

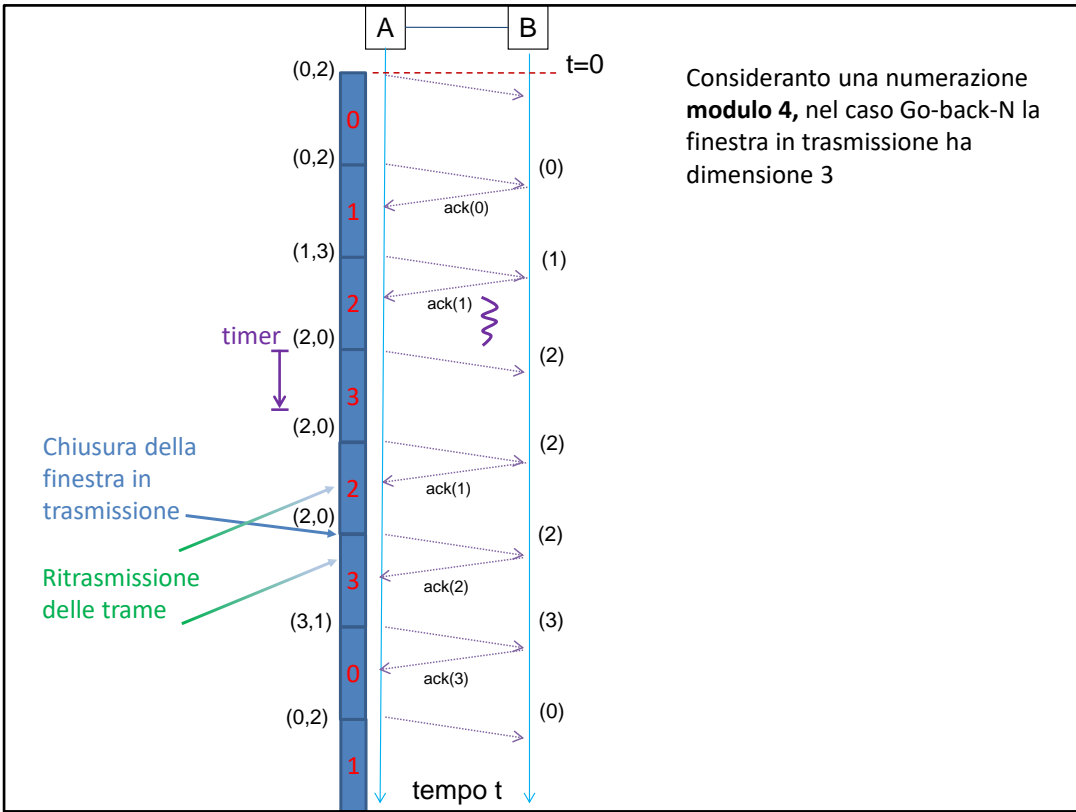
Esercizi svolti

Esercizio 1

- Si consideri un collegamento tra le entità A e B con funzioni di recupero d'errore del tipo **Go-Back-N**. La dimensione della finestra di trasmissione in A sia pari a 3. Si assuma che:
 - le trame emesse da A abbiano lunghezza costante;
 - tempi di propagazione siano di durata pari a **1/4 del tempo di trasmissione di una trama**;
 - siano trascurabili i tempi di elaborazione delle trame in B e i tempi di trasmissione dei riscontri da B verso A;
 - l'entità B riscontri immediatamente trame di A rivelate senza errori;
 - si usino esclusivamente riscontri positivi.

Considerando il trasferimento unidirezionale di 4 trame di A numerate **modulo 4** ed assumendo che la trama numero 2 arrivi errata in B, si chiede di indicare l'evoluzione delle finestre di trasmissione e di ricezione in A e B rispettivamente come segue:

- Si indichino, **per l'entità A**, i limiti inferiore e superiore della finestra di trasmissione in corrispondenza degli istanti di emissione delle trame. Si indichi invece, **per l'entità B**, il valore della finestra di ricezione in vigore immediatamente prima degli istanti di ricezione delle trame.



Esercizio 2

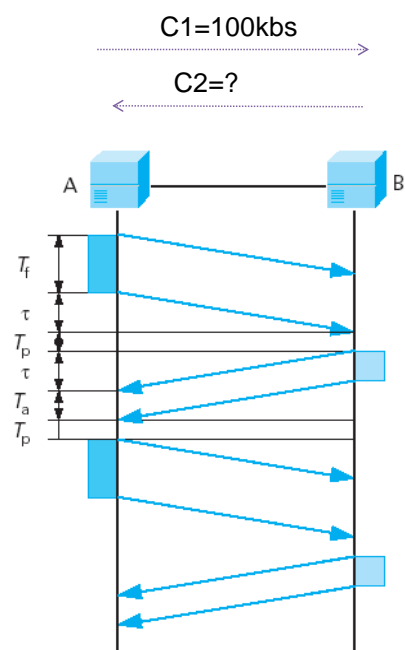
- Si consideri un'interfaccia di livello 2 (data-link) tra un'entità trasmittente A e un'entità ricevente B in cui si implementa un protocollo di recupero di errore di tipo **Stop&Wait**. Si assuma che: i) non si verificano mai errori; ii) la capacità di trasferimento dell'interfaccia sia asimmetrica, in particolare sia $C_1 = 100 \text{ Kbit/s}$ nel verso A->B per il trasferimento delle unità informative e C_2 (incognita) nel verso B->A per il trasferimento dei riscontri; iii) il ritardo di propagazione sia $\tau = 2 \text{ ms}$ in entrambi i versi; iv) le unità informative siano di dimensione pari a $L_f = 400 \text{ byte}$ mentre i riscontri siano di dimensione pari a $L_r = 30 \text{ byte}$; v) l'entità ricevente emetta soltanto riscontri positivi; vi) l'intestazione presente nelle unità informative sia di lunghezza trascurabile.
- Si chiede di:
 - calcolare il valore minimo della capacità C_2 del canale di ritorno B->A tale per cui l'efficienza del protocollo in assenza di errori sia ≥ 0.5 ;
 - supponendo di utilizzare un meccanismo di finestra in trasmissione al posto del protocollo Stop&Wait, determinare il valore minimo della finestra misurato in numero di unità informative che consente di ottenere una trasmissione continua di unità informative in assenza di errori con il valore di C_2 determinato.

$\tau = 2ms$
 $L_f = 400 \text{ byte}$
 $L_a = 30 \text{ byte}$

$$\eta = \frac{L_f / C_1}{L_f / C_1 + 2\tau + L_a / C_2} \geq 0.5$$

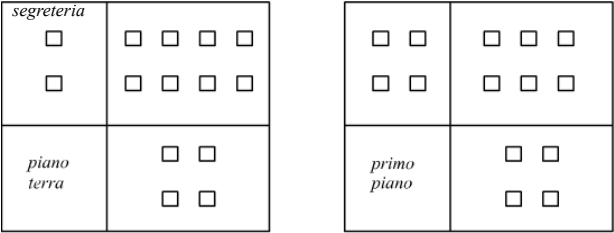
$$C_2 = \frac{C_1 L_a}{L_f - 2\tau C_1}$$

$$N = \left\lceil \frac{T_f + 2\tau + T_a}{T_f} \right\rceil = \left\lceil \frac{1}{\eta} \right\rceil = 2$$

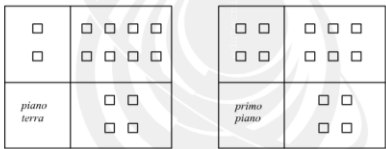


Esercizio 3

Sia assegnato un blocco di indirizzi IP in classe C 199.10.10.0, per eseguire il cablaggio di una rete collocata in un edificio scolastico come indicato in figura. Volendo realizzare una sottorete per ogni aula elencare l'indirizzo IP per ogni host della rete rappresentata.



Soluzione



La suddivisione fra subnet e host viene fatta sul 4°ottetto. la sua suddivisione sarà

199.10.10. xxxxxxxx
199.10.10. ssshhhhh perchè per fare $(6)_8 = (110)_2$ quindi per le subnet ci vogliono 3 bit

199.10.10.000hhhhh 1° subnet
199.10.10.001hhhhh 2° subnet
199.10.10.010hhhhh 3° subnet
199.10.10.011hhhhh 4° subnet
199.10.10.100hhhhh 5° subnet
199.10.10.101hhhhh 6° subnet

segreteria

199.10.10.00000001 1° subnet 1° host 199.10.10.1
199.10.10.00000010 1° subnet 2° host 199.10.10.2

aula 1 piano terra

199.10.10.00100001 2° subnet 1° host 199.10.10.33
199.10.10.00100010 2° subnet 2° host 199.10.10.34
199.10.10.00100011 2° subnet 3° host 199.10.10.35
199.10.10.00100100 2° subnet 4° host 199.10.10.36

aula 2 piano terra

199.10.10.01000001 3° subnet 1° host 199.10.10.65
199.10.10.01000010 3° subnet 2° host 199.10.10.66
199.10.10.01000011 3° subnet 3° host 199.10.10.67
199.10.10.01000100 3° subnet 4° host 199.10.10.68
199.10.10.01000101 3° subnet 5° host 199.10.10.69
199.10.10.01000110 3° subnet 6° host 199.10.10.70
199.10.10.01000111 3° subnet 7° host 199.10.10.71
199.10.10.01001000 3° subnet 8° host 199.10.10.72

aula 1 primo piano

199.10.10.01100001 4° subnet 1° host 199.10.10.97
199.10.10.01100010 4° subnet 2° host 199.10.10.98
199.10.10.01100011 4° subnet 3° host 199.10.10.99
199.10.10.01100100 4° subnet 4° host 199.10.10.100

aula 2 primo piano

199.10.10.10000001 5° subnet 1° host 199.10.10.129
199.10.10.10000010 5° subnet 2° host 199.10.10.130
199.10.10.10000011 5° subnet 3° host 199.10.10.131
199.10.10.10000100 5° subnet 4° host 199.10.10.132

aula 3 primo piano

199.10.10.10100001 6° subnet 1° host 199.10.10.161
199.10.10.10100010 6° subnet 2° host 199.10.10.162
199.10.10.10100011 6° subnet 3° host 199.10.10.163
199.10.10.10100100 6° subnet 4° host 199.10.10.164
199.10.10.10100101 6° subnet 5° host 199.10.10.165
199.10.10.10100110 6° subnet 6° host 199.10.10.166

Esercizio 4

Determinare l'indirizzo di rete, la lunghezza del suo prefisso e la maschera di sottorete, necessari per individuare la subnet che contiene il seguente intervallo di indirizzi IP
200.110.12.32 - 200.110.12.63.

Soluzione

*L'indirizzo inizia con un numero maggiore di 192, si tratta di una classe C.
La suddivisione fra subnet e host viene fatta sul 4°ottetto.*

200.110.12.xxxxxxx

Sviluppando l'intervallo dei valori assegnato si ha:

200	110	12	32	11001000	01101110	00001100	00100000
200	110	12	33	11001000	01101110	00001100	00100001
200	110	12	34	11001000	01101110	00001100	00100010
.	.	.					
200	110	12	61	11001000	01101110	00001100	00111101
200	110	12	62	11001000	01101110	00001100	00111110
200	110	12	63	11001000	01101110	00001100	00111111

Si nota come la trama del 4°ottetto sia

200.110.12 . ssshhhhh

La subnet mask deve essere necessariamente:

11111111.11111111.11111111.11000000=255.255.255.224

Esercizio 5

Dopo aver verificato che i due indirizzi 130.37.23.100 e 130.37.22.150, subnet mask 255.255.254.0, appartengono alla stessa subnet, determinare gli host con indirizzo di valore numerico maggiore e quello con valore minore della subnet e l'indirizzo di broadcast della stessa.

130.37.23.100 **and** 255.255.254.0 = 130.37.22.0

130.37.22.150 **and** 255.255.254.0 = 130.37.22.0

Indirizzo di broadcast: 130.37.22.0 **or** 0.0.1.255=130.37.23.255

indirizzo di valore numerico maggiore= 130.37.23.254

indirizzo di valore numerico minore= 130.37.22.0 **or** 0.0.0.1=130.37.22.1

Esercizio 6

- Indicare l'indirizzo del 14° host della 10ª rete dell'indirizzo 194.126.9.0 in cui 4 bit sono utilizzati per identificare gli host e i rimanenti per le subnet.

Soluzione

Rete di default in classe C, subnet mask: 255.255.255.0

Con 4 bit per gli host , quindi $16-2 = 14$ interfacce IP identificabili

Con 4 bit per le subnet fino a $2^4 = 16$ reti identificabili

formato dell'indirizzo VLSM:

194.126.9. ssss hhhh

La 10ma rete è la rete n°9 => 1001 in binario,

194.126.9.10010000 => 135.12.9.144 (indirizzo di rete decima)

Range degli host: da 194.126.9.145 a 194.126.9.158

In particolare, il 14° host è rappresentabile in binario 1110,

194.126.9.10011110 => 194.126.9.158 (host 14 della rete 9)

Esercizio 7

Indicare l'indirizzo del 30° host della 14ª subnet
relativa all'indirizzo di rete 150.180.0.0 con
subnet mask 255.255.248.0

Soluzione

È chiaramente un indirizzo di classe B di default e il 3° ottetto (248=**1111 1000**) della s.m. ci fa capire che 5 bit sono riservate alle subnet e i rimanenti 11 (8+3) agli host:

subnet mask: **255.255.1111 1000. 0000 0000**

Gli indirizzi avranno il seguente formato: **150.180.ssss shhh.hhhh hhhh** quindi le subnet saranno:

150.180.0000 0hhh.hhhh hhhh

Fino a

150.180.1111 1hhh.hhhh hhhh

La 14° rete sarà la rete n. 13 (si parte da 0) $\Rightarrow (13)_{10} = (\mathbf{1101})_2$
 $\Rightarrow 150.180.\mathbf{0110\ 1000.0000\ 0000} \Rightarrow \mathbf{150.180.104.0\ (14^\circ\ rete)}$

Per il numero di host il conteggio parte da uno \Rightarrow è l'host numero 30, quindi in binario: 11110

$\Rightarrow 150.180.\mathbf{0110\ 1000.0001\ 1110} \Rightarrow \mathbf{150.180.104.30\ (host\ 30\ della\ rete\ 14)}$

Esercizio 8

Per una *Intranet* si ha a disposizione la rete in classe B 129.174.0.0. Nella Intranet occorre installare almeno 15 reti locali collegate mediante dei *router*; *descrivere come possono essere ricavati gli indirizzi per le sotto-reti e dire quanti host al massimo possono contenere le sotto-reti. Infine, dire a quali sottoreti appartengono i seguenti indirizzi specificando se si tratta di indirizzi utilizzabili per gli host o di indirizzi speciali.*

129.174.28.66

129.174.99.122

129.174.130.255

129.174.191.255

Soluzione (1/2)

La rete 129.174.0.0 ha un campo "network" di 16 *bit* e un campo "host" di 16 *bit*. Se occorre creare 15 sottoreti, allora bisogna estendere la *netmask* di 4 *bit* ($2^4=16$). La nuova *netmask* (*netmask originale+netmask di sottorete*) sarà quindi lunga 20 *bit* (20 "1" consecutivi nelle prime 20 posizioni e 12 "0" finali).

La maschera sarà dunque:

binario: 11111111.11111111.11110000.00000000, decimale:
255.255.240.0

Soluzione (2/2)

La figura di seguito mostra tutti gli indirizzi delle 16 sottoreti create

129.174.

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	16
0	0	1	0	0	0	0	0	32
0	0	1	1	0	0	0	0	48
0	1	0	0	0	0	0	0	64
0	1	0	1	0	0	0	0	80
0	1	1	0	0	0	0	0	96
0	1	1	1	0	0	0	0	112
1	0	0	0	0	0	0	0	128
1	0	0	1	0	0	0	0	144
1	0	1	0	0	0	0	0	160
1	0	1	1	0	0	0	0	176
1	1	0	0	0	0	0	0	192
1	1	0	1	0	0	0	0	208
1	1	1	0	0	0	0	0	224
1	1	1	1	0	0	0	0	240

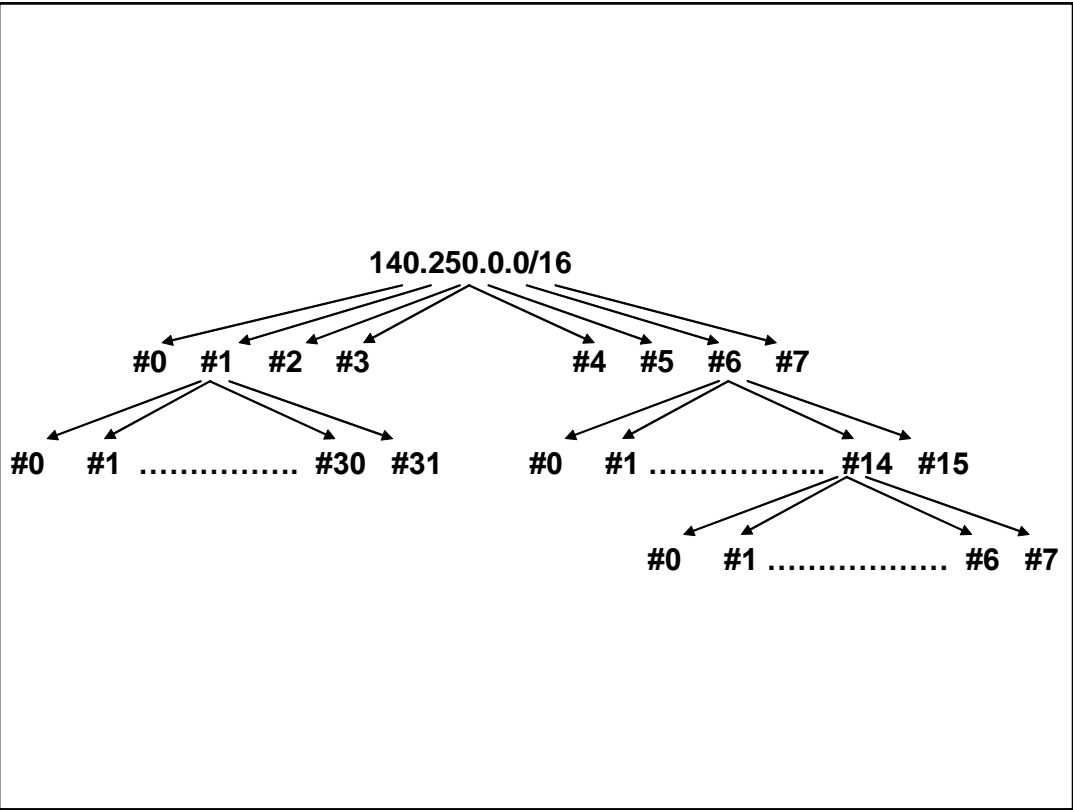
.0/20

Essendo la nuova *netmask* di 20 bit, rimangono 12 bit per il campo *host*, quindi il numero massimo di indirizzi di *host* disponibile per ciascuna delle 16 sottoreti sarà: $2^{12}-2=4094$
Per capire a quale sottorete appartengono gli indirizzi proposti, si può fare riferimento alla figura. Si deve poi verificare se gli indirizzi proposti siano o meno indirizzi speciali (indirizzi di rete o indirizzi di *broadcast diretto*).

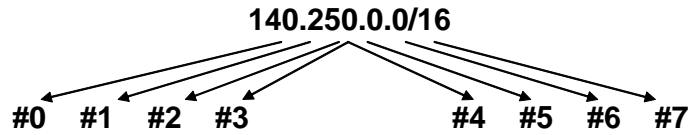
- 129.174.28.66 net-id 129.174.16.0/20 (*host*)
- 129.174.99.122 net-id 129.174.96.0/20 (*host*)
- 129.174.130.255 net-id 129.174.128.0/20 (*host*)
- 129.174.191.255 net-id 129.174.176.0/20 (*broadcast*)

Esercizio 9

- Ad un ISP è stato assegnato il blocco di indirizzi 140.250.0.0/16, l'ISP vuole usarlo per allocare indirizzi a più sottoreti attraverso la tecnica del Classless Inter-Domain Routing. Nella figura viene fornito un grafico della suddivisione della rete.
- Per arrivare a questa suddivisione il primo passo è quello di dividere la rete di base in 8 sotto reti della stessa dimensione. Successivamente la Sottorete #1 viene divisa in 32 sottoreti della stessa dimensione e la sottorete #6 divisa in 16 sottoreti della stessa dimensione.
- La sottorete #6-14 è ulteriormente suddivisa in 8 sottoreti sempre della stessa dimensione.



- Specificare le 8 sottoreti di 140.25.0.0/16 nella notazione puntata decimale CIDR
- Elencare gli indirizzi (“minimo” e “massimo”) degli host che possono essere assegnati alla sottorete #3
- Identificare l’indirizzo broadcast per la sottorete #3
- Specificare le 16 sottoreti della rete#6
- Specificare le 8 sottoreti della sottorete #6-14
- Elencare gli indirizzi (“minimo” e “massimo”) degli host che possono essere assegnati alla sottorete #6-14-2



le 8 sottoreti di 140.25.0.0/16 nella notazione puntata decimale CIDR

#0 140.250.0.0/19
 #1 140.250.32.0/19
 #2 140.250.64.0/19
 #3 140.250.96.0/19
 #4 140.250.128.0/19
 #5 140.250.160.0/19
 #6 140.250.192.0/19
 #7 140.250.224.0/19



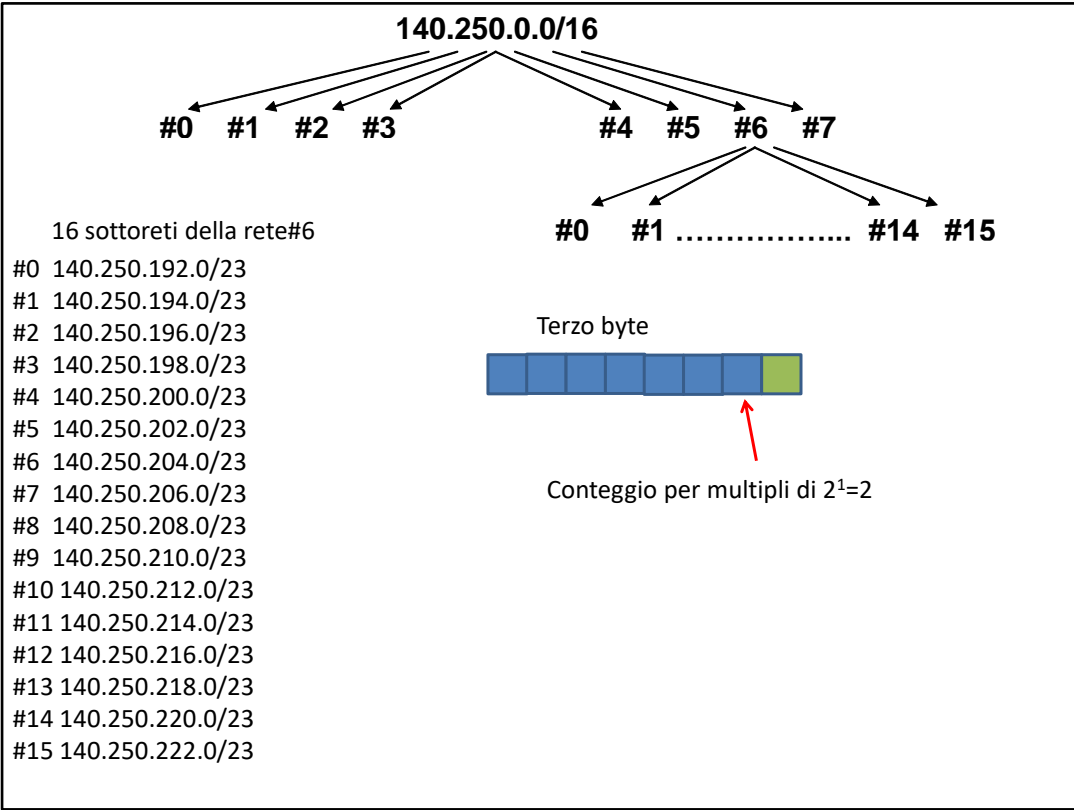
Conteggio per multipli di $2^5=32$

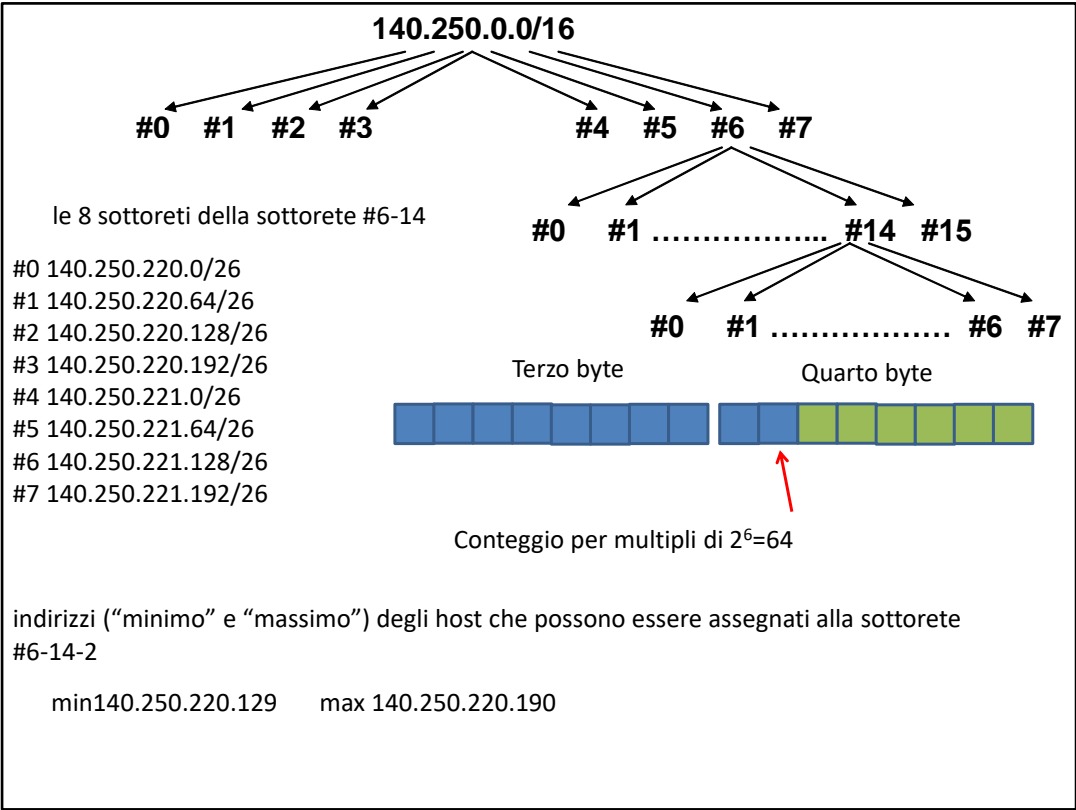
indirizzi (“minimo” e “massimo”) degli host che possono essere assegnati alla sottorete #3

min 140.250.96.1 – max 140.250.127.254

indirizzo broadcast per la sottorete #3

140.250.127.255





Esercizio 10

- A una rete IP è assegnato il blocco di indirizzi in classe B 209.0.0.0.
- Occorre partizionare la rete in modo da servire anche una rete locale di circa 4000 host.
- Individuare quanto segue:
 - Netmask per la rete locale
 - Insieme delle net-id associabili alla rete locale
 - Numero di reti ulteriori servibili se ognuna include 64 host

Partiamo da 209.0.0.0/16

4000 host → /20 – 255.255.240.0

Net-id (4 bit, da /16 a /20):

#0 209.0.0.0/20

#1 209.0.16.0/20

#2 209.0.32.0/20

...

#15 209.0.240.0/20

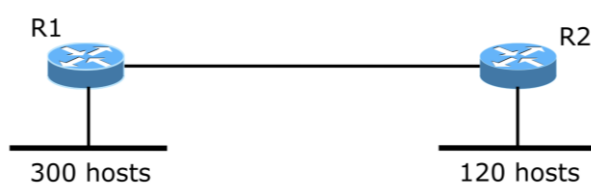
Ulteriori 15 reti /20 servibili

- 64 host, occorrono almeno 66 combinazioni binarie, 67 se consideriamo anche il gateway, quindi occorrono subnet /25.

- Ogni /20 è partizionabile in $2^5=32$ subnet /25

Esercizio 11

Definire un piano di indirizzamento senza classi per la rete in figura, utilizzando prima l'intervallo di indirizzi 192.168.0.0/22, poi l'intervallo di indirizzi 192.168.4.0/23. Gli intervalli di indirizzi assegnati alle subnet dovrebbe formare uno spazio contiguo; considerare anche non è previsto alcun aumento del numero di host.

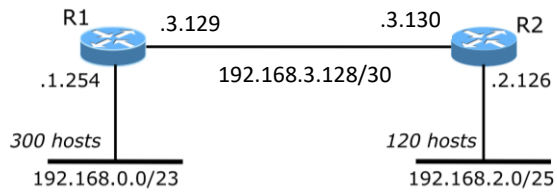


Soluzione

Nel caso in cui l'intervallo di indirizzi è 192.168.0.0/22 (ovvero 1024 indirizzi), la soluzione è semplice. Infatti, possiamo usare 512 indirizzi per la subnet con 300 host (/23), 128 indirizzi per la subnet con 120 host (una rete /25) e 4 indirizzi per il collegamento punto-punto. Il numero totale di indirizzi allocati è pari a 644, che è inferiore rispetto al numero totale di indirizzi disponibili nella subnet /22.

192.168.0.0/22

- 192.168.0.0/23
- 192.168.2.0/23
 - 192.168.2.0/25
 - 192.168.3.0/25
 - 192.168.3.128/25
 - 192.168.3.128/30



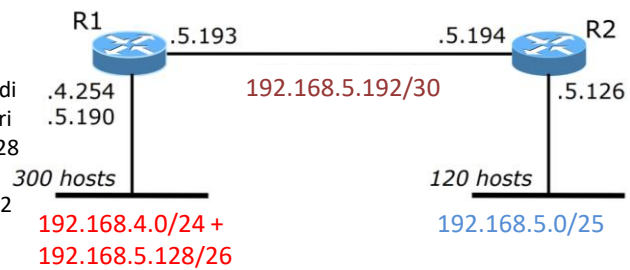
Soluzione

Nel caso in cui l'intervallo di indirizzi è 192.168.4.0/23 il numero di indirizzi disponibili non è sufficiente per gestire la rete con lo stesso piano di indirizzamento della soluzione precedente. Abbiamo infatti 512 indirizzi, mentre il piano di indirizzamento sarebbero richiesti $512 + 128 + 4$ (riservati, rete e broadcast) + 2 (router) = 646 indirizzi. Una possibile soluzione è partizionare la subnet con 300 host in due subnet distinte, una con 253 host e l'altra con i restanti 47.

La prima subnet sarà configurato con una rete /24 (253 host, un indirizzo per il router più i due indirizzi riservati).

Per la seconda subnet, possiamo usare una rete /26 rete (64 indirizzi), in cui verranno effettivamente utilizzati 50 indirizzi (47 host, un indirizzo per il router e i due indirizzi riservati questa rete e broadcast). Il numero di indirizzi necessari a questa soluzione sarà pari a $256 + 64$ (per la subnet con 300 host), più 128 (per la rete con 120 host) e 4 (per il collegamento punto-punto), che risulta in 452 indirizzi.

- 192.168.4.0/23
 - 192.168.4.0/24
 - 192.168.5.0/24
 - 192.168.5.0/25
 - 192.168.5.128/25
 - 192.168.5.128/26
 - 192.168.5.192/26
 - 192.168.5.192/30
 - ...

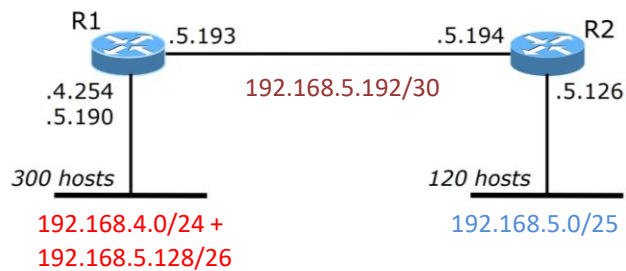


Soluzione

Poiché l'esercizio richiede che lo spazio degli indirizzi occupato totale sia contiguo, è preferibile assegnare gli spazi degli indirizzi alle subnet in ordine (inverso) di dimensione, iniziando l'allocazione dalla rete più grande.

La subnet con 300 host sarà quindi gestita da due blocchi non contigui: Il blocco /24 assegnato alla prima porzione della rete di 300 host dovrebbe essere seguito dal blocco /25 assegnato alla subnet con 120 host, seguito ulteriormente dal blocco /26 utilizzato per completare la copertura dei 300 host.

- 192.168.4.0/23
 - 192.168.4.0/24
- 192.168.5.0/24
 - 192.168.5.0/25
 - 192.168.5.128/25
 - 192.168.5.128/26
 - 192.168.5.192/26
 - 192.168.5.192/30
 - ...



Soluzione

- Vale la pena notare che, anche se sarebbe possibile suddividere le LAN originali in parti ancora più piccole porzioni (ad esempio la rete con 300 host potrebbe essere suddivisa in $253 + 29 + 13 + 5$, ovvero, a $/26 + /27 + /28 + /29$ network), questa non è una buona idea in quanto aggiunge più complessità. In effetti, il partizionamento di una subnet in più subnet deve essere visto come una tecnica di ultima istanza essere utilizzati quando abbiamo un numero insufficiente di indirizzi disponibili.
- Uno dei problemi riguarda l'efficienza durante l'inoltro dei dati da un host a un altro: gli host in due diverse subnet non possono comunicare direttamente a strato 2, ma occorre usare il routing. Di conseguenza, il pacchetto attraversa la LAN due volte, con l'effetto di raddoppiare il traffico su quel segmento di rete.

Esercizio 12

Una rete LAN interconnette le seguenti entità:

- 10 terminali di utente
- 1 server di e-mail
- 1 server DNS
- 1 server WEB
- 1 server DHCP
- 1 gateway per la connessione ad Internet

I server devono essere raggiungibili dall'esterno.

Gli utenti devono poter accedere ai server e navigare in Internet.

L'amministratore della rete ha a disposizione il seguente blocco di indirizzi IP:

141.250.40.0/28.

Si chiede di individuare una strategia di allocazione degli indirizzi IP alle interfacce interconnesse rete e una modalità operativa per la configurazione delle interfacce stesse, ossia come gli indirizzi IP sono effettivamente associati alle interfacce di rete quando le macchine vengono accese.

- IP: 141.250.40.0/28 16 combinazioni binarie
- Ne servono 17 → per i terminali di utente utilizziamo indirizzi IP privati
- Server: 141.250.40.1-6 (VLAN1 – gateway compreso)
- Host: 192.168.0.1-11 (VLAN2 – gateway compreso)
- In alternativa usare sub IP

Esercizio 13

Un router ha la seguente tabella di routing. E' possibile ridurne la dimensione? Se sì, come?

Destinazione	Netmask	Next Hop
131.175.132.0	255.255.255.0	131.123.124.125
131.175.21.0	255.255.255.0	131.124.123.121
131.175.20.0	255.255.255.0	131.124.123.121
131.175.133.0	255.255.255.0	131.123.124.125
131.175.134.0	255.255.255.0	131.123.124.130
131.175.135.0	255.255.255.0	131.123.124.125
131.175.50.0	255.255.254.0	131.123.124.126
0.0.0.0	0.0.0.0	131.123.124.126

Soluzione (1/2)

In generale le regole da seguire per l'aggregazione sono:

1. Si possono aggregare gruppi di reti contigue che hanno lo stesso next-hop.
Ovviamente il numero di reti deve essere una potenza di 2 (gruppi di 2, 4, 8, ... reti). Il gruppo è sostituito da un'unica riga che contiene l'aggregato (ottenuto accorciando la *netmask*)
2. Si possono aggregare reti contigue come nella prima regola anche se per alcune il next-hop è diverso. In questo caso il gruppo è sostituito da un'unica riga che contiene l'aggregato, più una riga per ciascuna delle righe del gruppo con diverso next-hop (eccezioni) che sono lasciate inalterate.
3. Si possono aggregare reti contigue come nella prima regola anche se mancano nella tabella alcune reti. In questo caso il gruppo è sostituito da un'unica riga che contiene l'aggregato, più una riga per ciascuna delle reti mancanti con next-hop pari a quello della rotta di default. Se le reti mancanti non esistono, inserire una rotta verso un black hole per ciascuna di esse o un loro aggregato.
4. Si possono eliminare tutte le reti con next-hop pari alla rotta di default.

Soluzione (2/2)

La seconda e la terza sottorete in tabella hanno indirizzi IP contigui (differiscono per l'ultimo *bit* del terzo *byte*) e hanno *next hop* in comune. Possono dunque essere aggregate:

131.175.20.0 255.255.254.0 131.124.123.121

La prima, la quarta, la quinta e la sesta sottorete hanno indirizzi IP uguali fino al terzultimo *bit* del terzo *byte*; la prima, la quarta e la sesta sottorete hanno anche *next hop* comune. N.B. 132=10000100

131.175.132.0	255.255.252.0	131.123.124.125	133=10000101
131.175.134.0	255.255.255.0	131.123.124.130	134=10000110
			135=10000111

La settima sottorete ha lo stesso next-hop della route di default e quindi può essere eliminata.

E' dunque possibile ridurre la tabella di *routing* come segue:

Destinazione	Netmask	Next Hop
131.175.20.0	255.255.254.0	131.124.123.121
131.175.132.0	255.255.252.0	131.123.124.125
131.175.134.0	255.255.255.0	131.123.124.130
0.0.0.0	0.0.0.0	131.123.124.126

Esercizio 14

Si consideri l'invio di un datagramma contenente una risposta UDP da 3000 byte, su un collegamento che ha una MTU di 500 byte. Si assuma che il datagramma originario sia marcato con l'identificatore 422.

Determinare:

- il numero di frammenti che vengono generati;
- per ogni frammento, i campi di interesse ai fini della frammentazione (lunghezza, identificatore, Flag, Offset).

- MTU di 500 byte ($20 H_{IP} + 480 \text{ pay IP}$)
- $480 \text{ pay IP} = 8 H_{UDP} + 472 \text{ pay_max UDP}$
- $3000 \text{ byte} = 6 * 472 + 168 \text{ byte} \rightarrow 7 \text{ frammenti}$

Pacchetto 1: ID: 422; lungh. 500; Flag: MF=1, DF=0; offset: 0

Pacchetto 2: ID: 422; lungh. 500; Flag: MF=1, DF=0; offset: 480

Pacchetto 3: ID: 422; lungh. 500; Flag: MF=1, DF=0; offset: 960

Pacchetto 4: ID: 422; lungh. 500; Flag: MF=1, DF=0; offset: 1440

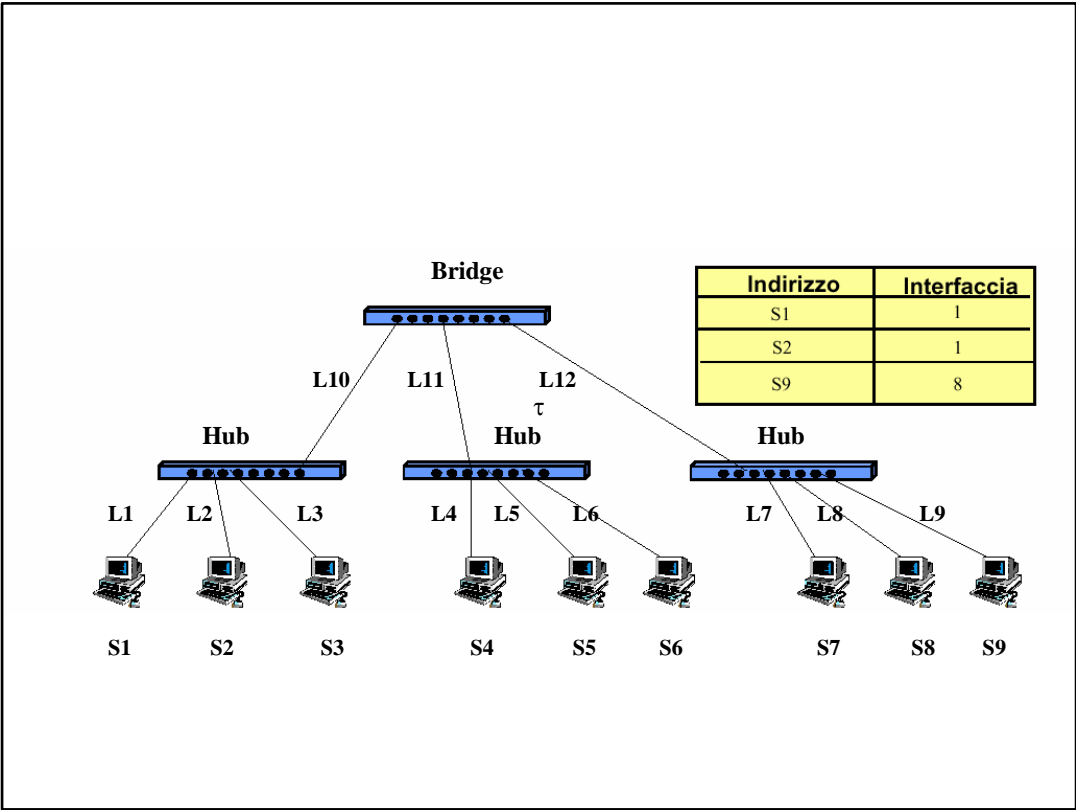
Pacchetto 5: ID: 422; lungh. 500; Flag: MF=1, DF=0; offset: 1920

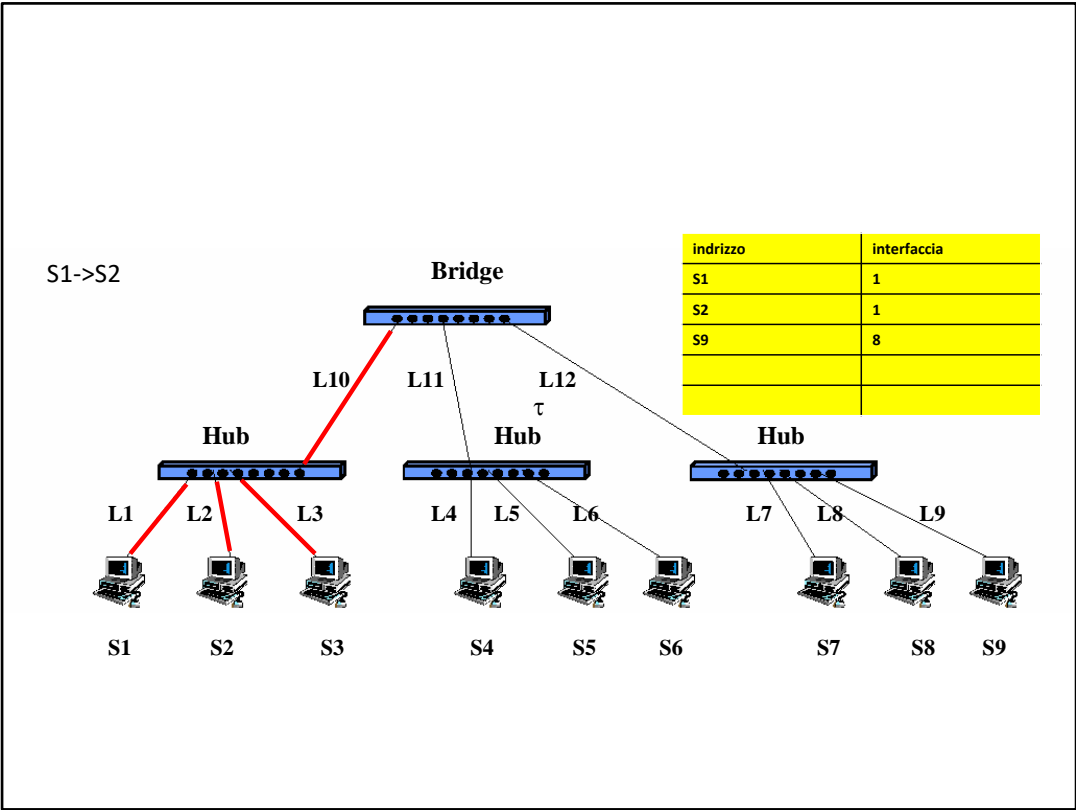
Pacchetto 6: ID: 422; lungh. 500; Flag: MF=1, DF=0; offset: 2400

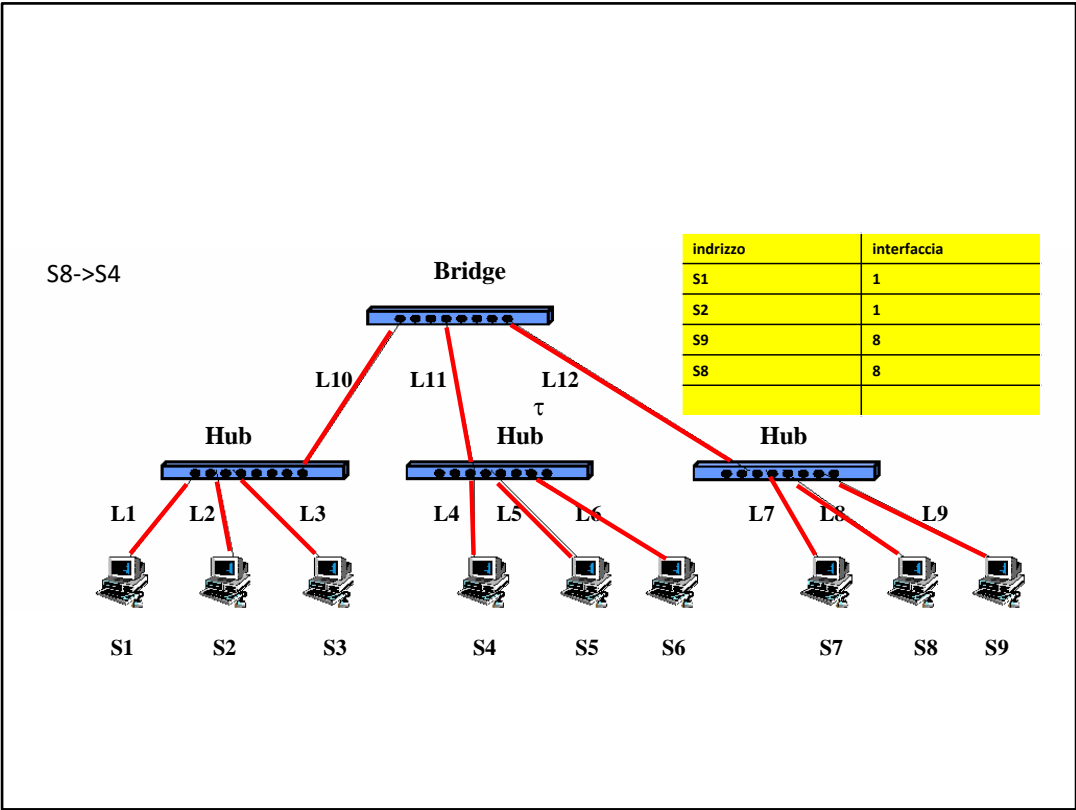
Pacchetto 7: ID: 422; lungh. 196; Flag: MF=0, DF=0; offset: 2880

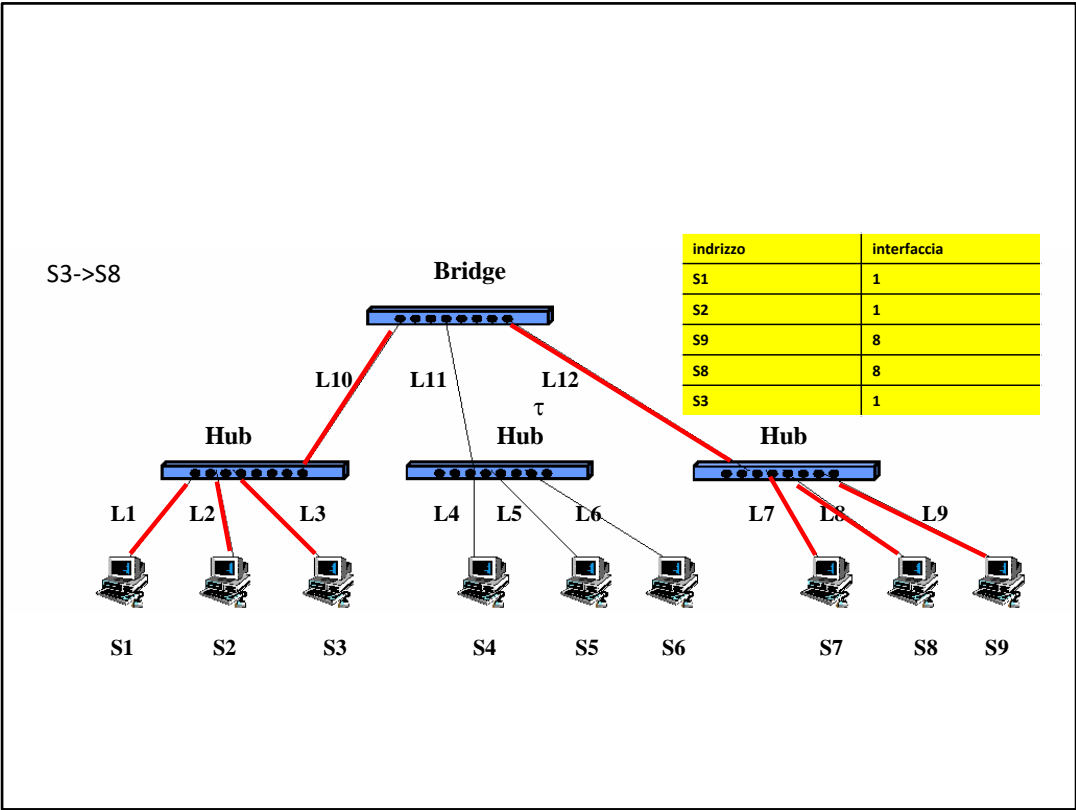
Esercizio 15

- Si consideri la LAN in figura.
- Si assuma che la stazione S1 invii un messaggio alla stazione S2 e che il bridge abbia la tabella in figura (le interfacce del bridge sono numerate da sinistra verso destra da 1 a 8). Indicare, elencandoli, su quali collegamenti della rete viene inoltrato il messaggio. Inoltre si aggiorni, se necessario, la tabella del bridge.
- Successivamente, la stazione S8 invia un messaggio alla stazione S4: si indichi su quali collegamenti della rete viene inoltrato il messaggio e si aggiorni, se necessario, la tabella del bridge.
- Infine, la stazione S3 invia un messaggio alla stazione S8: si indichi su quali collegamenti della rete viene inoltrato il messaggio e si aggiorni, se necessario, la tabella del bridge.









Esercizio 16

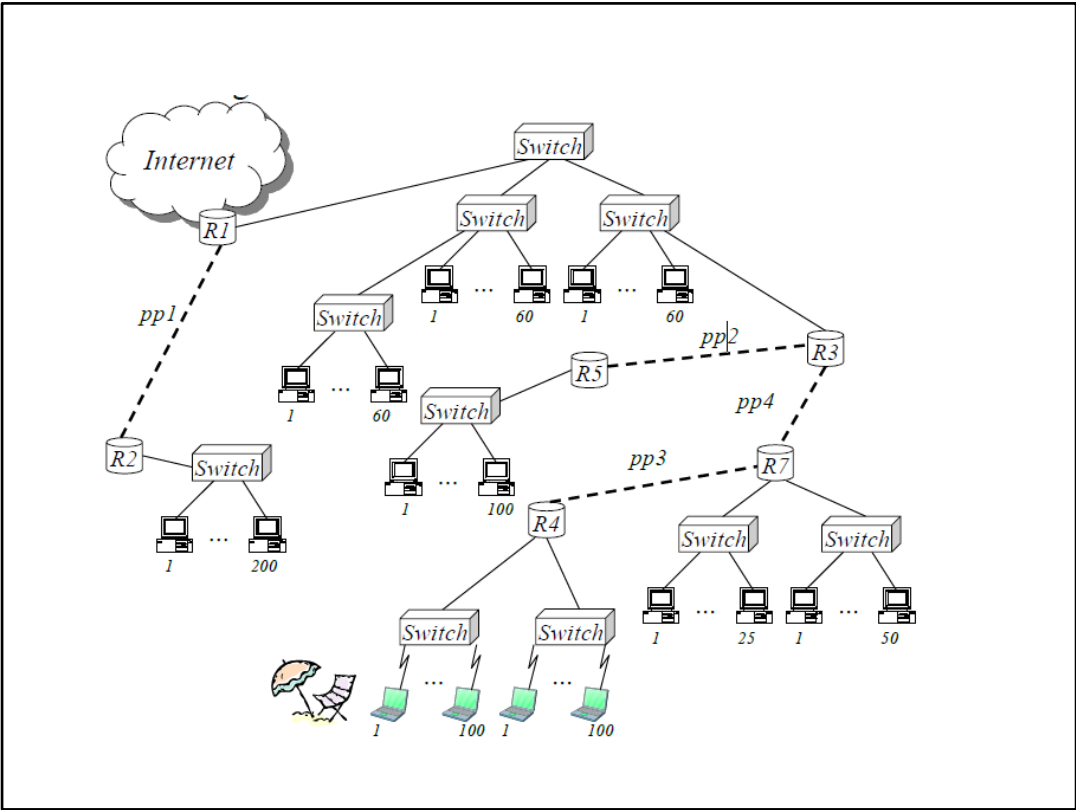
L'Università dei Mari e dei Monti possiede il seguente spazio di indirizzamento IP: 135.155.64.0/22

La rete complessiva è rappresentata in figura.

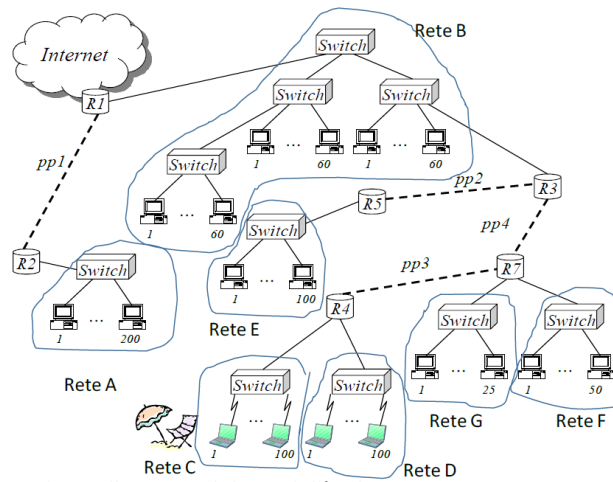
Definire un piano di indirizzamento in grado di supportare il numero di *host indicato nella figura*.

Indicare le sottoreti IP graficamente nella figura (evidenziare i confini e assegnare una lettera identificativa). Per ciascuna sottorete definire l'indirizzo di rete, la *netmask*, e l'*indirizzo di broadcast diretto*.

Scrivere la tabella di instradamento del *router R5 nel modo più compatto possibile dopo aver* assegnato opportunamente degli indirizzi ai *router a cui R5 è connesso direttamente*.



Soluzione (1/4)



Rete A: 200 host, 8 bit nella parte di host dell'indirizzo

Rete B: 180 host, 8 bit nella parte di host dell'indirizzo

Reti C, D, E: 100 host, 7 bit nella parte di host dell'indirizzo

Rete F: 50 host, 6 bit nella parte di host dell'indirizzo

Rete G: 25 host, 5 bit nella parte di host dell'indirizzo

Pp1, pp2, pp3, pp4: 2 host, 2 bit nella parte di host dell'indirizzo

Indirizzo iniziale: 135.155.64.0/22

Soluzione (2/4)

Allungando di 2 bit la netmask, si ottengono 4 sottoreti con 8 bit di host-id, quindi in grado di indirizzare 254 host ($2^8-2=254$). Posso usare una delle quattro sottoreti per indirizzare gli host di Rete A ed usare un'altra sottorete per indirizzare gli host di Rete B.

Rete A: 135.155.64.0/24, broadcast diretto: 135.155.64.255

Rete B: 135.155.65.0/24, broadcast diretto: 135.155.65.255

Rimangono due sottoreti per ulteriore partizionamento:

135.155.66.0/24

135.155.67.0/24

Allungando di 1 bit la netmask per entrambe le sottoreti rimaste, definisco 4 sottoreti con 7 bit nella parte di host, quindi in grado di indirizzare 126 host ($2^7-2=126$). Posso usare tre delle quattro sottoreti per indirizzare gli host di Rete C, Rete D e Rete E.

Rete C: 135.155.66.0/25, broadcast diretto: 135.155.66.127

Rete D: 135.155.66.128/25, broadcast diretto: 135.155.66.255

Rete E: 135.155.67.0/25, broadcast diretto: 135.155.67.127

Rimane una sottorete per ulteriore partizionamento:

135.155.67.128/25

Soluzione (3/4)

Allungando di 1 bit la netmask di 135.155.67.128/25, si hanno 2 sottoreti con 6 bit nella parte di host, quindi in grado di indirizzare 62 host ($2^6-2=62$). Usiamone una per indirizzare gli host di Rete F.

Rete F: 135.155.67.128/26, broadcast diretto: 135.155.67. 191

Rimane una sottorete per ulteriore partizionamento: 135.155.67.192/26

Allungando di 1 bit la netmask, si hanno 2 sottoreti con 5 bit di host-id, quindi in grado di indirizzare 30 host ($2^5-2=30$). Una delle due è usata per indirizzare gli host di Rete G.

Rete G: 135.155.67.192/27, broadcast diretto: 135.155.67.223

Rimane una sottorete per ulteriore partizionamento: 135.155.67.224/27

Allungando di 3 bit la netmask, si hanno 8 sottoreti con 2 bit nella parte di host, quindi in grado di indirizzare 2 host ($2^2-2=2$). Quattro delle otto sottoreti sono usate per indirizzare gli host di pp1, pp2, pp3, pp4

Pp1: 135.155.67.224/30, broadcast diretto: 135.155.67.227

Pp2: 135.155.67.228/30, broadcast diretto: 135.155.67.231

Pp3: 135.155.67.232/30, broadcast diretto: 135.155.67.235

Pp4: 135.155.67.236/30, broadcast diretto: 135.155.67.239

Soluzione (4/4)

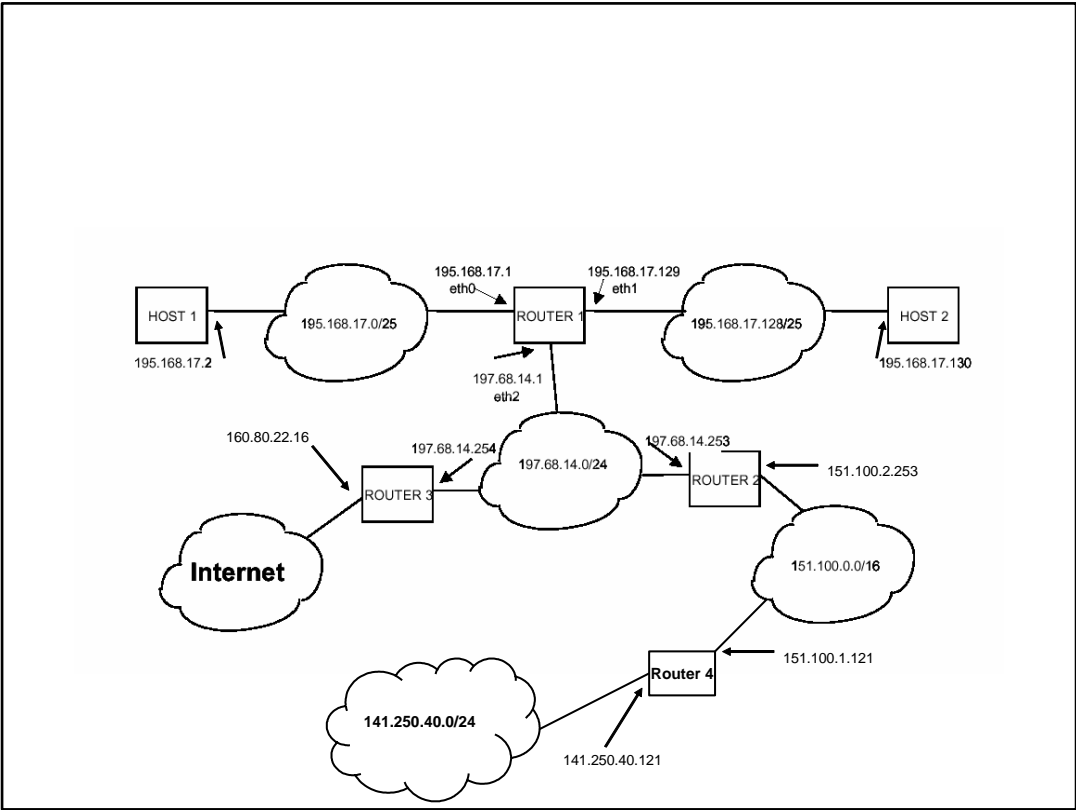
Il router R5 ha due interfacce di rete su Rete E e pp2. E' sufficiente una tabella di routing con un'unica riga per raggiungere tutte le reti IP **non direttamente connesse**. Supponendo che l'indirizzo IP dell'interfaccia di R5 collegata a pp2 sia 131.155.67.230, allora la tabella di routing di R5 più compatta possibile è:

Dest	Netmask	Next-Hop
135.155.67.0	255.255.255.128	diretto
0.0.0.0	0.0.0.0	131.155.67.229

Esercizio 17

- Con riferimento alla rete in figura, riempire la tabella di instradamento del ROUTER 1, evitando di riportare l'indirizzo di loopback e quello multicast

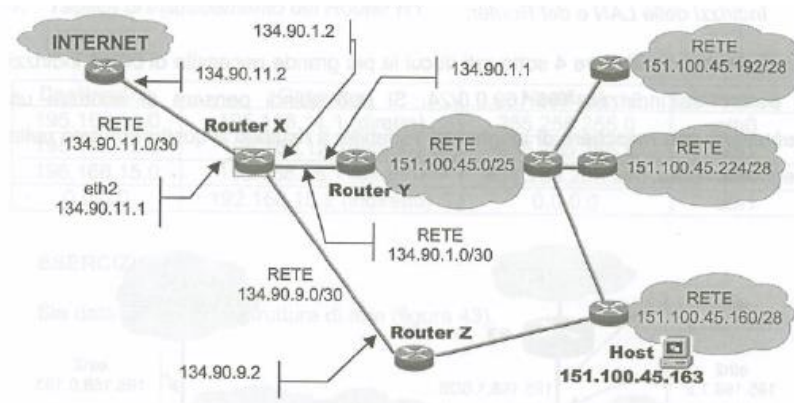
Destinazione	Next hop	Netmask	Interface



Destinazione	Next hop	Netmask	Interface
195.168.17.0	diretto	255.255.255.128	eth0
195.168.17.128	diretto	255.255.255.128	eth1
197.68.14.0	diretto	255.255.255.0	eth2
141.250.40.0	197.68.14.253	255.255.255.0	eth2
151.100.0.0	197.68.14.253	255.255.0.0	eth2
0.0.0.0	197.68.14.254	0.0.0.0	eth2

Esercizio 18

- Si compili la tabella di instradamento del router X in modo da inoltrare tutto il traffico verso le sotto-reti indicate in figura attraverso il router Y, tranne il traffico verso l'host evidenziato che deve transitare per il router Z.



Destination	Gateway	Netmask	Interface
151.100.45.0	134.90.1.1	255.255.255.128	Eth1 (verso Y)
134.90.1.0	134.90.1.2 (diretto)	255.255.255.252	Eth1
134.90.11.0	134.90.11.1 (diretto)	255.255.255.252	Eth2
134.90.9.0	134.90.9.1 (diretto)	255.255.255.252	Eth3 (verso Z)
151.100.45.192	134.90.1.1	255.255.255.240	Eth1
151.100.45.224	134.90.1.1	255.255.255.240	Eth1
151.100.45.160	134.90.1.1	255.255.255.240	Eth1
151.100.45.163	134.90.9.2	255.255.255.255	Eth3
0.0.0.0	134.90.11.2	0.0.0.0	Eth2

Si può fare di meglio?

Esercizio 19

- Data la porzione di tabella di routing di un router R (riportata sotto) ed un pacchetto IP con indirizzo di destinazione 141.250.40.162, si descriva in modo dettagliato la procedura svolta da R per decidere su quale interfaccia istradare il pacchetto, si stabilisca qual è il nodo verso cui esso sarà rilanciato e la rete di destinazione più appropriata. Illustrare i passaggi.

Rete di Destinazione	Gateway	Interfaccia
141.250.0.0/16	118.16.29.3	eth0
141.128.0.0/9	118.16.29.7	eth0
141.160.0.0/11	118.16.30.6	tk1
141.250.16.0/20	118.16.29.3	eth0
118.10.3.0/21	118.10.3.7	eth2
141.250.32.0/20	118.16.29.3	eth0
141.250.48.0/20	118.16.29.3	eth0
141.250.40.128/25	118.16.29.5	eth0

141.250.40.162

1 0 0 0 1 1 0 1 . 1 1 1 1 1 0 1 0 . 0 0 1 0 1 0 0 0 . 1 0 1 0 0 0 1 0

/16 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 . 0 0 0 0 0 0 0 0 . 0 0 0 0 0 0 0 0 141.250.0.0

/9 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 0 0 0 0 0 0 0 . 0 0 0 0 0 0 0 0 . 0 0 0 0 0 0 0 0 141.128.0.0

/11 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 0 0 0 0 0 . 0 0 0 0 0 0 0 0 . 0 0 0 0 0 0 0 0 141.224.0.0

/20 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 0 0 0 0 . 0 0 0 0 0 0 0 0 141.250.32.0

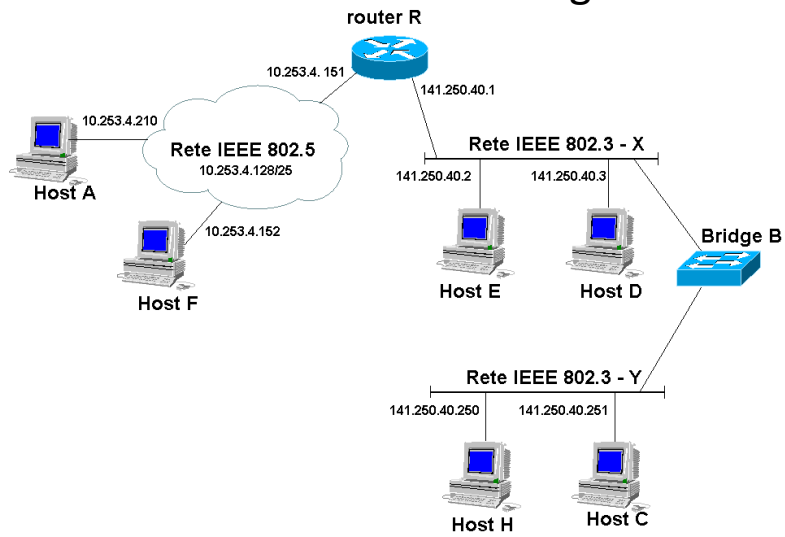
/21 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 0 0 0 . 0 0 0 0 0 0 0 0 141.250.40.0

/25 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 0 0 0 0 0 0 0 141.250.40.128

Rete di Destinazione	Gateway	Interfaccia
141.250.0.0/16	118.16.29.3	eth0
141.128.0.0/9	118.16.29.7	eth0
141.160.0.0/11	118.16.30.6	tk1
141.250.16.0/20	118.16.29.3	eth0
118.10.3.0/21	118.10.3.7	eth2
141.250.32.0/20	118.16.29.3	eth0
141.250.48.0/20	118.16.29.3	eth0
141.250.40.128/25	118.16.29.5	eth0

Esercizio 20

- Si consideri la rete mostrata in figura.



Si chiede di:

- Indicare nella tabella sottostante una possibile maschera di rete (netmask), per gli host mostrati in figura, compatibile con gli indirizzi mostrati.

HOST	Netmask
Host A	255.255.255.128
Host F	255.255.255.128
Host E	255.255.255.0
Host D	255.255.255.0
Host H	255.255.255.0
Host C	255.255.255.0

- Si determini la tabella di instradamento (routing) del router R;

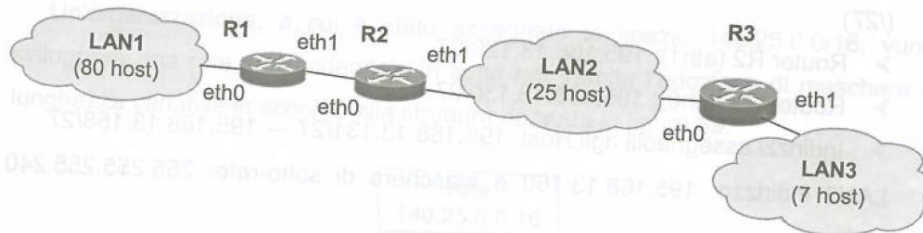
Destination	Gateway	Netmask	Interfaccia
10.253.4.128	diretto	255.255.255.128	Eth1
141.250.40.0	diretto	255.255.255.0	Eth2

- Si indichi quali modifiche si avrebbero sulla tabella di routing se gli host E ed H si scambiassero di posizione conservando il proprio indirizzo IP; → Nessuna

Esercizio 21

Con riferimento alla figura, si chiede di:

- Identificare le singole sottoreti
- Si consideri il seguente blocco di indirizzi di classe C: 195.168.13.0/24. Utilizzando la tecnica del subnetting, si chiede di assegnare le net-id alle sottoreti e gli indirizzi IP ai router della figura.
- Individuare la tabella di routing del router R3

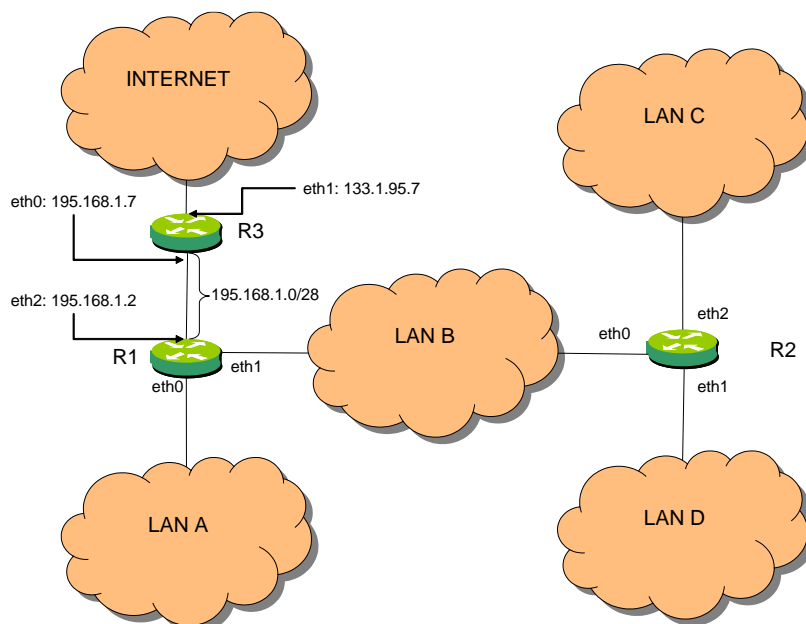


- 195.168.13.0/24 -> 4 sottoreti, host:
 - LAN1 (80), R1-R2 (2), LAN2 (25), LAN3 (7)
 - Combinazioni binarie necessarie
 - LAN1 (83), R1-R2 (4), LAN2 (29), LAN3 (10)
 - /25 /30 /27 /28

- 195.168.13.0/24 → 195.168.13.0/25 (LAN1)
 - 195.168.13.128/25
- 195.168.13.128/25
 - 195.168.13.128/27 (LAN2)
 - 195.168.13.160/27 (altre)
 - 195.168.13.192/27
 - 195.168.13.224/27
- 195.168.13.160/27 → 195.168.13.160/28 (LAN3)
 - 195.168.13.176/28
 - 195.168.13.176/28 → 195.168.13.176/30 (R1-R2)
 - 195.168.13.180/30
 - 195.168.13.184/30
 - 195.168.13.188/30

Esercizio 22

Sia data la seguente struttura di rete.



Si chiede di:

- assegnare gli indirizzi IP alle LAN, assumendo che ciascuna LAN contenga 40 host, e ai router R1 e R2, nello spazio definito da 95.169.0.0/24.
- compilare la tabella di instradamento del router R1.

DESTINATION	GATEWAY	NETMASK	INTERFACE

40 host → 6 bit host-id con i restanti 2 bit formiamo 4 subnet:

95.169.0.0/26 (A); 95.169.0.64/26 (B); 95.169.0.128/26 (C); 95.169.0.192/26 (D)

40 host → 6 bit host-id con i restanti 2 bit formiamo 4 subnet:
95.169.0.0/26 (A); 95.169.0.64/26 (B); 95.169.0.128/26 (C); 95.169.0.192/26 (D)

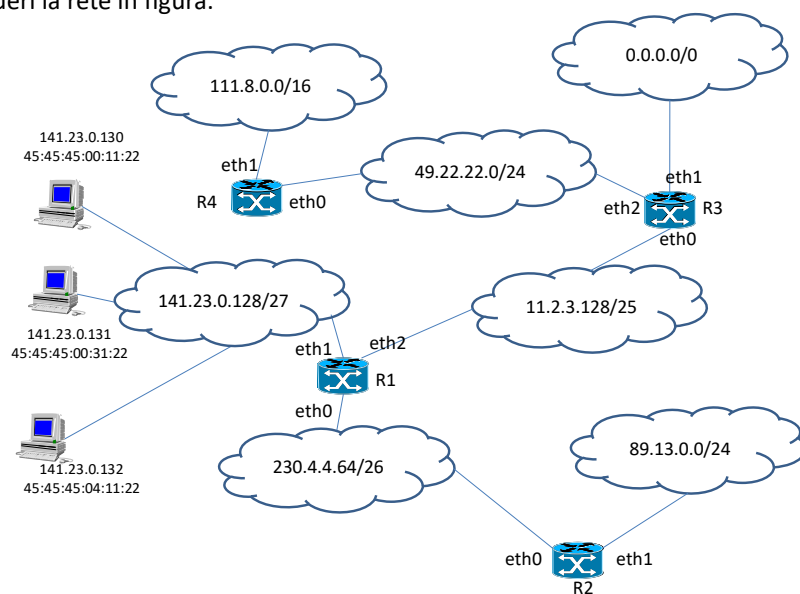
tabella di instradamento del router R1

DESTINATION	GATEWAY	NETMASK	INTERFACE
95.169.0.0/26	Diretto	255.255.255.192	eth0
95.169.0.64/26	Diretto	255.255.255.192	eth1
195.168.1.0	Diretto	255.255.255.240	eth0
95.169.0.128/26	95.169.0.66	255.255.255.192 (IP eth0 R2)	eth1
95.169.0.192/26	95.169.0.66	255.255.255.192 (IP eth0 R2)	eth1
0.0.0.0	195.168.1.7	0.0.0.0	eth2

Si può fare di meglio?

Esercizio 23

Si consideri la rete in figura.



Determinare:

- La tabella di instradamento del router R1;
- Le informazioni presenti nella tabella di ARP del router R1, relative agli altri router, a regime.

A tal fine, si riportano i seguenti dati:

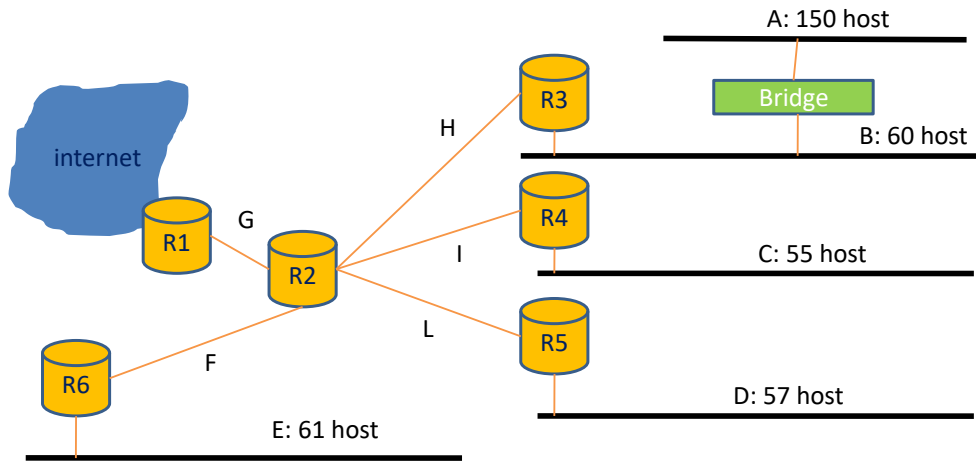
- R1:
 - eth0: 230.4.4.65 – 45:45:45:88:88:88
 - eth1: 141.23.0.129 – 45:45:45:66:66:66
 - eth2: 11.2.3.129 – 45:45:45:55:55:77
- R2:
 - eth0: 230.4.4.66 – 45:45:45:33:77:11
 - eth1: 89.13.0.18 – 45:45:45:34:34:f0
- R3:
 - eth0: 11.2.3.134 – 45:45:45:ff:e3:a0
 - eth1: 8.88.8.8 – 45:45:45:b6:a8:b6
 - eth2: 49.22.22.8 – 45:45:45:a7:a7:b1
- R4:
 - eth0: 49.22.22.32 – d2:33:33:a7:a8:b8
 - eth1: 111.8.8.129 – d3:d3:d3:66:33:66

DESTINATION	GATEWAY	NETMASK	INTERFACE
141.23.0.128	diretto	255.255.255.224	eth1
230.4.4.64	diretto	255.255.255.192	eth0
11.2.3.128	diretto	255.255.255.128	eth2
111.8.0.0	11.2.3.134	255.255.0.0	eth2
49.22.22.0	11.2.3.134	255.255.255.0	eth2
89.13.0.0	230.4.4.66	255.255.255.0	eth0
0.0.0.0	11.2.3.134	0.0.0.0	eth2

IP	MAC
11.2.3.134	45:45:45:ff:e3:a0
230.4.4.66	45:45:45:33:77:11
...	...

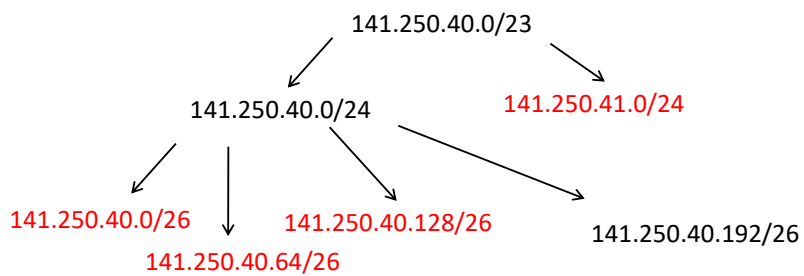
Esercizio 24

- Alla rete in figura è assegnato il blocco di indirizzi 141.250.40.0/23



- Indicare un adeguato partizionamento del blocco assegnato e la netmask per ogni sottorete in figura
- Proporre degli indirizzi IP per le interfacce dei router
- Scrivere la tabella di routing per i router

Partiamo da 141.250.40.0/23



Rete A+B di 210 host → /24 141.250.41.0/24 - R3:141.250.41.1

Rete C di 55 host → /26 141.250.40.0/26 – R4: 141.250.40.1

Rete D di 57 host → /26 141.250.40.64/26 – R5: 141.250.40.65

Rete E di 61 host → /26 141.250.40.128/26 – R6: 141.250.40.129

Partizioniamo 141.250.40.192/26 in 16 /30

#0 141.250.40.192/30 link G R2: 141.250.40.193 – R1 141.250.40.194
#1 141.250.40.196/30 link F R2: 141.250.40.197 – R6 141.250.40.198
#2 141.250.40.200/30 link L R2: 141.250.40.201 – R5 141.250.40.202
#3 141.250.40.204/30 link I R2: 141.250.40.205 – R4 141.250.40.206
#4 141.250.40.208/30 link H R2: 141.250.40.209 – R3 141.250.40.210
#5 141.250.40.212/30
#6 141.250.40.216/30
#7 141.250.40.220/30
#8 141.250.40.224/30
#9 141.250.40.228/30
#10 141.250.40.232/30
#11 141.250.40.236/30
#12 141.250.40.240/30
#13 141.250.40.244/30
#14 141.250.40.248/30
#15 141.250.40.252/30

Router R2 → da aggregare?

DESTINATION	GATEWAY	NETMASK	INTERFACE
141.250.40.192	diretto	255.255.255.252	G
141.250.40.196	diretto	255.255.255.252	F
141.250.40.200	diretto	255.255.255.252	L
141.250.40.204	diretto	255.255.255.252	I
141.250.40.208	diretto	255.255.255.252	H
141.250.41.0	141.250.40.210	255.255.255.0	H
141.250.40.0	141.250.40.206	255.255.255.192	I
141.250.40.64	141.250.40.202	255.255.255.192	L
141.250.40.128	141.250.40.198	255.255.255.192	F
0.0.0.0	141.250.40.194	0.0.0.0	G

Router R6

DESTINATION	GATEWAY	NETMASK	INTERFACE
141.250.40.128	diretto	255.255.255.192	E
141.250.40.196	diretto	255.255.255.252	F
0.0.0.0	141.250.40.197	0.0.0.0	F

Router R3

DESTINATION	GATEWAY	NETMASK	INTERFACE
141.250.41.0	diretto	255.255.255.0	B
141.250.40.208	diretto	255.255.255.252	H
0.0.0.0	141.250.40.209	0.0.0.0	H

Router R5

DESTINATION	GATEWAY	NETMASK	INTERFACE
141.250.40.64	diretto	255.255.255.192	D
141.250.40.200	diretto	255.255.255.252	L
0.0.0.0	141.250.40.201	0.0.0.0	L

Router R4

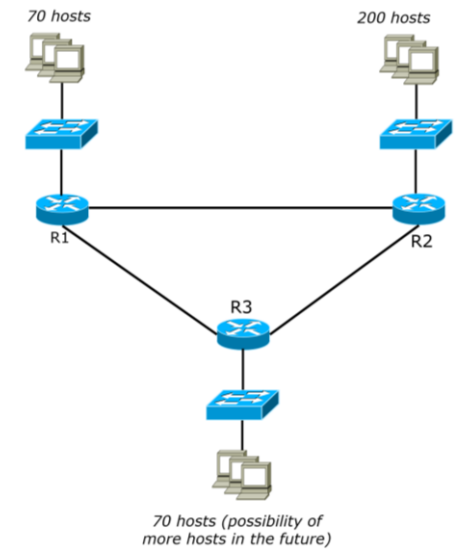
DESTINATION	GATEWAY	NETMASK	INTERFACE
141.250.40.0	diretto	255.255.255.192	C
141.250.40.204	diretto	255.255.255.252	I
0.0.0.0	141.250.40.205	0.0.0.0	I

Router R1

DESTINATION	GATEWAY	NETMASK	INTERFACE
141.250.40.192	diretto	255.255.255.252	G
141.250.40.0	141.250.40.193	255.255.254.0	G
0.0.0.0	?	0.0.0.0	internet

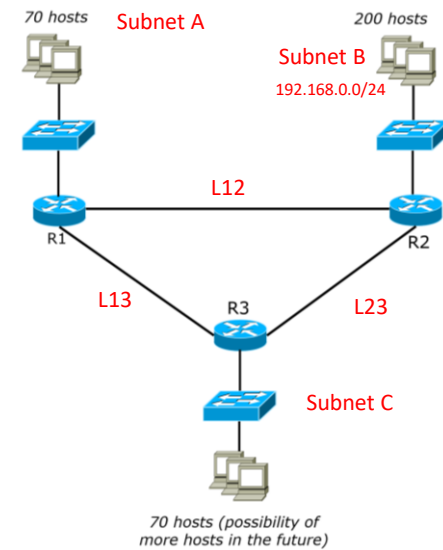
Esercizio 25

- Definire un piano di indirizzamento senza classi per la rete nella figura seguente utilizzando l'intervallo di indirizzi 192.168.0.0/23.
- Gli intervalli di indirizzi assegnati alla rete dovrebbero formare uno spazio contiguo; considerare anche che nessuna espansione (in termini di numero di host) sarà necessaria in futuro, ad eccezione della rete in fondo (come mostrata in figura)



Soluzione

- Identifichiamo le subnet
 - Subnet A: 73 combinazioni binarie -> \25
 - Subnet B: 203 combinazioni binarie -> \24
 - Subnet C: 73 combinazioni binarie -> \25
 - link fra i router -> \30
- Suddividiamo 192.168.0.0/23.
 - 192.168.0.0/24 (Subnet B)
 - 192.168.1.0/24 da suddividere
- Se suddividiamo la /24 rimanente in due /25 non abbiamo gli indirizzi per i link. Spazio insufficiente. Come procediamo?

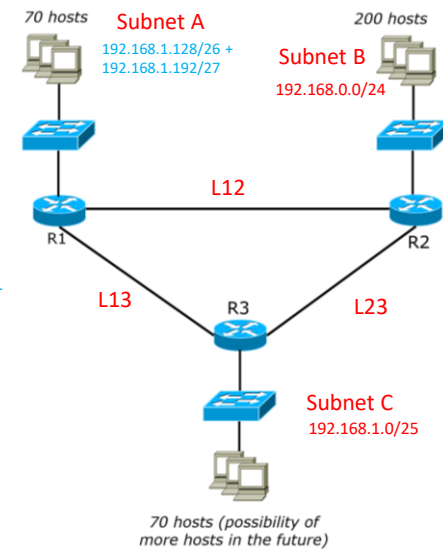


Soluzione

Lo spazio degli indirizzi allocato non è sufficientemente ampio per gestire la rete senza ulteriori partizioni di almeno una rete IP in più sottoreti per utilizzare i blocchi di indirizzi con maggiore efficacia. Le due reti con 70 host sono i migliori candidati per tale operazione perché “sprecano” una grande quantità di indirizzi (infatti farebbero uso di soli 73 indirizzi su 128 disponibili, lasciando inutilizzati 55 indirizzi). Tuttavia, la rete sotto il router R3 potrebbe essere necessaria un'espansione futura; quindi sarebbe preferibile non partizionare questa rete per lasciare spazio a future espansioni. Per questo motivo inizieremo con la partizione della prima rete con 70 host (quella collegata al router R1), verificando successivamente se questo è sufficiente oppure dobbiamo implementare qualche altra partizione per risparmiare gli indirizzi. Nel nostro caso nessuna ulteriore partizione è necessaria, come il numero di indirizzi IP necessari dopo la suddetta partizione della rete con 70 host rientra nello spazio degli indirizzi disponibile.

Soluzione

- Identifichiamo le subnet
 - Subnet A: 73 combinazioni binarie -> \25
 - Subnet B: 203 combinazioni binarie -> \24
 - Subnet C: 73 combinazioni binarie -> \25
 - link fra i router -> \30
- Suddividiamo 192.168.0.0/23.
 - 192.168.0.0/24 (Subnet B)
 - 192.168.1.0/24 da suddividere
- Usiamo la 192.168.1.0/24
 - 192.168.1.0/25 (Subnet C), con possibilità di espansione
 - 192.168.1.128/25 da utilizzare
- Suddividiamo la 192.168.1.128/25 in
 - 192.168.1.128/26 (61 bin in subnet A + gateway 1 in subnet A)
 - 192.168.1.192/27 (sufficiente per completare la subnet A, 9 host + 1 gateway)
 - 192.168.1.224/27 (8* /30 da suddividere per i link)
 - 192.168.1.224/30 (L12)
 - 192.168.1.228/30 (L13)
 - 192.168.1.232/30 (L23)

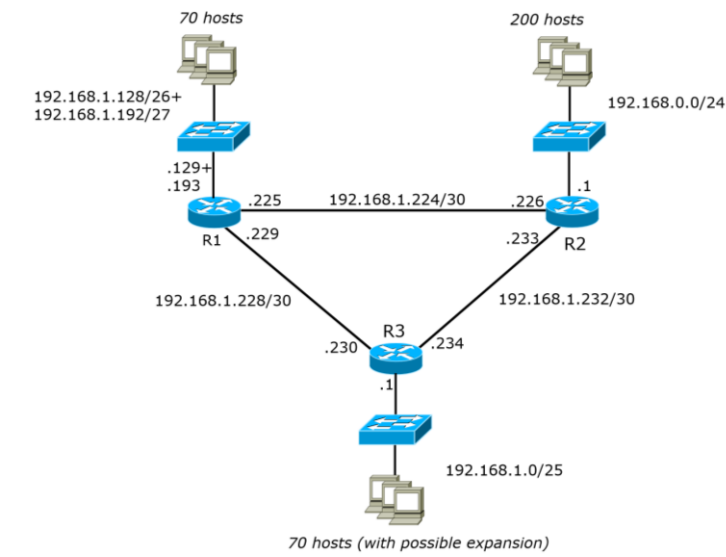


192.168.1.128/26 (61 bin in subnet A + gateway 1 in subnet A)

192.168.1.192/27 (sufficiente per completare la subnet A, 9 host + 1 gateway)

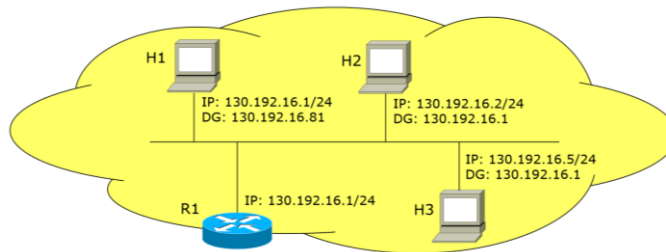
Soluzione

Allocazione indirizzi IP ai router



Esercizio 26

Si supponga, come mostrato in figura, che il proprietario dell'host H1 abbia configurato in modo errato gli indirizzi IP sul suo dispositivo; in particolare sono stati invertiti i valori del gateway predefinito e dell'indirizzo IP. Descrivere il comportamento della rete quando è presente tale errore, supponendo che tutti i gli host presenti nella topologia generano traffico.



Soluzione

L'host H1 appare isolato dal mondo esterno. Può raggiungere qualsiasi destinazione locale (ovvero indirizzi IP appartenenti al suo intervallo di indirizzi), ma non può raggiungerne altre destinazioni al di fuori di 130.192.16.0/24 poiché ha un indirizzo errato per il gateway predefinito. Per esempio, l'indirizzo 130.192.16.81 (che rappresenta il gateway predefinito per l'host H1) non dovrebbe essere presente affatto su quella rete, poiché avrebbe dovuto essere assegnato dall'amministratore di rete per ospitare H1.

Per gli host H2 e H3 la situazione è più complessa. Il problema è che l'indirizzo del default gateway (130.192.16.1) è presente due volte nella rete: ogni richiesta ARP per l'indirizzo 130.192.16.1, necessario per scoprire l'indirizzo MAC del router, riceverà due risposte, una da R1 e l'altro da H1, perché entrambi sono all'indirizzo 130.192.16.1. Sfortunatamente non lo è possibile sapere a priori quale risposta verrà utilizzata dall'host che ha inviato la Richiesta ARP, perché la scelta è del tutto casuale (ad esempio, l'host dovrebbe utilizzare l'indirizzo MAC dalla prima risposta ARP ricevuta). In questo caso si possono verificare due situazioni:

- l'host sceglie l'indirizzo MAC del router: il traffico Internet per e verso questo host lo farà scorrere senza problemi.
- l'host sceglie l'indirizzo MAC di H1: verrà inviato il traffico in uscita verso Internet a H1, che eliminerà quei pacchetti. È comunque interessante notare che la direzione opposta (traffico da Internet a H2-H3) verrà consegnato senza alcun problema.

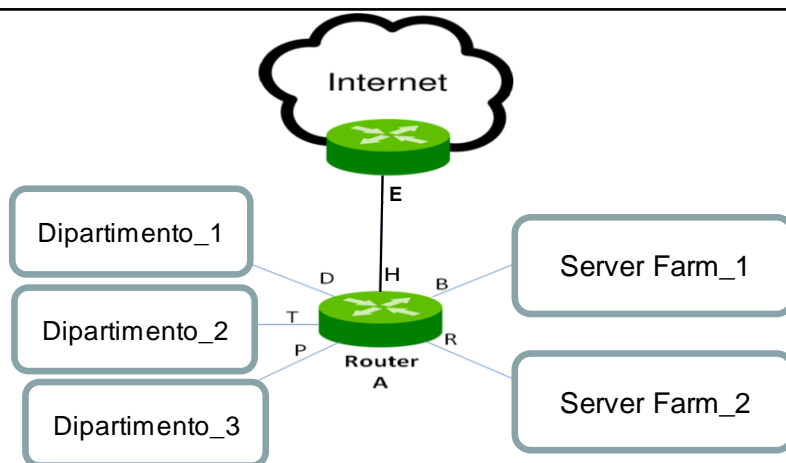
Si noti che questo comportamento può variare nel tempo: quando la cache ARP relativa all'indirizzo 130.192.16.1 scade negli host H2-H3, il processo ARP ricomincia, portando a uno dei due possibili esiti mostrato in precedenza. Così un host può essere in grado di comunicare in modo intermittente con Internet, creando la diagnosi del guasto molto più problematica.

Infine, dobbiamo menzionare che molti sistemi operativi sono in grado di rilevare un conflitto relativo a un indirizzo IP duplicato; questo viene fatto inviando una richiesta ARP con il proprio indirizzo IP come destinazione, prima di attivare lo stack di protocollo IP. Se si riceve una risposta, è presente un indirizzo duplicato in rete; in questo caso, la maggior parte dei sistemi operativi disabilita lo stack del protocollo IP e visualizza un errore messaggio all'utente.

Esercizio 27

Un'azienda deve realizzare un *piano di indirizzamento* IP. L'azienda possiede un blocco di indirizzi IPv4 **222.138.12.0/24** e un blocco **121.130.21.0/26**.

L'azienda include diverse postazioni di utente ripartite in tre dipartimenti, come segue. Il **Dipartimento_1** include **150** utenti, il **Dipartimento_2** include **5000** utenti e il **Dipartimento_3** include **220** utenti. Questi dipartimenti sono accessibili attraverso un'interfaccia dedicata a ciascuno di essi di un Router A, che svolge la funzione di gateway. Gli utenti dei tre dipartimenti devono poter **solamente navigare in Internet**. La rete aziendale include due ulteriori server farm, che contengono dei server che devono essere **accessibili dall'esterno**. La **Server Farm_1** è composta da **10** server, mentre la **Server Farm_2** è composta da **28** server. Ciascuna server farm è accessibile mediante una interfaccia dedicata dello stesso Router A. La rete risultante è illustrata in figura.



Si proponga un piano di indirizzamento
 Si specifichino gli indirizzi IP delle interfacce del router/gateway
 Si individui la tabella di routing del router A

Destination	Gateway	Netmask	Interface
...			

Dipartimento_1 include **150** utenti,
Dipartimento_2 include **5000** utenti,
Dipartimento_3 include **220** utenti.

Server Farm_1 è composta da **10** server,
Server Farm_2 è composta da **28** server
7 interfacce dei **router**

Totale 5415 Interfacce di rete da configurare

I due blocchi /24 e /26 includono 253+62 combinazioni utilizzabili. Per gli utenti, che devono solo poter navigare in Internet, usiamo indirizzi IP privati, così come per il collegamento fra i router

Dipartimento_1 blocco 192.168.0.0/24, indirizzi sequenziali da 192.168.0.1 (interfaccia D) fino a 192.168.0.151

Dipartimento_2 blocco 10.0.0.0/19, indirizzi da sequenziali da 10.0.0.1 (interfaccia T) a 10.0.19.137 – (00010011 e 10001001 ossia 19 e 37 in decimale, formano 5001 in binario)

Dipartimento_3 blocco 192.168.1.0/24, indirizzi sequenziali da 192.168.1.1 (interfaccia P) a 192.169.1.221.

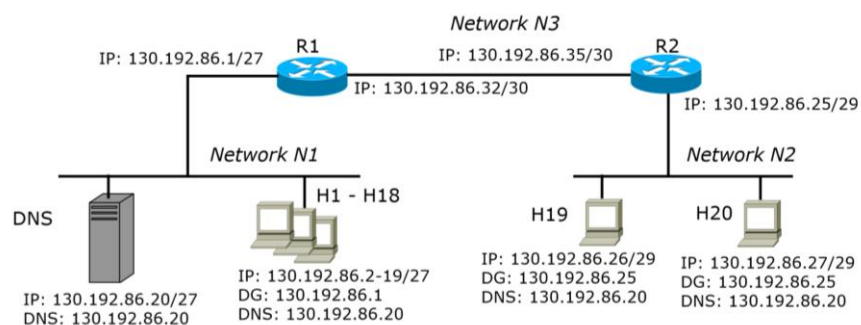
Collegamento fra i router: 192.168.2.0/30, 192.168.2.1 (interfaccia H) e 192.168.2.2 (interfaccia E)

Server Farm_2, 28 server, 1 router, quindi 31 combinazioni binarie, quindi /27,
121.130.21.0/26 -> 121.130.21.0/27 (Server Farm_1) e 121.130.21.32/27
Server Farm_1 , 10 server, 1 router, quindi 13 combinazioni binarie, quindi /28
121.130.21.32/27 -> 121.130.21.32/28 (Server Farm_2) e 121.130.21.48/28 risparmiato
Il blocco 222.138.12.0/24 è interamente risparmiato

DESTINATION	GATEWAY	NETMASK	INTERFACE
192.168.0.0	Diretto	255.255.255.0	D
10.0.0.0	Diretto	255.255.240.0	T
192.168.1.0	Diretto	255.255.255.0	P
192.168.2.0	Diretto	255.255.255.252	H
121.130.21.0	Diretto	255.255.255.224	
121.130.21.32	Diretto	255.255.255.240	
0.0.0.0	192.168.2.2	0.0.0.0	H

Esercizio 28

Data la rete in figura, identificare gli errori di configurazione e gli effetti generati da questi



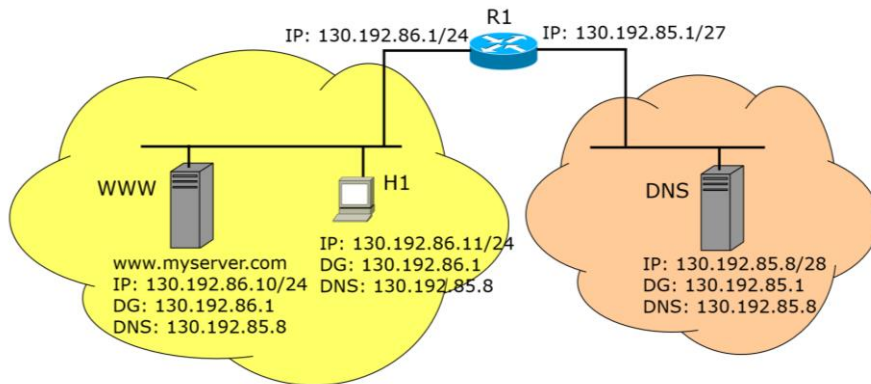
Soluzione

Gli errori presenti sono i seguenti:

- 1. Il server DNS non ha alcuna configurazione per il gateway predefinito; questo impedisce all'host di poter contattare qualsiasi host al di fuori dell'intervallo 130.192.86.0/27.
- 2. Gli spazi di indirizzamento delle reti N1 e N2 si sovrappongono, anche se gli indirizzi IP associati agli host non sono duplicati. Infatti, l'intervallo di indirizzi 130.192.86.24/29 (utilizzato in N2) appartiene all'intervallo di indirizzi 130.192.86.0/27, utilizzato in N1.
- 3. Gli indirizzi IP assegnati ai dispositivi della rete N3 sono errati, perché rappresentano gli indirizzi di rete e broadcast dell'intervallo di indirizzi 130.192.86.32/30. Gli indirizzi corretti sono 130.192.86.33 e 130.192.86.34.

Esercizio 29

Considerando la rete rappresentata in figura, il comando
"ping www.myserver.com"
digitato sull'host H1 è eseguito con successo? Perché?



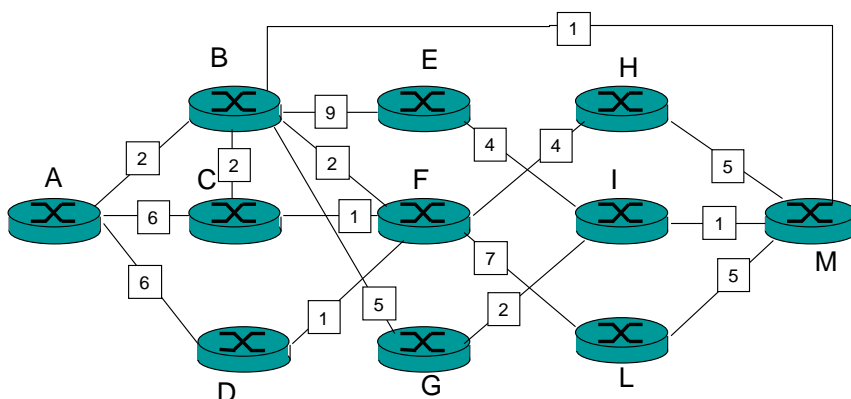
Soluzione

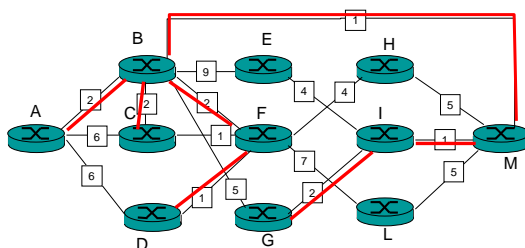
Il comando è eseguito con successo. Infatti, l'host H1, il router R1 e il server WWW possono comunicare poiché essi appartengono alla stessa subnet 130.192.86.0/24 e si trovano nella stessa LAN. Inoltre, il router R1 può comunicare con il DNS perché entrambi hanno un'interfaccia collegata alla stessa LAN e avere indirizzi IP "compatibili" (130.192.85.8 appartiene alla rete 130.192.85.0/27, che è lo spazio degli indirizzi configurato nel router). Anche il contrario è possibile: il DNS può comunicare con il router perché l'indirizzo 130.192.85.1 di R1 appartiene alla rete IP 130.192.85.0/28 configurata nel server DNS. Pertanto, l'host H1 è in grado di risolvere il nome `www.mioserver.it` utilizzando il DNS, e poi può raggiungere il server WWW con un pacchetto ICMP Echo Request.

Vale la pena notare che, anche se in questo caso particolare la rete agisce correttamente, la rete presenta un errore di configurazione: in realtà l'interfaccia più a destra del router R1 e il server DNS hanno maschere di rete diverse. Mentre nel caso in esame non emergono problematiche, un malfunzionamento può comparire per un diverso insieme di destinazioni; per esempio, un ipotetico host H2 con indirizzo **130.192.85.25/27**, connesso a quella LAN, sarebbe raggiungibile da R1 ma non dal DNS.

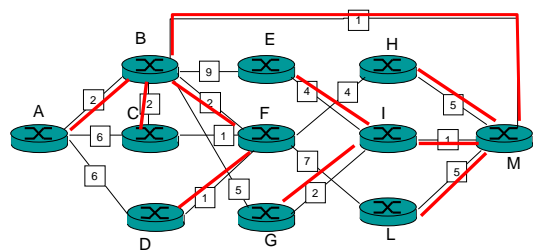
Esercizio 30

Si usi l'algoritmo di Dijkstra per calcolare il percorso più breve dal router B verso tutti i router della rete, mostrando in tabella i passi intermedi; si tracci in figura l'albero a costo minimo ottenuto e il costo per raggiungere i nodi.





	Passo 1	Passo 2	Passo 3	Passo 4	Passo 5	Passo 6	Passo 7
M	B (0)	B (0) M(1)	B (0)M(1) C(2)	B (0)M(1) C(2) F(2)	B(0)M(1) C(2) F(2) A(2)	B(0)M(1) C(2) F(2) A(2) I(2)	B(0)M(1) C(2) F(2) A(2) I(2) D(3)
V(M)	A(2) C(2) F(2) E(9) G(5) M(1)	A(2) C(2) F(2) E(9) G(5) H(6) I(2),L(6)	A(2) F(2) E(9) G(5) H(6) I(2),L(6)	A(2) E(9) G(5) H(6) I(2),L(6), D(3)	E(9) G(5) H(6) I(2),L(6), D(3)	E(6) G(4) H(6),L(6) D(3)	E(6) G(4) H(6),L(6)
Nodo prescelto	M(1)	C(2)	F(2)	A(2)	I(2)	D(3)	G(4)



	Passo 7	Passo 8	Passo 9	Passo 10	Passo 11		
M	B(0)M(1) C(2) F(2) A(2) I(2) D(3)	B(0)M(1) C(2) F(2) A(2) I(2) D(3) G(4)	B(0)M(1) C(2) F(2) A(2) I(2) D(3) G(4) E(6)	B(0)M(1) C(2) F(2) A(2) I(2) D(3) G(4) E(6) H(6)	B(0)M(1) C(2) F(2) A(2) I(2) D(3) G(4) E(6) H(6) L(6)		
V(M)	E(6) G(4) H(6),L(6)	E(6) H(6),L(6)	H(6),L(6)	L(6)			
Nodo prescelto	G(4)	E(6)	H(6)	L(6)			

Esercizio 31

- Si consideri una connessione TCP tra due calcolatori utilizzata per trasferire un file di $2 \cdot 10^6$ byte. Si assuma che:
- il protocollo TCP si comporti in accordo con le specifiche della versione Reno;
- il valor medio del RTD sia di 100 ms;
- i tempi di trasmissione/elaborazione dei pacchetti nei sistemi terminali siano trascurabili rispetto al RTD;
- la finestra di congestione (Congwin) riesca ad operare senza perdite per valori inferiori a 20 MSS; raggiunto tale valore, si verifichi un evento di perdita per buffer overflow nella rete;
- il valore iniziale della threshold sia pari a 16 MSS;
- il valore del tasso di errore per bit sia trascurabile;
- il valore del MSS sia pari a 1460 byte;
- il valore della finestra comunicata dal ricevitore sia sempre pari a $RcvWindow = 49640$ byte;
- il ricevitore invii un ACK per ogni pacchetto arrivato al destinatario senza errori.

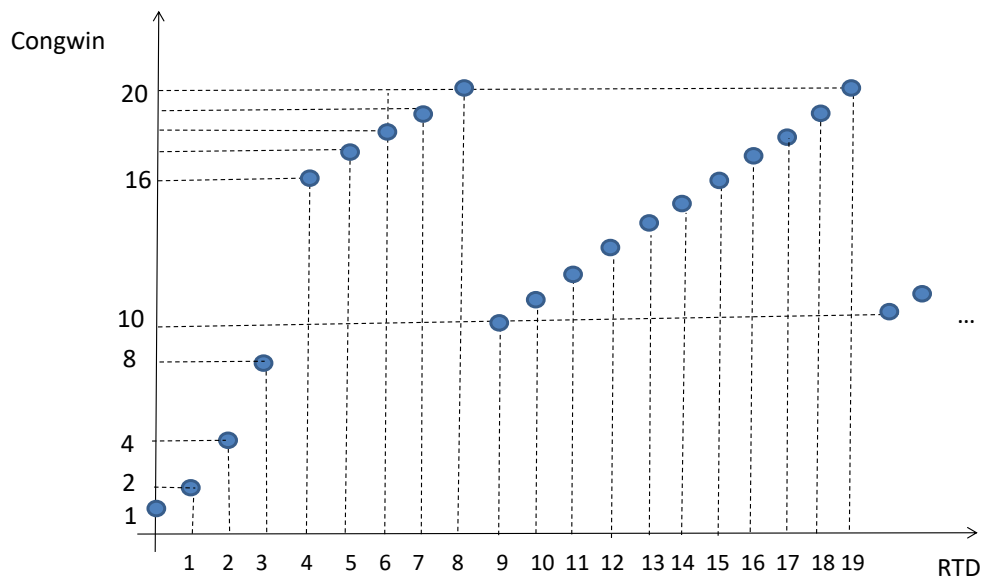
In queste condizioni, stimare:

- il massimo valore di portata, allo strato protocollare IP, raggiungibile sulla rete da questa connessione;
- il tempo necessario per trasferire il file trascurando il contributo associato al transitorio iniziale, giustificando opportunamente questa approssimazione.
- Ripetere il calcolo nel caso in cui il valore della finestra RcvWindow fosse dimezzato.
- Infine, calcolare l'overhead (in byte) associato al protocollo TCP per il trasferimento del file in oggetto, trascurando soltanto i contributi associati ai pacchetti persi per buffer overflow nella rete.

Dim file = $2 \cdot 10^6$ byte
RTDave=100 ms
 $T_x = T_p \approx 0$
Congwin(0 perdite) = < 20 MSS
Threshold=16 MSS
 $P_e \approx 0$
1MSS=1460 byte
Rcvwin=49640 byte = $49640/1460$ MSS= 34 MSS

$$TxWin_{\max} = \min(Rcvwin, Congwin_{\max}) = 20 \text{ MSS}$$

$$Portata_{\max} = TxWin_{\max} / RTDave = 20 \cdot 1460 / 100 = 292 \text{ kbyte/s}$$



Dopo la breve fase esponenziale di 4 ms la portata media
 è uguale a $15 \cdot 1460 / 100 = 219$ kbyte/s, quindi in tempo trasmissione del file è circa
 $T = 2 \cdot 10^6 / (219 \cdot 10^3) = 9.13$ s

La fase esponenziale dura 4 ms. Durante questa fase sono stati trasmessi $1+2+4+8=15$ MSS in 3 RTD. Se li avessimo trasmessi alla portata media avremo impiegato $15*1460/(219*10^3)=0.1s=1RTD$. L'approssimazione è di 2 RTD.

Nel caso di $Rcvwin = 17$ MSS, $TxWin = Rcvwin$ - **COSTANTE**

$Portata = 17*1460/RTD = 248.2$ kbyte/s

$T = 2*10^6/(248,2*10^3) = 8,05$ s

Segnalazione: setup connessione (3-way handshake) = 3 header TCP

chiusura connessione = 3 header TCP

$2*10^6/1460 = 1370$ MSS

1370 ack

20 byte/header TCP => $2746 \text{ header} * 20 \text{ byte/header} = 54920$ byte

corrispondenti al 1.36% carico di segnalazione

Esercizio 32

Determinate se i seguenti indirizzi IPv6 sono corretti.

a)::0F53:6382:AB00:67DB:BB27:7332

b)7803:42F2:::88EC:D4BA:B75D:11CD

c)::4BA8:95CC::DB97:4EAB

d)74DC::2BA

Soluzione

a)::0F53:6382:AB00:67DB:BB27:7332

L'indirizzo scritto per esteso è 0000:0000:0F53:6382:AB00:67DB:BB27:7332

È un indirizzo valido ma non ancora distribuito poiché inizia per 0000 0000.

b)7803:42F2::88EC:D4BA:B75D:11CD

La sequenza di tre ":" è sintatticamente sbagliata. Quindi non è un indirizzo valido

c)::4BA8:95CC::DB97:4EAB

La sequenza di due ":" indicata un padding a zero. Poiché sono due di queste sequenze non è possibile identificare univocamente l'indirizzo.

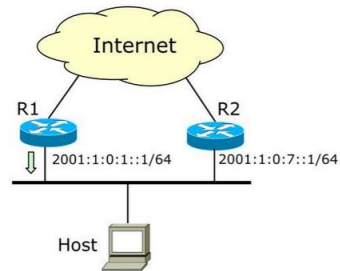
d)74DC::2BA

L'indirizzo scritto per esteso è 74DC:0000:0000:0000:0000:0000:02BA

È un indirizzo valido.

Esercizio 33 – Stateless configuration

Sia data la configurazione di rete in figura. Assumendo che il Router Advertisement sia abilitato solamente su R1, indicare gli indirizzi IPv6 presenti sull'interfaccia dell'host ottenuto attraverso stateless configuration.



Risposte:

- A) 2001:1:0:1:20b:5dff:fe4c:3a6b, 2001:1:0:7:20b:5dff:fe4c:3a6b, fe80::20b:5dff:fe4c:3a6b
- B) 2001:1:0:1:20b:5dff:fe4c:3a6b, fe80::20b:5dff:fe4c:3a6b
- C) 2001:1:0:7:20b:5dff:fe4c:3a6b, fe80::20b:5dff:fe4c:3a6b
- D) 2001:1:0:1:20b:5dfe:ff4c:3a6b, fe80::20b:5dff:fe4c:3a6b
- E) 2001:1:0:1:20b:5dff:fe4c:3a6b, fe80::20b:5dff:fe4c:3a6b

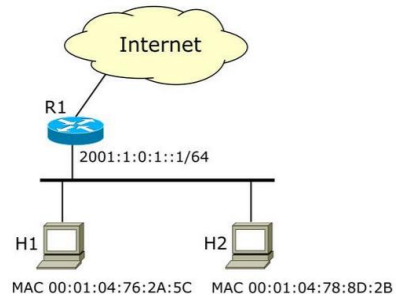
Soluzione

- A) È errata, perché R2 non invia messaggi di Router Advertisement, perciò il prefisso 2001:1:0:7::/64 non può essere configurato sulla stazione.
- B) È errata, in quanto l'indirizzo link local ha il prefisso errato (FE80:1::/64, mentre dovrebbe essere FE80::/64)
- C) È errata, in quanto l'indirizzo pubblico è derivato dal prefisso di R2, che tuttavia non ha il Router Advertisement abilitato.
- D) È errata. Nonostante l'indirizzo IPv6 pubblico sia valido, l'interface ID è calcolato in modo scorretto a partire dall'indirizzo MAC (si notino i byte FF ed FE invertiti). Dal momento che l'esercizio assume la stateless configurazione, l'indirizzo è errato.
- E) È corretta.

Esercizio 34 – Stateless configuration

Sia data la configurazione di rete in figura.
Assumendo che il router R1 non abbia abilitato il
processo di Router Advertisement, indicare:

- 1) gli indirizzi configurati su H1
- 2) i pacchetti generati da H1 qualora
questo cerchi di effettuare un PING
verso H2, assumendo che ne conosca
l'indirizzo IPv6
- 3) I pacchetti generati da H1 qualora
voglia iniziare una connessione TCP
verso un host in Internet



Soluzione

L'unico indirizzo presente sarà il link-local.

Interface ID:

MAC 00:01:04:76:2A:5C => IF_ID 0201:04FF:FE76:2A5C

=> Indirizzo link local: FE80::0201:04FF:FE76:2A5C

Soluzione

È necessario innanzitutto ricavare l'indirizzo IPv6 link-local di H2. Quindi verranno generati due pacchetti relativi alla fase di neighbor solicitation, seguiti dai pacchetti ICMP echo request/reply.

Indirizzo IPv6 di H2: FE80::0201:04FF:FE78:8D2B (MAC: 00:01:04:78:8D:2B)

Pacchetto 1:

```
[Eth] 000104-762A5C => 3333FF-788D2B
[IPv6] :: => FF02::1:FF78:8D2B (Len 72)
[ICMP6] Neighbor Solicitation: who has FE80::0201:04FF:FE78:8D2B?
```

Pacchetto 2:

```
[Eth] 000104-788D2B => 000104-762A5C
[IPv6] FE80::0201:04FF:FE78:8D2B => FE80::0201:04FF:FE76:2A5C (Len 72)
[ICMP6] Neighbor Advertisement: I am FE80::0201:04FF:FE78:8D2B at 000104-788D2B
```

Pacchetto 3:

```
[Eth] 000104-762A5C => 000104-788D2B
[IPv6] FE80::0201:04FF:FE76:2A5C => FE80::0201:04FF:FE78:8D2B (Len 72)
[ICMP6] Echo Request
```

Pacchetto 4:

```
[Eth] 000104-788D2B => 000104-762A5C
[IPv6] FE80::0201:04FF:FE78:8D2B => FE80::0201:04FF:FE76:2A5C (Len 72)
[ICMP6] Echo Reply
```

Soluzione

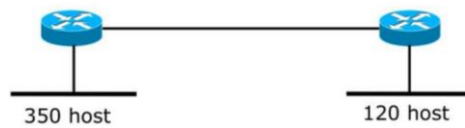
L'inoltro di traffico su Internet non è possibile in quanto l'host H1 non conosce alcun default router.

Pertanto, H1 è in grado di comunicare con gli host locali attraverso gli indirizzi link-local, ma non è in grado di inoltrare pacchetti al di fuori del link locale.

Esercizio 35: Indirizzamento

Realizzare un piano di indirizzamento IPv6 per la rete in figura.

Indicare inoltre le route statiche da configurare sui router affinché la rete sia funzionante.

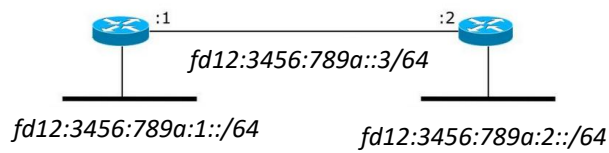


Soluzione

È sufficiente gestire il tutto con indirizzo ULA – prefisso FC00::/7 – usiamo il sottoblocca *fd00::/8* (*quello fc00::/8 è attualmente non utilizzabile*).

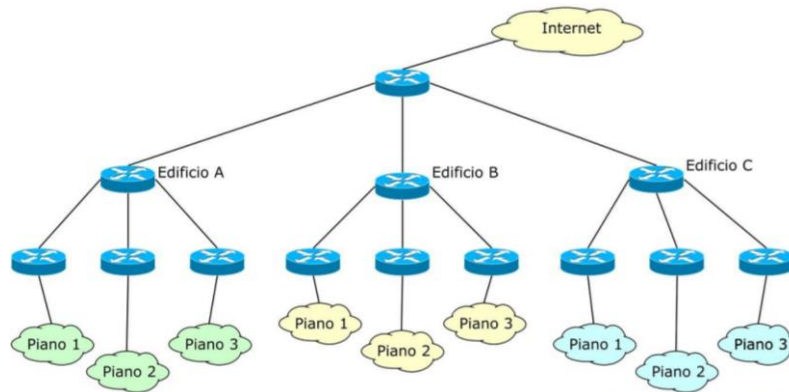
Si deve generare una stringa di 40 bit random, ad esempio *0x123456789a*. La stringa è appesa al prefisso *fd00::/8*, formando il prefisso *fd12:3456:789a::/48*.

Per facilitare l'autoconfigurazione si possono utilizzare di preferenza reti /64 ricorrendo al subnetting usando i successivi 16 bit. Questo alle spese di una bassissima efficienza nell'allocazione degli indirizzi, un particolare nel collegamento fra i router.



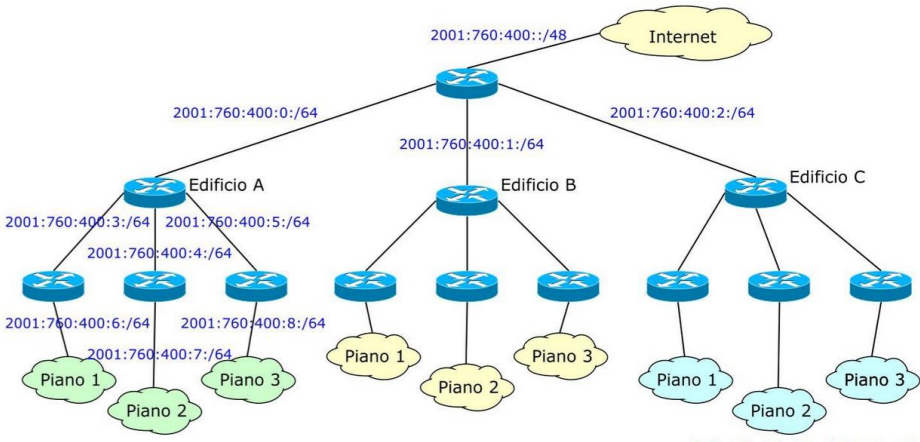
Esercizio 36: Indirizzamento

Realizzare un piano di indirizzamento IPv6 per la rete in figura, usando il blocco **2001:760:400::/48**, indicando su quali interfacce ha senso abilitare il processo di Router Advertisement.



Soluzione

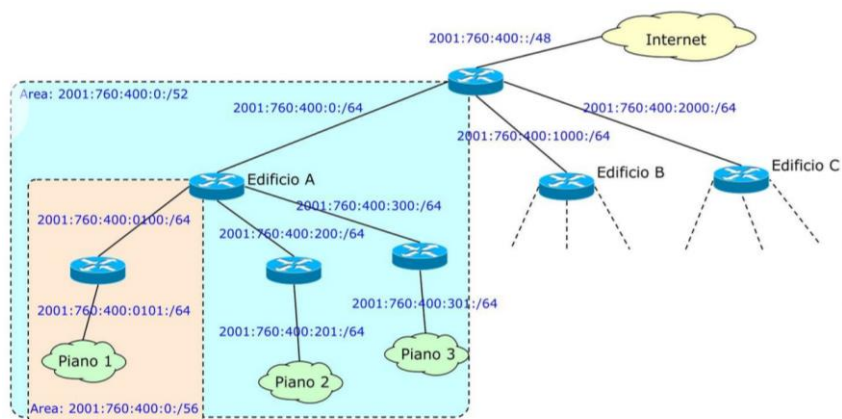
Vista la limitata dimensione della rete, è possibile assegnare gli indirizzi anche non gerarchicamente, lasciando al router interno il compito di propagare la raggiungibilità degli indirizzi di rete.



Soluzione

In alternativa, è possibile assegnare gli indirizzi gerarchicamente.

Per quanto riguarda il processo di Router Advertisement, va abilitato solamente sulle interfacce inferiori dei router di ultimo livello.



Soluzione

- La gestione strettamente gerarchica può risultare più complessa da gestire sul lungo periodo
 - Tra gli altri, vi è il problema degli indirizzi da assegnare ai links, che "consumano" uno spazio di indirizzamento non indifferente
 - Tipicamente la soluzione gerarchica si utilizza in presenza di diverse sedi della stessa organizzazione, in modo da poter individuare immediatamente l'host sorgente in base ad una ispezione visuale dell'indirizzo IPv6
 - All'interno delle varie sedi, tipicamente la soluzione è "anarchica"
 - Spesso vi è uno specifico range di indirizzamento riservato ai links tra i routers
- La gestione "anarchica" scala bene su reti anche di medio-grande dimensione (qualche centinaio di route)
- La soluzione riportata nella slide precedente è una delle tante possibili
- Si noti il partizionamento a /52 e /56: perchè?

Esercizio 37

Un'applicazione A deve trasferire 96 kbyte all'applicazione B utilizzando il protocollo TCP. Si supponga che la connessione sia già stata instaurata. Le variabili note sono le seguenti:

- MSS concordata pari a 1000 byte;
- RCVWND annunciata pari a 32 kbyte;
- Ssthresh = RCVWND/2;
- RTT costante pari a 0.5 secondi;
- primo RTO = $2 \cdot \text{RTT}$;
- perdite sequenziali $\text{RTO}_{\text{new}} = 2 \cdot \text{RTO}_{\text{old}}$

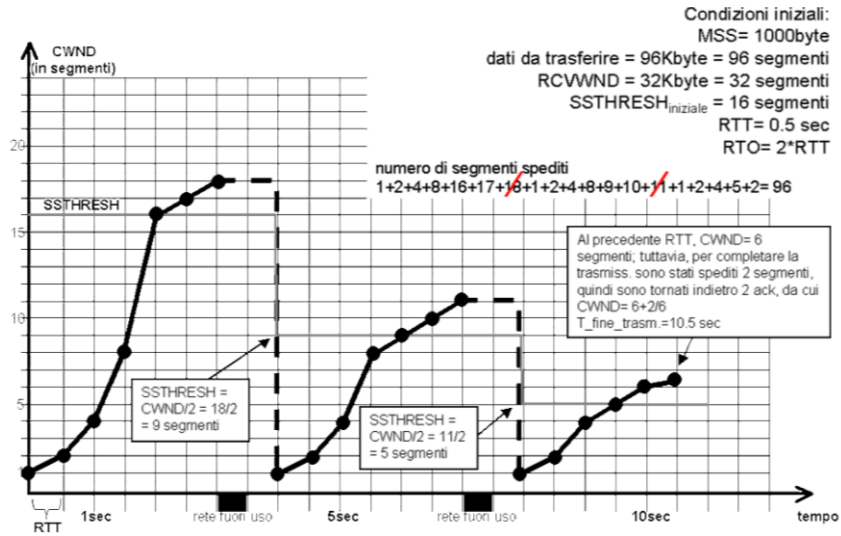
Si supponga che la rete vada fuori uso

- $t_1 = 3 \text{ sec} \times 0.5 \text{ sec}$
- $t_2 = 7 \text{ sec} \times 0.5 \text{ sec}$

Determinare

- andamento della CWND e valore finale della CWND e della Ssthresh
- tempo di trasferimento

Soluzione



Esercizio 38

Un'applicazione A deve trasferire 46.5 kbyte all'applicazione B utilizzando il protocollo TCP. Si supponga che la connessione sia già stata instaurata. Le variabili note sono le seguenti:

- MSS concordata pari a 1500 byte;
- RCVWND annunciata pari a 24 Kbyte;
- Ssthresh = RCVWND/2;
- RTT costante pari a 0.5 secondi;
- primo RTO = $2 * RTT$;
- perdite sequenziali $RTO_{new} = 2 * RTO_{old}$

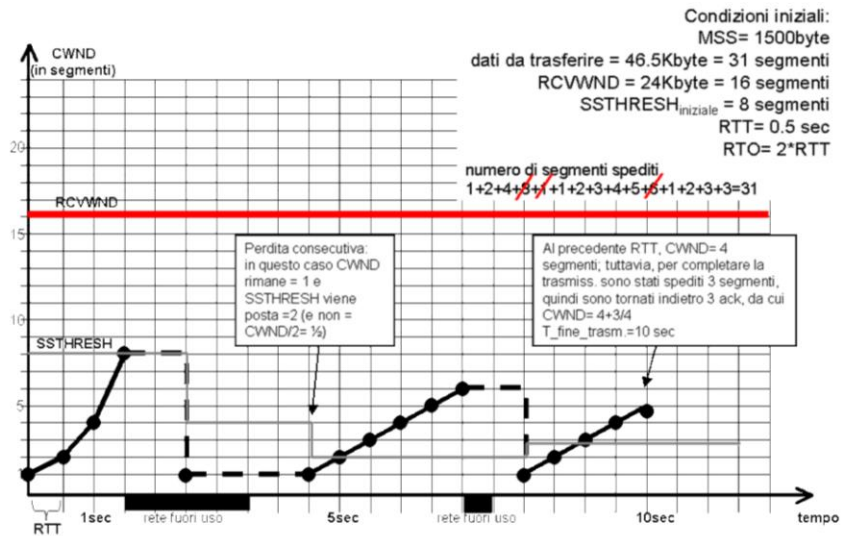
Si supponga che la rete vada fuori uso

- $t_1 = 1.5 \text{ sec} \times 2 \text{ sec}$
- $t_2 = 7 \text{ sec} \times 0.5 \text{ sec}$

Determinare

- andamento della CWND e valore finale della CWND e della Ssthresh
- tempo di trasferimento

Soluzione



Esercizio 39

- Ad un provider è stato allocato il seguente blocco di indirizzi IPv6: 2001:DB8::/32
- Il provider deve delegare blocchi /48 ai suoi clienti
- Determinare quanti client è in grado di servire e i primi 4 blocchi allocati

Soluzione

- I blocchi allocati sono $2^{(48-32)}=65536$
- 2001:0DB8::/32 -> 2001:0DB8:0000::/48

2001:0DB8:0000::/48



Esercizio 40

- Identificare i promi 4 sottoblocchi /35 del blocco 2406:6400::/32

2406:6400:0000::/32

