

Corso di Reti di Calcolatori
**Soluzioni della Prova scritta
del 12 luglio 2005**

Mauro Brunato, Elio Salvadori

Sabato 3 settembre 2005

Esercizio 1

Enunciare i teoremi di Nyquist e di Shannon sulla velocità di trasmissione di una rete dati. Illustrarli con esempi pratici.

Soluzione — Vedere il libro.

Esercizio 2

Con riferimento all'indirizzamento IP di tipo classless (senza classi) si consideri l'arco di indirizzi IP da 134.132.0.0 a 134.140.255.255.

2.1) Scrivere sia in notazione [indirizzo, subnet mask] che in notazione slash il blocco CIDR più piccolo in grado di contenere tale arco.

2.2) Quante reti di classe B sono contenute da tale blocco CIDR?

2.3) Suddividere il blocco CIDR in 8 sottoreti (che chiameremo nell'ordine *sub1*, *sub2*, ..., *sub8*) di uguale dimensione. Scrivere in notazione slash gli indirizzi delle 8 sottoreti.

2.4) Qual è l'indirizzo di broadcast della sottorete *sub5*?

Soluzione —

2.1) Per definire il blocco CIDR più piccolo dobbiamo individuare i bit che rimangono costanti in tutti gli indirizzi dell'arco richiesto. Il primo e l'ultimo indirizzo sono rispettivamente (traducendo in binario soltanto la parte interessante):

```
134.10000100.0.0
      ...
134.10001100.0.0
```

Ne segue che i bit costanti sono gli 8 del primo otteetto (134) e i primi quattro del secondo. Azzerando i bit non facenti parte della parte di rete, otteniamo l'indirizzo

134.128.0.0/255.240.0.0, oppure 134.128.0.0/12.

Da questo punto in poi, l'arco di indirizzi originario non è più utilizzato dall'esercizio, va sempre considerato il blocco CIDR appena determinato.

2.2) Una rete di classe B prevede 16 bit di rete, noi ne abbiamo 12 fissi, ne restano 4 da variare, per un totale di $2^4 = 16$ sottoreti di classe B.

2.3) Per individuare 8 sottoreti sono necessari $\lceil \log_2 8 \rceil = 3$ bit. Ciascuna delle sottoreti sarà quindi caratterizzata dai primi $12 + 3$ bit:

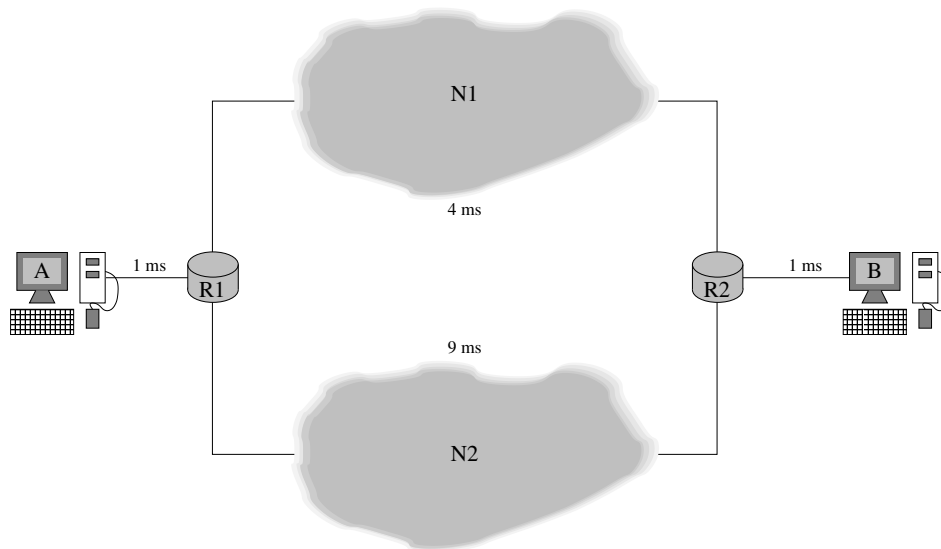
```
sub1 = 134.128.0.0/15
sub2 = 134.130.0.0/15
sub3 = 134.132.0.0/15
sub4 = 134.134.0.0/15
sub5 = 134.136.0.0/15
sub6 = 134.138.0.0/15
sub7 = 134.140.0.0/15
sub8 = 134.142.0.0/15
```

2.4) Vanno posti a 1 i bit di host (cioè i restanti 17) della rete sub5. Attenzione a porre a 1 anche il bit meno significativo del secondo otteetto, che fa parte dell'indirizzo di host:

134.137.255.255

Esercizio 3

Si consideri la rete di figura.



3.1) L'applicazione A produce dati alla velocità costante di 1 Mbyte al secondo. Questi dati vengono inviati, attraverso una connessione TCP già aperta, all'applicazione B. Il livello trasporto della macchina A attende di aver raccolto 1 kbyte di dati prima di costruire un segmento TCP e inviarlo al livello rete. La finestra di congestione e la finestra del ricevente sono abbastanza ampie da non causare mai ritardi nella spedizione dei segmenti già pronti.

Tralasciando l'intestazione fisica, e supponendo che nessuna intestazione contenga campi opzionali, che dimensione avranno i pacchetti IP in uscita dalla macchina A? Quanti pacchetti al secondo saranno emessi?

3.2) Si supponga che il router R1, nel tentativo di bilanciare il carico delle reti N1 e N2, spedisca alternatamente i pacchetti IP attraverso le due reti, iniziando dalla rete N1. Le latenze dei collegamenti sono quelle indicate in figura, si supponga che le capacità siano infinite.

Sia $t = 0$ l'istante in cui l'applicazione A genera il primo byte. Dopo quanto tempo tale byte sarà disponibile all'applicazione B?

3.3) Supponendo che il primo segmento spedito da A abbia numero di sequenza 0, che numero di sequenza porteranno i primi cinque segmenti TCP ricevuti da B, e in quali istanti saranno ricevuti dalla macchina B?

3.4) Considerando infine che il livello TCP deve consegnare i dati all'applicazione nello stesso ordine in cui sono stati prodotti dall'applicazione mittente, in quale istante il byte 4500 è disponibile per l'applicazione B?

Soluzione —

3.1) Nell'ipotesi semplificatrice che i moltiplicatori "k" e "M" rappresentino potenze di 10, abbiamo un'applicazione (A) che produce un milione di byte al secondo, e il livello trasporto che li raccoglie in segmenti da mille byte l'uno. Quindi il sistema produce un segmento ogni millisecondo. Ogni segmento sarà rivestito di un'intestazione TCP e un'intestazione IP per un totale di 1040 byte.

3.2) Dato che le finestre di congestione e del ricevente sono ampie a piacere, questi segmenti, rivestiti dalle opportune intestazioni, partiranno non appena disponibili. Il primo segmento sarà inviato dunque al tempo 1ms. Il tempo di consegna del segmento è pari alla somma delle latenze dei tratti di rete attraversati. Il primo pacchetto passa dalla rete N1, quindi impiega 6ms per giungere a destinazione. L'istante d'arrivo è dunque 7ms.

3.3) Sapendo che i pacchetti attraversano alternatamente le reti N1 e N2, i tempi di consegna dei primi segmenti sono:

Segmento	Sequenza	Partenza	Transito	Arrivo
1	0	1ms	6ms	7ms
2	1000	2ms	11ms	13ms
3	2000	3ms	6ms	9ms
4	3000	4ms	11ms	15ms
5	4000	5ms	6ms	11ms
6	5000	6ms	11ms	17ms
7	6000	7ms	6ms	13ms
8	7000	8ms	11ms	19ms

I primi cinque segmenti ricevuti, in base all'istante di consegna, hanno quindi i seguenti numeri di sequenza:

Sequenza	Arrivo
0	7ms
2000	9ms
4000	11ms
1000	13ms
6000	13ms

3.4) Il byte 4500 si trova nel pacchetto avente numero di sequenza 4000, in quanto questo segmento contiene il kilobyte a partire da 4000. Il segmento arriva in 11ms, ma sarà reso disponibile soltanto quando tutti i dati precedenti saranno arrivati, e questo si verificherà soltanto a 15ms, con l'arrivo del segmento avente numero di sequenza 3000.