

Curs 01

Transmisiuni analogice și digitale



Objective

- Rețele și protocoale
- Nivelul fizic
- Transmisiuni digitale
- Transmisiuni analogice

Internet

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

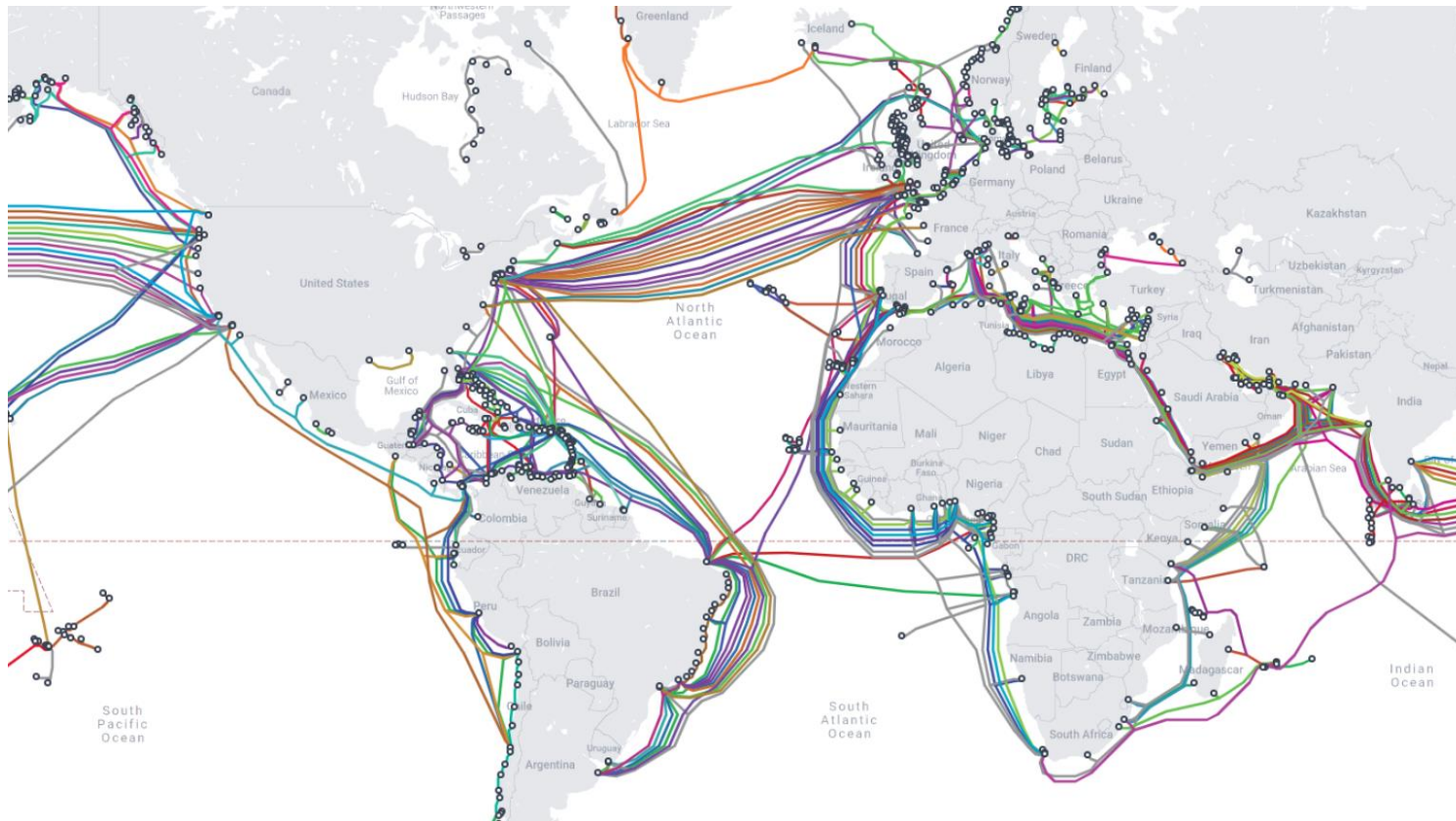
Mitchell Kapor

“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

Ce este o rețea de calculatoare?

- Interconectarea mai multor sisteme de calcul



© <https://www.submarinecablemap.com/>

Ce este o rețea de calculatoare?

- 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



- Conexiunea între componentele unui calculator se realizează prin magistrale (circuite electrice pe placa de bază) și chipset-uri

LAN, MAN, WAN

- 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)

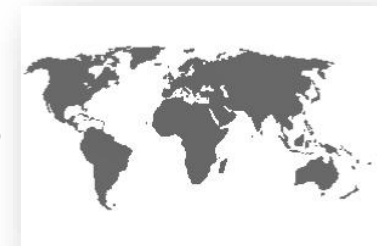
Separația (conectarea) între LAN și MAN/WAN se realizează cu un ruter (gateway)



MAN – Metropolitan Area Network
rar întâlnite în rețelele actuale

WAN – Wide Area Network

Numeroase protocoale: MPLS, ATM, Frame Relay, PPP



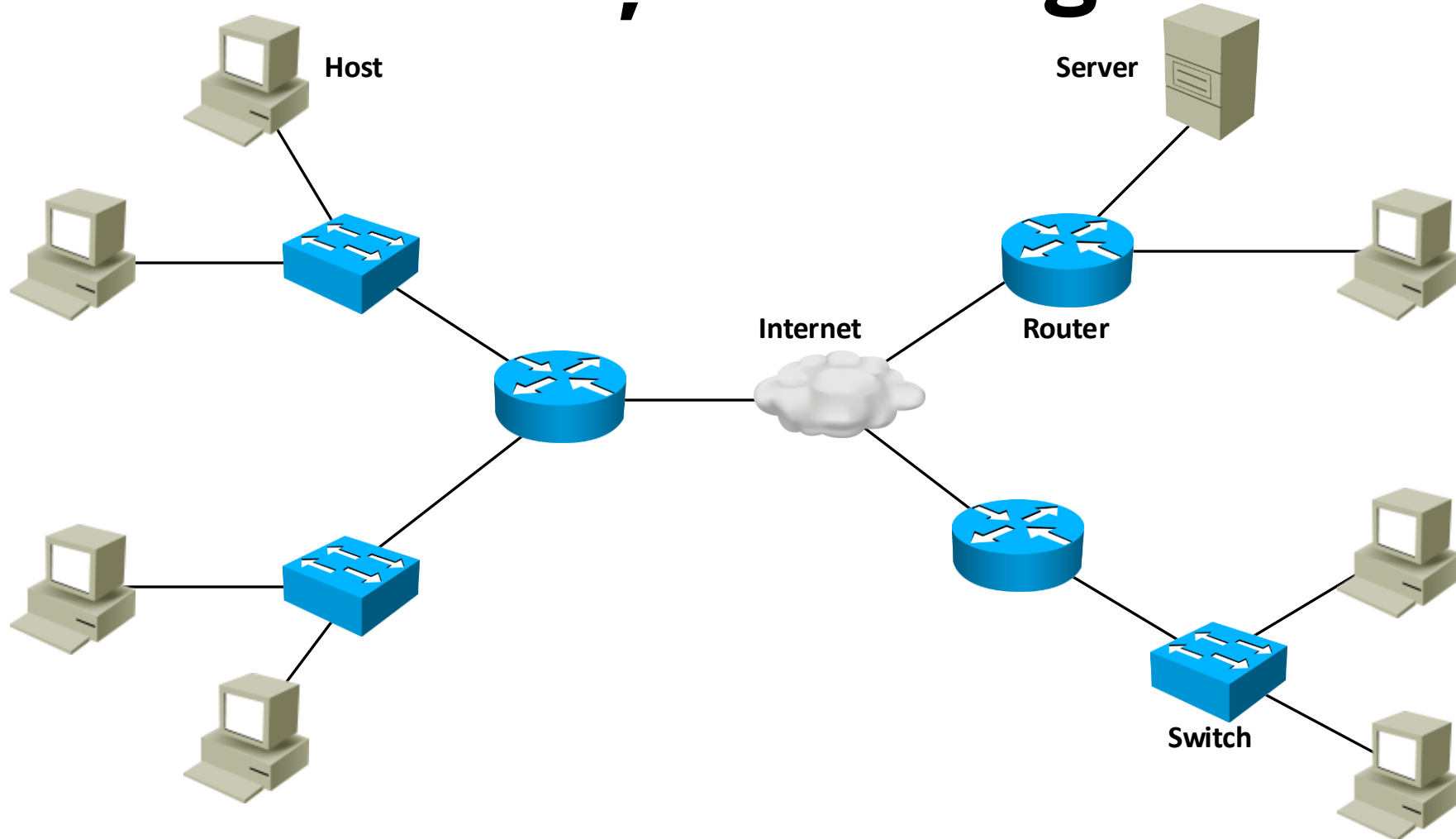
Dimensiunea fizică a unei rețele

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

Dispozitive de rețea

- **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



Interfața de rețea



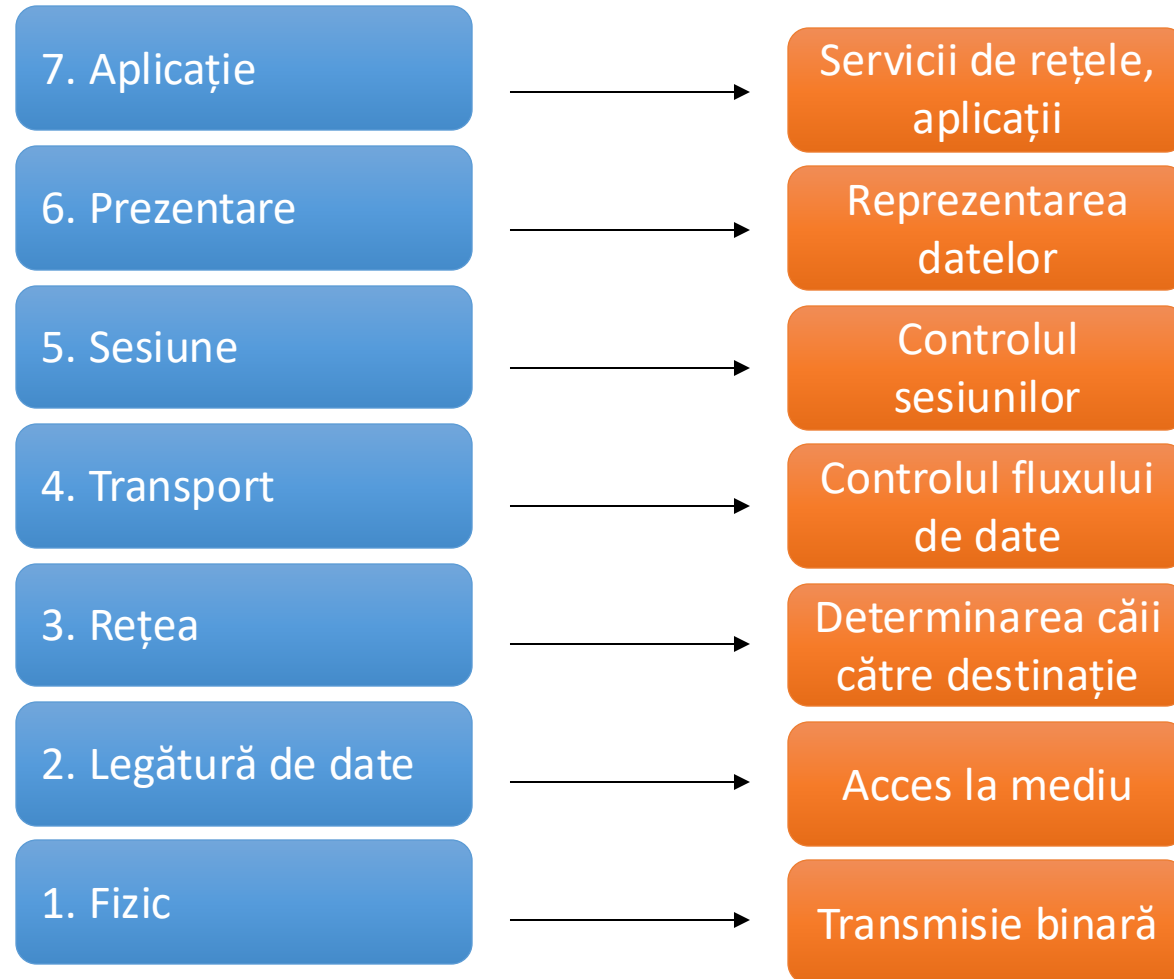
- Network interface
- Se referă la un punct de comunicație cu o rețea de calculatoare (o placă de rețea, un port al unui dispozitiv avansat de rețea)
- Un calculator cu o placă de rețea are o singură interfață de rețea; un calculator cu două plăci are două interfețe
- Un switch/ruter are mai multe interfețe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

Protocol

- 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

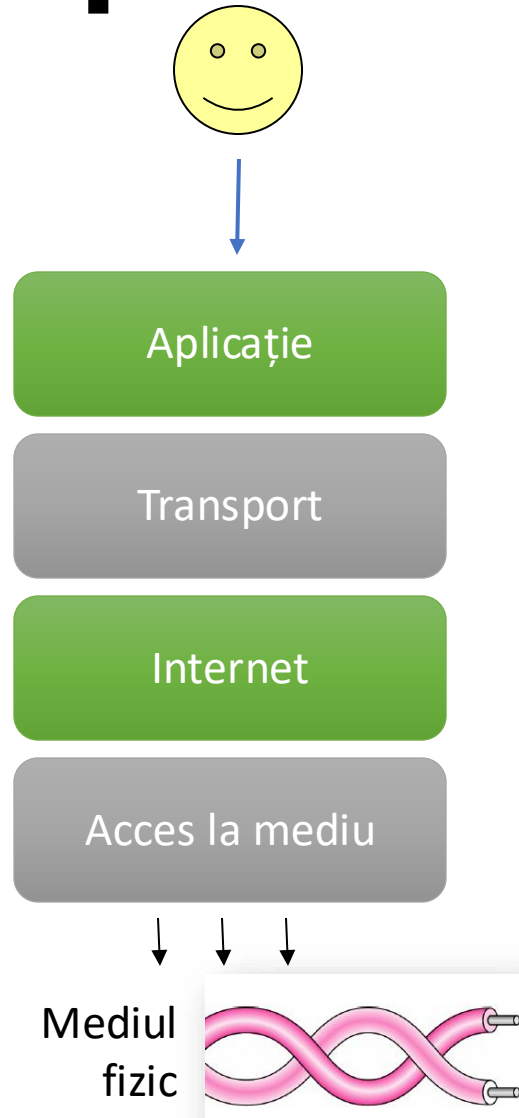


Stiva de protocoale OSI



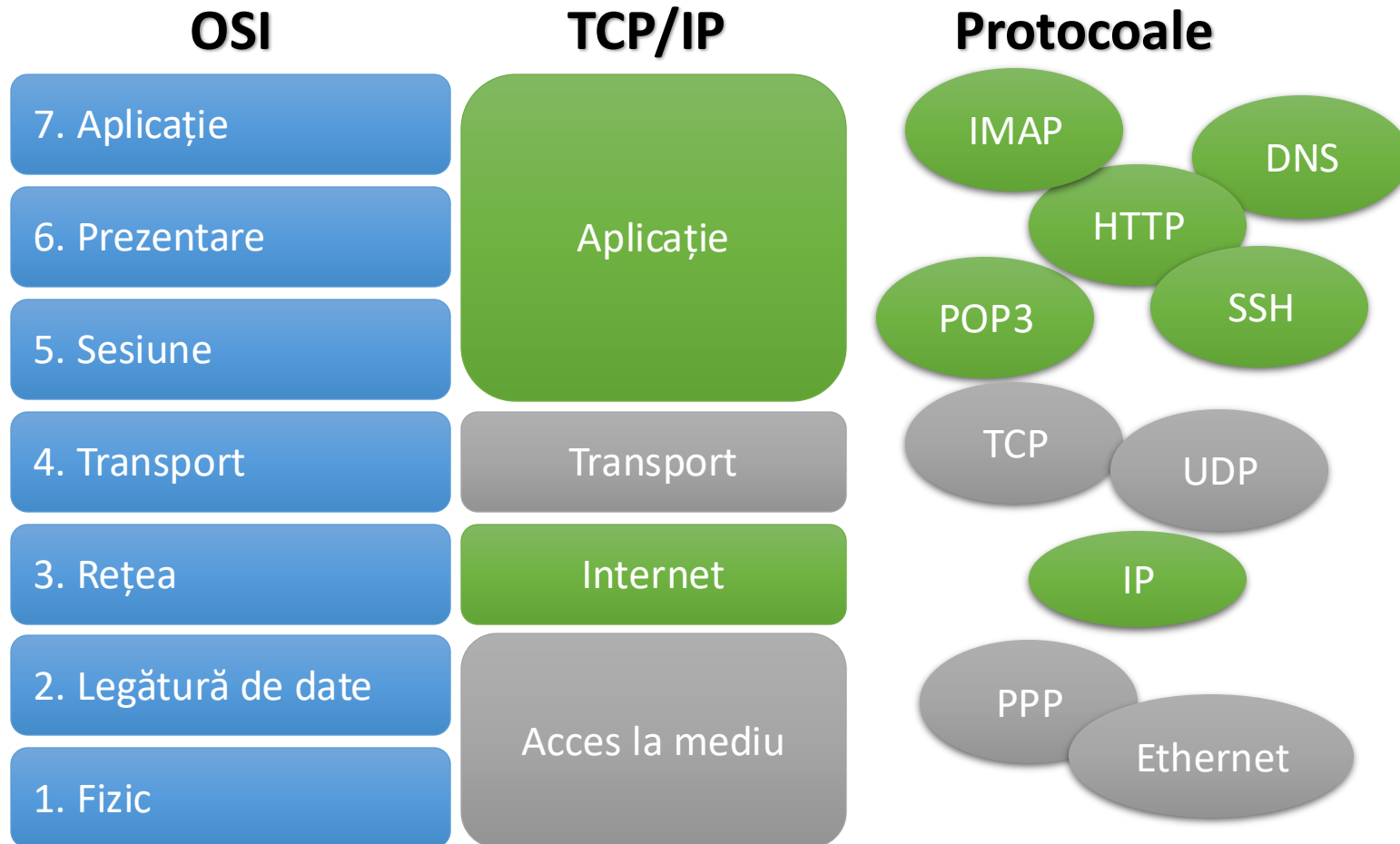
Pentru a abstractiza complexitatea lucrului cu rețeaua, se stabilește o stivă de protocoale; protocolul de nivel inferior oferă servicii celui de nivel superior

Stiva de protocoale TCP/IP



- Stiva de protocoale utilizată în Internet este stiva TCP/IP
- 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)
- IP este protocolul esențial de la nivelul Internet, iar TCP de la nivelul Transport

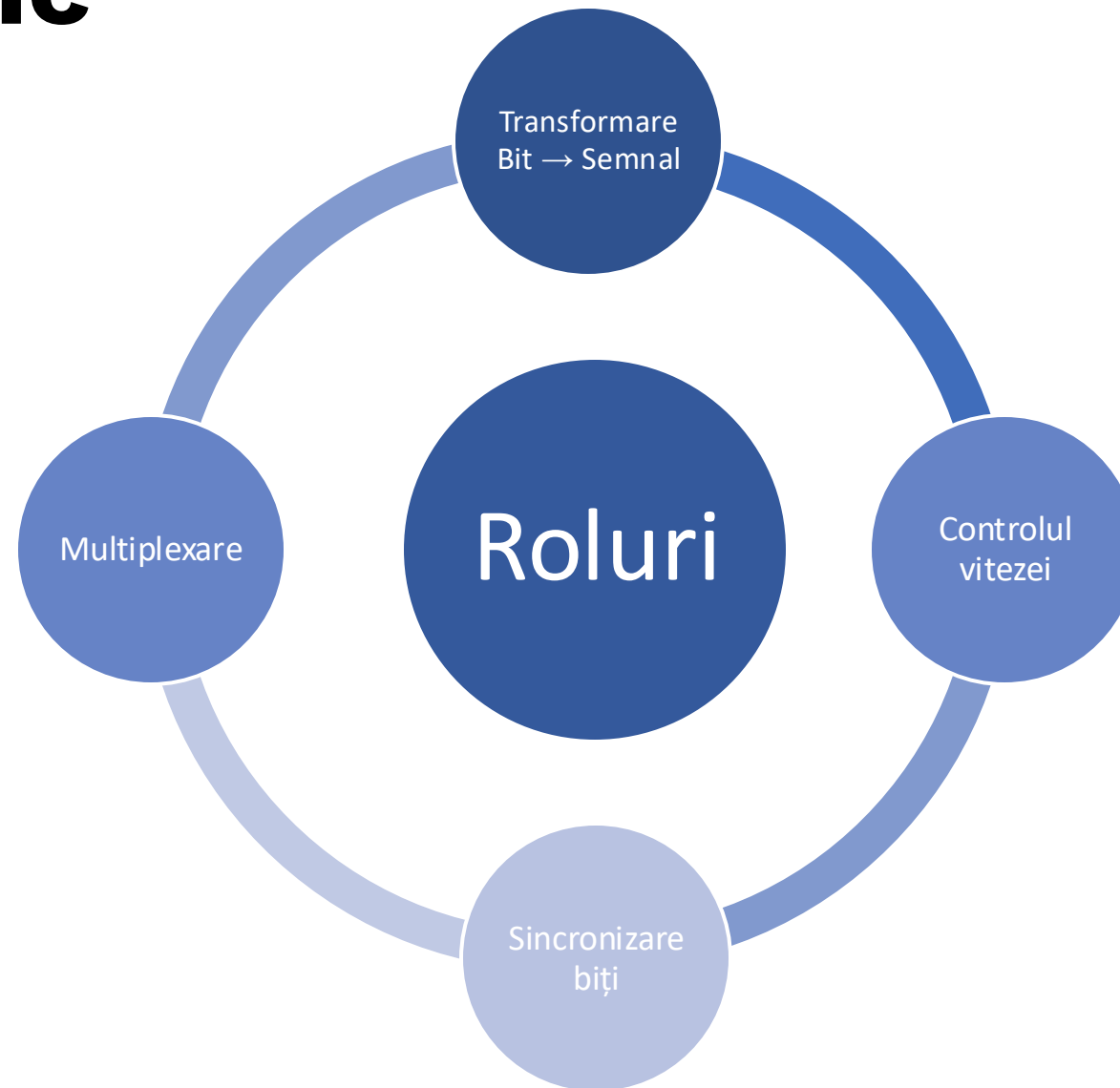
Stiva OSI vs Stiva TCP/IP



Nivelul fizic



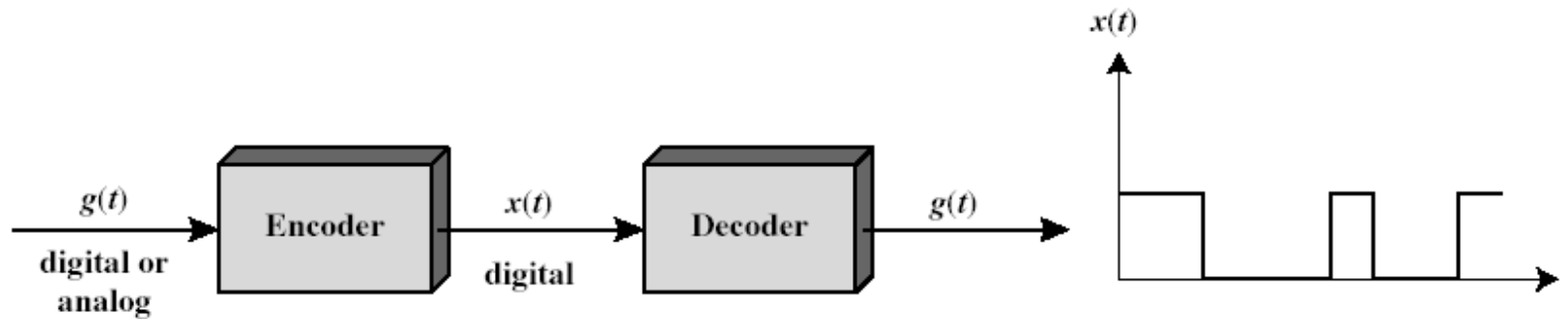
Nivelul fizic



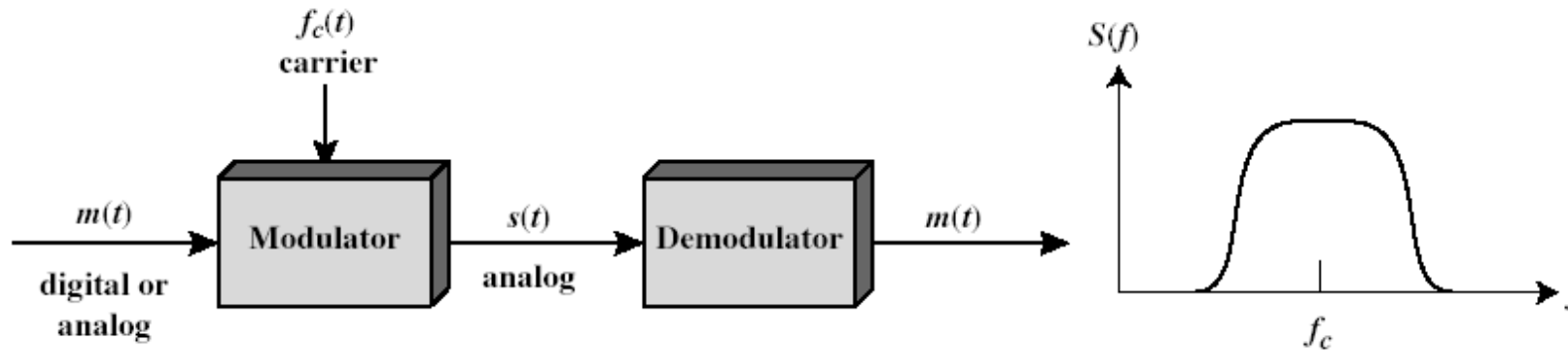
Tipuri de date/comunicare

- Date digitale, transmisie digitala
 - Date stocate in calculator transmise pe mediu digital (ex., cablu UTP)
- Date digitale, transmisie analog
 - Date stocate pe telefon transmise prin wireless
- Date analog, transmisie digitala
 - Conversia din voce in digital (sampling, etc.)
- Date analog, transmisie analog
 - Semnal de voce pe liniile de telefonie

Codificare si modulatie



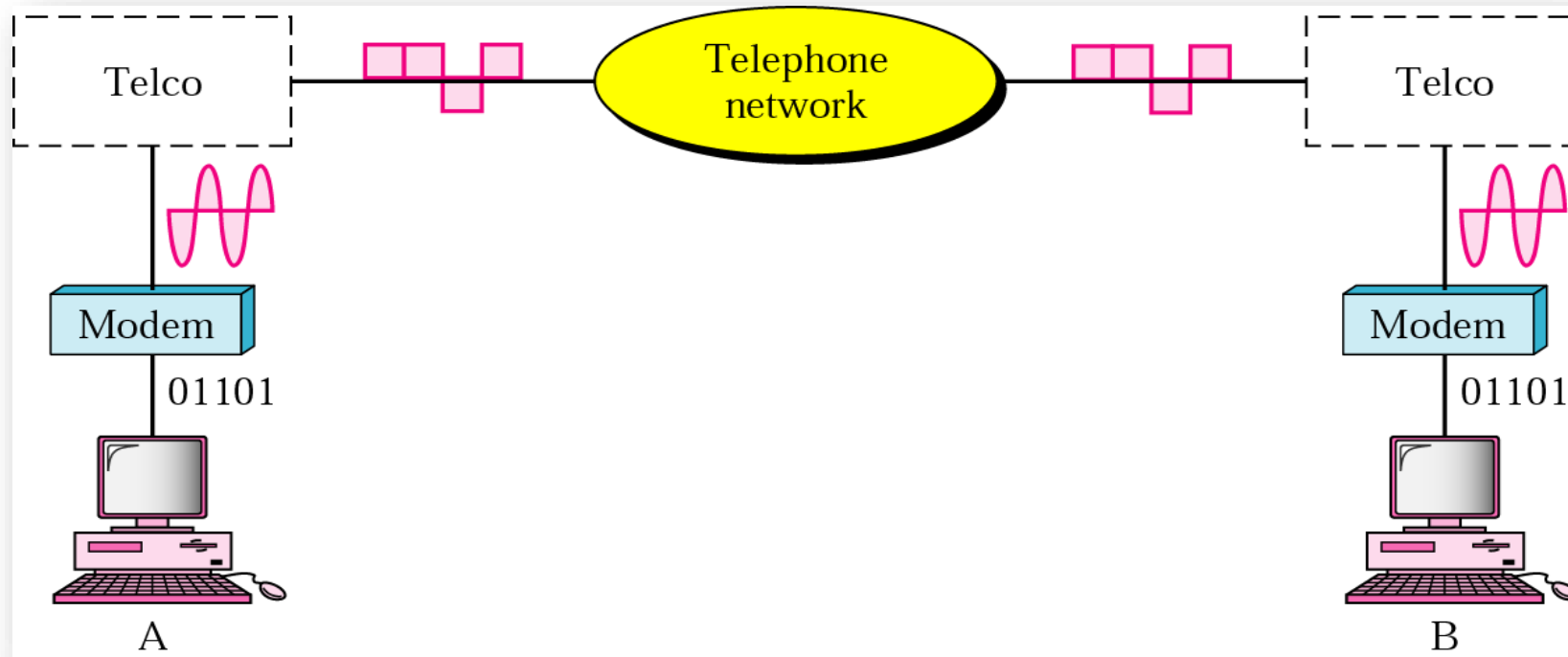
(a) Encoding onto a digital signal



(b) Modulation onto an analog signal

Modem

- MOdulator/DEModulator



Transmisii digitale

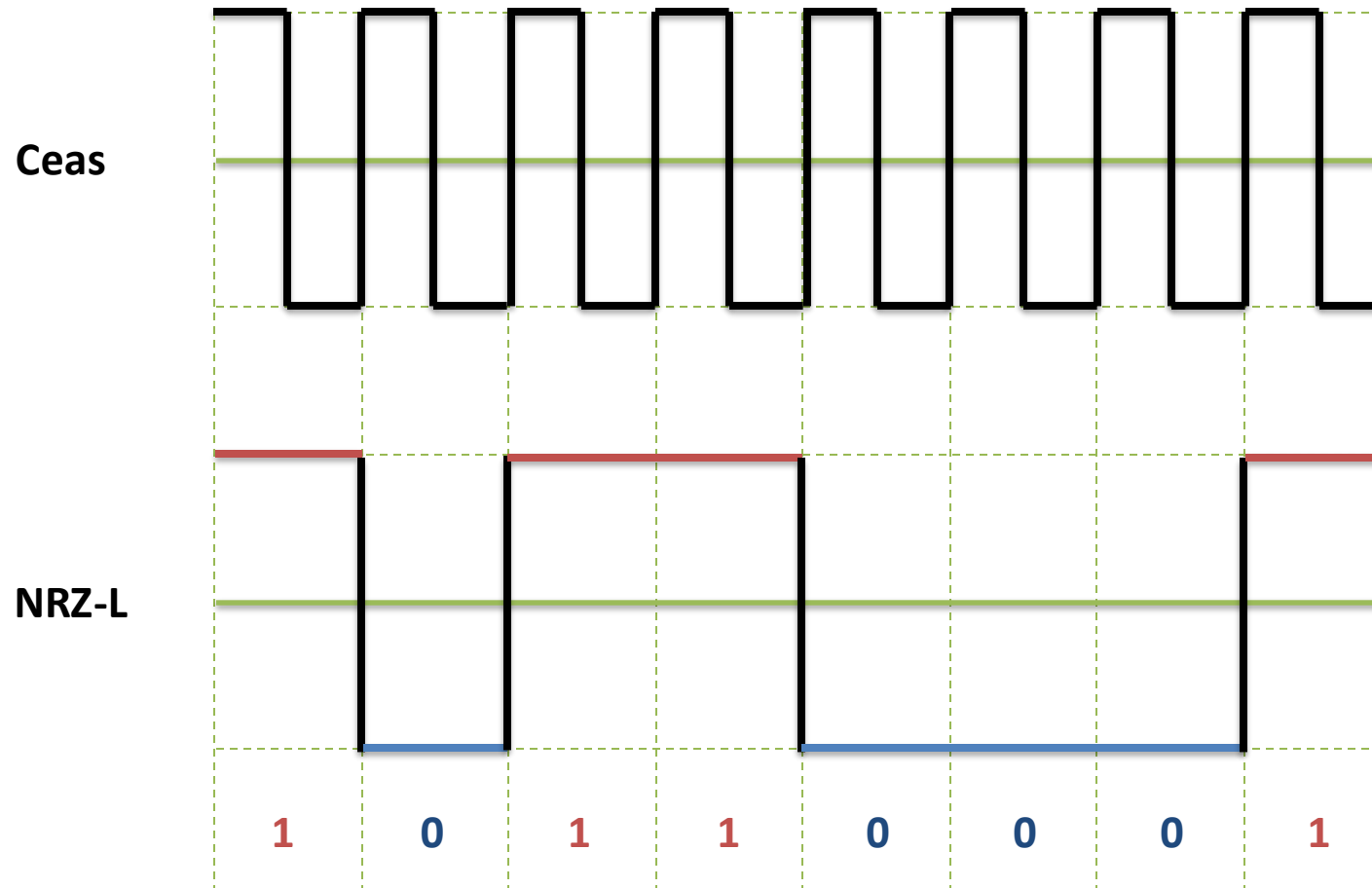
- NRZL, NRZI
- Manchester, Differential Manchester
- MLT-3
- PAM-5
- 4B5B



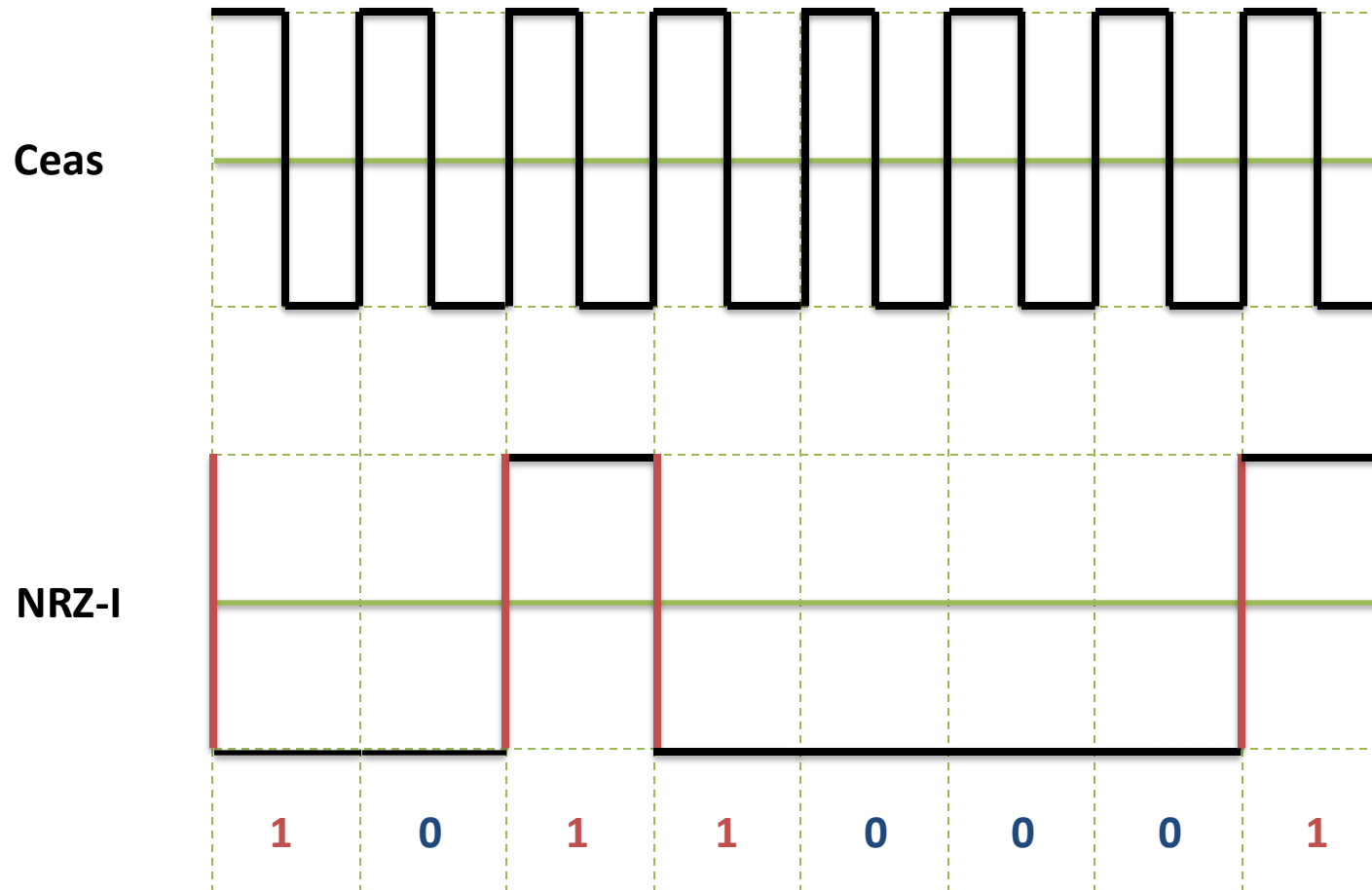
Transmisii digitale

- 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

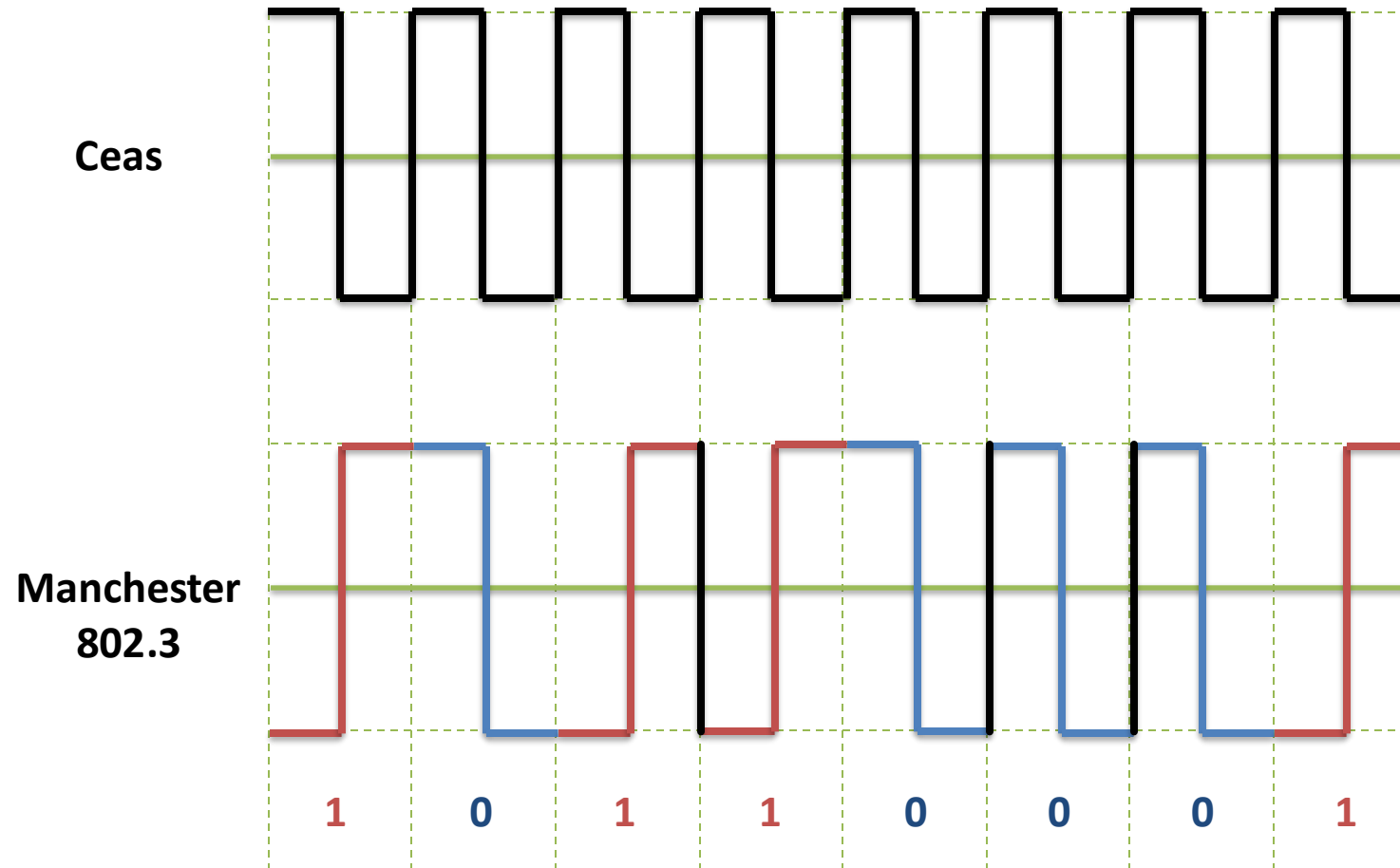
Codificare Non-Return-To-Zero Level



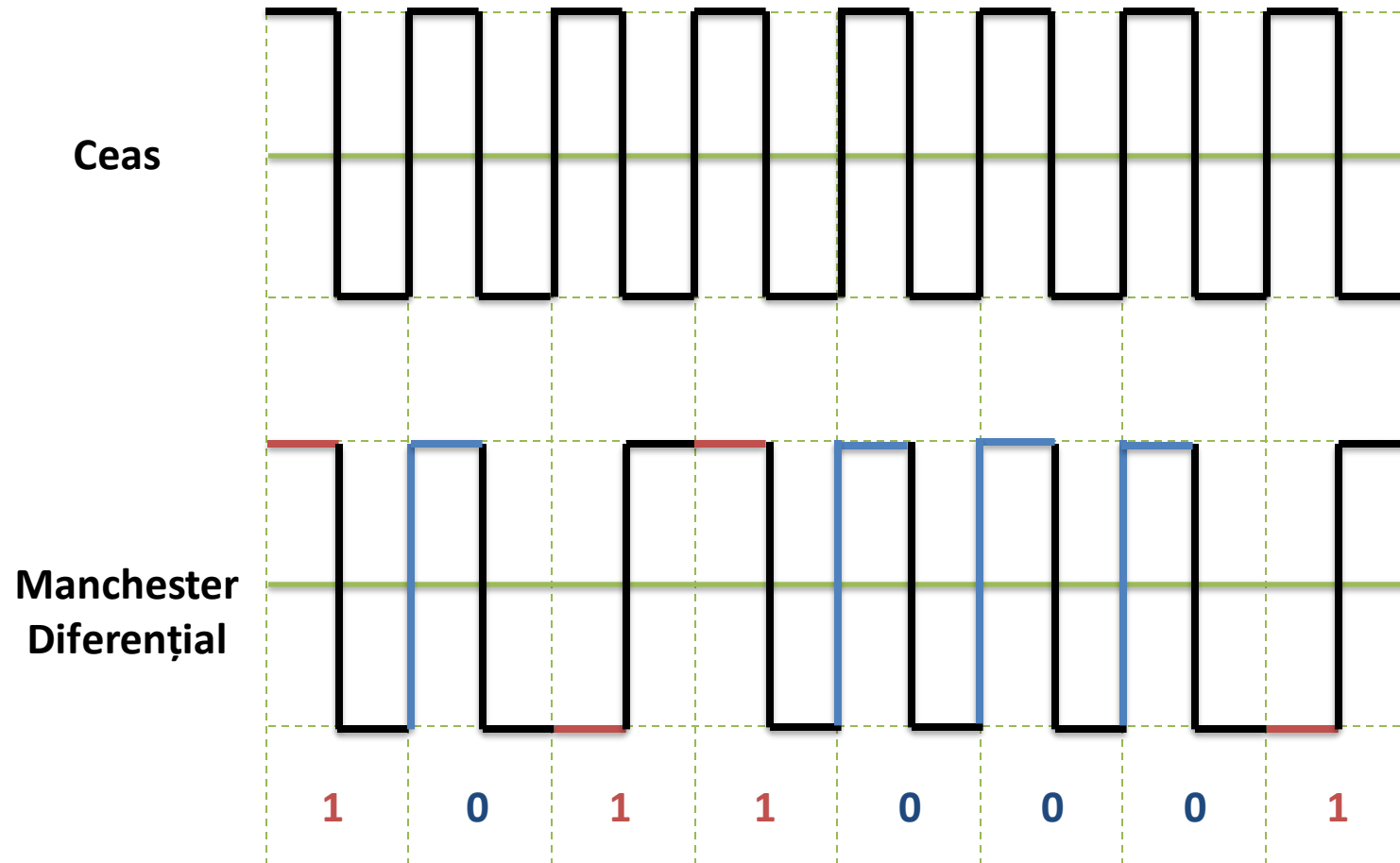
Codificare Non-Return-To-Zero Inverted



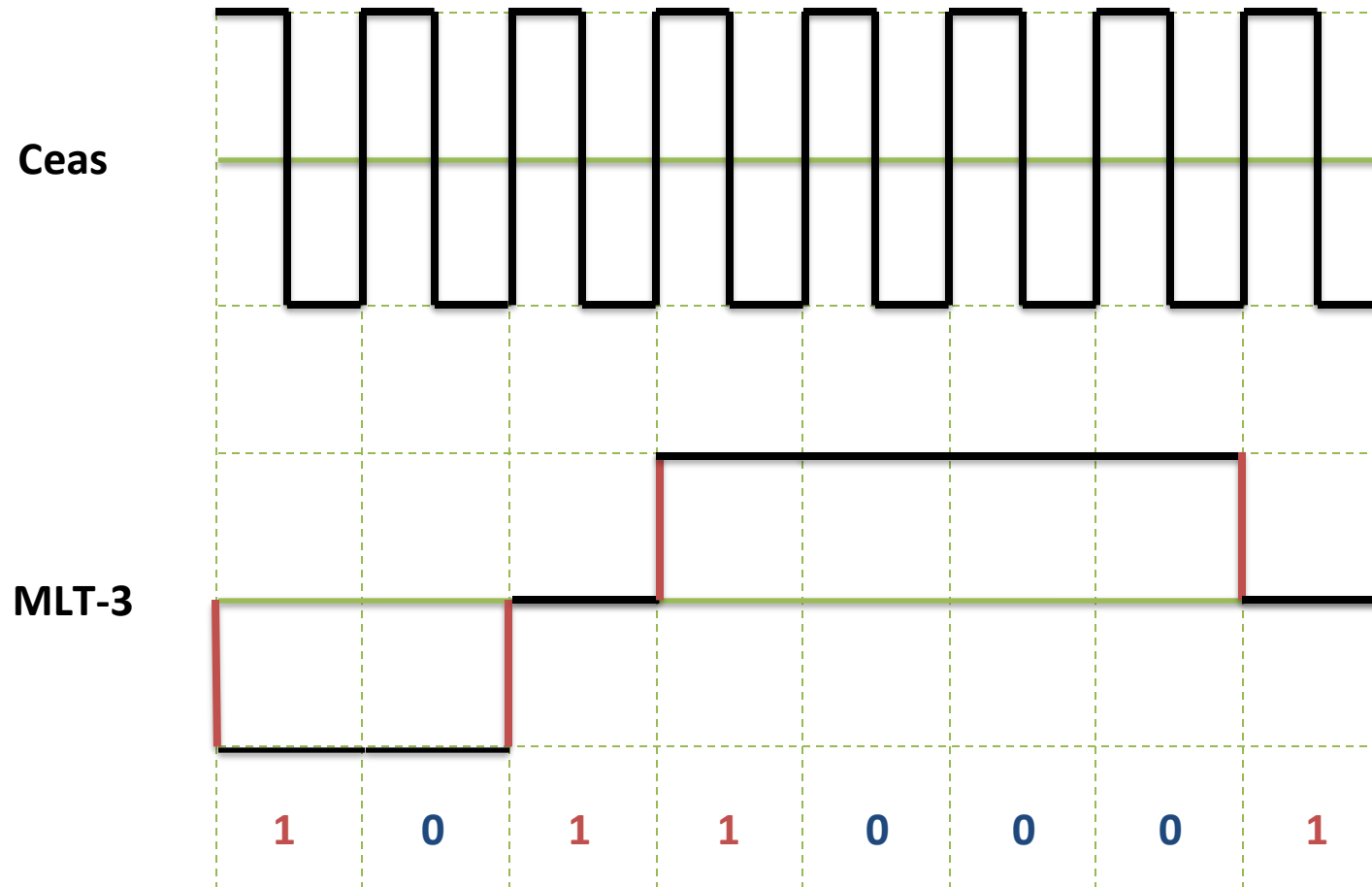
Codificare Manchester IEEE 802.3



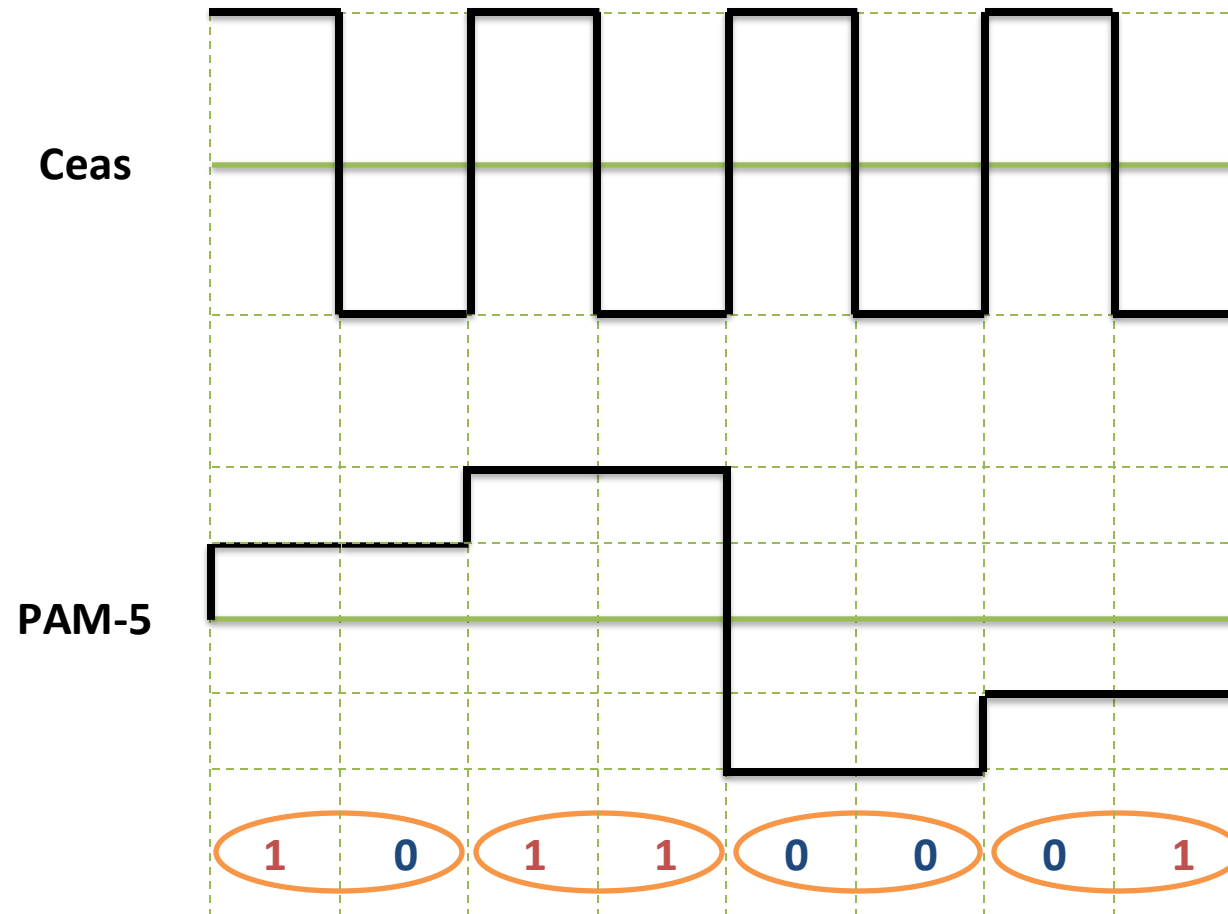
Codificare Manchester Diferențial



Codificare Multi-Level Transmit 3



Pulse-Amplitude Modulation 5



Codificare 4B5B

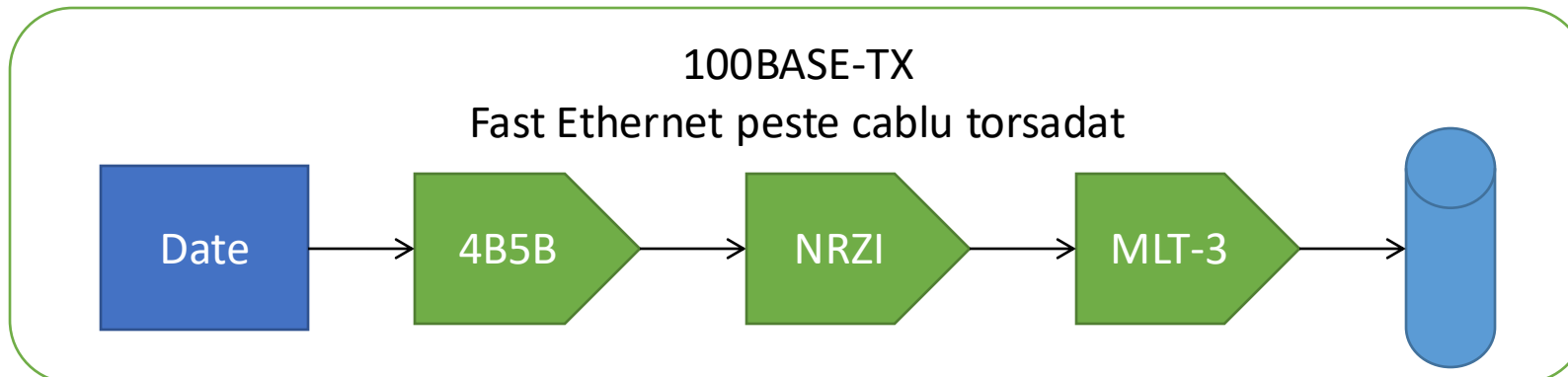
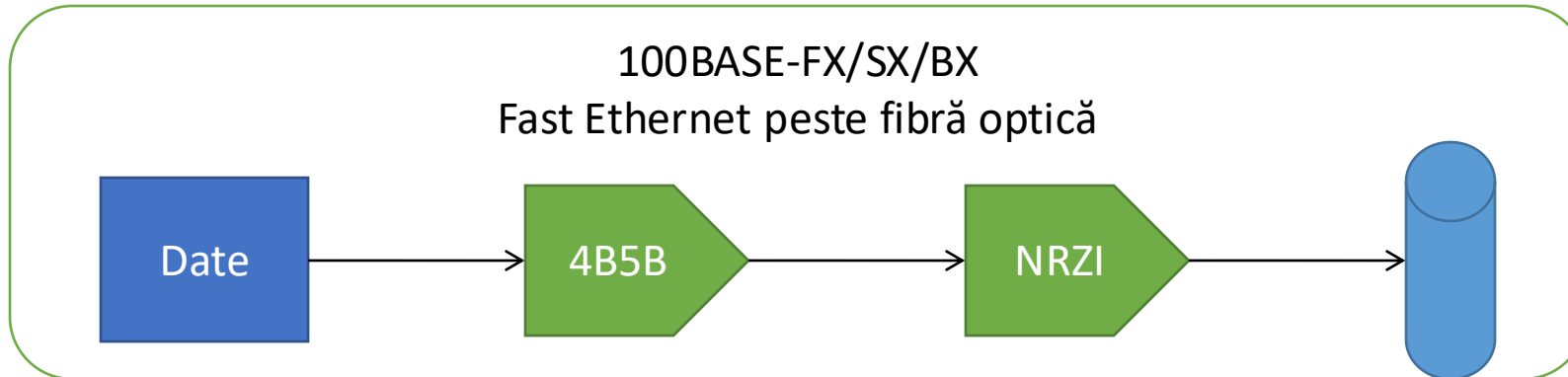
- Convertește blocuri de 4 biți în blocuri de 5 biți
- Folosit în combinație cu NRZ-I (fibră optică) sau MLT-3 (100BASE-TX, FDDI peste cupru)
- Blocurile de 5 biți au suficient de mulți biți de 1 a.î. NRZ-I/MLT-3 să nu piardă sincronizarea

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

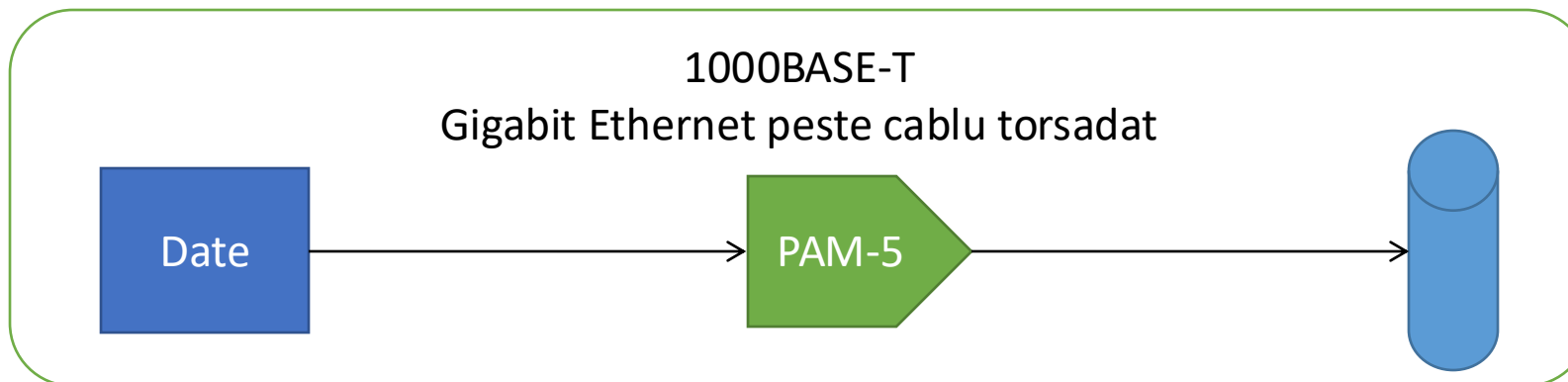
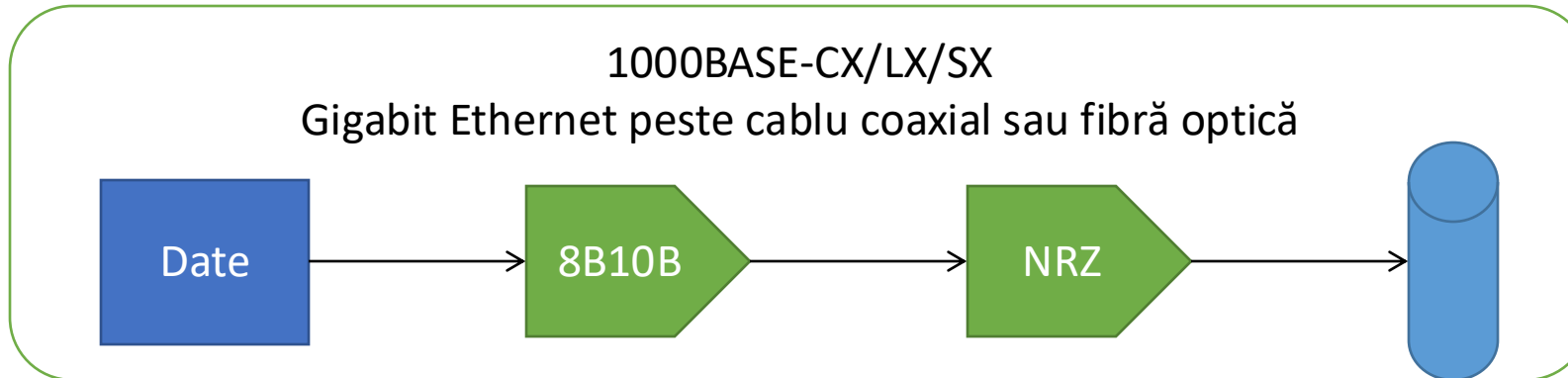
Nume	4b	5b
Q	-	00000
I	-	11111
J	-	11000
K	-	10001
T	-	01101
R	-	00111
S	-	11001
H	-	00100

Exemplu: Fast Ethernet



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

Exemplu: Gigabit Ethernet



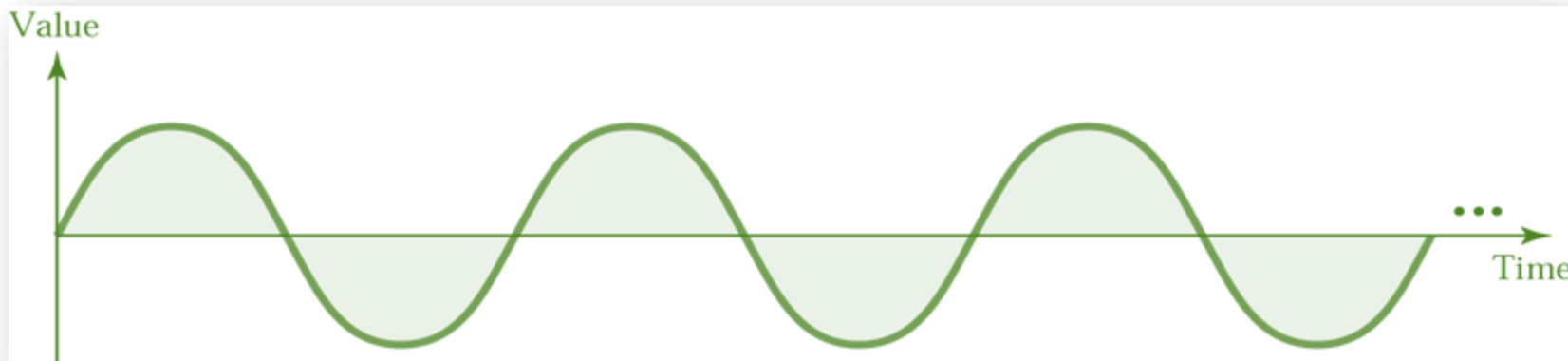
Transmisii analogice

- AM
- FM



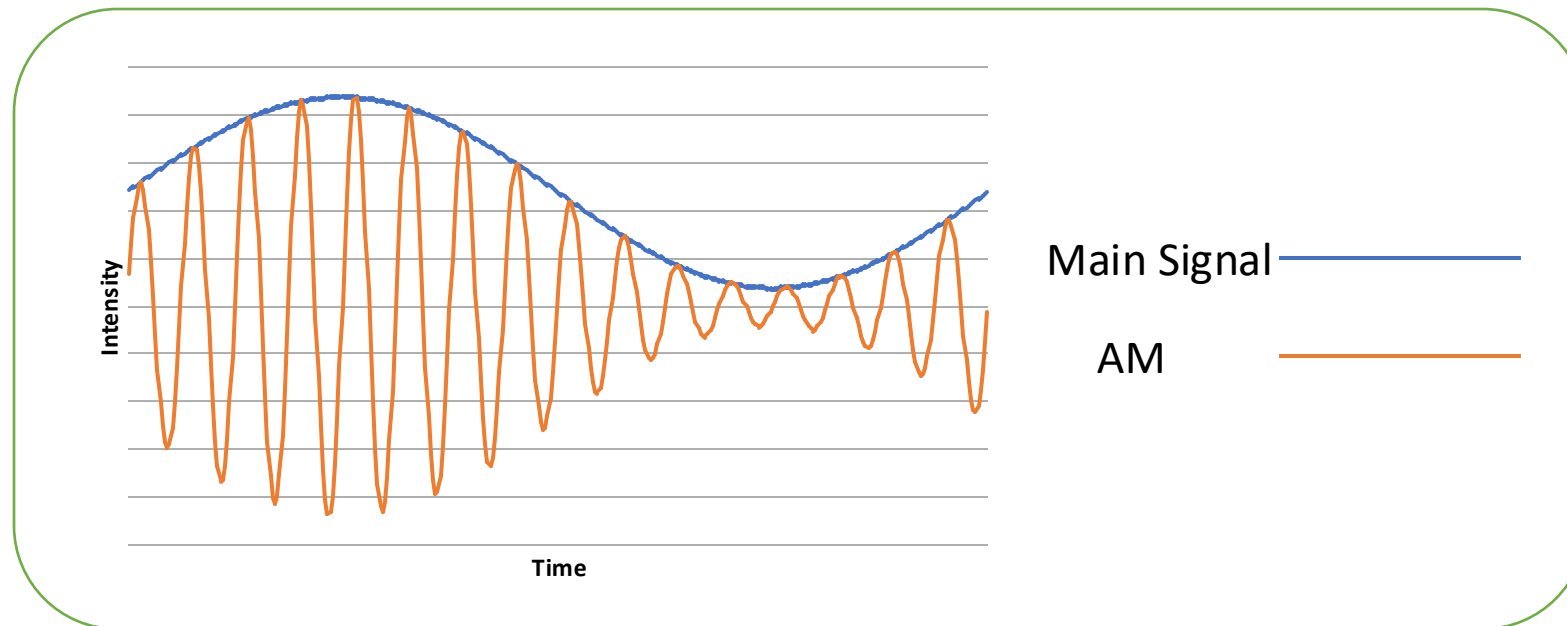
Transmisii analogice

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



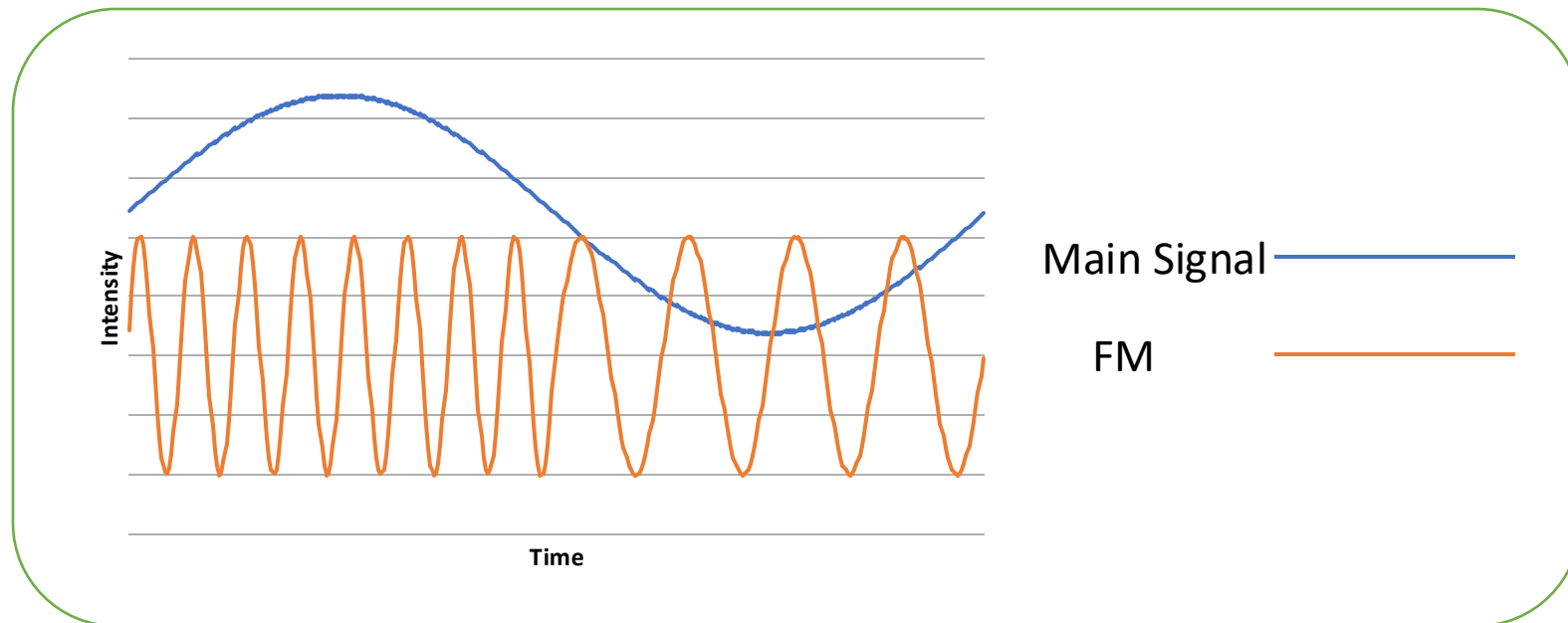
Transmisie analogică - AM

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



Transmisie analogică - FM

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



Transmiterea datelor digitale cu carrier analog

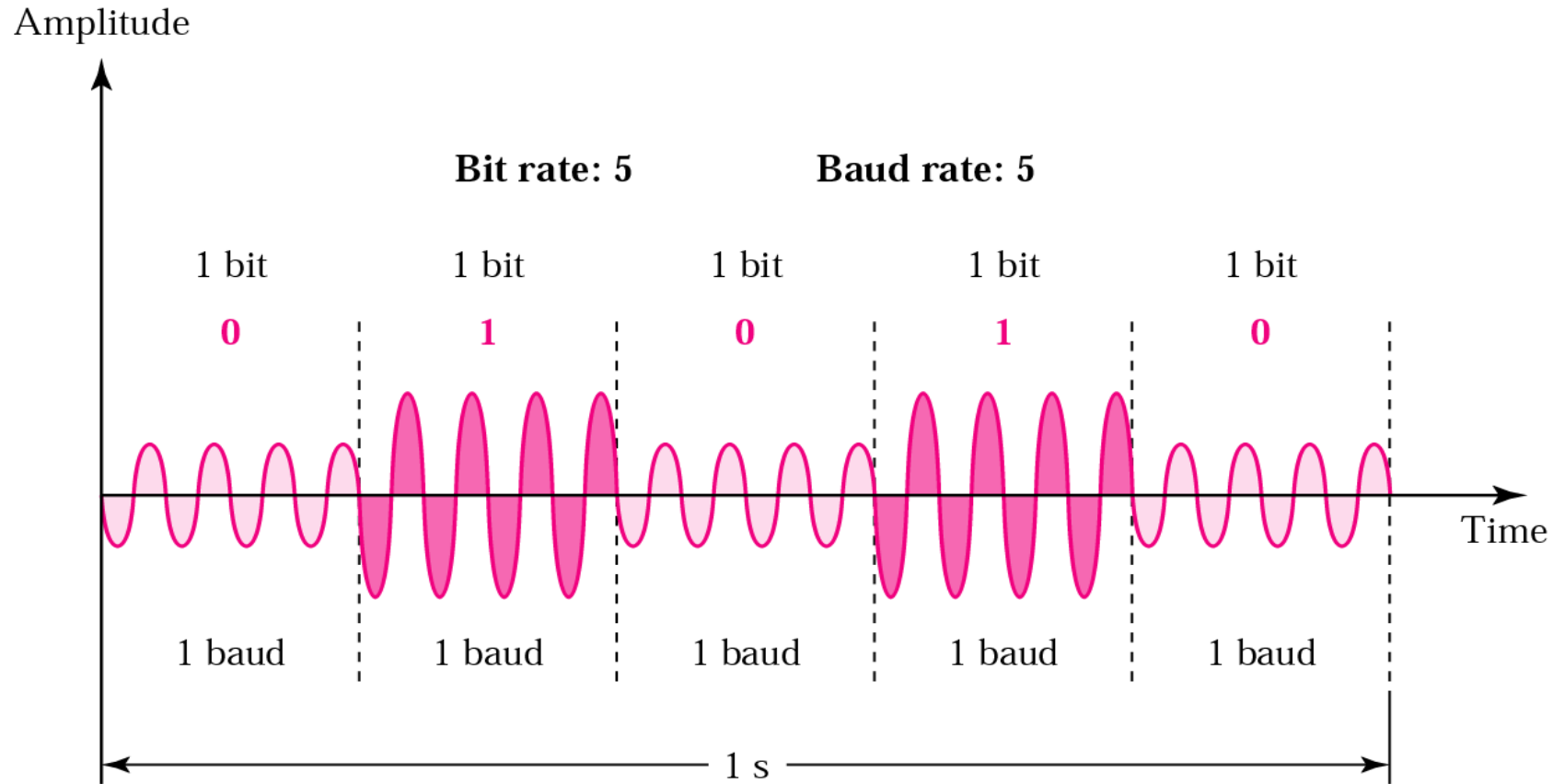
- ASK
- PSK
- FSK
- Diagrame de constelații



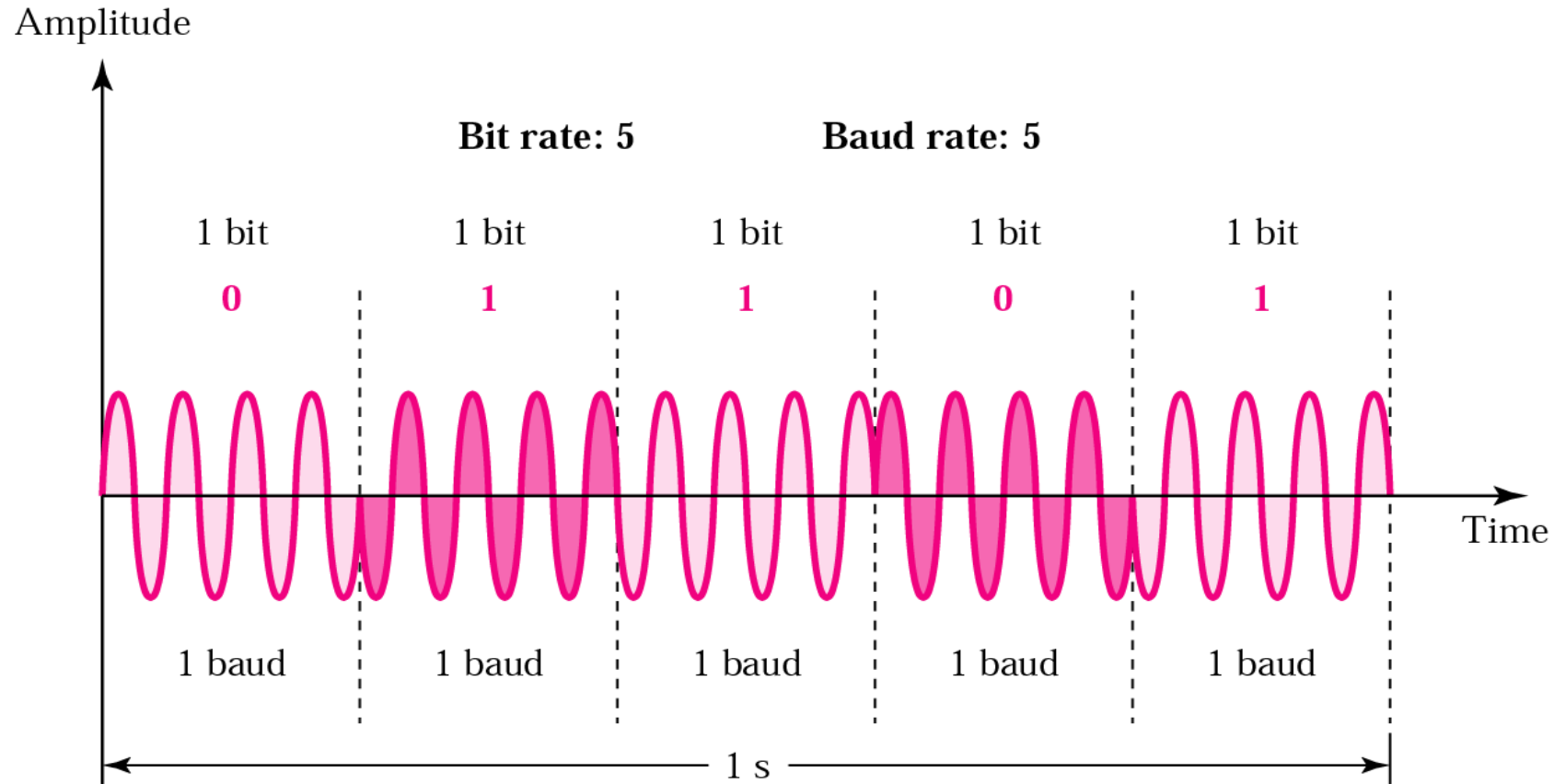
Transmisie analogică a datelor digitale

- 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 $\frac{\text{bit rate}}{\text{baud rate}}$

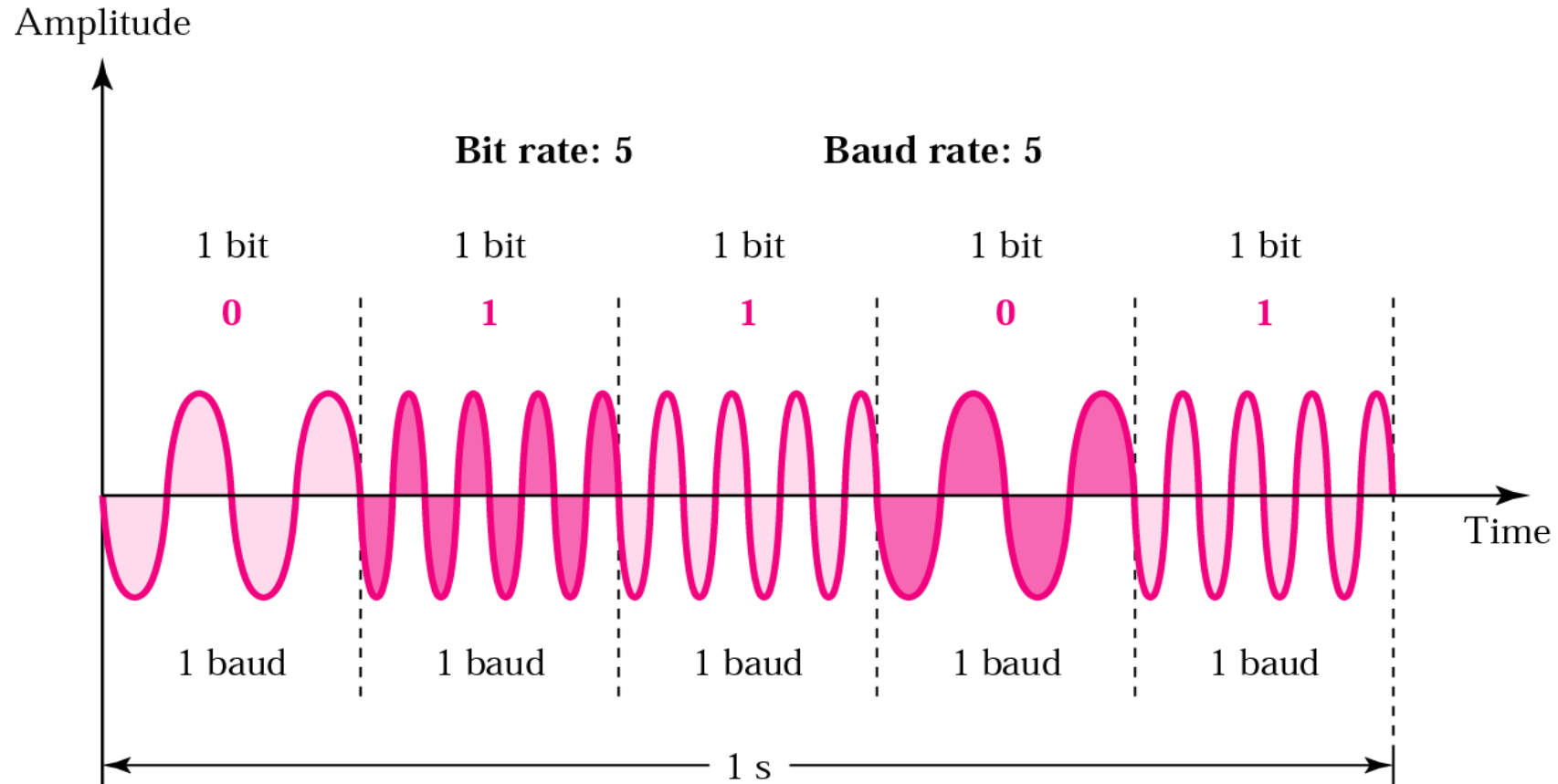
Modulare ASK



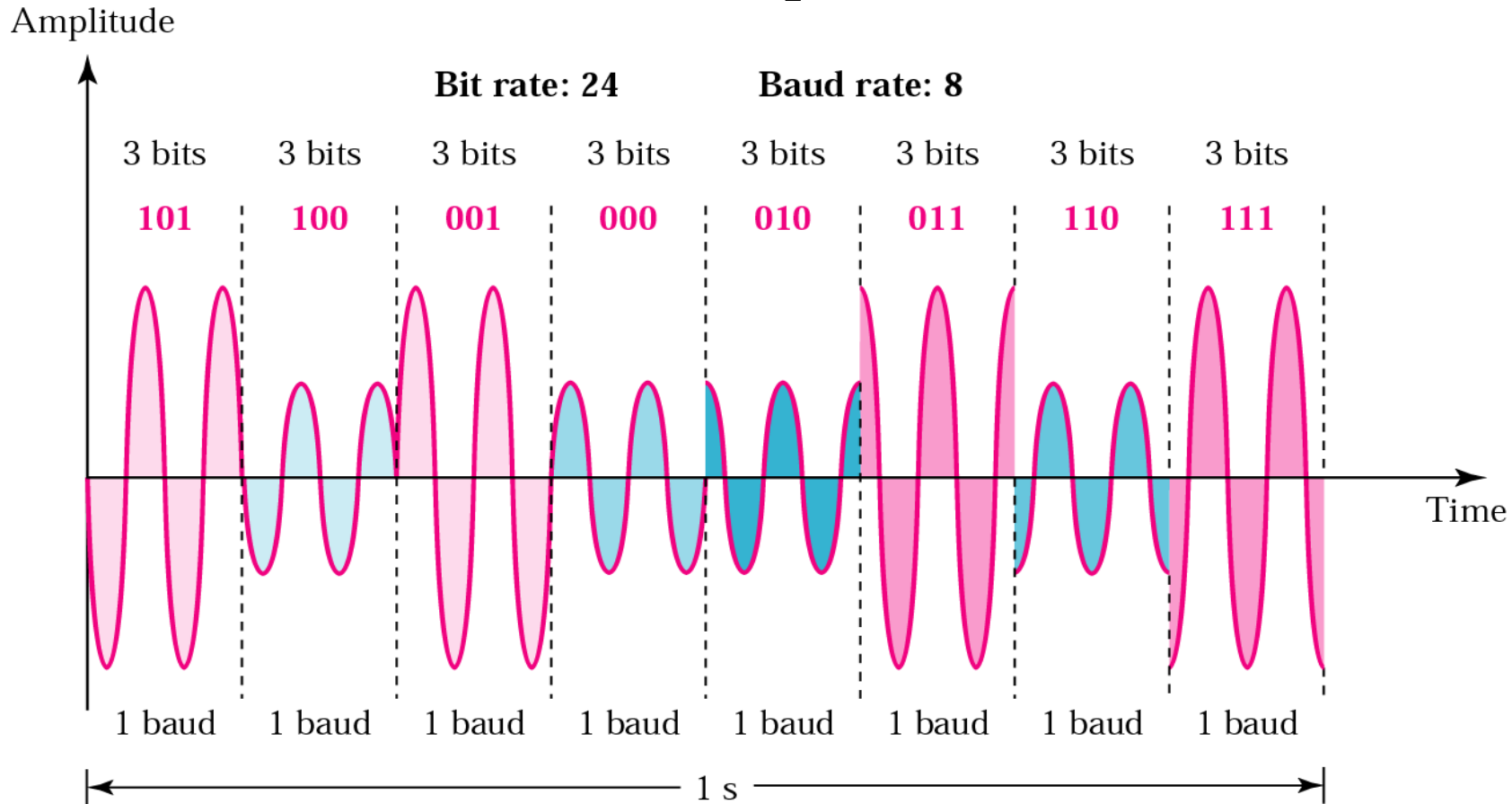
Modulare PSK



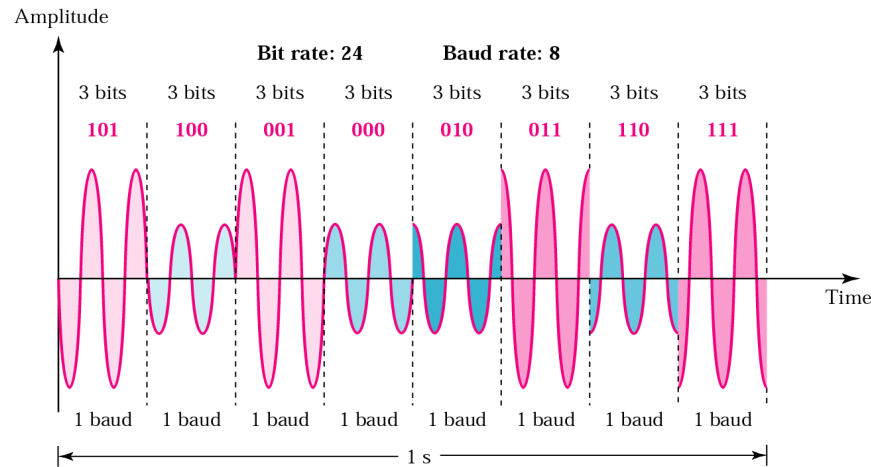
Modulare FSK



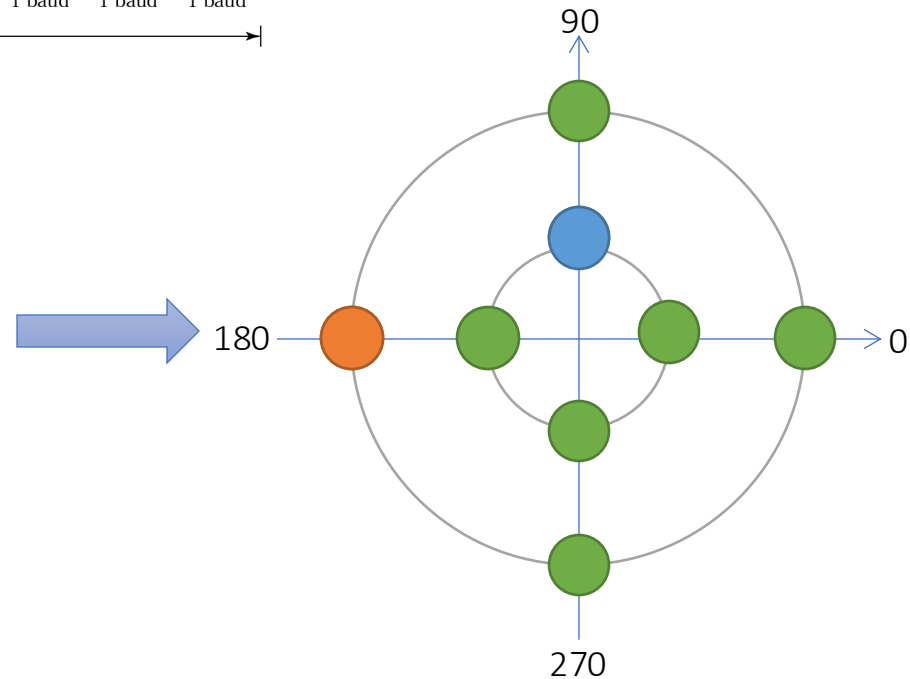
Combinație PSK-ASK (Quadrature Amplitude Modulation)



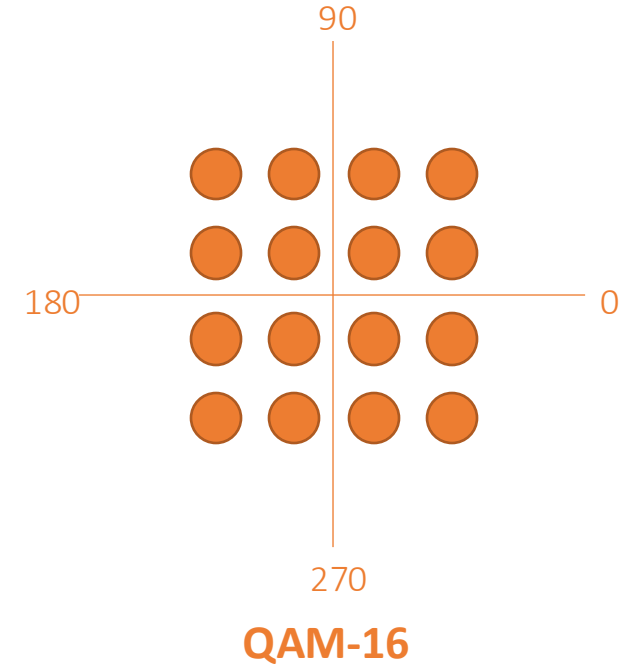
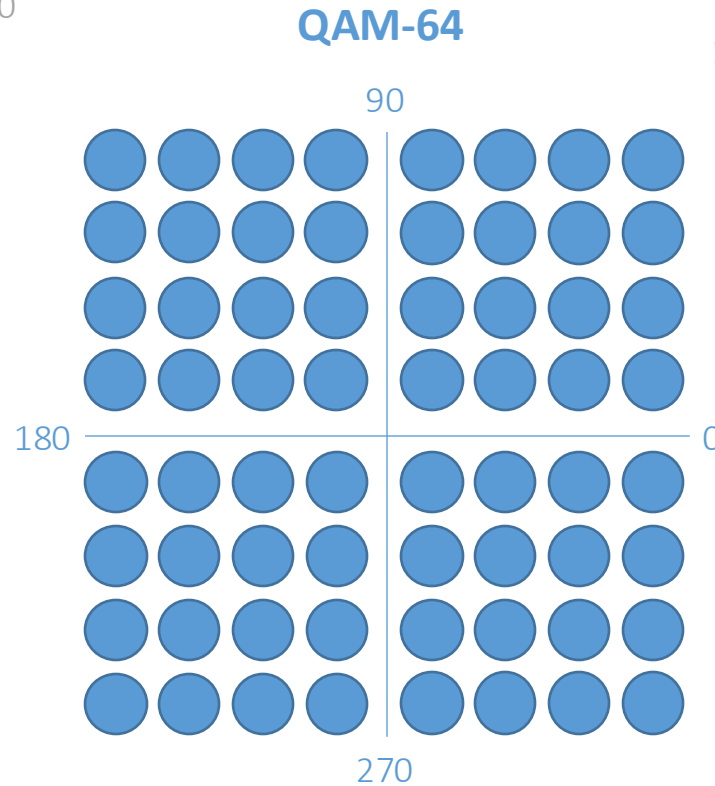
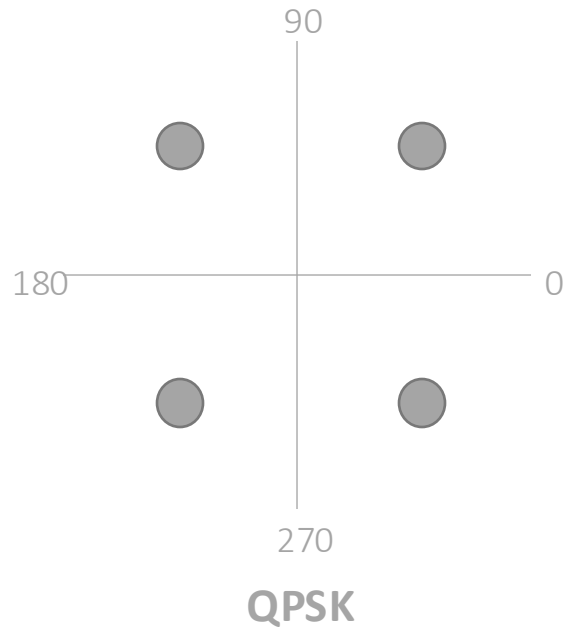
Diagrame de constelații



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°



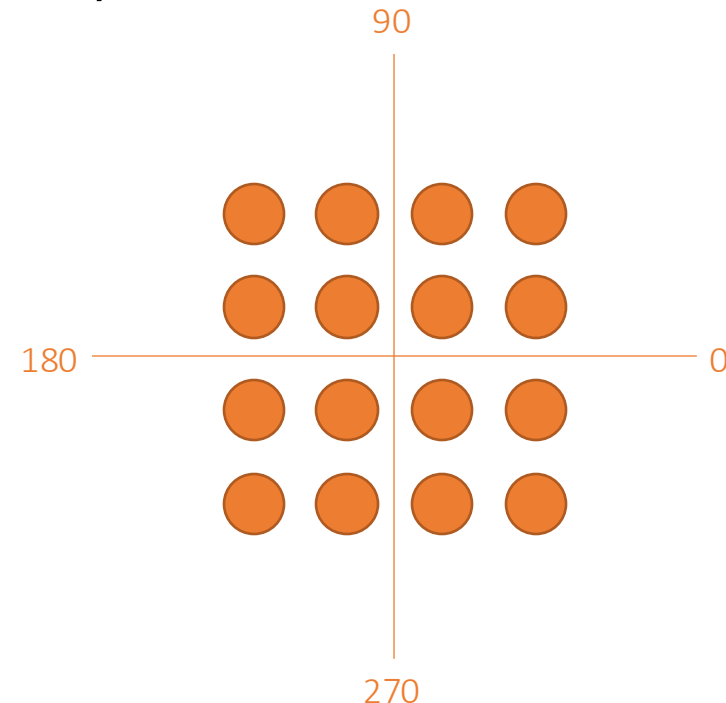
Exemple de constelații



Exercițiu

- 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 modularare?
- **R:** Sunt folosite 16 puncte de constelație pentru a trimite 4 biți per simbol, ceea ce înseamnă:

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



Sumar

