

1

Introducere Mediul fizic

7-8 octombrie 2014

- Ce este o rețea de calculatoare?
- Dispozitive de rețea
- Topologii de rețele
- Stiva de protocoale
- Funcțiile nivelului fizic
- Medii de transmisie
- Exemple de codificări

“Getting information off the Internet is like taking a drink from a fire hydrant.”

Mitchell Kapor

“The Internet is the first thing that humanity has built that humanity doesn't understand, the largest experiment in anarchy that we have ever had.”

Eric Schmidt

- Sistem de interconectare a mai multor sisteme de calcul
- Conexiunea între componentele unui calculator se realizează prin magistrale (circuite electrice pe placa de bază) și chipset-uri
- Conexiunea între sisteme de calcul diferite se realizează prin intermediul unor dispozitive (plăci de rețea, switch-uri, rutere) și a unor medii de comunicație (cabluri electrice, fibră optică) dedicate





Dimensiunea fizică a unei rețele

Distanța între procesoare	Localizare procesoare	Rețea
1 mm	Centimetru pătrat	Micro nw (pe siliciu)
1 cm	Decimetru pătrat	Platformă multiprocesor
1m	Metru pătrat	Personal Area Network
10 m	Cameră	Local Area Network
100 m	Clădire	
1 km	Campus	
10 km	Oraș	Metropolitan Area Net
100 km	Țară	Wide Area Network
1000 km	Continent	
10 000 km	Planetă	Internet

- Clasificare în funcție de distanța între nodurile rețelei, concretizată printr-un număr de protocoale specifice fiecărui tip de rețea

LAN – Local Area Network

Standardele dominante sunt Ethernet și WLAN (IEEE 802.11)

Separația (conectarea) între LAN și MAN/WAN se realizează cu un ruter (gateway)



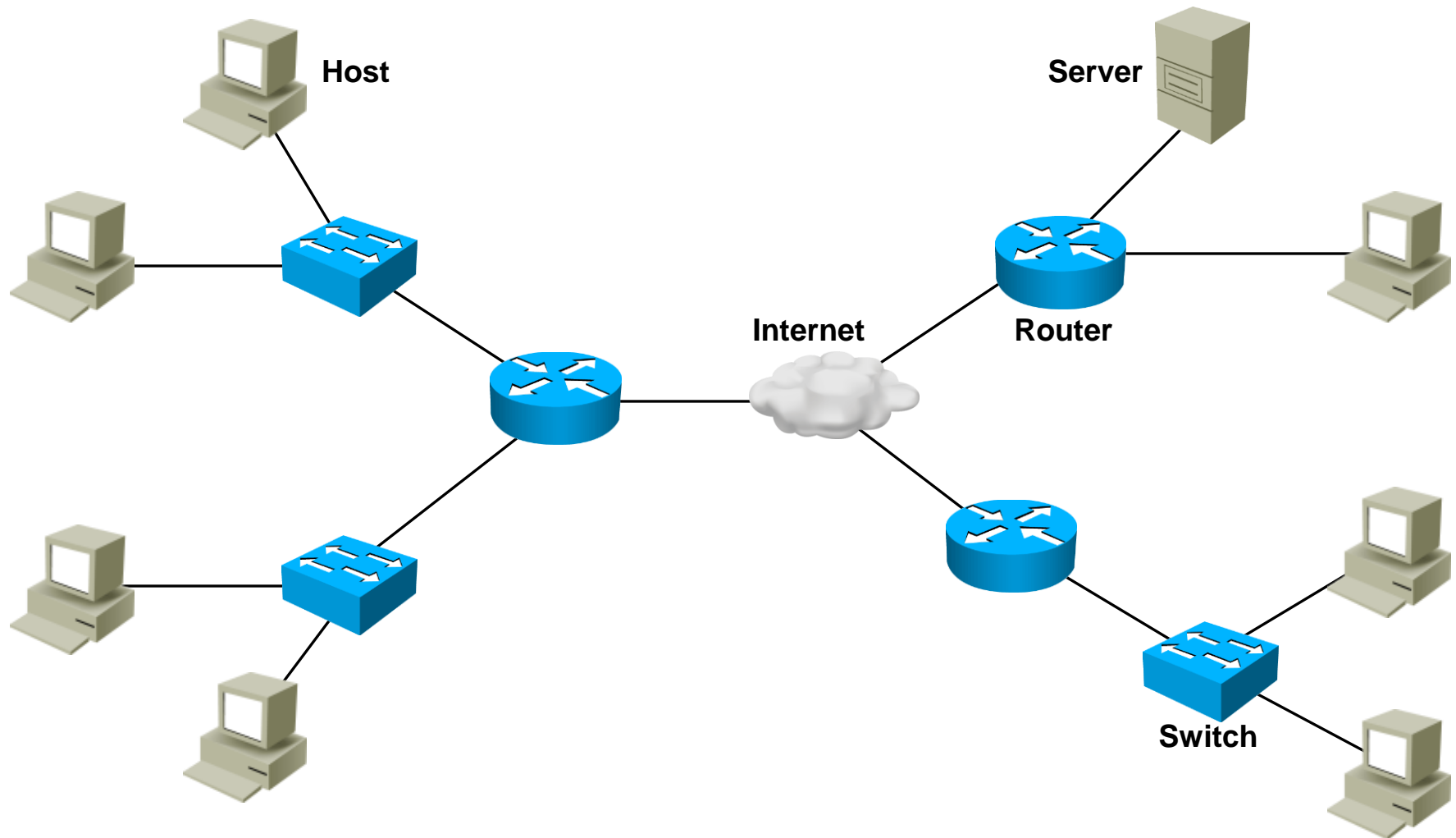
MAN – Metropolitan Area Network rar întâlnite în rețelele actuale

WAN – Wide Area Network

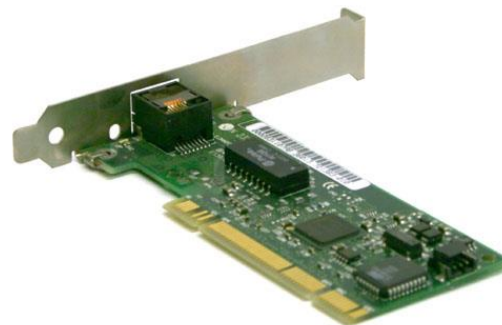
Numeroase protocoale: MPLS, ATM, Frame Relay, PPP



- **Placă de rețea** – network card, network adapter, NIC (Network Interface Controller)
 - Permite sistemului să comunice cu un altul aflat în aceeași rețea
- **Repetor, hub** – folosit pentru regenerarea și amplificarea semnalului
- **Switch** – folosit pentru interconectarea sistemelor de calcul dintr-o rețea (topologie stea)
- **Ruter** – folosit pentru interconectarea mai multor rețele de calculatoare (LAN); folosit în WAN



- Network interface
- Se referă la un punct de comunicație cu o rețea de calculatoare (o placă de rețea, un port al unui dispozitiv avansat de rețea)
- Un calculator cu o placă de rețea are o singură interfață de rețea; un calculator cu două plăci are două interfețe
- Un switch/ruter are mai multe interfețe de rețea – mai multe porturi de comunicație
- Denumirea de interfață de rețea se referă și la abstracția dată de sistemul de operare
 - configurarea unei plăci de rețea sau a unui port al unui ruter se numește “configurarea unei interfețe”
 - pe un sistem Unix/Linux, interfețele de plăci de rețea Ethernet sunt denumite **eth0**, **eth1**, etc.
 - o interfață virtuală denumită interfață de **loopback** este folosită pentru a referi stația curentă ca și cum aceasta s-ar afla într-o rețea (deși aceasta nu există fizic)

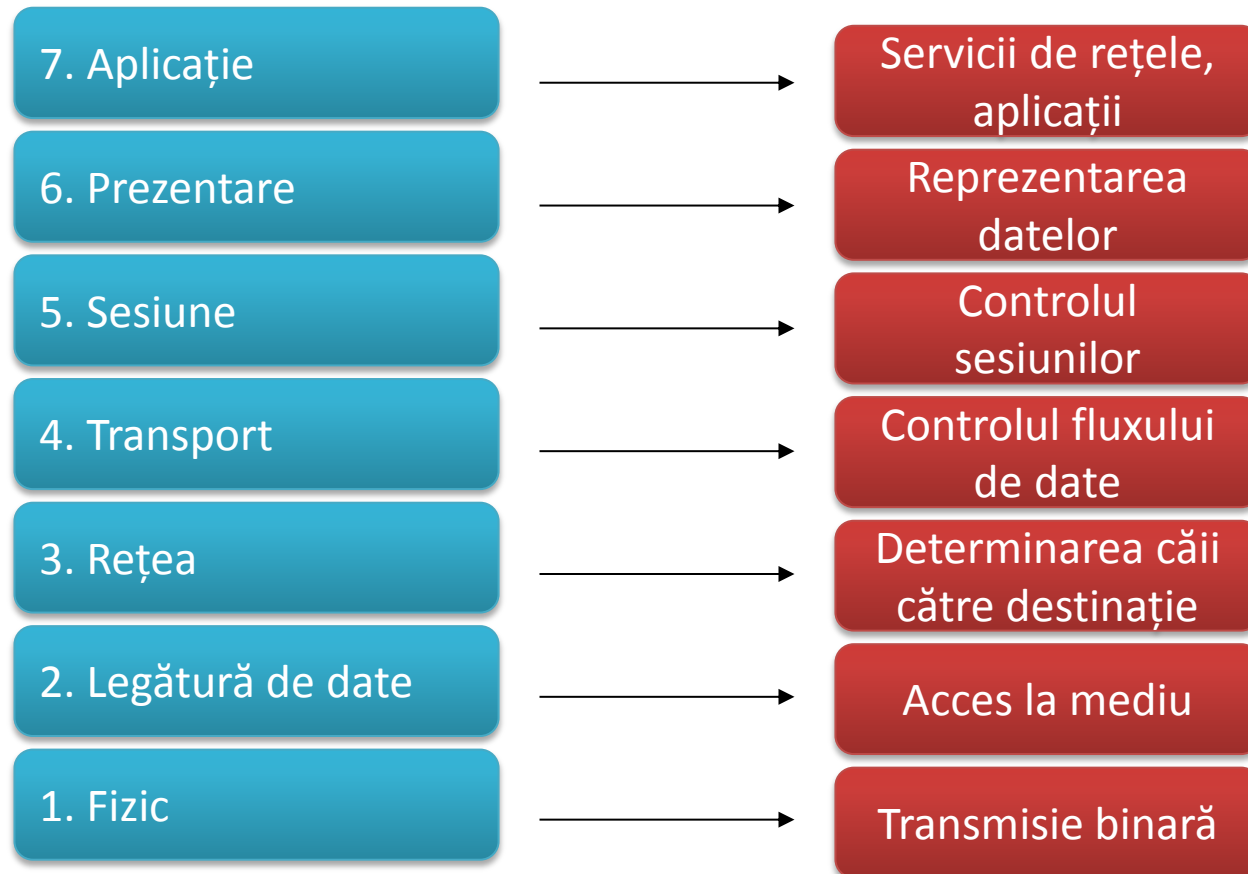


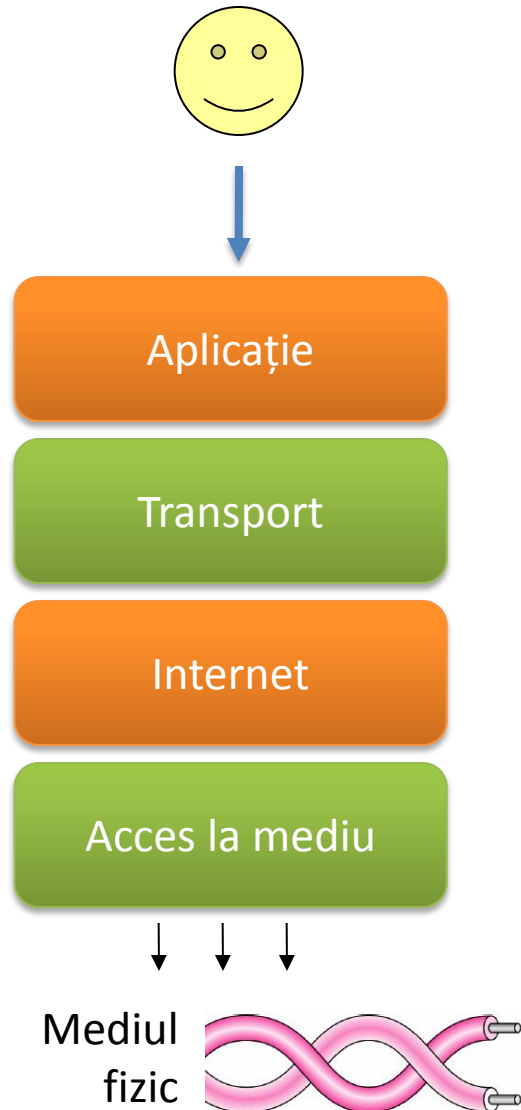
- Comunicația între două entități necesită existența unui protocol
- Ce este un protocol?
 - Un set de reguli care guvernează modul în care două dispozitive schimbă informație într-o rețea



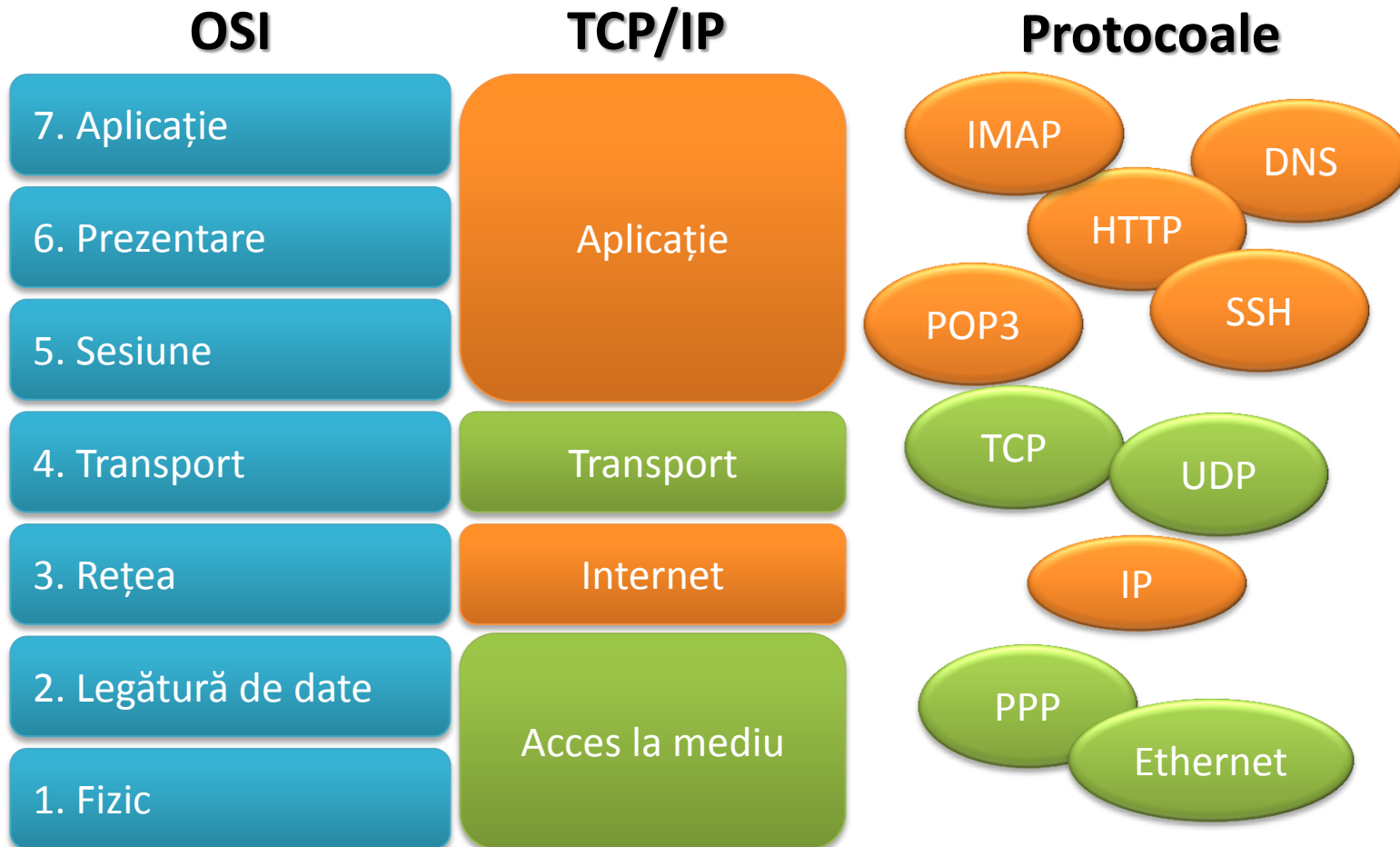
Ambele capete ale unei
transmisii trebuie să
folosească același protocol

- Pentru a abstractiza complexitatea lucrului cu rețeaua, se stabilește o stivă de protocoale; protocolul de nivel inferior oferă servicii celui de nivel superior



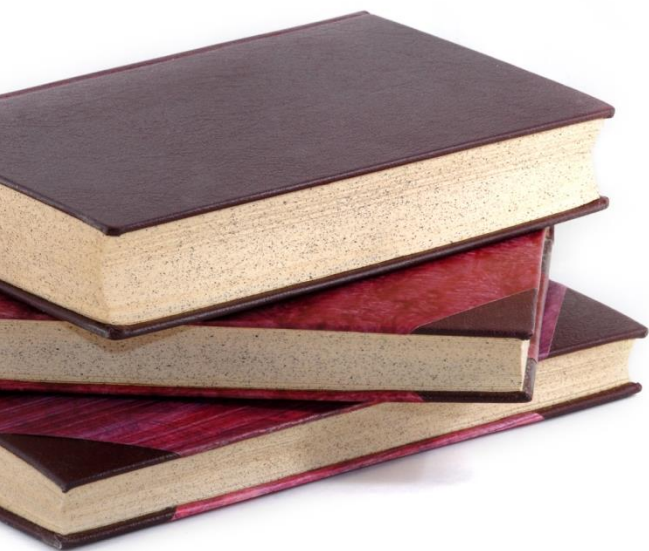


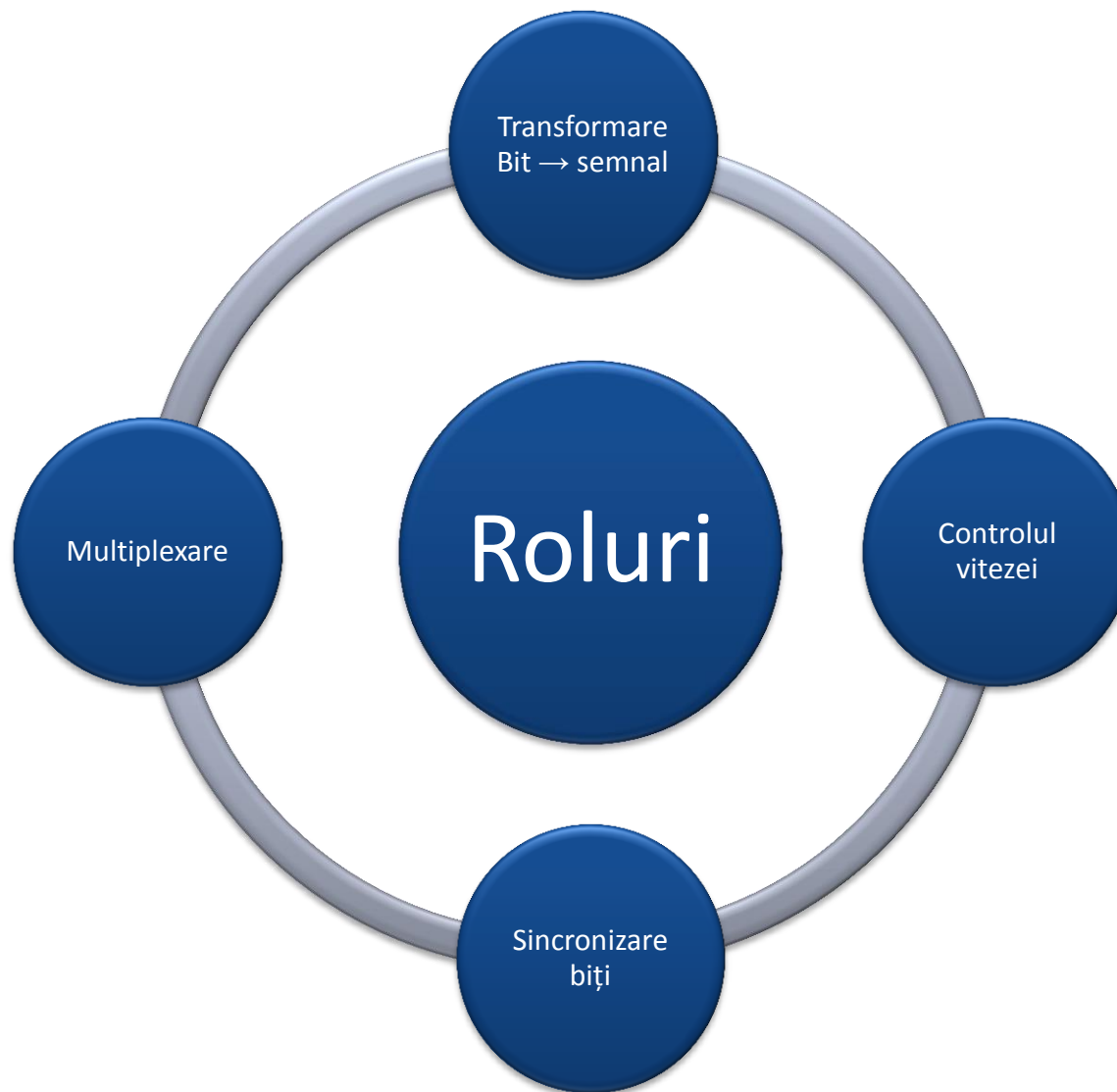
- Stiva de protocoale utilizată în Internet este stiva TCP/IP
- IP este protocolul esențial de la nivelul Internet, iar TCP de la nivelul Transport
- Nivelul Aplicație este cel care oferă servicii utilizatorului (transfer de fișiere, control de la distanță, transmitere e-mail, etc.)
- Nivelul Transport este responsabil cu asigurarea **controlului fluxului** (pachetele să ajungă în ordine și nealterate)



Nivelul fizic

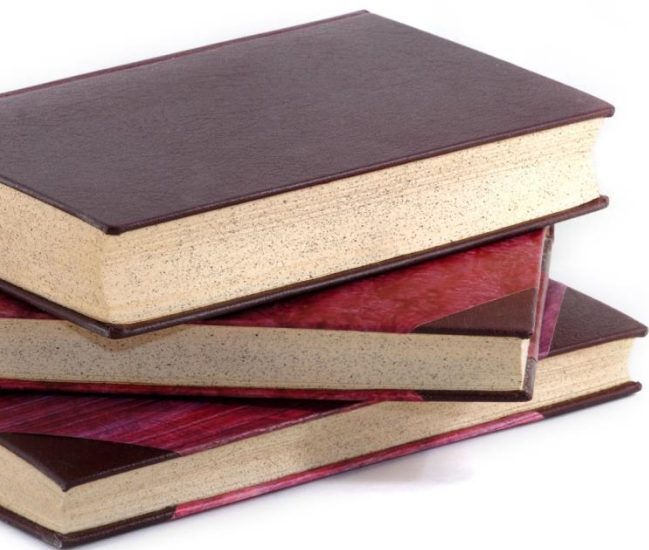
- Roluri
- Transmisii analogice
- Transmisii digitale
- Transmiterea datelor digitale cu carrier analog
- Medii de transmisie
- Multiplexare
- Exemple



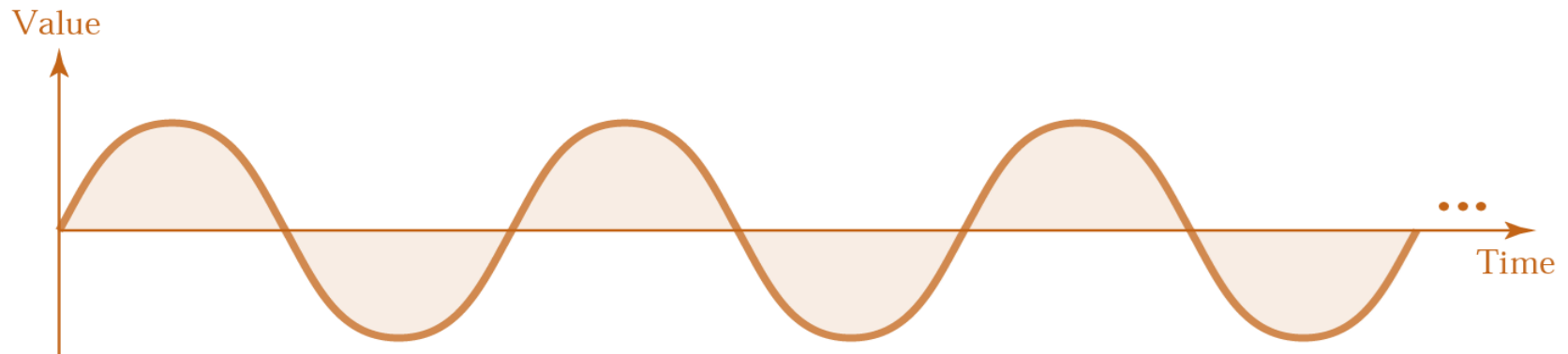


Transmisii analogice

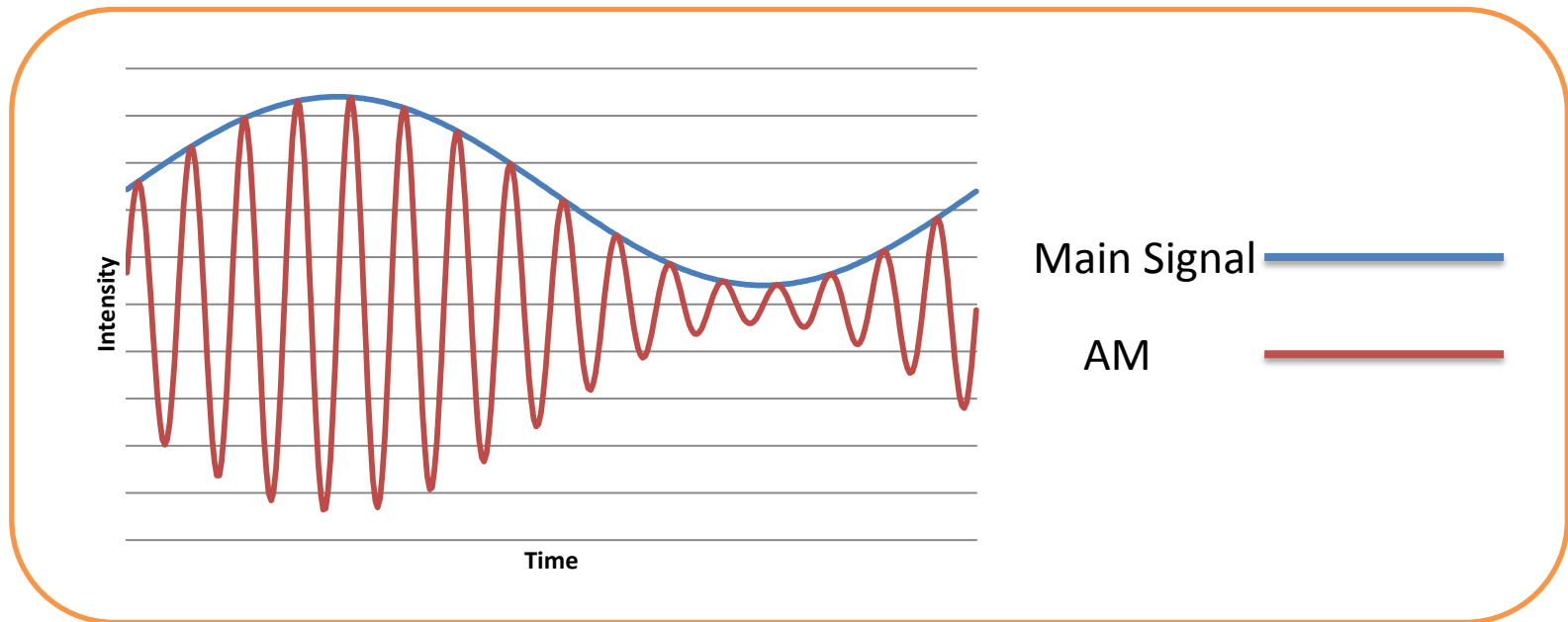
- Caracteristici
- AM
- FM



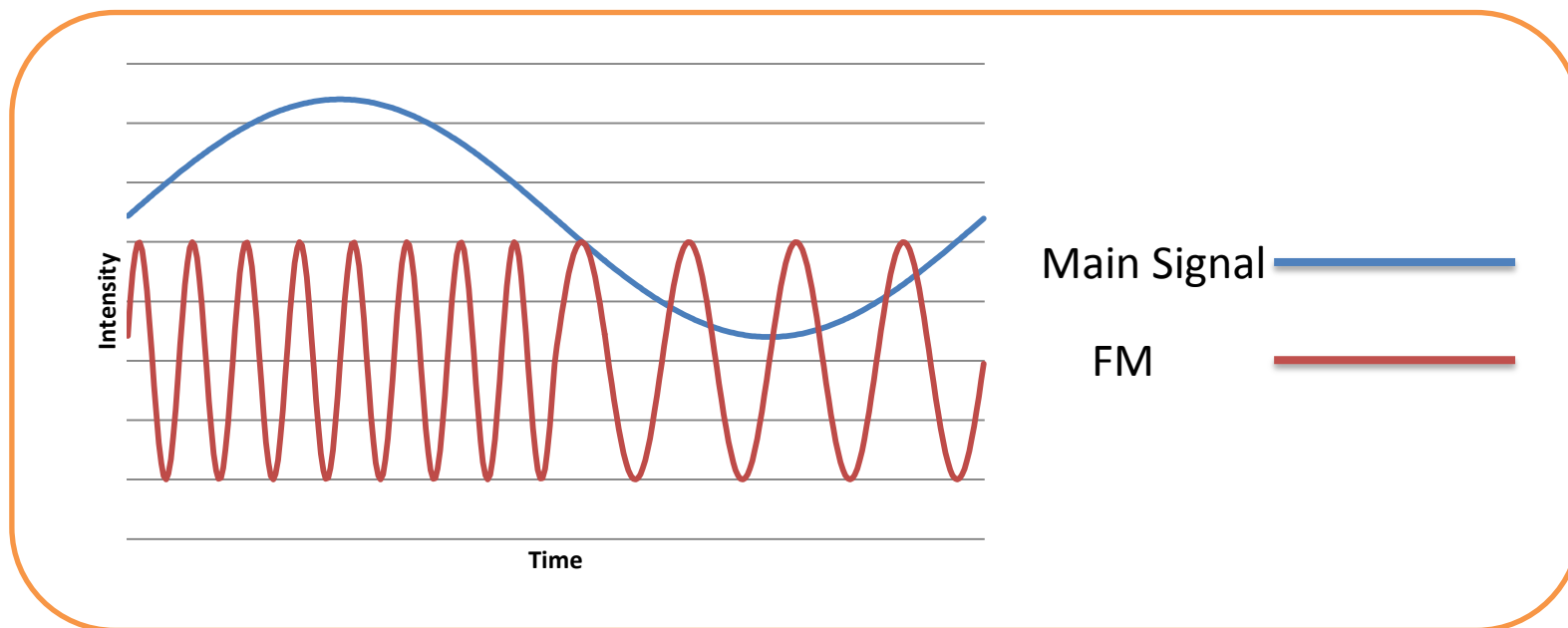
- Folosesc valori continue pentru a transmite informația
- Caracteristici
 - Amplitudine – nivelul maxim al semnalului
 - Perioada/frecvența – viteza de schimbare raportată la timp
 - Faza – poziția formei de undă raportată la momentul de timp zero



- AM = Amplitude Modulation
- Folosește valori continue ale amplitudinii pentru a transmite informația
- Folosită în special în transmisii radio

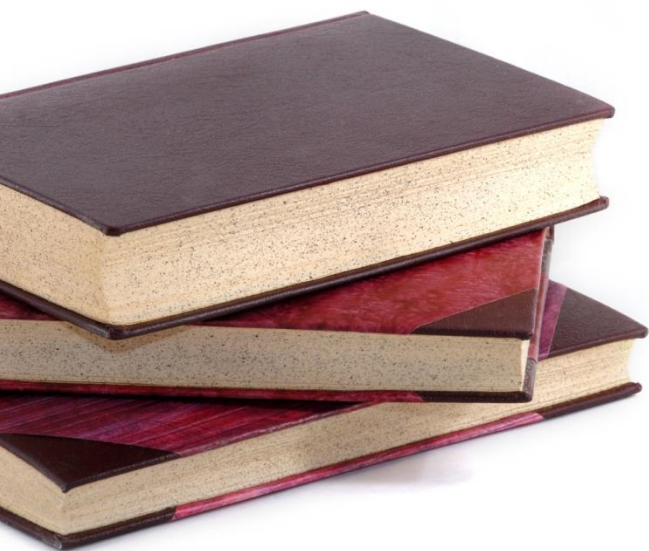


- FM = Frequency Modulation
- Folosește valori continue ale frecvenței pentru a transmite informația
- Folosită în special în transmisii radio



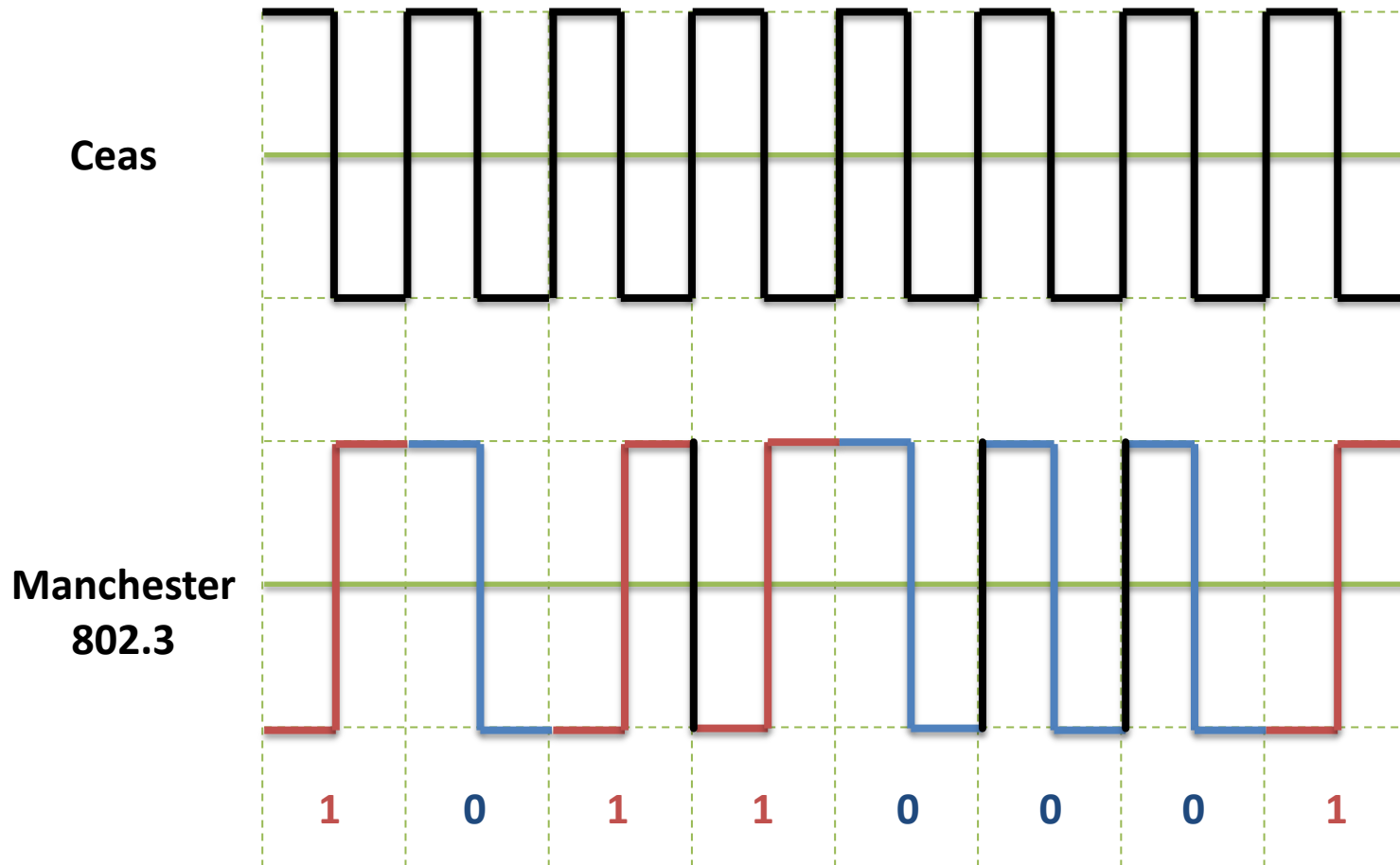
Transmisii digitale

- Caracteristici
- Manchester
- Manchester diferențial
- NRZ-L
- NRZ-I
- MLT-3
- PAM-5
- Exemplu: Fast Ethernet
- Exemplu: Gigabit Ethernet

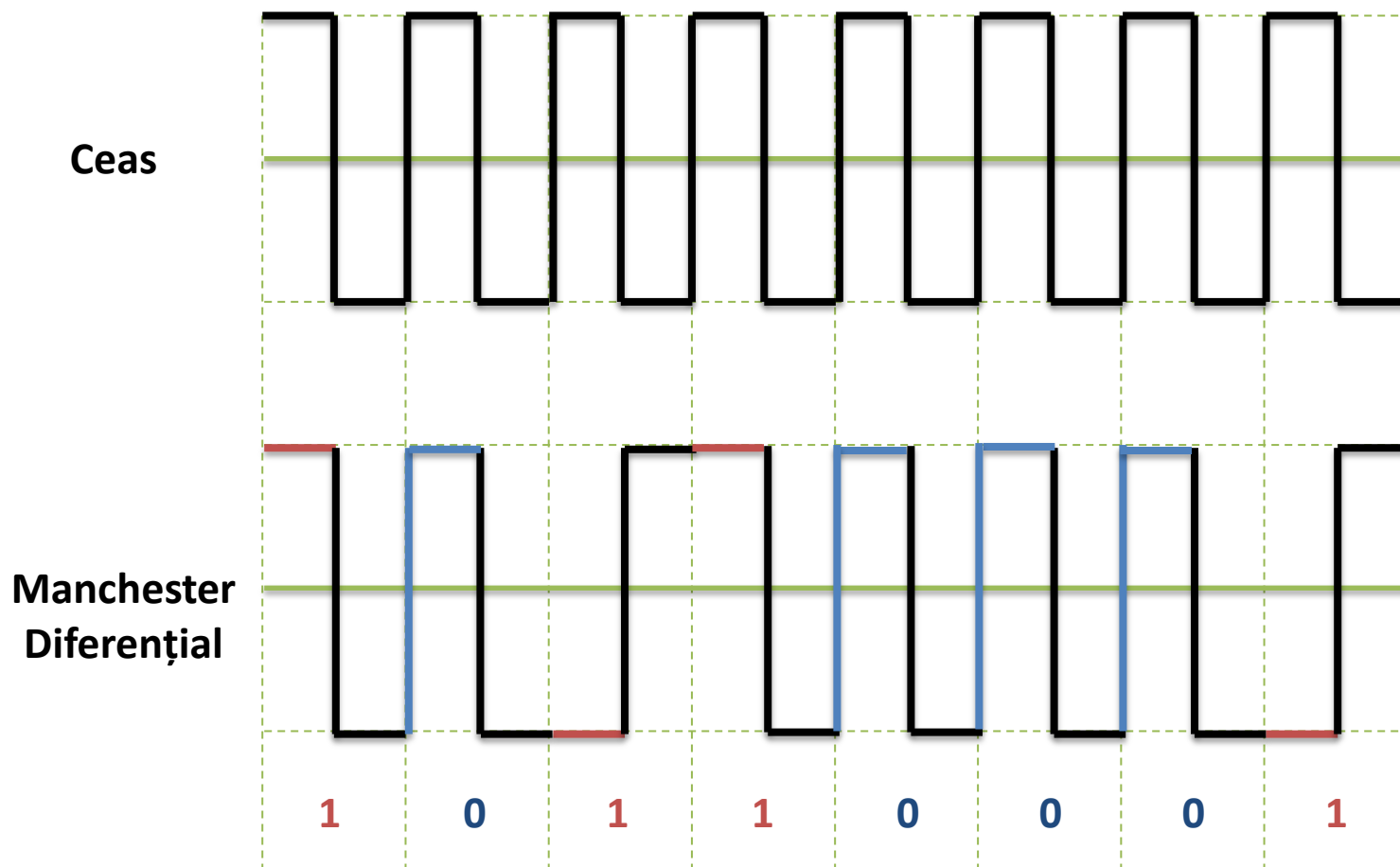


- Folosesc valori discrete pentru a transmite informație
- Caracteristici:
 - Bit interval (echivalent perioadă)
 - Bit rate (echivalent frecvență)
- Line coding – este denumită și digital baseband modulation
 - Unipolară – un singur nivel de tensiune care reprezintă 1; absența înseamnă 0
 - Polară – două niveluri de tensiune
 - Bipolară – trei niveluri: pozitiv, negativ și zero

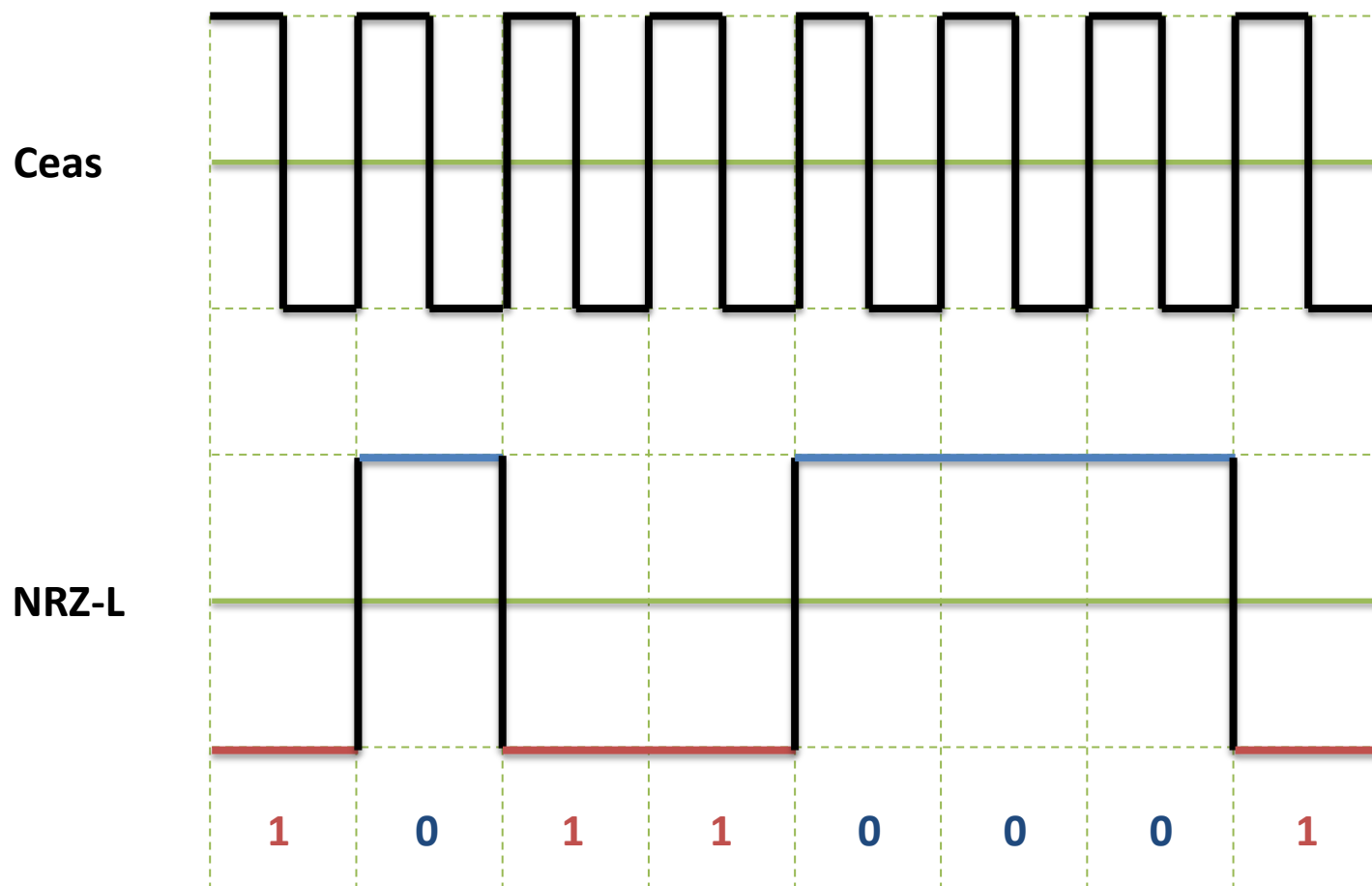
Codificare Manchester IEEE 802.3



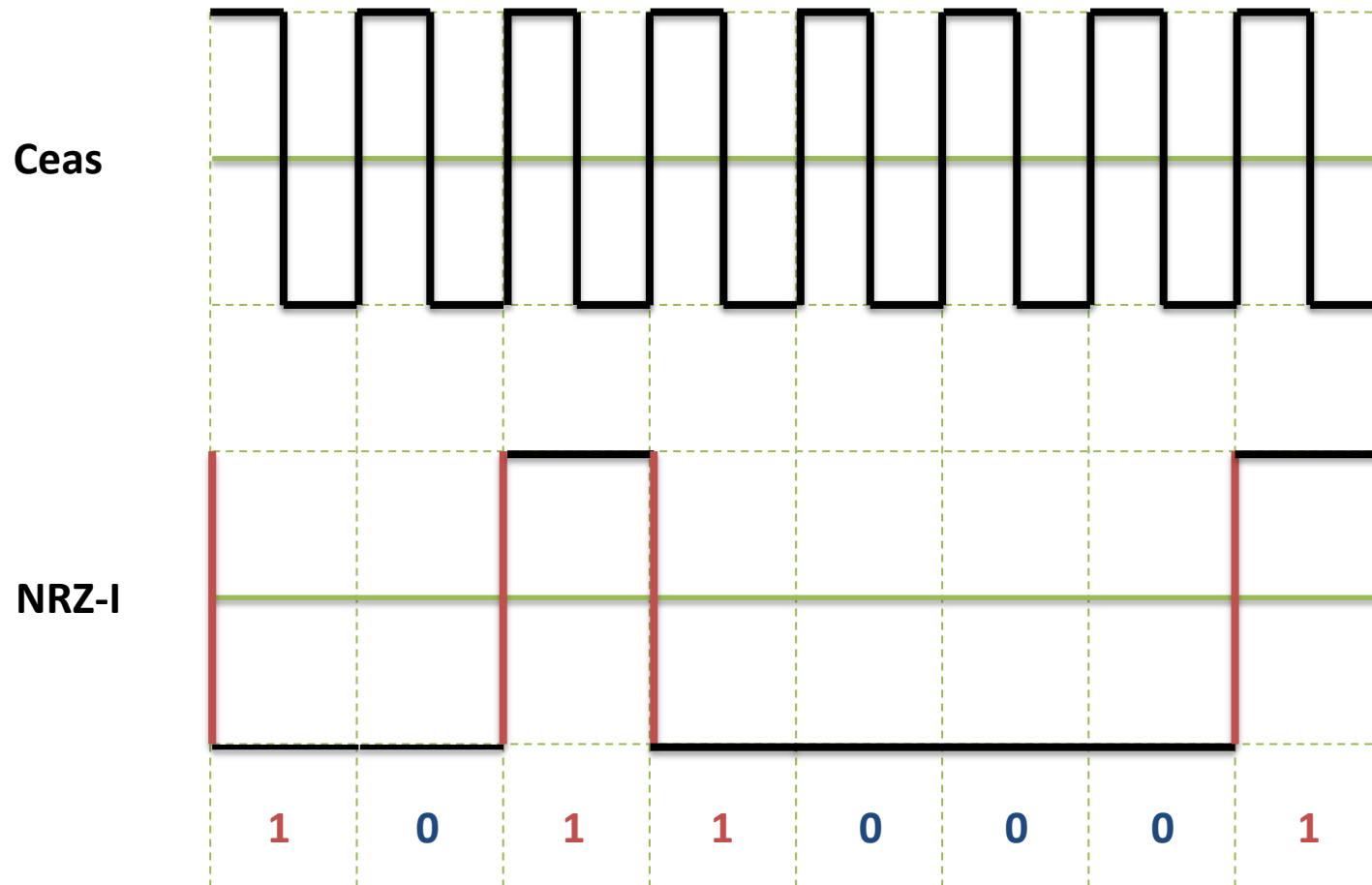
Codificare Manchester Diferențial



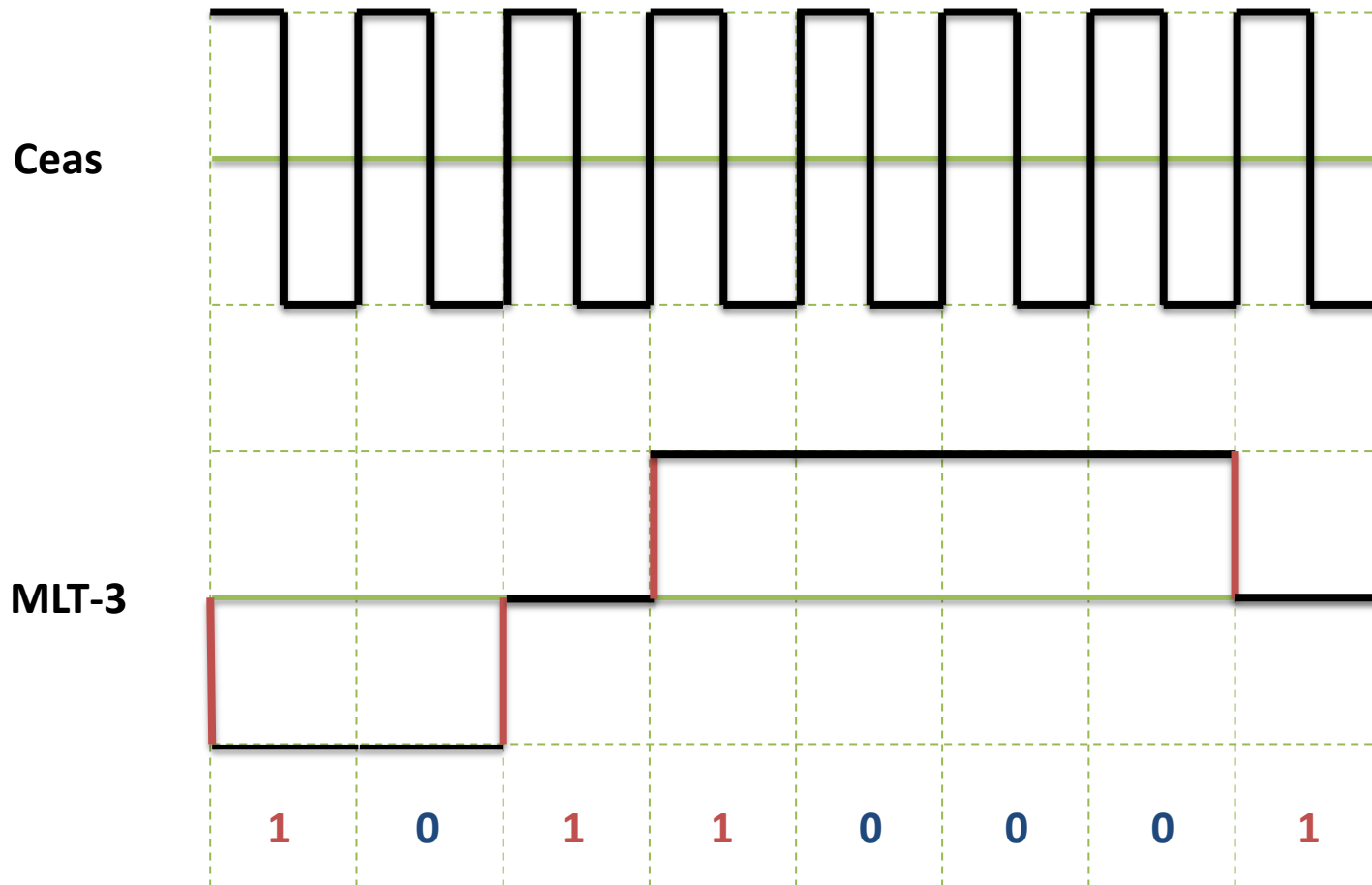
Codificare Non-Return-To-Zero Level



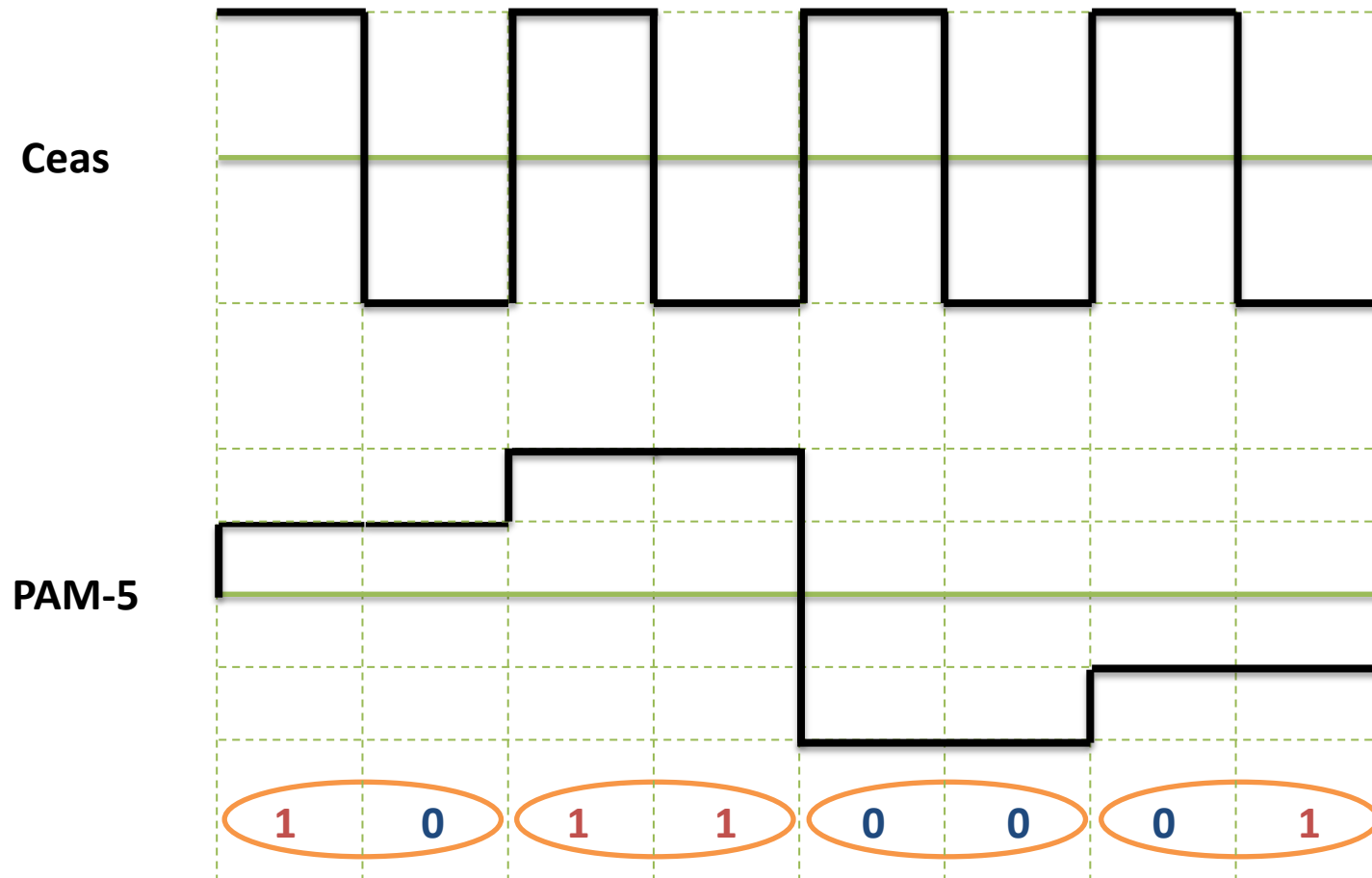
Codificare Non-Return-To-Zero Inverted



Codificare Multi-Level Transmit 3



- Un nivel din cele 5 poate fi folosit pentru corecția erorilor
- Transmite doi biți într-o perioadă de ceas

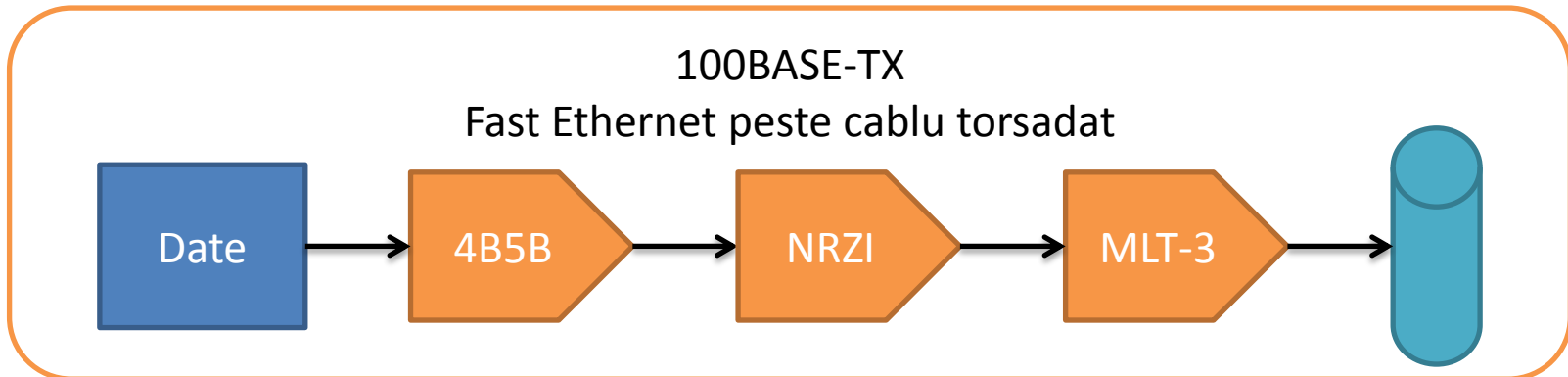
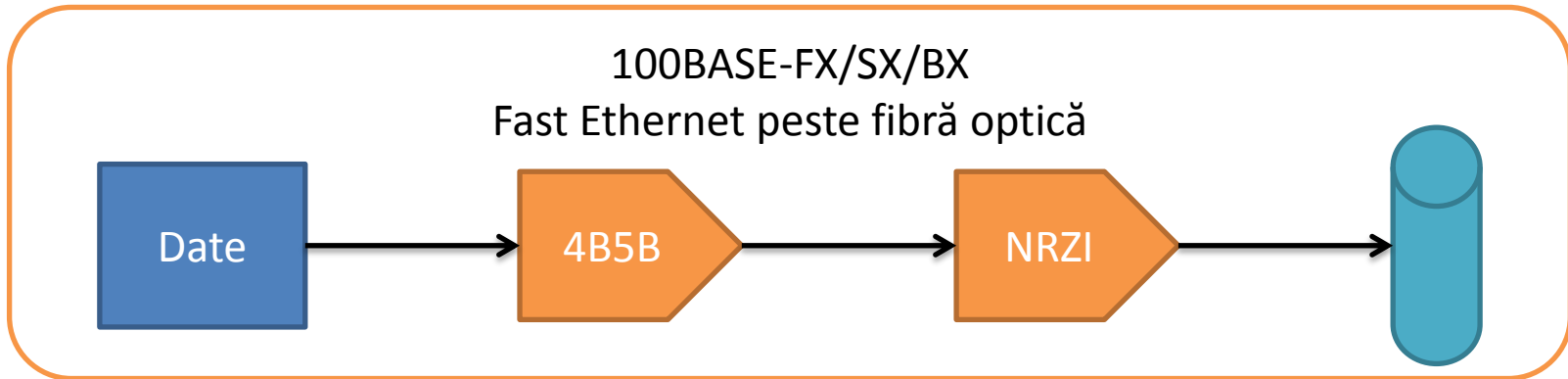


- Convertește blocuri de 4 biți în blocuri de 5 biți
- Folosit în combinație cu NRZ-I (fibră optică) sau MLT-3 (100BASE-TX, FDDI peste cupru)
- Blocurile de 5 biți au suficient de mulți biți de 1 a.î. NRZ-I/MLT-3 să nu piardă sincronizarea
- Nu se pot obține mai mult de 3 biți de 0 consecutivi

Nume	4b	5b
0	0000	11110
1	0001	01001
2	0010	10100
3	0011	10101
4	0100	01010
5	0101	01011
6	0110	01110
7	0111	01111

Nume	4b	5b
8	1000	10010
9	1001	10011
A	1010	10110
B	1011	10111
C	1100	11010
D	1101	11011
E	1110	11100
F	1111	11101

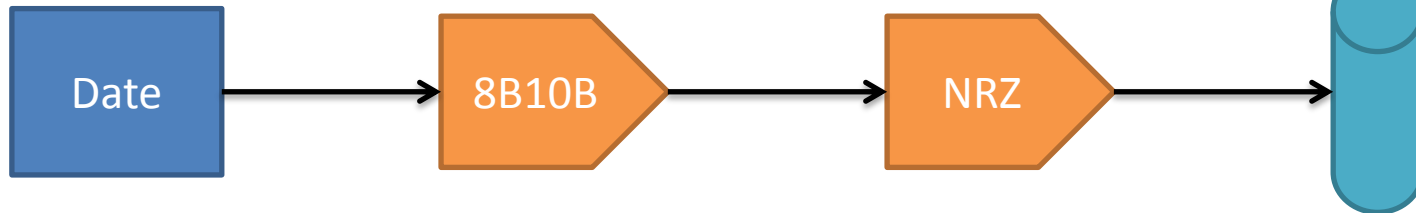
Nume	4b	5b
Q	-	00000
I	-	11111
J	-	11000
K	-	10001
T	-	01101
R	-	00111
S	-	11001
H	-	00100



(Tehnologiile Ethernet vor fi studiate în detaliu în cadrul cursului 2)

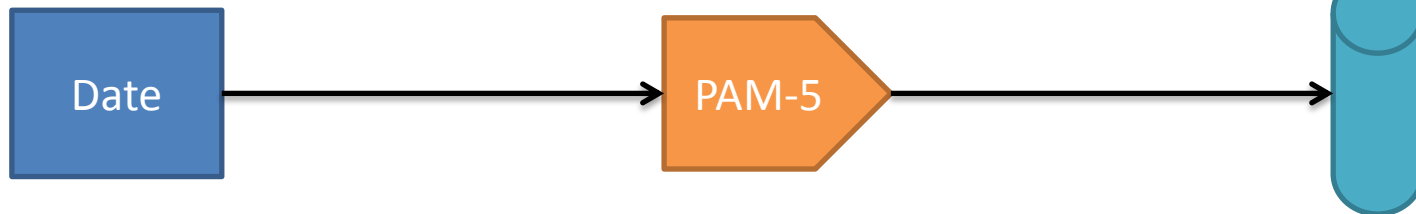
1000BASE-CX/LX/SX

Gigabit Ethernet peste cablu coaxial sau fibră optică



1000BASE-T

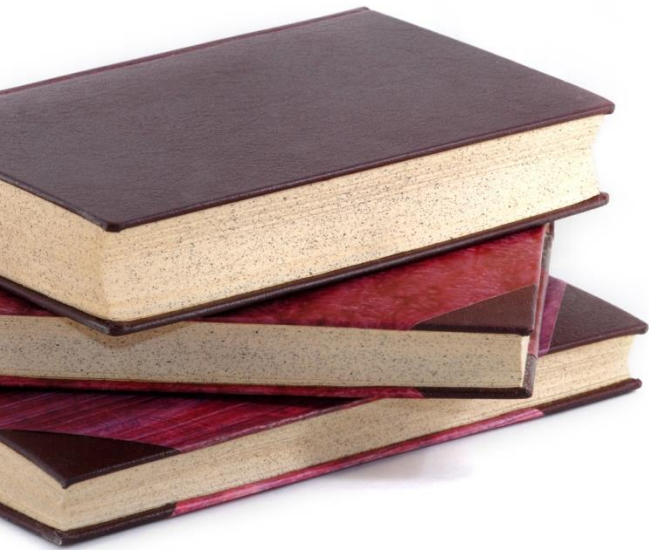
Gigabit Ethernet peste cablu torsadat



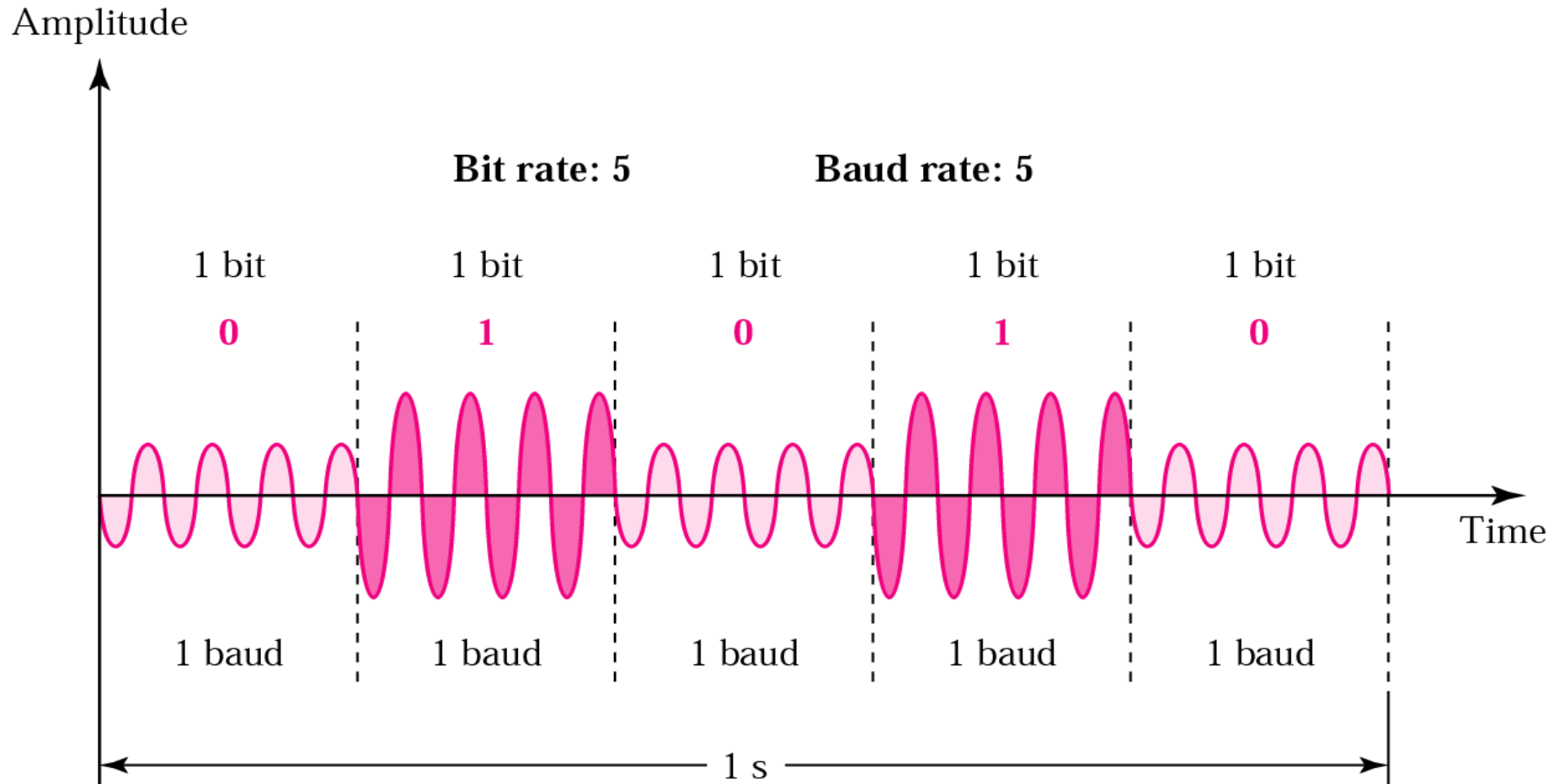
(Tehnologiile Ethernet vor fi studiate în detaliu în cadrul cursului 2)

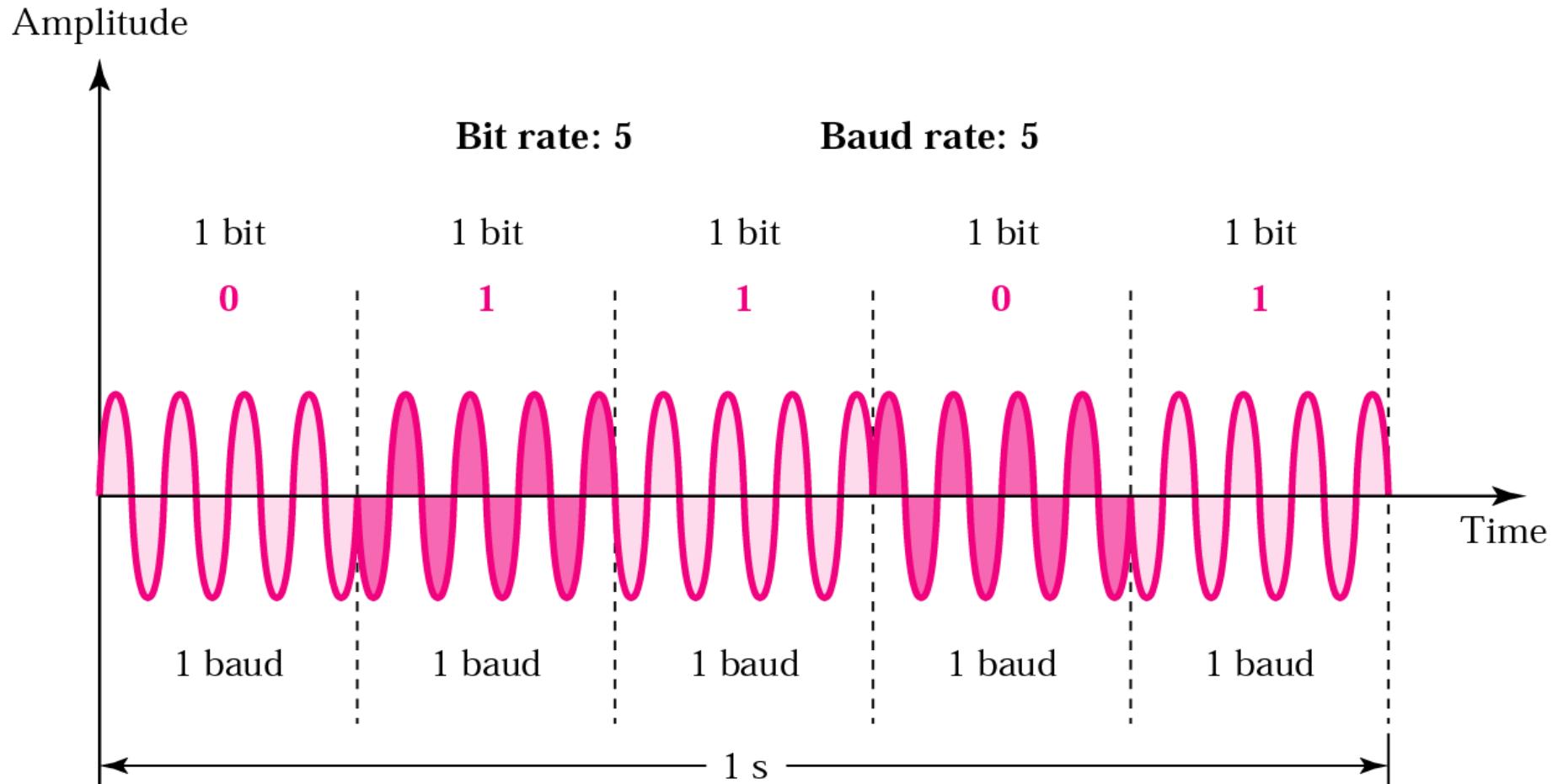
Transmiterea datelor digitale cu carrier analog

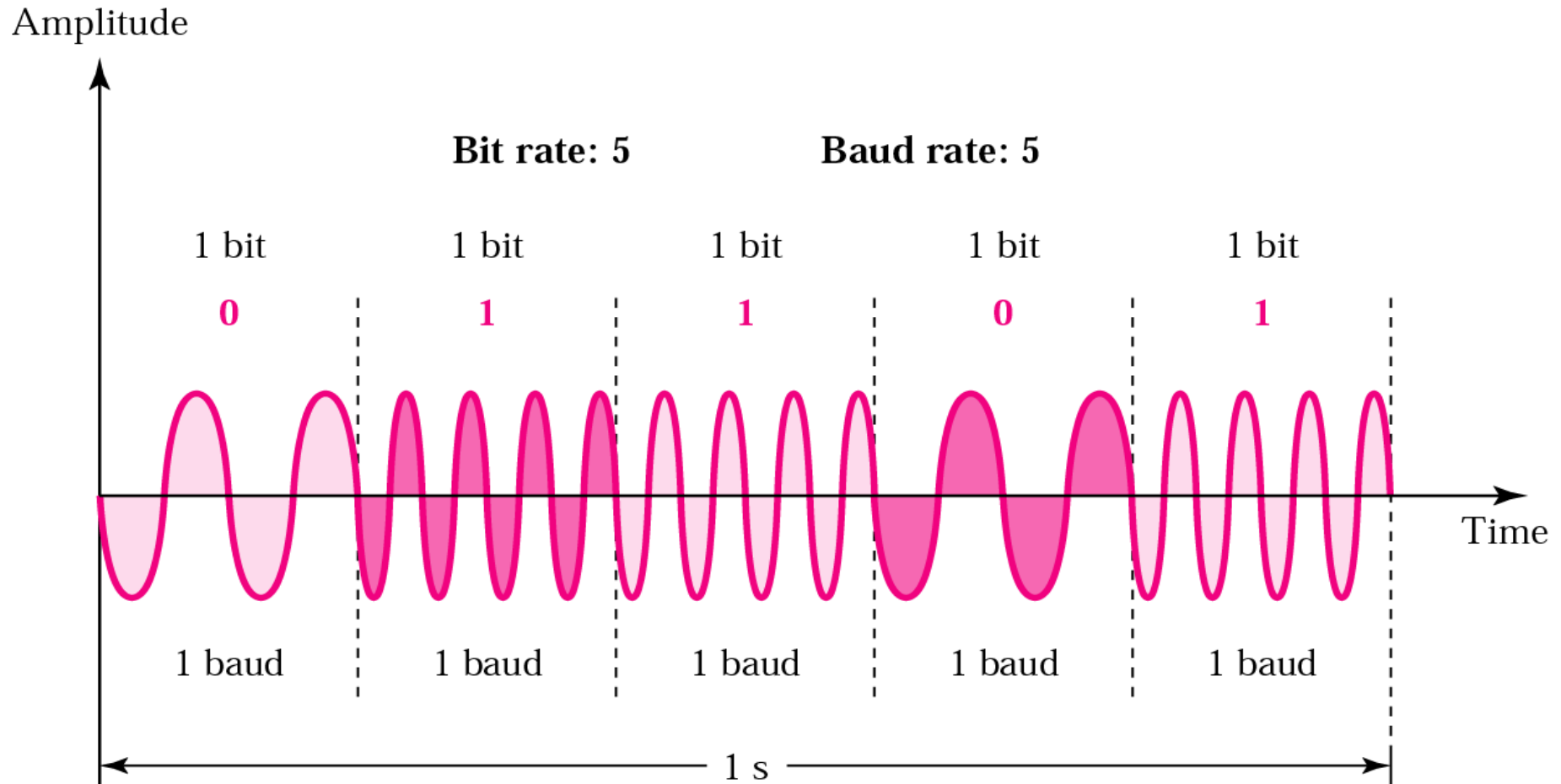
- Caracteristici
- ASK
- PSK
- FSK
- Diagrame de constelații



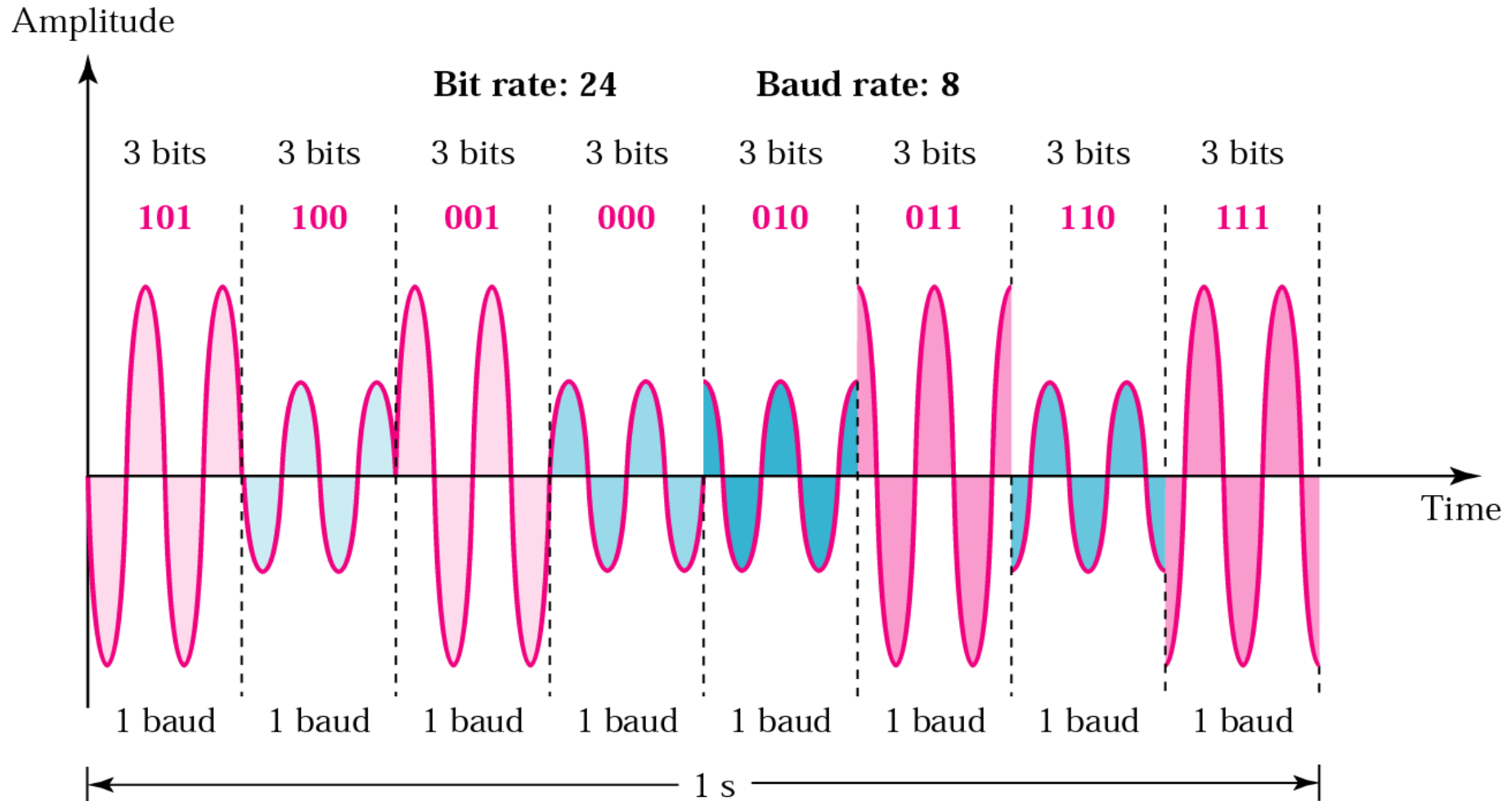
- Dacă se dorește transmiterea datelor digitale peste un mediu ce folosește semnale analogice (de exemplu linii telefonice), semnalul analog trebuie modulat
- Există mai multe tipuri de modulare:
 - ASK – Amplitude Shift Keying
 - PSK – Phase Shift Keying
 - FSK – Frequency Shift Keying
- **Bit rate** – numărul de biți pe secundă
- **Baud rate** – numărul de semnale pe secundă
- Baud rate \leq bit rate
- Tehnicile de modulare sunt caracterizate prin raportul $\frac{\text{bit rate}}{\text{baud rate}}$



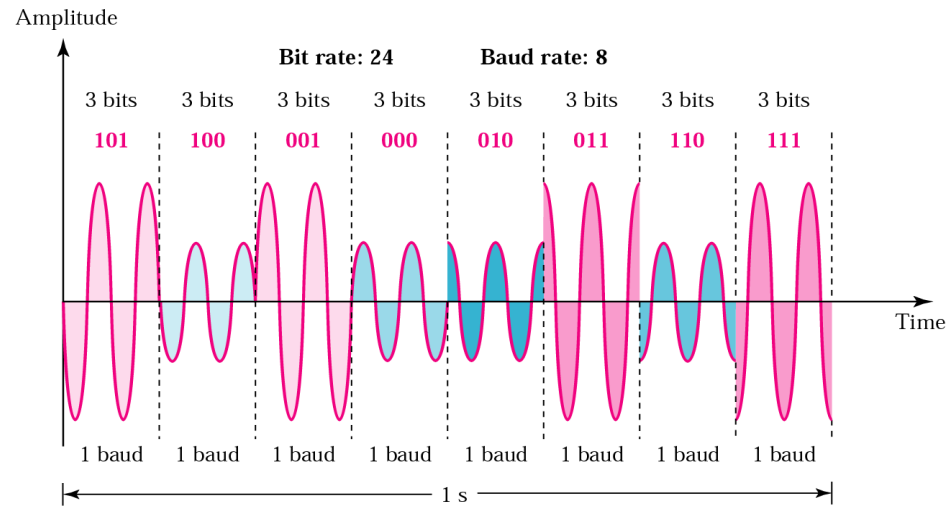




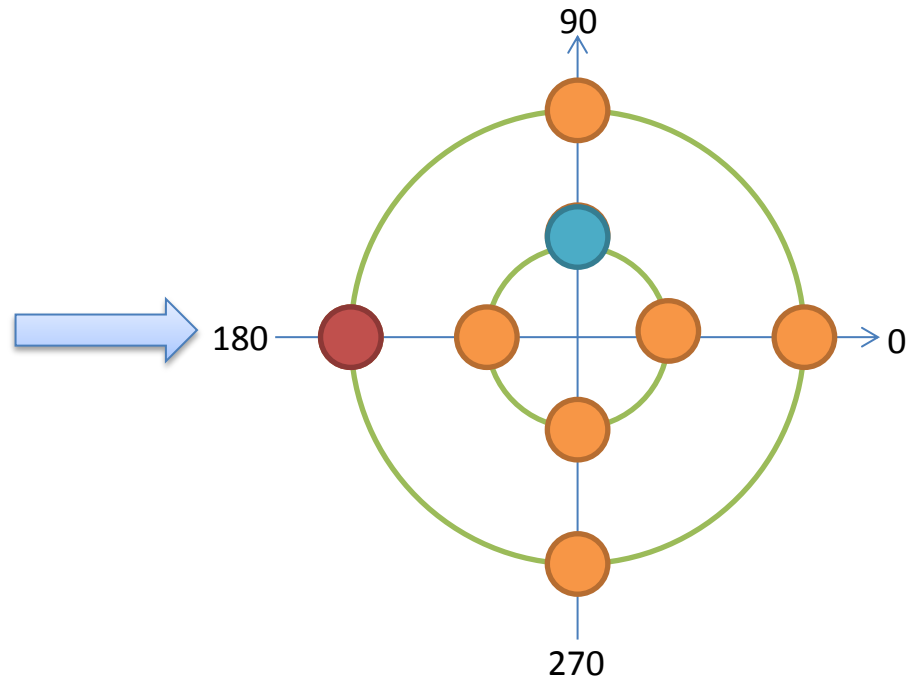
Combinație PSK-ASK



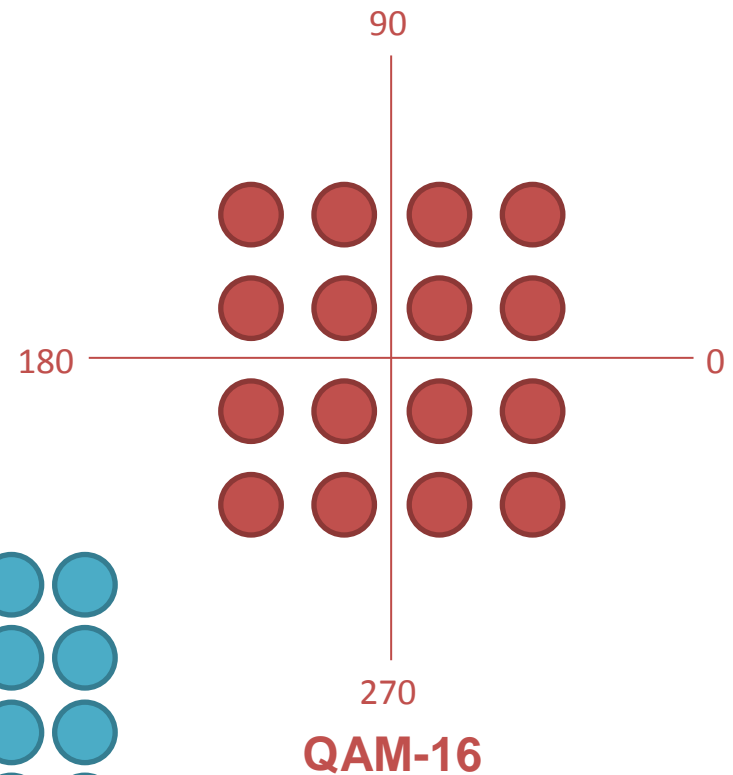
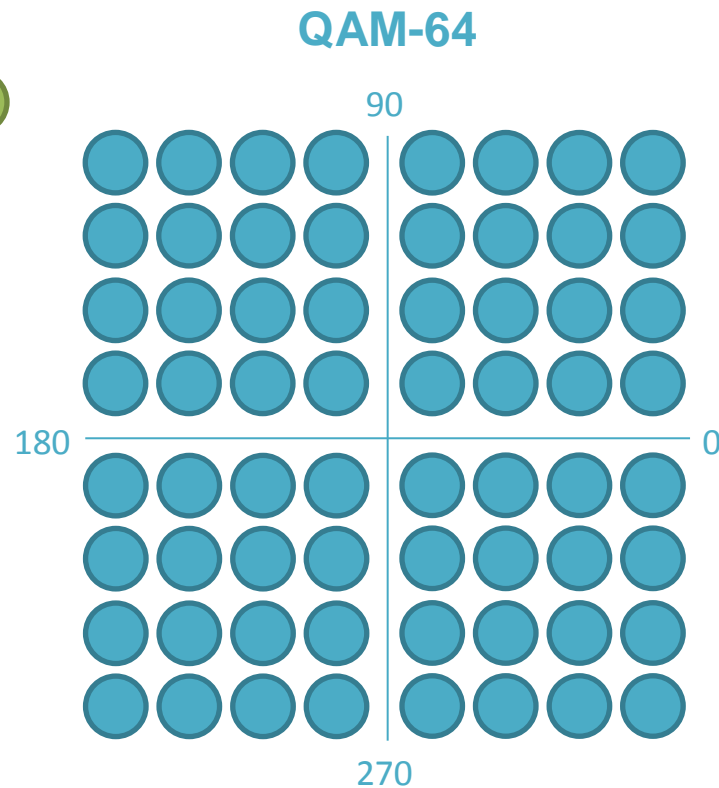
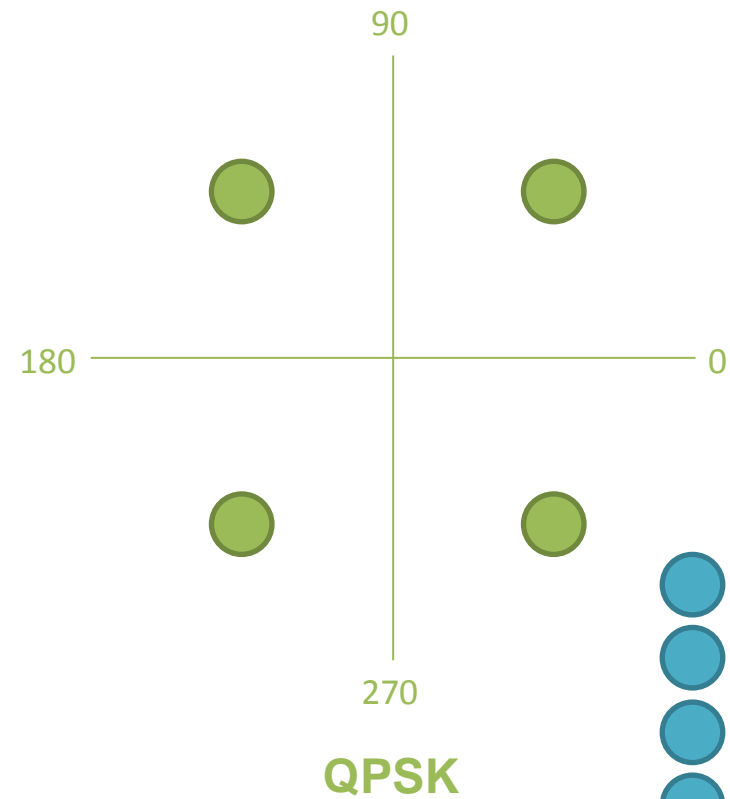
Diagrame de constelații



Cod	A	ϕ	Cod	A	ϕ
000	1	0°	100	1	180°
001	2	0°	101	2	180°
010	1	90°	110	1	270°
011	2	90°	111	2	270°

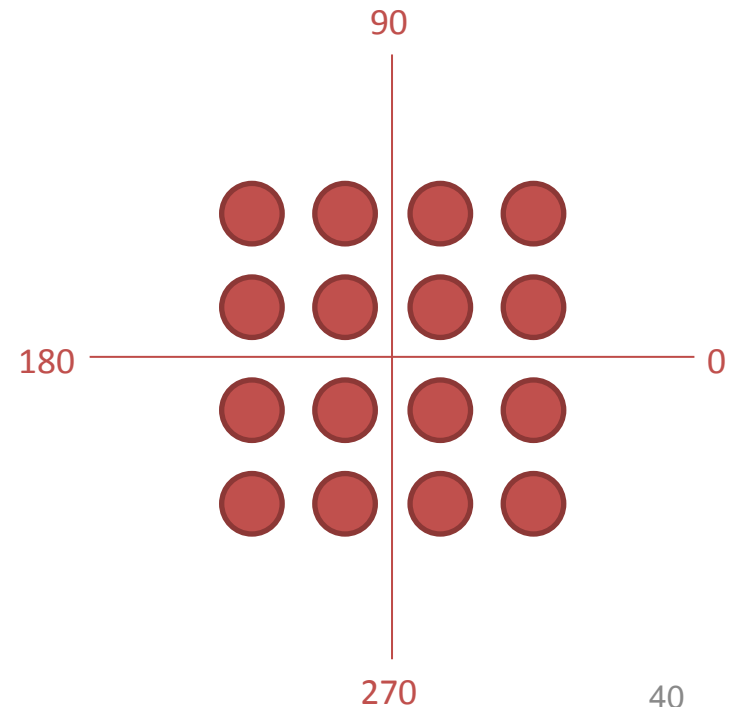


Exemple de constelații

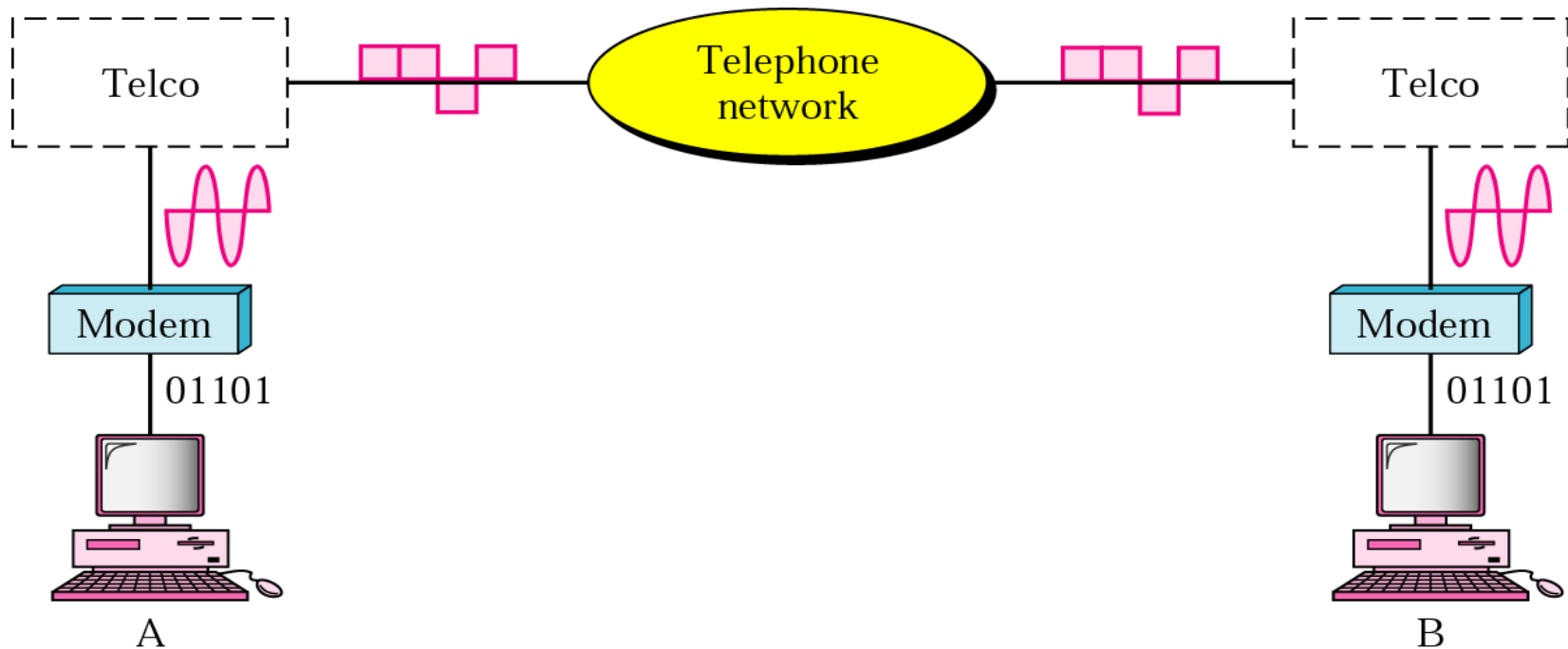


- Se consideră o linie cu o capacitate de 2400 baud. Câți biți de date pot fi trimiși pe secundă dacă se folosește QAM-16 pentru modulare?
- **R:** Sunt folosite 16 puncte de constelație pentru a trimite 4 biți per simbol, ceea ce înseamnă:

$$4 \cdot 2400 = 9600 \text{ bps}$$

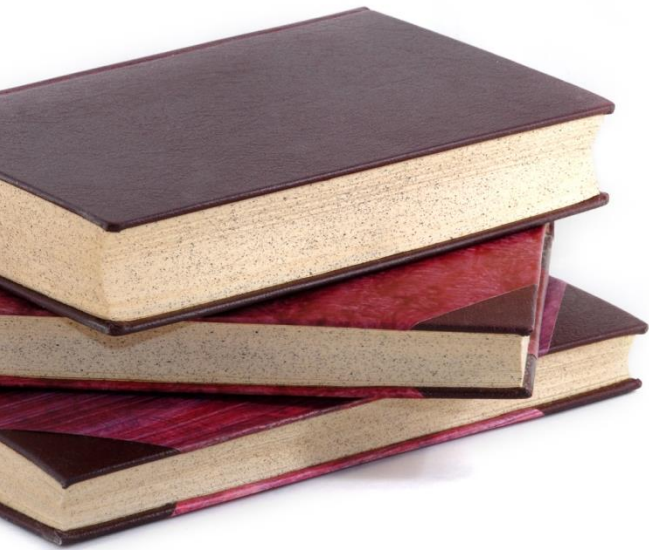


- MOdulator/DEModulator



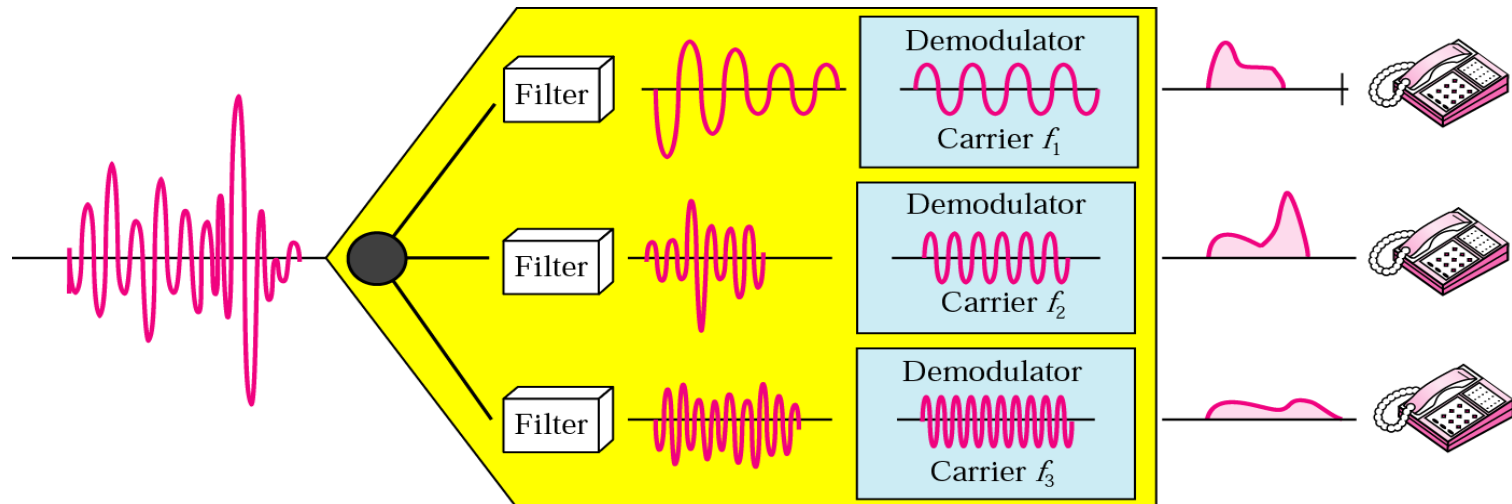
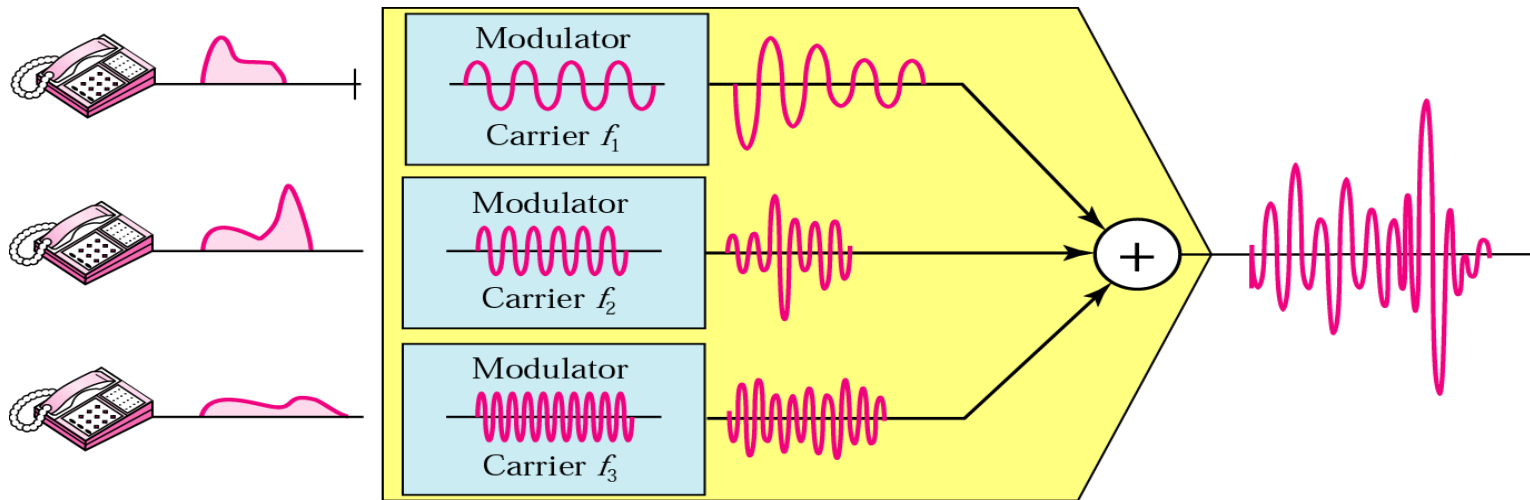
Multiplexare

- FDM
- WDM
- TDM
- Exemplu: DSL

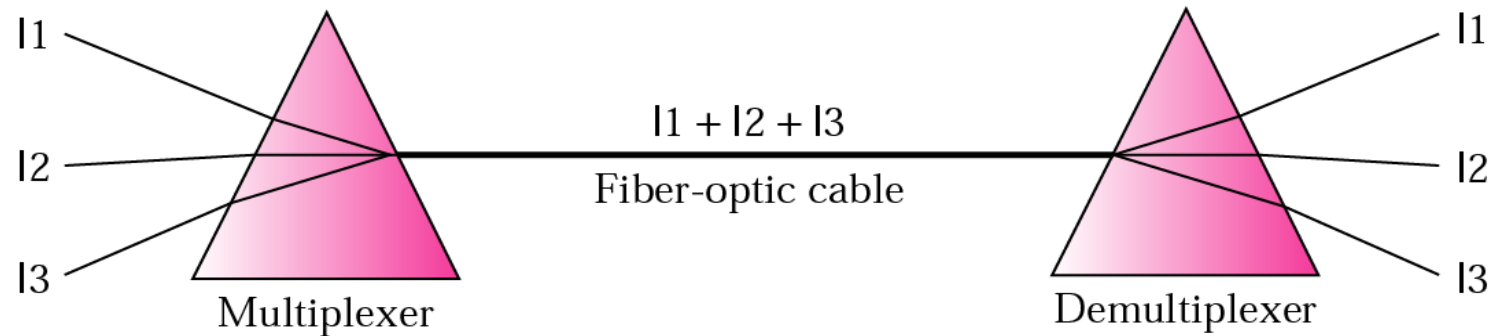
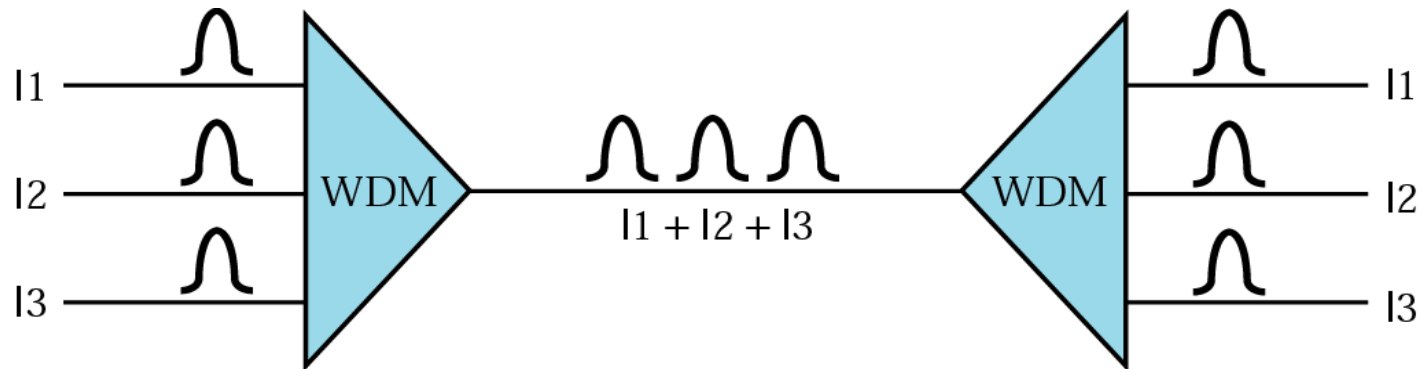


- Constă în gruparea mai multor fluxuri de date într-un singur semnal peste un singur mediu partajat
- Analogică
 - FDM – frequency division multiplexing
 - WDM – wavelength division multiplexing (mediu optic)
- Digitală
 - TDM – time division multiplexing

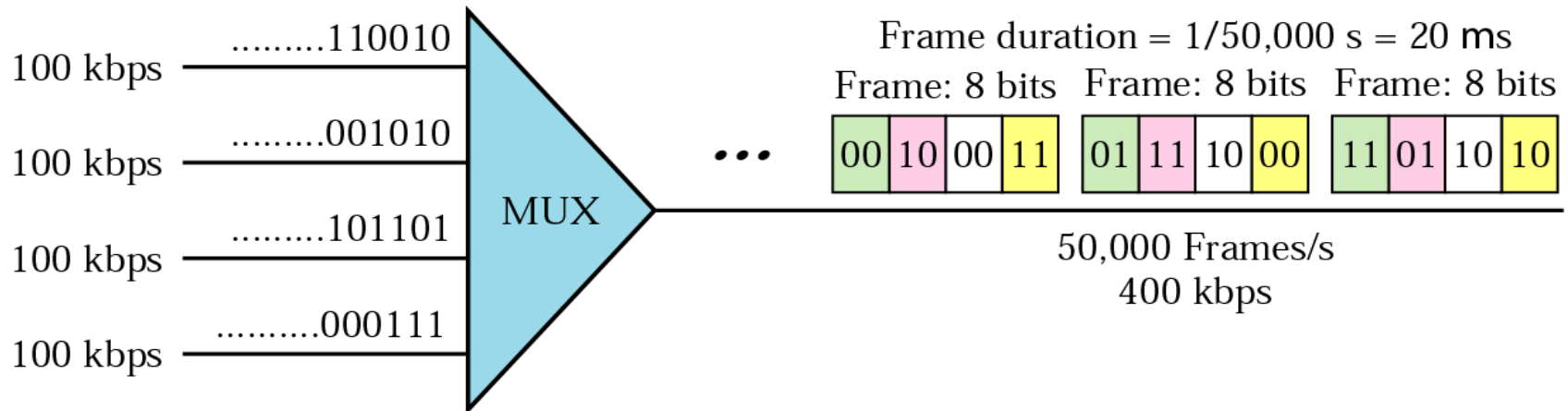
Multiplexare - FDM

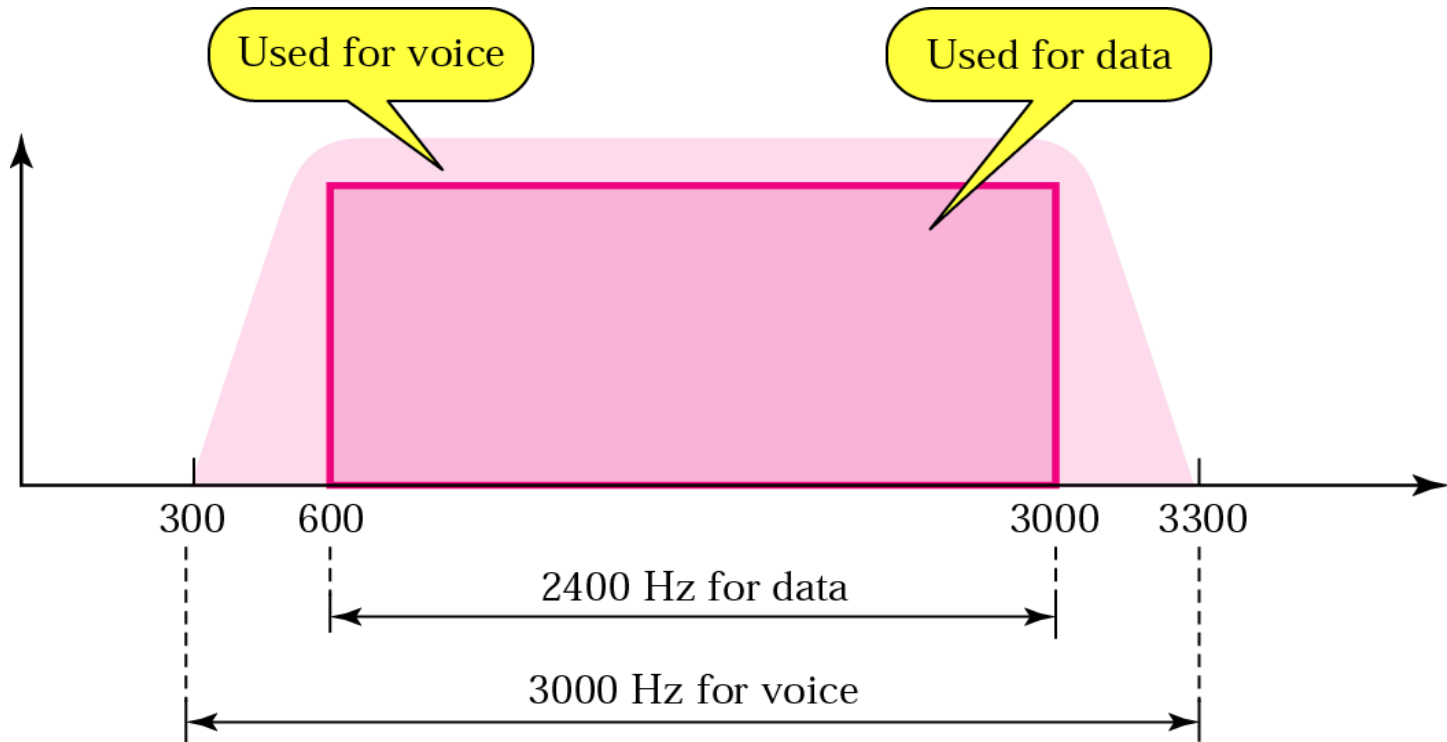


Multiplexare - WDM

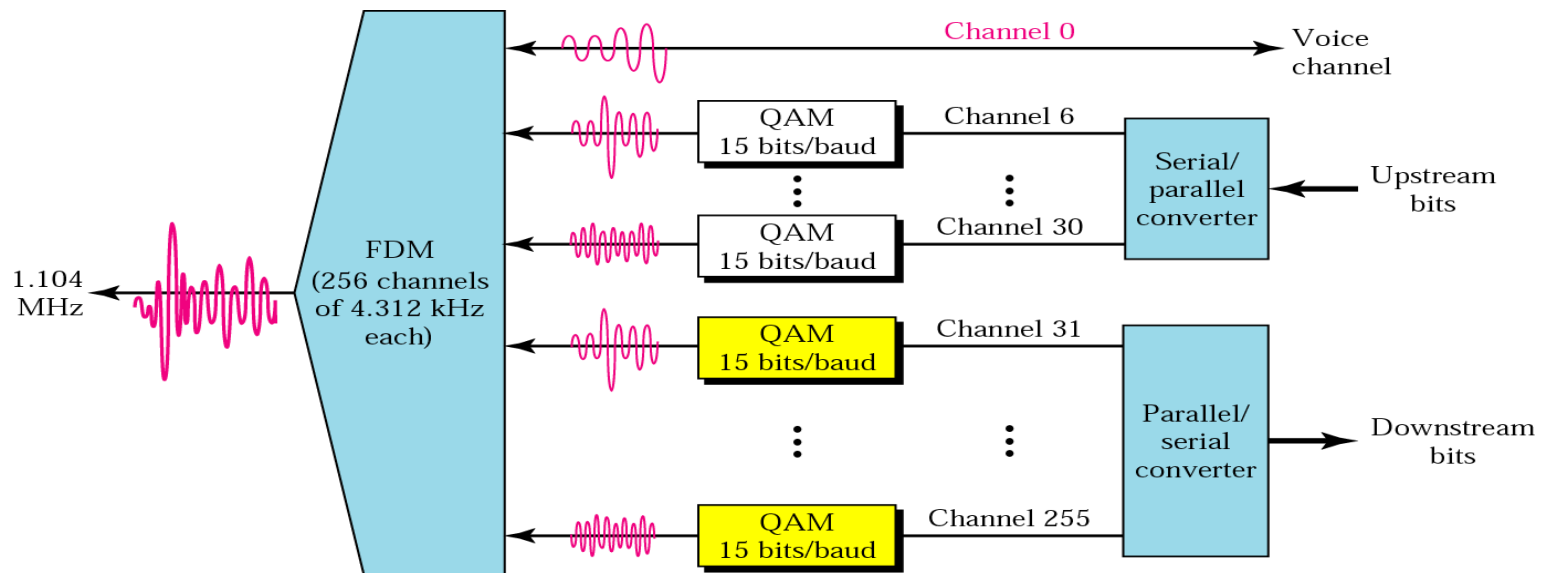


Multiplexare - TDM

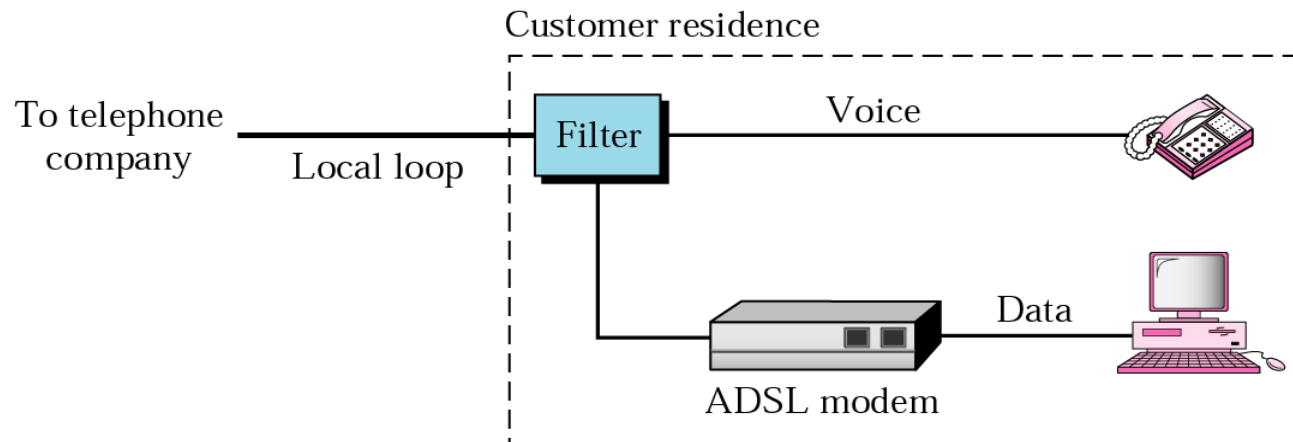
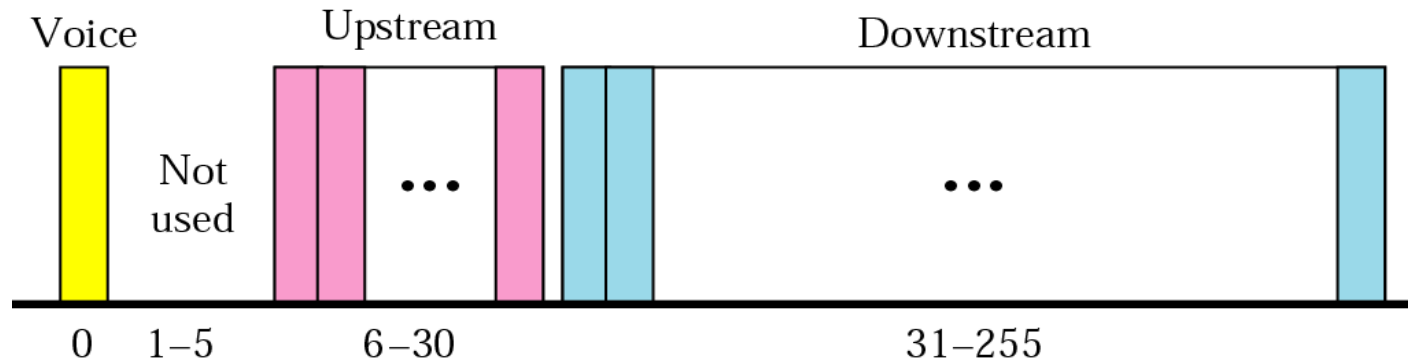




- Digital Subscriber Line
- ADSL – Asymmetric DSL: destinată utilizatorilor; nepotrivită pentru mediu business
- “Asymmetric” reprezintă faptul că mai mult din lățimea de bandă se folosește pentru trafic spre utilizator
- Lățimea de bandă poate ajunge la 1.1 MHz

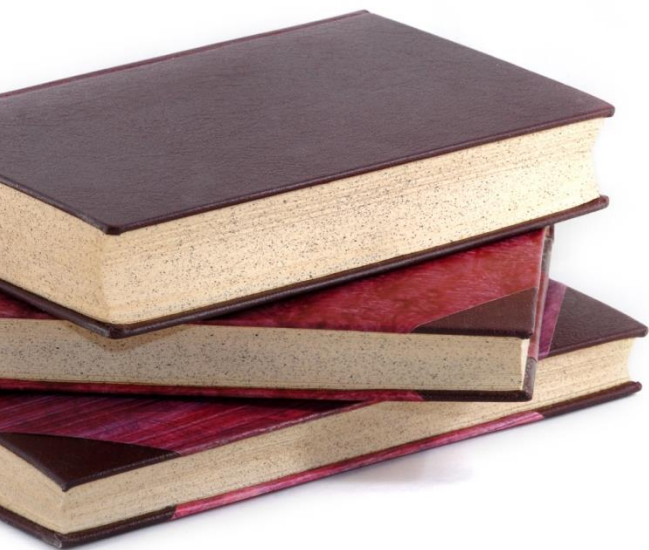


ADSL (2)

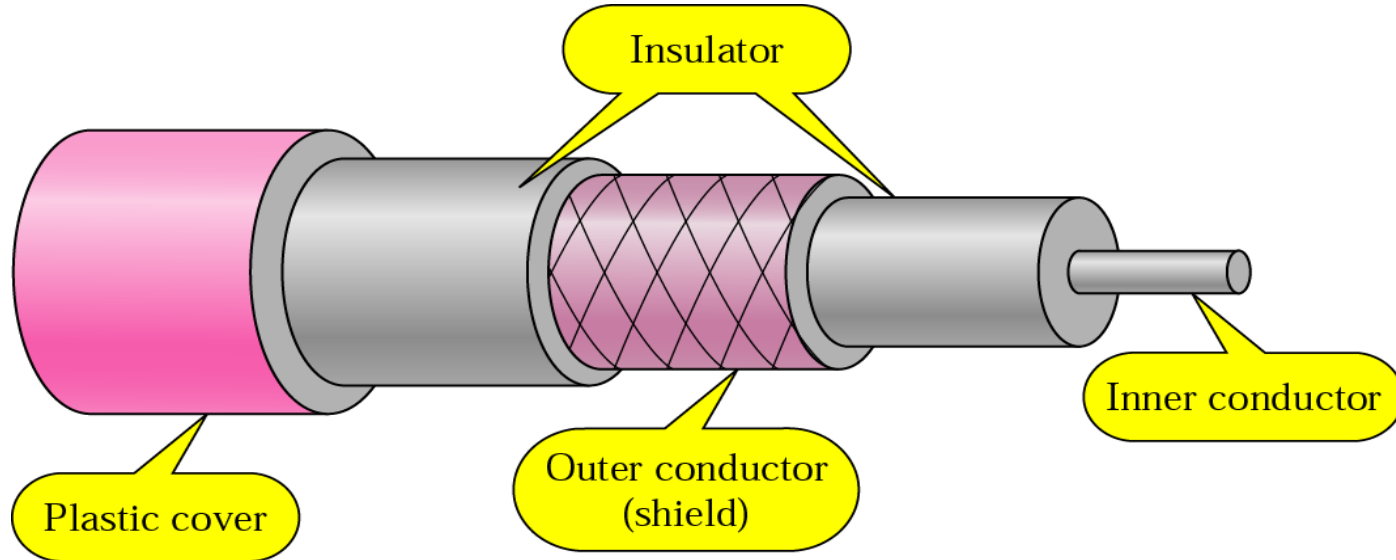


Medii de transmisie

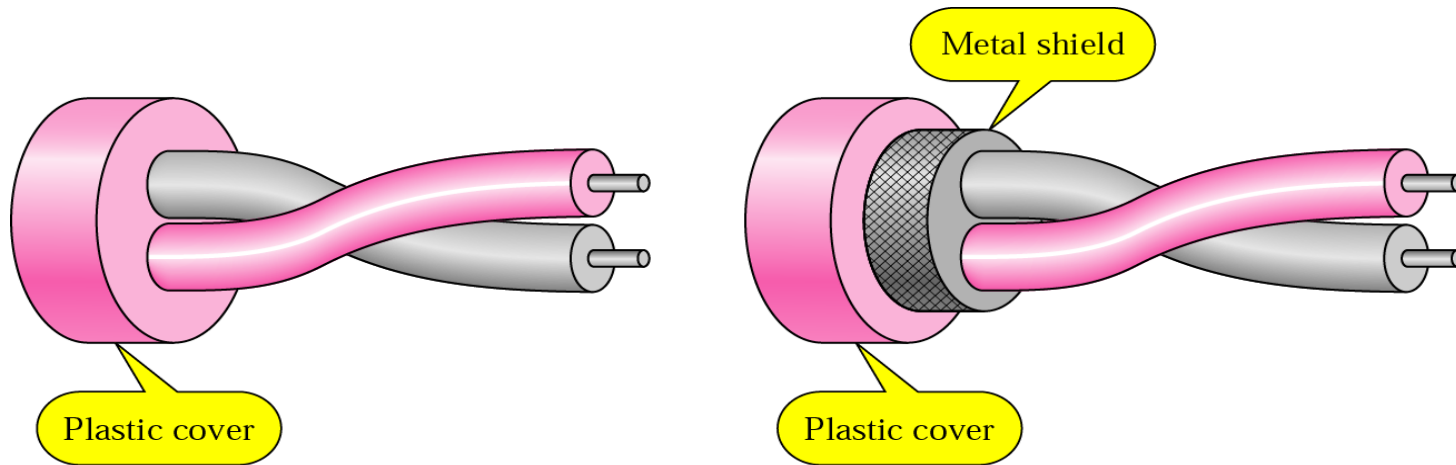
- Cablu coaxial
- Cablu torsadat
- Fibră optică
- Wireless



- Cu fir (ghidat)
 - Cablu coaxial
 - Cablu torsadat (twisted-pair cable)
 - UTP
 - STP / FTP
 - ScTP
 - Fibră optică
 - Multimode
 - Singlemode
- Fără fir (neghidat)
 - Unde radio
 - Microunde
 - Infraroșii

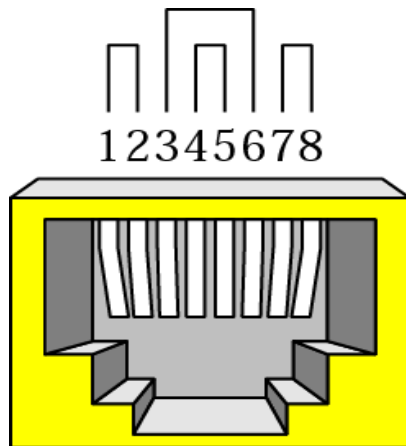


Category	Impedance	Use
RG-59	75 Ω	Cable TV
RG-58	50 Ω	Thin Ethernet
RG-11	50 Ω	Thick Ethernet

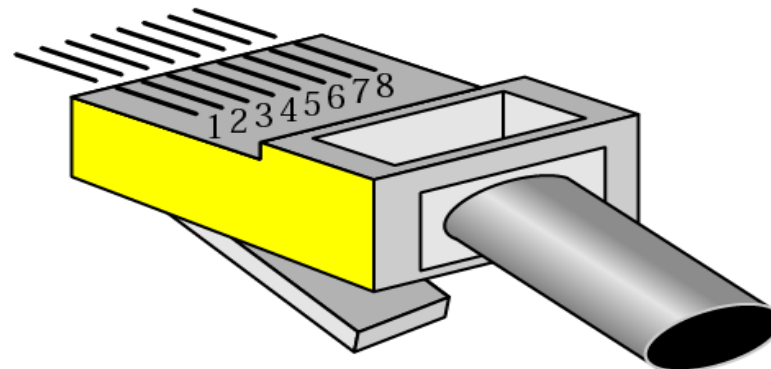


a. UTP

b. STP



RJ-45 Female

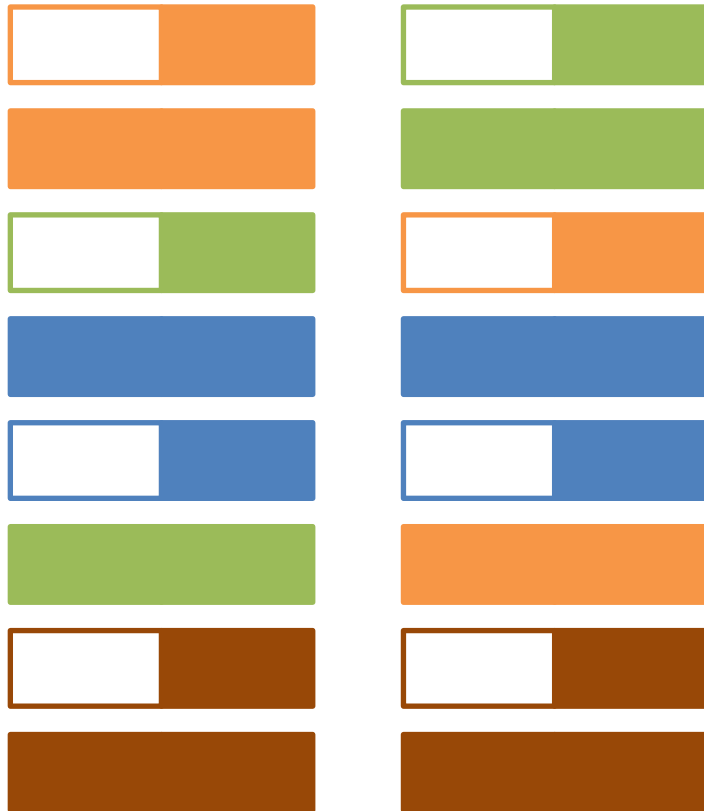


RJ-45 Male

Categorii de cablu torsadat

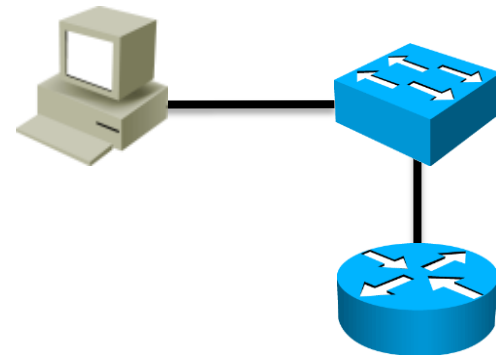
Categorie	Frecvență	Viteză	Standard
Cat 1		1Mbps	Telefonia clasică
Cat 2		4Mbps	Transmisiuni seriale
Cat 3	16MHz	10 Mbps 100 Mbps	TokenRing 10BaseT 100BaseT4
Cat 4	20MHz	16 Mbps 100 Mbps	TokenRing 10BaseT 100BaseT4
Cat 5	100MHz	10 Mbps 100 Mbps	TokenRing, 10BaseT 100BaseTX
Cat 5e	155MHz	10 Mbps 100 Mbps 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

Cablări twisted-pair: Straight-through



TIA/EIA-568B

TIA/EIA-568A

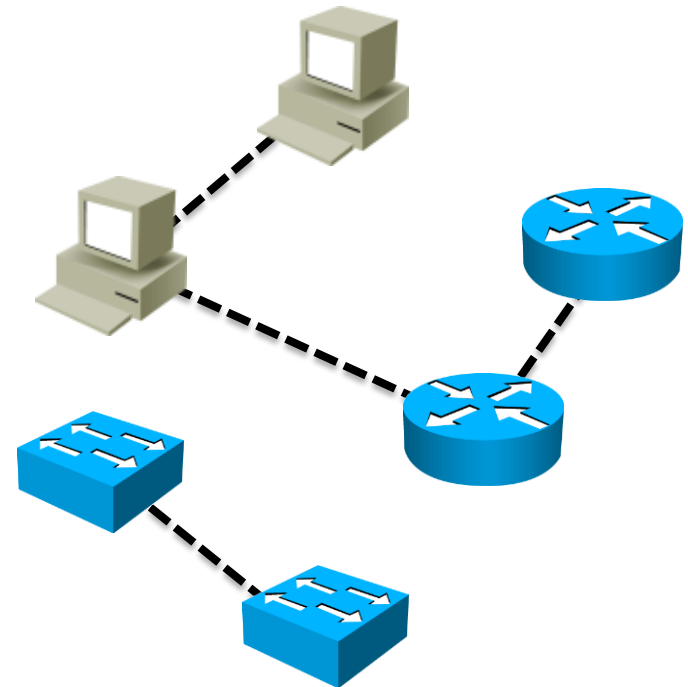


Cablări twisted-pair: Crossover



TIA/EIA-568B

TIA/EIA-568A

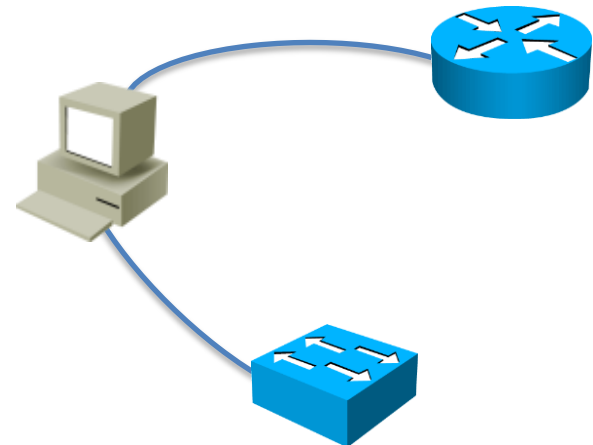
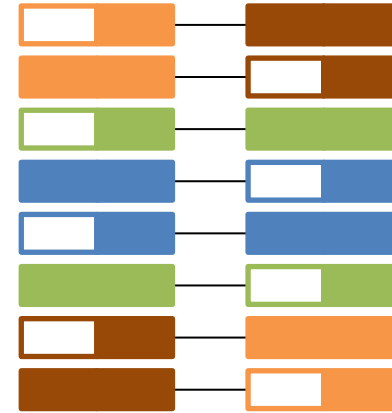


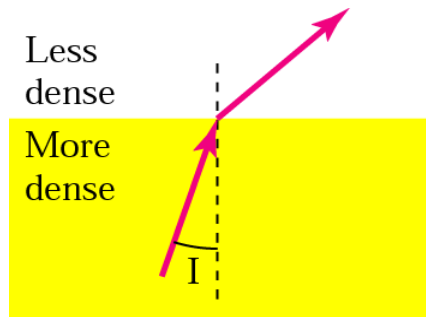
Cablări twisted-pair: Rollover



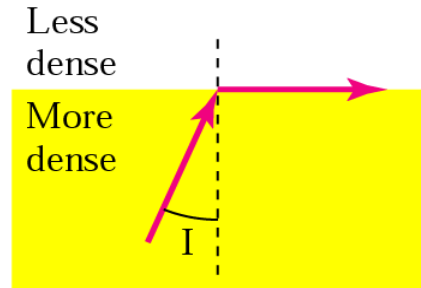
TIA/EIA-568B

TIA/EIA-568A

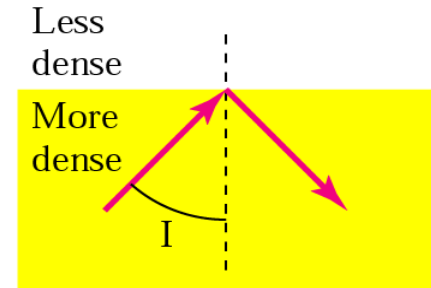




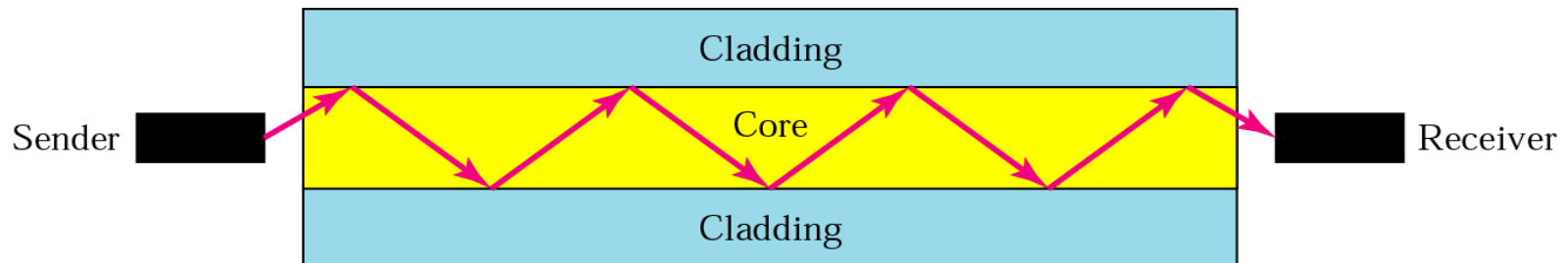
$I < \text{critical angle}$,
refraction



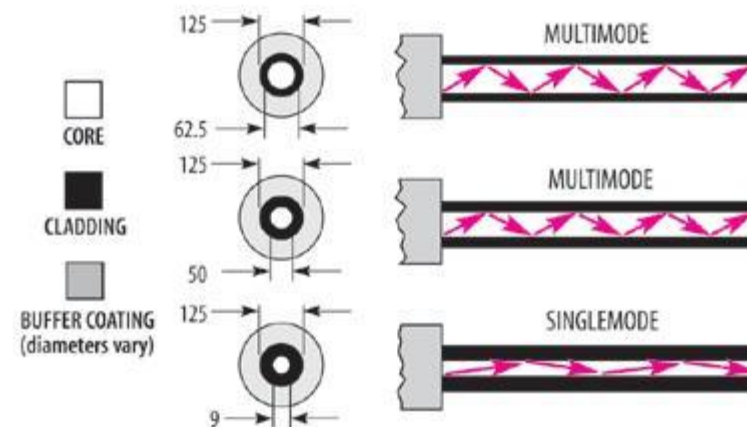
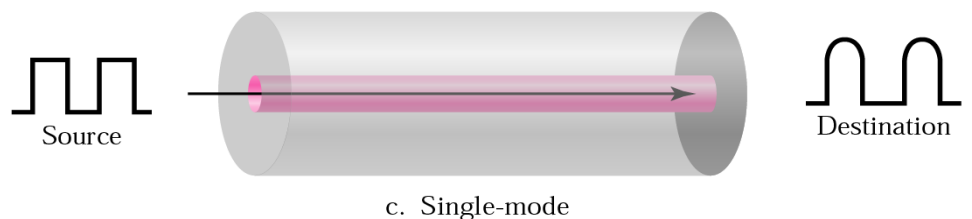
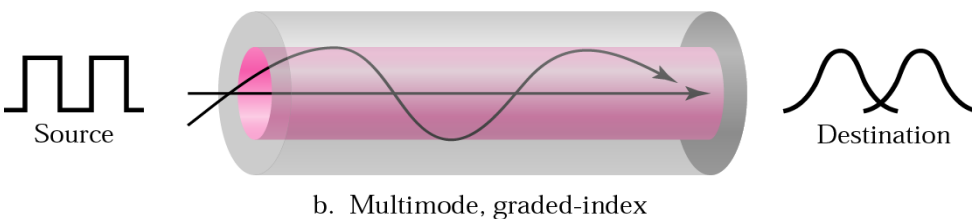
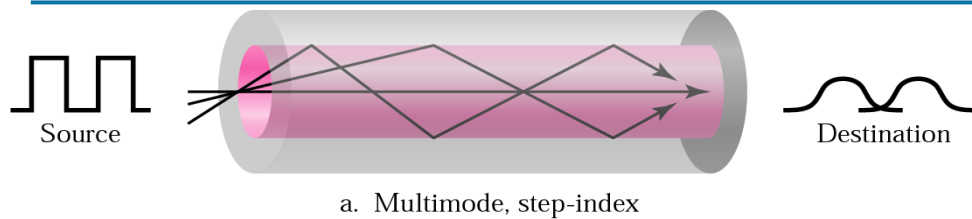
$I = \text{critical angle}$,
refraction



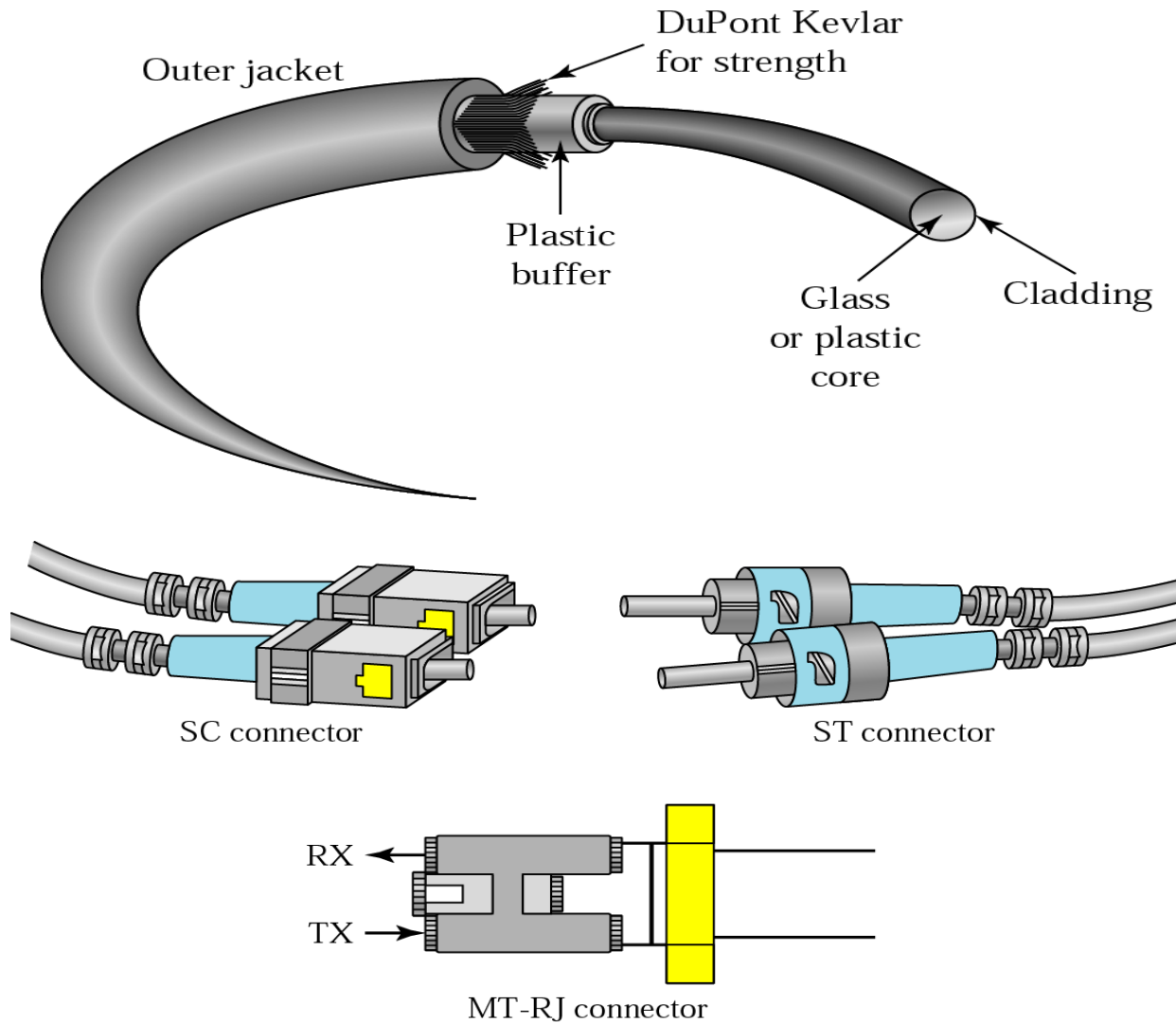
$I > \text{critical angle}$,
reflection

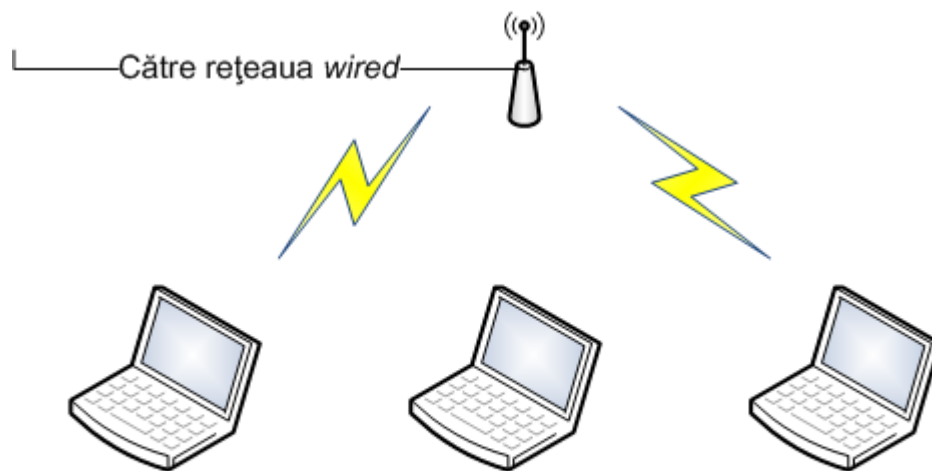


Fibră optică (2)

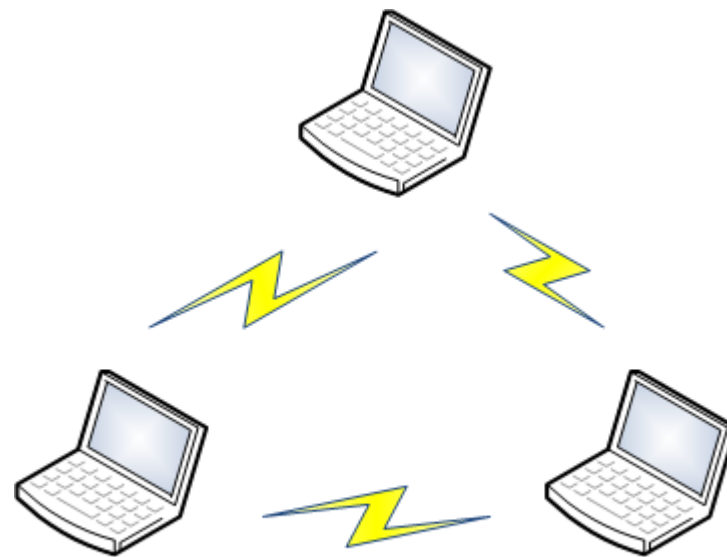


Type	Core	Cladding	Mode
50/125	50	125	Multimode, graded-index
62.5/125	62.5	125	Multimode, graded-index
100/125	100	125	Multimode, graded-index
7/125	7	125	Single-mode



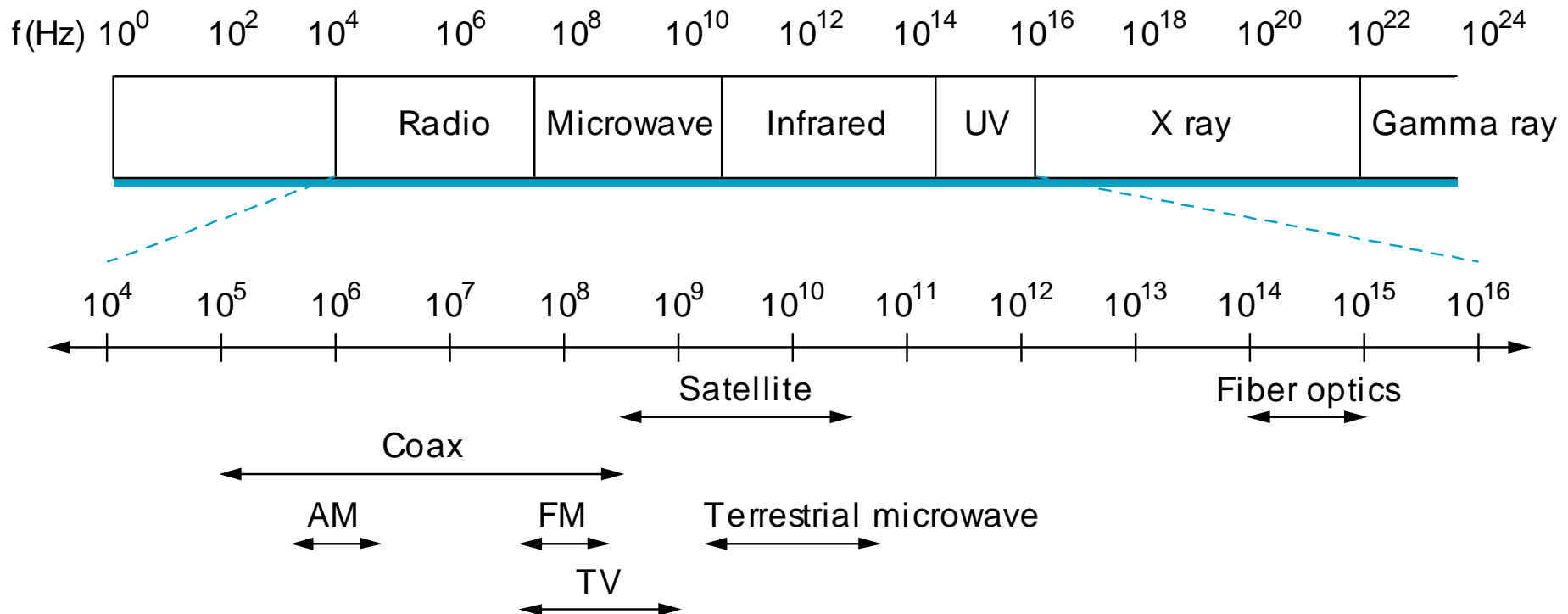


Rețea wireless de tip
infrastructură



Rețea de tip ad-hoc

- Unde radio – comunicații multicast: radio și televiziune
- Microunde – comunicații unicast: telefoane mobile, rețele de sateliți, Wireless LAN
- Infraroșii – transmisii pe distanță scurtă



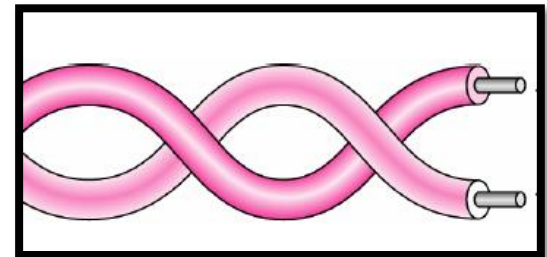
Atenuare

Soluție: Repetor



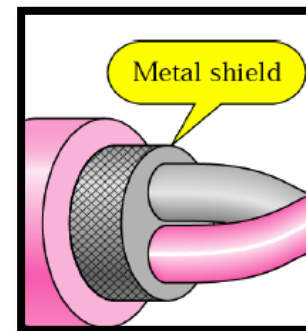
Crosstalk

Soluție: Torsadare



Zgomot

Soluție: Ecranare



Electric - electric



Electric - optic



Electric - wireless



Repetor electric



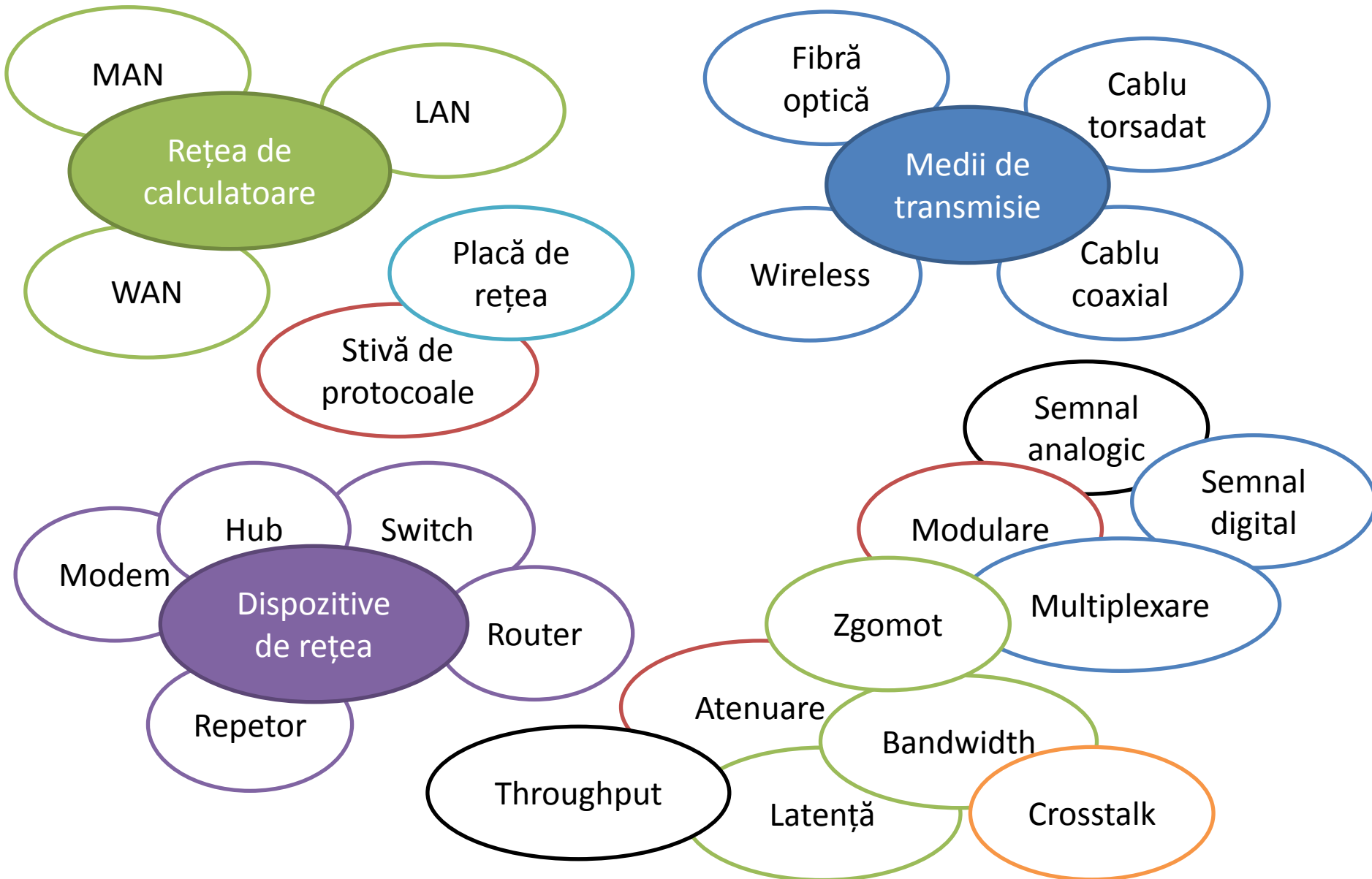
Repetor optic



Repetor wireless



- Throughput
 - Cantitatea de date transmise în unitatea de timp
 - Unități de măsură:
 - $\text{KB} = 2^{10}$ bytes
 - $\text{Mbps} = 10^6$ bits per second
- Latența
 - Timpul necesar pentru ca un semnal (sau bit) să ajungă din punctul A în punctul B
 - *one-way vs round-trip time* (RTT)
 - Componente:
 - Timpul de propagare
 - Latența introdusă de echipamente



?

