

Curs 2 SC - IERARHIA DIGITALĂ SINCRONĂ (SDH)

1. Cerințele rețelelor moderne de comunicații:

Funcție de tipul informației transmise se deosebesc următoarele tipuri de rețele:

1. PSTN specializate în transmiterea semnalului vocal
2. PDN specializate în transmiterea datelor
3. LAN rețele locale de calculatoare
4. MAN rețele metropolitane
5. WAN rețele de arie largă
6. Rețele specializate în transmiterea semnalelor TV, rețele de difuziune prin radio-relee, prin cablu sau satelit.

Evoluția este spre viteze din ce în ce mai mari și spre integrarea serviciilor. Primul pas spre obiectivul realizării unor rețele integrate multi-gigabit este dezvoltarea unui sistem de transport de bandă largă independent de tehnologia utilizată în rețelele a căror informație o poartă.

Primul standard → SONET (Synchronous Optical Network) -SUA. CCITT a dezvoltat un sistem similar → SDH (echivalent cu nivelul fizic din OSI).

Dezavantajele transportului plesiocron:

- accesul la afluenți, indiferent de nivel, necesită demultiplexare pas cu pas până la 2 Mbps (E1).
- capacitatea de gestiune și întreținere a rețelei este rudimentară.

Avantajele rețelelor de transport sincrone:

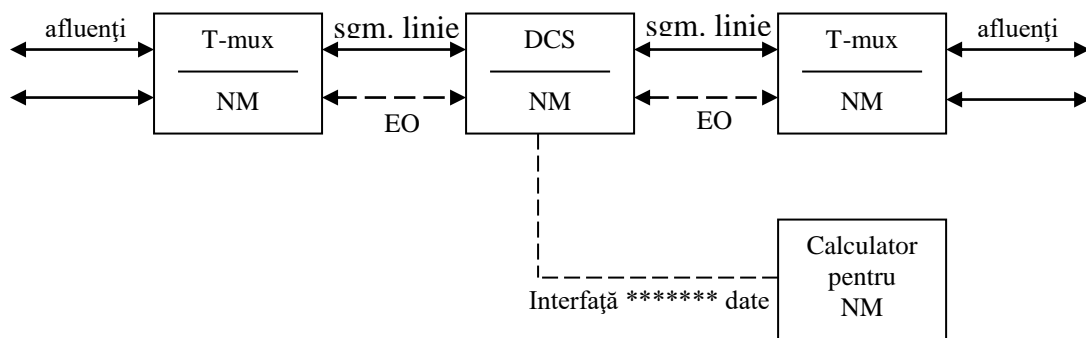
- utilizează multiplexarea sincronă directă, fiind asigurat accesul direct la fiecare afluent în structura semnalului multiplexat. Afluenții rămân vizibili în cadru, chiar dacă au debite diferite. Rețele se numesc sincrone pentru că, prin multiplexarea sincronă oferă posibilitatea de a accesa direct orice afluent din cadrul multiplexării, indiferent de nivel.

Datorită accesului direct re-rutarea afluenților se poate realiza chiar în echipamentul multiplex, prin încorporarea unor facilități de comutare. Interfața de linie (fostul ELT) este încorporată în MUX → interconectare ușoară a echipamentelor.

- În SDH este rezervat un debit considerabil pentru gestiunea și întreținerea rețelei (NM – Network Management). El reprezintă 5% din semnalul transportat în rețea.

Debitul rezervat pentru funcțiile NM = redundanță încorporată – EO (Embedded Overhead). O parte din debitul EO este format din octeți cu semnificație specificată (cuprinși în antetele adăugate informației utile) și o altă parte se transmite pe canalele logice de sine stătătoare = canale de control încorporate ECC (Embedded Control Channels). Canalele fizice de comunicație pe care se transmit ECC → canale de transmitere a datelor DCC (Data Communications Channels).

Echipamentele de interconectare SDH → DCS (Digital Cross-connect Systems) oferă interfața dintre calculatorul NM și DCC.



- SDH oferă compatibilitate bidirecțională. Este compatibil pe de o parte cu rețelele PDH existente (facilitează trecerea eficientă de la serviciile de bandă largă), putând transporta E1, E3 și E4.

Pe de alta parte SDH este suportul comun de transport pentru rețele B-ISDN, LAN și MAN de mare viteză \Rightarrow pe SDH se pot transporta semnale ATM (Asynchronous Transfer Mode) = standardul pentru B-ISDN, FDDI (Fiber Distributed data Interface) = standardul de LAN de mare viteză (100 Mbps) pe fibră optică sau DQDB (Distributed Queue Dual Bus) = standardul MAN.

În viitor este de așteptat ca tehnologia ATM pe SDH (transmisie SDH cu comutare/multiplexare ATM) să realizeze joncțiunea dintre 'Telecom' și 'Datacom'.

- SDH oferă grad înalt de intercompatibilitate. Interfața nodurilor NNI (Network Node Interface) este standardizată CCITT \Rightarrow proveniența diferită a echipamentelor nu pune probleme. Este compatibilitate și SUA-Europa (SONET \leftrightarrow SDH).

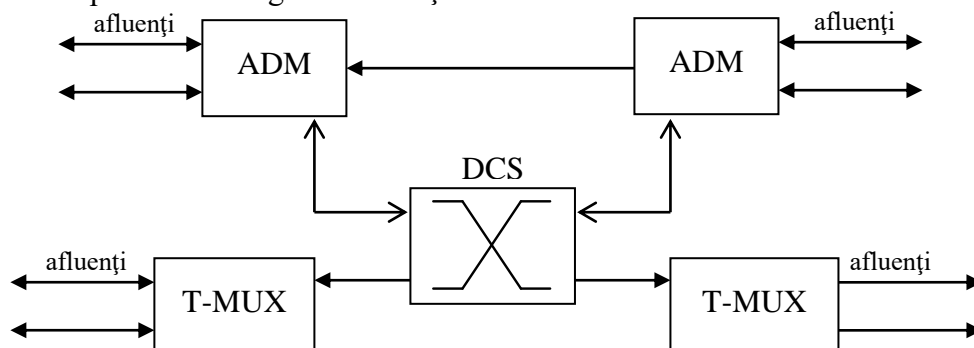
2. Rețeaua SDH

Este formată din:

- Linii de comunicație (legături) – formate din secțiuni de fibră optică și regeneratoare (dacă e cazul).
- Noduri, ce pot conține unul sau mai multe echipamente SDH.

Echipamentele SDH = elemente de rețea – NE (Network Elements). Sunt definite 4 tipuri de NE:

- echipamentele de multiplexare – MUX (SDH). Pot fi terminale sau de linie;
- echipamentele de inserție – extracție – ADM (Add Drop Multiplexer);
- echipamentele de interconectare – DCS (Digital Cross-connection System);
- echipamentele de gestiune a rețelei.



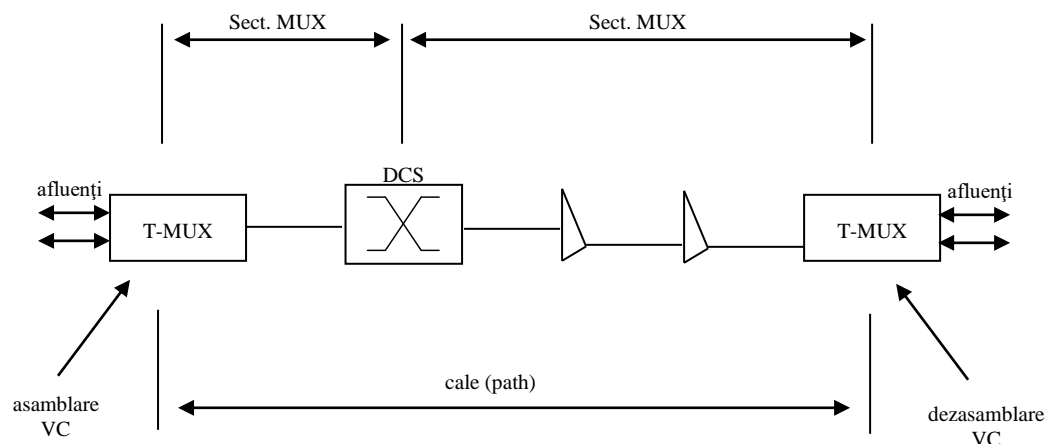
2.1 Nivelele SDH

a) **Nivelele fizice** → rețeaua SDH este formată din trei tipuri de segmente ierarhice

- **Secțiunea de regenerare** – este un segment de rețea SDH care conține mediul de transmisiune și echipamentele asociate ce asigură transportul dintre un NE și un regenerator sau dintre două regeneratoare.

Echipamentele asociate = interfețele optice și echipamentele de procesare ce inițiază, respectiv termină o secțiune de regenerare. Procesările realizate de aceste echipamente sunt:

- conversie opto/electrică la recepție și electro/optică la emisie
- generarea și inserarea antetului (header-ului) corespunzător secțiunii de regenerare la emisie
- extragerea antetului la recepție
- analiza antetului extras la recepție



- **Secțiunea de multiplexare** → un segment de rețea SDH care conține mediul de transmisiune și echipamentele asociate (include regeneratoarele) ce asigură transportul între două noduri SDH consecutive. Nodurile care limitează secțiunea de multiplexare = nod origine, respectiv nod destinație. Pot fi formate din MUX, ADM sau DCS. Și la acest nivel, echipamentele de procesare generează și inserează la emisie antetul (header) corespunzător secțiunii de multiplexare, respectiv extrag și analizează antetul la recepție.

- **Calea** → o conexiune între punctul de asamblare a informației în semnalul SDH (intrarea afluentului în rețea) și punctul unde informația este dezasamblată din semnalul SDH (ieșirea afluentului din rețea).

Căile SDH sunt de două tipuri:

1. **căi de ordin superior** → asigură transportul containerelor virtuale de ordin superior. Calea începe/se termină o dată cu inserarea/extragerea antetului pe cale POH (Path Overhead) de ordin superior (ex. POH-VC4).
2. **căi de ordin inferior** → asigură transportul unor afluenți cu debite mai mici de 40 Mbps, prin intermediul containerelor de ordin inferior. Începe/se termină o dată cu inserarea/extragerea antetului de cale de ordin inferior.

Nodurile de origine/terminare ale unei căi pot fi T-MUX, ADM sau DCS. Și căii îi este asociat un antet care este inserat în nodul de origine și extras în nodul de destinație (terminare).

b. Nivelele logice ale SDH

Cele trei nivele fizice implementează o ierarhie topică pe patru nivele. Fiecare nivel utilizează serviciile oferite de nivelul adiacent inferior și furnizează servicii nivelului adiacent superior (ca la OSI).

Nivele logice:

- nivelul fizic asigură transmisia semnalului de linie. Sunt standardizate semnale optice și electrice (pentru transmisii pe distanțe scurte $\cong 100$ m). La acest nivel se asigură parametrii semnalelor de linie (forma impulsului, putere), codul de linie și debitul.
- nivelul secțiunii de regenerare → se asigură funcții de sincronizare a cadrelor, aleatorizare, control al erorilor, identificare a canalelor MUX ordin superior, DCC. Nu există o protecție individuală (back-up).
- nivelul secțiunii de multiplexare → se asigură funcții de sincronizare, multiplexare, dopare, control al erorilor, DCC + protecția împotriva defecțiunilor sau scăderii performanțelor. Dacă apar astfel de situații, transportul este comutat automat pe o dublură a secțiunii de multiplexare, (back-up) = canal de rezervă. Această funcție = MSP (Multiplexer Section Protection). La acest nivel este disponibil un canal de servicii de 64 Kbps pentru comunicarea între nodul de origine și cel terminal.
- nivelul cale → se asigură funcții de întreținere și control al căii (testare, control al erorilor, alarmă) + etichetare semnal. În căile de ordin inferior se asigură și funcția de secvențiere a cadrelor.

Cu excepția nivelului fizic, fiecare nivel adaugă propriul antet în structura semnalului ce va fi apoi transportat pe linie.

2.2 Interfețele de linie

- a) interfața electrică → este definită numai pentru transport pe distanțe scurte la nivelul nodului de bază SDH (155 Mbps) în rețeaua locală sau de acces.
Ca medii de transmisie → cablu coaxial – pentru rețeaua locală și cea de acces și UTP (Unshielded Twisted Pair – cablu bifilar torsadat) numai pentru rețeaua locală. Codul de linie utilizat pentru cablul bifilar este NRZ, iar sincronizarea terminalului utilizatorului se realizează în buclă de timp.
- b) Interfețele optice → sunt prevăzute trei interfețe, pentru fiecare debit din standard câte una.
 - I-n → interfața optică pentru aplicații pe distanțe scurte (Intra-office)
n = nivelul modulului (cadrului) SDH
 - lungimea interconexiunii - 2 km.
 - emițătoare – lasere MLM (Multi-Longitudinal Mode)
 - receptoare – fotodiode
 - λ sursă - 1310 nm
 - S – n.x → interfață optică pentru aplicații standard (Inter-office short haul)
 - x = 1 → transmisie în fereastră optică de 1310 nm pe fibră optică
 - x = 2 → transmisie în fereastră optică de 1550 nm pe fibră optică
 - lungimea interconexiunii 15 km
 - emițătoare lasere MLM sau SLM (Single longitudinal mode) de putere mică ($\cong 50$ mW)

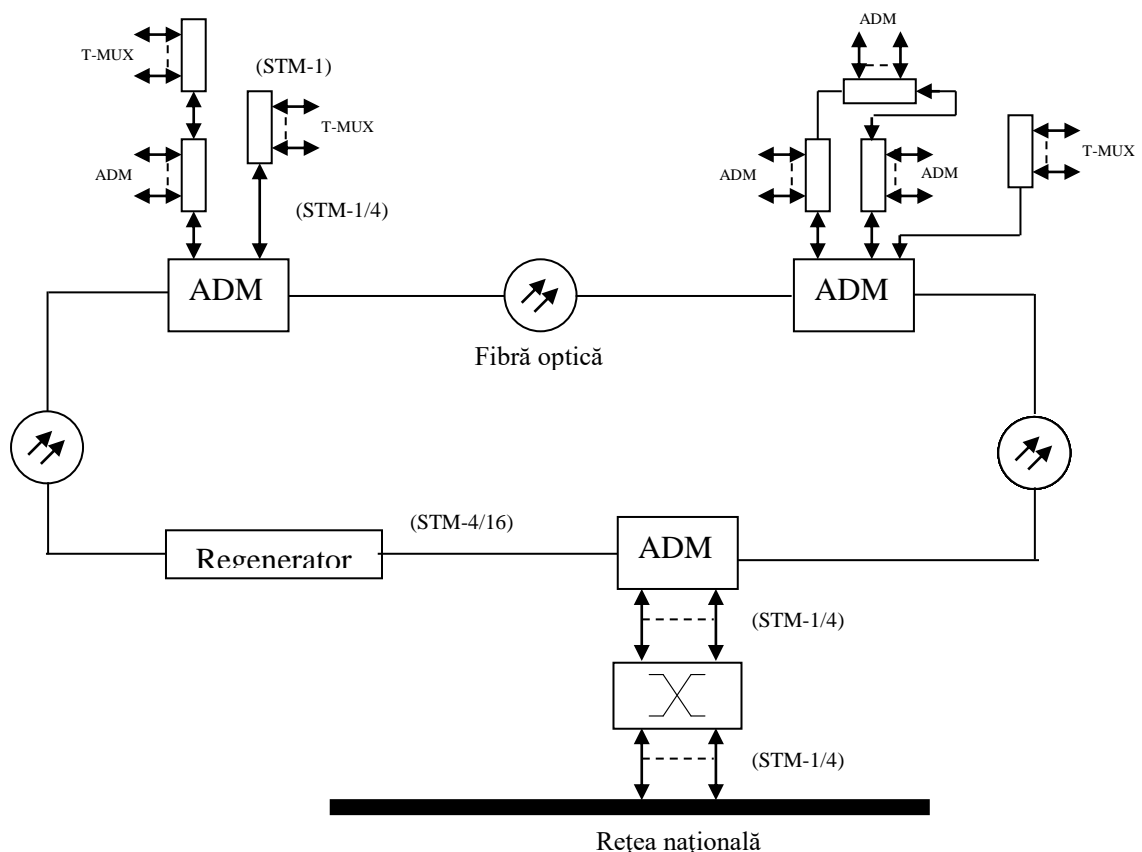
- receptoare - fotodiode
- λ nominal sursă - 1310 sau 1550 nm
- $L - n.x \rightarrow \rightarrow$ interfață optică pentru aplicații pe distanțe mari (Inter-office long haul).
 $X = 1,2,3$
 - lungime interconexiune 40 km la 1310 nm
60 km la 1550 nm
 - emițătoare lasere MLM sau SLM de putere mare ($\cong 500$ mW)
 - receptoare - fotodiode
 - λ nominal sursă - 1310 sau 1550 nm

Semnalul de linie este aleatorizat cu SPA (secvență pseudoaleatoare). SPA (127 biți) se generează pe ceasul de linie cu ajutorul polinomului generator $g(x)=1+x^6+x^7$.

2.3 Arhitectura SDH

Este foarte diferită de cea a PDH. La nivelele inferioare topologia PDH este stea, cu legături punct la punct între centralele urbane și cele interurbane și parțial interconectată la nivelul rețelei interurbane naționale. În SDH topologia de bază este inelară. Sunt 4 nivele topologice:

- Rețeaua locală (intra office) \rightarrow predomină semnale rezultate din multiplexare la debite joase (2 Mbps);
- Rețeaua regională (inter office pe distanțe scurte) \rightarrow în care se transmit semnale rezultate din multiplexare la debite înalte (140 Mbps) sau semnale din partea superioară a ierarhiei sincrone.
- Rețeaua națională (inter-office pe distanțe lungi) \rightarrow transportă multiplexe superioare SDH. E formată din trunchiuri SDH (backbones). Diferitele rețele regionale sunt conectate la rețeaua națională prin DCS.
- Rețeaua internațională \rightarrow facilitează interconectarea rețelelor naționale. Nodurile de acces la rețeaua internațională sunt DCS destinate comutării de debite mari (2,56Gbps).



Insulă SDH cu întindere regională