

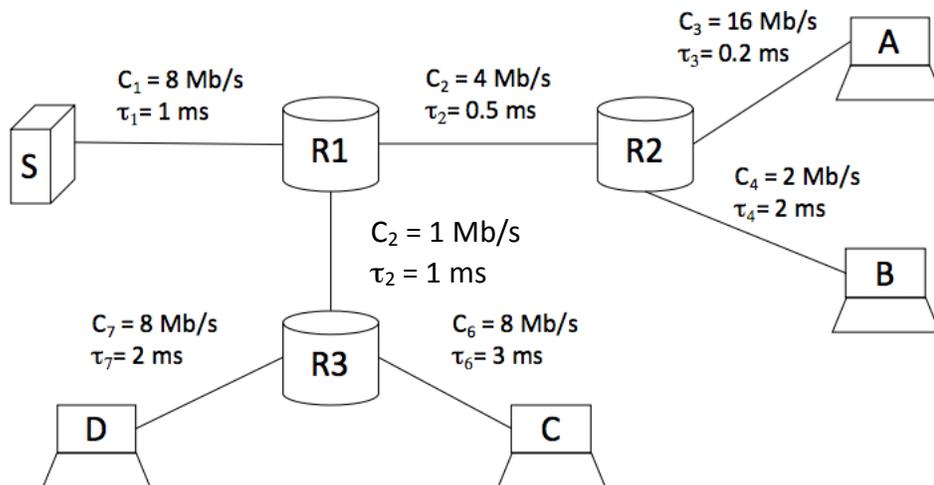
Tempo a disposizione per lo svolgimento: 1 ora e 30 minuti

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

Esercizio 1

Si assuma che un client HTTP in A voglia scaricare una pagina web contenuta nel server S. La capacità del collegamento tra S ed 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 1000 [byte] e da 10 immagini di 500 [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 10 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 $R=3$ [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 1 [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 4 [Mb/s] - 1 [Mb/s] = 3 [Mb/s] per il flusso tra S ed A.

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

$$T_{html} = 1000 \cdot 8 \text{ [bit]} / 3 \text{ [Mbit/s]} = 2.67 \text{ [ms]}$$

$$T_{obj} = 4 \cdot 10^6 \text{ [bit]} / 3 \text{ [Mbit/s]} = 1.33 \text{ [s]}$$

$$T_{tot} = T_{open} + T_{get} + T_{html} + 10(T_{get} + T_{obj}) = RTT + RTT + T_{html} + 10(RTT + T_{obj}) = 13.367 \text{ [s]}$$

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 0.333 Mb/s (4Mb/s condivisi da 12 flussi: 2 interferenti + 10 immagini in parallelo). In questo caso, il link R1-R2 è il collo di bottiglia anche per i flussi interferenti.

$$T_{obj} = 4 * 10^6 \text{ [bit]} / 0.333 \text{ [Mbit/s]} = 12 \text{ [s]}$$

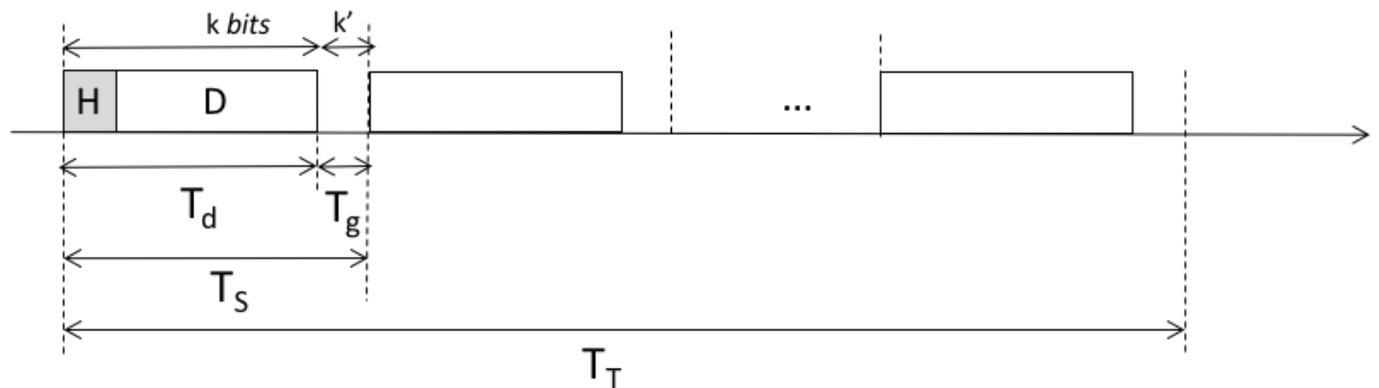
$$T_{tot} = T_{open} + T_{get} + T_{html} + T_{open} + T_{get} + T_{obj} = 2RTT + T_{html} + 2RTT + T_{obj} = 12.0068 \text{ [s]}$$

Esercizio 2

Un sistema di accesso multiplo TDMA utilizza $N=6$ time slot, un *tempo di guardia* pari a $z = 10$ tempi di bit, pacchetti dati composti da $D=120$ [bit] *dati* e $H=40$ [bit] di *overhead*, e un *tempo di trama* T_T pari a 4,5 [ms]. Calcolare :

- a) la durata di uno slot (T_S)
- b) la velocità di multiplex W
- c) la velocità netta (dati) V di ciascun canale.

Soluzione



Il numero di bit di *overhead* e di dati contenuto in uno slot è:

$$k = H + D = 160 \text{ bit}$$

Il numero di bit complessivo (*overhead* + dati + guardia) è:

$$k_{TOT} = k + z = 170 \text{ [bit]}$$

La durata del singolo slot è pari alla durata della trama divisa per il numero di slot:

$$T_S = T_T / N = 4,5 \text{ [ms]} / 6 = 750 \text{ [\mu s]}$$

La velocità dalla portante può essere calcolata osservando che in un tempo di slot devono essere trasmessi k_{TOT} bit, quindi:

$$W = k_{TOT} / T_S = 170 \text{ [bit]} / 750 \text{ [\mu s]} = 226,7 \text{ [kbit/s]}$$

La velocità netta corrispondente del canale definito come “uno slot per trama” è:

$$V = D / T_T = 120 \text{ [bit]} / 4,5 \text{ [ms]} = 26,67 \text{ [kbit/s]}$$

Si noti che nel calcolo sono stati considerati 120[bit] al numeratore (senza i bit di guardia) perché questo è lo “spazio” che può essere usato per “ospitare” informazione (dati).

Esercizio 3:

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 4 di questi hanno sempre pacchetti da trasmettere.

I pacchetti hanno dimensione pari a 2500 bit, ed il token è di 100 bit. Il ritardo di propagazione tra ogni stazione ed il Master è pari a 20 μ s, la capacità del canale di 800 kbit/s.

b) 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) N=4 slaves attivi
M=7 slaves totali
 $T_p = 2500/800000 \text{ (s)} = 3.125 \text{ ms}$
 $T_t = 100/800000 = 0.125 \text{ ms}$
 $\tau = 0.02 \text{ ms}$
Efficienza $\eta = (N \cdot T_p) / (2 \cdot M \cdot (\tau + T_t) + N \cdot T_p) = 4 \cdot 3.125 / (2 \cdot 7 \cdot (0.02 + 0.125) + 4 \cdot 3.125) = 12.5 / 14.53 = \mathbf{0.8603 = 86.03\%}$
- b) Tempo di accesso = $(M - 1) \cdot (2\tau + 2T_t + T_p) + 2 \cdot (\tau + T_t) = 6 \cdot (0.04 + 0.25 + 3.125) + 2 \cdot (0.02 + 0.125) = \mathbf{20.78 \text{ ms}}$

Domanda 1:

Si descriva con chiarezza e precisione in cosa consiste il problema cosiddetto del *hidden terminal* (terminale nascosto) e come questo può essere risolto nell'ambito del protocollo 802.11.

Domanda 2:

Si indichino con chiarezza e precisione quali sono le principali novità e differenze del protocollo HTTP/2 rispetto ad HTTP/1.1.