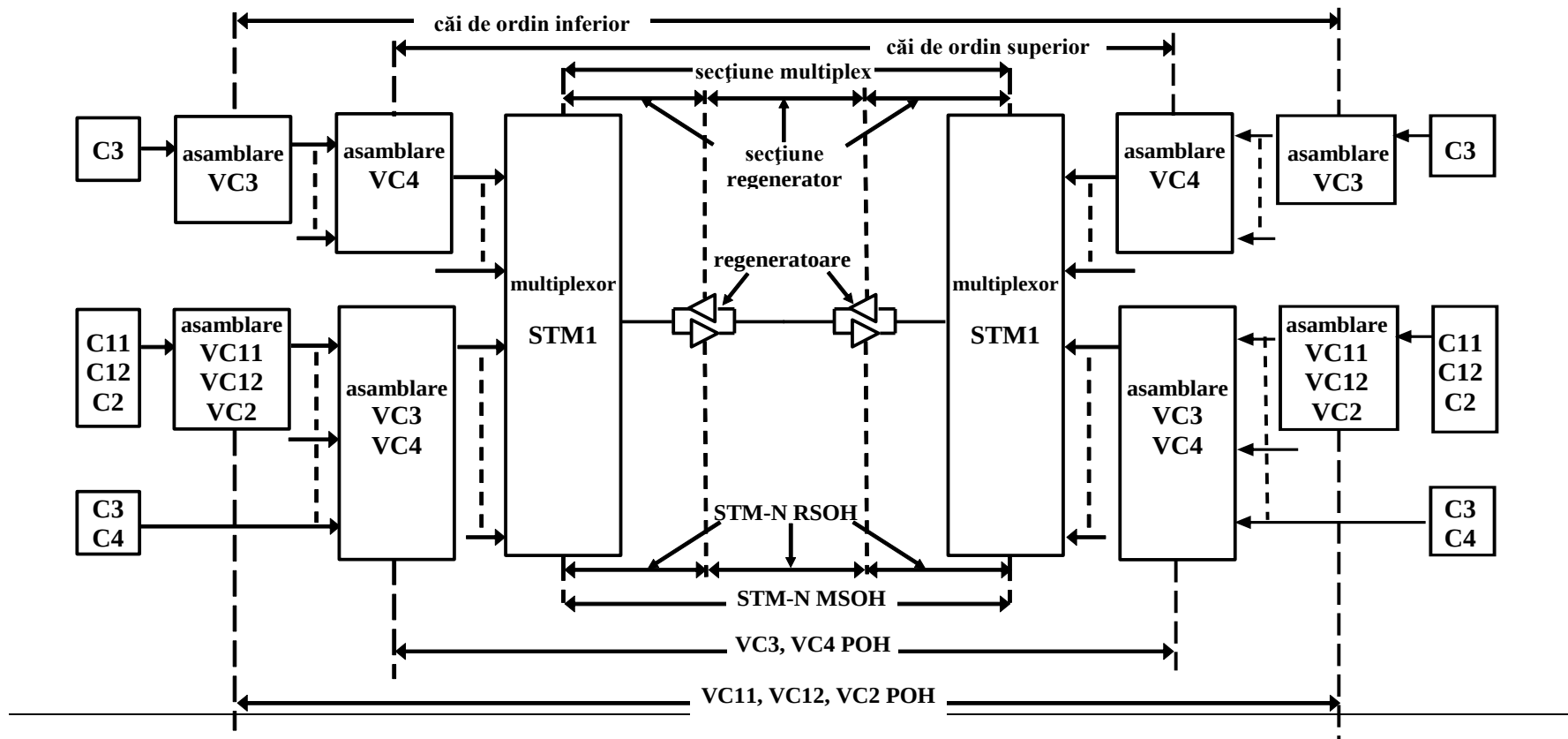


- Sunt definite două secțiuni care caracterizează transmisia cadrelor de transport SDH/SONET:
 - Secțiunea regenerator;
 - este localizată între două regeneratoare consecutive ;
 - Secțiunea multiplexor;
 - este localizată între două multiplexoare consecutive.
- Informațiile de management și de control necesare pentru transmisia pe aceste secțiuni este inclusă „section overhead”, SOH, asociată cadrului de transport.
 - SOH este divizată în două grupe:
 - RSOH – „Regenerator Section Overhead”;
 - MSOH – „Multiplex Section Overhead”.

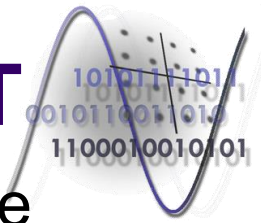
Secțiunile SDH/SONET



- Regeneratoarele sistemelor sincrone controlează calitatea transmisiei și identifică defectele de pe linie;
 - informația inclusă în RSOH este procesată în fiecare regenerator;
 - informația inclusă în MSOH este procesată numai în multiplexoare;
 - această informație este transmisă nealterată prin regeneratoare.

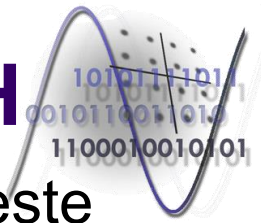


Secțiunile SDH/SONET



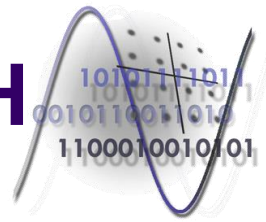
- Secțiunile sunt componente ale căilor de transmisie ale containerelor;
 - Căile sunt delimitate de punctele de generare și de destinație ale containerelor;
- Informația necesară pentru managementul și controlul transmisiei pe căi este inclus în structura „path overhead”, POH, a acontainerelor.
 - Există două tipuri de căi:
 - căi de ordin inferior;
 - căi de ordin superior;
 - diferențele dintre aceste căi constau în debitele asociate acestor structuri și modul de inserare a acestor unități în cadrele de transport: inserare directă/indirectă.
 - În sistemul SONET căile de ordin inferior sunt asociate unităților VT1.5, VT2, VT3 și VT6, iar căile de ordin superior sunt asociate unității SPE.

Controlul erorilor pe secțiunile SDH



- Controlul calității transmisiei pe secțiunile SDH/SONET este realizată prin monitorizarea erorii de bit;
 - Monitorizarea erorii pe bit se realizează utilizând metoda BIP-X („Bit Interleaved Parity-X”);
 - Metoda constă în adunarea biților dintr-un cadru de transport sau container din X în X poziții;
 - în urma adunării rezultă o structură de detecție a erorilor transmisiei;
 - valoarea parametrului X depinde de tipul cadrului sau containerului;
 - este o metodă de tip paritate (pară);
 - rezultatul obținut este transmis în „overhead-ul” cadrului sau containerului următor și este recalculat la receptor;
 - este posibil să se identifice un număr maxim de X erori;
 - $X = 2$ pentru containerele de ordin inferior;
 - $X = 8$ pentru containerele de ordin superior și pentru RSOH;
 - $X = 24$ pentru MSOH;
 - înainte de transmisie biții sunt aleatorizați cu ajutorul unui scrambler;
 - BIP-X este calculat înainte de scrambler și este inserat în cadrul următor.

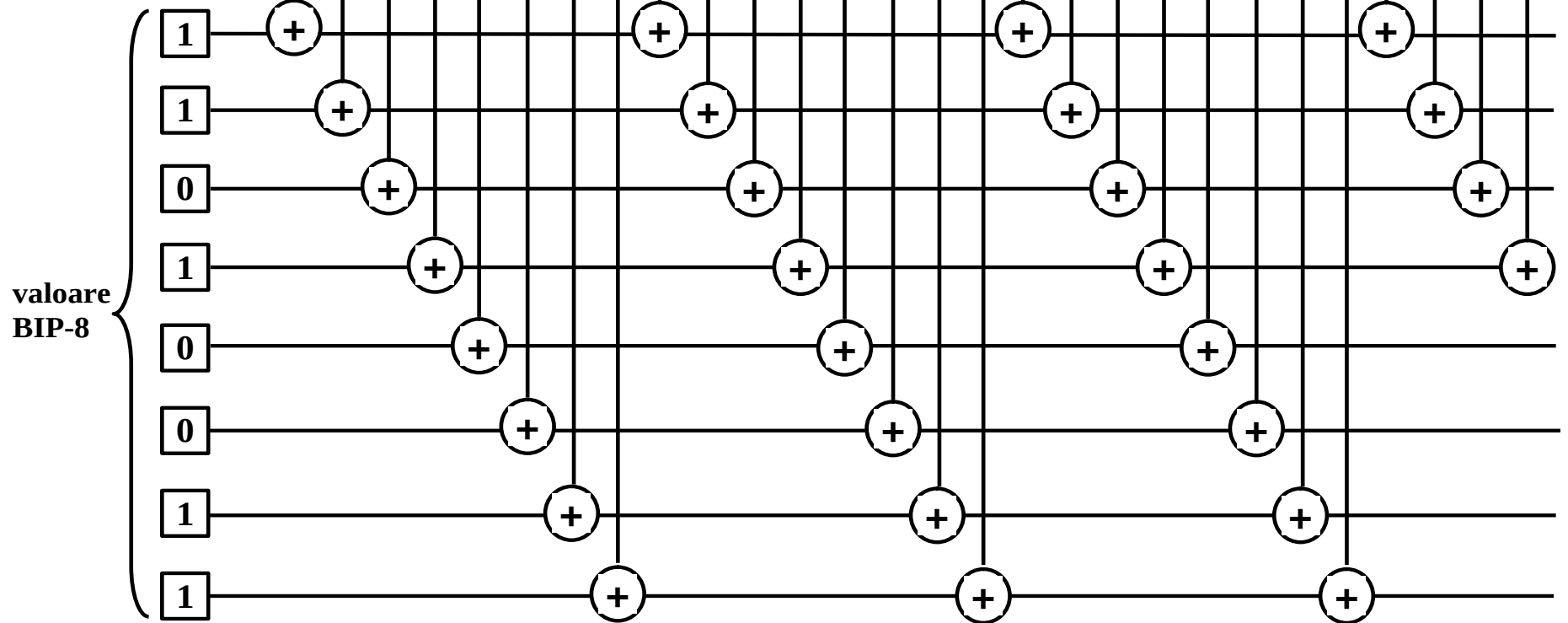
Controlul erorilor pe secțiunile SDH



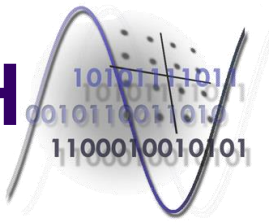
- Algoritmul de calcul BIP-8;

semnal STM1

1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1 1 0 0 0 1 1 1 1

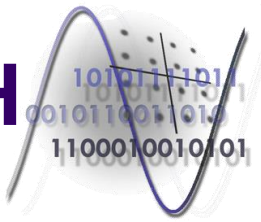


Informația de „Overhead” SDH

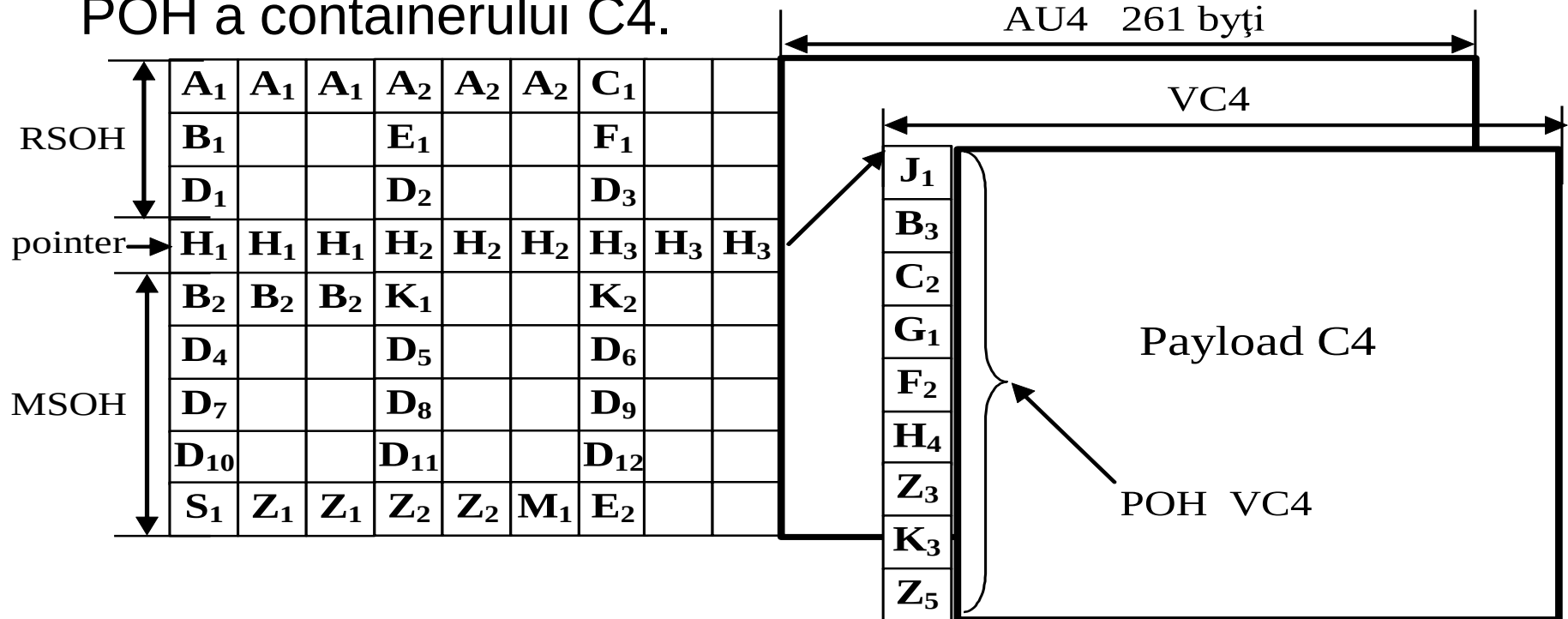


- „Section Overhead” (SOH);
 - Structura include informații necesare pentru:
 - sincronizare de cadru;
 - operații de întreținere;
 - monitorizarea erorilor;
 - pentru alte funcții.
 - Este compus din 9 rânduri și $N \times 9$ coloane ($N=1,4,16$);
 - Este format din următoarele blocuri:
 - „Regenerator Section Overhead” (RSOH);
 - format din rândurile 1 – 3;
 - este procesat în regeneratoare.
 - „Multiplex Section Overhead” (MSOH);
 - format din rândurile 5 – 9;
 - procesat în multiplexoare;
 - în rândul 4 este plasat pointerul AU.

Informația de „Overhead” SDH



- Structura SOH a cadrului de transport SDH STM-1; structura POH a containerului C4.

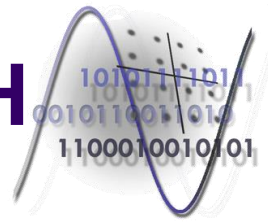


- Structura octeților din „Regenerator Section Overhead”:

- A₁, A₂ ;

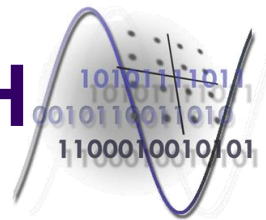
- semnal de aliniere cadru: A₁=1 1 1 1 0 1 1 0 ; A₂=0 0 1 0 1 0 0 0;

Informația de „Overhead” SDH



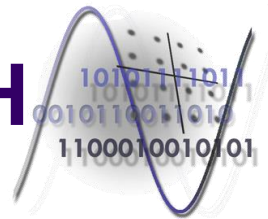
- C_1 – identificare STM-N;
 - se poate utiliza pentru a verifica o conexiune STM-N între două multiplexoare;
- B_1 - monitorizare BIP-8;
 - definit numai în STM-1;
 - este utilizat pentru monitorizarea erorii în regeneratoare;
 - se calculează pe toți biții din cadrul STM-N asigurându-se o paritate pară și este inserat în cadrul următor.
- E_1 - canal de serviciu regenerator;
 - definit numai în STM-1;
 - se utilizează pentru crearea unui canal vocal de serviciu cu debitul de 64kbps, accesibil în toate regeneratoarele și în multiplexoarele asociate.
- F_1 – canal utilizator;
 - definit numai în STM-1;
 - este rezervat pentru operare rețea, fiind accesibil în toate regeneratoarele și în multiplexoarele asociate.

Informația de „Overhead” SDH



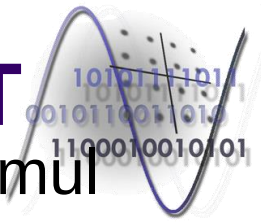
- D_1 , D_2 , D_3 – canal de comunicație de date;
 - definit numai în STM-1;
 - formează un canal de date comun DCC_R cu un debit de 192kbps;
 - canal destinat secțiunii de regenerare și utilizat pentru schimbul informațiilor de management.
- Structura octeților din „Multiplex Section Overhead”:
 - B_2 – monitorizare BIP-N*24;
 - N*3 octeți pentru monitorizarea erorii în secțiunea de multiplexare;
 - este calculat astfel încât să se obțină o paritate pară pe toți biții cadrului STM-N curent, cu excepția RSOH;
 - se inserează în cadrul următor.
 - K_1 , K_2 – comutare de protecție automată;
 - definit numai în STM-1;
 - se utilizează pentru controlul procesului de comutare de protecție automată;
 - structura acestor octeți este definită pentru diferite configurații de protecție.

Informația de „Overhead” SDH

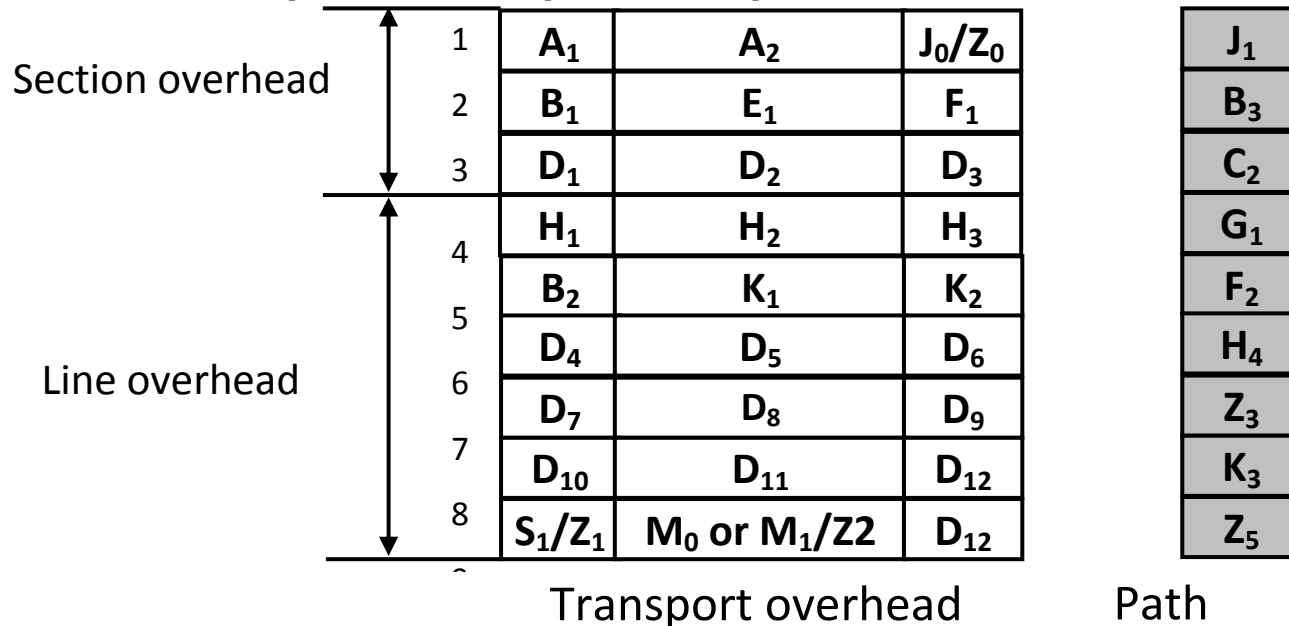


- $D_4 \dots D_{12}$ – canal de comunicații de date DCC;
 - 8 octeți formează un canal de date comun DCC_M pentru secțiunea de multiplexare cu un debit de 576kbps.
- S_1 – stare sincronizare;
 - definit numai în STM-1;
 - informează operatorul despre performanțele tactului utilizat în unitate.
- Z_1, Z_2 – $N \cdot 4$ octeți rezervați pentru aplicații ulterioare;
- M_1 – indicare eroare distantă pentru secțiunea de multiplexare;
- E_2 – canal de serviciu multiplexor;
 - definit numai în STM-1;
 - formează un canal vocal de serviciu accesibil numai în multiplexoare.
- „Section Overhead” (SOH) împreună cu datele utile (SPE) formează un cadru STS-N a sistemului SONET;
 - Dimensiunea „overhead-ului” este de trei ori mai mică decât dimensiunea SOH a sistemului SDH.

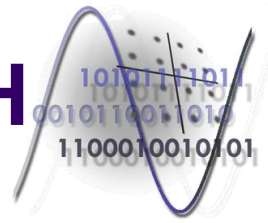
Informația de „Overhead” SONET



- Structura SOH a cadrelor de transport STS-1 din sistemul SONET și a POH asociat containerului SPE.
- Diferențele esențiale constau în următoarele:
 - pointerul are numai 3 octeți;
 - monitorizarea erorilor în MSOH este realizat cu ajutorul unui singur octet;
 - semnalul de sincronizarea de cadru este compus numai din 2 octeți;
 - lipsesc câțiva din octeții rezervați din SOH STM-1.

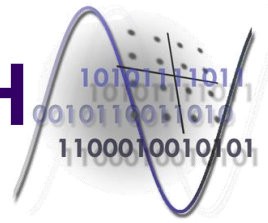


Informația POH SDH



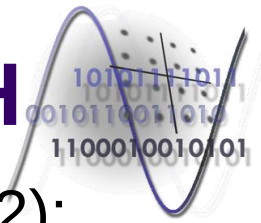
- „Path Overhead” (POH);
 - Împreună cu containerul C formează containerul virtual VC;
 - Pentru containerele de ordin superior sunt disponibili 9 octeți (o coloană) per container;
 - Pentru containerele de ordin inferior este disponibil numai un octet per container.
 - POH este compus în momentul generării containerului și rămâne neschimbat până când containerul este dezasamblat;
 - POH este același pentru containerele SDH și SONET atât pentru containerele de ordin inferior cât și cele de ordin superior.
 - Octeții din structura containerelor de ordin superior sunt definiți astfel:
 - J_1 –verificare cale;
 - este punctul de acces al containerului virtual;
 - se utilizează pentru transmiterea unei secvențe de verificare legătură.

Informația POH SDH



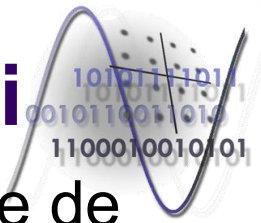
- B_3 – monitorizare BIP-8;
 - monitorizare eroare pe toată legătura;
 - se calculează pe toți biții VC3 sau VC4 astfel ca să se obțină o paritate pară;
 - este trimis în cadrul următor.
- C_2 – identificator al conținutului VC;
- G_1 – stare cale;
 - octet în care se trimit de la sursă către destinație date legate de calitatea transmisiei;
 - indicare eroare distantă;
 - identificare defect distant.
- F_2 – canal utilizator – canal de 64kbps disponibil pentru comunicație între capetele căii.
- H_4 – indicator multicadru;
 - utilizat pentru sincronizarea multicadrelor de ordin inferior.
- Z_3 – canal utilizator;
 - canal de 64kbps disponibil pentru comunicație între capetele căii.
- K_3 – comutare de protecție automată;
 - asigură controlul procesului de comutare de protecție automată la căile de ordin superior;
- Z_5 – byte operator rețea – este asigurat pentru scopuri de management.

Informația POH SDH



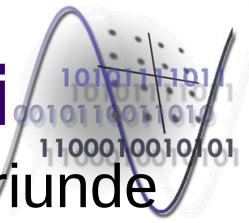
- POH asociat containerelor de ordin inferior (VC-1/VC-2);
 - Compus din 4 octeți și se inserează într-un multicadru compus din 4 unități VC;
 - fiecare unitate VC are alocat un singur octet pentru POH.
 - Este compus din octeții V_5 , J_2 , Z_6 , K_4 ;
 - V_5 este primul octet din containerele de ordin inferior;
 - este punctul de referință pentru containerele de ordin inferior;
 - cu acest octet se pot transmite următoarele informații:
 - monitorizare BIP-2;
 - identificare eroare distantă;
 - identificare defect distant.
 - J_2 – urmărire cale;
 - identic cu J_1 din POH de ordin superior;
 - se transmite o secvență digitală pentru verificarea legăturii pe toată calea.
 - K_4 – asigură controlul comutației de protecție automată la nivel inferior;
 - Z_6 – neutilizat.

Operații cu poantori

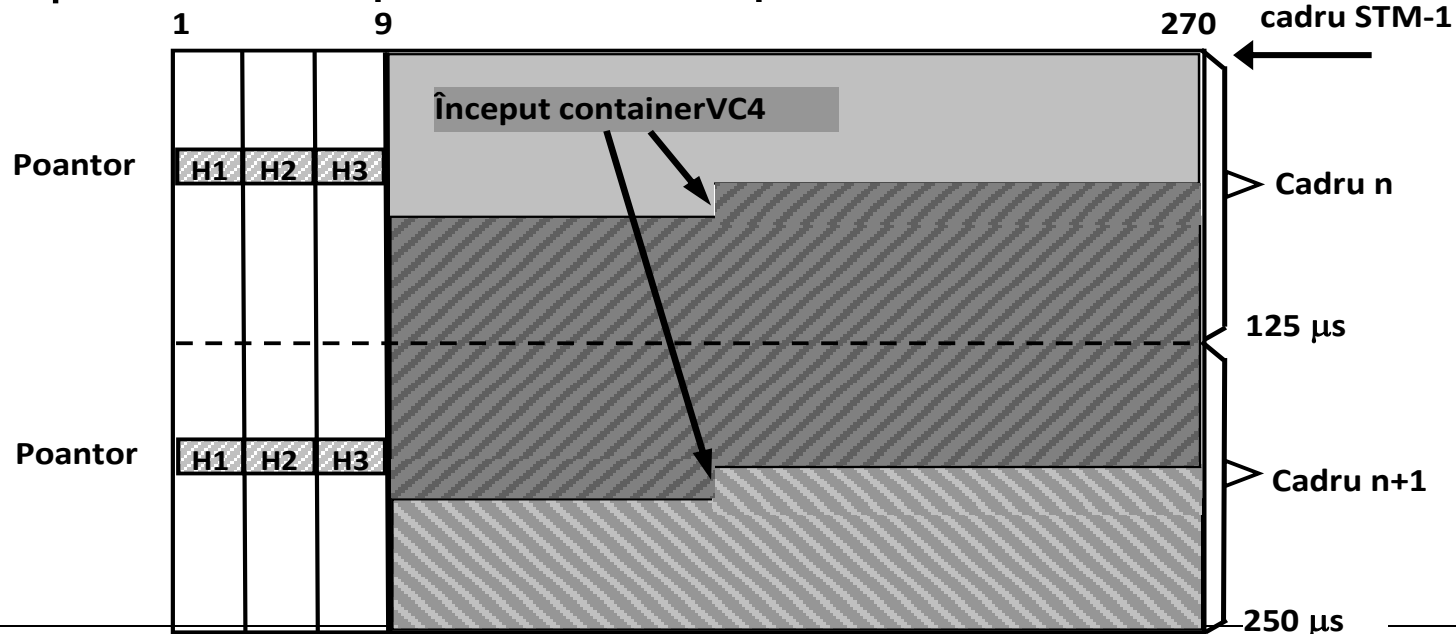


- Poantorii utilizați în unitățile administrative și în unitățile de afluent ale sistemelor sincrone SDH/SONET au două roluri:
 - Stabilirea relației de fază (poziția relativă) dintre containerele cu date utile și unitățile administrative și de afluent;
 - se stabilește relația de fază dintre containere și cadrul de transport;
 - Adaptarea de viteză dintre fluxurile de date recepționate de un multiplexor și fluxul transmis de acesta în situația întreruperii legăturii de sincronizare;
 - stabilirea dinamică a poziției containerelor în diferite unități și implicit în cadrul de transport;
 - se asigură o inserare / extragere ușoară a diferitelor fluxuri elementare în / din cadrul de transport, fără a fi necesară demultiplexare și remultiplexarea întregului flux multiplex;
 - această situație se întâlnește în cazul sistemelor de transmisie-multiplexare PDH;
 - se asigură o utilizare flexibilă și eficientă a capacității de transmisie și se asigură capacități de transmisie pentru servicii cu caracteristici diferite;

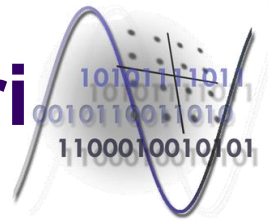
Operații cu poantori



- Containerul inserat în cadrul de transport poate începe oriunde (practic pot fi unele restricții);
 - poziția de început a containerului este dată de valoarea poantorului;
 - containerul se poate întinde peste două cadre de transport sau peste două unități (administrative sau de afluent după caz).
- Stabilirea poziției unui container VC4 față de începutul cadrului de transport STM-1 prin utilizarea poantorului AU4;

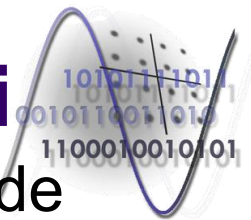


Operații cu poantori



- Poantorul conține trei sau patru octeți;
 - Trei octeți în cazul unităților administrative SDH;
 - Patru octeți în cazul unităților de afluent SDH;
 - primii doi octeți (H1 și H2) dau poziția de început a containerului;
 - octetul al treilea (H3) este rezervat pentru operațiile de dopare negativă;
 - al patrulea octet, dacă există, nu are un rol definit.
 - În SOH STM-1 sunt 9 octeți rezervați pentru poantor;
 - dacă în STM-1 se încarcă un container VC4 avem un singur poantor pe doi octeți plus trei poziții de dopare (restul octeților nu se utilizează);
 - pozițiile din AU4 sunt formate din trei octeți.
 - dacă în STM-1 se încarcă trei containere VC3 se utilizează trei poantori;
 - pozițiile din AU3 sunt formate dintr-un singur octet.

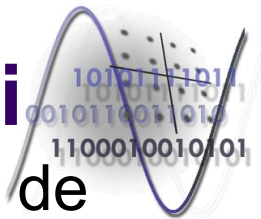
Operații cu poantori



- Structura poantorilor AU3 și poziția acestora în cadrul de transport STM-1;
- Numerotarea pozițiilor din cadrul de transport STM-1 în cazul inserării a trei unități AU3 în acest cadru.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		265	266	267	268	269	270
1										522	522	522	523	523	523	524	524	524	.....	607	607	607	608	608	608
2										609	609	609	610	610	610	611	611	611	.....	694	694	694	695	695	695
3										696	696	696	697	697	697	698	698	698	.....	781	781	781	782	782	782
4	H1	H1	H1	H2	H2	H2	H3	H3	H3	0	0	0	1	1	1	2	2	2	.....	85	85	85	86	86	86
5										87	87	87	88	88	88	89	89	89	.....	172	172	172	173	173	173
6										174	174	174	175	175	175	176	176	176	.....	259	259	259	260	260	260
7										261	261	261	262	262	262	263	263	263	.....	346	346	346	347	347	347
8										348	348	348	349	349	349	350	350	350	.....	433	433	433	434	434	434
9										435	435	435	436	436	436	437	437	437	.....	520	520	520	521	521	521
1										522	522	522	523	523	523	524	524	524	.....	607	607	607	608	608	608
2										609	609	609	610	610	610	611	611	611	.....	694	694	694	695	695	695
3										696	696	696	697	697	697	698	698	698	.....	781	781	781	782	782	782
4	H1	H1	H1	H2	H2	H2	H3	H3	H3	0	0	0	1	1	1	2	2	2	.....	85	85	85	86	86	86
5										87	87	87	88	88	88	89	89	89	.....	172	172	172	173	173	173

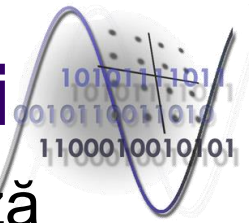
Operații cu poantori



- Structura poantorului AU4 și poziția acestora în cadrul de transport STM-1;
 - Numerotarea pozițiilor din cadrul de transport STM-1 în cazul inserării unei unități AU4 în acest cadru.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		265	266	267	268	269	270
1										522	-	-	523	-	-	524	-	-	.....	607	-	-	608	-	-
2										609	-	-	610	-	-	611	-	-	.....	694	-	-	695	-	-
3										696	-	-	697	-	-	698	-	-	.....	781	-	-	782	-	-
4	H1	H1	H1	H2	H2	H2	H3	H3	H3	0	-	-	1	-	-	2	-	-	.....	85	-	-	86	-	-
5										87	-	-	88	-	-	89	-	-	.....	172	-	-	173	-	-
6										174	-	-	175	-	-	176	-	-	.....	259	-	-	260	-	-
7										261	-	-	262	-	-	263	-	-	.....	346	-	-	347	-	-
8										348	-	-	349	-	-	350	-	-	.....	433	-	-	434	-	-
9										435	-	-	436	-	-	437	-	-	.....	520	-	-	521	-	-
1										522	-	-	523	-	-	524	-	-	.....	607	-	-	608	-	-
2										609	-	-	610	-	-	611	-	-	.....	694	-	-	695	-	-
3										696	-	-	697	-	-	698	-	-	.....	781	-	-	782	-	-
4	H1	H1	H1	H2	H2	H2	H3	H3	H3	0	-	-	1	-	-	2	-	-	.....	85	-	-	86	-	-
5										87	-	-	88	-	-	89	-	-	.....	172	-	-	173	-	-

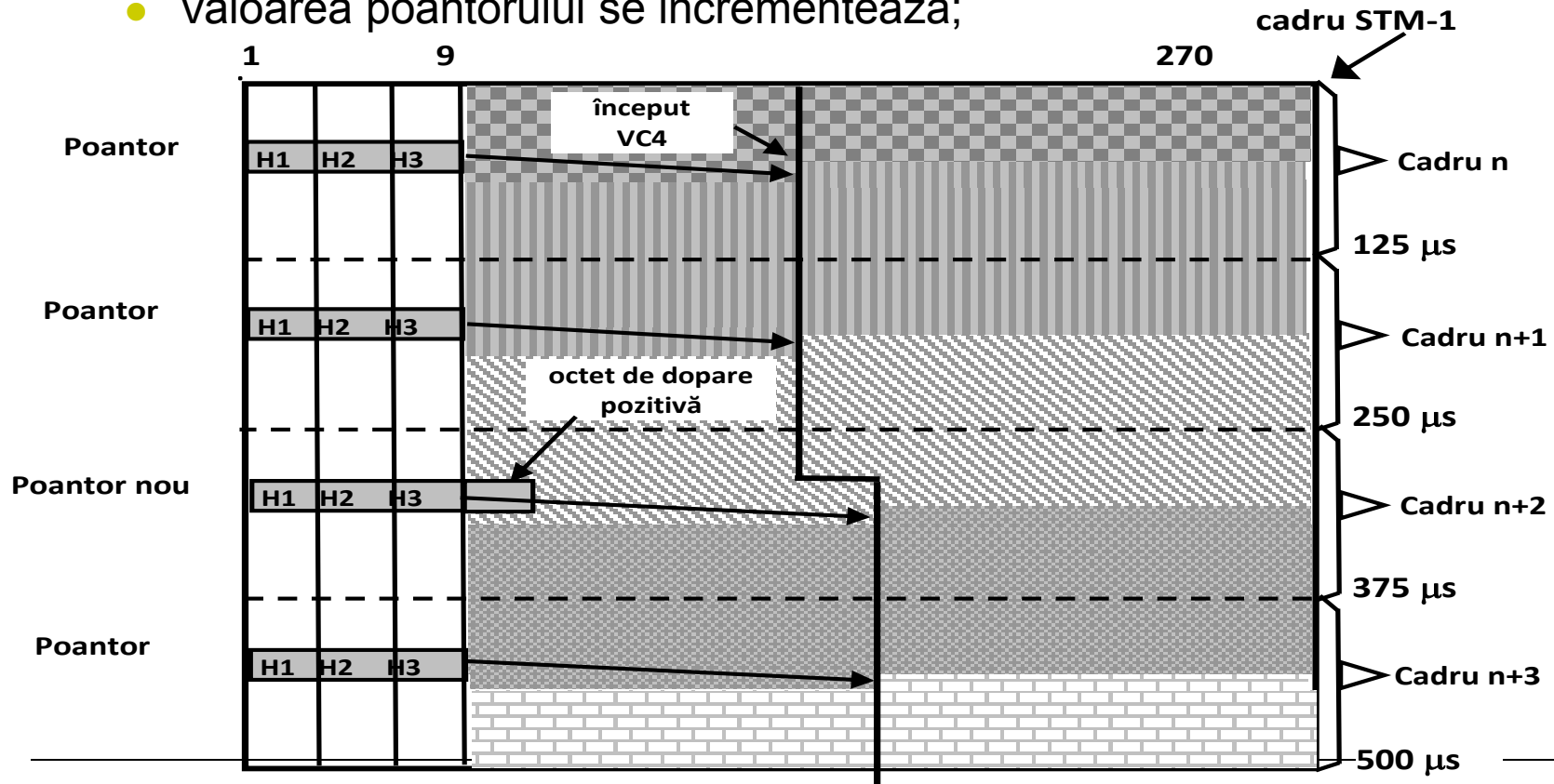
Operații cu poantori



- Utilizarea poantorilor în sistemele SDH/SONET creează posibilitatea menținerii caracterului sincron al legăturii în situația în care se întrerupe legătura de tact;
 - Se utilizează dopare pozitivă sau negativă în funcție de diferența dintre valoarea tactului local și cel al fluxul de intrare;
 - octetul H3 din poantor facilitează doparea negativă;
 - doparea se combină cu modificarea poziției de început a containerului în cadrul de transport sau în alte unități SDH/SONET;
 - este vorba de unități administrative sau de afluent;
- Exemplu:
 - Se consideră cazul unui cadru de transport STM-1 în care se inserează un container VC4;
 - Există diferențe între tactul local al multiplexorului și semnalul recepționat;
 - se utilizează un proces de dopare pozitivă sau negativă pentru ajustarea de fază.

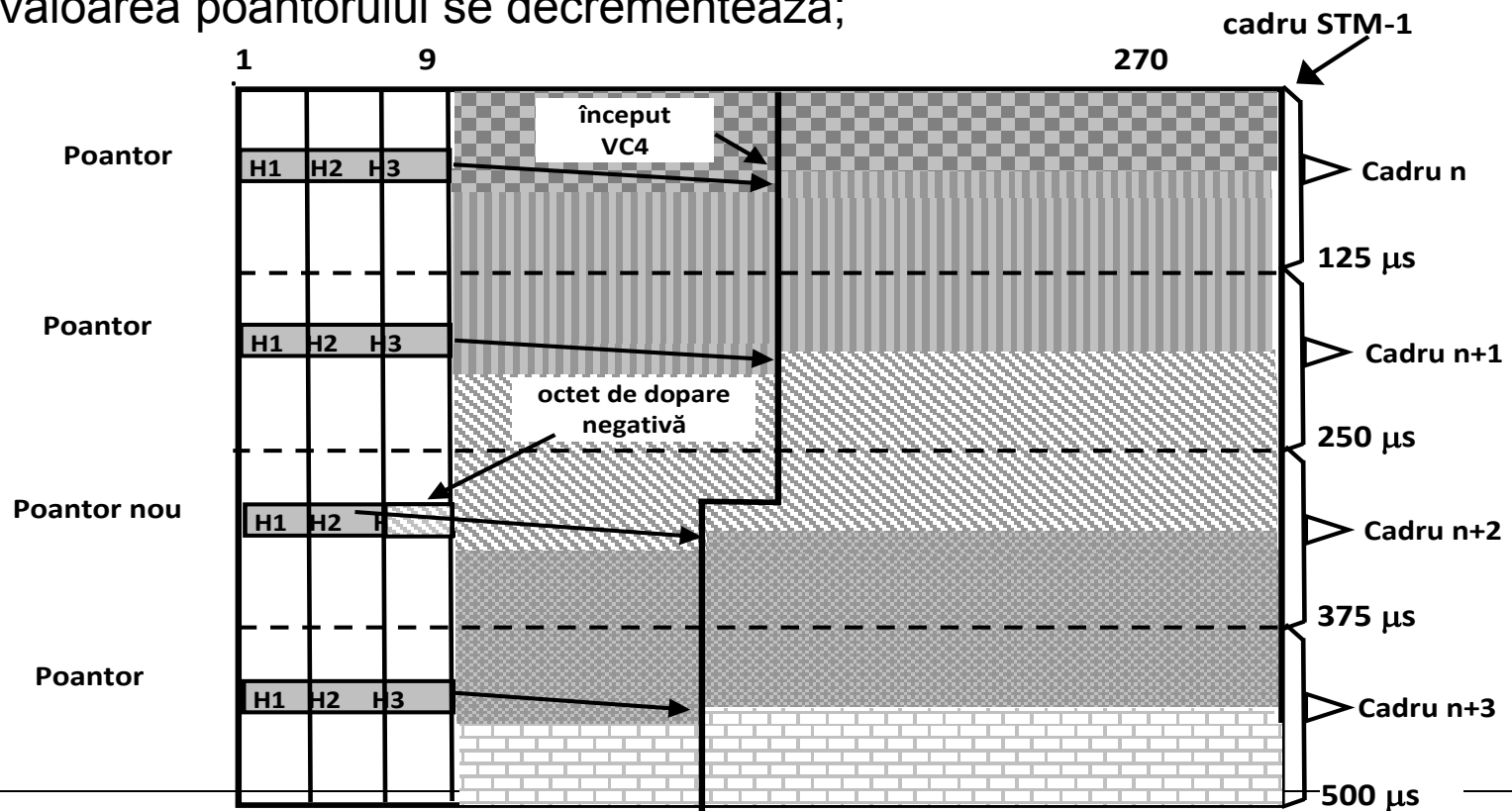
Operații cu poantori

- Ajustarea de debit dintre cadrul STM-1 al unui multiplexor și un container VC4 recepționat cu o frecvență de tact mai redusă;
 - se utilizează dopare pozitivă la nivel de octet;
 - poziția de dopare este situată după poantor;
 - valoarea poantorului se incrementează;



Operații cu poantori

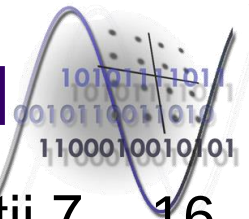
- Ajustarea de debit dintre cadrul STM-1 al unui multiplexor și un container VC4 recepționat cu o frecvență de tact mai mare;
 - se utilizează dopare negativă la nivel de octet;
 - poziția de dopare este situată în poziția H3 inclusă în poantor;
 - valoarea poantorului se decrementează;



-
- Diagram illustrating the structure of a 16-bit bus, divided into four 4-bit segments:
- Segment 1 (bits 1-4): N N N N
 - Segment 2 (bits 5-8): S S I I
 - Segment 3 (bits 9-12): I D I D
 - Segment 4 (bits 13-16): I D I D
- Labels below the bus indicate bit ranges:
- biții 1 - 4 (under the first segment)
 - biții 7 - 16 (under the second and third segments)

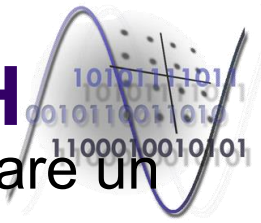
- 51

Structura poantorilor SDH



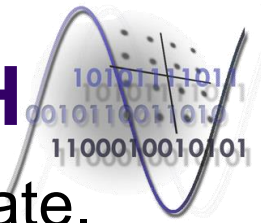
- Dacă se atribuie o nouă valoare pentru poantor atunci biții 7 – 16 conțin efectiv valoarea poantorului;
- Dacă este vorba de adaptare de frecvență atunci valoarea poantorului trebuie incrementată sau decrementată;
 - biții 7 – 16 se împart în două grupe, de incrementare (I) respectiv de decrementare (D);
 - există 5 biți în fiecare grupă și dacă poantorul trebuie incrementat se inversează biții I, iar dacă poantorul trebuie decrementat se inversează biții D;
 - identificarea operației de incrementare /decrementare a poantorului se face pe baza unei logici majoritare care urmărește modificarea biților I și D;
 - această metodă de semnalizare a modificării poantorului asigură o anumită protecție la erori în cazul unui canal cu probabilitate redusă de eroare pe bit;
 - există și o anumită protecție la erori a grupului de biți NDF;
 - distanța Hamming dintre codurile asociate stării de activ și inactiv este 4.
 - modificarea valorii poantorului se poate realiza cel mult o dată la patru unități;
 - dacă avem o ajustare de poantor într-o unitate sau cadru de transport atunci în următoarele trei unități sau cadre de transport nu se permit operații cu poantori.

Structura poantorilor SDH



- În cazul concatenării mai multor unități AU4 primul AU4 are un poantor normal, iar următoarele AU4 includ indicarea de concatenare CI („Concatenation Indication”);
 - aceste unități trebuie tratate la fel ca și cel anterior; biții H_1 și H_2 sunt definiți astfel: $H_1 : 1\ 0\ 0\ 1\ S\ S\ 1\ 1$ (S – nedefinit), $H_2 : 1$.
- Poantorul TU3 permite o adaptare dinamică a fazei containerului VC3 la cadrul TU3;
 - Poantorul TU3 este localizat în prima coloană a unității și este compus tot din octeții H_1 , H_2 și H_3 ;
 - Structura acestui poantor și modul de acțiune sunt identice cu cele ale poantorilor AU prezentați anterior.
 - unitatea TU3 este identică ca și dimensiuni cu unitatea TUG3;
 - dacă în unitatea TUG3 se multiplexează unități TUG2, care au o fază fixă față de cadrul TUG3, pozițiile corespunzătoare octeților H_1 și H_2 ai poantorului se înlocuiesc cu NPI („Null Pointer Indicator”);
 - NPI are structura: $1\ 0\ 0\ 1\ S\ S\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0$ (S – nedefinit).

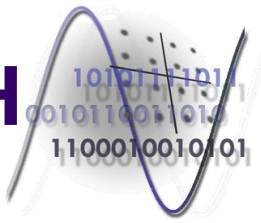
Structura poantorilor SDH



- Structura poantorului TU3 și poziția lui în această unitate. Numerotarea pozițiilor din unitatea TU3;

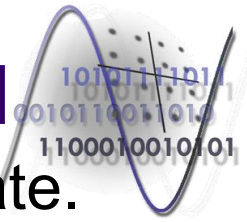
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		81	82	83	84	85	86
1	H1	595	596	597	598	599	600	601	602	603	.....	674	675	676	677	678	679
2	H2	680	681	682	683	684	685	686	687	688	.....	759	760	761	762	763	764
3	H3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	.....	79	80	81	82	83	84
4	S T U F F I N G	85	86	87	88	89	90	91	92	93	.....	164	165	166	167	168	169
5		170	171	172	173	174	175	176	177	178	.....	249	250	251	252	253	254
6		255	256	257	258	259	260	261	262	263	.....	334	335	336	337	338	339
7		340	341	342	343	344	345	346	347	348	.....	419	420	421	422	423	424
8		425	426	427	428	429	430	431	432	433	.....	504	505	506	507	508	509
9		510	511	512	513	514	515	516	517	518	.....	589	590	591	592	593	594
1	H1	595	596	597	598	599	600	601	602	603	.....	674	675	676	677	678	679
2	H2	680	681	682	683	684	685	686	687	688	.....	759	760	761	762	763	764
3	H3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	.....	79	80	81	82	83	84
4	S T	85	86	87	88	89	90	91	92	93	.....	164	165	166	167	168	169
5		170	171	172	173	174	175	176	177	178	.....	249	250	251	252	253	254

Structura poantorilor SDH

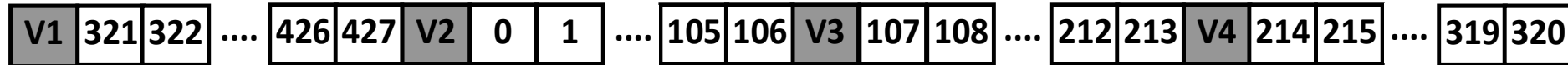


- Poantorul TU2;
 - Permite o adaptare dinamică a fazei containerului VC2 la cadrul TU2.
 - Este compus din 4 octeți: V_1 , V_2 , V_3 și V_4 ;
 - acești 4 octeți sunt localizați în patru cadre TU2 consecutive, cadre care alcătuiesc un multicadru;
 - octeții V_1 și V_2 sunt echivalenți cu octeții H_1 și H_2 și dau efectiv valoarea poantorului;
 - octetul V_3 se utilizează pentru operații de dopare negativă, asemenea octetului H_3 din poantorii AU;
 - structura octetului V_4 nu este definită.
 - Definiția octetului poantor disponibil în cadrul TU2 curent este dat de octetul H_4 – indicator de multicadru – din POH VC3 și VC4.

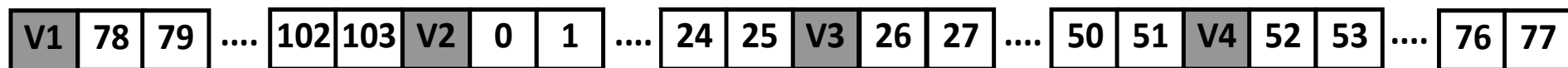
Structura poantorilor SDH



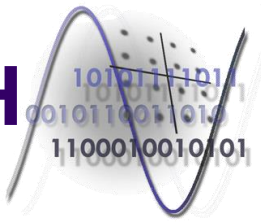
- Structura poantorului TU2 și poziția lui în această unitate.
Numerotarea pozițiilor din unitatea TU2;



- Poantorul TU11;
 - Permite o adaptare dinamică a fazei containerului VC11 la unitatea de afluent TU11;
 - Structura acestui poantor este identică cu cea a poantorului TU2;
 - Inserarea și extragerea datelor dintr-un multicadru TU11 și multiplexarea în unitățile superioare se realizează la fel ca și în cazul unității TU2;
- Structura poantorului TU11 și poziția lui în această unitate.
Numerotarea pozițiilor din unitatea TU11;



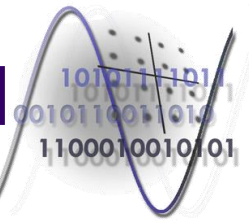
Structura poantorilor SDH



- Poantorul TU12;
 - Permite o adaptare dinamică a fazei containerului VC12 la unitatea de afluent TU12;
 - Structura acestui poantor este identică cu cea a poantorului TU2;
 - Inserarea și extragerea datelor dintr-un multicadru TU12 și multiplexarea în unitățile superioare se realizează la fel ca și în cazul unității TU2.
- Structura poantorului TU12 și poziția lui în această unitate. Numerotarea pozițiilor din unitatea TU12;

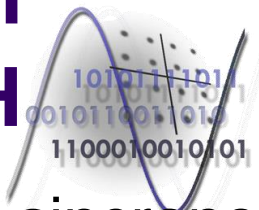
V1	105	106	...	138	139	V2	0	1	...	33	34	V3	35	36	...	68	69	V4	70	71	...	103	104
----	-----	-----	-----	-----	-----	----	---	---	-----	----	----	----	----	----	-----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----
- Inserarea și extragerea datelor în unitățile de afluent de ordin redus se realizează pe un multicadru format din 4 unități;
 - Structura acestui multicadru este una de tip vector;
 - poziția zero în acest multicadru este prima poziție după octetul V2;
 - valoarea poantorului specifică poziția unde se inserează grupul de patru containere.

Structura poantorilor SDH



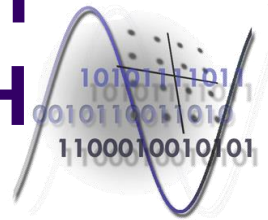
- După inserarea informației utile structura de tip vector se transformă într-o structură formată din 4 matrici;
 - fiecare matrice are pe poziția din colțul stânga sus un octet poantor;
- Multiplexarea unităților TU în unitățile superioare se realizează octet cu octet și coloană cu coloană;
- La recepție se refac matricile TU din unitățile de ordin superior prin demultiplexare coloană și coloană, se transformă grupul de 4 matrici consecutive din multicadru în structura vector;
 - se extrage informația începând de la poziția indicată de pointer.
- Pentru transportul unor debite nonierahice PDH, mai multe multicadre TU2 pot fi concatenate;
- Este posibil transportul informației utilizând debite multipli ai debitului VC2 în containere concatenate VC2-mc;
- În cazul sistemului SONET operațiile pe poatorii STS-1 și VT sunt similari cu operațiile pe poatorii SDH.

Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH



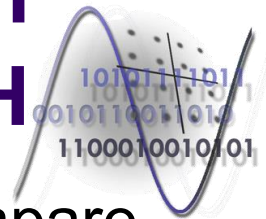
- Pentru a transporta fluxurile de date PDH în sistemele sincrone SDH/SONET este necesară o mapare corespunzătoare a acestor fluxuri în containere;
- Mapare trebuie să rezolve problema adaptării de viteză între tactul local al multiplexorului sincron și tactul fluxului recepționat;
 - pentru fiecare flux PDH există un algoritm de mapare separat care utilizează de regulă doparea pozitivă pentru adaptarea de viteză dintre multiplexor și fluxul plesiocron recepționat;
- Există două categorii de algoritmi de mapare și anume:
 - mapare sincronă:
 - inserarea biților din fluxul plesiocron în containerele corespunzătoare se realizează utilizând tactul extras din fluxul recepționat;
 - adaptarea de viteză dintre containerele astfel formate și unitățile de transport sincrone se realizează cu ajutorul poantoriilor unităților de transport:
 - poantorii unităților de afluent în cazul containerelor de ordin redus;
 - poantorii unităților administrative în cazul containerelor de ordin mare.

Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH

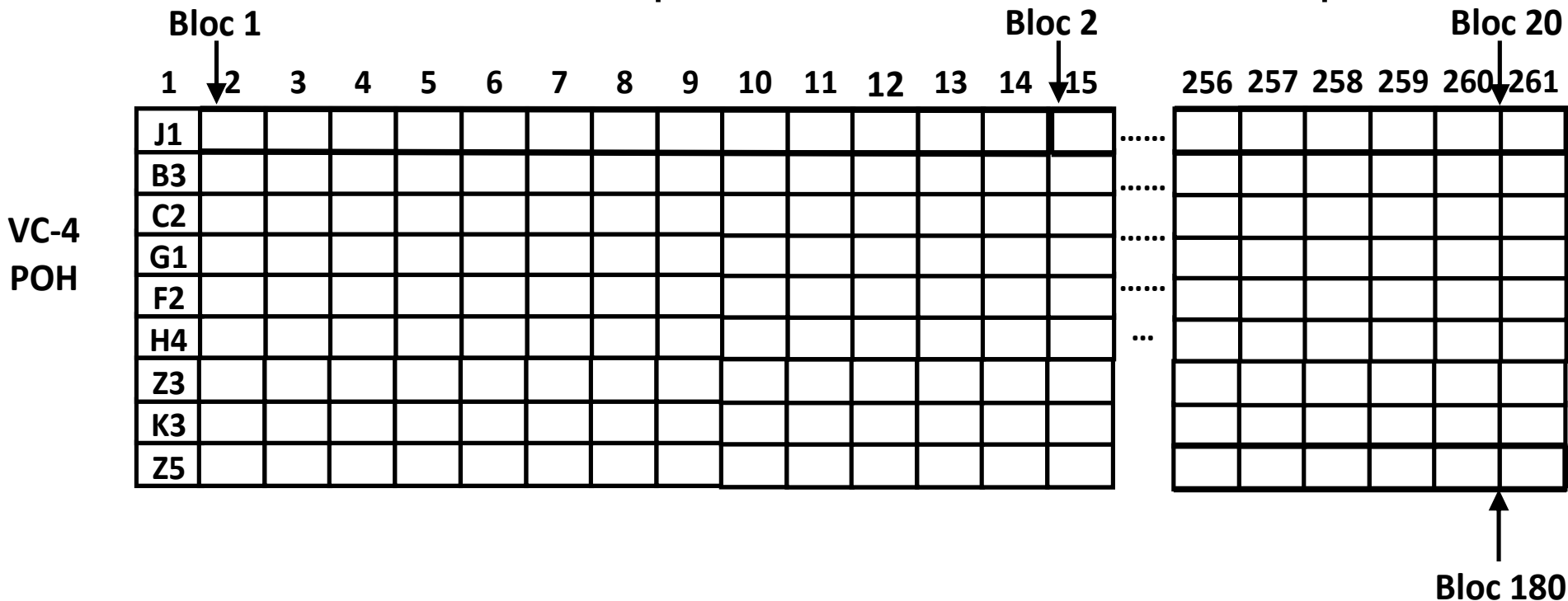


- mapare asincronă:
 - inserarea biților din fluxul plesiocron în containere se realizează cu ajutorul tactului local al multiplexorului;
 - adaptarea de viteză se realizează prin utilizarea unei dopări pozitive.
 - metoda de mapare este utilizată mai des, fiind mai ușor de realizat;
 - nu sunt necesare operații continue cu poantori numai pentru maparea afluenților plesiocroni.
- **Mapare asincronă a unui debit de 140Mbps într-un container VC4;**
- Se utilizează următorul algoritm:
 - VC4 este compus din 261 de coloane a câte 9 rânduri, prima coloană conținând POH, iar restul formează C4;
 - Structura de matrice de 260 de coloane de câte 9 octeți (containerul C4), destinat „payload” se procesează astfel:
 - fiecare rând este împărțit în 20 de blocuri a câte 13 octeți;
 - se obțin în total 180 de blocuri.

Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH

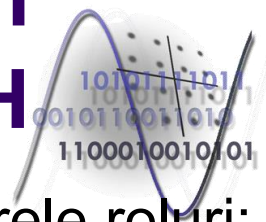


- Structura de container VC4 utilizată în procesul de mapare asincronă a unui afluent plesiocron cu rata de 140Mbps;



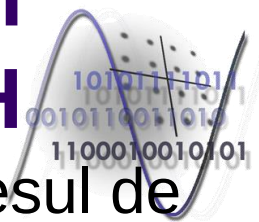
- Primul octet al fiecărui bloc este un octet special, iar următoarele 12 octeți sunt pentru informație;
 - rezultă 96 de biți de informație pe bloc.

Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH



- Octeții speciali sunt denumiți W, X, Y și Z și au următoarele roluri:
 - W este un octet de informație normal;
 - Y este un octet de completare cu structură nedefinită;
 - X este un octet cu structura: C R R R R R O O:
 - biții O se utilizează ca și „overhead” de control pentru fluxul PDH;
 - biții R sunt biți de completare ficși;
 - C este un bit de control dopare, care indică dacă pozițiile posibile de dopare din rândul considerat conțin bit de informație (C=0) sau de dopare (C=1);
 - octetul X este transmis de 5 ori pe un rând;
 - sunt disponibili la recepție 5 biți de control ai dopării;
 - identificarea operației de dopare se realizează pe baza unei decizii majoritare aplicate biților C.
 - Z este un octet ce are structura I I I I I I S R:
 - biții I sunt biți de informație;
 - bitul R un bit de completare fix;
 - bitul S un bit posibil de dopare.

Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH



- Structura unui rând al containerului C4 utilizat în procesul de mapare asincronă a unui afluent plesiocron cu rata 140Mbps;

J ₁	W	96 I = 12 byți inf.	X	96 I	Y	96 I	Y	96 I	Y	96 I
----------------	---	---------------------	---	------	---	------	---	------	---	------

X	96 I	Y	96 I	Y	96 I	Y	96 I	X	96 I
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

Y	96 I	Y	96 I	Y	96 I	X	96 I	Y	96 I
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

Y	96 I	Y	96 I	X	96 I	Y	96 I	Z	96 I
---	------	---	------	---	------	---	------	---	------

- Procesul de mapare asigură următoarele caracteristici ale fluxului SDH VC4:
 - debit global (debit asociat zonei de „payload”) VC4 = 149760kbps;
 - debit util nominal $f_s = 139264$ kbps;
 - se obține prin transmiterea a 2 biți de informație și a 7 biți de dopare în cele 9 poziții de dopare posibile în containerul VC4.

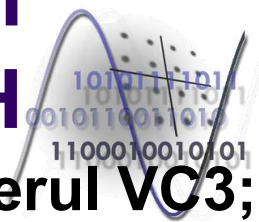
Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH



- rată utilă fără pozițiile de dopare (pozițiile posibile de dopare conțin biți de dopare efectiv) = $139248\text{kbps} = f_s - 1.15 \times 10^{-4} \times f_s$;
- rată utilă cu pozițiile de dopare (pozițiile posibile de dopare conțin biți de informație) = $139320\text{kbps} = f_s + 4.02 \times 10^{-4} \times f_s$.
- **Alocarea biților din containerul C4 în procesul de mapare asincronă a unui afluent plesiocron cu rata 140Mbps;**

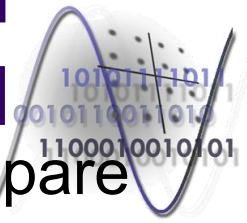
Octeți / rând	Biți de informație/rând	Biți de completare/rând	Biți de control dopare/rând	Biți de dopare/rând	Biți de „overhead” / rând
240 – info.	1920	-	-	-	-
1 – W	8	-	-	-	-
13 – Y	-	104	-	-	-
5 – X	-	25	5	-	10
1 - Y	6	1	-	1	
Octeți/VC4	Biți info./VC4	Biți completare / VC4	Biți control dopare / VC4	Biți dopare / VC4	Biți „overhead” / VC4
$260 \times 9 = 2340$	$1934 \times 9 = 17406$	$130 \times 9 = 1170$	$5 \times 9 = 45$	$1 \times 9 = 9$	$10 \times 9 = 90$
Debit (kbps)	139248	9360	360	72	720
Debit global VC4 (fără POH) = 149760 kbps					

Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH



- Mapare asincronă a unui debit de 34Mbps în containerul VC3;
- Se utilizează următorul algorithm:
 - Containerul VC3 este format din 85 de coloane a 9 rânduri, prima coloană fiind ocupată de POH, iar restul formează C3;
 - Matricea de 84 coloane și 9 rânduri rămasă după eliminarea POH (adică C3) se procesează astfel:
 - se formează trei cadre parțiale compuse fiecare din 3 rânduri și 84 coloane;
 - structura celor trei cadre parțiale este identică.
 - Un cadru parțial include:
 - octeții cu biți de informație;
 - octeții cu biți de completare;
 - octeții speciali – octeții A, B și C;
 - octeții A și B includ câte un bit posibili de dopare, biții S_1 și S_2 ;
 - octeții C (5 octeți) includ câte doi biți de control dopare, biții C_1 și C_2 ;
 - există 5 biți C_1 și C_2 , identificarea dopării pe biții S_1 și S_2 realizându-se pe baza unei decizii majoritare.

Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH

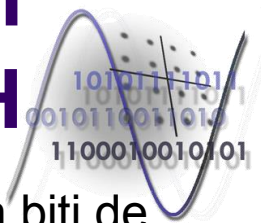


- Structura containerului VC3 utilizată în procesul de mapare asincronă a unui afluent plesiocron cu rata de 34Mbps;

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		80	81	82	83	84	85	
VC-3 POH	J1																	Cadru parțial 1
	B3										.....							
	C2										.....							
	G1																	Cadru parțial 2
	F2										...							
	H4																	
	Z3																	Cadru parțial 3
	K3																	
	Z5																	

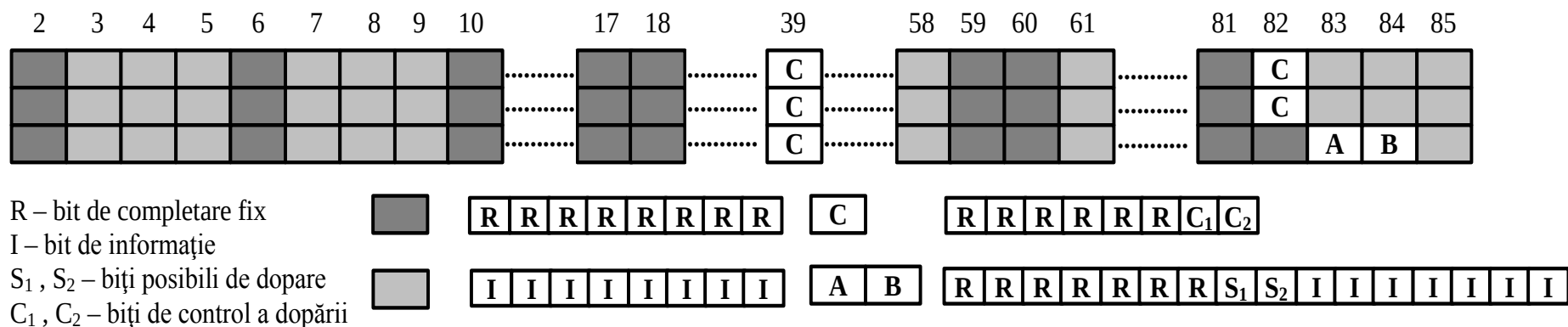
- Procesul de mapare asigură următoarele caracteristici ale fluxului SDH VC3:
 - debit global (debit asociat zonei de „payload”) VC3 = 48384kbps;
 - debit util nominal $f_s = 34368\text{kbps}$;
 - obținut prin transmiterea unui bit de informație și a unui de dopare în cele 2 poziții posibile de dopare din fiecare cadru parțial;
 - se utilizează 3 biți de informație și 3 biți de dopare per container VC3.

Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH

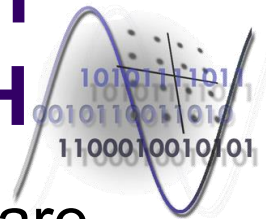


- rată utilă fără pozițiile de dopare (pozițiile posibile de dopare conțin biți de dopare efectiv) = $34344\text{kbps} = f_s - 7 \times 10^{-4} \times f_s$;
- rată utilă cu pozițiile de dopare (pozițiile posibile de dopare conțin biți de informație) = $34392\text{kbps} = f_s + 7 \times 10^{-4} \times f_s$.

- Structura unui cadru parțial al containerului C3 utilizat în procesul de mapare asincronă a unui afluent plesiocron cu rata de 34Mbps;



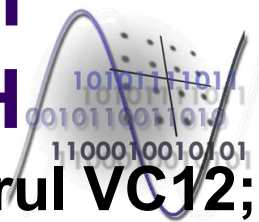
Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH



- Alocarea biților din containerul C3 în procesul de mapare asincronă a unui afluent plesiocron cu rata 34Mbps;

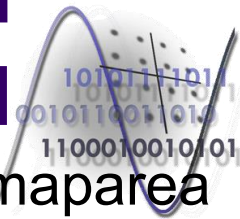
Biți / cadru parțial	Biți de informație / cadru parțial	Biți de completare / cadru parțial	Biți de control dopare / cadru parțial	Biți de dopare / cadru parțial	Biți de „overhead” / cadru parțial
2016	1431	573	10	2	0
Biți / VC3	Biți info./VC3	Biți completare / VC3	Biți control dopare / VC3	Biți dopare / VC3	Biți „overhead” / VC3
$2016 \times 3 = 6048$	$1431 \times 9 = 4293$	$537 \times 3 = 1719$	$10 \times 3 = 30$	$2 \times 3 = 6$	0
Debit (kbps)	34344	13752	240	48	0
Debit global VC3 (fără POH) = 48384 kbps					

Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH

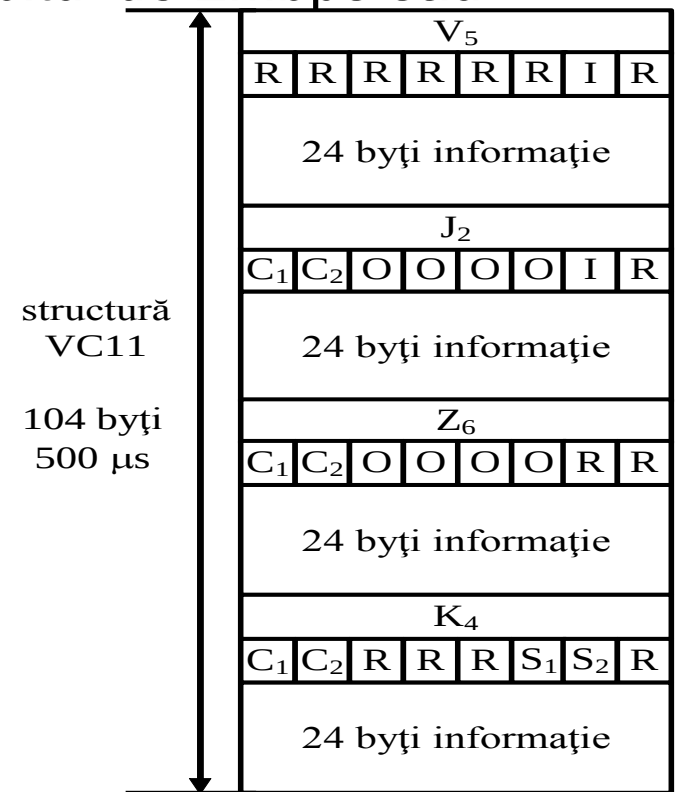
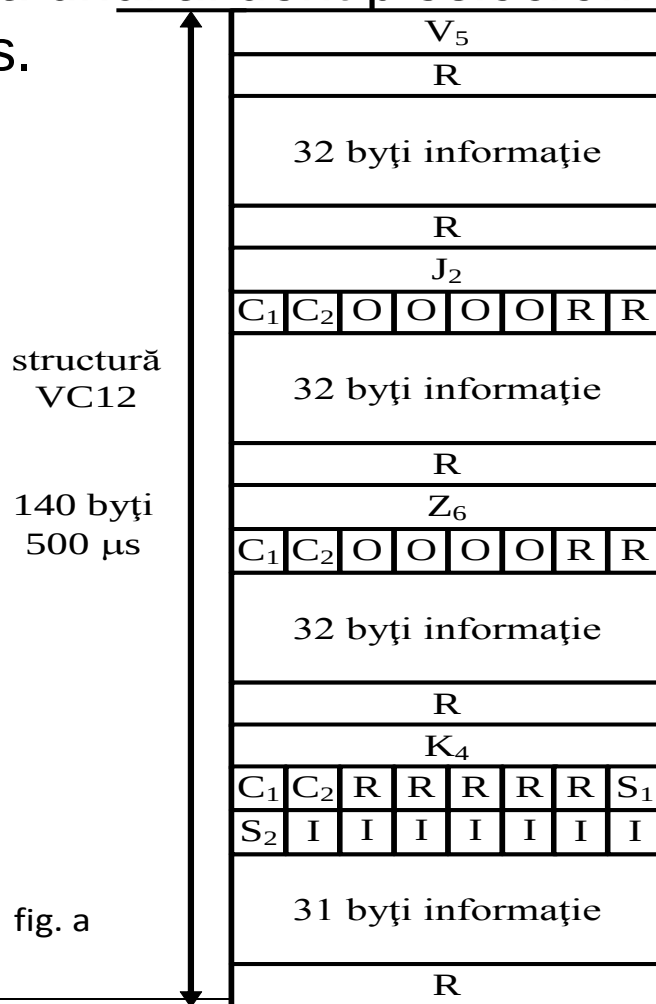


- Mapare asincronă a unui debit de 2Mbps în containerul VC12;
- Se utilizează următorul algoritm:
 - Maparea se realizează în multicadrul TU12, care include 4 containere VC12;
 - Grupul de containere VC12 constă din 140 octeți, perioada de repetiție a grupului fiind de 500μs;
 - multicadrul TU12 are perioada 500μs = 4 cadre (containere) de 125μs.
 - În multicadru sunt incluși 4 octeți ai POH VC12, și anume octeții V_5 , J_2 , Z_6 și K_4 ;
 - Grupul de 4 containere VC12 conține doi biți posibili de dopare S_1 și S_2 ;
 - La fiecare bit de dopare sunt asociați trei biți de control dopare și anume biții C_1 și C_2 ;
 - identificarea dopării pe oricare din pozițiile posibile se realizează pe baza unei decizii majoritare asupra biților de control ai dopării.

Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH

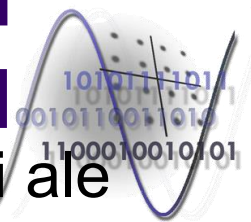


- Structura multicadrelor TU12 a) și TU11 b) utilizată pentru maparea asincronă a unui afluent plesiocron cu debitul de 2Mbps sau 1,544Mbps.



R - bit de completare fix
O - bit de overhead
I - bit de informație
S₁ , S₂ - biți posibili de dopare
C₁ , C₂ - biți de control a dopării

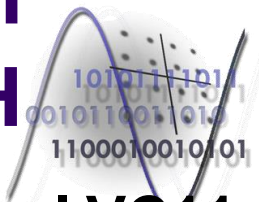
Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH



- Procesul de mapare asigură următoarele caracteristici ale fluxului SDH VC12:
 - debit global (debit asociat zonei de „payload”) multicadru VC12 = 2224kbps;
 - debit util nominal $f_s = 2048\text{kbps}$;
 - se obține prin transmiterea unui bit de informație și a unui bit de dopare în cele două poziții posibile de dopare din multicadru TU12.
 - debit util fără pozițiile de dopare (pozițiile posibile de dopare conțin biți de dopare efectiv) = $2046\text{kbps} = f_s - 10^{-3}$;
 - rată utilă cu pozițiile de dopare (pozițiile posibile de dopare conțin biți de informație) = $2050\text{kbps} = f_s + 10^{-3}$.
- Alocarea biților din multicadru TU12 în procesul de mapare asincronă a unui afluent plesiocron cu rata 2Mbps;

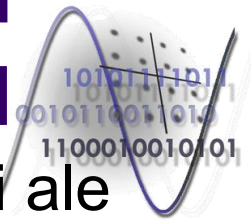
Biți / multicadru	Biți de informație / multicadru	Biți de completare / multicadru	Biți de control dopare / multicadru	Biți de dopare / multicadru	Biți de „overhead” / multicadru
1112	$1016+7=1023$	$64+9=73$	6	2	8
Debit (kbps)	2046	146	12	4	16
Debit global multicadru TU12 (VC12) (fără POH) = 2224 kbps					

Maparea fluxurilor PDH în containererele SDH



- Mapare asincronă a unui debit de 1,5Mbps în containerul VC11;
- Se utilizează următorul algoritm:
 - Maparea se realizează în multicadrul TU11, care include 4 containere VC11;
 - Acest grup de containere VC11 constă din 104 octeți, perioada de repetiție a acestui grup fiind de 500μs;
 - un multicadrul TU11 are perioada 500μs = 4 cadre de 125μs.
 - În multicadrul TU11 sunt incluși și cei 4 octeți ai POH VC11, și anume octeții V_5 , J_2 , Z_6 și K_4 ;
 - Structura de 4 containere VC11 conține doi biți posibili de completare S_1 și S_2 , pentru fiecare din acești biți fiind asociați trei biți de control dopare și anume biții C_1 și C_2 ;
 - Identificarea dopării pe oricare din pozițiile posibile se realizează pe baza unei decizii majoritare asupra biților de control ai dopării.

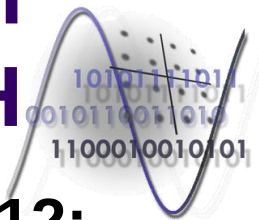
Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH



- Procesul de mapare asigură următoarele caracteristici ale fluxului SDH VC11:
 - debit global (debit asociat zonei de „payload”) multicadru VC11 = 1648kbps;
 - debit util nominal $f_s = 1544\text{kbps}$;
 - se obține prin transmiterea unui bit de informație și a unui bit de dopare în cele două poziții posibile de dopare din multicadru TU11.
 - debit util fără pozițiile de dopare (pozițiile posibile de dopare conțin biți de dopare efectivi) = $1542\text{kbps} = f_s - 1,3 \times 10^{-3}$;
 - rată utilă cu pozițiile de dopare (pozițiile posibile de dopare conțin biți de informație) = $1546\text{kbps} = f_s + 1,3 \times 10^{-3}$.
- Alocarea biților din multicadru TU11 în procesul de mapare asincronă a unui afluent plesiocron cu rata 1.544Mbps;

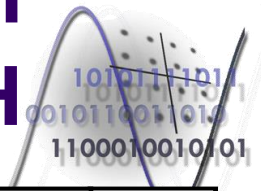
Biți / multicadru	Biți de informație / multicadru	Biți de completare / multicadru	Biți de control dopare / multicadru	Biți de dopare / multicadru	Biți de „overhead” / multicadru
1112	$768+3=771$	$24+13=37$	6	2	8
Debit (kbps)	1542	74	12	4	16
Debit global multicadru TU11 (VC11) (fără POH) = 1648 kbps					

Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH

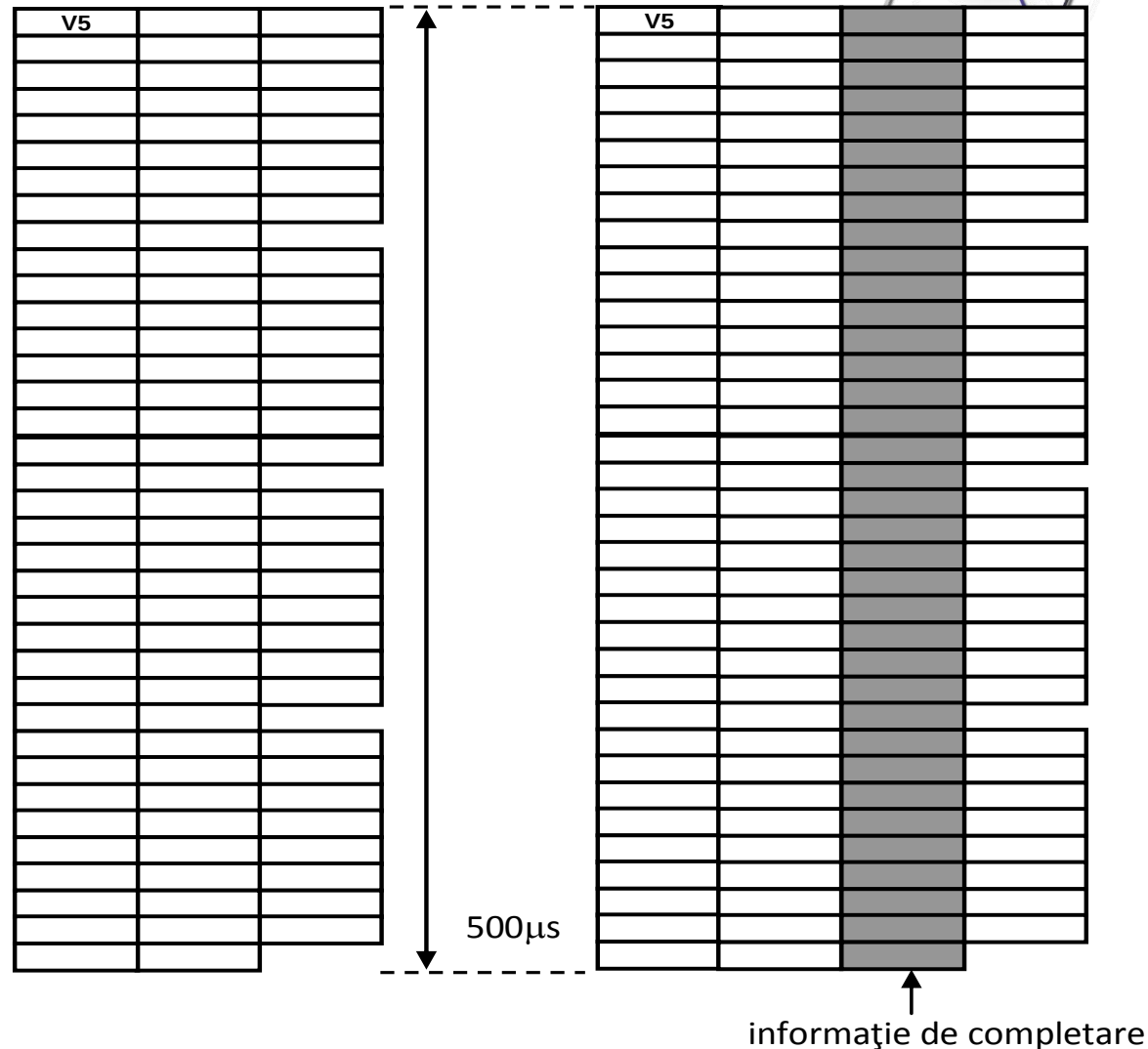


- **Maparea unui debit de 1,544Mbps în containere VC12;**
- Se poate realiza cu ajutorul următorului algoritm:
 - Se generează multicadrul VC11 format din 104 octeți;
 - Se ordonează acești octeți în 36 rânduri și 3 coloane, structură din care lipsește fiecare al nouălea octet al celei de a treia coloane;
 - cele 4 poziții lipsă sunt completate cu pointerul TU.
 - Structura obținută reprezintă 4 containere VC11 (9 rânduri×3coloane) înseriate care alcătuiesc multicadrul TU11;
 - Se inserează o coloană cu octeți de completare ficși (respectând o restricție de paritate pară) între coloanele 2 și 3 ale structurii;
 - în urma acestei operații se obține un grup de 4 containere VC12 (9 rânduri×4coloane) înseriate care formează un multicadru TU12.
 - în rețea, containerele VC12 generate astfel, nu se pot distinge de containerele VC12 normale, doar la recepție sunt refăcute containerele VC11 originale.

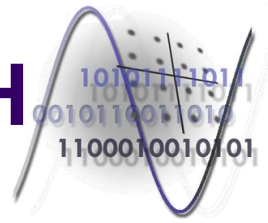
Maparea fluxurilor PDH în containerele SDH



- Maparea asincronă a
unul afluent plesiocron
cu rata de 1,544 Mbps
într-un multicadru TU12

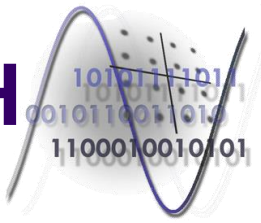


Modelul de referință SDH



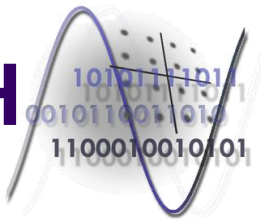
- Standardizarea unităților și a echipamentelor utilizate în implementarea ierarhiei digitale sincrone este necesară pentru asigurarea interoperabilității echipamentelor de la diferiți producători;
- Se poate realiza prin introducerea unui model de referință;
 - se specifică caracteristicile fizice ale interfeței (debite, nivele optice / electrice, impedanțe) și conținutul fiecărui octet sau chiar a fiecărui bit.
- Specificațiile se referă la următoarele aspecte:
 - structură cadre (containere, unități de afluent, unități administrative, cadre de transport);
 - identificare cadre;
 - aleatorizare date;
 - codare / decodare date (coduri de linie, coduri pentru protecție la erori);
 - proceduri de mapare a afluenților în structurile de date sincrone;
 - utilizarea canalelor de serviciu;
 - monitorizarea și controlul semnalelor;
 - managementul rețelei;
 - sincronizarea rețelei.

Modelul de referință SDH



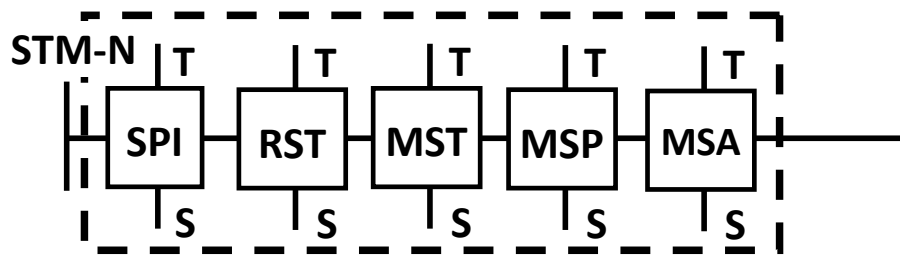
- Părțile esențiale ale procesării de semnale sunt definite ca și funcții;
 - Fiecare funcție este caracterizată de funcția propriu-zisă și puncte logice de referință prin care blocurile individuale comunică între ele;
 - punctele de referință nu sunt puncte de test sau de măsură și nu au echivalent fizic în multe situații;
 - interfețele externe sunt definite fizic, specificațiile referitoare la aceste interfețe au fost menținute cele de la sistemele PDH.
- Modelul de referință SDH compus din 16 funcții de bază;
 - Fiecare bloc funcțional are un punct de referință al tactului T și un punct de referință management S;
 - punctele de referință T comunică cu blocurile denumite SETS, iar punctele de referință S cu blocurile denumite SEMF.

Modelul de referință SDH



- Modelul de referință al echipamentelor SDH;

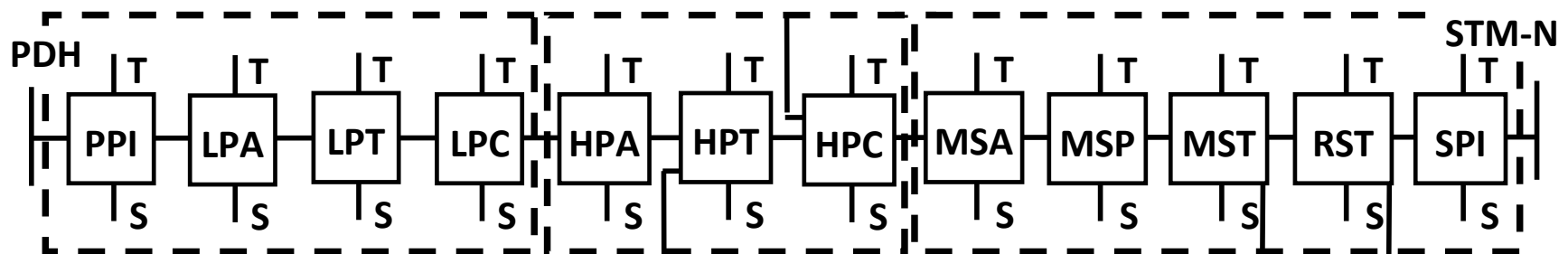
Funcțiile terminalului de transport



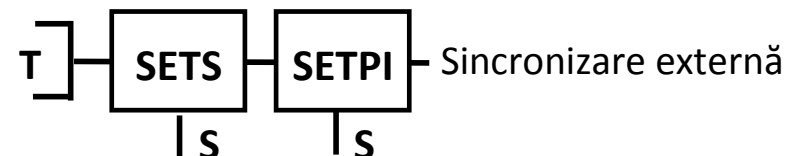
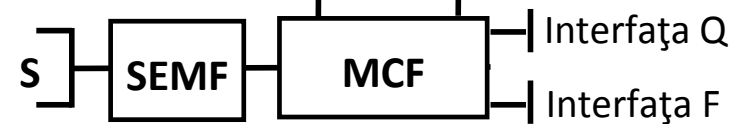
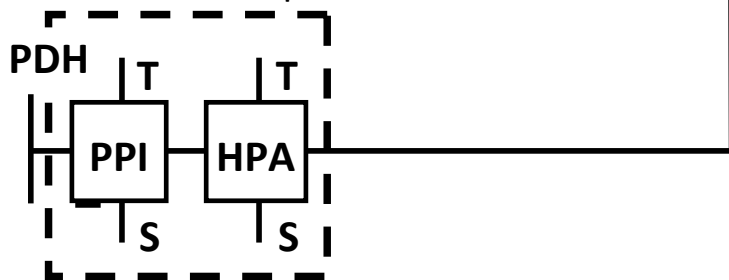
Căi de ordin inferior

Căi de ordin superior

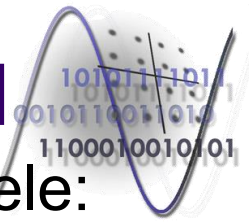
Funcțiile terminalului de transport



Căi de ordin superior

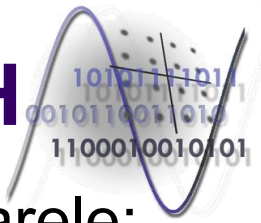


Modelul de referință SDH



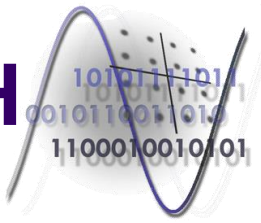
- Funcțiile asociate căilor de nivel inferior sunt următoarele:
 - PPI („PDH Physical Interface”);
 - reprezintă interfața pentru transferul informației către echipamente PDH;
 - sarcini:
 - izolare electrică, protecție la supratensiuni;
 - egalizare cablu, codare transmisie;
 - recuperare tact, monitorizare semnal de intrare.
 - LPA („Lower Order Path Adaptation”);
 - aceste funcții definesc modul de mapare a semnalelor plesiocrone în containere virtuale Cn (n=11, 12, 2, 3) și procedurile de dopare necesare.
 - LPT („Lower Order Path Termination”);
 - această funcție generează și evaluează „Path Overhead” container virtual VC.
 - LPC („Lower Order Path Connection”);
 - această funcție permite aranjarea flexibilă a containerelor VC11, VC12, VC2 și VC3 în VC4 sau VC11, VC12, VC2 în VC3 conform unei matrici de conexiuni.

Modelul de referință SDH



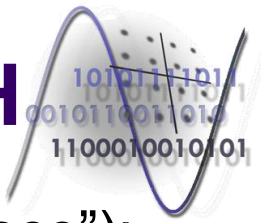
- Funcțiile asociate căilor de nivel superior sunt următoarele:
 - HPA („Higher Order Path Adaptation”);
 - se assemblează conținutul containerelor VC3 și VC4;
 - se generează și se modifică poantorii TU care stabilesc relația de fază între VCn (n=11, 12, 2, 3) și VCm (m=3, 4);
 - HPT („Higher Order Path Termination”);
 - se generează și se evaluează POH ai VCm (m = 3, 4).
 - HPC („Higher Order Path Connection”) ;
 - această funcție permite aranjarea flexibilă a containerelor VCm (m=3, 4) în cadrul STM-N.
- Funcțiile asociate terminalului de transport sunt următoarele:
 - MSA („Multiplex Section Adaptation”);
 - se generează și se modifică poantorii AU;
 - se generează grupurile AUG și cadrele STM-N fără SOH.

Modelul de referință SDH



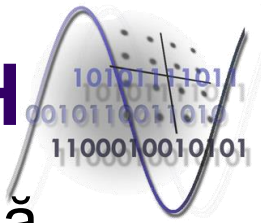
- MSP („Multiplex Section Protection”);
 - asigură posibilitatea comutării pe căile de protecție în caz de defect pe linie;
 - comunicația MSP cu stația de la recepție se realizează prin octeții K din SOH.
- MST („Multiplex Section Termination”);
 - generează și evaluează MSOH.
- RST („Regenerator Section Termination”);
 - generează și evaluează RSOH;
 - asigură aleatorizarea semnalului STM-N;
 - asigură alinierea de cadru și dezaleatorizarea la recepție.
- SPI („SDH Physical Interface”);
 - realizează conversia semnalului electric STM-N în semnal optic;
 - conversia inversă și recuperarea tactului se realizează la partea de recepție.
- SETS („Synchronous Equipment Timing Source”);
 - asigură semnalele de tact necesare elementelor de rețea (NE);
 - “Network Element ” – NE.
 - toate funcțiile enumerate primesc semnalul de tact prin interfeța T de la SETS.

Modelul de referință SDH



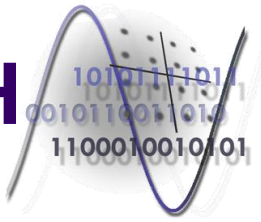
- SETPI („Synchronous Equipment Timing Physical Interface”);
 - repezită interfața între sursa de sincronizare externă și SETS.
- SEMF („Synchronous Equipment Management Function”);
 - datele de monitorizare (date legate de performanțe și date legate de funcționarea echipamentelor hard) se convertesc în mesaje trimise pe canalul DCC („Data Communication Channel”) din antetul cadrelor de transport la un sistem de management sau operare;
 - invers mesaje de la unitățile de management sunt convertite în semnale specifice hardware-ului utilizat;
 - conexiunile către blocurile funcționale individuale se realizează prin intermediul punctelor logice de referință S.
- MCF („Message Communication Function”);
 - acoperă toate sarcinile legate de transportul mesajelor TMN către sau de la sistemul de management.

Comutarea de protecție SDH



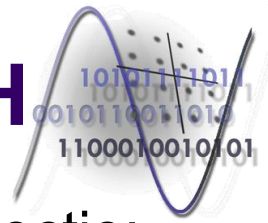
- Siguranța și întreținerea rețelei de transmisie sunt două aspecte importante care trebuie luate în considerare la instalarea multiplexoarelor SDH;
 - Redundanța joacă un rol important și trebuie asigurată atât la nivelul canalelor de transmisie cât și a modulelor de multiplexare;
 - dacă canalul de transmisie are întreruperi, traficul de date trebuie comutat pe un canal de protecție corespunzător (comutare de protecție – „protection switching”);
 - dacă un multiplexor se defectează sistemul trebuie să comute pe echipamentele de protecție disponibile („equipment protection”).
- Câteva definiții de bază legate de comutarea de protecție:
 - „single-ended operation”;
 - operare unidirecțională;
 - în cazul defecțiunii doar pe o direcție de transmisie, se acționează comutarea de protecție doar pe această direcție.

Comutarea de protecție SDH



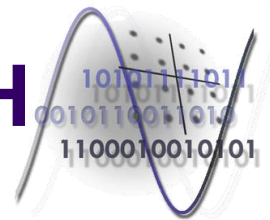
- „dual-ended operation”;
 - operare bidirecțională;
 - în cazul defecțiunii doar pe o direcție de transmisie, se acționează comutarea de protecție pe ambele direcții.
- „extra traffic”;
 - este un trafic suplimentar care se transmite pe canalele redundante și care se întrerupe dacă apar defecțiuni.
- „normal traffic”;
 - trafic transmis pe canalele de transmisie redundante.
- „revertime/non-revertime”;
 - este posibilă sau nu comutarea înapoi pe canalul original după eliminarea defectului.

Comutarea de protecție SDH



- Câteva din aspectele de bază legate de comutarea de protecție:
 - Monitorizare;
 - traficul trebuie monitorizat pentru detectarea imediată a defecțiunilor.
 - Comutatorul de protecție;
 - traficul trebuie comutat de comutatoare corespunzătoare.
 - Protocolul;
 - în comutarea de protecție un protocol este schimbat între multiplexoare;
 - acest protocol coordonează procesul de comutare de protecție.
 - Controlul;
 - comutarea de protecție trebuie să fie controlată în modul corespunzător;
 - defectele detectate trebuie semnalate prin alarme;
 - din motive de întreținere trebuie să fie posibilă comutarea pe canalele de rezervă chiar dacă nu apar defecte.

Comutarea de protecție SDH

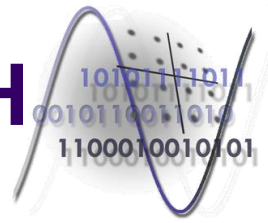


- Procedurile de comutare de protecție;

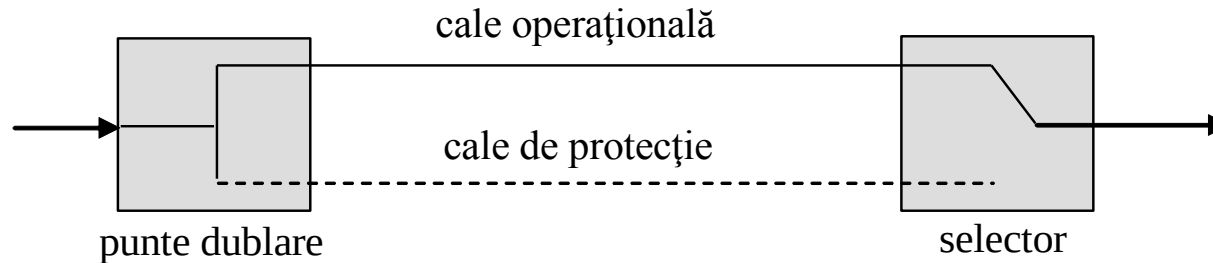
Denumire procedură	Tip operație	Transmisie protocol	Extra trafic
Protecție MS 1+1	Single-ended/dual-ended reverttime/non-revertime	Octeții K_1/K_2	Nu este posibil
Protecție MS 1+n	Single-ended/dual-ended reverttime/non-revertime	Octeții K_1/K_2	Posibil
Protecție inel MS partajat	Dual-ended reverttime/non-revertime	Octeții K_1/K_2	Posibil
Protecție inel MS dedicat	Single-ended/dual-ended reverttime/non-revertime	Octeții K_1/K_2	Posibil
Protecție cale/subrețea	Single-ended/dual-ended reverttime/non-revertime	Nu este necesar	Nu este posibil
	Dual-ended reverttime/non-revertime	Octeții K_3/K_4	Nu este posibil

- Protecția MS 1+1 (MS – „Multiplex Section”);
 - Traficul este dublat și trimis pe două linii;
 - receptorul selectează unul din linii.
 - Nu este posibil trafic suplimentar în acest caz.

Comutarea de protecție SDH

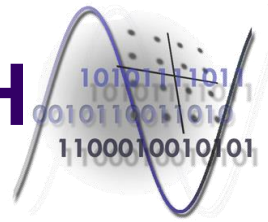


- Procedura de protecție MS 1+1;

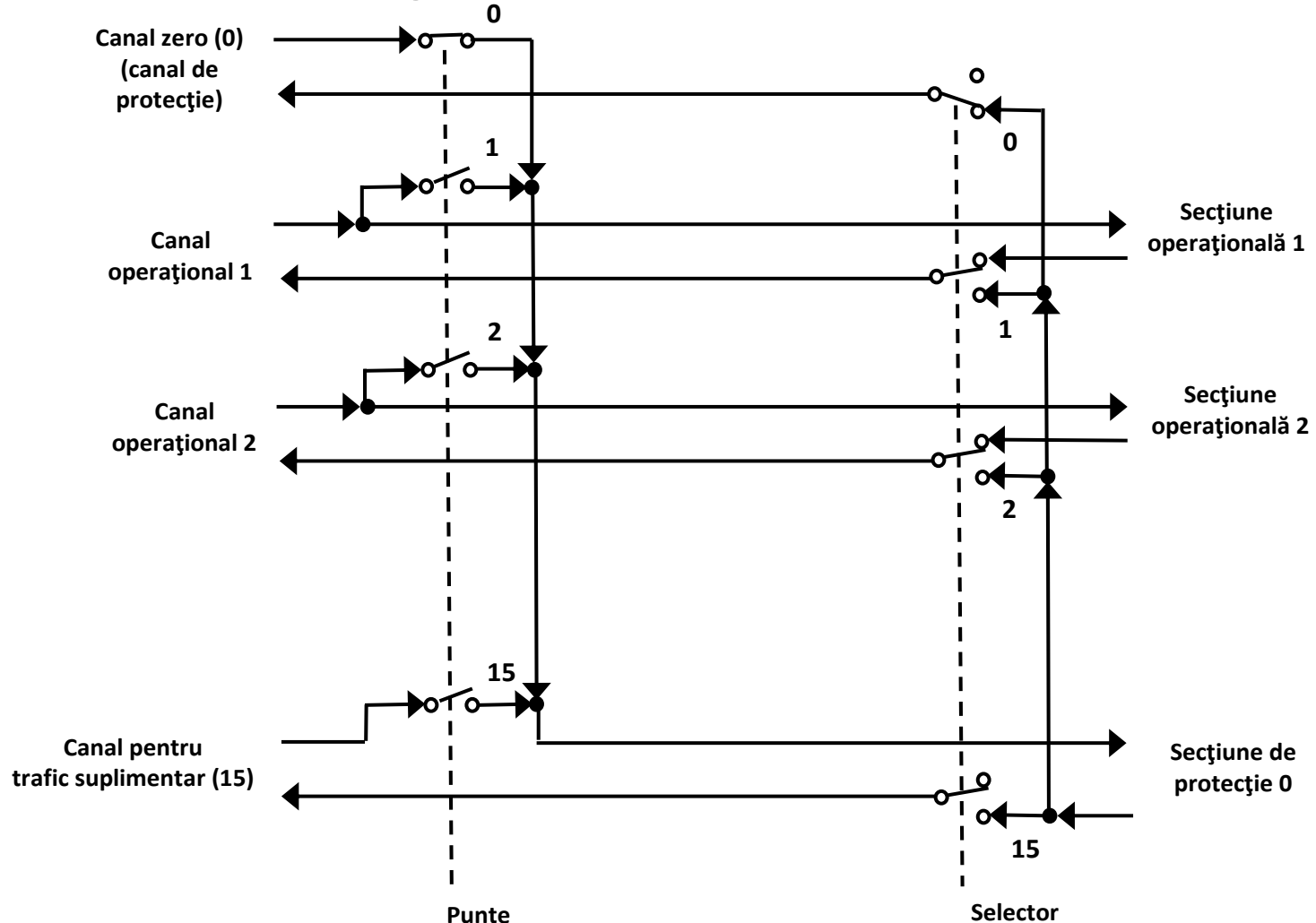


- Protecția MS 1:n;
 - Un număr de n canale operaționale ($n=1, \dots, 14$, de regulă) partajează aceeași secțiune de protecție;
 - Comutatoarele de protecție de la emisie și recepție trebuie să opereze în același mod, dar în ordine opusă;
 - În acest caz este posibilă transmiterea unui trafic suplimentar.

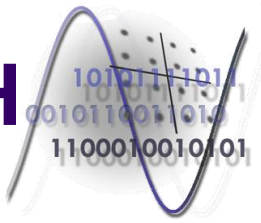
Comutarea de protecție SDH



- Procedura de protecție MS 1:n;

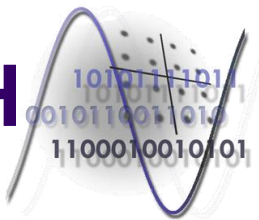


Comutarea de protecție SDH

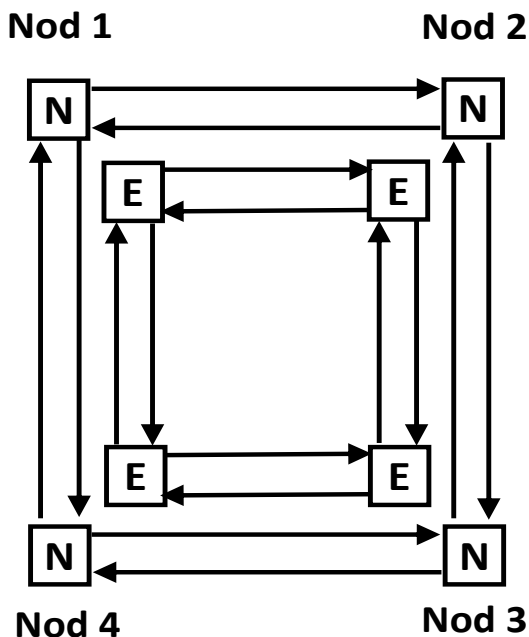


- Inelul de protecție MS partajat;
 - Se poate implementa pe o topologie formată din două sau patru fibre;
 - Conexiunile sunt stabilite în ambele direcții, utilizând același segment de inel;
 - avantajul constă în capacitatea de transmisie ridicată.
 - Inelul de protecție poate fi utilizat pentru trafic suplimentar, iar în cazul unei defecțiuni multiplexoarele de rezervă comută pe trafic normal;
 - În cazul inelului format din patru fibre există două nivele de comutare de protecție:
 - în prima fază sistemul încearcă să protejeze fiecare secțiune prin protecția proprie MS 1+1;
 - dacă defecțiunea nu se poate elimina astfel, se formează bucle noi utilizând al doilea inel dublu.

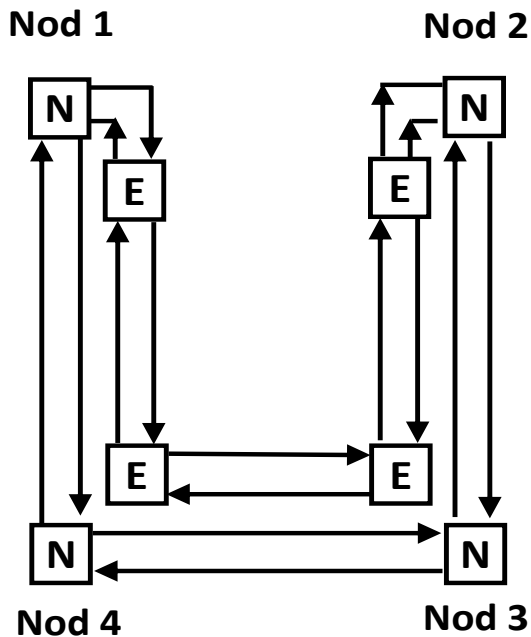
Comutarea de protecție SDH



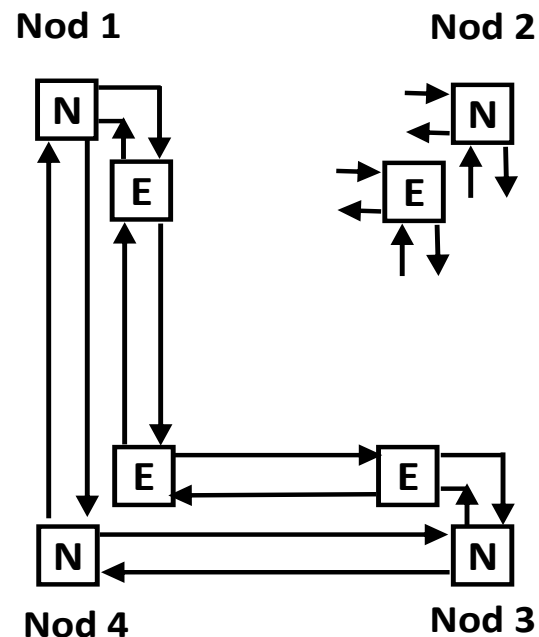
- Procedura de protecție “inel de protecție MS partajat”;



Lipsă defect



Defect pe secțiunea
dintre nodurile 1 și 2



Defect în nodul 2

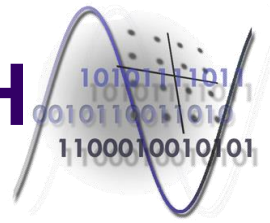


Comutator Add/Drop pentru trafic normal



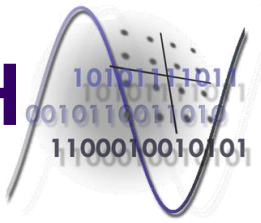
Comutator Add/Drop pentru trafic suplimentar

Comutarea de protecție SDH

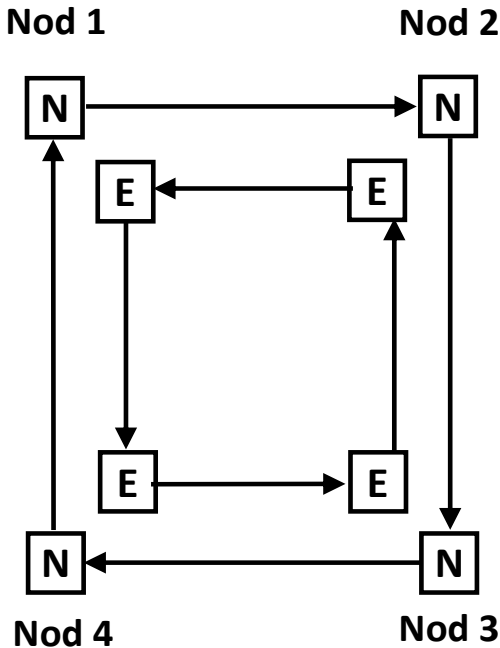


- Inel de protecție MS dedicat;
 - Consta din două fibre:
 - o fibră este utilizată pentru trafic normal;
 - cealaltă fibră rămâne liberă sau se poate utiliza pentru trafic suplimentar;
 - Fiecare conexiune ocupă doar un singur inel;
 - În cazul unei defecțiuni, multiplexoarele adiacente comută traficul normal pe inelul de protecție;
 - operația de comutare de protecție este numai „dual-ended” în acest caz.

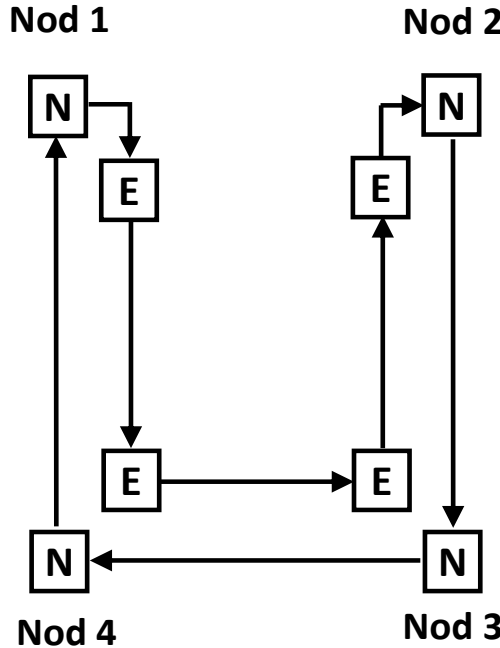
Comutarea de protecție SDH



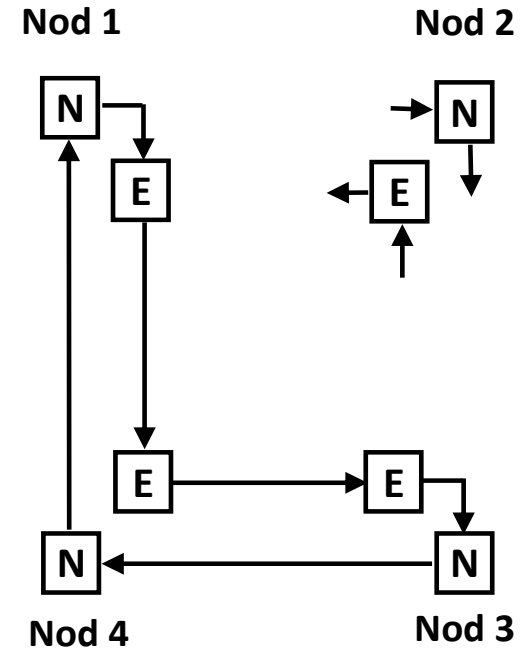
- Procedura de protecție “inel de protecție MS dedicat”;



Lipsă defect



Defect pe secțiunea
dintre nodurile 1 și 2



Defect în nodul 2

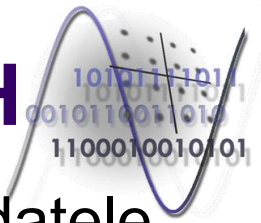


Comutator Add/Drop pentru trafic normal



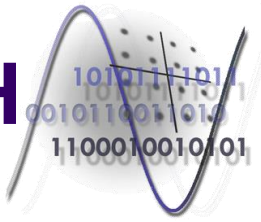
Comutator Add/Drop pentru trafic suplimentar

Comutarea de protecție SDH



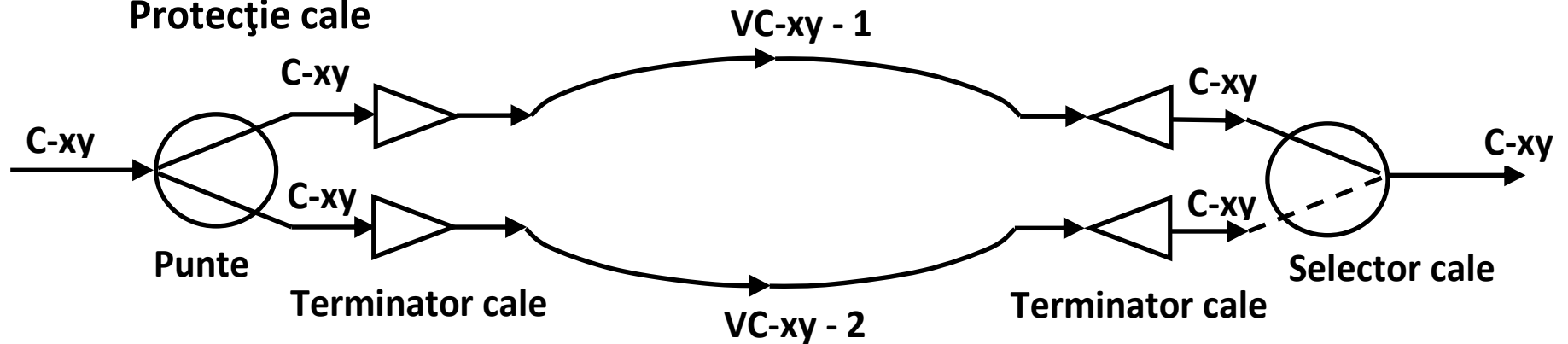
- Procedura de protecție de cale / subrețea protejează datele utile prin dublare și asamblare în containere virtuale transmise prin două interfețe și două căi de transmisie separate;
 - Receptorul monitorizează ambele containere virtuale și selectează unul dintre ele pe baza criteriilor legate de calitatea transmisiei și a serviciilor asigurate;
- Sunt disponibile următoarele variante ale acestei protecții:
 - Protecție cale;
 - datele utile sunt dublate la nivelul containerelor virtuale și sunt trimise două containere pe două căi separate.
 - Protecție subrețea;
 - se generează doar un singur container virtual, care se trimite de două ori pe căi separate;
 - de regulă nu se face distincție între cele două variante de protecții.

Comutarea de protecție SDH

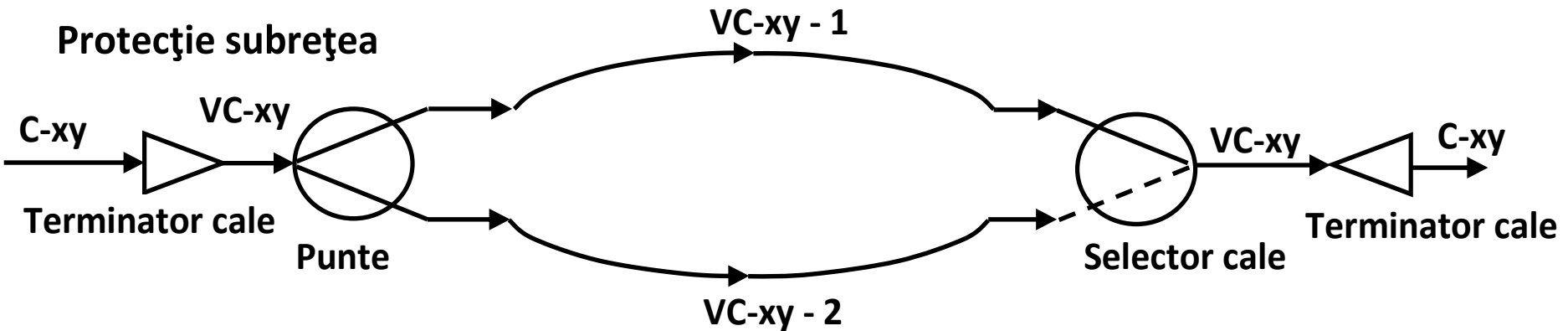


- Proceduri de protecție cale și de protecție subrețea;

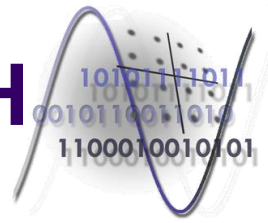
Protecție cale



Protecție subrețea

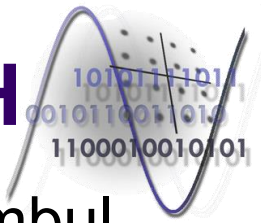


Comutarea de protecție SDH



- Avantajele protecției de cale / subrețea:
 - Complexitate tehnică redusă;
 - Posibilitatea aplicării în orice topologie de rețea;
 - Flexibilitate privind selecția căi de protecție.
- Dezavantajele protecției de cale / subrețea:
 - Complexitate constructivă ridicată;
 - este necesar un număr mare de comutatoare;
 - Nu este posibil trafic suplimentar;
 - Traficul ce trebuie protejat trebuie transmis totdeauna redundant.

Comutarea de protecție SDH



- Controlul comutării de protecție este realizat prin schimbul unui protocol între multiplexoare;
 - Sunt necesare canale dedicate pentru transmiterea acestor protocoale;
 - octeții K_1 și K_2 din SOH sunt utilizați pentru protocoalele ce asigură protecțiile MS;
 - pentru protecțiile de cale / subrețea este necesar un protocol separat pentru fiecare container virtual;
 - acest protocol se poate transmite prin octeții K_3 și K_4 din POH.