



Politecnico di Milano

Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria

Laboratorio di
Reti di Comunicazione ed Internet – Mod. 2

Quarta Lezione

Sommario

- Rotte IP statiche
- Rotte dinamiche con RIP
- Rotte dinamiche con RIPv2
- Reazione di RIP ai cambiamenti di topologia

Sommario

- Rotte IP statiche
- Rotte dinamiche con RIP
- Rotte dinamiche con RIPv2
- Reazione di RIP ai cambiamenti di topologia

Rotte IP statiche

Configurazione e gestione

- Sono entry nella tabella di routing impostate manualmente dall'amministratore di rete.
- Sono utilizzate per piccole reti a causa della scarsa scalabilità.
- Per impostare una rotta statica è necessario specificare:
 - Indirizzo IP della rete di destinazione
 - Maschera di rete associata alla rete di destinazione
 - Indirizzo IP del next-hop (oppure il nome dell'interfaccia per forzare la consegna locale)
- **Aggiungere una rotta statica**

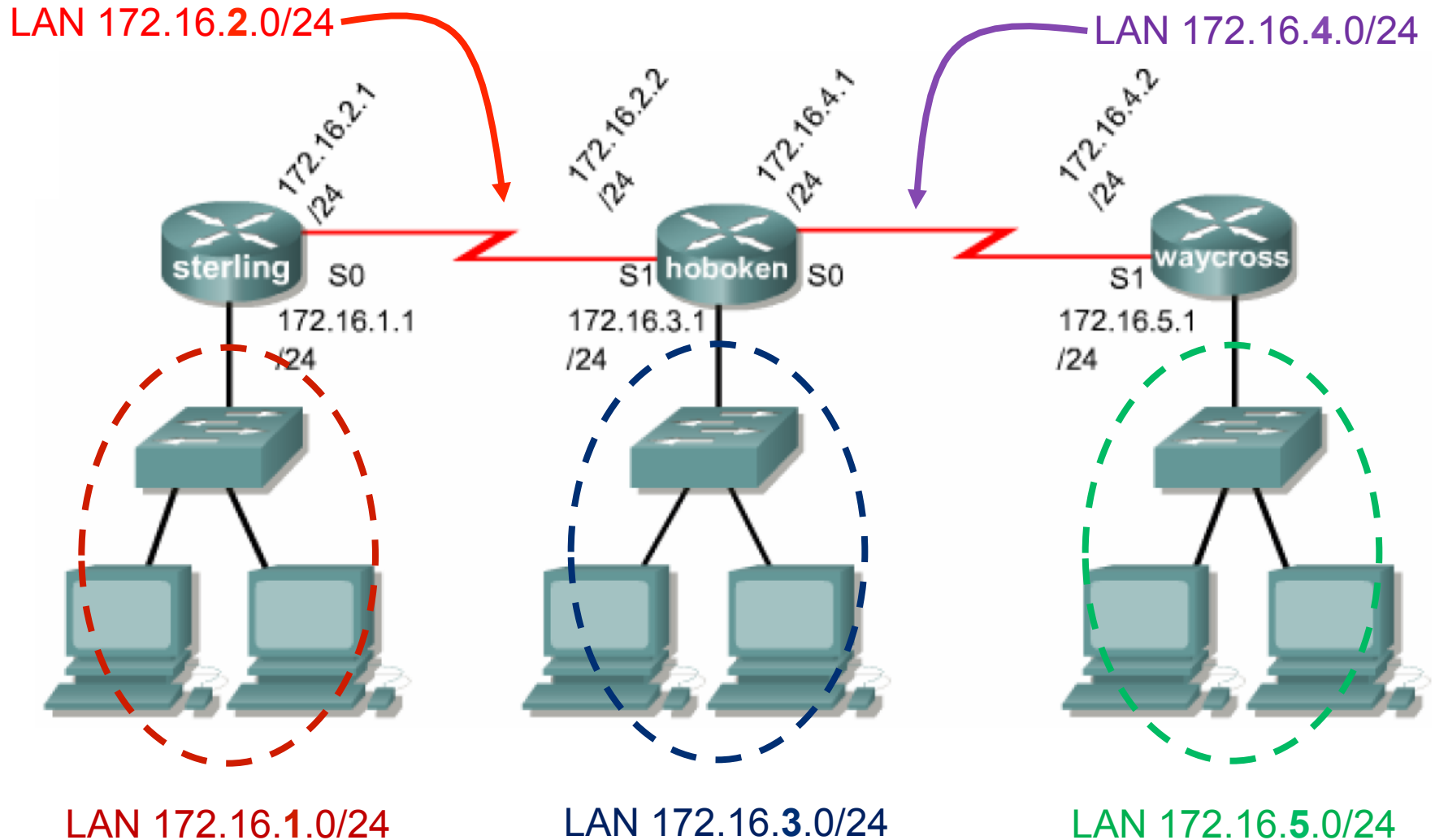
```
Router(config)#ip route DEST_PREFIX DEST_NETMASK NEXTHOP/  
INTERFACE
```

- **Rimuovere una rotta statica**

```
Router(config)#no ip route DEST_PREFIX DEST_NETMASK NEXTHOP/  
INTERFACE
```

Rotte statiche

Un esempio di configurazione



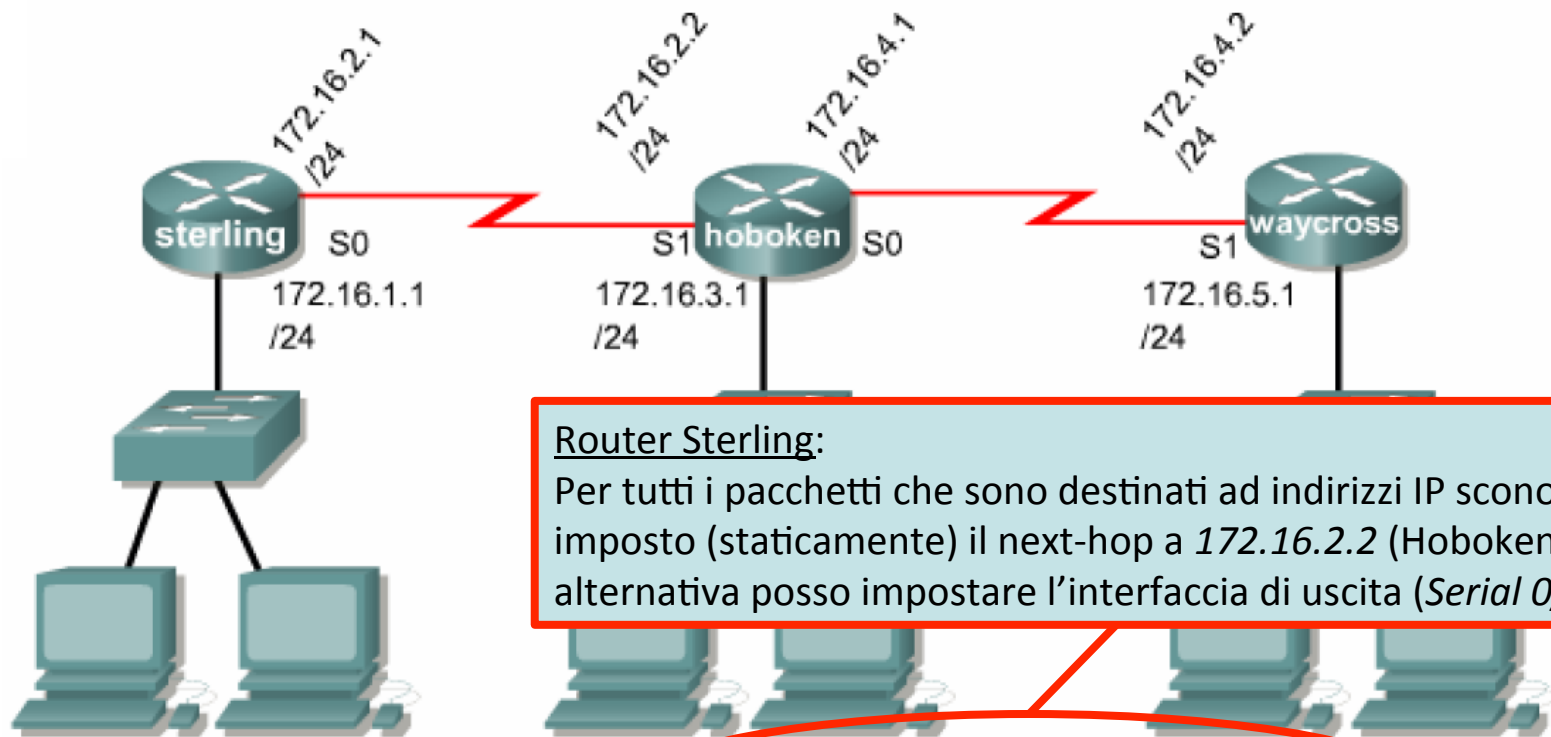
Rotte statiche

Un esempio di configurazione

- Configurare gli indirizzi IP dei PC in base alla sottorete di appartenenza (attenzione alla maschera della sottorete!)
 - PC di sinistra: x.x.x.2
 - PC di destra: x.x.x.3
- Inserire tutte le rotte statiche necessarie alla comunicazione tra i PC
 - Sui PC è necessario configurare l'indirizzo del Default Gateway, ovvero l'indirizzo IP dell'interfaccia locale del router a cui i PC devono inviare i pacchetti per «uscire» dalla sottorete
- Inserire anche la rotta di default (default route). Qual è il suo significato?

Rotte statiche

Un esempio di configurazione



Router Sterling:

Per tutti i pacchetti che sono destinati ad indirizzi IP sconosciuti, imposto (staticamente) il next-hop a 172.16.2.2 (Hoboken). In alternativa posso impostare l'interfaccia di uscita (*Serial 0/0*).

```
sterling(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.2.2
```

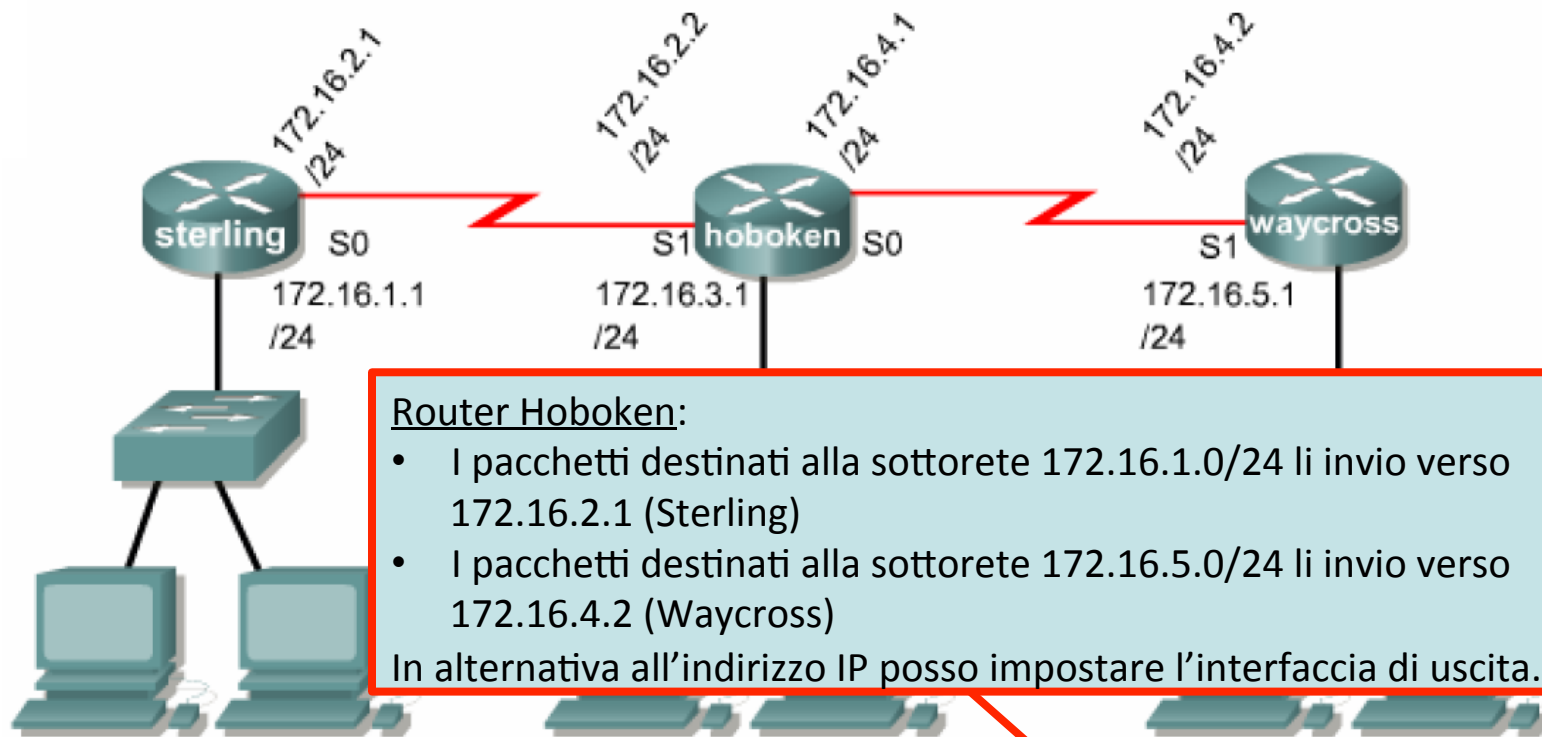
```
hoboken(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.1
```

```
hoboken(config)#ip route 172.16.5.0 255.255.255.0 172.16.4.2
```

```
waycross(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.4.1
```

Rotte statiche

Un esempio di configurazione



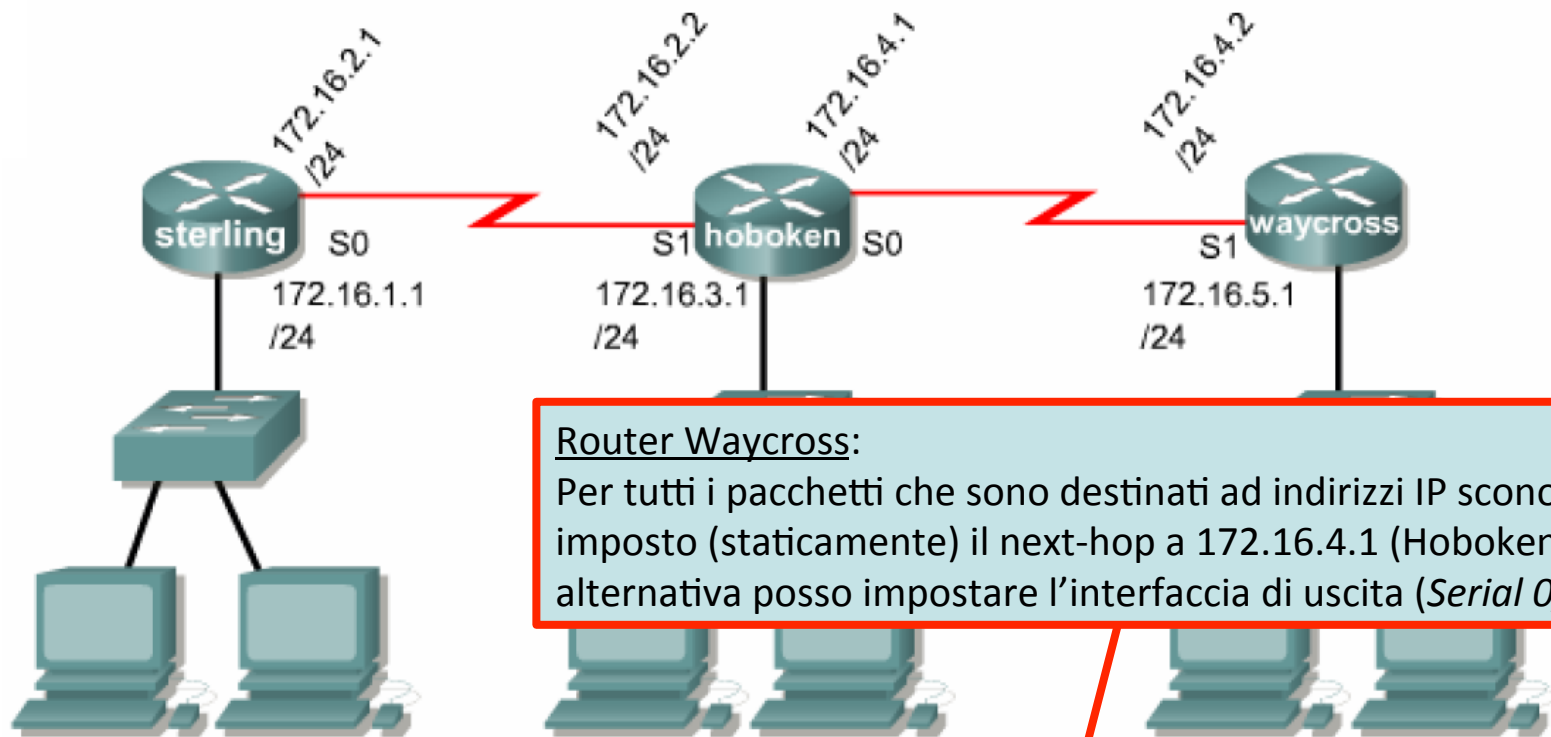
```
sterling(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.2.2
```

```
hoboken(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.1  
hoboken(config)#ip route 172.16.5.0 255.255.255.0 172.16.4.2
```

```
waycross(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.4.1
```


Rotte statiche

Un esempio di configurazione



Router Waycross:

Per tutti i pacchetti che sono destinati ad indirizzi IP sconosciuti, imposto (staticamente) il next-hop a 172.16.4.1 (Hoboken). In alternativa posso impostare l'interfaccia di uscita (*Serial 0/1*)

```
sterling(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.2.2
```

```
hoboken(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.1
```

```
hoboken(config)#ip route 172.16.5.0 255.255.255.0 172.16.4.2
```

```
waycross(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 172.16.4.1
```

Tool diagnostici

Ping e Traceroute

PING

- Tool che invia dei messaggi ICMP Echo-Request ad un determinato indirizzo IP e aspetta le risposte ICMP Echo-Reply
- In PacketTracer, la sintassi differisce tra PC e router

```
Router#ping IP_ADDRESS
```

```
PC>ping [-n COUNT] IP_ADDRESS
```

TRACEROUTE

- Elenca tutti i router attraversati per raggiungere un determinato indirizzo IP destinazione
- In PacketTracer, la sintassi differisce tra PC e router

```
Router#traceroute IP_ADDRESS
```

```
PC>tracert IP_ADDRESS
```

Note su PING

PING 127.0.0.1

- Ping all'indirizzo di loopback: verifico che il protocollo TCP/IP è installato e configurato correttamente nel PC locale

PING *IP_address_of_local_host*

- Ping ad un indirizzo della stessa rete locale: verifico che siano entrambi correttamente connessi alla rete locale

PING *IP_address_of_default_gateway*

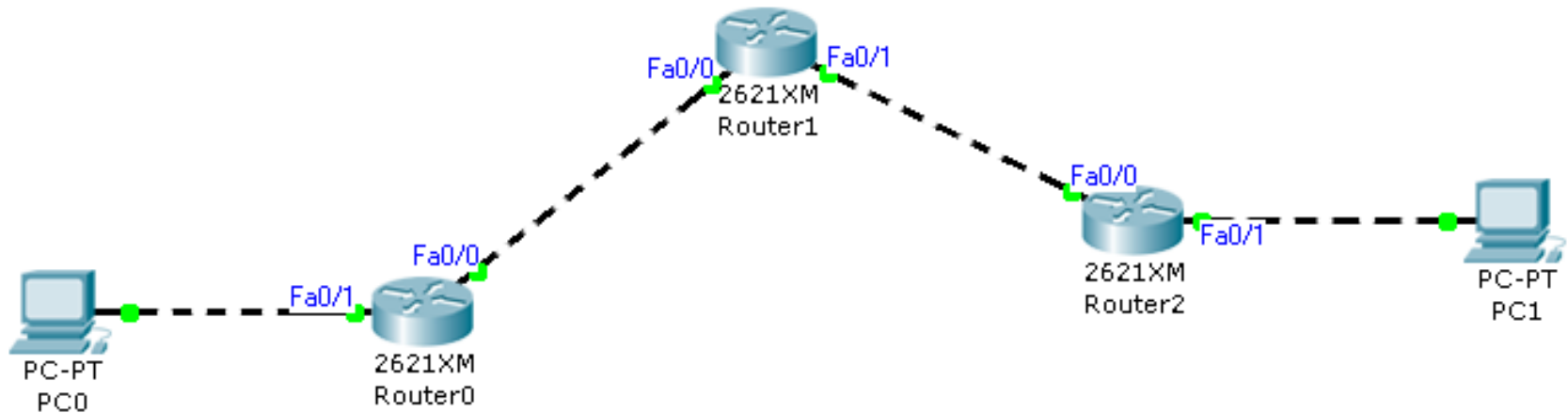
- Ping all'indirizzo IP del default gateway: verifico il funzionamento e la raggiungibilità del default gateway

PING *IP_address_of_remote_host*

- Ping ad un indirizzo IP remoto (altra sottorete): verifico di poter comunicare con macchine poste su altre sottoreti attraverso i router intermedi

Esercizio 12

Configurazione delle rotte IP statiche



- Creare la rete mostrata in figura assegnando alle interfacce di rete dei router e degli host indirizzi IP appartenenti alle seguenti reti:
 - 192.168.1.0/24 : PC0 e Router0 Fa0/1
 - 192.168.2.0/24 : Router0 Fa0/0 e Router1 Fa0/0
 - 192.168.3.0/24 : Router1 Fa0/1 e Router2 Fa0/0
 - 192.168.4.0/24 : Router0 Fa0/1 e PC1
- Impostare le rotte statiche opportune su tutti i nodi della rete e verificare la completa connettività della rete effettuando un *traceroute* dal PC0 al PC1
 - Ricordarsi di configurare anche l'indirizzo IP del Default Gateway per i PC
- In modalità simulazione, analizzare i pacchetti generati dal comando *traceroute*. Che messaggi usa e in che modo?

Sommario

- Rotte IP statiche
- Rotte dinamiche con RIP
- Rotte dinamiche con RIPv2
- Reazione di RIP ai cambiamenti di topologia

RIP

Routing Information Protocol

- E' un protocollo di routing IGP (Interior Gateway Protocol)
- Effettua **Distance Vector** Routing per mezzo dell'algoritmo di Bellman-Ford
- Come metrica usa l'**hop-count** con un massimo di 15 hop
 - Reti di piccole/medie dimensioni
 - Una rete distante 16 hop viene considerata irraggiungibile
- I messaggi RIP vengono inviati mediamente ogni 30 secondi
- Una rotta è considerata inutilizzabile se non viene aggiornata da 180 secondi o più
- Dopo 240 secondi che la rotta è inutilizzabile viene eliminata
- Problema del *Count to Infinity* → Si usa **Split Horizon**

RIP

Split Horizon

- Split Horizon Semplice: quando il router inoltra la propria tabella di routing ad un altro router vicino, omette i percorsi che ha appreso proprio da quel vicino.
- Split Horizon Poison Reverse: il router invia al proprio vicino anche i percorsi che ha ricevuto da quello stesso, ma con una metrica infinita, indicando quindi che per lui la destinazione è irraggiungibile. Questo permette di evitare la creazione di loop nel routing.

RIP

Comandi per configurare RIP

- Abilitare e configurare il protocollo RIP

```
Router(config)#router rip
Router(config-router)#
```

- Disabilitare il protocollo RIP

```
Router(config)#no router rip
```

- Specificare la versione di RIP da usare

```
Router(config-router)#version N
```

- Definire per quali reti abilitare RIP

```
Router(config-router)#network A.B.C.D
```

- Abilitare/disabilitare il debug per il protocollo RIP

```
Router#debug ip rip
Router#no debug ip rip
```


RIP

Comandi di diagnostica per il routing e RIP

- Ottenere la tabella di routing

```
Router#show ip route
```

- Visualizzare le entry nella tabella di routing ottenute con RIP

```
Router#show ip route rip
```

- Ottenere l'elenco dei protocolli di routing attivi e il loro stato

```
Router#show ip protocols
```

- Visualizzare le informazione raccolte dal routing RIP

```
Router#show ip rip database
```

RIP

Output dei comandi «show ip route» e «show ip route rip»

```
Router#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
```

```
R 192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.2.1, 00:00:17, FastEthernet0/0  
C 192.168.2.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0  
C 192.168.3.0/24 is directly connected, FastEthernet0/1  
R 192.168.4.0/24 [120/1] via 192.168.3.2, 00:00:02, FastEthernet0/1
```

```
Router#show ip route rip
```

```
R 192.168.1.0/24 [120/1] via 192.168.2.1, FastEthernet0/0
```

```
R 192.168.4.0/24 [120/1] via 192.168.3.2, FastEthernet0/1
```

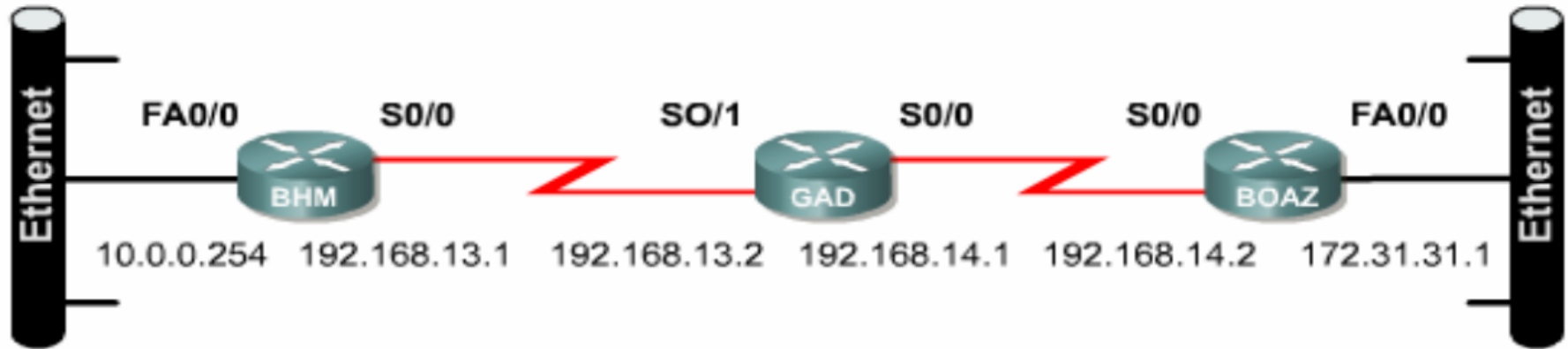
RIP

Output del comando «show ip protocols»

```
Router#show ip protocols
Routing Protocol is "rip"
Sending updates every 30 seconds, next due in 16 seconds
Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
Outgoing update filter list for all interfaces is not set
Incoming update filter list for all interfaces is not set
Redistributing: rip
Default version control: send version 1, receive 1
  Interface          Send  Recv  Triggered RIP  Key-chain
  FastEthernet0/0    1     1
  FastEthernet0/1    1     1
Automatic network summarization is in effect
Maximum path: 4
Routing for Networks:
  192.168.1.0
  192.168.2.0
  192.168.3.0
  192.168.4.0
Passive Interface(s):
Routing Information Sources:
  Gateway            Distance      Last Update
  192.168.2.1        120           00:00:09
  192.168.3.2        120           00:00:21
Distance: (default is 120)
```

RIP

Un esempio di configurazione



```
BHM(config)#router rip
BHM(config-router)#network 10.0.0.0
BHM(config-router)#network 192.168.13.0
```

```
GAD(config)#router rip
GAD(config-router)#network 192.168.13.0
GAD(config-router)#network 192.168.14.0
```

```
BOAZ(config)#router rip
BOAZ(config-router)#network 192.168.14.0
BOAZ(config-router)#network 172.31.0.0
```

RIP

Interfaccia passiva

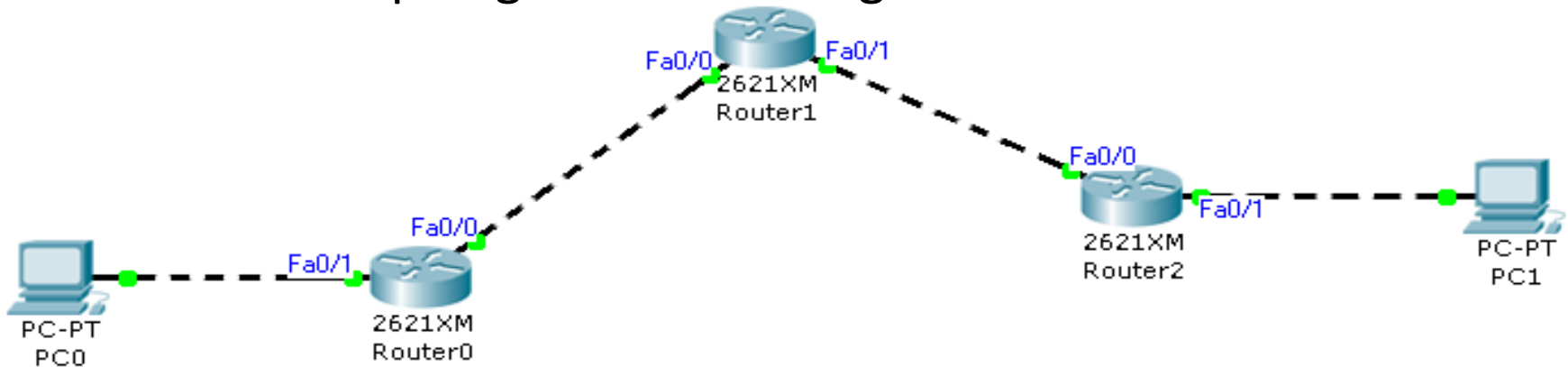
- E' possibile annunciare una rete senza generare messaggi sulla relativa interfaccia
- In questo caso l'interfaccia si comporta in modo passivo
- Può essere utile per evitare di generare traffico inutile su tutte le reti su cui si sa che non ci sono e/o saranno altri router
- Configurare una interfaccia in modalità passiva:

```
Router(config-router)#passive-interface TYPE SLOT/PORT  
Router(config-router)#passive-interface FastEthernet 0/0
```

Esercizio 13

RIP

Partiamo dalla topologia e dalla configurazione dell'**Esercizio 12**



- Eliminare tutte le rotte statiche sui router e abilitare il protocollo di routing RIP (versione 1) sui tre router
- Verificare la completa connettività della rete effettuando un *traceroute* dal *PC0* al *PC1*
- In modalità simulazione, analizzare i pacchetti RIP generati dai router
 - A quale indirizzo IP e porta sono destinati i pacchetti RIP?
 - Quali reti annuncia il *Router1* nei propri messaggi RIP?
 - Viene utilizzata procedura “Split Horizon”, la procedura “Split Horizon with Poisoned Reverse” oppure nessuna delle due?

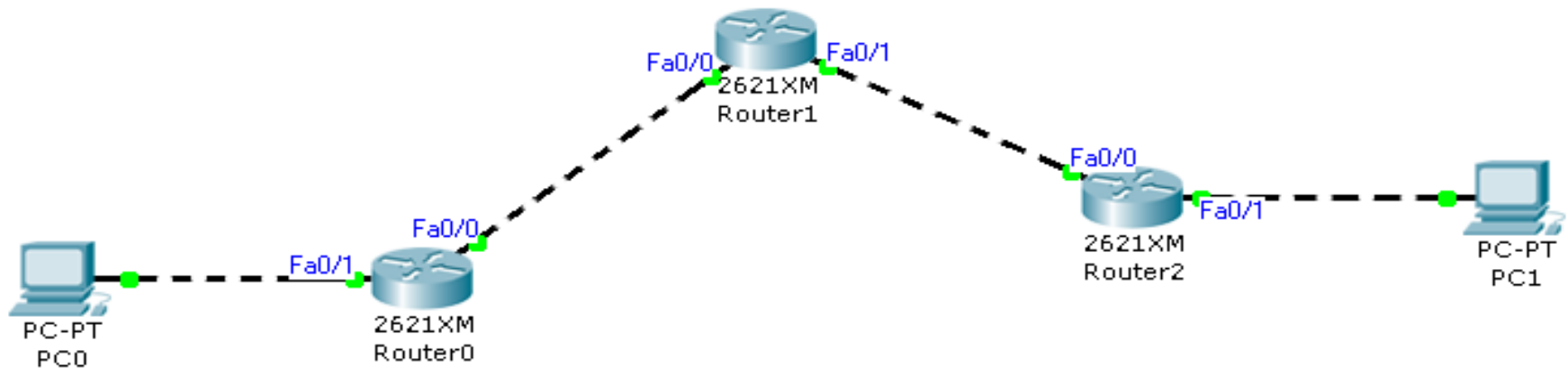
Sommario

- Rotte IP statiche
- Rotte dinamiche con RIP
- Rotte dinamiche con RIPv2
- Reazione di RIP ai cambiamenti di topologia

Esercizio 14

RIPv2

Partiamo dalla topologia e dalla configurazione dell'**Esercizio 13**



- Abilitare sui tre router il protocollo RIPv2
- Verificare la completa connettività della rete effettuando un *traceroute* dal *PC0* al *PC1*
- In modalità Simulazione analizzare i pacchetti RIPv2 generati dai router
 - A quale indirizzo IP e porta sono destinati i pacchetti RIPv2?
 - Che differenze ci sono tra i messaggi RIP e quelli RIPv2?

RIP

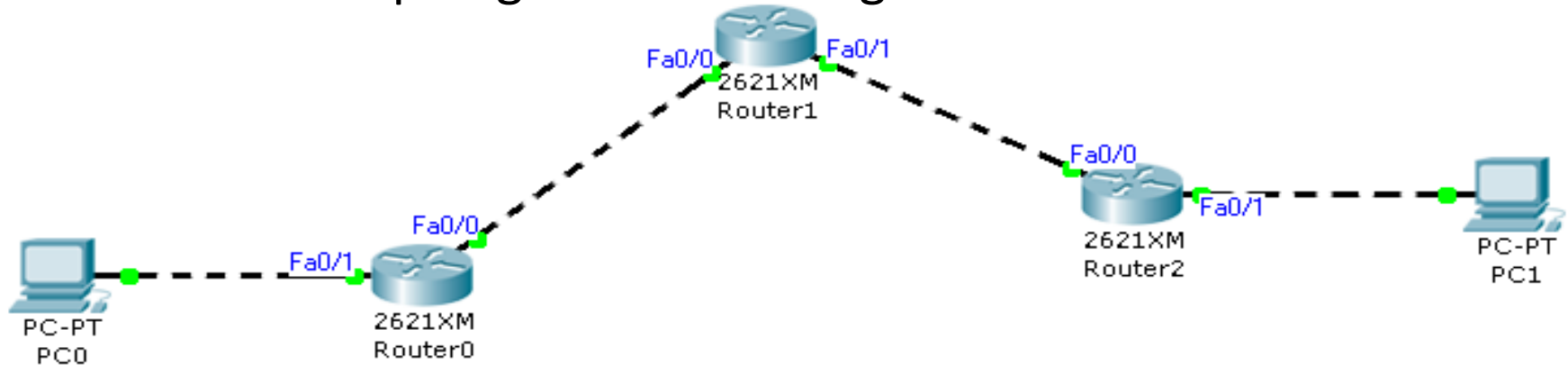
Version 2

- Include il trasporto delle informazioni riguardanti la *subnet mask* (**subnetting** degli indirizzi)
 - Supporta il Classless Inter-Domain Routing (**CIDR**)
- Include l'informazione sul next-hop router da utilizzare
- Prevede l'autenticazione dei messaggi per maggiore sicurezza
- Le regole di routing rimangono invariate
 - Massimo numero di hop = 15
 - Algoritmo di Bellman-Ford
- I messaggi RIPv2 vengono inviati ad un indirizzo IP speciale
 - 224.0.0.9 è l'indirizzo multicast di RIPv2

Esercizio 15

Interfacce passive

Partiamo dalla topologia e dalla configurazione dell'**Esercizio 14**



- Configurare il protocollo RIPv2 sui *Router0* e *Router2* in modo che la loro interfaccia *Fa0/1* operi in modo passivo
- In modalità Simulazione, analizzare i pacchetti RIPv2 generati dai router
 - Che cosa cambia rispetto alla rete precedente?
 - Quali reti vengono annunciate dal *Router0* e dal *Router2*?
- Visualizzare le tabelle di routing dei tre router utilizzando il comando di IOS
- Visualizzare lo stato delle informazioni ottenute con il protocollo RIP dai tre router [Continua...]

Sommario

- Rotte IP statiche
- Rotte dinamiche con RIP
- Rotte dinamiche con RIPv2
- Reazione di RIP ai cambiamenti di topologia

Esercizio 16

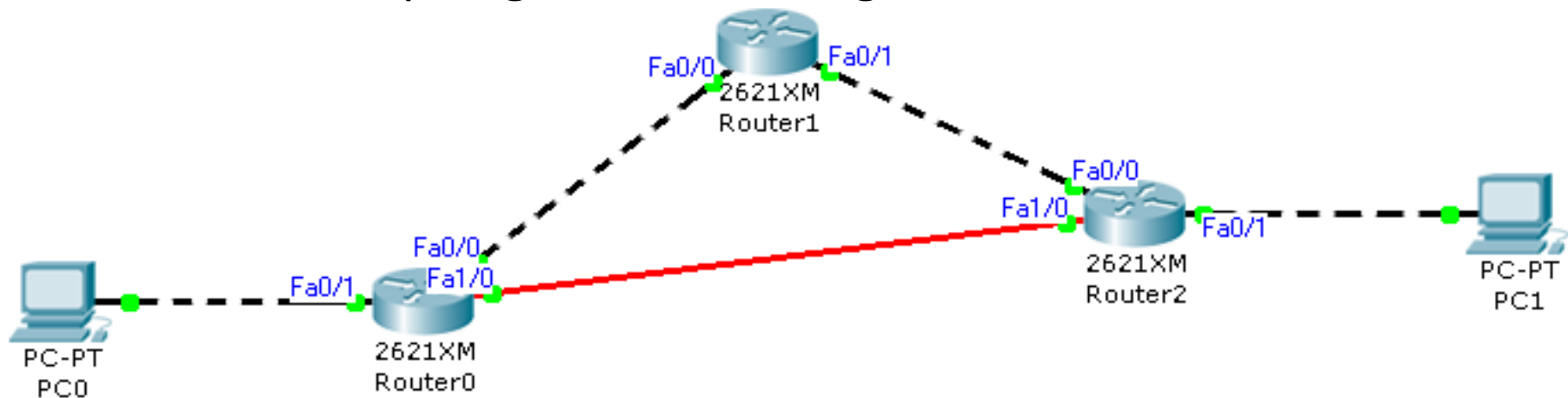
Cambiamenti di topologia – Interfacce ON/OFF

- [...Continua] Abilitare sui tre router il debug per il protocollo RIP
- In seguito spegnere l'interfaccia *Fa0/1* del *Router0*
 - Cosa succede? Vengono generati dei “Trigger Updates”?
 - Dopo quanto tempo i tre router si accorgono del cambio di topologia? Impiegano tutti lo stesso tempo?
 - Dopo quanto tempo i router rimuovono dalla propria tabella di routing la riga relativa alla rete 192.168.1.0/24?
- Successivamente riattivare l'interfaccia *Fa0/1* del *Router0*:
 - Cosa succede? Vengono generati dei “Trigger Updates”?
 - Dopo quanto tempo i tre router si accorgono del cambio di topologia? Impiegano tutti lo stesso tempo?
 - Dopo quanto tempo i router aggiungono alla propria tabella di routing la riga relativa alla rete 192.168.1.0/24?

Esercizio 16

Cambiamenti di topologia – Nuovo link

Partiamo dalla topologia e dalla configurazione dell'**Esercizio 15**



- Realizzare la rete mostrata in figura aggiungendo il link in fibra ottica
 - Assegnare alle interfacce di tale link indirizzi appartenenti alla rete 192.168.5.0/24
- Seguire le istruzioni nella slide successiva

Esercizio 16

Cambiamenti di topologia – Nuovo link

- Abilitare sulle nuove interfacce il protocollo RIPv2 (ovvero fare in modo che i router direttamente connessi alla nuova rete annuncino per mezzo di RIPv2 la rete stessa)
- Ottenere le tabelle di routing dei tre router con il comando *show ip route*
 - Quali rotte sono cambiate rispetto all'attività precedente?
- Con il comando *traceroute* verificare quanti hop ci sono tra il *PC0* e il *PC1*
- Spegnerne l'interfaccia *Fa0/1* del *Router1* e verificare l'evoluzione delle tabelle di routing dei tre router
 - Dopo quanto tempo i tre router si accorgono del cambio di topologia? Impiegano tutti lo stesso tempo?
 - Dopo quanto tempo i router rimuovono dalla propria tabella di routing la riga relativa alla rete 192.168.3.0/24?
- Successivamente riattivare l'interfaccia *Fa0/1* del *Router1*
 - Dopo quanto tempo i tre router si accorgono del cambio di topologia?

Summary

```
Router(config)#ip route DEST_PREFIX DEST_NETMASK
    NEXTHOP/INTERFACE
Router(config)#no ip route DEST_PREFIX DEST_NETMASK
    NEXTHOP/INTERFACE
Router(config)#router rip
Router(config)#no router rip
Router(config-router)#version N
Router(config-router)#network A.B.C.D
Router(config-router)#passive-interface TYPE SLOT/PORT
Router#debug ip rip
Router#no debug ip rip
    Router#show ip route
Router#show ip route rip
Router#show ip protocols
Router#show ip rip database
```