

Rutarea



– curs 4 –
26.10.2009
28.10.2009



- La nivelul retea avem doua clase de protoacoale:
 - protoacoale rutate (routed protocols)
 - protoacoale de rutare (routing protocols)
- **Protoacoalele de rutare** determina regulile prin care ruterele schimba informatii despre accesibilitatea retelelor. In functie de informatiile furnizate de aceste protoacoale se construiesc tabele de rutare, iar pe baza tabelului de rutare este determinat traseul pe care trebuie trimis fiecare pachet.
 - Exemplu: RIP, OSPF, IGRP, EIGRP, IS-IS, BGP
- **Protoacoalele rutate** asigura **adresarea** (identificarea nodurilor)
 - Exemplu: IP, IPX, Appletalk, DECnet
- Exista protoacoale de nivel retea, ce nu ofera suport pentru o schema de adresare ierarhica, din acest motiv fiind nerutabile
 - Exemplu: NETBEUI

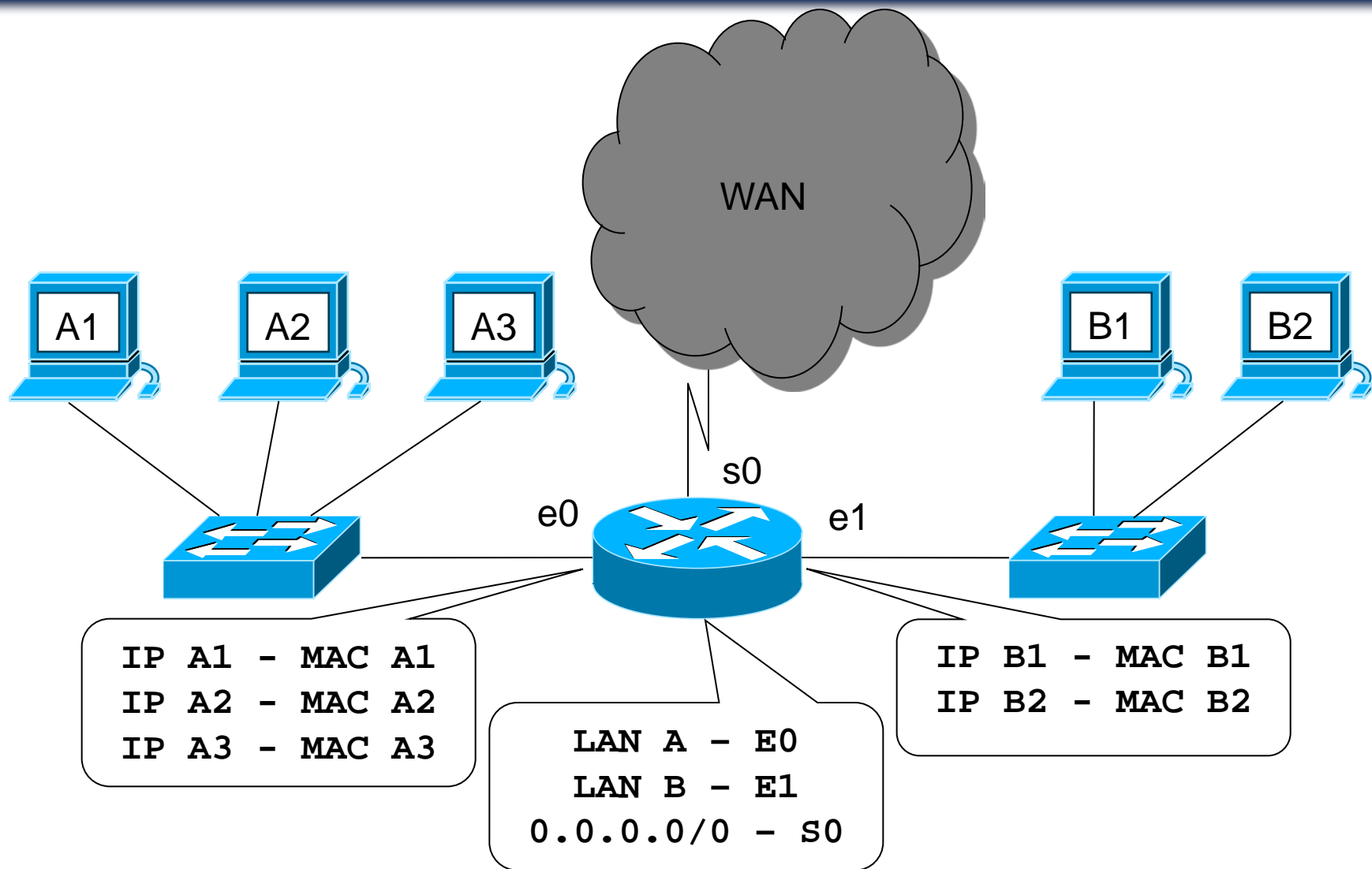


- Pot fi folosite in LAN-uri sau WAN-uri
 - Interconecteaza retelele diferite
 - Oferă interfete pentru WAN
- Opereaza la nivelul 3
- 2 functii principale
 - Determinarea caii
 - Comutarea pachetelor
- Mentin tabelele de rutare
 - Static (administratorul de retea)
 - Dinamic (protocoale de rutare)
- Realizeaza conexiunea dintre diferite standarde de nivel fizic, legatura de date sau retea



	Ruter	Switch
OSI	nivel retea	nivel legatura de date
Latenta	mare	mica
Adresa	IP	MAC
domenii de coliziune	limiteaza	limiteaza
domenii de broadcast	limiteaza	extinde
securitate	ridicata	scazuta

- Rutarea si comutarea pachetelor folosesc diferite informatii in procesul transmiterii datelor de la sursa la destinatie.
- Fiecare calculator si interfata multiacces a unui routerului mentine o **tabela ARP** pentru comunicatia de nivel 2. Tabela ARP este folositoare doar pentru domeniul de broadcast la care este conectata interfata.
- Routerul mai mentine si o **tabela de rutare** care ii permite sa trimita date in afara domeniului de broadcast.



In implementările practice toate intrările ARP sunt păstrate într-o singură tabelă, sub forma de asocieri <interfață-IP-MAC>



- O **rută** este o regulă ce cuprinde o parte de identificare și una de acțiune. Partea de identificare este compusă din două elemente: adresa rețelei destinație și masca acesteia, în vreme ce partea de acțiune poate fi exprimată prin ambele sau doar unul dintre următoarele elemente: adresa următorului ruter (numită next hop address) și interfața de ieșire din ruter.
- O **tabelă de rutare** este o listă de rute cu acces secvențial.

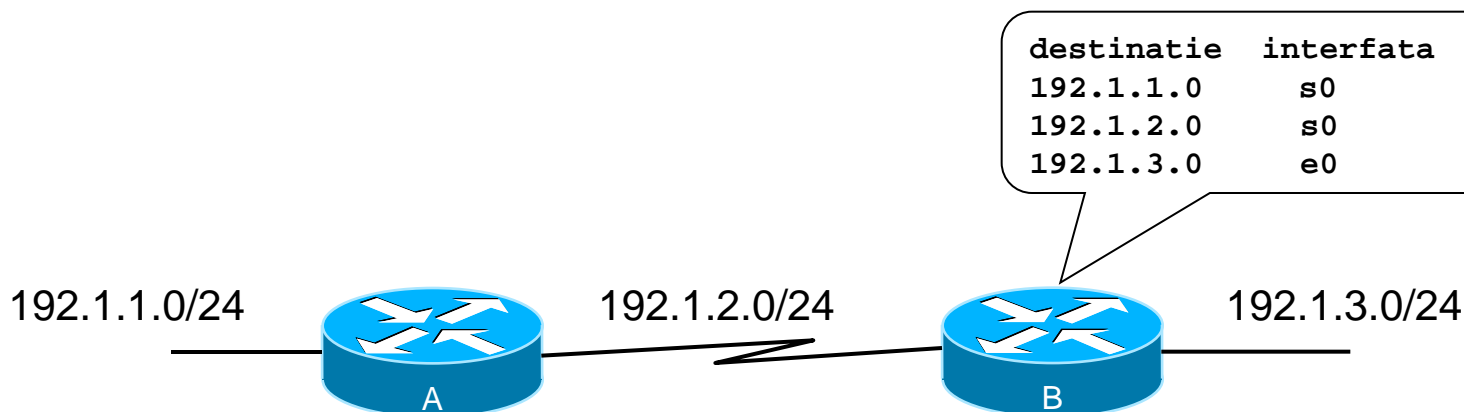
```
C    172.16.20.0/24 is directly connected, Ethernet0
C    172.16.30.0/24 is directly connected, Ethernet1
R    172.16.10.0/24 [120/1] via 172.16.20.22, Ethernet0
```

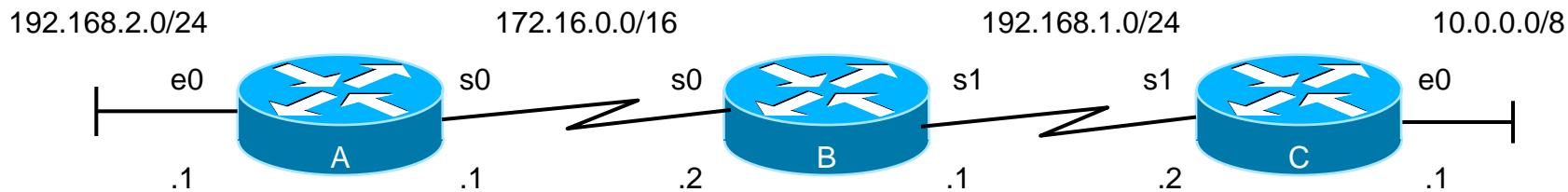


- Pentru ca ruterele sa poata comuta pachete, ele trebuie invete unde se afla celelalte retele, aceasta informatie fiind organizata sub forma tabelii de rutare
- Prima sursa pentru tabela de rutare o reprezinta configuratiile de pe propriile interfete, acestea generand **rutele direct conectate**
- Construirea tabelii de rutare se poate face in doua moduri:
 - **Static**: rutarea se face manual, de catre administratorul retelei; se foloseste pentru securitate si overhead redus;
 - **Dinamic**: rutarea se face cu ajutorul protocoalelor de rutare (informatii de la alte rutere)
- Intr-o tabela de rutare putem avea simultan:
 - rute direct conectate
 - rute dinamice
 - rute statice



- Acest proces este alcatuit din doua mecanisme:
 - **Determinarea caili optime:** este folosita tabela de rutare;
 - **Comutarea pachetelor** (forwarding): primirea unui pachet pe o interfata si trimitere lui pe alta.
- Ruterile creeaza tabele de rutare





RTA#**show ip route**

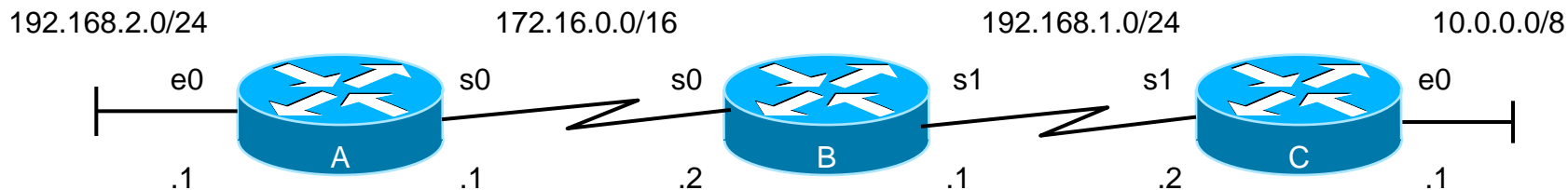
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
U - per-user static route, o - ODR

Gateway of last resort is not set

Exista doua modalitati de evaluare a unei rute

- o Metrica
- o Distanța administrativa

Retele direct conectate



```
RTA# show ip route
```

```
Codes: C - connected,.. <Other codes and gateway information omitted>  
C    172.16.0.0/16 is directly connected, Serial0  
C    192.168.2.0/24 is directly connected, Ethernet0
```

```
RTB# show ip route
```

```
Codes: C - connected,.. <Other codes and gateway information omitted>  
C    172.16.0.0/16 is directly connected, Serial0  
C    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial1
```

```
RTC# show ip route
```

```
Codes: C - connected,.. <Other codes and gateway information omitted>  
C    10.0.0.0/8 is directly connected, Ethernet0  
C    192.168.1.0/24 is directly connected, Serial1
```

Ruterele cunosc doar retelele lor direct conectate: nu au nici un protocol de rutare configurat.



- Nu este necesara configurarea de rute statice pentru retele direct conectate
- In cazul rutelor statice via legaturi punct la punct se indica specificarea numai a interfetei de iesire, deoarece adresa urmatorului hop nu este folosita in acest caz
- In cazul rutelor statice via retele multiacces (Ethernet) este important sa se precizeze adresa urmatorului hop, doar interfata de iesire nefiind suficient
 - acest inconvenient poate fi compensant prin rulara Proxy ARP, la nivelul urmatorului hop



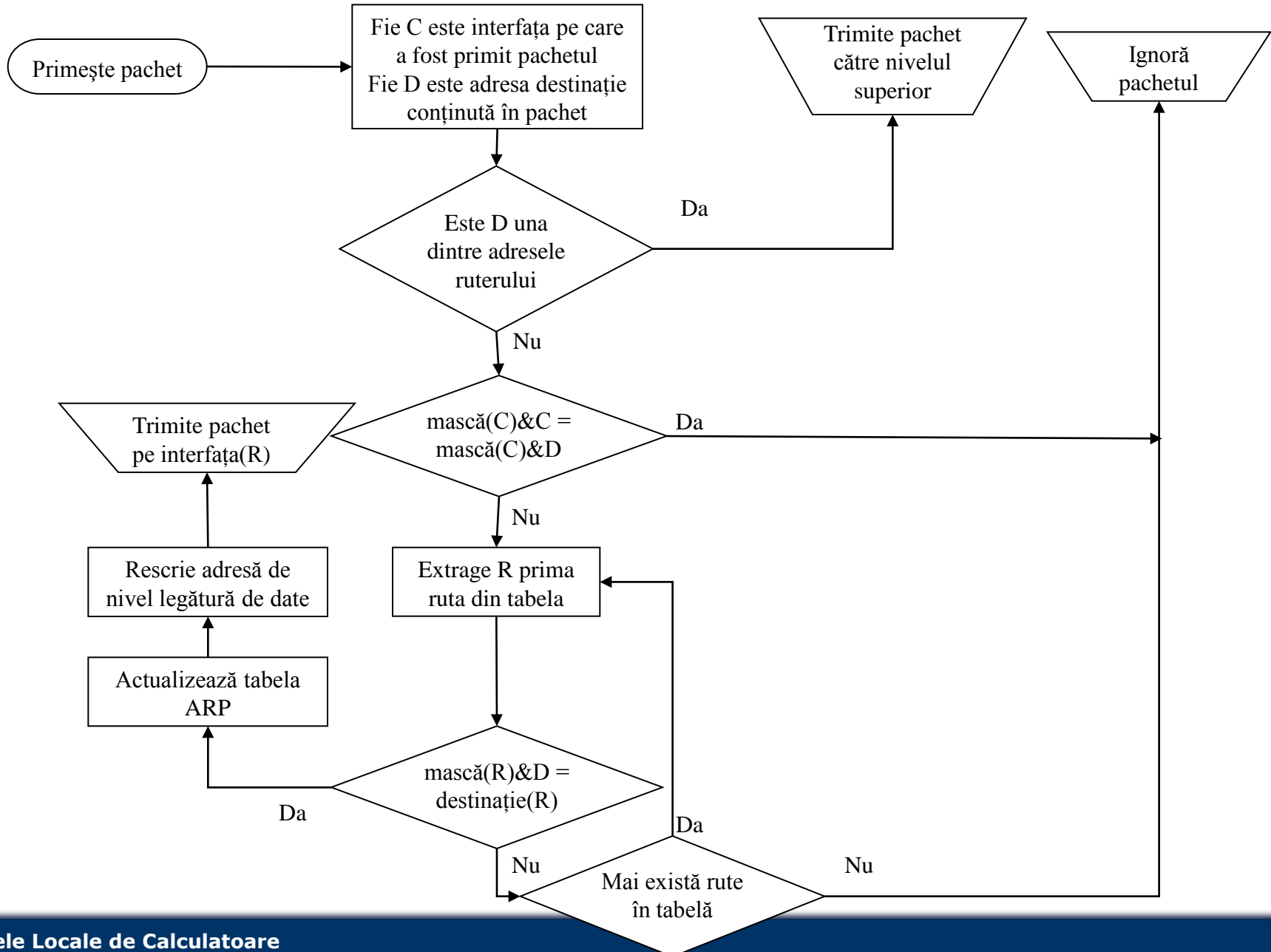
- Toate pachetele care nu au destinatia in tabela de rutare vor fi trimise pe aceasta ruta
- O ruta implicita este caracterizata de prefixul /0
- Mai poarta denumirea de “quad zero route”
- O astfel de ruta poate fi definita ca si o ruta statica, sau poate fi generata de un protocol de rutare



Tipul de ruta	Distanta administrativa
Direct conectata	0
Ruta statica	1
Sumarizare EIGRP	5
BGP extern	20
EIGRP	90
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
ODR (On Demand Routing)	160
EIGRP extern	170
BGP intern	200
necunoscuta	255

- Distanta administrativa spune cat de “valoroasa” este informatia de rutare (cu cat mai mica cu atat mai bine)
- Daca ruterul afla doua rute catre aceeasi destinatie, va pune in tabela de rutare pe cea cu DA mai buna.

Funcționarea unui ruter





- Parcurgerea tabelii de rutare se va face secvential, dar construirea sa nu
- Rutele sunt ordonate in tabela in functie de lungimea masti
- Pentru masti de lungime egala rutele sunt puse in tabela in ordinea cunoasterii lor



- Un ruter proaspat rebootat are informatii despre urmatoarele rute:

a. [110/1111] 11.1.7.0/24 S0

b. [100/1166] 11.1.0.0/16 S0

c. [110/1111] 11.1.7.4/32 E0

d. [120/3] 11.1.8.0/24 S2

e. [90/12129] 11.1.7.0/24 S1

f. [110/1111] 11.1.7.0/24 S0

Tabela de ruatare va contine doar rutele:

- a, b, c, d, e, f
- a, c, d, f
- b, c, d, e
- a, b, c, d, e

Ordinea rutelor in tabela de rutare va fi:

- c, d, e, b



- procesul de rutare poate să fie folosit și în scopul filtrării pachetelor în funcție de adresa destinație
- o rută ce are precizată drept interfață de ieșire interfața logică de null
- în Unix aceasta este interfață /dev/null
- pe ruterele Cisco se numește Null0

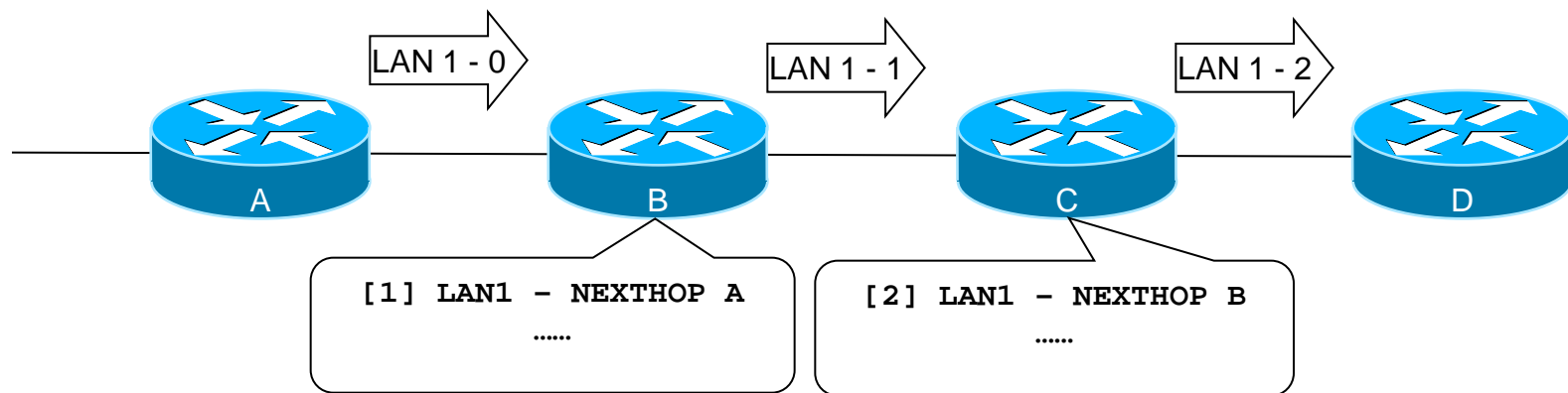
- ex: `176.15.44.96/26 /dev/null`
va opri toate pachetele destinate spațiului de adrese
176.15.44.96/26



- Rutarea dinamica se bazeaza pe folosirea unui protocol de rutare
- Exista doua clase de protocoale:
 - Distance Vector
 - Link State



- Pe ruterul A protocolul de rutare transmite tuturor ruterelor vecine o copie a tabelii de rutare
- Pe ruterul B pachetele de actualizare vor fi comparate cu rutele deja existente in tabela de rutare, iar informatiile noi, sau informatiile cu o distanta administrativa/metrica mai buna vor fi inserate in tabela de rutare
- Ruterul B va astepta apoi expirarea intervalului de actualizare si apoi va extrage din tabela de rutare toate rutele specifice protocolului DV (nu rutele statice sau din alte procoale de rutare), va construi pachetul de actualizare si apoi il va trimite la randul sau tuturor vecinilor sai.



- Datorita convergentei foarte slabe, precum si a modului indirect de propagare a actualizarilor, procoalele DV sunt sensibile la aparitia buclelor ("Routing by rumour")



- Un protocol LS va mentine trei tabele:
 - tabela de vecini (de adiacenta) – va tine evidenta adiacentelor de nivel retea
 - tabela de topologie – va contine toate rutele primite
 - tabela de rutare – va contine cele mai bune cai
- Un protocol LS va folosi:
 - actualizari incrementale
 - actualizari determinate de schimbari in topologie
 - algoritimi de parcurgere a grafului topologiei
- Aceste procoale au cerinte mai mari de resurse hardware (procesor, memorie), dar si cunostinte de administrare



- **DV**

- Transmit intreaga tabela de rutare
- Actualizari periodice
- Convergenta greoaie
- Putin scalabile
- + Folosesc mai putine resurse
- + Transmit informatii la vecini
- + Sunt mai usor de configurat

- **LS**

- Cerinte mai mari de hardware
- Transmit informatii in intreaga retea (portiuni din tabela de rutare)
- + Imagine de ansamblu a retelei
- + Actualizari determinate de schimbari in topologie
- + Mai putin predispuse la bucle
- + Convergenta rapida

~ In privinta consumului de banda, protocoalele LS vor trimite o copie a intregi tabele in toata retea in etapa de stabilire a adiacentei

~ LS va folosi mai multa banda decat DV in etapa initiala dar pentru un interval de timp semnificativ de functionare DV va consuma mai multa banda

~ pentru o retea foarte instabila performantele unui protocol DV pot fi superioare unui protocol LS



```
C:\Documents and Settings\X> tracert timp.mcti.ro
```

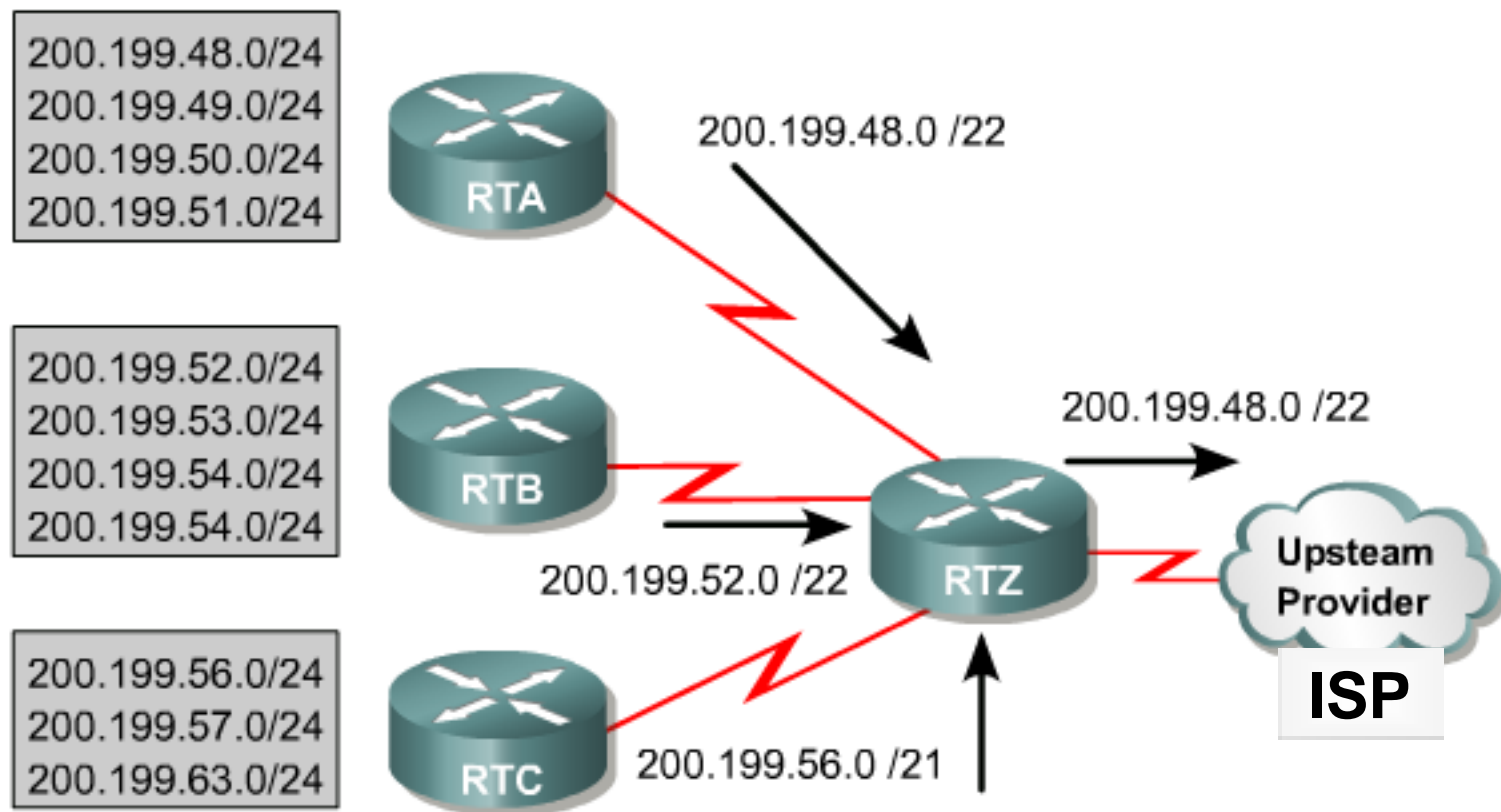
```
Tracing route to timp.mcti.ro [80.96.196.58] over a maximum of 30 hops:
```

```
  1    <1 ms    <1 ms    <1 ms    80.86.105.129
  2    <1 ms    <1 ms    <1 ms    VLAN-850.B-Core.iNES.RO [80.86.
  3     2 ms     1 ms     1 ms     SNR.RoNIX.Ro [217.156.113.3]
  4     1 ms     1 ms     1 ms     iNES.RoNIX.Ro [217.156.113.12]
  5     2 ms     2 ms     1 ms     SNR.RoNIX.Ro [217.156.113.3]
  6     2 ms     1 ms     1 ms     iNES.RoNIX.Ro [217.156.113.12]
  7     2 ms     2 ms     2 ms     SNR.RoNIX.Ro [217.156.113.3]
  8     2 ms     2 ms     2 ms     iNES.RoNIX.Ro [217.156.113.12]
  9     2 ms     3 ms     2 ms     SNR.RoNIX.Ro [217.156.113.3]
 10     2 ms     2 ms     3 ms     iNES.RoNIX.Ro [217.156.113.12]
[...]
```



- De ce avem nevoie de agregarea rutelor:
 - A pastra retelele “unite” inseamna a economisi spatiu in tabela de rutare
 - Fiecare retea are nevoie de o intrare separata in tabela de rutare
 - Fiecare subnet are nevoie de o intrare separata in tabela de rutare
 - Daca “spargem” o retea in 8 subneturi, vom avea nevoie de 8 intrari separate
 - Daca le-am “uni” inapoi intr-o singura retea, vom avea nevoie doar de o intrare
 - Agregarea poate reduce dimensiunea tabelii de rutare !

Exemplu: Agregarea rutelor



- Sumarizarea rutelor reduce dimensiunea tabelii de rutare prin agregarea mai multor subnet-uri intr-un singur “supernet”
- Sumarizarea rutelor izoleaza problemele generate de rutele oscilante (flapping routes).



Clasa	Intervalul de adrese	Prefix CIDR
A	10.0.0.0 - 10.255.255.255	10.0.0.0/8
B	172.16.0.0 - 172.31.255.255	172.16.0.0/12
C	192.168.0.0 - 192.168.255.255	192.168.0.0/16

- Pot fi folosite de oricine, fara restrictii
- Un astfel de spațiu de adrese nu trebuie rutat



- **NAT** (Network Address Translation)
 - mapează o adresa privata pe o adresa publică
- **PAT** (Port Address Translation)
 - translatare de adrese cu supraîncărcare
 - denumit și overloading, NAPT, masquerading
 - mapează mai multe adrese private pe aceeași adresă publică, folosind numerele de porturi pentru a diferenția între surse (stațiile din rețeaua locală)



IP dst.	IP src	port dst	port src	
200.1.1.121	192.168.1.2	80	8917

IP dst.	IP src	port dst	port src	
200.1.1.121	140.2.2.1	80	17111



LAN cu adresare privata



Retea publica

192.168.1.1

200.2.2.1

192.168.1.2

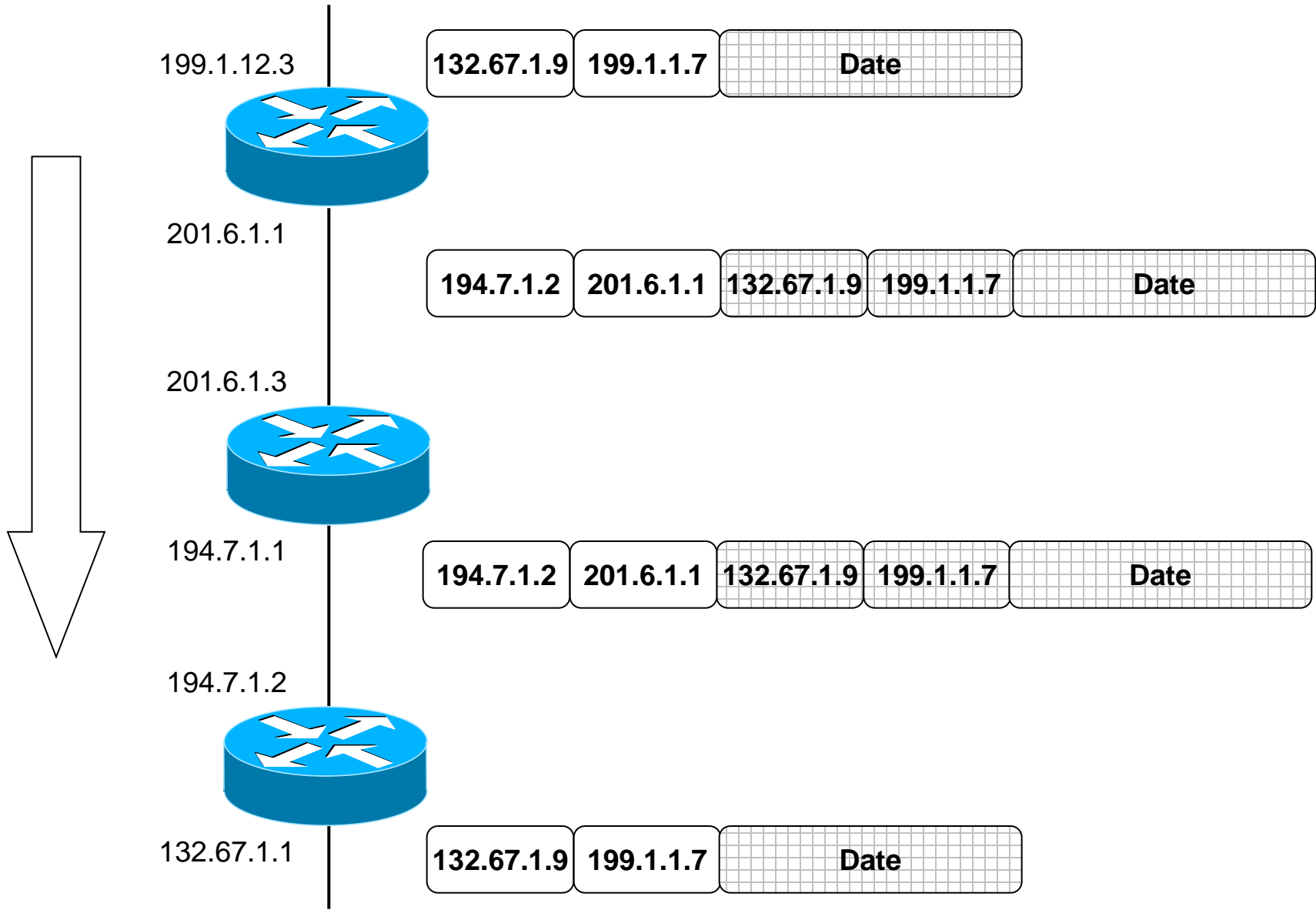
IP dst.	IP src	port dst	port src	
192.168.1.2	200.1.1.121	8917	9595	...

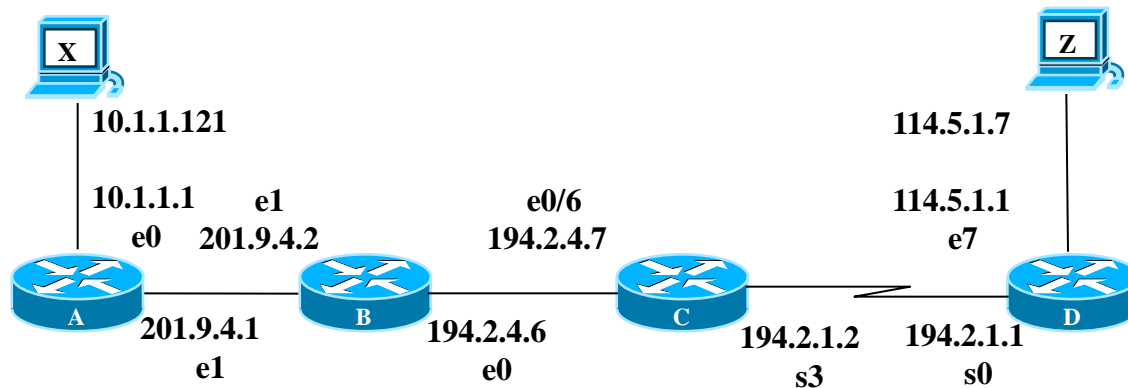
IP dst.	IP src	port dst	port src	
140.2.2.1	200.1.1.121	17111	9595	...



- reprezintă operația prin care pachetele IP sunt encapsulate încă o dată
- principalul scop al tunelării este transportarea informațiilor din antetul IP original sub forma de date
- antetul inițial al pachetului este păstrat nealterat, atașându-se un nou antet ce va avea ca adresă sursă adresa capătului local al tunelului, iar ca adresă destinație adresa celuilalt capăt al tunelului.

Tunelare





Ruterul A va asigura translatarea de adresa pentru întreaga rețea 10.1.1.0/24, iar ruterul B va tunela tot traficul din rețeaua 201.9.4.0/24 și îl va trimite prin interfața sa virtuală tunnel0. Tunelul este stabilit între 194.2.4.61 și 194.2.1.1. În plus, rutarea este asigurată folosind rute statice astfel: pe ruterile A și D rutele sunt precizate prin adresa următorului hop, iar pe B și C rutele sunt precizate doar prin interfața de ieșire.

Considerăm că în urma unei pene de curent toate echipamentele sunt proaspăt reinițializate. Stația X va accesa un server de web aflat pe stația Z. Care vor fi antetele tuturor cadrelor ce vor fi trimise în rețea pentru a livra cererea emisă de stația X la stația Z.



FFFF:FFFF:FFFF	MAC[X]	10.1.1.1	10.1.1.121	Date		
MAC[X]	MAC[A(e0)]	10.1.1.121	10.1.1.1	Date		
MAC[A(e0)]	MAC[X]	114.5.1.7	10.1.1.12	80	55555	Date
FFFF:FFFF:FFFF	MAC[A(e1)]	201.9.4.2	201.9.4.1	Date		
MAC[A(e1)]	MAC[B(e1)]	201.9.4.1	201.9.4.2	Date		
MAC[B(e1)]	MAC[A(e1)]	114.5.1.7	201.9.4.1	80	51311	Date
FFFF:FFFF:FFFF	MAC[B(e0)]	194.2.1.1	194.2.4.6	Date		
MAC[B(e0)]	MAC[C(e0/6)]	194.2.4.6	194.2.1.1	Date		
MAC[C(e0/6)]	MAC[B(e0)]	194.2.1.1	194.2.4.6	114.5.1.7	201.9.4.1	Date
FF		194.2.1.1	194.2.4.6	114.5.1.7	201.9.4.1	Date
FFFF:FFFF:FFFF	MAC[D(e7)]	114.5.1.7	114.5.1.1	Date		
MAC[D(e7)]	MAC[Z]	114.5.1.1	114.5.1.7	Date		
MAC[Z]	MAC[D(e7)]	114.5.1.7	201.9.4.1	Date		