

***Rete Internet – Prova in Itinere***  
***Mercoledì 23 Aprile 2008***

*NB: alcune domande hanno risposta multipla: si richiede di identificare TUTTE le risposte corrette.*

*Cognome:* \_\_\_\_\_

*Nome:* \_\_\_\_\_

*Corso di laurea e anno:* \_\_\_\_\_

*Matricola:* \_\_\_\_\_

*Firma:* \_\_\_\_\_

**Quesito 1** Relativamente al protocollo TCP

- F** il software TCP non effettua la frammentazione dello stream dati proveniente dall'applicazione
- V** una connessione viene creata mediante l'impiego di 3 messaggi
- F** una connessione deve essere chiusa simultaneamente da client e server
- V** il numero di segmenti che TCP può inviare in una singola connessione non è limitato
- F** il TCP effettua controllo di congestione e controllo di flusso ma non effettua controllo di errore

**Quesito 2** Relativamente al protocollo UDP

- F** il controllo sugli eventuali errori nel datagramma ricevuto si basa esclusivamente sul payload
- F** il trasferimento dati in UDP avviene subito dopo la creazione di una connessione UDP
- V** le sole funzionalità di UDP consistono nel controllo di errore e l'indirizzamento
- F** l'intestazione di ogni pacchetto UDP è lunga almeno 8 byte, ma può anche essere più grande
- F** i datagrammi UDP contengono un timestamp nell'intestazione

**Quesito 3** Relativamente al protocollo DNS

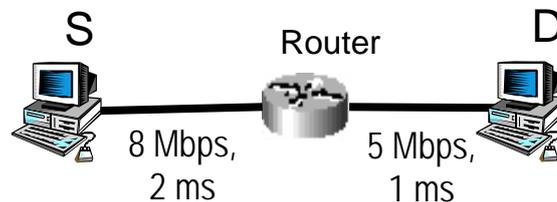
- V** è un protocollo di livello applicazione che utilizza UDP e TCP
- V** la rete di server DNS costituisce un database distribuito
- F** serve a mappare gli hostname in indirizzi IP ma non viceversa
- V** la risoluzione ricorsiva dei nomi può sfruttare il caching per velocizzare le risposte al client
- F** il record MX contiene informazioni sulla mail dell'amministratore della rete

**Quesito 4** a) Cos'è il persistent HTTP e quali sono i suoi vantaggi/svantaggi? b) Cosa si intende per pipelining in HTTP e quali sono i suoi vantaggi/svantaggi?

a) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Quesito 5** Si consideri la rete indicata in figura, in cui per ogni collegamento sono riportati la velocità di trasmissione dei dati e il relativo tempo di propagazione. La sorgente S invia dati a D usando UDP. Supponendo che la rete non possa trasmettere pacchetti IP più lunghi di 1500 byte (header incluso), si calcoli il tempo necessario per trasferire un file di 2.5 MByte da S a D.



Ogni pacchetto IP da 1500 byte trasporta  $1500 - 20 - 8 = 1472$  byte del messaggio originale, pertanto si dovranno inviare  $(2.5 * 1024 * 1024) / 1472 = 1780.87$  pacchetti, cioè 1780 pacchetti da 1500 byte più un pacchetto da 1308 byte (1280 byte di payload) per completare la trasmissione del messaggio.

La trasmissione è continua perché il protocollo utilizzato è UDP, ma essendo il secondo link più lento del primo, si formerà una coda sul router (che dunque trasmetterà senza soluzione di continuità).

Sia  $T_0$  il tempo di inizio della trasmissione al nodo S. Al tempo  $T_0 + 0.002 + 1500 * 8 / 8000000 = T_R = T_0 + 0.0035$  il router inizia a trasmettere il suo primo pacchetto, al ritmo di

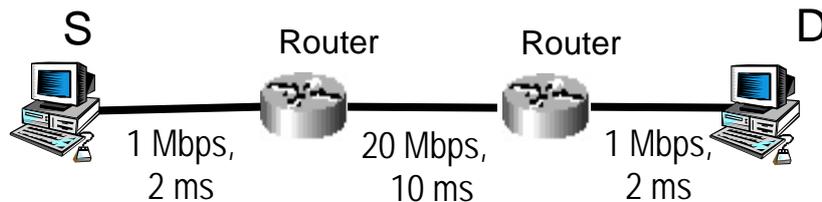
$T_i = 1500 * 8 / 5000000 = 0.0024$  secondi a pacchetto. Quindi il router termina la trasmissione del pacchetto #1780 al tempo  $T_R + 1780 * T_i = T_R + 4.272$ . Per la trasmissione dell'ultimo pacchetto è inoltre necessario un tempo  $T_u = 1308 * 8 / 5000000 = 0.002093$  secondi.

Considerando anche il ritardo di propagazione sul secondo link (1ms), l'istante in cui il trasferimento del messaggio viene completato è dunque il seguente:

$$T_{fin} = T_R + 1780 * T_i + T_u + 0.001 = T_0 + 4.277093$$

**Quesito 6** Si consideri la rete indicata in figura, in cui per ogni collegamento sono riportati la velocità di trasmissione dei dati e il relativo tempo di propagazione. La sorgente S invia dati a D usando un protocollo sliding window con dimensione della finestra  $W=10$  pacchetti. Ogni pacchetto consta di 1500 byte (si trascurino tutti gli header).

- 1) Si calcoli il tempo necessario per trasferire un file da 8 MByte da S a D
- 2) Nell'ipotesi di poter cambiare a piacimento le velocità dei link, ma non i tempi di propagazione, si calcoli la velocità massima raggiungibile per il trasferimento di un file da 200 KByte.



1)  
Dopo l'inizio della trasmissione al nodo S, il primo pacchetto viene consegnato al nodo D in un tempo pari a

$$T_p = 0.002 + 1500 \cdot 8 / 1000000 + 0.010 + 1500 \cdot 8 / 20000000 + 0.002 + 1500 \cdot 8 / 1000000 = 0.0386 \text{ secondi,}$$

mentre il tempo netto affinché S trasmetta un pacchetto è

$$T_{tx} = 1500 \cdot 8 / 1000000 = 0.012 \text{ secondi,}$$

Il relativo ack, che si considera di lunghezza trascurabile, verrà consegnato in un tempo pari al ritardo di propagazione sui tre link:

$$T_a = 0.002 + 0.010 + 0.002 = 0.014 \text{ secondi}$$

Dunque l'ack per il primo pacchetto torna al nodo S dopo  $T_1 = T_p + T_a = 0.0526$  secondi. D'altro canto, il tempo necessario a S per la trasmissione dell'intera finestra di  $W=10$  pacchetti è pari a  $T_w = 10 \cdot T_{tx} = 0.120 > T_1$ . Se ne deduce che la trasmissione è continua.

In condizioni di trasmissione continua, il tempo totale per completare la trasmissione si può calcolare considerando il tempo occorrente alla trasmissione (al nodo S) di tutti i pacchetti, più un RTT, più il tempo di trasmissione di un pacchetto sui due router:

$$T_{tot} = N \cdot T_{tx} + RTT + T_{tx,R1} + T_{tx,R2}$$

Dove

$$N = 8 \cdot 1024 \cdot 1024 / 1500 = 5592.405 \approx 5593 \text{ pacchetti,}$$

$$RTT = 2 \cdot (0.002 + 0.010 + 0.002) = 0.028 \text{ secondi,}$$

$$T_{tx,R1} = 1500 \cdot 8 / 20000000 = 0.0006 \text{ secondi,}$$

$$T_{tx,R2} = 1500 \cdot 8 / 1000000 = 0.012 \text{ secondi.}$$

$$\text{Risulta dunque } T_{tot} = 5593 \cdot 0.012 + 0.028 + 0.0006 + 0.012 = 67.1566 \text{ secondi}$$

(equivalente a una velocità di circa 999.3 kbps)

2)

Potendo cambiare a piacimento le velocità di trasmissione dei vari link, le prestazioni ottime si raggiungono quando il tempo di trasmissione dei pacchetti tende a zero, cioè per velocità di trasmissione che tendono a infinito. Considerando dunque tempi di trasmissione nulli,

risulta  $T_p = T_a = 0.014$  secondi, e inoltre  $T_w = 0$ , quindi la trasmissione non è continua.

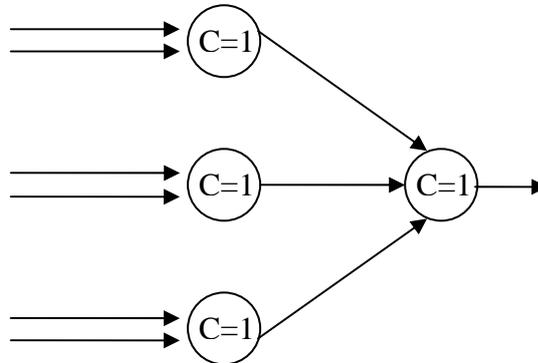
Osservando che i  $W=10$  pacchetti della finestra di trasmissione (al limite) partono e arrivano contemporaneamente, se ne deduce che anche gli ack hanno lo stesso comportamento, quindi in ogni intervallo di tempo di lunghezza pari ad un RTT si hanno  $W=10$  pacchetti trasmessi all'inizio dell'intervallo e  $W=10$  ack ricevuti alla fine dell'intervallo. Si noti che il comportamento sarebbe esattamente lo stesso qualunque fosse il valore di  $W$ , quindi vale anche per un *burst* (treno, sequenza impulsiva) di pacchetti più corto di 10.

Poiché i pacchetti da trasmettere sono, in questo caso,  $N = 200 * 1024 / 1500 = 136.533 \approx 137$ , il messaggio sarà trasferito completamente con la trasmissione di 14 burst (13 burst da 10 pacchetti e un burst finale da 7), in un tempo pari a

$$T_{tot} = 14 * RTT = 0.392 \text{ sec}$$

(equivalente a una velocità netta di circa 4.18 Mbps)

**Quesito 7** Si calcoli la probabilita' di overflow e la probabilita' di perdita per il sistema rappresentato in figura, dove le linee di ingresso sono sincrone e indipendenti. Il carico offerto su ogni linea e' pari a 12 pacchetti al minuto e ogni pacchetto ha una durata di un secondo.



Il carico offerto da ciascuna delle 6 linee di ingresso e' pari a  $\rho=12/60=0.2$  ( $R_{max}=1$ ).

Considerando ciascuno dei tre moltiplicatori a sinistra nella rete, si nota che l'overflow si puo' verificare solo quando entrambe le linee di ingresso sono attive, e in tal caso si perde uno dei due pacchetti offerti. La probabilita' che due linee siano attive e'  $\rho^2$ , quindi la probabilita' di overflow di ciascun moltiplicatore in ingresso (a sinistra nello schema) e' pari a

$$P_{over,i} = \rho^2 = 0.04.$$

La probabilita' di perdita corrispondente e'

$$P_{loss,i} = (1 * \rho^2) / (2\rho) = 0.5\rho = 0.1 = 10\%$$

Il carico offerto da ciascun moltiplicatore in ingresso verso il moltiplicatore a destra e' pari al traffico offerto meno quello perso per overflow, e cioe'  $\rho' = 2 * 0.2 * (1 - 0.1) = 0.36$ .

Sul moltiplicatore in uscita si avra' overflow quando almeno due dei tre moltiplicatori in ingresso sono attivi:

$$P_{over,u} = 3(\rho')^2(1 - \rho') + (\rho')^3 = 0.295488$$

La corrispondente probabilita' di perdita e'

$$P_{loss,u} = [1 * 3(\rho')^2(1 - \rho') + 2 * (\rho')^3] / (3\rho') = 0.3168 = 31.68\%$$

Il sistema ha in ingresso  $6\rho = 1.2$  pacchetti al secondo e in uscita solo  $3\rho'(1 - P_{loss,u}) = 0.737856$  pacchetti al secondo. Se ne conclude che la probabilita' di perdita complessiva del sistema e' pari a

$$P_{loss,all} = (1.2 - 0.737856) / 1.2 = 38.512\%$$

Si noti infine che il sistema complessivo va in overflow ogni volta che due o piu' linee di ingresso sono attive, il che accade con probabilita'  $P_{over,all} = 1 - (1 - \rho)^6 - 6\rho(1 - \rho)^5 = 34.464\%$