

Tempo a disposizione per lo svolgimento: 1 ora e 30 minuti

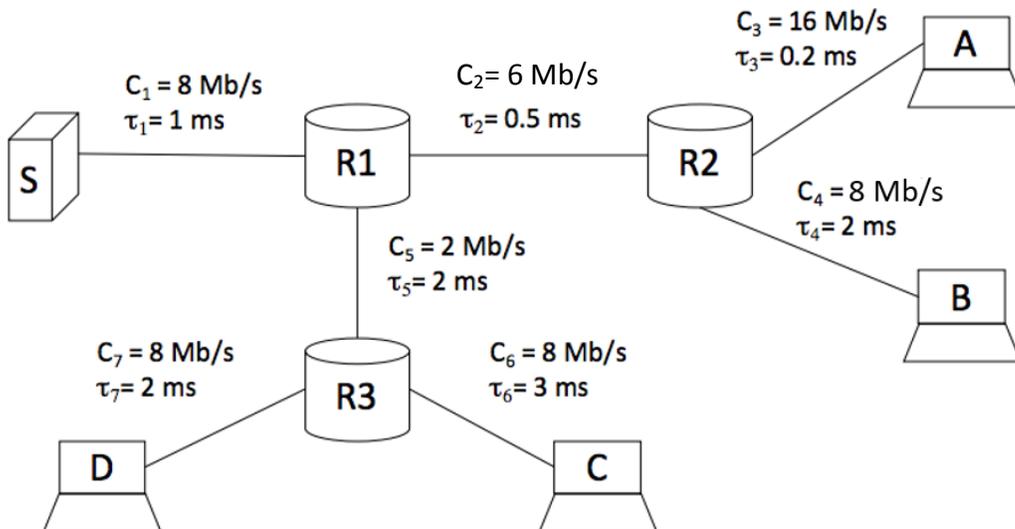
Avvertenza: Si ricordi di indicare su ogni foglio consegnato nome, cognome e numero di matricola

Esercizio 1

Si consideri la rete in figura (nella quale tutte le capacità sono espresse in Megabit/s (Mb/s) e i ritardi in millisecondi). Si assuma che un client HTTP in A voglia scaricare una pagina web contenuta nel server S. La capacità del collegamento tra S e A è limitata dal collegamento che costituisce il collo di bottiglia della rete, che è condiviso con due flussi interferenti di lunga durata (*file transfers*) tra D e B e tra C e B. La pagina web è composta da un documento base (HTML) di 6000 [byte] e da 8 immagini di 700 [kbyte] ciascuna.

Si calcoli il tempo di scaricamento della pagina web:

- a) nel caso di connessione HTTP persistente per il documento base e le immagini, e
- b) nel caso di connessione non persistente (prima il documento HTML e poi le 8 immagini con connessioni in parallelo). Si considerino di lunghezza trascurabile i segmenti di apertura delle connessioni TCP ed i messaggi di GET.



Soluzione

a) Nel caso di una connessione persistente, la condivisione equa tra i due flussi interferenti ed il flusso HTTP tra S e A porta quest'ultimo ad un rate $R=4$ [Mb/s] sul link collo di bottiglia R1- R2. Infatti, bisogna fare attenzione al fatto che i due flussi interferenti sono a loro volta limitati ad un totale di 2 [Mbit/s] attraversando entrambi il link R3-R1 (questo è dunque il collo di bottiglia per i flussi "interferenti"), quindi sul link R1-R2 rimangono 6 [Mb/s] - 2 [Mb/s] = 4 [Mb/s] per il flusso tra S ed A.

$$RTT = 2(\tau_1 + \tau_2 + \tau_3) = 3.4 \text{ [ms]}$$

$$T_{html} = 6000 \cdot 8 \text{ [bit]} / 4 \text{ [Mbit/s]} = 12 \text{ [ms]}$$

$$T_{obj} = 700 \cdot 8 \cdot 10^3 \text{ [bit]} / 4 \text{ [Mbit/s]} = 1.4 \text{ [s]}$$

$$T_{tot} = T_{open} + T_{get} + T_{html} + 8(T_{get} + T_{obj}) = RTT + RTT + T_{html} + 8(RTT + T_{obj}) = \mathbf{11.246 [s]}$$

b) Nel caso di connessione non persistente e oggetti in parallelo, la parte del file html non cambia, per gli oggetti invece il rate di condivisione equa risulta 0.6 Mb/s (6Mb/s condivisi da 10 flussi: 2 interferenti + 8 immagini in parallelo). In questo caso, il link R1-R2 è il collo di bottiglia anche per i 2 flussi interferenti.

$$T_{obj} = 700 \cdot 8 \cdot 10^3 \text{ [bit]} / 0.6 \text{ [Mbit/s]} = 9.333 \text{ [s]}$$

$$T_{tot} = T_{open} + T_{get} + T_{html} + T_{open} + T_{get} + T_{obj} = 2RTT + T_{html} + 2RTT + T_{obj} = \mathbf{9.3589 [s]}$$

Esercizio 2

a) Calcolare l'efficienza del protocollo di tipo Roll-Call Polling, utilizzato da Bluetooth, nel caso in cui il numero totale di Slaves sia uguale a 7, ma solo 1 di questi han sempre pacchetti da trasmettere.

I pacchetti hanno dimensione pari a 1500 bit, ed il token è di 120 bit. Il ritardo di propagazione tra ogni stazione ed il Master è pari a 10 μ s, la capacità del canale di 750 kbit/s.

b) Determinare il numero minimo di Slave che devono essere attivi e con pacchetti da trasmettere affinché l'efficienza del protocollo sia pari ad almeno il 75%. Tutti gli altri parametri siano i medesimi riportati qui sopra per il punto (a).

c) Calcolare quindi il tempo massimo necessario per uno Slave (per esempio, lo Slave 1) per accedere al canale e poter trasmettere il suo pacchetto al Master. Si ipotizzi, in questo caso, che tutti e 7 gli slaves abbiano pacchetti da trasmettere. Tutti gli altri parametri siano i medesimi riportati qui sopra per il punto (a).

Soluzione:

a) $M=7, N=1, T_p=1500/750000=0.002 \text{ s}, T_t=120/750000 = 0.00016 \text{ s}$
 $\text{Eta} = 0.456621$, ovvero poco più del 45%

b) Posso ad esempio procedere per tentativi, calcolando l'efficienza per valori crescenti di N, numero di slaves attivi:

Per N=4 active slaves : $\text{eta} = 0.7707$ (che è maggiore dell'efficienza richiesta, pari a 75%)

Per N=3 invece: $\text{eta} = 0.716$ (che invece è minore dell'efficienza richiesta del 75%).

Dunque il numero minimo di slaves che devono essere attivi è pari ad N=4

c) $T_{access} = (M - 1)(2\tau + 2T_t + T_p) + 2(\tau + T_t) = 14.38 \text{ ms}$

Esercizio 3:

Un sistema di accesso multiplo TDMA utilizza N=12 time slot, un tempo di guardia $T_g=150$ [microsecondi], pacchetti dati composti da un campo dati di dimensione $D=140$ [bit] ed un header di dimensione $H=30$ [bit], e un tempo di trama T_t pari a 15 [millisecondi].

a) Calcolare la velocità di portante (multiplex) W e la velocità netta (solo dati) V di ciascun canale.

b) Si risponda alla domanda in a) (ovvero, si calcolino W e V , definite come al punto a)) nel caso in cui il tempo di guardia T_g sia ora di 300 microsecondi, essendo tutti gli altri parametri invariati.

Soluzione

La dimensione di uno slot (in bit) è pari a:

$$k = H + D = 170 \text{ [bit]}$$

Il tempo di slot è dato dal tempo di trama diviso per il numero di slot nella trama:

$$T_s = T_t / N = 15 / 12 = 1.25 \text{ [ms]}$$

Il tempo di trasmissione della parte dati dello slot è dato dal tempo di slot meno il tempo di guardia:

$$T_d = T_s - T_g = 1.25 - 0.15 = 1.1 \text{ [ms]}$$

La velocità del flusso multiplexato è data dalla dimensione (in bit) della parte dati dello slot divisa per il tempo necessario al suo invio:

$$W = k / T_d = 170 \text{ bit} / 1.1 \text{ ms} = 154.545 \text{ kbit/s}$$

La velocità netta del canale definito come “uno slot per trama” è uguale alla quantità di informazione inviata nello slot diviso per la durata della trama

$$V = D / T_t = 140 \text{ bit} / 15 \text{ ms} = 9.333 \text{ kbit/s}$$

Adesso:

$$T_d = T_s - T_g = 1.25 - 0.3 = 0.95 \text{ [ms]}$$

La velocità del flusso multiplexato è data dalla dimensione (in bit) della parte dati dello slot divisa per il tempo necessario al suo invio:

$$W = k / T_d = 170 \text{ bit} / 0.95 \text{ ms} = 178.947 \text{ kbit/s}$$

La velocità netta del canale definito come “uno slot per trama” è uguale alla quantità di informazione inviata nello slot diviso per la durata della trama

$$V = D / T_t = 140 \text{ bit} / 15 \text{ ms} = 9.333 \text{ kbit/s}$$

Domanda 1:

Si descriva con chiarezza e precisione in cosa consiste una rete CDN (*Content Delivery Network*) e quale è la sua funzione.

Domanda 2:

Si indichino con chiarezza e precisione quali sono le principali novità e funzionalità, rispetto alle versioni precedenti di tale protocollo, introdotte in HTTP/2.