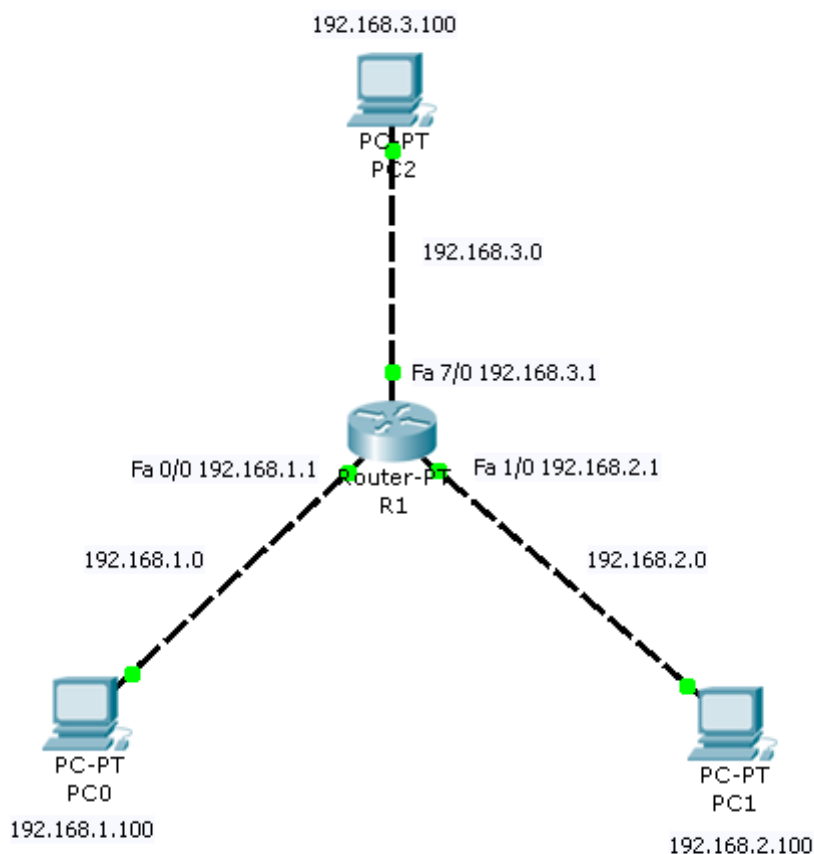


Esempio di rete elementare con router

La rete proposta si prefigge di creare un esempio minimale di routing; essa contiene infatti un solo router (R1) che collega tre sottoreti ipotizzate di classe C, di indirizzi di rete 192.168.1.0, 192.168.2.0, e 192.168.3.0.



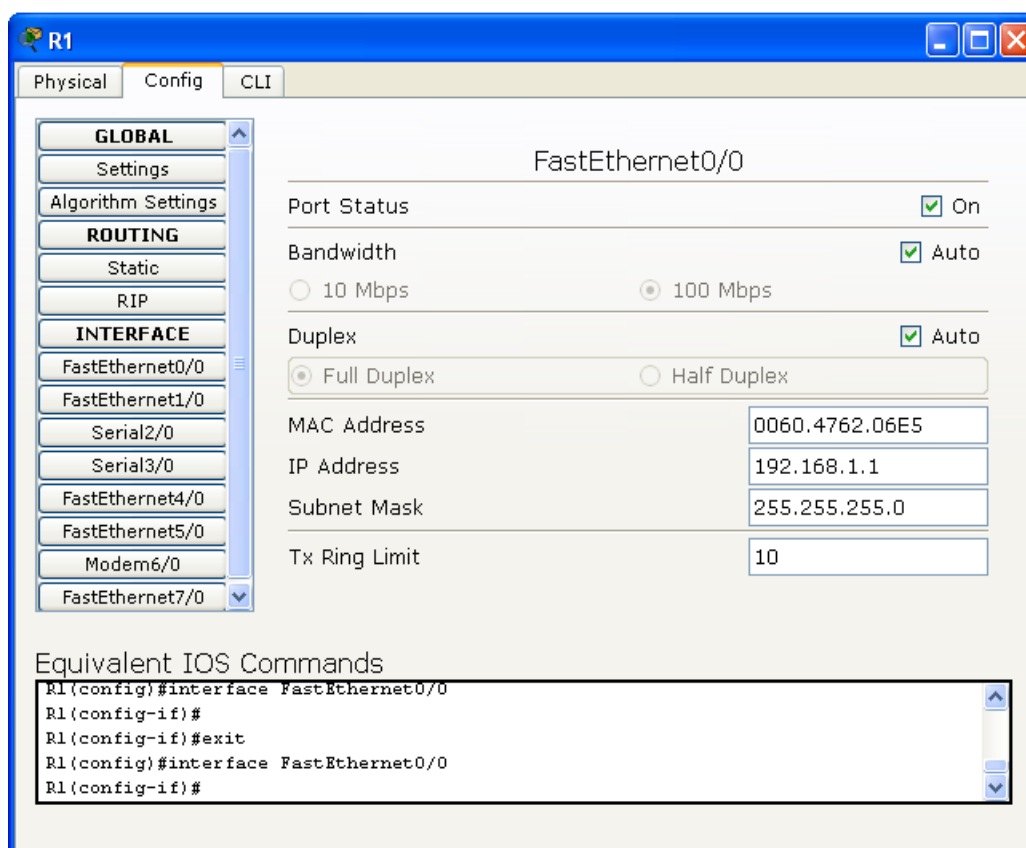
Tali sottoreti hanno come punto di confine il router stesso. Si noti anche che il router avendo interfacce di rete, avrà un numero di IP per ogni interfaccia attiva presente in esso.

In questo caso abbiamo numerato tali interfacce con i valori convenzionali 198.162.1.1, 192.168.2.1, 198.168.3.1.

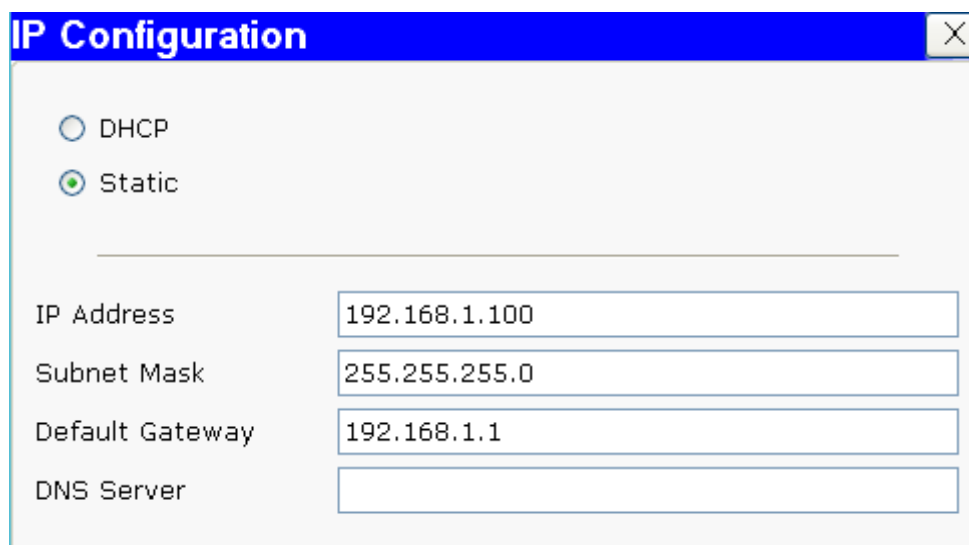
Il numero di IP delle interfacce del router può essere settato tramite interfaccia grafica del programma, cliccando sul router, andando nella sezione Config, e accedendo alle apposite sezioni Interface Fastethernet 0 / 0 , Fastethernet 0 / 1 e l'interfaccia aggiunta alla configurazione originaria del router utilizzato Fastethernet 0 / 7. Per ognuna di esse si impone l'opportuno numero di IP già indicato prima e si attiva l'interfaccia selezionando il checkbox di "on". C'è da notare che, con realismo rispetto alla situazione fisica reale, l'interfaccia Fastethernet 0 / 7 potrà essere aggiunta al dispositivo solo dopo averlo spento. Lo spegnimento del router, se non vengono salvate nella NVRAM le modifiche apportate, porterà inevitabilmente alla perdita dei settaggi impostati, proprio come nel caso reale.

Vi è anche da notare che tutte le operazioni svolte tramite interfaccia grafica sul router hanno dirette

corrispondenze nei comandi dati sulla linea di comando della console di Cisco IOS, ossia del sistema operativo del router stesso.



Successivamente bisogna ricordare anche che ogni host deve fare riferimento ad un router di "ingresso" o diciamo "primo collegamento" con il resto della rete¹; l'indicazione di tale router viene settata indicando l' IP dell' interfaccia sul router relativa alla sottorete di cui fa parte l'host. In questo caso quindi, quelle indicate con 192.168.1.1, per la sottorete 192.168.1.0, 192.168.2.1 per la sottorete 192.168.2.0, e 192.168.3.1 per la sottorete 192.168.3.0.



¹ In pratica questa indicazione è la simmetrica di quella indicata sul router almeno nella rete in esame.

quindi riepilogando:

- si definiscono i numeri delle sottoreti prospicienti al router
- si assegnano in modo coerente i numeri di IP degli host e delle interfacce del router
- per ogni sottorete si indica sia sul router che sugli host la maschera di sottorete
- su ogni host si indica quale sia il "default gateway", ossia l'interfaccia (relativa a quella sottorete) del primo router a cui fare riferimento.
- In questo caso elementare non è necessario definire tabelle di routing nel router, perchè tutte le sottoreti sono collegate al router stesso, ed in quanto tali, note.

Pacchetti CDP (Cisco Discovery Protocol)

In realtime mode c'è anche da notare che raramente, ma ad intervalli regolari (default - circa 60 sec.) le lucine dei collegamenti di rete del router e dei PC lampeggiano. C'è quindi un'attività di rete non direttamente collegata all'invio di dati di test. Tale attività è legata a pacchetti CDP prodotti ed inviati dal router ad intervalli regolari. Ciò è più chiaro se visionato in simulation mode.

E' un protocollo proprietario Cisco (a livello 2), utile a individuare altri device Cisco presenti sulla rete e che permette agli stessi di scambiare informazioni tra essi. E' possibile "spegnere" l'emissione di pacchetti CDP da parte dei device.

Test dell' instradamento

Provando ad effettuare ping (magari in simulation mode) da un PC all'altro si noterà che i pacchetti, a seconda della loro destinazione (PC1, PC2 o PC3) vengono instradati correttamente alle rispettive destinazioni, senza bisogno di una tabella di routing, in quanto tutte le sottoreti, in questo caso, sono direttamente collegate al router in questione.

Comandi da CLI

Qui di seguito ho prodotto un breve riepilogo della serie di comandi Cisco per settare gli IP e le interfacce di un router. In un primo momento è importante acquisire i concetti e gli step operativi che vi stanno dietro più che i comandi in se per se.

Per dare gli opportuni comandi in modo testuale nella CLI (Command Line Interface) è necessario capire che vi sono quattro stati in cui il router può trovarsi²:

- standard
- privileged
- configuration
- interface configuration

Tali comandi sono:

```
R1 > enable
```

² Ognuno dei quali può accettare comandi specifici propri del relativo stato

```
R1#
```

entra in privileged mode.

```
R1# configure terminal
```

```
R1 (config)#
```

entra in configuration mode

```
R1 (config)# interface <nome dell' interfaccia>
```

seleziona l'interfaccia da configurare (ad es.):

```
R1 (config)# interface FastEthernet0/0
```

```
R1 (config-if)# ip address <n° IP da assegnare all'interfaccia>  
<maschera di rete>
```

ad es. coerentemente col nostro schema:

```
R1 (config-if)# ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
```

infine per attivare l'interfaccia in questione:

```
R1 (config-if)# no shutdown
```

per uscire dalla configurazione della specifica interfaccia:

```
R1 (config-if)# exit
```

Ed operare così anche per le altre due interfacce, con gli opportuni numeri di IP.

per uscire dalla modalità di configurazione:

```
R1 (config)# exit
```

```
R1#
```

e di nuovo exit per uscire dal privileged mode.

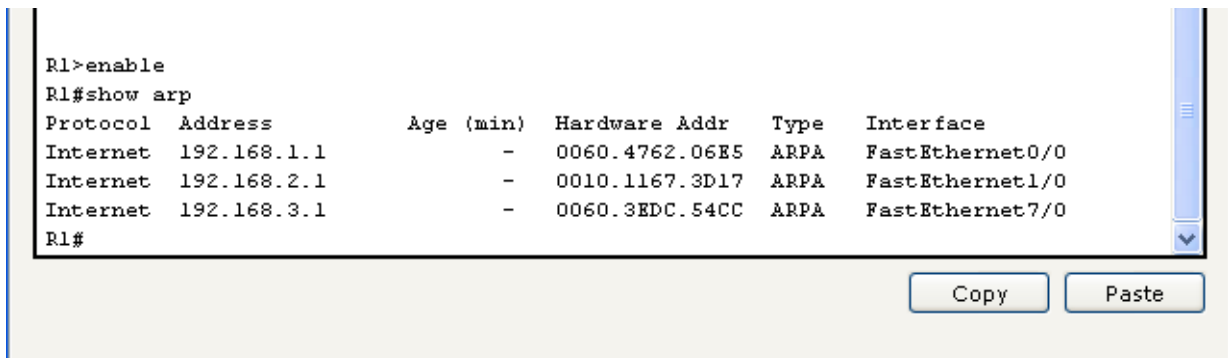
Per visionare quali numeri di IP siano stati assegnati alle interfacce e se esse siano o meno attive digitare:

```
R1> show ip interface brief
```

viene prodotto un report della situazione di tutte le interfacce del router.

Tabelle ARP nel router

Ad un test più attento si può constatare che il sistema di instradamento sostanzialmente funziona tranne per una "strana" eccezione. Il primo ping effettuato su ogni ramo di routing fallisce, mentre successivi test con il comando ping avvengono tutti con successo. Questo effetto è dovuto al fatto che



```
R1>enable  
R1#show arp  
Protocol  Address          Age (min)  Hardware Addr  Type   Interface  
Internet  192.168.1.1      -         0060.4762.06E5  ARPA   FastEthernet0/0  
Internet  192.168.2.1      -         0010.1167.3D17  ARPA   FastEthernet1/0  
Internet  192.168.3.1      -         0060.3EDC.54CC  ARPA   FastEthernet7/0  
R1#
```

Copy Paste

le tabelle ARP nel router non sono complete all'avvio del sistema³. In realtà tali tabelle in un primo momento comprendono la corrispondenza tra indirizzi IP e indirizzi MAC solo per le interfacce del router stesso.

Il modo per visionare questo dato è dare i comandi, riportati nella figura precedente, da CLI.

Proprio perchè vi sono corrispondenze mancanti (ad esempio quelle degli host delle sottoreti) in alcuni casi non è possibile l'inoltro dei pacchetti relativi al comando ping⁴. In questo caso, constatato che nella tabella ARP la macchina, diciamo, 192.168.2.0 non ha indirizzo MAC noto al router, il router annulla il pacchetto ICMP inviando un pacchetto ARP su quella sottorete per individuare la corrispondenza IP / MAC, non ancora nota al router, per tale indirizzo (192.168.2.100).

Un altro modo per rendersi conto della correttezza di quanto detto è chiudere il progetto e riaprirlo⁵, ed effettuare due ping da una macchina verso le altre due (ovviamente tali ping passeranno dal router R1). Si nota facilmente che il primo pacchetto ICMP in entrambi i casi viene annullato proprio a causa dei ragionamenti fatti qui sopra.

```
Packet Tracer PC Command Line 1.0
PC>ping 192.168.2.100

Pinging 192.168.2.100 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 192.168.2.100: bytes=32 time=63ms TTL=127
Reply from 192.168.2.100: bytes=32 time=46ms TTL=127
Reply from 192.168.2.100: bytes=32 time=47ms TTL=127

Ping statistics for 192.168.2.100:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 46ms, Maximum = 63ms, Average = 52ms

PC>
```

Alla fine di questo primo comando ping la situazione della tabella arp del router risulta:

```
R1>enable
R1#show arp
Protocol Address      Age (min)  Hardware Addr  Type   Interface
-----
Internet 192.168.1.1      -         0060.4762.06E5  ARPA   FastEthernet0/0
Internet 192.168.1.100    1         0090.2B50.B229  ARPA   FastEthernet0/0
Internet 192.168.2.1      -         0010.1167.3D17  ARPA   FastEthernet1/0
Internet 192.168.2.100    1         00E0.8F29.CAB9  ARPA   FastEthernet1/0
Internet 192.168.3.1      -         0060.3EDC.54CC  ARPA   FastEthernet7/0
R1#
```

ossia si constata che il router ha acquisito le corrispondenze arp dei due host coinvolti (192.168.1.100 e 192.168.2.100), mentre i singoli host hanno acquisito le corrispondenze arp delle interfacce del router (anch'esse aventi indirizzo MAC, come tutte le interfacce di rete).

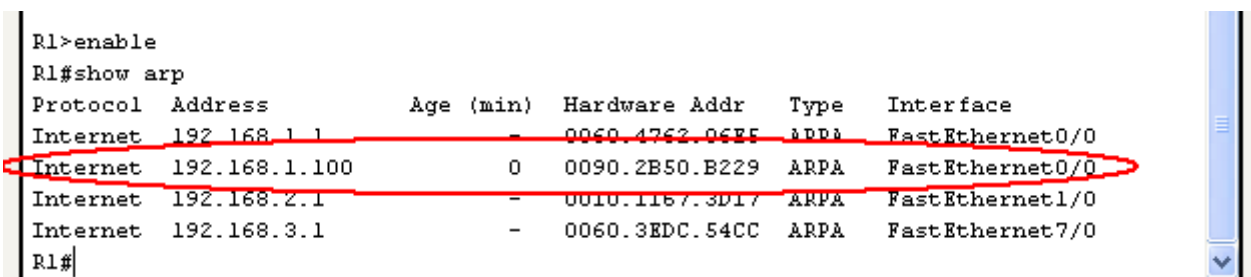
3 Si fa presente che esistono tabelle di corrispondenza arp anche nei router con funzioni analoghe a quelle presenti negli host, vale a dire dare un mapping tra indirizzi IP (livello 3) e indirizzi MAC (livello 2).

4 Ad esempio pacchetti instradati dalla rete 192.168.1.0 alla rete 192.168.2.0, verso la macchina 192.168.2.100, il cui indirizzo MAC però è sconosciuto al router.

5 Effettuare questa operazione per resettare la situazione delle tabelle arp sui vari dispositivi.

In pratica i passaggi che avvengono al primo ping effettuato su un nuovo percorso sono i seguenti:

- PC0 si appresta ad inviare un ping e per fare ciò deve passare attraverso il router.
- A PC0 è nota (tramite i settaggi manuali dati) l'IP dell' interfaccia di R1 verso la sua sottorete, ma non la corrispondenza IP/MAC.
- PC0 emette perciò un pacchetto ARP verso il router, mentre mantiene in sospeso il pacchetto ICMP (ping).
- Tale pacchetto ARP viaggia fino al router e poi ritorna, informando della corrispondenza arp relativa all' interfaccia del router (quella della sua interfaccia è nota a PC0).
- Dopo questa operazione, grazie al pacchetto in uscita da PC0, il router acquisisce la corrispondenza IP / MAC per PC0.



```
R1>enable
R1#show arp
```

Protocol	Address	Age (min)	Hardware Addr	Type	Interface
Internet	192.168.1.1	-	0060.4762.06E5	ARPA	FastEthernet0/0
Internet	192.168.1.100	0	0090.2B50.B229	ARPA	FastEthernet0/0
Internet	192.168.2.1	-	0010.1167.3D17	ARPA	FastEthernet1/0
Internet	192.168.3.1	-	0060.3EDC.54CC	ARPA	FastEthernet7/0

```
R1#
```

- Una volta acquisito questo dato può emettere verso il router il pacchetto ICMP relativo al ping.
- Il pacchetto raggiunge il router e viene instradato verso la rete 192.168.2.0.
- Nel momento che deve essere emesso dalla relativa interfaccia di rete del router (192.168.2.1) però, il router si accorge che non ha la corrispondenza arp riguardante 192.168.2.100 (PC1). Esso quindi non può effettivamente inoltrare il pacchetto ICMP.
- Il router annulla tale pacchetto⁶ e genera un pacchetto ARP che invia dall' interfaccia 192.168.2.1 della sottorete in questione verso PC1 (192.168.2.0).
- Tale pacchetto "sonda" la corrispondenza IP/MAC del PC1, ed il router acquisisce un secondo dato di corrispondenza, ossia la corrispondenza IP/MAC di PC1⁷.
- A questo punto il procedimento termina, ma altre richieste ping avranno tutti i dati disponibili per essere soddisfatte in modo completo (cosa che si constata anche sul simulatore).

⁶ Si noti che in questo caso mancando la corrispondenza arp il pacchetto viene annullato.

⁷ Oltre a possedere di default la corrispondenza IP/MAC della sua interfaccia indicata con Fa1/0