

Rețele Locale de Calculatoare

# Internet Protocol



– curs 3 –  
19.10.2009  
21.10.2009

Universitatea POLITEHNICA București



- Exista doua moduri de transmitere a datelor:
  1. Orientat pe conexiune
  2. Neorientat pe conexiune
- Majoritatea serviciilor de retea folosesc sistemul **neorientat pe conexiune** pentru transmiterea datelor.
  - Destinatia nu este contactata inainte de trimiterea unui pachet.
  - Pachetele pot urma cai diferite pentru a ajunge la destinatie, si pot ajunge intr-o ordine diferita fata de cea in care au fost trimise.
  - Aceste procese mai sunt denumite **packet-switched**.
  - Asemnatoare sistemului postal.
- In cazul sistemelor **orientate pe conexiune**:
  - Este stabilita o conexiune intre sursa si destinatie inainte de transmiterea oricaror date.
  - Overhead mai important fata de protocoalele neorientate pe conexiune
  - Toate pachetele circula pe acelasi traseu fizic sau virtual, in ordinea in care sunt trimise.
  - Aceste procese sunt denumite **circuit-switched**.
  - Asemnatoare sistemului telefonic
- Internetul este o retea neorientata pe conexiune in care toate pachetele sunt manipulate de catre IP. Protocolul de nivel 4 TCP aduce serviciile de orientare pe conexiune si fiabilitate.



**Protocoloalele de rutare** determina **traseele** pe care **protocoloalele** rutate le urmeaza pentru a ajunge la destinatie.

- IP este implementarea cel mai larg folosita pentru un plan de adresare ierarhizata a nivelului 3.
- Caracteristici:
  - **Neorientat pe conexiune**
  - **Fara siguranta**
  - Transmiterea pachetelor se face dupa sistemul **best-effort**
- **Ar parea ca acest sistem nu functioneaza bine. Insa, acesta functioneaza deoarece IP lasa aceasta sarcina in seama protocoloalelor de nivel superior.**
- Protocoloalele de rutare folosesc IP pentru a gasi calea cea mai eficienta pentru pachetele de date.
- IP determina continutul header-ului pachetului IP, care include informatii legate de adrese si alte informatii de control.



0	4	8	16	19
vers	hlen	TOS	Lungime totală	
identificare			flags	offset fragment
TTL	Protocol		suma de control a antetului	
Adresa IP sursă				
Adresa IP destinație				
Opțiuni (dacă e cazul)				
Date				
...				

- **versiune** – precizeaza versiunea protocolului
- **lungime antet** – precizeaza lungimea antetului
  - poate avea între 20 și 60 de octeți (multipli de 4 octeți)
  - în vasta majoritate a cazurilor antul IP va fi doar de 20 B
- **TOS** (Type of Service) – folosit pentru implementarea QoS
- **TTL** (Time To Live) – folosit pentru diminuarea efectului buclelor
  - fiecare ruter va decrementa valoarea acestui câmp
  - un pachet cu TTL 1 nu va părăsi rețeaua locală
  - este singurul câmp din antetul de nivel 3 ce este modificat la trecerea printr-un ruter
- **CRC** – suma de control a antetului
  - va fi recalculată de fiecare ruter, doar datorită operației de decrementare a TTL



- Valorile acestui câmp sunt comune în IPv4 și IPv6
- Indică tipul următorului antet

1 - ICMP pentru IPv4  
2 - IGMP pentru IPv4  
4 - IP in IP  
6 - TCP  
17 - UDP  
41 - IPv6  
58 - ICMP pentru IPv6  
59 - nu mai exista alt antet



- lungime pachet [16]
  - definește lungimea pachetului
  - limitează la maxim 64KB dimensiunea unei datagrame
- identificator secvență [16]
  - identifică datagrama
- flags [3]
  - bitul 49 – rezervat (are valoare 0)
  - bitul 50 – DF (“do not fragment”)
  - bitul 51 – MF (“more fragments”)
- offset [13]
  - definește poziția fragmentului în cadrul datagramei IP
  - RFC 3514



- MTU (Maximum Transfer Unit) reprezintă dimensiunea maximă a datelor înainte de encapsularea de nivel 2
- MSS (Maximum Segment Size) reprezintă dimensiunea maximă a datelor înainte de encapsularea de nivel 4
- Tehnologia dominantă de transfer este TCP/IP/Ethernet
  - TCP nu limitează dimensiunea datelor dintr-un segment
  - IP definește dimensiunea maximă a datelor după encapsulare 64 KB
  - Ethernet definește dimensiunea maximă a datelor înainte de encapsulare 1500 B
- Fragmentarea este o operațiune costisitoare
- În implementările actuale se încearcă evitarea dublei fragmentării prin stabilirea dimensiunii maxime a datelor de la nivelul 3
- $MTU = MSS + 40$



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





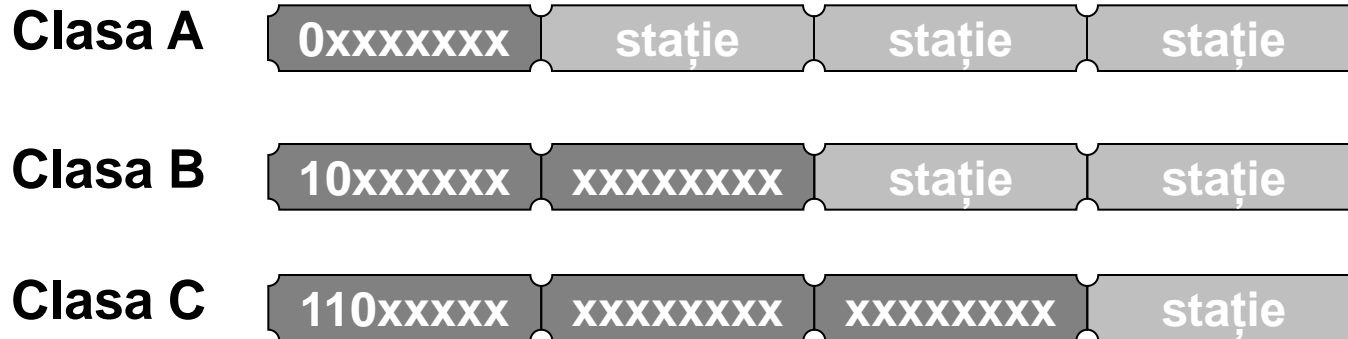
- Tipul de adresare folosit de protocolul IP (Internet Protocol) – protocolul fundamental de nivel Rețea
- O adresă IP este un șir de 32 de biți (4 octeți)
- Se preferă scrierea ei în formatul cu puncte (dotted decimal format)

```
11000000 10101000 00000000 00000001
    192   . 168   .   0   .   1
```



- Adresarea IP este un tip de adresare ierarhică; se poate identifica ușor **rețeaua** ce conține o adresă IP dată
- Se împarte o adresă IP într-o parte ce identifică (sub)rețeaua și altă parte ce identifică stația din (sub)rețea
- Pentru a ști care parte este reprezentată de subrețea se folosește masca de subrețea (subnet mask)
- Exemplu de mască de subrețea:

11111111 11111111 00000000 00000000  
255 . 255 . 0 . 0



- Valoarea primului octet:
  - Clasă A – valoarea primului octet este între 0 și 127
  - Clasă B – valoarea primului octet este între 128 și 191
  - Clasă C – valoarea primului octet este între 192 și 223
- Clasele de adrese sunt caracterizate de o mască de rețea:
  - Clasă A – 255.0.0.0
  - Clasă B – 255.255.0.0
  - Clasă C – 255.255.255.0



- Diferența ține de rațiuni istorice
- Din punct de vedere practic nu există diferențe între o rețea și o subrețea (atâta vreme cât este precizată masca de rețea)
  
- O adresă de rețea este o adresă ce are toți biții din câmpul de stație 0
- O astfel de adresă nu poate fi asociată unei stații sau unei interfețe de ruter



- Masca de rețea trebuie să respecte condiția de continuitate
- 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 172.168.0.1 și masca de subrețea 255.255.0.0 (/16)
  - Adresa de subrețea se obține prin folosirea operației de ȘI logic (ȘI pe biți între adresa IP și masca de subrețea)

```
10101100 10101000 00000000 00000001 - 172.168.0.1
11111111 11111111 00000000 00000000 - 255.255.0.0
-----
10101100 10101000 00000000 00000000 - 172.168.0.0
```

  - Adresa de subrețea este 172.168.0.0/16
  - Se spune că stația are adresa 172.168.0.1/16 sau că are adresa 172.168.0.1 cu masca de subrețea 255.255.0.0



- Denumită adresa de broadcast
- Orice (sub)rețea are o adresă de broadcast folosită pentru a transmite un pachet către toate stațiile din rețea
- Adresa de broadcast este adresa din rețea pentru care toți biții de stație sunt 1
  
- Exemplu:
  - Adresa de stație: 172.168.0.1
  - Masca de subrețea: 255.255.0.0
  - Primii 16 biți sunt biții de subrețea, ultimii 16 biți sunt biții de stație
  - Adresa de broadcast va fi, așadar:  
172.168.11111111.11111111  
adică 172.168.255.255
  
- Un pachet trimis către adresa de broadcast a unei rețele se numește **broadcast direcționat**
- Un pachet trimis către adresa 255.255.255.255 se numește **broadcast global**



```
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)
```



- Adress Resolution Protocol
- Parte integrată a arhitecturii TCP/IP, specifică rețelelor de tip multiacces (Ethernet, Frame Relay)
- Oferă posibilitatea determinării adresei destinație de nivel 2, cunoscându-se adresa destinație de nivel 3
- Se bazează pe construirea unei tabele de asocieri între adrese de nivel 2 și adrese de nivel 3, numită tabelă ARP
- Intr-o tabelă ARP:
  - putem avea mai multe adrese IP asociate cu un singură adresă MAC
  - nu putem avea mai multe adrese MAC asociate cu un singură adresă IP
- Două metode de abordare:
  - Default Gateway – reprezintă metoda dominantă
  - Proxy ARP – folosit uneori în cazul ruterele sau în cazul implementărilor stivei TCP/IP pe platforme embeded



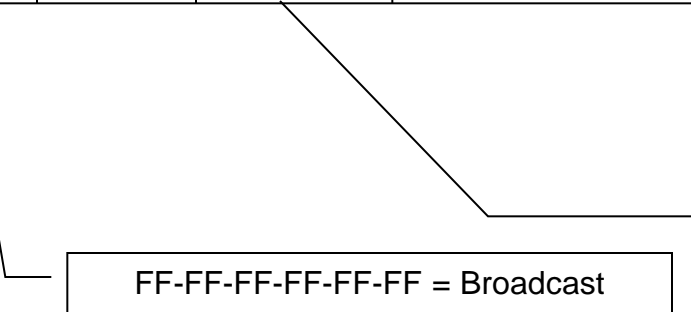
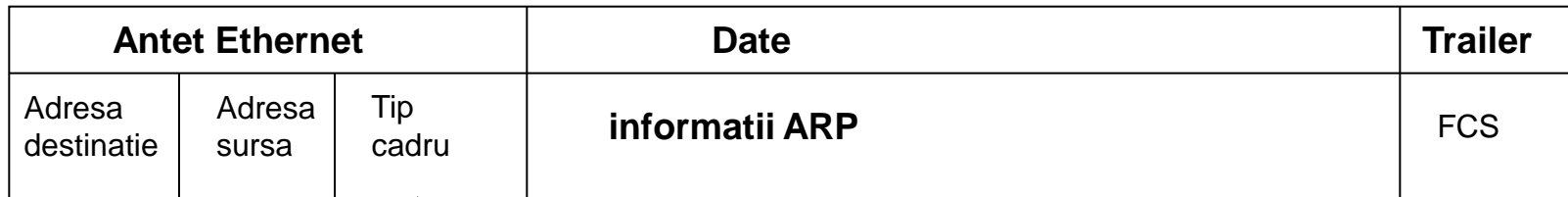


# Default gateway

- Trebuie definiți la nivelul stației 3 parametri:
  - adresă IP
  - mască de rețea
  - adresă gateway
- Stația sursă testează dacă destinația se află în aceeași rețea
- Dacă (IP dest & mască src == IP src & mască src) va căuta în tabela ARP adresa IP destinație, altfel va căuta asocierea pentru adresa IP a DG (a ruterului implicit)
- Dacă adresa căutată se află în tabela ARP se construiește antetul de nivel 2 și datele sunt trimise pe mediul fizic
- Dacă adresa căutată nu se află în tabela ARP, stația va trimite o cerere ARP ce va conține în câmpul de date adresa IP căutată
  - Cererea ARP fiind un cadru de difuzare va ajunge la toate nodurile din rețea
- Pentru comunicația în aceeași rețea cererea ARP va conține adresa IP destinație
  - stația destinație va trimite un cadru de răspuns ARP și își va actualiza propria tabelă ARP cu asocierea creată pe baza cadrului de cerere: <MAC src, IP src>
- Pentru comunicația în afara rețelei, cererea ARP va conține adresa IP DG
  - ruterul de ieșire va primi cererea pe interfața conectată la rețeaua locală
  - va trimite un cadru de răspuns ARP
  - va actualiza tabela ARP corespunzătoare interfeței din rețeaua locală cu asocierea creată pe baza cadrului de cerere: <MAC src, IP src>
- Pe baza răspunsului ARP, sursa își va actualiza propria tabelă ARP și va construi antetul de nivel 2



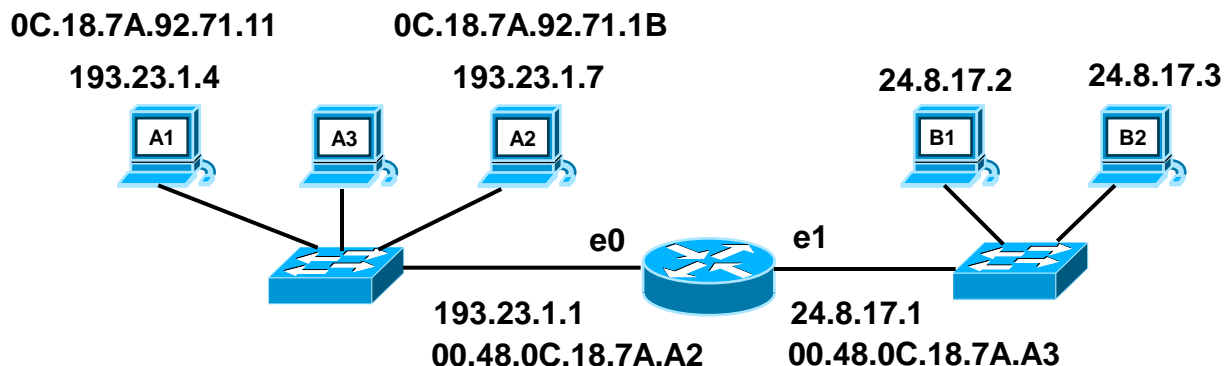
- Trebuie definit la nivelul stației un singur parametru:
  - adresă IP
- Stația sursă va căuta în tabela ARP adresa IP destinație
- Dacă adresa căutată se află în tabela ARP se construiește antetul de nivel 2 și datele sunt trimise pe mediul fizic
- Dacă adresa căutată nu se află în tabela ARP, stația va trimite o cerere ARP ce va conține în câmpul de date adresa IP căutată
  - Cererea ARP fiind un cadru de difuzare va ajunge la toate nodurile din rețea
- Ruterul de ieșire din rețea va primi și el cererea ARP, dar nefiind adresa sa IP precizată în cerere, o va pasa serviciului de Proxy ARP
- Proxy ARP testează dacă destinația se află în aceeași rețea
- Dacă (IP dest & mască interfață == IP src & mască interfață), destinația se află în aceeași rețea, a. i. cererea va fi ignorată
- Dacă diferă va trimite un cadru de răspuns ARP semnat cu adresa MAC a interfeței din rețea, și adresa IP destinație
- Ruterul își va actualiza apoi tabela ARP corespunzătoare interfeței din rețeau locală cu asocierea creată pe baza cadrului de cerere: <MAC src, IP src>
- Pe baza răspunsului ARP, sursa își va actualiza propria tabelă ARP și va construi antetul de nivel 2
  
- Fața de cazul DG intrarea din tabela ARP va face asocierea între adresa IP destinație și adresa MAC a interfeței din LAN a ruterului
- Cadrul final trimis nu va fi diferit față de DG



0x0806 = ARP Message

- op field** – ARP request = 1  
ARP reply = 2  
RARP request = 3  
RARP reply = 4

# ARP Default Gateway

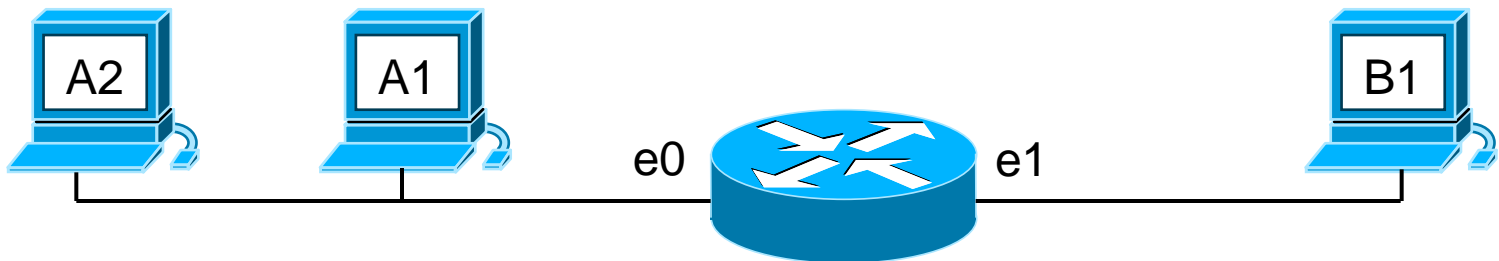


← Antet →			← Date →				
MAC dest.	MAC sursă	Tip cadru	cod operație	MAC sursă	IP sursă	MAC dest.	IP dest
FFFF: FFFF: FFFF	0C18: 7A11: 7111	0x0806	1	0C18: 7A11: 7111	193.23. 1.4	0000: 0000: 0000	193.23. 1.7

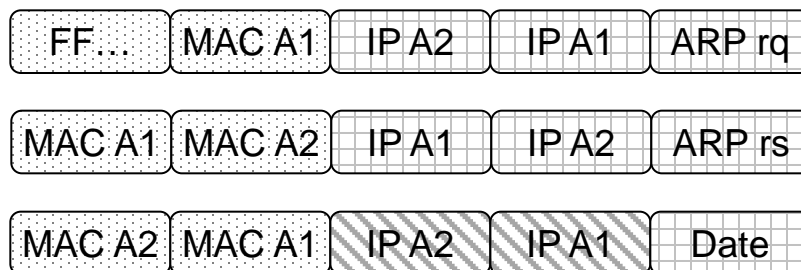
← Antet →			← Date →				
MAC dest.	MAC sursă	Tip cadru	cod operație	MAC sursă	IP sursă	MAC dest.	IP dest
0C18: 7A11: 7111	0C18: 7A92: 711B	0x0806	2	0C18: 7A92: 711B	193.23. 1.7	0C18: 7A11: 7111	193.23. 1.4

← Antet 2 →			← Antet 3 →		← Date →		
MAC dest.	MAC sursă	Tip cadru	IP dest	IP sursă			
0C18: 7A92: 711B	0C18: 7A11: 7111	0x0800	193.23. 1.7	193.23. 1.4			

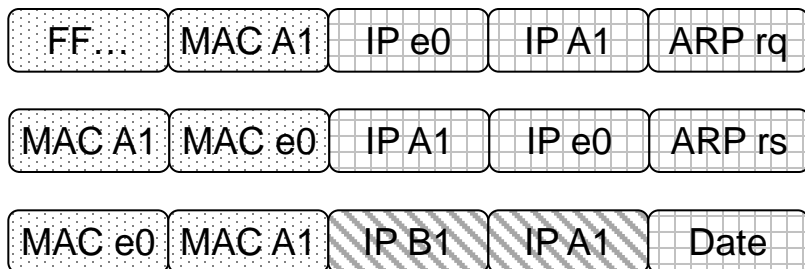
# ARP - Exemplu



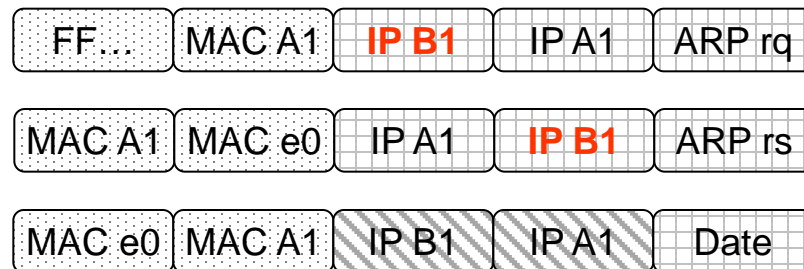
A1 → A2



A1 → B1 (default gateway)



A1 → B1 (proxy ARP)



# Rețele Locale de Calculatoare

## **VLSM**



Universitatea POLITEHNICA București

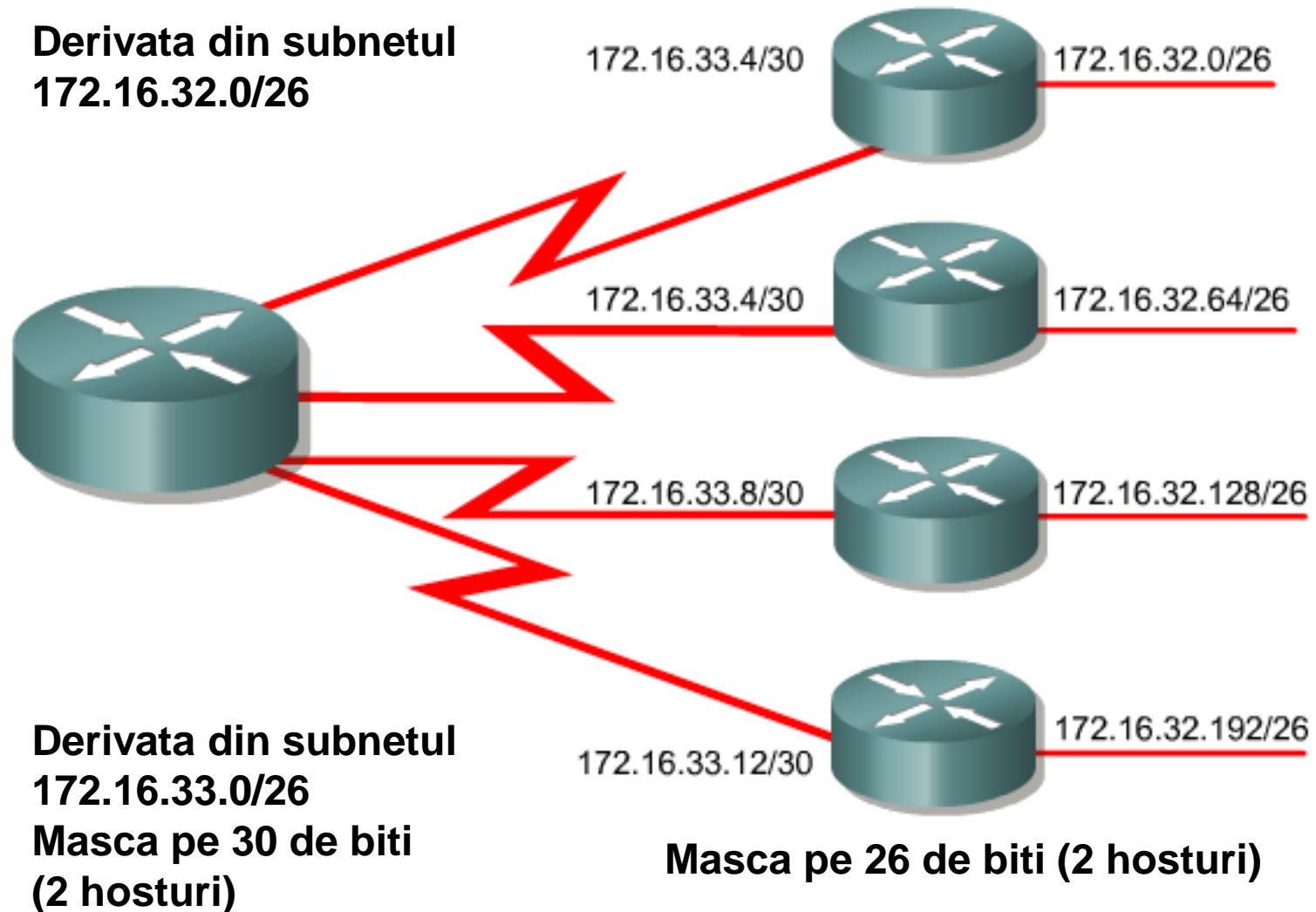


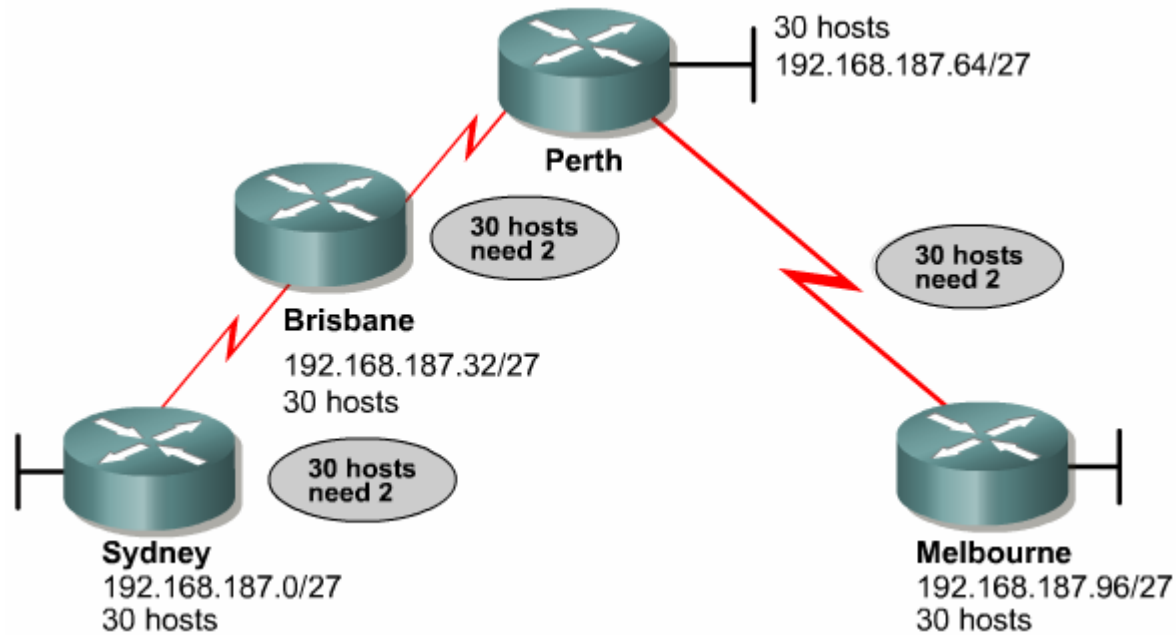
- O adresă IP este un șir de 32 de biți
- Principalul mecanism de scalare a schemei de adresare IP este separarea adresei în două câmpuri: partea de rețea și partea de stație
- Pentru a permite alocarea cu pierderi minime, spațiul de adrese a fost împărțit în 5 clase de adrese: A, B, C, D, E
- Modul în care a evoluat Internet-ul a scos la iveală limitările acestei împărțiri rigide.



- Pentru a preveni epuizarea spațiului de adrese IP au fost dezvoltate mai multe soluții:
  - CIDR – reducerea dimensiunii tabelei de rutare
  - VLSM – flexibilizarea alocării adreselor IP
  - NAT – posibilitatea folosiri de adrese private
  - IPv6 – extinderea spațiului de adrese (adrese pe 128 de biți)







Un caz tipic de folosire a VLSM este pentru legaturile point-to-point pentru a utiliza numai 2 adrese de host valide, in loc de a irosi 30



**Adresa subnetata : 172.16.32.0/20**

**In binar : 101011100.00010000.00100000.00000000**

**Adresa VLSM : 172.16.32.0/26**

**In binar : 101011100.00010000.00100000.00000000**

Subnet-ul nr 1	172 . 16	.0010	0000.00	000000 =	172.16.32.0/26
Subnet-ul nr 2	172 . 16	.0010	0000.01	000000 =	172.16.32.64/26
Subnet-ul nr 3	172 . 16	.0010	0000.10	000000 =	172.16.32.128/26
Subnet-ul nr 4	172 . 16	.0010	0000.11	000000 =	172.16.32.192/26
Subnet-ul nr 5	172 . 16	.0010	0001.00	000000 =	172.16.33.0/26
	<b>Retea</b>	<b>Subnet</b>	<b>Subnet VLSM</b>	<b>Host</b>	

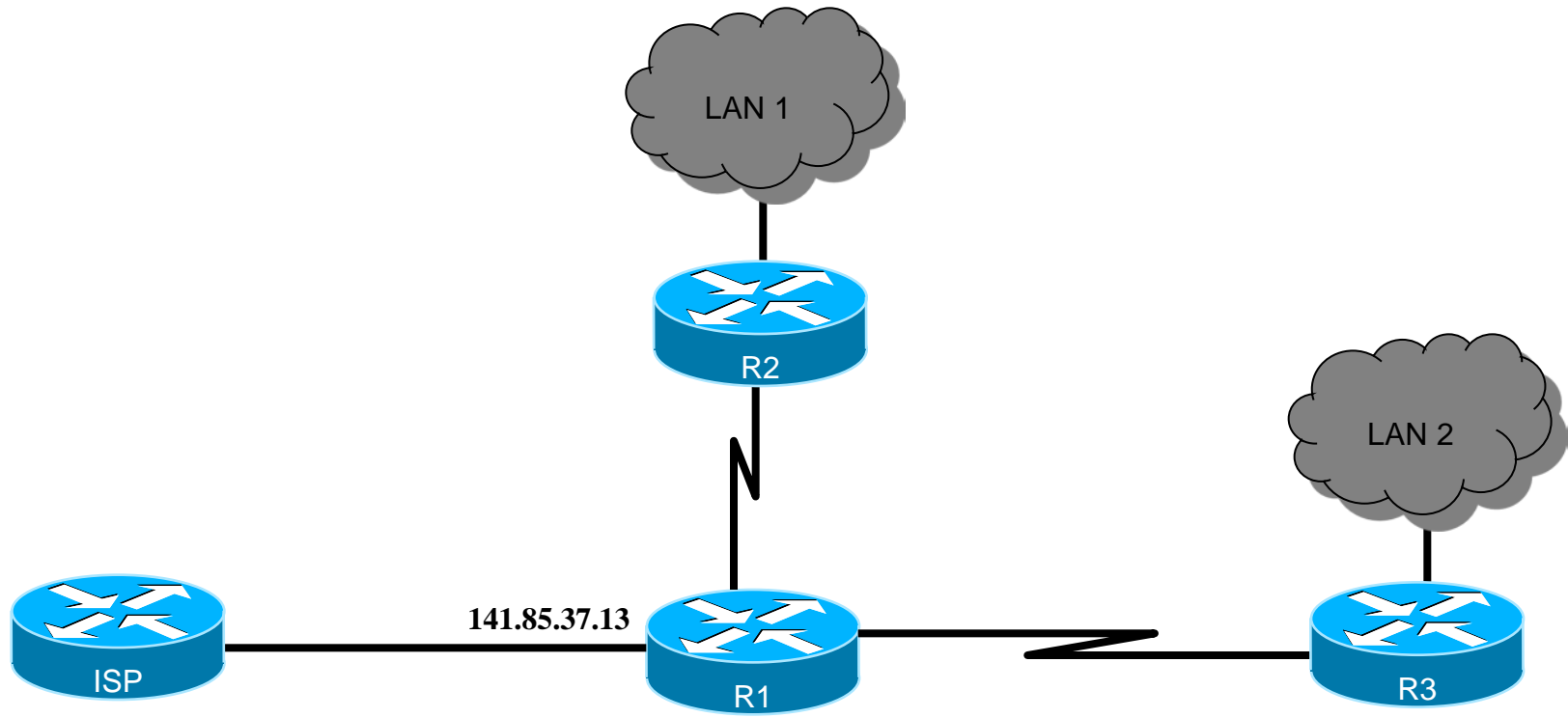


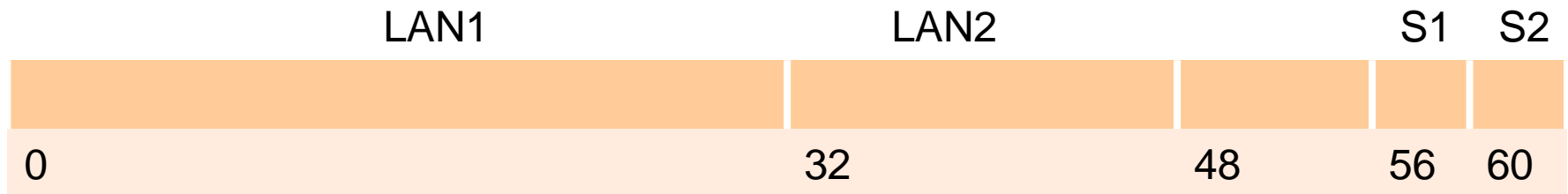


- Fie spațiul de adrese 18.78.32.0/22. Care este adresa celei de a 29-a stații din cea de a 29-a subrețea
- 29 de stații  $\rightarrow$  5 biți de stație
- 29 de subrețele  $\rightarrow$  5 biți de subrețea
- masca rezultată va fi  $22 + 5 = 27$

18.78.001000 00.000 00000/22

18.78.001000 11.100 11101/27  $\rightarrow$  18.78.35.157





LAN1	141.85.157.0/27
LAN2	141.85.157.32/28
liber	141.85.157.48/29
S1	141.85.157.56/30
S2	141.85.157.60/30

$32-2-1=29$  adrese de stație  
 $16-2-1=13$  adrese de stație

# Distribuiti adrese din spatiul 141.85.157.0/26

