

```
1 /interface ethernet
2 set [ find default-name=ether3 ] master-port=ether2
3 set [ find default-name=ether4 ] master-port=ether2
4 set [ find default-name=ether5 ] master-port=ether2
5
6 /interface ethernet
7 set [ find default-name=ether6 ] master-port=ether5
8 set [ find default-name=ether7 ] master-port=ether5
9 set [ find default-name=ether8 ] master-port=ether5
10
11 /interface bridge add name=lan-bridge
12 /interface bridge port
13 add bridge=lan-bridge interface=ether2
14 add bridge=lan-bridge interface=ether5
15
16 /ip address add address=192.168.100.254/24 interface=eth2
17 /ip pool add name=lan ranges=192.168.100.100-192.168.100.200
18 /ip dhcp-server add address-pool=lan disabled=no \
19     interface=lan-bridge name=lan
20 /ip dhcp-server network add address=192.168.100.0/24 \
21     dns-server=8.8.8.8 gateway=192.168.100.254 netmask=24
```

Configurazione 5: switch-con-bridge.rsc



4. Routing

4.1 Laboratori

4.1.1 Default gateway

Obiettivo 21 — Default gateway. Il default gateway è il router a cui tutto il traffico viene inviato se non è definita una specifica destinazione . Il default gateway è identificabile mediante la sotto rete di destinazione che è sempre 0.0.0.0/0.

Obiettivo di questo laboratorio è notare come si comportano i client in mancanza dell’informazione sulla rete 0.0.0.0/0 da parte del router.

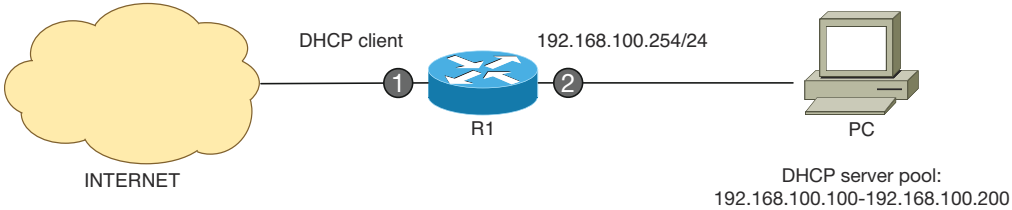


Figura 4.1: Default gateway

- 1. Importare la configurazione base.rsc come indicato nel laboratorio 1.1.3.
- 2. Collegarsi al router mediante winbox e l’indirizzo ip.

- Scegliere la voce **IP > Routes**. Si consiglia di tenere aperta questa finestra per vedere come cambiano le rotte durante l’esecuzione di questo esercizio.
- Come si vede in corrispondenza della sotto rete 0.0.0.0/0 è presente una rotta statica. Prendere nota dell’indirizzo ip del next hop, cioè del router utilizzato per inoltrare tutto il traffico. La lettera **D** in corrispondenza indica che questa informazione deriva dinamicamente dal DHCP client.
- Dal router mikrotik scegliere la voce **IP > DHCP Client**
- Modificare il DHCP client attivo sulla interfaccia ether1 come segue:
 - Interface: ether1
 - Use peer DNS: selezionato
 - Use peer NTP: selezionato
 - Add Default Route: no
- Scollegare il cavo di rete ether1 e attendere qualche secondo. Questa operazione rilascia l’indirizzo ip di ether1 e rimuove le rotte ottenute mediante il dhcp client impostato per l’interfaccia di cui si scollega il cavo.
- Ricollegare il cavo ether1 alla presa con connessione internet.
- Ora l’interfaccia ether1 ha correttamente l’indirizzo di rete ma non è stata aggiunta la rotta dinamica del default gateway.
- Provare dal client a navigare in internet. Se il laboratorio è stato eseguito correttamente la navigazione fallisce.
- Scegliere la voce **IP > Routes** in modo da poter aggiungere l’informazione sul default gateway manualmente.
- Fare click sub bottone + per aggiungere una rotta statica.
- Completare la scheda con i seguenti dettagli:
 - Dst. Address: 0.0.0.0/0
 - Gateway: *indicare l’indirizzo ip ricavato al punto 4.*
- Confermare l’inserimento della nuova rotta statica con il bottone **Ok**
- Provare dal client a navigare in internet. Se il laboratorio è stato eseguito correttamente la navigazione avviene correttamente.

4.1.2 Rotte statiche

! Per questo laboratorio sono necessari due router e due pc.

Obiettivo 22 — Rotte statiche. Obiettivo di questo laboratorio è comprendere come aggiungere delle rotte statiche per far comunicare sotto reti diverse su router distinti. L’obiettivo è realizzare la configurazione della figura 4.2 . Nello specifico i due pc devono riuscire a trasmettere dati tra di loro, situazione verificabile mediante il comando ping.

- Collegare la presa di rete ether2 del router R1 al PC1.

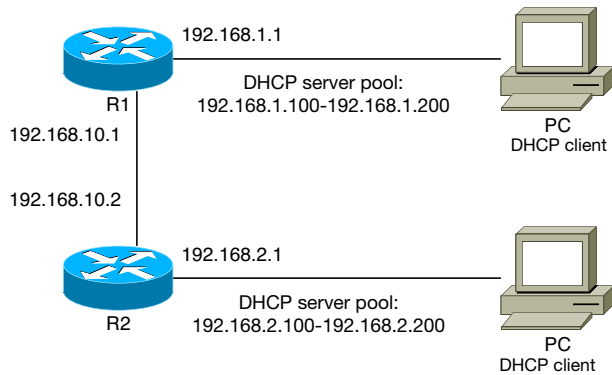


Figura 4.2: Routing statico

- Collegare la presa di rete ether2 del router R2 al PC2.
- Collegare la presa di rete ether1 del router R1 alla presa ether1 del router R2.
- Importare la configurazione routing-statico-1.rsc nel router R1.

```
1 /ip address add address=192.168.10.1/24 interface=eth1
2 /ip address add address=192.168.1.1/24 interface=eth2
3 /ip pool add name=lan ranges=192.168.1.100-192.168.1.200
4 /ip dhcp-server add address-pool=lan disabled=no \
5     interface=eth2 name=lan
6 /ip dhcp-server network add address=192.168.1.0/24 \
7     dns-server=8.8.8.8 gateway=192.168.1.1 netmask=24
```

Configurazione 6: routing-statico-1.rsc

- Importare la configurazione routing-statico-2.rsc nel router R2.
- Controllare gli indirizzi ip del PC1 e del PC2. Se necessario scollegare e poi ricollegare i cavi di rete per rinnovare gli indirizzi ip attraverso i due dhcp server.
- Sul PC1 verificare la corretta comunicazione verso il router R1. Utilizzare a questo scopo il comando ping 192.168.1.1.
- Sempre sul PC1 verificare il risultato del comando ping 192.168.10.1 e commentarne l’esito positivo.
- Sul PC2 verificare la corretta comunicazione verso il router R2. Utilizzare a questo scopo il comando ping 192.168.2.1.
- Sempre sul PC2 verificare il risultato del comando ping 192.168.10.1 e commentarne l’esito negativo.

```
1 /ip address add address=192.168.10.2/24 interface=eth1
2 /ip address add address=192.168.2.1/24 interface=eth2
3 /ip pool add name=lan ranges=192.168.2.100-192.168.2.200
4 /ip dhcp-server add address-pool=lan disabled=no \
5     interface=eth2 name=lan
6 /ip dhcp-server network add address=192.168.2.0/24 \
7     dns-server=8.8.8.8 gateway=192.168.2.1 netmask=24
```

Configurazione 7: routing-statico-2.rsc

11. Sul PC1 verificare il risultato del comando ping verso l’indirizzo ip del PC2 e commentarne l’esito negativo.
12. Sul router R1 scegliere la voce **IP > Routes** in modo da poter aggiungere l’informazione sulle reti del router R2.
13. Fare click sul bottone + per aggiungere una rotta statica.
14. Completare la scheda con i seguenti dettagli:
 - Dst. Address: 192.168.2.0/24
 - Gateway: 192.168.10.2
15. Analogamente sul router R2 scegliere la voce **IP > Routes** in modo da poter aggiungere l’informazione sulle reti del router R1.
16. Fare click sul bottone + per aggiungere una rotta statica.
17. Completare la scheda con i seguenti dettagli:
 - Dst. Address: 192.168.1.0/24
 - Gateway: 192.168.10.1
18. Sul PC1 verificare il risultato del comando ping all’indirizzo ip del PC2 e commentarne l’esito positivo.
19. Sul PC2 verificare il risultato del comando ping all’indirizzo ip del PC1 e commentarne l’esito positivo.

4.1.3 Rotte e distanze

❗ Per questo laboratorio sono necessari quattro router e almeno due pc.

Obiettivo 23 — Rotte statiche. Obiettivo di questo laboratorio è comprendere come viene ricalcolato il percorso dei pacchetti usando le diverse distanze (metriche) inserite nelle rotte. L’obiettivo è realizzare la configurazione della figura 4.3 . Nello specifico i due pc devono riuscire a trasmettere dati tra di loro, situazione verificabile mediante il comando ping e in

assenza di alcuni collegamenti verificare con il comando traceroute come il percorso cambia.

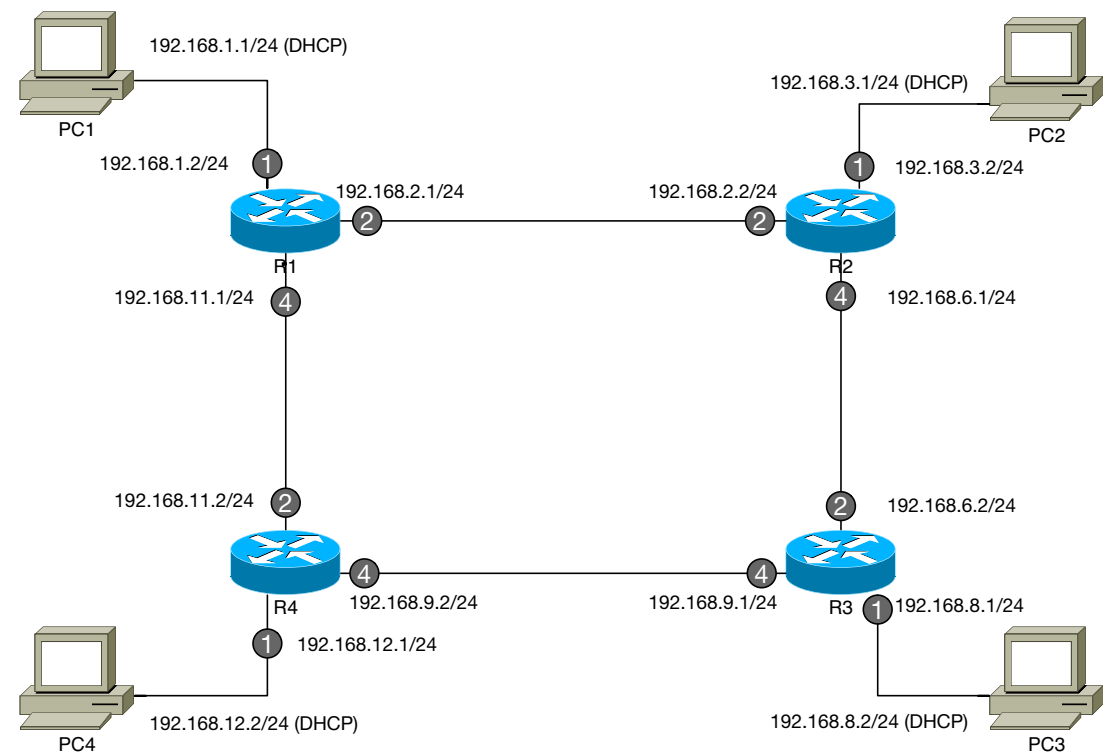


Figura 4.3: Routing statico

1. Collegare le prese ethernet dei router e dei pc seguendo la tabella 4.1

Router e porta	E' collegato a
R1 ether1	PC1
R1 ether2	R2 ether2
R1 ether4	R4 ether2
R2 ether1	PC2
R2 ether4	R3 ether2
R3 ether1	PC3
R3 ether4	R4 ether4
R4 ether1	PC4

Tabella 4.1: Schema dei collegamenti

2. Impostare gli indirizzi ip delle schede di rete dei router secondo la tabella 4.2

Tabella 4.2: Indirizzi ip

Tabella 4.3: R1	
Interfaccia	IP
ether1	192.168.1.2/24
ether2	192.168.2.1/24
ether4	192.168.11.1/24

Tabella 4.4: R2	
Interfaccia	IP
ether1	192.168.1.2/24
ether2	192.168.2.2/24
ether4	192.168.6.1/24

Tabella 4.5: R3	
Interfaccia	IP
ether1	192.168.8.1/24
ether2	192.168.6.2/24
ether4	192.168.9.1/24

Tabella 4.6: R4	
Interfaccia	IP
ether1	192.168.12.2/24
ether2	192.168.11.2/24
ether4	192.168.9.2/24

3. Per ogni router creare i pool indicati nella tabella 4.7 e associarli al rispettivo dhcp server. Si noti che i pool sono composti da un solo indirizzo ip.
4. Per ogni DHCP server associare le rispettive opzioni di rete come indicato nella tabella 4.7. Si presti attenzione all’indirizzo del default gateway.

Router	Interface	Pool	Network	
			Netmask	Gateway
R1	ether1	192.168.1.1	24	192.168.1.2
R2	ether1	192.168.3.1	24	192.168.3.2
R3	ether1	192.168.8.1	24	192.168.8.2
R4	ether1	192.168.12.1	24	192.168.12.2

Tabella 4.7: Configurazione dei DHCP server

5. Ora configuriamo le rotte statiche affinché il traffico dal PC1 verso il PC3 attraversi preferibilmente i router R1-R2-R3. Per ottenere questo dobbiamo impostare le rotte con delle distanze diverse come nella figura 4.4. Per ottenere questo dobbiamo inserire nei R1 ed R2 le rotte statiche indicate nella tabella 4.9.
6. Similmente configuriamo le rotte statiche affinché il traffico dal PC3 verso il PC1 attraversi preferibilmente i router R3-R4-R1. Per questo inseriamo nei router R3 ed R4 le rotte statiche indicate nella tabella 4.10.
7. Ora dal PC1 si controlli la corretta comunicazione con PC3 attraverso il comando ping 192.168.8.2.

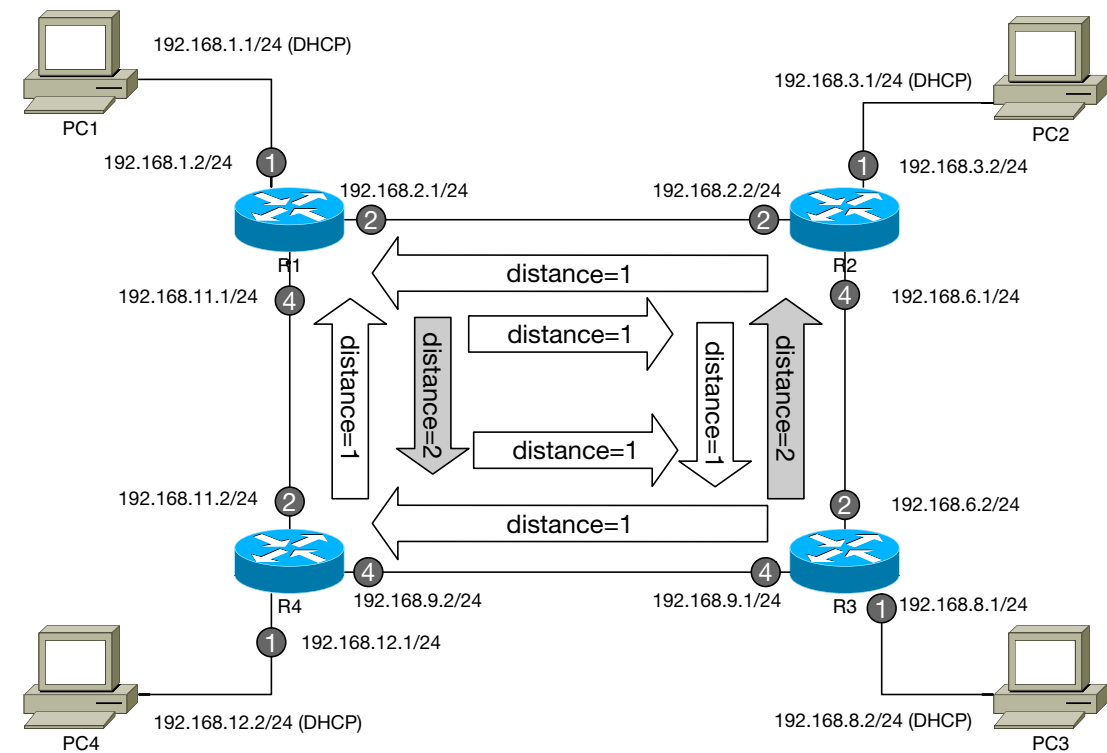


Figura 4.4: Routing statico con distanze diverse

Tabella 4.8: Rotte statiche

Tabella 4.9: Rotte per traffico da PC1 a PC 3

	Dst. Address	Gateway	Dist.
R1	192.168.8.0/24	192.168.2.2	1
R1	192.168.8.0/24	192.168.11.2	2
R2	192.168.8.0/24	192.168.6.2	1
R4	192.168.8.0/24	192.168.9.1	1

Tabella 4.10: Rotte per traffico da PC3 a PC 1

	Dst. Address	Gateway	Dist.
R3	192.168.1.0/24	192.168.9.2	1
R3	192.168.1.0/24	192.168.6.1	2
R4	192.168.1.0/24	192.168.11.1	1
R2	192.168.1.0/24	192.168.2.1	1

8. Sempre dal PC1 si controlli quali router vengono attraversati usando il comando traceroute 192.168.8.2.
9. Si ripetano le stesse operazioni dal PC3 verso il PC1 con i comandi ping 192.168.1.2 e traceroute 192.168.1.2.
10. Ora si osservi come cambia il traffico in caso di guasto di una linea. Per questo si stacchi il

- cavo che collega ether 2 del Router R1 alla ether2 del router R2.
11. Si ripetano i passi 7-9 e si osservi il cambio dei router attraversati.

4.1.4 OSPF

! Per questo laboratorio sono necessari quattro router e almeno due pc.

Obiettivo 24 — Rotte dinamiche con OSPF. La gestione delle rotte statiche si rivela onerosa al crescere dei router e dei collegamenti. A questo vengono in aiuto i protocolli di routing dinamico come RIP e OSPF.

L'obiettivo è realizzare la configurazione della figura 4.5 usando il protocollo OSPF per il passaggio delle informazioni circa le reti collegate. Nello specifico tutti i pc devono riuscire a trasmettere dati tra di loro, situazione verificabile mediante il comando ping e in assenza di alcuni collegamenti verificare con il comando traceroute come il percorso cambia.

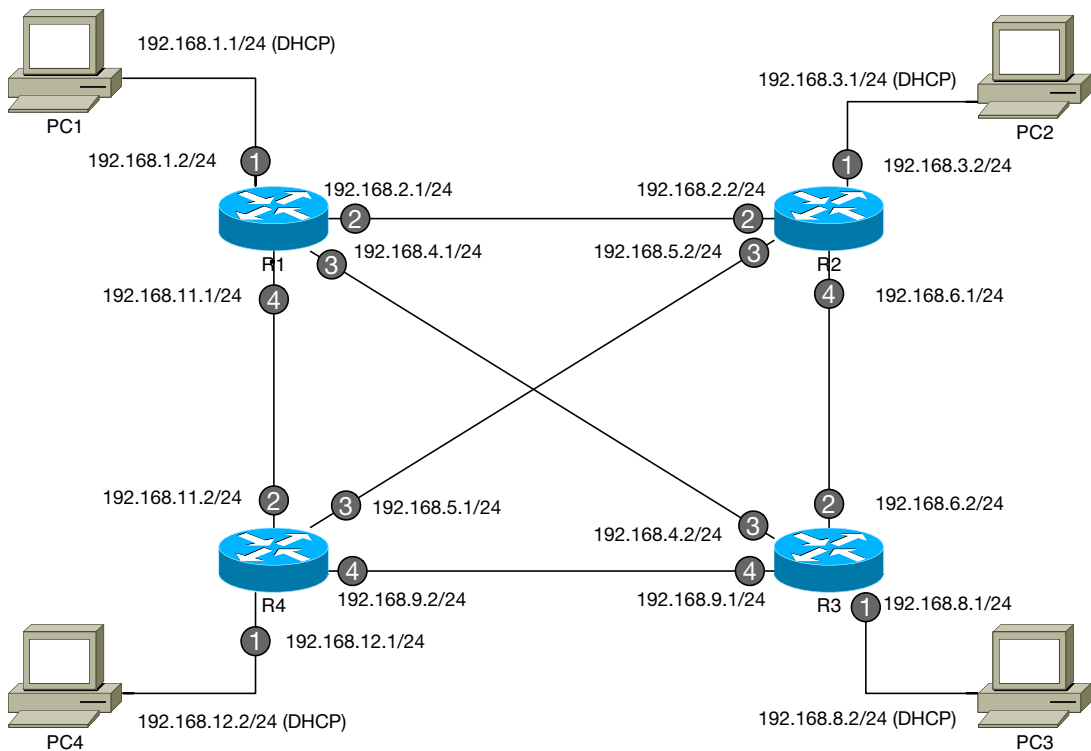


Figura 4.5: Routing con OSPF

1. Rimuovere le rotte statiche dell'esercizio 4.1.3
2. Aggiungere il cavo di collegamento tra ether 3 del router R1 ed ether3 del router R3.
3. Aggiungere il cavo di collegamento tra ether 3 del router R2 ed ether3 del router R4.
4. Aggiungere gli indirizzi ip delle schede di rete ether3 dei router secondo la tabella 4.11

Tabella 4.11: Indirizzi ip

Router	IP ether3
R1	192.168.1.2/24
R2	192.168.2.1/24
R3	192.168.4.1/24
R4	192.168.11.1/24

5. Ora è il momento di utilizzare il protocollo OSFP con il comando:
/routing ospf network add network=sottorete del pc collegato al router
Su ogni router si aggiunga l'informazione ospf corrispondente alla sottorete collegata. Ad esempio riferendosi al router R1 si userà il comando:
/routing ospf network add network=192.168.1.0/24
6. Dal PC1 si esegua il comando ping 192.168.3.1 verso il PC3 per verificare la corretta connessione.

```
PC1> ping 192.168.3.1
84 bytes from 192.168.3.1 icmp_seq=5 ttl=61 time=1.269 ms
84 bytes from 192.168.3.1 icmp_seq=2 ttl=61 time=2.451 ms
84 bytes from 192.168.3.1 icmp_seq=3 ttl=61 time=1.254 ms
84 bytes from 192.168.3.1 icmp_seq=4 ttl=61 time=2.011 ms
84 bytes from 192.168.3.1 icmp_seq=5 ttl=61 time=1.269 ms
```

7. Dal PC1 si esegua il comando tracert 192.168.3.1 verso il PC3 per verificare i router che si attraversano.

```
PC1> trace 192.168.3.1
trace to 192.168.3.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
1  192.168.1.2    1.919 ms  0.424 ms  0.380 ms
2  192.168.2.2    3.488 ms  0.456 ms  0.631 ms
3  *192.168.3.1   7.170 ms (ICMP type:3, code:3)
```

8. Si scolleghi il cavo che collega il router R1 e il router R2.
9. Dal PC1 si esegua il comando ping 192.168.3.1 verso il PC3 per verificare la corretta connessione nonostante il cavo sconnesso.

```
PC1> ping 192.168.3.1
84 bytes from 192.168.3.1 icmp_seq=1 ttl=61 time=13.461 ms
84 bytes from 192.168.3.1 icmp_seq=2 ttl=61 time=2.451 ms
```

```
84 bytes from 192.168.3.1 icmp_seq=3 ttl=61 time=1.254 ms
84 bytes from 192.168.3.1 icmp_seq=4 ttl=61 time=2.011 ms
84 bytes from 192.168.3.1 icmp_seq=5 ttl=61 time=1.269 ms
```

10. Dal PC1 si esegua il comando `tracert 192.168.3.1` verso il PC3 per verificare i router che si attraversano. Si notino che i nodi di passaggio sono cambiati.

```
PC1> trace 192.168.3.1
trace to 192.168.3.1, 8 hops max, press Ctrl+C to stop
1  192.168.1.2    6.087 ms  0.588 ms  0.490 ms
2  192.168.4.2    3.954 ms  1.634 ms  0.702 ms
3  192.168.5.2   12.534 ms  1.757 ms  4.329 ms
4  *192.168.3.1   3.254 ms (ICMP type:3, code:3)
```

```
1 /system identity set name=R1
2 /ip address
3 add address=192.168.1.2/24 interface=ether1
4 add address=192.168.2.1/24 interface=ether2
5 add address=192.168.4.1/24 interface=ether3
6 add address=192.168.11.1/24 interface=ether4
7 /ip pool add name=lan ranges=192.168.1.1
8 /ip dhcp-server add address-pool=lan disabled=no interface=ether1 name=lan
9 /ip dhcp-server network add address=192.168.1.0/24 \
10     netmask=24 gateway=192.168.1.2
11 /routing ospf network
12 add network=192.168.1.0/24 area=backbone
13 add network=192.168.2.0/24 area=backbone
14 add network=192.168.4.0/24 area=backbone
15 add network=192.168.11.0/24 area=backbone
16 /routing ospf instance
17 set [ find default=yes ] redistribute-connected=as-type-1 \
18 redistribute-other-ospf=as-type-1
```

```
1 /system identity set name=R2
2 /ip address
3 add address=192.168.3.2/24 interface=ether1
4 add address=192.168.2.2/24 interface=ether2
5 add address=192.168.5.2/24 interface=ether3
6 add address=192.168.6.1/24 interface=ether4
7 /ip pool add name=lan ranges=192.168.3.1
8 /ip dhcp-server add address-pool=lan disabled=no interface=ether1 name=lan
9 /ip dhcp-server network add address=192.168.3.0/24 \
10     netmask=24 gateway=192.168.3.2
11 /routing ospf network
12 add network=192.168.3.0/24 area=backbone
13 add network=192.168.2.0/24 area=backbone
14 add network=192.168.5.0/24 area=backbone
15 add network=192.168.6.0/24 area=backbone
16 /routing ospf instance
17 set [ find default=yes ] redistribute-connected=as-type-1 \
18 redistribute-other-ospf=as-type-1
```

```
1 /system identity set name=R3
2 /ip address
3 add address=192.168.8.1/24 interface=ether1
4 add address=192.168.6.2/24 interface=ether2
5 add address=192.168.4.2/24 interface=ether3
6 add address=192.168.9.1/24 interface=ether4
7 /ip pool add name=lan ranges=192.168.8.1
8 /ip dhcp-server add address-pool=lan disabled=no interface=ether1 name=lan
9 /ip dhcp-server network add address=192.168.8.0/24 \
10     netmask=24 gateway=192.168.8.1
11 /routing ospf network
12 add network=192.168.8.0/24 area=backbone
13 add network=192.168.6.0/24 area=backbone
14 add network=192.168.4.0/24 area=backbone
15 add network=192.168.9.0/24 area=backbone
16 /routing ospf instance
17 set [ find default=yes ] redistribute-connected=as-type-1 \
18 redistribute-other-ospf=as-type-1
```

```
1 /system identity set name=R4
2 /ip address
3 add address=192.168.12.1/24 interface=ether1
4 add address=192.168.11.2/24 interface=ether2
5 add address=192.168.5.1/24 interface=ether3
6 add address=192.168.9.2/24 interface=ether4
7 /ip pool add name=lan ranges=192.168.12.2
8 /ip dhcp-server add address-pool=lan disabled=no interface=ether1 name=lan
9 /ip dhcp-server network add address=192.168.12.0/24 \
10     netmask=24 gateway=192.168.12.1
11 /routing ospf network
12 add network=192.168.12.0/24 area=backbone
13 add network=192.168.11.0/24 area=backbone
14 add network=192.168.5.0/24 area=backbone
15 add network=192.168.9.0/24 area=backbone
16 /routing ospf instance
17 set [ find default=yes ] redistribute-connected=as-type-1
18 redistribute-other-ospf=as-type-1
```

Configurazione 9: ospf-(r3, r4).rsc

4.2 Domande e problemi

4.2.1 Domande di riepilogo

1. Un router ha la seguente tabella di routing:

- 0 dst-addr=192.168.1.0/24 gateway=1.1.1.1
- 1 dst-addr=192.168.1.4/30 gateway=1.1.1.2

Quale gateway sarà usato per arrivare all’host con ip 192.168.1.6?

- (a) 1.1.1.1
- (b) 1.1.1.2

2. Un router ha la seguente tabella di routing:

- 0 dst-addr=10.10.0.0/20 gateway=192.168.1.1
- 1 dst-addr=10.10.192.0/20 gateway=192.168.1.2
- 2 dst-addr=10.10.177.0/20 gateway=192.168.1.3

Quale gateway sarà usato per arrivare all’host con ip 10.10.14.14?

- (a) 192.168.1.1
- (b) 192.168.1.2
- (c) 192.168.1.3
- (d) Nessuno degli indirizzi IP indicate nei gateway

3. Un router ha la seguente tabella di routing:

- 0 dst-addr=176.15.0.0/16 gateway=192.168.1.1
- 1 dst-addr=0.0.0.0/0 gateway=192.168.1.2

Quale gateway sarà usato per arrivare all’host con ip 33.33.33.10?

- (a) 192.168.1.1
- (b) 192.168.1.2
- (c) Nessuno degli indirizzi IP indicate nei gateway

4. Su un router viene caricata la seguente configurazione:

```
/ip route
add disabled=no distance=10 dst-address=0.0.0.0/0 gateway=1.1.1.1
add disabled=no distance=5 dst-address=0.0.0.0/0 gateway=2.2.2.2
```

Quale sarà il default gateway attivo?

- (a) 2.2.2.2
- (b) 1.1.1.1
- (c) Entrambi

4.2.2 Soluzioni

Soluzioni alle domande

1) b, 2) a, 3) b, 4) a.