

Universitatea Tehnică a Moldovei
Departamentul Informatică și Ingineria Sistemelor

REȚELE DE CALCULATOARE

Note de curs sintetice

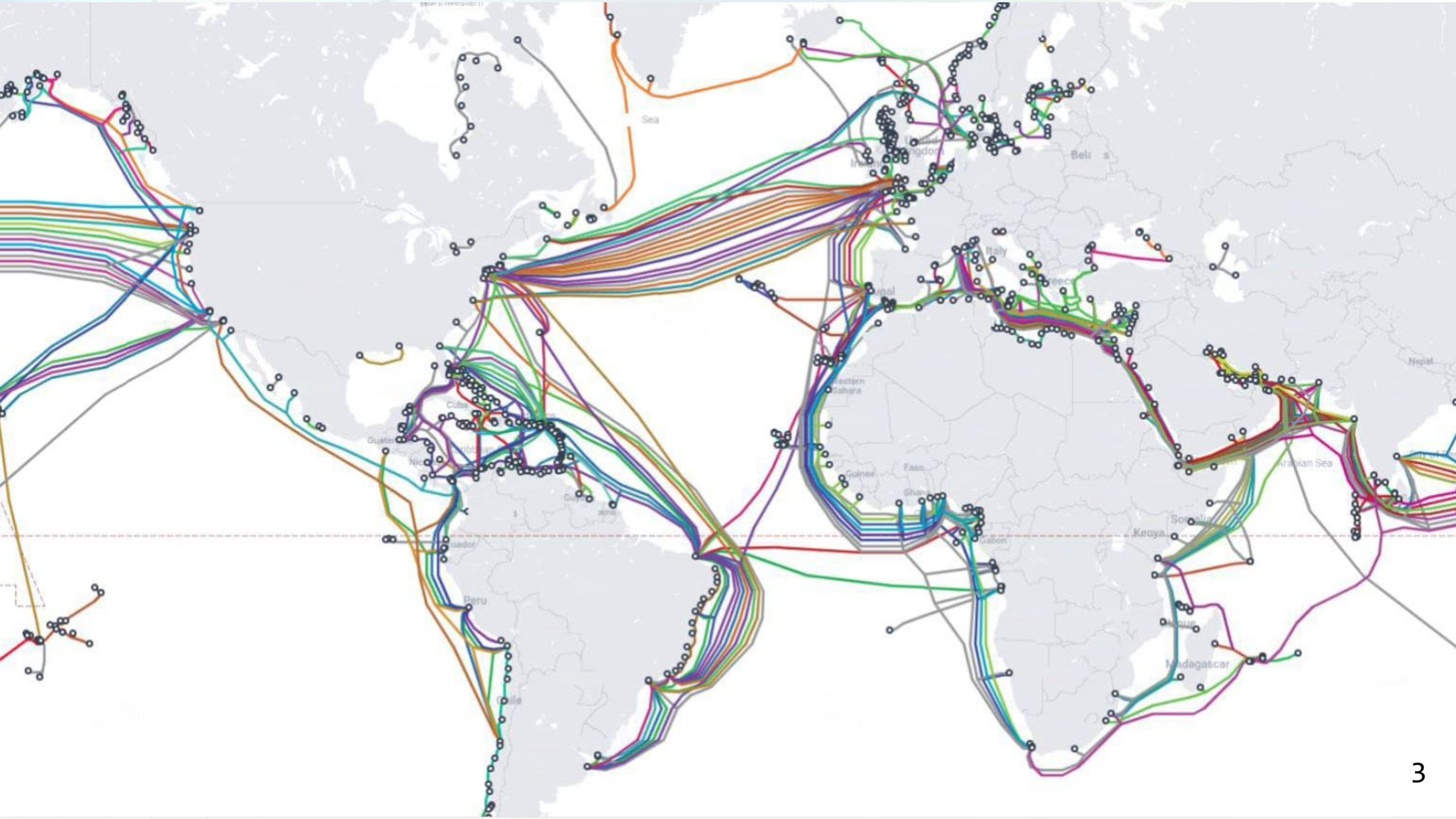


Dr. Ion GANEA,
lector universitar

Chișinău, 2026

Definiție RC

- *0 rețea de calculatoare este un sistem de dispozitive interconectate (noduri, platforme) care interacționează între ele pentru a partaja resurse, date și servicii.*
- *Aceste rețele sunt concepute pentru a asigura transferul eficient de informații între noduri pe distanța fizică dintre ele.*



Categorii de RC

- 1. După aria de acoperire**
- 2. După topologia rețelei**
- 3. După arhitectura de control și organizare**
- 4. După mediul de transmisie**
- 5. După tehnologia de comutație**
- 6. După modelul de comunicare**
- 7. După nivelul de mobilitate**
- 8. După domeniul administrativ**
- 9. După scop și aplicație**
- 10. După gradul de virtualizare**

Aria de acoperire

1. LAN (Local Area Network)

- Domeniu geografic restrâns (clădire, campus mic)
- Administrare unică, latență redusă
- Tehnologii dominante: *Ethernet* (IEEE 802.3), *Wi-Fi* (IEEE 802.11)
- Modele de acces la mediu: CSMA/CD, CSMA/CA

2. WAN (Wide Area Network)

- Acoperire largă (națională/globală)
- Administrare distribuită
- Tehnologii: IP, BGP, VPN, Legături satelitare
- Exemplu: Internetul (rețea de rețele)

Subcategorii LAN

- **PAN (Personal Area Network)**
 - *Rețele de proximitate, centrate pe utilizator*
 - *Tehnologii: Bluetooth, ZigBee, NFC*
 - *Constrângerii: consum energetic redus, lățime de bandă mică*
 - *Aplicații: IoT personal, wearable computing*
- **CAN (Campus Area Network)**
 - *Interconectare de LAN-uri la nivel de campus universitar/industrial*
 - *Administrare centralizată*
 - *Tehnologii: VLAN, backbone optic, rutare internă*

Subcategorii WAN

MAN (Metropolitan Area Network)

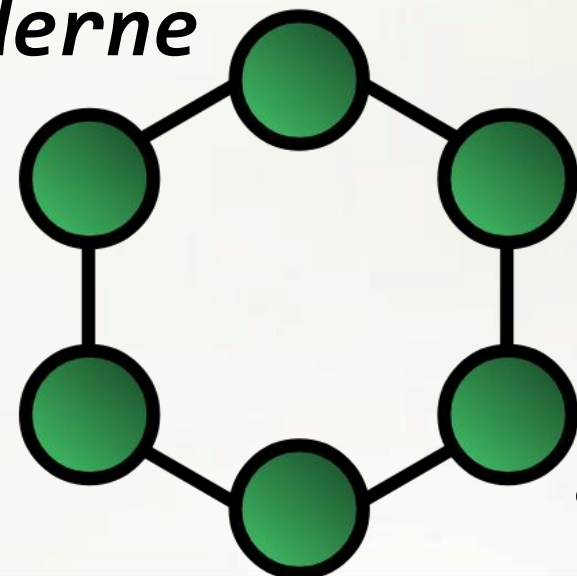
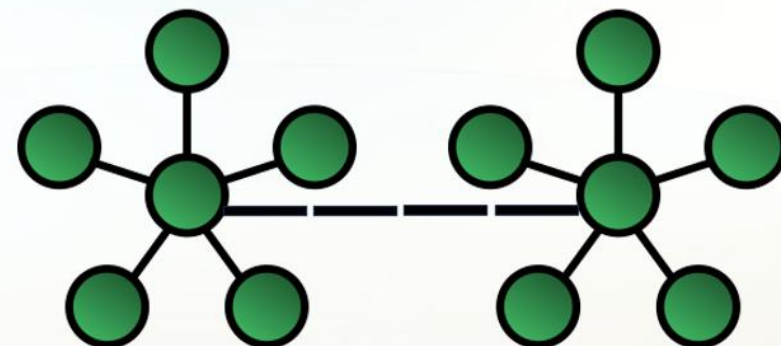
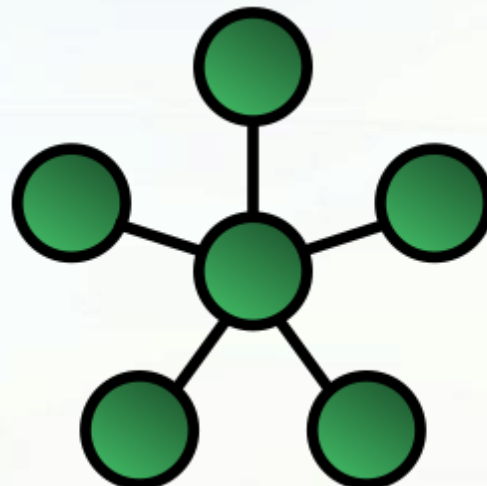
- *Acoperire urbană*
- *Infrastructură de furnizor*
- *Tehnologii: Metro Ethernet, MPLS*
- *Provocări: QoS, scalabilitate*

După modul de administrare

- *Rețea peer-to-peer (P2P)*
 - *Calculatoarele sunt egale, fără server dedicat*
 - *Simplă, potrivită pentru rețele mici*
- *Rețea client-server*
 - *Există un server central care gestionează resursele*
 - *Mai sigură și eficientă pentru rețele mari*
- *Rețele distribuite și SDN*
 - *Separarea planului de control de planul de date*
 - *Control centralizat Logic (SDN Controller)*
 - *Programabilitate și automatizare*

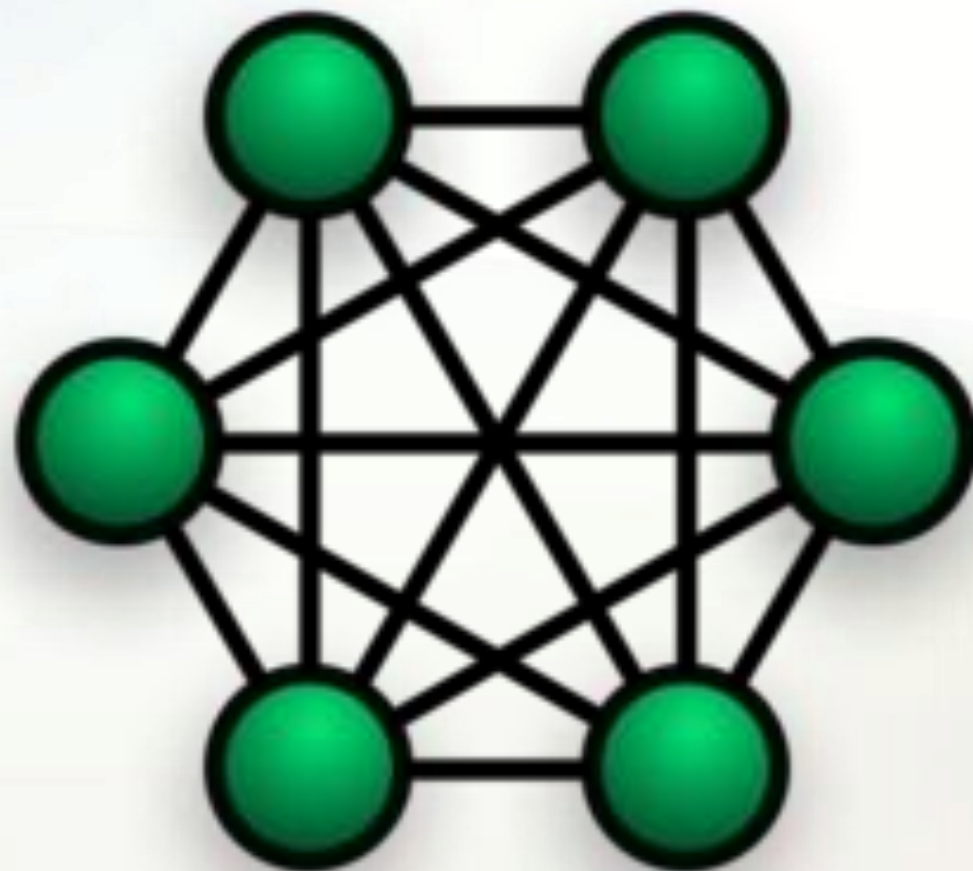
TOPOLOGIE fizică și logică

- **Magistrală (Bus)**
 - Mediu partajat
 - Lipsă redundanță
 - Utilizare istorică
- **Stea (Star)**
 - Nod central (switch)
 - Izolare a defectelor
 - Topologie fizică dominantă în LAN moderne
- **Inel (Ring)**
 - Transmisie secvențială
 - Control determinist al accesului
 - Exemplu istoric: Token Ring, FDDI



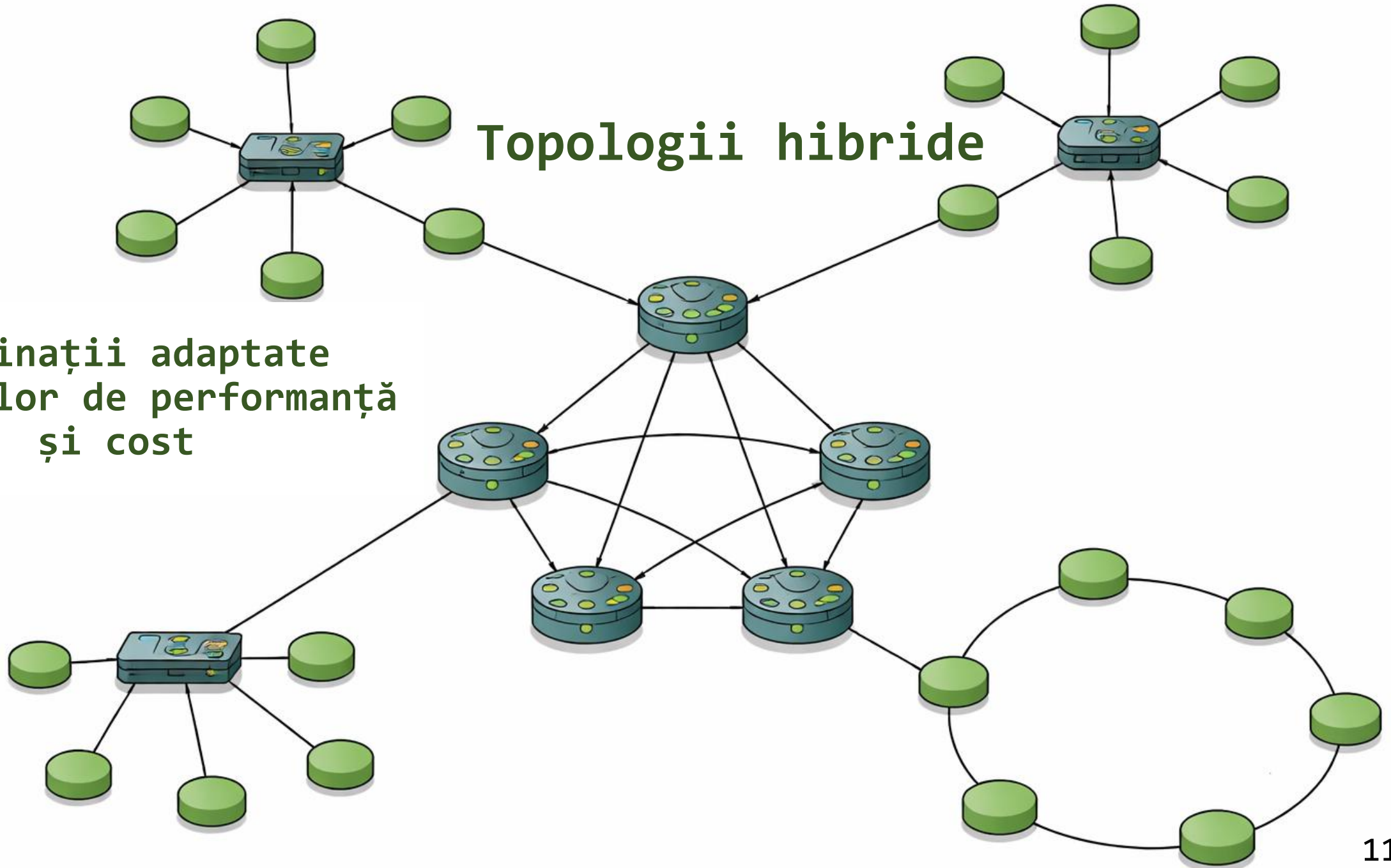
Plasă (Mesh)

- *Conectivitate ridicată (full/partial mesh)*
- *Toleranță la erori*
- *Cost mare de implementare*
- *Utilizare: rețele backbone, rețele wireless ad-hoc*



Topologii hibride

Combinatii adaptate
cerințelor de performanță
și cost



Mediul de transmisie

■ *Rețele cablate*

- *Medii ghidate: cupru (UTP/STP), fibră optică*
- *Avantaje: viteză, fiabilitate, securitate fizică*
- *Dezavantaje: mobilitate redusă*

■ *Rețele wireless*

- *Medii neghidate: unde radio, microunde*
- *Standarde: IEEE 802.11, 802.15, 802.16*
- *Probleme: interferențe, securitate, management spectru*

Clasificarea funcțională și aplicațională

1. *Rețele de senzori (WSN)*

- *Noduri cu resurse limitate*
- *Comunicare orientată pe date*
- *Rutare bazată pe energie*

2. *Rețele mobile și ad-hoc*

- *Topologie dinamică*
- *Protocoale de rutare adaptive (AODV, DSR)*

3. *Rețele IoT și IIoT*

- *Dispozitive eterogene*
- *Protocoale ușoare (MQTT, CoAP)*
- *Integrare cu cloud și edge computing*

Intranet și Extranet

INTERNET

EXTRANET

Suplayers, Customers, Collaborators

INTRANET

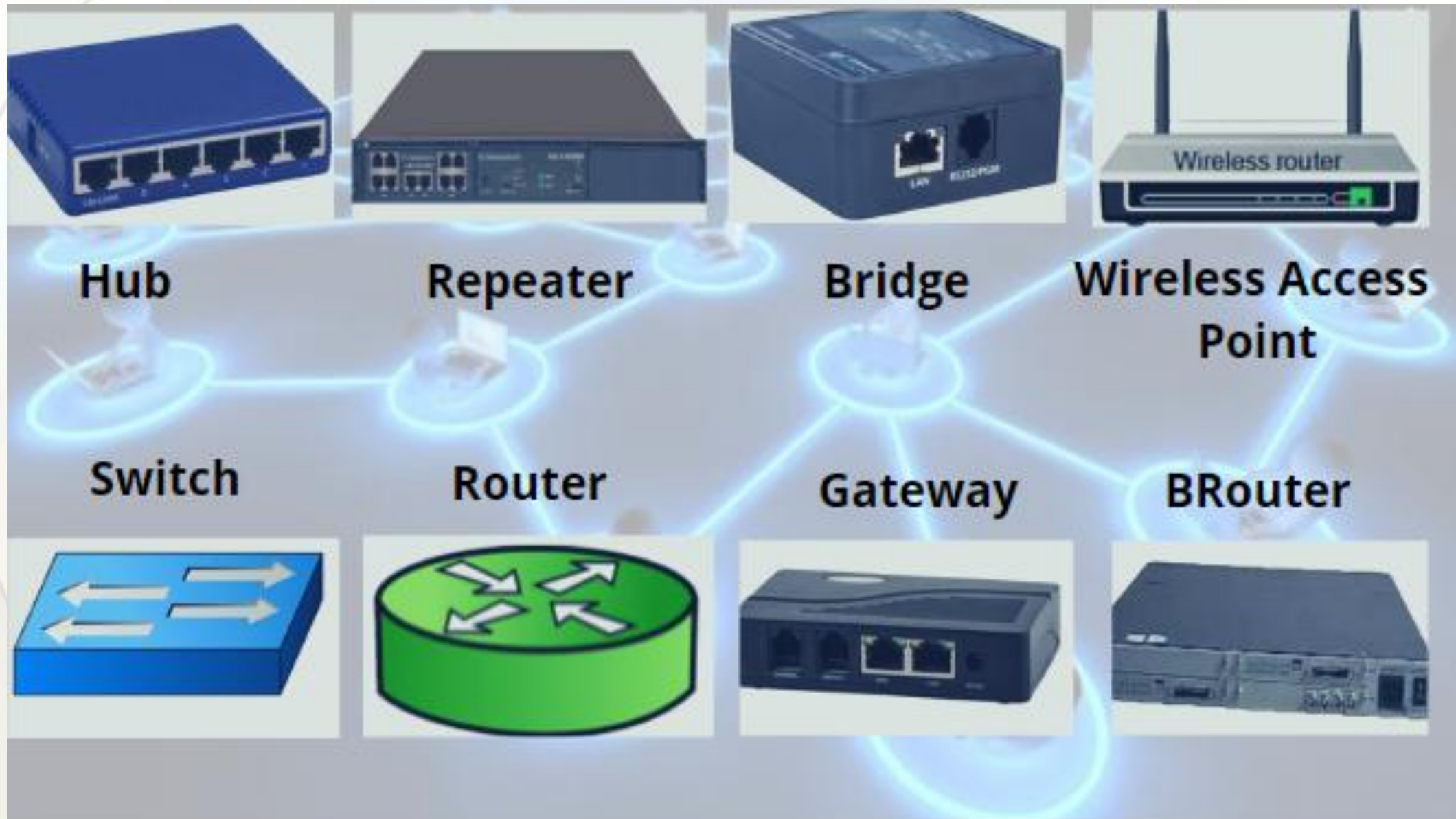
(Only company)

Un intranet este o colecție privată de rețele LAN și WAN interne unei organizații, care este destinată să fie accesibilă numai membrilor organizației sau altor persoane autorizate.

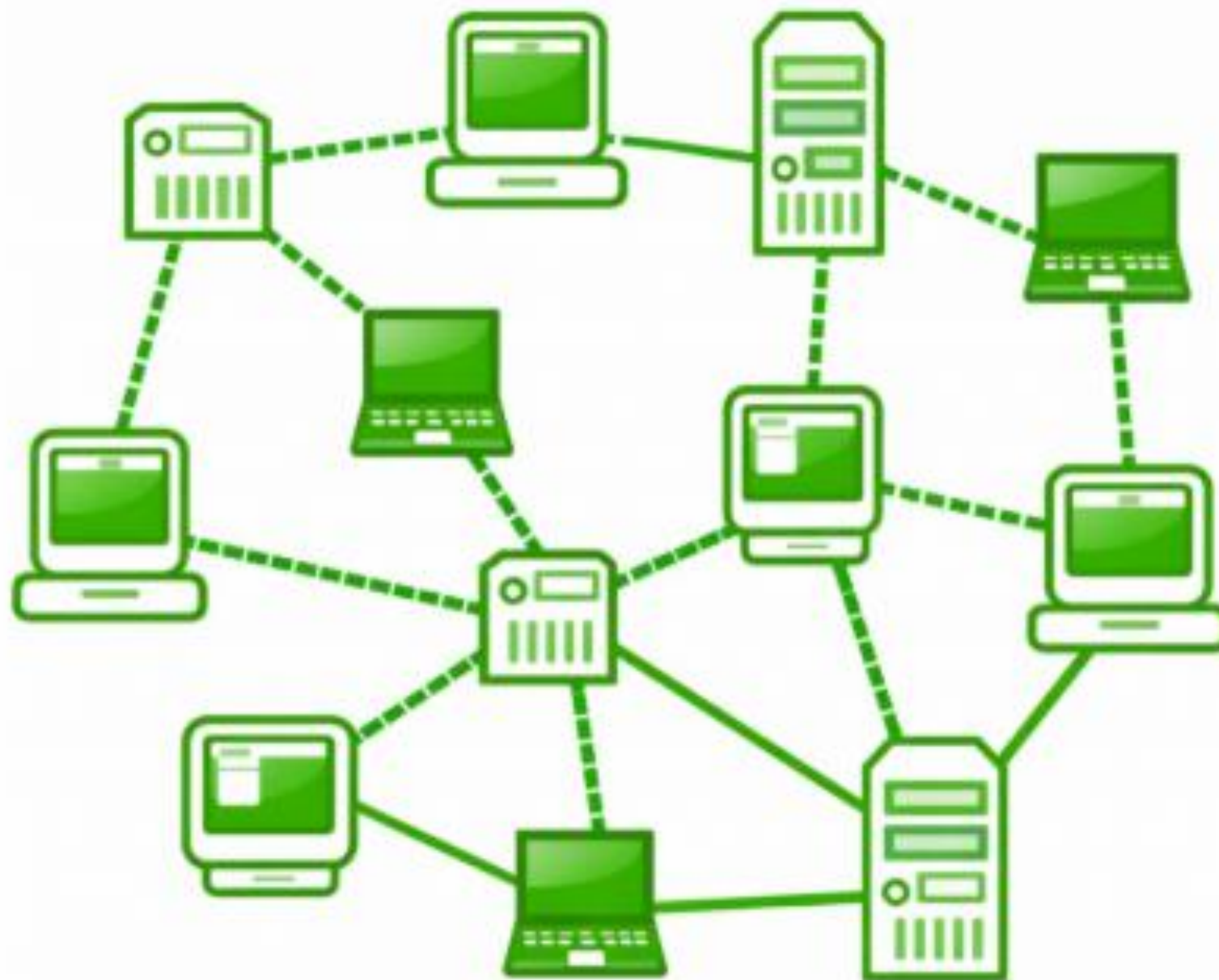
O organizație ar putea utiliza un extranet pentru a oferi acces securizat la rețeaua sa persoanelor care lucrează pentru o altă organizație și care au nevoie de acces la datele lor din rețeaua lor.

DISPOZITIVE DE REȚEA

Dispozitive intermediare



Dispozitive terminale



Rețeaua Convergentă

- *Îndreptare spre același punct, către același scop.*
- *Titlu spre același punct, spre același scop.*
- *Înainte de rețelele convergente, o organizație era cablată separat pentru telefonie, video și date.*
- *Fiecare dintre aceste rețele folosea tehnologii diferite pentru a transporta semnalul.*
- *Fiecare dintre aceste tehnologii ar utiliza un set diferit de reguli și standarde.*

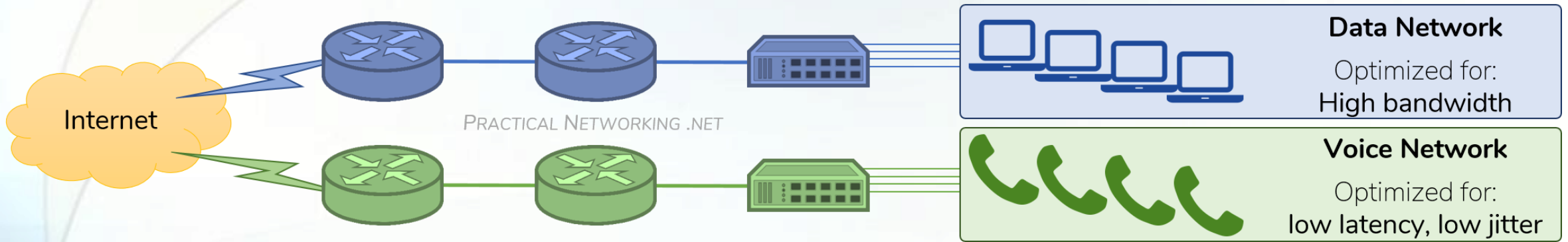
Rețeaua Convergentă (Continuare)

Rețelele de date convergente transportă mai multe servicii pe o singură legătură, inclusiv:

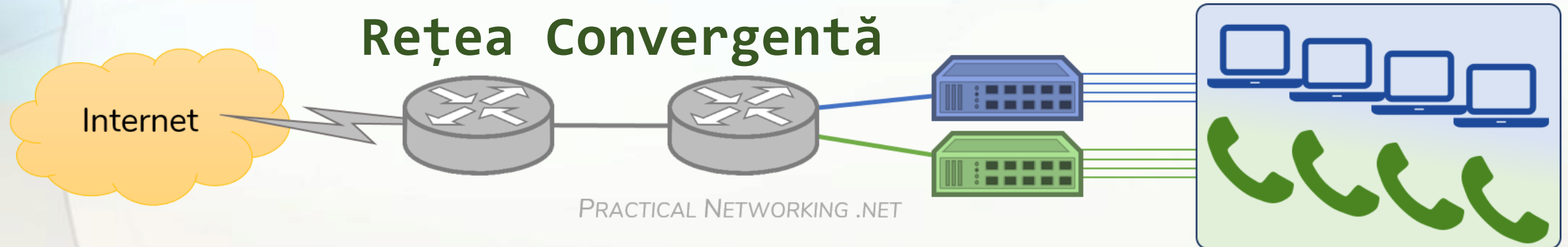
- *date*
- *voce*
- *video*

Rețelele convergente pot livra date, voce și video prin aceeași infrastructură de rețea. Infrastructura de rețea utilizează același set de reguli și standarde.

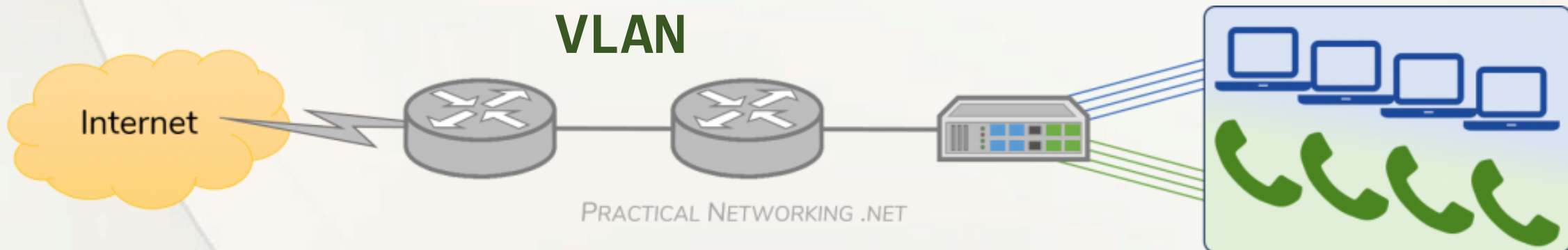
Rețele învechite



Rețea Convergentă



VLAN





PROTOCOALE ȘI MODELE

Obiective:

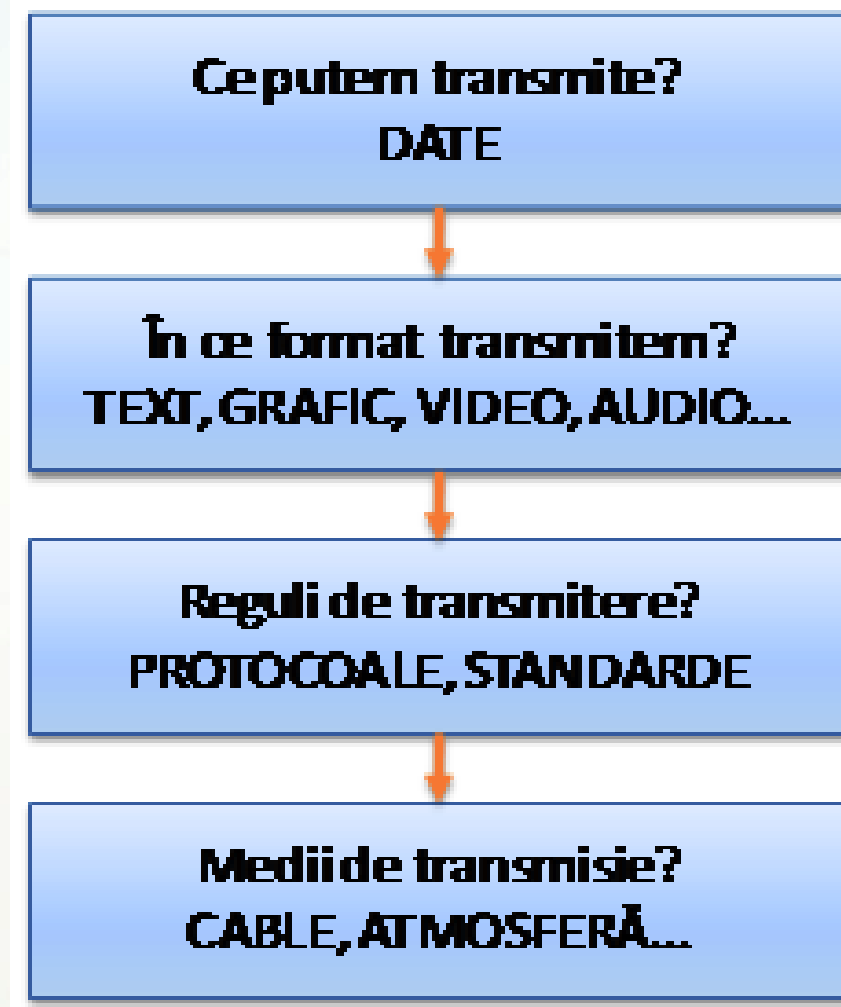
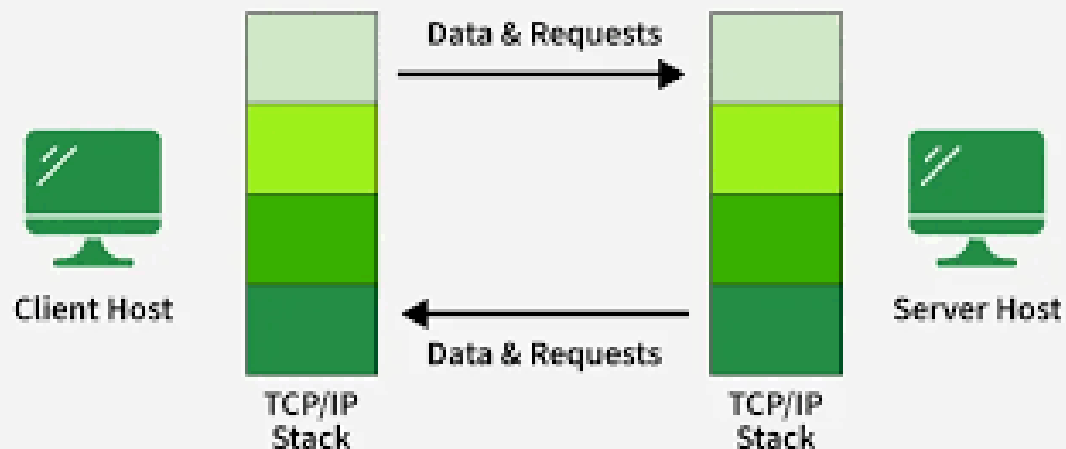
Explicarea rolului protocoalelor și organizațiilor de standardizare în facilitarea interoperabilității în comunicațiile de rețea.

Fundamentele comunicării

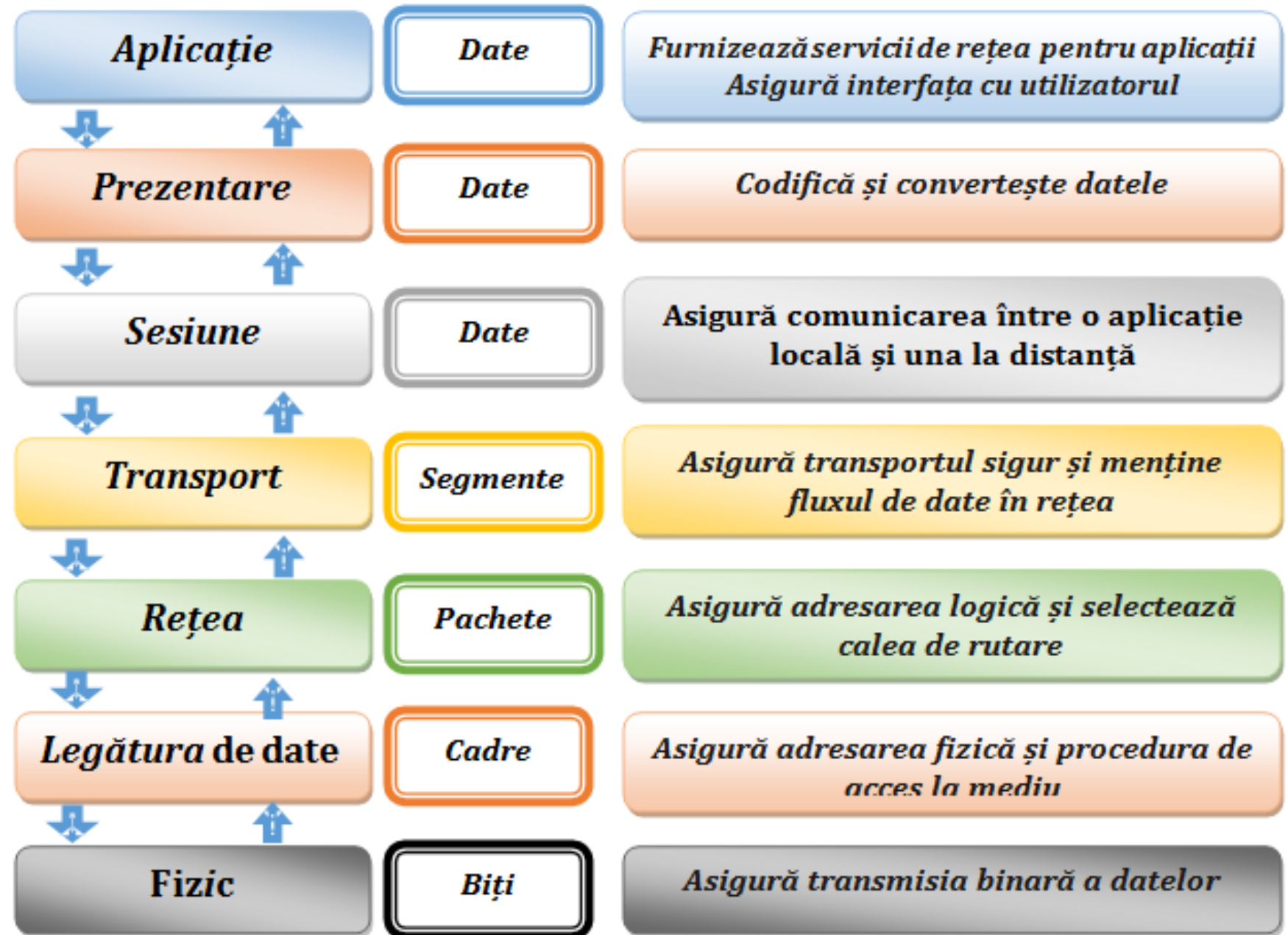
- *Rețelele pot varia în dimensiune și complexitate.*
- *Nu este suficient să existe o conexiune, dispozitivele trebuie să fie de acord asupra „modului” de comunicare.*
- *Există trei elemente pentru orice comunicare:*
 - 1. Va exista o sursă (expeditor).*
 - 2. Va exista o destinație (receptor).*
 - 3. Va exista un canal (mediu) care asigură calea de comunicare.*

Reguli. Protocoale de Comunicare

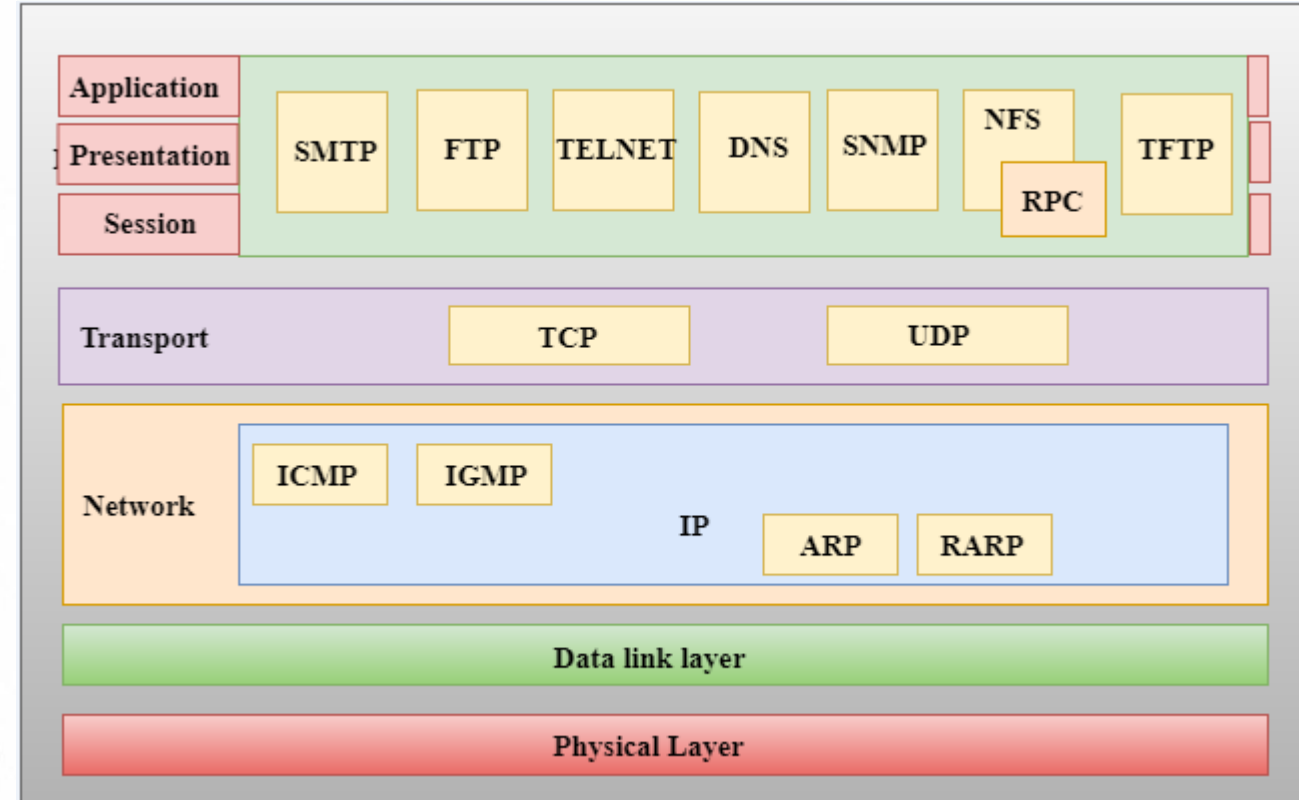
- *Toate comunicările sunt guvernate de protocoale.*
- *Protocoalele sunt regulile pe care le vor urma comunicările.*
- *Aceste reguli vor varia în funcție de protocol.*



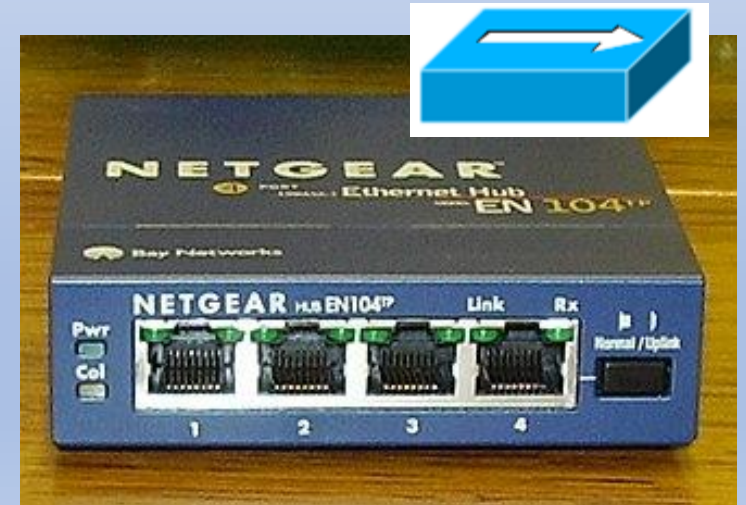
Modelul OSI



OSI Model vs TCP/IP Model

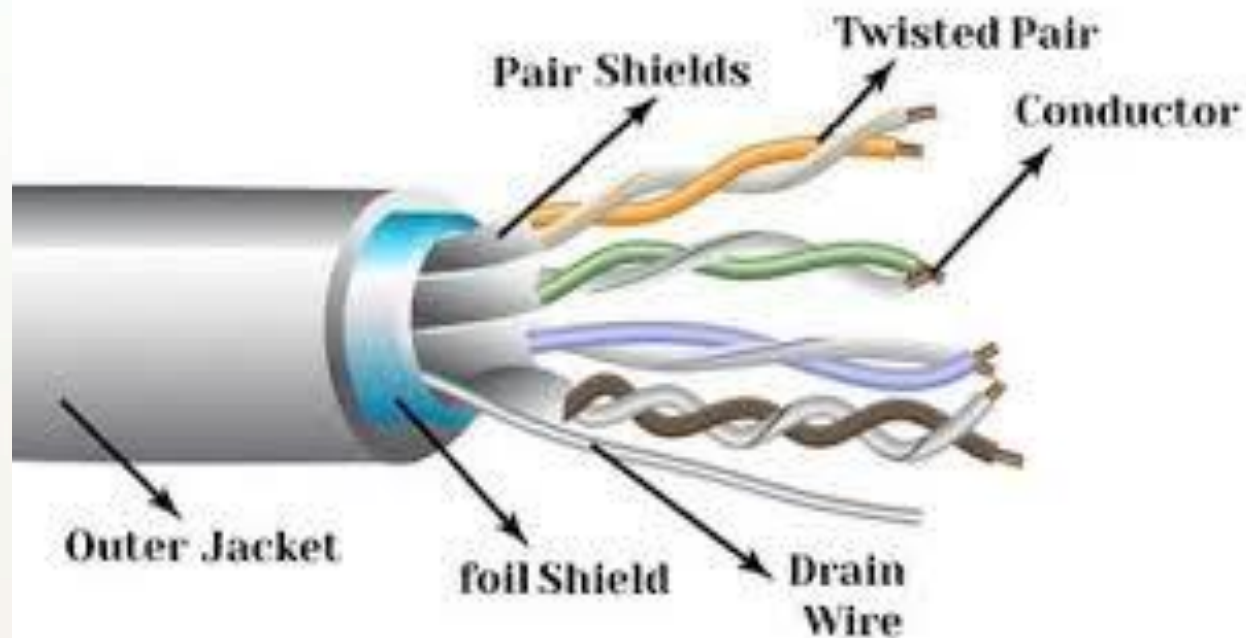
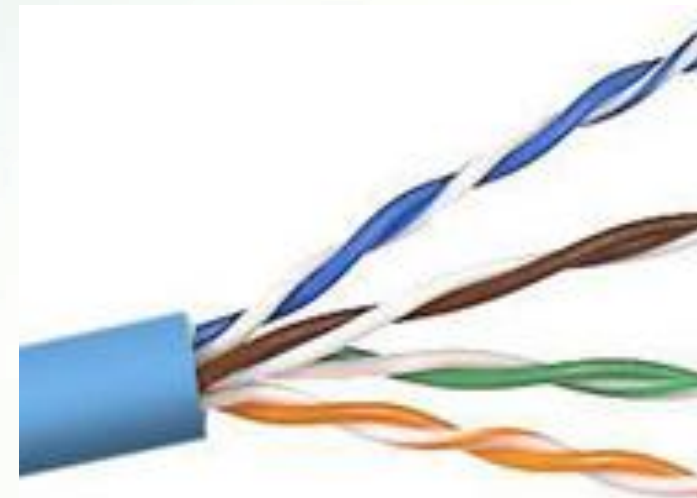
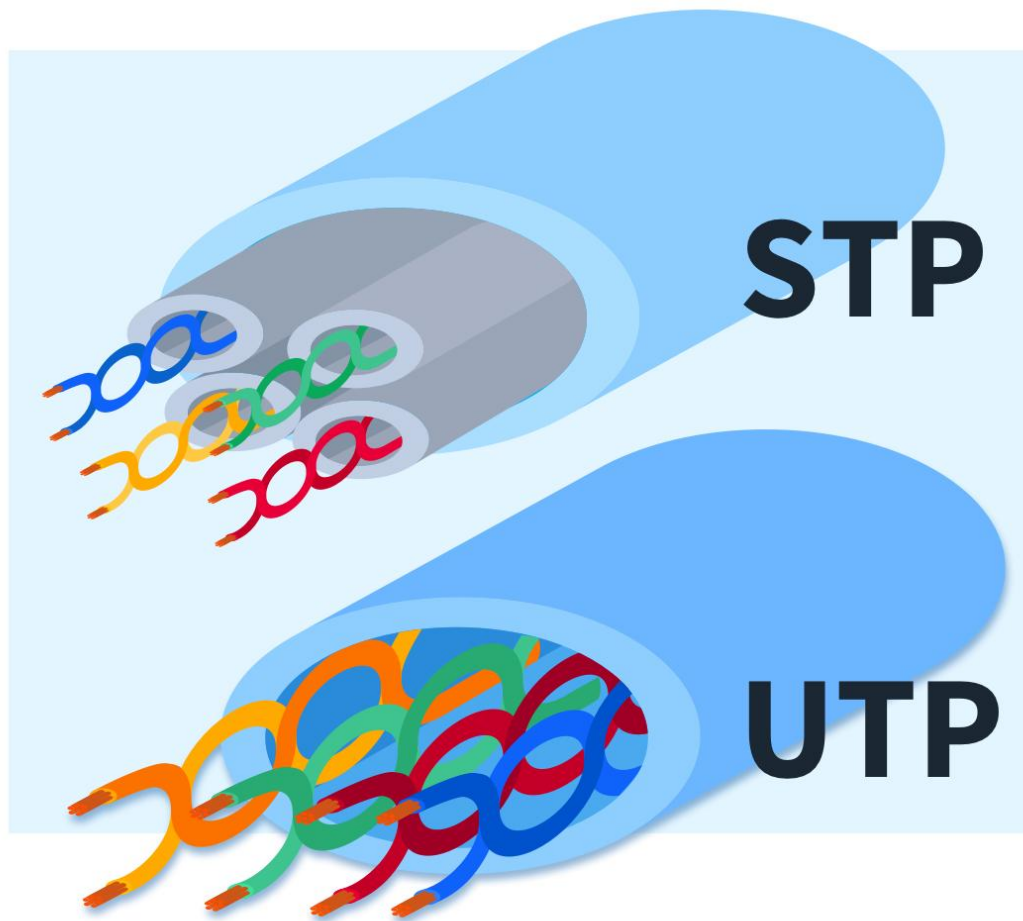


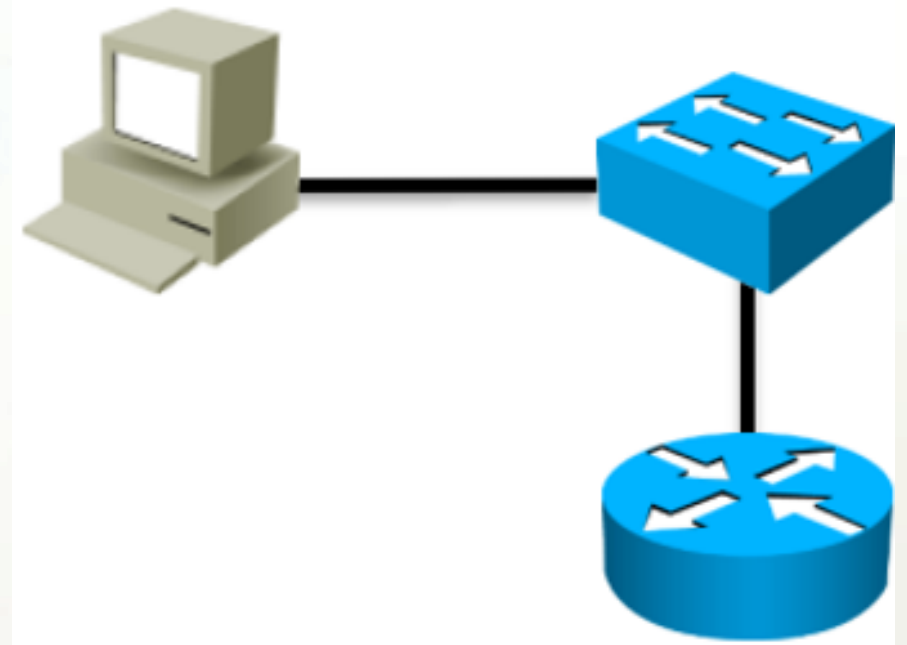
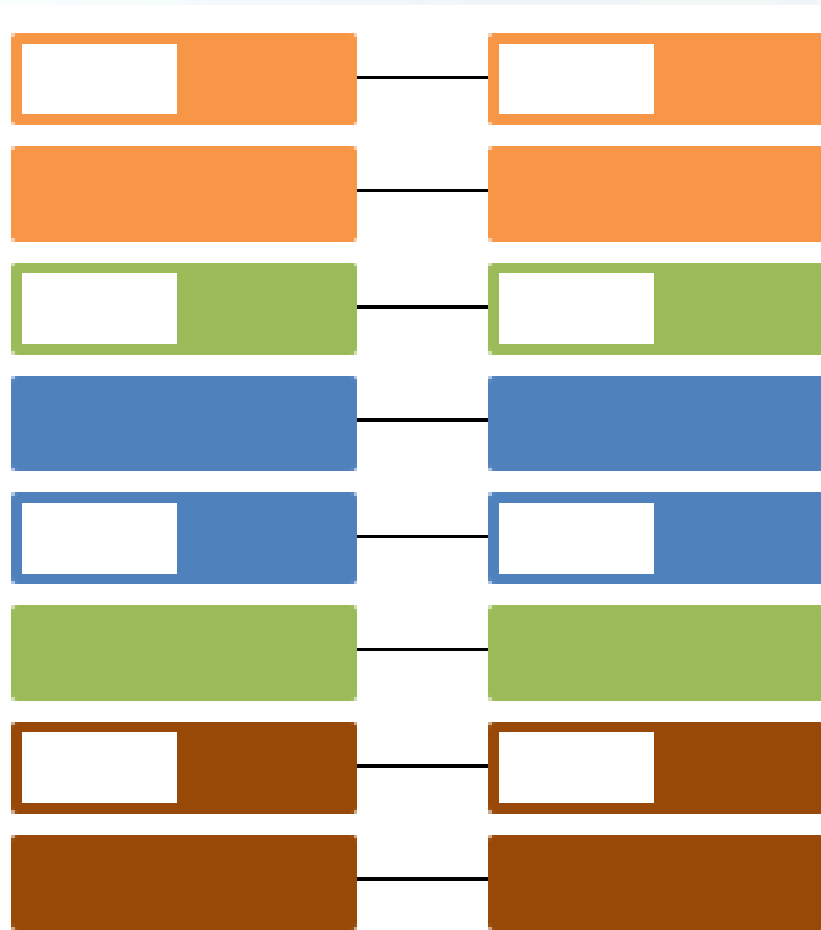
Nivelul FIZIC



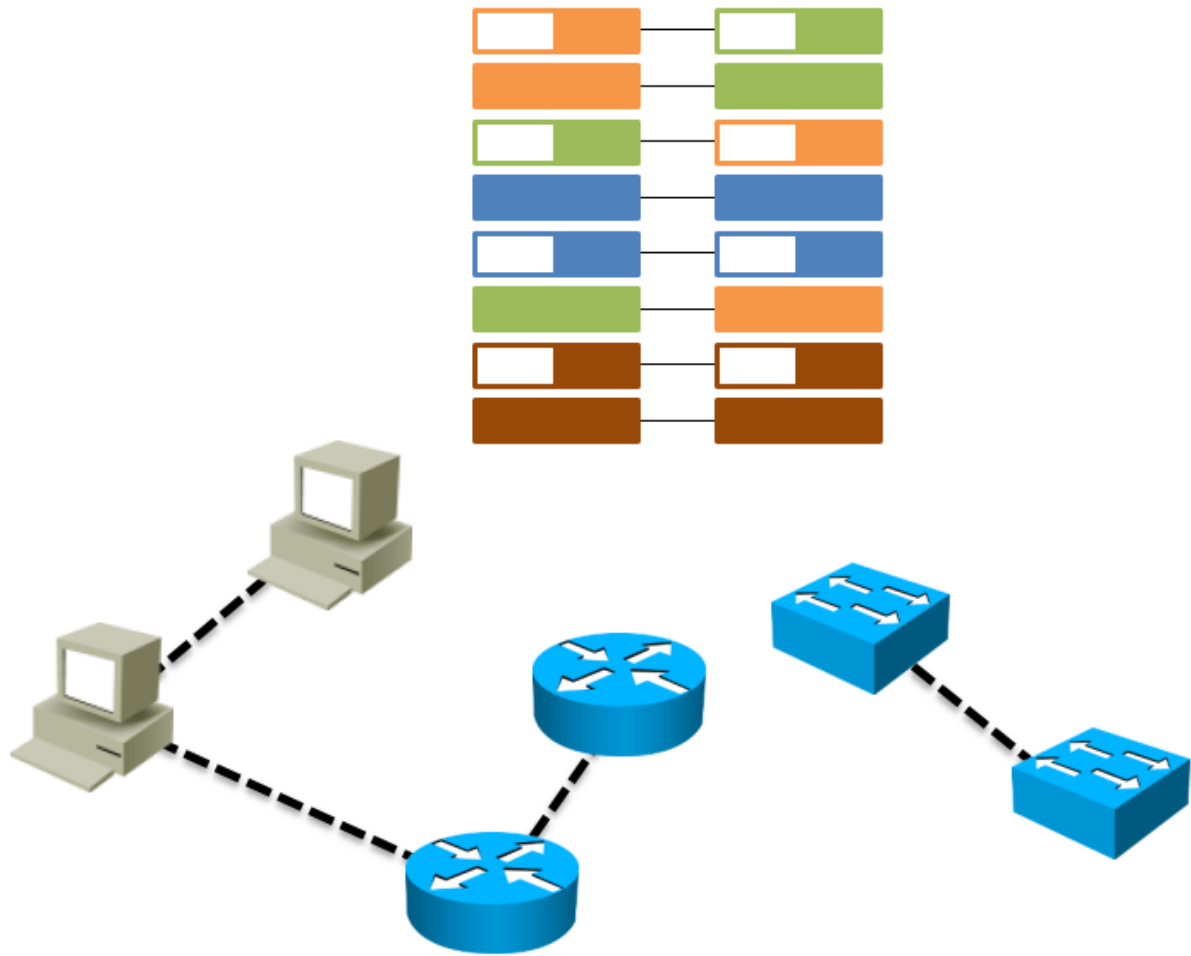
Nivelul fizic

Medii de transmisie ghidate

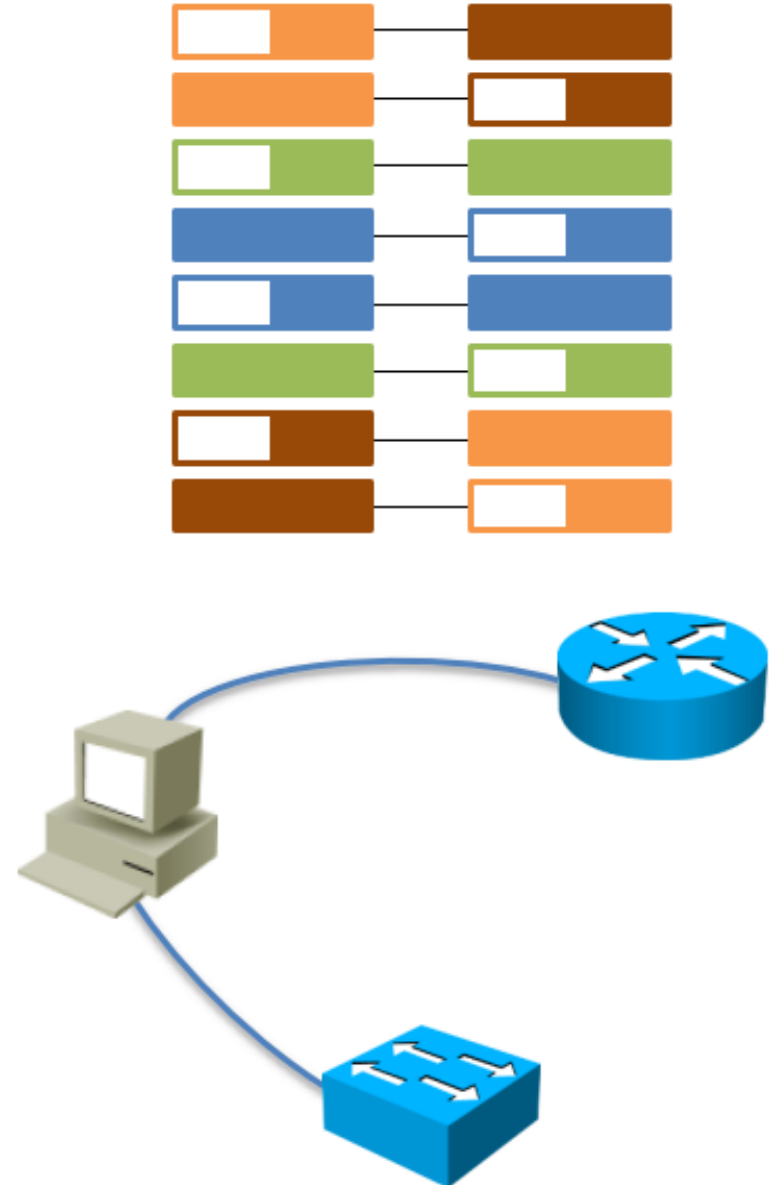




Crossover

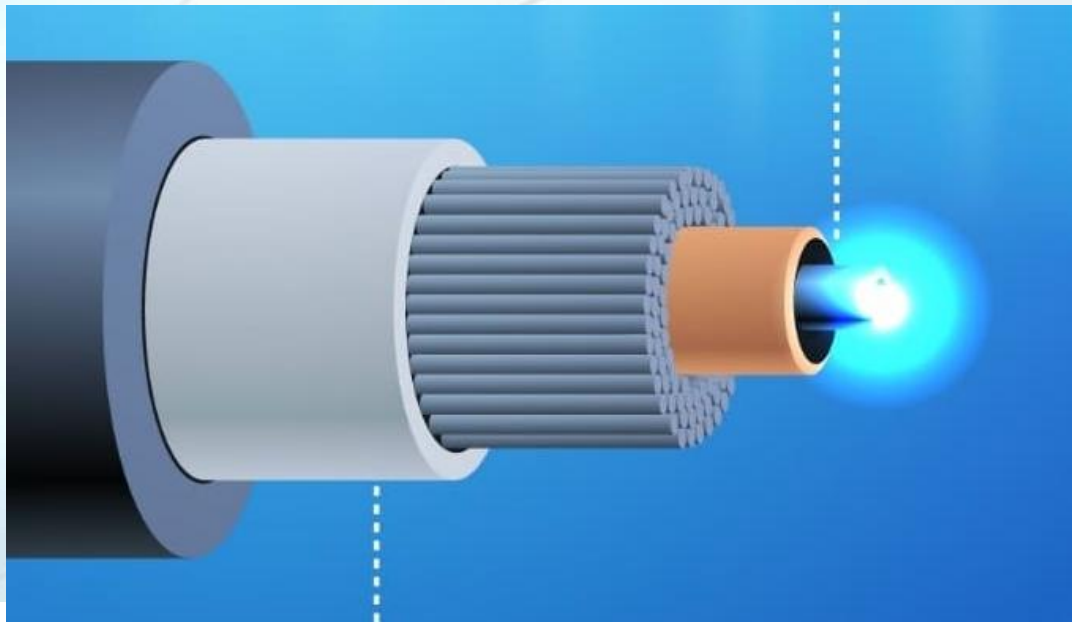


Rollover

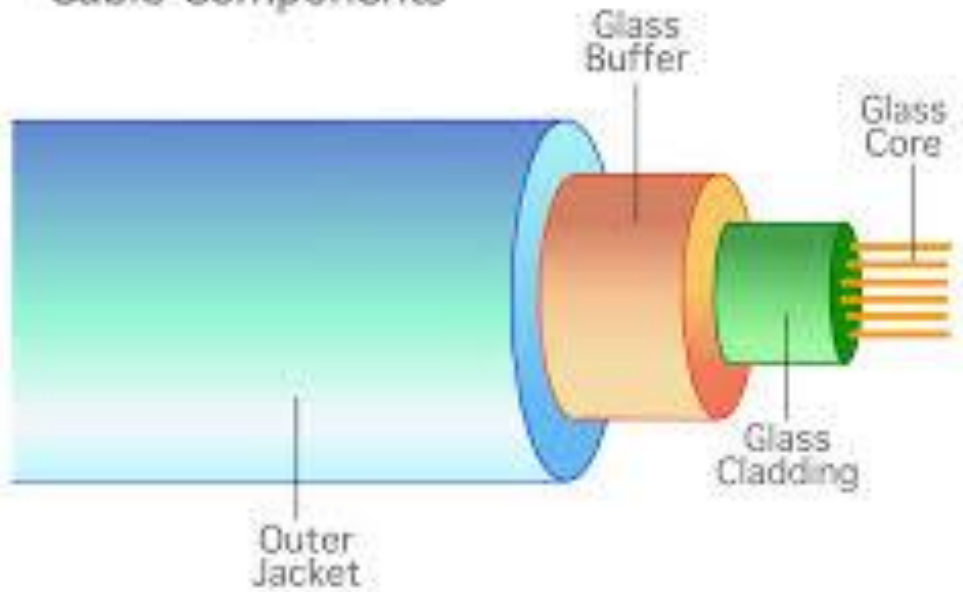


Categorii de cabluri

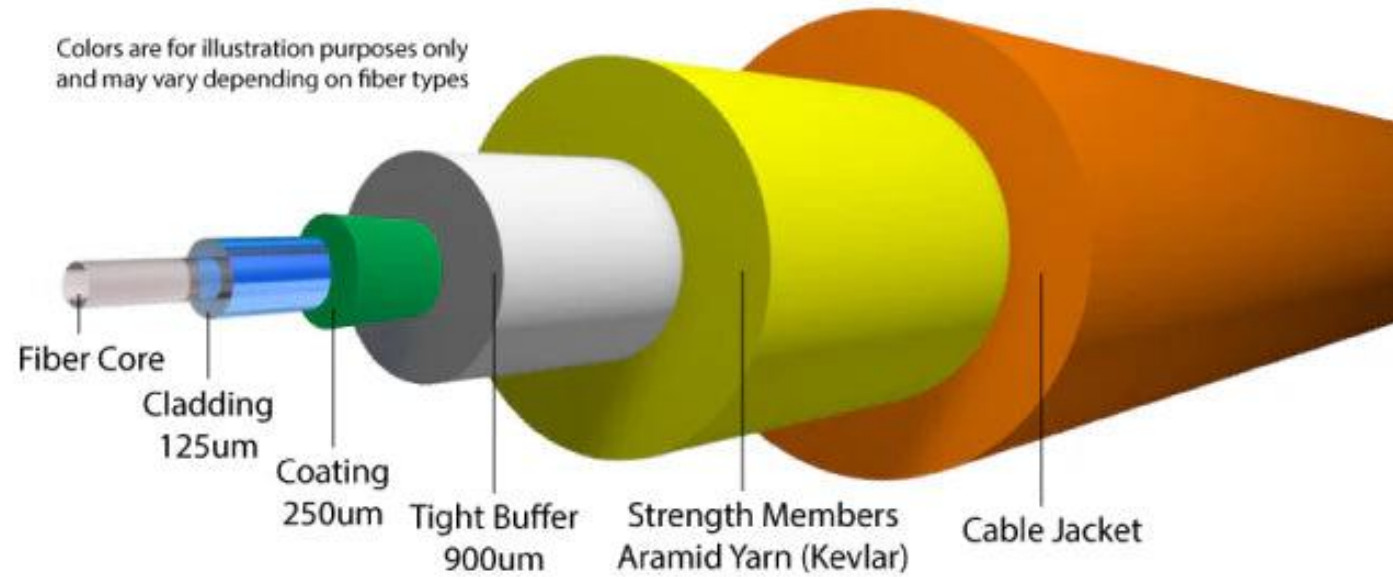
Categorie	Frecvență	Viteză	Standard
Cat 1		1Mbps	Telefonia clasică
Cat 2		4Mbps	Transmisiuni seriale
Cat 3	16MHz	10 Mbps 100 Mbps	TokenRing 10BaseT 100BaseT4
Cat 4	20MHz	16 Mbps 100 Mbps	TokenRing 10BaseT 100BaseT4
Cat 5	100MHz	10 Mbps 100 Mbps	TokenRing, 10BaseT 100BaseTX
Cat 5e	155MHz	10 Mbps 100 Mbps 1 Gbps	10BaseT, 100BaseTX, 1000BaseT
Cat 6	250MHz	100Mbps 1 Gbps	100BaseTX 1000BaseT
Cat 6a	500MHz	10 Gbps	10GBaseT
Cat 7	625MHz	10 Gbps	10GbaseT
Cat 8	1200Mhz	10 Gbps	10GbaseT



Fiber Optic Cable Components



Colors are for illustration purposes only
and may vary depending on fiber types



SINGLE FIBER TRANSMISSION

9 μ m
Core



Cladding
(125 μ m)

MULTIMODE FIBER TRANSMISSION

50/62.5 μ m
Core



LC

Lucent Connectors

- Square shape, duplex
- Small-form-factor (1.25mm thick)



SC

Standard Connectors

- Square-shaped, duplex
- 2.5mm ferrule
- Push-pull mechanism



ST

ST Connectors

- 2.5mm ferrule
- Spring-loaded, half-turn bayonet-style lock



FC

Ferrule Core Connectors

- Stainless steel screw mechanism
- Ceramic ferrule



MPO

Multi-Position Connectors

- Simplex connector
- Push/pull latch system



MT-RJ

MT-RJ Connectors

- Tubular locking mechanism

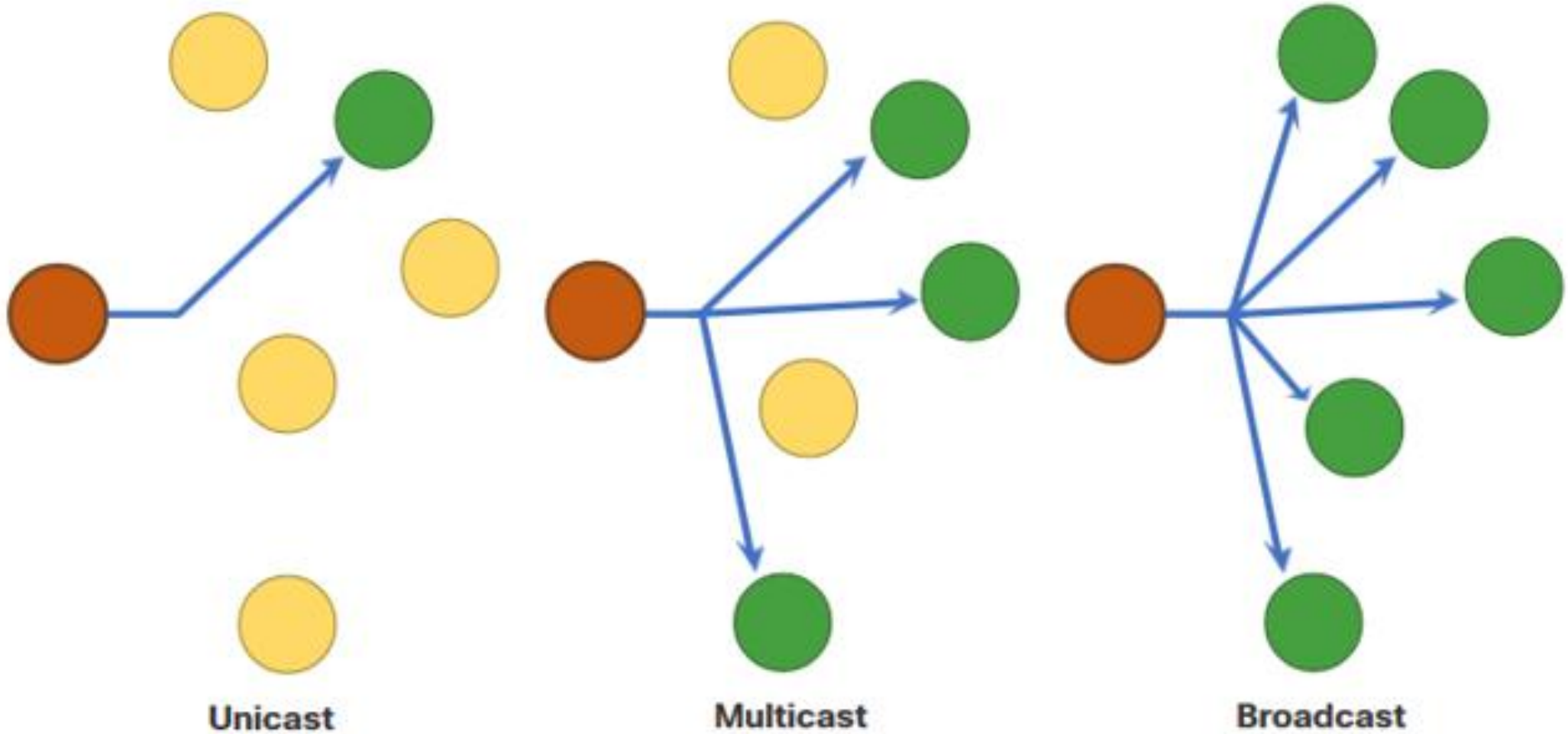


Picturization	Connector Type	Coupling Type	Fiber Type	Polish	No. of Fibers	Typical Applications	Comment
	ST	Twist on	Single mode /Multimode	PC, UPC	1	LANs	Keyed
	FC	Screw on	Single mode /Multimode	PC, UPC, APC	1	Datacom, Telecommunications	Keyed
	SC	Snap on	Single mode /Multimode	PC, UPC, APC	1	CATV, Test Equipment	Keyed
	LC	Snap on RJ45 style	Single mode /Multimode	PC, UPC, APC	1	Gigabit Ethernet, Video Multimedia	Small Form Factor (SFF)
	MU	Push/Pull	Single mode /Multimode	PC, UPC, APC	1	Medical, Military	Small Form Factor (SFF)
	MT-RJ	Snap on RJ45 style	Single mode /Multimode	N/A	2	Gigabit Ethernet, Asynchronous Transmission Mode (ATM)	One of Mating Connectors must have Alignment Pins
	MPO (MTP)	Push/Pull	Single mode /Multimode	N/A	4, 8, 12, 16, 24	Active Device Transceiver, Interconnections for O/E Modules	One of Mating Connectors must have Alignment Pins

Conectori fibră



Tipuri de transmisii



Nivelul DATA LINK

Incapsularea datelor

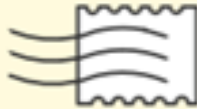
Incapsularea datelor

Dear Jane,

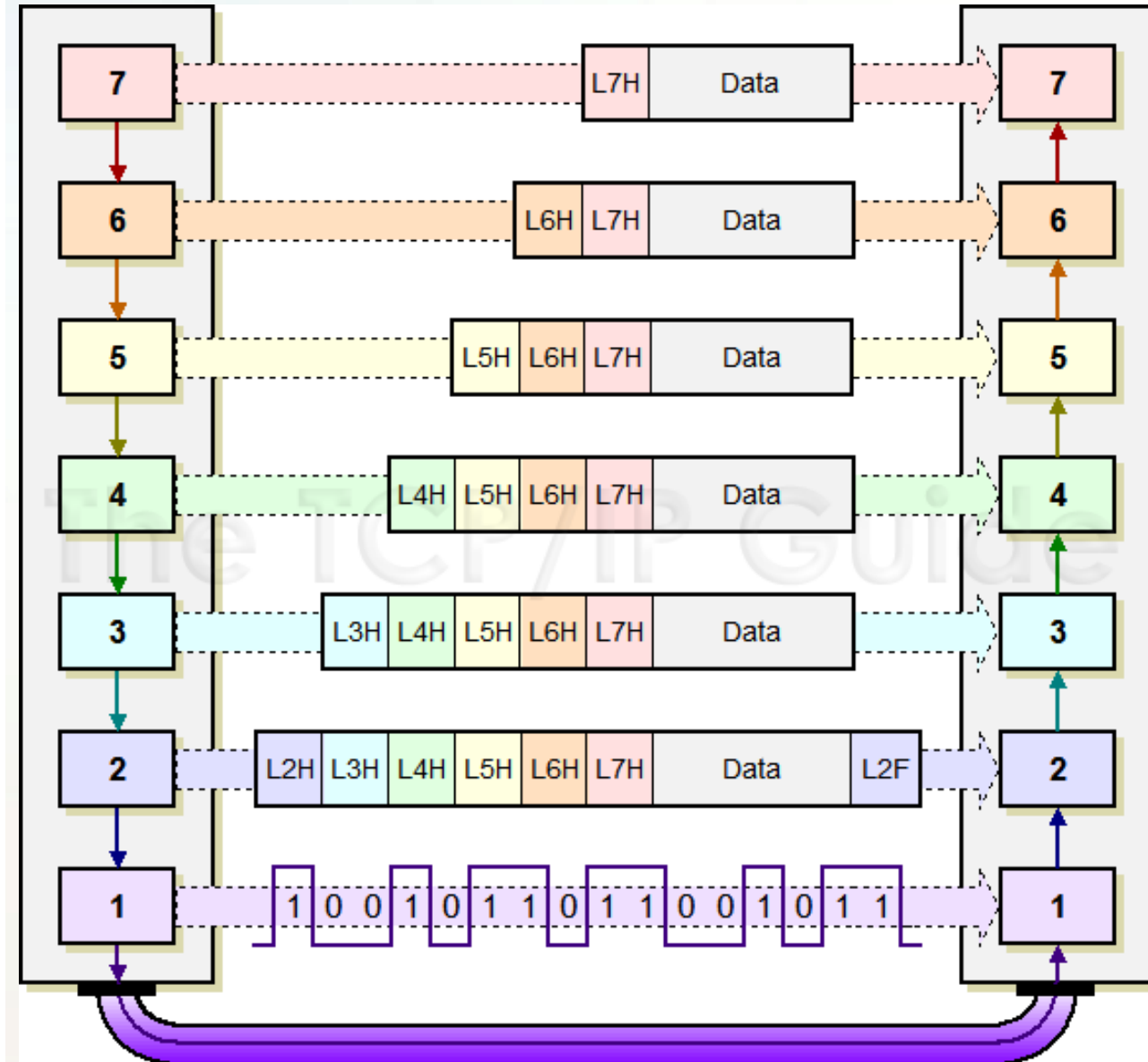
I just returned from my trip. I thought you might like to see my pictures.

John

Sender
4085 SE Pine Street
Ocala, Florida 34471

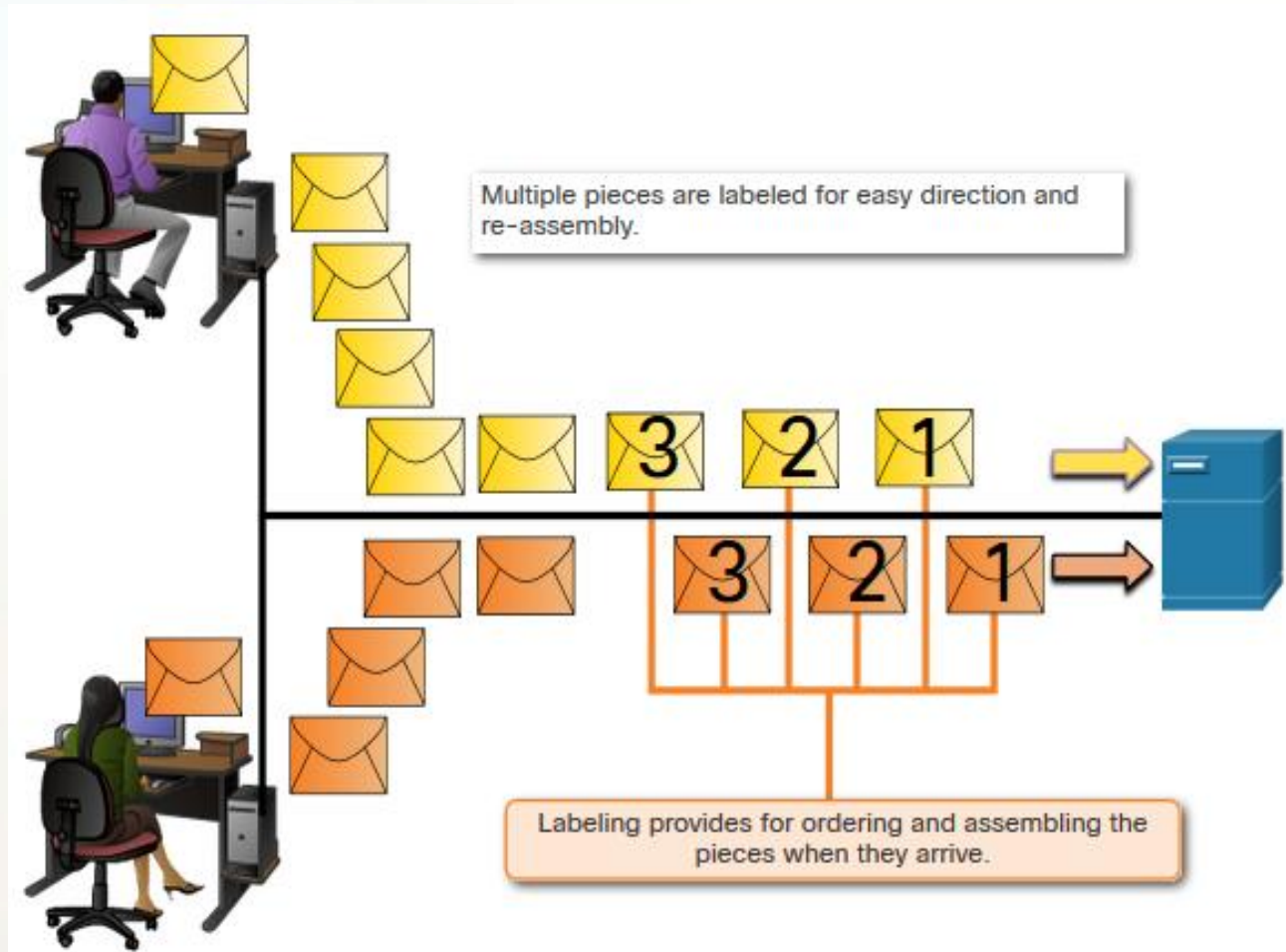


Recipient
1400 Main Street
Canton, Ohio 44203



Secvențierea. Încapsularea datelor

- *Secvențierea mesajelor este procesul de numerotare a segmentelor astfel încât mesajul să poată fi reasamblat la destinație.*
- *TCP este responsabil*
Pentru secvențierea
segmentelor individuale.
- *Încapsularea este*
procesul prin care
protocoalele își adaugă
informațiile la date.



PDU - Protocol Data Units

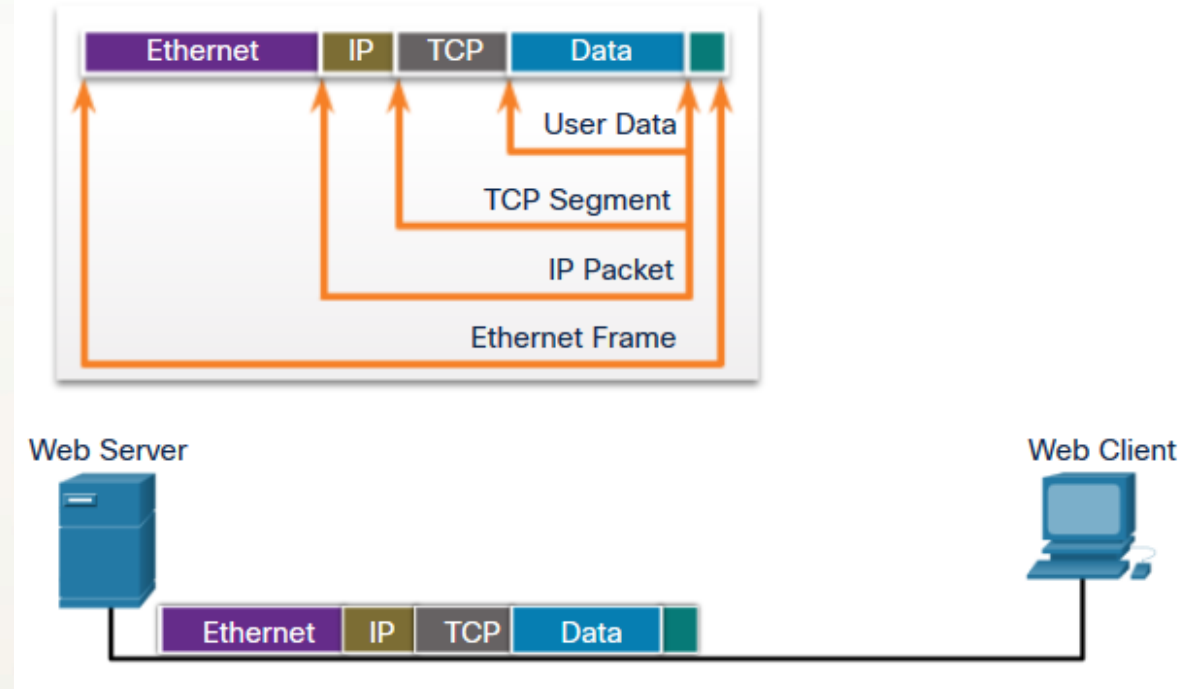
- **PDU** este structura de date formată din **date utile** (payload) și informații de **control** (antete și, uneori, trailere), definite de protocolul unui nivel de rețea.
- Reprezintă unitatea de date manipulată de un protocol la un anumit nivel al modelului de referință (OSI sau TCP/IP).
- Fiecare nivel tratează datele primite ca o PDU proprie, adăugând sau interpretând informații de control specifice.

Exemplu Incapsulare

- Încapsularea este un proces de sus în jos.
- Nivelul superior își desfășoară procesul și apoi îl transmite către nivelul următor al modelului.
- Acest proces este repetat de fiecare strat până când este trimis ca un flux de biți.

PDU care trec prin stivă:

1. Date (Flux de date)
2. Segment
3. Pachet
4. Cadru
5. Biți (Flux de biți)



Decapsulare

- *Datele sunt decapsulate pe măsură ce urcă în stivă.*
- *Când un strat își finalizează procesul, acesta își elimină antetul și îl transmite la nivelul următor pentru a fi procesat.*
- *Acest lucru se repetă la fiecare strat până când devine un flux de date pe care aplicația îl poate procesa.*

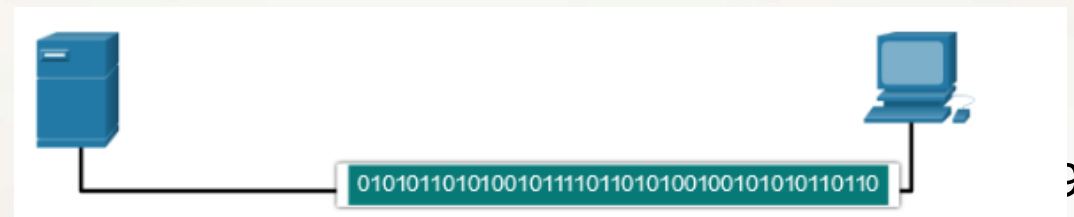
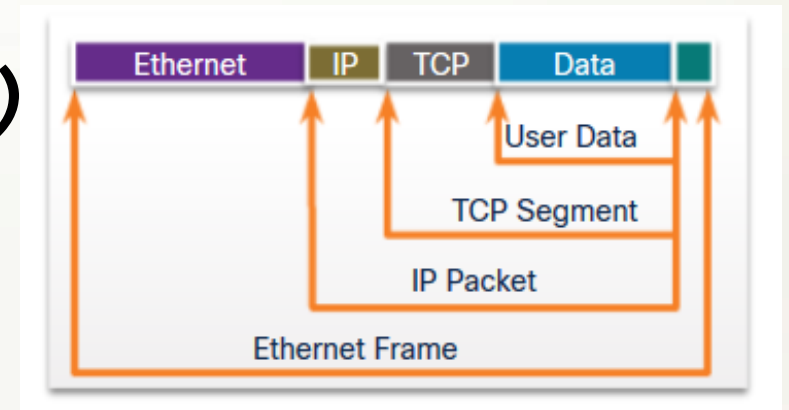
1. Recepționat ca biți (flux de biți)

2. Cadru

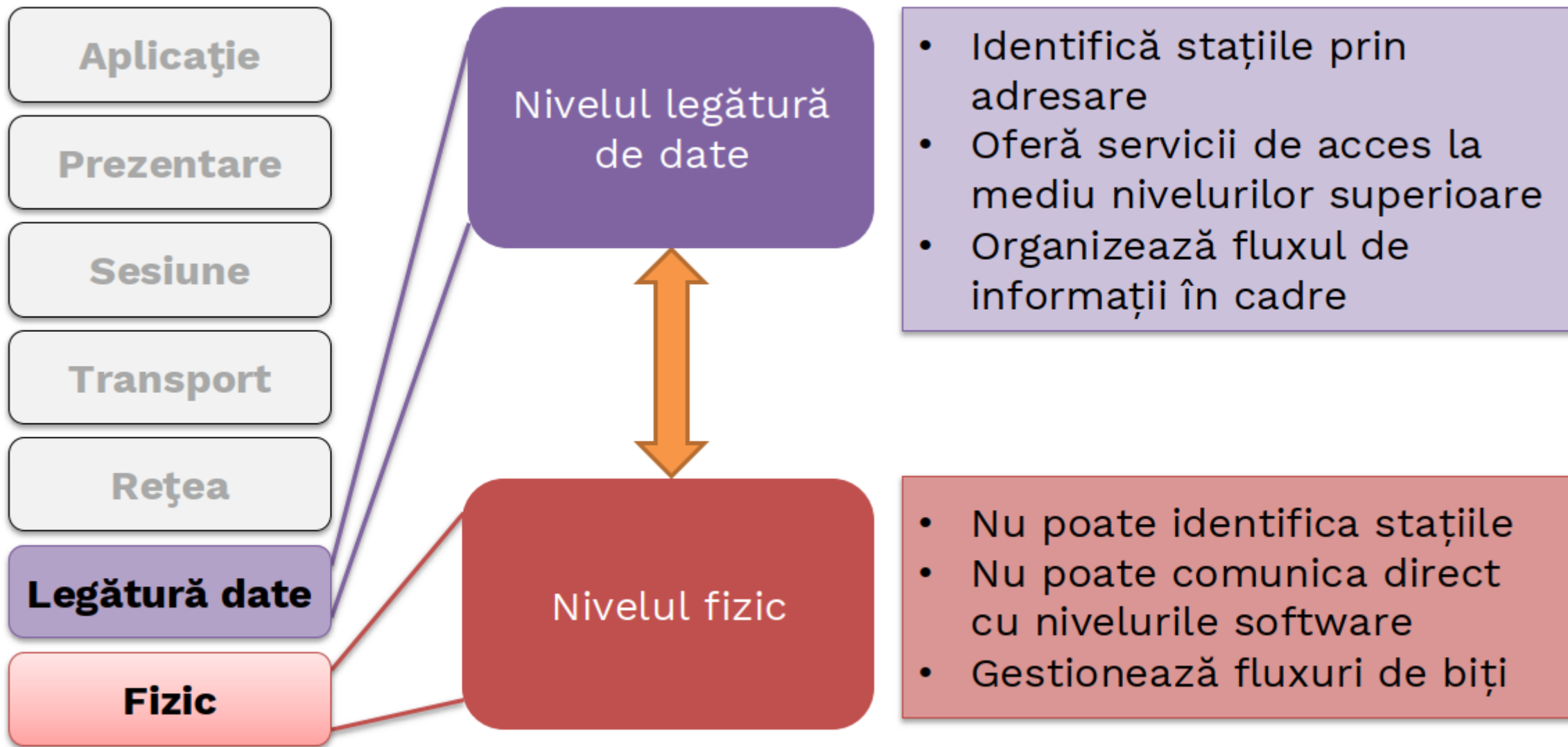
3. Pachet

4. Segment

5. Date (flux de date)

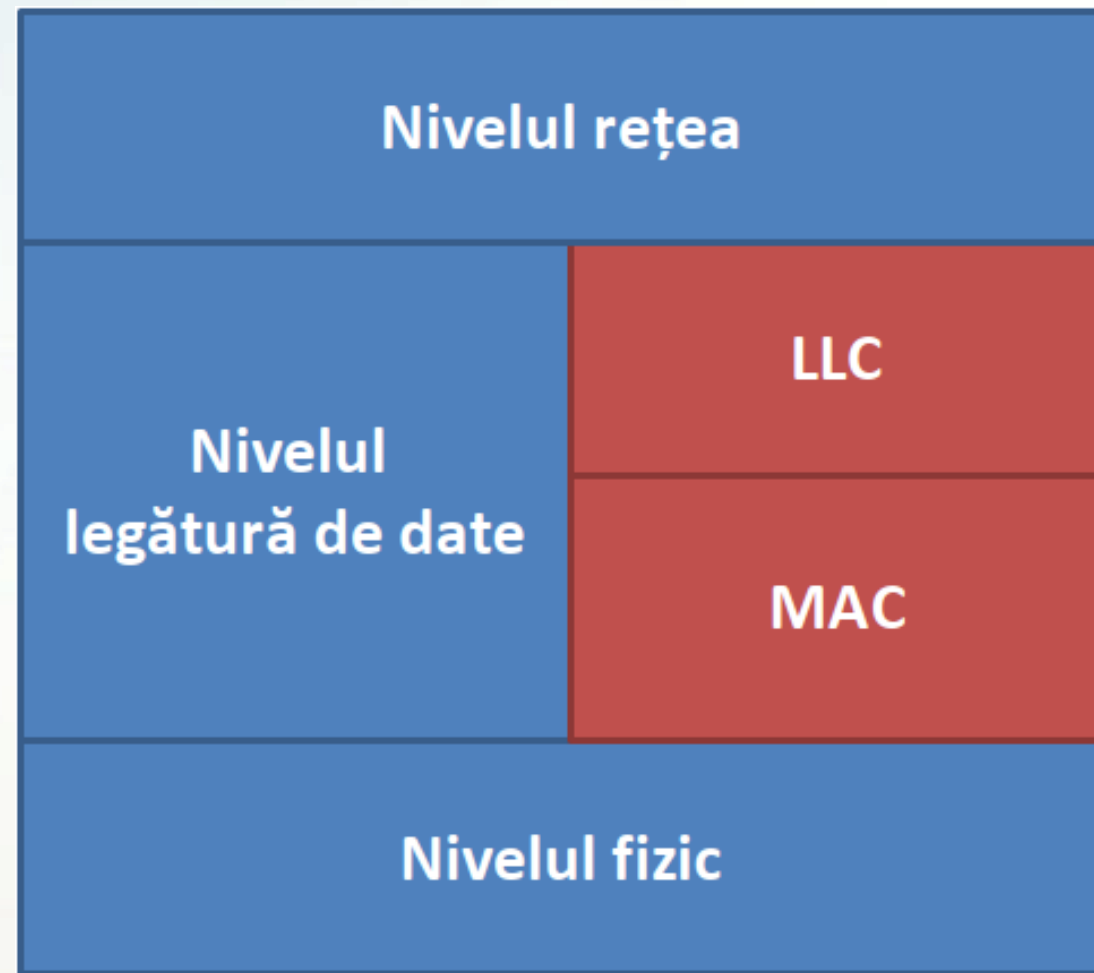


Limitările nivelului fizic

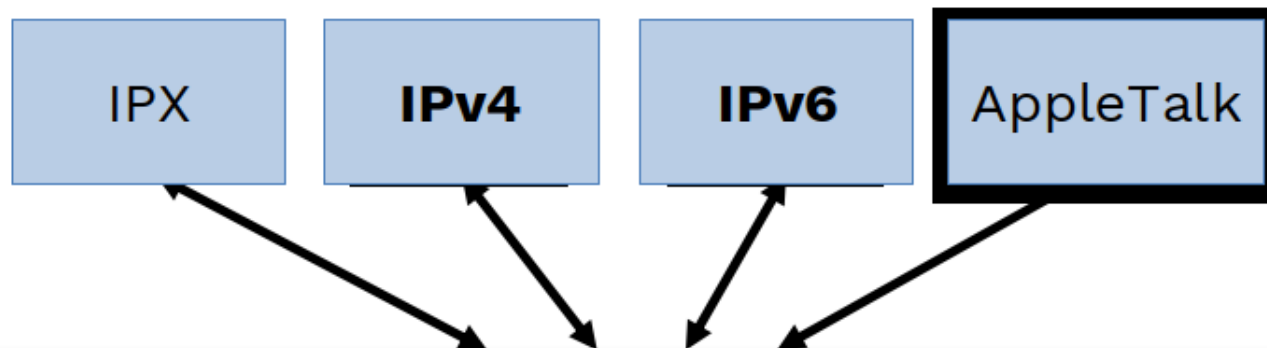


Data Link

- *Nivelul Legătură de date este*
- *situat la granița dintre hardware și software*
- *Subnivelul LLC (Logical Link Control) realizează interfața cu software-ul*
- *Subnivelul MAC (Media Access Control) realizează interfața cu mediul*

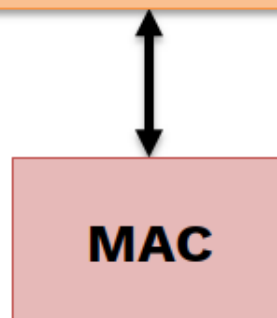


Subnivelul LLC

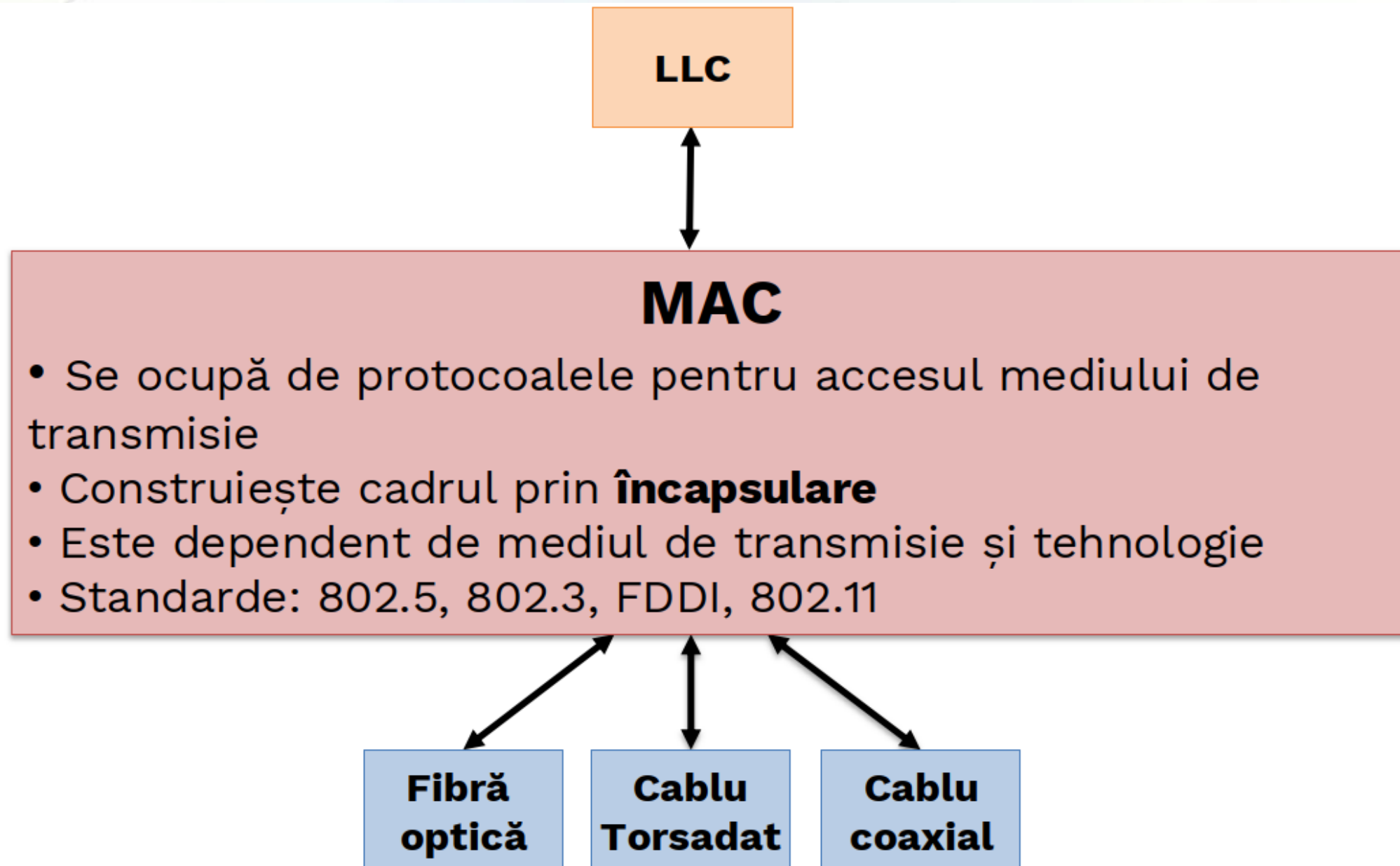


LLC

- Independent de tehnologia de transmisie de la nivelul fizic
- Multiplexează protocoalele de nivel superior
- Oferă facilități pentru controlul fluxului
- Definit în 802.2



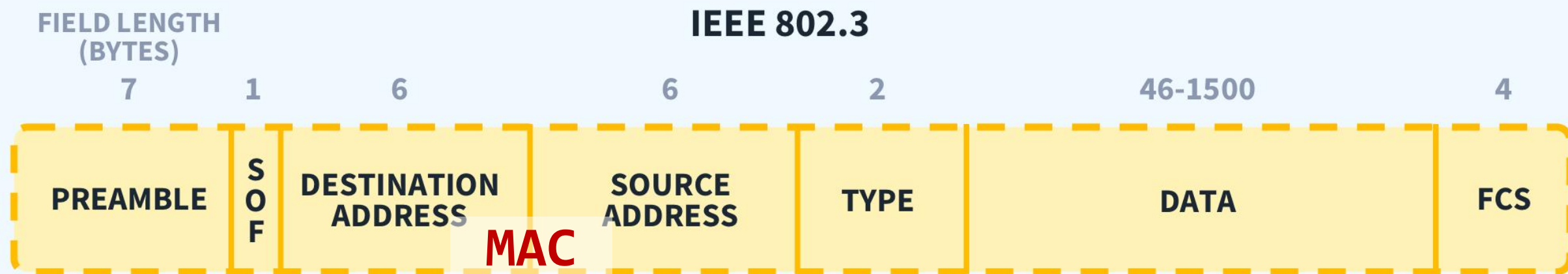
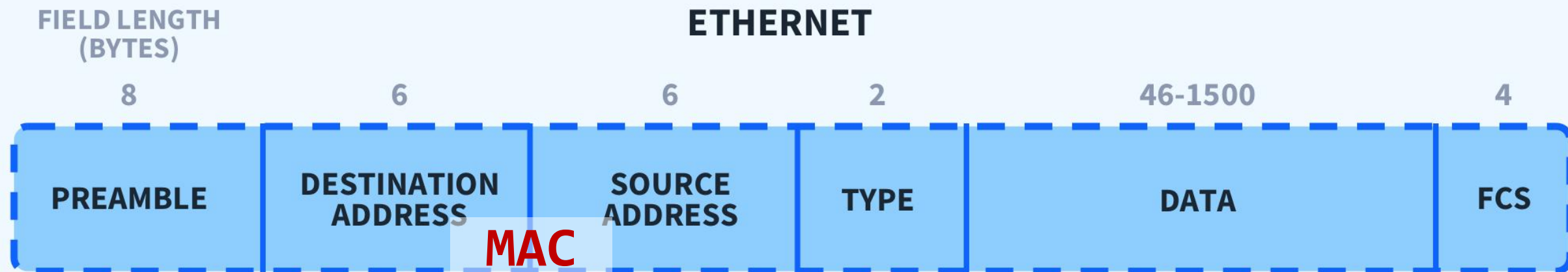
Subnivelul MAC



Formatul cadrului

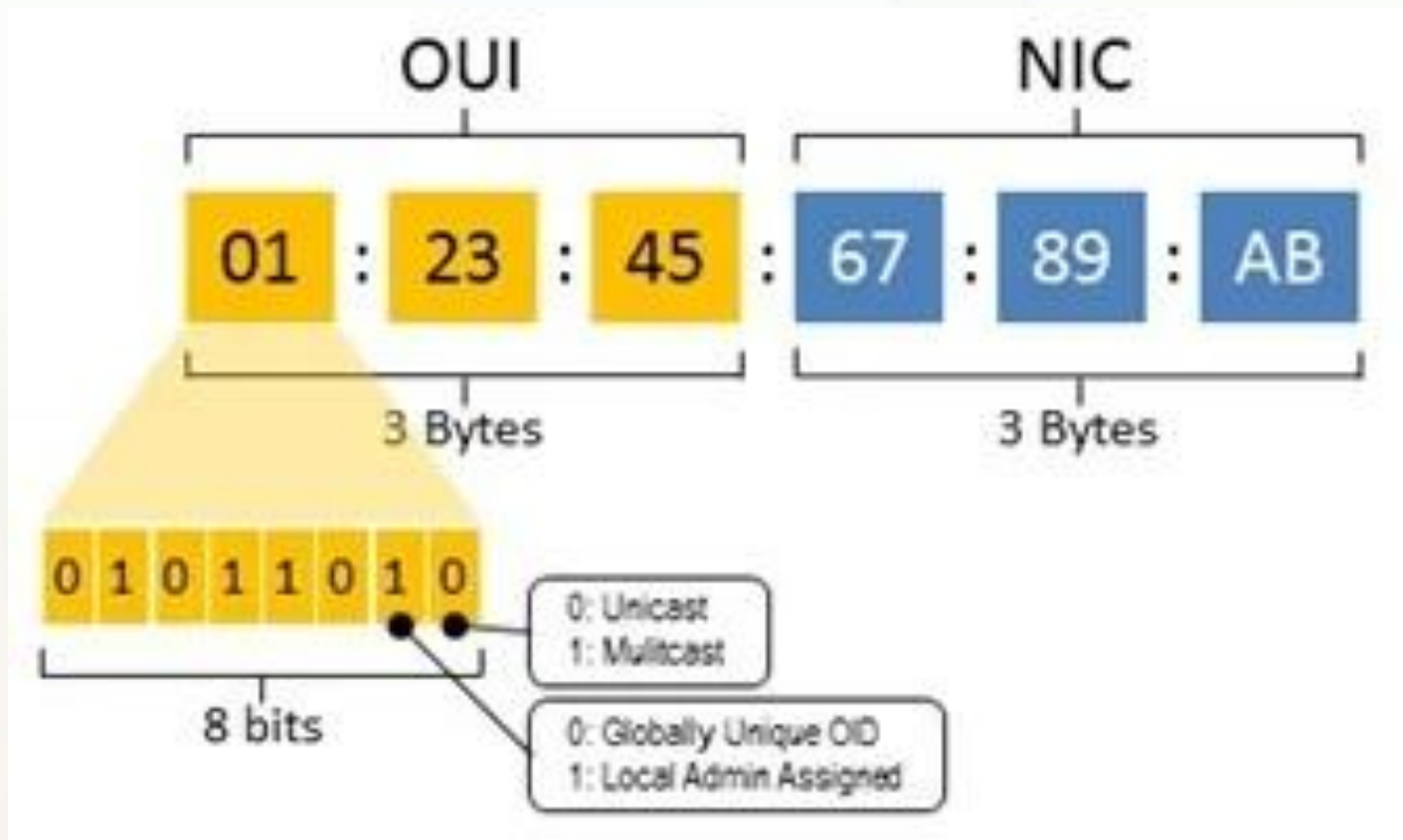
- *Majoritatea protocoalelor de nivel 2 folosesc un set comun de câmpuri:*
- ***Start Cadru**: secvență de biți ce anunță începutul unui cadru*
- ***Adresă**: adresele MAC ale sursei și destinației*
- ***Tip/Lungime**: protocolul de nivel 3 utilizat sau lungimea cadrului în octeți*
- ***Date**: mesajul trimis*
- ***CRC (FCS)**: număr folosit în detectarea erorilor de transmisie*

Structura cadrului



Structura adresei MAC

- 48 biți (6 bytes) în 2 grupe: OUI, NIC
- Format hexazecimal
- Doar în LAN! Nu se rutează în internet!



Tipuri de adrese MAC

- **Adresă unicast**

- *identifică un singur destinatar*

- *ex: 00.10.A7.22.FE.63*

- **Adresă broadcast**

- *folosită pentru a identifica toate calculatoarele din rețea*

- *ex: FF.FF.FF.FF.FF.FF*

- **Adresă multicast**

- *folosită pentru a identifica un grup de calculatoare; identificată prin faptul că primul octet este impar*

- *ex: 01.00.5E.00.A1.11*

Caracteristici rețele Ethernet

- *Bit Time* - timpul necesar transmiterii unui singur bit.
- Într-o rețea Ethernet de 10 Mbps, pentru trimiterea unui bit sunt necesare 100 ns.
- Pentru 100 Mbps, bit time-ul este de 10 ns
- La 1000 Mbps bit time-ul ajunge să fie 1 ns

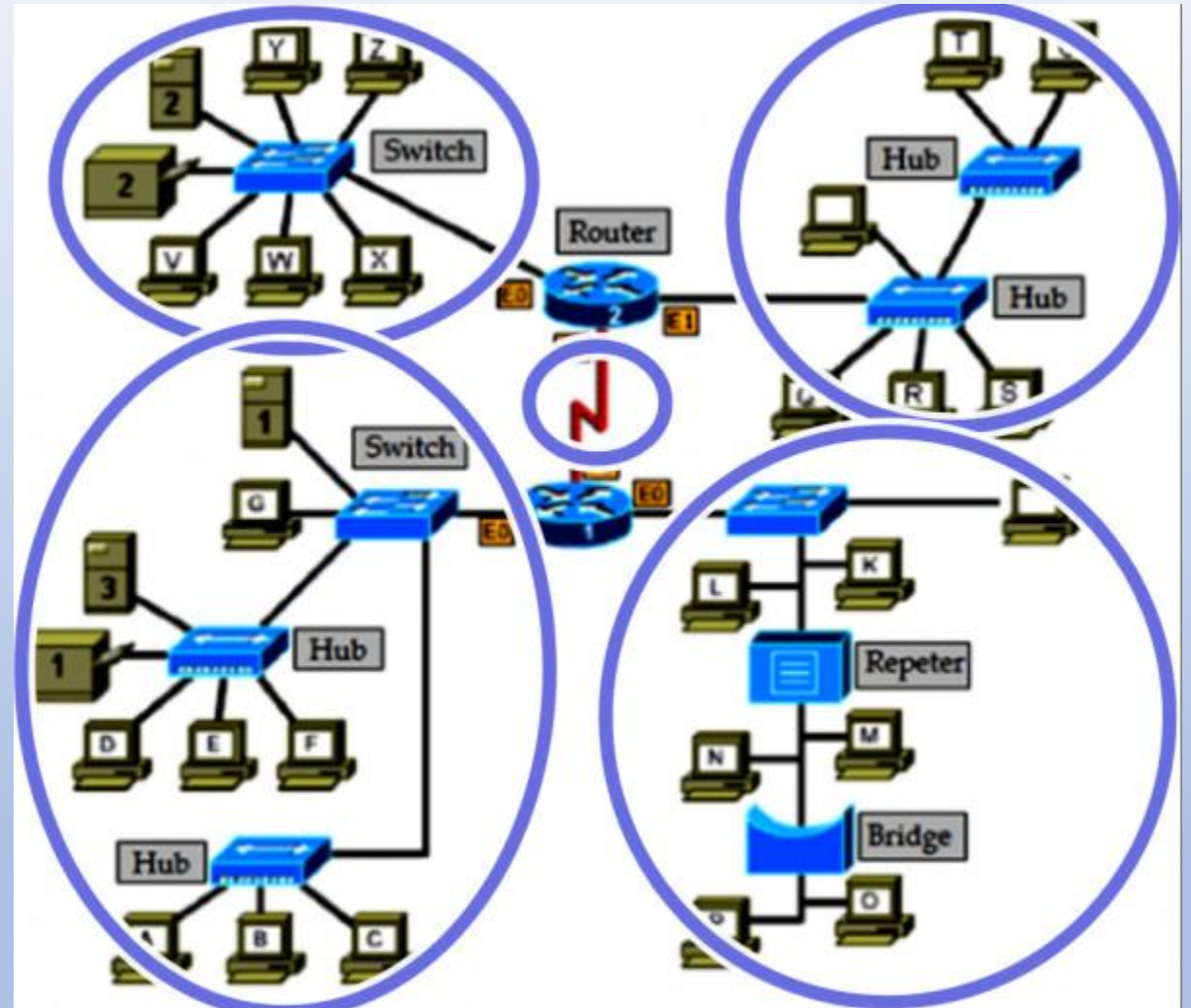
Caracteristici Ethernet

- *SlotTime* - timpul necesar semnalului pentru a parcurge cel mai lung segment de rețea
- pentru 10 Mbps și 100 Mbps el este de $512 * \text{Bit Time}$ (= 64 de octeți),
- pentru 1000 MBps este de $4096 * \text{Bit Time}$ (= 512 octeți)
- Pentru toate versiunile de Ethernet cu viteze de transmisie mai mici sau egale cu 1000 Mbps, o transmisie nu trebuie să dureze mai puțin decât slot time.

Caracteristici Ethernet

- *Interframe spacing reprezintă timpul minim între două cadre succesive*
- *Valoarea sa este de $96 * \text{Bit Time}$*
- *Rolul său este să permită stațiilor lente să proceseze cadrul curent și să se pregătească pentru următorul cadru.*

Domenii de coliziune



Mediu partajat

- *Ethernet a fost proiectat ca un protocol peste medii partajate (mediu multiacces – mai multe stații conectate la același mediu fizic)*
- *Coliziunile și broadcast-urile sunt prevăzute în funcționarea Ethernet*
 - *În rețelele Ethernet full-duplex*
- *fiecare port al switchului împreună cu nodul de rețea conectat reprezintă un domeniu de coliziune*
- *infrastructura de rețea devine o infrastructură dedicată (față de una partajată în cazul folosirii de repetitoare, sau de Ethernet peste mediu coaxial)*

Domeniu de coliziune

- ***DC = grup de segmente de rețea conectate fizic prin dispozitive de nivel 1 (repetor, hub, transceiver) în care se pot produce coliziuni;***

Dispozitive care delimitează domeniile de coliziune:



Dispozitive care extind domeniile de coliziune:



Domeniu de broadcast

- *toate dispozitivele (stațiile) care primesc un broadcast trimis de unul dintre ele.*

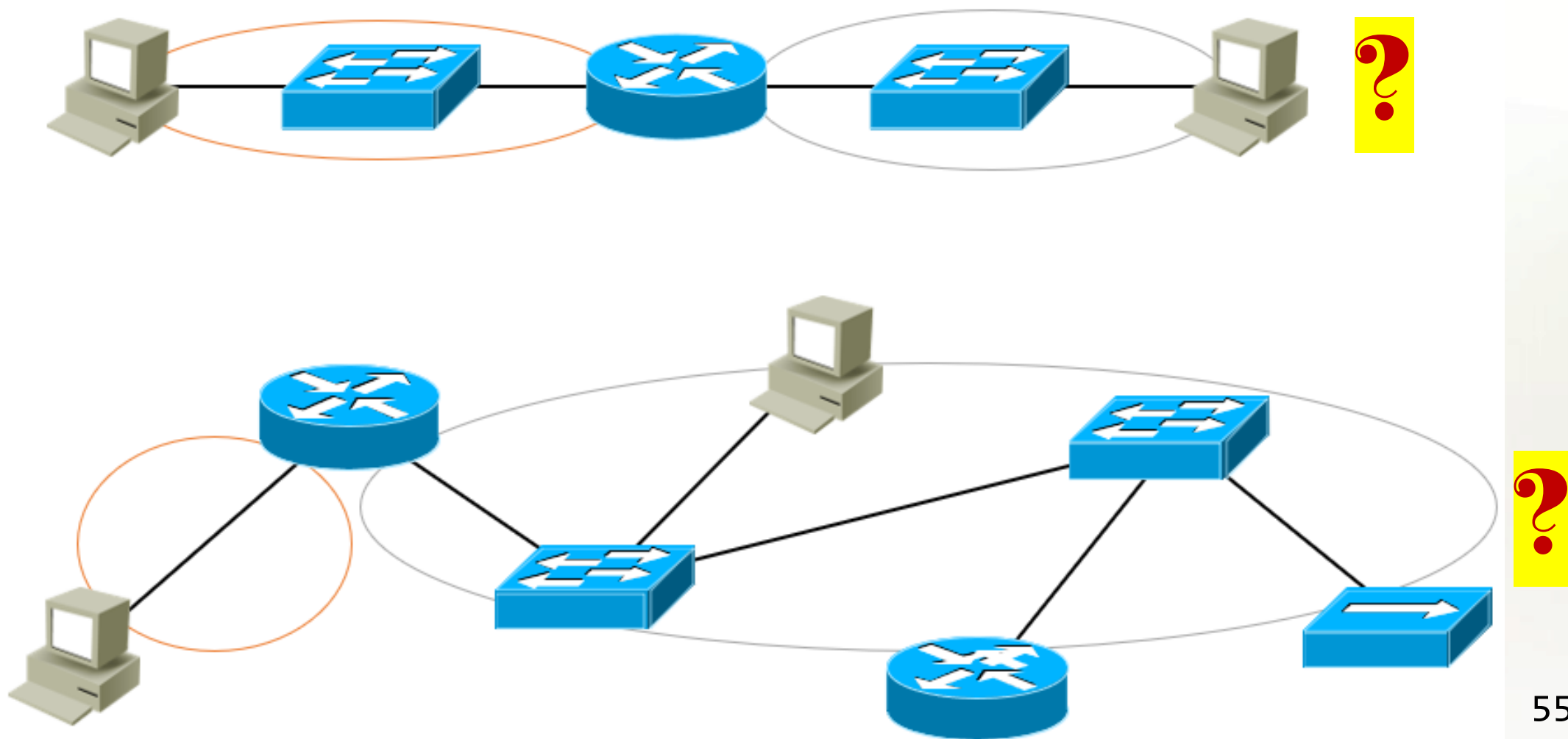
Dispozitive care delimitează domeniile de broadcast:



Dispozitive care extind domeniile de broadcast:



*Câte domenii de broadcast
sunt în aceste topologii?*



CSMA/CD

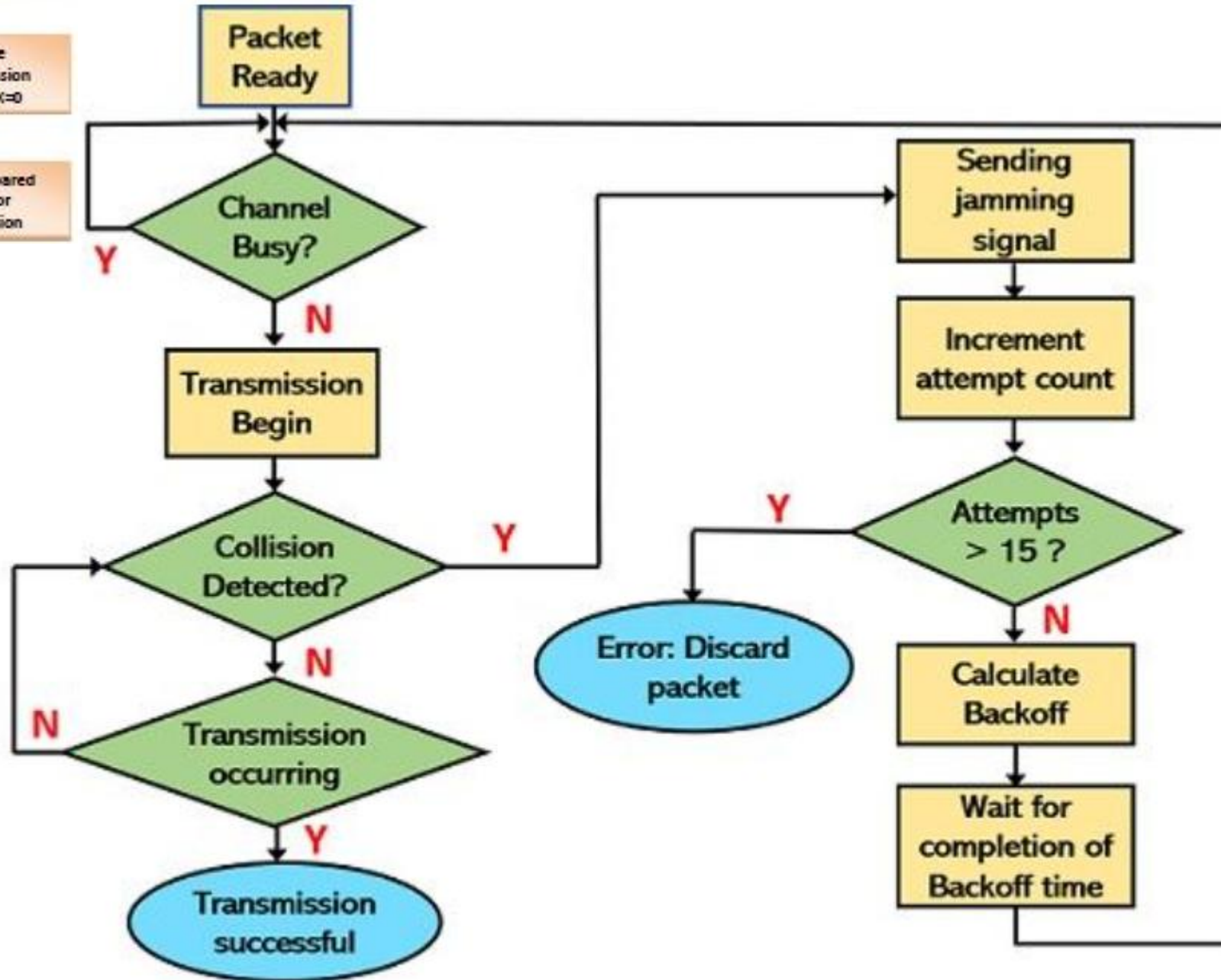
1. Carrier Sense

2. Multiple access

3. Collision detection

4. Jam signal

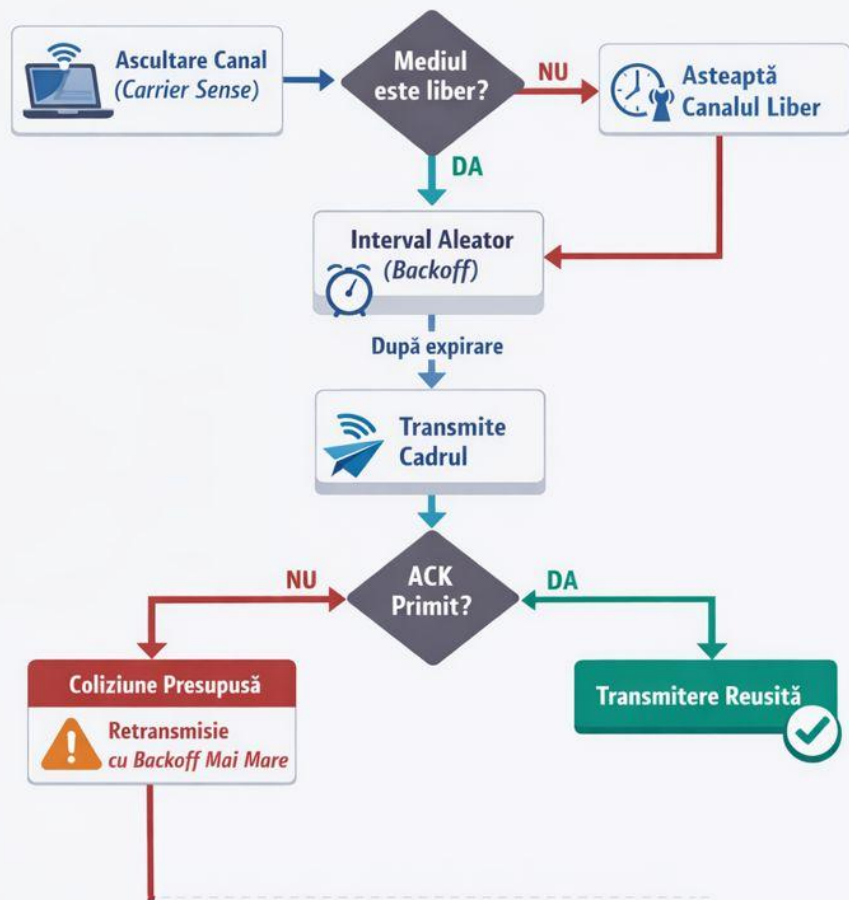
5. Random backoff





Protocolul CSMA/CA

Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance



Optional: RTS / CTS

Request To Send / Clear To Send



CSMA/CD vs CSMA/CA

<i>Caracteristică</i>	<i><u>CSMA/CD</u></i>	<i><u>CSMA/CA</u></i>
<i>Tip rețea</i>	<i>Cablat (Ethernet)</i>	<i>Wireless (<u>Wi-Fi</u>)</i>
<i>Abordare coliziuni</i>	<i>Detectare coliziuni</i>	<i>Evitare coliziuni</i>
<i>Momentul intervenției</i>	<i>În timpul transmierii</i>	<i>Înainte de transmitere</i>
<i>Detectare coliziune</i>	<i>Detectează direct</i>	<i>Nu poate detecta direct</i>
<i>Confirmare</i>	<i>Nu folosește <u>ACK</u></i>	<i>Folosește <u>ACK</u></i>
<i>Mecanism special</i>	<i><u>Jam</u> signal</i>	<i><u>Backoff</u> + <u>RTS/CTS</u> (opțional)</i>
<i>Complexitate</i>	<i>Mai simplu</i>	<i>Mai complex</i>
<i>Standard</i>	<i>IEEE 802.3</i>	<i>IEEE 802.11</i>

Standarde ETHERNET

Standard IEEE	Nume comun	Viteză & Descriere
<u>802.3i</u>	<u>10BASE-T</u>	10 Mb/s, cablu <u>UTP</u>
<u>802.3u</u>	<u>100BASE-TX</u>	100 Mb/s (Fast Ethernet)
<u>802.3ab</u>	<u>1000BASE-T</u>	1 Gb/s, cablu <u>UTP</u>
<u>802.3z</u>	<u>1000BASE-X</u>	1 Gb/s, fibră optică
<u>802.3ae</u>	10 GbE	10 Gb/s Ethernet
<u>802.3an</u>	<u>10GBASE-T</u>	10 Gb/s, cablu <u>UTP</u>
<u>802.3bz</u>	<u>2.5GBASE-T</u> / <u>5GBASE-T</u>	2.5 Gb/s și 5 Gb/s, <u>UTP</u>
<u>802.3by</u>	25 GbE	25 Gb/s
<u>802.3cd</u>	50/100/200 GbE	50, 100 și 200 Gb/s
<u>802.3cm</u>	<u>400GBASE-SR8</u>	400 Gb/s, fibră <u>multimod</u>
<u>802.3cn</u>	<u>400GBASE-LR8</u>	400 Gb/s, fibră single-mode
<u>802.3cp</u>	10/25/50GBASE-BR	10-50 Gb/s, transmisie bidirecțională pe fibră

Single-Pair Ethernet (industrial / automotive)

<i>Standard IEEE</i>	<i>Nume comun</i>	<i>Viteză & Descriere</i>
<u>802.3bw</u>	<u>100BASE-T1</u>	100 <u>Mb/s</u> , o singură pereche torsadată
<u>802.3bp</u>	<u>1000BASE-T1</u>	1 Gb/s, <u>automotive</u>
<u>802.3ch</u>	<u>2.5/5/10GBASE-T1</u>	2.5–10 Gb/s, <u>automotive</u>
<u>802.3cg</u>	<u>10BASE-T1L</u>	10 <u>Mb/s</u> , distanțe mari (până la ~1 km)

Standarde în testare și dezvoltare

<i>Standard IEEE</i>	<i>Viteză & Descriere</i>
<u>802.3df</u>	200, 400 și 800 Gb/s folosind canale de transmisie de 100 Gb/s (standard recent)
<u>802.3dj</u>	200 Gb/s – 1.6 Tb/s Ethernet de generație viitoare (în dezvoltare)
<u>802.3dg</u>	100 Mb/s <u>Single-Pair Ethernet</u> cu rază extinsă (~500 m), în lucru
<u>802.3dk</u>	Ethernet optic bidirecțional >50 Gb/s, în dezvoltare
<u>802.3dm</u>	Ethernet <u>automotive</u> asimetric (viteze diferite upload/download), în testare
<u>802.3dp</u>	Reguli de alimentare (<u>PoE</u>) pentru Single-Pair Ethernet, în lucru

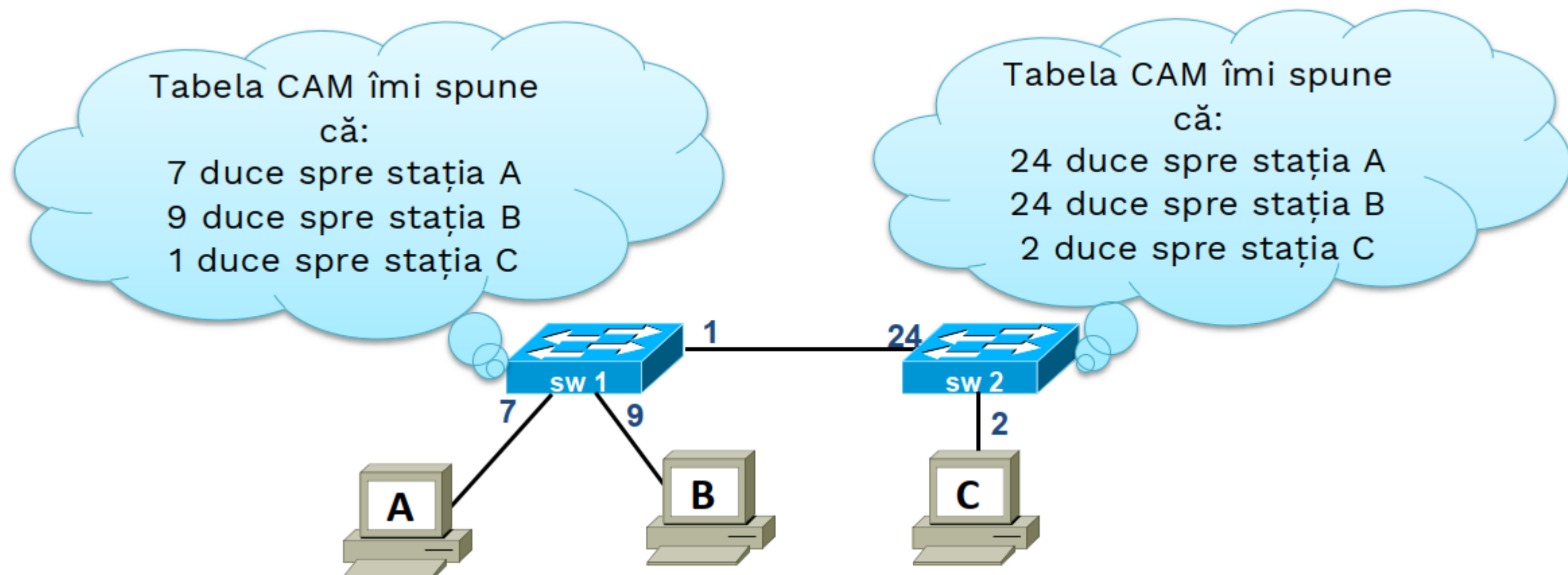
Dispozitive de interconectare



- *Switch-ul operează la nivelul 2, DL*
- *Rolul unui switch este de a oferi Legături de viteză mare și Latență mică în LAN*
- *Switch-ul delimitează domeniile de coliziune dar extinde domeniile de broadcast*
- *Switch-urile sunt caracterizate printr-un număr*
- *mare de porturi (pot ajunge la câteva sute prin*
- *tehnologii de tipul StackWise) și funcții de bază*
- *implementate în hardware*
- *• Switch-ul nu este suficient pentru a avea*
- *conectivitate între două rețele diferite*

Modul de operare switch

- *Folosește o tabelă de asocieri între adrese MAC și porturi, (Tabela CAM - Content Addressable Memory)*
- *Fiecare switch ia decizii independente, bazându-se doar pe propria sa tabelă CAM.*



Popularea tabelii CAM

- *La pornire, un switch nu știe nimic despre alte noduri;*
- *Tabela CAM este inițial goală;*
- *Pentru a popula tabela, switch-ul citește adresa MAC sursă a cadrelor ce trec prin el.*

Procesul de comutare

Cu fiecare cadru primit, un switch va desfășura acțiunile:

- *Citire adresă MAC sursă și verificare dacă există asocierea în CAM*
- *Dacă da, actualizează vârsta înregistrării din tabelă*
- *Dacă nu, adaugă asocierea între MAC sursă și portul pe care a venit cadrul și îi asociază vârsta 0*
- *Citire adresă MAC destinație și căutarea asocierii în tabela CAM*
- *Dacă este găsită unicast pe portul corespunzător către destinație;*
- *excepție în cazul în care portul e fix cel pe care a venit, caz în care face drop*
- *Dacă nu este găsită, se face flood cu cadrul pe toate porturile mai puțin cel pe care a venit cadrul*

CAM Aging

- *Fiecare înregistrare din tabelă are o vârstă (timp de la ultima actualizare)*
- *Creșterea în timp a valorii poartă numele de CAM Aging*
- *Când vârsta ajunge la o anumită valoare, înregistrarea este ștearsă*

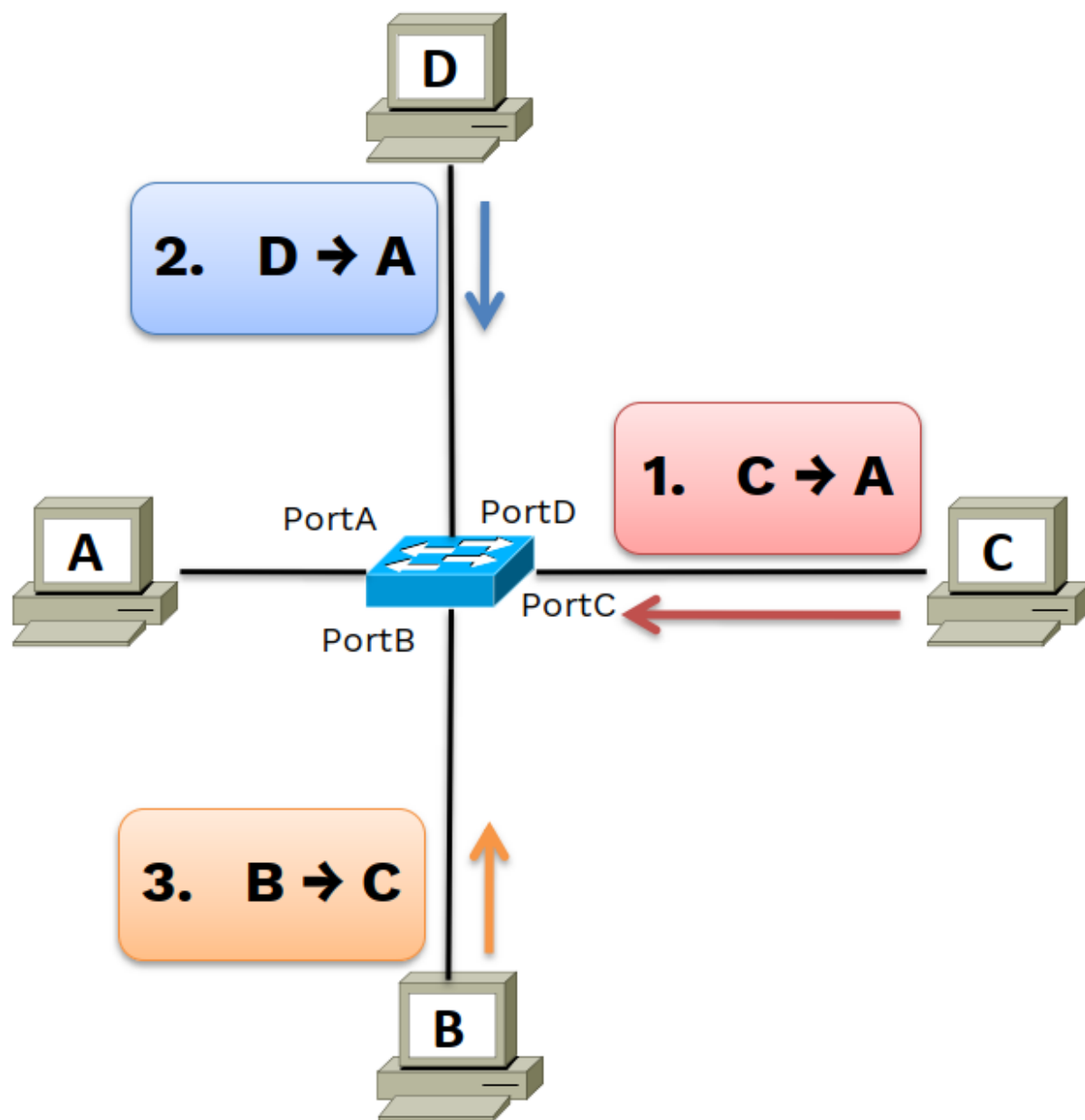


Tabela MAC

PortC: C

PortD: D

PortB: B

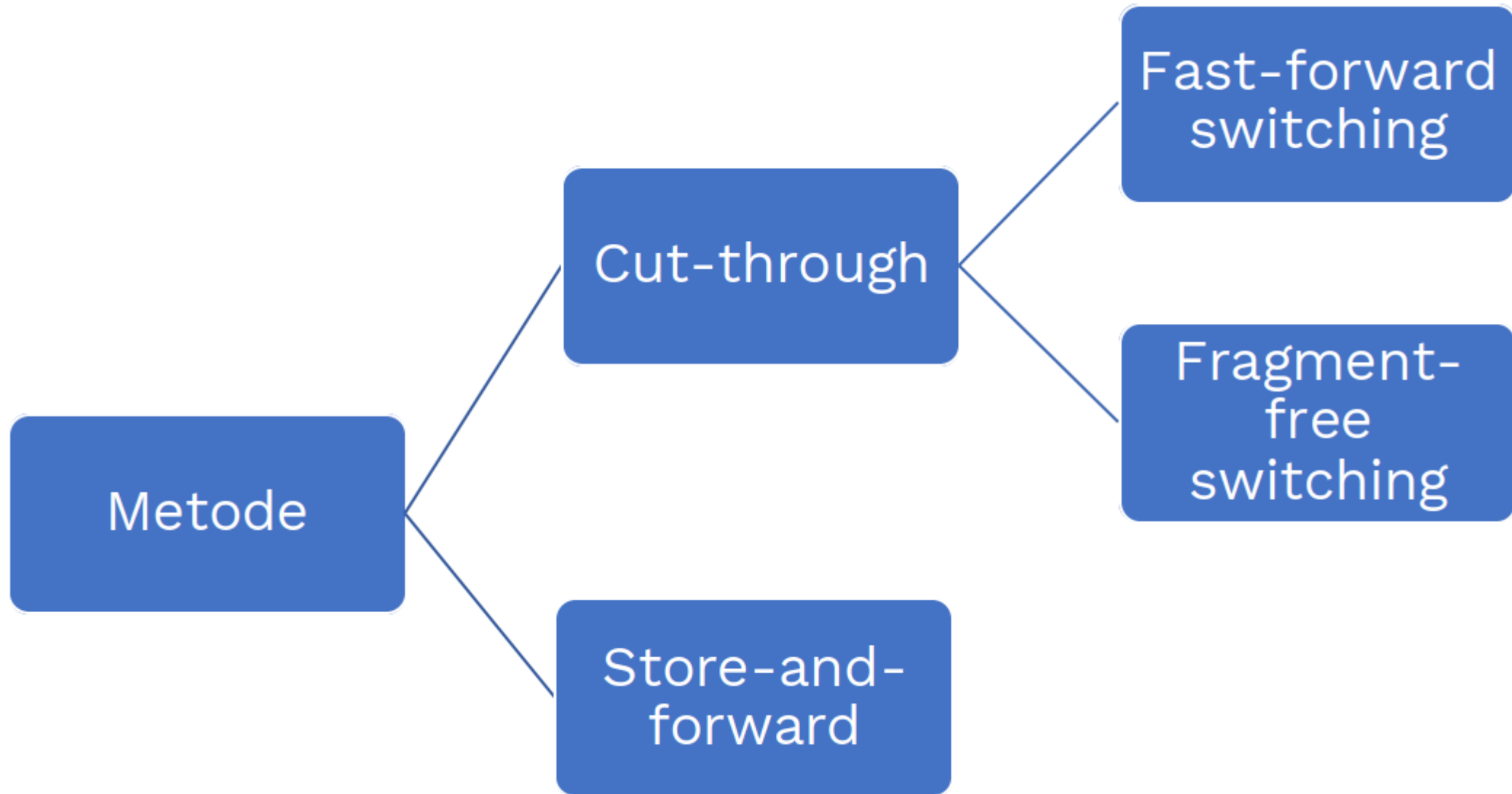
Tip operații

Broadcast

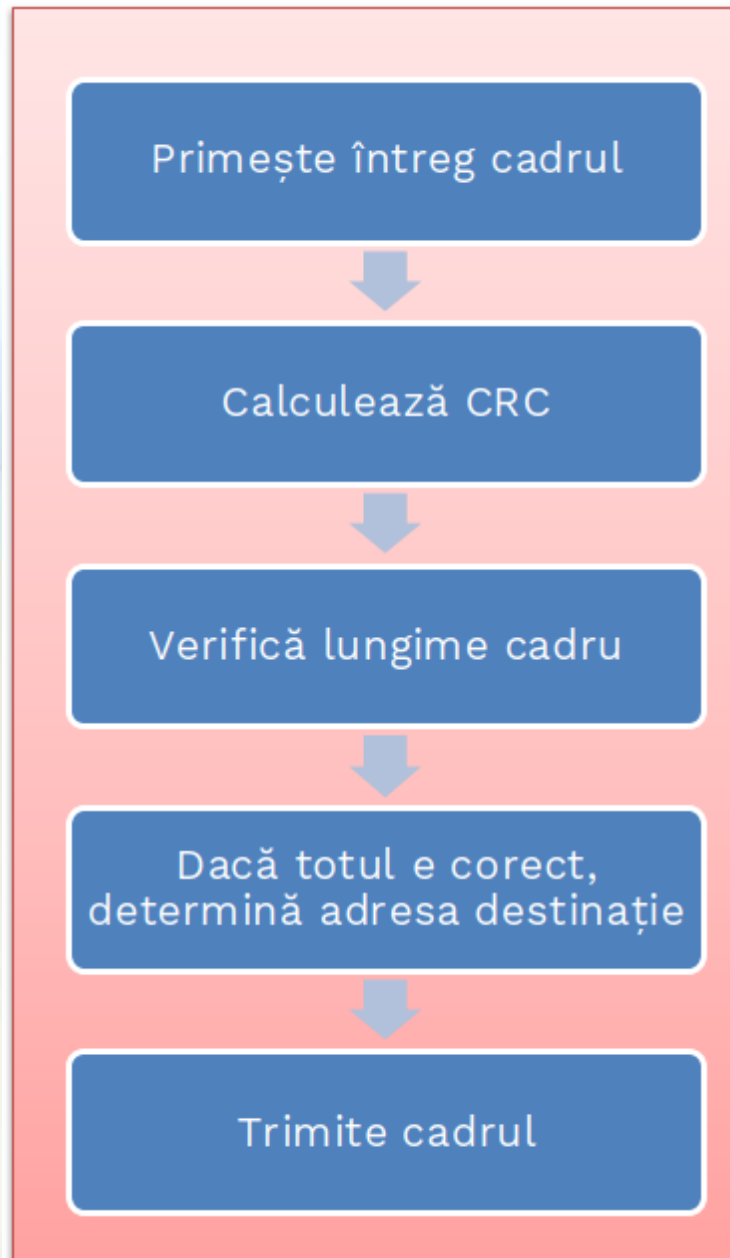
Broadcast

Unicast

Metode de comutare



Store & Forward

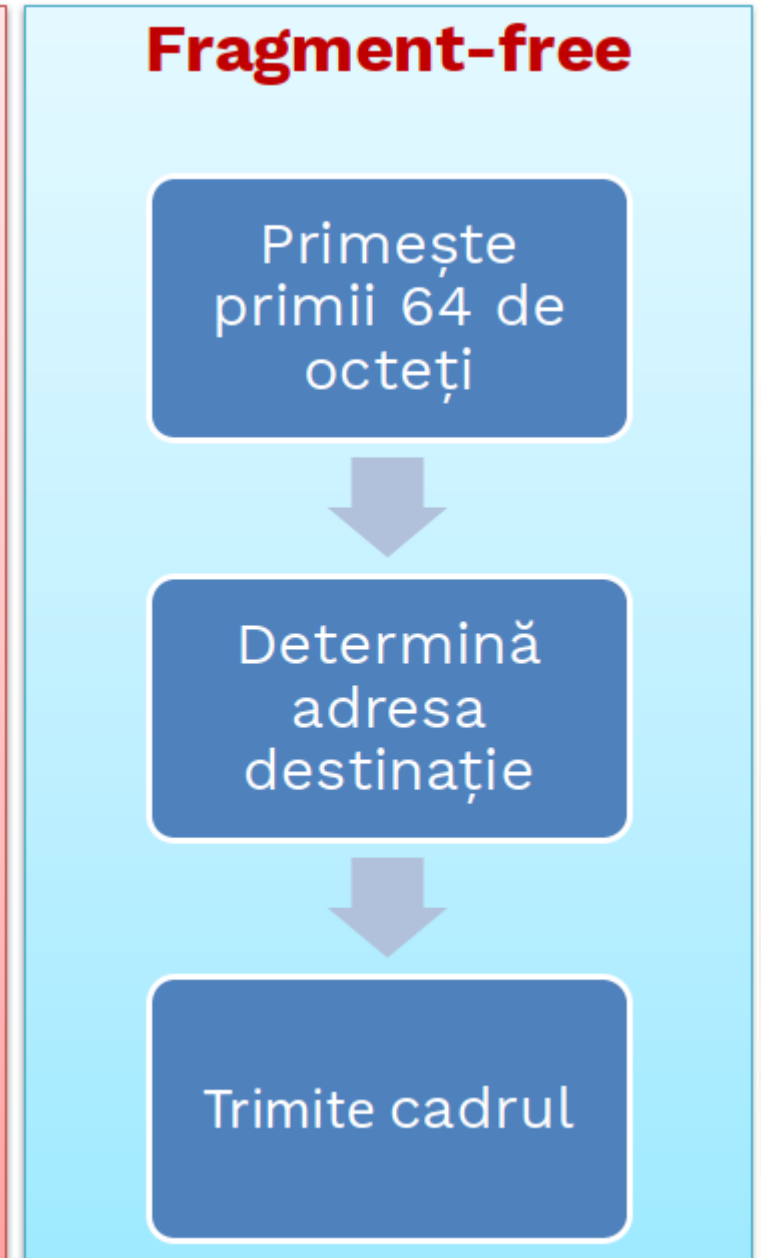


Cut-Through

Fast-forward



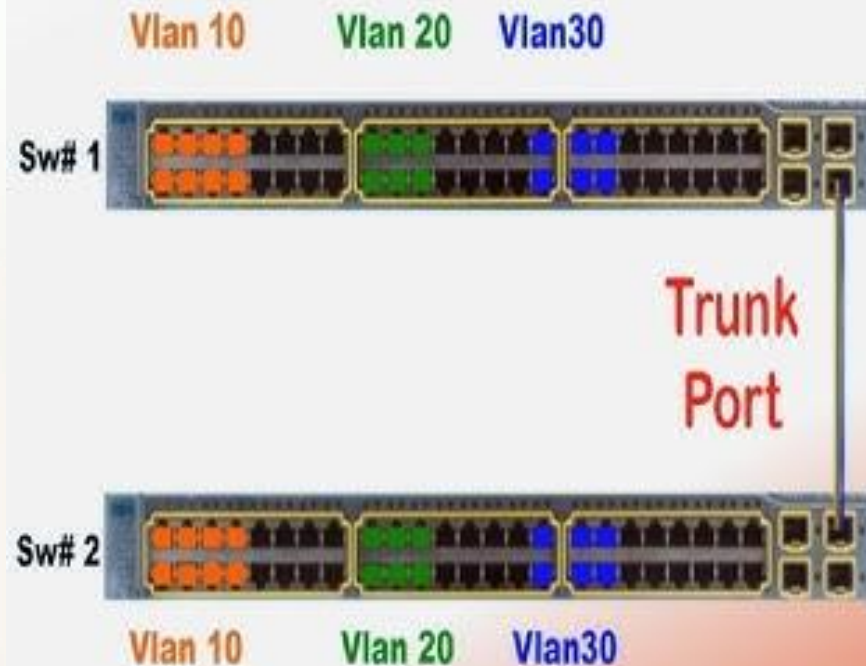
Fragment-free



VLAN

LAN & VLAN Explained

What is LAN & VLAN



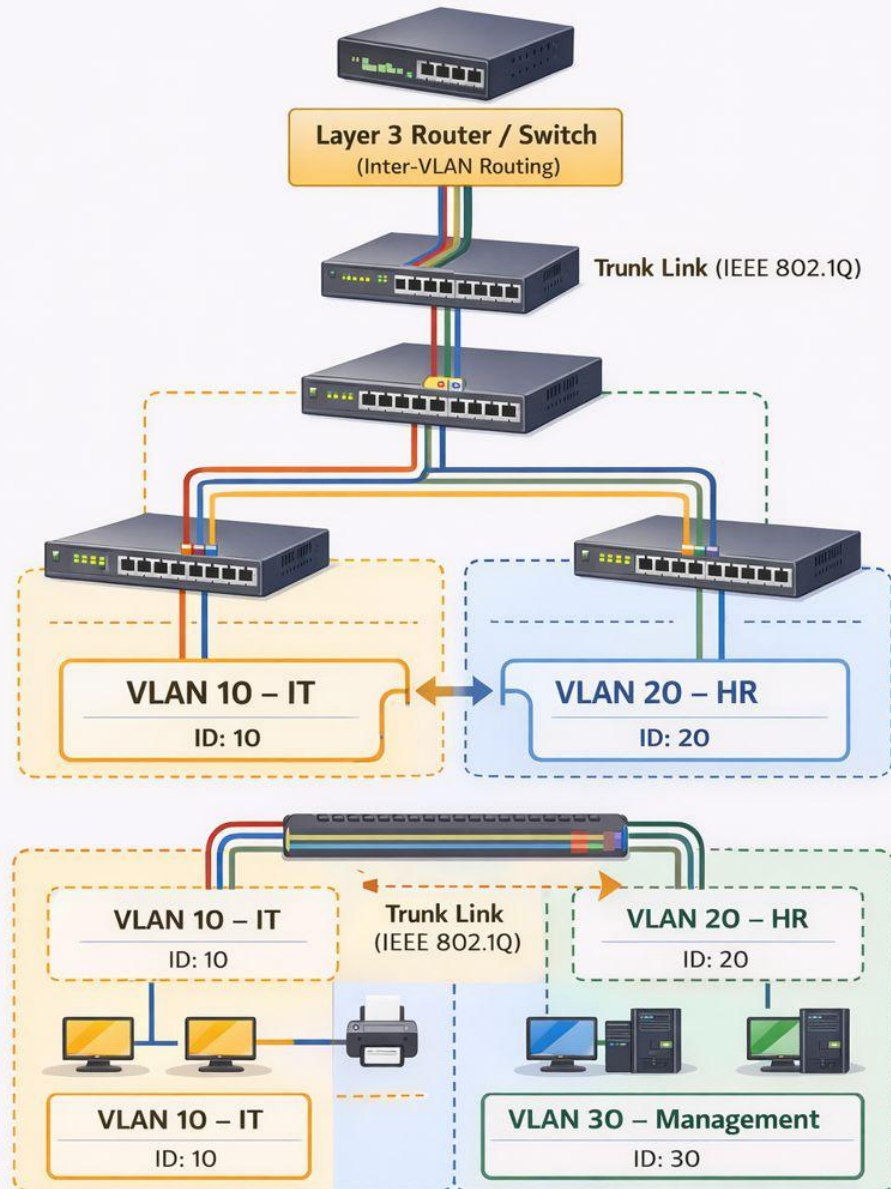
Local Area Network

VLAN - Virtual Local Area Network

- *VLAN este o metodă de segmentare logică a unei rețele locale fizice, astfel încât dispozitivele să fie grupate logic, indiferent de poziția lor fizică.*
- *VLAN-ul separă logic o rețea fizică în mai multe rețele virtuale.
Switch-ul izolează traficul între VLAN-uri, iar comunicarea între ele este posibilă doar prin rutare Layer 3.*
- *Un VLAN se comportă ca o rețea separată, chiar dacă folosește aceeași infrastructură fizică (switch-uri, cabluri).*

VLAN

(Virtual Local Area Network) 



Utilitate VLAN

- *Separarea traficului (securitate);*
- *Reducerea domeniilor de broadcast;*
- *Performanță mai bună;*
- *Administrare mai ușoară;*
- *Izolare între departamente (ex: IT, HR, management).*

Tipuri de VLAN-uri

- *VLAN de date - trafic utilizatori*
- *VLAN de management - administrarea echipamentelor*
- *VLAN de voce - telefonie IP*
- *VLAN nativ - trafic neetichetat:*

Serviciile VLAN dezvoltate cu compatibilitate inversă pentru a suporta dispozitive vechi care nu suportă VLAN

- *VLAN implicit (VLAN 1) - creat automat*

Procesul VLAN

1) Crearea VLAN-ului (configurare logică)

Administratorul de rețea:

- *definește un VLAN ID (număr între 1 și 4094);*
- *opțional îi atribuie un nume;*

Exemplu:

- *VLAN 10 – IT*
- *VLAN 20 – HR*
- *VLAN 30 – Management*
- *În acest moment VLAN-ul există doar logic în switch.*

Procesul VLAN

2) Alocarea porturilor la VLAN-uri (Access Ports)

Fiecare port de pe switch este configurat:

- *Ca access port*
- *Asociat unui singur VLAN*

Când un dispozitiv (PC, imprimantă):

- *Este conectat la un access port*
- *Traficul său aparține implicit VLAN-ului portului*

***!** Dispozitivul nu știe că este într-un VLAN.*

Procesul VLAN

3) Separarea traficului (izolarea)

Switch-ul:

- *Menține tabele MAC separate pentru fiecare VLAN;*
- *Transmite cadre doar în interiorul aceluiași VLAN.*

Consecință:

- *Dispozitivele din vlan-uri diferite NU pot comunica direct;*
- *Broadcast-ul rămâne doar în VLAN-ul respectiv.*

Procesul VLAN

4) Comunicarea între switch-uri – Trunking (IEEE 802.1Q)

- *Pentru a extinde VLAN-urile între mai multe switch-uri se folosesc porturi trunk.*

Caracteristici:

- *Un trunk poate transporta mai multe vlan-uri simultan*
- *Cadrele sunt marcate cu un VLAN tag (802.1Q)*

VLAN tag conține:

- *VLAN ID*
- *Informații de control*
- *Switch-ul de destinație citește tag-ul și știe în ce VLAN aparține cadrul.*

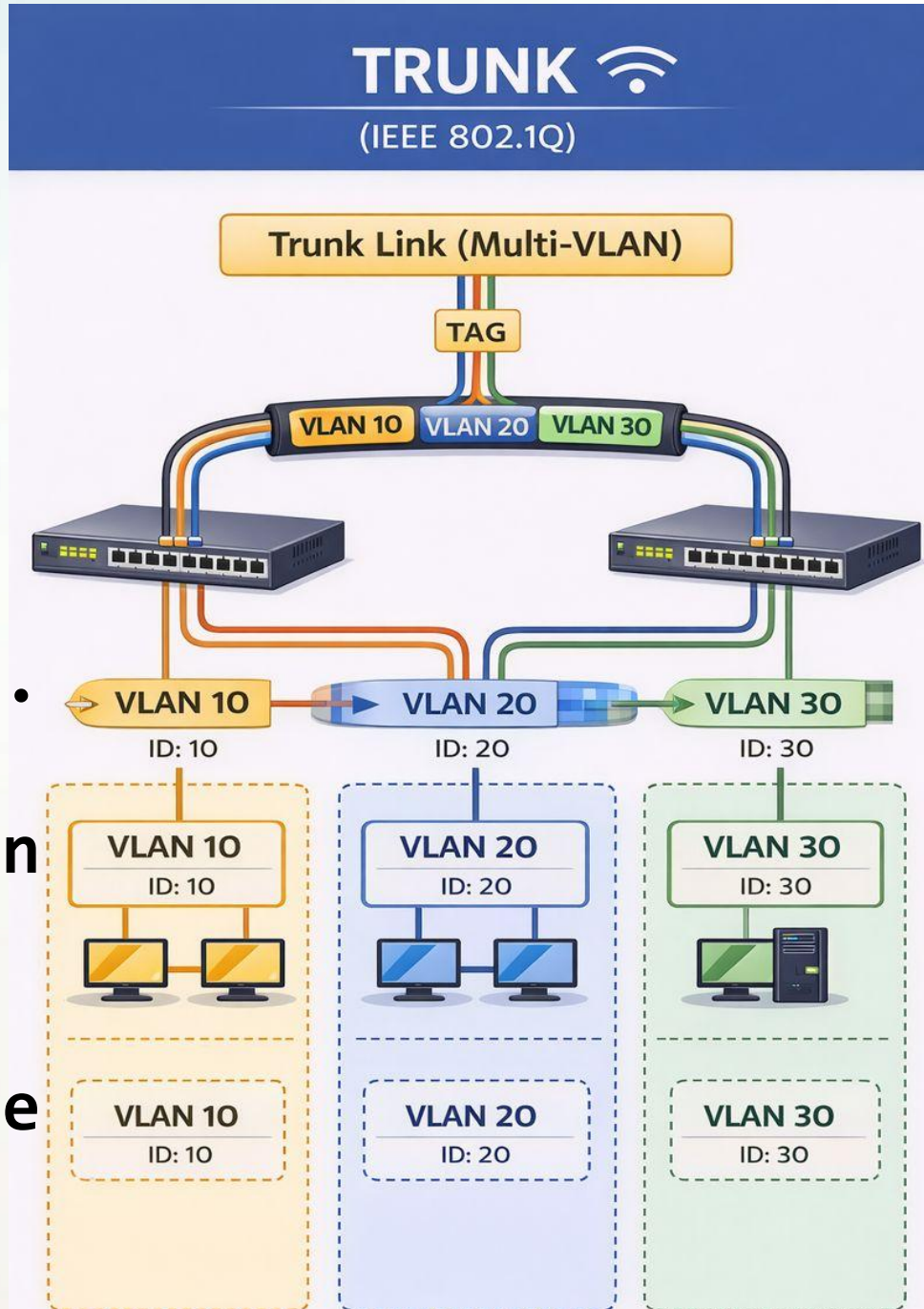
TRUNK în rețea VLAN

T.-> port de switch configurat pentru a transporta trafic pentru mai multe VLAN-uri simultan între două switch-uri sau între un switch și un router/switch Layer 3.

Exemplu:

S. A și S. B au VLAN-urile 10, 20, 30. Trunk între ele permite ca toate aceste VLAN-uri să fie transmise pe un singur cablu.

Cadrele sunt etichetate cu VLAN ID, iar switch-ul de destinație le trimite în VLAN-ul corect.



Caracteristici principale trunk

1. *Transport multi-VLAN*

- *Un port trunk poate transporta cadre din mai multe VLAN-uri, spre deosebire de un access port, care aparține unui singur VLAN.*

2. *Tagging (marcare VLAN)*

- *Cadrele care trec prin trunk sunt marcate cu VLAN ID conform standardului IEEE 802.1Q.*
- *Switch-ul de destinație folosește tag-ul pentru a determina în ce VLAN aparține fiecare cadru.*

Caracteristici principale trunk

3. *VLAN nativ (Native VLAN)*

- *Trunk-ul are un VLAN nativ pentru cadrele neetichetate.*
- *Implicit, VLAN-ul nativ este VLAN 1, dar se recomandă schimbarea sa din motive de securitate.*

4. *Utilizare*

- *Conectarea între switch-uri care transportă mai multe VLAN-uri.*
- *Conectarea unui switch la un router Layer 3 pentru inter-VLAN routing.*

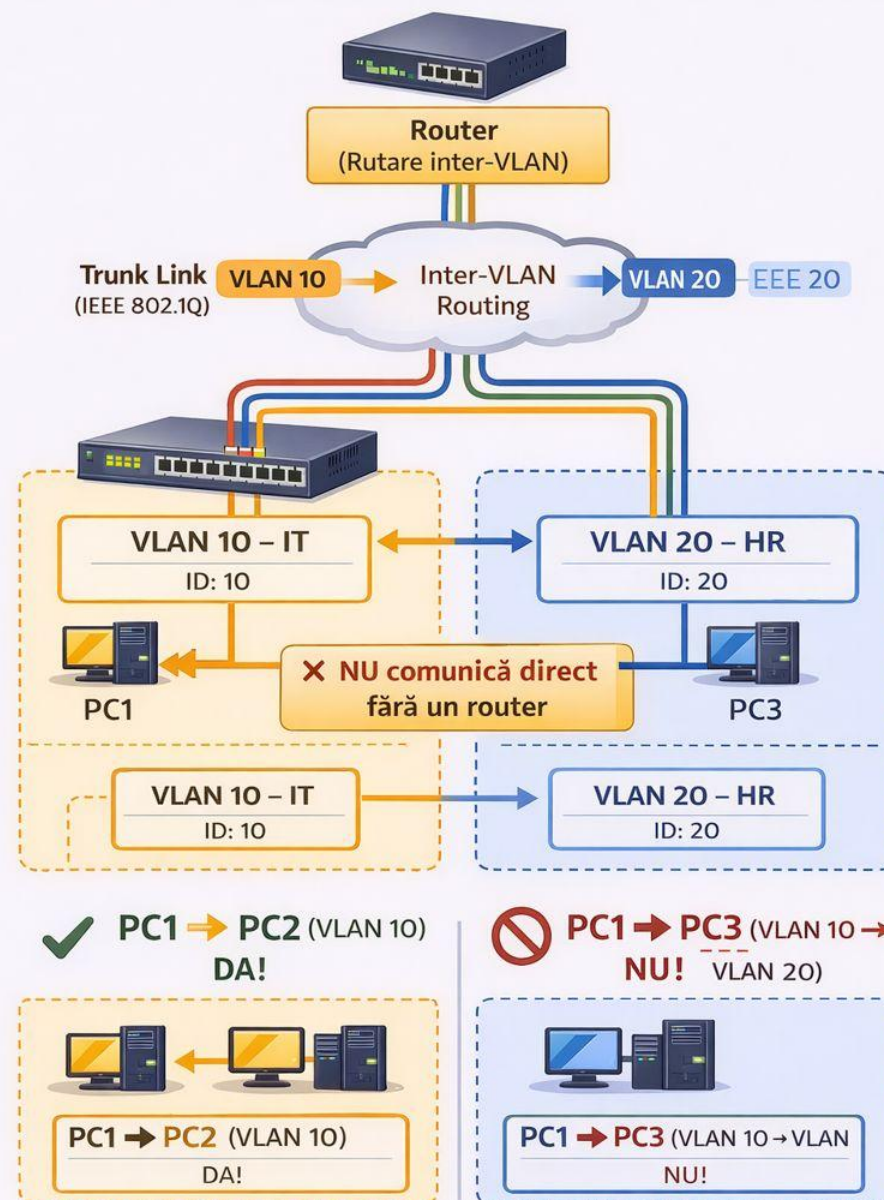
Exemplu

- *VLAN nativ (Native VLAN)*
- *VLAN-ul nativ este VLAN-ul:*
 - *Pentru cadre fără tag;*
 - *Folosit pe trunk-uri.*
- *Implicit este VLAN 1*

Din motive de securitate:
- *VLAN-ul nativ este adesea schimbat.*

Exemplu VLAN

- 9:01 Comunicarea directă funcționează „doar” pentru VLAN-uri identice.



Comunicarea între VLAN-uri (Inter-VLAN Routing)

- *Deoarece VLAN-urile sunt rețele separate:*
- *comunicarea între ele necesită un dispozitiv Layer 3*

Soluții:

- *Router clasic (Router-on-a-Stick);*
- *Switch Layer 3.*

Proces:

- *Traficul este trimis către router/switch L3;*
- *Acesta rutează pachetele între vlan-uri;*
- *Se aplică reguli de securitate (ACL-Access Control List).*

Lab.

Exemplu simplu

- PC1 (VLAN 10) → poate comunica cu PC2 (VLAN 10)
- PC1 (VLAN 10) X NU poate comunica cu PC3 (VLAN 20)
- PC1 → PC3 ✓ doar prin router/switch

Laborator VLAN & Trunking

Nivel Mediu/Avansat

1. Scopul laboratorului

1. Să înțeleagă conceptul de **VLAN** (Virtual LAN);
2. Să configureze porturi **access** și **trunk** pe switch-uri;
3. Să observe izolarea traficului între-VLAN-uri și comunicarea între ele prin **inter-VLAN routing** (Layer 3);
4. Să aplice tagging **IEEE 802.1Q** pentru porturile trunk.

2. Materiale necesare

- 2 switch-uri gestionabile (Layer 2 / Layer 3)
- 1 router / switch L3 pentru inter-VLAN routing
- 4-6 calculatoare (PC/VM)
- Cabluri-UTP-Cat5e/Cat6
- Consola / terminal pentru configurare CLI

3. Topologia laboratorului

1. Pasul 1: Crearea VLAN-urilor

1. Conectează-te la Switch A și Switch B.
2. Creează VLAN-urile conform schemei:

```
Switch(config)# vlan 10 name IT
Switch(config)# vlan 20
Switch(config)# vlan 20 name HR
Switch(config)# vlan 30 name Management
```

2. Pasul 2: Configurarea porturilor access

1. Alocă porturile fiecărui VLAN:

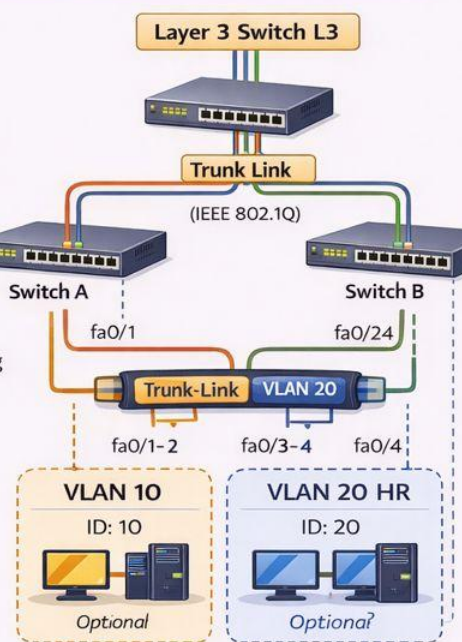
```
Switch(config)# interface range fa0/1-2
Switch(config)# switchport mode access
Switch(config)# switchport access vlan 10
```

3. Pasul 3: Configurarea porturilor trunk

1. Conectează trunk-ul la router sau switch L3.

✓ Pasul 4: Testarea conectivității în VLAN

1. Din PC1 → PC3 (VLAN 10) → ping ✓ trebuie să meargă
2. Din PC1 → PC3 (VLAN 20) → ping ✗ nu merge
3. PC1 → PC3 după Inter-VLAN Routing



2. Pasul 3: Configurarea porturilor access

1. Alocă porturile fiecărui VLAN pe fiecare switch:

```
Switch(config)# interface fa0/24
Switch(config)# switchport mode
Switch(config)# switchport trunk
Switch(config)# switchport trunk vlan 99
```

3. Pasul 4: Testarea conectivității în VLAN

1. Din PC1 → PC2 (VLAN 10) → ping ✓ trebuie să meargă
2. Din PC1 → PC3 (VLAN 20) → ping ✗ nu merge

✓ Pasul 6: Sarcini pentru studenți

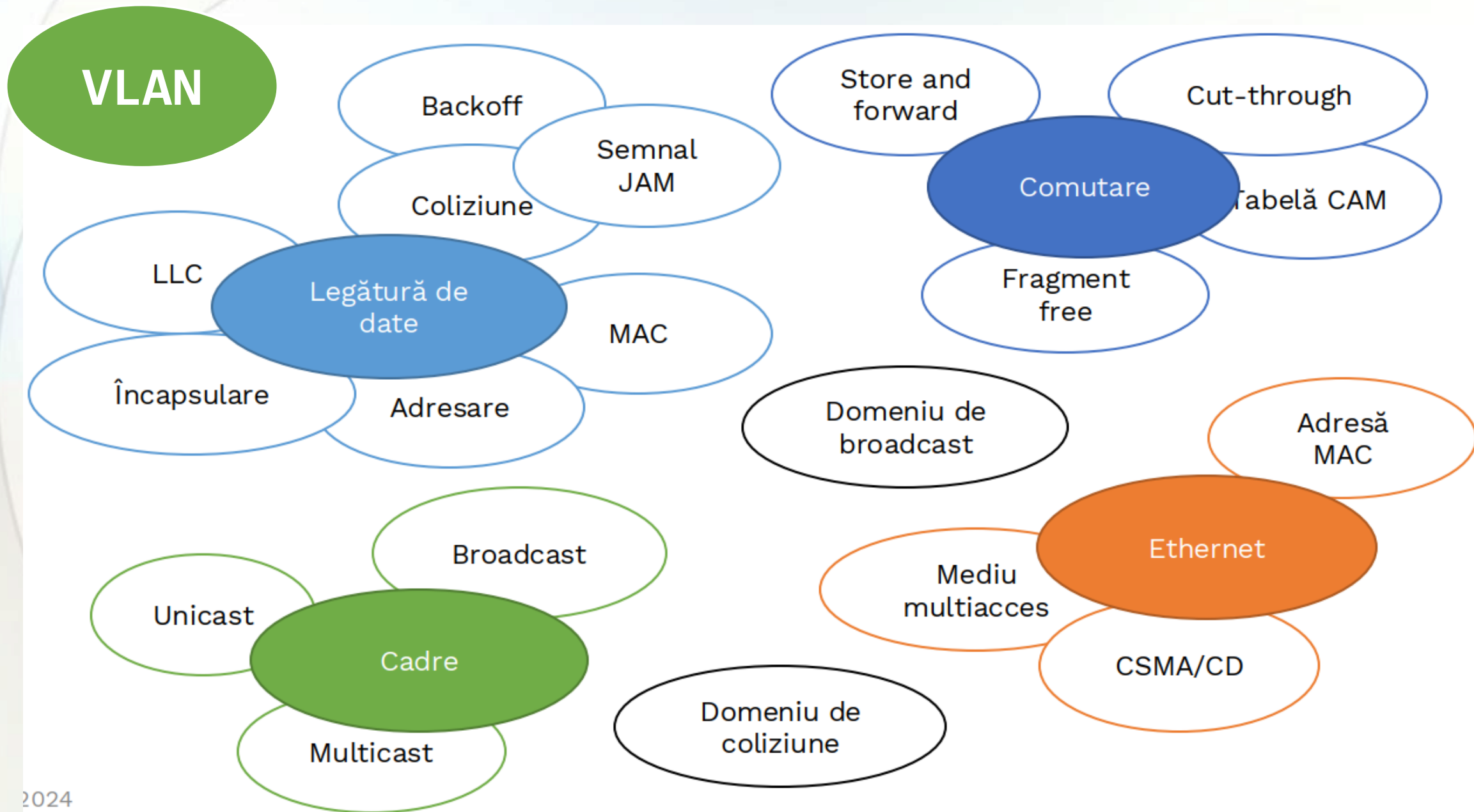
- Creează cel puțin 3 VLAN-uri și configurează porturi access pentru fiecare VLAN.
- Creează un port trunk între două switch-uri pentru 6 transporturi de VLAN-uri.
- Configurează VLAN native diferit de VLAN 1 (ex: VLAN 99).
- PC1 → Management VLAN (VLAN 30) peis=>management

<https://www.youtube.com/watch?v=ub->

Laborator



Concluzii



Nivelul rețea

Network Layer

Formats the data
into packets to be
delivered up to the
Transport layer

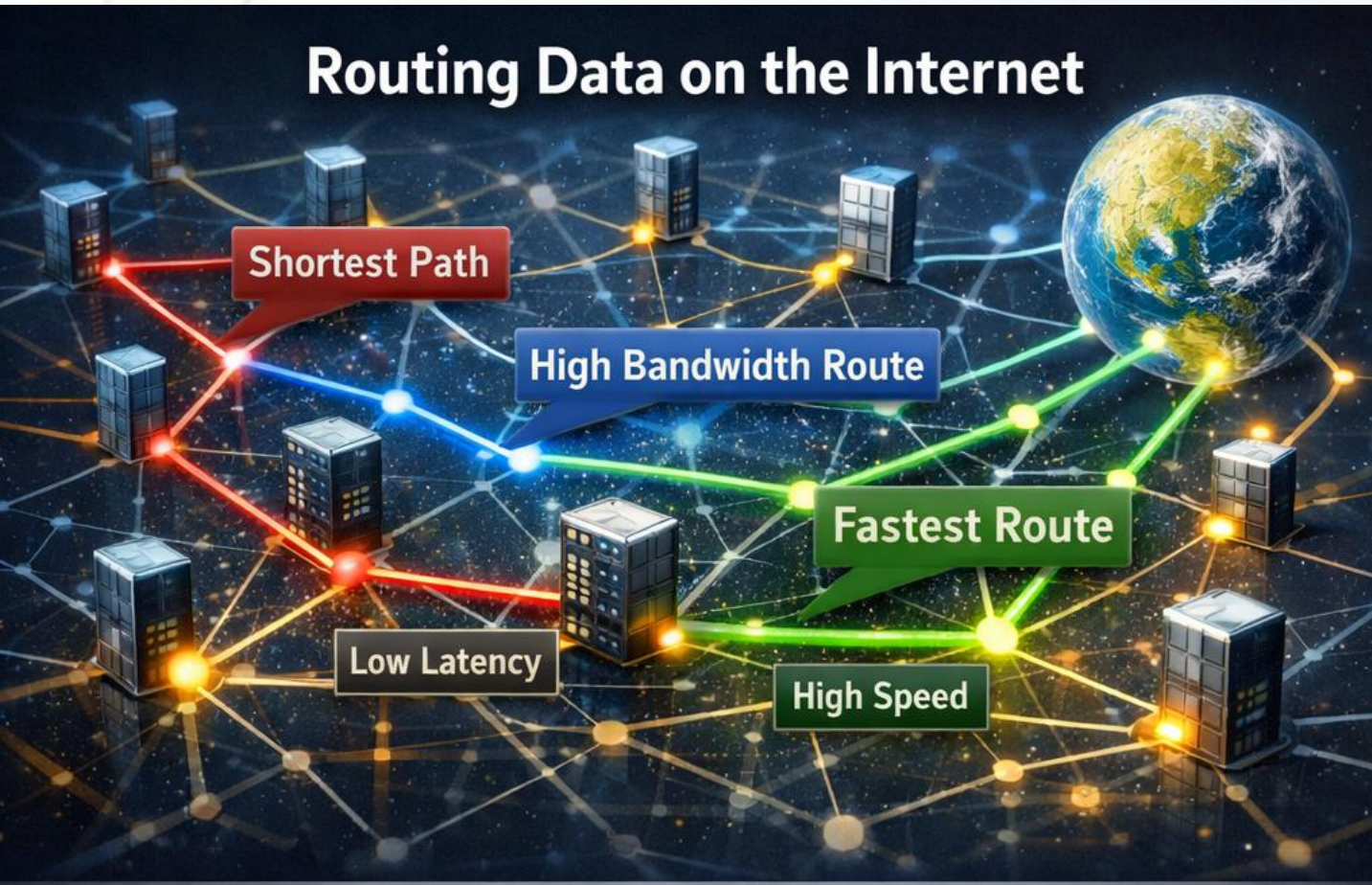
IP Addresses

Lifewire

Or updates the destination
address and pushes the
frame back down to
the lower layers.

RUTAREA

Protocoloale de rutare



Repere

- **Rutarea**
 - *Rutare statică*
 - *Rutare dinamică*
- **Protocoloale de rutare Distance Vector**
 - *Generalități*
 - *Probleme: bucle de rutare*
 - *Soluții pentru acestea*
- **Protocolul RIPv1 și RIPv2**
 - *Generalități*
 - *Configurare*
 - *Verificare*

Protocoloale de rutare și rutate

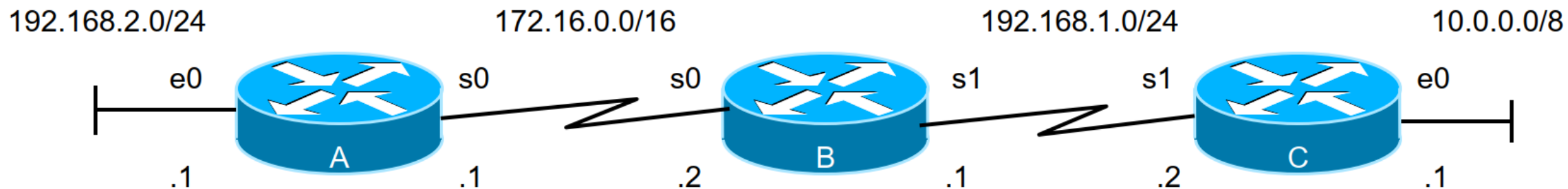
- *Protocoloale de rutare: permit ruterele să facă schimb de informații pe baza cărora fiecare își actualizează tabela de rutare*
 - *Exemple: RIP, IGRP, EIGRP, OSPF*
- *Protocoloale rutate: permit identificarea nodurilor din rețea pe baza unei scheme de adresare menită să ofere unicitate, dar și ierarhizarea spațiului de adrese*
 - *Exemple: IP, IPX, AppleTalk*

Procesul de rutare

- Acest proces este alcătuit din două mecanisme:
 - Determinarea căii optime: este folosită tabela de rutare;
 - Comutarea pachetelor (forwarding): primirea unui pachet pe o interfață și trimitere lui pe alta.
- Ruterele creează tabele de rutare
- O rută conține:
 - spațiul de adrese destinație (adresă de rețea și mască asociată)
 - adresa următorului hop sau/și interfața de ieșire
- Trei feluri de rute:
 - Rețele direct conectate;
 - Rute statice;
 - Rute dinamice.



Tabel de rutare



Modalități de evaluare a unei rute:

1) **Distanță administrativă,**

2) **Metrică.**

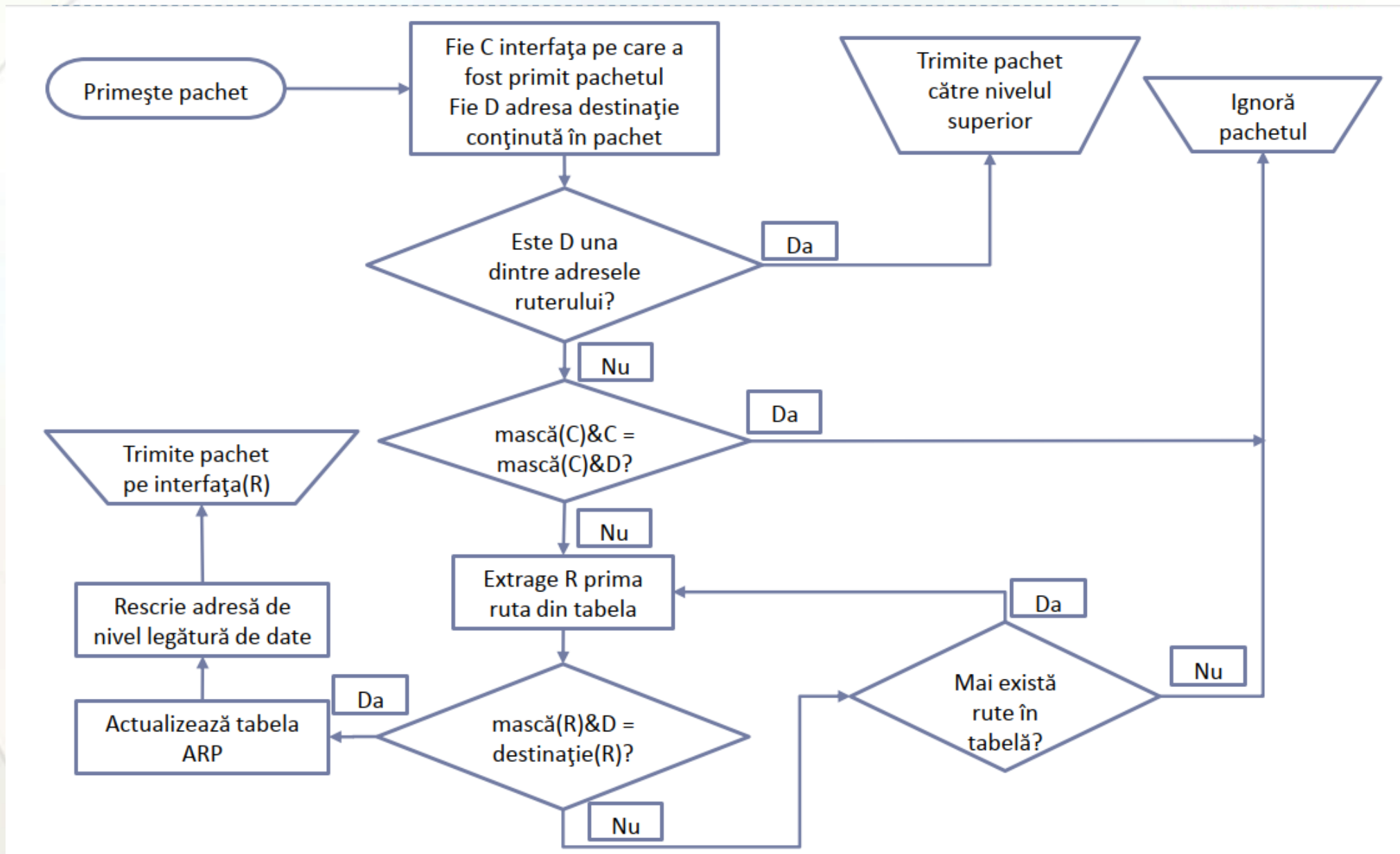
R1# show ip route

- R 192.168.1.0/24 [120/1] via 172.16.0.2, 00:00:24, Serial 0/0

Codes:

- C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
- D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
- N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
- E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
- i - IS-IS, L1 - IS-IS Level-1, L2 - IS-IS Level-2,
- * - candidate default
- U - per-user static route, o - ODR

Funcționarea unui router



IoT Architecture

