

# 6

## Introducere în rețele de calculatoare

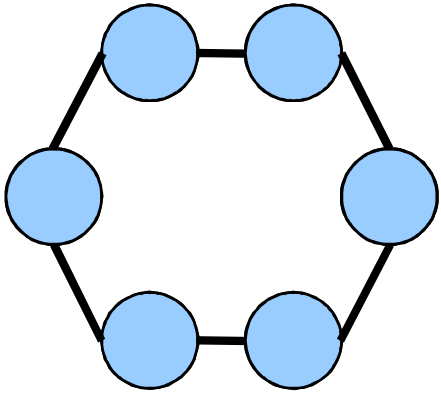
10 noiembrie 2008

*“There are three kinds of death in this world. There's heart death, there's brain death, and there's being off the network.”*

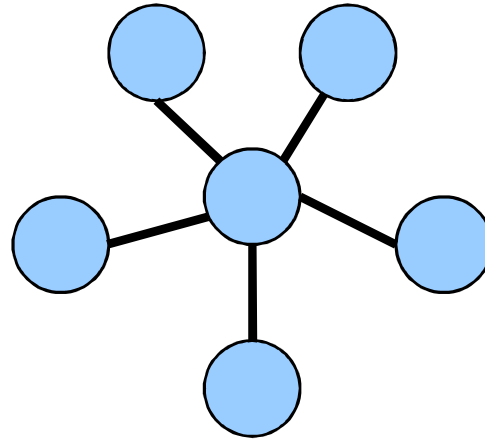
*Guy Almes*

- Sistem de interconectare a mai multor sisteme de calcul
  
- Analogie placă de bază – rețea de calculatoare
  - comunicație
    - magistrale (PCI, AGP, USB)
    - medii de transmisie (cabluri electrice, fibră optică)
  - conexiune
    - chipset-uri (northbridge, southbridge)
    - Dispozitive de interconectare (plăci de rețea, switch-uri, rutere)

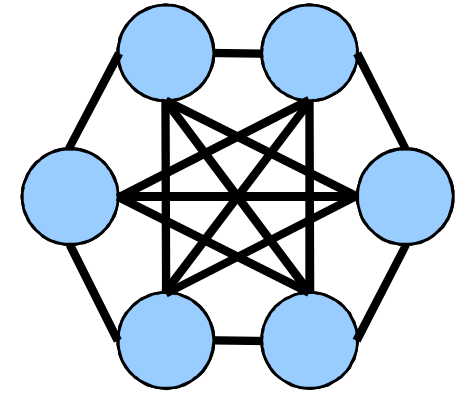
- Mărirea capacității de stocare: file sharing
- Mărirea puterii de calcul: sisteme distribuite
- Partajarea unei resurse de toate sistemele din rețea: imprimantă
- Posibilitatea accesării unei resurse și a lucrului de la distanță (remote)
- Comunicația facilă între persoane aflate la distanță: chat, messaging, video conference
- Knowledge sharing: wikipedia, tutoriale, Google books
- Social networking: Facebook, MySpace, Twitter, blogs
- Gaming



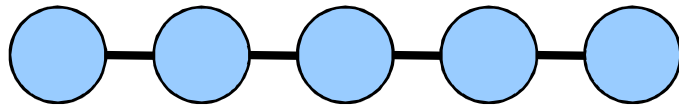
inel  
(ring)



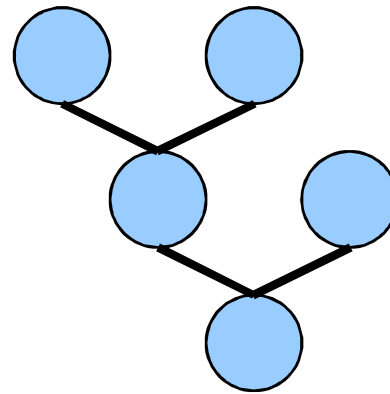
stea  
(star)



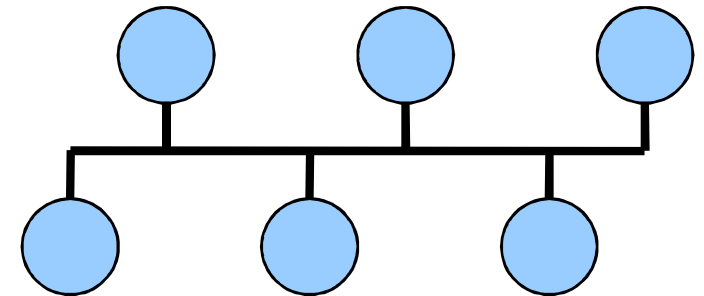
interconectare completă  
(full mesh)



liniar  
(line)



arbore  
(tree)



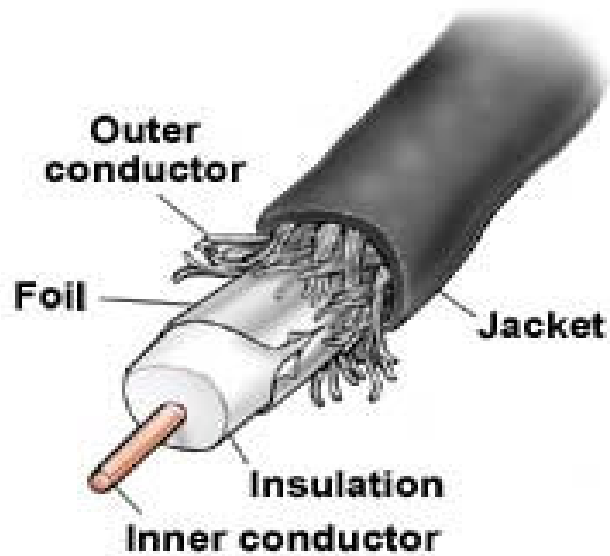
magistrală  
(bus)

- Modalitatea de conectare între nodurile unei rețele
- Un nod legat cu unul sau mai multe noduri
  - comunicația între două noduri poate fi intermediată de un alt nod
- O conexiune este suficientă
  - a doua legătură pentru comunicație în ambele sensuri (full duplex)
- Mediile de transmisie tip cablu includ mai multe perechi de fire
  - facilitarea comunicației în ambele sensuri

- Clasificare în funcție de distanța între nodurile rețelei
  - fiecare tip de rețea dispune de protocoale specifice
- LAN – Local Area Network
  - standardele dominante: Ethernet și WLAN (IEEE 802.11)
  - separația între LAN și MAN/WAN prin gateway
- CAN – Campus Area Network
- MAN – Metropolitan Area Network
  - rar întâlnite în rețelele actuale
- WAN – Wide Area Network
  - numeroase protocoale: MPLS, ATM, Frame Relay, PPP

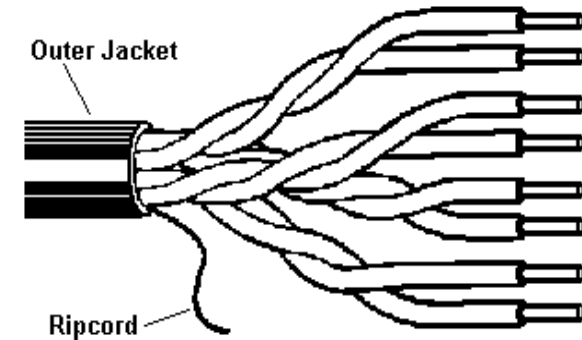
- Două tipuri
  - medii de transmisie
  - echipamente de rețea
- Mediu de transmisie
  - materiale de suport pentru transmiterea semnalului
  - asigură conectivitatea între dispozitivele de rețea
  - cablu de cupru, aer, fibră optică
- Dispozitive de rețea
  - echipamente care prelucrează în mod activ informațiile
  - recepție, analiză, prelucrare, retransmitere
  - hub, switch, ruter, acces point, placă de rețea



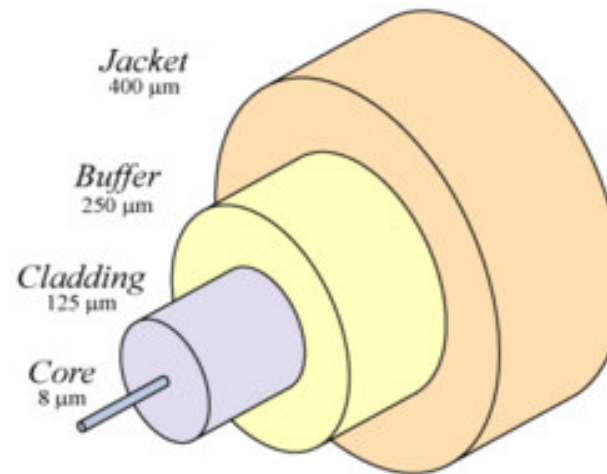


cablu coaxial

### UTP Cable (4-pair)

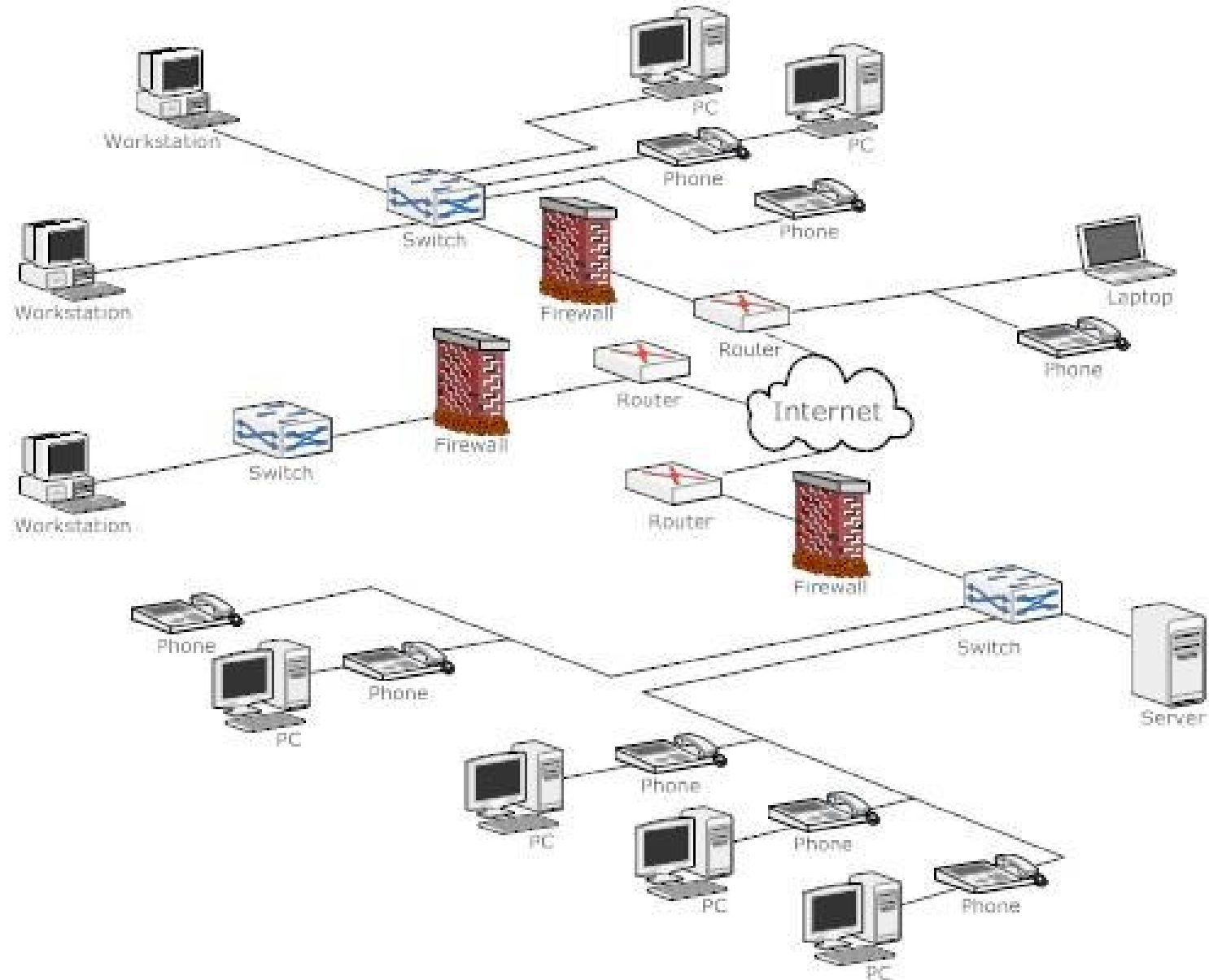


cablu UTP  
(Unshielded Twisted Pair)



fibră optică

- Informația digitală este transformată în semnal
- Semnale
  - electrice
  - optice
  - electromagnetice
- Transmisie ghidată
  - cupru: cablu coaxial, cablu torsadat (twisted pair)
  - fibră optică
- Transmisie neghidată
  - aer – transmisia fără fir (wireless)

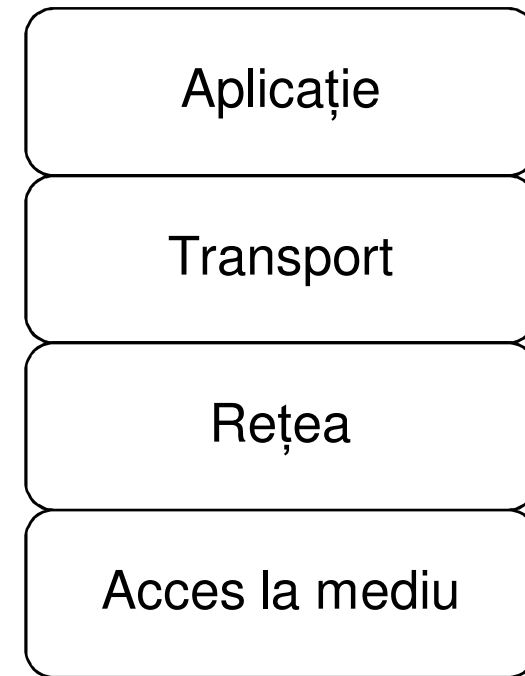


- Placă de rețea
  - network card, network adapter, NIC (Network Interface Controller)
  - permite comunicația între sisteme de calcul
- Repetor, hub
  - echipament pasiv (nu ia decizii)
  - regenerarea și amplificarea semnalului
- Switch
  - interconectarea sistemelor de calcul (topologie stea)
  - comutarea pachetelor pe baza adresei MAC
- Ruter
  - interconectarea mai multor rețele de calculatoare (LAN)
  - folosit în WAN
  - dirijarea pachetelor pe baza adresei IP

- Network interface
- Punct de comunicație cu o rețea de calculatoare
  - o placă de rețea – o interfață pentru fiecare placă de rețea
  - un port al unui dispozitiv de rețea – o interfață pentru fiecare port
- Abstractizare în sistemul de operare
  - configurarea unei plăci de rețea – “configurarea unei interfețe”
- eth0, eth1
  - denumirile uzuale ale interfețelor plăcilor de rețea Ethernet pe un sistem Unix/Linux
- loopback – interfață virtuală
  - referă stația curentă
  - pentru testare

- Necesar pentru comunicația între două entități
- Un set de reguli care guvernează modul în care două dispozitive schimbă informație într-o rețea
- Exemple:
  - întâlnirea între un CEO al unei companii americane și unul al unei companii japoneze
    - forma în care se va realiza salutul
    - limbajul folosit
    - etapele întâlnirii
  - transmiterea unui mesaj de poștă electronică (e-mail)
    - structura informației transmise/recepționate
    - modul de adresare
- Mesajele transmise în rețea se numesc pachete

- Abstractizarea lucrului cu rețeaua
- Protocolul de nivel inferior oferă servicii celui de nivel superior
- Stiva TCP/IP – stiva de protocoale utilizată în Internet
- IP este protocolul esențial de la nivelul Rețea
- TCP este protocolul esențial de la nivelul Transport



Stiva TCP/IP

- Media Acces Control
- Tipul de adresă folosit de nivelul Acces la Mediu
- Scrisă pe placa de rețea (ROM)
- Se mai numește și adresă hardware sau adresă fizică
  
- Are 48 de biți. Câți octeți?
  - 6 octeți
  - Exemplu: 00-02-44-56-6C-41 (reprezentare hexazecimală)
- Asociată în mod unic unei plăci de rețea
  - o placă de rețea nou creată are asociată o nouă adresă MAC
  
- Tip de adresare plată; asemenea seriilor de bancnote



- **Windows:**

```
C:\Documents and Settings\Razvan> ipconfig /all
```

```
[...]
```

```
Ethernet adapter Midgard:
```

```
Media State . . . . . : Media disconnected
```

```
Description . . . . . : SURECOM EP-320X-R 100/10/M PCI Adapter
```

```
Physical Address. . . . . : 00-02-44-56-6C-41
```

- **Linux:**

```
razvan@anaconda:~$ /sbin/ifconfig eth0
```

```
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:07:E9:92:BC:D9
```

```
[...]
```

- Adresare plată
  - se iau la rând numerele, seriile pentru un dispozitiv, cupon etc.
  - seriile de bancnote, de bilete de autobuz, adresele MAC
  
- Adresare ierarhică
  - ierarhizare care permite localizarea unui dispozitiv/cupon într-o regiune
  - numerele de telefon, codurile poștale, adresele IP
  
- Avantaj adresare ierarhică
  - găsirea mult mai ușoară a dispozitivului/cuponului
  
- Dezavantaj adresare ierarhică
  - se pierd numere, serii

- Tipul de adresare folosit de protocolul IP
- IP (Internet Protocol) – protocolul fundamental de nivel Rețea
- O adresă IP este un șir de 32 de biți (4 octeți)
- Se preferă scrierea ei în formatul cu puncte (dot-decimal notation)

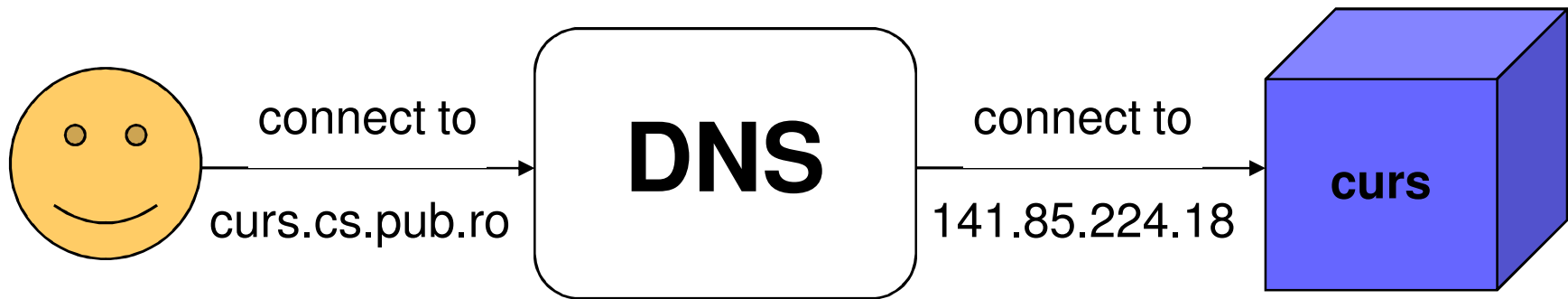
```

11000000 10101000 00000000 00000001
  192    .  168    .    0    .    1

```

- Adresare ierarhică
  - permite împărțirea Internetului în rețele
  - se poate identifica mult mai ușor o stație (după adresa IP)

- În Internet se folosesc nume
  - site-uri (www.ubuntu.com, curs.cs.pub.ro, mail.google.com)
  - adrese de e-mail (student@gmail.com)
- Nu se folosesc (decât rar) adrese IP (141.85.224.18)
  - ușurința în memorare (nume față de adresă IP)
- Se realizează o asociere/mapare între nume și adresă IP
  - procesul este transparent utilizatorului
- Transparența este asigurată de DNS
- Domain Name System
- Traducerea numelor în adrese IP
  - se introduce numele
  - se “transformă” numele în adresă IP
  - se identifică și interoghează stația asociată



- `/etc/resolv.conf`

```
razvan@asgard:~$ cat /etc/resolv.conf  
search cs.pub.ro  
nameserver 141.85.37.11
```

- verificare funcționare DNS

```
razvan@asgard:~$ host cs.pub.ro  
cs.pub.ro has address 141.85.37.5  
cs.pub.ro mail is handled by 5 mail.cs.pub.ro.  
razvan@asgard:~$ host curs.cs.pub.ro  
curs.cs.pub.ro has address 141.85.224.18  
razvan@asgard:~$ host www.debian.org  
www.debian.org has address 194.109.137.218  
www.debian.org mail is handled by 10 dummy.debian.org.
```

- Adresarea IP este un tip de adresare ierarhică
  - se poate identifica ușor **rețeaua** ce conține o adresă IP dată
- Două părți pentru adresa IP
  - o parte identifică (sub)rețeaua
  - altă parte ce identifică stația din (sub)rețea
- Cum se identifica fiecare parte?
  - masca de subrețea

- Exemplu de mască de subrețea:

```

11111111 11111111 00000000 00000000
 255      . 255      .   0      .   0
  
```

- Diferența ține de rațiuni istorice
- Din punct de vedere practic nu există diferențe între o rețea și o subrețea
- Adresă de rețea
  - adresă ce are toți biții din câmpul de stație 0
  - nu poate fi asociată unei stații sau unei interfețe de ruter



- Condiția de continuitate (continuitatea biților activi – biți 1)
- Două formate de reprezentare
  - zecimal: 255.255.0.0
  - prefixat: /16
- Adresa de subrețea identifică rețeaua în care se află o stație
- Fie stația cu adresa IP 192.168.0.1 și masca de subrețea 255.255.0.0 (/16)
  - se spune că stația are adresa 192.168.0.1/16 sau că are adresa 192.168.0.1 cu masca de subrețea 255.255.0.0
  - adresa de subrețea – ȘI logic (ȘI pe biți) între adresa IP și masca de subrețea

```

11000000 10101000 00000000 00000001 - 192.168.0.1
11111111 11111111 00000000 00000000 - 255.255.0.0
-----
11000000 10101000 00000000 00000000 - 192.168.0.0

```

- adresa de subrețea este 192.168.0.0/16

```
C:\Documents and Settings\Administrator> ipconfig
```

```
Ethernet adapter Local Area Connection 2:
```

```

Connection-specific DNS Suffix . : cs.pub.ro
IP Address. . . . . : 141.85.37.26
Subnet Mask . . . . . : 255.255.255.0
Default Gateway . . . . . : 141.85.37.1

```

```
razvan@anaconda:~$ /sbin/ifconfig eth0
```

```

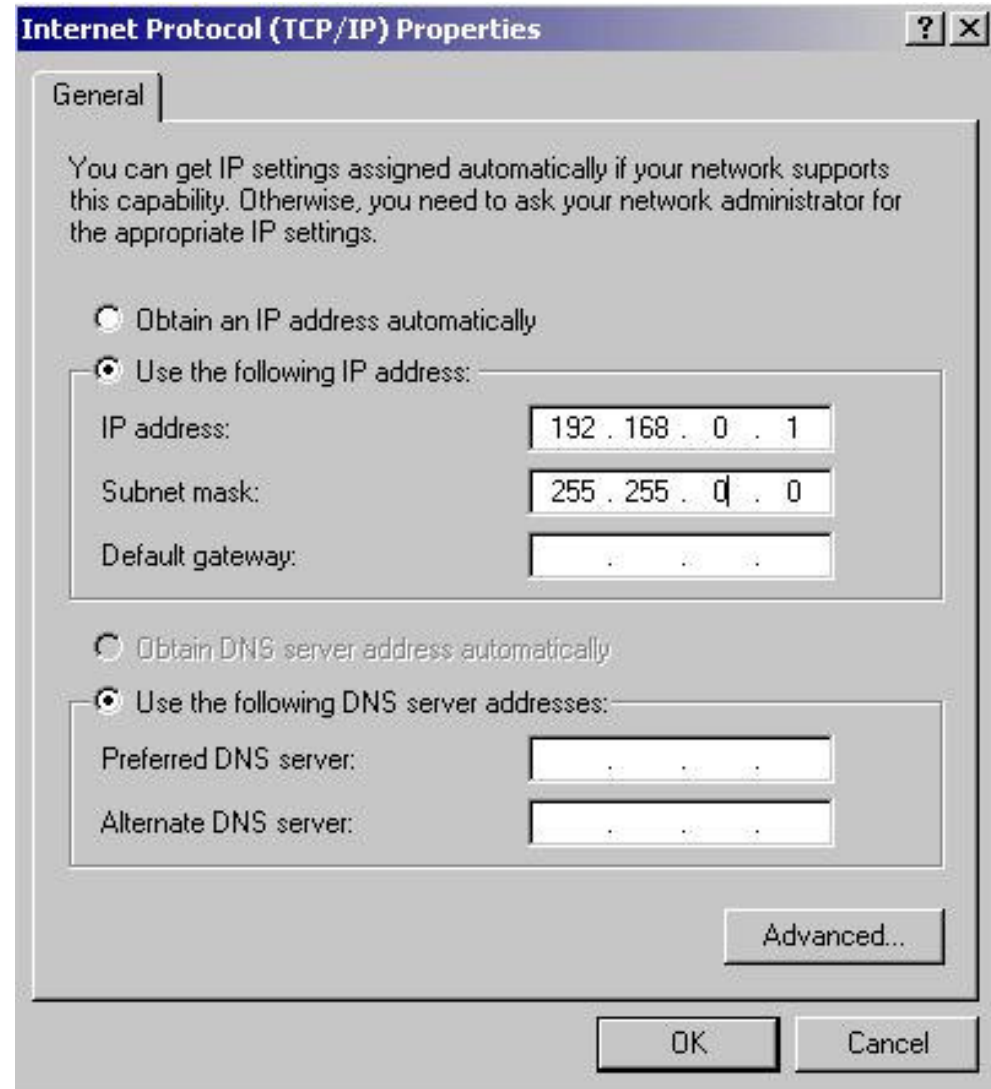
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:07:E9:92:BC:D9
          inet addr:141.85.37.25  Bcast:141.85.37.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::207:e9ff:fe92:bcd9/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:11587781  errors:0  dropped:0  overruns:0  frame:0
          TX packets:14491124  errors:0  dropped:0  overruns:0  carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:4656058 (4.4 MiB)  TX bytes:2630550975 (2.4 GiB)

```

- Windows →

- Linux:

```
anaconda:~# ifconfig eth0
192.168.0.1 netmask
255.255.0.0
```



```
razvan@asgard:~$ ping -c 4 141.85.37.1
```

```
PING 141.85.37.1 (141.85.37.1) 56(84) bytes of data.
```

```
64 bytes from 141.85.37.1: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.205 ms
```

```
64 bytes from 141.85.37.1: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.189 ms
```

```
64 bytes from 141.85.37.1: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.181 ms
```

```
64 bytes from 141.85.37.1: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.189 ms
```

```
--- 141.85.37.1 ping statistics ---
```

```
4 packets transmitted, 4 received, 0% packet loss, time 2997ms
```

```
rtt min/avg/max/mdev = 0.181/0.191/0.205/0.008 ms
```

```
razvan@asgard:~$ ping -c 1 141.85.37.101
```

```
PING 141.85.37.101 (141.85.37.101) 56(84) bytes of data.
```

```
From 141.85.37.139 icmp_seq=1 Destination Host Unreachable
```

```
--- 141.85.37.101 ping statistics ---
```

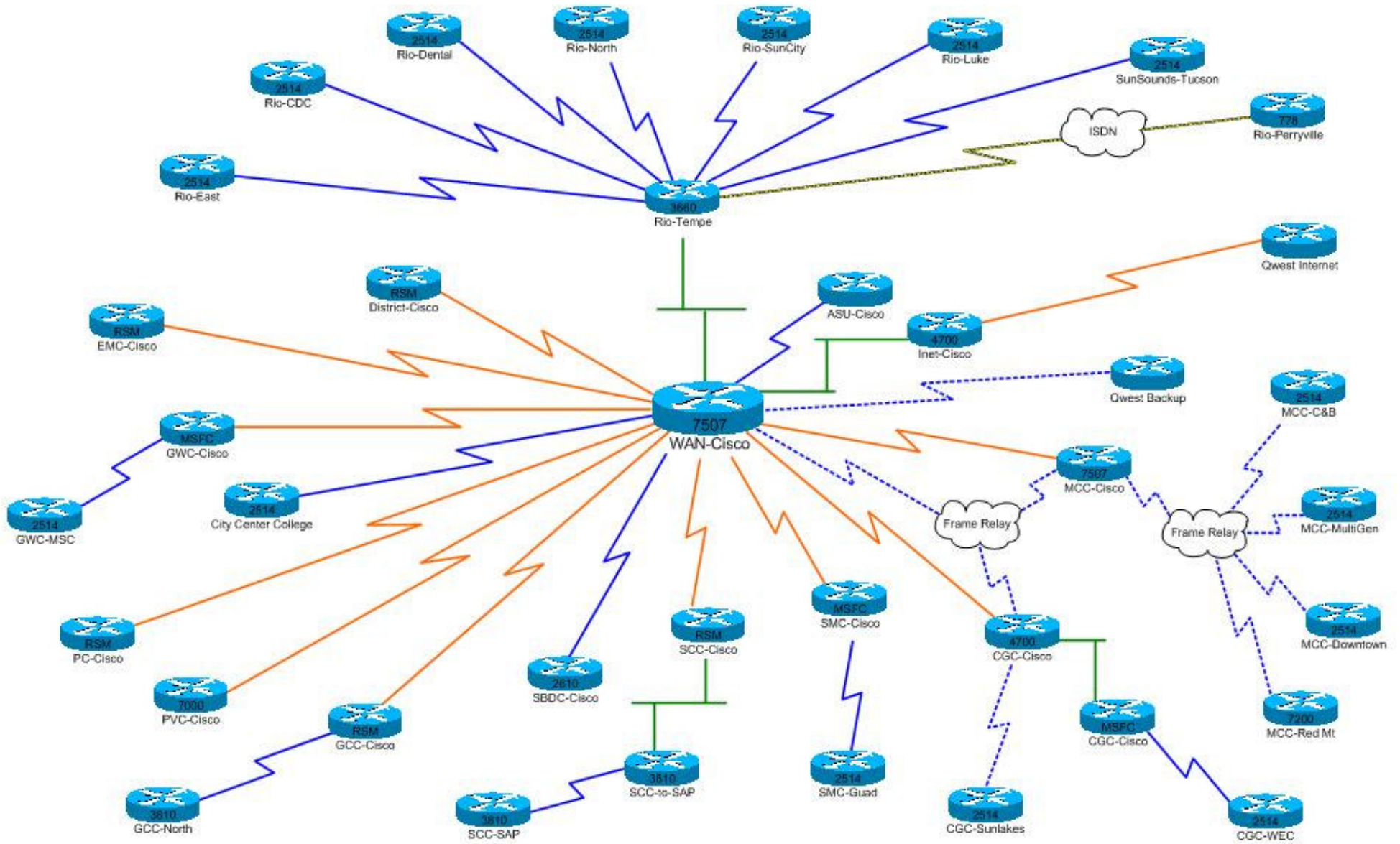
```
1 packets transmitted, 0 received, +1 errors, 100% packet loss, time  
0ms
```

- Adresă de broadcast
- Fiecare subrețea are o adresă de broadcast
  - folosită pentru a transmite un pachet către toate stațiile din rețea
- Toți biții de stație sunt 1
- Exemplu:
  - adresa de stație: 192.168.0.1
  - masca de subrețea: 255.255.0.0 (/16)
    - primii 16 biți sunt biții de subrețea, ultimii 16 biți sunt biții de stație
  - adresa de broadcast va fi
 

`192.168.11111111.11111111`
  - adică 192.168.255.255

- Care este adresa de subrețea a rețelei în care se află stația 192.168.0.1 cu masca de rețea 255.255.255.0 (/24)?
- Care este adresa de broadcast a rețelei în care se află stația 192.168.0.1 cu masca de rețea 255.255.255.0 (/24)?
- Care din următoarele stații nu se află în rețeaua 192.168.0.0/24?
  - 192.168.0.32     - 192.168.0.64
  - 192.168.0.64     - 192.168.1.0
- Care este adresa de subrețea a rețelei în care se află stația 132.80.44.5/20?
- Care este adresa de broadcast pentru rețeaua de mai sus?
- Care este adresa de subrețea a rețelei în care se află stația 47.242.12.14/29?
- Care este adresa de broadcast a rețelei de mai sus?

- Schema de adresare ierarhică permite identificarea rețelei din care face parte o stație
- Rutere
  - dispozitive dedicate
  - identificarea căii de la o rețea la alta
  - dirijarea pachetelor între sursă și destinație
- Un pachet va trece prin mai multe rutere până va ajunge la destinație
- Un ruter va avea are cel puțin două interfețe de rețea
  - una pentru recepția unui pachet
  - alta pentru transmiterea acestuia mai departe
  - pot fi mai mult de două





```
razvan@anaconda:~$ traceroute www.google.com
```

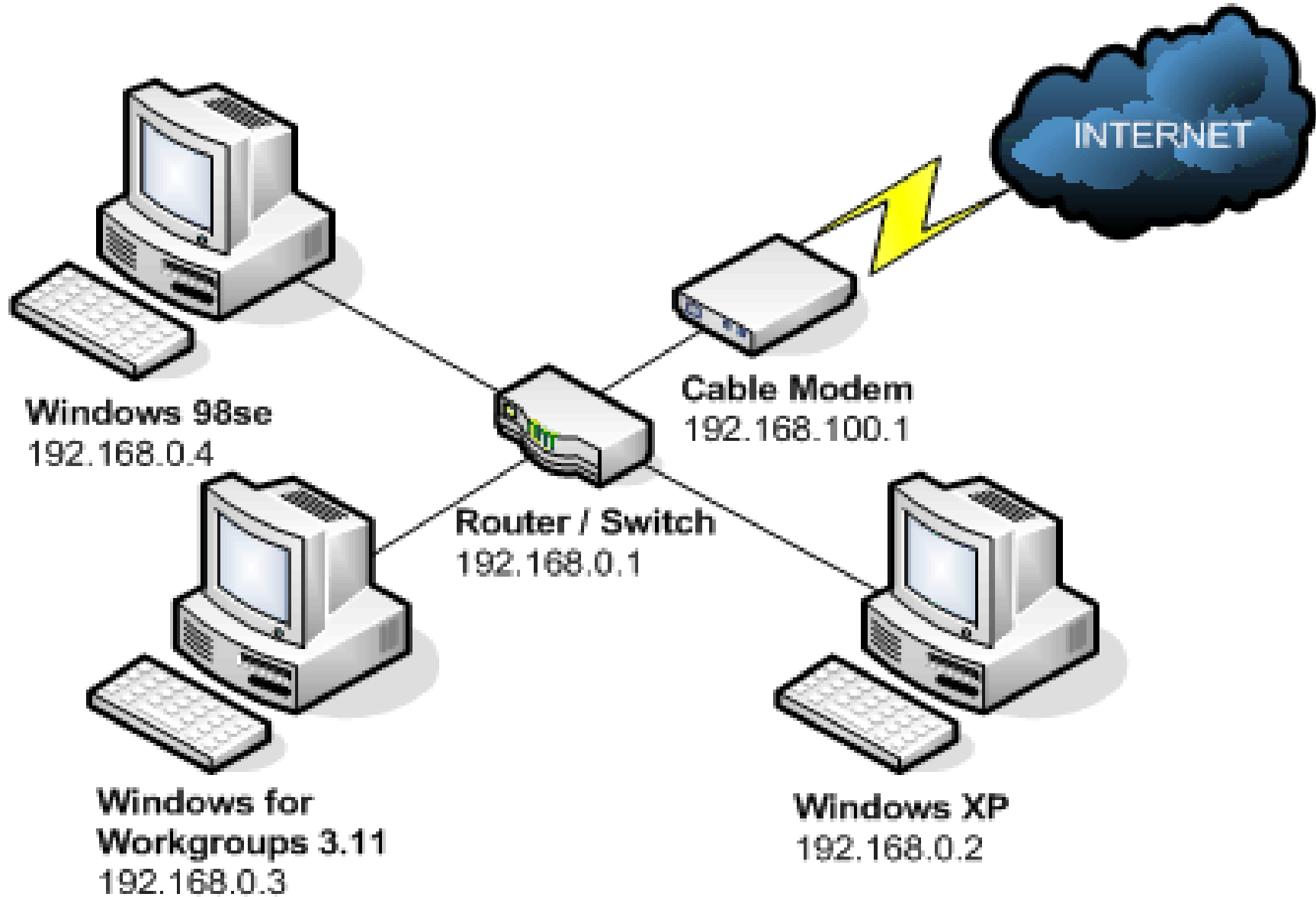
```
traceroute: Warning: www.google.com has multiple addresses; using 74.125.43.99
```

```
traceroute to www.l.google.com (74.125.43.99), 30 hops max, 40 byte packets
```

```

1  csr.cs.pub.ro (141.85.37.1)  0.608 ms  0.809 ms  0.437 ms
2  r-bb5-e0.Bucharest.roedu.net (141.85.254.16)  1.211 ms  1.220 ms  1.798 ms
3  r-bb1-g2-0-0.Bucharest.roedu.net (217.73.164.1)  2.231 ms  1.781 ms  0.754 ms
[...]
8  bpt-b2-link.teliana.net (80.239.134.1)  19.548 ms  19.896 ms  21.113 ms
9  hbg-bb2-link.teliana.net (80.91.250.134)  45.767 ms * 40.134 ms
10 prag-b1-link.teliana.net (80.91.252.89)  53.527 ms prag-b1-link.teliana.net
    (80.91.253.5)  52.658 ms  54.665 ms
[...]
15  64.233.174.55 (64.233.174.55)  67.485 ms  59.437 ms  59.911 ms
16  209.85.250.5 (209.85.250.5)  59.945 ms 209.85.255.245 (209.85.255.245)
    66.891 ms 209.85.250.5 (209.85.250.5)  61.375 ms
17  74.125.43.99 (74.125.43.99)  62.554 ms  59.662 ms  60.007 ms
```

- Totalitatea rețelelor interconectate de pe planetă
- Conectarea unei stații la Internet
  - prezența acelei stații într-o rețea care face parte din Internet
  - o stație dintr-o rețea conectată la celelalte rețele
- Gateway
  - ruterul care realizează conexiunea unui rețele cu stații (LAN) la restul rețelelor
  - are, în general, două interfețe de rețea
    - una pentru conexiunea cu rețeaua locală
    - alta pentru conexiunea cu Internetul



- Asociată fiecărui ruter
- Folosită pentru a alege calea pe care va trebui să o urmeze un pachet
- Tabelă de asociere
  - partea de potrivire (match): adresă de subrețea
  - partea de acțiunea (route): next-hop sau interfață de rețea
- Funcționare
  - se primește un pachet
  - se identifică subrețeaua destinație
  - se parcurge tabela de rutare și se caută adresa de subrețea (partea de potrivire)
  - se transmite pachetul către next-hop sau pe interfața de rețea (partea de acțiune)

- Vizualizarea tabelii de rutare

```
anaconda:~# route
```

```
Kernel IP routing table
```

Destination	Gateway	Genmask	Flags	Metric	Ref	Use	Iface
141.85.37.0	*	255.255.255.0	U	0	0	0	eth0
default	csr.cs.pub.ro	0.0.0.0	UG	0	0	0	eth0

- Adăugarea unei rute în tabela de rutare

```
anaconda:~# route add -net 192.168.0.0 netmask 255.255.0.0 gw 141.85.37.5
```

```
anaconda:~# route -n
```

```
Kernel IP routing table
```

Destination	Gateway	Genmask	Flags	Metric	Ref	Use	Iface
141.85.37.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	0	0	0	eth0
192.168.0.0	141.85.37.5	255.255.0.0	UG	0	0	0	eth0
0.0.0.0	141.85.37.1	0.0.0.0	UG	0	0	0	eth0

- Se precizează două componente
  - adresa IP (+ masca de rețea)
  - adresa gateway-ului
  
- Două criterii de clasificare a configurării
  - după persistența configurației
    - configurare persistentă
    - configurare temporară
  - după modul de precizare a parametrilor
    - statică (manuală)
    - dinamică (automată) (DHCP – Dynamic Host Configuration Protocol)

- statică

```
# ifconfig eth0 192.168.0.10 netmask 255.255.255.0 broadcast 192.168.0.255  
# route add default gw 192.168.0.1
```

- dinamică (DHCP)

```
# dhclient eth0
```

- Cum se realizează o configurare permanentă?
  - în cadrul unui fișier
  - /etc/network/interfaces

- Configurare dinamică

```
iface eth0 inet dhcp
```

- Configurare statică

```
iface eth0 inet static
    address 192.168.0.10
    netmask 255.255.255.0
    broadcast 192.168.0.255
    gateway 192.168.0.1
    dns-nameservers 195.238.2.21
```



- rețea de calculatoare
- conectare
- topologie de rețea
- mediu de transmisie
- adresă MAC
- ipconfig, ifconfig
- repetor, hub
- switch, ruter
- LAN, MAN, WAN
- Internet
- interfață de rețea
- protocol
- stivă de protoacoale
- DNS
- adresă IP
- mască de subrețea
- adresă de subrețea
- adresă de difuzare
- ifconfig
- rută
- gateway
- tabelă de rutare
- route

- [http://en.wikipedia.org/wiki/Computer\\_network](http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_network)
- <http://computer.howstuffworks.com/home-network.htm>
- <http://computer.howstuffworks.com/lan-switch.htm>
- <http://www.yolinux.com/TUTORIALS/LinuxTutorialNetworking.html>
- [http://www.faqs.org/docs/linux\\_network/](http://www.faqs.org/docs/linux_network/)
- <http://www.debian.org/doc/manuals/reference/ch-gateway.en.html>

?

