

# Sisteme de operare Rețele (1)

---

Sorin Milutinovici  
sorinmilu@gmail.com

## Ce este o rețea informatică?

- Rețeaua informatică este un sistem care permite transferul continuu al informației de la un computer la altul printr-o conexiune permanentă.
- Rețeaua informatică este compusă de obicei din sisteme fizice (cabluri, electronică) și din componente logice (modalități aparte de organizare a impulsurilor care sunt trimise pe sistemele fizice).
- Conectarea unui computer la rețea presupune existența unui montaj electronic special, care se numește *adaptor de rețea*. Adaptorul de rețea este instrumentul care știe să interpreteze impulsurile care circulă pe rețea și să le prezinte sistemului. Acest adaptor este un dispozitiv.
- Orice sistem de operare care este instalat pe un computer conectat la rețea trebuie să aibă un driver pentru dispozitivul respectiv și o serie de componente software care să transforme informația din limbaj uman în pachete informaționale logice pe care să le prezinte adaptorului. Acesta le va transforma în impulsuri electrice care se vor transmite pe rețea.
- Toate aceste componente, împreună cu multe altele, se supun unui set de standarde care specifică modul de funcționare a fiecărui element.

# Dispozitive de tip rețea

- Dispozitivele de tip rețea sunt oarecum asemănătoare cu dispozitivele de tip bloc, ele se înregistrează în sistem și apoi transmit și primesc blocuri la cerere.
- În timp ce dispozitivele de tip bloc sunt accesibile prin intermediul unui nod în sistemul de fișiere, dispozitivele de tip rețea se înregistrează sub forma de interfețe.
- Dispozitivele de tip bloc operează numai la comanda nucleului, în timp ce dispozitivele de tip rețea pot primi informație care vine pe rețea, fără a fi cerută.
- În plus, dispozitivele de tip rețea trebuie să poată executa o serie întreagă de alte operații: să seteze adrese, să acumuleze statistici de transfer.
- Ca toate celelalte drivere, și driverele de rețea se bazează pe un subsistem care permite trimiterea unor comenzi uniforme indiferent de hardware

## 4 Dispozitive de tip rețea (Linux)

- Fiecare dispozitiv de rețea recunoscut de nucleul sistemului de operare va crea un obiect special numit interfață. Această interfață va fi utilizată de nucleu pentru a trimite informația care trebuie să plece pe rețea și pentru a primi informația care vine de pe rețea.

```
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:50:56:aa:0e:bb
          inet addr:99.201.106.87  Bcast:99.201.106.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::250:56ff:feaa:ebb/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:5296177 errors:0 dropped:38476 overruns:0 frame:0
          TX packets:3701404 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:807026633 (807.0 MB)  TX bytes:1278521127 (1.2 GB)

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Metric:1
          RX packets:10591 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:10591 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1
          RX bytes:964207 (964.2 KB)  TX bytes:964207 (964.2 KB)
```

- Eth0 este obiectul care reprezintă în nucleu placa de rețea (în noile sisteme denumirea poate fi diferită, ex: enp0s3 - mai multe detalii [aici](#) ).
- Lo este o interfață de rețea virtuală pe care o pornește orice sistem Linux pentru a permite proceselor să comunice cu serviciile aflate pe același computer. Existența interfeței de loopback permite separarea traficului de tip rețea din interiorul aceluiasi sistem de operare de cel public.

# Ce transmitem pe rețea?

## ➤ **Bit** b

Cea mai mică unitate informațională într-un sistem informatic. Poate avea valorile 0 sau 1. Toate datele care trec printr-un sistem informațional sunt reprezentate la baza în succesiuni de biți.

## ➤ **Octet** (Byte) B

Un octet reprezintă un grup de 8 biți. Un octet reprezintă cea mai mică unitate de limbaj care trece prin sistemele informatice. Nu a fost întotdeauna așa. Printre primele reprezentări ale literelor și cifrelor, ASCII, fiecare caracter era definit pe 7 biți. Majoritatea arhitecturilor însă folosesc astăzi grupări de biți care să fie puteri ale lui 2.

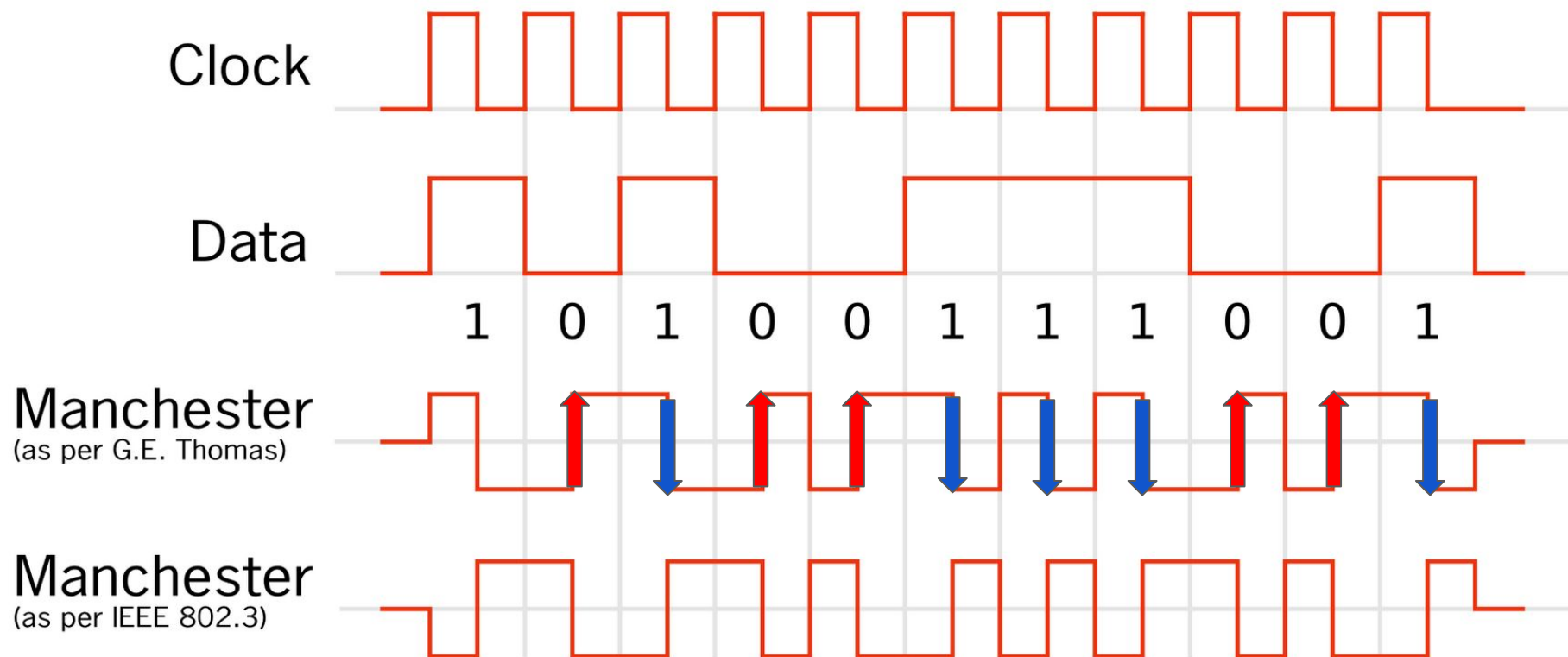
## ➤ **Kilo** (Mega, etc.) bits pe secundă (kbps)

Reprezintă o viteză de transfer. Este numită în mod convențional viteză deși unitatea de măsură nu este distanță/timp ci cantitate/timp, din punct de vedere fizic este mai degrabă un fel de debit. Dar, în mod tradițional, când vorbim despre viteza unei conexiuni prin care se face transfer de date, ne referim la o unitate cantitativă (un număr de biți) pe unitate de timp.

## ➤ **Kilo**(Mega, etc.) octeți pe secundă (kBps)

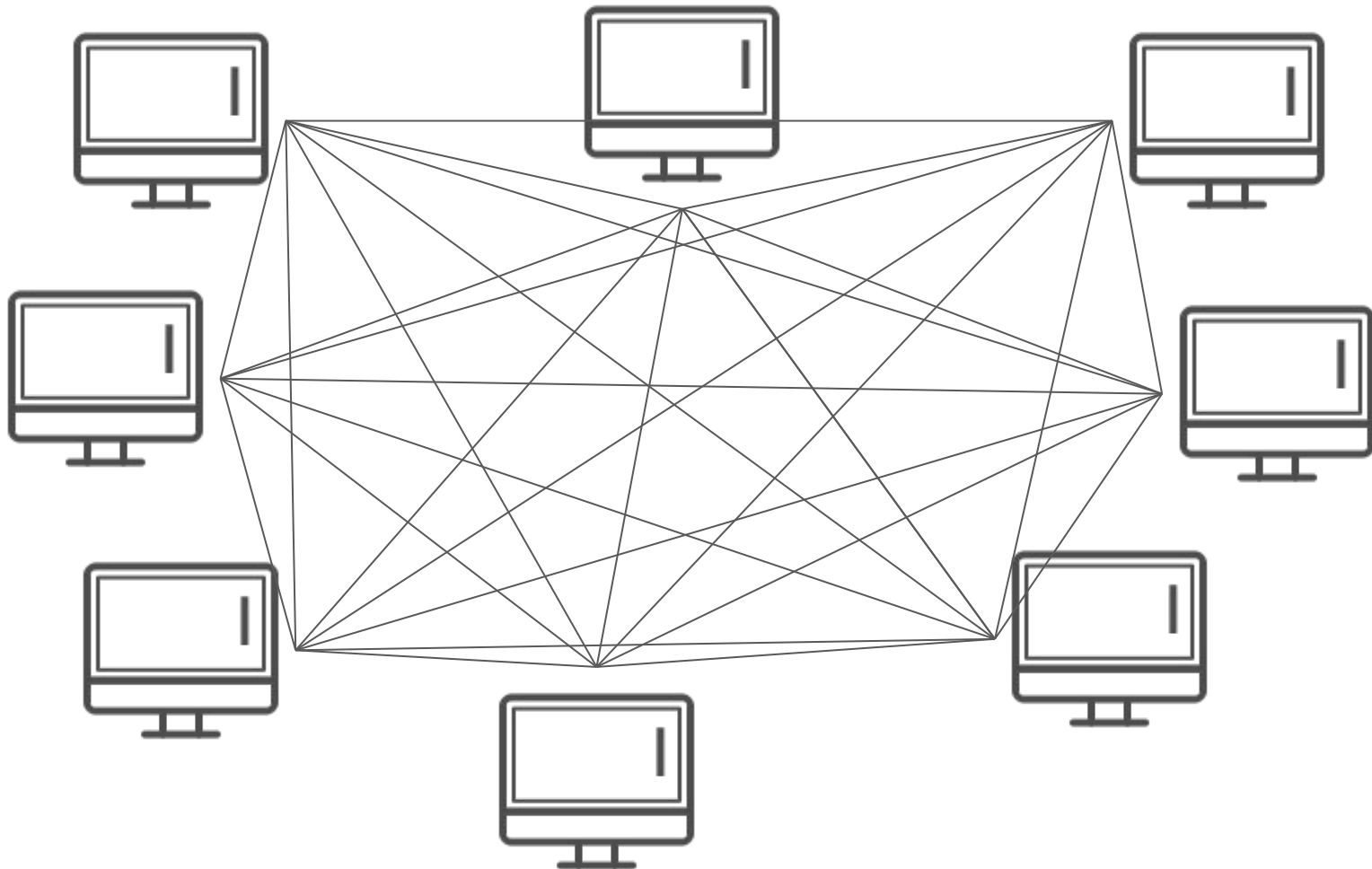
Este aceeași mărime ca cea anterioară doar că se exprimă în octeți și nu în biți. Pentru a obține valoarea de kiloocteți pe secundă, trebuie să împărțiți la 8 valoarea de kilobiți pe secundă.

# Cum transmitem biți (1 și 0) pe un cablu?



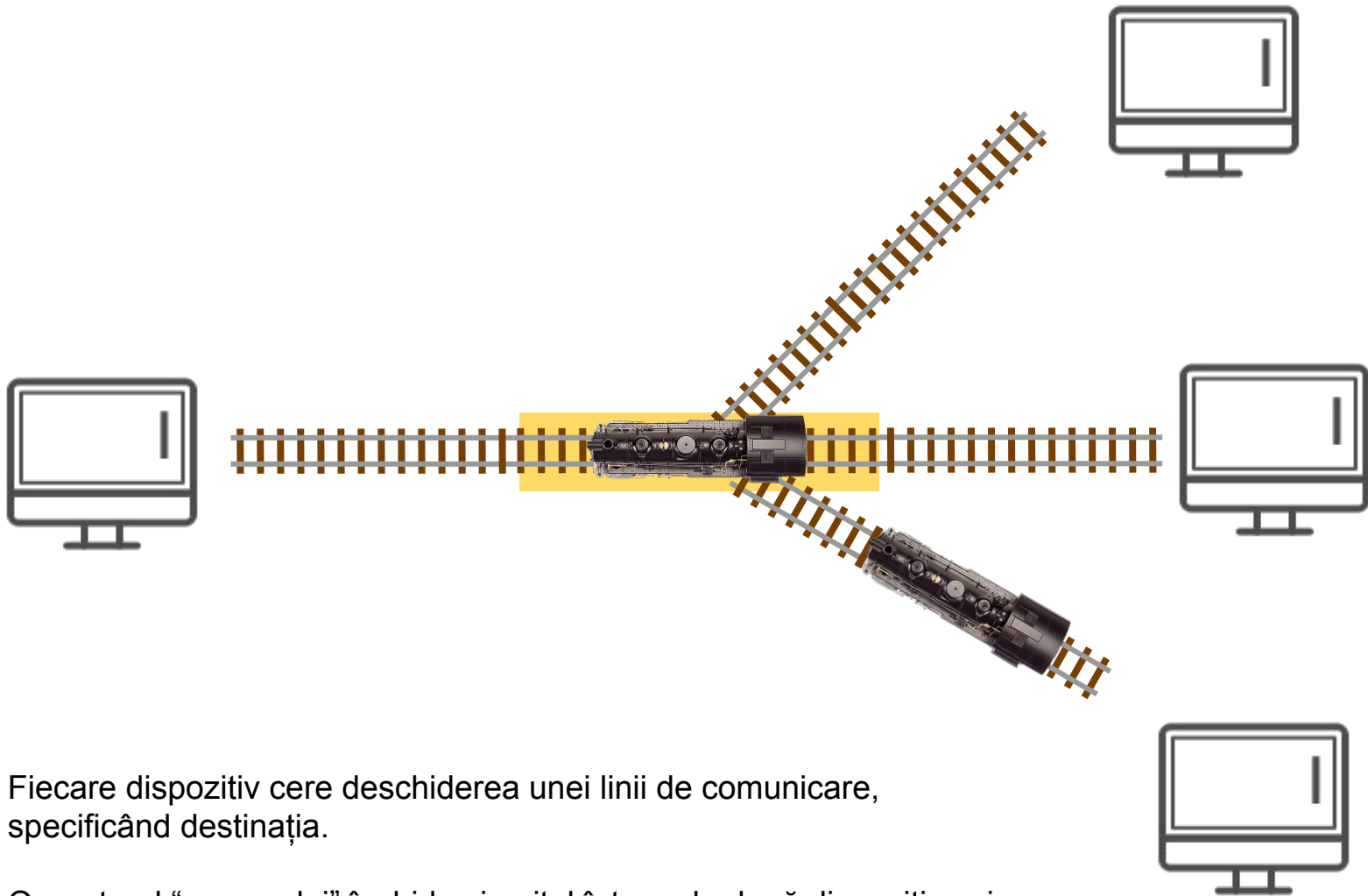
Manchester encoding a fost utilizat pentru transmisiile Ethernet până la 10 Base T, după care a fost înlocuit cu versiuni mai complicate (MLT-3, 8B1Q4)

## Topologii - cum legăm computerele între ele? (Mesh)



Modul în care computerele sunt legate între ele pentru a putea comunica pe fir nu e o decizie simplă. Un mod naiv, fiecare pereche de computere are un fir care le conectează, este complet nescalabil: pentru fiecare computer nou adăugat trebuie să fie întinse tot atâtea fire câte computere există deja în rețea.

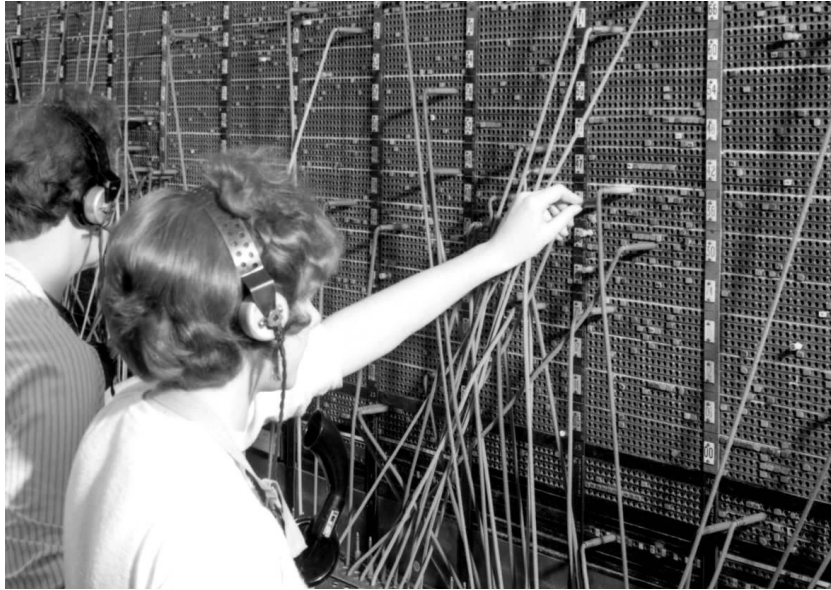
# Point to point cu comutație de circuite



- Fiecare dispozitiv cere deschiderea unei linii de comunicare, specificând destinația.
- Operatorul “macazului” închide circuitul între cele două dispozitive și acestea încep să comunice.



## 9 Point to point cu comutație de circuite



Sistemele de telefonie folosesc comutația de circuite.

Celebrele secvențe din filmele vechi în care operatoarea din centrală înfige mufe în panouri imense reprezintă o modalitate de comutație de circuite manuală.

### **Avantaje:**

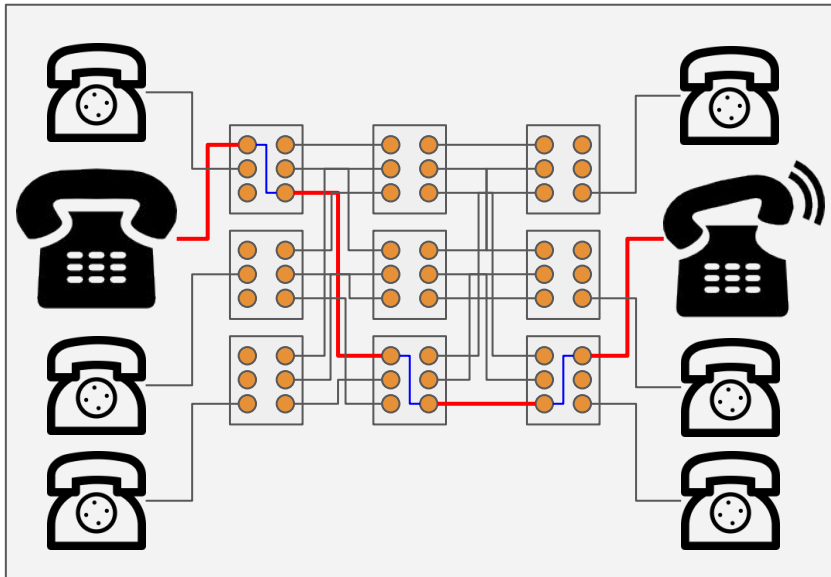
Conexiunea, odată realizată, este garantată, rata de transfer de date e constantă, predictibilă. E o conexiune directă și se comportă ca atare.

Nu există întârzieri pe rețea.

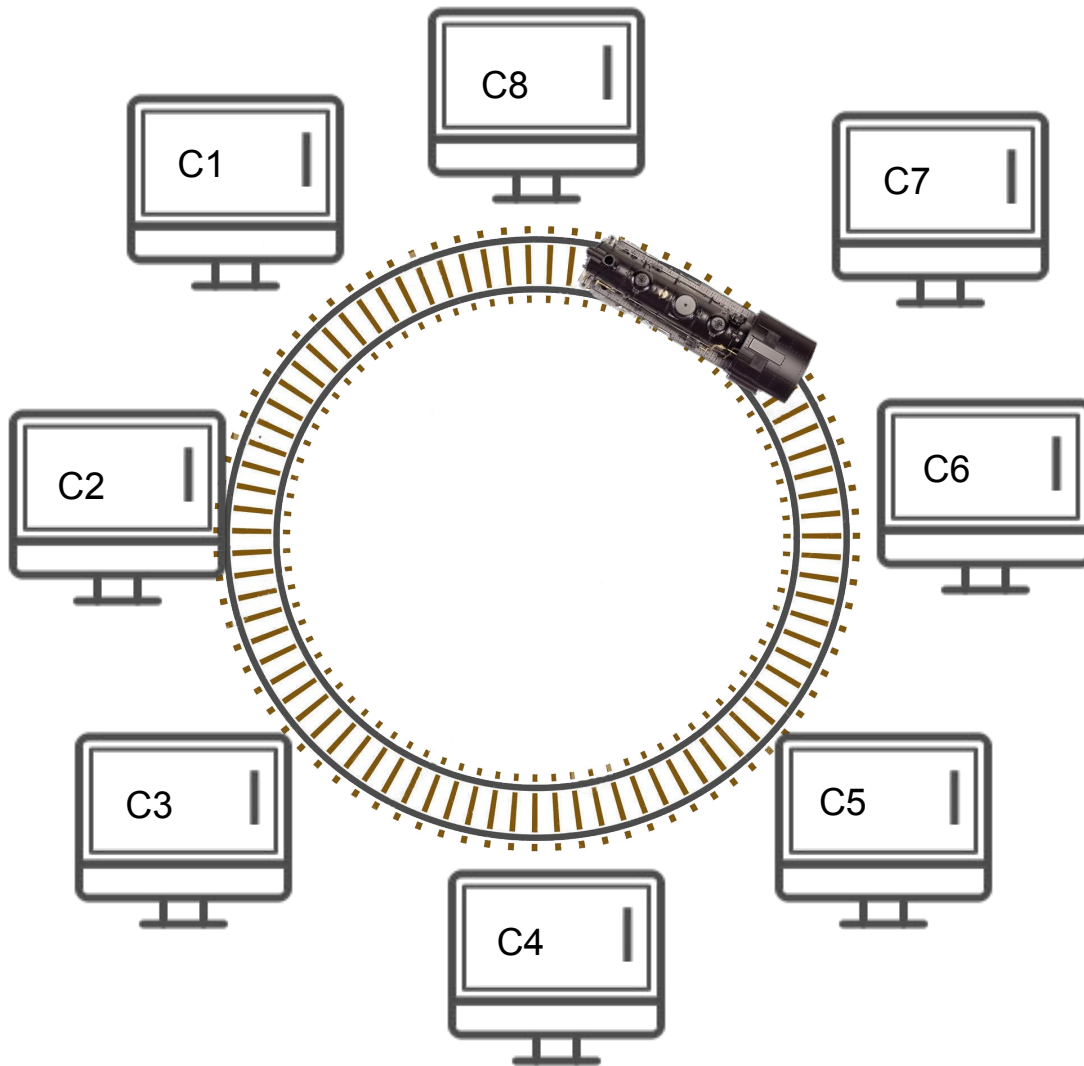
### **Dezavantaje:**

Folosire inefficientă a resurselor. Număr limitat de conexiuni care se pot realiza în paralel.

Timp necesar pentru realizarea conexiunii.



## 10 Topologia de tip magistrală (poate fi închisă sau deschisă)



Un singur cablu deservește toate computerele din rețea.

### **Avantaje:**

Lungime totală a cablului mai mică decât la alte topologii

Mai ușor de construit

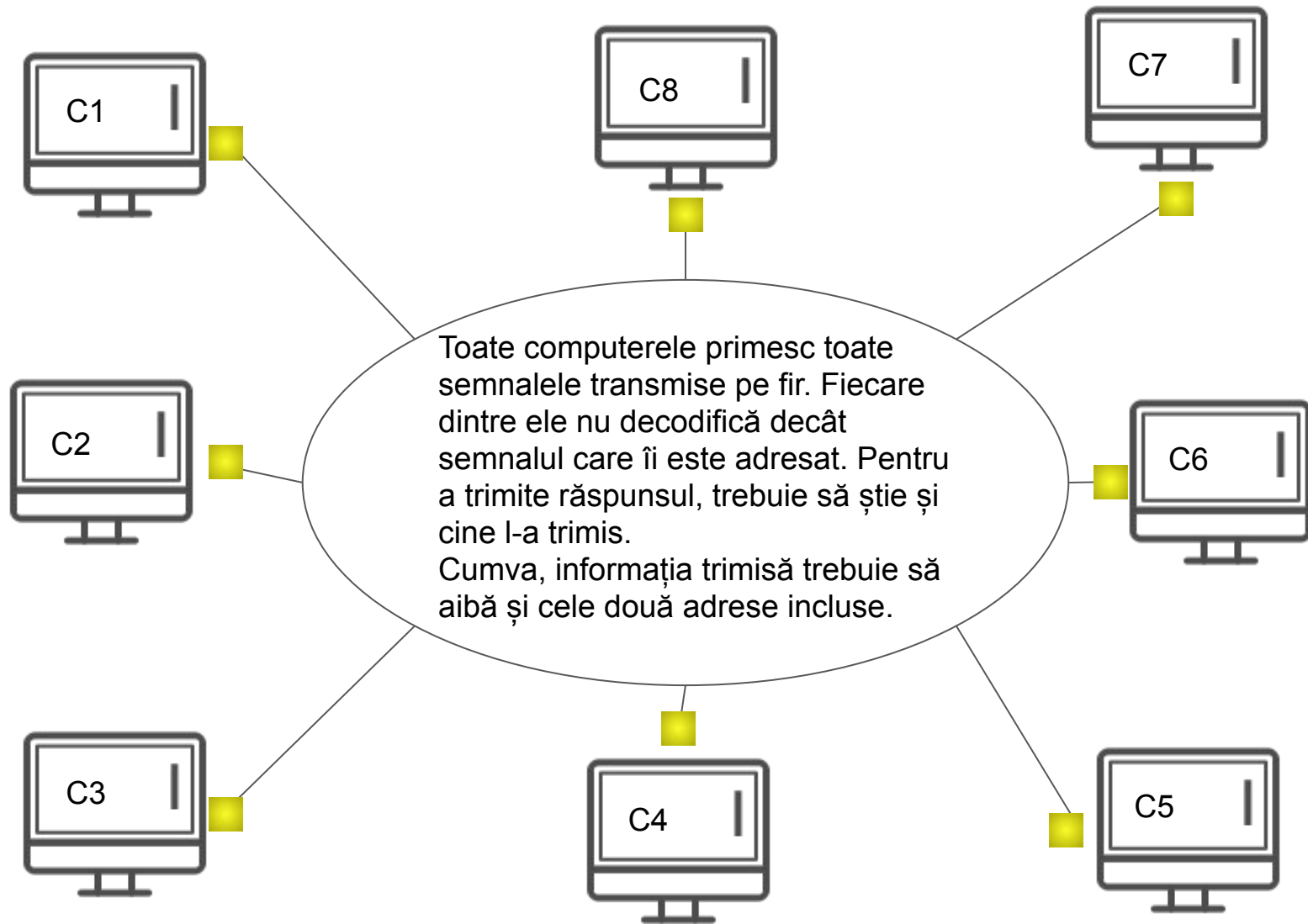
Mai ușor de extins dacă noul computer nu e foarte departe.

### **Dezavantaje:**

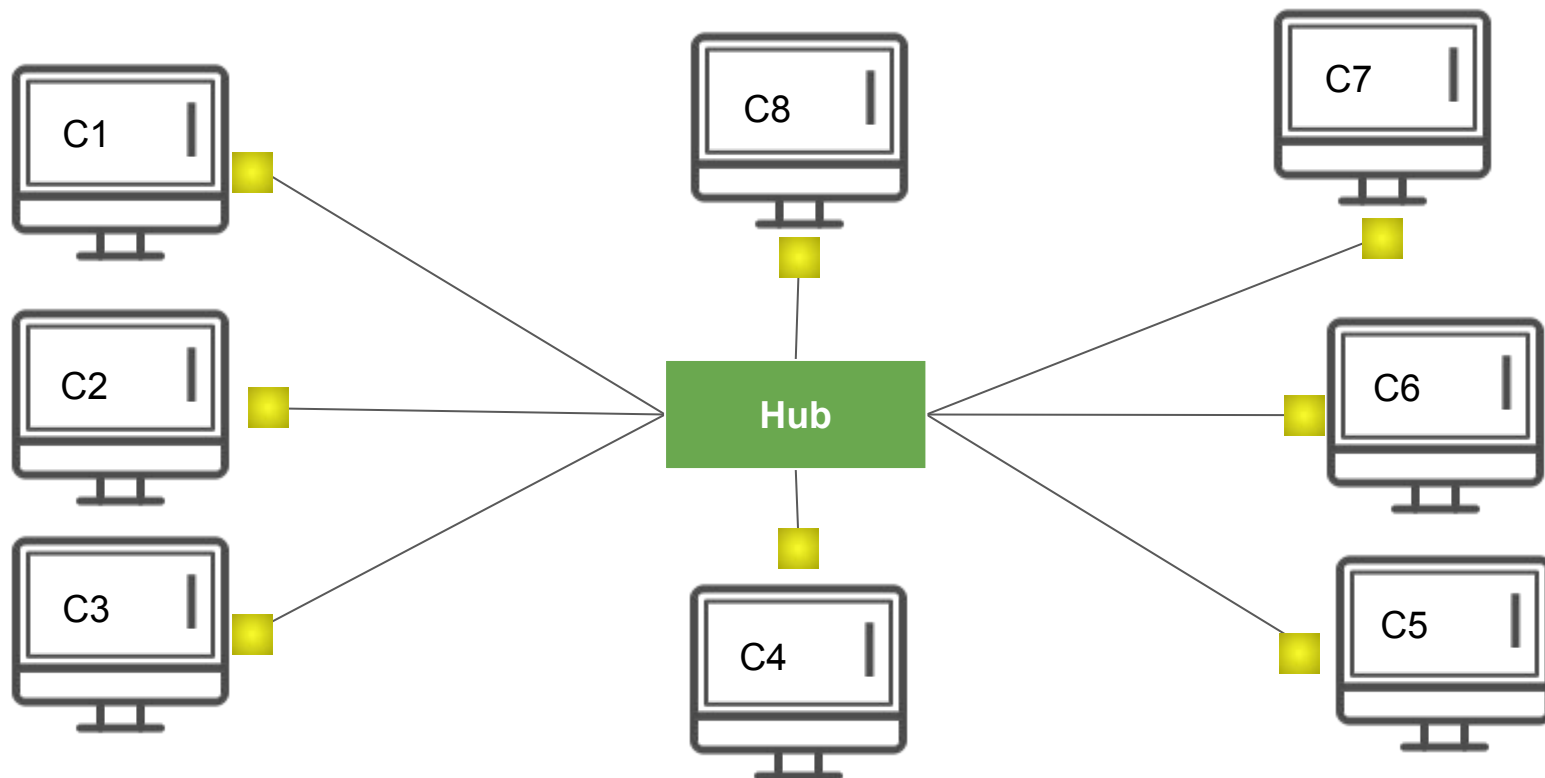
Dacă se rupe conexiunea într-un singur loc, toată rețeaua cade.

Nu se pot extinde foarte mult: lungimea cablului cât și numărul de stații sunt limitate

# Topologia de tip magistrală



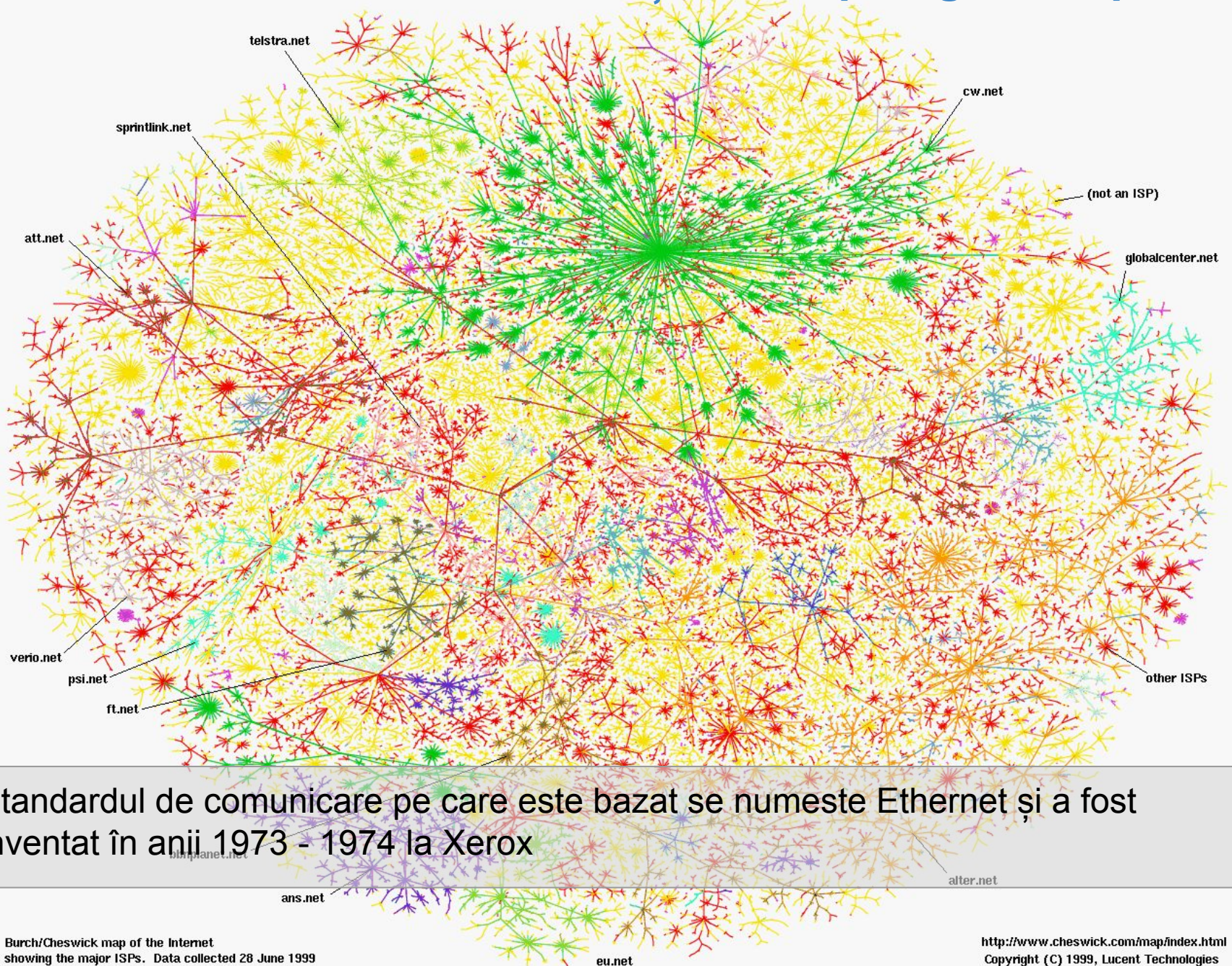
# Topologia de tip stea



- Topologia de tip stea se bazează pe existența unui dispozitiv central care amplifică fiecare semnal venit pe fir astfel încât să îl primească corect fiecare dispozitiv conectat la rețea.
- În continuare este nevoie de adrese pentru fiecare computer - fiecare trebuie să știe ce pachete i se adresează și ce pachete nu.
- HUB-urile au fost înlocuite cu switchuri care trimit informația doar către computerul destinație.



# Internetul este o imensă rețea cu topologia de tip stea



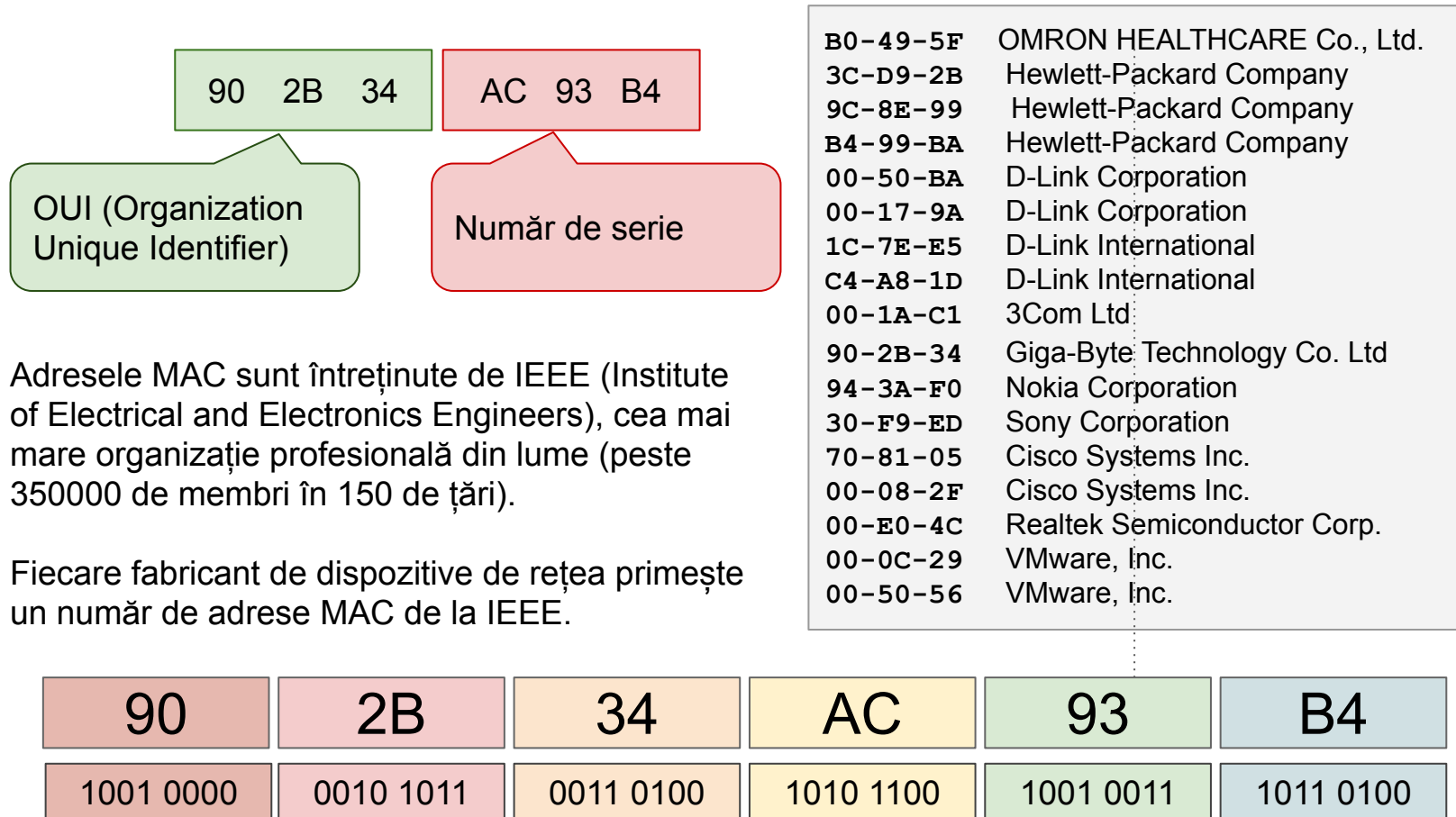


# Adresele dispozitivelor conectate pe rețea

## Adresa Media Access Control (MAC)

Adresele MAC sunt adrese ale dispozitivelor conectate pe Internet. Apar în marea majoritate a protocoalelor utilizate în acest moment.

Adresele mac sunt numere în lungime de 48 de biti (6 octeți).



Adresele MAC sunt întreținute de IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), cea mai mare organizație profesională din lume (peste 350000 de membri în 150 de țări).

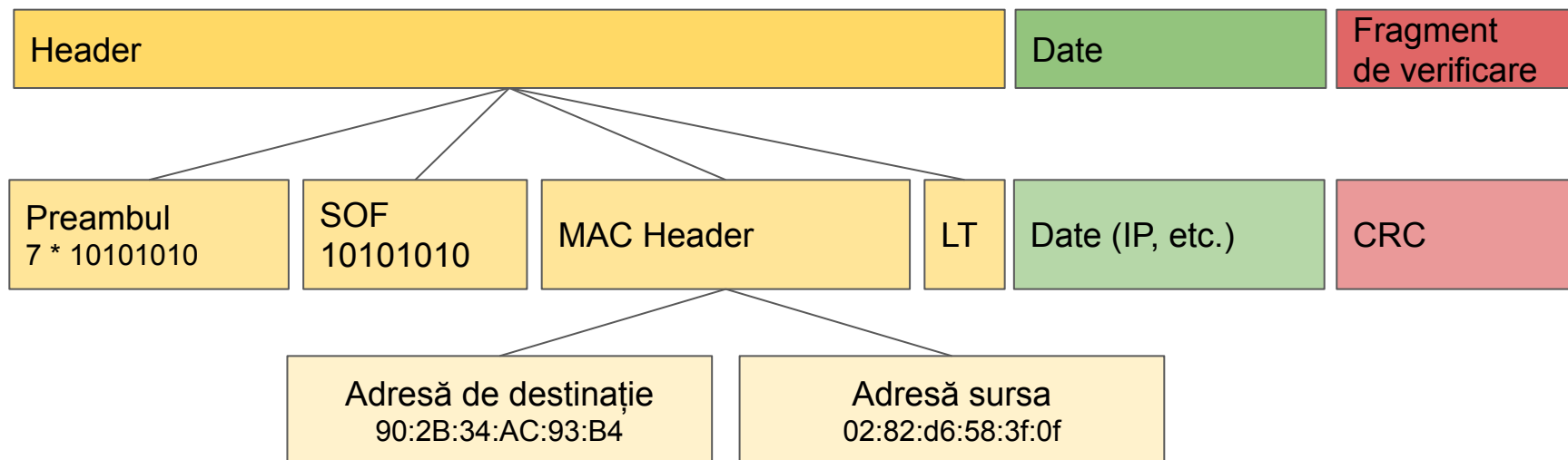
Fiecare fabricant de dispozitive de rețea primește un număr de adrese MAC de la IEEE.

# Structura informației Ethernet (IEE 802.3)

Informațiile transmise pe rețele sunt împărțite în fragmente numite frame-uri.

Fiecare frame are trei părți:

- Partea inițială care conține informații despre cantitatea de date din partea principală și despre adresele sursă și destinație
- Partea principală - care conține datele propriu-zise
- Partea finală - care conține un cod de verificare

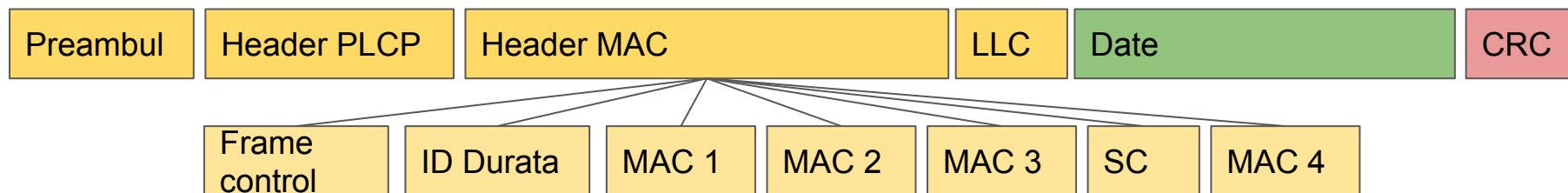


Frame-urile sunt ca niste colete. Pot “transporta” orice fel de informație atâta timp cât aceasta încapă în “cutie”, adică în dimensiunea maximă a părții principale.

Ca un colet, un Frame conține toate informațiile necesare pentru ca ea să ajungă la destinație, să i se verifice integritatea la ajungerea la destinație, să se cunoască adresa sursă de către destinatar.

# Structura informației wireless (IEE 802.11)

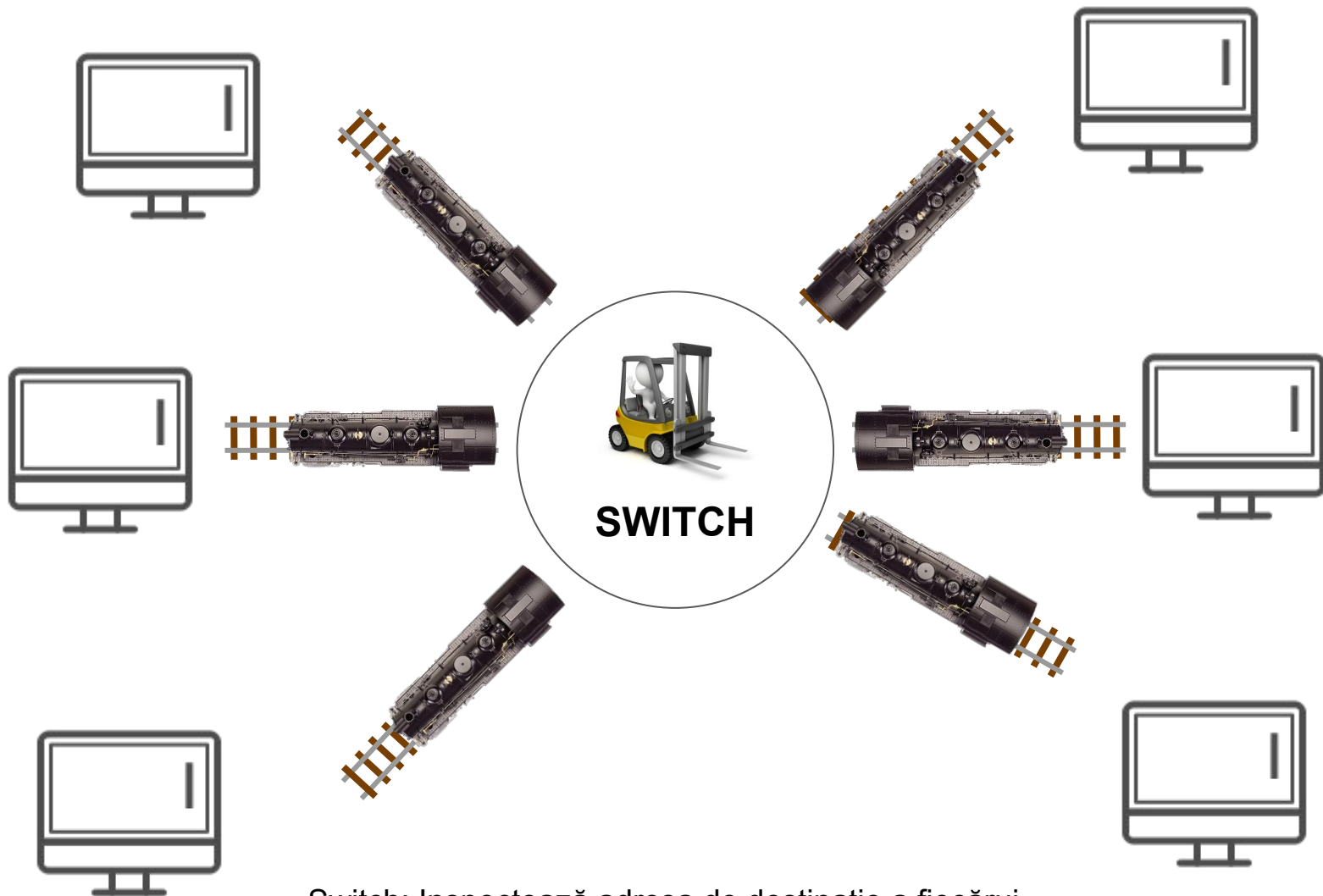
- Rețelele wireless folosesc tehnici de modulare pentru a transmite valori de 0 sau 1 prin unde radio.
- Tipul de modulare se schimbă în funcție de distanța dintre access point și dispozitivul conectat.
- Un frame transmis pe o rețea wireless are o structură mai complicată decât cel transmis prin cablu Ethernet.



- Cele 4 câmpuri de adrese MAC sunt folosite diferit în funcție de tipul de sursă, tipul de destinație și de dispozitivele wireless prin care trece semnalul.
- Cele mai frecvente frame-uri în rețelele wireless sunt transmise între un dispozitiv wireless (ex: laptop conectat pe rețea fără fir) și un dispozitiv pe fir (ex: server web). Aceste frame-uri trebuie să conțină trei adrese MAC: adresa sursei, adresa destinației și adresa acces pointului wireless.
- În situația în care există mai multe access point-uri conectate între ele, este nevoie și de cea de-a patra adresa.



# Comutație de pachete

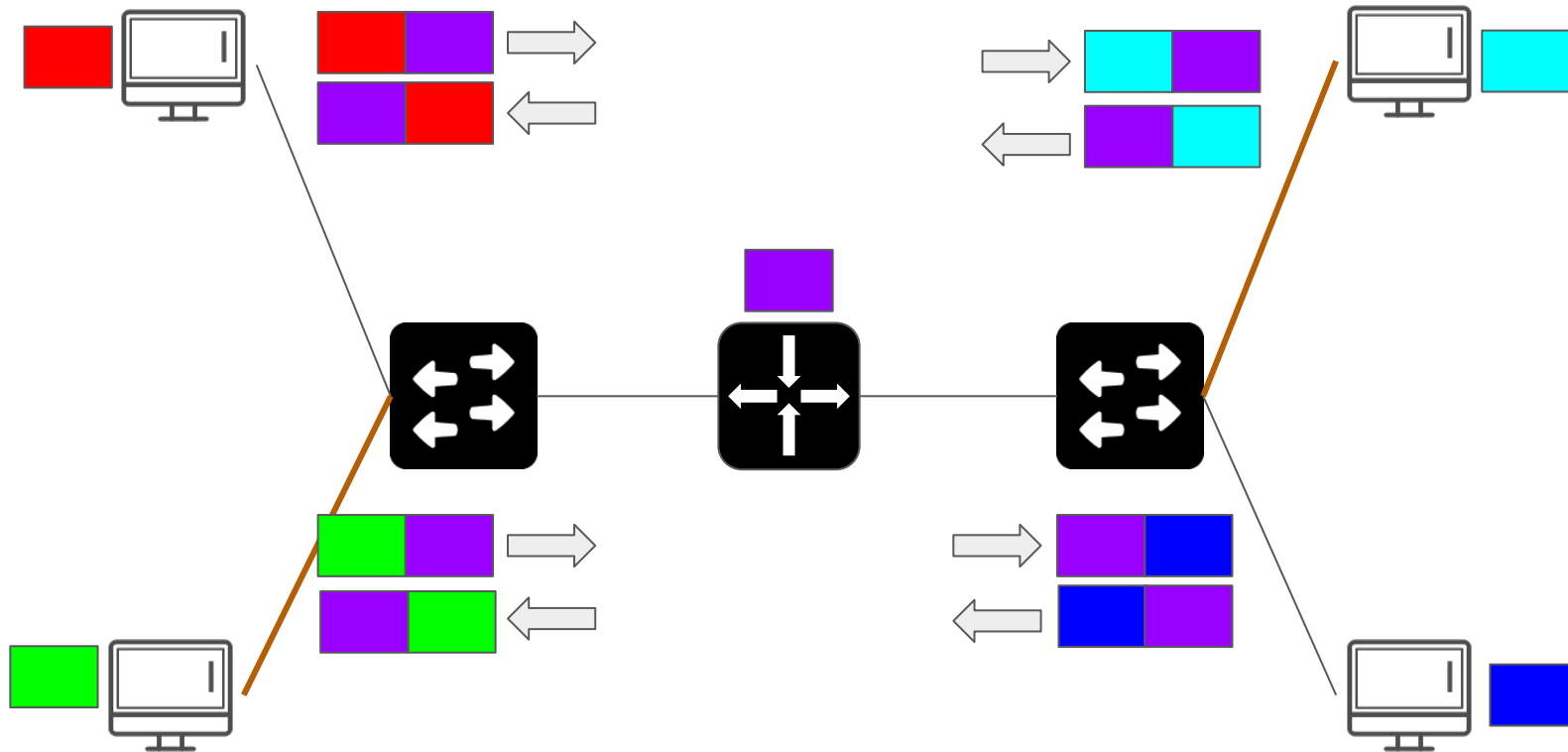


Switch: Inspectează adresa de destinație a fiecărui frame și îl trimite către computerul căruia îi este destinat.

Functionează ca un depozit de curierat.

# Sunt suficiente adresele MAC?

Pentru a interconecta mai multe rețele este nevoie de un nou dispozitiv numit router. Routerul este un computer care reîmpachetează informația venită pe rețea și o trimite către rețeaua destinație. Routerele rescriu adresele sursă și destinație. După trecerea printr-un router, adresa MAC originală se pierde.



Este nevoie de un sistem de adrese suplimentar care să permită transmiterea pachetelor de informație prin mai multe computere, cu păstrarea adreselor sursă și destinație. Acestea nu pot fi adrese MAC.

# IP (Internet Protocol)



Legea lui Postel: **Fii conservator în ceea ce oferi și liberal în ceea ce accepti.**

Această lege a constituit principiul fundamental de proiectare a protocoalelor de comunicare pe internet, printre care și IP.

➤ Adresa IP este un identificator suplimentar care este asociat fiecărui dispozitiv conectat la rețea.

Există două standarde IP care funcționează în paralel: IPv4 și IPv6

➤ **IPv4** este un standard în care fiecare adresa IP este un număr pe 32 de biți. Cea mai comună reprezentare este cea numerică, în care adresa este împărțită în 4 grupuri de câte cel mult 3 cifre:

Exemplu: **80.211.136.82**

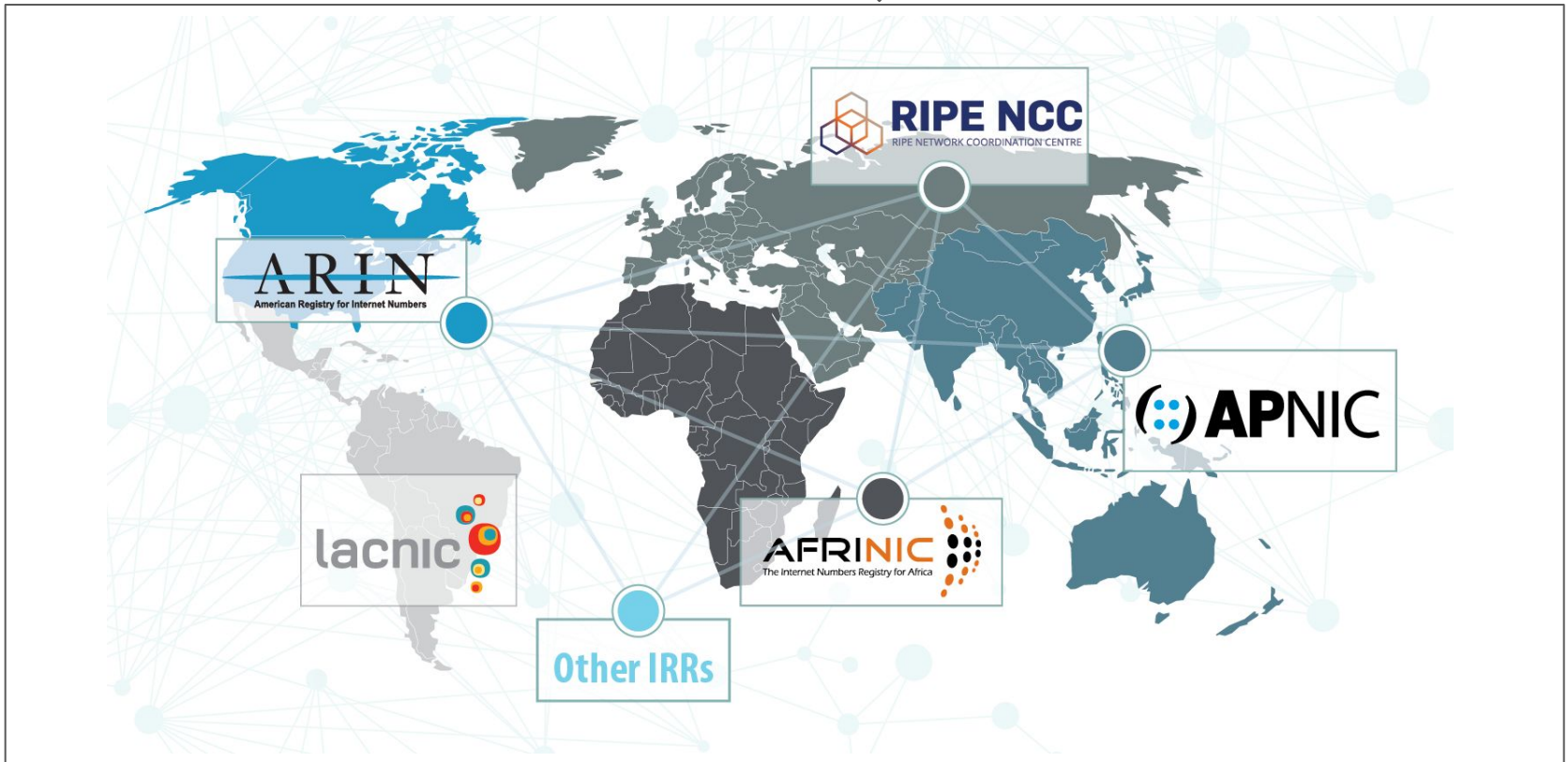
Fiecare grup de cifre poate avea valori între 0 și 255.

Adresele IP pot fi exprimate și în hexazecimal, deși această reprezentare este foarte puțin folosită. Ex: 80.211.136.82 = 50D38852

➤ **IPv6** este o nouă versiune a protocolului IP care atribuie fiecărui computer o adresă formată dintr-un număr exprimat în 128 de biți. Numărul este exprimat ca un grup de 8 octeți. În majoritatea cazurilor, adresa IPv6 este formată dintr-un număr mai mic de octeți, cei care nu sunt afișați (până la 8) fiind 0.

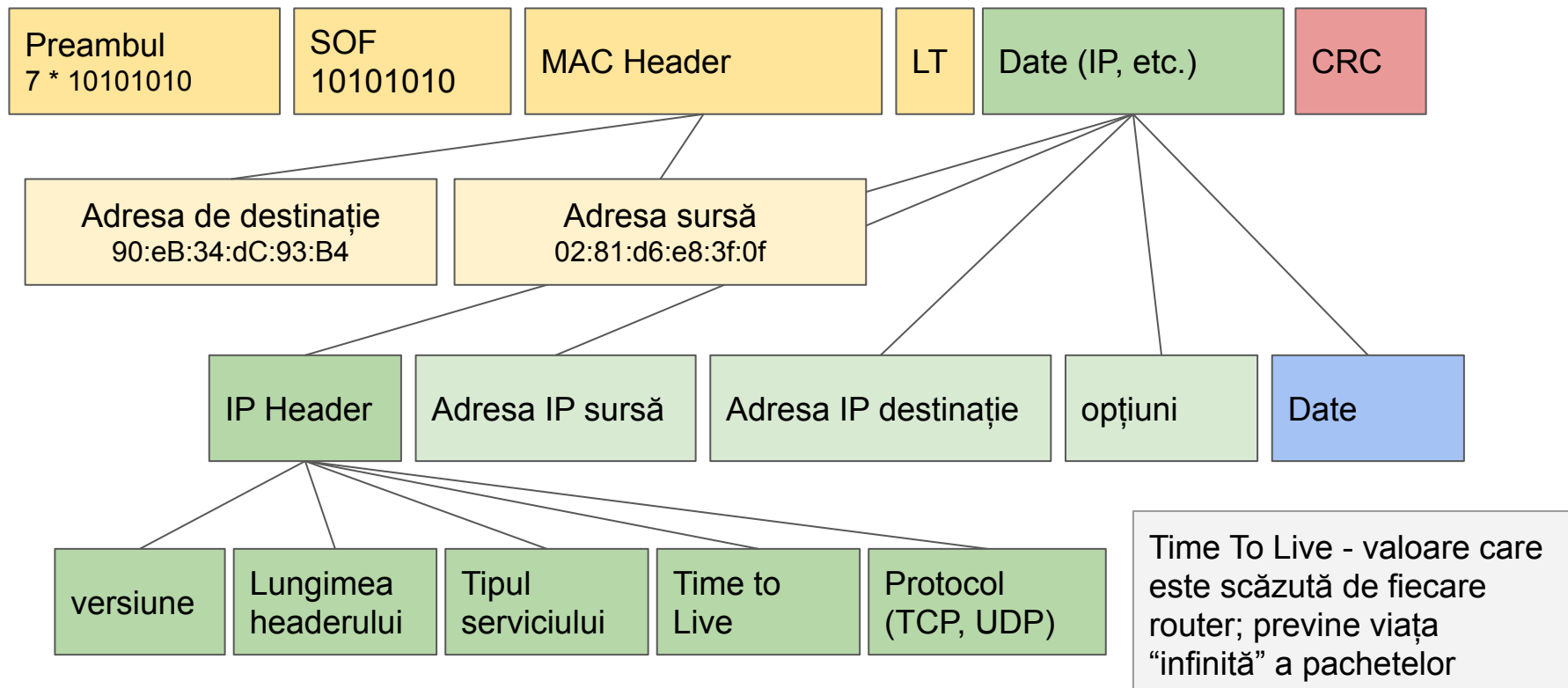
Ex: fe80::250:56ff:feaa:ebb este în realitate fe80::250:56ff:feaa:ebb::0000::0000::0000

# IP (Internet Protocol)



# Header IP

- Protocolul IP adaugă o serie de informații suplimentare datelor din frame-urile Ethernet. Acestea sunt adăugate la începutul porțiunii de date dintr-un frame.
- Dispozitivele electronice care se ocupă de transmiterea datelor pe rețea (plăci de rețea, switchuri) nu citesc aceste date, ele sunt utilizate doar de routere



- Partea din frame-ul Ethernet care conține informația IP se numește pachet sau datagram.

- Fiecare dispozitiv conectat la rețea (cu excepția switchurilor) are o adresă hardware și o adresă IP. Ambele sunt necesare pentru transmiterea informației pe internet. IP-ul este folosit pentru a reține dispozitivul sursă și cel de destinație. MAC-ul este folosit pentru transmiterea informației în rețeaua locală (în spatele fiecărui router).
- Dispozitivele conectate direct (conectate la același router) transmit frame-urile între ele folosind adresele MAC. De aceea, fiecare dispozitiv trebuie să mențină o tabelă de corespondență între adresele IP și adresele MAC.
- Protocolul care descrie aceste tabele și care stabilește modul de conversie între IP și MAC se numește arp (address resolution protocol).
- Fiecare switch, fiecare dispozitiv conectat la el conține o tabelă arp. Tabelele se construiesc printr-un sistem de anunțuri și solicitări pe care dispozitivele le fac între ele.

```
root@student:~# tcpdump -ni eth0 arp
```

```
16:14:57.568076 ARP, Request who-has 80.211.136.19 tell 80.211.136.2, length 52
16:14:58.534520 ARP, Request who-has 80.211.136.71 tell 80.211.136.3, length 52
16:14:58.544404 ARP, Request who-has 80.211.136.17 tell 80.211.136.3, length 52
16:15:00.506853 ARP, Request who-has 80.211.136.181 tell 80.211.136.2, length 52
16:15:00.534465 ARP, Request who-has 80.211.136.76 tell 80.211.136.3, length 52
16:15:00.989862 ARP, Request who-has 80.211.136.213 tell 80.211.136.2, length 52
16:15:01.036121 ARP, Request who-has 80.211.136.201 tell 80.211.136.3, length 52
```

# Tabela ARP pe un router

|                 |       |                   |   |          |
|-----------------|-------|-------------------|---|----------|
| 192.168.1.241   | ether | 00:1a:a0:09:97:f8 | C | eth0     |
| 93.114.160.137  | ether | 00:d0:02:ff:28:0a | C | vlan3010 |
| 193.228.153.100 | ether | 52:54:00:1e:8f:1e | C | eth3     |
| 192.168.1.217   | ether | 00:21:85:01:68:f0 | C | eth0     |
| 93.114.160.141  | ether | 00:11:5d:f3:9c:00 | C | vlan3999 |
| 193.228.153.4   | ether | 00:0d:56:6f:a2:a0 | C | eth3     |
| 192.168.1.100   | ether | 52:54:00:a4:34:93 | C | eth0     |
| 193.228.153.50  | ether | 00:0b:cd:9b:a5:0d | C | eth3     |
| 192.168.1.35    | ether | 1c:c1:de:5c:0b:54 | C | eth0     |
| 192.168.1.140   | ether | 00:a0:98:0a:a4:94 | C | eth0     |
| 192.168.1.28    | ether | 00:25:90:c3:1c:7c | C | eth0     |
| 193.228.153.67  | ether | 00:24:e8:76:57:c7 | C | eth3     |
| 193.228.153.189 | ether | 00:30:48:32:bd:96 | C | eth3     |
| 192.168.1.219   | ether | 00:24:21:7f:55:ba | C | eth0     |
| 192.168.1.145   | ether | 00:1b:21:08:a6:ce | C | eth0     |
| 193.228.153.181 | ether | 00:15:17:5e:d4:8c | C | eth3     |
| 192.168.1.137   | ether | f0:4d:a2:1f:da:ed | C | eth0     |
| 193.228.153.3   | ether | 00:15:17:5e:d4:8c | C | eth3     |
| 192.168.1.242   | ether | 00:0b:cd:9b:a5:0c | C | eth0     |
| 192.168.1.141   | ether | 00:a0:98:0a:a4:94 | C | eth0     |
| 192.168.1.218   | ether | 00:1d:7d:97:5c:2d | C | eth0     |
| 193.228.153.60  | ether | 00:19:b9:ed:42:d0 | C | eth3     |
| 193.228.153.170 | ether | 00:15:17:5e:d4:8c | C | eth3     |
| 192.168.1.27    | ether | 00:24:e8:76:57:c6 | C | eth0     |
| 192.168.1.196   | ether | c8:9c:dc:a9:c9:e6 | C | eth0     |
| 192.168.1.205   | ether | 00:1f:d0:5e:b4:84 | C | eth0     |
| 192.168.1.36    | ether | 00:1d:7d:e9:49:63 | C | eth0     |
| 192.168.1.31    | ether | 00:25:90:cc:b3:6d | C | eth0     |
| 192.168.1.252   | ether | 00:24:01:3a:3b:71 | C | eth0     |
| 192.168.1.143   | ether | 00:18:8b:89:a5:ac | C | eth0     |
| 192.168.1.211   | ether | 52:54:00:a2:e0:e5 | C | eth0     |
| 192.168.1.135   | ether | 00:1a:4d:67:60:cb | C | eth0     |

- Până acum avem tot ce ne trebuie pentru a transmite date între două computere aflate oriunde în lume, prin combinația Ethernet + IP.
- Dar... fiecare computer poate comunica folosind mai multe protocoale (ex: HTTP, SSH, FTP).
- Același computer poate avea deschise mai multe conexiuni HTTP, mai multe conexiuni SSH.
- Cum stim însă care fragment de informație este destinat unui protocol HTTP (Server web) sau FTP sau SSH?

## Porturi

- Fiecare protocol comunică pe anumite porturi. Porturile sunt identificate prin intermediul unor numere întregi stocate în 16 biți.
- Fiecare protocol pe care un computer îl poate accesa este atribuit unui anumit port.
- Numărul maxim de porturi pe care un computer le poate deschide este 65535 (numărul maxim care poate fi stocat folosind 16 biți).
- Principalele protocoale au aceleași porturi pe toate sistemele, aceste porturi sunt cunoscute și definite tot de ICANN.

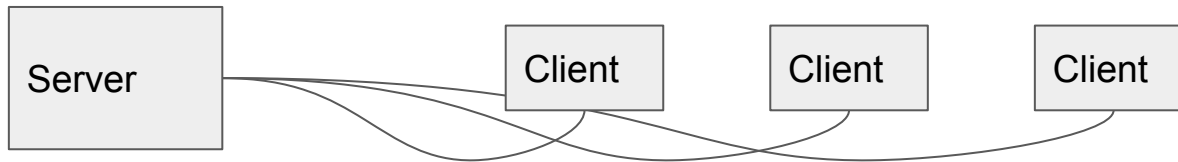


# Cele mai cunoscute porturi (well-known ports)

## Listă parțială

|   |   |
|---|---|
| <b>20</b> FTP -- Data                           | <b>119</b> Newsgroup (NNTP)                             |
| <b>21</b> FTP -- Control                        | <b>143</b> Interim Mail Access Protocol (IMAP)          |
| <b>22</b> SSH Remote Login Protocol             | <b>161</b> SNMP   |
| <b>23</b> Telnet                                | <b>179</b> Border Gateway Protocol (BGP)                |
| <b>25</b> Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)  | <b>194</b> Internet Relay Chat (IRC)                    |
| <b>37</b> Time                                  | <b>389</b> Lightweight Directory Access Protocol (LDAP) |
| <b>42</b> Host Name Server (Nameserv)           | <b>396</b> Novell Netware over IP                       |
| <b>43</b> Whols                                 | <b>443</b> HTTPS  |
| <b>53</b> Domain Name System (DNS)              | <b>444</b> Simple Network Paging Protocol (SNPP)        |
| <b>69</b> Trivial File Transfer Protocol (TFTP) | <b>445</b> Microsoft-DS                                 |
| <b>70</b> Gopher Services                       | <b>458</b> Apple QuickTime                              |
| <b>79</b> Finger                                | <b>546</b> DHCP Client                                  |
| <b>80</b> HTTP                                  | <b>547</b> DHCP Server                                  |
| <b>103</b> X.400 Standard                       | <b>569</b> MSN  |
| <b>110</b> POP3                                 | <b>993</b> IMAP SSL                                     |
| <b>115</b> Simple File Transfer Protocol (SFTP) |   |

# Porturi



- Majoritatea informațiilor care circulă pe rețele sunt determinate de un mod de comunicare de tip client-server.
- Un server este un program software care menține unul sau mai multe porturi deschise și așteaptă solicitări de la clienți.
- Un client este un program software care inițiază o conexiune către un server și așteaptă răspunsul acestuia.
- Serverele folosesc protocoale cunoscute de comunicare și deschid (de obicei) porturi cunoscute.
- Clienții folosesc protocolul de comunicare al serverului la care se conectează și deschid porturi temporare pentru a primi răspunsul de la server.

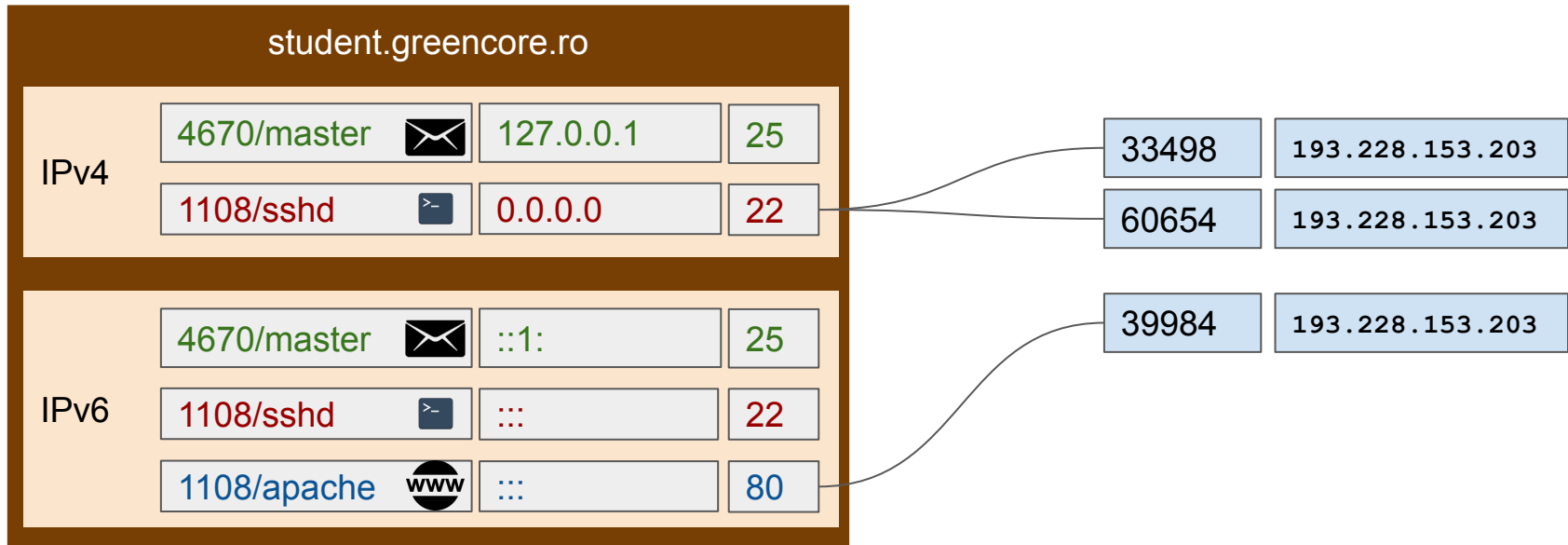
| Linux         | Windows XP  | Windows 7     | FreeBSD > 4.6 |
|---------------|-------------|---------------|---------------|
| 32768 - 61000 | 1025 - 5000 | 49152 - 65535 | 49152 - 65535 |

- Din totalitatea porturilor pe care un sistem de operare le poate deschide, o parte (porturile cu numere foarte mari) sunt rezervate pentru comunicarea temporară a clienților. Acestea se numesc porturi dinamice (sau efemere).

```
root@student:~# netstat -tapun
```

Active Internet connections (servers and established)

| Proto | Recv-Q | Send-Q | Local Address    | Foreign Address       | State       | PID/Program name    |
|-------|--------|--------|------------------|-----------------------|-------------|---------------------|
| tcp   | 0      | 0      | 127.0.0.1:25     | 0.0.0.0:*             | LISTEN      | 4670/master         |
| tcp   | 0      | 0      | 0.0.0.0:22       | 0.0.0.0:*             | LISTEN      | 1108/sshd           |
| tcp   | 0      | 0      | 80.211.136.82:22 | 193.228.153.203:33498 | ESTABLISHED | 15288/sshd: sorin [ |
| tcp   | 0      | 0      | 80.211.136.82:22 | 115.144.181.62:33340  | TIME_WAIT   | -                   |
| tcp   | 0      | 360    | 80.211.136.82:22 | 193.228.153.203:60654 | ESTABLISHED | 14823/sshd: sorin [ |
| tcp6  | 0      | 0      | :::1:25          | :::*                  | LISTEN      | 4670/master         |
| tcp6  | 0      | 0      | :::80            | :::*                  | LISTEN      | 13283/apache2       |
| tcp6  | 0      | 0      | :::22            | :::*                  | LISTEN      | 1108/sshd           |
| tcp6  | 0      | 0      | 80.211.136.82:80 | 193.228.153.203:39984 | ESTABLISHED | 13283/apache2       |



Cum aflăm ce porturi deschise are un computer conectat la internet?

Folosim un program de scanare a rețelei.



Serverele sau alte dispozitive conectate la rețea nu au posibilitatea de a returna o lista de porturi deschise. Pentru a vedea ce porturi deschise există, trebuie încercată câte o conexiune scurtă pe toate porturile cunoscute, începând de la 1 și terminând cu 65535, evitând spațiul porturilor dinamice.

Scanarea porturilor unui server care nu vă aparține este considerată un atac și poate fi raportată.

```
Starting Nmap 7.01 ( https://nmap.org ) at
2017-11-19 23:12 CET
Nmap scan report for bigboy.apostrof.ro
(144.76.73.38)
Host is up (0.046s latency).
Not shown: 983 closed ports
PORT      STATE      SERVICE
21/tcp    open       ftp
22/tcp    open       ssh
25/tcp    open       smtp
53/tcp    open       domain
80/tcp    open       http
110/tcp   open       pop3
139/tcp   filtered   netbios-ssn
143/tcp   open       imap
443/tcp   open       https
445/tcp   filtered   microsoft-ds
993/tcp   open       imaps
995/tcp   open       pop3s
3306/tcp  open       mysql
5666/tcp  open       nrpe
8080/tcp  open       http-proxy
8081/tcp  open       blackice-icecap
```

# TCP, UDP

- Ethernet și IP sunt protocoale proiectate să asigure transmiterea informației între dispozitive, în mod uniform.

TCP și UDP sunt protocoale de comunicare între aplicații software.

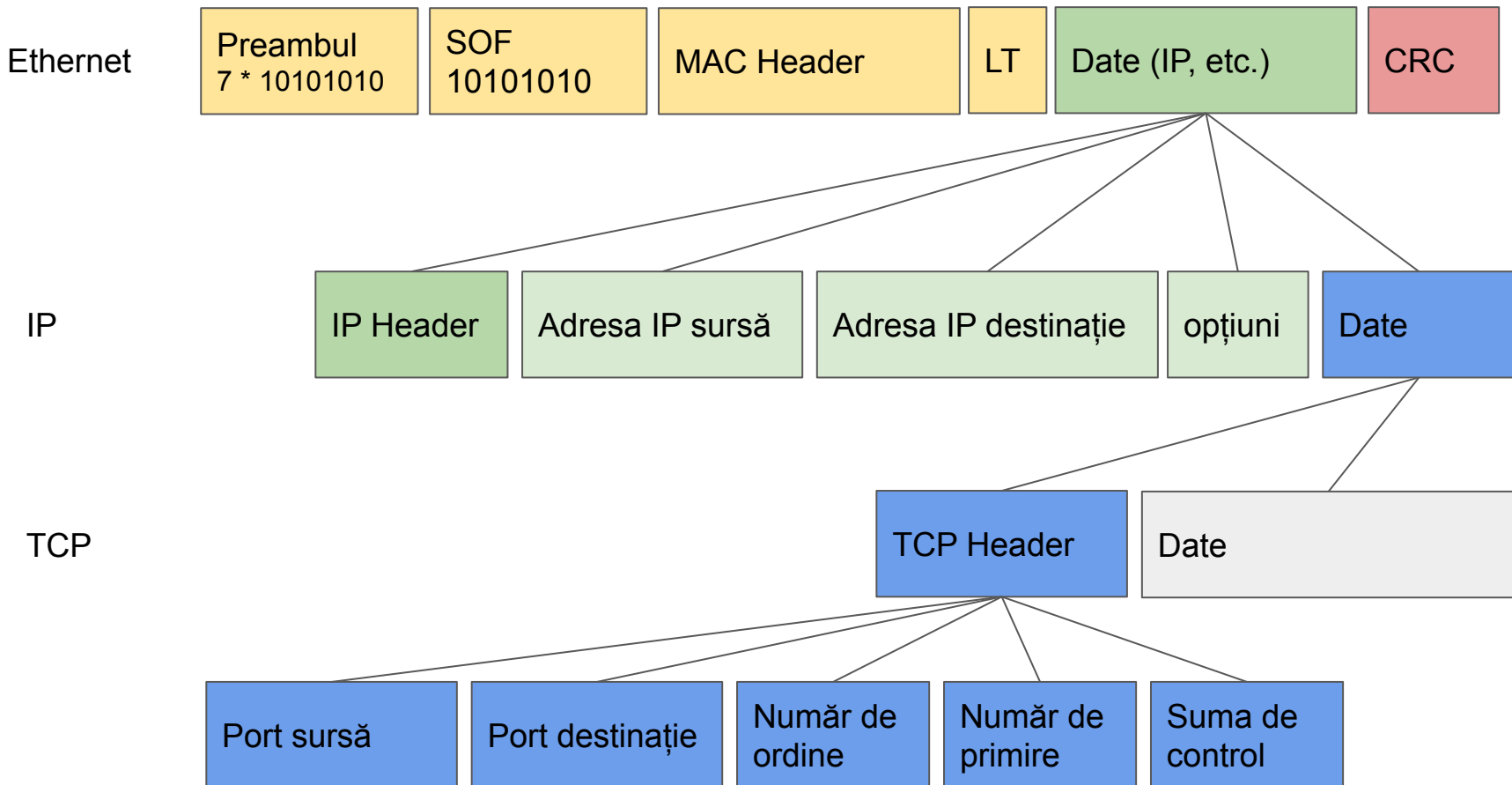
## ➤ TCP

- Implică deschiderea unei conexiuni persistente între client și server
- Asigură ajungerea informațiilor la destinație, este capabil să solicite retransmisia acestora
- Asigură ordinea corectă a mesajelor

## ➤ UDP (User Datagram Protocol)

- Nu implică deschiderea unei conexiuni persistente
- Ajungerea la destinație a mesajelor trimise nu poate fi verificată
- Mesajele nu ajung în ordine
- UDP poate trimite mesaje în sistem broadcast, TCP nu

# Header TCP



Programele software care comunica prin TCP/IP sau UDP nu vad partea care tine de Ethernet; placa de retea impreuna cu driverele sale trunchiaza frame-urile lasand din ele doar partea de date.

# Cine a facut (sau cine face) internetul?



**INTERNETUL E AL TĂU**  
**NELIMITAT** **5** EURO/LUNĂ  
**HAI #NETLIBERARE!**

Tu faci internetul să existe. Să fie online și ziua și noaptea. Internetul are umorul tău și râsul ei. Internetul este exact așa cum îl creează fiecare dintre noi. La Telekom, internetul e așa cum ești tu. Nelimitat.

A woman with long dark hair, wearing a striped shirt, holds a white card with a simple line drawing of a smiling face with a wide, toothy grin. She is looking directly at the camera with a serious expression, while the card obscures her mouth and lower face.

**Ethernet:** inventat la XEROX

**TCP/IP:** inventat la DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency)

**WWW:** Tim Berners-Lee la CERN

**E-mail:** inventat la DARPA

**Mesagerie instantanee:** MIT (Massachusetts Institute of Technology) odată cu Multics

Internetul a apărut ca o colaborare între Armata, universități și mari corporații. Cea mai mare parte a oamenilor nu au nici un merit în apariția și în funcționarea internetului.

# Open Systems Interconnect (OSI)

Pentru a putea transmite informație unui computer aflat la distanță, avem nevoie de un set de standarde care să conlucreze. Aceste standarde se ocupă de fiecare “strat” al sistemului electric/logic/informatic.

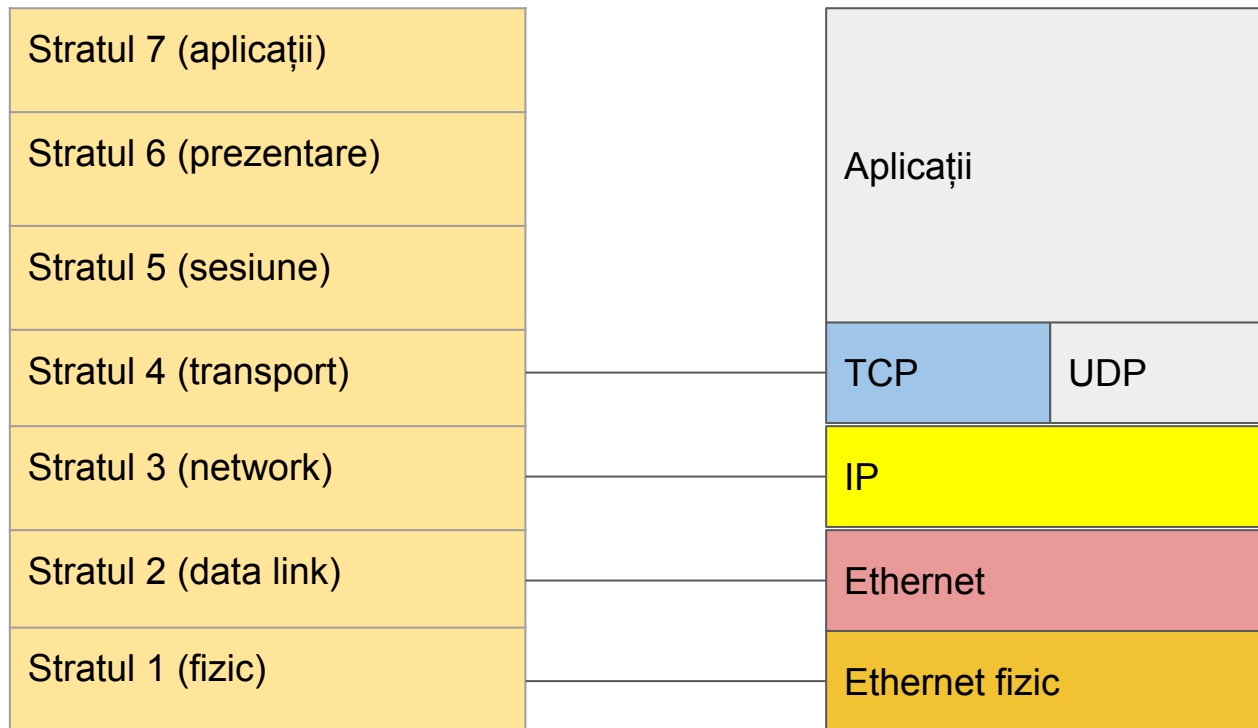
|                        |   |
|------------------------|---|
| Stratul 7 (aplicații)  | Standarde de comunicare informaționala (HTTP, FTP).   |
| Stratul 6 (prezentare) | Standarde de transfer al informației și de serializare: XML, JSON, la care se poate adăuga criptare, compresie etc.   |
| Stratul 5 (sesiune)    | Deschide conexiuni, închide conexiuni, asigură securitatea mesajelor  |
| Stratul 4 (transport)  | Proceduri de control al transferului de mesaje, sisteme de testare a eficienței și calității transferului de date   |
| Stratul 3 (network)    | Transmitere primară de informații încapsulate în seturi de semnale, sisteme de direcționare a informației în funcție de sursă și destinație (ex: rutere)                                |
| Stratul 2 (data link)  | Adresare primară: mai multe dispozitive conectate pe același fir pot transmite informații între ele cunoscându-și adresele. Aici se găsesc și dispozitivele de multiplexare (switchuri) |
| Stratul 1 (fizic)      | Cabluri, conectori, fire, semnale   |



# Open Systems Interconnect (OSI)

| Strat                  | Protocoale                     | Ce se transferă |
|------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Stratul 7 (aplicatii)  | HTTP, FTP, TELNET, DNS         | Date            |
| Stratul 6 (prezentare) | AVI, MP4, JPEG, PNG, XML, HTML | Date            |
| Stratul 5 (sesiune)    | RPC, SSH, SMB, NFS, sockets    | Date            |
| Stratul 4 (transport)  | TCP, UDP                       | Segment         |
| Stratul 3 (network)    | IPv4, IPv6, IPX, AppleTalk     | Packet/Datagram |
| Stratul 2 (data link)  | LAN, MAC, Ethernet, VLAN, ARP  | frame           |
| Stratul 1 (fizic)      | FDDI, Ethernet, WiFi           | bit             |

OSI este mai degrabă o clasificare a protocoalelor implicate în transferul informației pe rețea. Aplicarea cea mai des întâlnită a modelului OSI se face prin TCP/IP



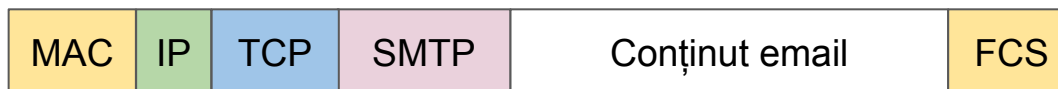
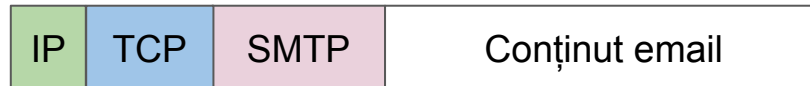
TCP/IP se ocupă exclusiv de transportul și verificarea datelor, fără să includă în nici un fel aplicațiile care folosesc datele.

# Trimiterea unui email prin TCP/IP

```

$ dpkg-query -f='${Package} ${Version} ${Architecture}\n' -W -f='${Package} ${Version} ${Architecture}\n'
This is the Debian GNU/Linux package for the alpine mail and news
reader.
Earlier versions of alpine came directly from the University of
Washington. Since development there has stopped, this package uses
the re-alpine project (http://sourceforge.net/projects/re-alpine)'s
current tarball.
Upstream Authors: University of Washington - http://www.washington.edu/alpine/
and others
Copyright © 2006 University of Washington
License:
Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the "License");
you may not use this file except in compliance with the license.
You may obtain a copy of the license at
http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0
$ dpkg-query -f='${Package} ${Version} ${Architecture}\n' -W -f='${Package} ${Version} ${Architecture}\n'
Get Help  WriteOut  Read File  Prev Pg  Cut Text  Cur Pos
Exit      Justify   Where is  Next Pg  Undo Text  To Spell
  
```

TRIMITERE



Ethernet fizic convertește  
informația în 0 și 1

Aplicație

SMTP

TCP

IP

Ethernet

Ethernet  
fizic

Aplicația de trimitere a  
emailului adăuga un  
header SMTP textului  
scris.

Stratul TCP adăuga un  
header suplimentar  
(portul sursă, portul  
destinație, etc.)

Stratul IP adaugă un  
header care conține  
adresele IP ale  
computerelor sursă și  
destinație.

Stratul Ethernet adaugă  
un header care conține  
adresa hardware (MAC)  
și o sumă de control  
(Frame check  
sequence).

# Primirea unui email prin TCP/IP

PRIMIRE

```

UN PICO 5.05      File: /usr/share/doc/alpine-pico/copyright
This is the Debian GNU/Linux package for the alpine mail and news
reader.

Earlier versions of alpine came directly from the University of
Washington. Since development there has stopped, this package uses
the re-alpine project <http://sourceforge.net/projects/re-alpine>'s
current tarball.

Upstream Authors: University of Washington - http://www.washington.edu/alpine/
and others

Copyright © 2006 University of Washington

License:
Licensed under the Apache License, Version 2.0 (the "License");
you may not use this file except in compliance with the License.
You may obtain a copy of the License at

    http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0
  
```

SMTP

Conținut email

Aplicație

Aplicația citește headerul SMTP și decodifică informația prezentând-o utilizatorului

SMTP

TCP

SMTP

Conținut email

TCP

Verifică porturile de pornire și sosire și dacă sunt corecte, taie headerul TCP

IP

TCP

SMTP

Conținut email

IP

Verifică adresele IP și dacă sunt corecte taie headerul IP

MAC

IP

TCP

SMTP

Conținut email

FCS

Ethernet

Verifică MAC-urile și corectitudinea FCS. Apoi taie headerul MAC și FCS

Ethernet fizic

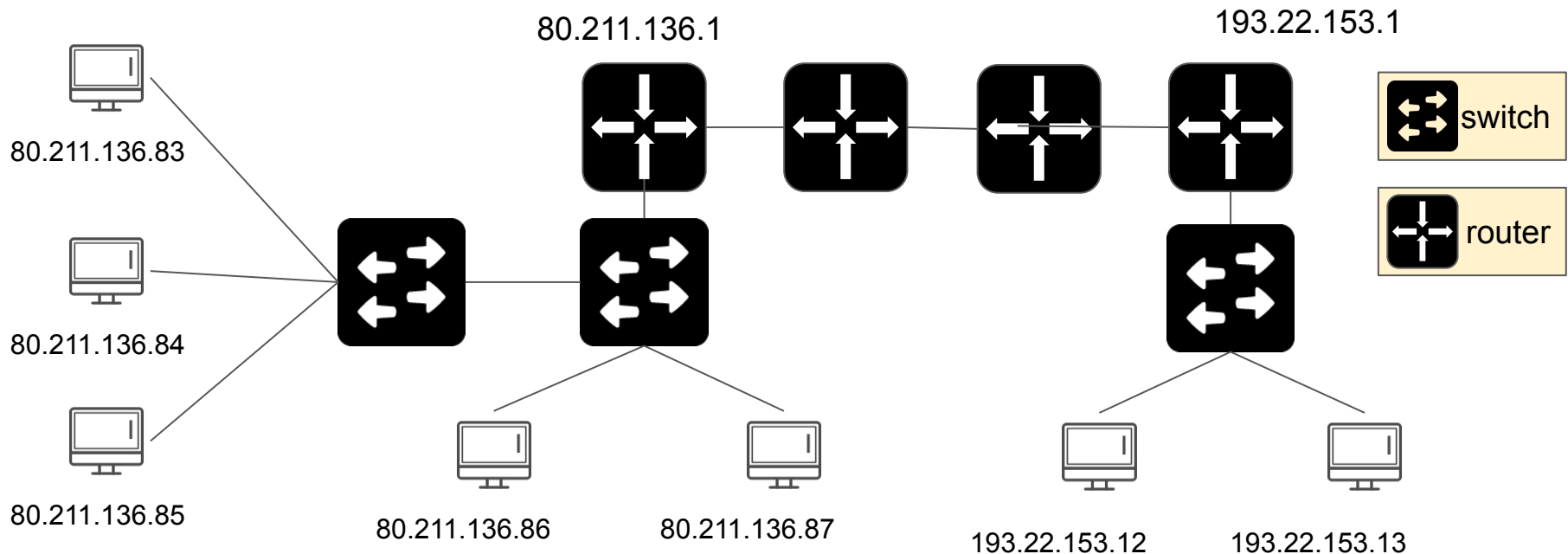
Primește o secvență de 0 și 1

## 37 Rutarea pachetelor

Adresele IP care pot fi accesate fără a se trece prin router sunt numite *adresele rețelei locale*. Pachetele trimise către acestea au ca MAC de destinație cel final, obținut prin ARP.

Adresele IP care NU pot fi accesate fără a se trece prin router sunt adrese ale altor rețele. Pachetele trimise către acestea au ca destinație MAC-ul routerului.

Toate computerele care se află pe aceeași rețea (în spatele aceluiași router) au specificate, pe lângă adresa de IP a fiecăruia și informații de rutare. Acestea sunt: gateway și netmask.



```
root@student:~/utm_socket_client# route -n
```

| Destination  | Gateway      | Genmask       | Iface |
|--------------|--------------|---------------|-------|
| 0.0.0.0      | 80.211.136.1 | 0.0.0.0       | eth0  |
| 80.211.136.0 | 0.0.0.0      | 255.255.255.0 | eth0  |

Orice alt IP

Gateway 0.0.0.0 - trimise direct

# Netmask

Fiecare computer (sau alt fel de dispozitiv de rețea) împarte întreg spațiul de adrese de IP în două grupuri: Adrese ale rețelei locale (host addresses) și adrese care NU sunt ale rețelei locale (network addresses). Împărțirea se face cu ajutorul aplicării netmask-ului asupra adresei IP a dispozitivului curent. Adresele care NU sunt locale se trimit către gateway.

O adresă IP este un număr stocat pe 32 de biți. Reprezentarea cea mai frecventă este cea zecimală dar în realitate computerele lucrează cu reprezentarea binară.

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Adresa IP locală<br>În format decimal      | 80.211.136.85                       |
| Adresa IP locală<br>În format binar        | 01010000.11010011.10001000.01010101 |
| Netmask în format binar                    | 11111111.11111111.11111111.00000000 |
| Adresa rețelei locale în<br>format binar   | 01010000.11010011.10001000.00000000 |
| Wildcard în format binar                   | 00000000.00000000.00000000.11111111 |
| Adresa maximă în format<br>binar           | 01010000.11010011.10001000.11111111 |
| Adresa rețelei locale în<br>format decimal | 80.211.136.0                        |
| Adresa maximă în format<br>decimal         | 80.211.136.255                      |

IP-urile rețelei locale sunt între 80.211.136.0 și 80.211.136.255. Pentru orice alt IP sistemul trebuie să trimită pachetele către router.

# Network, broadcast

Adresa rețelei locale în  
format decimal

80.211.136.0

Adresa maximă în format  
decimal

80.211.136.255

IP-urile rețelei locale sunt între 80.211.136.0 și 80.211.136.255. Pentru orice alt IP sistemul trebuie să trimită pachetele către router.

Aplicând netmaskul 255.255.255.0 reușim să izolăm un număr de 255 de posibile adrese IP pentru rețeaua locală. Din ele însă, nu putem atribui dispozitivelor decât 254.

80.211.136.0 este adresa rețelei. Ea este folosită de către routere pentru a trimite pachetele către alte rețele. Fiecare router are o tabelă de rețele însoțită de un anumit gateway. În orice grup de adrese stabilit pe baza netmaskului, prima adresă este a rețelei și nu poate fi folosită.

80.211.136.255 de asemenea nu poate fi folosită: ea este utilizată pentru trimiterea pachetelor către toate IP-urile din clasa curentă. Ultima adresă se numește “Broadcast” și nu poate fi atribuită unui computer pentru că există comunicații extrem de importante (ex: arp) care trebuie să poată fi trimise către toate IP-urile din clasă.

# Netmask - variante

Netmask-ul este obligatoriu la specificarea oricărei rețele. Orice variantă de netmask, exprimată în mod binar, este compusă dintr-un număr de valori 1 urmate de restul (pana la 32 de biți) de valori 0.

Primele netmask-uri erau formate prin mascarea unui întreg octet

| clasă | Netmask în reprezentare binară      | Netmask în reprezentare zecimală | Adrese disponibile |
|-------|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------|
| A     | 11111111 00000000 00000000 00000000 | 255.0.0.0                        | 16777216 adrese    |
| B     | 11111111 11111111 00000000 00000000 | 255.255.0.0                      | 65534 adrese       |
| C     | 11111111 11111111 11111111 00000000 | 255.255.255.0                    | 256 adrese         |

Un router nu putea să aibă în spatele său decât una dintre aceste clase. Astfel, o organizație oricât era de mică, nu putea obține mai puțin de 256 de adrese IP.

Pentru a permite un sistem de rutare mai flexibil, în 1993 a fost introdus un sistem numit CIDR (Classless Inter-Domain Routing) care permite mascarea grupurilor de biți mai mici de 8.

|     |                                     |                 |               |
|-----|-------------------------------------|-----------------|---------------|
| /24 | 11111111 11111111 11111111 00000000 | 255.255.255.0   | 256 adrese    |
| /25 | 11111111 11111111 11111111 10000000 | 255.255.255.128 | 128 adrese    |
| /26 | 11111111 11111111 11111111 11000000 | 255.255.255.192 | 64 adrese     |
| /27 | 11111111 11111111 11111111 11100000 | 255.255.255.224 | 32 adrese     |
| /28 | 11111111 11111111 11111111 11110000 | 255.255.255.240 | 16 adrese     |
| /29 | 11111111 11111111 11111111 11111000 | 255.255.255.248 | 8 adrese      |
| /30 | 11111111 11111111 11111111 11111100 | 255.255.255.252 | 4 adrese      |
| /31 | 11111111 11111111 11111111 11111110 | 255.255.255.254 | 0             |
| /32 | 11111111 11111111 11111111 11111111 | 255.255.255.255 | nu este retea |



# Definirea unei interfețe de rețea

```
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:50:56:aa:0e:bb
          inet addr:80.211.136.82  Bcast:80.211.136.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::250:56ff:feaa:ebb/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:5296177 errors:0 dropped:38476 overruns:0 frame:0
          TX packets:3701404 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:807026633 (807.0 MB)  TX bytes:1278521127 (1.2 GB)

lo        Link encap:Local Loopback
          inet addr:127.0.0.1  Mask:255.0.0.0
          inet6 addr: ::1/128 Scope:Host
          UP LOOPBACK RUNNING  MTU:65536  Metric:1
          RX packets:10591 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:10591 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1
          RX bytes:964207 (964.2 KB)  TX bytes:964207 (964.2 KB)
```

Netmask-ul interfeței lo este 255.0.0.0. Aceasta înseamnă o clasă A (16777216). Oricare dintre acesta adrese poate fi apelată de pe computerul respectiv, ea va răspunde.

Interfata lo (loopback) este o interfata virtuala care permite programelor client de pe un anumit sistem de operare să se conecteze la programele locale de tip server.

# Adrese IP nerutabile

Orice dispozitiv conectat la rețea are o adresă de IP. Pachetele care pleacă de la acea adresă de IP către orice altă adresă de IP din lume trec prin multe routere, toate respectând același protocol de rutare.

Există o serie de adrese de IP care nu pot fi rutate: ele vor fi refuzate de orice router public.

Aceste adrese sunt numite adrese nerutabile sau private și sunt utilizate pentru rețele care nu comunică cu internetul. Ele nu sunt propriu-zis complet nerutabile: oricine poate configura un router pentru a utiliza aceste adrese într-o organizație izolată de internet.

|                                      |                        |
|--------------------------------------|------------------------|
| <b>10.0.0.0 - 10.255.255.255</b>     | <b>16777216 adrese</b> |
| <b>172.16.0.0 - 172.31.255.255</b>   | <b>1048576 adrese</b>  |
| <b>192.168.0.0 - 192.168.255.255</b> | <b>65536 adrese</b>    |

Există blocuri de adrese care nu ar trebui să fie folosite nici în rețele publice, nici în rețele private: de exemplu, cele rezervate marilor ISP-uri (carrier-grade NAT):

|                                     |                       |
|-------------------------------------|-----------------------|
| <b>100.64.0.0 - 100.127.255.255</b> | <b>4194302 adrese</b> |
|-------------------------------------|-----------------------|

Printr-o configurare specială a routerelor, computerele pot avea uneori adrese nerutabile dar pot accesa internetul. Tehnicile care permit aceasta se numesc NAT (Network Address Translation) și sunt foarte importante pentru economia de adrese de IP.

# Criza de adrese de IP

- Exprimarea adreselor IPv4 pe 32 de biți permite existența unui număr de aproximativ 4.3 miliarde de adrese disponibile.
- În sfârșitul anilor '80, când internetul a început să crească accelerat, a devenit clar faptul că lipsa adreselor IP va deveni la un moment dat o problemă.
- În primii ani ai existenței internetului, multe organizații au solicitat și obținut cantități imense de adrese IP pe care nu le-au folosit niciodată.
- IPv4 a devenit standardul în comunicații, inclusiv în comunicațiile de voce.
- Măsurile luate pentru a ușura criza au fost următoarele:
  1. Apariția protocolului IPv6 a cărui adopție este însă foarte lentă
  2. NAT - un set de protocoale care permite computerelor din rețele private să acceseze internetul folosind adrese IP nerutabile
  3. Protocoale care permit variate tipuri de hosturi virtuale (mai multe servere de web pe același computer, mai multe domenii de adrese de e-mail în spatele aceleiași adrese de IP)
  4. Un control mai atent al modului de distribuire a adreselor de IP rămase.

