

Rețele de calculatoare

Lucrare de laborator nr. 6

Rutarea în rețelele IP

00. [5p] Procesul de rutare

Pentru ca un dispozitiv să poată comunica în afara rețelei locale, în altă rețea, trebuie să cunoască modul în care ajunge la acea rețea. Acest mod este specificat prin **rute**. O rută descrie unui dispozitiv ce cale să urmeze pentru a ajunge la rețeaua destinație.

Procesul de rutare constă în primirea unui pachet, investigarea tabelului de rutare, descoperirea rutei corespunzătoare și rutarea pachetului, adică transmiterea pachetului mai departe conform rutei.

Rutele se găsesc în tabelul de rutare și constau din două elemente:

1. partea de match: adresa de rețea destinație (adresă și mască de rețea)
2. partea de acțiune: următorul dispozitiv de rutare (*next hop*) (sau interfața de ieșire)

În momentul în care un dispozitiv care rotează (un **ruter**) primește un pachet, extrage adresa IP destinație, localizează adresa de rețea destinație în tabelul de rutare și apoi **rutează** (dirijează, retransmite) pachetul către următorul ruter (*next hop*). Procesul se reia pe următorul ruter până când pachetul ajunge la destinație.

Rutarea este un proces care are loc la nivelul 3 (Rețea) din stiva OSI, lucrând cu adresa IP.

01. [10p] Configurare default gateway

Descărcați fișierul `default_gw.pkt` de pe pagina modulului. În topologia respectiva se află două rețele interconectate printr-un ruter.

Observați că există conectivitate între ruter și oricare stație; folosiți comanda `ping` de pe ruter sau mesajele din Packet Tracer.

În Cisco IOS primul pachet trimis poate să nu fie de fapt trimis din cauza absenței tabelului ARP. De aceea când trimiteți un pachet în Packet Tracer la sau de la ruter, prima oară nu va funcționa. Următoarele pachete, însă, vor funcționa. Detalii [aici](#).

Observați că **nu** există conectivitate între stații din rețele diferite, deși adresele IP și măștile de rețea sunt configurate pe ruter și pe toate stațiile. Nu există conectivitate pentru că o stație nu are configurată rută către rețeaua cealaltă. Pentru a asigura conectivitate între stații din rețele diferite, va trebui să adăugăm, pe fiecare stație, rută către cealaltă rețea având ca *next hop* ruterul. Vom realiza în continuare acest lucru – conectivitatea între toate stațiile.

Pentru a asigura conectivitate între toate stațiile, indiferent din ce rețea fac parte trebuie să configurăm o rută implicită (*default gateway*) pe fiecare stație. Pașii următori vor fi:

1. Determinăm adresele IP ale interfețelor ruterului.
2. Pentru fiecare stație, adăugăm o rută implicită (de tip *default gateway*) având ca next hop adresa IP a interfeței ruterului din rețeaua din care face parte stația.
3. Folosim comanda `ping` de pe ruter sau mesajele din Packet Tracer pentru a vedea conectivitatea între oricare două stații, chiar aflate în rețele diferite.

Pentru început, vrem să aflăm adresele IP configurate pe fiecare interfață a ruterului. Dați click pe `Router0`, și mergeți pe tab-ul `CLI`, unde aveți acces la consola ruterului, și rulați comenzile:

```
Router>enable
Router#show ip interface brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	172.16.100.1	YES	manual	up	up
FastEthernet1/0	192.168.100.1	YES	manual	up	up

Interfața `FastEthernet0/0` este conectată la rețeaua din care fac parte stațiile `PC0` și `PC1`. Adresa IP a acestei interfețe este `172.16.100.1`. Pentru a asigura conectivitate cu stațiile din cealaltă rețea, pe stațiile `PC0` și `PC1` vom configura o rută implicită (de tip *default gateway*) având ca next hop adresa `172.16.100.1`. Pentru a configura *default gateway*, faceți click în Packet Tracer pe stația dorită (`PC0` sau `PC1`), mergeți pe tab-ul `Desktop` și apăsați pe iconița `IP Configuration`. În zona de text cu eticheta *Default gateway* completați adresa `172.16.100.1`.

În mod similar, configurați pe stațiile `PC2` și `PC3` adresa `192.168.100.1` (adresa interfeței `FastEthernet1/0`) pe post de *default gateway*.

Observați conectivitatea între oricare două stații indiferent de rețeaua de care aparțin.

02. [10p] Antetul pachetelor în procesul de rutare

Vrem să urmărim antetul pachetelor în timpul procesului de rutare. Vom trimite un pachet între stații din rețele diferite și vom observa modificarea antetului.

Folosiți în continuare topologia din partea precedentă. Intrați în modul `Simulation` și trimiteți un mesaj Packet Tracer de la stația `PC0` la stația `PC2`. Urmăriți antetul celor două pachete transmise:

- pachetul trimis de stația `PC0` și primit de ruter (îl vom denumi `pkt1`)
- pachetul trimis de ruter și primit de stația `PC2` (îl vom denumi `pkt2`)

Pentru a urmări antetul unui pachet folosiți lista de evenimente din dreapta spațiului de lucru (`Event List`); faceți click pe pătrățelul colorat al fiecărui eveniment din listă.

Observați următoarele efecte ale procesului de rutare.

- Pachetul `pkt1` are ca adresă MAC sursă adresa MAC a stației `PC0` iar ca adresă MAC destinație adresa MAC a interfeței `FastEthernet0/0` a ruterului.
- Pachetul `pkt2` are ca adresă MAC sursă adresa MAC a interfeței `FastEthernet1/0` a ruterului iar ca adresă MAC destinație adresa MAC a stației `PC2`.

- Se decrementează câmpul TTL (*Time To Live*) din antetul IP în pachetul pkt2 față de pachetul pkt1.
- Adresa IP sursă respectiv adresa IP destinație rămân nemodificate între cele două pachete.

În concluzie, procesul de rutare folosește adresele MAC specifice fiecărei rețele locale în care este trimis pachetul, lasă nemodificate adresele IP (sursă și destinație) și decrementează câmpul TTL (un contor al numărului de hop-uri).

Decrementarea câmpului TTL are rolul de a atenua efectele unor posibile bucle de rutare. În momentul în care câmpul TTL ajunge la valoarea 0 pachetul este aruncat (*dropped*).

03. [5p] Rute și pachete de reply

Vrem să urmărim de ce sunt necesare rute pe ambele stații care comunică din rețele diferite. Vom folosi în continuare topologia `default_gw.pkt` văzută anterior.

Intrați în modul `Simulation` și trimiteți un mesaj Packet Tracer de la stația PC0 la stația PC2. Observați drumul parcurs de mesaj. Pachetul urmează drumul PC0 → router → PC2 → router → PC0. Este vorba de un pachet transmis și un pachet de răspuns (de tip *reply*).

Ștergeți de pe stația PC2 configurația de *Default Gateway* și, în modul `Simulation`, trimiteți încă o dată un mesaj Packet Tracer de la stația PC0 la stația PC2. Observați drumul parcurs de mesaj. Observați că pachetul este aruncat (*dropped*) de stația PC2. De ce se întâmplă acest lucru și nu se trimite pachet de răspuns (de tip *reply*)?

Înainte de a trece la exercițiul următor, refaceți configurația de *Default Gateway* pe stația PC2.

04. [10p] Adresare și default gateway

Dorim să extindem topologia anterioară cu încă o rețea și să asigurăm conectivitatea stațiilor din această rețea la stațiile existente.

Folosiți în continuare topologia `default_gw.pkt`. Adăugați un nou switch și conectați-l la una dintre interfețele libere ale routerului.

Folosiți un switch de tip `Generic, Switch-PT` (**nu** `Switch-PT-Empty`).

Ruterul nu are un port Ethernet suplimentar pentru a conecta noul switch. Pentru conectarea noului switch la ruter sunt două opțiuni (alegeți **una** dintre cele două opțiuni):

1. Realizați o legătură de fibră optică între switch și ruter (adică între unul dintre porturile `FastEthernet4/1` și `FastEthernet5/1` ale switch-ului și unul dintre porturile `FastEthernet4/0` și `FastEthernet5/0` ale ruterului).
2. Adăugați un nou modul de tip `PT-ROUTER-NM-1CFE` ruterului. Folosiți tab-ul `Physical` din meniul de configurare a ruterului. Apoi realizați o legătură de cablu de cupru *straight* (`Copper Straight-Through`) între switch și ruter.

Adăugați două stații noi și conectați-le la noul switch. Folosind 3 adrese IP din spațiul `10.0.100.0/24`, configurați cele două stații proaspăt adăugate și interfața cea nouă a ruterului.

Pentru a activa o interfață a ruterului, accesați modul de configurare a interfeței și folosiți comanda `no shutdown`.

Pe cele două stații proaspăt adăugate configurați adresa IP a interfeței celei noi a ruterului ca adresă pentru *default gateway*.

Dacă aveți o configurație corespunzătoare, veți avea conectivitate între toate stațiile din topologie.

05. [10p] Configurare rute statice

În topologia `rute-statice.pkt` se află două rețele interconectate prin două rutere cascade. Fiecare rețea conține un switch și două stații. Observați că există conectivitate între stațiile din aceeași rețea și ruterul conectat la acea rețea.

Observați că nu există conectivitate între stații din rețele diferite. Mai mult nu există conectivitate între cele două rutere: trimiteți mesaje Packet Tracer între rutere.

Pentru a asigura conectivitate completă în cadrul topologie vom realiza următorii pași:

1. Vom configura adrese IP în rețeaua formată de cele două rutere, adică pe legătura Router0(Fa1/0) ↔ Router1(Fa1/0). După acest pas ruterele vor comunica între ele.
2. Vom configura, pe fiecare ruter, o rută către rețeaua la care nu are acces. Ruta va trece prin celălalt ruter. În acest moment vom avea conectivitate la nivelul întregii topologii.

Pentru început observăm că ruterele nu au configurate adrese IP pe interfețele de legătură între ele. În cazul ruterului Router0, interfața FastEthernet1/0 nu are adresă IP:

```
Router0>enable
Router0#show ip interface brief
```

Interface	IP-Address	OK?	Method	Status	Protocol
FastEthernet0/0	14.14.14.1	YES	manual	up	up
FastEthernet1/0	unassigned	YES	unset	up	down

Vom folosi spațiul 30.30.30.32/30 pentru a alocă două adrese IP în vederea conectării celor două rutere. Vom configura adresa IP 30.30.30.33 cu masca 255.255.255.252 pe interfața FastEthernet1/0 a ruterului Router0 și adresa IP 30.30.30.34 cu masca 255.255.255.252 pe interfața FastEthernet1/0 ruterului Router1:

```
Router0#configure terminal
Router0(config)#interface fastEthernet 1/0
Router0(config-if)#ip address 30.30.30.33 255.255.255.252
Router0(config-if)#no shutdown
```

```
Router1#configure terminal
Router1(config)#interface fastEthernet 1/0
Router1(config-if)#ip address 30.30.30.34 255.255.255.252
Router1(config-if)#no shutdown
```

Observați că acum există conectivitate între cele două rutere: puteți folosi comanda `ping` din consola ruterului sau mesaje de tip Packet Tracer. Există de asemenea, conectivitate între stații și ruterul direct conectat la rețeaua lor.

Nu există însă conectivitate între stațiile din rețele diferite. Intrați în modul `Simulation` și observați că pachetele trimise de la PC0 la PC2 se opresc la Router0 întrucât acesta nu știe unde se află rețeaua din care face parte PC2 (15.15.15.0/24); adică nu are rută către rețeaua 15.15.15.0/24. Pentru această trebuie să adăugăm pe fiecare ruter o rută către rețeaua la care nu este conectat în mod direct:

- pe ruterul Router0 o rută către rețeaua 15.15.15.0/24 având ca next hop ruterul Router1 (mai precis prin interfața FastEthernet1/0 a ruterului Router1)
- pe ruterul Router1 o rută către rețeaua 14.14.14.0/24 având ca next hop ruterul Router0 (mai precis prin interfața FastEthernet1/0 a ruterului Router0)

Adică vom realiza următoarele configurări:

- Pe ruterul Router0 vom adăuga o rută statică în care specificăm că toate pachete destinate rețelei 15.15.15.0/24 să fie trimise către adresa 30.30.30.34 (adresa IP a interfeței FastEthernet1/0 a ruterului Router1):

```
Router0#configure terminal
Router0(config)#ip route 15.15.15.0 255.255.255.0 30.30.30.34
```

- Pe ruterul Router1 vom adăuga o rută statică în care specificăm că toate pachete destinate rețelei 14.14.14.0/24 să fie trimise către adresa 30.30.30.33 (adresa IP a interfeței FastEthernet1/0 a ruterului Router0):

```
Router1#configure terminal
Router1(config)#ip route 14.14.14.0 255.255.255.0 30.30.30.33
```

Formatul comenzii de adăugare de rute este următorul:

- șirul `ip route`
- adresa de rețea: 15.15.15.0 respectiv 14.14.14.0
- masca de rețea: 255.255.255.0
- next hop-ul, adică adresa către care trebuie să fie trimise pachetele: 30.30.30.34 respectiv 30.30.30.33

Dacă aveți o configurație corespunzătoare, veți avea conectivitate între toate stațiile din topologie.

În modul `Simulation` puteți observa cum se modifică la fiecare pas cum se modifică adresele MAC ale pachetului (adresa MAC sursă și adresa MAC destinație) și câmpul TTL.

06. [5p] Vizualizare tabelă de rutare

Rutele adăugate anterior sunt rute statice: rute adăugate manual de utilizator. Pentru a vizualiza tabela de rutare (conținând rute statice, dinamice sau direct conectate) folosiți comanda `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 not set

```
14.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
S    14.14.14.0 [1/0] via 30.30.30.33
15.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C    15.15.15.0 is directly connected, FastEthernet0/0
30.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C    30.30.30.32 is directly connected, FastEthernet1/0
```

Fiecare dintre cele două rutere din topologie va avea în tabela de rutare trei rute:

- două rute **direct conectate** (marcate cu C)
- o rută **statică** (marcată cu S)

Rutele direct conectate (marcate cu C) sunt adăugate de sistemul de operare la configurarea unei adrese IP pe ruter și asigură conectivitatea la alte stații din rețeaua respectivă. Pentru a permite conectivitate la alte rețele (care nu sunt direct conectate), trebuie adăugate alte rute. Aceste rute sunt adăugate de administrator (manual, rute statice) sau de un protocol de rutare (automat, rute dinamice). Pe Cisco IOS, rutele statice sunt marcat cu S iar rutele dinamice sunt marcate cu o literă specifică protocolului (O pentru OSPF, R pentru RIP). În tabela de rutare de mai sus avem o singură rută statică, adăugată manual pentru a permite conectivitatea la rețeaua care nu era direct conectată la ruter.

07. [15p] Adresare și configurare rute statice

Dorim să configurăm rutarea într-o topologie cu trei rutere.

În topologia **adresare-rutare-linie.pkt** se află două rețele interconectate prin trei rutere cascade. Dorim să asigurăm conectivitate completă între toate stațiile.

Pe moment sunt configurate:

- adresă IP pe fiecare stație
- default gateway pe fiecare stație: ruterul din rețea (de fapt adresa IP a ruterului din rețea)
- adresă IP pe fiecare interfață de ruter dintr-o rețea cu stații: Router0(Fa0/0), Router1(Fa1/0)

Glisați (*hover*) mouse-ul deasupra stațiilor și ruterele pentru a afla adresa IP a fiecărei stații și a interfeței configurate a fiecărui ruter.

Folosiți **ping** de pe fiecare din ruterele cu interfețele în rețele cu stații (Router0 și Router1) pentru verificarea conectivității la stațiile din rețea. La fel, pentru stații, folosiți **ping** pentru a verifica conectivitatea la ruterul din rețea și la cealaltă stație. Pentru stații, pentru a folosi **ping**, accesați tab-ul Desktop și opțiunea Command Prompt.

Veți realiza următorii pași:

1. Veți configura adrese IP pe cele două rețele dintre rutere (Router0(Fa1/0) ↔ Router2(Fa0/0), Router2(Fa1/0) ↔ Router1(Fa0/0)).

2. Veți adăuga rutele necesare pe fiecare ruter (vor trebui adăugate câte două rute).
3. Veți verifica faptul că toate stațiile sunt conectate cu ajutorul comenzii `ping` și veți depăna problemele întâlnite.

Pentru cele două rețele dintre rutere configurați adresele astfel:

1. Pentru rețeaua Router0(Fa1/0) ↔ Router2(Fa0/0) configurați adrese din spațiul 4.4.4.0/30.
2. Pentru rețeaua Router2(Fa1/0) ↔ Router1(Fa0/0) configurați adrese din spațiul 4.4.4.4/30.

Pentru a asigura conectivitate între toate stațiile va trebui să adăugați rute statice pe rutere. Întrucât există patru rețele în topologie, fiecare ruter va avea în final patru rute. Momentan, fiecare ruter are câte două rute, ambele direct conectate. Verificați acest lucru prin rularea comenzii `show ip route`.

Vor trebui adăugate pe fiecare ruter câte două rute statice către rețelele care nu sunt direct conectate. Veți adăuga astfel:

- pe ruterul Router0
 1. o rută către rețeaua Router2(Fa1/0) ↔ Router1(Fa0/0) (adică 4.4.4.4/30) având ca next hop adresa IP a interfeței Fa0/0 a ruterului Router2
 2. o rută către rețeaua stațiilor PC2 și PC3 (adică 172.16.100.0/24) având ca next hop **tot** adresa IP a interfeței Fa0/0 a ruterului Router2
- pe ruterul Router1
 1. o rută către rețeaua Router0(Fa1/0) ↔ Router2(Fa0/0) (adică 4.4.4.0/30) având ca next hop adresa IP a interfeței Fa1/0 a ruterului Router2
 2. o rută către rețeaua stațiilor PC0 și PC1 (adică 192.168.100.0/24) având ca next hop **tot** adresa IP a interfeței Fa1/0 a ruterului Router2
- pe ruterul Router2
 1. o rută către rețeaua stațiilor PC0 și PC1 (adică 192.168.100.0/24) având ca next hop adresa IP a interfeței Fa1/0 a ruterului Router0
 2. o rută către rețeaua stațiilor PC2 și PC3 (adică 172.16.100.0/24) având ca next hop adresa IP a interfeței Fa0/0 a ruterului Router1

În final, fiecare ruter va avea patru rute: două rute direct conectate și două rute statice conform configurației de mai sus. Folosiți comanda `show ip route` pentru a verifica acest lucru.

Dacă ați greșit o rută, folosiți `no` în fața comenzii de adăugare de rute. De exemplu, dacă dorim să ștergem ruta către rețeaua 10.0.100.0/24 având ca next hop adresa IP 3.3.3.3, vom folosi comanda:

```
Router(config)#no ip route 10.0.100.0 255.255.255.0 3.3.3.3
```

Puteți căuta în istoria de comenzi, găsi comanda cu care ați adăugat ruta greșită și pune `no` în fața comenzii pentru a anula efectul acesteia.

După o configurare corectă veți avea conectivitate între toate stațiile din topologie. Pentru verificare folosiți comanda `ping` din meniul unei stații și transmiteți pachete către celelalte stații.

În Cisco IOS primul pachet trimis poate să nu fie de fapt trimis din cauza absenței tabelului ARP. De aceea este posibil ca un set întreg de pachete trimise la rularea unei comenzi `ping` pe stație (sunt trimise patru în mod implicit) să eșueze, întrucât traversează multe rutere. A doua comandă `ping` pe stație va reuși, în cazul unei configurări corecte.

Dacă aveți probleme de conectivitate, verificați din aproape în aproape între ce dispozitive aveți sau nu conectivitate. Verificare din aproape în aproape înseamnă folosirea comenzii `ping` către adrese IP aflate la început aproape și apoi din ce în ce mai departe de stația care le-a generat. O verificare din aproape în aproape a conectivității între stațiile PC0 și PC2 înseamnă folosirea stația PC0 a comenzii `ping` cu următoarele argumente:

1. adresa IP a interfeței Fa0/0 a ruterului Router0, adică `192.168.100.1`
2. adresa IP a interfeței Fa1/0 a ruterului Router0, adică o adresă din rețeaua `4.4.4.0/30`
3. adresa IP a interfeței Fa0/0 a ruterului Router2, adică cealaltă adresă din rețeaua `4.4.4.0/30`
4. adresa IP a interfeței Fa1/0 a ruterului Router2, adică o adresă din rețeaua `4.4.4.4/30`
5. adresa IP a interfeței Fa0/0 a ruterului Router1, adică cealaltă adresă din rețeaua `4.4.4.4/30`
6. adresa IP a interfeței Fa1/0 a ruterului Router1, adică `172.16.100.1`
7. adresa IP a stației PC2, adică `172.16.100.2`

În caz de probleme, urmăriți pe rutere adresele IP configurate (folosiți comanda `show ip interface brief`) și tabela de rutare (folosiți comanda `show ip route`) pentru fiecare ruter și identificați cauza problemei.

08. [10p] Depanare probleme de configurare a rutării

În topologia `depanare.pkt` se află două rețele interconectate prin trei rutere cascade. Există câteva probleme în cadrul topologiei pe care ne propunem să le rezolvăm.

Pentru început, aflați adresele stațiilor și a interfețelor ruterelor glisând mouse-ul (*hover*) peste fiecare dispozitiv. Din tab-ul `Desktop` și opțiunea `Command prompt` (pe stații) sau din consolă (pe rutere) folosiți `ping` pentru a verifica unde există conectivitate.

De pe stația PC0 verificați conectivitatea la stația PC2, adică adresa IP `15.15.15.2`. Comanda `ping` oferă răspunsul `Destination host unreachable`. deci există o problemă pe parcurs.

De pe stația PC0 verificați conectivitatea la ruterul Router2, adică adresa IP `30.30.30.38`. Comanda `ping` reușește. Înseamnă că există o problemă la un ruter pe parcurs.

Afișați tabela de rutare a ruterului Router0, folosind comanda `show ip route`:

```
Router0#show ip route
[...]  
    14.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets  
C       14.14.14.0 is directly connected, FastEthernet0/0  
    30.0.0.0/30 is subnetted, 2 subnets  
C       30.30.30.32 is directly connected, FastEthernet1/0  
S       30.30.30.36 [1/0] via 30.30.30.34
```

Observați că ruterul Router0 nu are rută către rețeaua 15.15.15.0/24, rețea care conține stațiile PC2 și PC3. Adăugați ruta corespunzătoare din meniul de configurare:

```
Router0#configure terminal  
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.  
Router0(config)#ip route 15.15.15.0 255.255.255.0 30.30.30.34
```

Pe stația PC0 folosiți `ping` pentru a verifica acum conectivitatea la stația PC2 (adresa IP 15.15.15.2) și la stația PC3 (15.15.15.254). Există conectivitate deci această problemă este rezolvată.

Să verificăm și că ruterele au, de asemenea, conectivitate la toate celelalte rutere și la stații. De pe ruterul Router0 verificăm conectivitatea la stația PC2 (adresa IP 15.15.15.2):

```
Router0#ping 15.15.15.2  
  
Type escape sequence to abort.  
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 15.15.15.2, timeout is 2 seconds:  
.....  
Success rate is 0 percent (0/5)
```

Observați că nu există conectivitate. Pare ciudat, pentru că stația PC0 are conectivitate la stația PC2 dar ruterul Router0 nu are. În continuare, verificăm conectivitatea la ruterul Router2 (adresele 15.15.15.1 și 30.30.30.38) și la ruterul Router1 (adresele 30.30.30.37 și 30.30.30.34):

```
Router0#ping 15.15.15.1  
  
Type escape sequence to abort.  
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 15.15.15.1, timeout is 2 seconds:  
.....  
Success rate is 0 percent (0/5)
```

```
Router0#ping 30.30.30.38  
  
Type escape sequence to abort.  
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 30.30.30.38, timeout is 2 seconds:  
.....  
Success rate is 0 percent (0/5)
```

```
Router0#ping 30.30.30.37  
  
Type escape sequence to abort.  
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 30.30.30.37, timeout is 2 seconds:  
!!!!!  
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/4/7 ms
```

```
Router0#ping 30.30.30.34
```

```
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 30.30.30.34, timeout is 2 seconds:
!!!!
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 3/4/6 ms
```

Observați că avem conectivitate între ruterul Router0 și ruterul Router1 dar nu între ruterul Router0 și ruterul Router2. Investigăm tabela de rutare a ruterului Router1 și a ruterului Router2:

```
Router1#sh ip route
[...]
  14.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
S      14.14.14.0 [1/0] via 30.30.30.33
  15.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
S      15.15.15.0 [1/0] via 30.30.30.38
  30.0.0.0/30 is subnetted, 2 subnets
C      30.30.30.32 is directly connected, FastEthernet1/0
C      30.30.30.36 is directly connected, FastEthernet0/0
```

```
Router2#sh ip route
[...]
  14.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
S      14.14.14.0 [1/0] via 30.30.30.37
  15.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C      15.15.15.0 is directly connected, FastEthernet1/0
  30.0.0.0/30 is subnetted, 1 subnets
C      30.30.30.36 is directly connected, FastEthernet0/0
```

Observați că ruterul Router2 nu are rută către rețeaua 30.30.30.32/30, rețeaua dintre ruterele Router0 și Router1. Adăugați ruta corespunzătoare din meniul de configurare:

```
Router2#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router2(config)#ip route 30.30.30.32 255.255.255.252 30.30.30.37
```

În acest moment există conectivitate între toate dispozitivele (stații și rutere) din topologie. Puteți verifica folosind comanda ping.

09. [10p] Adresare și configurare rute statice (reiterare)

Dorim să suplimentăm tabelele de rutare de la 07. [15p] Adresare și configurare rute statice. Pentru aceasta, în topologia (funcțională) de la 07. [15p] Adresare și configurare rute statice adăugați un switch și două stații și conectați switch-ul la interfața Fa2/0 a ruterului Router2.

Atribuiți celor două stații și interfeței Fa2/0 a ruterului Router2 adrese IP din rețeaua 10.0.100.0/24. Apoi asigurați conectivitate cu restul stațiilor din topologie.

Întrucât topologia conține acum cinci rețele, fiecare ruter va trebui să aibă cinci rute. Va trebui să adăugați încă o rută pe ruterele Router0, respectiv Router1 către rețeaua 10.0.100.0/24, rută ce va avea ca next hop adresa IP a interfeței corespunzătoare a ruterului Router2.

După o configurare corectă veți avea conectivitate între toate stațiile din topologie. Pentru verificare folosiți comanda ping din meniul unei stații și transmiteți pachete către celelalte stații.

În Cisco IOS primul pachet trimis poate să nu fie de fapt trimis din cauza absenței tabelului ARP. De aceea este posibil ca un set întreg de pachete trimise la rularea unei comenzi `ping` pe stație (sunt trimise patru în mod implicit) să eșueze, întrucât traversează multe rutere. A doua comandă `ping` pe stație va reuși, în cazul unei configurări corecte.

Dacă aveți probleme de conectivitate, verificați din aproape în aproape între ce dispozitive aveți sau nu conectivitate. În caz de probleme, urmăriți pe rutere adresele IP configurate (folosiți comanda `show ip interface brief`) și tabela de rutare (folosiți comanda `show ip route`) pentru fiecare ruter și identificați cauza problemei.

10. [10p] Rute implicite pe rutere

Dorim să simplificăm configurarea rutelor în topologia de la **07. Adresare și configurare rute statice**, actualizată la **09. Adresare și configurare rute statice (reiterare)**, prin folosirea rutelor implicite (*default route* și *default gateway*). Pentru aceasta, continuați pe topologia (funcțională) de la **07. [15p] Adresare și configurare rute statice**, actualizată la **09. Adresare și configurare rute statice (reiterare)**. O rută implicită este ruta care va fi aleasă pentru toate pachetele dacă nu există o altă rută care se potrivește.

Pentru aceasta veți urma doi pași:

1. Pe ruterele `Router0` și `Router1` veți șterge cele trei rute statice adăugate anterior (două la **07. [15p] Adresare și configurare rute statice** și una la **09. [10p] Adresare și configurare rute statice (reiterare)**).
2. Pe ruterele `Router0` respectiv `Router1` veți configura rute implicite pe ruterele având ca next hop ruterul `Router2`

Pentru ștergerea unei rute, prefixați comanda de adăugare a unei rute cu `no`. De exemplu, dacă dorim să ștergem ruta către rețeaua `10.0.100.0/24` având ca next hop adresa IP `3.3.3.3`, vom folosi comanda:

```
Router(config)#no ip route 10.0.100.0 255.255.255.0 3.3.3.3
```

Puteți căuta în istoria de comenzi, găsi comanda cu care ați adăugat ruta greșită și pune `no` în fața comenzii pentru a anula efectul acesteia.

Adăugarea rutelor implicite, înseamnă detaliat:

1. Pe ruterul `Router0` veți adăuga rută implicită având ca next hop adresa IP a interfeței `Fa0/0` a ruterului `Router2`.
2. Pe ruterul `Router1` veți adăuga rută implicită având ca next hop adresa IP a interfeței `Fa1/0` a ruterului `Router2`.

O rută implicită se configurează prin specificarea rutei către rețeaua `0.0.0.0/0` (sau rețeaua `0.0.0.0` cu masca `0.0.0.0`). De exemplu, dacă dorim să adăugăm o rută implicită care să aibă ca next hop adresa IP `3.3.3.3` vom folosi comanda:

```
Router(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 3.3.3.3
```

Detalii despre configurarea rutei implicite (*default gateway*) în Cisco IOS se găsesc [aici](#).

O configurație corectă va însemna conectivitate între toate stațiile din rețea. Dacă întâmpinați probleme:

1. Verificați din aproape în aproape conectivitatea între dispozitive (stații sau rutere) și identificați dispozitivul cu probleme.
2. Verificați adresele IP de pe ruterul problematic folosind comanda `show ip interface brief`.
3. Verificați tabele de rutare de pe ruterul problematic folosind comanda `show ip route`.

11. [BONUS - 10p] Rutare inter-VLAN

În cazul în care avem o configurație cu mai multe VLAN-uri care sunt colectate în același switch se pune problema rutării pachetelor din acele VLAN-uri, eventual chiar posibilitatea comunicării între VLAN-uri (*inter-VLAN routing*). Pentru aceasta putem configura o legătură de tip trunchi între un switch care colectează VLAN-uri și un ruter care poate ruta pachetele încapsulate. Un astfel de ruter are nevoie de o singură interfață care să permită rutarea între VLAN-uri, motiv pentru care se mai cheamă *router on a stick* sau *one-armed router*.

În topologia `rutare-inter-vlan.pkt` se găsește o rețea cu două VLAN-uri (VLAN 10 și VLAN 20). Stațiile PC0 și PC1 fac parte din VLAN-ul 10, iar stațiile PC2 și PC3 fac parte din VLAN-ul 20. Stațiile au configurate adrese IP și pot comunica în cadrul aceluiași VLAN.

Switch-ul Switch1 are configurate două porturi în modul acces:

- portul Fa0/1 în VLAN-ul 10
- portul Fa1/1 în VLAN-ul 20

Switch-urile Switch0 și Switch2 nu au configurate VLAN-uri; fac simple operații de comutare.

Legătura dintre switch-ul Switch1 și ruterul Router0 este o legătură de tip trunchi cu ruterul Router0 pe post de *router on a stick*.

Realizați configurările necesare pentru a permite rutarea inter-VLAN și, deci, stațiilor din VLAN-uri diferite să comunice unele cu celelalte. Va trebui să configurați *Default Gateway* pe stații.

Informații despre configurarea încapsulării dot1Q pe un ruter se găsesc [aici](#): frame-ul 2600 Router.

Faceți un raport unde, pentru fiecare secțiune, prezentați rezultatele observate, comenzile și configurațiile aplicate, de asemenea și concluziile Dumneavoastră. Prezentați raportul în cel mult două săptămâni din ziua îndeplinirii lucrării.