



POLITECNICO
MILANO 1863



SLIDES
DURANTE IL
LABORATORIO

Fondamenti di Comunicazioni e Internet

Antonio Capone, Matteo Cesana,
Guido Maier, Francesco Musumeci



POLITECNICO
MILANO 1863



Laboratorio Packet Tracer

**Antonio Capone, Matteo Cesana,
Guido Maier, Francesco Musumeci**

Rotte statiche: Configurazione e gestione

- Sono entry nella tabella di routing impostate manualmente
- Per impostare una rotta statica è necessario specificare:
 - Indirizzo IP della rete di destinazione
 - Netmask associata alla rete di destinazione
 - Indirizzo IP del next-hop (oppure il nome dell'interfaccia)
- Aggiungere una rotta statica:

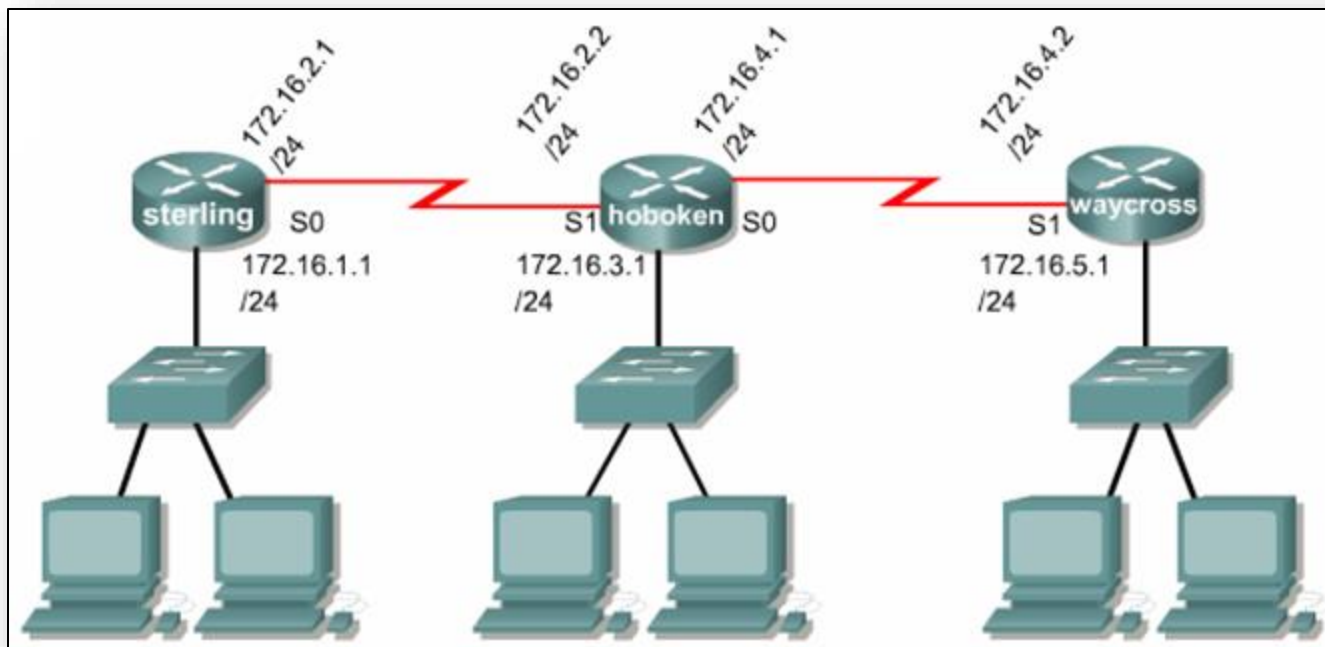
```
HAL(config)#ip route DestIP DestNetmask NextHop/Iface
```

- Rimuovere una rotta statica:

```
HAL(config)#no ip route DestPrefix DestNetmask NextHop/Iface
```



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
```



Tool diagnostici

- **Ping**

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

```
Router>traceroute IP_ADDRESS
```

```
PC>tracert IP_ADDRESS
```



Rotte dinamiche con Routing Information Protocol (RIP)

- Distance Vector Routing
- Usa l'algoritmo di Bellman/Ford e come metrica usa l'hop-count
- Gestisce al massimo 16 hop, 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



Comandi IOS per configurare RIP

- Configurare il protocollo RIP

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

- Specificare la versione di RIP da usare

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

- Definire su quali reti (interfacce) 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
```



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
```



Show ip route

```
NI - OSPF NSSA external type 1, NZ - OSPF
NSSA external type2
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 download static route

Gateway of last resort is not set
C 192.168.1.0/24 is directly connected,
FastEthernet0/0
C 192.168.2.0/24 is directly connected,
Serial0/0
R 192.168.3.0/24 {120/1} via 192.168.2.2, 00:00:07,
Serial0/0
```

Verify RIP routes received



Show ip Protocols

```
GAD#show ip protocols ← Verify RIP is Configured
Routing Protocol is "rip"
  Sending updates every 30 seconds, next due in 5
seconds
  Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed
after 240
  Outgoing update filter list for all interfaces is
  Incoming update filter list for all interfaces is
  Redistributing: Rip
  Default version control: send version 1, receive any
version
```

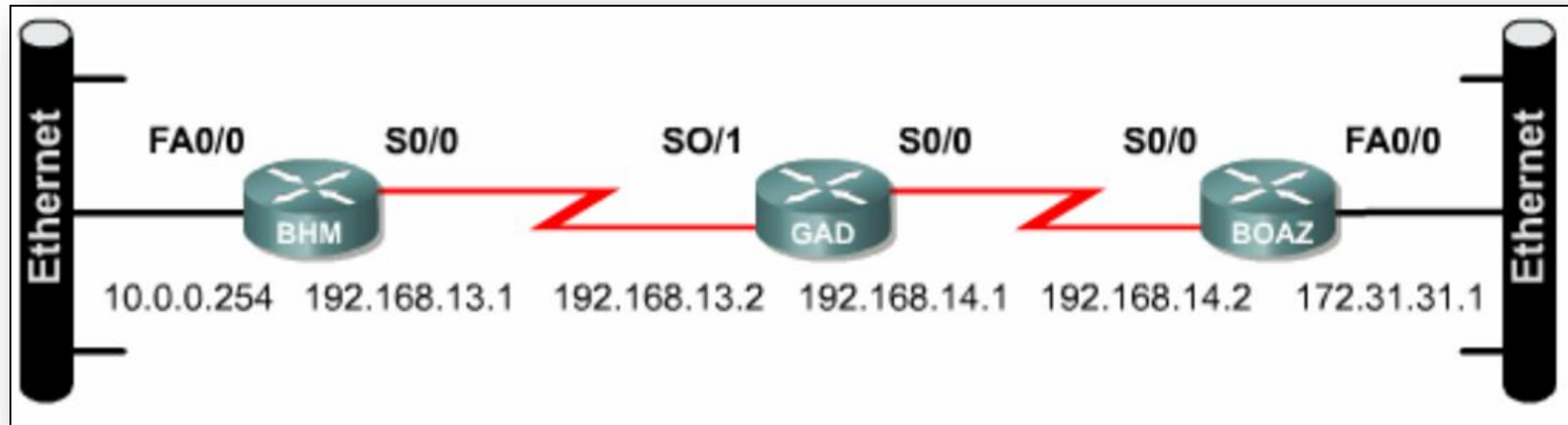
Interface	Send	Recv	Triggered RIP	Key-chain
FastEthernet0/0	1	1 2		
Serial0/0	1	1 2		

```
Routing for Networks:
  192.168.1.0
  192.168.2.0 ← Verify networks being advertised
```

Verify RIP interface



Un esempio di configurazione con CISCO IOS



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

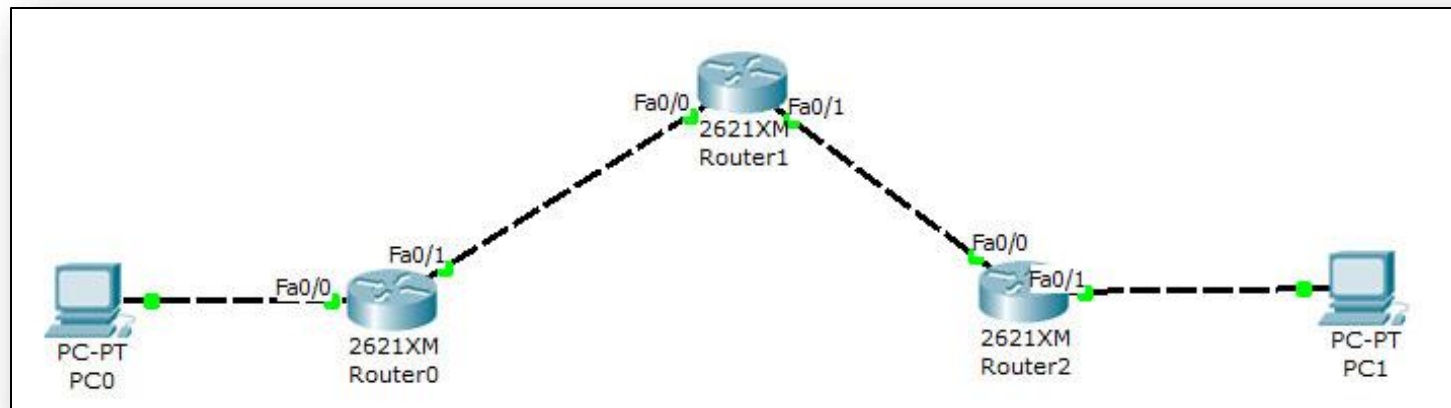
```
GAD(config)#router rip
GAD(config-router)#network 192.168.13.0
GAD(config-router)#network 192.168.14.0
```

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



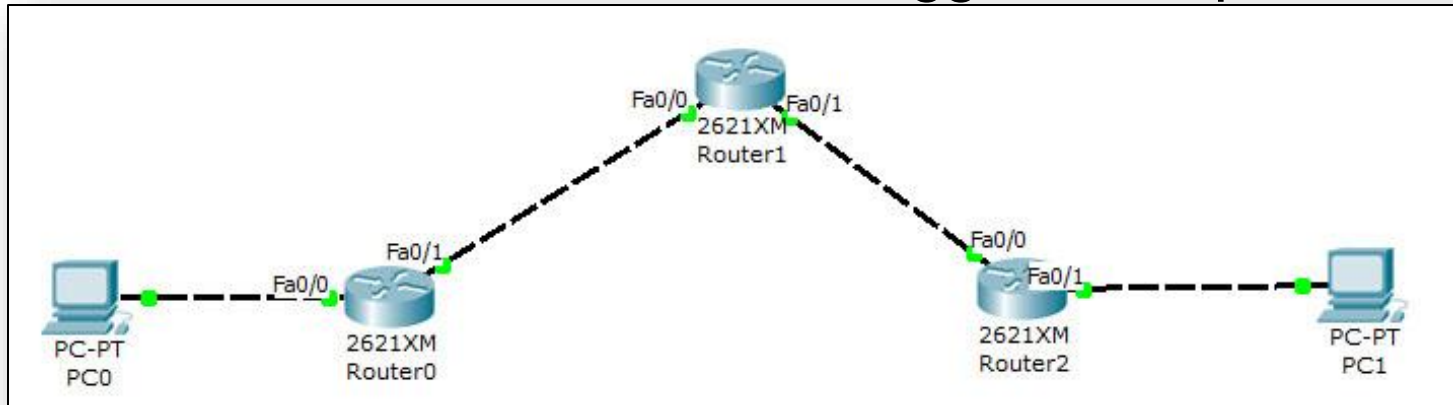
Esercizio 5.2a

- Nella rete realizzata nell'esercizio precedente, 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?



Esercizio 5.2b

- Nella rete realizzata nell'esercizio precedente, abilitare sui tre router il protocollo RIP v2
- 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



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 un'interfaccia in modalità passiva

```
Router (config-router) #passive-interface tipo slot/porta
```

- Ad esempio

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



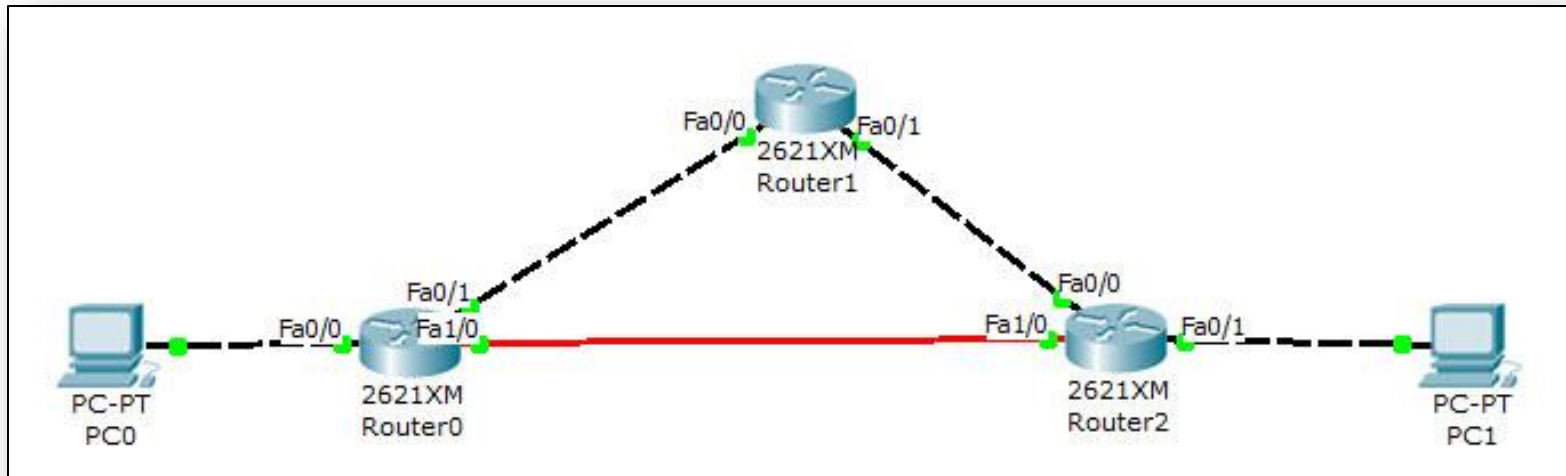
Interfaccia Passiva – Hands on!

- Nella rete realizzata nell'esercizio precedente, configurare il protocollo RIPv2 sui *Router0* e *Router2* in modo che la loro interfaccia *Fa0/0* (per il *Router0*) e *Fa0/1* (per il *Router2*) operino 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 relativo comando IOS
- Visualizzare lo stato delle informazioni ottenute con il protocollo RIP dai tre router (comando *show ip protocols*)



Esercizio 5.3

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



Esercizio 5.3

- Abilitare sulle nuove interfacce il protocollo RIPv2
- 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*
- Spegnere 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?



Rotte dinamiche con Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP)

- Distance Vector Routing
- Protocollo proprietario progettato da Cisco a partire da IGRP
- EIGRP associa cinque metriche differenti a ogni link:
 - Larghezza di banda (Bandwidth)
 - Carico (Load)
 - Ritardo (Delay)
 - Affidabilità (Reliability)
 - Maximum Transmission Unit (MTU)
- Per il calcolo della metrica complessiva usa la seguente formula:
$$[(K1 * Bandwidth) + ((K2 * Bandwidth) / (256 - Load)) + (K3 * Delay)] * [(K5 / (Reliability + K4))]$$
- Di default valgono $K1=K3=1$ e $K2=K4=K5=0$

<http://www.cisco.com/warp/public/103/eigrp-toc.pdf>



Comandi IOS per configurare EIGRP

- Configurare il protocollo EIGRP per l'autonomous system *N*

```
Router(config)#router eigrp N
```

- Definire su quali reti (interfacce) abilitare EIGRP

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

- Modificare i pesi delle 5 metriche

```
Router(config-router)#metric weights TOS K1 K2 K3 K4 K5
```

- Verificare la configurazione corrente di EIGRP

```
Router#show ip protocols  
Router#show ip eigrp interfaces  
Router#show ip eigrp neighbors  
Router#show ip eigrp topology  
Router#show ip eigrp traffic
```



Esercizio 5.6

- Nella rete dell'esercizio precedente, disattivare il protocollo di routing RIP (comando `no router rip`) e abilitare il protocollo di routing EIGRP supponendo che la rete sia di proprietà dell'Autonomous System 1
- Non modificare i pesi delle metriche rispetto a quelli di default
- Configurare le interfacce *Fa0/0* del *Router0* e *Fa0/1* del *Router2* affinché operino in modalità passiva per il protocollo EIGRP
- Con il comando *traceroute* verificare quanti hop ci sono tra il *PC0* e il *PC1*
- Mostrare le tabelle di routing con il comando *show ip route*
- Ottenere la vista della topologia di rete del *Router2*
- In modalità simulazione, analizzare il pacchetti scambiati tra i router; quali sono le differenze più evidenti rispetto al protocollo RIP?
- Spegnerne l'interfaccia *Fa0/1* del *Router1* e verificare l'evoluzione delle tabelle di routing dei tre router e analizzare lo scambio di pacchetti tra i router



Network Address Translation (NAT): Indirizzi

- L'aumento vertiginoso del numero di host collegati ad INTERNET ha reso il problema della disponibilità di indirizzi IPv4 pressante
- E' questo problema che ha spinto alla standardizzazione di IPv6
- Nel frattempo però si è trovata un'altra soluzione basata su indirizzi privati
- Se una rete IP non è collegata con INTERNET può usare gli indirizzi che gli pare ...



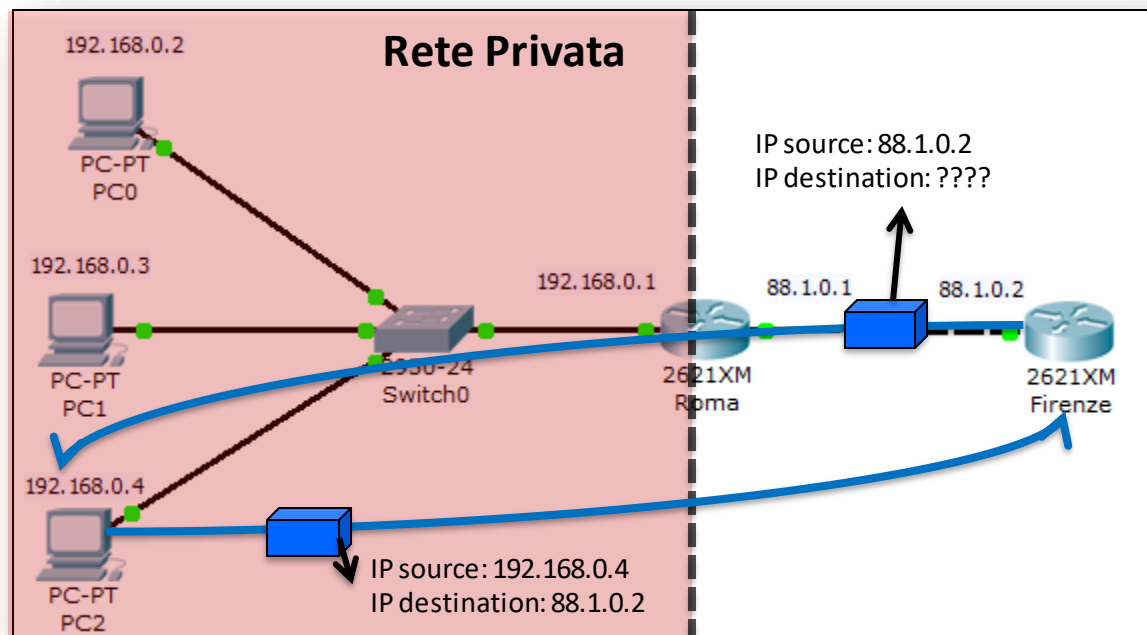
Indirizzi privati

- Diverse *intranet* possono riusare lo stesso set di indirizzi IP (RFC 1597, *Address Allocation for Private Internets*).
 - classe A: rete 10.xx.xx.xx
 - classe B: da 172.16.0.0 a 172.31.255.255
 - classe C: reti 192.168.xx.xx
- **Non è ammesso che pacchetti con indirizzi privati (sorgente o destinazione) viaggino nella rete pubblica !!!**
- Ciò nonostante tutte le *intranet* sono collegate a Internet
 - Come è possibile far circolare pacchetti destinati a host in reti private?



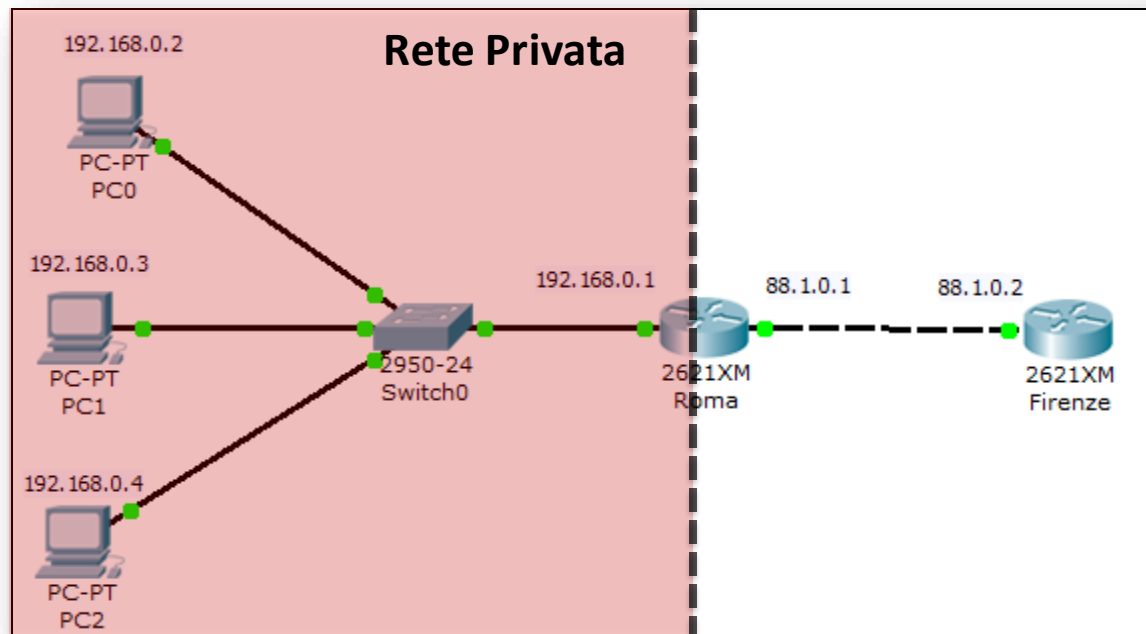
Network Address Translation

- Quando un dispositivo riceve un pacchetto da un computer di una rete privata, in che modo risponde? Quale sarà l'indirizzo IP di destinazione del pacchetto di risposta?



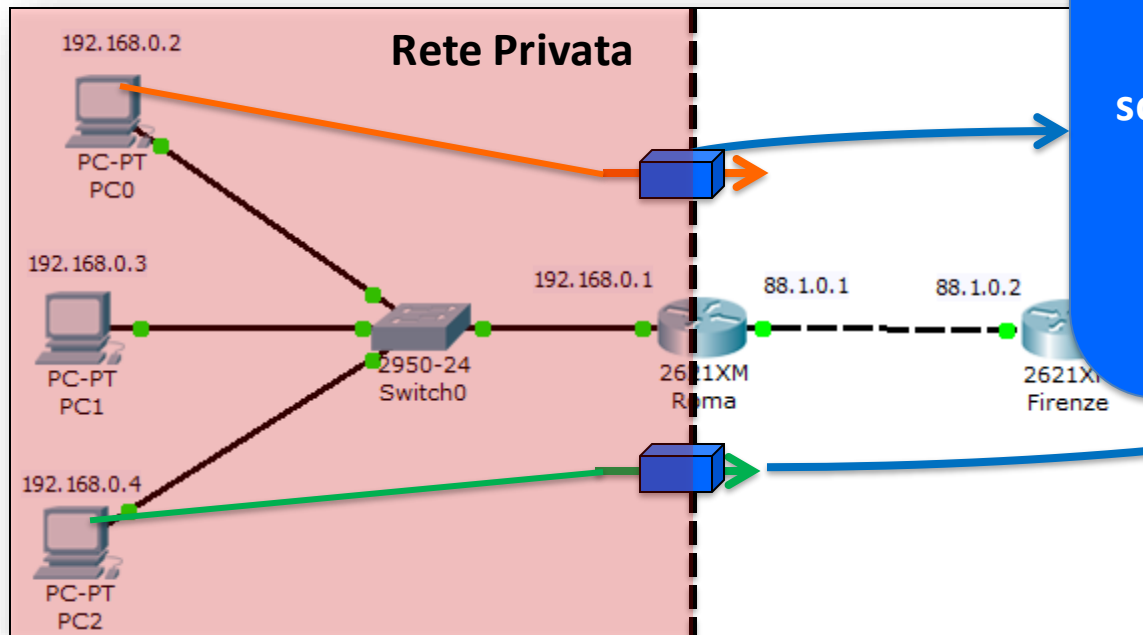
Network Address Translation

- Il Network Address Translation (NAT) risolve questo problema modificando gli indirizzi IP dei pacchetti in transito sul router "responsabile" della rete locale
- La rete dei client che ricevono la configurazione di rete tramite DHCP da *Roma* è una rete privata



Network Address Translation

- È necessario configurare *Roma* affinché faccia il NAT degli indirizzi per permettere ai client di raggiungere le altre reti e ricevere risposte

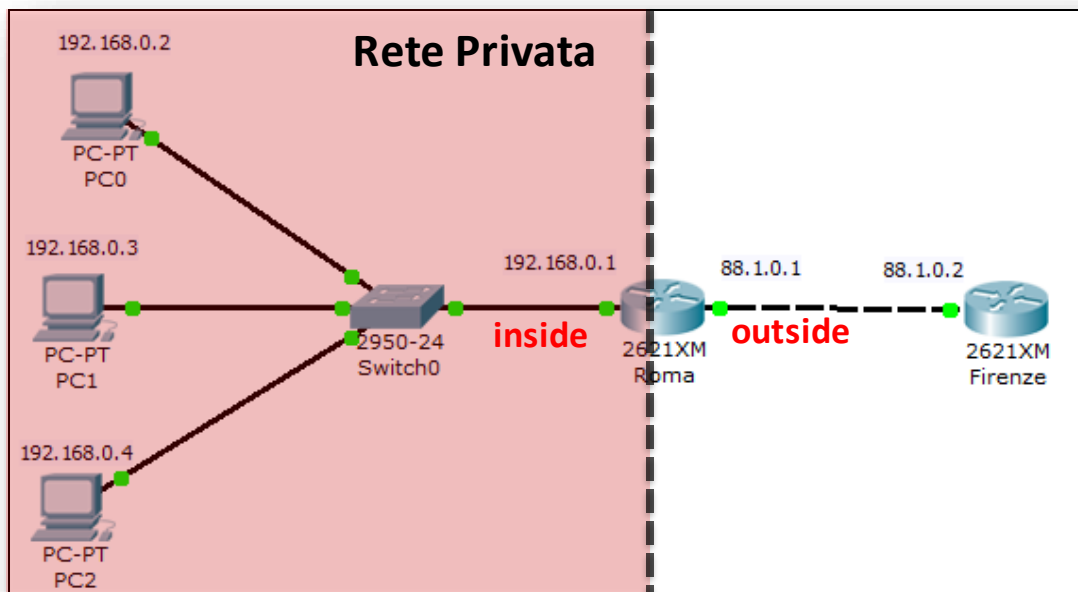


Tutti i pacchetti che escono dalla rete locale hanno lo stesso indirizzo IP di sorgente 88.1.0.1 e differenti porte sorgente. Ciò consente il mapping inverso dei pacchetti in ingresso alla rete privata

Configurazione NAT

- 1) Specificare, per **OGNI** interfaccia del router, se è interna (inside) o esterna (outside) alla rete da “nattare”

```
Router(config)#interface type port/slot
Router(config-interface)#ip nat inside
oppure
Router(config-interface)#ip nat outside
```



Configurazione NAT

2) Creare una lista di indirizzi a cui sarà permesso il NAT

```
Router(config)#access-list list_num permit net_addr net_wildcard
```

Esempio:

```
Router(config)#access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.0.255
```

Indirizzo della rete da “nattare”

Il reciproco della
maschera di
sottorete



Configurazione NAT

3) Associare il NAT alla lista indicata prima:

```
Router(config)#ip nat inside source list list_num interface  
IFName(quella outside) overload
```

Esempio:

```
Router(config)#ip nat inside source list 1 interface FastEthernet  
0/0 overload
```

□ Differenza tra inside e outside:

ip nat inside source

- Traduce l'IP *sorgente* dei pacchetti che vanno da INSIDE a OUTSIDE
- Traduce l'IP *destinazione* dei pacchetti che vanno da OUTSIDE a INSIDE

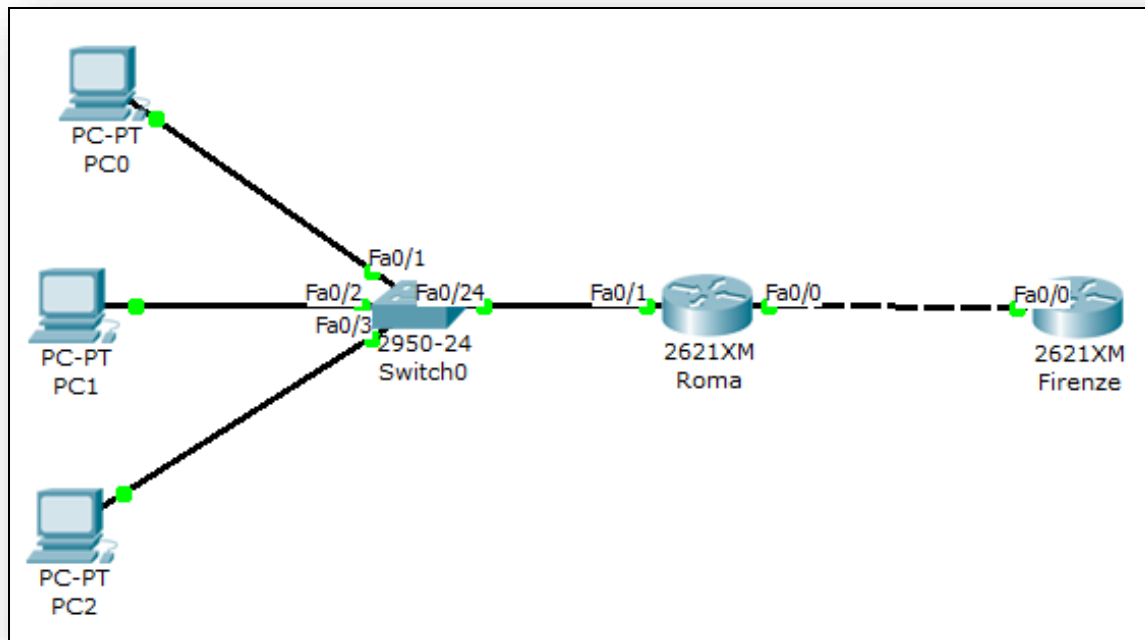
ip nat outside source

- Traduce l'IP *sorgente* dei pacchetti che vanno da OUTSIDE a INSIDE
- Traduce l'IP *destinazione* dei pacchetti che vanno da INSIDE a OUTSIDE



Esercizio 5.5 (Dopo il Lab)

- Configurare il NAT su *Roma*
- Effettuare il ping tra il *PC1* e il router *Firenze*:
 - Funziona il ping?
 - Che indirizzi di livello 3 hanno i pacchetti IP che vengono inviati sulla rete tra *Roma* e *Firenze*?



Esercizio 5.6 (Dopo il Lab)

- Si consideri la rete in figura e il suo piano di indirizzamento

Q1) Configurare ed attivare l'interfaccia di tutti i router assegnandole il corretto indirizzo IP sulla base delle informazioni riportate in figura.

Q2) Inserire rotte statiche su tutti i router per inoltrare i ping tra i reti 192.168.5.0/24 e 192.168.6.0

