

# **LUCRAREA NR. 4**

## **RUTAREA STATICĂ**

### **1. Obiective**

Obiectivele acestui laborator sînt: familiarizarea cu conceptul de rutare statică, învățarea elementelor unei tabele de rutare, înțelegerea conceptului de gateway, ruta implicită și configurarea unei tabele de rutare.

### **2. Considerații teoretice**

#### **2.1 Utilizarea rutării statice**

Un element important în stabilirea strategiei de rutare este alegerea modului de rutare în rețea: rutare statică sau dinamică. Rutarea statică este implementată în rețele în care traficul de rețea este predictibil și proiectarea rețelei este simplă. În cazul rutării statice, administratorul de rețea crează și modifică manual tabelele de rutare înainte de începerea rutării. Rutarea dinamică are la bază protocoale de rutare specializate care asigură comunicarea și distribuirea informației de rutare între rutere.

Rutarea statică e avantajoasă în rețelele pentru care configurarea unor rute statice este mai simplă decît configurarea unor protocoale de rutare dinamică. În plus, procesorul ruterului nu este supraîncărcat, nu se consumă lățime de bandă între rutere pentru descoperirea rutelor și pentru comunicare.

Rutarea statică este fezabilă doar în rețele de dimensiuni mici. Administratorul rețelei în care se implementează rutarea statică trebuie să cunoască topologia rețelei și să facă configurările necesare. Pe măsură ce dimensiunea rețelei crește, costul de menținere a rutelor statice crește. Rutarea statică nu oferă mecanisme de toleranță la eror, în cazul căderii unui link, dacă nu au prevăzute rute redundante, conectivitatea este întreruptă.

### 2.2 Tabela de rutare

#### 2.2.1 Elementele tabelii de rutare

Ruterele utilizează tabele de rutare pentru a determina unde să transmită un pachet. Când sosește un pachet la ruter acesta citește adresa destinație și o compară cu intrările din tabela de rutare. Una dintre aceste intrări conține interfața pe care pachetul trebuie trimis și următorul hop (gateway) spre care trebuie trimis pachetul.

Fiecare tabelă de rutare conține următoarele elemente:

- rețeaua destinație: în această coloana sînt intrările cu care ruterul compară adresa destinație dintr-un pachet primit. Există o serie de astfel de intrări comune tuturor tabelilor de rutare: adresa 0.0.0.0 - reprezintă ruta implicită utilizată cînd nici o intrare nu corespunde adresei destinație din pachet, adresa 127.0.0.0 – reprezintă adresa de loopback 127.0.0.1, adresa 224.0.0.0 – adresa de multicast, și adrese ce au în ultimul octet valoarea 255 – adrese de broadcast;
- masca de rețea;
- gateway: reprezintă adresa următorului hop prin care va trece pachetul;
- interfața: adresa interfeței locale pe care va fi transmis pachetul spre următorul hop;
- metrica: costul unei legături. Dacă există mai multe intrări ce corespund adresei destinație se utilizează metrica pentru a decide care rută este aleasă. Au prioritate rutele cu metrica mai mica.

#### 2.2.2 Ruta implicită

Ruta implicită se este definită pentru transmiterea pachetelor adresate rețelelor care nu au intrări în tabele de rutare. În practică, dacă rețeaua are un singur gateway se utilizează ruta implicită pentru transmiterea traficului către rețelele remote. Adresa asociată cu ruta implicită este 0.0.0.0.

#### 2.2.3 Gateway

Adresa gateway este adresa interfeței prin care pachetele sînt trimise la destinație. Adresa gateway trebuie să fie adresa unei interfețe de pe o rețea conectată direct.

### 2.3 Rutarea statică în Linux și IOS

Intrările din tabelele de rutare configurate static din linia de comandă rămân valide pînă la rebootarea sistemului de operare. Pentru a asigura persistența acestor intrări, rutele statice trebuie scrise într-un fișier de configurare.

#### 2.3.1 Activarea opțiunii de IP forwarding

În sistemele Linux, opțiunea IP forwarding este activată cînd în fișierul */proc/sys/net/ipv4/ip\_forward* avem valoarea 1 și e dezactivată cînd avem valoarea 0.

Opțiunea IP forwarding se activează prin scrierea valorii 1 în fișier, cu următoarea comandă:

```
PC1% echo "1" > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

Opțiunea IP forwarding este dezactivată prin comanda:

```
PC1% echo "0" > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

Comanda are efect imediat dar modificarea stării nu este permanentă, la rebootare starea opțiunii e pierdută.

Modificarea permanentă a stării opțiunii IP forwarding face în fișierul */etc/sysctl.conf*, se activează dacă fișierul conține următoarea linie: *net.ipv4.ip\_forward = 1*, se dezactivează dacă fișierul conține linia: *net.ipv4.ip\_forward = 0*. Modificarea efectuată intră în vigoare la următoarea rebootare a sistemului.

În IOS, opțiunea IP forwarding este activată/dezactivată cu următoarele comenzi:

```
Router1(config)# ip routing  
Router1(config)# no ip routing
```

#### 2.3.2 Tabele de rutare în Linux

Sistemul Linux menține o tabelă de rutare și o memorie cache de rutare. Tabela de rutare are intrări de rutare permanente introduse prin metode de rutare statică sau dinamică. Memoria cache de rutare conține ultimele rute

utilizate; scopul memorie cache de rutare este acela de îmbunătățire a eficienței căutării în tabela de rutare. Timpul de viață al unei intrări în memoria cache este de 10 minute. Înainte de a cauta o intrare în tabela de rutare aceasta e căutată în memoria cache de rutare. Dacă este găsită nu se mai continuă căutarea în tabela de rutare. Dacă nu se găsește intrarea în memoria cache de rutare atunci se parcurge tabela de rutare și după ce informația a fost găsită se stochează în memoria cache de rutare.

### 2.3.2.1 Tabele de rutare

În Linux, conținutul tabelii de rutare se afișează prin comanda: `netstat -rn`. Rezultatul execuției comenzii este prezentat în următorul tabel:

**Tabelul 4.1** *Tabelul de rutare*

Dest.	Gateway	Masca	Flag uri	MSS	Win	Irtt	If
10.0.1.4	0.0.0.0	255.255.255.255	UH	40	0	0	eth0
10.0.3.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	40	0	0	eth1
20.0.2.0	0.0.0.0	255.255.255.0	U	40	0	0	eth0
10.0.5.0	10.0.2.1	255.255.255.0	UG	40	0	0	eth0
127.0.0.0	0.0.0.0	255.0.0.0	UH	40	0	0	lo
0.0.0.0	10.0.3.1	0.0.0.0	UG	40	0	0	eth1

Fiecare rând reprezintă o intrare din tabela de rutare. Prima coloană conține adresa destinației - poate fi o adresa de rețea sau o adresă de host. A treia coloană conține masca pentru adresa destinație. Adresele destinație din tabel sînt: 10.0.1.4/32, 10.0.1.0/24, 10.0.2.0/24, 127.0.0.0/8 - loopback și 0.0.0.0/0 – ruta implicită.

A doua coloană (Gateway) identifică următoarea interfață din cale iar ultima coloană (Iface) identifică interfața prin care se transmit pachetele. Intrările care conțin în a doua coloană (Gateway) 0.0.0.0 sau \* indică faptul că destinația este într-o rețea direct conectată. În tabel, există două rețele direct conectate: rețeaua 10.0.2.0/24 prin interfața eth0 și rețeaua 10.0.3.0/24 prin interfața eth1.

Flag-urile identifică tipul rutelor: G - următorul hop este un gateway, H – host, U - interfața utilizată este activă. Coloanele MSS – dimenisunea maximă a segmentului, Window – dimensiunea ferestrei și irtt - timpul dus-intors inițial pentru o legătură, sînt parametri utilizați de TCP. Valoarea 0 în aceste cîmpuri indică utilizarea unor valori implicite.

Intrările din memoria cache de rutare se afișează cu comanda:

```
route -Cn
```

Notă: intrările din memoria cache de rutare nu utilizează notația cu prefix sau măști de rețea. Există o singură intrare pentru o adresa IP destinație. În plus, pe lângă adresa destinație și gateway, memoria cache de rutare conține și adresa sursă. Coloana *Metric* conține metrica utilizată. Metrica pentru rețelele direct conectate este 0. Coloana *Ref* conține numărul de referințe ale rutei. Coloana *Use* indică numărul de pachete ce au trecut prin interfață iar coloana *Iface* identifică interfața prin care e transmis pachetul.

### 2.3.2.2 Configurarea rutării statice în Linux

Configurarea rutării statice se face prin comanda `route`, care are opțiuni de vizualizare, adăugare, ștergere și modificare a intrărilor din tabela de rutare.

Comenzi de configurare a rutării statice:

`route -e` = afișează tabela de rutare; comandă asemănătoare cu *netstat -r*

`route -Cn` = afișează conținutul memorie cache de rutare

`route add -net netaddr netmask mask gw gw_address` = adaugă o intrare în tabela de rutare pentru rețeaua identificată prin adresa IP *netaddr* și masca *mask*. Următorul hop e *gw\_address*.

`route add -net netaddr netmask mask dev iface` = adaugă o intrare în tabela de rutare pentru un host cu adresa IP *hostaddr* și hop următor *gw\_addr*

`route add default gw gw_addr` = adaugă ruta implicită prin *gw\_addr*

`route del -net netaddr netmask mask gw gw_addr`

`route del -host hostaddr gw gw_addr`

`route del default gw gw_addr` = șterge o rută din tabela de rutare

Pentru a șterge conținutul tabelii de rutare se execută o dezactivare a interfeței urmată de o activare:

```
PC1% ifconfig eth0 down up
```

Notă: când se execută comenzi în maniera interactivă, intrările adăugate în tabela de rutare sînt valide pîna la următoarea rebootare. Pentru a adauga

rute statice permanente se utilizează fișierul de configurare *etc/sysconfig/static-routes*.

### 2.3.3 Tabele de rutare și rutare statică în IOS

#### 2.3.3.1 Tabele de rutare

Comanda utilizată pentru afișarea tabelii de rutare este: *show ip route*.

```
router1#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, ia - IS-IS
inter area
* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
P - periodic downloaded static route
Gateway of last resort is 10.0.2.2 to network 0.0.0.0
10.0.0.0/24 is subnetted, 2 subnets
C 10.0.1.0 is directly connected, FastEthernet0/1
C 10.0.2.0 is directly connected, FastEthernet0/0
S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 10.0.2.2
```

Prima linie explică abrevierile pentru modul de creare a unei intrări în tabelă. Tabelul are intrări pentru două subrețele: 10.0.1.0/24 și 10.0.2.0/24, rețele direct conectate, după cum indică litera C din prima coloană. Pentru rețelele conectate direct, IOS afișează numele interfeței prin care se face conectarea. Ultima intrare din tabela este ruta implicită (\*) creată static (S), și notată cu 0.0.0.0/0. Următorul hop pentru această intrare este 10.0.2.2. În IOS, gateway-ul implicit este denumit *gateway of last resort*.

Valoare [1/0] din ultima intrare indică distanța administrativă și metrica pentru această intrare. Distanța administrativă, parametru configurabil manual, e utilizată când pe ruter sînt configurate mai multe protocoale de rutare. Din moment ce pot exista mai multe intrări pentru aceeași adresă destinație, distanța administrativă indică preferința în selecția unei rute. O valoare mică indică o prioritate ridicată. A doua valoare din tupla [1/0] reprezintă metrica. Protocoalele de rutare utilizează metrica pentru a calcula cea mai scurtă cale de la sursă la destinație. În rutarea statică, metrica nu are nici o semnificație, în IOS rutele statice au asociată valoarea 0 pentru metrică.

Conținutului memorie cache de rutare se afișează prin comanda:

```
router#1 show ip cache
```

Notă: spre deosebire de sistemele Linux, în IOS se stochează adresele în notație cu prefix.

### 2.3.3.2 Configurarea rutării statice în IOS

Comanda utilizată pentru adăugarea unei rute statice:

```
ip route [destination_network ][mask ][next_hop_address or  
exitinterface ] [administrative_distance ][permanent ]
```

**Tabelul 4.2** Comanda *ip route*

Comanda/parametru	Explicații
ip route	comandă pentru adăugarea unei rute statice
mask	masca
destination network	rețeaua adugată în tabela de rutare
next hop address	adresa hop-ului următor (interfața unui ruter dintr-o rețea conectată direct). Se recomandă executarea comenzii ping pe această interfață înainte de a adăuga ruta în tabel
exit interface	interfața de ieșire în locul adresei hop-ului următor; trebuie să fie pe o legătură de tip point-to-point (WAN). Acest parametru nu se utilizează în Ethernet.
administrative distance	implicit are valoarea 1 dar se poate modifica
permanent	intrarea creată este permanentă

Configurația se afișează cu `show running-config` și `show ip route`.

## 3. Desfășurarea lucrării

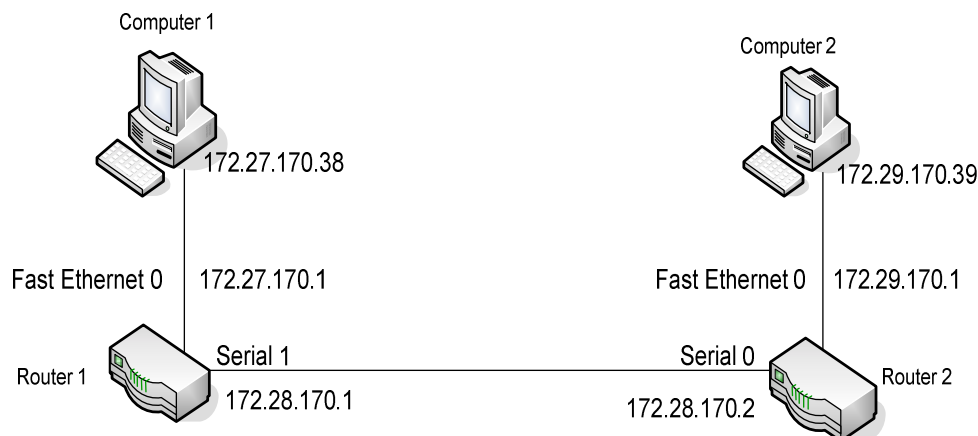
Pentru configurația din figura 4.1 să se parcurgă următorii pași:

3.1 Configurați hosturile Computer1 și Computer2 cu adresele IP indicate.

3.2 Configurați interfețelor rutelor Router1 și Router2. Nu uitați rata ceasului!

3.3 Configurați o rută statică între Router1 și Router2.

3.4. Verificați comanda `ping` între Computer1 și Computer2. Executați `tracert -d ip_adress` pentru vizualizarea rutei.



**Figura 4.1** Configurația laboratorului

În schimbul celor două routere se pot configura sisteme Linux (Figura 4.2).

3.5 Configurați interfețele cu adresele indicate.

3.6 Activați opțiunea IP forwarding pe stațiile utilizate ca rutere.

3.7 Verificați comanda `ping` între interfața `eth0` a Computer1 și interfața `eth0` a Computer3.

3.8 Verificați comanda `ping` între interfața `eth0` a Computer1 și interfața `eth1` a Computer3. Interfețele din subrețele diferite nu se văd între ele. De ce?

3.9 Verificați tabela de rutare a Computer1 și Computer3. Ce observați?

3.10 Configurați tabela de rutare a Computer1 astfel încât să rezolvați problema de la 3.7.

3.11 Verificați comanda `ping` între interfața `eth0` a Computer1 și interfața `eth1` a Computer3.

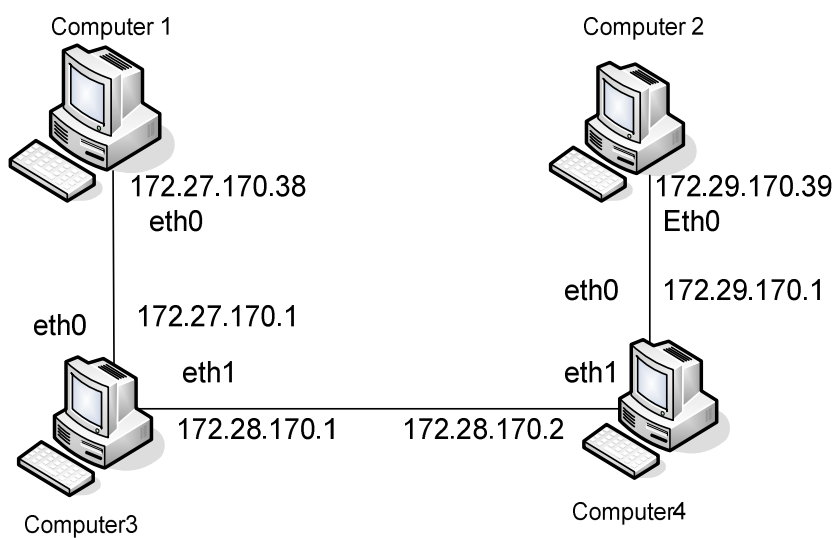
3.12 Verificați executia comenzii `ping` între interfața `eth0` a Computer1 și interfața `eth1` a Computer4. Ce observați?

3.13 Verificați tabela de rutare a Computer4.

3.14 Adăugați rutele statice necesare pe Computer4 astfel încât să puteți comunica de pe Computer1 cu Computer2.



3.15 Verificați execuția comenzii `ping` între Computer1 și Computer2. Executați `tracert -d ip_adress` pentru vizualizarea rutei.



**Figura 4.2** Configurația laboratorului

**Notițe**

