

# Curs 13 Strategia de multiplexare SDH/SONET

## Elementele multiplexului SDH/SONET

- Containerul C – reprezintă o structură bloc cu dimensiuni impuse ce conține numai date recepționate de la un afluent, adică 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.
- Containerelor 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 ;
- 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 și pentru a identifica conținutul containerului ; POH nu este modificat pe durata transmisiei.
  - Containerelor de ordin superior (C3 și C4) au POH format dintr-o coloană de 9 octeți.
  - Containerelor de ordin inferior (C11, C12 și C2) au POH format din 4 octeți distribuiți pe 4 containere succesive, un container dat conținând un singur octet POH.

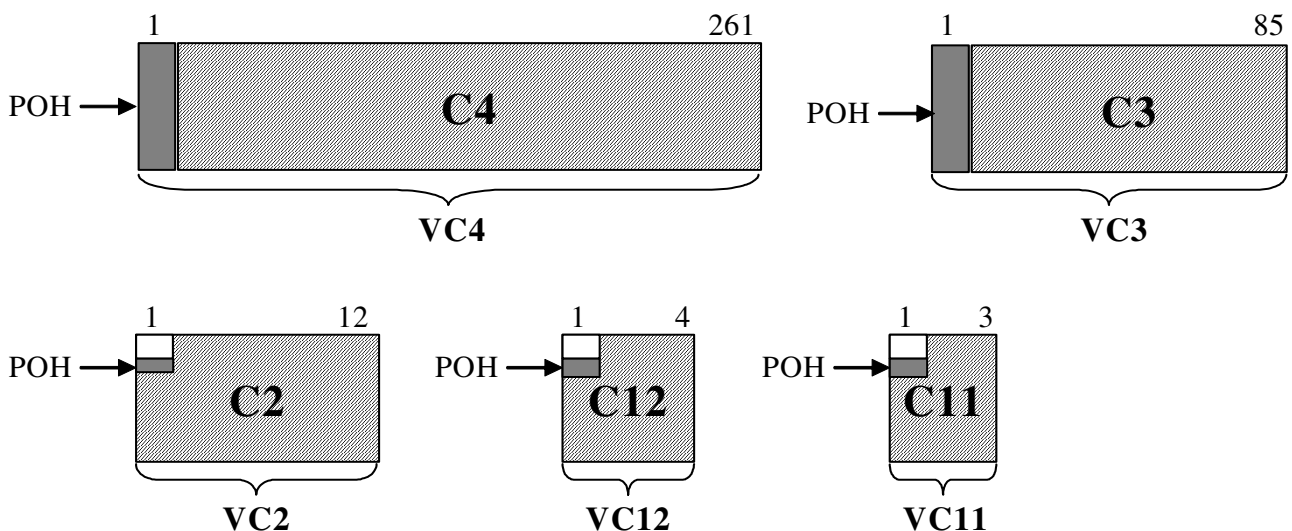


Fig. 1 Structura containerelor și a containerelor virtuale utilizate în sistemul de transmisie – multiplexare SDH

- Unități administrative AU (Administrative Units) – aceste unități se obțin din containerele virtuale VC-3 și VC-4 prin adăugarea la aceste structuri a unor poantori care stabilesc relația dintre punctul de referință STM-1 și începutul containerelor virtuale VC-3 respectiv VC-4.
  - Poantorul AU3 este format din trei octeți, iar 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.
- Unități de afluent TU (Tributary Unit) – aceste unități se formează din containerele virtuale VC11, VC12, VC2 și VC3 prin adăugarea unor poantori.
  - În unitățile TU11, TU12 și TU2 este loc doar 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.
  - În unitatea TU3 obținută dintr-un container VC3 se utilizează un poantor pe 3 octeți.

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

Tab. 1 Parametrii unităților de afluent din sistemul de transmisie - multiplexare SDH

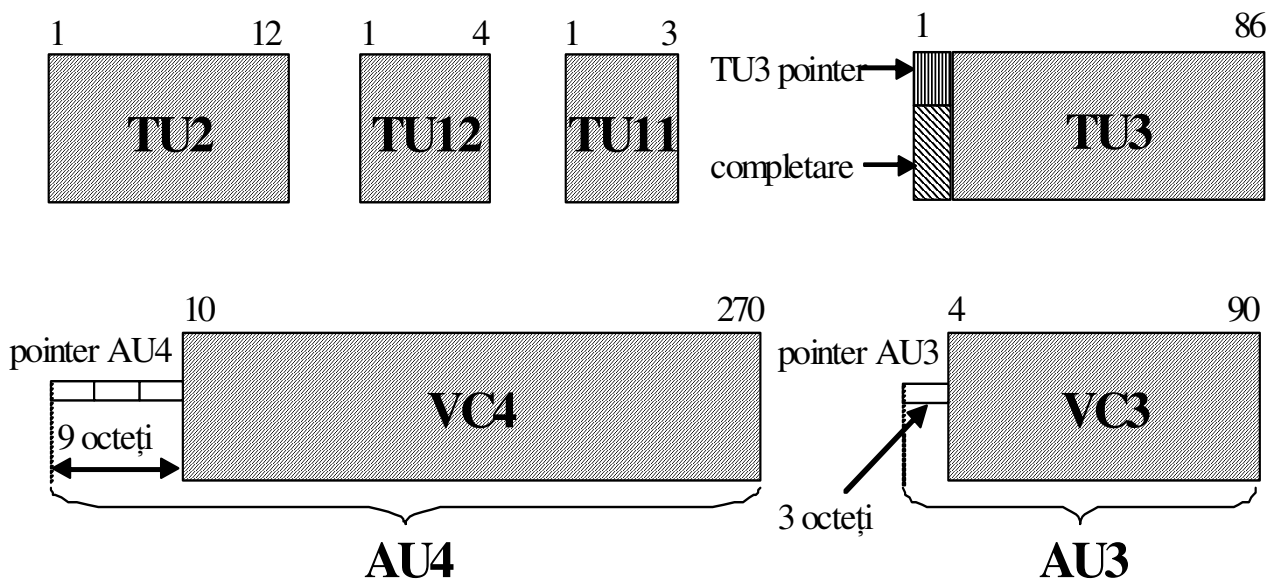


Fig. 2 Structura unităților administrative și a unităților de afluent utilizate în sistemul de transmisie – multiplexare SDH

○ 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) fază identică.
- Generarea unităților TUG se realizează prin simpla multiplexare coloană cu coloană a unităților TU, fără nici o ajustare de fază, adică de poziție.
- Există două astfel de tipuri 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. Reprezintă o structură formată din 261 coloane, 9 rânduri plus 9 octeți poantori în rândul 4

**Observație:** structurile matriciale descrise se alcătuiesc doar în multiplexoare, transmisia pe linie fiind una serială.

### Structuri bloc utilizate în cazul sistemului SONET

○ SPE - SONET Payload Envelope - format din “payload”, o structură matricială cu dimensiunile 9 linii × 86 coloane și POH format dintr-o coloană cu 9 linii - este o structură echivalentă cu containerul virtual VC3 din cazul SDH.

- 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

Tab. 2 Parametrii unităților de afluent din sistemul de transmisie - multiplexare 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 poantorul sunt distribuiți pe patru unități VT succesive.
- Grup de unități de afluent VTG -Virtual Tributary Group – structură matricială formată din 9 linii și 12 coloane care poate 4 unități VT1.5, 3 unități VT2, două unități VT3 și o unitate VT6.

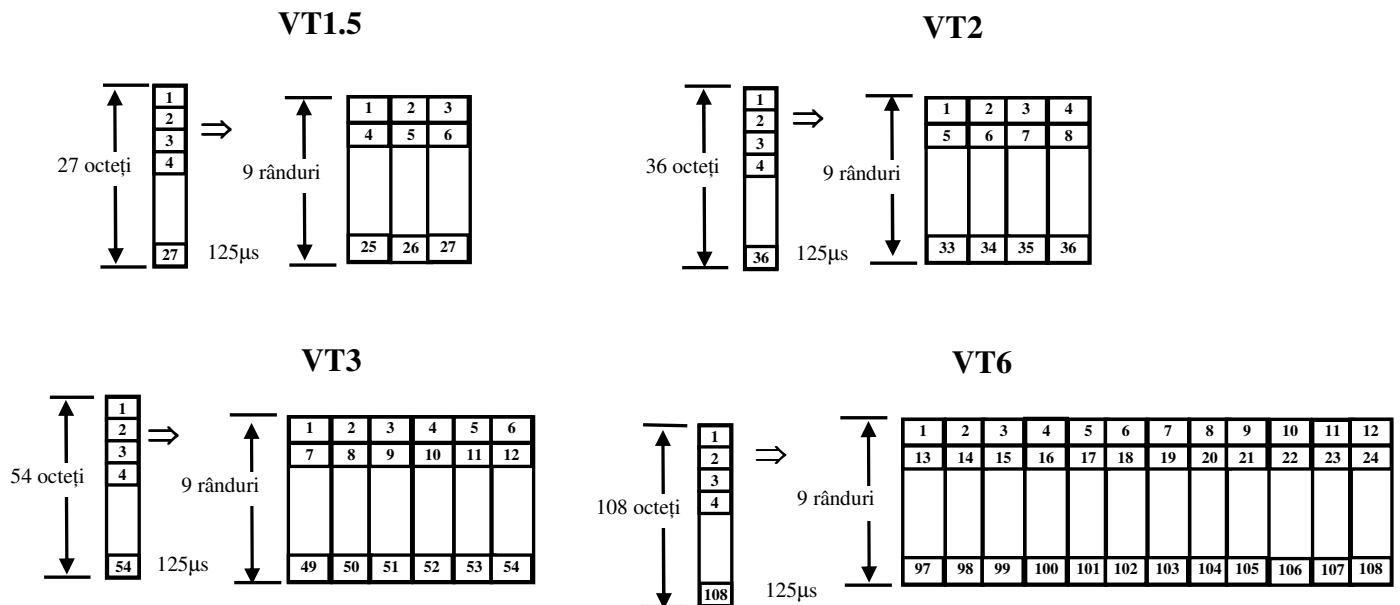


Fig. 3 Structura unităților de afluent utilizate în sistemul de transmisie – multiplexare SONET

### Schema de multiplexare sincronă SDH/SONET

- 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 și în final multiplexarea mai multor cadre de bază într-un cadru de transport de ordin superior;

## Multiplexarea în sistemul SDH

- o schema de multiplexare SDH pentru fluxuri de date plesiocrone.

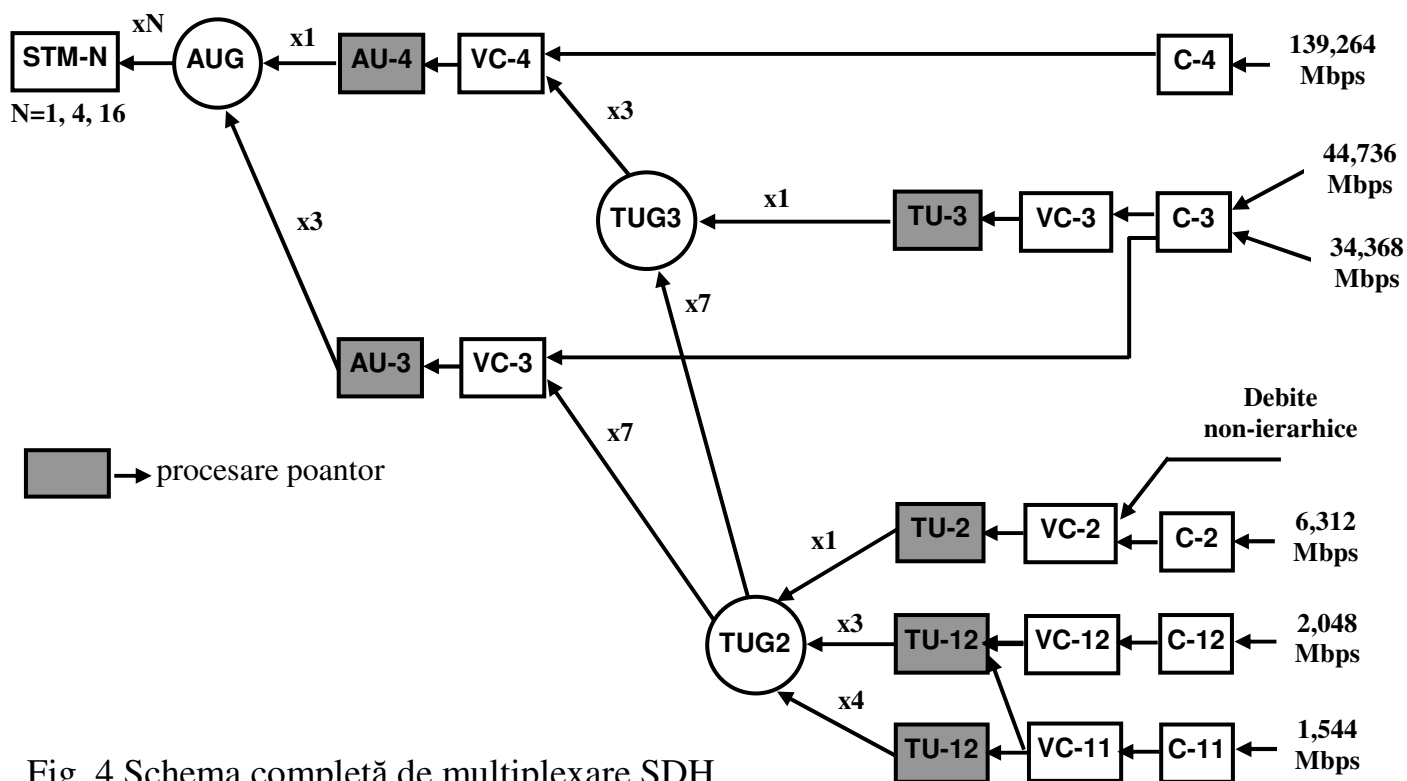


Fig. 4 Schema completă de multiplexare SDH

- o Multiplexarea containerului C4 în cadrul STM-N.

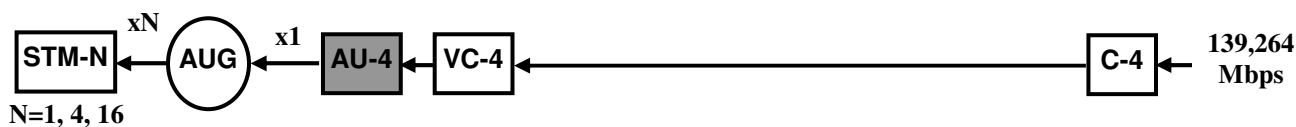


Fig. 5 Multiplexarea containerului C4 în cadrul STM-N

- 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 ce 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.

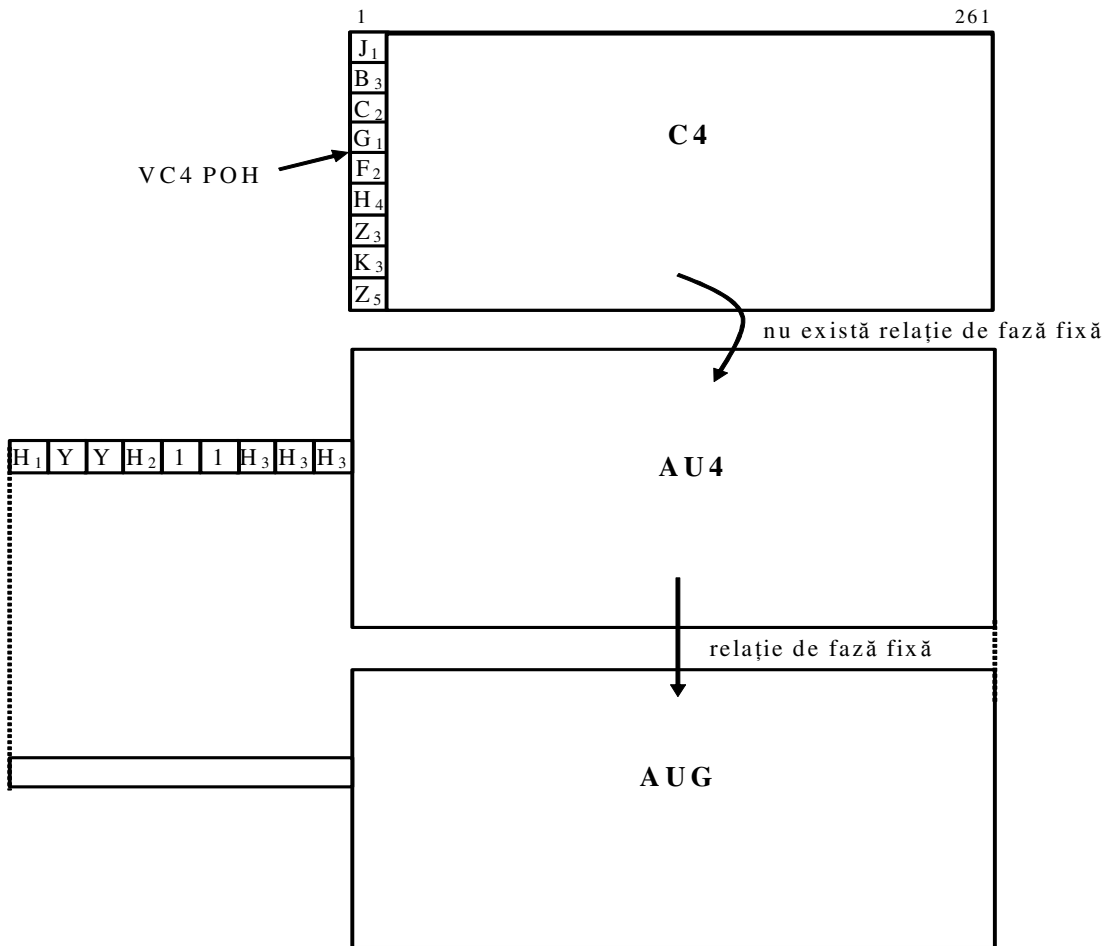


Fig. 6 Multiplexarea unui container C4 într-o unitate AUG. Ajustările de fază legate de această operație și alcătuirea poantorului AUG

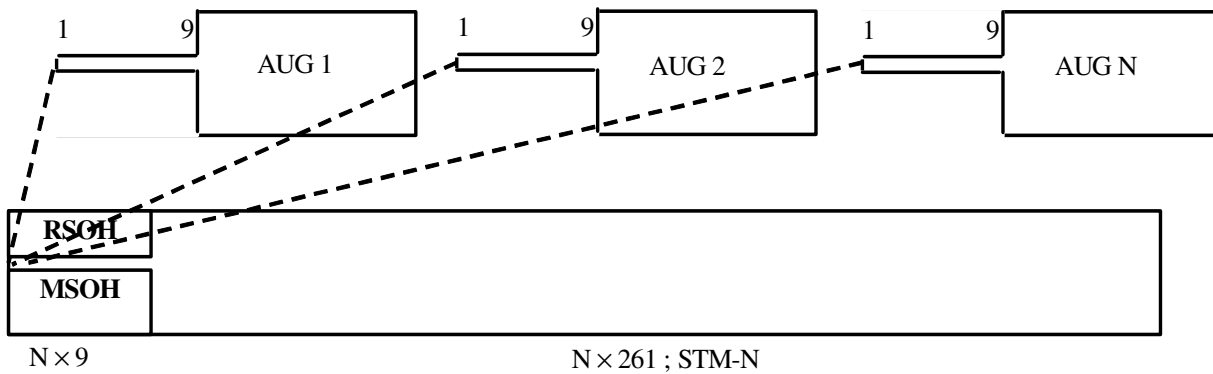


Fig. 7 Multiplexarea unităților AUG într-un cadru de transport STM-N

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

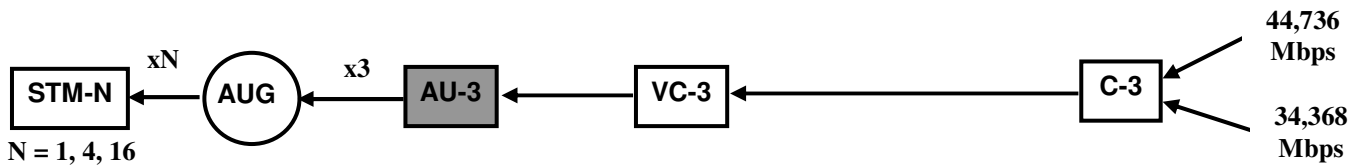


Fig. 8 Multiplexarea containerului C3 în cadrul STM-N

- Containerelor VC3 se transformă în unități AU3 prin adăugarea poantorului AU3 format din trei octeți, poantor care stabilește poziția (faza) fiecărui VC3 în cadrul STM-1.
- Unitățile AU3 au aceeași fază fixă față de începutul cadrului STM-1.
- Structura AUG se obține prin multiplexarea a trei AU3 octet cu octet.
- Unitatea AUG generată se poate mapa direct într-un cadru STM-1, sau se pot multiplexa N unități AUG octet cu octet într-un cadru STM-N, neavând nici o importanță dacă AUG conține AU3 sau AU4.

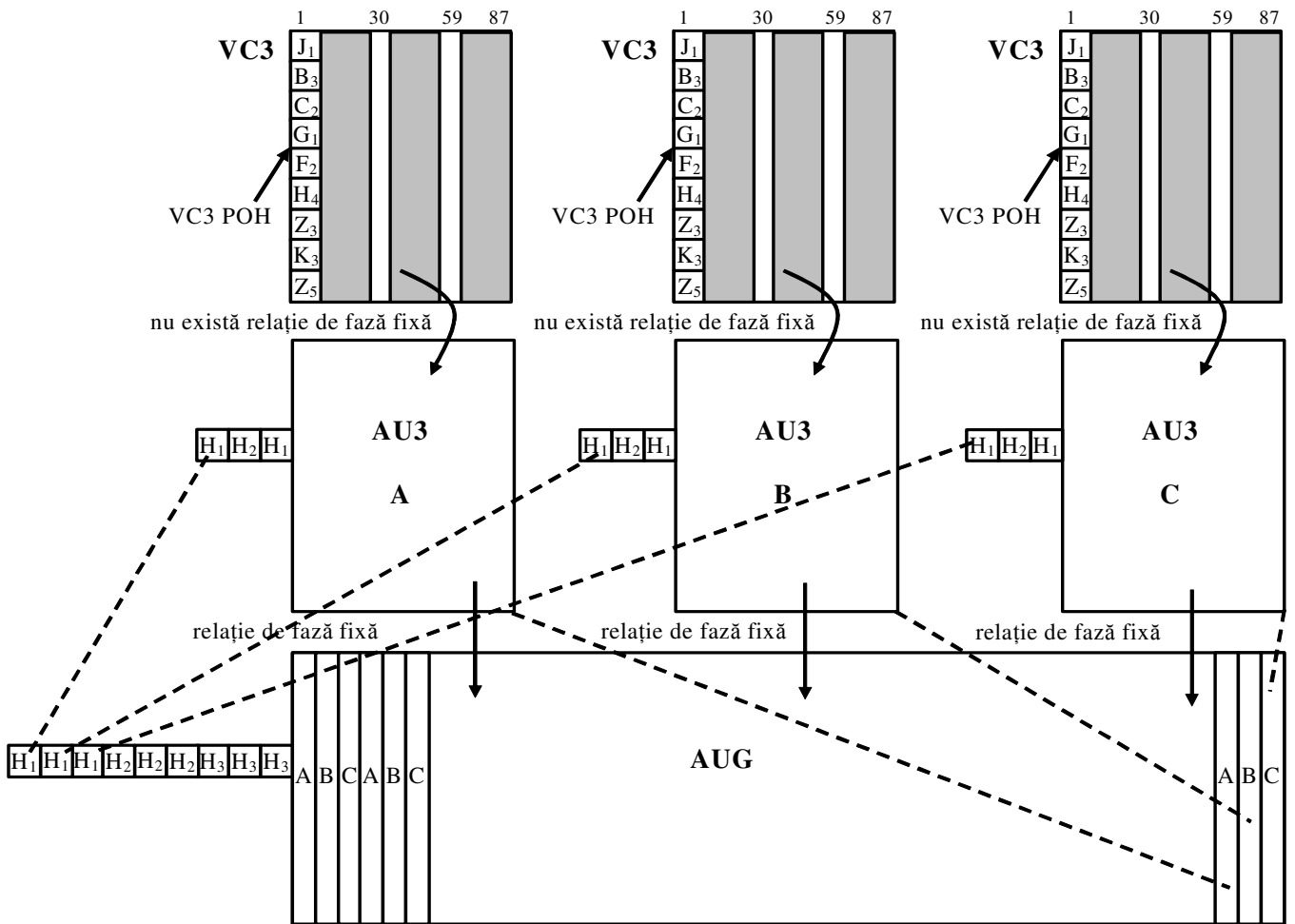


Fig. 9 Detalii legate de multiplexarea containerelor C3 în unitățile AUG

- Multiplexarea indirectă a containerului C3 în cadrul STM-N. Schema de multiplexare pentru această situație este dată în figura 8.28.

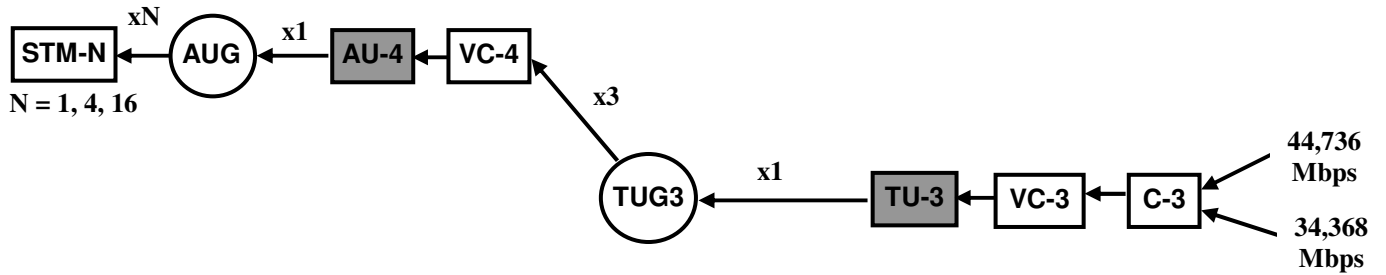


Fig. 10 Multiplexarea indirectă a containerului C3 în cadrul de transport STM-N

- Semnalul 34,368Mbps (sau 44.736Mbps) este asamblat în containerul C3 → apoi se generează containerul virtual VC3 (format din 9 linii și 85 de coloane) prin adăugarea POH → asociind lui VC3 un poantor se generează unitatea de afluent TU3 (86 de coloane și 9 rânduri) → 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 având o poziție fixă față de VC4.
- Poziția containerului VC3 în unitatea TUG3 este stabilită de poantorul TU3 ce include 3 octeți.

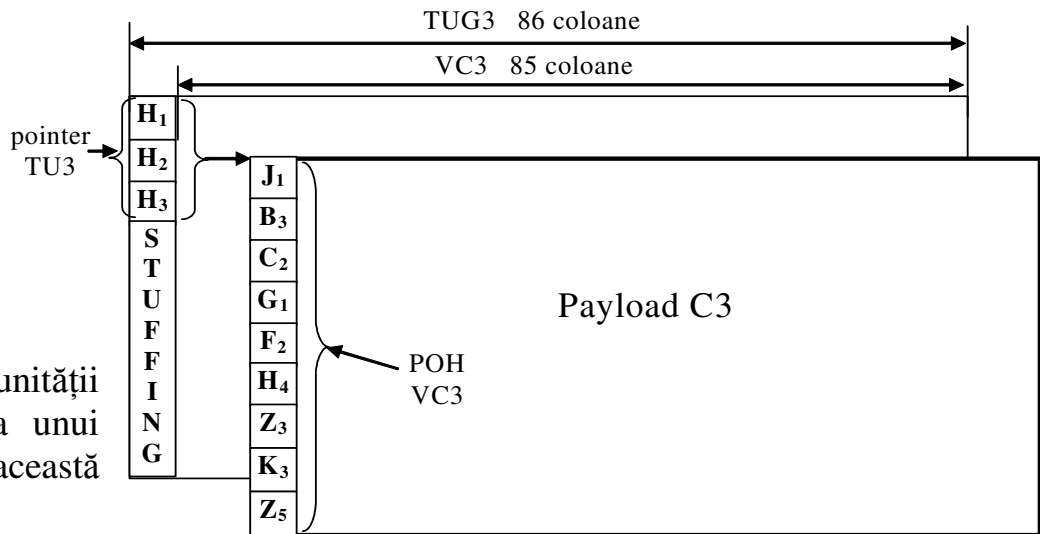


Fig. 11 Structura unității TUG și inserarea unui container C3 în această unitate

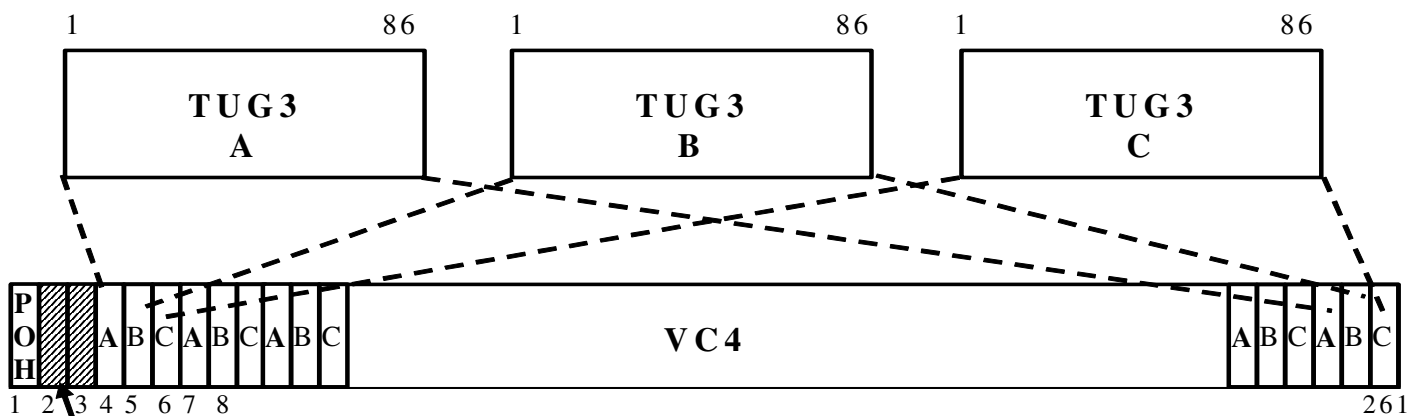


Fig. 12 Multiplexarea unităților TUG3 într-un container VC-4



- Multiplexarea containerelor C11, C12 și C2 în unitatea TUG2.

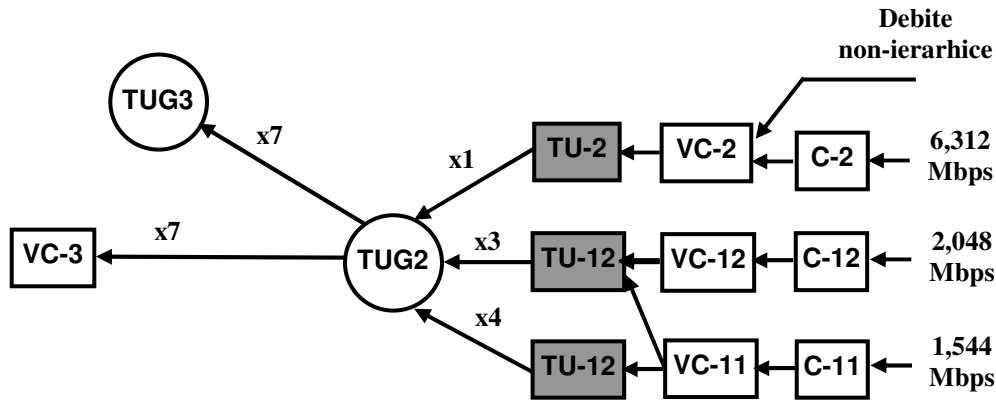


Fig. 13 Multiplexarea containerelor C11, C12 și C2 în unitatea TUG2

- 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 poanturilor (atât POH cât și poantorul se întind pe patru unități TU, fiecare unitate având doar câte un singur octet pentru POH și poantor) → 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 aceasta.

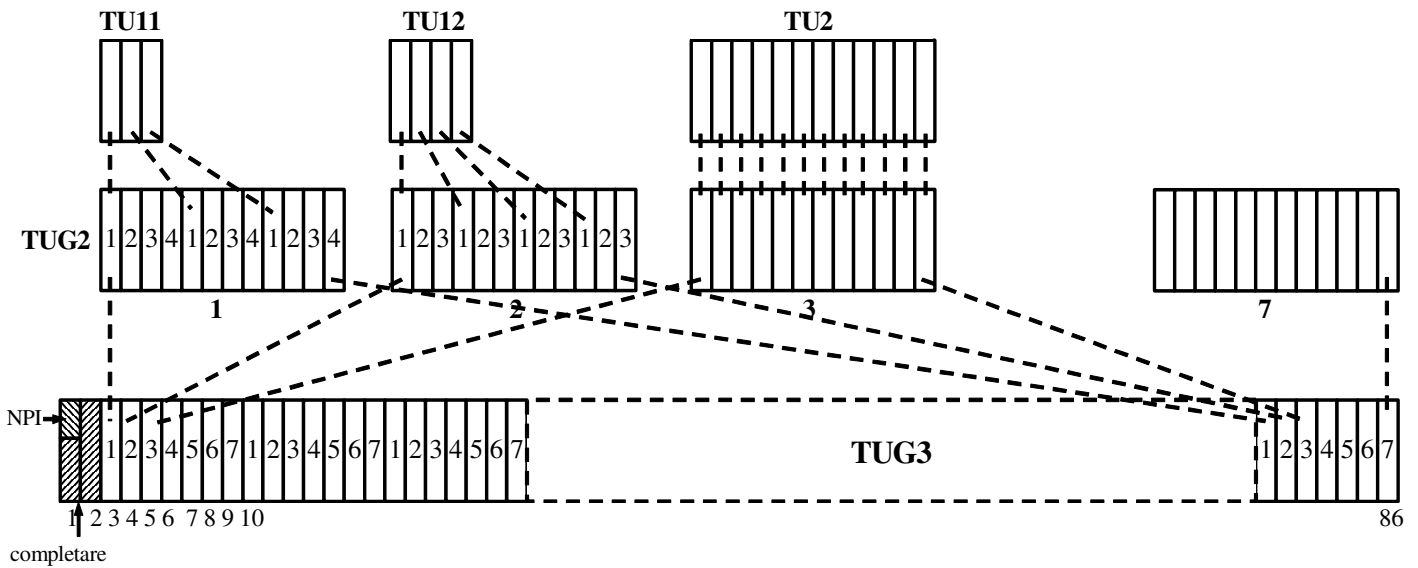


Fig. 14 Multiplexarea unităților de afluent TU în unitățile de grupuri de afluent TUG2 și apoi în unitatea TUG3

- Multiplexarea grupelor de unități de afluent TUG2 în grupe de unități de afluent TUG3 (fig. 14).

- O unitate TUG3 se poate forma prin multiplexarea a șapte unități TUG2 octet cu octet.
- În prima coloană a unității TUG3 sunt rezervate poziții pentru poantorul TU3 - deoarece este o relație de fază fixă între TUG2 și TUG3 nu mai este necesar acest poantor și această poziție este ocupată de un indicator de poantor zero (NPI – Null Pointer Indicator).

- Multiplexarea grupelor de unități de afluent TUG2 în containere VC3 (fig. 15)
  - 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, în coloana 1 fiind ocupat de POH al containerului VC3.

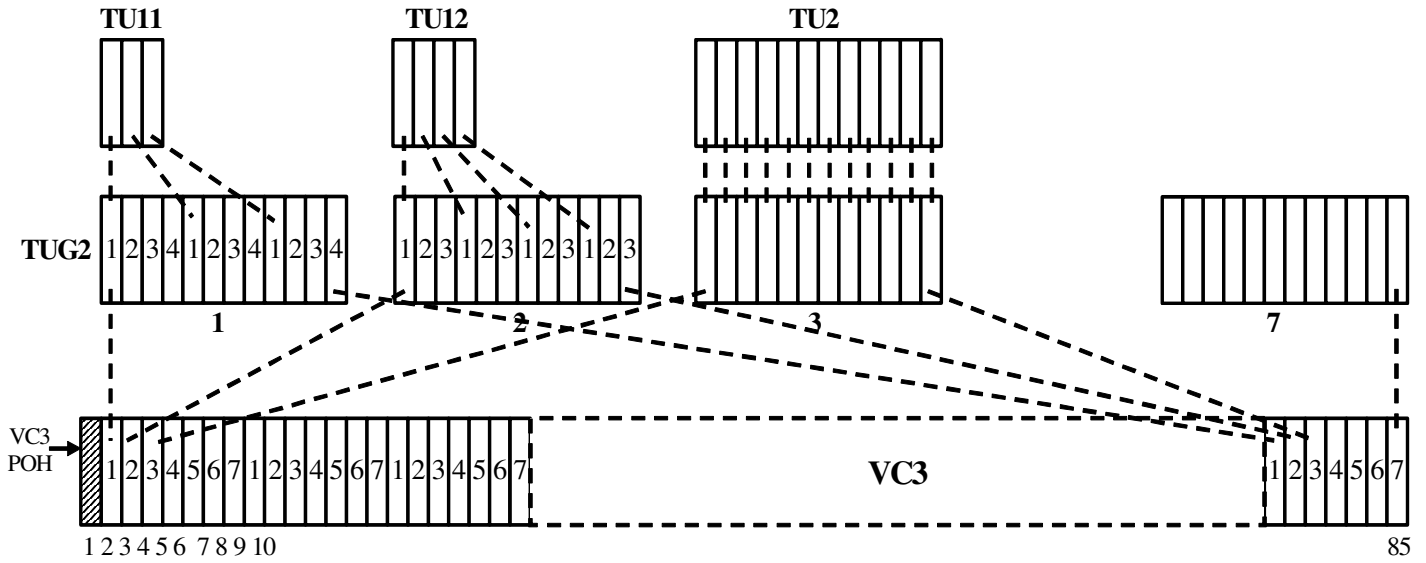


Fig. 15 Multiplexarea unităților de afluent TU în unitățile de grupuri de afluent TUG2 și apoi într-un container C3

### EXEMPLE

1. multiplexarea unui flux de 140Mbps într-un cadru STM-1.
2. multiplexarea unor fluxuri de 2,048Mbps într-un cadru STM-1.

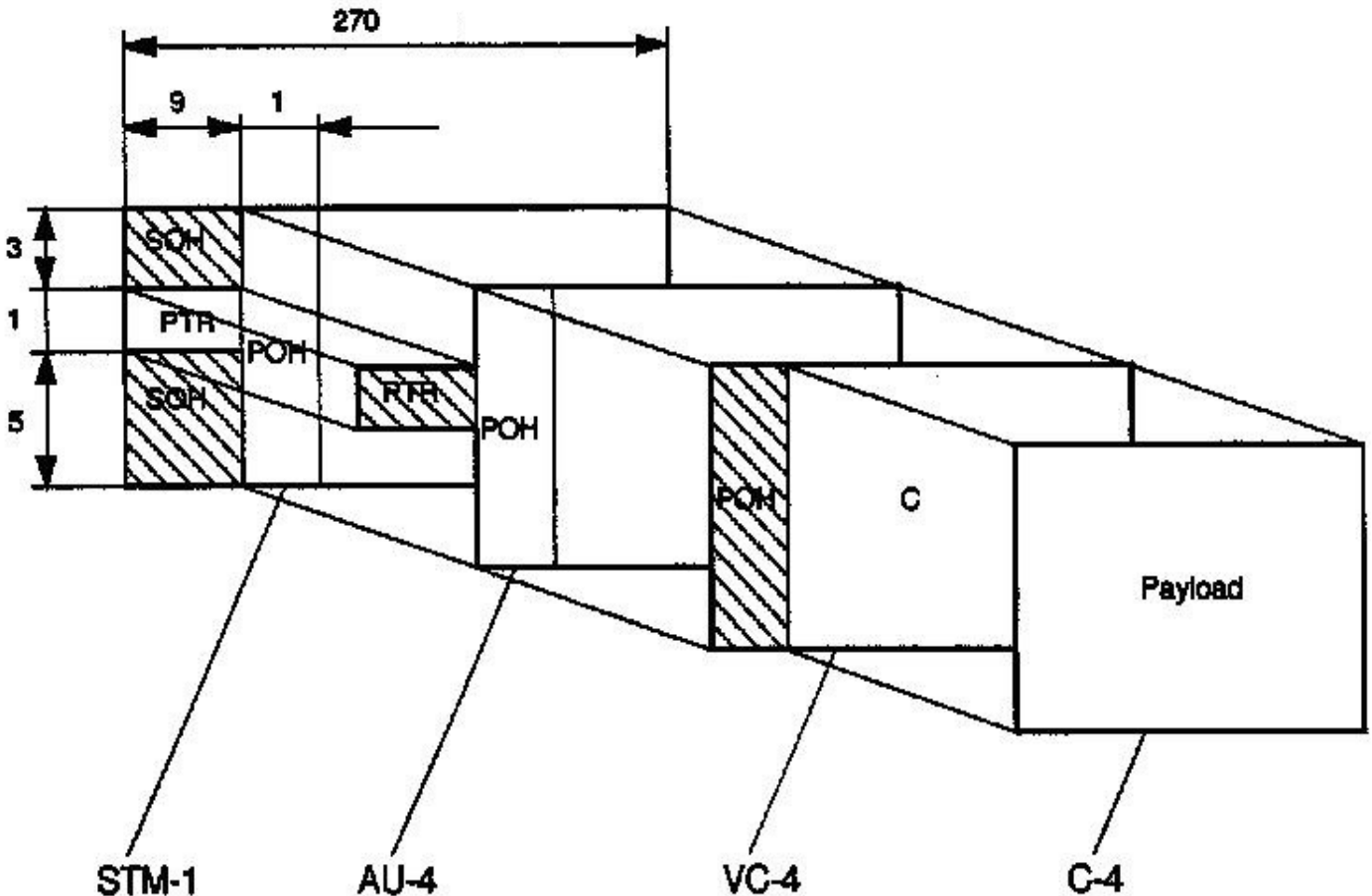


Fig. 16 Multiplexarea unui afluent plesiocron de 140Mbps într-un cadru de transport STM-1



## Multiplexarea în sistemul SONET

- schema de multiplexare SONET, pentru fluxuri de date plesiocrone

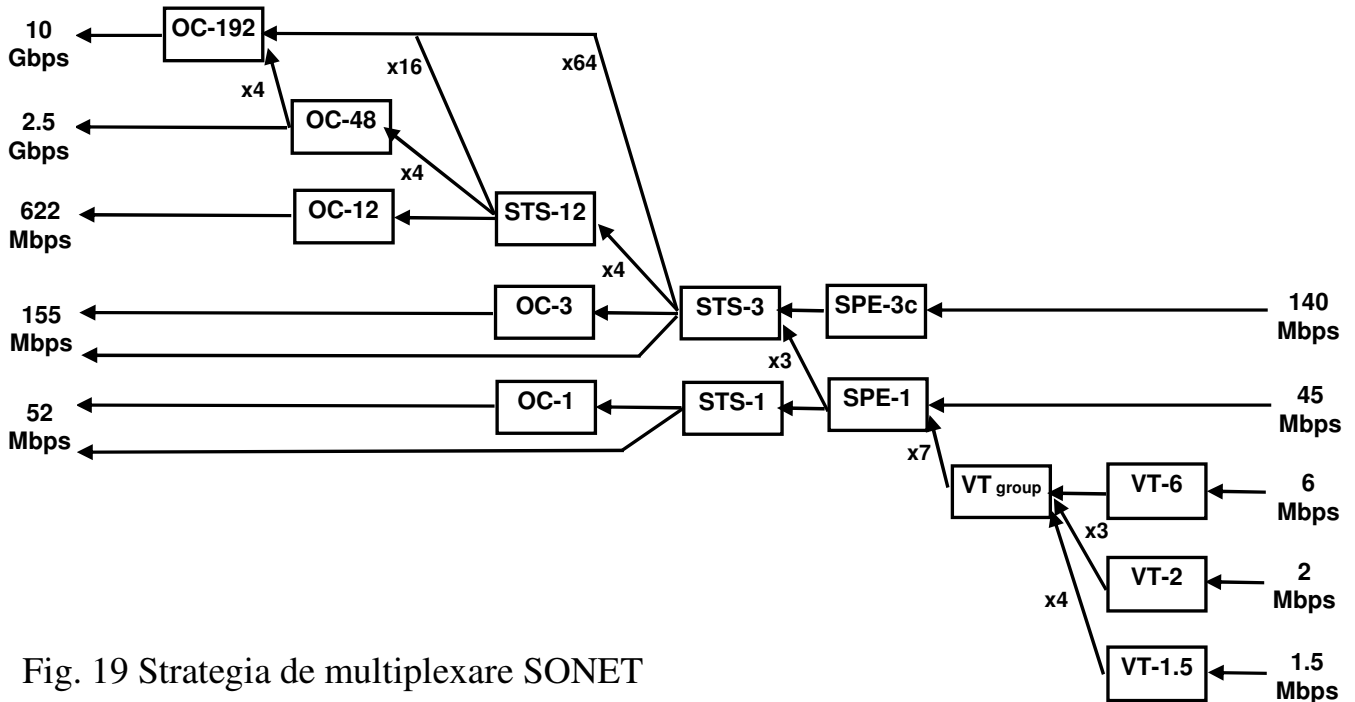


Fig. 19 Strategia de multiplexare SONET

- 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.
- Inserarea unui flux de 45Mbps ce cuprinde nivelului trei PDH (European + American) se poate insera direct în unitatea SPE, iar 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 fiind transmise pe purtătoare optică, iar unitățile STS pe unitate electrică.

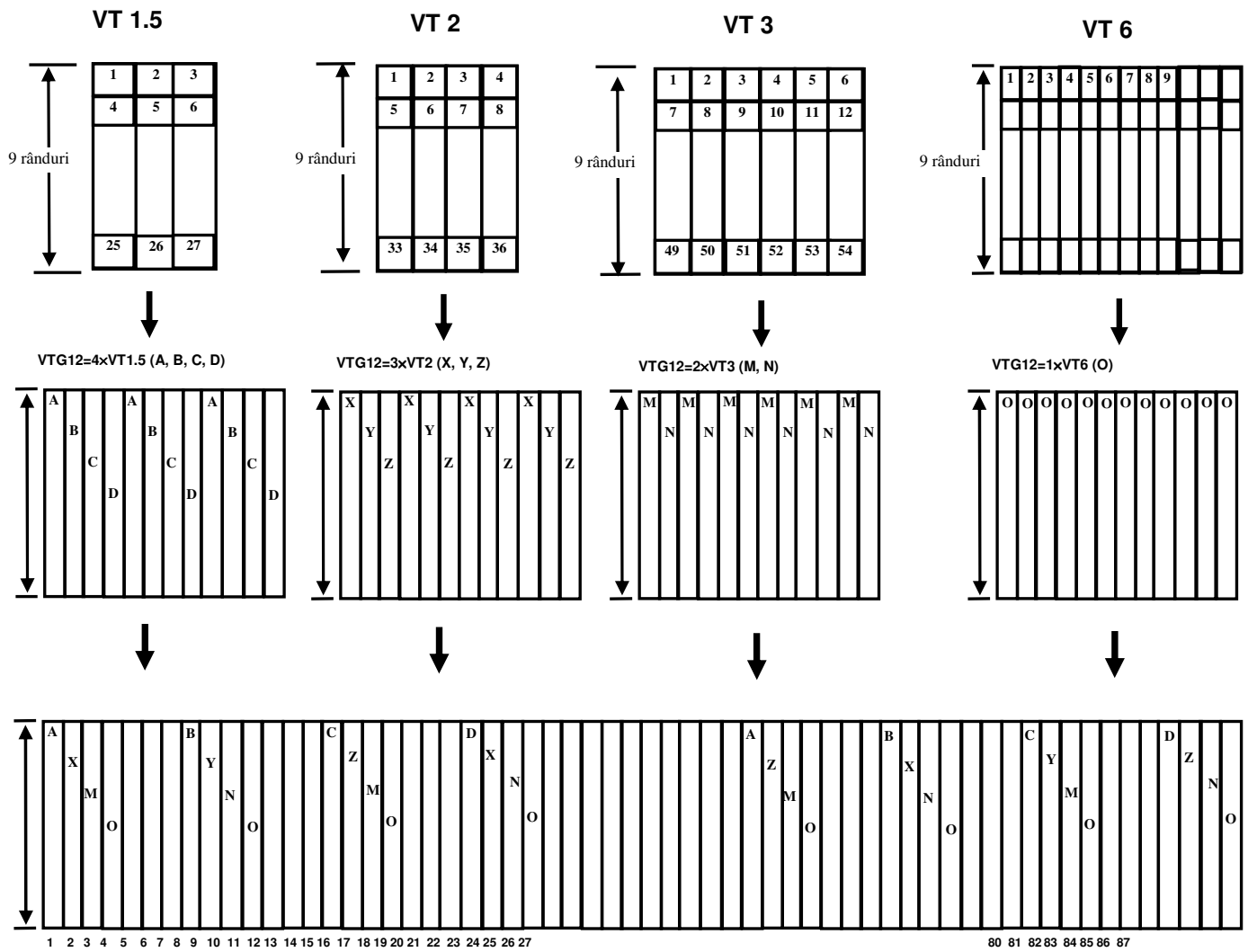


Fig. 20 Alcătuirea grupurilor de unități de afluent VTG în cazul ierarhiei SONET

# Curs 14 Informația de „overhead” utilizată pentru controlul transmiterii informației în rețelele sincrone SDH/SONET

## Secțiunile SDH/SONET. Monitorizarea erorilor

- Sunt două secțiuni care caracterizează transmisia cadrelor de transport SDH/SONET, și anume: secțiunea regenerator – localizată între două regeneratoare consecutive – și secțiunea multiplexor – localizată între două multiplexoare consecutive.
- Informațiile de management și de control necesare pentru transmisia pe aceste secțiuni sunt incluse în „section overhead”, SOH, asociat cadrului de transport.
  - SOH este divizat în două grupe și anume: RSOH – „Regenerator Section Overhead” – și MSOH – „Multiplex Section Overhead”.
- Spre deosebire de sistemele PDH, regeneratoarele sistemelor sincrone controlează calitatea transmisiei și defectele de pe linie, informația necesară pentru aceste operații fiind inclusă în RSOH – este procesat în fiecare regenerator.
  - Informația inclusă în MSOH este procesată numai în multiplexoare, această informație fiind transmisă nealterată prin regeneratoare.

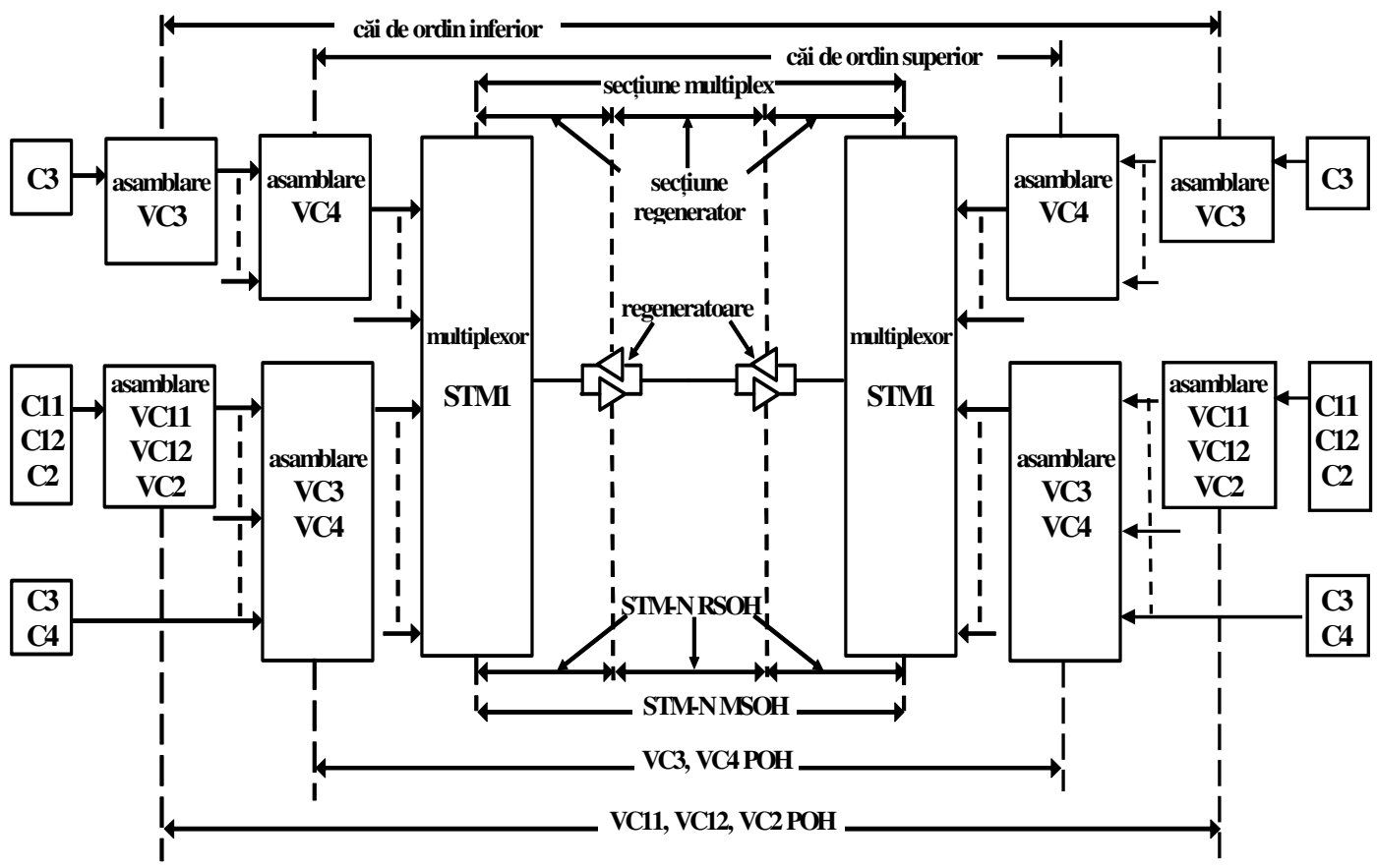


Fig. 1 Secțiuni asociate transmisiei / multiplexării SDH

- Secțiunile prezentate sunt componente ale căilor de transmisie ale containerelor, căi delimitate de punctele de generare și de destinație ale containerelor.
- Informația necesară pentru managementul și controlul transmisiei pe aceste căi este inclus în structura „path overhead”, POH, a containerelor.

- Există căi de ordin inferior și superior, diferențele dintre aceste căi fiind debitele asociate acestor structuri și modul de inserare a acestor unități în cadrele de transport – vezi fig. 1
  - În cazul sistemului SONET căile de ordin inferior sunt asociate unităților VT1.5, VT2, VT3 și VT6, iar căile de ordin superior sunt asociate unității SPE.
- Controlul calității transmisiei pe secțiunile SDH/SONET este realizată prin monitorizarea erorii de bit utilizând metoda BIP-X („Bit Interleaved Parity-X”).
- Metoda constă în adunarea biților dintr-un cadru de transport de la un anumit nivel ierarhic sau container din X în X poziții (vezi figura 2), adunare în urma căruia rezultă o structură de detecție a erorilor transmisiei;
  - Este vorba practic de o metodă de tip paritate (pară), iar valoarea lui X poate fi 2, 8 sau 24; rezultatul obținut este transmis în „overhead-ul” următorului cadru sau container la receptor unde BIP-X este recalculat.
  - Este posibil să se identifice un număr maxim de X erori; X este 2 pentru containerele de ordin inferior, este 8 pentru containerele de ordin superior și pentru RSOH și este 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 tot înainte de scrambler.

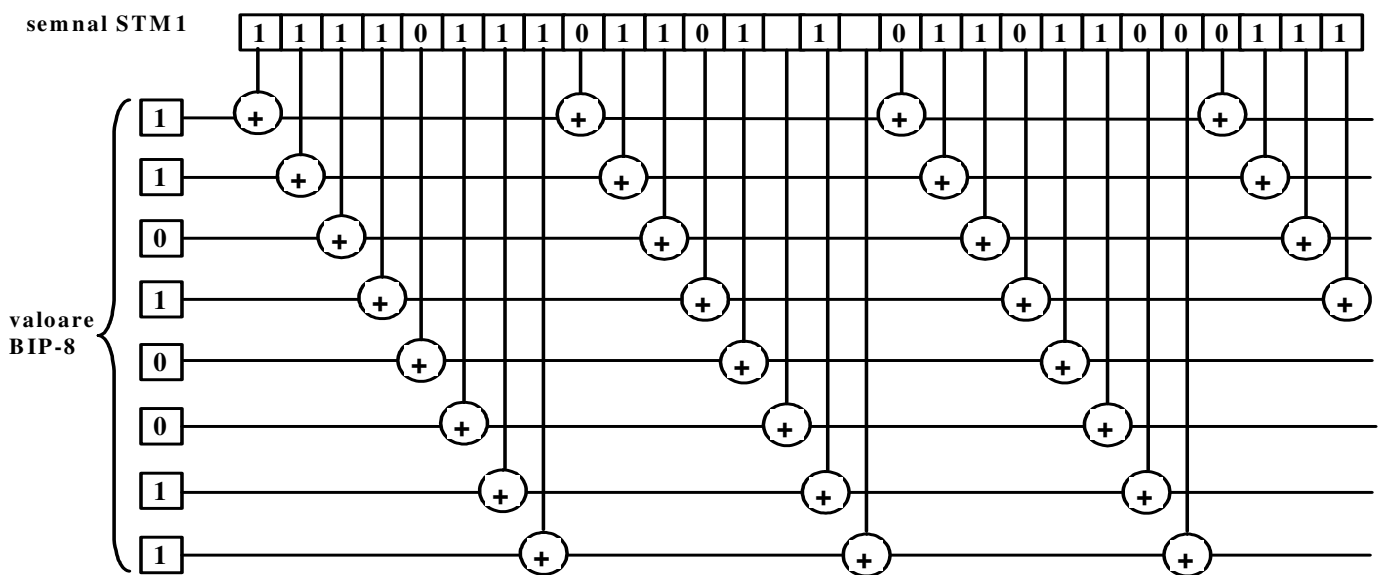


Fig. 2 Algoritm de calcul BIP-8

### Informația de „Overhead” asociată cadrelor de transport SDH/SONET

- „Section Overhead” (SOH) împreună cu datele utile („payload”) formează cadrul STM-N al sistemului SDH; structura include informații necesare pentru sincronizare de cadru, operații de întreținere, monitorizarea erorilor și pentru alte funcții.
- Este compus dintr-un bloc format din 9 rânduri și N\*9 coloane (N=1,4,16); SOH este compus din „Regenerator Section Overhead” (RSOH) – format din rândurile 1 - 3 și procesat în regeneratoare – și „Multiplex Section Overhead” (MSOH) – format din rândurile 5 - 9 și procesat în multiplexoare; între aceste structuri, în rândul 4 este plasat pointerul AU.

○ Structura octeților din „Regenerator Section Overhead” (RSOH):

- $A_1, A_2$  – semnal de aliniere cadru  $A_1=1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0$  ;  $A_2=0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0$ .
- $C_1$  – 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.
- $D_1, D_2, D_3$  – 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.

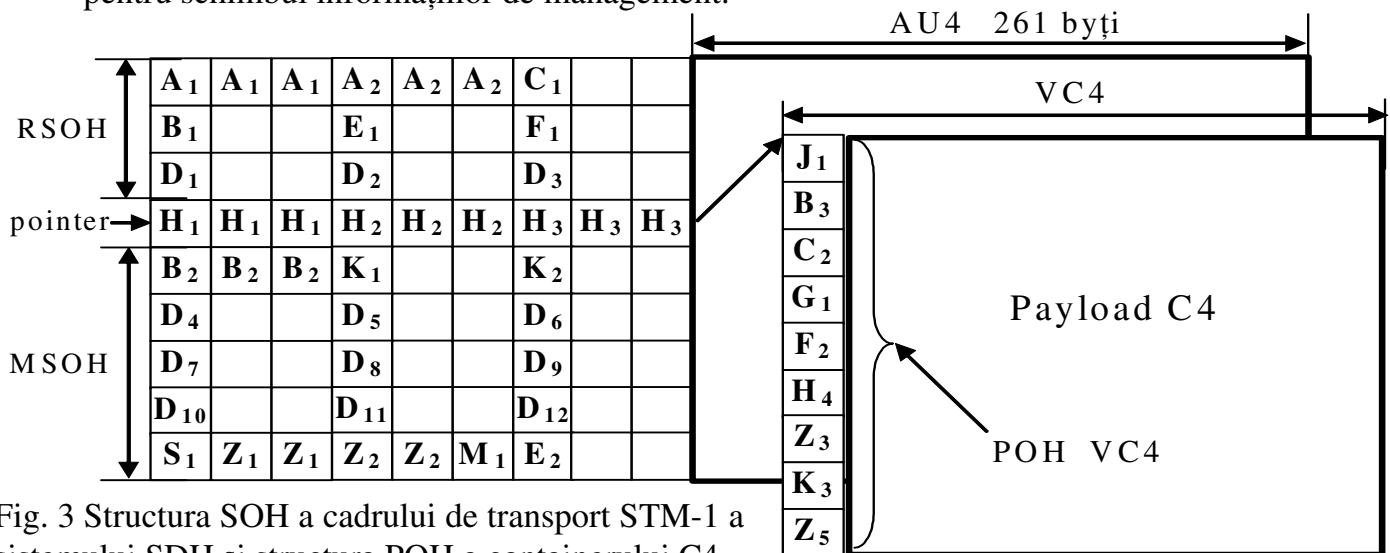


Fig. 3 Structura SOH a cadrului de transport STM-1 a sistemului SDH și structura POH a containerului C4.

○ Structura octeților din „Multiplex Section Overhead” (MSOH):

- $B_2$  – 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 și 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 (1+1, 1:n). Biții 3, 7 și 8 ai lui  $K_2$  nu sunt rezervați pentru aplicații ulterioare.
- $D_4...D_{12}$  – canal de comunicații de date DCC. Acești 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 utilizate în unitate.
- $Z_1, Z_2$  –  $N*4$  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.



- „Transport Overhead” (SOH) împreună cu datele utile (SPE) formează un cadru STS-1 al sistemului SONET.
- Dimensiunea „overhead-ului” este de trei ori mai mică decât dimensiunea SOH a sistemului SDH.
- Diferențele esențiale constau în faptul că pointerul are numai 3 byți, monitorizarea erorilor în MSOH (numit „Line Overhead”) este realizat cu ajutorul unui singur byte, semnalul de sincronizare de cadru este compus numai din 2 byți și lipsesc câțiva din octeții rezervați din SOH STM-1.

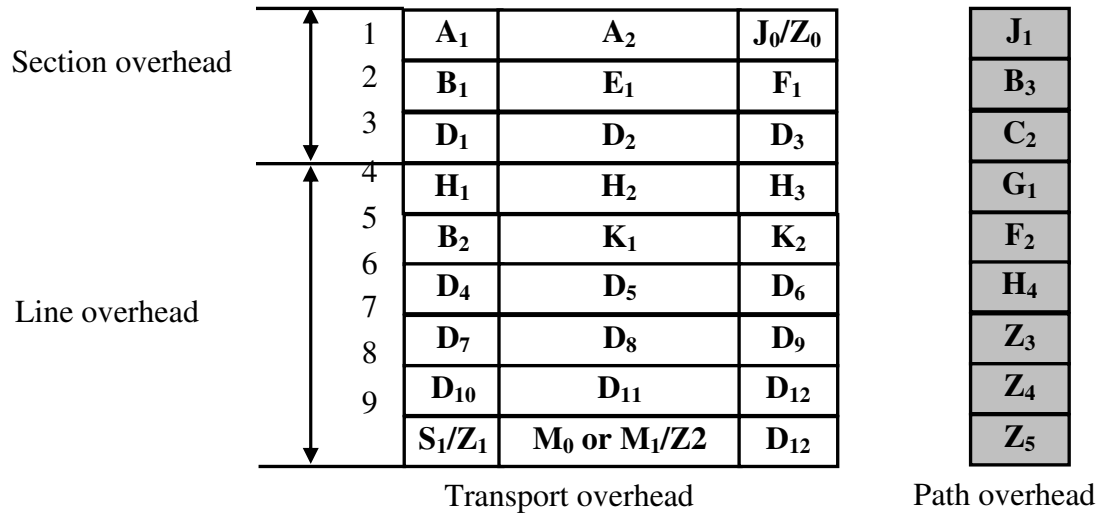


Fig. 4 Structura SOH a cadrelor de transport STS-1 din sistemul SONET și a POH asociat containerului SPE.

- „Path Overhead” (POH) împreună cu containerul C formează containerul virtual VC; pentru containerele de ordin superior sunt disponibili 9 octeți (o coloană) per container, iar 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 dezamblat; 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<sub>1</sub> – verificare cale – este punctul de acces al containerului virtual și se poate utiliza pentru transmiterea unei telegrame repetitive de 64 octeți sau a uneia de 16 octeți, telegrame cu care se poate verifica legătura pe întreg parcursul său.
  - B<sub>3</sub> – monitorizare BIP-8 – monitorizare eroare pe toată legătura. Se calculează pe toți biții VC3 sau VC4 și este inserat în POH container trimis în cadrul următor.
  - C<sub>2</sub> – identificator al conținutului VC – vezi tabelul 1.

MSB 1 2 3 4	LSB 1 2 3 4	Cod hexa	Explicații
0 0 0 0	0 0 0 0	0 0	Neechipat
0 0 0 0	0 0 0 1	0 1	Echipat-nespecific
0 0 0 0	0 0 1 0	0 2	Structură TUG
0 0 0 0	0 0 1 1	0 3	TUG blocat
0 0 0 0	0 1 0 0	0 4	Mapare asincronă a debitului de 34,368kbps sau de 44,736kbps în container C3
0 0 0 1	0 0 1 0	1 2	Mapare asincronă a debitului de 136,264kbps în container C4
0 0 0 1	0 0 1 1	1 3	Mapare ATM
0 0 0 1	0 1 0 0	1 4	Mapare MAN (DQDB)
0 0 0 1	0 1 0 1	1 5	Mapare FDDI

Man – Metropolitan Area Network

DQDB – Dual Queue Dual Bus

FDDI – Fiber Distributed Data Interface

Tab. 1 Structura octetului C<sub>2</sub> din POH a containerelor SDH corespunzătoare căilor superioare

- G<sub>1</sub> – stare cale – prin acest octet se trimit de la sursă către destinație date legate de calitatea transmisiei, fiind posibilă monitorizarea căii între cele două capete; structura acestui octet este dată în figura 5.
  - Biții 1-4 (REI) - indicare eroare distantă – valoarea binară corespunde numărului de violări de paritate detectate în BIP-8 B<sub>3</sub>. Numerele mai mari de 8 se consideră zero.
  - Bitul 5 – indicare defect distant – se returnează dacă la recepție nu se recepționează un semnal valid.
  - Biții 6-8 nu sunt definiți.

REI				RDI	Neutilizat		
1	2	3	4		1	2	3

Fig. 5 Structura octetului G<sub>1</sub> din POH containere SDH corespunzătoare căilor superioare

- F<sub>2</sub> – canal utilizator – canal de 64kbps disponibil pentru comunicație între capetele căii.
  - H<sub>4</sub> – indicator multicadru – utilizat pentru sincronizare multicadrelor de ordin inferior.
  - Z<sub>3</sub> – canal utilizator - canal de 64kbps disponibil pentru comunicație între capetele căii
  - K<sub>3</sub> – comutare de protecție automată – biții 1-4 asigură controlul procesului de comutare de protecție automată la nivelele de ordin superior ; biții 5-8 sunt rezervați.
  - Z<sub>5</sub> – byte operator rețea – este asigurată pentru scopuri de management
- POH asociat containerelor de ordin redus (VC-1/VC-2) – este compus din octeții V<sub>5</sub>, J<sub>2</sub>, Z<sub>6</sub>, K<sub>4</sub>.
- V<sub>5</sub> este primul octet din containerele de ordin inferior, fiind punctul de referință pentru aceste containere. Cu acest octet se pot transmite următoarele informații:

BIP-2		REI	RFI	Etichetă			RDI
1	2	3	4	5	6	7	8

Fig. 6 Structura octetului V<sub>5</sub> din POH containere SDH corespunzătoare căilor inferioare

bit 5	bit 6	bit 7	Explicații
0	0	0	Neechipat
0	0	1	Echipat-nespecific
0	1	0	Asincron
0	1	1	Sincron la nivel de bit
1	0	0	Sincron la nivel de octet
1	0	1	Echipat - neutilizat
1	1	0	
1	1	1	

Tab. 2 Structura octetului  $V_5$  din POH a containerelor SDH corespunzătoare căilor inferioare

- Bit 1, 2 – monitorizare BIP-2 – se utilizează pentru monitorizare erorilor de-a lungul căilor de ordin inferior. Se lucrează cu o paritate pară, se includ și octeții POH fără octeții  $V_1 - V_4$  ai poanturului TU. Dacă se transmite informație în octetul  $V_3$ , în procesul de dopare negativă, acest octet este luat în calcul.
  - Bit 3 – indicare de eroare distantă (REI – „Remote Error Indication”) – indică apariția unor violări ale lui BIP-2.
  - Bit 4 – indicare defect distant (RFI – „Remote Failure Indication”).
  - Biții 5,6,7 – identificator conținutul containerului – corespund octetului C2 din POH containere de ordin superior, semnificația acestor biți fiind dat în tabelul 2
  - Bit 8 – indicare defect cale distant (RDI).
- $J_2$  – urmărire cale – identic cu  $J_1$  din POH de ordin superior. Se transmite o telegramă pe 16 octeți utilizată pentru verificarea legăturii pe toată calea de comunicație.
  - $K_4$  – biții 1-4 asigură controlul comutației de protecție automată la nivel inferior. Biții 5-8 nu sunt utilizați.
  - $Z_6$  – neutilizat

## Poantori și operații cu poantori în sistemele de transmisie-multiplexare sincrone SDH/SONET

- Poantorii utilizați în unitățile administrative și în unitățile de afluent ale sistemelor sincrone SDH/SONET au două roluri principale și anume:
  - stabilirea relației de fază (adică poziția relativă) dintre containerele cu date utile și unitățile administrative și de afluent, stabilindu-se astfel relația de fază (adică poziția relativă) dintre containerele cu date utile 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 cu date utile în diferite unități și implicit în cadrul de transport asigură o inserare / extragere ușoară a diferitelor fluxuri elementare în / din cadrul de transport, fără a fi necesară demultiplexare și remultiplexarea întregului flux multiplex, situație întâlnită 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 o multitudine de servicii cu diferite caracteristici;
    - containerul inserat în cadrul de transport poate începe oriunde (practic pot fi unele restricții), poziția de început fiind dată de valoarea poantorului și containerul se poate întinde peste două cadre de transport sau peste două unități (administrative sau de afluent după caz).

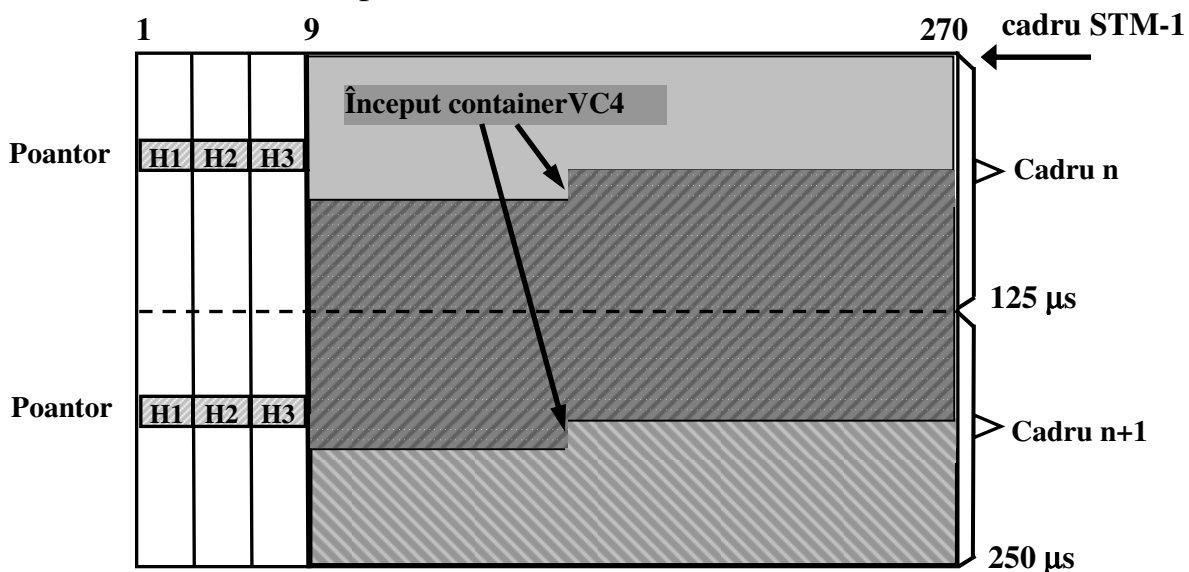


Fig. 7 Stabilirea poziției unui container VC4 față de începutul cadrului de transport STM-1 prin utilizarea poantorului AU4

- Poantorul conține trei sau patru octeți, trei octeți în cazul unităților administrative SDH și patru octeți în cazul unităților de afluent SDH; doar primii doi octeți, H1 și H2 în cazul considerat, dau poziția de început a containerului, octetul al treilea fiind rezervat pentru operațiile de dopare negativă (octetul H3 în exemplul considerat), iar 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 în acest caz,

iar dacă se încarcă trei containere VC3 se utilizează trei poantori – pozițiile din AU3 sunt formate dintr-un singur octet.

	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

Fig. 8 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	-	-	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	-	-

Fig. 9 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

- Introducerea poantorilor în sistemele SDH/SONET creează posibilitatea menținerii caracterului sincron al legăturii în situația în care se întrerupe legătura de tact;
  - Se utilizează doparea pozitivă sau negativă în funcție de diferența dintre valoarea tactului local și cel al fluxului de intrare (octetul H3 din poantor facilitează doparea negativă) și modificarea poziției de început a containerului în cadrul de transport (sau în alte unități SDH/SONET, adică unități administrative sau de afluent);
  - Modul de realizare a procesului de dopare pozitivă și negativă se exemplifică în figurile 10 și 11, considerându-se cazul unui cadru de transport STM-1 în care se inserează un container VC4;
    - figura 10 prezintă situația în care frecvența tactului local al multiplexorului este mai mare decât frecvența tactului fluxului recepționat; corecția de frecvență se realizează prin

utilizarea dopării pozitive și creșterea valorii poantorului cu o unitate; Doparea se realizează la nivel de octet, poziția de dopare fiind prima poziție după octetul H3, iar poziția de început a containerului după momentul dopării se mărește cu o unitate.

- figura 11 prezintă situația în care frecvența tactului local al multiplexorului este mai mică decât frecvența tactului fluxului recepționat; Corecția de frecvență se realizează prin utilizarea dopării negative și reducerii valorii poantorului cu o unitate; Doparea se realizează la nivel de octet, poziția de dopare fiind cea ocupată de octetul H3, iar poziția de început a containerului după momentul dopării scade cu o unitate.

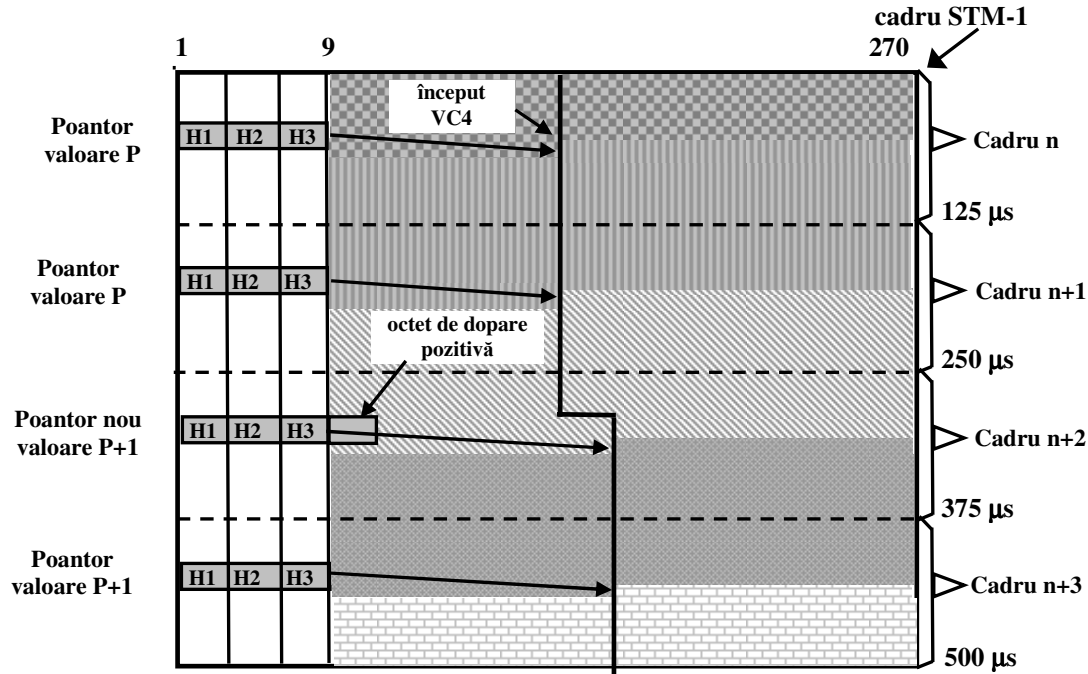


Fig. 10 Ajustarea de debit dintre cadrul de transport STM-1 al unui multiplexor și un container VC4 recepționat de multiplexor cu o frecvență de tact mai redusă decât tactul local

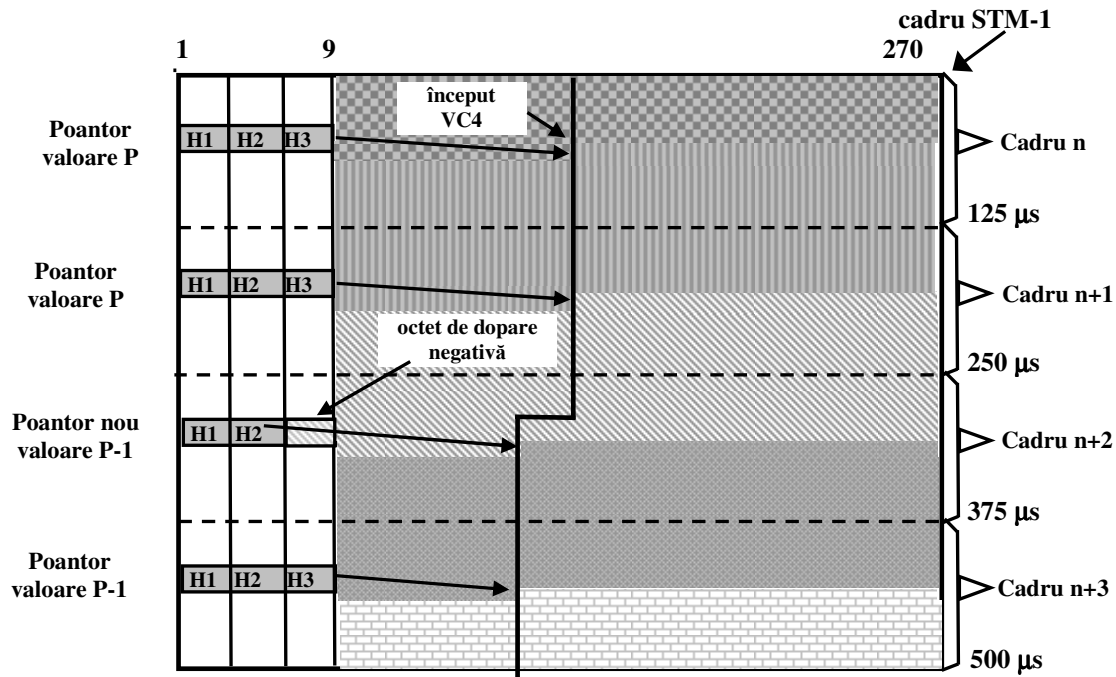


Fig. 11 Ajustarea de debit dintre cadrul de transport STM-1 al unui multiplexor și un container VC4 recepționat de multiplexor cu o frecvență de tact mai mare decât tactul local

## Structura poantorului SDH

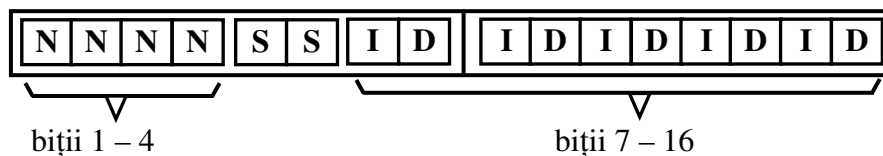


Fig. 12 Structura octeților  $H_1$  și  $H_2$  din poantorul unităților administrative SDH

- Semnificația biților cuvântului pe 16 biți format din octeții  $H_1$  și  $H_2$  este următoarea:
  - biții 1 – 4 formează așa numitul NDF (New Data Flag) care indică modificarea valorii poantorului. Sunt definite două valori și nume NDF=0110 (dezactivat) – se menține valoarea poantorului- și NDF=1001 (activ) – se setează o nouă valoare a poantorului;
  - biții 5 și 6 numiți S S sunt setați la 1 0 – identifică tipul de poantor;
  - biții 7 – 16 reprezintă valoarea poantorului;
    - dacă se atribuie o nouă valoare pentru poantor atunci biții 7 – 16 conțin efectiv valoarea poantorului;
    - dacă este vorba de adaptare de frecvență și valoarea poantorului trebuie incrementată sau decrementată, atunci 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 sau decrementare a poantorului se ia recepție 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, protecție la erori necesară datorită modificării frecvențe a valorii poantorului dacă se realizează adaptare de viteză. Există și o anumită protecție la erori a grupului de biți NDF, distanța Hamming dintre codurile asociate stării de activ și inactiv fiind 4.
    - modificarea valorii poantorului prin setarea unei valori sau prin incrementare / decrementare 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 regulate sau alinieri ale cadrelor printr-un proces de dopare pozitivă sau negativă;
- În cazul concatenării mai multor unități AU4 primul AU4 are un poantor normal, iar următoarele AU4 includ indicarea de concatenare CI - 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 poantoriilor 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”) având structura: 1 0 0 1 S S 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 (S – nedefinit).

	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

Fig. 13 Structura poantorului TU3 și poziția lui în această unitate. Numerotarea pozițiilor din unitatea TU3

- Poantorul TU2 permite o adaptare dinamică a fazei containerului VC2 la cadrul TU2. Acest poantor 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 (vezi figura 14).
  - Octeții  $V_1$  și  $V_2$  sunt echivalenți cu octeții H1 și H2 și dau efectiv valoarea poantorului vezi - figura 12; diferențierea față de poanterii AU este dată de biții S S (vezi fig. 12), care au în cazul de față valoarea 0 0.
  - Octetul  $V_3$  se utilizează pentru operații de dopare negativă, asemenea octetului H3 din poanterii AU, iar 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.

V1	321	322	.....	426	427	V2	0	1	.....	105	106	V3	107	108	.....	212	213	V4	214	215	.....	319	320
----	-----	-----	-------	-----	-----	----	---	---	-------	-----	-----	----	-----	-----	-------	-----	-----	----	-----	-----	-------	-----	-----

Fig. 14 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. Biții S S din octetul  $V_1$  au valorile 1 1;
- Poantorul TU12 permite o adaptare dinamică a fazei containerului VC12 la cadrul TU12. Structura poantorului este identică cu cea a poantorului TU2, iar inserarea și extragerea datelor din multicadru TU12, respectiv multiplexarea în unitățile superioare se realizează după cum a fost descris în cazul multicadrului TU2. Biții S S din octetul  $V_1$  au valorile 1 0.

V1	78	79	.....	102	103	V2	0	1	.....	24	25	V3	26	27	.....	50	51	V4	52	53	.....	76	77
----	----	----	-------	-----	-----	----	---	---	-------	----	----	----	----	----	-------	----	----	----	----	----	-------	----	----

Fig. 15 Structura poantorului TU11 și poziția lui în această unitate. Numerotarea pozițiilor din unitatea TU11

V1	105	106	.....	138	139	V2	0	1	.....	33	34	V3	35	36	.....	68	69	V4	70	71	.....	103	104
----	-----	-----	-------	-----	-----	----	---	---	-------	----	----	----	----	----	-------	----	----	----	----	----	-------	-----	-----

Fig. 16 Structura poantorului TU12 și poziția lui în această unitate. Numerotarea pozițiilor din unitatea TU12



- În cazul unităților de afluent de ordin redus inserarea și extragerea datelor se realizează pe un multicadru format din 4 unități și structura acestui multicadru este una de tip vector, așa cum se poate vedea în figura 14. Poziția zero în acest multicadru este prima poziție după octetul V2 și valoarea poantorului specifică poziția efectivă unde se inserează grupul de patru containere C2 consecutive.
  - După inserarea informației utile structura de tip vector se transformă într-o structură formată din 4 matrici de dimensiune  $9 \times 12 = 108$ , fiecare matrice având pe poziția din colțul stânga sus un octet poantor (vezi figura cu structura containerelor);
  - Multiplexarea unităților TU2 în unitățile superioare se realizează octet cu octet și coloană cu coloană.
  - La recepție se refac matricile TU2 din unitățile de ordin superior prin demultiplexare coloană și coloană, se transformă grupul de 4 matrici consecutive din multicadru în structura vector din figura 14 și se extrage informația începând de la poziția indicată de pointer.
  - Pentru transportul unor debite nonierahice PDH, mai multe multicadre TU2 pot fi concatenate, fiind astfel posibil transportul informației utilizând debite multipli ai debitului VC2 în containere concatenate VC2-mc;
- În cazul sistemului SONET cadrul de transport STS-1 are un poantor pe trei octeți, asemănător cu cel al unităților SDH AU3. Structura acestui poantor este tot H1, H2 și H3, cu H1 și H2 conținând valoarea poantorului, iar H3 destinat dopării negative. Operațiile ce se pot efectua cu acest poantor sunt identice cu operațiile poanturilor AU din sistemul SDH.
  - În cazul unităților de afluent VT poantorul este asemănător cu cel al unităților TU din sistemul SDH. Operațiile cu poantori VT sunt identice cu operațiile cu poantorii TU din SDH, iar structura multicadrelor VT utilizată pentru inserarea și extragerea datelor (structura de tip vector) este de asemenea asemănătoare cu structura multicadrelor TU.