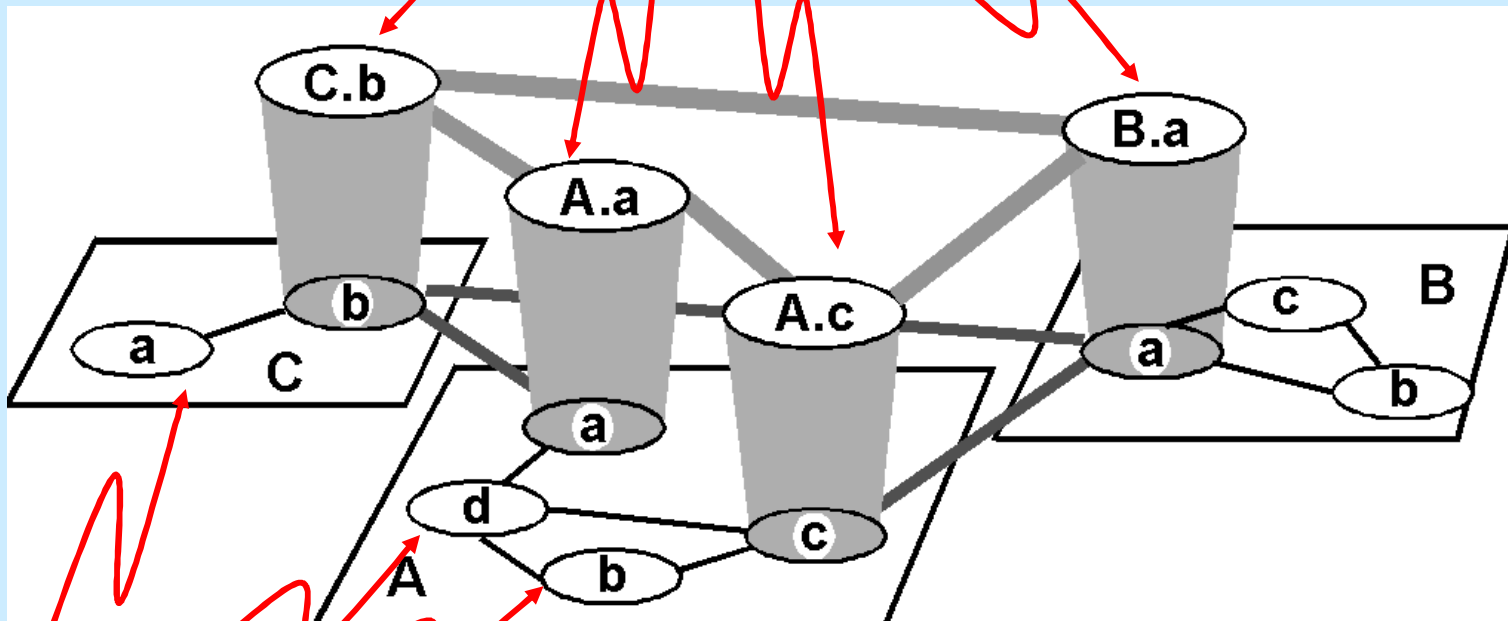

Internetworking

Parte III

Internet Routing

Intra-AS border (exterior gateway) routers



Inter-AS interior (gateway) routers

Routing Dinamico

- Protocolli di Routing IGP
 - RIP
 - OSPF
 - IS-IS, IGRP, EIGRP
- Protocolli di Routing EGP
 - BGP

Caratteristiche generali del RIP - 1

- Il RIP è un protocollo di routing dinamico di tipo IGP
 - **RIP v1** IETF RFC 1058 (STD56)
 - **RIP v2** IETF RFC 1723
- Esso stabilisce le modalità di scambio delle informazioni di instradamento relative alla *raggiungibilità di host e di reti IP*. Si basa sull'algoritmo **Bellmann-Ford** (o **Distance Vector**)

La **metrica migliore** è descritta dalla formula:

$$D(i, j) = \min_k [d(i, k) + D(k, j)]$$

dove k sono i nodi adiacenti al nodo i

- Le informazioni scambiate vengono usate dai router o dagli host per costruire o mantenere aggiornata la **Tabella di Routing**

Caratteristiche generali del RIP - 2

- Il router RIP è un apparato che, tramite l'omonimo protocollo, riceve ed invia informazioni di raggiungibilità per calcolare mediante l'algoritmo Distance Vector la tabella di routing (**Routing Database**)
- Nel Routing Database è presente una entry per ogni possibile destinazione. Un'implementazione reale deve conservare le seguenti informazioni per ogni destinazione
 - **Address**: indirizzo IP dell'host o della rete di destinazione
 - **Gateway**: indirizzo IP del primo gateway lungo il percorso verso la destinazione
 - **Interface**: rete fisica da utilizzare per raggiungere il primo gateway
 - **Metric**: numero che indica la distanza della destinazione
 - **Timer**: tempo trascorso dall'ultimo aggiornamento

Esempio

```
2503b#show ip route
```

```
R 192.168.64.0/24 [120/1] via 192.168.2.9, 00:00:05, Serial1
```

Caratteristiche generali del RIP - 3

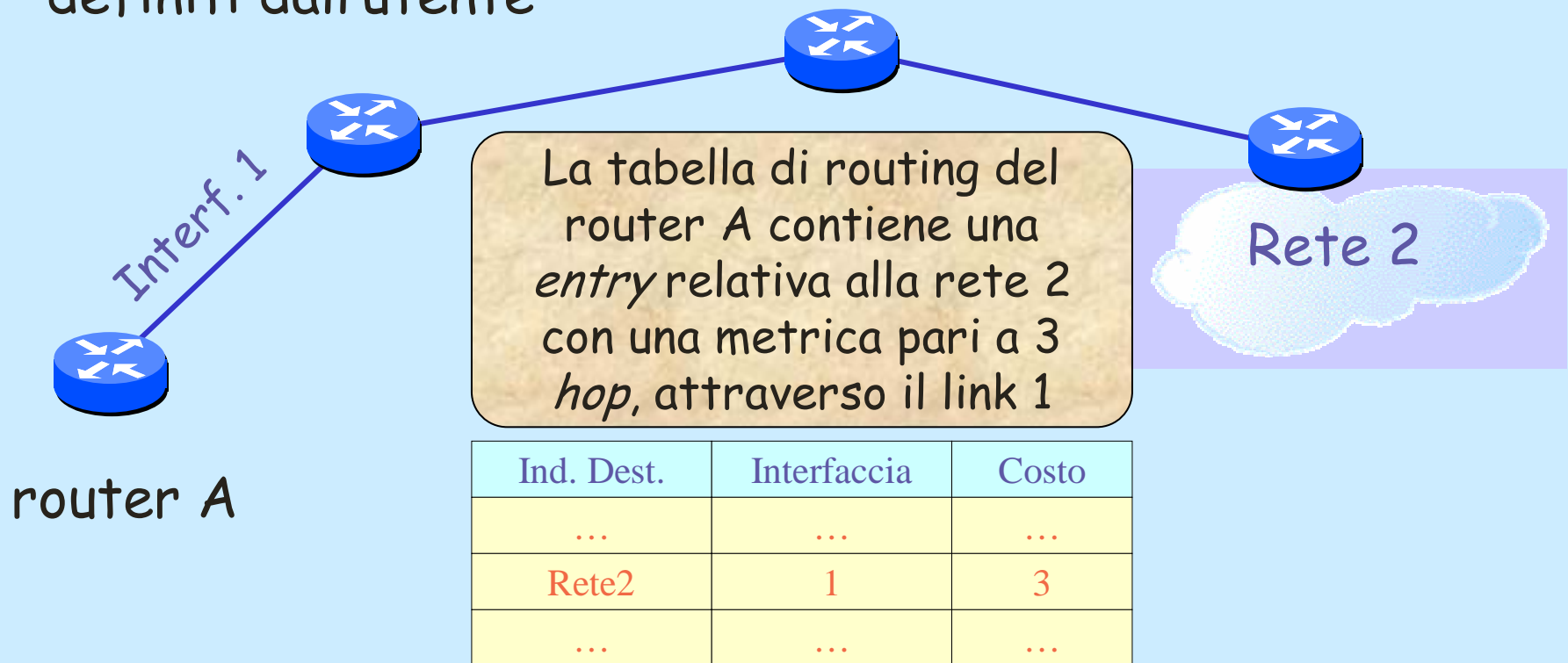
- Il protocollo RIP prevede, in condizioni di stabilità, l'invio di messaggi di **Routing Update** ogni 30s.
- Inoltre, i messaggi di routing update vengono inviati quando si verificano cambiamenti della topologia della rete (Triggered Update)
- I Distance Vector, contenuti nei messaggi di **Routing Update** ricevuti da un router, sono trattati dal processo di routing rip che utilizza le informazioni in essi trasportate per calcolare il miglior cammino verso ogni destinazione

Caratteristiche generali del RIP - 4

- Per ogni destinazione un messaggio di routing update contiene
 - L'identificativo della destinazione
 - La metrica, che rappresenta la distanza di tale destinazione dal router che invia il routing update
- La distanza viene misurata in **hop**
- Ogni rete attraversata per raggiungere la destinazione corrisponde ad un hop
 - La distanza è compresa fra 1 e 15
 - Il valore 16 indica che la rete è irraggiungibile
- I messaggi RIP sono "imbustati" in messaggi **UDP** utilizzando la porta **520**

La metrica del RIP

- La metrica di costo considerata dal RIP è basata su *hop count* (conteggio del numero di router da attraversare)
- Il RIP non prevede la possibilità di considerare metriche che tengano conto della velocità dei link oppure di costi definiti dall'utente



Incapsulamento e trasporto dei Messaggi RIP

I messaggi RIP
vengono trasportati
dall'UDP sulla
well-known port 520

Source port 520 (0x0208)	Destin. port 520 (0x0208)
Message length	Checksum

32 bit

8 byte

UDP header

RIP message

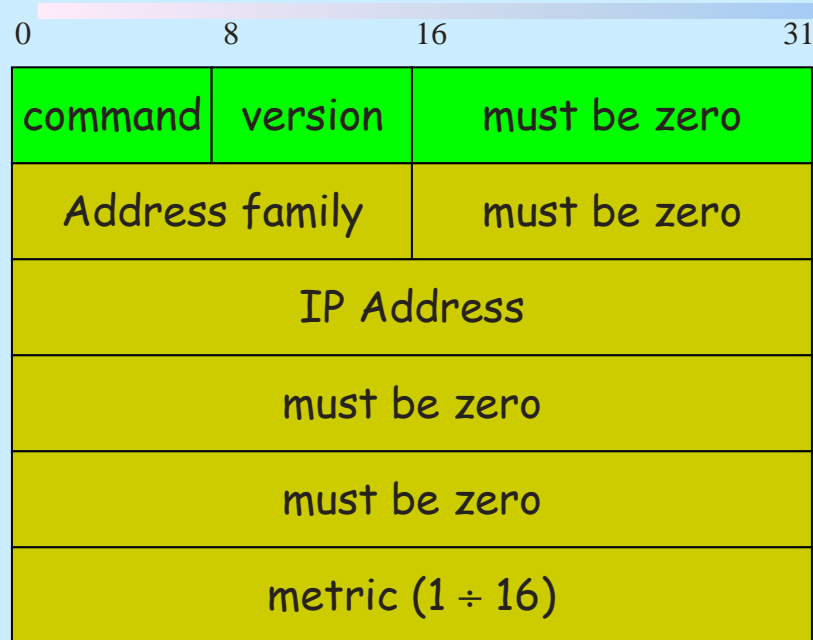
20 byte

IP header

UDP PDU

IP Datagram

Formato dei messaggi RIP



Routing Update Entry (20 Byte)

La lunghezza massima prevista dallo standard per un messaggio RIP è 512 byte

Un messaggio RIP di routing update contiene al massimo **25** routing update entry

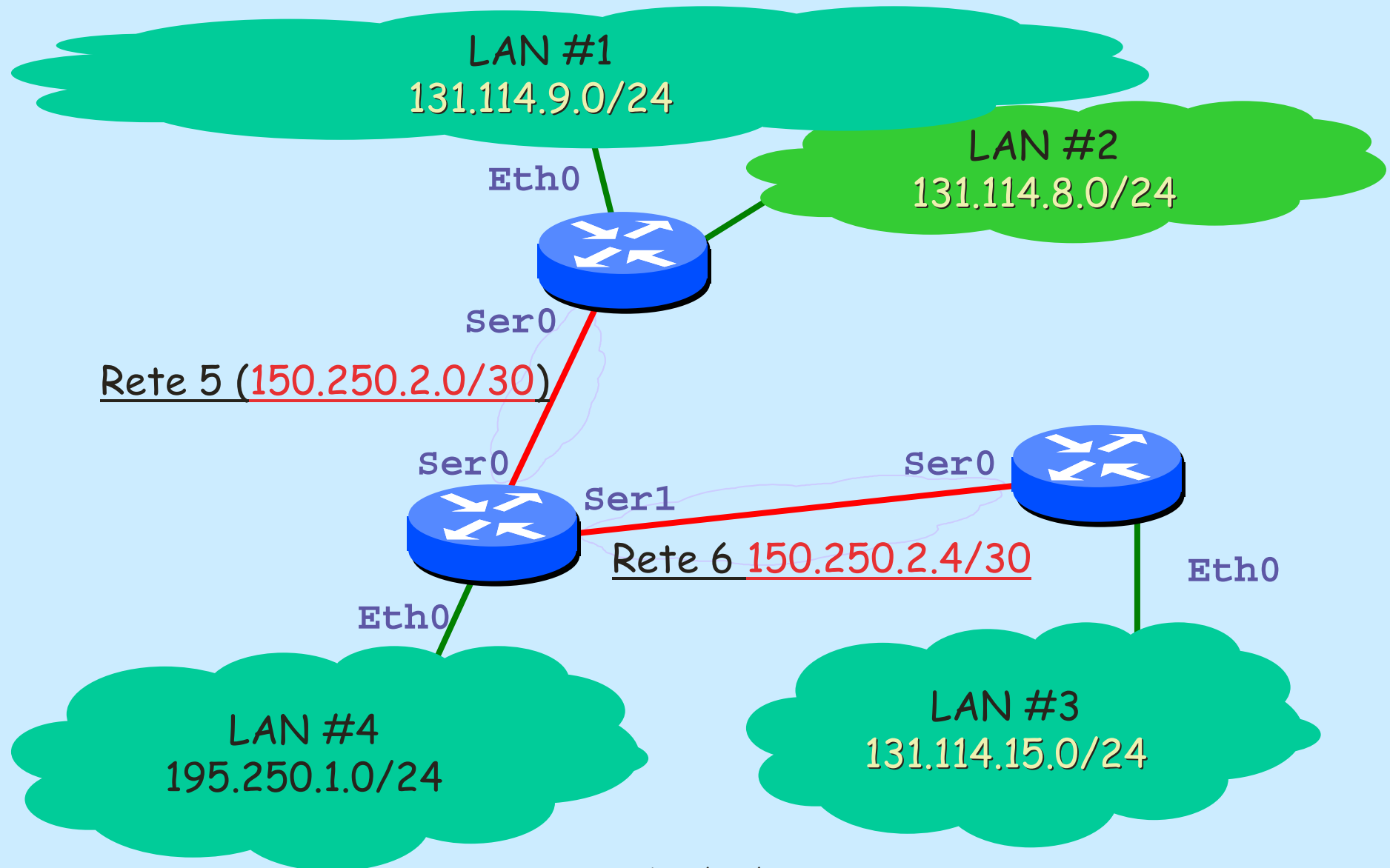
32 bit

Command (1 Byte)	1: Request	2: Response (Reply)
Version (1 Byte)	1: RIP	2: RIPv2
Address Family (2 Byte)		
Identifier	2 per Indirizzi IP	
Destination Address (14 Byte)	Indirizzo di un router o di una rete	
Metric (1 Byte)	Hop Count per raggiungere la destinazione indicato	

Limitazioni del RIP: Indirizzi e Subnet

- Non è possibile inviare nei messaggi di routing update insieme all'indirizzo della rete di destinazione la netmask associata
- E' possibile utilizzare prefissi più lunghi di quelli naturali a condizione che:
 - Tutti i prefissi derivati dallo stesso prefisso naturale abbiano la **stessa lunghezza**
 - Le LIS identificate da prefissi derivati dallo stesso prefisso naturale costituiscano un **insieme di reti connesso**

Limitazioni del RIP: Indirizzi e Subnet- Esempio



Il processo di routing (Condizioni normali)

1. Inizializzazione

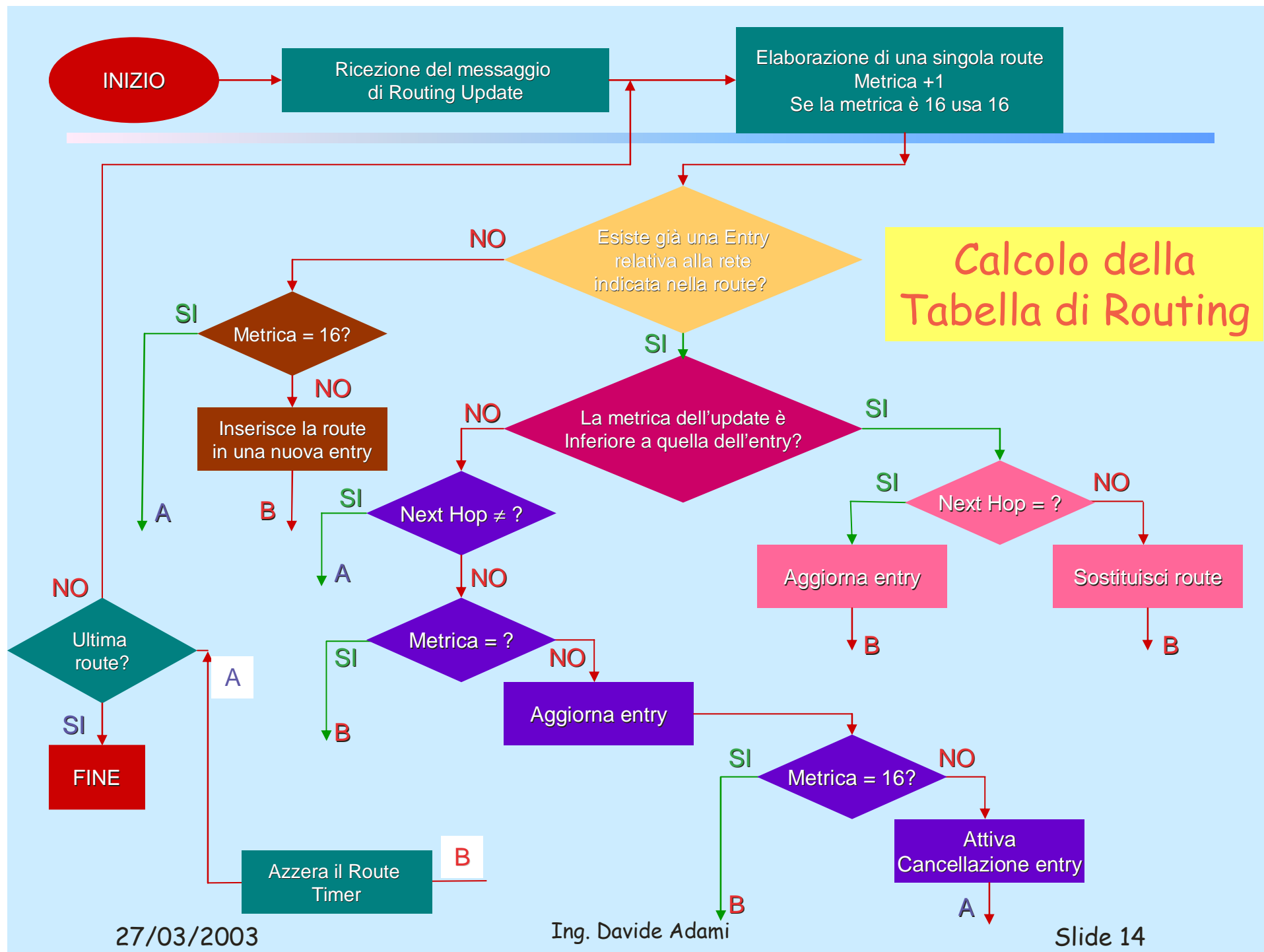
- All'avvio il demone che gestisce il RIP esamina tutte le interfacce di rete collegate al router e crea una entry nella tabella di routing per ogni rete direttamente connessa alle interfacce attive

2. Invio di un messaggio di routing update

- Viene inviato un messaggio di routing update contenente informazioni su tutte le entry presenti nella tabella di routing attraverso tutte le interfacce del router utilizzando la modalità di funzionamento *broadcast* (indirizzo di destinazione 255.255.255.255)

3. Ricezione ed elaborazione dei messaggi di routing update

- La tabella di routing viene aggiornata in base ai messaggi di routing update ricevuti dai router vicini
- L'aggiornamento può consistere nell'inserimento di nuove *entry* e nella modifica o nell'eliminazione di *entry* esistenti



I Timer (RFC 1058)

1. Update Timer (30 s)

- Indica l'intervallo di tempo con cui vengono periodicamente inviati i routing update

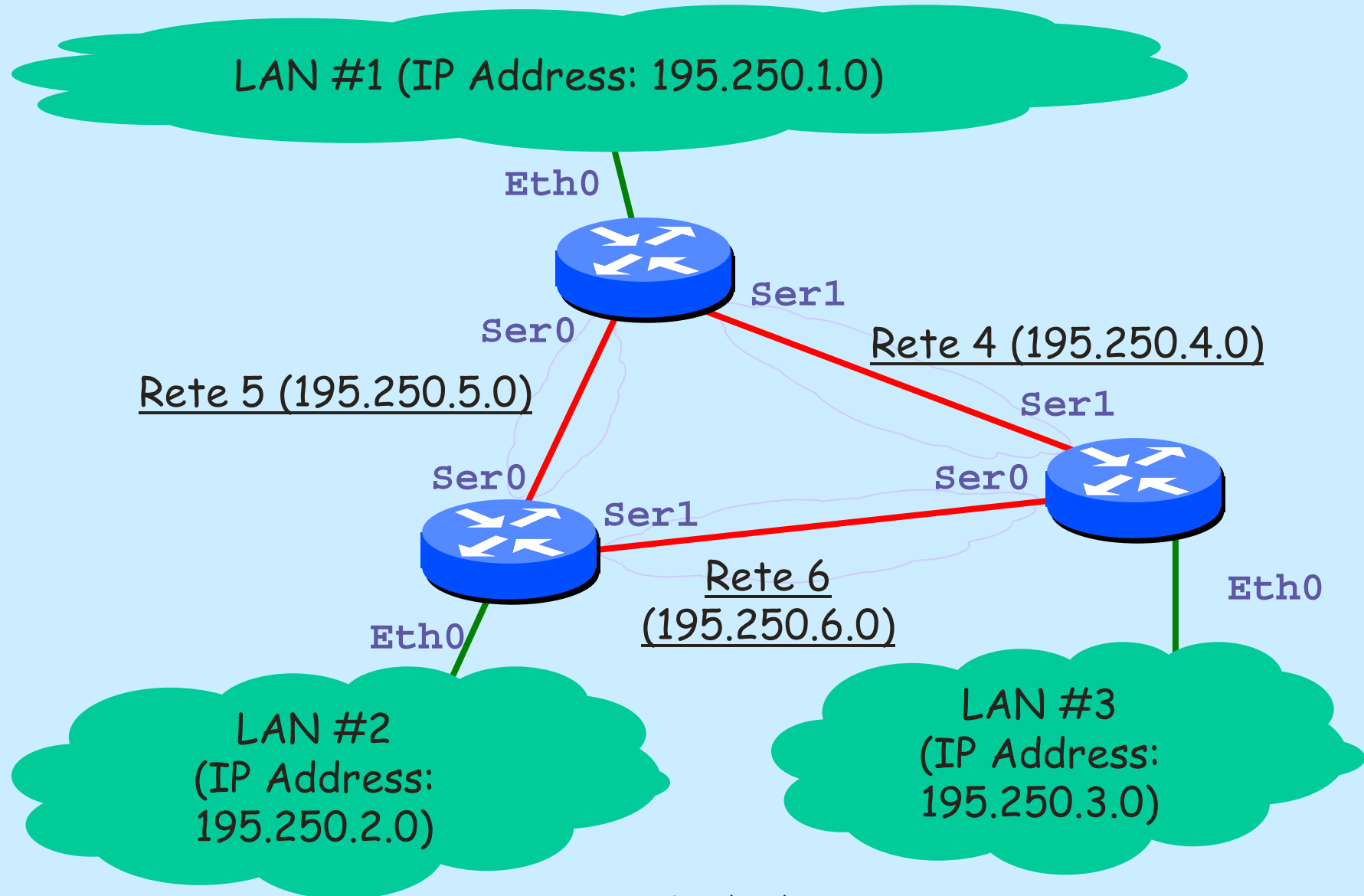
2. Timeout (180 s)

- Indica il tempo massimo per cui una entry della tabella di routing è considerata valida se non vengono ricevuti routing update che la confermano. Quando scade, la route non è più valida e viene attivato il processo di cancellazione della entry

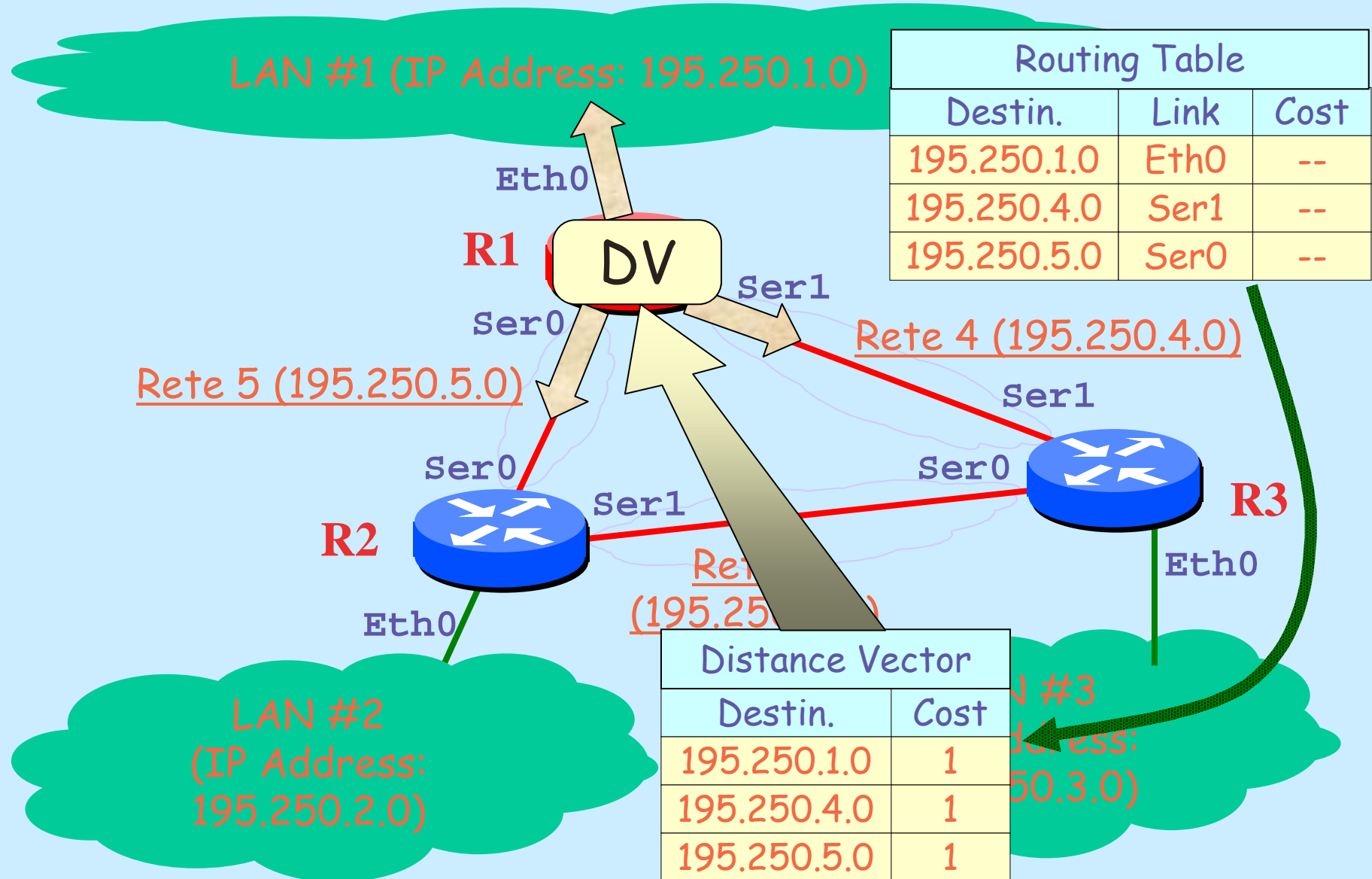
3. Garbage Collection Timer (120 s)

- Tempo atteso dal processo di cancellazione per rimuovere la entry dalla tabella di routing. Durante questo periodo il router inserisce negli annunci la route con distanza 16

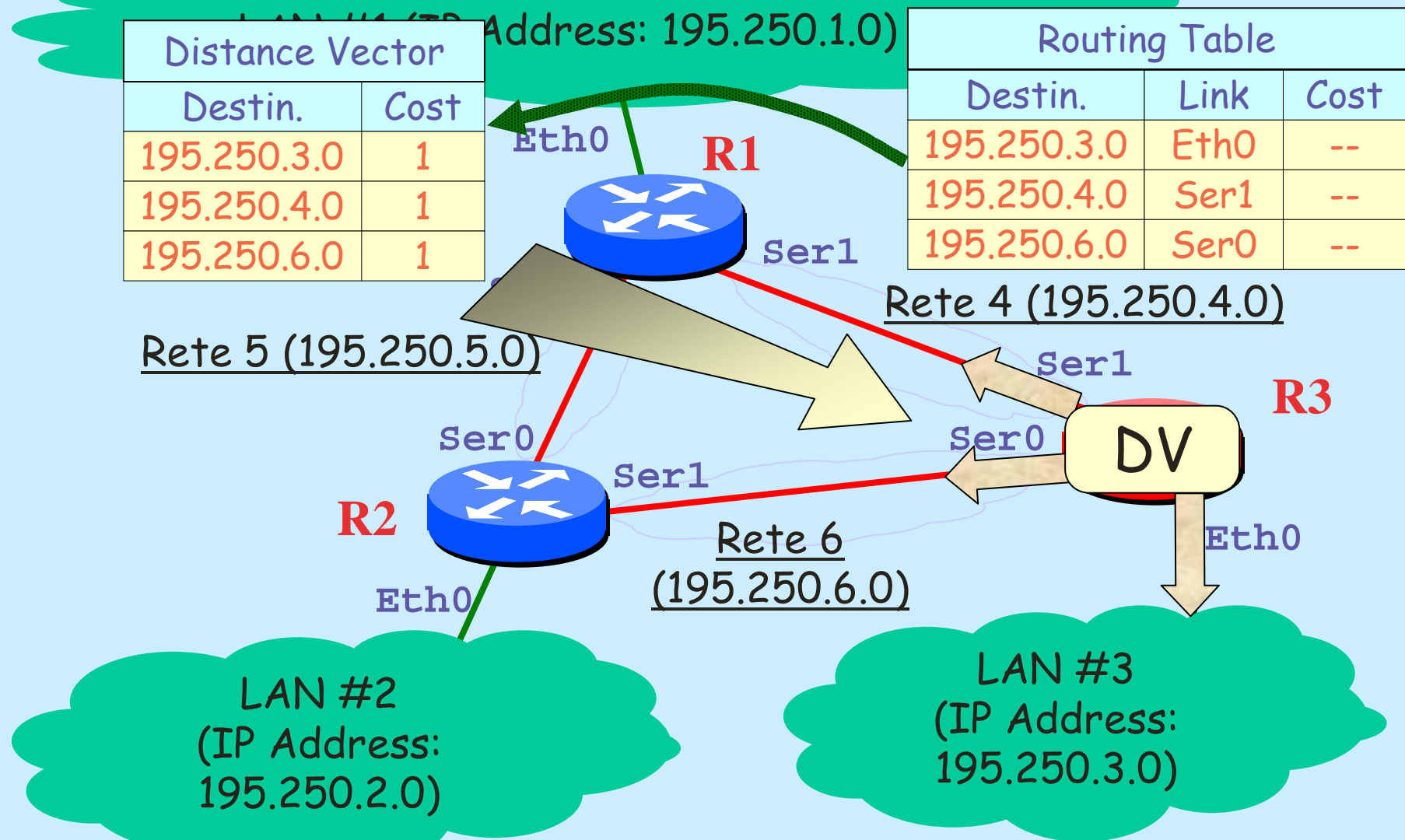
Esempio - Topologia di riferimento



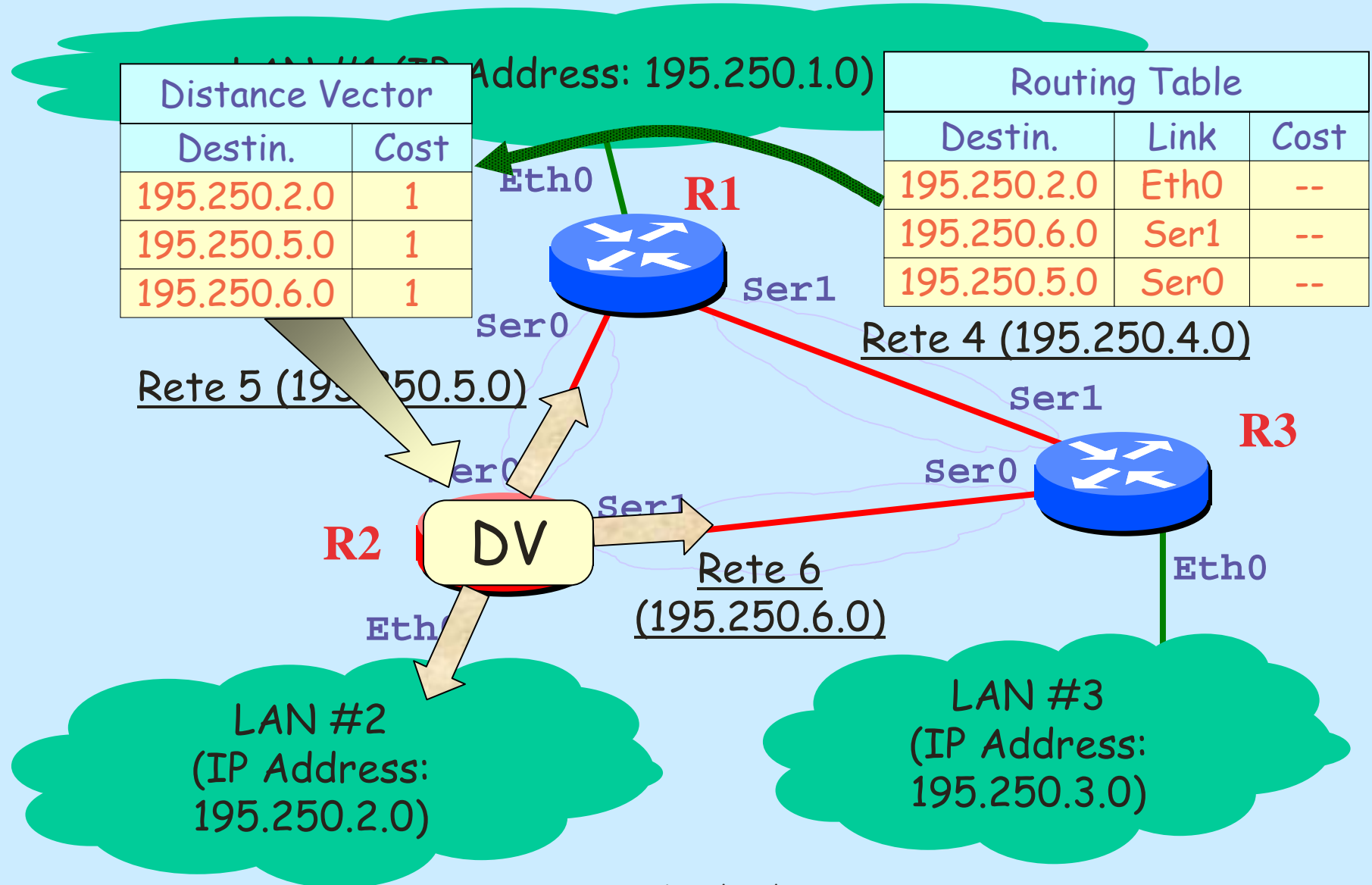
Esempio - Primo router



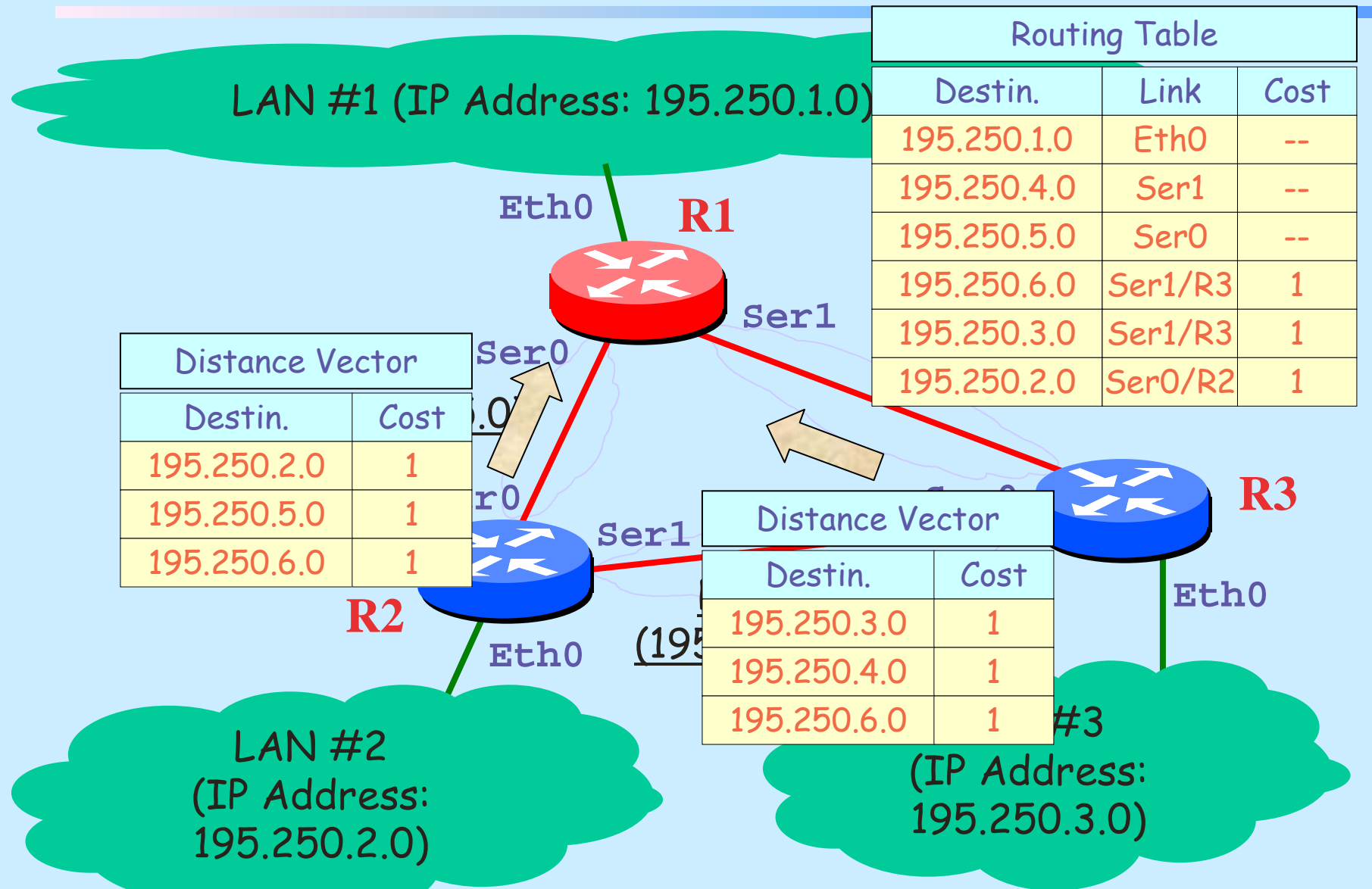
Esempio - Secondo router



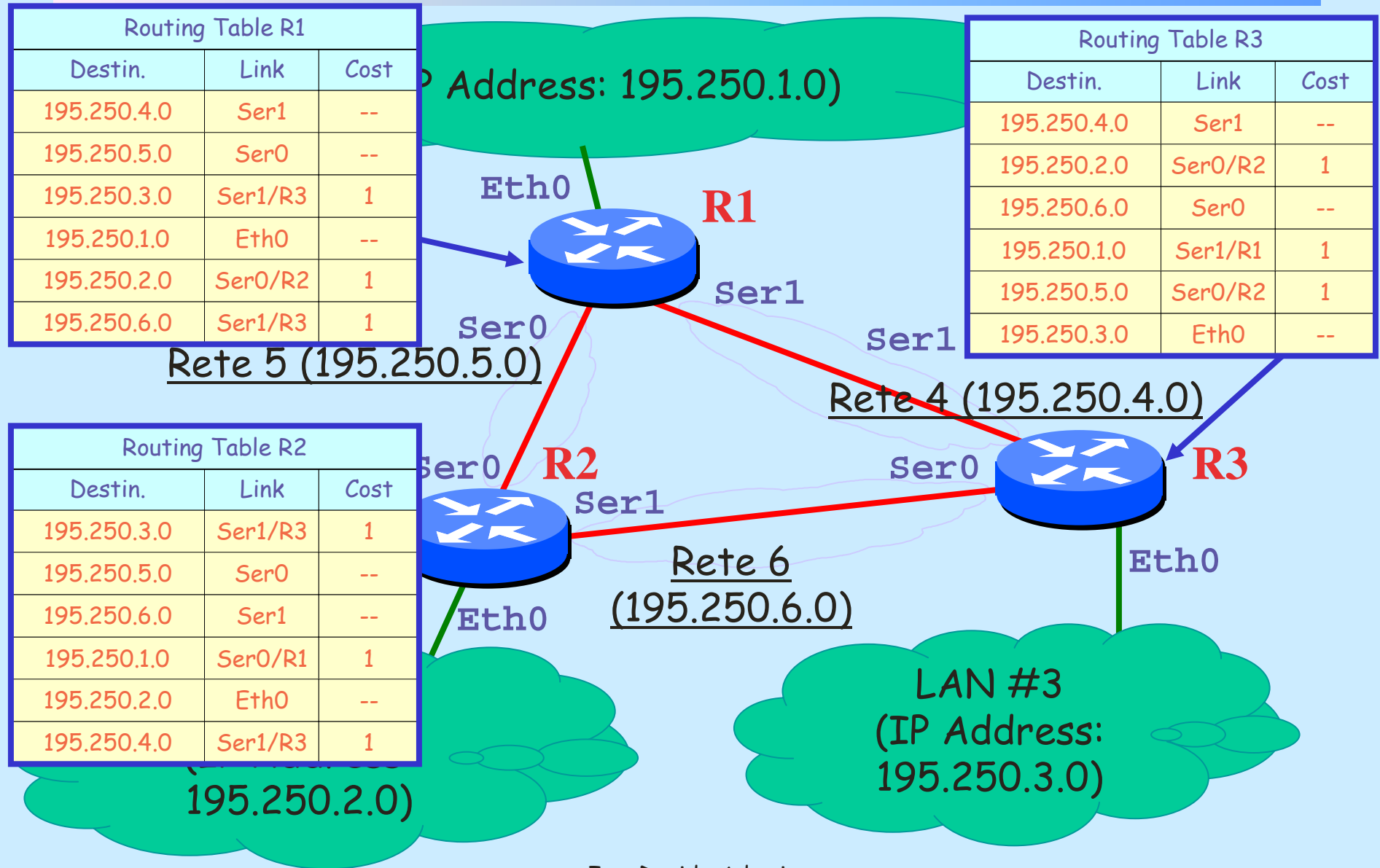
Esempio - Terzo router



Esempio - Ricezione *distance vector*



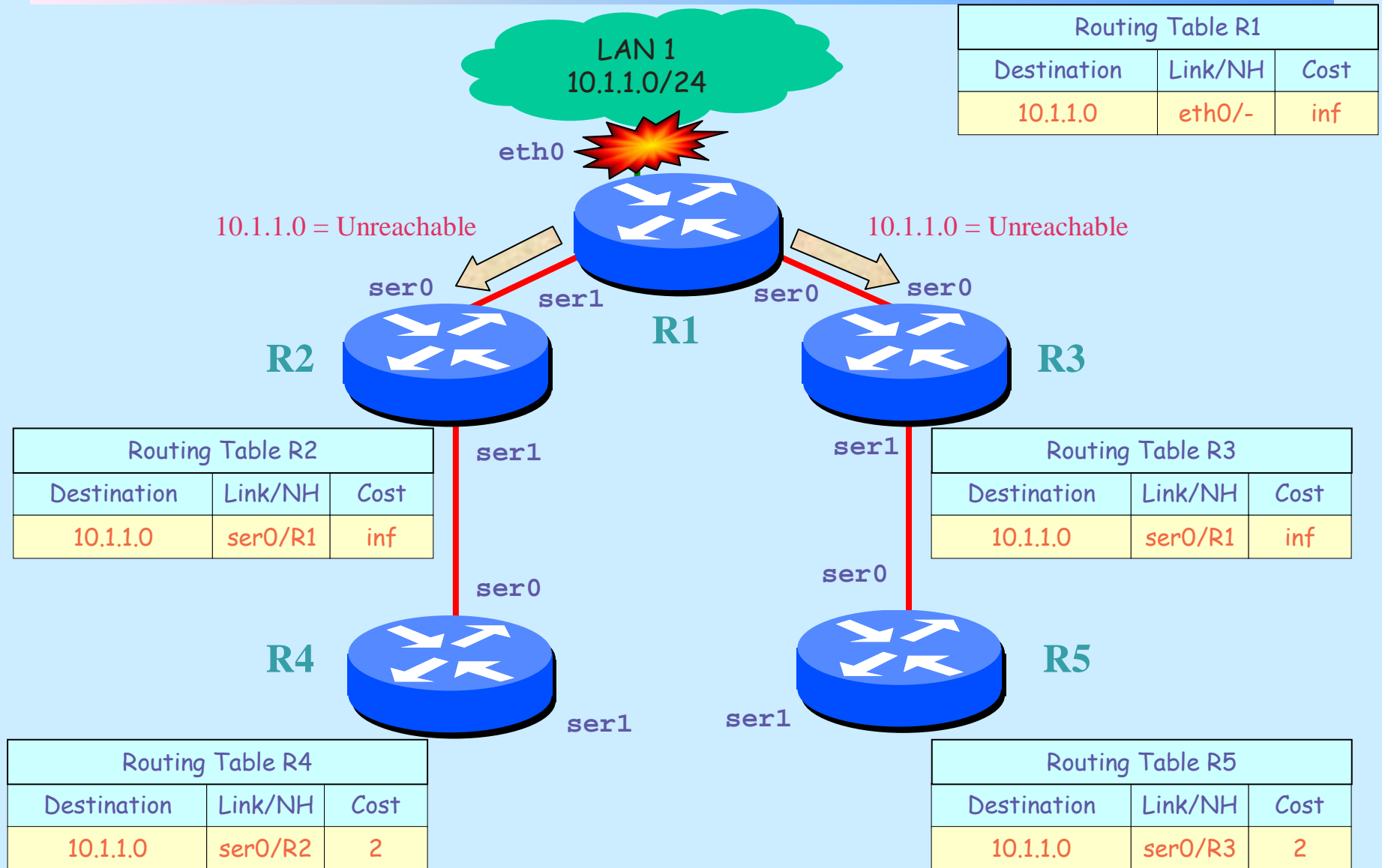
Esempio - Situazione finale



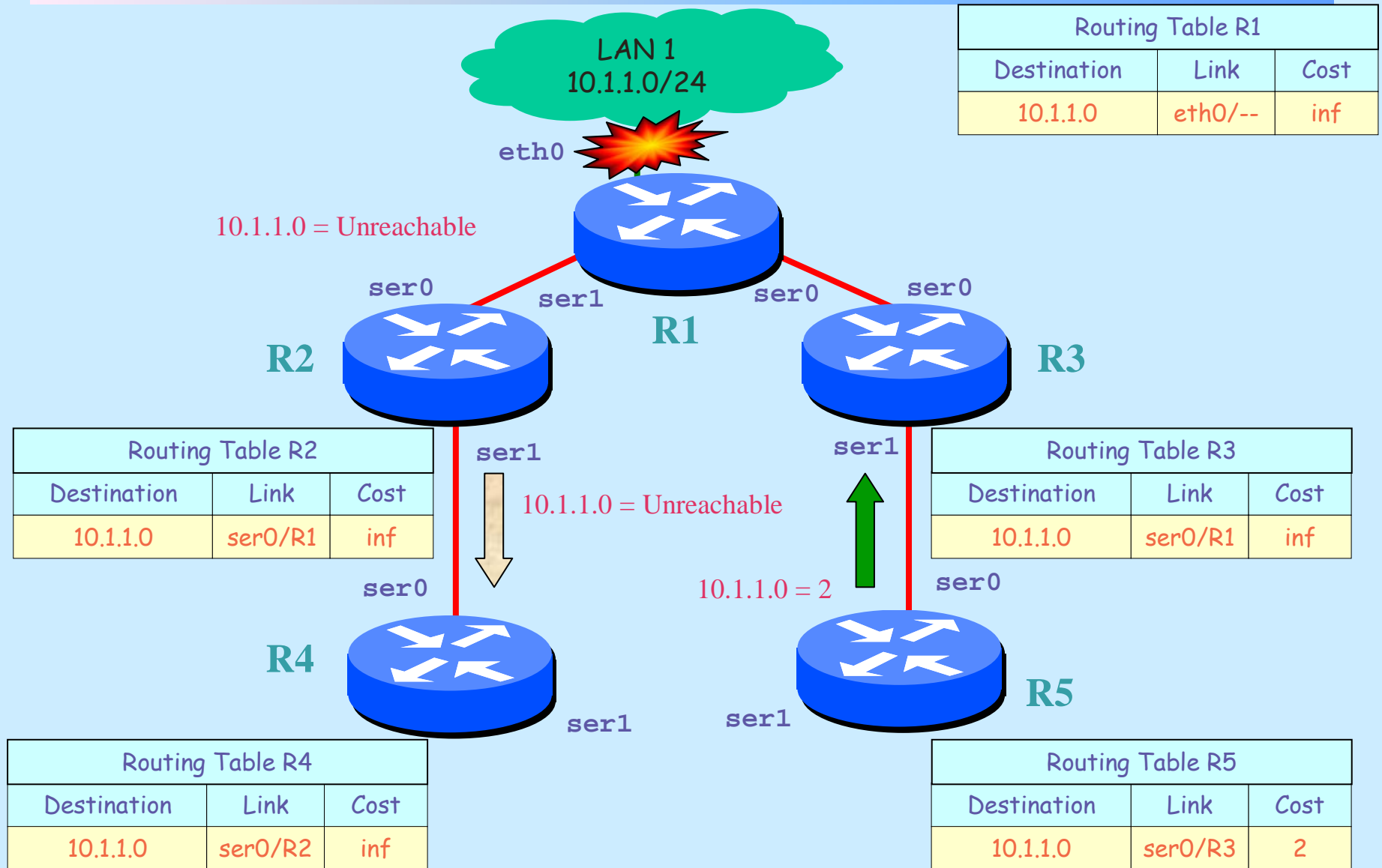
Cambiamenti topologici e convergenza del routing

- **Convergenza lenta**
 - ✓ Ritardo dovuto al processing hop-by-hop
 - ✓ Ritardo dovuto alla propagazione dei routing update
 - ✓ **Soluzione:** triggered update
- **Vulnerabilità ai routing loop**
 - ✓ Un pacchetto viene ciclicamente passato attraverso gli stessi router
 - ✓ Routing loop **transitori**: possono verificarsi in seguito a cambiamenti topologici
 - ✓ Routing loop **permanenti**: si verificano in seguito a errori di configurazione
 - ✓ **Soluzioni:** split horizon with poisoned reverse, distanza infinita

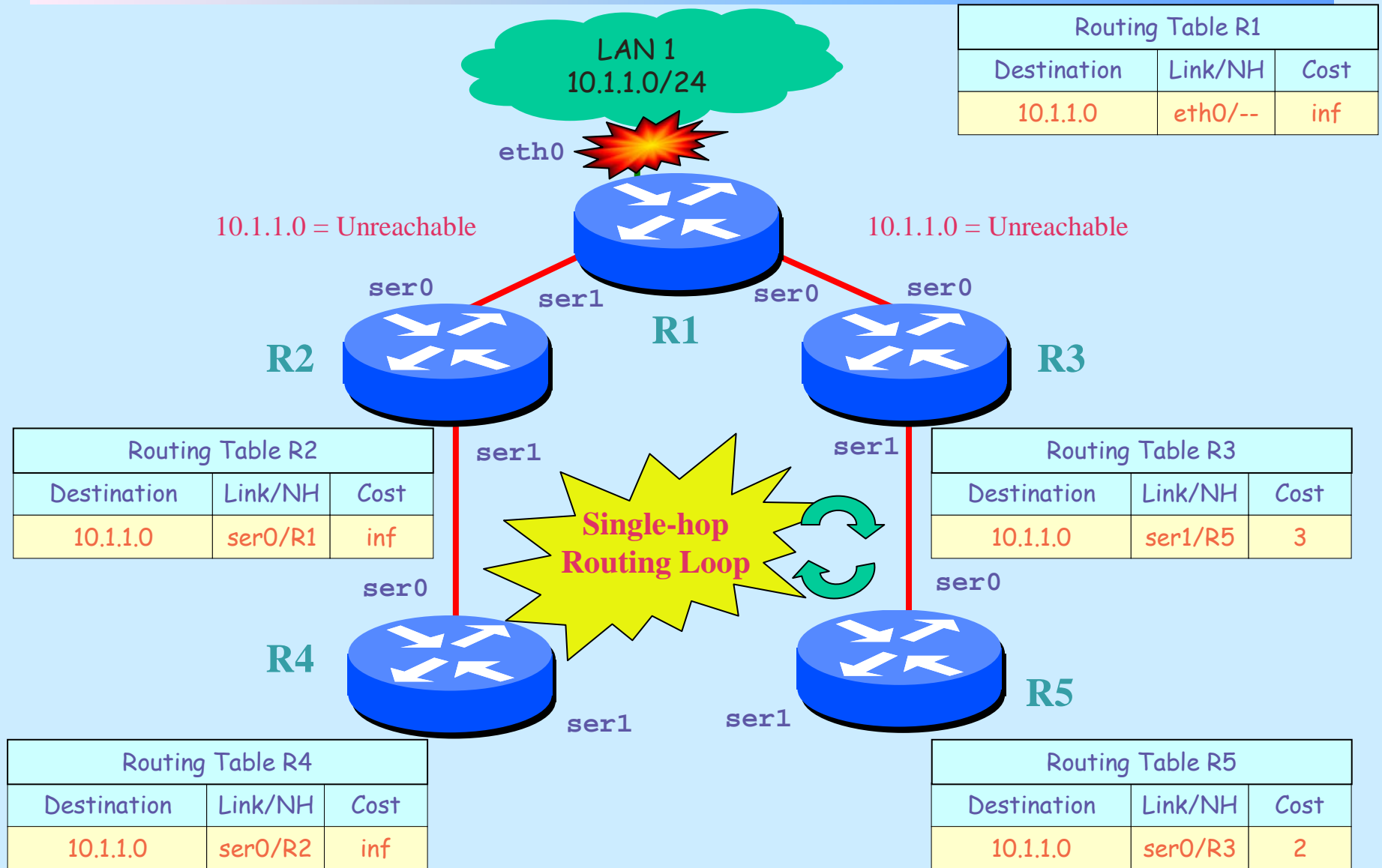
Count to infinity Problem (Single Hop) - 1



Count to infinity Problem (Single Hop) - 2



Count to infinity Problem (Single hop) - 3



Convergenza lenta

- La convergenza lenta provoca in alcuni casi Routing Loop. Nell'esempio precedente si verifica un single-hop routing loop perché i router annunciano le proprie route "all'indietro" verso le sorgenti dalle quali le hanno apprese
- Per ridurre gli effetti della convergenza lenta e prevenire Routing Loop il RIP prevede 4 meccanismi:
 - Split Horizon
 - Split Horizon with Poisoned Reverse
 - Triggered Updates
 - Hold Down Timer

Split Horizon

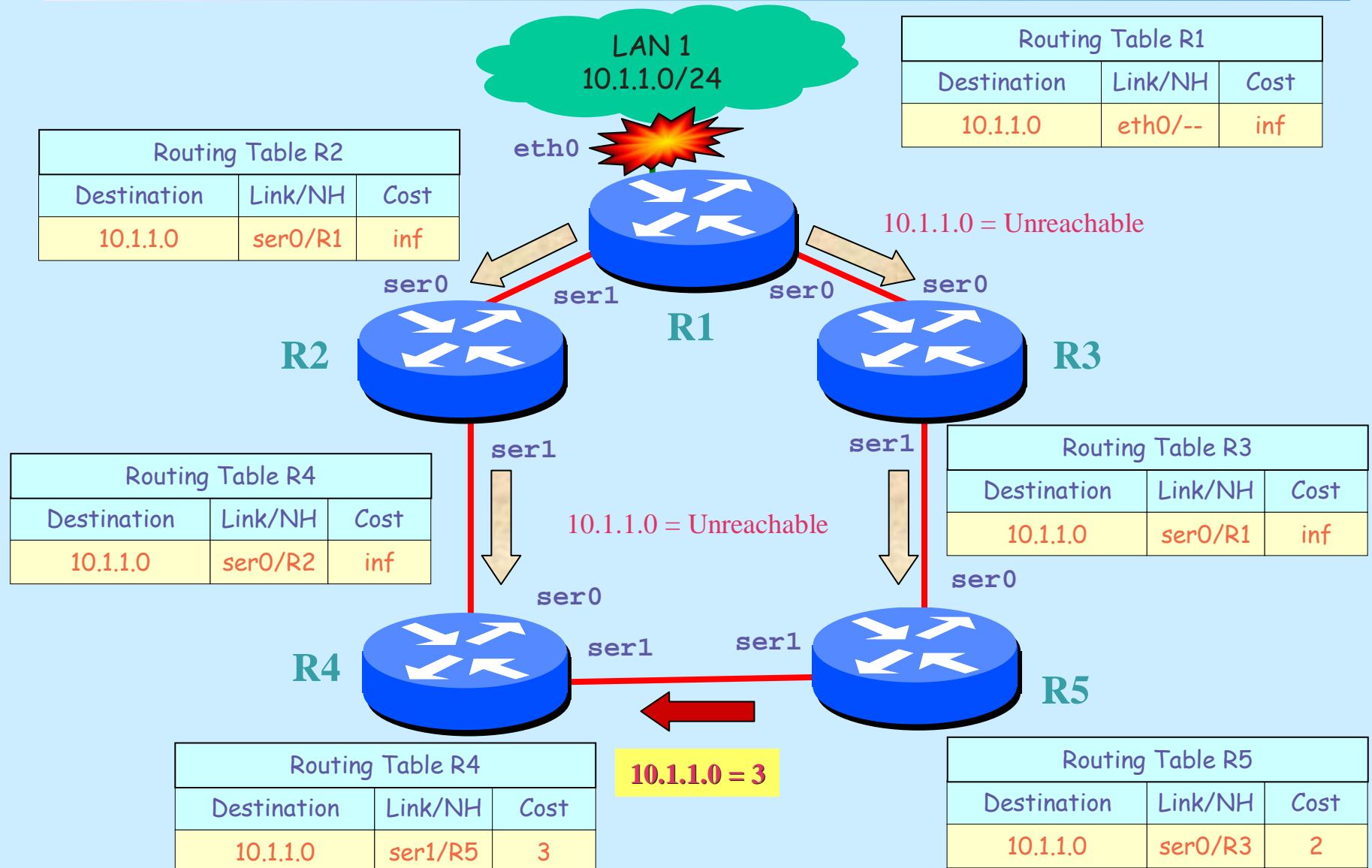
- *split horizon*

- consiste nel **non includere** negli aggiornamenti inviati verso un **router adiacente** (neighbour router) le **informazioni di raggiungibilità apprese da quello stesso router**. Pertanto una route non viene annunciata attraverso un'interfaccia dalla quale è stata appresa
- la convergenza delle tabelle diventa in questo modo molto più rapida e si riduce anche il volume di informazioni che circolano nella rete
- consente di prevenire routing loop di tipo "**single-hop**". Tuttavia, se la topologia fisica della rete presenta dei loop lo split horizon non assicura l'assenza di routing loop

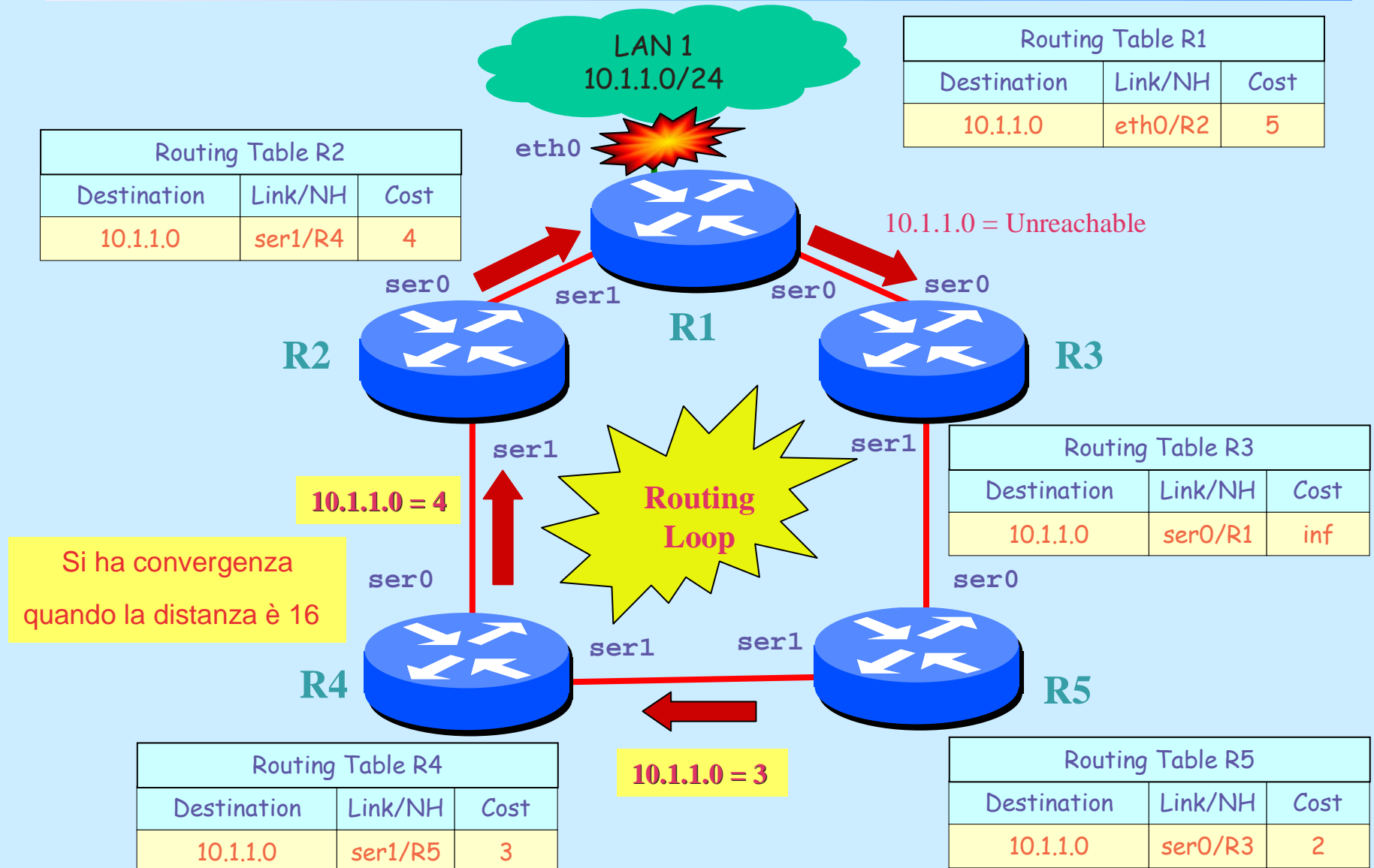
Split horizon with poisoned reverse

- *Split horizon with poisoned reverse*
 - le route vengono annunciate a metrica 16 (*infinity*) sulla rete su cui si trova il loro Next Hop, se apprese da esso.
- *Triggered update*
 - quando si verificano cambiamenti nella tabella di routing, i routing update vengono inviati senza attendere lo scadere del routing update timer.

Count to infinity Problem (Physical Loop) - 1

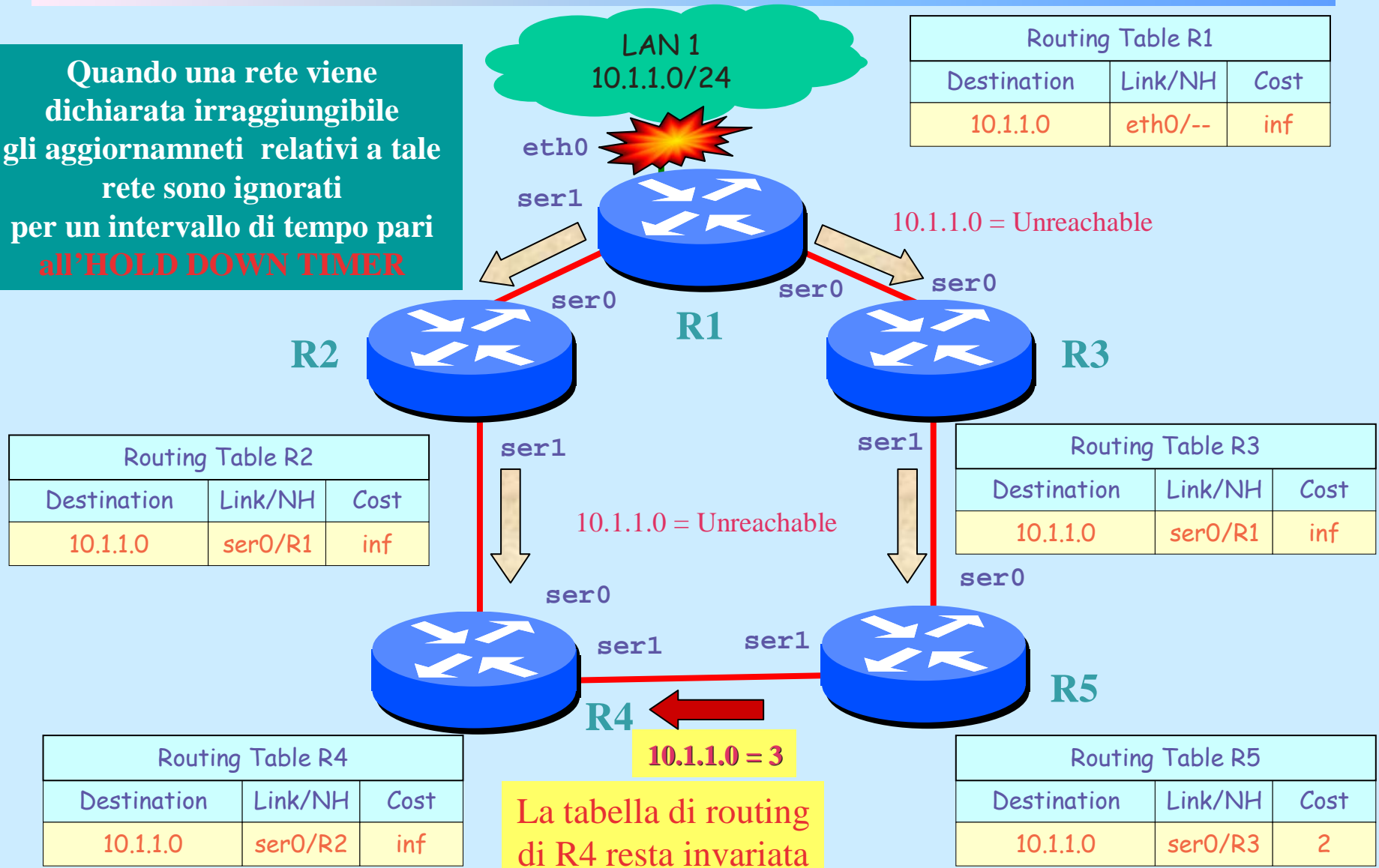


Count to infinity Problem (Physical Loop) - 2



Hold Down Timer

Quando una rete viene dichiarata irraggiungibile gli aggiornamenti relativi a tale rete sono ignorati per un intervallo di tempo pari all'**HOLD DOWN TIMER**



Configurazione di router RIP

- Informazioni necessarie
 - Indirizzi IP delle Reti direttamente connesse
 - Versione del RIP da gestire
- Informazioni opzionali
 - Split horizon/Poisoned Reverse: per migliorare la convergenza della rete in seguito a cambiamenti topologici
 - Modifica dei timers
 - Update Timer: 30s
 - Invalid Timer: 180s
 - Hold-down Timer: 180s
 - Flush Timer: 240s

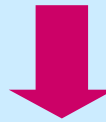
Mancata ricezione di un routing update (RFC 1058)

Timeout



180 s

- Imposta la route al valore 16
- Fa partire il Garbage Collection Timer
- Annuncia la route con metrica 16

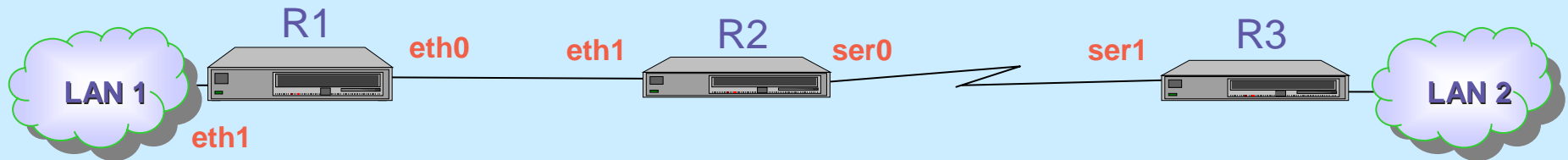


120 s

- Cancella la entry dalla tabella di routing

- **Timeout**, denominato **route timer** o **invalid timer**
 - Tempo massimo per cui una entry è considerata valida
- **Garbage collection timer** o **holddown timer**,
 - Periodo in cui una route non valida viene annunciata con metrica 16
 - Tempo atteso per la rimozione della entry

Guasto e router Cisco



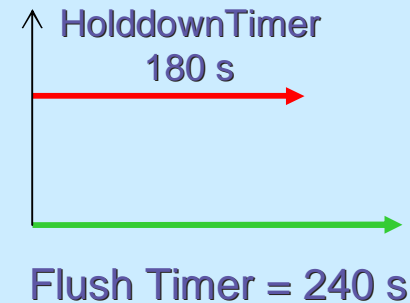
Guasto eth1 di R1

1. R1 rivela il guasto e invia un TRIGGERED UPDATE con net1 = 16 e mette la entry in HOLDDOWN
2. R2 riceve il routing update (net1 = 16), mette la entry in HOLDDOWN e annuncia net1 = 16.
3. R3 riceve il routing update (net1 = 16) e mette la entry in HOLDDOWN

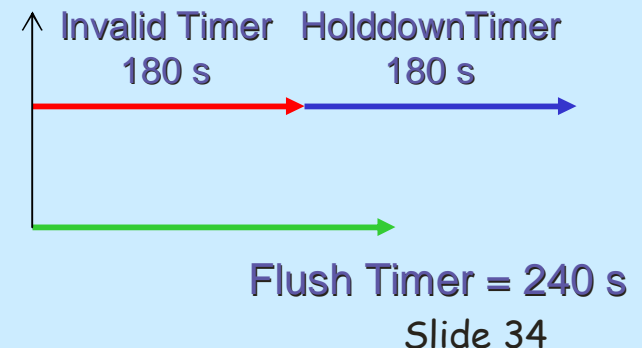
Guasto eth0 di R1

1. R1 non può inviare il Triggered Update
2. R2 continua ad annunciare la route come raggiungibile fino allo scadere dell'INVALID TIMER
3. R2 mette la route in HOLDDOWN e l'annuncia con distanza 16 fino allo scadere del FLUSH TIMER
4. R3 riceve il routing update (net1=16), mette la entry in HOLDDOWN

Router adiacente al guasto



Route assente nel routing update o mancata ricezione di esso



RIPv2

- Per ovviare ad alcuni dei problemi del RIP è stato introdotto il RIPv2
- Principalmente, le modifiche riguardano la possibilità di gestire il *subnetting*, e di poter avere istanze multiple del RIP sullo stesso *router* per gestire più domini di routing
- Inoltre, è previsto l'interfacciamento verso protocolli di routing di tipo EGP

Problemi e limitazioni del RIP

- Problemi

- Convergenza lenta/Stabilità e Routing Loop
- Utilizzo del broadcast
- Scalabilità (MAX 16 Hop)

- Limitazioni

- Metrica
- Soltanto un percorso per ogni destinazione
- E' adatto per reti di piccole dimensioni
- Non supporta il VLSM
- Non è sicuro

Messaggio RIPv2

Campi Aggiuntivi

Routing domain:

ID del dominio di routing. Permette di gestire più domini distinti

Route tag:

Indica che il *router* gestisce anche BGP o EGP

Subnet Mask:

Indica la maschera di sottorete dell'indirizzo di destinazione

Next-hop Address:

Indirizzo verso cui instradare i pacchetti diretti al *Destination Address*. Se uguale a 0 significa di instradare verso il *router* mittente del messaggio

1 entry = 20 byte

command	version	Routing domain
Address family		Route tag
Destination Address		
Subnet Mask		
Next-hop Address		
Metrica (1 ÷ 16)		
Fino ad altre 24 entry		

Indirizzi Trial di Routing RIP - 1

