

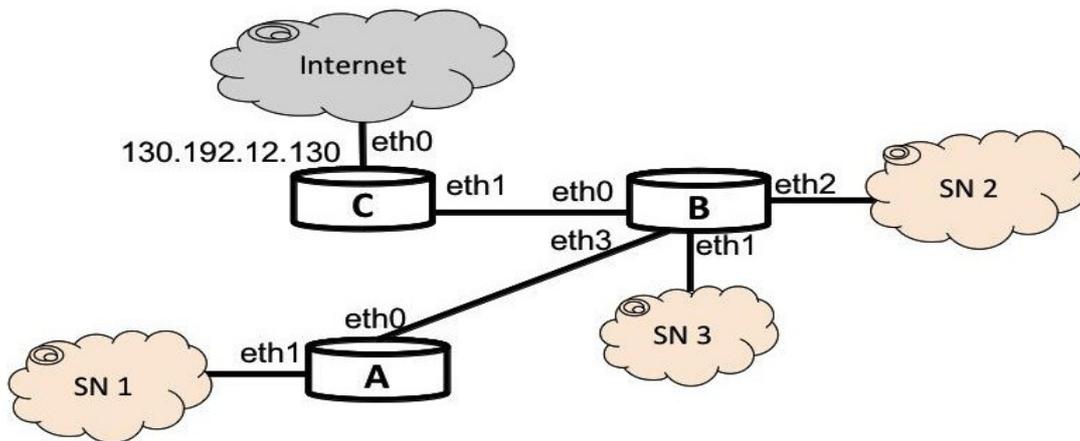


# Reti di calcolatori

"Dry run" del 3 giugno 2013

## Esercizio 1 (11 punti)

I tre router RA, RB, RC sono forniti di schede Ethernet e sono fra loro collegati secondo le modalità rappresentate in figura.



Al router A è collegata la SubNet 1 (es. una LAN) con subnet mask (rappresentata in *slash notation*) /27.

Il router B ha collegato le SubNet 2 e 3 con subnet mask /27 e /28 rispettivamente.

Infine il router C è collegato, tramite il router messo a disposizione da un ISP (Internet Service Provider) e non rappresentato in figura, ad Internet.

Alla scheda eth0 di C è assegnato dall'ISP l'indirizzo pubblico 130.192.12.130

Il range di indirizzi IP a disposizione va da 194.6.10.17 a 194.6.10.255.

Si chiede di:

- assegnare, spiegando il criterio utilizzato, gli indirizzi di rete e broadcast alle SubNet 1,2, 3 ed ai link A-B, B-C;
- indicare la configurazione della tabella di routing del router B, che dovrà essere in grado di inviare/ricevere pacchetti a/da Internet;
- spiegare, con un esempio, la struttura di un indirizzo IP;
- indicare i trattamenti eseguiti all'interno del router B, quando una trama Ethernet, contenente un pacchetto IP destinato ad Internet, arriva sull'interfaccia eth2.

## Esercizio 2 (11 punti)

Si considerino i protocolli ALOHA e si risponda alle seguenti domande:

- Come si comporta una stazione quando, dovendo trasmettere un pacchetto, il canale libero?
- Come si comporta una stazione quando, dovendo trasmettere un pacchetto, il canale occupato? Perché?
- Perché la versione "slotted" ha prestazioni superiori alla versione tempo-continua?
- In quali condizioni di rete non è possibile "fare meglio" dei protocolli ALOHA e quindi si usano ancora oggi?

### **Esercizio 3 (11 punti)**

Si deve trasmettere un file di 14Mbyte con il protocollo TCP. Dati i seguenti parametri di rete:

- a. Sender e receiver si trovano entrambi su reti Ethernet;
- b. Il RTT è dominato dal ritardo di propagazione  $t_p$ , che è pari a 50ms;
- c. Nella rete esiste un collo di bottiglia la cui velocità di trasmissione è pari ad 1Mbit/s;
- d. Durante il trasferimento nessun'altra connessione insiste sullo stesso collo di bottiglia;
- e. Il buffer al ricevitore ha dimensione 29200 bytes;

si risponda alle seguenti domande:

1. quanti segmenti dovrà inviare il trasmettitore per trasmettere l'intero file?
2. si disegni lo scambio di segmenti per l'apertura della connessione TCP, spiegandone la funzione;
3. che dimensione avrà la Transmission Window alla fine della trasmissione del file?
4. quanto tempo dura la trasmissione del file dal momento dell'invio del primo segmento di SYN alla ricezione dell'ultimo ACK?

# Soluzioni

## Esercizio 1

a) La network mask indica il numero di '1' a sinistra in una word di 32 che, messa in AND logico con un indirizzo IP identifica la parte di rete dell'indirizzo. Quindi /27 indica che vi sono solo 5 bit a 0 e quindi 32 indirizzi IP a disposizione nella subnet, mentre /28 indica che ci sono 4 bit come host-id e quindi 16 indirizzi a disposizione (inclusi indirizzo di rete e broadcast).

Ai link, che sono collegamenti punto-punto e necessitano quindi solo di due indirizzi di host possiamo assegnare subnet con network mask /30 (indirizzo di rete, indirizzo broadcast e due indirizzi host)

Abbiamo a disposizione  $255-17=238$  indirizzi e ne servono  $32+32+16+4+4=88$ , quindi l'assegnazione è fattibile. Assegnamo a SubNet1 e SubNet2 due blocchi contigui a partire da 194.6.10.128 e a seguire il blocco per LAN3. Gli indirizzi per i due link li possiamo invece assegnare nel range basso degli indirizzi a disposizione, ad esempio .32 e .36.

Una possibile assegnazione è quindi:

**SubNet1** → **194.6.10.128/27**  
**SubNet2** → **194.6.10.160/27**  
**SubNet3** → **194.6.10.176/28**  
**A-B** → **194.6.10.32/30**  
**B-C** → **194.6.10.36/30**

b)

IP Address Range	output port	next hop / consegna diretta (CD)
194.6.10.176/28	eth1	CD
194.6.10.160/27	eth2	CD
194.6.10.32/30; 194.6.10.128/27	eth3	194.6.10.33
default	eth0	194.6.10.37

c) Un indirizzo IP è formato da due parti net-id e host-id, che sono una divisione arbitraria in due parti dei 32 bit che compongono l'indirizzo. La separazione è indicata dalla network mask come spiegato all'inizio del punto a). Prendendo come esempio un indirizzo arbitrario di SubNet1 abbiamo

network-id 194.1.10.128 | host-id (128)+11  
11000010.00000110.000001010.100 | 01011

ovvero la parte di host-id è quanto si deve "aggiungere" al net-id per formare l'indirizzo IP dell'interfaccia.

d) L'entità Ethernet di input controlla la validità della trama tramite il checksum. Se la trama è valida estrae il pacchetto IP e lo passa all'entità di livello rete (IP).

L'entità IP consulta la tabella di routing e, poiché presumibilmente l'indirizzo di destinazione non è noto decide che va inoltrato sull'interfaccia di default, che è quella a cui è collegato il router C. Inoltre poiché non è una consegna diretta, l'entità IP decide che il next-hop deve essere il router C. Consulta le tabelle ARP dell'interfaccia IP di uscita e, se l'indirizzo IP di C non è presente lo risolve tramite ARP. A questo punto il pacchetto IP viene passato all'entità Ethernet di uscita associato all'indirizzo MAC dell'interfaccia eth1 di C, il pacchetto viene incapsulato e spedito.

## Esercizio 2

1. Trasmette il pacchetto senza ascoltare il canale.

2. Trasmette il pacchetto senza ascoltare il canale, quindi provocando una collisione. ALOHA non è dotato della funzione di Carrier Sense, quindi non vi è differenza nel comportamento tra canale libero e canale occupato.

3. Le prestazioni massime sono circa il doppio e restano in ogni caso sempre superiori. Il motivo è il dimezzamento del periodo di vulnerabilità dei pacchetti.

(segue disegno alla lavagna e spiegazione)

4. ALOHA è usato in tutti i casi in cui non è possibile implementare la funzione di Carrier Sense (es. canale di ricezione separato da quello di trasmissione) e quanto la funzione di Carrier Sense non è significativa, ad esempio quando le dimensioni spaziali del canale di comunicazione (ad esempio un cavo coassiale o l'"etere") sono maggiori della dimensione fisica del pacchetto durante la propagazione.

### Esercizio 3

1. Suppongo che M indichi 1 048 576 byte, come normalmente assunto nelle dimensioni dei file. Il numero di segmenti è  $N_s = 14 \cdot 1048576 / 1460 = 10055$  segmenti (si arrotonda all'intero superiore; ovviamente l'ultimo segmento conterrà solamente 1224 byte).

2. SYN-SYNACK-ACK; Disegno dello scambio alla lavagna e relativa spiegazione

3. Non essendoci perdite sarà pari alla Receiver Window e quindi a 29200 byte ovvero 10 segmenti.

4.  $RTT \sim 2tp = 100ms$ . Il massimo traffico offerto da TCP durante un RTT è pari alla sua Transmission Window, quindi il massimo throughput che la nostra connessione può ottenere è pari a  $29200 \text{ [byte]} \cdot 8 \text{ [bit/byte]} / 0.1 \text{ [s]} = 2.336 \text{ Mbit/s}$  quindi superiore alla capacità del collo di bottiglia.

La capacità del collo di bottiglia viene raggiunta per una finestra

$W^* = 1000000 \text{ [bit/s]} \cdot 0.1 \text{ [s]} / 8 \text{ [bit]} = 12500 \text{ byte}$  ovvero poco più di 8 segmenti.

In queste condizioni dopo 4 RTT il canale è saturo perché la Congestion Window di TCP supera gli 8 segmenti e domina quindi la velocità di trasmissione.

In prima approssimazione possiamo dire che la trasmissione sarà semplicemente data dalle dimensioni del file diviso la velocità di trasmissione:  $t_{pa} = 14 \cdot 1048576 \cdot 8 / 1000000 \approx 118 \text{ s}$

A voler essere più precisi il tempo è dato da:

1 RTT (apertura connessione nell'ipotesi la apra il trasmettitore) +

4 RTT (invio primi 15 segmenti (1+2+4+8)) +

tt (tempo necessario per inviare gli altri 10040 segmenti) +

1/2 RTT necessario per il ritorno dell'ultimo ACK.

In questo caso per essere ancora più precisi nel calcolo di tt è possibile considerare il fatto che a livello fisico verranno trasmessi non solo i dati TCP, ma anche gli header TCP e IP e l'header MAC (che non è specificato nel testo). Ipotizzando l'uso di framing Ethernet anche sul collo di bottiglia, allora si può ipotizzare che l'overhead complessivo sia equivalente a 64 bytes per segmento (20 TCP + 20 IP + 24 Ethernet compresa sincronizzazione).

Ne segue che la trasmissione dei 10040 segmenti richiede

$tt = 10040 \text{ [pacchetti]} \cdot 1524 \text{ [bytes/pacchetto]} \cdot 8 \text{ [bit/byte]} / 1000000 \approx 122.5 \text{ s}$

e quindi la durata totale del trasferimento "esatta" è

$t_e = 5.5 \cdot 0.1 + 122.5 \approx 123 \text{ s}$

In questo caso TCP influisce in modo marginale sul tempo di trasferimento.

Segue discussione.