



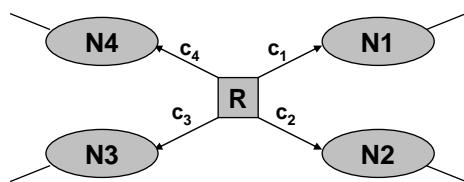
Vincenzo Eramo

Open Shortest Path First (OSPF)



OSPF: Principi Base

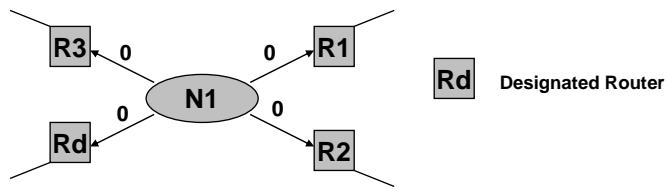
- I router hanno la responsabilità di contattare i router vicini e acquisire la loro identità
 - Un router invia pacchetti di Hello periodicamente per indicare il suo buon stato di funzionamento
- Ciascun router emette dei Link State Advertisement (LSA) contenenti la lista delle reti e dei router a lui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





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

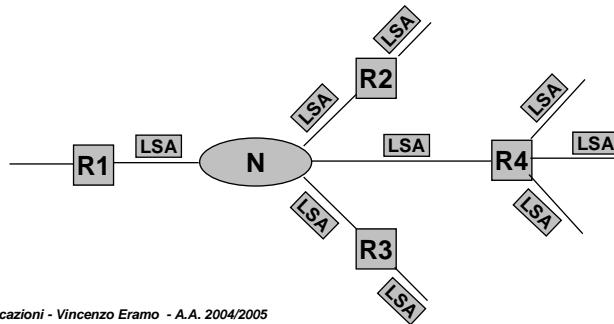


Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



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



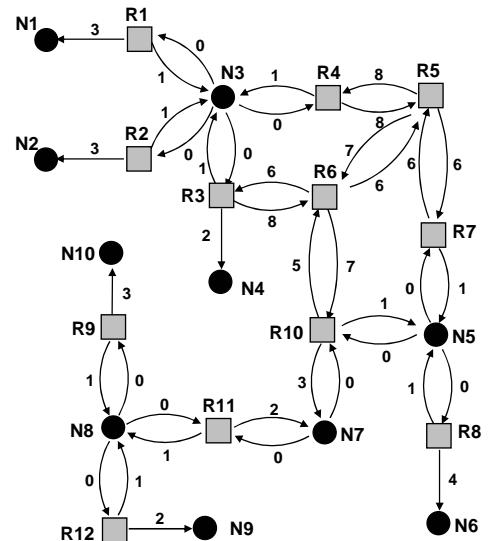
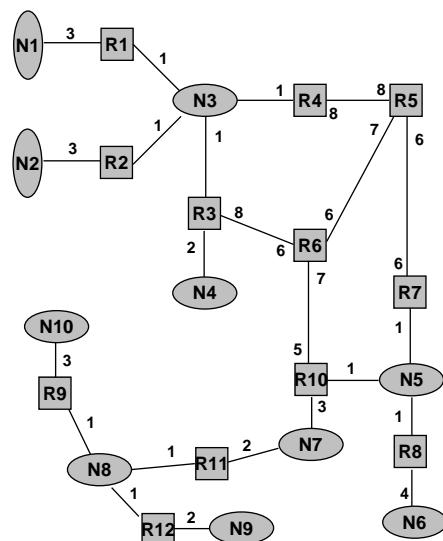
OSPF: Principi Base

- 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



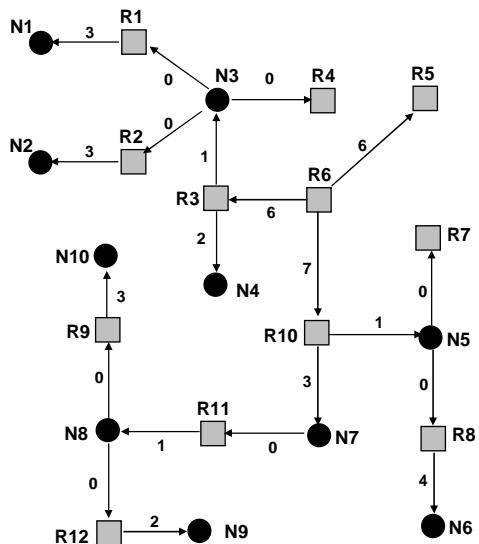
Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



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

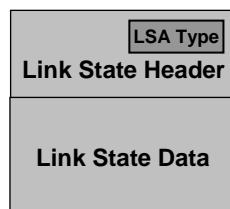
Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



INFOCOM Dept.

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



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



INFOCOM Dept.

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

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



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

Ripetuto per ogni link
Ripetuto per tutti i valori di TOS

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



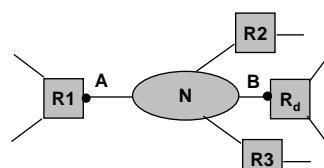
Router_LSA (Data)

- **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
- **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
- **Connessione a rete Stub (Type=3)**
 - **Link ID**
 - Indirizzo della rete (Ind(S))
 - **Link Data**
 - Maschera della rete (Mas(S))

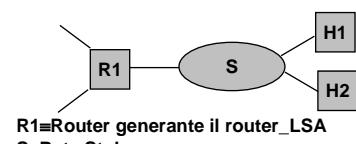
Reti di Telecomunicazioni - Vincenzo Eramo - A.A. 2004/2005



R1=Router generante il router_LSA
R2=Router adiacente



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

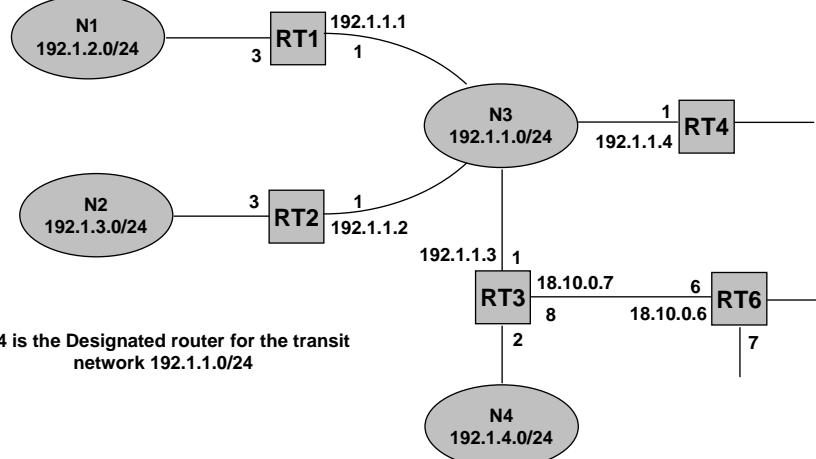


R1=Router generante il router_LSA
S=Rete Stub



INFOCOM Dept.

Router_LSA (Esempio)



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



INFOCOM Dept.

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)

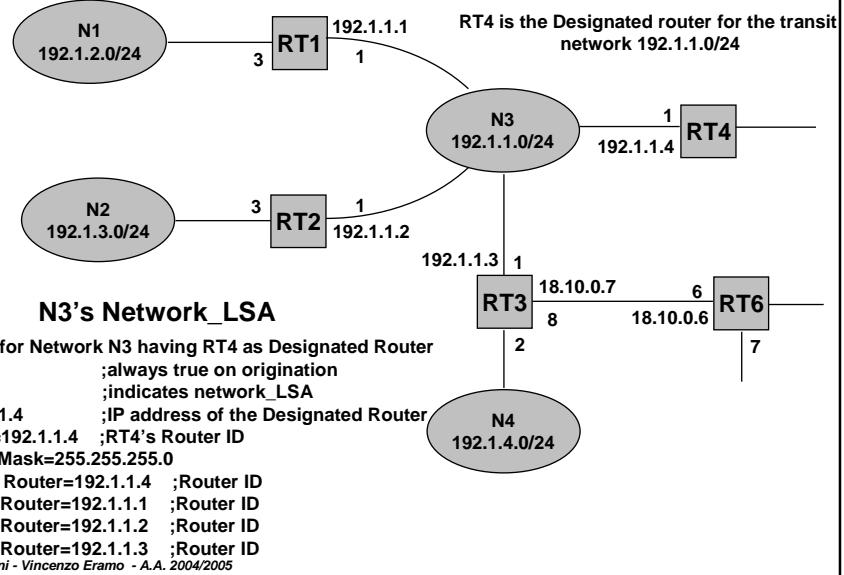
- **Link State Age**
 - indica il tempo (in secondi) di emissione dell'advertisement
 - **Link State Type**
 - Il valore 2 denota un Network_LSA
 - **Link State ID**
 - Indirizzo IP d'interfaccia sulla rete del Designated Router
 - **Advertising Router**
 - ID del Designated Router
 - **Network Mask**
 - 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	
Network Mask	4	Data
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



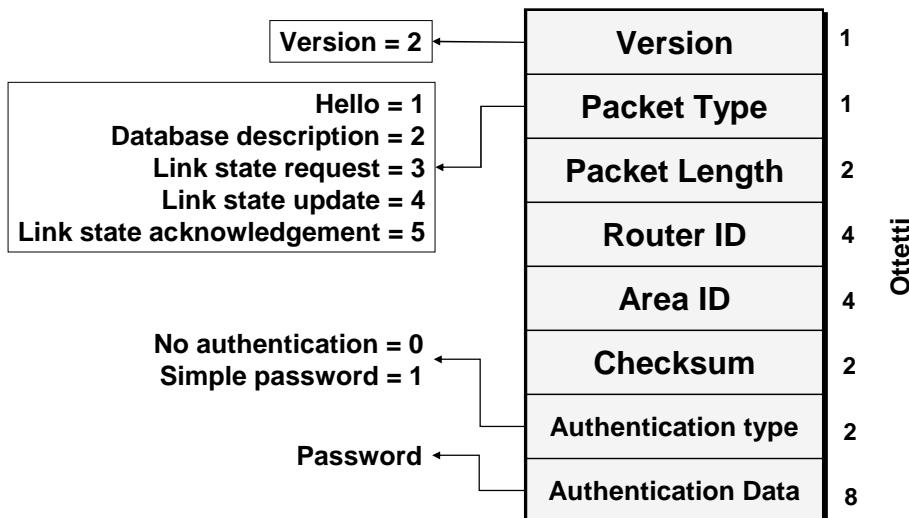
Protocollo OSPF

- 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
 - È inviato a seguito di risposte ad un pacchetto di Link State Request per la sincronizzazione dei database
 - È 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