

# 1

## Introducere Mediul fizic

4-5 octombrie 2016

- 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





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

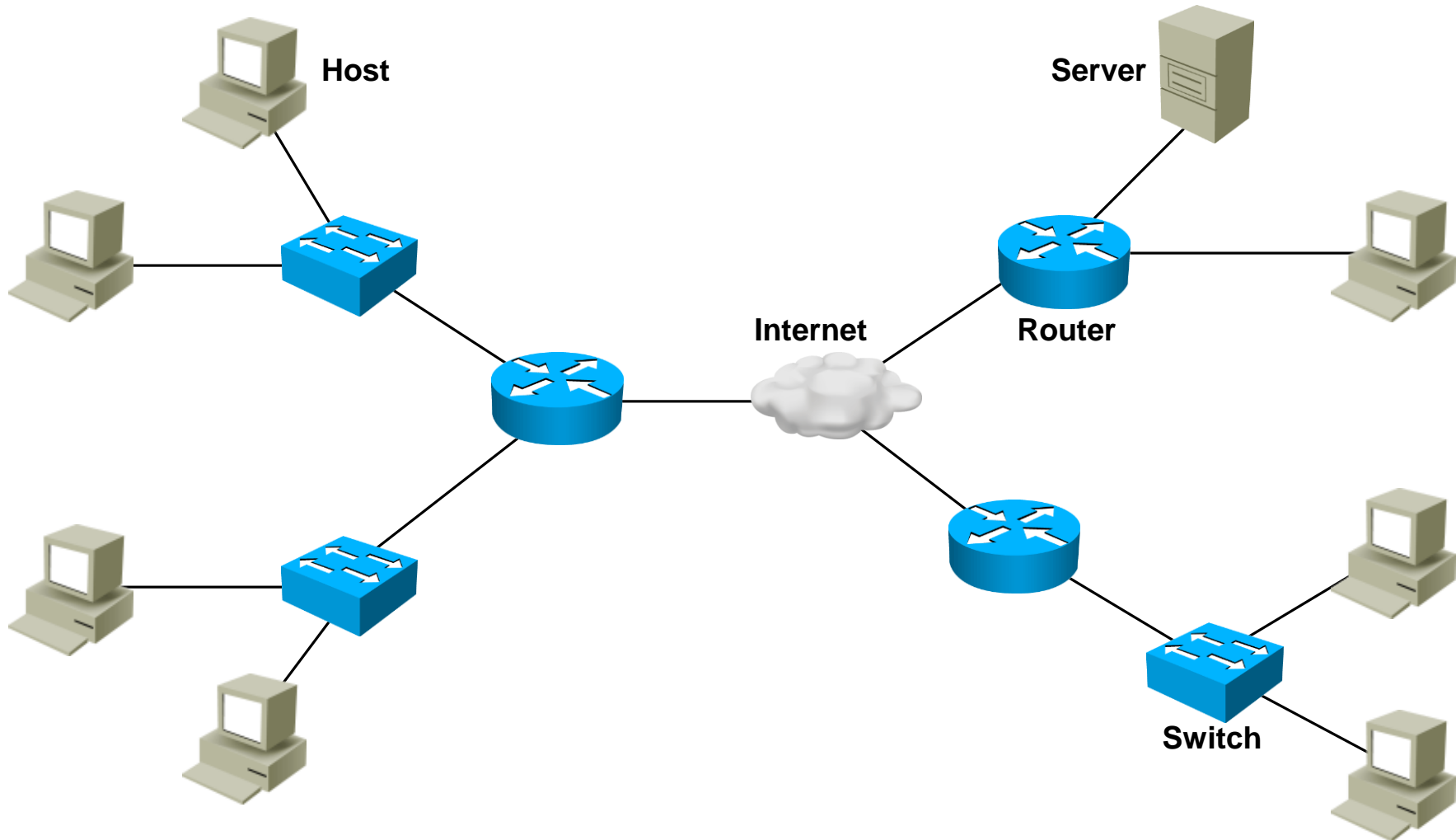
Numeroase protocoale: MPLS, ATM, Frame Relay, PPP



- **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



# Dispozitive de rețea - imagine



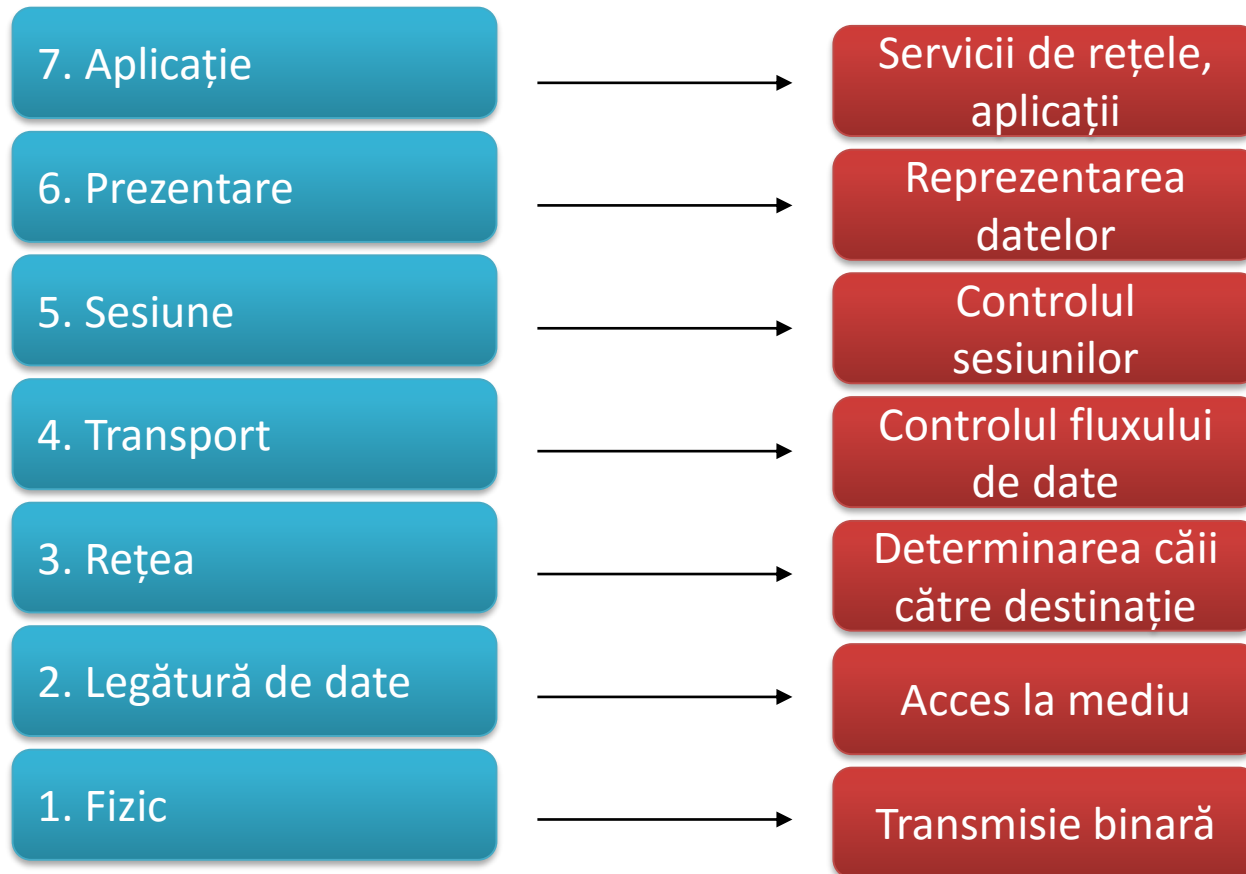
- Network interface
- Se referă la un punct de comunicație cu o rețea de calculatoare (o placă de rețea, un port al unui dispozitiv avansat de rețea)
- Un calculator cu o placă de rețea are o singură interfață de rețea; un calculator cu două plăci are două interfețe
- Un switch/ruter are mai multe interfețe 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)

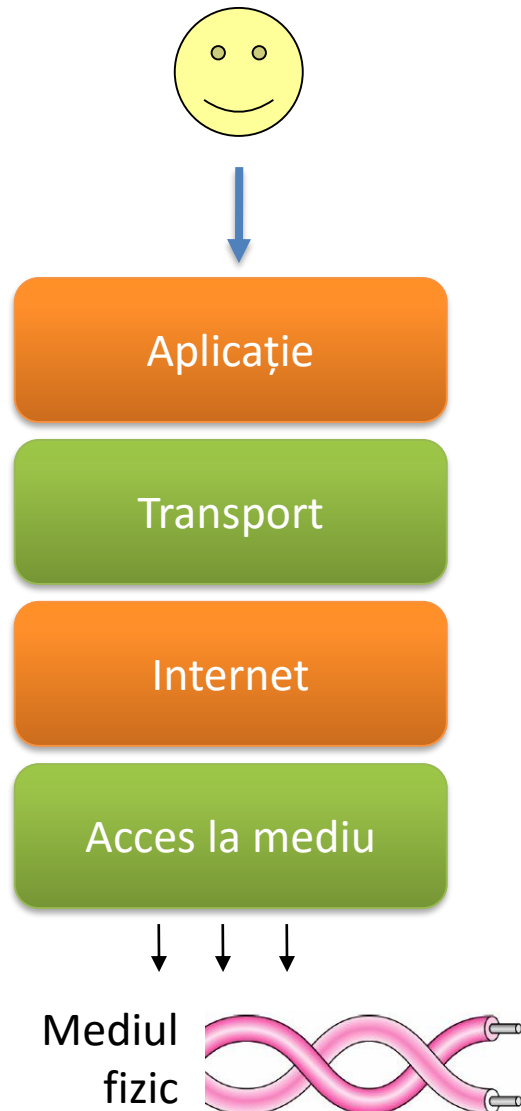


- Comunicația între două entități necesită existența unui protocol
- Ce este un protocol?
  - Un set de reguli care guvernează modul în care două dispozitive schimbă informație într-o rețea

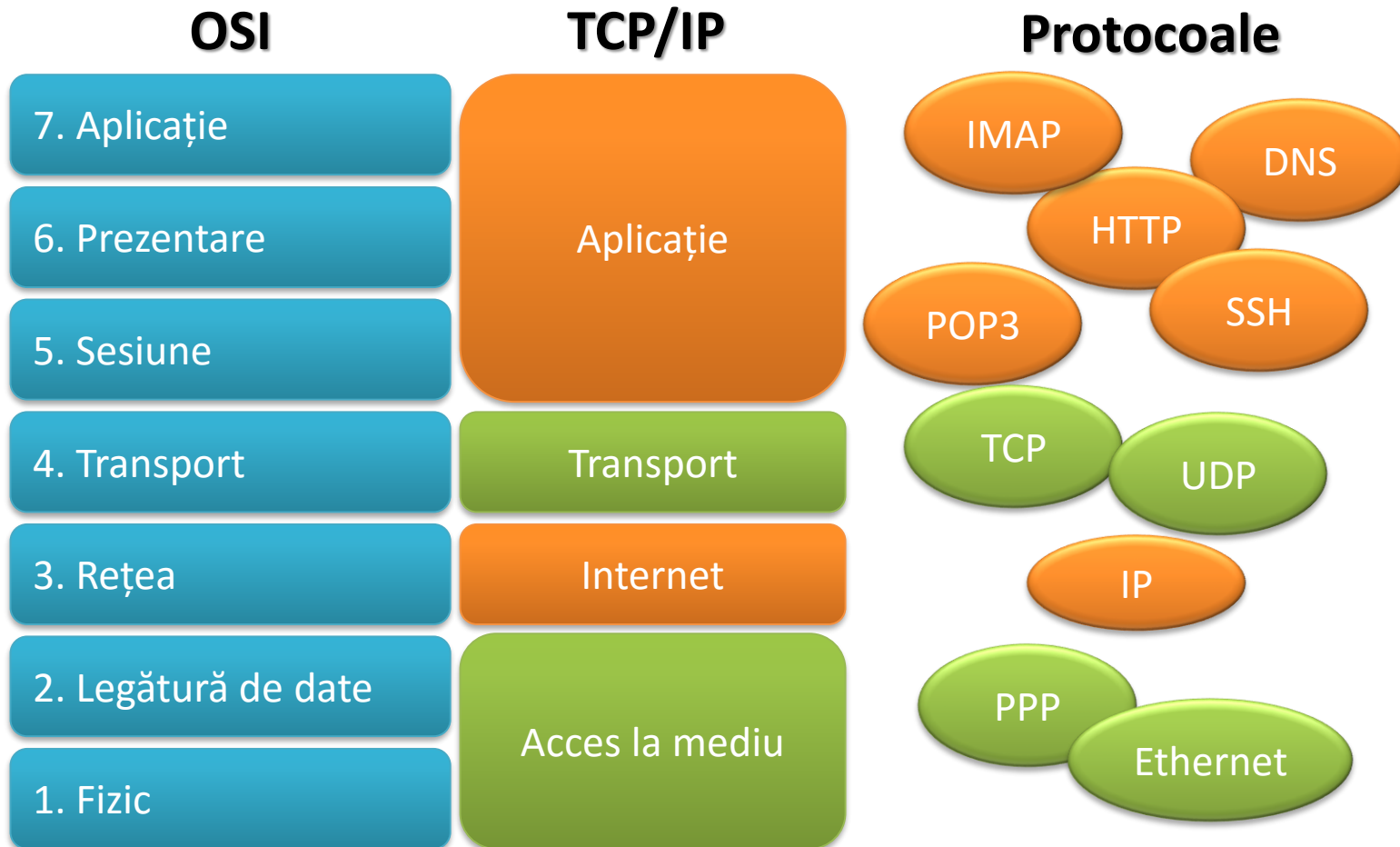


- Pentru a abstractiza complexitatea lucrului cu rețeaua, se stabilește o stivă de protocoale; protocolul de nivel inferior oferă servicii celui de nivel superior



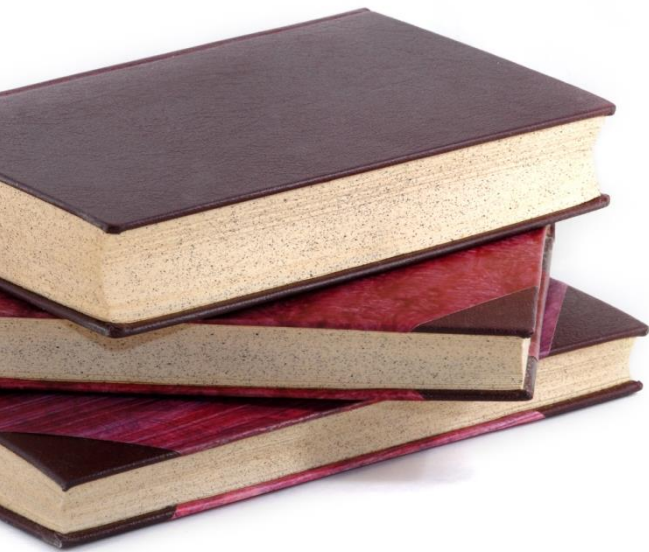


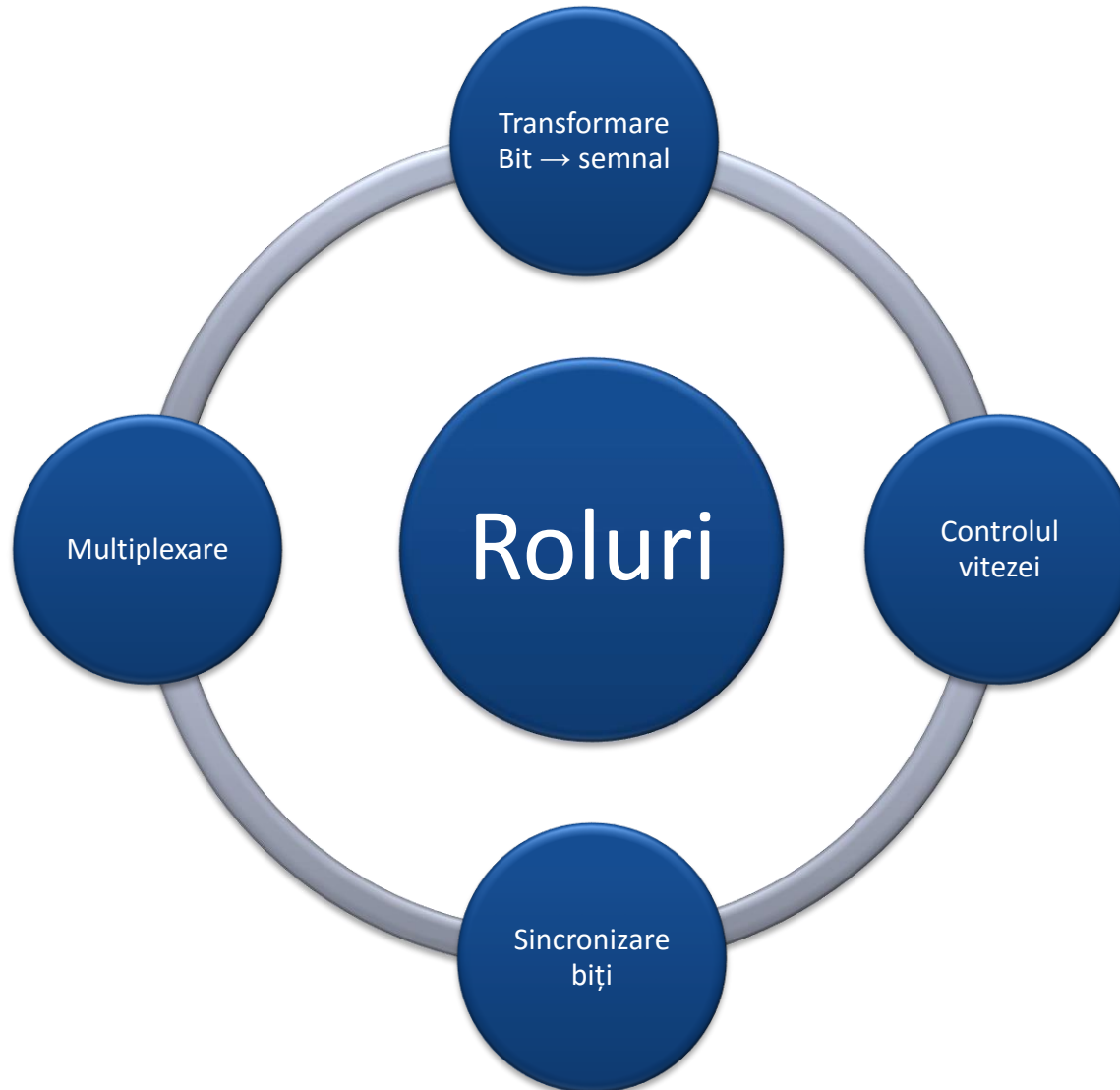
- Stiva de protocoale utilizată în Internet este stiva TCP/IP
- IP este protocolul esențial de la nivelul Internet, iar TCP de la nivelul Transport
- Nivelul Aplicație este cel care oferă servicii utilizatorului (transfer de fișiere, control de la distanță, transmitere e-mail, etc.)
- Nivelul Transport 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

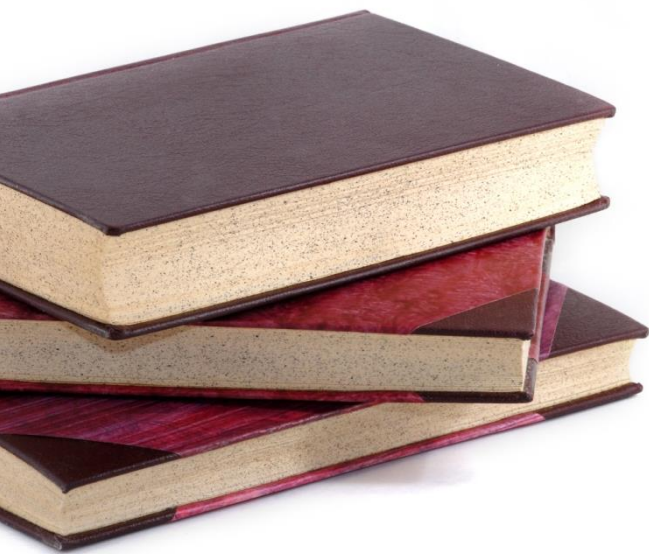




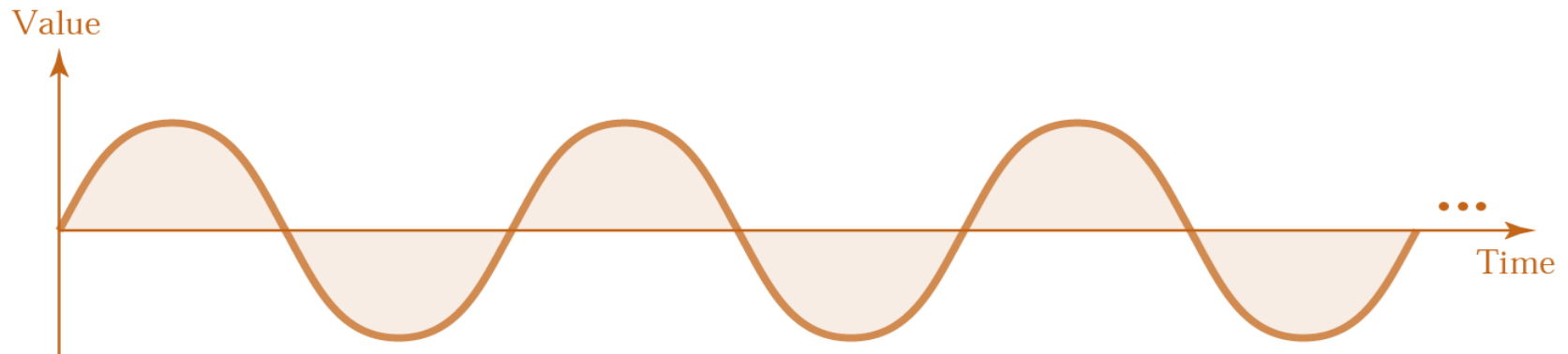


## Transmisii analogice

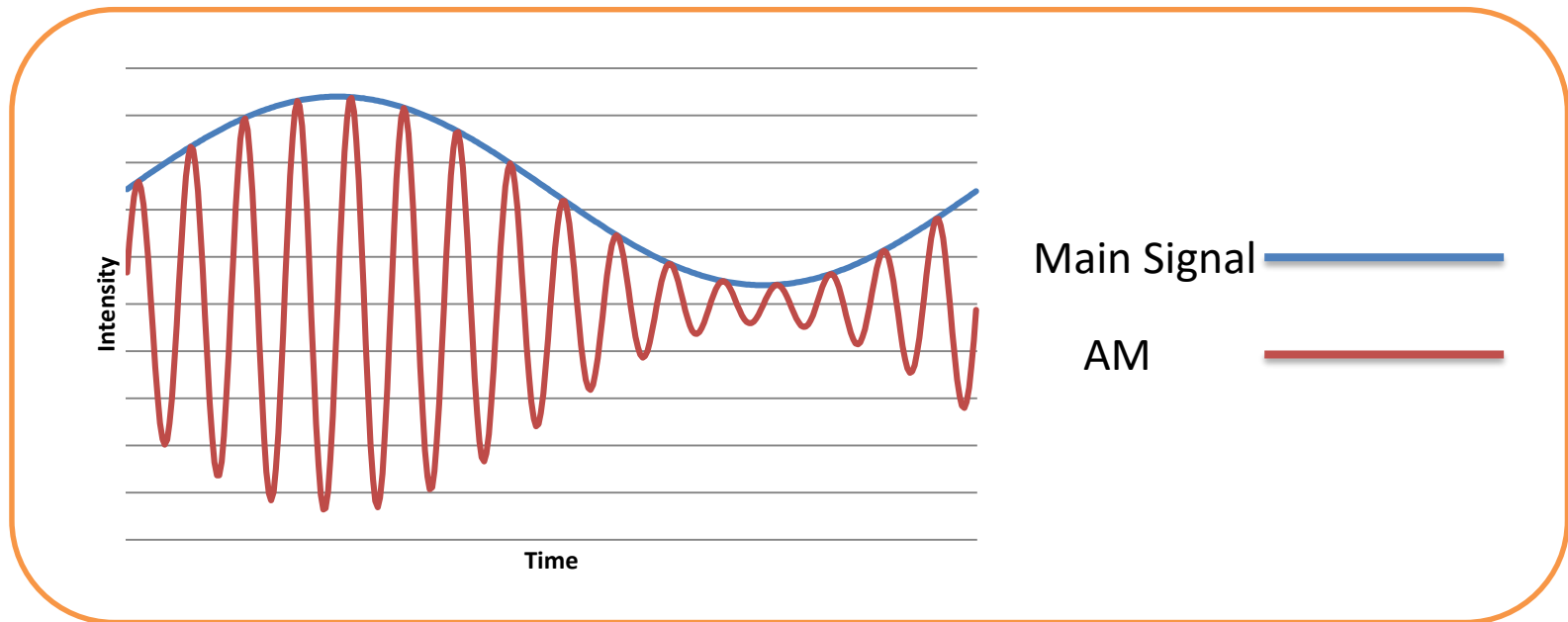
- Caracteristici
- AM
- FM



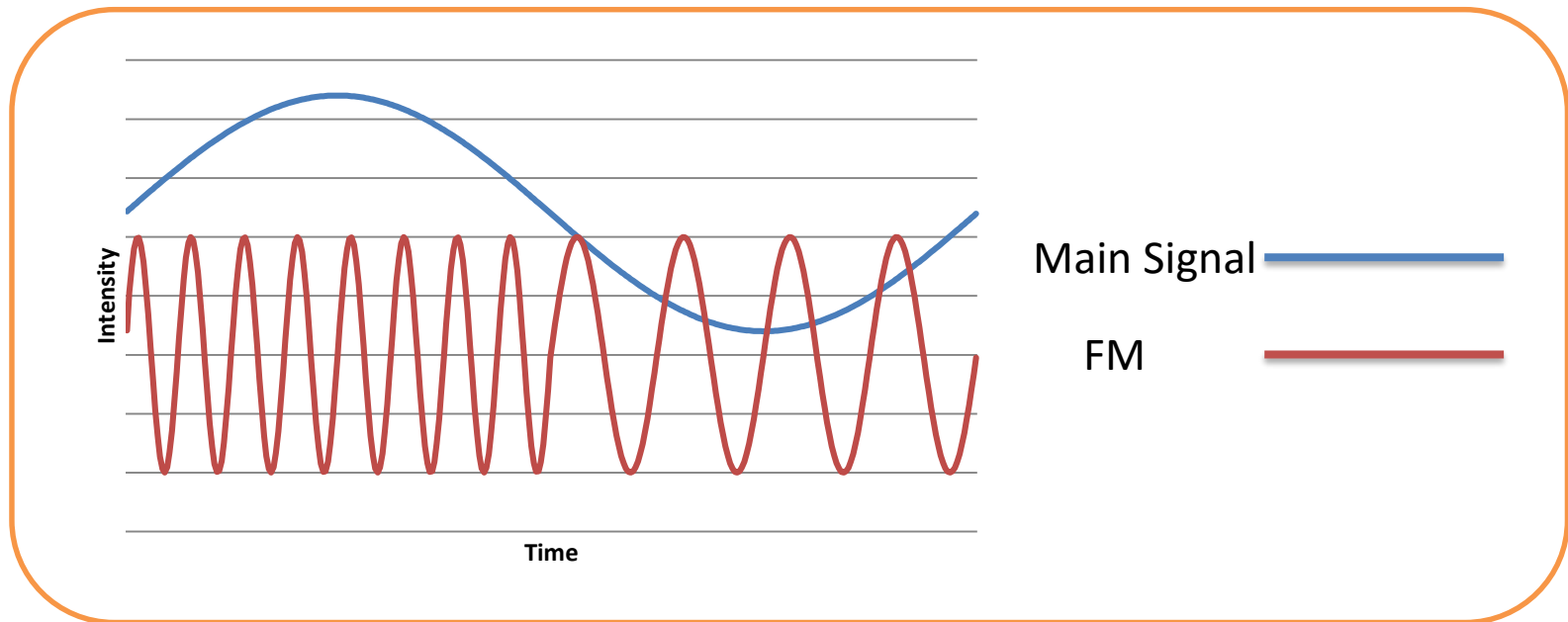
- Folosesc valori continue pentru a transmite informația
- Caracteristici
  - Amplitudine – nivelul maxim al semnalului
  - Perioada/frecvența – viteza de schimbare raportată la timp
  - Faza – poziția formei de undă raportată la momentul de timp zero

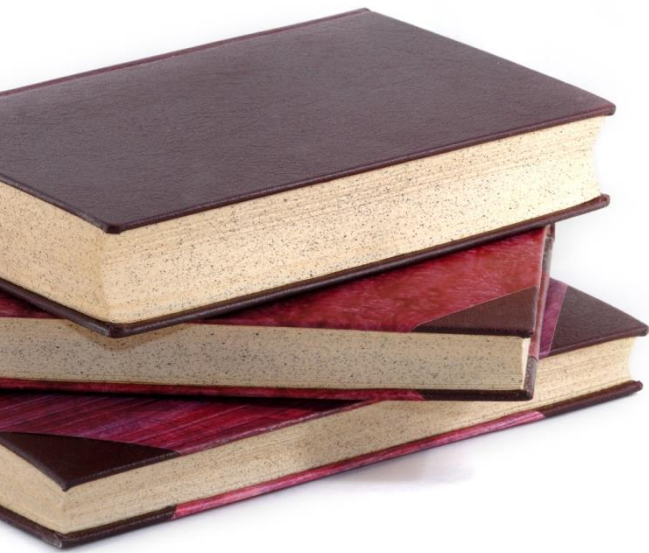


- AM = Amplitude Modulation
- Folosește valori continue ale amplitudinii pentru a transmite informația
- Folosită în special în transmisiile radio



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



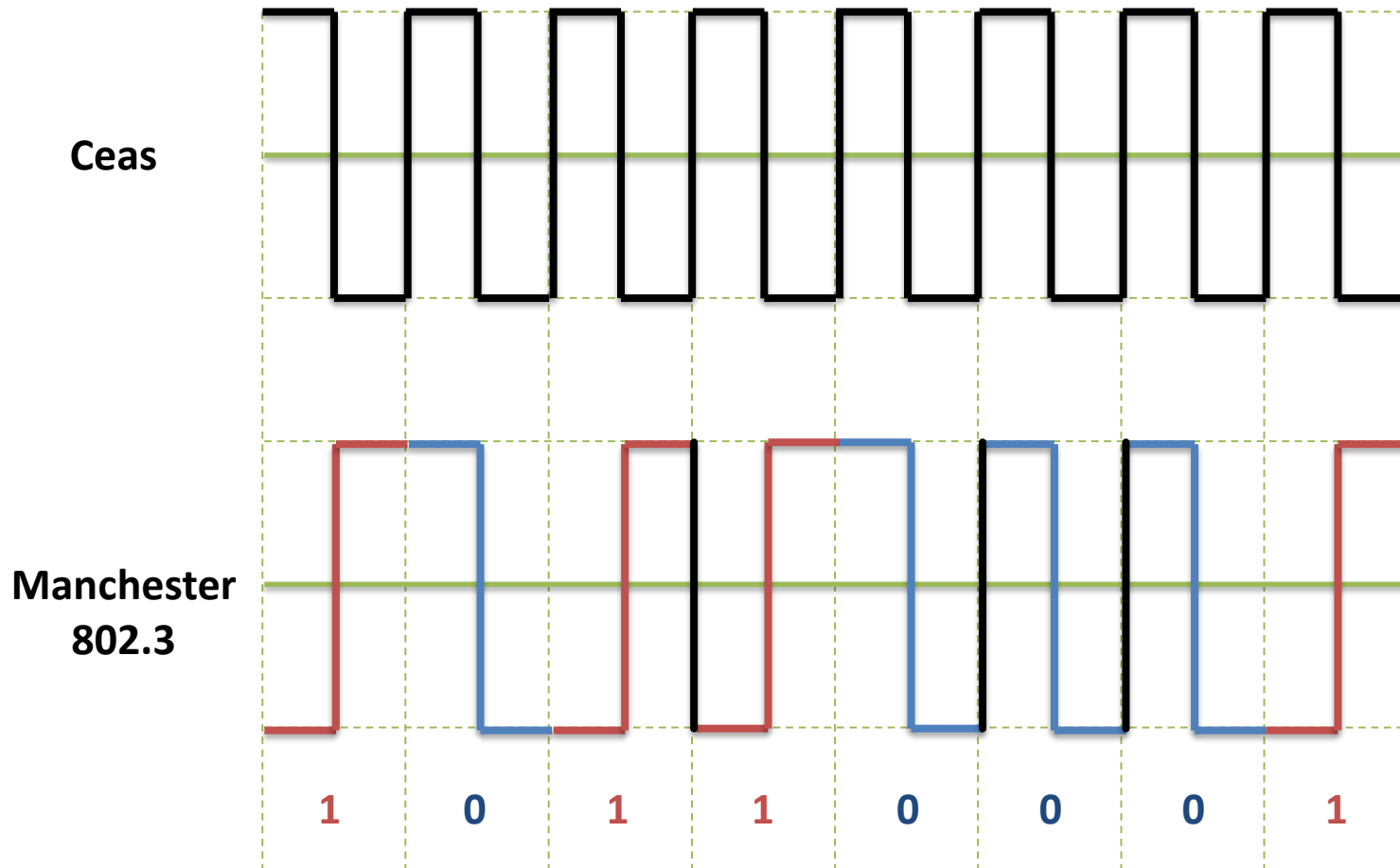


## Transmisii digitale

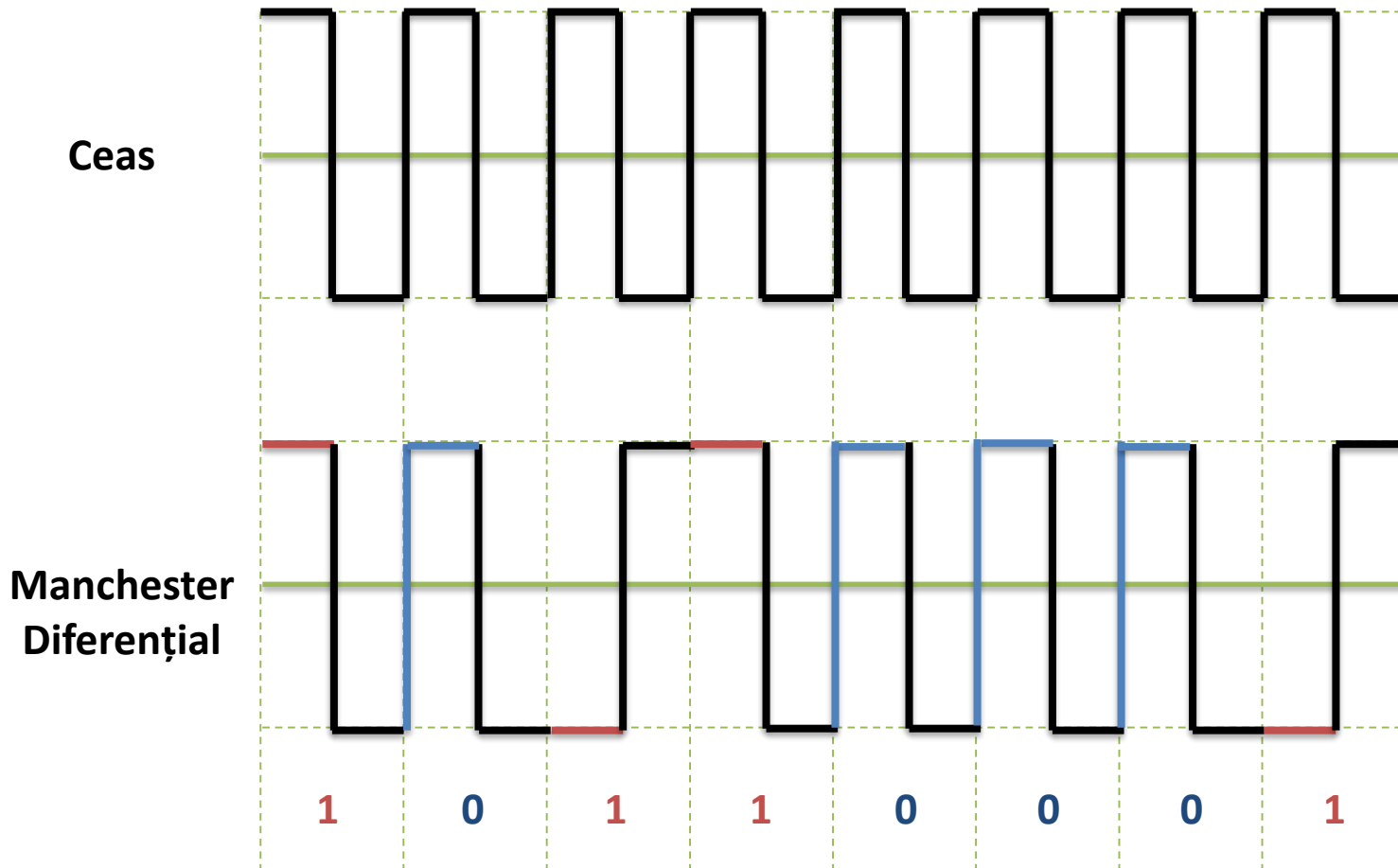
- Caracteristici
- Manchester
- Manchester diferențial
- NRZ-L
- NRZ-I
- MLT-3
- PAM-5
- Exemplu: Fast Ethernet
- Exemplu: Gigabit Ethernet

- 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

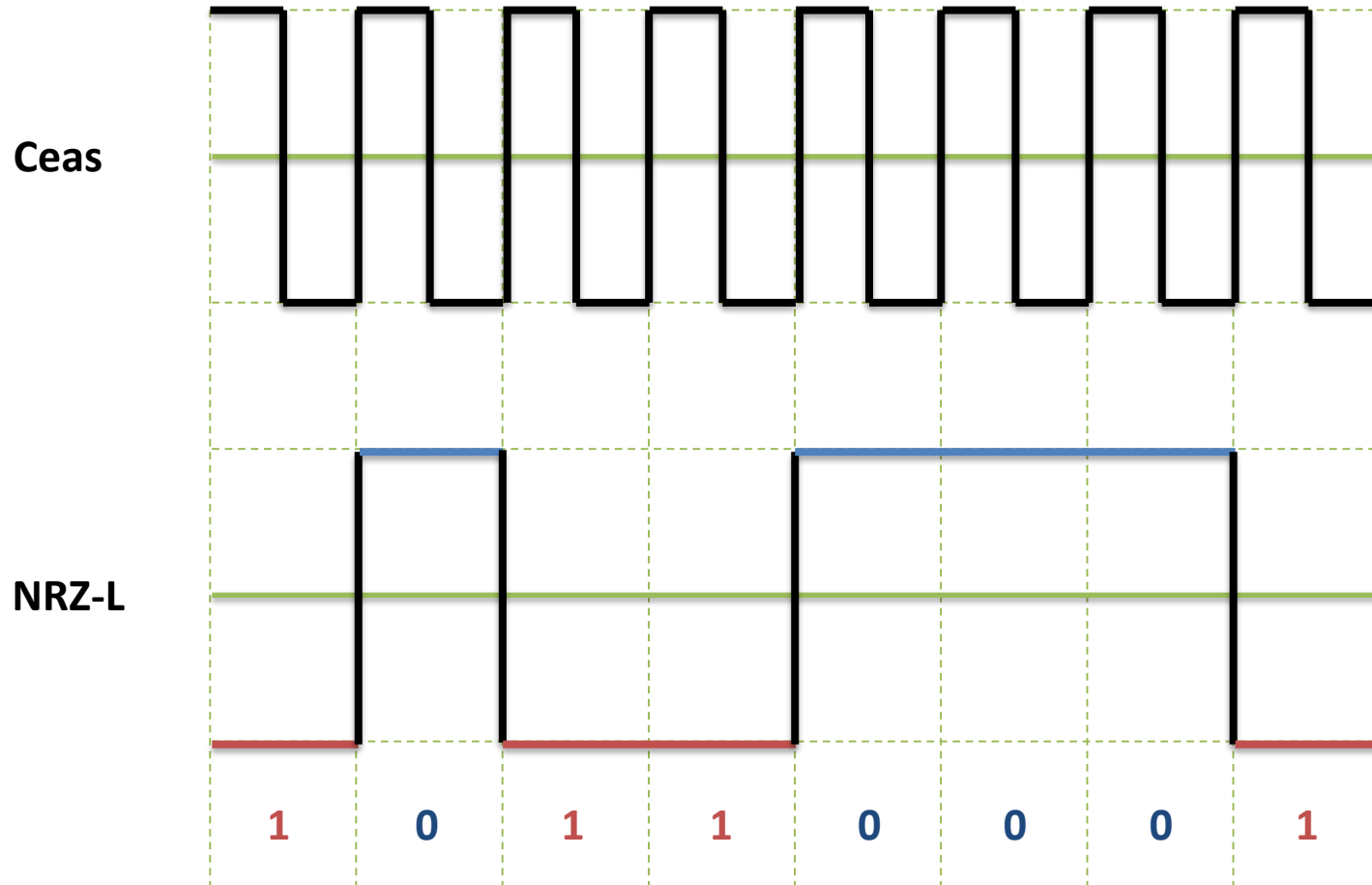


# Codificare Manchester Diferențial

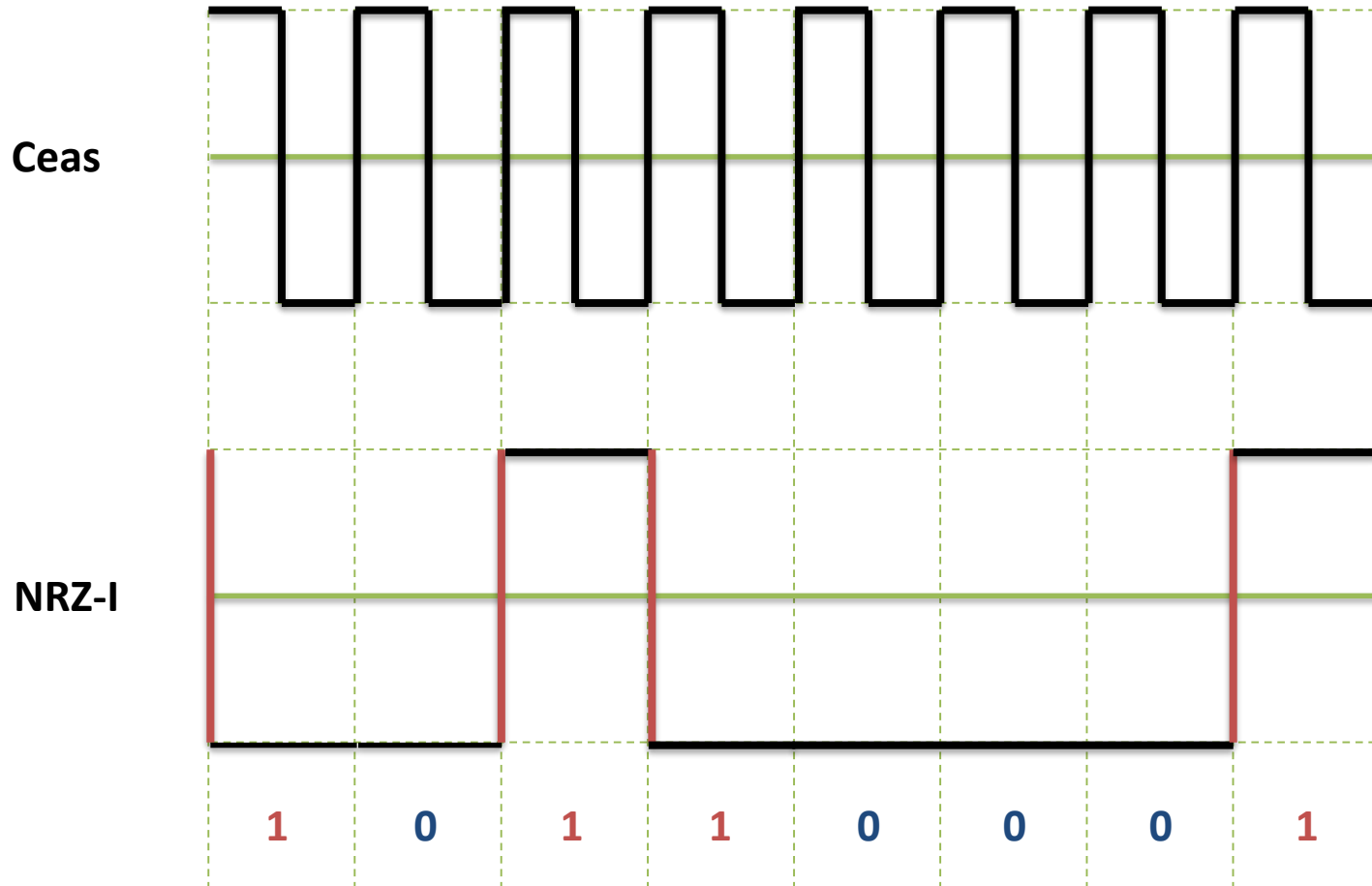




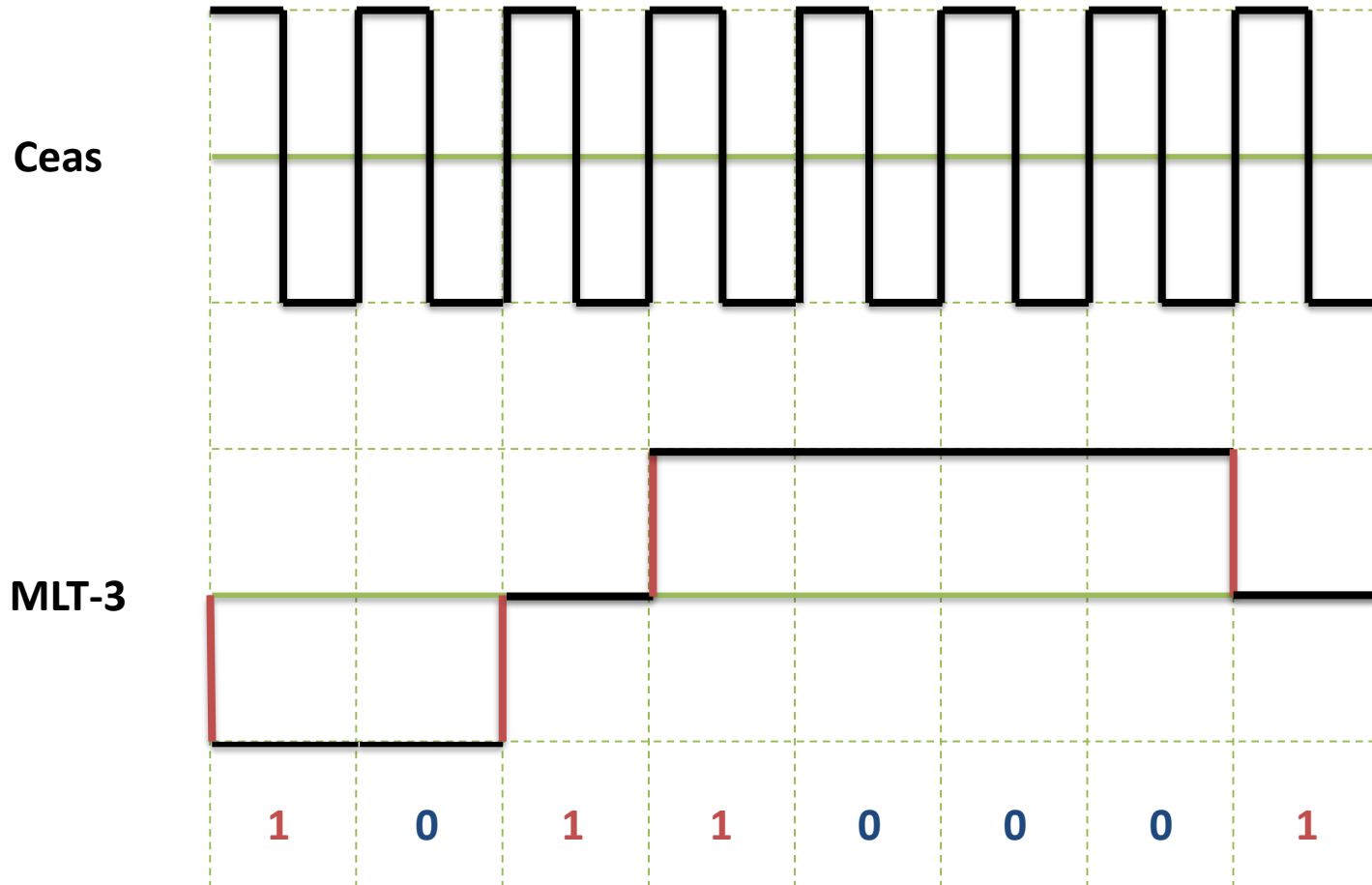
# Codificare Non-Return-To-Zero Level



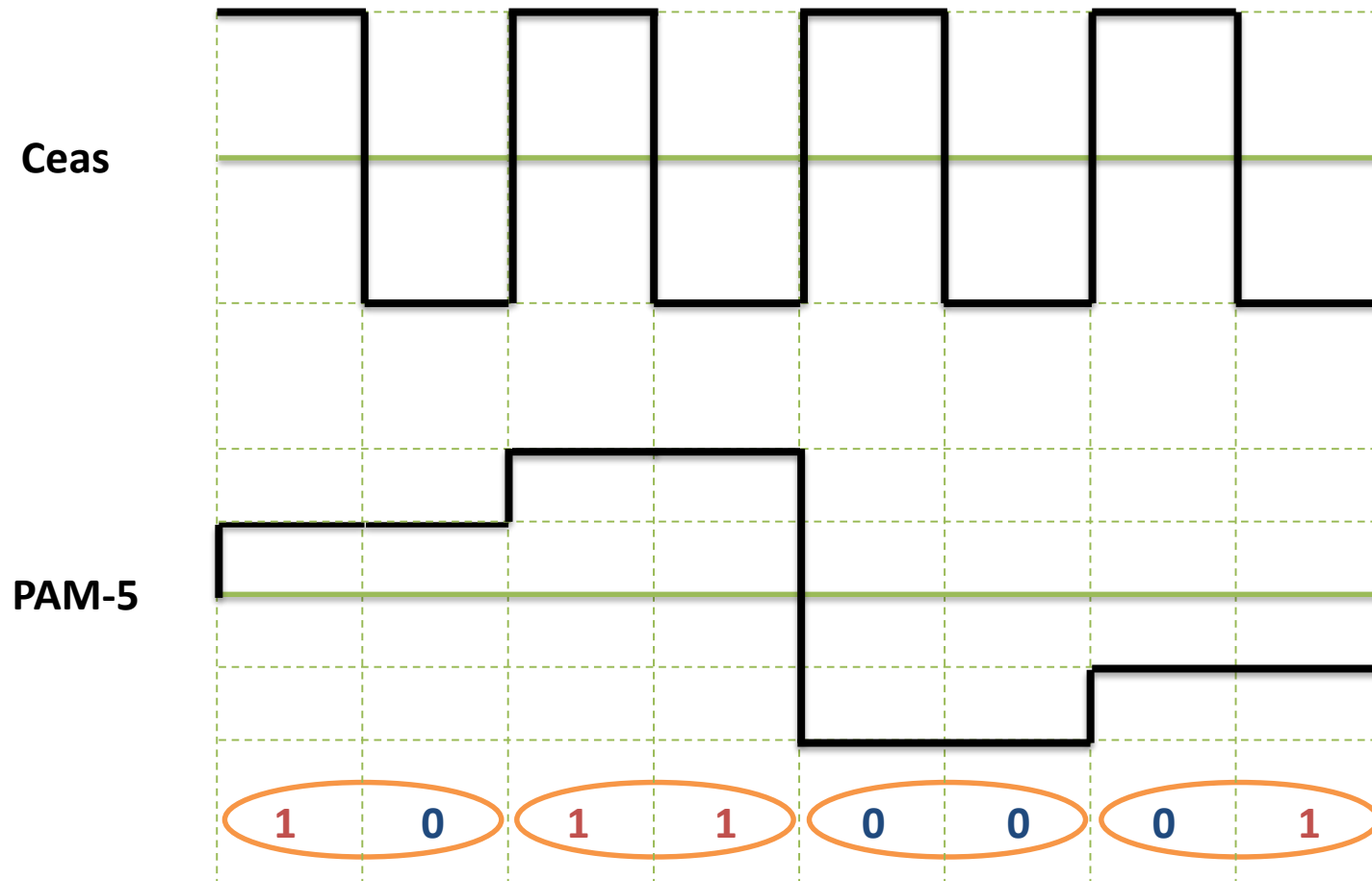
# Codificare Non-Return-To-Zero Inverted



# Codificare Multi-Level Transmit 3



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

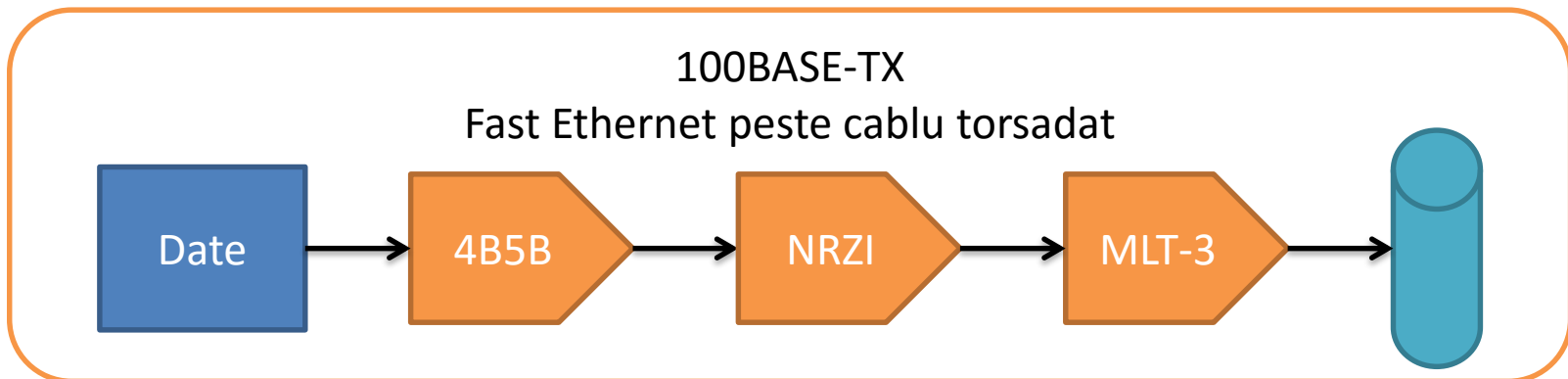
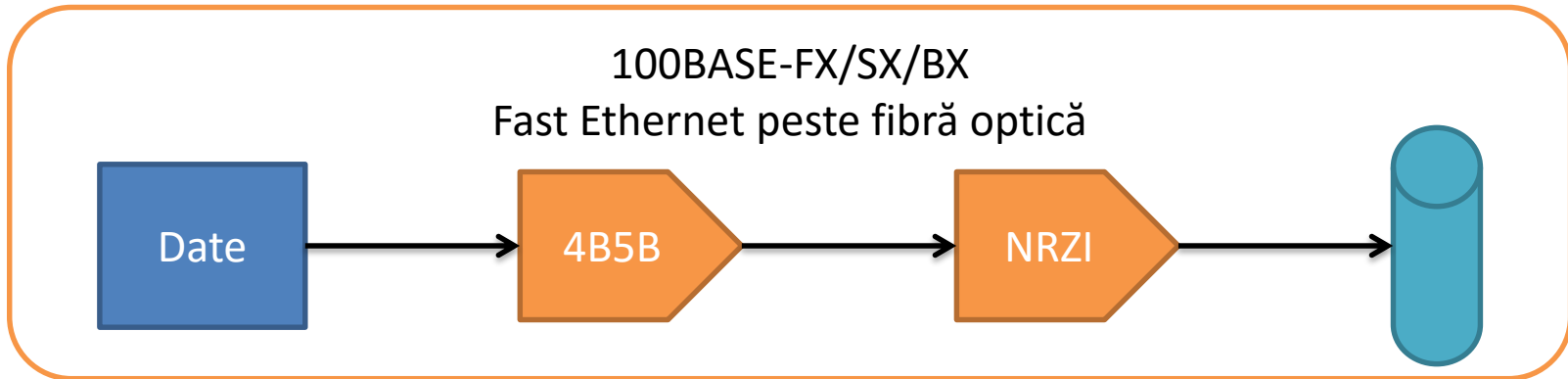


- Convertește blocuri de 4 biți în blocuri de 5 biți
- Folosit în combinație cu NRZ-I (fibră optică) sau MLT-3 (100BASE-TX, FDDI peste cupru)
- Blocurile de 5 biți au suficient de mulți biți de 1 a.î. NRZ-I/MLT-3 să nu piardă sincronizarea
- Nu se pot obține mai mult de 3 biți de 0 consecutivi

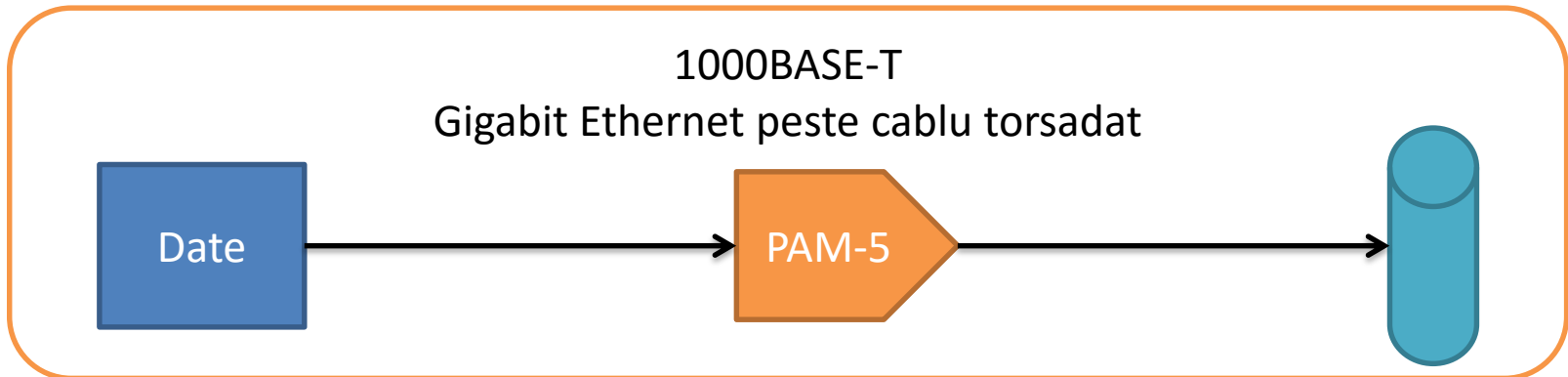
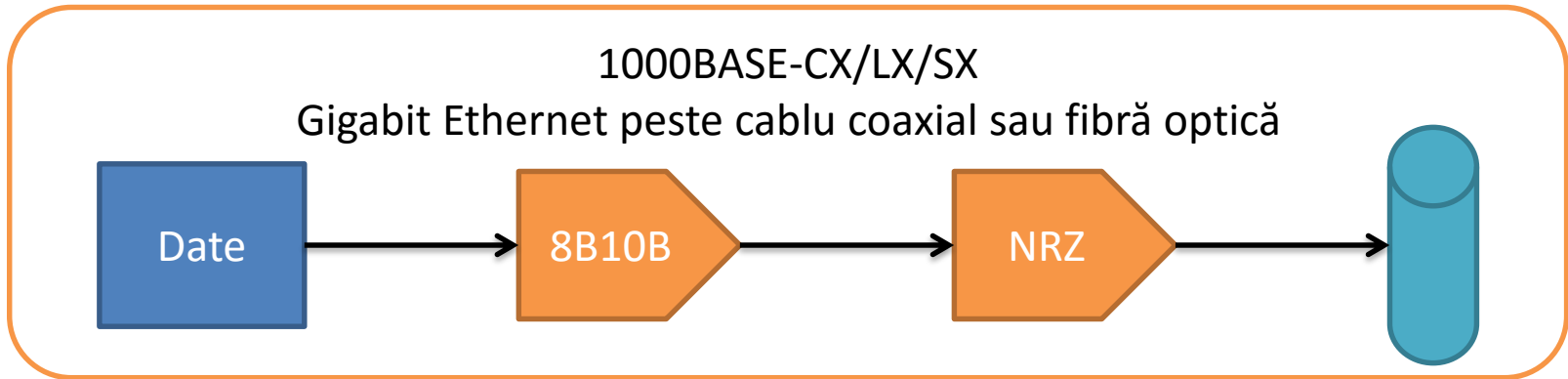
Nume	4b	5b
0	0000	11110
1	0001	01001
2	0010	10100
3	0011	10101
4	0100	01010
5	0101	01011
6	0110	01110
7	0111	01111

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



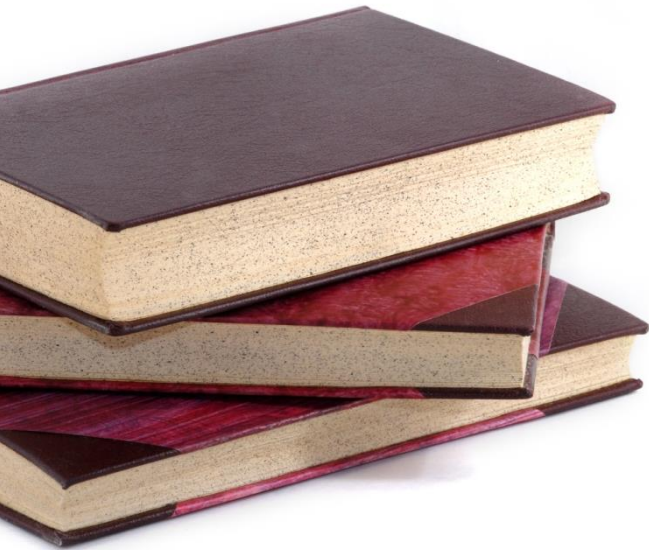
(Tehnologiile Ethernet vor fi studiate în detaliu în cadrul cursului 2)



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

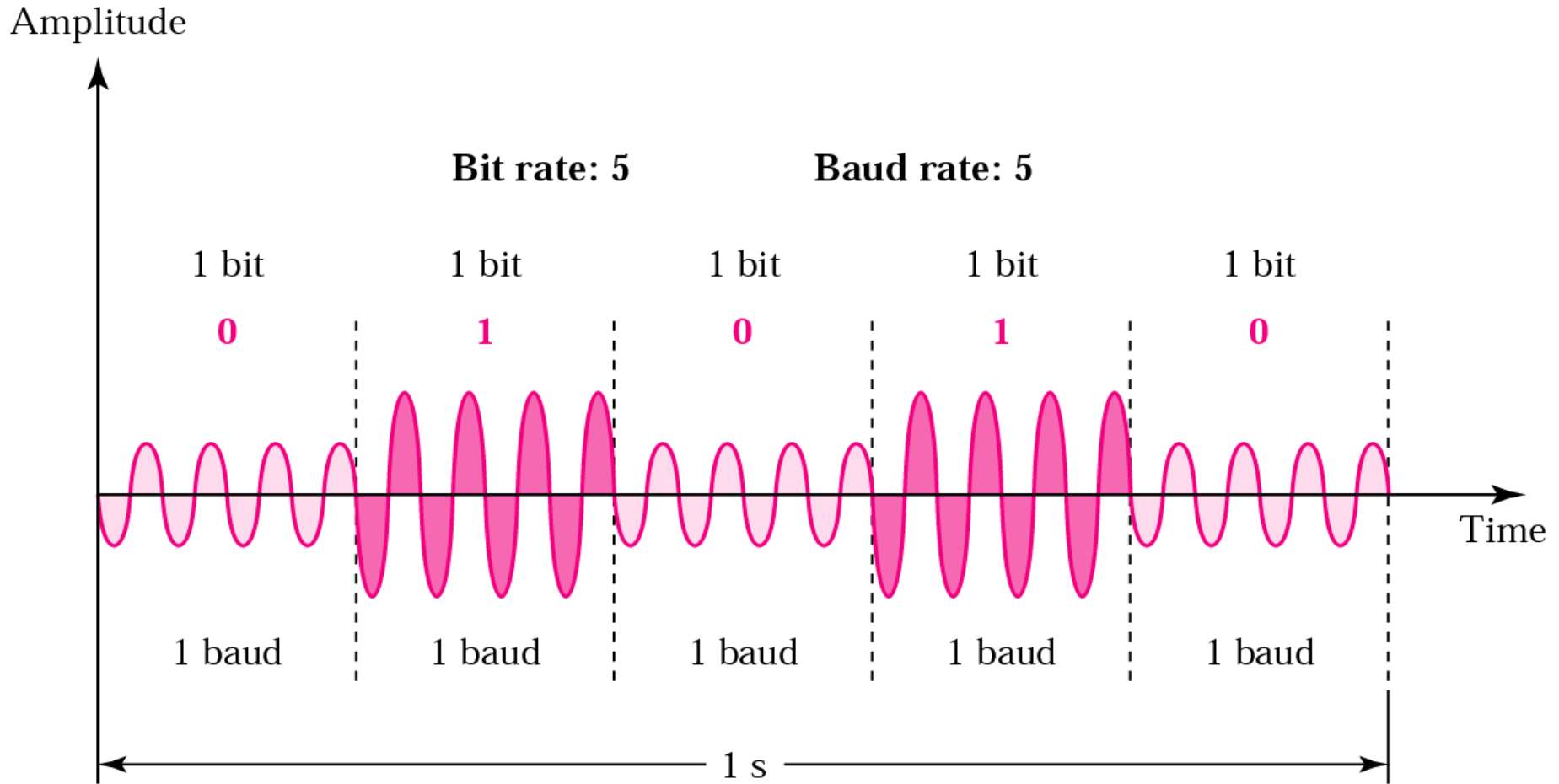
# Transmiterea datelor digitale cu carrier analog

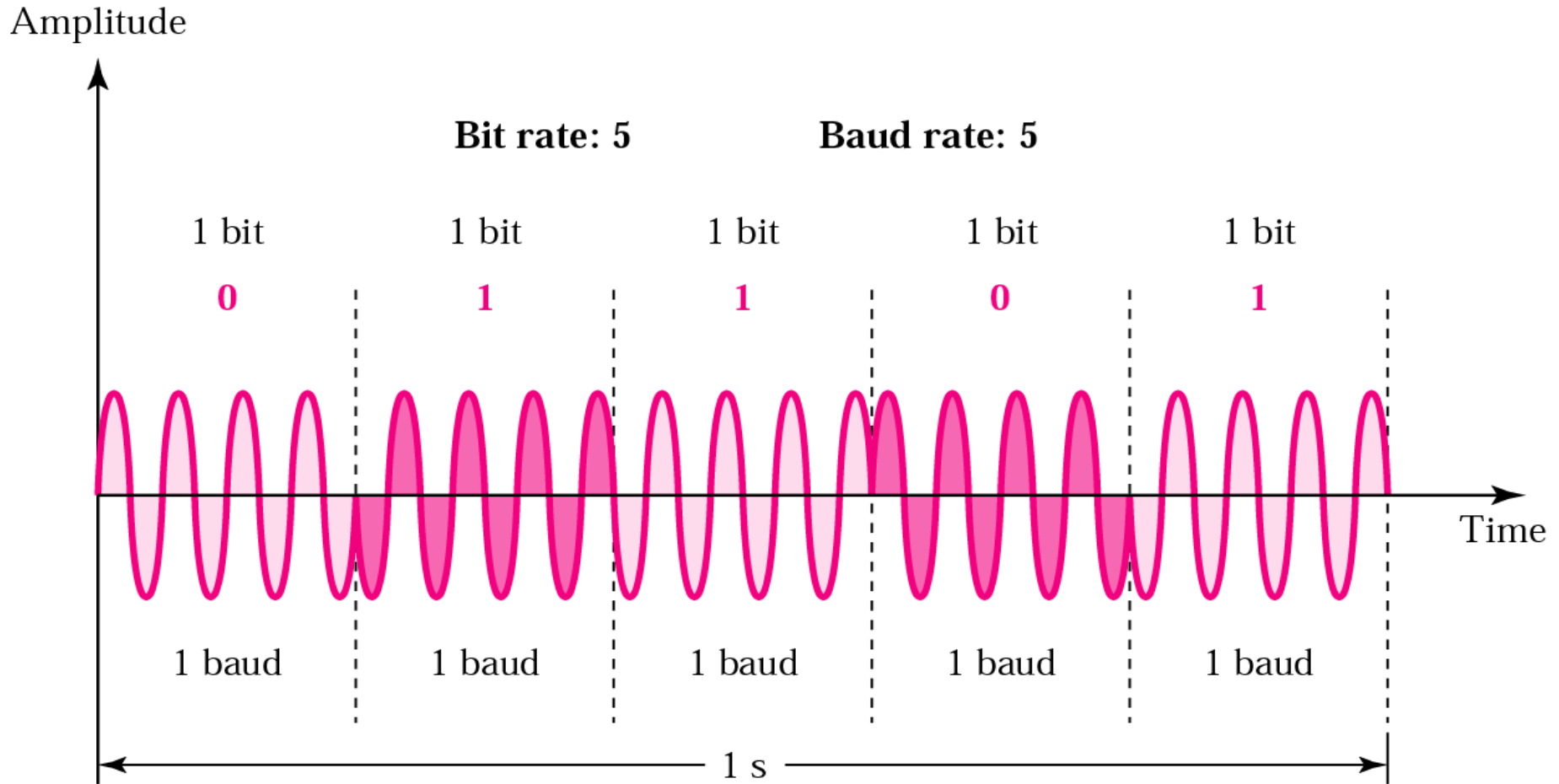
- Caracteristici
- ASK
- PSK
- FSK
- Diagrame de constelații

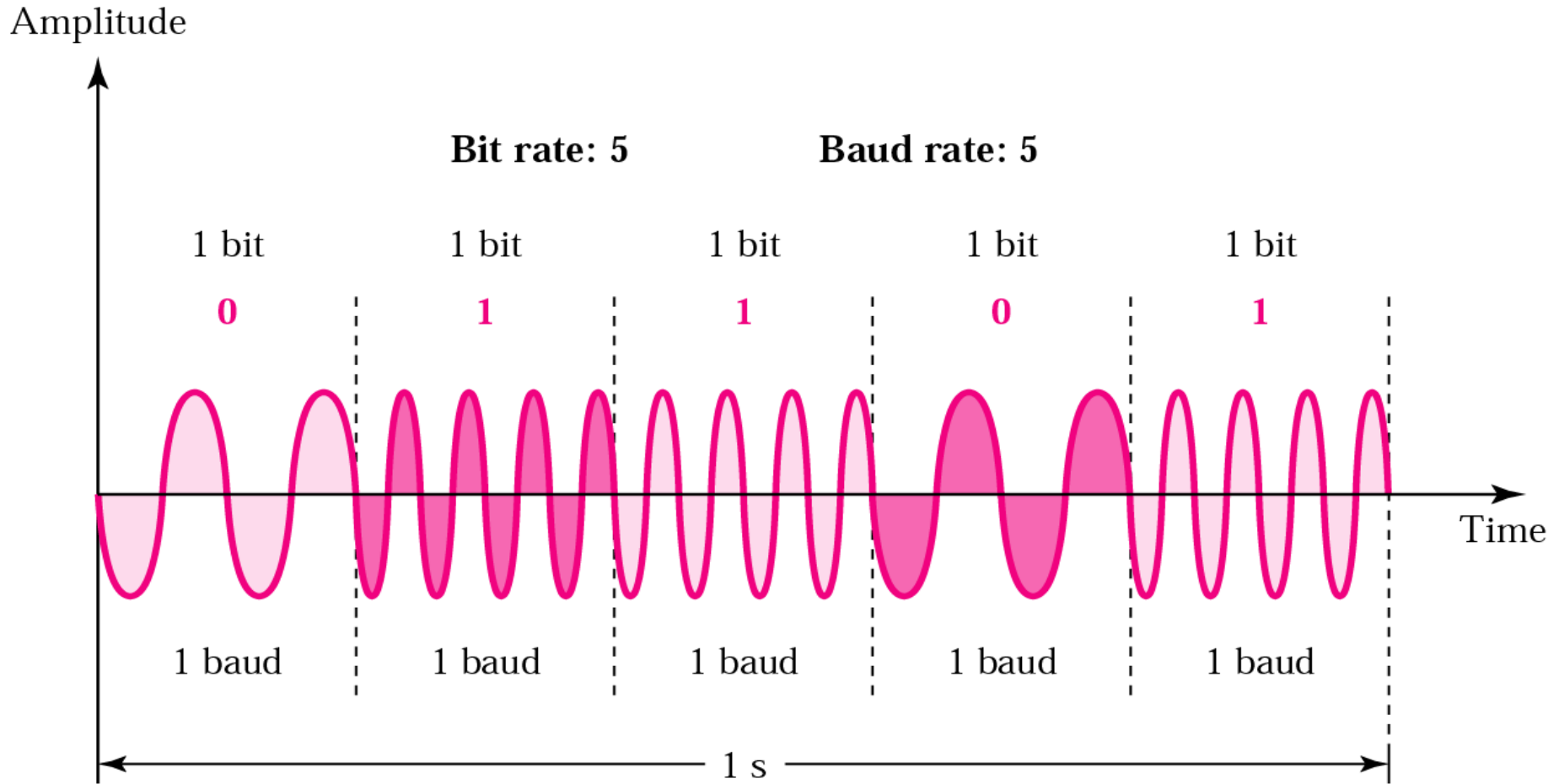




- Dacă se dorește transmiterea datelor digitale peste un mediu ce folosește semnale analogice (de exemplu linii telefonice), semnalul analog trebuie modulat
- Există mai multe tipuri de modulare:
  - ASK – Amplitude Shift Keying
  - PSK – Phase Shift Keying
  - FSK – Frequency Shift Keying
- **Bit rate**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

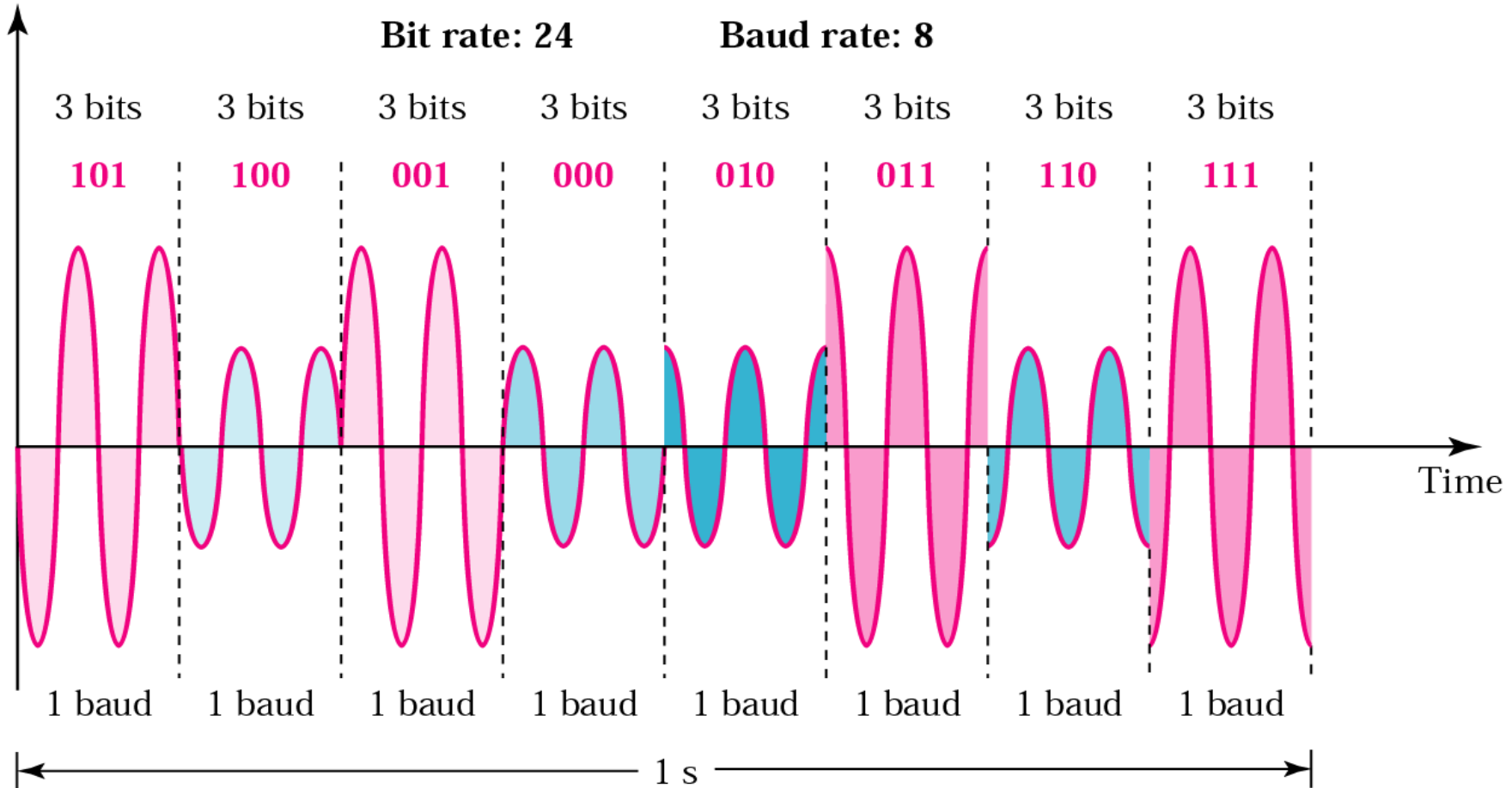




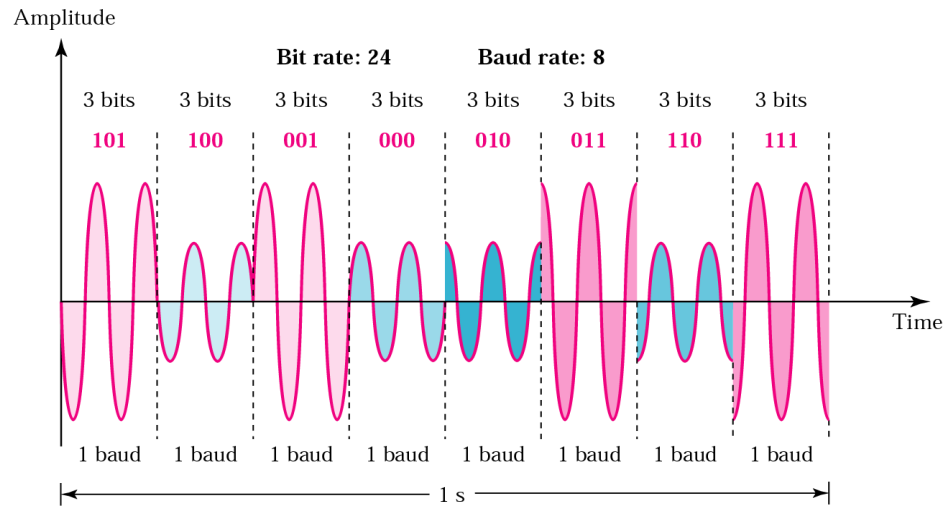


# Combinatie PSK-ASK

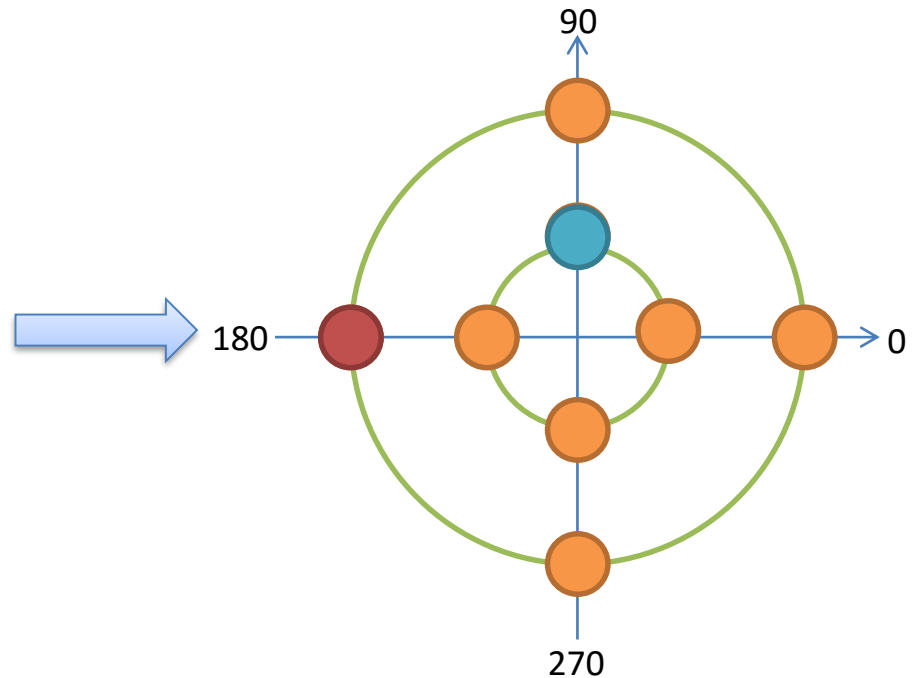
Amplitude



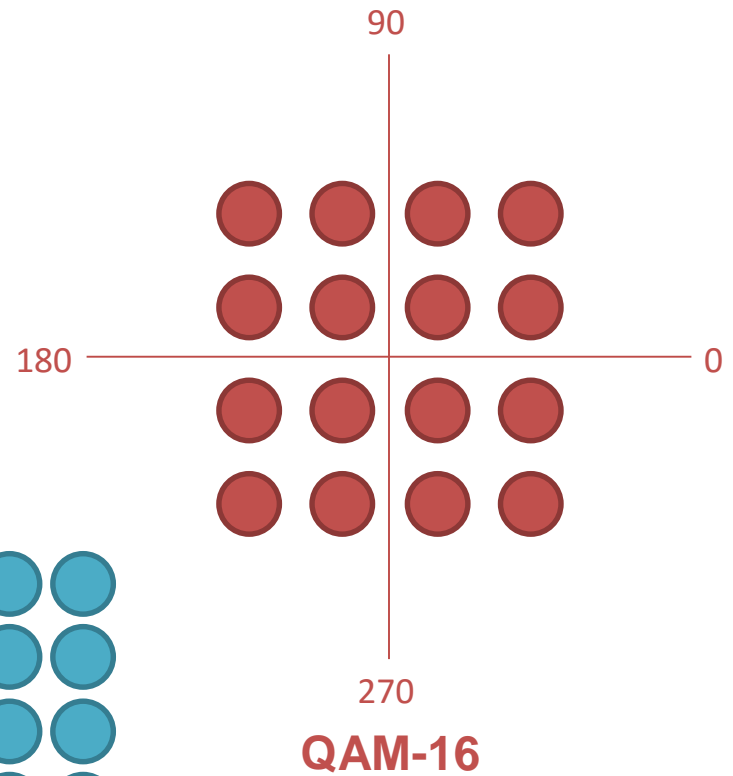
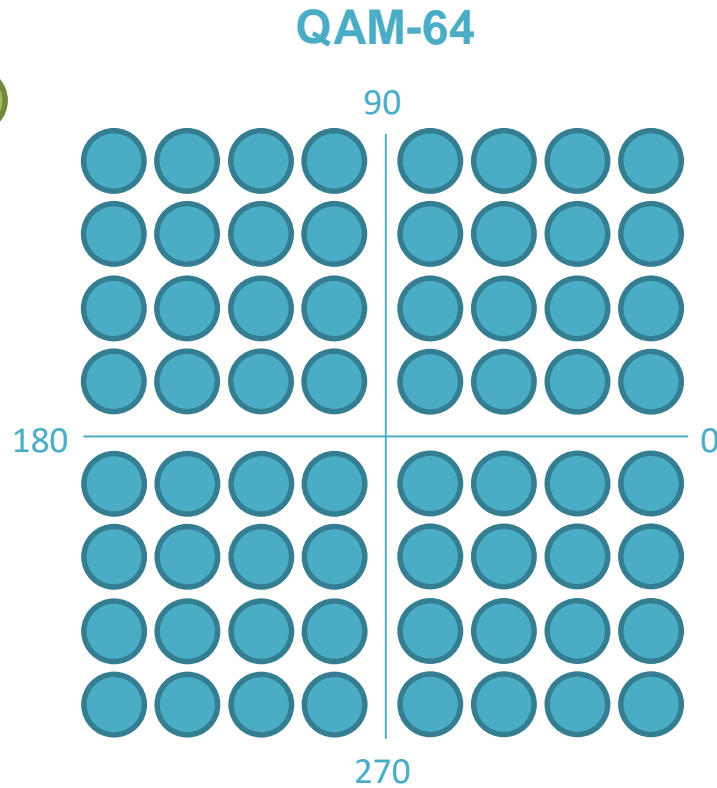
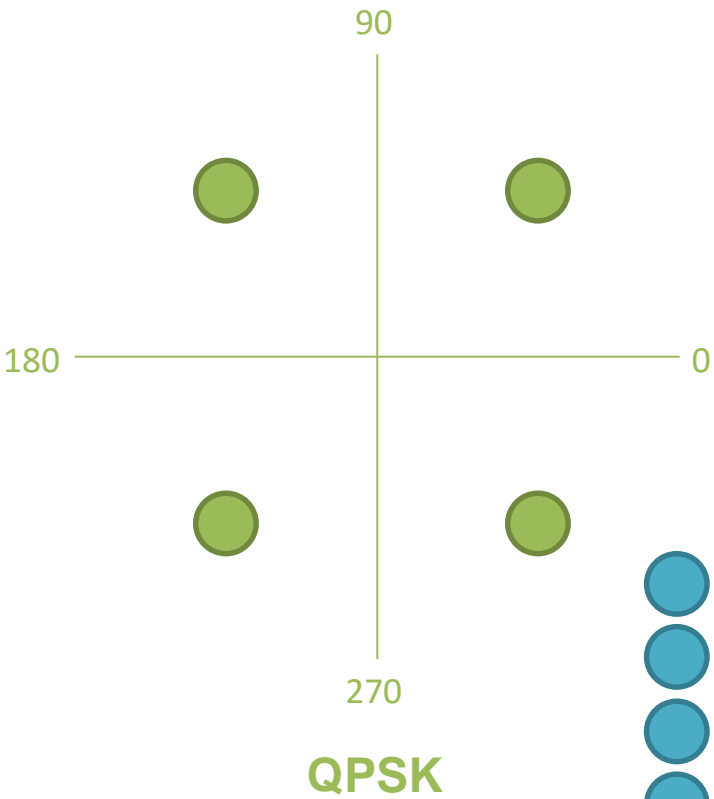
# Diagrame de constelații



Cod	A	$\phi$	Cod	A	$\phi$
000	1	$0^\circ$	100	1	$180^\circ$
001	2	$0^\circ$	101	2	$180^\circ$
010	1	$90^\circ$	110	1	$270^\circ$
011	2	$90^\circ$	111	2	$270^\circ$

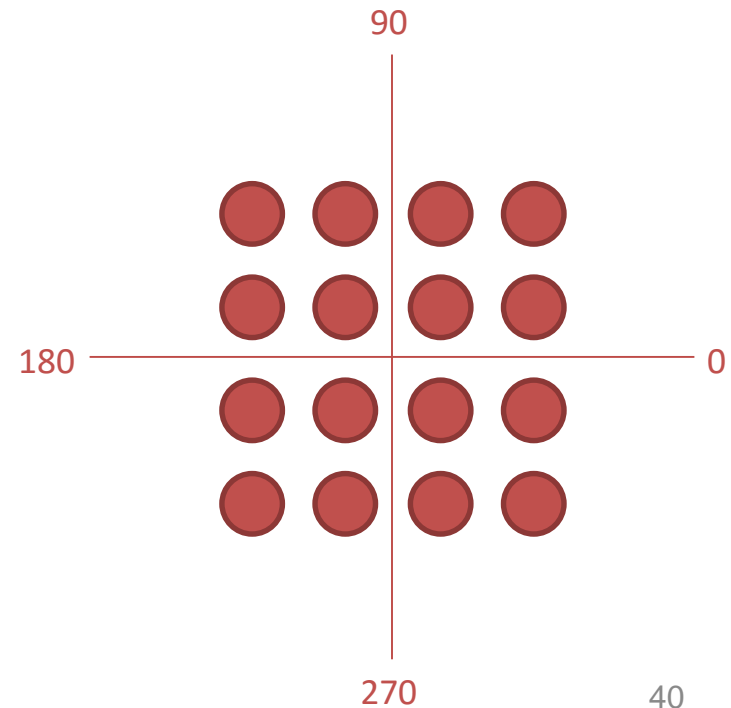


# Exemple de constelații



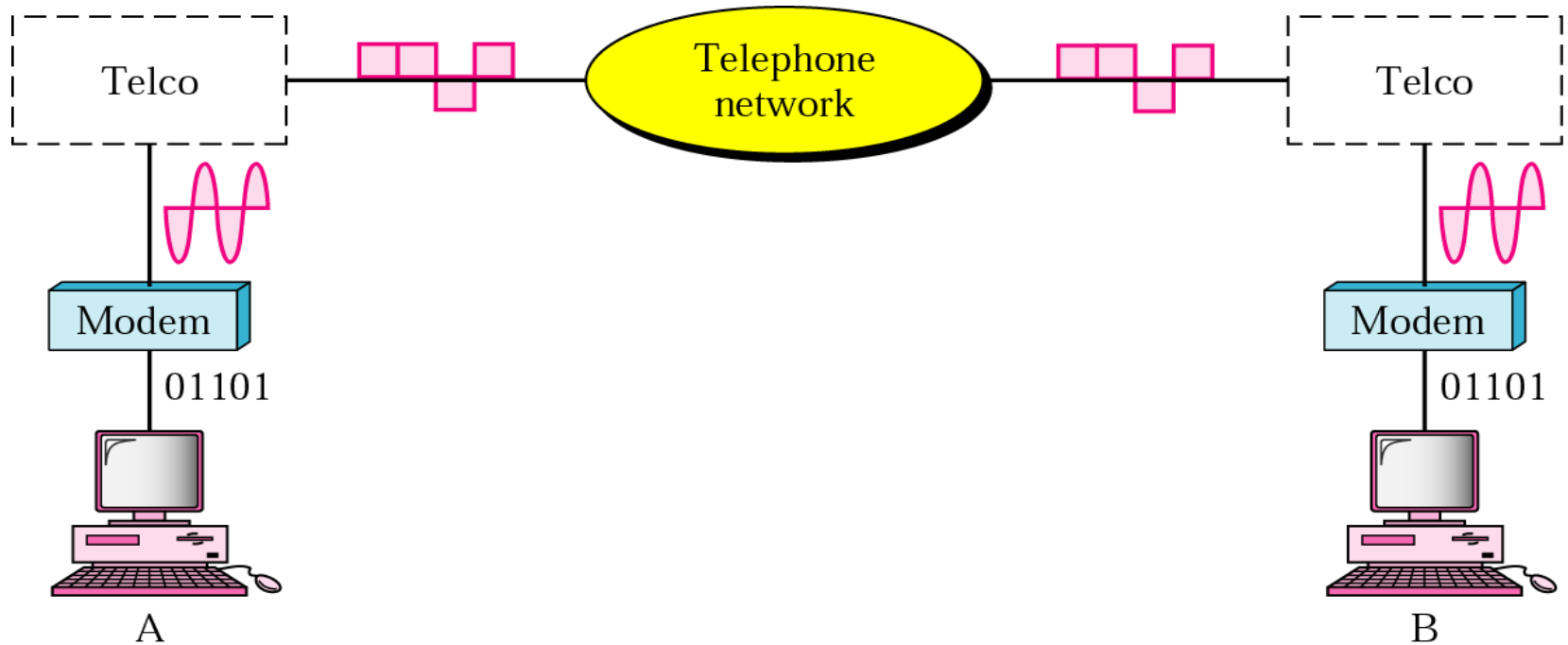
- Se consideră o linie cu o capacitate de 2400 baud. Câți biți de date pot fi trimiși pe secundă dacă se folosește QAM-16 pentru modulare?
- **R:** Sunt folosite 16 puncte de constelație pentru a trimite 4 biți per simbol, ceea ce înseamnă:

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



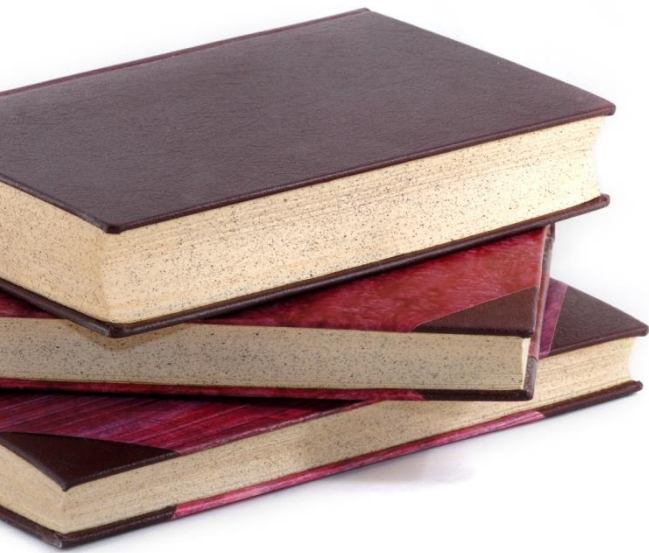


- MOdulator/DEModulator



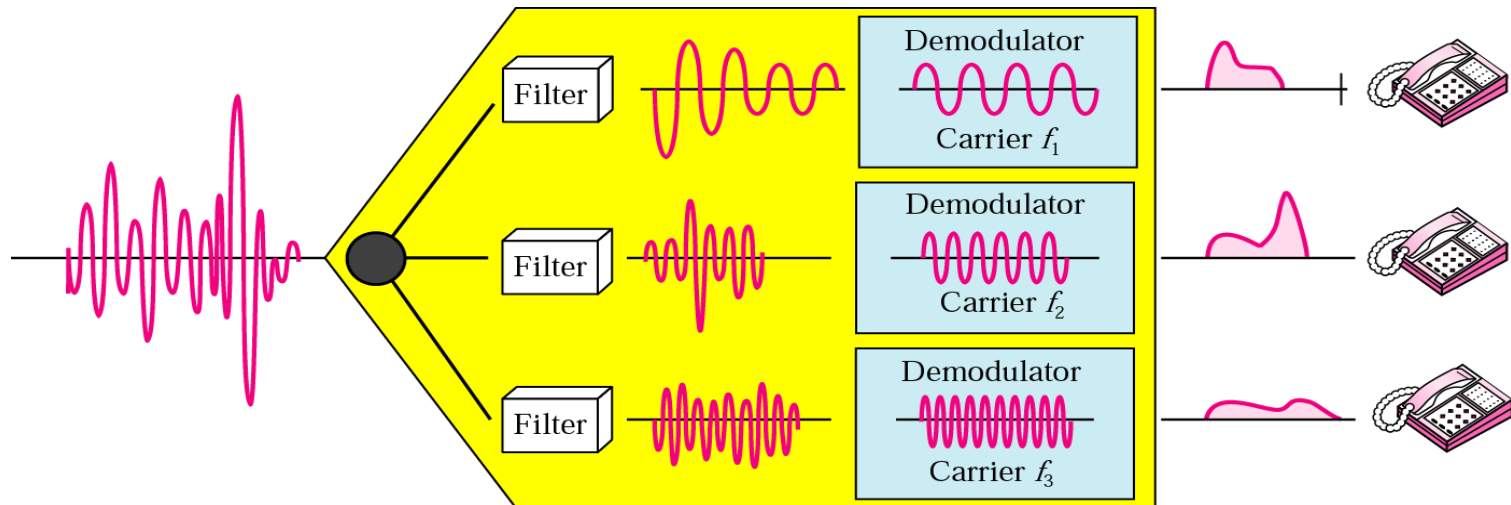
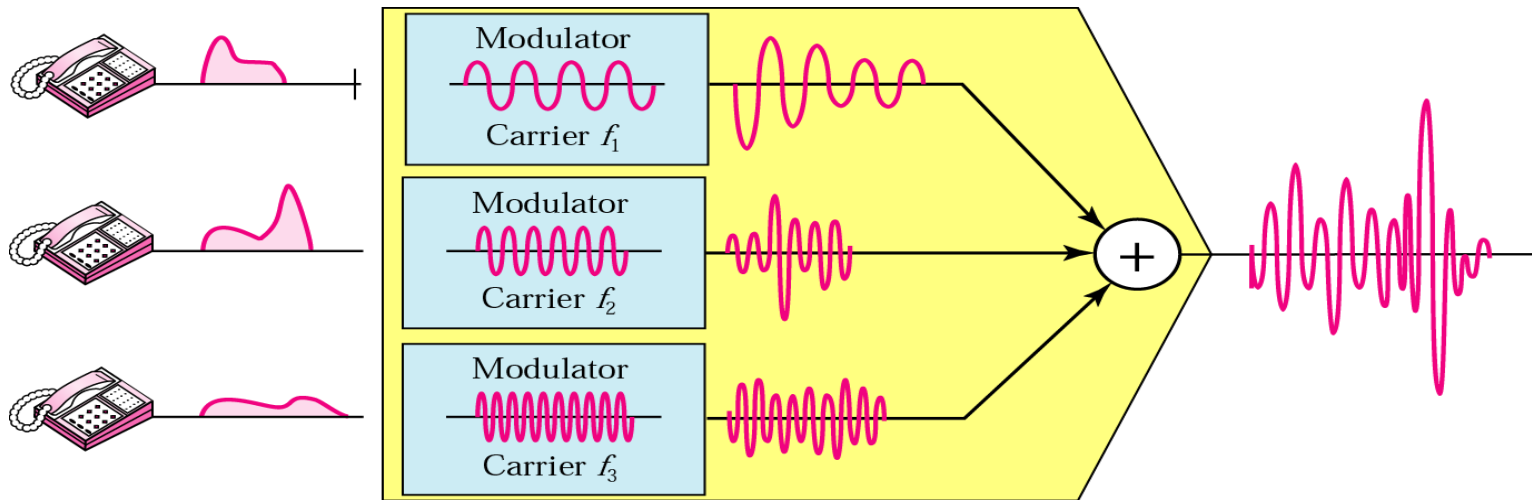
# Multiplexare

- FDM
- WDM
- TDM
- Exemplu: DSL

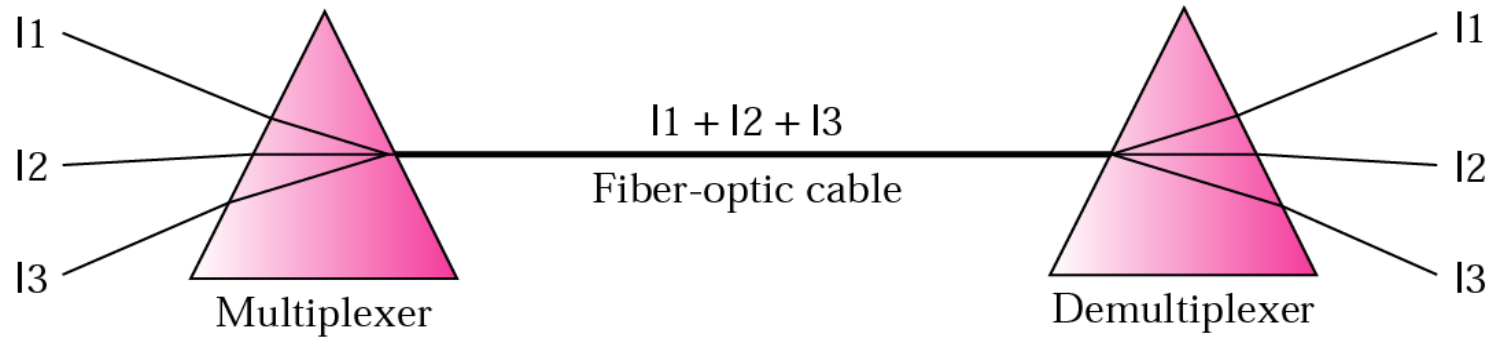
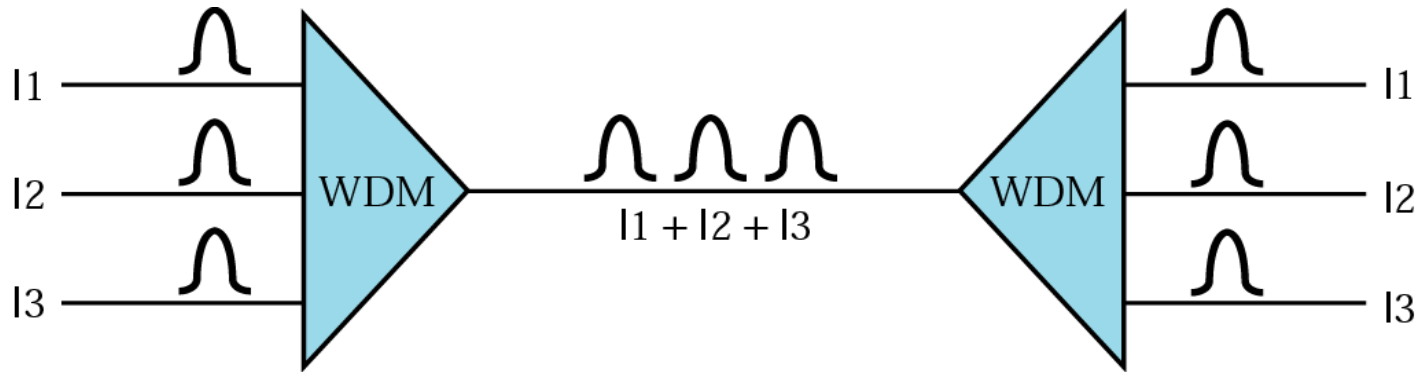


- Constă în gruparea mai multor fluxuri de date într-un singur semnal peste un singur mediu partajat
- Analogică
  - FDM – frequency division multiplexing
  - WDM – wavelength division multiplexing (mediu optic)
- Digitală
  - TDM – time division multiplexing

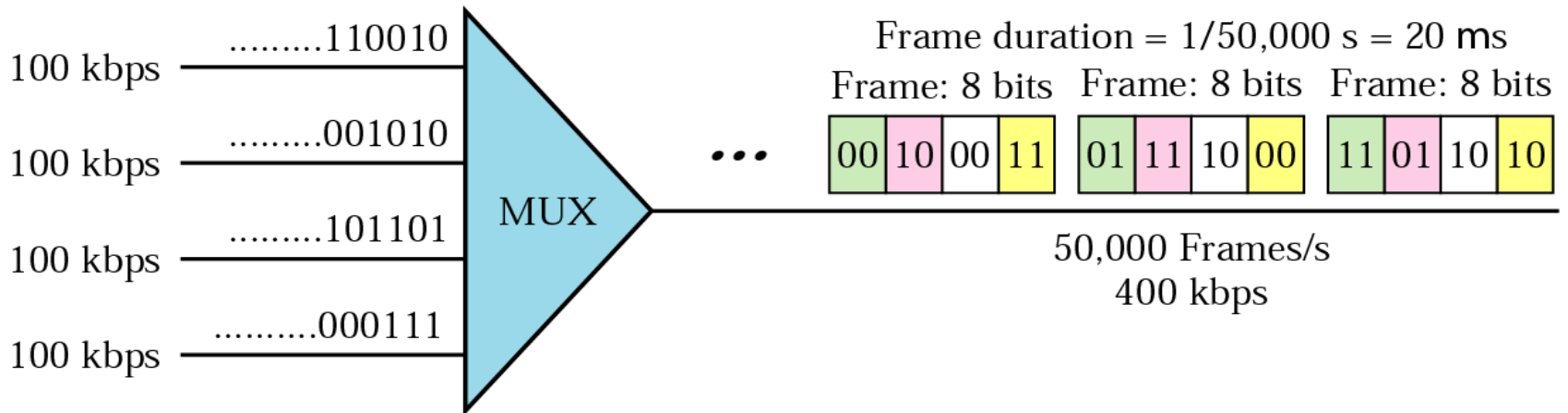
# Multiplexare - FDM

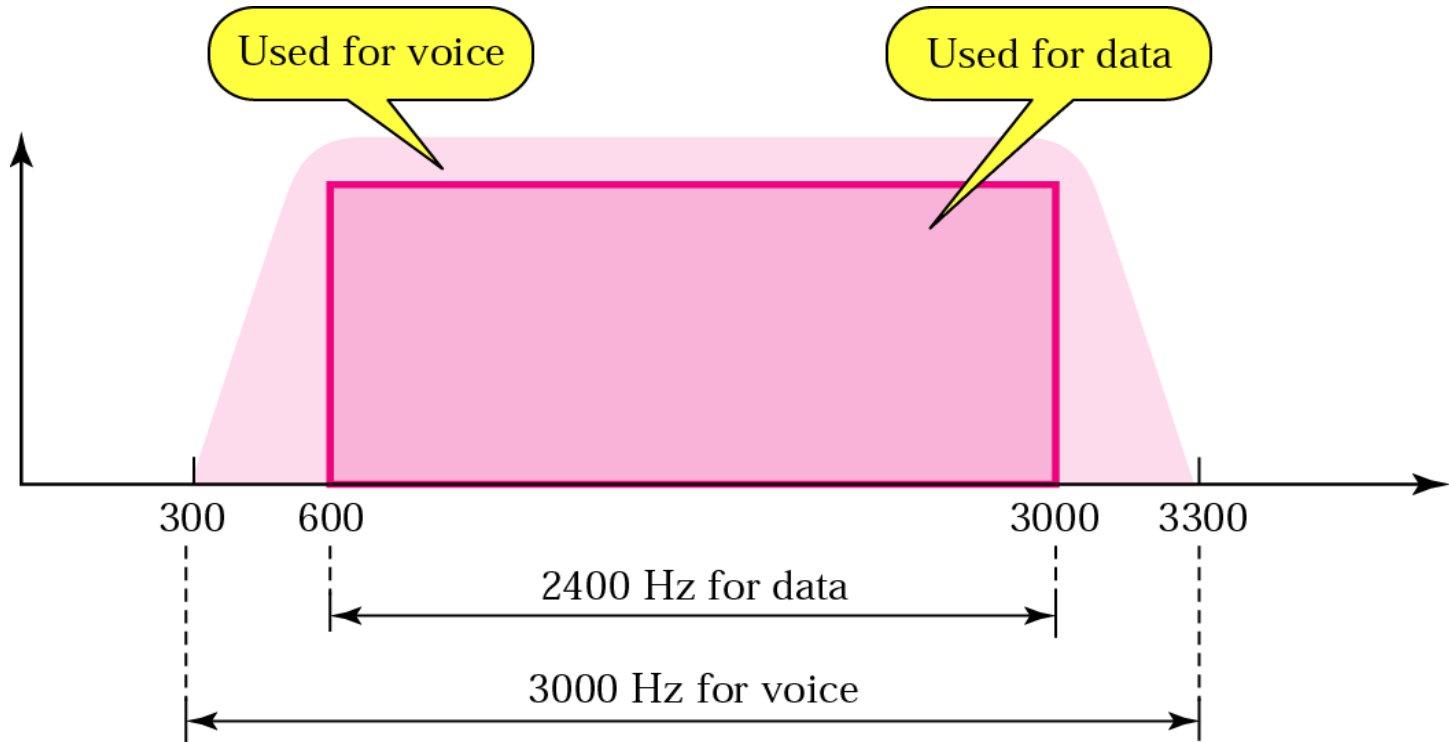


# Multiplexare - WDM

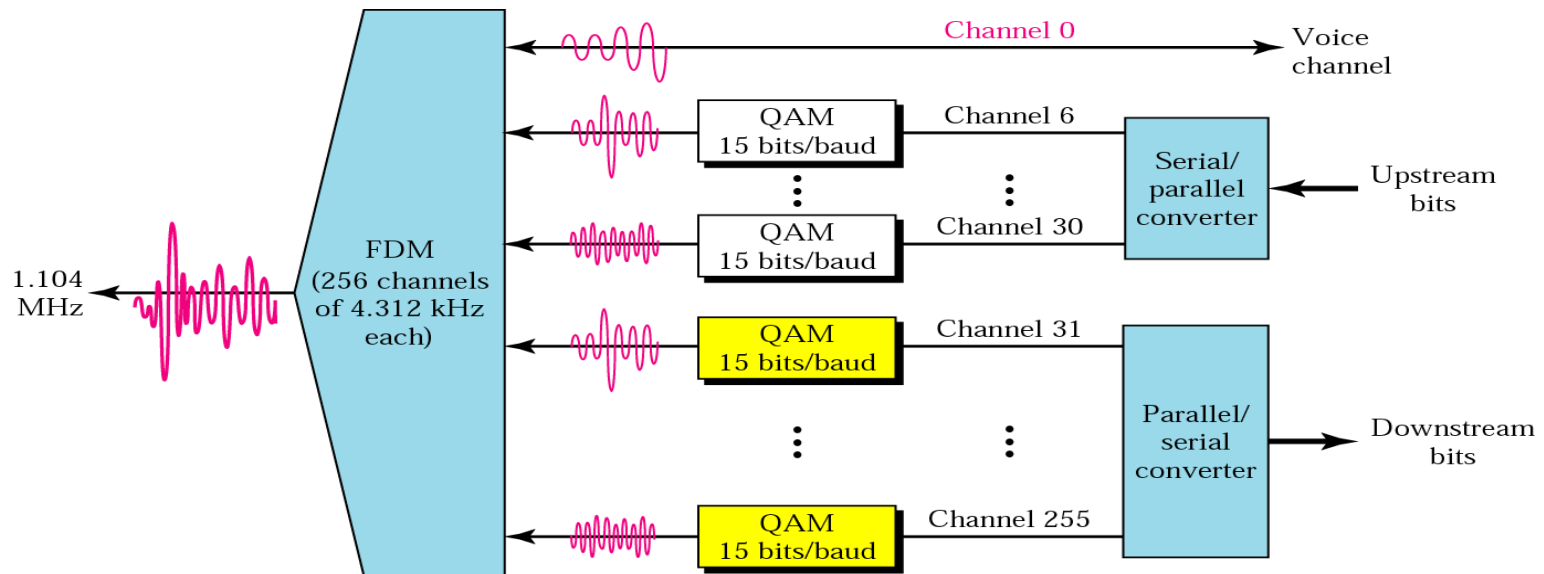


# Multiplexare - TDM



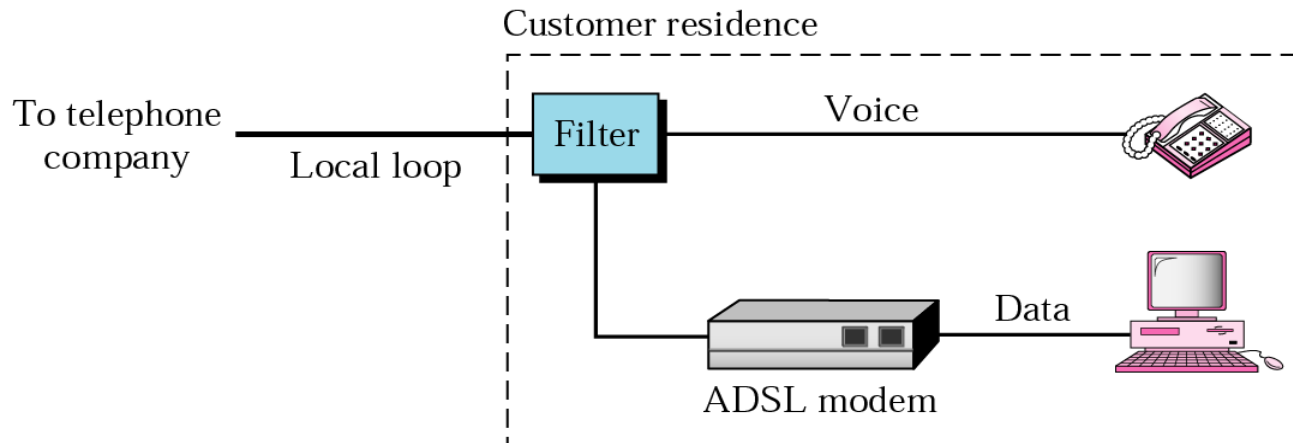
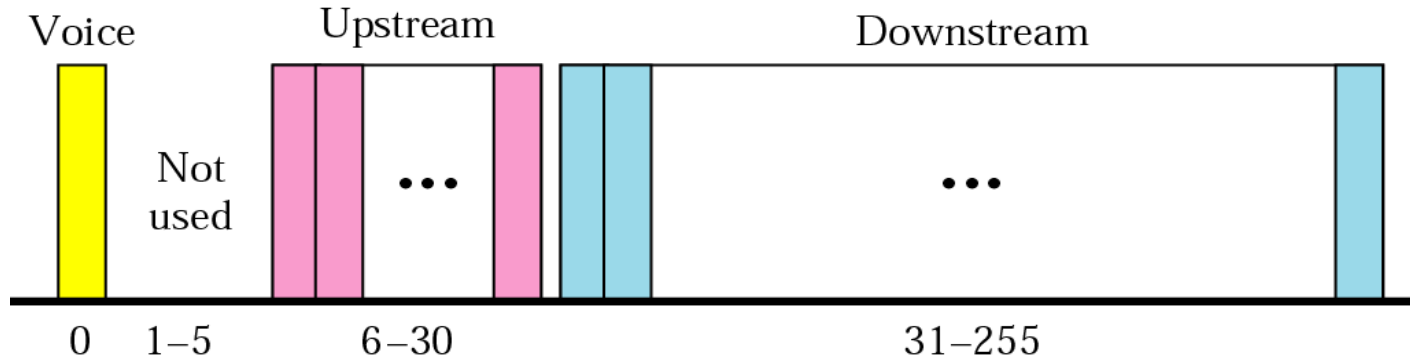


- Digital Subscriber Line
- ADSL – Asymmetric DSL: destinată utilizatorilor; nepotrivită pentru mediu business
- “Asymmetric” reprezintă faptul că mai mult din lățimea de bandă se folosește pentru trafic spre utilizator
- Lățimea de bandă poate ajunge la 1.1 MHz



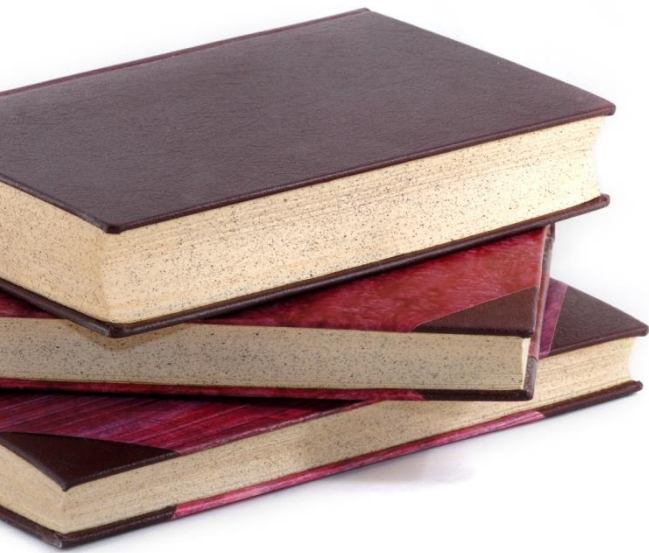


# ADSL (2)

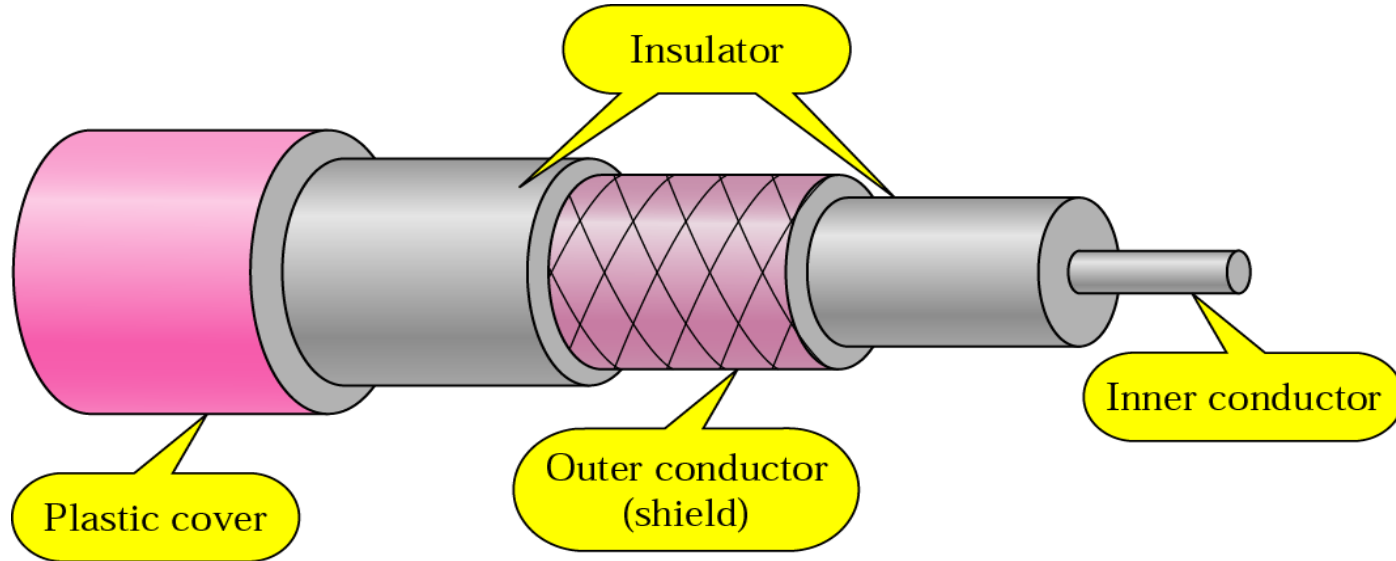


## Medii de transmisie

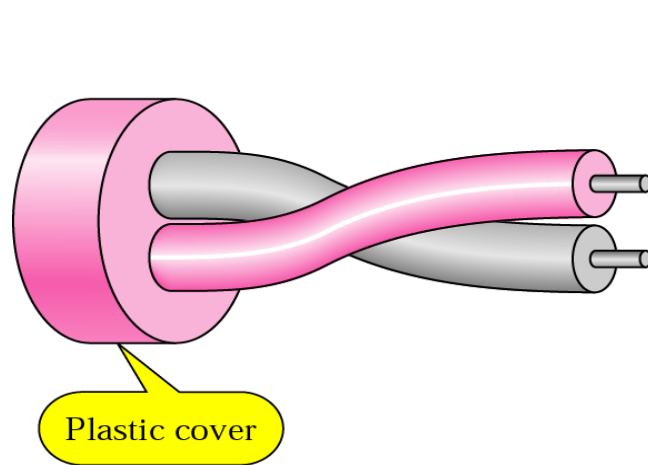
- Cablu coaxial
- Cablu torsadat
- Fibră optică
- Wireless



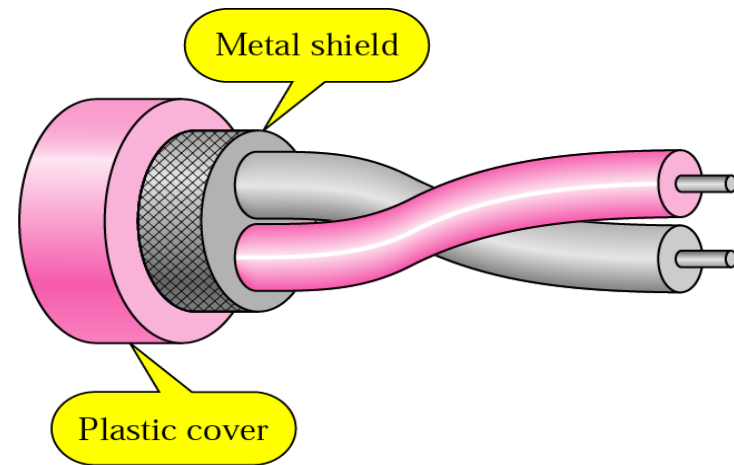
- Cu fir (ghidat)
  - Cablu coaxial
  - Cablu torsadat (twisted-pair cable)
    - UTP
    - STP / FTP
    - ScTP
  - Fibră optică
    - Multimode
    - Singlemode
- Fără fir (neghidat)
  - Unde radio
  - Microunde
  - Infraroșii



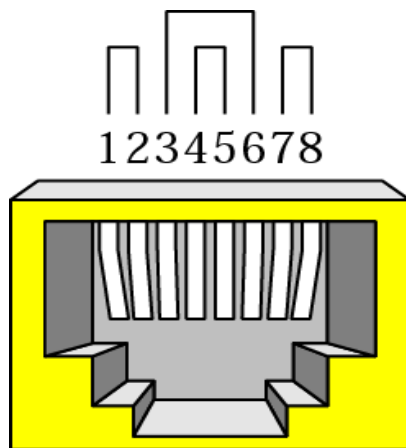
Category	Impedance	Use
<b>RG-59</b>	75 $\Omega$	Cable TV
<b>RG-58</b>	50 $\Omega$	Thin Ethernet
<b>RG-11</b>	50 $\Omega$	Thick Ethernet



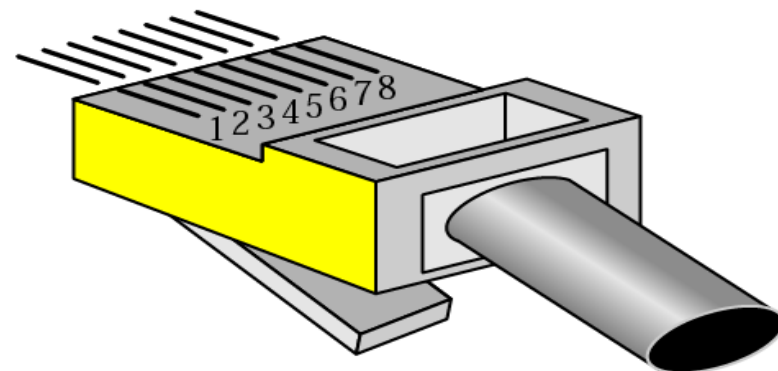
a. UTP



b. STP



RJ-45 Female



RJ-45 Male

# Categoriile 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

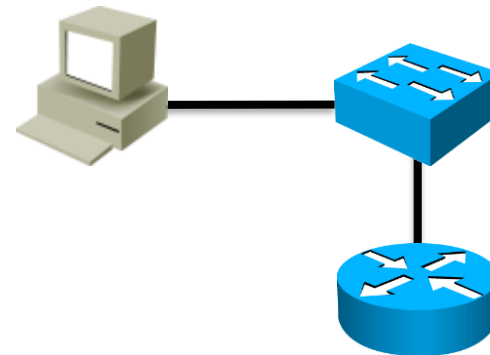
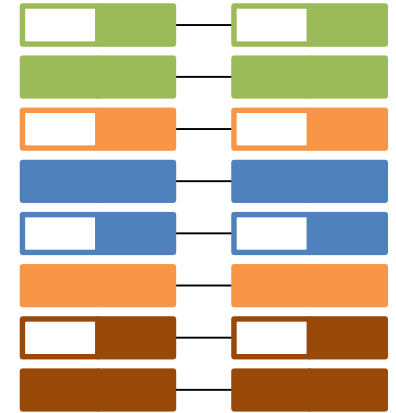
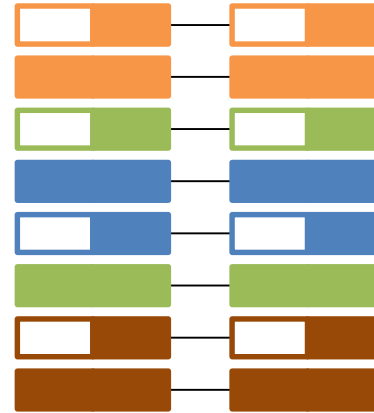
# Cablări twisted-pair: Straight-through



TIA/EIA-568B



TIA/EIA-568A

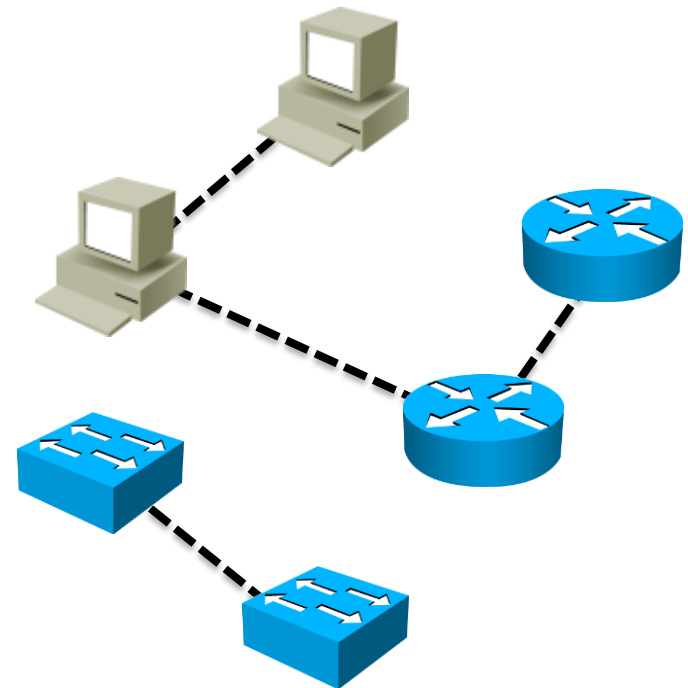


# Cablări twisted-pair: Crossover



TIA/EIA-568B

TIA/EIA-568A



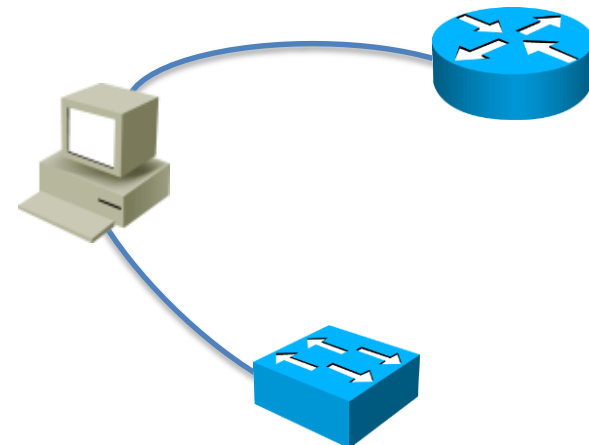
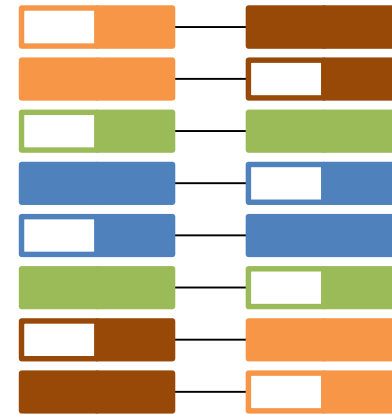


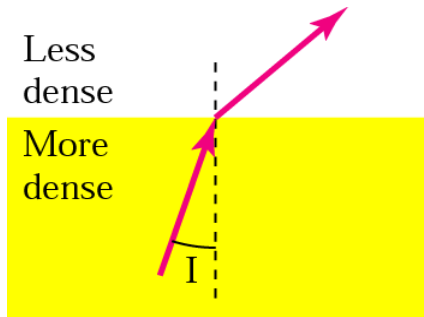
# Cablări twisted-pair: Rollover



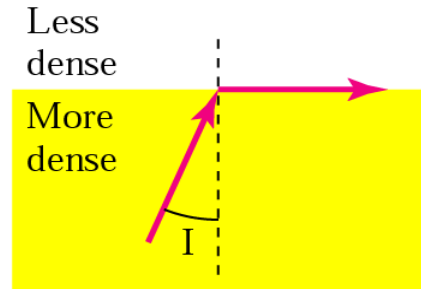
TIA/EIA-568B

TIA/EIA-568A

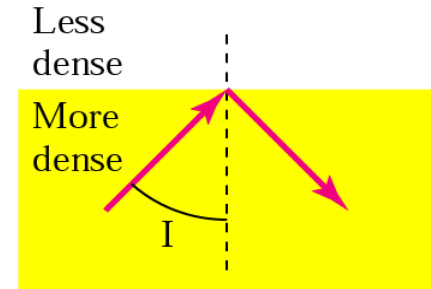




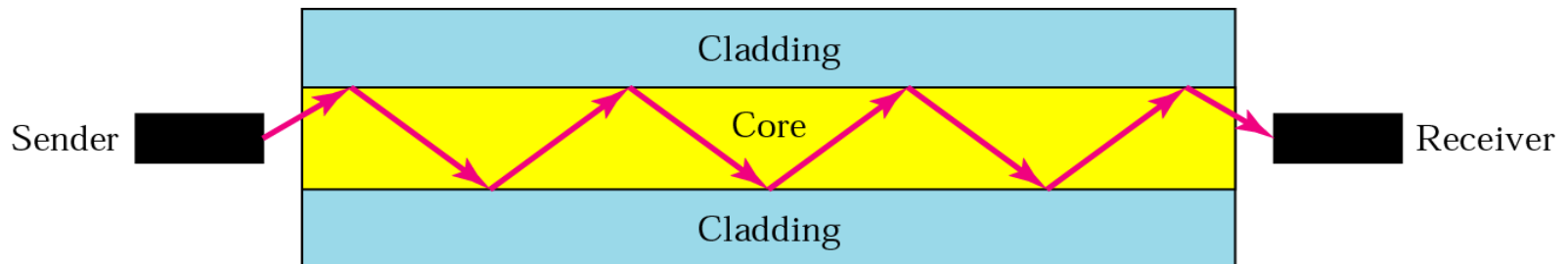
$I < \text{critical angle}$ ,  
refraction



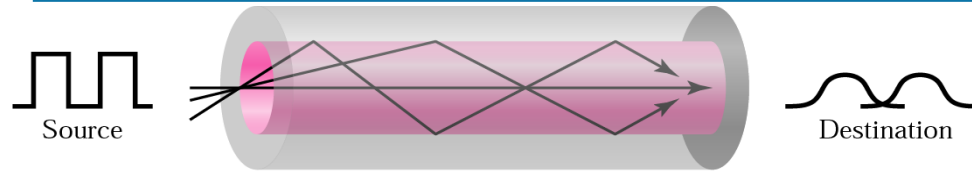
$I = \text{critical angle}$ ,  
refraction



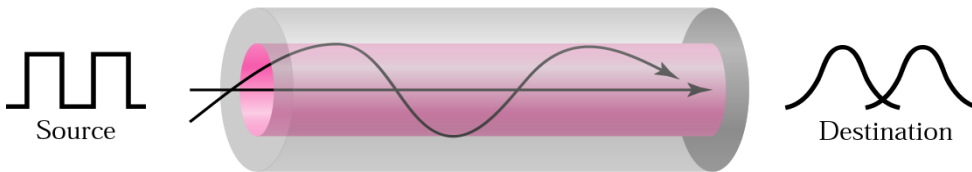
$I > \text{critical angle}$ ,  
reflection



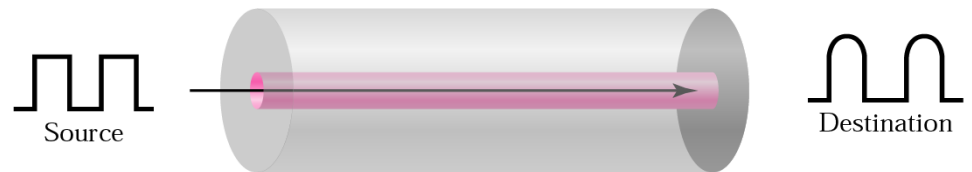
# Fibră optică (2)



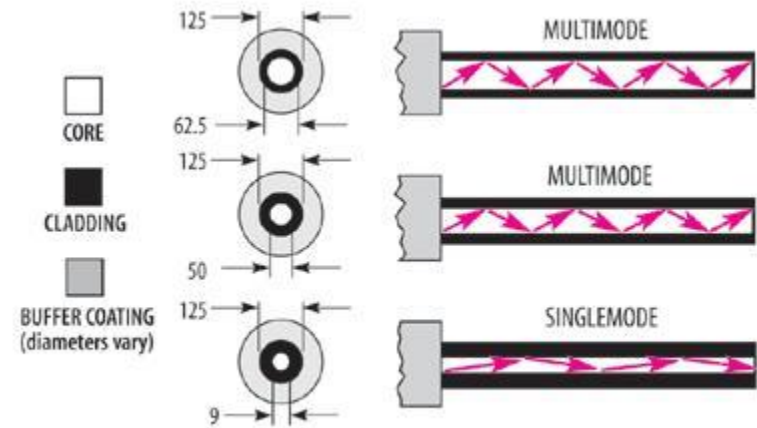
a. Multimode, step-index



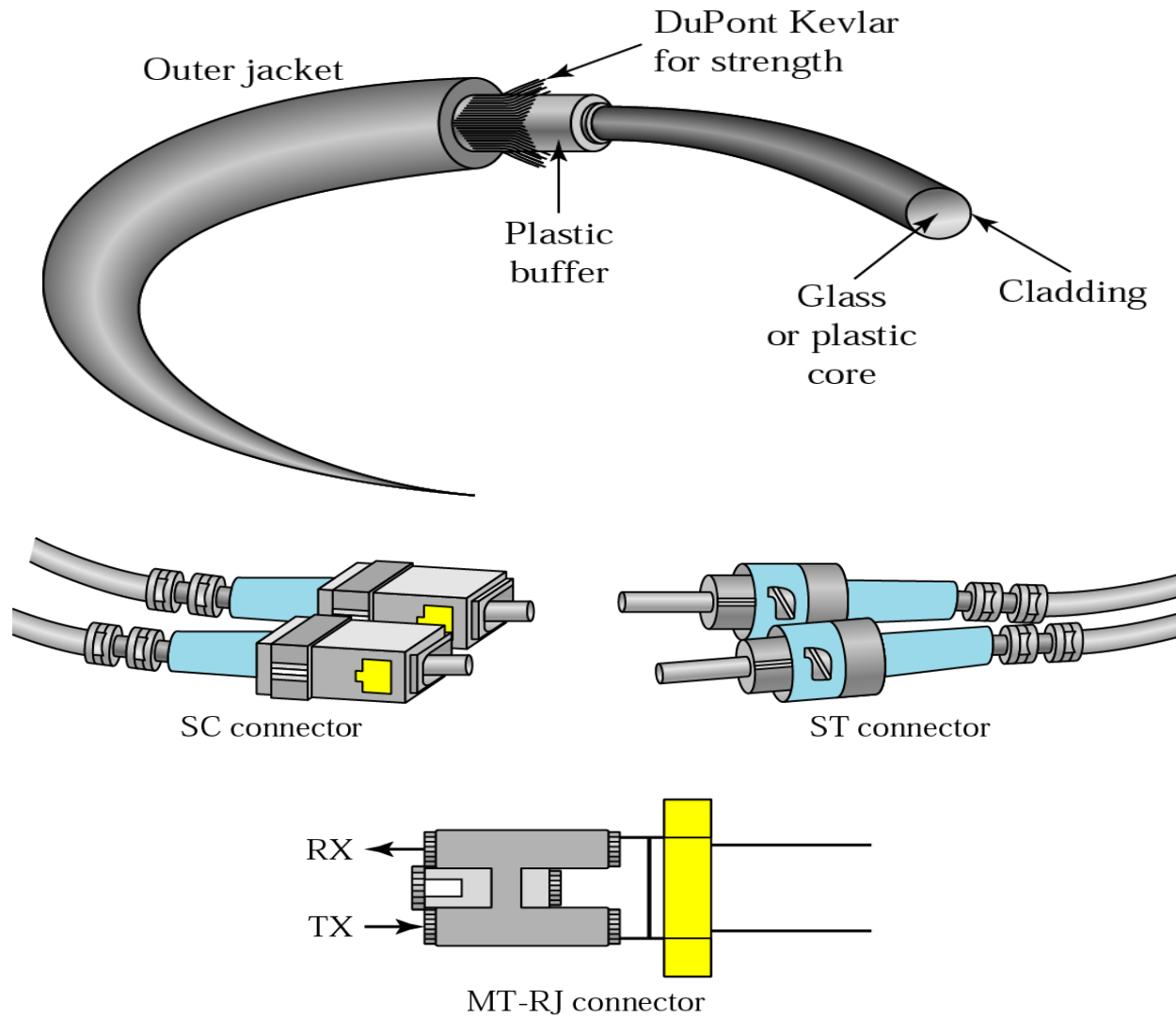
b. Multimode, graded-index

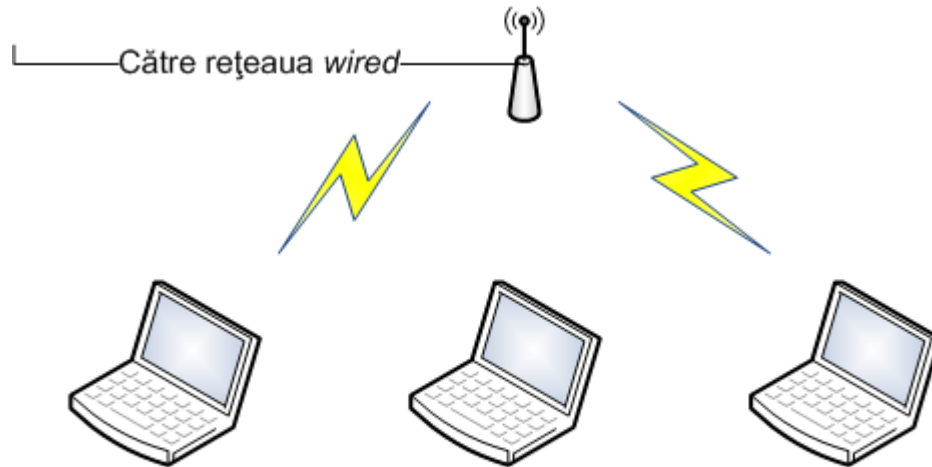


c. Single-mode

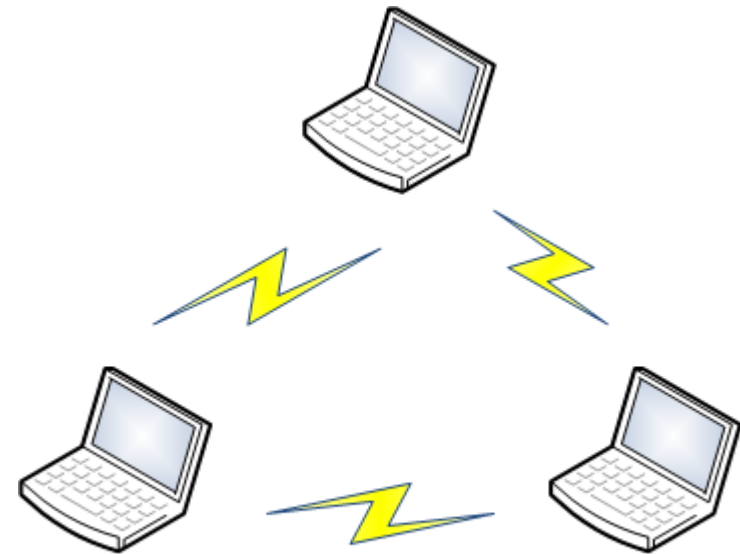


Type	Core	Cladding	Mode
<b>50/125</b>	50	125	Multimode, graded-index
<b>62.5/125</b>	62.5	125	Multimode, graded-index
<b>100/125</b>	100	125	Multimode, graded-index
<b>7/125</b>	7	125	Single-mode



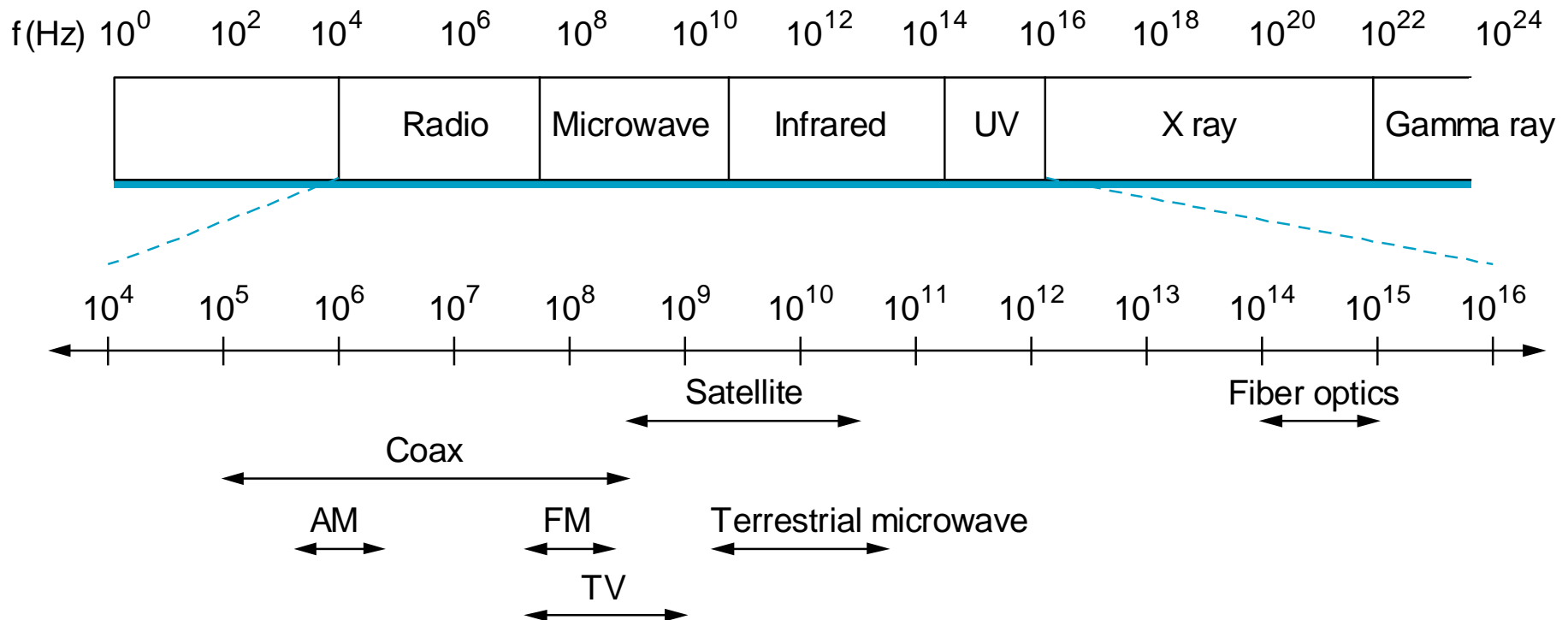


Rețea wireless de tip  
infrastructură



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



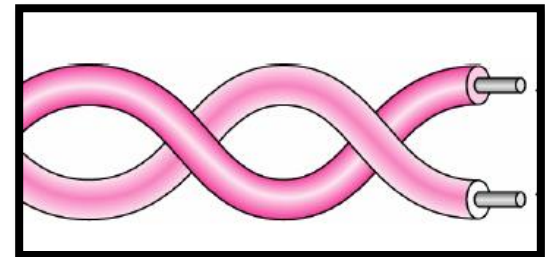
**Atenuare**

Soluție: Repetor



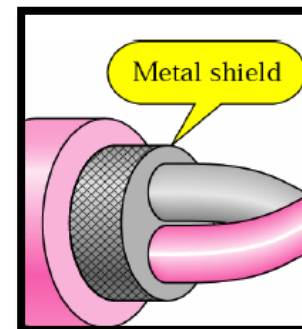
**Crosstalk**

Soluție: Torsadare



**Zgomot**

Soluție: Ecranare



**Electric - electric**



**Electric - optic**



**Electric - wireless**





**Repetor electric**



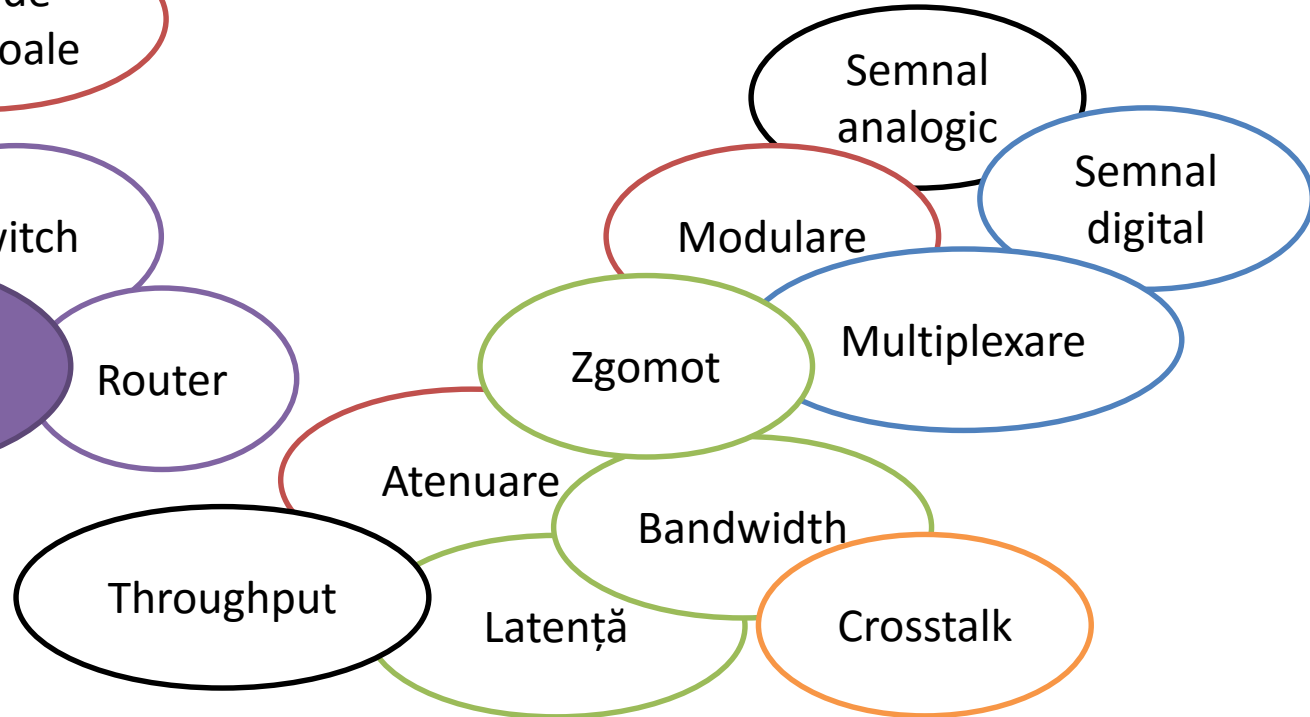
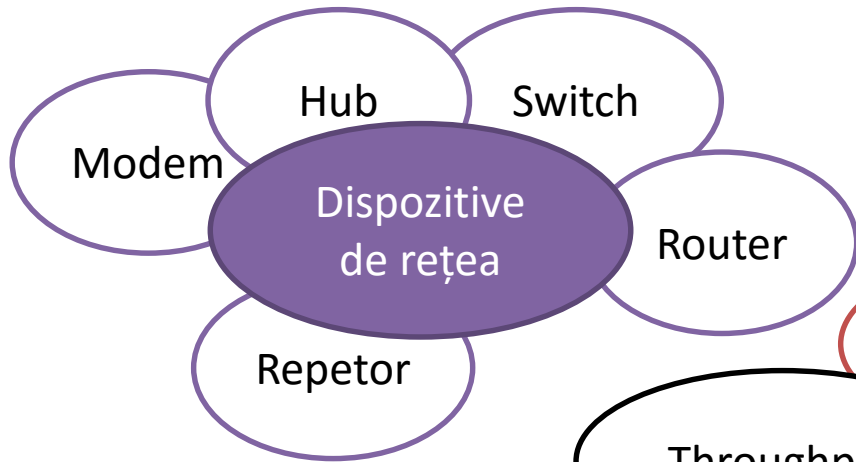
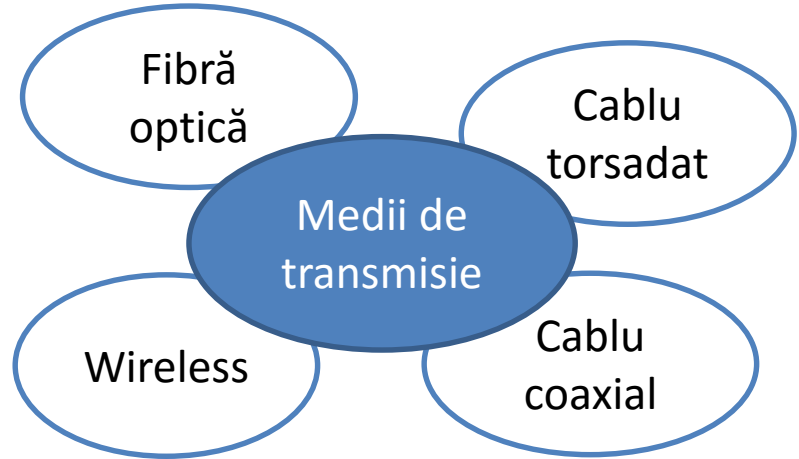
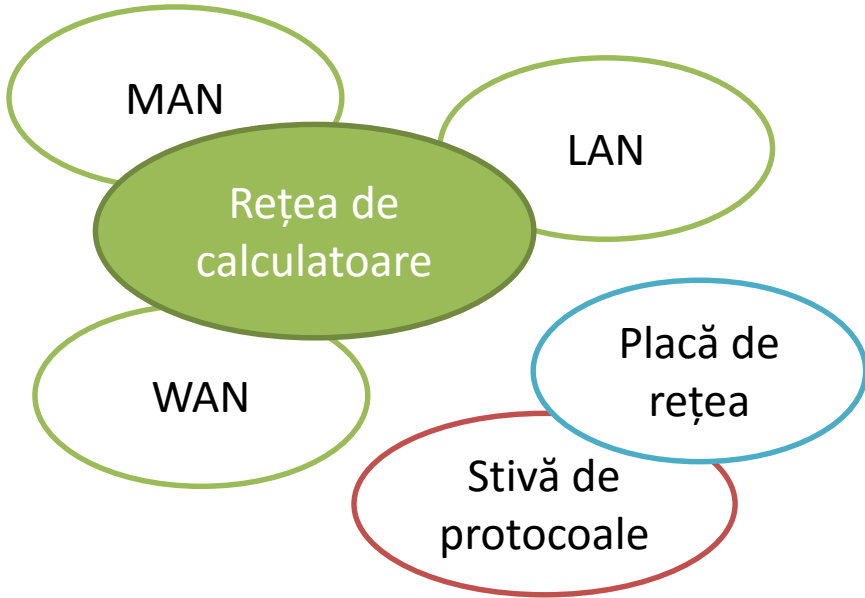
**Repetor optic**



**Repetor wireless**



- Throughput
  - Cantitatea de date transmise în unitatea de timp
  - Unități de măsură:
    - KB =  $2^{10}$  bytes
    - 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



?

