

Curs 1: Prezentare. Recapitulare

Retele WAN

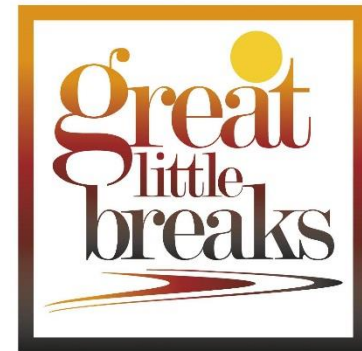
Silviu Vasile
vsl@fmi.unibuc.ro

Planificare:

- ◆ Curs 1: Prezentare. Recapitulare
- ◆ Curs 2: Modelul Ierarhic (recapitulare)
- ◆ Curs 3: Introducere în WAN-uri
- ◆ Curs 4: Conexiuni punct-la-punct
- ◆ Curs 5: Frame Relay
- ◆ Curs 6: Network Address Translation pentru IPv4
- ◆ Curs 7: Soluții Broadband
- ◆ Curs 8: Securitatea rețelei
- ◆ Curs 9: Monitorizarea rețelei
- ◆ Curs 10: Depanarea rețelei

Desfasurare:

- Program:
 - Teorie: 12:00 – 12:50
 - Exercitii: 13:00 – 13:50
- Discutare teme
 - 20 minute/curs
- Pauza
 - 10 minute



You'll be delighted

Examen

- Curs
- Laborator
- Platforma on-line

- Promovare doar daca la oricare din cele 3 componente se obtine nota mai mare de 5;
- Prezenta optionala la curs, **obligatorie la laborator**;
- Cei fara activitate/teme la curs vor sustine un test in ultimul curs;
- Materiale/teme la adresa: <http://193.226.51.37>

Diverse:

- Vor fi cel puțin doua cursuri cu subiecte de discutie propuse de student
- Va fi un curs dedicate retelelor Wireless
- Din cursul 2 vor fi teme in fiecare saptamana
- Se vor considera doar primele solutii trimise in ordinea mail-urilor
- **Copierea temelor ⇒ test final!**
- Intrebari ?

Adresarea de nivel 3

► Protocoale de nivel 3: IP, IPX, AppleTalk



Adrese IP

- ▶ IP este un protocol **rutat**, de nivel rețea (3 în stiva OSI)
 - ▶ Adresa IP: 32 de biți
 - ▶ Format zecimal: 192.168.14.1
 - ▶ Format binar: 1100 0000.1010 1000.0000 1110.0000 0001
 - ▶ Structură:
 - ▶ Partea de rețea
 - ▶ Partea de host
 - ▶ Cine delimitează cele două părți?
 - ▶ R: Masca de rețea
-

Adrese de rețea

- ▶ Masca de rețea: 32 de biți
 - ▶ Structură: [șir de biți "1"] [șir de biți "0"]

 - ▶ Exemplu:
 - ▶ zecimal: 255.255.255.0
 - ▶ binar: 1111 1111.1111 1111.1111 1111.0000 0000
 - ▶ Notăție prescurtată: /24
-

Adresa de rețea

- ▶ Operația logică “AND” între adresa IP și masca de rețea.
 - ▶ Exemplu: 192.168.14.1 “AND” 255.255.255.0:

1100 0000 . 1010 1000 . 0000 1110	. 0000 0001
1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111	. 0000 0000
1100 0000 . 1010 1000 . 0000 1110	. 0000 0000
=> 192.168.14.0	

Rețea

Host

Clase de adrese

- ▶ Trei clase uzuale: A, B, C

	Clasa A	Clasa B	Clasa C
Valoarea primului octet	1 – 127	128 – 191	192 – 223
Masca implicită	255.0.0.0 /8	255.255.0.0 /16	255.255.255.0 /24
Adrese valide de rețea	De la 1.0.0.0 la 127.0.0.0	De la 128.0.0.0 la 191.255.0.0	De la 192.0.0.0 la 223.255.255.0
Nr de rețele în clasă	2^7	2^{14}	2^{21}
Nr de adrese de host în fiecare rețea	$2^{24}-2$	$2^{16}-2$	2^8-2

- ▶ Două clase speciale: D (Multicast), E (testare)
-

Adrese de rețea și de broadcast

- ▶ Prima adresă: adresa rețelei
 - ▶ Ultima adresă: adresa de broadcast
 - ▶ Ce este un broadcast?
 - ▶ Prima și ultima adresă nu sunt asignabile
 - ▶ Exemplu: 192.168.114.23 /24
 - ▶ Adresa rețelei: 192.168.114.0 /24
 - ▶ Adresa de broadcast: 192.168.114.255 /24
 - ▶ Adrese asignabile: 192.168.114.1 ... 192.168.114.254
-

Împărțirea în subrețele

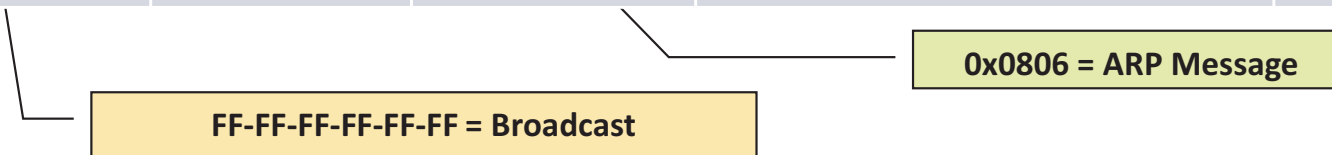
- ▶ Segmentarea prin “împrumutarea” unui număr de biți din zona de host și trecerea acestora în zona de rețea.
 - ▶ Masca de rețea va avea lungimea celei inițiale + nr de biți “împrumutați”
 - ▶ Exemplu: 192.168.14.0/24 - împărțire în 4 subrețele prin “împrumutarea” a 2 biți:
 - ▶ 192.168.14.0/26: 1100 0000.1010 1000.0000 1110.0000 0000
 - ▶ 192.168.14.64/26: 1100 0000.1010 1000.0000 1110.0100 0000
 - ▶ 192.168.14.128/26: 1100 0000.1010 1000.0000 1110.1000 0000
 - ▶ 192.168.14.192/26: 1100 0000.1010 1000.0000 1110.1100 0000
-

Address Resolution Protocol

- ▶ Realizează corespondența între adresele de nivel 2 și adresele de nivel 3.
 - ▶ Funcționează pe modelul cerere-răspuns.
 - ▶ Păstrează un cache la nivelul fiecărei stații (interfețe).
 - ▶ Timpul de cache diferă în funcție de echipament
 - ▶ De ce este necesară obținerea adreselor de nivel 2?
-

Pachetul ARP

Antet Ethernet			Date	Trailer
Adresă destinație	Adresă sursă	Tip cadru	Informații ARP	FCS



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

Pachetele ARP

Cerere ARP:

← Antet cerere →			← Date cerere →				
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

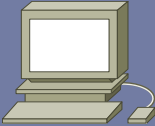

Răspuns ARP:

← Antet răspuns →			← Date răspuns →				
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

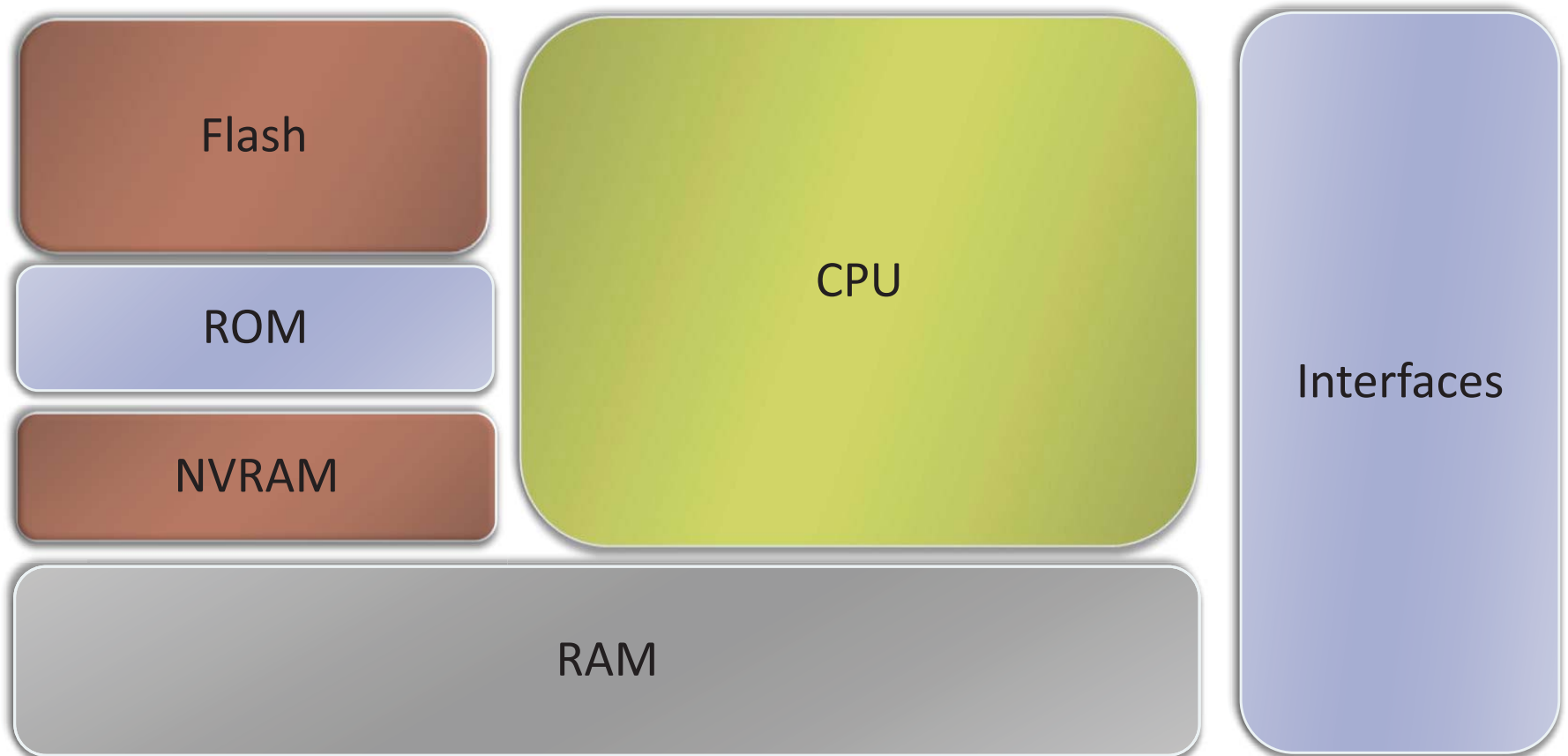
Trimitere date:

← Antet nivel 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		

Calculator vs. Ruter

 Calculator	 Ruter
CPU	CPU
Bus System	Bus System
Memory – RAM, ROM	Memory – RAM, ROM
Interfețe de intrare/ieșire	Interfețe de intrare/ieșire
etc.	etc.

Componentele hardware router



Interfețele unui ruter

- ▶ Porturi de management
 - ▶ Console port
 - ▶ AUX port
 - ▶ Interfețe ale ruter-ului
 - ▶ Conector fizic al ruter-ului prin care se trimit și primesc pachete
 - ▶ Un ruter are mai multe interfețe, de diverse tipuri (LAN, WAN...)
 - ▶ Fiecare interfață aparține unei rețele diferite
 - ▶ Interfețe LAN
 - ▶ Ethernet, FastEthernet ...
 - ▶ În general folosesc conectori RJ-45
 - ▶ Interfețe WAN
 - ▶ Seriale, ISDN, Frame Relay
 - ▶ Diferite încapsulări layer 2 (PPP, Frame Relay, HDLC)
 - ▶ Nu folosesc adrese MAC (folosesc însă alte tipuri de adrese)
-

Random Access Memory

- ▶ Este folosită pentru:
 - ▶ Stocarea tabelii de rutare
 - ▶ Încărcarea sistemului de operare
 - ▶ Cache-ul de comutare rapidă
 - ▶ Stocarea configurației curente
 - ▶ Cozi de pachete
 - ▶ Conținutul memoriei RAM este șters la pierderea alimentării electrice
 - ▶ Memoria RAM poate fi :
 - ▶ Dynamic Random-Access Memory (DRAM)
 - ▶ Dual In-Line Memory Modules (DIMMs)
 - ▶ Are un timp de acces de ordinul 10^{-9} sec
 - ▶ Are o dimensiune de ordinul zecilor/sutelor de MB
-

Flash

- ▶ Este folosită pentru stocarea unei imagini a sistemului de operare (Cisco IOS)
 - ▶ Este o memorie non-volatilă
 - ▶ Memoria flash poate fi:
 - ▶ Integrată în ruter (cel mai adesea DIMM; SIMM pentru arhitecturile mai vechi)
 - ▶ Carduri PCMCIA
 - ▶ Are un timp de acces de ordinul 10^{-6} sec
 - ▶ Are o dimensiune de ordinul zecilor de MB
-

Nonvolatile Random Access Memory

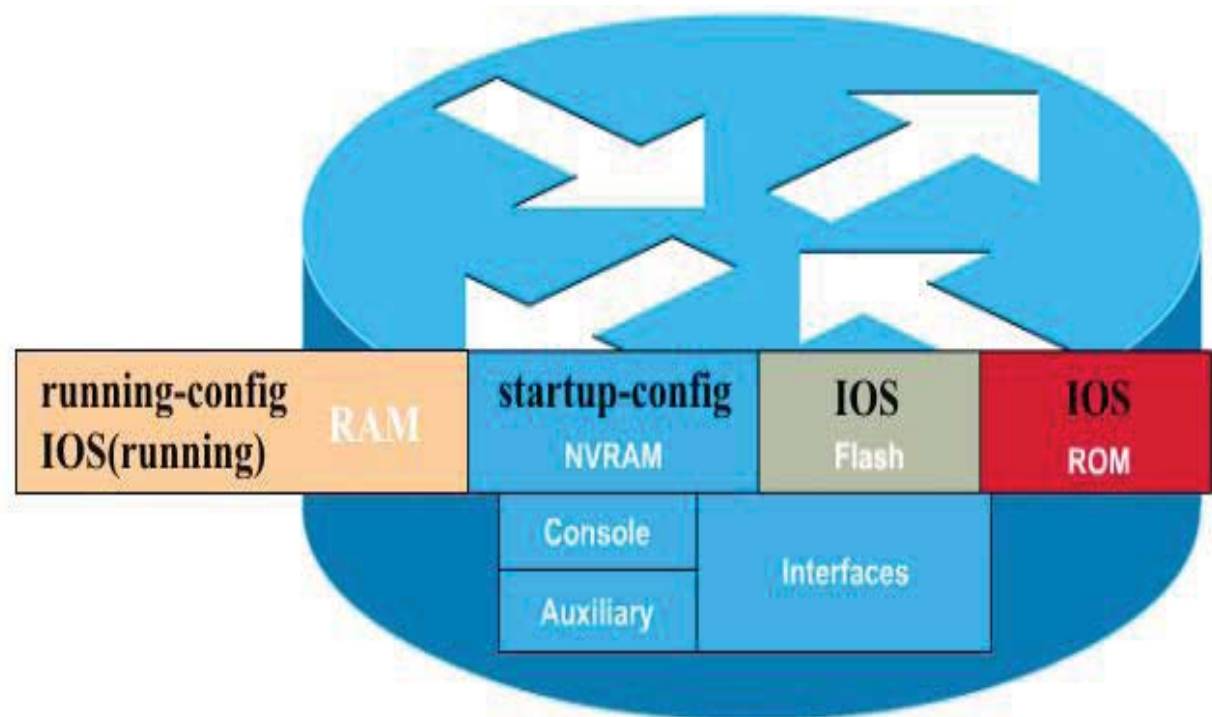
- ▶ Folosită pentru a stoca configurația de pornire
 - ▶ Reține conținutul în cazul pierderii alimentării electrice
 - ▶ Poate fi implementat folosind:
 - ▶ un cip dedicat
 - ▶ același dispozitiv flash din care este încărcat codul de pornire
 - ▶ Are un timp de acces de ordinul 10^{-7} sec
 - ▶ Are o dimensiune de ordinul zecilor de kB
-

Read-Only Memory

- ▶ Folosită pentru stocarea testelor hardware inițiale (POST – Power On Self Test)
 - ▶ Conține o imagine a unui sistem de operare minimal
 - ▶ imaginea include un driver Ethernet
 - ▶ Are un timp de acces la citire de ordinul 10^{-9} sec
 - ▶ Are o dimensiune de ordinul zecilor de octeți
-

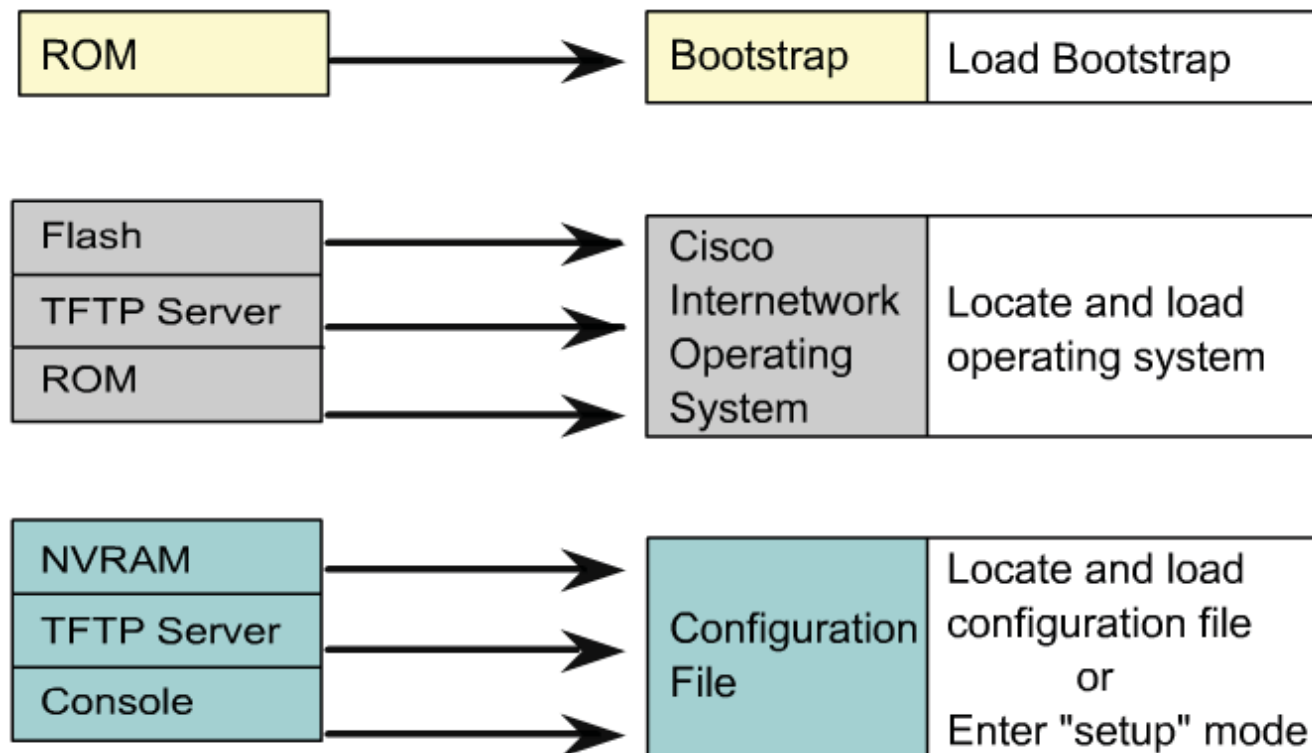
Sistemul de fișiere

- ▶ Sistemul de operare folosit de majoritatea echipamentelor Cisco este **Cisco Internetwork Operating System (IOS)**
- ▶ Configurația pe care un ruter o folosește este denumită **configuration file**, fiind creată de către administrator
 - ▶ running-config
 - ▶ startup-config

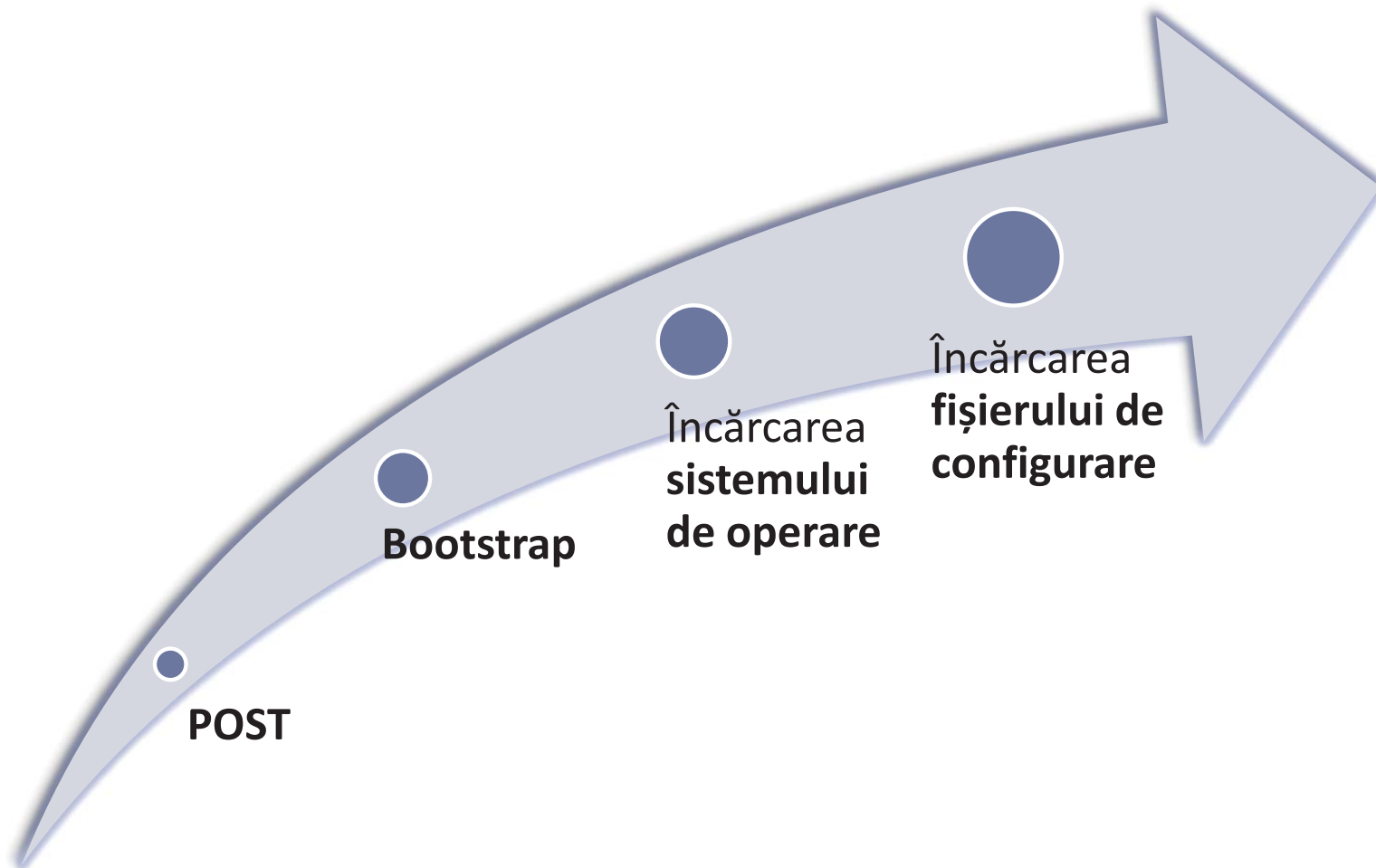


Secvența de pornire a ruter-ului

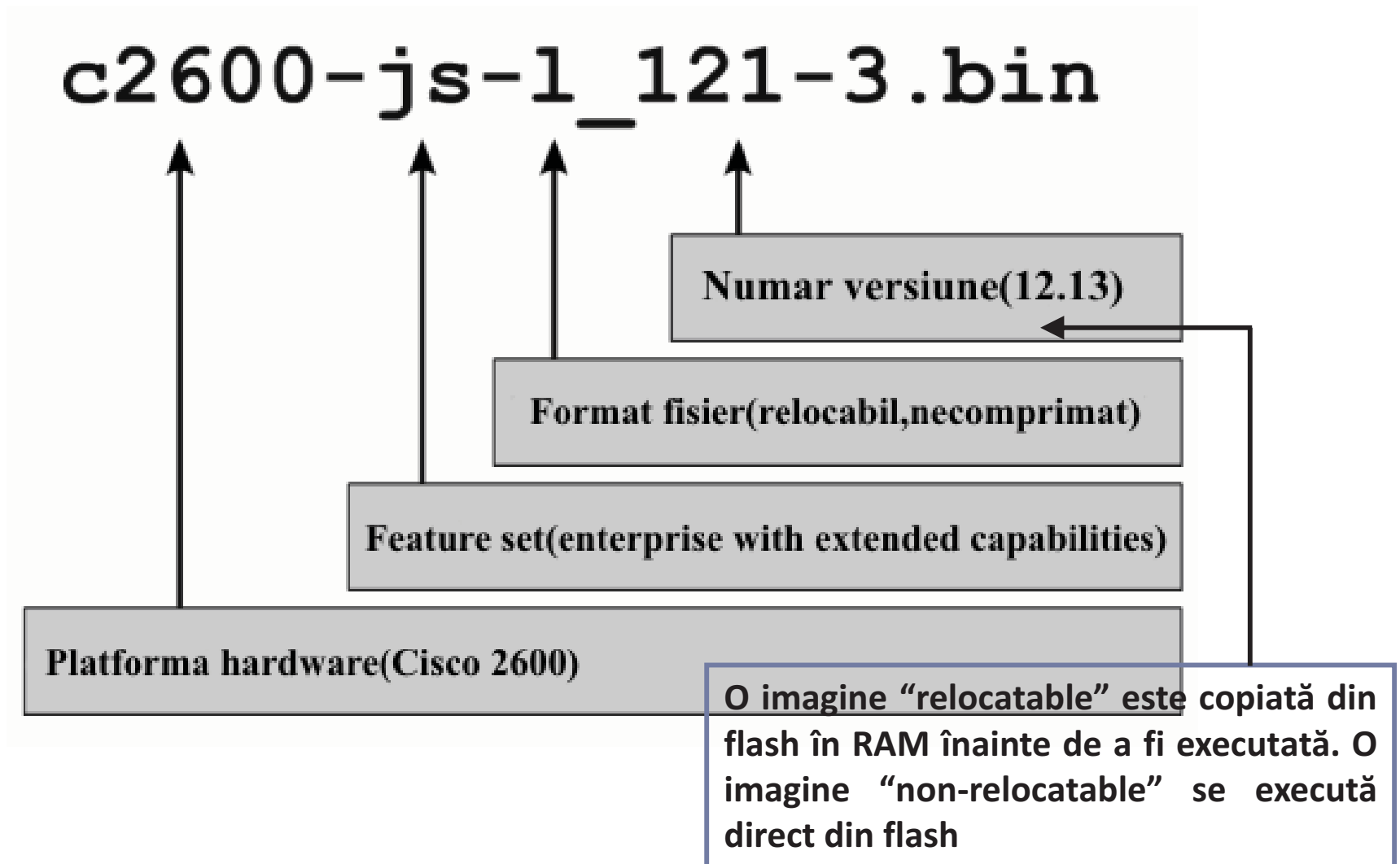
- ▶ Se testează hardware-ul ruter-ului (POST)
- ▶ Se identifică și se încarcă sistemul de operare
- ▶ Se identifică și se aplică instrucțiunile din fișierele de configurare



Inițializarea ruter-ului



Convenții de denumire a IOS-ului

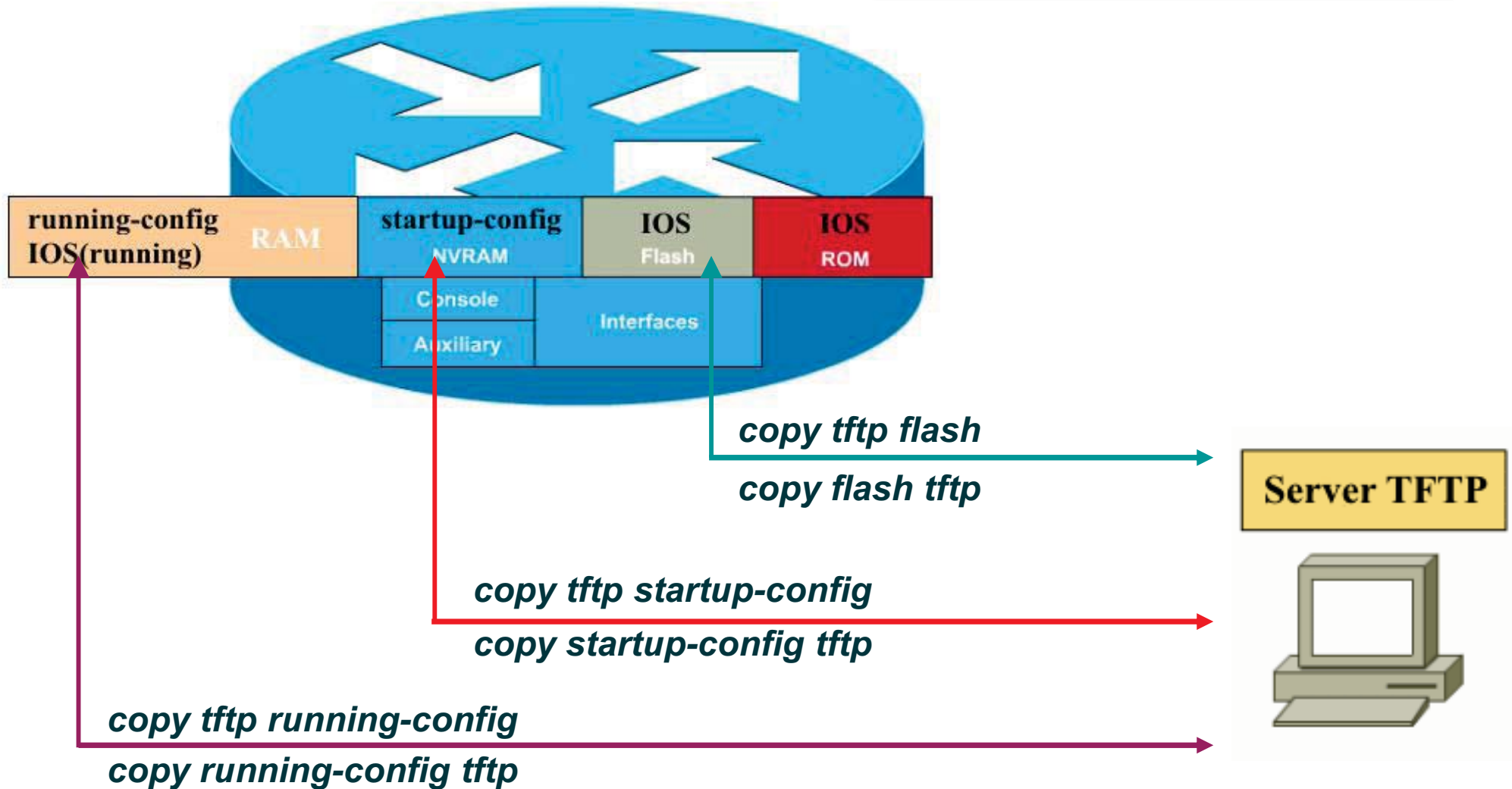


Modurile IOS ale unui ruter

- ▶ Modul utilizator
 - ▶ Modul privilegiat
 - ▶ Modul de configurare
 - ▶ Configurare generală a echipamentului
 - ▶ Configurarea interfețelor și a sub-interfețelor
 - ▶ Configurarea liniilor de consolă și VTY
-

Comenzi de copiere “tradițională”

copy <surasa> <destinatie>



Comanda *show version*

- ▶ Rezultatul acestei comenzi conține:
 - ▶ Versiunea de IOS
 - ▶ Versiunea programului de bootstrap
 - ▶ Locația IOS-ului
 - ▶ Tipul procesorului și dimensiunea memoriei RAM
 - ▶ Interfețele
 - ▶ Dimensiunea NVRAM-ului
 - ▶ Dimensiunea FLASH-ului
 - ▶ Registrul de configurare
-

Configurarea unei interfețe

- ▶ Din modul global de configurare se intră în modul interfață cu ajutorul comenzii
 - ▶ *# interface <type> <number>*
 - ▶ *# ip address <adresa> <masca>*
 - ▶ *# Description <descrierea>*
 - ▶ Implicit interfețele sunt oprite
 - ▶ *# no shutdown*
 - ▶ Pentru interfețele seriale va trebui configurată și rata de transfer
 - ▶ *# clock rate 56000*
-

Comenzi de verificare a configurațiilor

▶ *# show running-config*

▶ *# show startup-config*

```
Router#show running-config
version 12.4
service timestamps debug datetime msec
service timestamps log datetime msec
no service password-encryption
!
hostname Router
!
interface Loopback0
 ip address 129.86.35.129 255.255.255.224
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 10.10.211.1 255.255.255.248
 duplex auto
 speed auto
!
line con 0
 exec-timeout 0 0
 logging synchronous
line aux 0
line vty 0 4
 login
!
end
```

Verificarea rutelor

Router# show ip route

Codes: C - connected, S - static, 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

i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2

ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route

o - ODR, P - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

129.86.0.0/27 is subnetted, 2 subnets

C 129.86.35.160 is directly connected, Loopback1

C 129.86.35.128 is directly connected, Loopback0

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks

C 10.10.211.0/29 is directly connected, FastEthernet0/0

C 10.10.211.8/30 is directly connected, FastEthernet1/0

Verificarea interfețelor

```
Router# show interfaces
```

```
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
```

```
Hardware is AmdFE, address is cc09.0c34.0000 (bia cc09.0c34.0000)
```

```
Internet address is 10.10.211.1/29
```

```
MTU 1500 bytes, BW 100000 kbit, DLY 100 usec,
```

```
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
```

```
Encapsulation ARPA, loopback not set
```

```
Keepalive set (10 sec)
```

```
Full-duplex, 100Mb/s, 100BaseTX/FX
```

```
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
```

```
Last input never, output 00:00:04, output hang never
```

```
Last clearing of "show interface" counters never
```

```
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
```

```
Queueing strategy: fifo
```

```
Output queue: 0/40 (size/max)
```

```
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
```

```
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
```

```
[...]
```

Sumarizarea informatiilor despre interfețe

```
Router# show ip interface brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	10.10.211.1	YES	NVRAM	up	up
FastEthernet1/0	10.10.211.9	YES	NVRAM	up	up
Ethernet2/0	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
Ethernet2/1	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
Ethernet2/2	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
Ethernet2/3	unassigned	YES	NVRAM	administratively down	down
Loopback0	129.86.35.129	YES	NVRAM	up	up
Loopback1	129.86.35.161	YES	NVRAM	up	up

Protocoale de rutare

- ▶ Rutarea
 - ▶ Rutare statică
 - ▶ Rutare dinamică
 - ▶ Protocoale de rutare Distance Vector
 - ▶ Generalități
 - ▶ Probleme: bucle de rutare
 - ▶ Soluții pentru acestea
 - ▶ Protocolul RIPv1 și RIPv2
 - ▶ Generalități
 - ▶ Configurare
 - ▶ Verificare
-

Protocoale de rutare

- ▶ Protocoale de rutare: permit ruterelor să facă schimb de informații pe baza cărora fiecare își actualizează tabela de rutare
 - ▶ Exemple: RIP, IGRP, EIGRP, OSPF
 - ▶ Protocoale rutate: permit identificarea nodurilor din rețea pe baza unei scheme de adresare menită să ofere unicitate, dar și ierarhizarea spațiului de adrese
 - ▶ Exemple: IP, IPX, AppleTalk
-

Procesul de rutare

Acest proces este alcătuit din două mecanisme:

- ▶ **Determinarea căii optime:** este folosită tabela de rutare;
- ▶ **Comutarea pachetelor** (forwarding): primirea unui pachet pe o interfață și trimitere lui pe alta.

Ruterele creează tabele de rutare

O rută conține:

- ▶ spațiul de adrese destinație (adresă de rețea și mască asociată)
- ▶ adresa următorului hop sau/și interfața de ieșire

Trei feluri de rute:

- ▶ Rețele direct conectate;
- ▶ Rute statice;
- ▶ Rute dinamice.

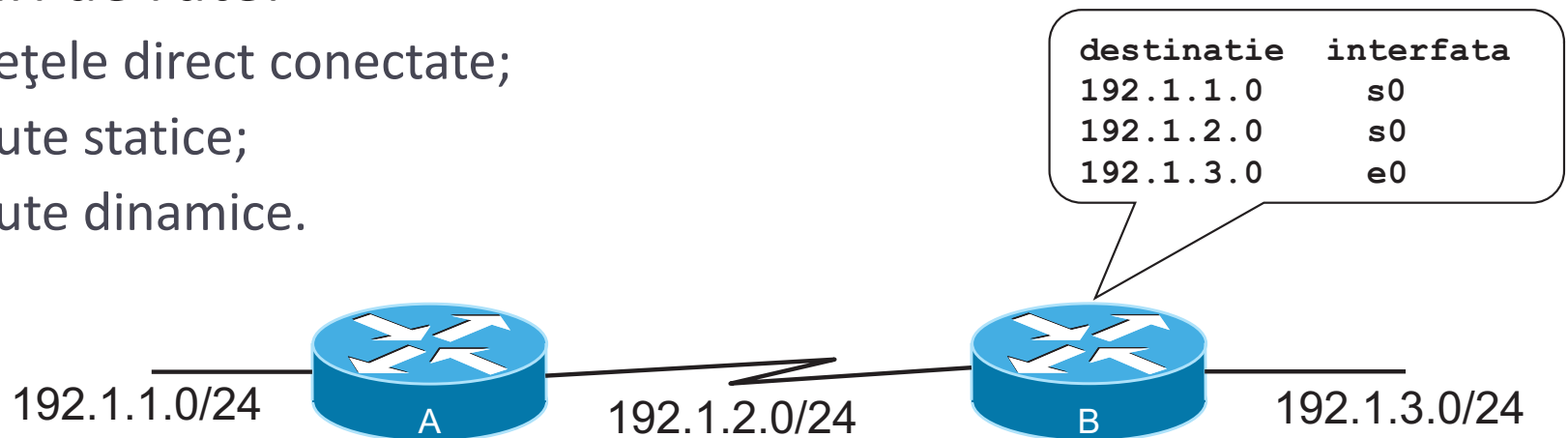
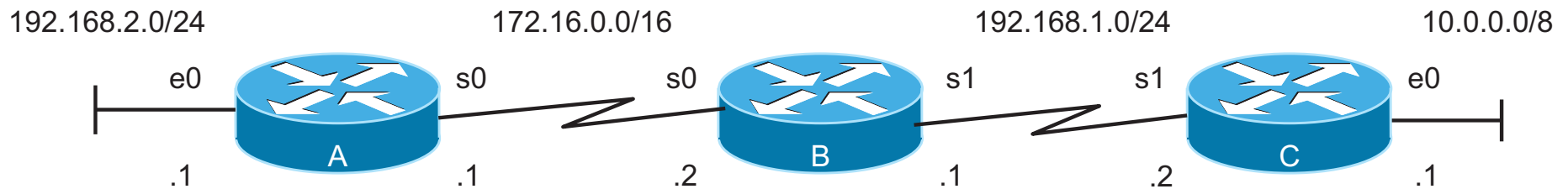


Tabela de rutare



- ▶ Există două modalități de evaluare a unei rute:
 - ▶ Distanță administrativă
 - ▶ Metrică

```
A# 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
```

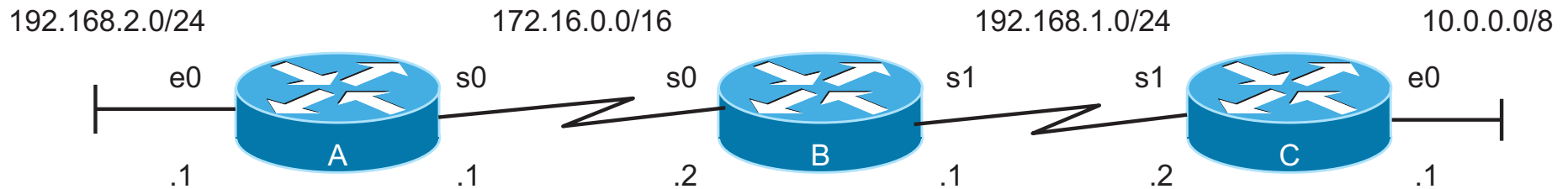
```
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
```

```
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate  
default
```

```
U - per-user static route, o - ODR
```

```
R      192.168.1.0/24 [120/1] via 172.16.0.2, 00:00:24, Serial 0/0
```

Rețele direct conectate



Implicit, ruterele cunosc doar rețelele lor direct conectate: nu au nici un protocol de rutare configurat.

```
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
```

Rute statice

```
Router(config)# ip route prefix mask {addr | interf} [dist]
```



```
ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.1.1 E0
```

- ▶ Rutele statice care specifică următorul hop au distanță administrativă 1
 - ▶ Rutele statice ce specifică interfața de ieșire au distanța administrativă 0
 - ▶ Nu este necesară configurarea de rute statice pentru rețele direct conectate
 - ▶ În cazul rutelor statice via legături punct la punct este indicată specificarea numai a interfeței de ieșire, deoarece adresa următorului hop nu este folosită în acest caz
 - ▶ În cazul rutelor statice via rețele de multiacces (Ethernet) este indicată specificarea următorului hop, doar interfața de ieșire nefiind suficient
-

Ruta default

- ▶ Poate fi adăugată ca o rută statică:

```
R(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 {address|interface}
```

- ▶ sau poate proveni dintr-un pachet de actualizare:

```
A# show ip route
```

```
< ... >
```

```
R * 0.0.0.0/0 [120/1] via 192.168.2.2, 00:00:69, Serial0/0
```

- ▶ Toate pachetele pentru care nu există o rută explicită vor fi trimise pe aceasta rută
 - ▶ Mai poartă denumirea de “quad zero route”
-

Distanța administrativă

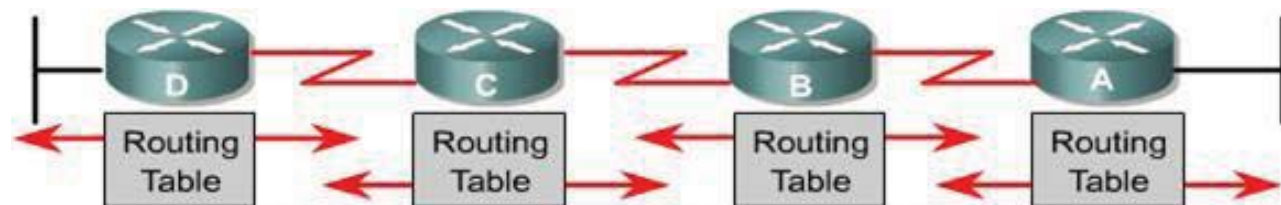
Tipul de rută	Distanța administrativă
Direct conectată	0
Rută statică	1
Sumarizare EIGRP	5
BGP extern	20
EIGRP	90
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
EIGRP extern	170
BGP intern	200
necunoscută	255

- ▶ Distanța administrativă este o metodă de a cuantifica încrederea avută în diferitele metode de învățare a rutelor.
 - ▶ Dacă ruterul află două rute către aceeași destinație, va pune în tabela de rutare pe cea cu DA mai bună.
-

Rutare dinamică

- ▶ Rutarea dinamică se bazează pe folosirea unui protocol de rutare
- ▶ Există două clase de protocoale:
 - ▶ Distance Vector
 - ▶ Algoritmul de rutare transmite tuturor ruterele vecine o copie a tabelului de rutare
 - ▶ Ruterele vecine își actualizează tabela de rutare în funcție de informațiile primite, apoi generează un nou pachet de actualizare

Link State



- ▶ Pachetele de actualizare ajung în toată rețeaua (nu doar la vecini)
 - ▶ tabela de rutare - tabela celor mai bune căi
 - ▶ tabela de topologie - colecția tuturor rutelor
 - ▶ tabela de adiacență - lista tuturor vecinilor
-

Comparatie DV-LS

▶ DV

- ▶ Transmit informații la vecini
- ▶ Transmit întreaga tabelă de rutare
- ▶ Update-uri periodice
- ▶ Folosesc mai puține resurse
- ▶ Convergență greoaie
- ▶ Puțin scalabile

▶ LS

- ▶ Transmit informații în întreaga rețea (porțiuni din tabela de rutare)
 - ▶ Imagine de ansamblu a rețelei
 - ▶ Update-uri determinate de schimbări în topologie
 - ▶ Cerințe mai mari de hardware și lățime de bandă
 - ▶ Mai puțin predispuse la bucle de rutare
 - ▶ Convergență rapidă
-

Multumesc!