

# Rețele de calculatoare

## #6 Modelul TCP/IP. Adrese IP

**Adrian Runceanu**

<https://www.runceanu.ro/adrian/>

# *Curs 6*

## **Modelul TCP/IP. Adrese IP**

# *Modelul TCP/IP*

1. Protocolul IP
2. Formatul pachetului IP
3. Adresele IP
  - 3.1. Subrețele
  - 3.2. Masti de retea

# Modelul de referinta TCP/IP

Arhitectură cu 4 niveluri

Poartă numele principalelor protocoale:

1. **TCP (*Transmission Control Protocol*)**
2. **IP (*Internet Protocol*)**

1) **Nivelul de transport** - 2 protocoale:

- TCP - mod fiabil, orientat pe conexiune
- UDP – mod datagrama, neorientat pe conexiune

2) **Nivelul Internet**: mod neorientat pe conexiune, definește formatul pachetelor și mai multe protocoale de rutare, inclusiv IP

# *Modelul TCP/IP*

1. Protocolul IP
2. Formatul pachetului IP
3. Adresele IP
  - 3.1. Subretele
  - 3.2. Masti de retea

# Protocolul IP (RFC 791)

## ➤ Funcționare

- Mod datagram
- Rutare
- Segmentarea pachetelor

## ➤ Gestionează pachete/datagrame IP

- **Scop:** realizarea unei rețele mondiale prin compatibilitate cu diverse tipuri de suporturi fizice ⇒ **RFC (Request for Comments)** pentru definirea încapsulării pachetelor IP
  - Rețele locale Ethernet: RFC 894
  - Legături punct-la-punct cu PPP (Point to Point Protocol): RFC 1661
  - X25 (Transpac): RFC 1356

# Rolul nivelului Internet

## ➤ Adresarea și rutarea

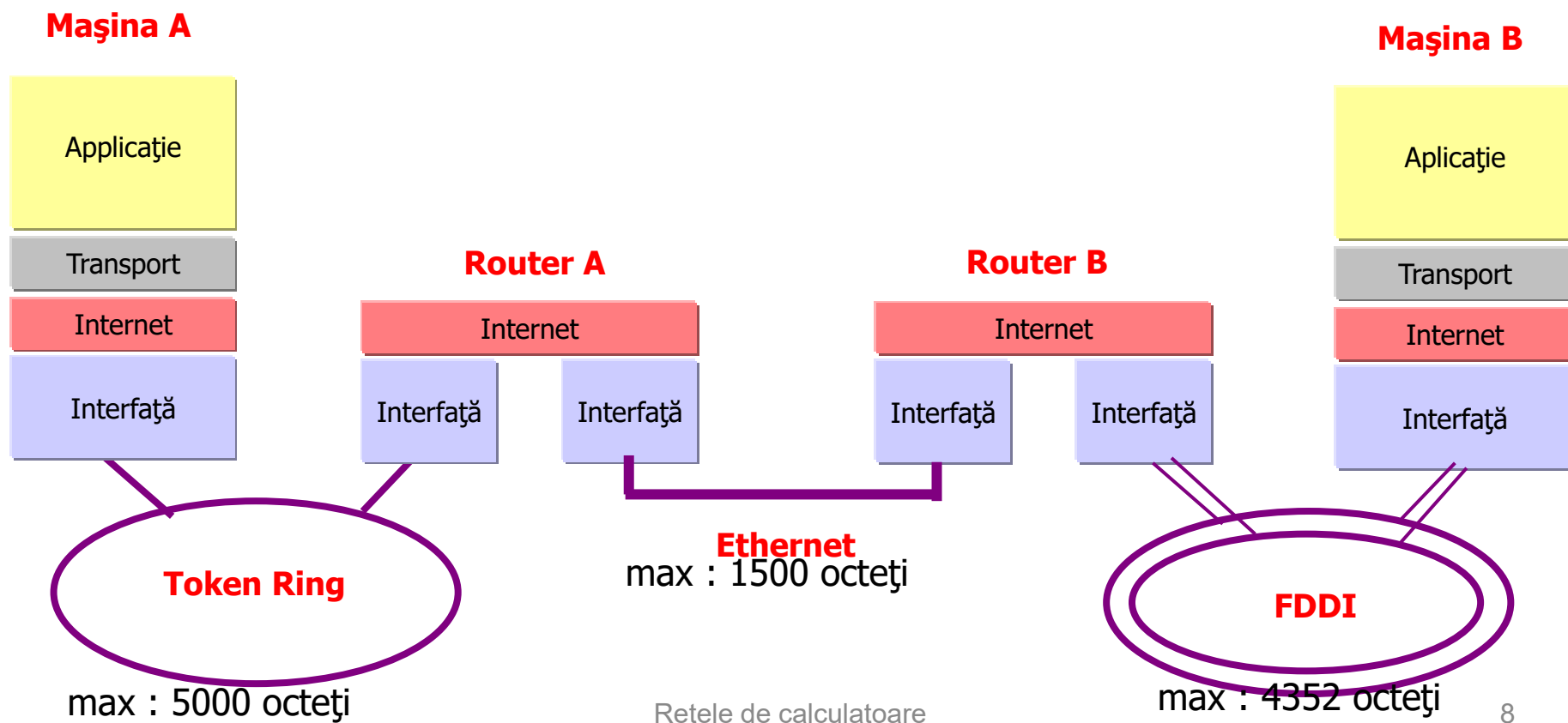
- *Adresarea permite o identificare unică a mașinilor de calcul la nivel planetar*
- *Rutarea permite accesul la aceste mașini pe baza adresei*

## ➤ O interfață unică între nivelurile înalte și nivelurile joase

- Adaptarea datelor la formatele nivelului OSI-Legătură de date (ex: fragmentarea/reasamblarea IP)
- Interconectarea rețelelor eterogene

# Interconectarea rețelelor eterogene

- Diferite rețele cu comutare de pachete sunt integrate într-o singură entitate (Internet)
  - Protocol comun pentru rețelele interconectate
  - Sistem de adresare comun
  - Fragmentare/reasamblare a pachetelor pentru a fi transmise prin alte rețele decât rețeaua de origine



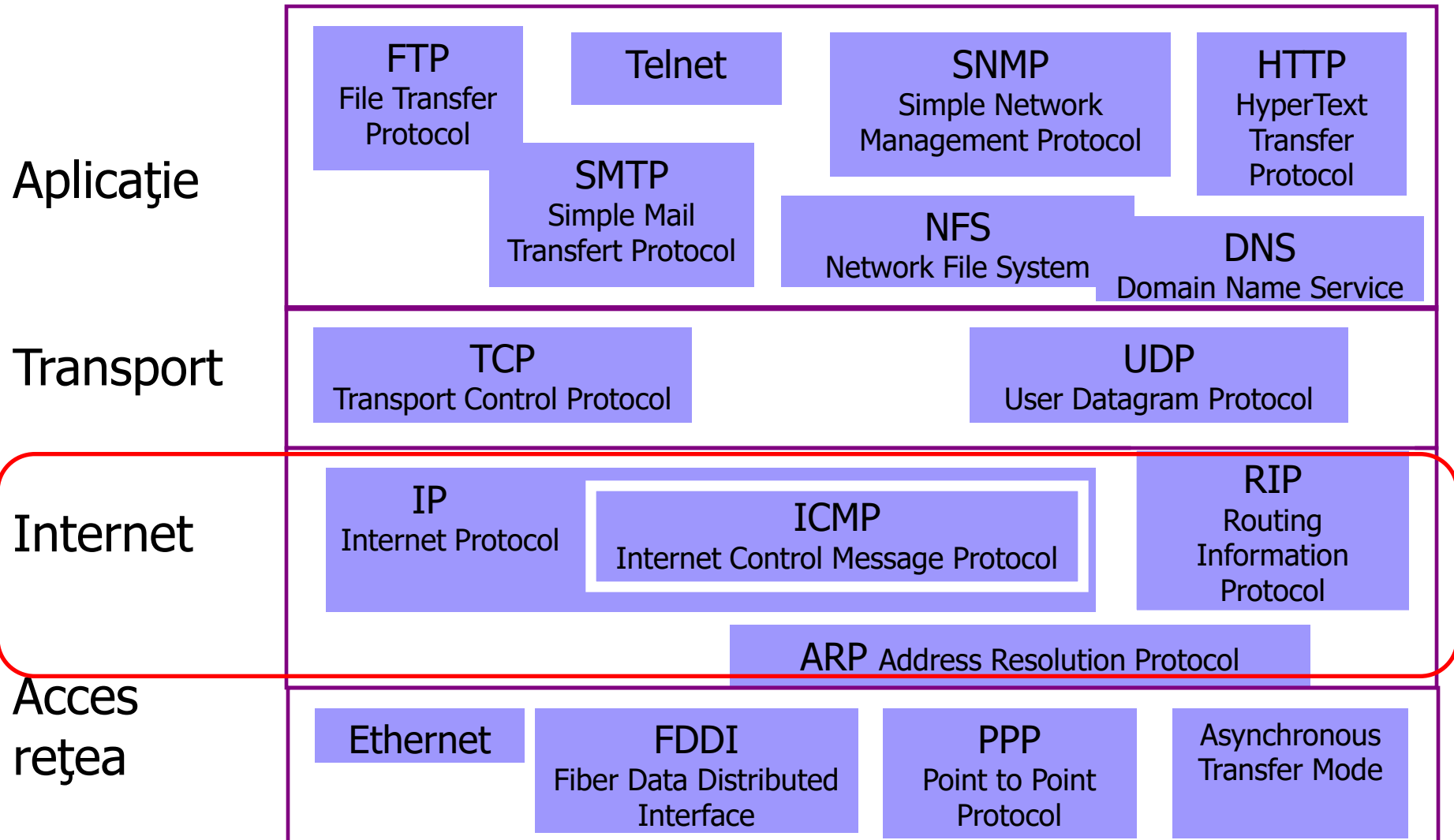
# Modul de funcționare a protocolului IP:

- a) **aplicația pregătește datele** și le transmite nivelului Internet al software-ului de rețea
- b) nivelul Internet **adaugă acestor date un antet** (header), conținând adresa de destinație
- c) **datagrama** este transmisă interfeței de rețea, care **adaugă la rândul ei un antet și transmite întreg cadrul către primul nod intermediar** al rețelei de comunicații, care va efectua rutarea pachetului

## Modul de funcționare a protocolului IP:

- d) la recepție, un nod intermediar va decide după adresa de destinație prezentă în antet **care este subrețeaua** și, implicit, **următorul nod intermediar**, către care trebuie redirecționat pachetul
- e) în cadrul destinației finale, **antetul este înlăturat și datagrama se transmite nivelului Internet**, de unde este transmis nivelului Aplicație

# Principalele protocoale ale modelului TCP/IP



# Protocoalele de pe nivelul Internet

## 1. *Internet Protocol (IP)*

a) Reprezentativ pentru nivelul Internet

b) Celelalte protocoale completează (asistă) realizarea funcțiilor

## 2. *Internet Control Message Protocol (ICMP)*

## 3. *Internet Group Message Protocol (IGMP)*

## 4. *Address Resolution Protocol (ARP)*

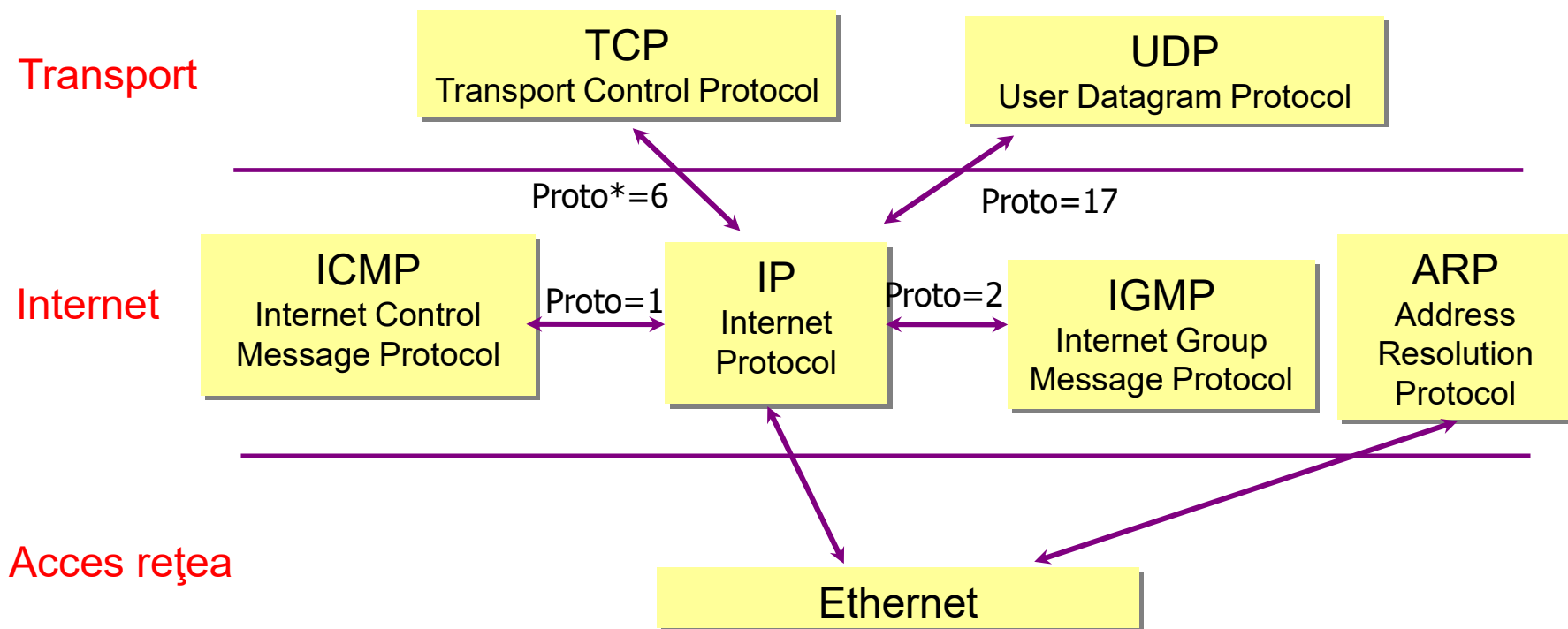
## 5. *Reverse Address Resolution Protocol (RARP)*

Unele din aceste protocoale (ex.: ICMP și IGMP) folosesc încapsularea datelor în datagrame IP

- Câmpul **protocol (proto)** permite identificarea protocolului utilizat.

# Arhitectura nivelului IP

## Mașina IP



\* Permite determinarea tipului mesajului

# Servicii IP

- Funcții simplificate la maximum
- Mod fără conexiune și fără confirmare
  - Fiecare pachet este tratat independent
  - IP transmite “cât se poate de bine” în condițiile date (*Best Effort*)
- ⇒ IP asigură servicii protocoalelor TCP și UDP care pot ameliora performanțele legăturii
- IP transportă pachetele de la sursă la destinație
  - Fiecare pachet conține:
    - Adresa IP a sursei
    - Adresa IP a destinatarului
  - Fiecare interfață a unei mașini are o adresă IP

# Servicii IP

Funcții ale rețelei	Servicii ale protocolului IP
Conexiune	Mod datagram (fără conexiune), pachet de max 64Ko
Controlul fluxului	Fără control al fluxului (funcție asigurată parțial de ICMP)
Adresare	Câmp de adresă de 32/48 biți (IPv4/IPv6)
Segmentare	Segmentare (fragmentare) posibilă cu IP
Rutare	Mai multe protocoale: EGP (BGP, IS-IS...), IGP (RIP, OSPF...)
Controlul erorilor	Realizat asupra antetului pachetului, nu asupra datelor
Gestionarea anomaliilor	Asigurată de protocolul ICMP

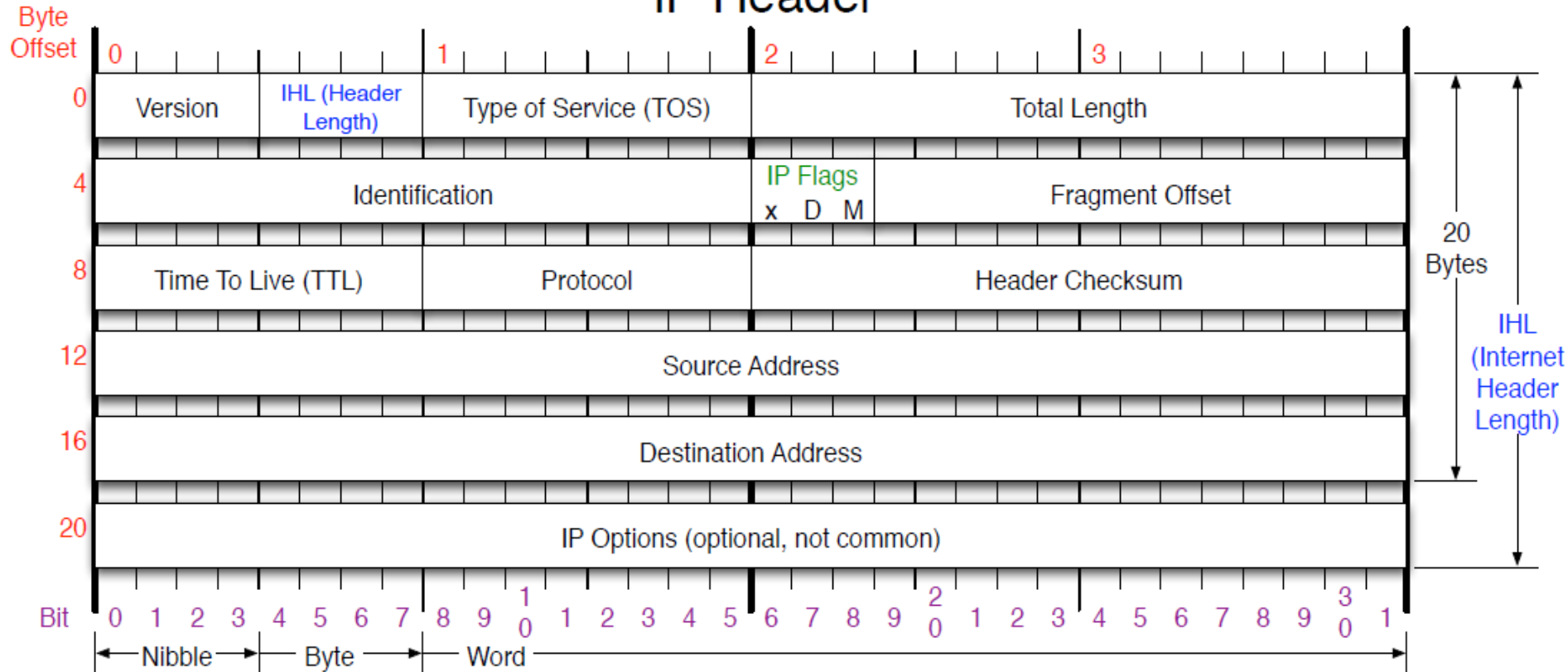
IP nu asigură multiplexarea, verificarea secvențierii, detectarea pierderii de pachete, retransmiterea în cazul erorilor

# *Modelul TCP/IP*

1. Protocolul IP
2. **Formatul pachetului IP**
3. Adresele IP
  - 3.1. Subrețele
  - 3.2. Masti de retea



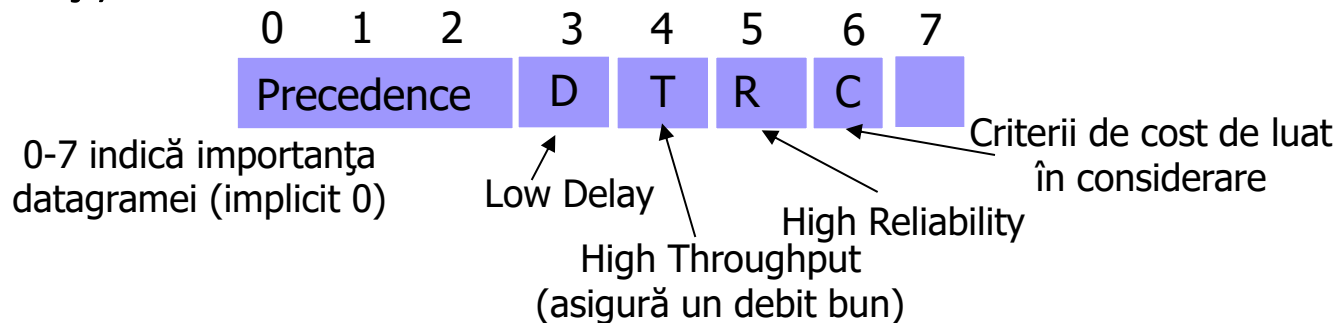
# IP Header



<p><b>Version</b></p> <p>Version of IP Protocol. 4 and 6 are valid. This diagram represents version 4 structure only.</p>	<p><b>Protocol</b></p> <p>IP Protocol ID. Including (but not limited to):</p> <table border="0"> <tr> <td>1 ICMP</td> <td>17 UDP</td> <td>57 SKIP</td> </tr> <tr> <td>2 IGMP</td> <td>47 GRE</td> <td>88 EIGRP</td> </tr> <tr> <td>6 TCP</td> <td>50 ESP</td> <td>89 OSPF</td> </tr> <tr> <td>9 IGRP</td> <td>51 AH</td> <td>115 L2TP</td> </tr> </table>	1 ICMP	17 UDP	57 SKIP	2 IGMP	47 GRE	88 EIGRP	6 TCP	50 ESP	89 OSPF	9 IGRP	51 AH	115 L2TP	<p><b>Fragment Offset</b></p> <p>Fragment offset from start of IP datagram. Measured in 8 byte (2 words, 64 bits) increments. If IP datagram is fragmented, fragment size (Total Length) must be a multiple of 8 bytes.</p>	<p><b>IP Flags</b></p> <p>x D M</p> <p>x 0x80 reserved (evil bit)  D 0x40 Do Not Fragment  M 0x20 More Fragments follow</p>
1 ICMP	17 UDP	57 SKIP													
2 IGMP	47 GRE	88 EIGRP													
6 TCP	50 ESP	89 OSPF													
9 IGRP	51 AH	115 L2TP													
<p><b>Header Length</b></p> <p>Number of 32-bit words in TCP header, minimum value of 5. Multiply by 4 to get byte count.</p>	<p><b>Total Length</b></p> <p>Total length of IP datagram, or IP fragment if fragmented. Measured in Bytes.</p>	<p><b>Header Checksum</b></p> <p>Checksum of entire IP header</p>	<p><b>RFC 791</b></p> <p>Please refer to RFC 791 for the complete Internet Protocol (IP) Specification.</p>												

# Câmpurile antetului IP

- **Version:** Versiunea protocolului IP
  - Versiunea curentă = 4, sau 6 pentru IP.v6
- **IHL (*IP Header Length*):**
  - Lungimea antetului în cuvinte de 32 biți (4 octeți) – Biții de completare asigură ca lungimea antetului să fie un multiplu de 32 de biți
  - Valoarea obisnuita 5 (dimensiune 20 octeți fără opțiuni)
- **Tipul serviciului (ToS):**
  - A fost prevăzut pentru rutare după QoS, dar nu este utilizat
- **Total Length:**
  - Lungimea totală a pachetului IP, antet + data în octeți (maximum 64 kocteți)



# Câmpurile antetului IP

## Câmpuri pentru fragmentare/reasamblare

### 1. Identification:

- Identificator unic al pachetului atribuit de expeditor pentru reasamblarea eventuală a fragmentelor (**fragmentele aceluiași pachet au același identificator**).

### 2. Flag: pentru fragmentare

- 001: mai sunt fragmente
- 000: ultimul fragment (sau nefragmentat)
- 01x: nu se fragmentează

### 3. FO (Fragment Offset):

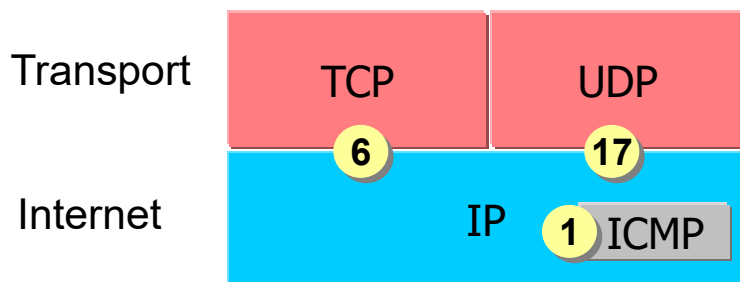
- Poziția fragmentului în datagramă (în blocuri de 8 octeți)
- 0 pentru primul fragment
- **Destinatarul trebuie să recupereze toate fragmentele, dacă un fragment lipsește, tot pachetul este pierdut**

# Câmpurile antetului IP

## ➤ *Time To Live (TTL):*

- Durata de viață a pachetului în secunde (la originea pachetului)
- Fiecare router scade din TTL durata de procesare. În fapt un router procesează un pachet în mai puțin de 1 sec, deci dacă scade 1 din TTL, *TTL indică numărul de salturi pe care îl face pachetul (hop count)*
- Dacă TTL este 0, pachetul este distrus și un mesaj ICMP este trimis expeditorului

## ➤ *Protocol:* indică protocolul care folosește pachetul



Protocol	Număr
ICMP	1
TCP	6
UDP	17
IP in IP	4
IGMP	2
IPv6	41

# Câmpurile antetului IP

## ➤ Header Checksum:

- *Sumă de control asupra antetului, pentru verificarea integrității lui.*
- Nu include TTL
- Nu include datele

## ➤ Source address, Destination address

- *Adresele IP ale mașinilor de la extremități – sursă și destinație*

## ➤ Options:

- De lungime variabilă
- Exemplu: rutarea la sursă

## ➤ Padding (completare)

- Pentru o dimensiune a antetului IP multiplu de 32 biți

# Fragmentare și reasamblare

- Protocoalele nivelului acces rețea (Ethernet, FDDI, Token Ring,...) acceptă pachete IP cu o dimensiune maximă limitată (**MTU - Maximum Transmission Unit**)  
Exemple:
  - **Ethernet** – MTU = 1500 octeți
  - **FDDI** – MTU = 4352 octeți
- Pentru ca un pachet să traverseze o rețea cu un MTU inferior dimensiunii lui, IP fragmentează pachetul
  - Router-ul care leagă cele 2 rețele face fragmentarea
  - Reasamblarea se face pe **mașina de destinație**

# *Modelul TCP/IP*

1. Protocolul IP
2. Formatul pachetului IP
3. Adresele IP
  - 3.1. Subretele
  - 3.2. Masti de retea

# Adresele IP

- Fiecare mașină conectată la o rețea TCP/IP trebuie să aibă cel puțin o adresă IP pentru a putea comunica.
- Adresa este unică
  - Configurabilă software (comanda `ifconfig` – în S.O. Unix, `ipconfig` – în S.O. Windows)
  - Asociată fiecărei interfețe de rețea (exemplu: un router are un număr de adrese IP egal cu numărul de interfețe de rețea)
- 3 tipuri de adrese:
  1. **unicast**: permit identificarea unui echipament IP în mod unic
  2. **multicast**: adresă de difuzare către un grup de echipamente IP
  3. **broadcast**: adresă de difuzare către toate echipamentele unei aceleiași subrețele

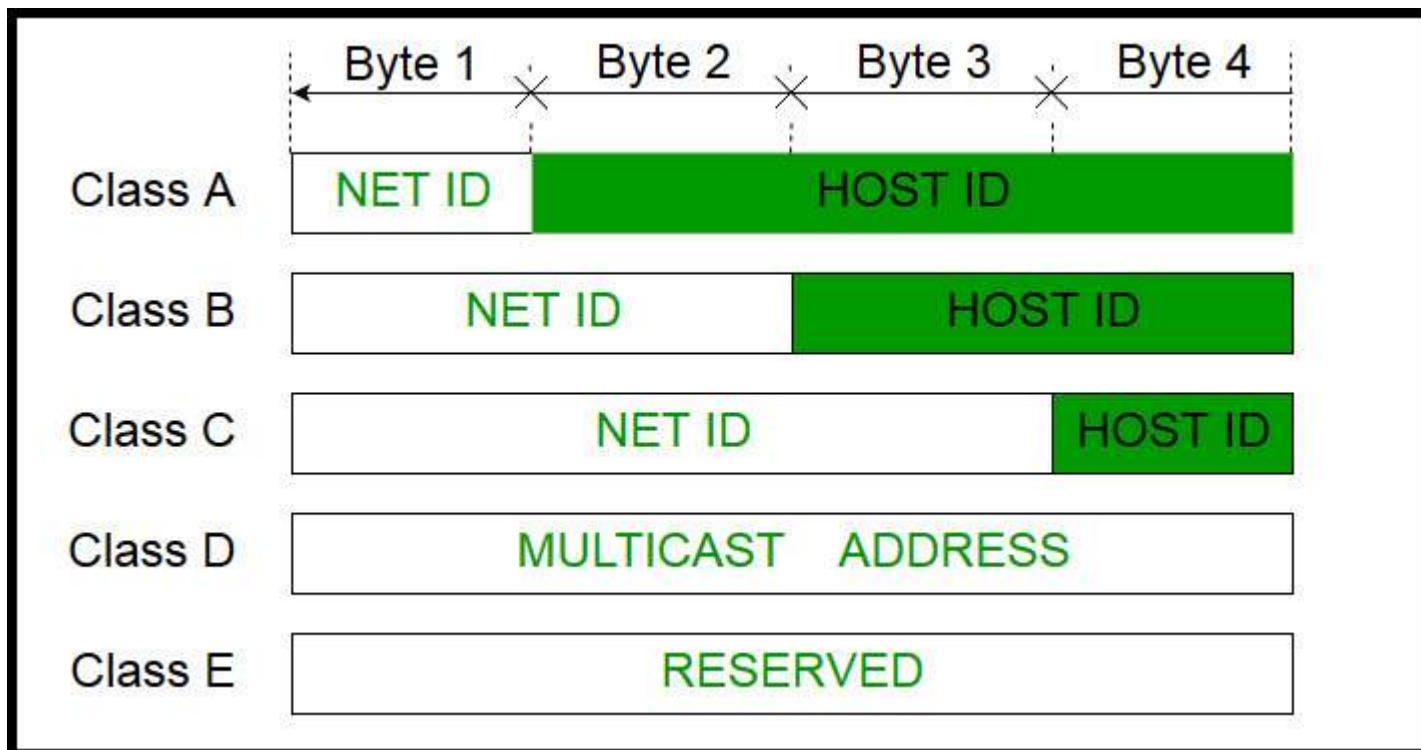
# Adresele IP

- Sunt codate pe 32 biți (4 octeți).
- Scrierea se face în “**notație zecimală cu punct**” - octeții sunt separați prin puncte.
  - Exemplu: 172.16.122.204

	32 bits			
	Network		Host	
Maximum	255	255	255	255
Binar	11111111	11111111	11111111	11111111
Exemplu zecimal	172	16	122	204
Exemplu binar	10101100	00010000	0111010	11001100

# Clasele de adrese IP

- Adresele au două părți:
  - Numărul rețelei (Net\_id)
  - Numărul mașinii în rețea (Host\_id)
- Există 5 clase de adrese, în funcție de dimensiunea rețelelor:



# Clasele de adrese IP

Se diferențiază prin primul octet.

Clasă	Adrese de rețea	Număr de rețele	Număr de mașini
<b>A</b>	<b>1.0.0.0 - 127.0.0.0</b>	126	16 777 214
<b>B</b>	<b>128.0.0.0 -191.255.0.0</b>	16382	65 534
<b>C</b>	<b>192.0.0.0 - 223.255.255.0</b>	2 097 150	254

Clasă	Adrese de rețea	Număr de adrese de grup
<b>D</b>	<b>224.0.0.0 - 239.255.255.0</b>	268 435 455
<b>E</b>	<b>240.0.0.0 - 247.255.255.255</b>	

# Clasele de adrese IP

CLASS	LEADING BITS	NET ID BITS	HOST ID BITS	NO. OF NETWORKS	ADDRESSES PER NETWORK	START ADDRESS	END ADDRESS
CLASS A	0	8	24	$2^7$ (128)	$2^{24}$ (16,777,216)	0.0.0.0	127.255.255.255
CLASS B	10	16	16	$2^{14}$ (16,384)	$2^{16}$ (65,536)	128.0.0.0	191.255.255.255
CLASS C	110	24	8	$2^{21}$ (2,097,152)	$2^8$ (256)	192.0.0.0	223.255.255.255
CLASS D	1110	NOT DEFINED	NOT DEFINED	NOT DEFINED	NOT DEFINED	224.0.0.0	239.255.255.255
CLASS E	1111	NOT DEFINED	NOT DEFINED	NOT DEFINED	NOT DEFINED	240.0.0.0	255.255.255.255

<https://www.geeksforgeeks.org/introduction-of-classful-ip-addressing/>

# Clasele de adrese IP

Clasa A: **0NNNNNNN.Host.Host.Host** (7 biți, 24 biți)



**Class A**

<https://www.geeksforgeeks.org/introduction-of-classful-ip-addressing/>

- 7 biți pentru NetId și 24 biți pentru HostId
  - Adrese de rețea posibile: **1.0.0.0 - 127.0.0.0**
  - Adresa de rețea 127 este rezervată pentru diagnostic, deci sunt 126 de rețele
  - Mașini în fiecare rețea 16.777.214 ( $2^{24}-2$ : valorile numai cu biti 0 sau 1 nu sunt utilizate ca adrese)
- *Clasa A concentrează 50% din spațiul de adresare IPv4.*

# Clasele de adrese IP

Clasa B: **10NNNNNN.Network.Host.Host**



<https://www.geeksforgeeks.org/introduction-of-classful-ip-addressing/>

**Class B**

- Primii biți sunt 10 (binar)
- 14 biți pentru NetId și 16 biți pentru HostId
- Adrese de rețea posibile: **128.0.0.0 - 191.255.0.0**
- Număr de rețele: 16384
- Număr de mașini în fiecare rețea:  $2^{16}-2 = 65534$
- *Clasa B deține 50% din ceea ce a rămas după ce am extras clasa A, adică 25% din totalul IPv4.*

# Clasele de adrese IP

Clasa C: **110NNNN.Network.Network.Host**



<https://www.geeksforgeeks.org/introduction-of-classful-ip-addressing/>

## Class C

- Primii 3 biți sunt 110 (binar)
- 21 biți pentru NetID și 8 biti pentru HostId
- Adrese de rețea posibile: **192.0.0.0 - 223.255.255.0**
- Număr de rețele: 2097152
- Număr de mașini în fiecare rețea:  $2^8 - 2 = 254$
- *Clasa C deține 17.5% din totalul de adresa IPv4*

# Clasele de adrese IP

Clasa D:

**1110MMM.GroupeMulticast.GroupeMulticast.GroupeM  
ulticast**



<https://www.geeksforgeeks.org/introduction-of-classful-ip-addressing/>

**Class D**

- Primii 4 biți sunt 1110 (binar)
- 28 biți pentru identificarea unui grup multicast
- Adrese posibile pentru grupuri: 224.0.0.0 - 239.255.255.255
- RFC 1700: lista adreselor multicast utilizate universal
- *Aici se încadrează 8,75% din IP-uri.*

# Clasele de adrese IP

Clasa E: **1111XX...** (rezervat)



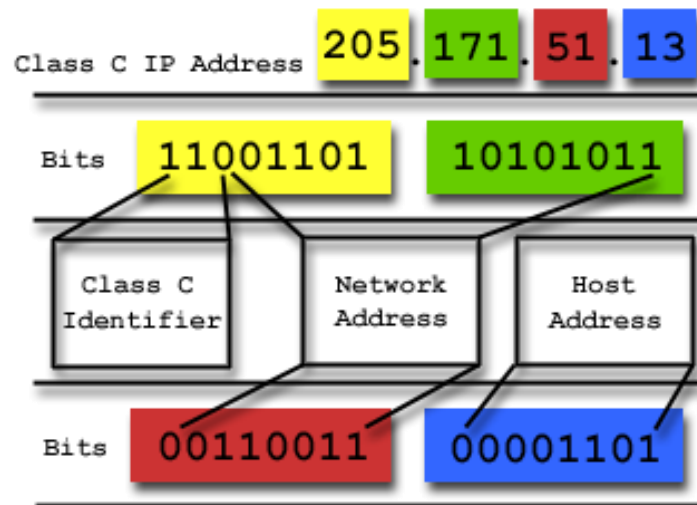
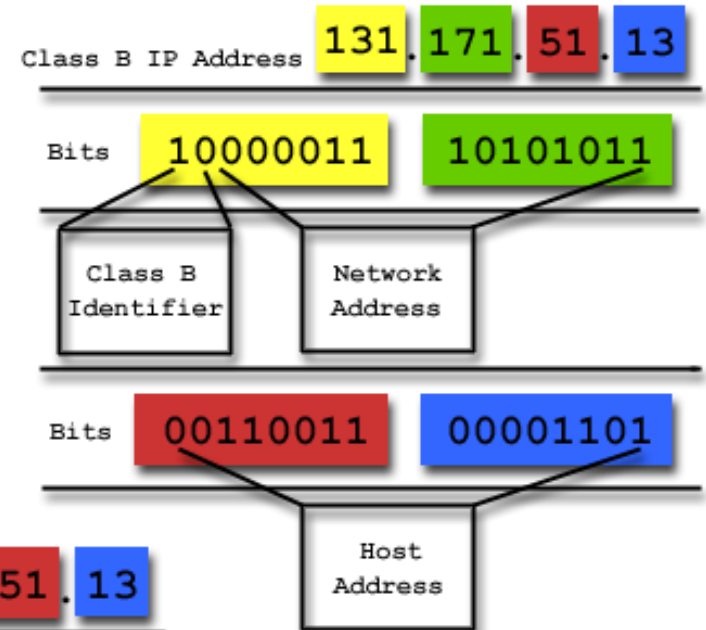
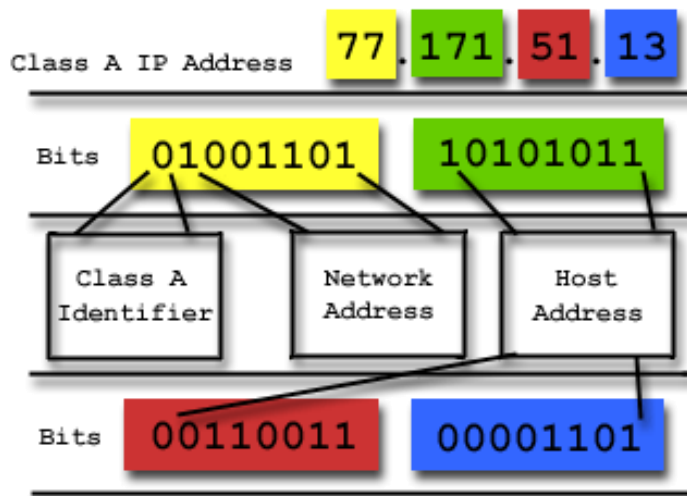
<https://www.geeksforgeeks.org/introduction-of-classful-ip-addressing/>

**Class E**

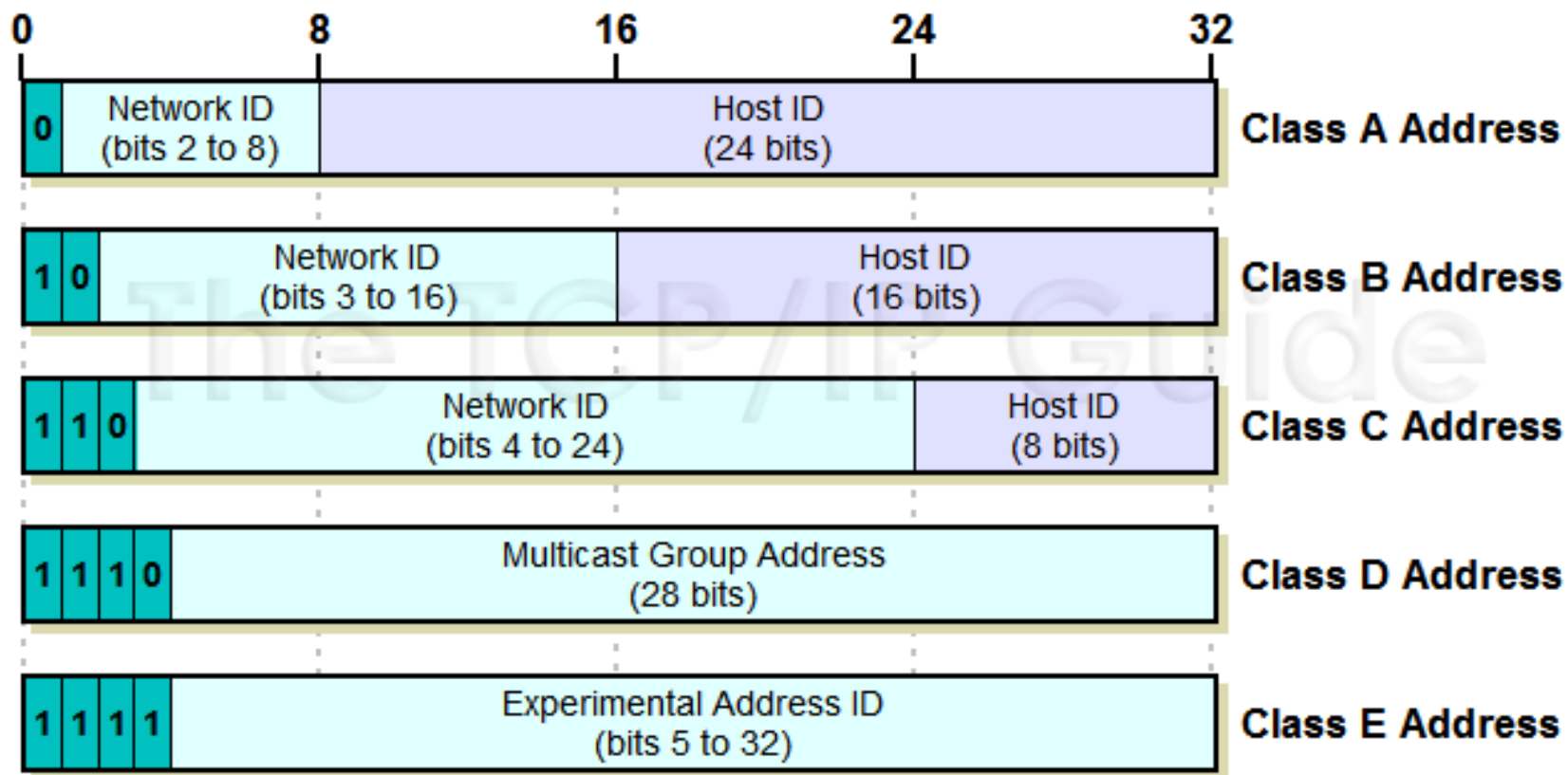
– Primii 4 biți sunt 1111 (binar)

➤ *Aici sunt tot 8.75% adrese.*

# Clasele de adrese IP



# Clasele de adrese IP



[http://www.tcpipguide.com/free/t\\_IPClassfulAddressingNetworkandHostIdentificationan-3.htm](http://www.tcpipguide.com/free/t_IPClassfulAddressingNetworkandHostIdentificationan-3.htm)

# *Modelul TCP/IP*

1. Protocolul IP
2. Formatul pachetului IP
3. Adresele IP
  - 3.1. Subrețele
  - 3.2. Masti de retea

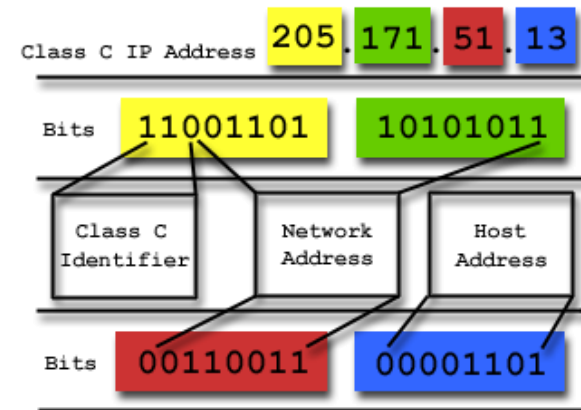
## 3.1. Subrețele

- În momentul în care se dorește împărțirea în subrețele *se alocă în cadrul adresei IP un număr de biți care identifică subrețelele.*
- Aceștia sunt *preluați din cadrul zonei de host a adresei IP.*
- Astfel, în cadrul adresei IP, sunt definite trei zone:
  1. **rețea**
  2. **subrețea**
  3. **host**

## 3.1. Subrețele

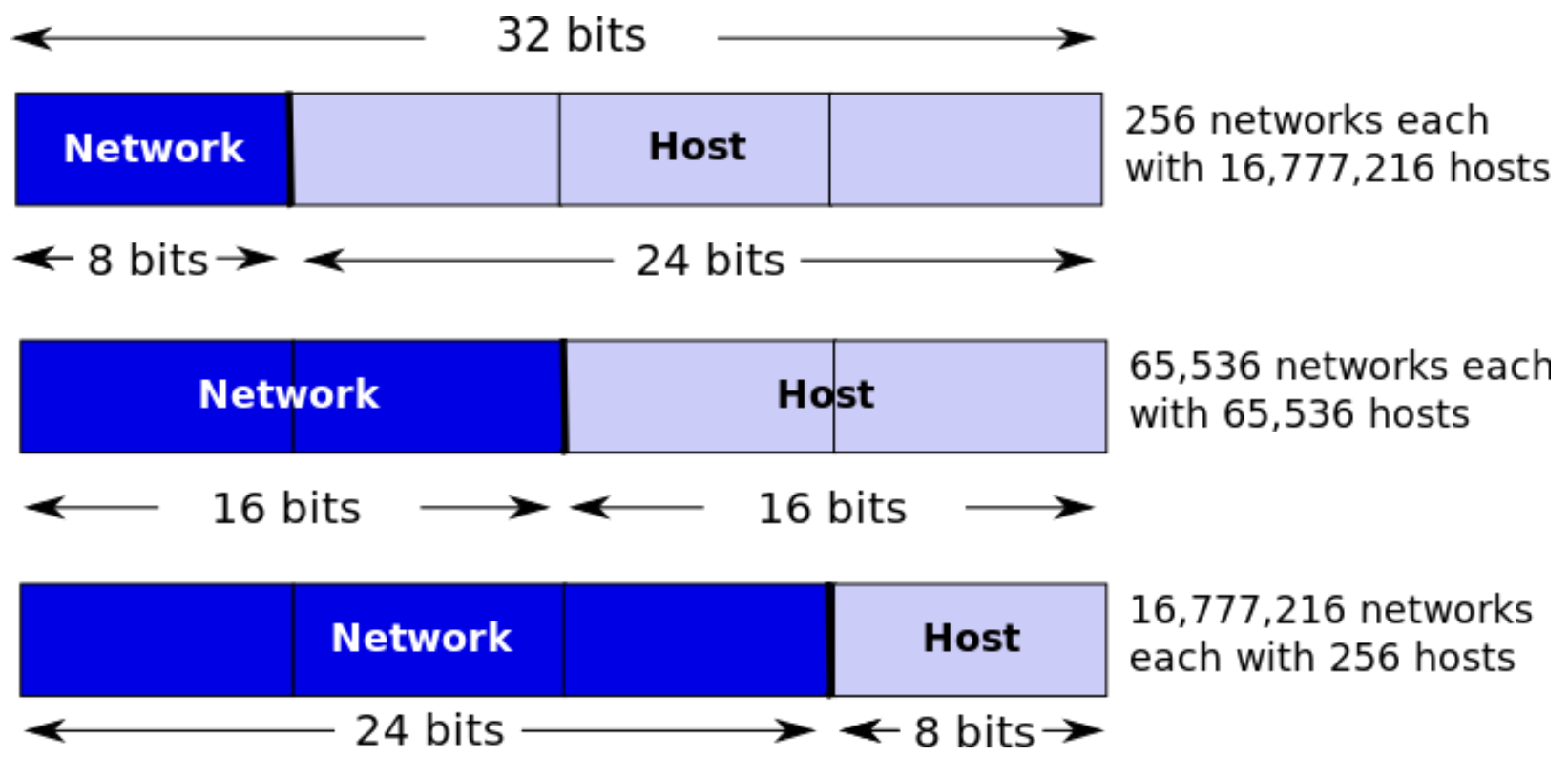
- Biții ce identifică rețeaua sunt definiți prin **tipul clasei**,
- cei de host sunt definiți de către **masca de rețea folosită**,
- iar **cei de subrețea** sunt obținuți prin **preluarea biților rămași**.

De exemplu o mască de rețea de forma: 205.171.51.13, utilizată în cadrul unei rețele de clasă C, determină un număr de patru biți de host.



# 3.1. Subrețele

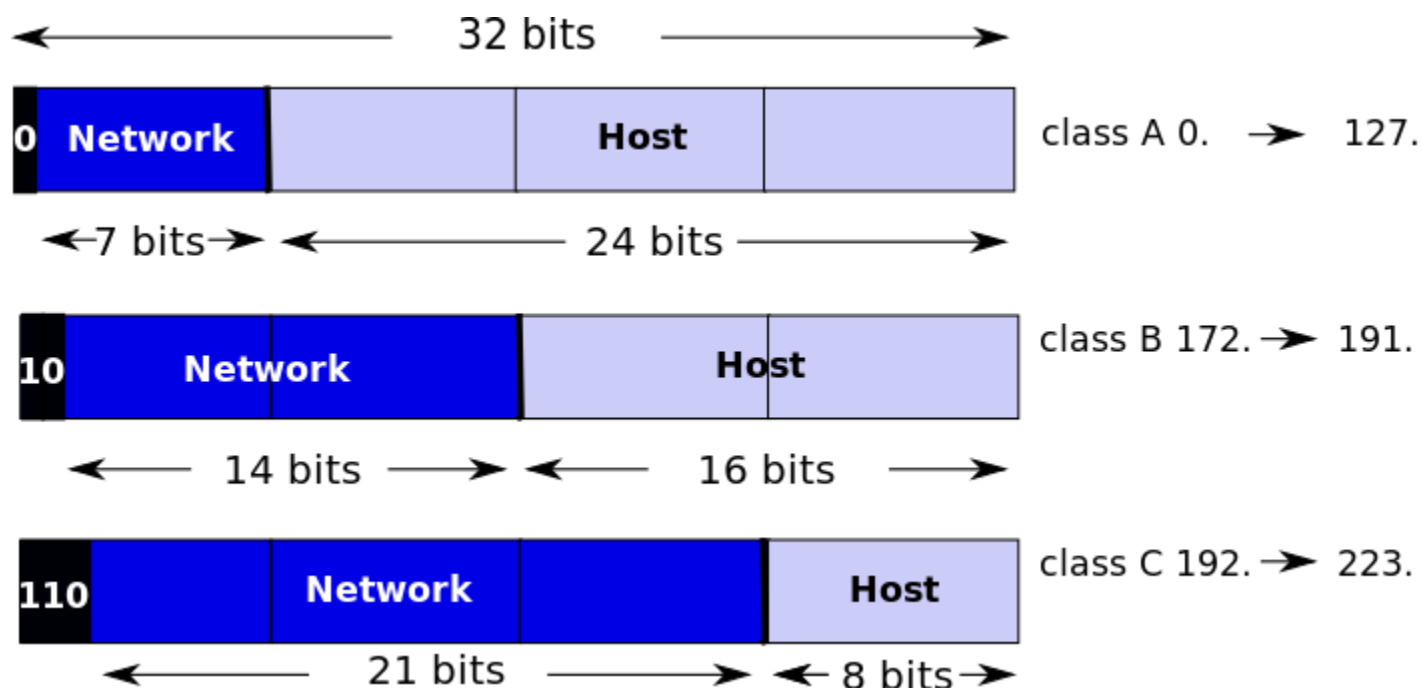
## Structurarea unei adrese de IP



[https://en.wikibooks.org/wiki/A-level\\_Computing/AQA/Paper\\_2/Fundamentals\\_of\\_communication\\_and\\_networking/IP\\_address\\_structure](https://en.wikibooks.org/wiki/A-level_Computing/AQA/Paper_2/Fundamentals_of_communication_and_networking/IP_address_structure)

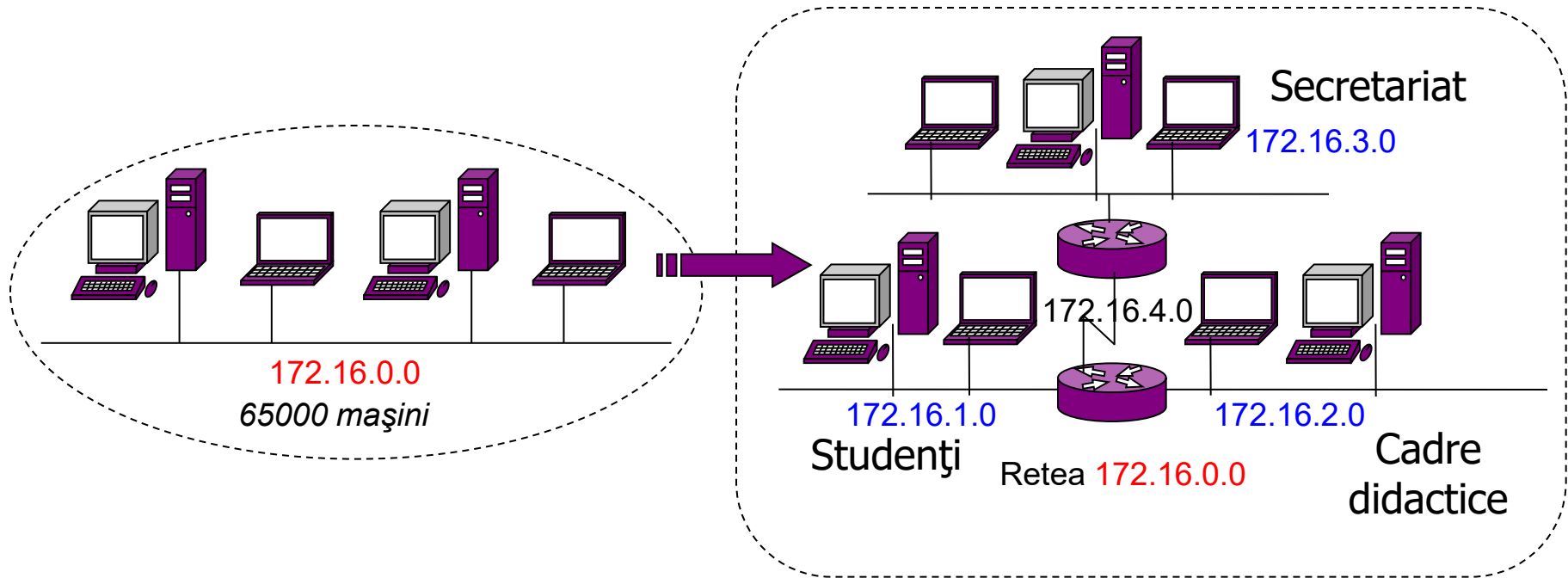
## 3.1. Subrețele

Folosim primul bit sau primii biti ai adresei IP pentru a identifica clasa din care face parte:



[https://en.wikibooks.org/wiki/A-level\\_Computing/AQA/Paper\\_2/Fundamentals\\_of\\_communication\\_and\\_networking/IP\\_address\\_structure](https://en.wikibooks.org/wiki/A-level_Computing/AQA/Paper_2/Fundamentals_of_communication_and_networking/IP_address_structure)

## 3.1. Subrețele



### Un exemplu de segmentare

- Un singur spațiu de adrese împărțit în mai multe subrețele
- Separarea departamentelor instituției
- Separare invizibilă din exterior

# Procedura de segmentare

- Se împart în **doua câmpuri biții de adresare** a mașinii (**host-id**) ai adresei IP a rețelei
  - Primul grup de biți identifică subrețeaua
  - Restul biților identifică mașina în cadrul subrețelei

Exemplu: pentru a segmenta în 3 rețeaua cu adresa **193.55.44.0**, se pot rezerva 2 biți ai host-id 193.55.44.**xxxxxxx**.

De exemplu:

- Subrețeaua 1: 193.55.44.**01000000** (193.55.44.64)
  - Subrețeaua 2: 193.55.44.**10000000** (193.55.44.128)
  - Subrețeaua 3: 193.55.44.**11000000** (193.55.44.192)
- Mașina nr.3 a subrețelei 2 are ca adresa IP:  
193.55.44.**10000011** (193.55.44.131)

# *Modelul TCP/IP*

1. Protocolul IP
2. Formatul pachetului IP
3. Adresele IP
  - 3.1. Subretele
  - 3.2. Masti de retea

## 3.2. Masti de retea (Netmask)

- **O mască** are același format cu o adresa IP.
- Este constituita din:
  - **Toți biții host-id desemnând rețeaua (subrețeaua)** în cadrul adresei au **valoarea logică 1**
  - **Toți biții host-id desemnând mașina** au **valoarea logică 0**
  - **Operația logică AND între mască și adresa IP are ca rezultat adresa rețelei (subrețelei)**

Pentru exemplul precedent:

masca de subrețea    255.255.255.**11000000** (255.255.255.192)

masca de rețea      255.255.255.**00000000** (255.255.255.0)

## 3.2. Masti de retea (Netmask)

1. clasa A: 255.0.0.0
2. clasa B: 255.255.0.0
3. clasa C: 255.255.255.0

## 3.2. Masti de retea (Netmask)

- Valori posibile pentru ultimul octet
  - 128: 10000000
  - 192: 11000000
  - 224: 11100000
  - 240: 11110000
  - 248: 11111000
  - 252: 11111100
  
- N biți pentru subretea pot adresa  $2^N$  subrețele.

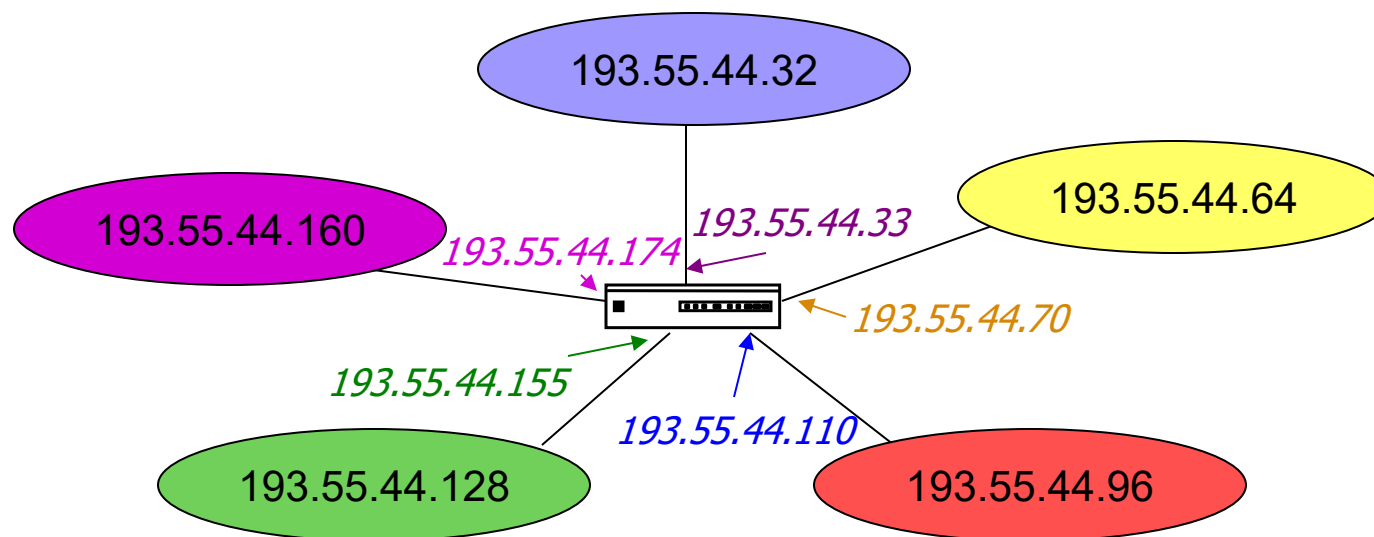
# Exemplu de subrețele

- Segmentarea adresei 193.55.44.0 în 5 subrețele.
  - Numarul de biți pentru subrețea:  $N = 3$  ( $2^2 < 5 < 2^3$ )
  - Masca de subrețea: 255.255.255.224 FF.FF.FF.E0. (în hexazecimal)
  - Adrese de subrețea disponibile:

Ultimul octet (binar)	Adrese de subrețele
0000 0000	193.55.44.0
0010 0000	193.55.44.32
0100 0000	193.55.44.64
0110 0000	193.55.44.96
1000 0000	193.55.44.128
1010 0000	193.55.44.160
1100 0000	193.55.44.192
1110 0000	193.55.44.224

Administratorul rețelei poate alege 5 din 8 adrese

# Exemplu de subrețele



Router-ul primește un pachet pe adresa IP 193.55.44.170

- 193.55.44.170 & 255.255.255.224 = 193.55.44.174
- Pachetul este livrat pe ieșirea cu adresa IP 193.55.44.174

# Concluzii

1. Două adrese IP unice din aceeași rețea au valori identice pentru partea de rețea, diferind prin partea de host.
2. Două adrese IP unice din aceeași subrețea au valori identice în partea de rețea, în cea de subrețea diferind doar prin partea de host.
3. Două adrese IP unice aflate în subrețele diferite dintr-o rețea de clasă A, B sau C au aceeași valoare în partea de rețea și diferă prin partea de subrețea.

# Exemple clase de adrese

1. Având adresa IP 134.141.7.11 și masca de rețea 255.255.255.0 să se specifice care este adresa care identifică subrețeaua.

Adresa este de **clasa B**; am evidențiat îngroșat biții care identifică subrețeaua.

Adresa:	134.141.7.11	1000 0110 1000 1101 <b>0000 0111</b> 0000 1011
Masca de rețea:	255.255.255.0	1111 1111 1111 1111 <b>1111 1111</b> 0000 0000
Rezultatul:	134.141.7.0	1000 0110 1000 1101 <b>0000 0111</b> 0000 0000

# Exemple clase de adrese

2. Având adresa IP 193.193.7.7 și masca de rețea 255.255.255.0 să se specifice care este numărul care identifică subrețeaua.

Tinând cont că este vorba despre o adresă de **clasă C**, iar masca este 255.255.255.0, rezultă că nu se utilizează împărțirea în subrețele.

Adresa:	193.193.7.7	1100 0001 1100 0001 0000 0111 0000 0111
Masca de rețea:	255.255.255.0	1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000
Rezultatul:	193.193.7.7	1100 0001 1100 0001 0000 0111 0000 0111

# Exemple clase de adrese

3. Având adresa IP 134.141.7.11 și masca de rețea 255.255.255.0 să se specifice care este adresa de broadcast pentru subrețea.

Adresa:	134.141.7.11	1000 0110 1000 1101 <b>0000 0111</b> 0000 1011
Masca de rețea:	255.255.255.0	1111 1111 1111 1111 <b>1111 1111</b> 0000 0000
Rezultatul:	134.141.7.0	1000 0110 1000 1101 <b>0000 0111</b> 0000 0000
Adresa de broadcast	134.141.7.255	1000 0110 1000 1101 <b>0000 0111</b> 1111 1111

# Exemple clase de adrese

4. Având adresa IP 193.193.7.7 și masca de rețea 255.255.255.0 să se specifice care sunt adresele IP asignabile în această subrețea.

- Adresa de subrețea este 193.193.7.0, iar cea de broadcast este 193.193.7.255.
- Adresele de IP asignabile se găsesc în intervalul 193.193.7.1 - 193.193.7.254.

# Exemple clase de adrese

5. Având adresa IP 140.1.1.1 și masca de rețea 255.255.255.248 să se specifice care sunt adresele IP asignabile în această subrețea.

- Adresa de subrețea este 140.1.1.0, iar cea de broadcast este 140.1.1.7.
- Adresele de IP asignabile se găsesc în intervalul: 140.1.1.1 - 140.1.1.6.

# Utilizarea subrețelelor în practică

*Alocarea adreselor gazdă într-o rețea în care sunt definite subrețele*, trebuie să țină cont de următoarele caracteristici:

- Fiecare subrețea are rezervate **prima adresă alocabilă** ca fiind **identificatorul subrețelei (Net-Address NA)** și **ultima adresă alocabilă** utilizată pentru **trimiterea datagramelor către toate calculatoarele din subrețea (Broadcast-Address BA)**
- Calculatoarele cu adresa alocată într-o subrețea nu comunică direct decât cu calculatoarele din aceeași subrețea sau din rețele subordonate sau cu rețeaua superioară.

Pentru comunicarea cu alte subrețele se utilizează gateway-ul.

# Utilizarea subrețelelor în practică

Dacă se cunoaște **adresa IP** și **Net mask-ul subrețelei** alocat pentru un calculator gazdă într-o clasă cunoscută (de obicei C sau mai rar B) atunci se poate calcula ușor **Net address** și **Broadcast address** pentru acea subrețea, folosind reprezentarea în binar a adresei și a netmask-ului și aplicând următoarele formule:

**Net-address = IP-address AND Net-mask**

**Broadcast-address = NOT (Net-address XOR Net-mask)**

# Utilizarea subrețelelor în practică

Calcululele se fac în binar cu operatorii obișnuiți din calculul binar:

<b>AND</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>1</b>	<i>1</i>	<i>0</i>
<b>0</b>	<i>0</i>	<i>0</i>

<b>XOR</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>1</b>	<i>0</i>	<i>1</i>
<b>0</b>	<i>1</i>	<i>0</i>

# Utilizarea subrețelelor în practică

Exemplu:

Avem IP = **192.168.12.72** si Net-mask = **255.255.255.240**

In binar:

IP = 11000000.10101000.00001100.01001000

NM = 11111111.11111111.11111111.11110000

----- (AND)

**NA = 11000000.10101000.00001100.01000000** adică **192.168.12.64**

NM = 11111111.11111111.11111111.11110000

----- (XOR)

00111111.01010111.11110011.10110000

----- (NOT)

**BA = 11000000.10101000.00001100.01001111** adică **192.168.12.79**

AND	1	0
1	1	0
0	0	0

XOR	1	0
1	0	1
0	1	0

# Utilizarea subrețelelor în practică

*O altă metodă de calcul al adresei de broadcast este prin diferență:*

- Adică se calculează distanța (mărimea) subrețelei prin scăderea din 255 a valorii reale din mască.
- Avem  $255 - 240 = 15$  valoare care se adaugă ultimului octet din adresa de rețea  $\Rightarrow 64 + 15 = 79$ .
- Această metodă nu mai necesită transformarea adresei de Broadcast din binar în zecimal.

*Se observă că este suficient să calculăm pentru ultimul octet, deoarece adresa face parte din clasa C. (pentru clasa B se calculează pentru ultimii 2 octeți)*

# IPv6

Protocolul IP versiunea 6 sau IP Next Generation (IPng)

# IPv6

În general, **IPv6 nu este compatibil cu IPv4**, dar el *este compatibil cu celelalte protocoale Internet auxiliare, incluzând TCP, UDP, ICMP, IGMP, OSPF, BGP și DNS*, câteodată fiind necesare mici modificări (majoritatea pentru a putea lucra cu adrese mai lungi).

Caracteristici:

**1. IPv6 are adrese mai lungi decât IPv4.** Ele au o lungime de 16 octeți, ceea ce rezolvă problema pentru a cărei soluționare a fost creat IPv6: să furnizeze o sursă efectiv nelimitată de adrese Internet.

# IPv6

Caracteristici: (continurare)

## *2. Antet simplificat.*

- El conține numai 7 câmpuri (față de 13 în IPv4).
- Această schimbare permite router-elor să prelucreze pachetele mai rapid, îmbunătățind astfel productivitatea și întârzierea.

## *3. Suport mai bun pentru opțiuni.*

- Această schimbare a fost esențială în noul antet, deoarece câmpurile care erau necesare anterior sunt acum opționale.
- În plus, modul în care sunt reprezentate opțiunile este diferit, ușurând ruterelor saltul peste opțiunile care nu le sunt destinate.
- Această caracteristică accelerează timpul de prelucrare a pachetelor.

# IPv6

Caracteristici: (continurare)

4. Un al patrulea domeniu în care IPv6 reprezintă un mare progres este în *securitate*.

- Autentificarea și confidențialitatea sunt trăsături cheie ale noului IP.
- Ulterior ele au fost adaptate și în IPv4, astfel că în domeniul securității diferențele nu mai sunt așa de mari.

# IPv6

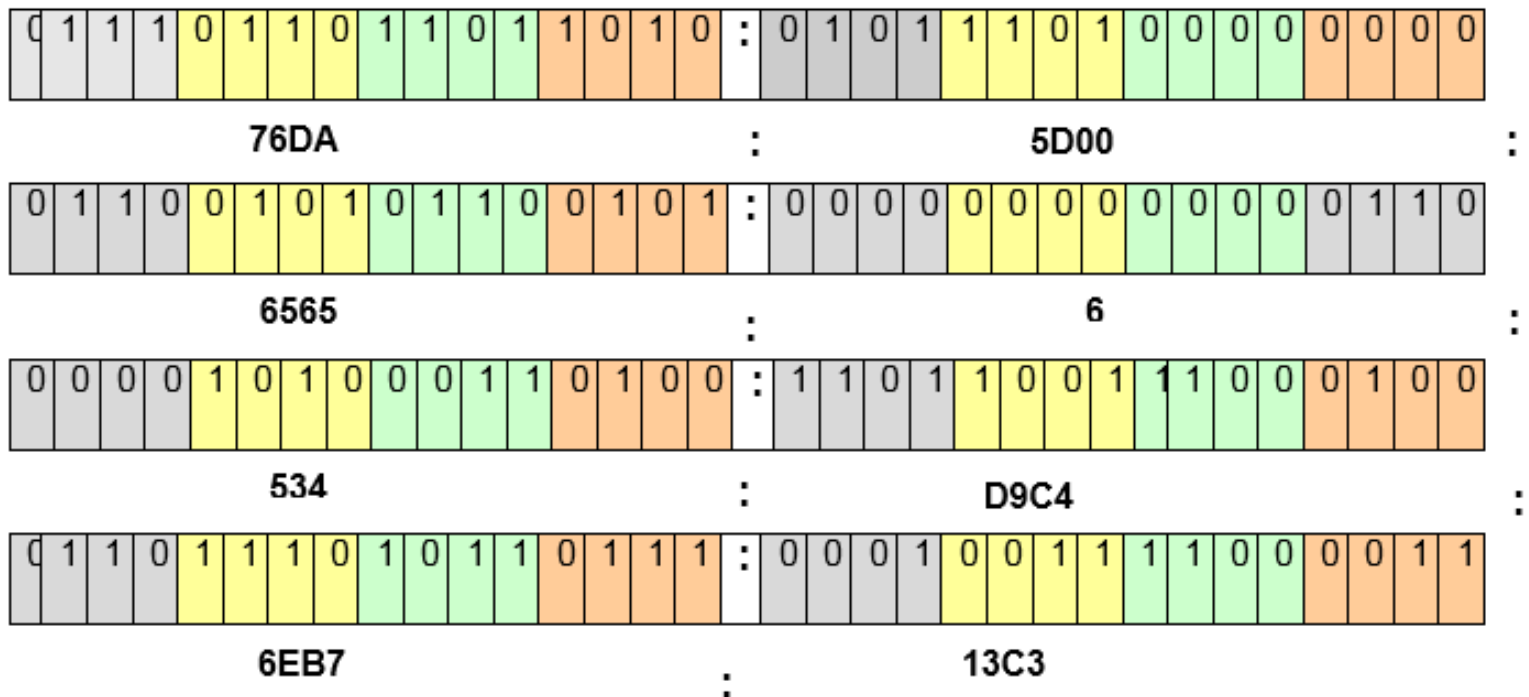
## Structura adresei IPv6

- Spre deosebire de IPv4, care utilizează 32 de biți, această nouă versiune este proiectată pe 128 de biți, deci pe 16 octeți, de patru ori mai mult decât la IPv4.

# IPv6

## Structura adresei IPv6

- **Adresele IPv6** se scriu în **sistem hexazecimal**, separate de semnul “:”.



Adresa finală este: **76DA : 5D00 : 6565 : 6 : 534 : D9C4 : 6EB7 : 13C3**

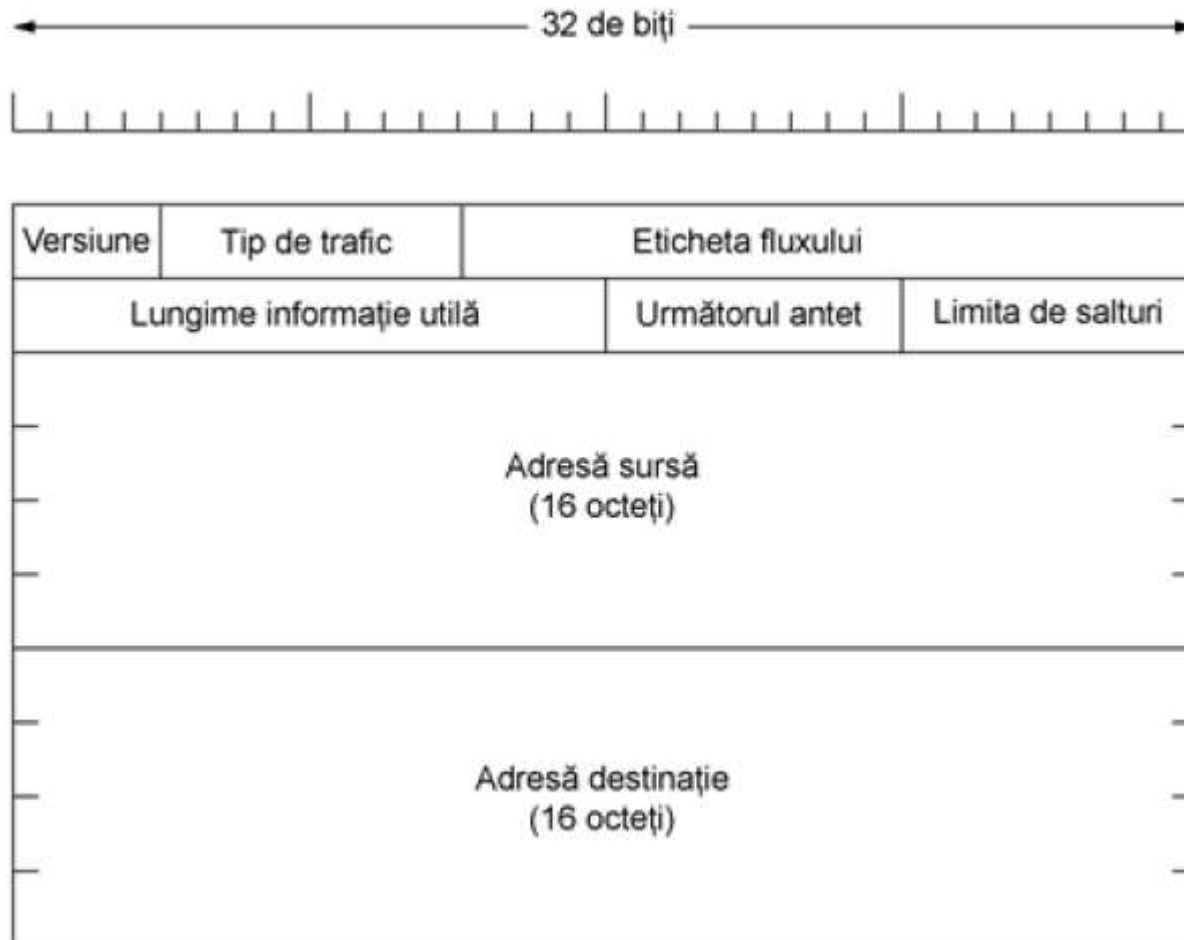
# IPv6

## Precizari:

1. Pentru ca adresele sa fie mai ușor de citit cifrele de 0 de la începutul unui grup de patru pot fi omise, astfel câmpul **:0006:** poate fi scris **:6:**.
2. Dacă unul sau mai multe din grupurile de 4 cifre este **0000**, zerourile pot fi omise și înlocuite cu două semne două puncte(**::**).

# IPv6

## Antetul principal IPv6



# IPv6

1. Câmpul **Versiune** este întotdeauna 6 pentru IPv6 (și 4 pentru IPv4).
2. Câmpul **Tip de trafic (Traffic class)** este folosit pentru a distinge între pachetele care au diverse cerințe de livrare în timp real.
3. Câmpul **Eticheta fluxului** este încă experimental, dar va fi folosit pentru a permite unei surse și unei destinații să stabilească o pseudo-conexiune cu proprietăți și cerințe particulare.

# IPv6

- De exemplu, un șir de pachete de la un proces de pe o anumită gazdă sursă către un anumit proces pe o anumită gazdă destinație poate avea cerințe de întârziere stricte și din acest motiv necesită capacitate de transmisie rezervată.
- Fluxul poate fi stabilit în avans și poate primi un identificator.
- Când apare un pachet cu o **Etichetă a fluxului** diferită de zero, toate ruterele pot să o caute în tabelele interne pentru a vedea ce tip de tratament special necesită.

Ca efect, fluxurile sunt o încercare de a combina două moduri: **flexibilitatea unei subrețele cu datagrame** și **garanțiile unei subrețele cu circuite virtuale**.

# IPv6

4. Câmpul **Lungimea informației utile** spune câți octeți urmează după antetul de 40 de octeți.
5. Câmpul **Antetul următor** spune care din cele șase antete (actuale) de extensie, dacă există vreunul, urmează după cel curent. Dacă acest antet este ultimul antet IP, câmpul Antetul următor spune cărui tip de protocol (de exemplu TCP, UDP) i se va transmite pachetul.
6. Câmpul **Limita salturilor** este folosit pentru a împiedica pachetele să trăiască veșnic. El este, în practică, identic cu câmpul *Timp de viață din IPv4*, și anume un câmp care este decrementat la fiecare salt dintr-o rețea în alta.

# IPv6

7. Apoi urmează câmpurile **Adresă sursă** și **Adresă destinație**.

Adresele au lungime fixă de 16 octeți.

O adresa din versiunea IPv4 poate fi scrisa respectand versiunea IPv6, folosind o pereche de semne două puncte și un număr zecimal în vechea formă cu punct,

Exemplu

**::192.31.20.46**

Există o mulțime de adrese de 16 octeți. Mai exact, sunt  $2^{128}$  adrese, care reprezintă aproximativ  $3 \times 10^{38}$ .

# Bibliografie

1. Standardul de Pregătire Profesională pentru calificarea ADMINISTRATOR REȚELE LOCALE ȘI DE COMUNICAȚII [www.tvet.ro](http://www.tvet.ro), 2009
2. Curriculum pentru calificarea ADMINISTRATOR REȚELE LOCALE ȘI DE COMUNICAȚII [www.tvet.ro](http://www.tvet.ro), 2009
3. Chirchina, Olga. Ghilan, Zinaida - Retele de calculatoare - Suport de curs

# Întrebări?