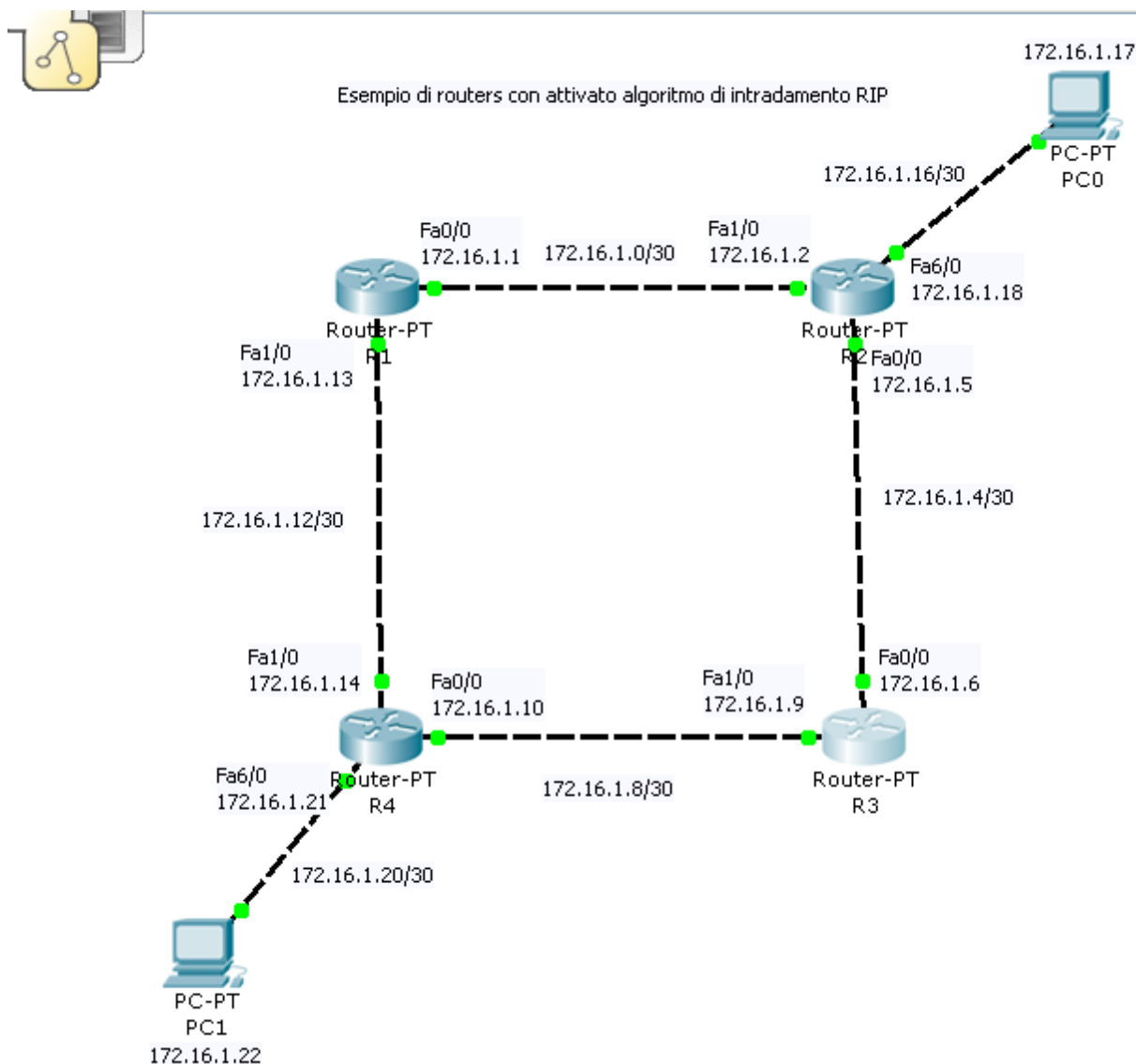


## A. Veneziani - Instradamento con RIP

### Prologo

Finora abbiamo visto reti con router che abbisognavano di essere regolati a mano per effettuare l'instradamento in modo logico e corretto. Tali settaggi definiscono regole di instradamento che non variano, se non dopo una modifica manuale ai settaggi in essi registrati; siamo in questo caso in presenza di un cosiddetto routing statico, nel senso che data una configurazione di rete le regole di instradamento non vengono generate automaticamente e cambiando le condizioni della rete, le stesse regole non variano, ovviamente, in modo automatico.

Esistono però alcuni algoritmi che possono essere implementati nei router per produrre un routing che effettua delle regolazioni automatiche dell'instradamento. Usualmente questi algoritmi operano in base a dati distribuiti sulla rete, in una situazione nella quale i router collaborano e si scambiano informazioni tra loro, definendo alla fine, un instradamento efficiente.



## **RIP**

In questa breve dispensa analizzeremo il comportamento e le caratteristiche di RIP uno dei protocolli di routing più antichi della Rete. Esso è ancora oggi usato per reti di piccole dimensioni, LAN dotate sia di indirizzi privati che pubblici.

L'amministratore della rete, deve, per usare questo protocollo, deve solo comunicare la tipologia di protocollo (e conseguentemente l'algoritmo) con il quale vuole che i router comunichino tra loro, e le reti connesse ad ognuno dei router stessi. Successivamente la comunicazione tra i router, permette di determinare una serie di instradamenti opportuni. Queste indicazioni nelle tabelle di routing vengono indicate con la lettera R per segnalare che sono ricavate dall'algoritmo di routing dinamico RIP<sup>1</sup>.

RIP è un algoritmo di tipologia distance vector (DV), ossia basato sui vettori distanza. Tali vettori sono la stima della distanza che ogni rete ha rispetto ad un certo router e le loro informazioni vengono via via completate dallo scambio dei messaggi RIP tra i router stessi.

I messaggi utili all'aggiornamento delle tabelle di routing sono scambiati ogni 30 secondi.

Inoltre se un router prossimo ad un altro non comunica per 180 secondi esso viene considerato guasto o spento, ovvero irraggiungibile.

### I comandi di settaggio per RIP

Per settare la rete con RIP la procedura è alquanto semplice e automatica. Si tratta solo di indicare per ogni router che si desidera utilizzare il protocollo RIP; ad esempio sul nostro router R1:

```
R1# router rip
```

successivamente si indicano i numeri di rete delle reti che sono confinanti con il router, in questo caso:

```
R1# network 172.16.1.0
```

```
R1# network 172.16.1.12
```

Infine, è bene specificare che si intende utilizzare la versione 2 di RIP (PT è in grado anche di simulare la versione 1), dando il comando:

```
R1# version 2
```

ed infine:

```
#R1 exit
```

Si ripete ovviamente questa serie di semplici comandi per ogni router che dovrà funzionare sotto RIP.

Tutti i router inizieranno a scambiarsi messaggi RIP (v.2).

Una delle più importanti differenze di RIP versione 2 è che supporta e può operare con indirizzi CIDR (ed è questo ad esempio il nostro caso).

I pacchetti RIP sono in realtà trasportati tramite il protocollo UDP (ed operano quindi a livello Applicazione).

Sia per la trasmissione che per la ricezione dei messaggi RIP viene utilizzata la porta 520.

I messaggi, in RIP versione 2 viaggiano con destinatario, indicato dall'indirizzo IP multicast 224.0.0.9, al contrario di RIP versione 1 che comunica con classici pacchetti broadcast (IP 255.255.255.255). I messaggi multicast vengono emessi allo scopo per informare preventivamente gli host di non considerare i messaggi RIP stessi (in quanto di interesse per i soli router, ovviamente).

---

<sup>1</sup>La lettera C, nello stesso contesto sta ad indicare reti direttamente connesse al router.

Innanzitutto si ricorda che è possibile visionare le tabelle di routing di un router andando sulla sua CLI e digitando il comando:

```
R3#show ip route
...
Gateway of last resort is not set

172.16.0.0/30 is subnetted, 6 subnets
R    172.16.1.0 [120/1] via 172.16.1.5, 00:00:00, FastEthernet0/0
C    172.16.1.4 is directly connected, FastEthernet0/0
C    172.16.1.8 is directly connected, FastEthernet1/0
R    172.16.1.12 [120/1] via 172.16.1.10, 00:00:05, FastEthernet1/0
R    172.16.1.16 [120/1] via 172.16.1.5, 00:00:00, FastEthernet0/0
R    172.16.1.20 [120/1] via 172.16.1.10, 00:00:05, FastEthernet1/0
```

Ad esempio, da questa tabella, risulta chiaro che tutte le sottoreti raggiungibili sono a distanza 1 hop dal router R3. Come si vede viene anche mostrato su quale uscita i pacchetti diretti verso una certa sottorete dovrebbero uscire per dirigersi verso di essa, definendo quindi le regole di instradamento. Si noti anche che questa tabella contiene le indicazioni per tutte le sottoreti della rete considerata.

Si tratta infatti di una tabella completa definita dopo un certo tempo di attività di scambio dei messaggi del protocollo RIP.

Una tabella del tutto analoga può essere visionata (con refresh in tempo reale) in apposite finestre del programma, utilizzando lo strumento "lente" sulla barra degli strumenti, a destra, e quindi andando a cliccare sul router di interesse, selezionando il menu *routing table*.



Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	172.16.1.4/30	FastEthernet0/0	---	0/0
C	172.16.1.8/30	FastEthernet1/0	---	0/0
R	172.16.1.0/30	FastEthernet0/0	172.16.1.5	120/1
R	172.16.1.12/30	FastEthernet1/0	172.16.1.10	120/1
R	172.16.1.16/30	FastEthernet0/0	172.16.1.5	120/1
R	172.16.1.20/30	FastEthernet1/0	172.16.1.10	120/1

Nel nostro caso, come era pensabile, le tabelle di instradamento dei router sono simmetriche (uguali nei router con situazione analoga), ossia uguali in R1 e R3 e in R2 e R4.

In R2 e R4 vi è anche da notare la presenza di un doppio instradamento alternativo verso la stessa sottorete (172.16.1.16/30 per R4 e 172.16.1.20/30 per R2). D'altronde si rifletta sul fatto che da R4 l'instradamento verso la sottorete 172.16.1.16/30, ad esempio partendo da R4, ha lo stesso costo (numero di hop) sia uscendo dall'interfaccia Fa0/0, sia dall' interfaccia Fa1/0. Si osservi che l'ultima colonna descrive il noto vettore distanza (o vettore delle distanze) segnata dopo l'indicazione barrata.

I contenuti complessivi delle tabelle di routing a regime (ossia quando lo scambio di messaggi RIP non apporta nuovi cambiamenti / settaggi), risulta:

In R1:

```
C    172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet0/0
R    172.16.1.4 [120/1] via 172.16.1.2, 00:00:14, FastEthernet0/0
R    172.16.1.8 [120/1] via 172.16.1.14, 00:00:14, FastEthernet1/0
C    172.16.1.12 is directly connected, FastEthernet1/0
```

```
R 172.16.1.16 [120/1] via 172.16.1.2, 00:00:14, FastEthernet0/0
R 172.16.1.20 [120/1] via 172.16.1.14, 00:00:14, FastEthernet1/0
```

in R2:

```
C 172.16.1.0 is directly connected, FastEthernet1/0
C 172.16.1.4 is directly connected, FastEthernet0/0
R 172.16.1.8 [120/1] via 172.16.1.6, 00:00:20, FastEthernet0/0
R 172.16.1.12 [120/1] via 172.16.1.1, 00:00:05, FastEthernet1/0
C 172.16.1.16 is directly connected, FastEthernet6/0
R 172.16.1.20 [120/2] via 172.16.1.6, 00:00:20, FastEthernet0/0
[120/2] via 172.16.1.1, 00:00:05, FastEthernet1/0
```

in R3:

```
R 172.16.1.0 [120/1] via 172.16.1.5, 00:00:05, FastEthernet0/0
C 172.16.1.4 is directly connected, FastEthernet0/0
C 172.16.1.8 is directly connected, FastEthernet1/0
R 172.16.1.12 [120/1] via 172.16.1.10, 00:00:01, FastEthernet1/0
R 172.16.1.16 [120/1] via 172.16.1.5, 00:00:05, FastEthernet0/0
R 172.16.1.20 [120/1] via 172.16.1.10, 00:00:01, FastEthernet1/0
```

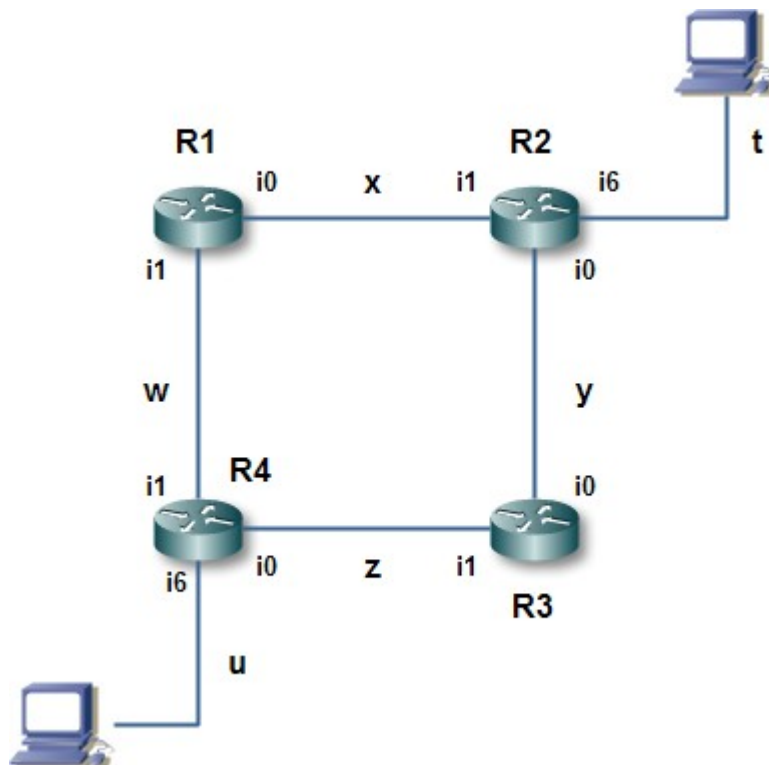
in R4:

```
R 172.16.1.0 [120/1] via 172.16.1.13, 00:00:08, FastEthernet1/0
R 172.16.1.4 [120/1] via 172.16.1.9, 00:00:16, FastEthernet0/0
C 172.16.1.8 is directly connected, FastEthernet0/0
C 172.16.1.12 is directly connected, FastEthernet1/0
R 172.16.1.16 [120/2] via 172.16.1.9, 00:00:16, FastEthernet0/0
[120/2] via 172.16.1.13, 00:00:08, FastEthernet1/0
C 172.16.1.20 is directly connected, FastEthernet6/0
```

### **Una analisi del procedimento passo-passo**

Cerchiamo ora qui di ricostruire la generazione delle tabelle di instradamento dei vari router.

Iniziamo a considerare la schematizzazione della rete predente indicato qui sotto:



Come si vede abbiamo sostituito i numeri di IP delle sottoreti e gli altri riferimenti tecnici con dei riferimenti

astratti e sintetici (delle lettere). Andiamo ad analizzare per ogni router quale sia la situazione iniziale, considerato il fatto che le reti collegate direttamente ad un router sono da considerarsi a distanza 0 (0 hop) e quindi, di conseguenza, di costo minimo.

Per ognuno dei router si può dire, in base alle reti direttamente collegate, che:

Tabella delle distanze su R1			Tabella delle distanze su R2			Tabella delle distanze su R3			Tabella delle distanze su R4		
i0	x	0	i1	x	0	i0	y	0	i1	w	0
i1	w	0	i0	y	0	i1	z	0	i6	u	0
			i6	t	0				i0	z	0

Iniziamo a supporre che R1 comunichi a R2 le informazioni di distanza in suo possesso (ovviamente tramite un messaggio con il protocollo RIP). Si può notare che x essendo già presente con lo stesso valore rimane invariato, mentre w non è presente e allora il suo valore dovrà essere riportato aumentato di 1.

Quindi<sup>2</sup>:

Tabella delle distanze su R1			Tabella delle distanze su R2			Tabella delle distanze su R3			Tabella delle distanze su R4		
i0	x	0	i1	x	0	i0	y	0	i1	w	0
i1	w	0	i0	y	0	i1	z	0	i6	u	0
			i6	t	0				i0	z	0
			i1	w	1						

Ora consideriamo gli effetti di una trasmissione di informazioni da R2 ad R3. In R3 non esistono indicazioni relative alla distanza della rete x, t e w. Tutte dovranno essere spostate anche nella tabella di R3 aumentate di 1:

Tabella delle distanze su R1			Tabella delle distanze su R2			Tabella delle distanze su R3			Tabella delle distanze su R4		
i0	x	0	i1	x	0	i0	y	0	i1	w	0
i1	w	0	i0	y	0	i1	z	0	i6	u	0
			i6	t	0	i0	x	1	i0	z	0
			i1	w	1	i0	t	1			
						i0	w	2			

Andiamo ora a vedere gli effetti della comunicazione di R3 verso R4:

Tabella delle distanze su R1			Tabella delle distanze su R2			Tabella delle distanze su R3			Tabella delle distanze su R4		
i0	x	0	i1	x	0	i0	y	0	i1	w	0
i1	w	0	i0	y	0	i1	z	0	i6	u	0
			i6	t	0	i0	x	1	i0	z	0
			i1	w	1	i0	t	1	i0	y	1
						i0	w	2	i0	x	2
									i0	t	2

Consideriamo ora, partendo di nuovo da capo nel considerare gli scambi di informazioni tra routers, di per

<sup>2</sup> Indichiamo col giallo i valori origine (ossia quelli trasmessi), col verde i valori aggiunti nelle tabelle perchè mancanti, con il rosa i valori che sono stati sostituiti dopo una trasmissione perchè inferiori a quelli già presenti e quindi più ottimizzati.

aggiornare le tabelle considerando quindi lo scambio da R4 verso R1:

Tabella delle distanze su R1			Tabella delle distanze su R2			Tabella delle distanze su R3			Tabella delle distanze su R4		
i0	x	0	i1	x	0	i0	y	0	i1	w	0
i1	w	0	i0	y	0	i1	z	0	i6	u	0
i1	z	1	i6	t	0	i0	x	1	i0	z	0
i1	u	1	i1	w	1	i0	t	1	i0	y	1
i1	y	2				i0	w	2	i0	x	2
i1	t	3							i0	t	2

In realtà lo scambio da R2 verso R1 parimenti continui comporta che:

Tabella delle distanze su R1			Tabella delle distanze su R2			Tabella delle distanze su R3			Tabella delle distanze su R4		
i0	x	0	i1	x	0	i0	y	0	i1	w	0
i1	w	0	i0	y	0	i1	z	0	i6	u	0
i1	z	1	i6	t	0	i0	x	1	i0	z	0
i1	u	1	i1	w	1	i0	t	1	i0	y	1
i0	y	1				i0	w	2	i0	x	2
i0	t	1							i0	t	2

Consideriamo ora lo scambio tra R3 e R2:

Tabella delle distanze su R1			Tabella delle distanze su R2			Tabella delle distanze su R3			Tabella delle distanze su R4		
i0	x	0	i1	x	0	i0	y	0	i1	w	0
i1	w	0	i0	y	0	i1	z	0	i6	u	0
i1	z	1	i6	t	0	i0	x	1	i0	z	0
i1	u	1	i1	w	1	i0	t	1	i0	y	1
i0	y	1	i0	z	1	i0	w	2	i0	x	2
i0	t	1							i0	t	2

Consideriamo ora lo scambio tra R4 e R3:

Tabella delle distanze su R1			Tabella delle distanze su R2			Tabella delle distanze su R3			Tabella delle distanze su R4		
i0	x	0	i1	x	0	i0	y	0	i1	w	0
i1	w	0	i0	y	0	i1	z	0	i6	u	0
i1	z	1	i6	t	0	i0	x	1	i0	z	0
i1	u	1	i1	w	1	i0	t	1	i0	y	1
i0	y	1	i0	z	1	i1	w	1	i0	x	2
i0	t	1				i1	u	1	i0	t	2

E quando R3 scambia dati con R2 si ottiene:

Tabella delle distanze su R1			Tabella delle distanze su R2			Tabella delle distanze su R3			Tabella delle distanze su R4		
i0	x	0	i1	x	0	i0	y	0	i1	w	0
i1	w	0	i0	y	0	i1	z	0	i6	u	0

i1	z	1	i6	t	0	i0	x	1	i0	z	0
i1	u	1	i1	w	1	i0	t	1	i0	y	1
i0	y	1	i0	z	1	i1	w	1	i0	x	2
i0	t	1	i0	u	2	i1	u	1	i0	t	2

Infine uno scambio di dati tra R1 e R4 comporta la variazione:

Tabella delle distanze su R1			Tabella delle distanze su R2			Tabella delle distanze su R3			Tabella delle distanze su R4		
i0	x	0	i1	x	0	i0	y	0	i1	w	0
i1	w	0	i0	y	0	i1	z	0	i6	u	0
i1	z	1	i6	t	0	i0	x	1	i0	z	0
i1	u	1	i1	w	1	i0	t	1	i0	y	1
i0	y	1	i0	z	1	i1	w	1	i1	x	1
i0	t	1	i0	u	2	i1	u	1	i0	t	2

Considerando che R1 può scambiare verso R4 il dato di t con costo pari a quello già presente, viene aggiunto come cammino di costo uguale e quindi alternativo e considerando anche che R1 può scambiare verso R2 il dato di u con costo pari a quello già presente, che viene aggiunto come cammino di costo uguale e quindi alternativo:

Tabella delle distanze su R1			Tabella delle distanze su R2			Tabella delle distanze su R3			Tabella delle distanze su R4		
i0	x	0	i1	x	0	i0	y	0	i1	w	0
i1	w	0	i0	y	0	i1	z	0	i6	u	0
i1	z	1	i6	t	0	i0	x	1	i0	z	0
i1	u	1	i1	w	1	i0	t	1	i0	y	1
i0	y	1	i0	z	1	i1	w	1	i1	x	1
i0	t	1	i0	u	2	i1	u	1	i0	t	2
			i1	u	2				i1	t	2

E con questo ultimo aggiustamento siamo arrivati alla configurazione ottenuta anche dai router regolati tramite RIP e l'algoritmo distance vector.

Quindi alla fine delle transazioni le tabelle di instradamento realizzate con l'algoritmo distance vector (considerati costi unitari per ogni ramo ((hop)) risultano:

Tabella delle distanze su R1			Tabella delle distanze su R2			Tabella delle distanze su R3			Tabella delle distanze su R4		
i0	x	0	i1	x	0	i0	y	0	i1	w	0
i1	w	0	i0	y	0	i1	z	0	i6	u	0
i1	z	1	i6	t	0	i0	x	1	i0	z	0
i1	u	1	i1	w	1	i0	t	1	i0	y	1
i0	y	1	i0	z	1	i1	w	1	i1	x	1
i0	t	1	i0	u	2	i1	u	1	i0	t	2
			i1	u	2				i1	t	2

Si controlli e verifichi che le distanze ottenute con lo scambio di dati tra le colonne (rappresentanti i router) sono analoghe a quelle individuate da RIP nel simulatore PT. Si noti che si è raggiunto un punto di stabilità nella disposizione delle distanze in quanto in nessuna colonna manca l'indicazione della distanza verso una delle sottoreti e le distanze sono tutte le minime possibili seguendo le due regole:

- tutti i valori utilizzati per aggiornare devono essere incrementati di 1, in quanto nel trasmettere i dati dal router più prossimo si aumenta di 1 il percorso.
- se la distanza verso una certa sottorete sr manca si inserisce copiando il dato in arrivo (dal router trasmittente)
- se la distanza verso una sottorete sr è inferiore nella indicazione trasmessa, si sostituisce il dato inferiore nella tabella per quella voce

Lo scambio di messaggi RIP è simulabile mettendo il simulatore in simulation mode ed effettuando un power off e on generale, premendo il pulsante Power Cycles Devices, che spegne e riaccende tutti gli apparati dell'intera rete.

Precedentemente però è bene dare il comando di salvataggio dei settaggi dei router ossia: `Rx#write` per evitare di perdere tutti, o gran parte, dei settaggi del router stesso.

## **Il protocollo RIP**

Analizziamo ora grazie a PT alcuni dettagli operativi del protocollo RIP già peraltro riportati dal libro di testo.

Innanzitutto si può notare che lo scambio di pacchetti tra i router legati a tale protocollo avviene utilizzando il protocollo di trasporto UDP. Quindi i pacchetti RIP

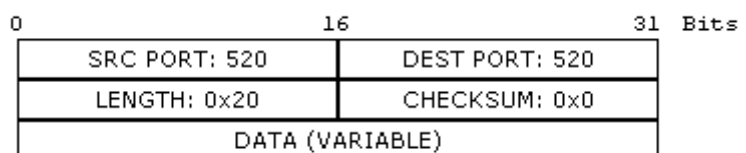
vengono portati da pacchetti del protocollo UDP. Questo fa definire talora RIP un protocollo a livello applicazione. La porta per le comunicazioni via UDP è sempre la stessa, vale a dire la 520, sia per la trasmissione dei dati che per la ricezione.

Analizzando un pacchetto RIP emesso da uno dei router nella sua attività di scambio delle informazioni con gli altri router, ci possiamo accorgere delle proprietà anzidette (tasto destro sul pacchetto RIP e tab PDU details).

Un'altra delle cose che c'è da notare e conferma quanto già descritto nelle descrizioni teoriche è che il pacchetto

viene indirizzato ad un indirizzo multicast standardizzato, che è 224.0.0.9<sup>3</sup> (vd. figura a lato)

### UDP



### RIP v.2

#### **In Layers**

Layer 7: RIP Version: 2, Command: 1	Qu
Layer 6	La
Layer 5	La
Layer 4: UDP Src Port: 520, Dst Port: 520	La
Layer 3: IP Header Src. IP: 172.16.1.10, Dest. IP: 224.0.0.9	La
Layer 2: Ethernet II Header 0090.2B1A.B952 >> 0100.5E00.0009	La
Layer 1: Port FastEthernet1/0	La

1. The router receives a RIP REQUEST.
2. After checking via auto-summary and split-h for the RIP RESPONSE. The router drops the p

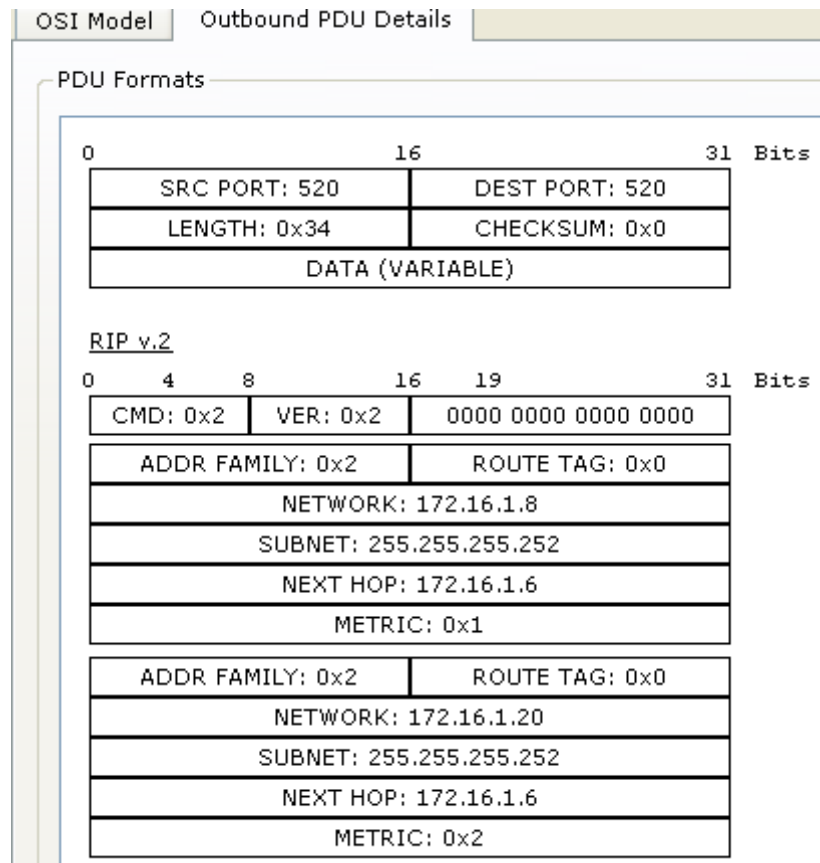
<sup>3</sup> Si consulti la seguente pagina di Wikipedia sugli indirizzi multicast standard: [http://en.wikipedia.org/wiki/Multicast\\_address](http://en.wikipedia.org/wiki/Multicast_address)



In alcuni casi il pacchetto RIP viene inviato per richiedere informazioni. In questo caso PT ci indica tale pacchetto con sigle come RIPREQUEST. Se inviato ad un comune PC, esso viene inevitabilmente droppato, in quanto il PC non contiene informazioni di routing. I pacchetti si distinguono sostanzialmente tra pacchetti di richiesta di informazioni ad altri router e pacchetti di risposta. Quelli di richiesta sono individuabili dal codice CMD 1 e dal fatto che usualmente contengono campi con valori di default (tutti 0).

Nei pacchetti di risposta il campo CMD ha valore 2 e di solito i pacchetti di risposta di RIP trasportano informazioni utili alla comunicazione

dei dati di rete e quindi per l'instradamento. Nell'esempio qui a lato il router R3 stà inviando un pacchetto di risposta verso R2 contenente informazioni sulle reti 172.16.1.8 / 30 e 172.16.1.20 /30, non confinanti con R2 e quindi ad esso sconosciute. Relativamente alla posizione di R3, o meglio della interfaccia che emette l'informazione, vengono poi fornite anche informazioni di distanza delle sue sottoreti, vale a dire 1 hop per la sottorete 172.16.1.8 /30 confinante con R3 e 2 hop per la sottorete 172.16.1.20 /30 più distante. L'informazione relativamente a



172.16.1.20 / 30 si noti è pervenuta a R3 in precedenza, sempre tramite RIP, inviata da R4, unico router confinante con tale rete.

Il campo METRIC dei pacchetti RIP indica quindi la distanza dalla sottorete in questione. Specifica inoltre il libro di testo che ogni pacchetto RIP all'occorrenza può portare fino a 25 informazioni di questo tipo.

In questo modo pian piano i vari router completano le loro tabelle di instradamento per qualunque sottorete sia presente nella rete di router gestita tramite RIP.

Successivamente i messaggi di richiesta RIP vengono spediti ogni 30 secondi. Questo ha lo scopo di verificare in modo dinamico eventuali variazioni delle condizioni della rete (ad esempio distacco di un link, inserimento di nuovi link o router). In questo modo RIP permette di riadattare le tabelle di instradamento a seconda della nuova configurazione. Inviata una richiesta se un router non risponde per 180 secondi, il router viene considerato guasto o spento dal router richiedente, che regola in tal caso opportunamente le sue regole di instradamento, indicando con un valore maggiore di 15 hop le reti eventualmente non più raggiungibili. Si ricorda infatti che il protocollo RIP prevede una distanza massima (diametro della rete controllata) tra tutti i router della rete di 15 hop.