



Vincenzo Eramo

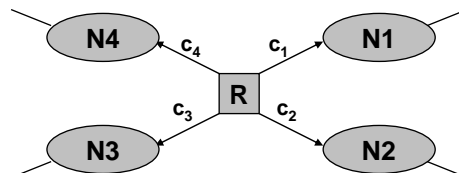
Open Shortest Path First (OSPF)

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



OSPF: Principi Base

- I router hanno la responsabilità di contattare i router vicini e acquisire la loro identità
 - Un router invia pacchetti di Hello periodicamente per indicare il suo buon stato di funzionamento
- Ciascun router emette dei Link State Advertisement (LSA) contenenti la lista delle reti e dei router a lui connessi ed i loro costi associati (router_LSA)

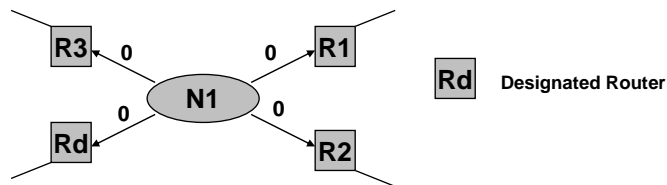


Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



OSPF: Principi Base

- Un router, denominato **Designated Router**, emette **LSA** descriventi i router a cui una rete di transito è connessa (**Network_LSA**)
 - Il router appartiene alla rete ed è eletto in accordo ad una opportuna procedura
 - I costi segnalati sono posti a zero
 - Una rete stub non ha un Designated Router

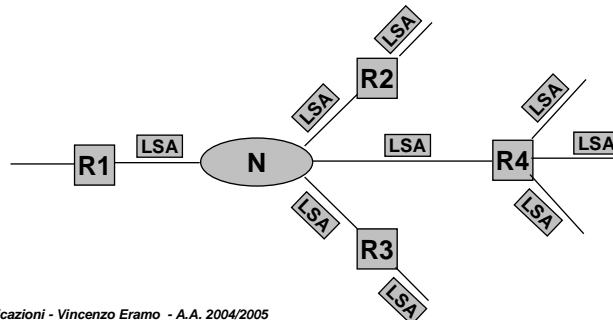


Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



OSPF: Principi Base

- Gli **LSA** sono inviati a tutti gli altri Router dell'Autonomous System mediante una tecnica di **flooding**
 - un LSA è rilanciato da un router su tutte le sue interfacce tranne quella da cui è stato ricevuto
 - gli LSA trasportano un numero di sequenza
 - Evita il rilancio di pacchetti già rilanciati
 - Consente un corretto riscontro dal ricevente



Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



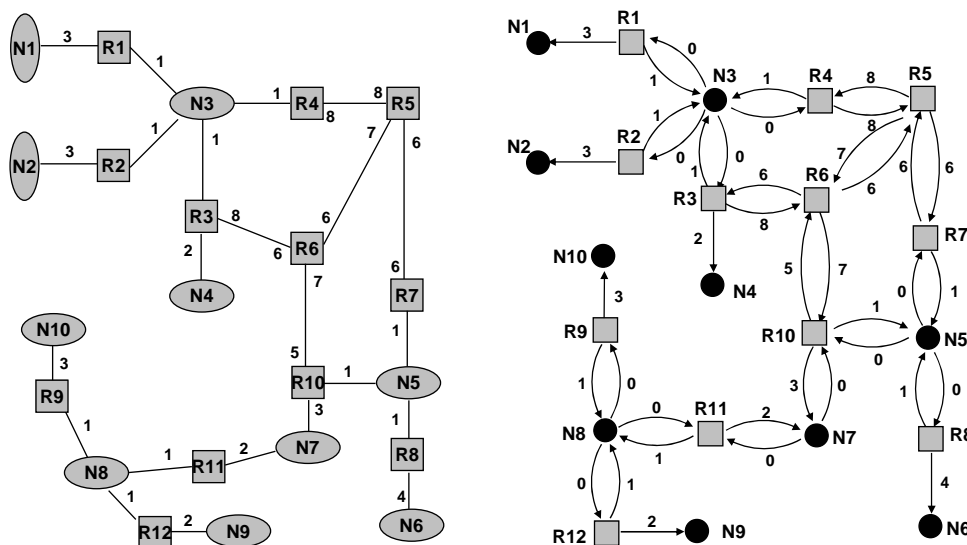
OSPF: Principi Base

- Ogni router mantiene un database che riflette i dati aggiornati sulla topologia della rete
- La topologia della rete è rappresentata come un grafo orientato
 - I nodi rappresentano router e reti
 - I rami rappresentano
 - collegamenti diretti tra nodi di tipo router
 - collegamenti tra nodi di tipo router e nodi di tipo network
- Ogni router calcola lo spanning tree mediante l'algoritmo di Dijkstra e si costruisce la sua tabella di routing

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



OSPF



Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

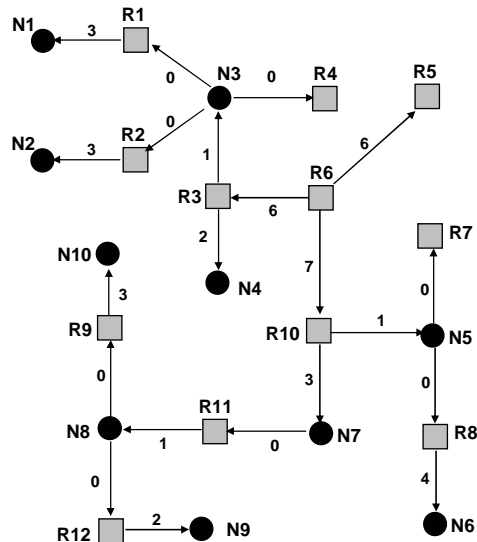


OSPF

- Ogni router calcola lo spanning tree mediante l'algoritmo di Dijkstra
- Spanning tree e Routing Table in R6

| Destin. | N.H. | Cost |
|---------|------|------|
| N1 | R3 | 10 |
| N2 | R3 | 10 |
| N3 | R3 | 7 |
| N4 | R3 | 8 |
| N5 | R10 | 8 |
| N6 | R10 | 12 |
| N7 | R10 | 10 |
| N8 | R10 | 11 |
| N9 | R10 | 13 |
| N10 | R10 | 14 |

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



OSPF

➤ Metriche

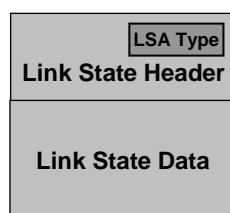
- **Normale**
 - peso unitario ad ogni ramo (cammino a distanza minima)
- **Massimizzazione affidabilità**
 - peso basato su dati storici di disponibilità dei rami
- **Minimizzazione ritardo**
 - peso basato su una stima del ritardo di attraversamento del ramo

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



Link State Advertisement (LSA)

- Un LSA si compone di un Link State Header e un Link State Data
- Tutti i tipi di LSA hanno la stessa Header
 - Un campo Type identifica il particolare tipo di LSA



Router_LSA (Header)

- Link State Age
 - indica il tempo (in secondi) di emissione dell'advertisement
- Link State Type
 - Il valore 1 denota un Router_LSA
- Link State ID
 - Identifica il link a cui si riferisce l'LSA
 - Nel caso di un router_LSA è riportato l'identificativo (ID) del Router generante l'LSA
 - L'ID di un router è un suo indirizzo di interfaccia
- Advertising Router
 - ID del router generante il Router_LSA

OSPF Link State Header

| | | |
|----------------------------|---|---------|
| Link State Age | 2 | Ottetti |
| Options | 1 | |
| Link State Type | 1 | |
| Link State ID | 4 | |
| Advertising Router | 4 | |
| Link State Sequence Number | 4 | |
| Link State Checksum | 2 | |
| Length | 2 | |



Router_LSA (Data)

➤ Number of links

- denota il numero di interfaccia del router

➤ Type

- 1:connessione punto-punto
- 2:connessione a rete di transito
- 3:connessione a rete stub

➤ TOS 0 metric

- valore della metrica normale

➤ Number of TOS

- numero di metriche aggiuntive

➤ TOS

- tipo di metrica considerata

➤ Metric

- valore della metrica

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

OSPF Link State Data

| | |
|-----------------|---|
| Reserved | 1 |
| Reserved | 1 |
| Number of links | 2 |
| Link ID | 4 |
| Link Data | 4 |
| Type | 1 |
| Number of TOS | 1 |
| TOS 0 metric | 2 |
| TOS | 1 |
| Reserved | 1 |
| Metric | 2 |

Ripetuto per ogni link

Ripetuto per tutti i valori di TOS



Router_LSA (Data)

➤ Connessione punto-punto (Type=1)

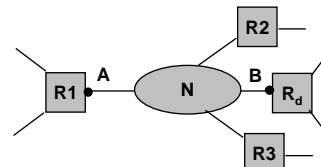
- Link ID
 - ID del router adiacente (ID(R2))
- Link Data
 - Indirizzo di interfaccia (Ind(A)) del router generante l'LSA in direzione del router adiacente



R1=Router generante il router_LSA
R2=Router adiacente

➤ Connessione a rete di transito (Type=2)

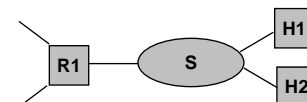
- Link ID
 - Indirizzo di interfaccia (Ind(B)) sulla rete del Designated Router
- Link Data
 - Indirizzo di interfaccia (Ind(A)) sulla rete del router generante l'LSA



R1=Router generante il router_LSA
Rd=Designated Router della rete N

➤ Connessione a rete Stub (Type=3)

- Link ID
 - Indirizzo della rete (Ind(S))
- Link Data
 - Maschera della rete (Mas(S))

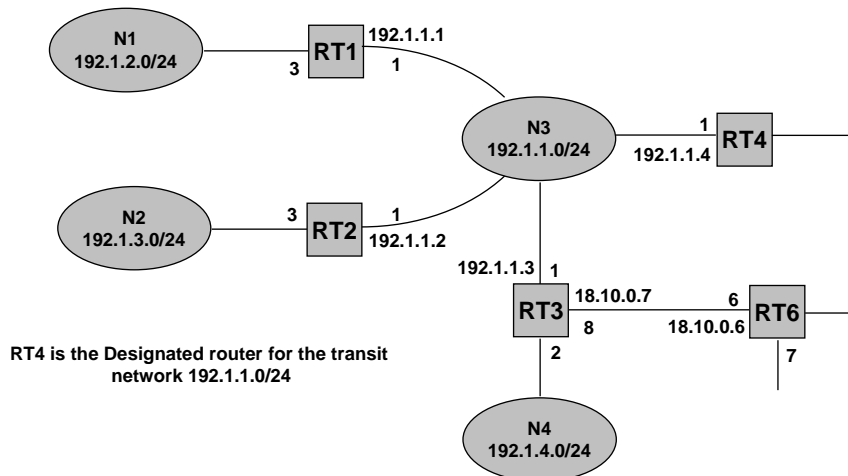


R1=Router generante il router_LSA
S=Rete Stub

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



Router_LSA (Esempio)



Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



Router_LSA (Esempio)

RT3's Router_LSA

```
;RT3's Router_LSA
LS age=0                ;always true on origination
LS type=1               ;indicates router_LSA
Link State ID=192.1.1.3 ;RT3's Router ID
Advertising Router=192.1.1.3 ;RT3's Router ID
number of links=3
  Link ID=192.1.1.4      ;IP address of the Designated Router RT4
  Link Data=192.1.1.3    ;RT3's IP interface to N3
  Type=2                 ;connect to transit network
  #TOS metric=0
  metric=1

  Link ID=192.1.4.0      ;IP Network number
  Link Data=255.255.255.0 ;Network number
  Type=3                 ;connect to stub network
  #TOS metric=0
  metric=2

  Link ID=18.10.0.6      ;Neighbor's Router ID
  Link Data=18.10.0.7    ;RT3's IP interface
  Type=1                 ;connect to router
  #TOS metric=0
  metric=8
```

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



Network_LSA (Header e Data)

➤ Link State Age

- indica il tempo (in secondi) di emissione dell'advertisement

➤ Link State Type

- Il valore 2 denota un Network_LSA

➤ Link State ID

- Indirizzo IP d'interfaccia sulla rete del Designated Router

➤ Advertising Router

- ID del Designated Router

➤ Network Mask

- Maschera della rete

➤ Attached Router

- ID dei router collegati alla rete

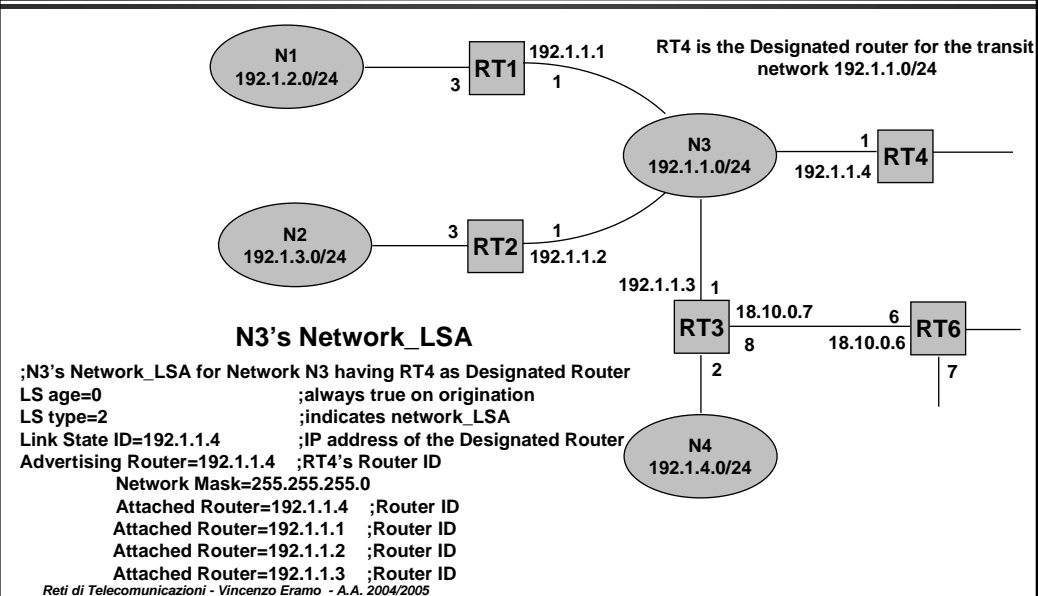
Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005

| | | |
|----------------------------|---|--------|
| Link State Age | 2 | Header |
| Options | 1 | |
| Link State Type | 1 | |
| Link State ID | 4 | |
| Advertising Router | 4 | |
| Link State Sequence Number | 4 | |
| Link State Checksum | 2 | |
| Length | 2 | Data |
| Network Mask | 4 | |
| Attached Router | 4 | |

Ripetuto per ogni attached router



Network_LSA (Esempio)





Protocollo OSPF

- **I pacchetti OSPF sono incapsulati direttamente in datagrammi IP**
 - protocol identifier = 89
- **Tutti i tipi di pacchetti hanno la stessa header**
- **Tipi di pacchetti**
 - **Hello**
 - Stabilisce e mantiene le relazioni con i vicini
 - **Database description**
 - I router devono avere lo stesso database di descrizione della topologia
 - Un router che si attiva deve sincronizzare il suo database con quello dei vicini
 - Contiene le header degli LSA
 - Il router individua gli LSA del vicino che sono più recenti rispetto a quelli che ha memorizzato nel suo database

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



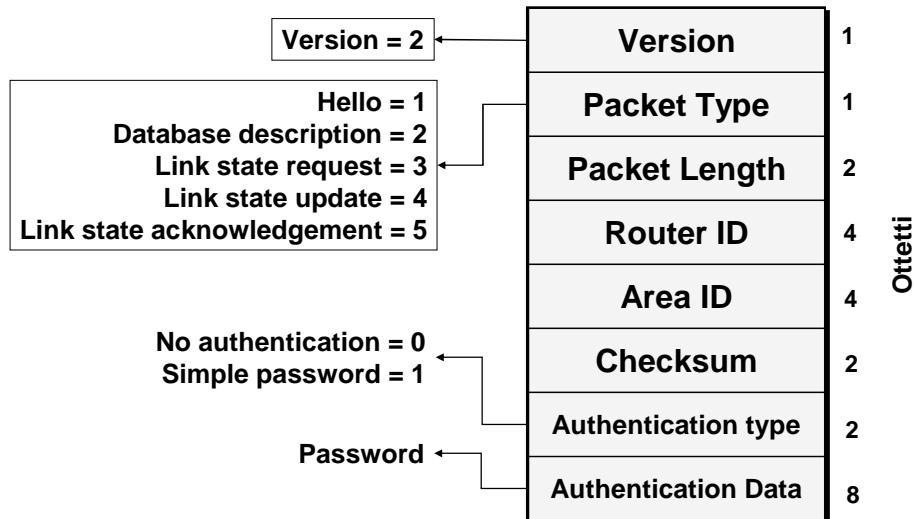
Protocollo OSPF

- **Tipi di pacchetti**
 - **Link State Request**
 - Consentono ad un router di richiedere al vicino l'invio degli LSA che sono più recenti
 - **Link State Update**
 - Contiene gli LSA emessi dai router
 - E' inviato a seguito di risposte ad un pacchetto di Link State Request per la sincronizzazione dei database
 - E' inviato da un router al fine di descrivere le sue interfacce e/o una rete ed è "flooded" in tutta l'area
 - **Link State Acknowledgment**
 - Consente ad un router di riscontrare gli LSA che sono stati inviati dal vicino

Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



Header pacchetti OSPF



Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005