
Reti di Comunicazioni e Internet

Prof. Massimo Tornatore

III Appello – 18 Giugno 2019

Cognome e nome:

(stampatello)
(firma leggibile)

Matricola:

Domanda 1¹

(svolgere su questo foglio e sul retro, 10 punti)

1) Una sorgente S di tipo ON-OFF deterministica ha le seguenti caratteristiche

- frequenza media, $A_S = 4.2$ Mbit/s,
- durata del periodo di inattività, $T_{OFF} = 3$ ms,
- istante di inizio attività, $t_0 = 3$ ms,
- fine attività al completamento di $N_b = 2$ periodi,
- dati emessi durante tutta la vita della sorgente, $L_{tot} = 10.5$ kbyte

1. Calcolare le seguenti quantità e disegnare il corrispondente profilo di traffico della sorgente $S(t)$ nel primo diagramma

- la frequenza di picco P_S della sorgente,
- durata del periodo di attività, T_{ON}

2. La sorgente viene sottoposta a controllo di flusso mediante un leaky bucket (LB) con alla frequenza di trasmissione di picco costante $P_b = 4.8$ Mbit/s e buffer dati di capacità massima $Q = 2700$ byte. Il generatore dei permessi del leaky bucket si attiva al tempo $t_s = 3$ ms e la frequenza costante di generazione dei permessi è $\nu = 500$ s⁻¹. Il leaky bucket emette in uscita pacchetti di lunghezza fissa $L_b = 1500$ byte. Si chiede di:

- Disegnare il profilo di emissione $E_{LB}(t)$ del leaky bucket nel secondo diagramma
- Tracciare sullo stesso diagramma l'andamento nel tempo del numero di byte presenti nel buffer del leaky bucket $q_{LB}(t)$ (inizialmente vuoto) utilizzando come riferimento per l'unità di misura l'asse verticale di destra (ATTENZIONE: i byte vengono estratti dal buffer con la stessa frequenza con cui vengono trasmessi in uscita dal bucket).
- Riportare il numero di byte $N_p =$ _____ eventualmente persi dal LB e quelli $N_l =$ _____ eventualmente rimasti nel LB al tempo $t_s = 30$ ms.

Reti di Comunicazioni e Internet

Prof. Massimo Tornatore

I Appello - 18 Giugno 2019

$$B_s = \frac{A_s}{P_s} \quad B_s = \frac{T_{OH}}{T_{OH} + T_{OFF}} \quad T_{OH} = \frac{L_{TOT} / N_b}{P_s}$$

$$\frac{A_s}{P_s} = \frac{\frac{L_{TOT}}{N_b P_s}}{\frac{L_{TOT}}{N_b P_s} + T_{OFF}}$$

$$\frac{A_s}{P_s} = \frac{L_{TOT}}{L_{TOT} + T_{OFF} N_b P_s}$$

$$A_s L_{TOT} + A_s T_{OFF} N_b P_s = L_{TOT} P_s$$

$$P_s = \frac{A_s L_{TOT}}{L_{TOT} - A_s T_{OFF} N_b} = \frac{4.2 \cdot 10^6 - 10.5 \cdot 10^3 \cdot 8}{10.5 \cdot 10^3 \cdot 8 - 4.2 \cdot 10^6 \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 2} = 6 \text{ Mbit/s}$$

$$T_{OH} = \frac{L_{TOT} / N_b}{P_s} = \frac{10.5 \cdot 10^3 \cdot 8 / 2}{6 \cdot 10^6} = 7 \text{ ms}$$

$$T_P = \frac{1}{f} = \frac{1}{500} = 2 \text{ ms}$$

oppure

$$N_b \cdot A_s (T_{OH} + T_{OFF}) = L_{TOT}$$

$$T_{OH} + T_{OFF} = \frac{L_{TOT}}{N_b A_s}$$

$$T_{OH} = \frac{L_{TOT}}{N_b A_s} - T_{OFF} = \frac{10.5 \cdot 10^3 \cdot 8}{2 \cdot 4.2 \cdot 10^6} - 3 \cdot 10^{-3} = 7 \text{ ms}$$

$$B_s = \frac{T_{OH}}{T_{OH} + T_{OFF}} = \frac{7 \cdot 10^{-3}}{7 \cdot 10^{-3} + 3 \cdot 10^{-3}} = \frac{7}{10}$$

$$P_s = \frac{A_s}{B_s} = \frac{10}{7} \cdot 4.2 \cdot 10^6 = 6 \text{ Mbit/s}$$

Reti di Comunicazioni e Internet

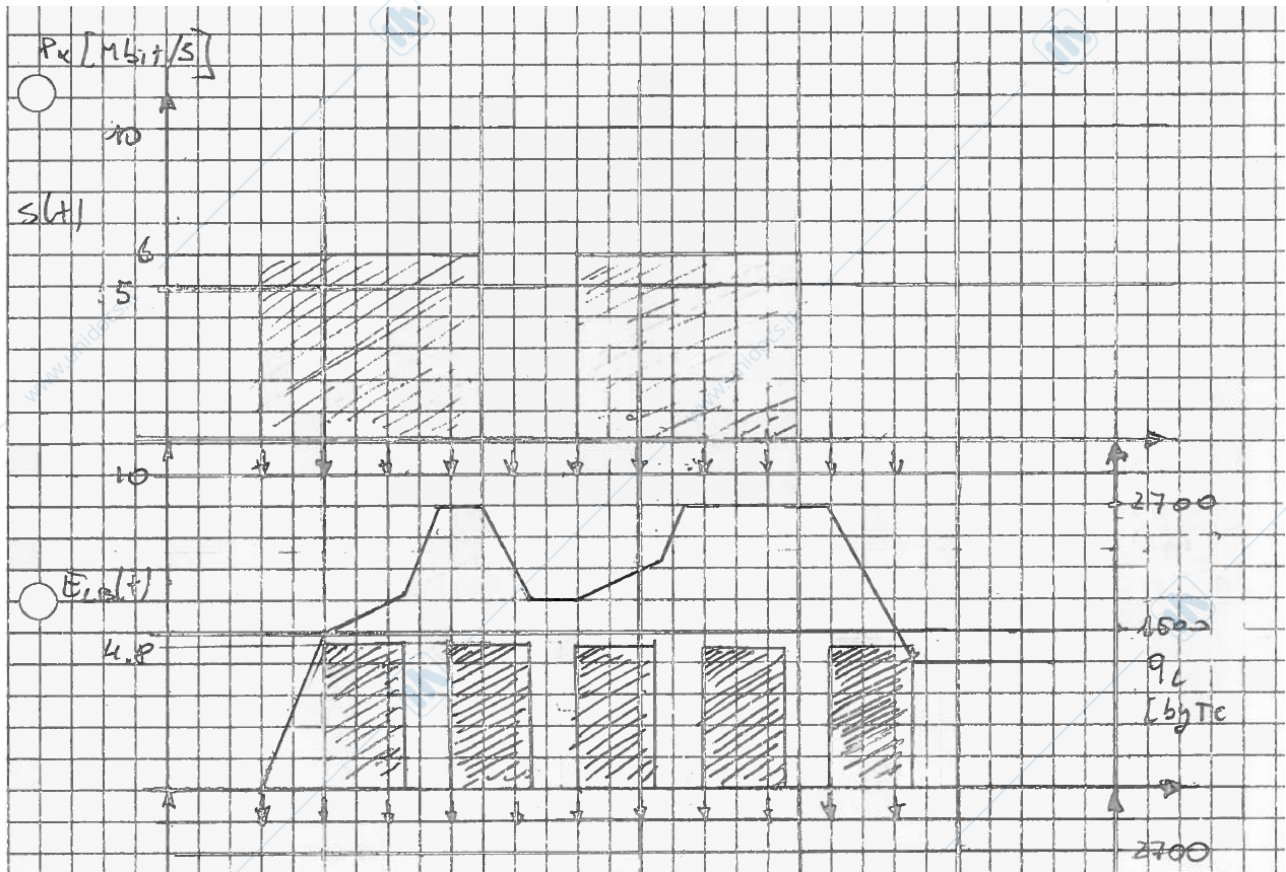
Prof. Massimo Tornatore

I Appello – 18 Giugno 2019

Cognome e nome:

(stampatello)
(firma leggibile)

Matricola:



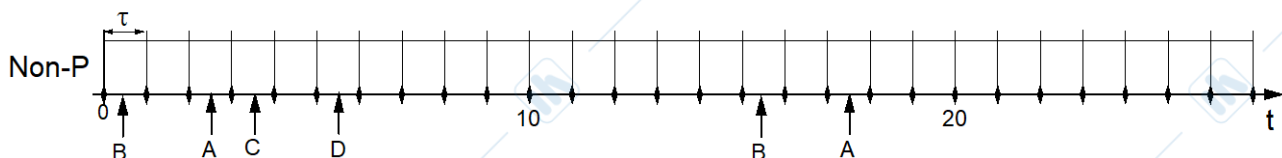
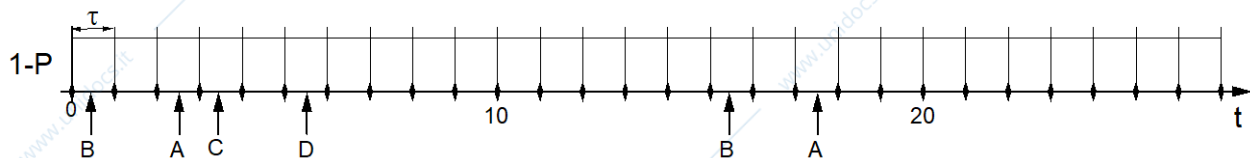
Domanda 2

2) Si consideri il protocollo slotted CSMA/CD nelle sue due versioni non-persistent e 1-persistent con riferimento a una rete locale osservata nell'intervallo da $t = 0$ a $t = 27\tau$, dove τ rappresenta la durata dello slot e cioè il tempo di propagazione da estremo a estremo della rete. I due diagrammi sottostanti rappresentano l'evoluzione temporale delle condizioni di libero o occupato sulla rete. Ogni freccia rappresenta l'istante di arrivo di una trama da trasmettere alla stazione specificata. Si ricorda che il sensing del canale viene effettuato dalla stazione all'inizio del time-slot successivo al time-slot in cui si considera arrivata la richiesta (sia di nuova trasmissione, sia di ritrasmissione). Si ricordi inoltre che se la trasmissione di una trama (tutte le trame si ipotizzano della stessa lunghezza) dura T [s], il canale risulta occupato per un tempo $T + \tau$ [s] (tenendo conto della propagazione in tutta la rete). Analogamente, se l'intervallo di collisione ha durata γ [s], l'occupazione del canale in caso di collisione dura $\gamma + \tau$ [s].

Si assume che

- nella rete sono presenti le quattro stazioni A, B, C e D,
- il tempo di trasmissione con successo è costante, $T = 3\tau$,
- il tempo di collisione è costante, $\gamma = \tau$,
- ciascuna stazione applica un tempo di back-off fisso: $T_A = \tau$, $T_B = 4\tau$, $T_C = 2\tau$, $T_D = 6\tau$ sono i tempi di back-off delle singole stazioni²,
- in caso di collisione, il back-off viene applicato a partire dalla fine dell'intervallo di collisione.

Si chiede di completare i due diagrammi sottostanti con gli intervalli di trasmissione e gli intervalli di collisione (scrivendo sopra l'intervallo l'identità della stazione trasmittente o delle stazioni che collidono), indicando anche con nuove frecce e simbolo della stazione cerchiato tutti gli eventi di rescheduling. (4 punti)



² Attenzione: per back-off $T_x = 0\tau$ si intende: "ritenta facendo il sensing all'inizio del prossimo time-slot", per back-off $T_x = 1\tau$ si intende: "ritenta facendo il sensing all'inizio del time-slot successivo al prossimo time-slot", ecc.

Reti di Comunicazioni e Internet

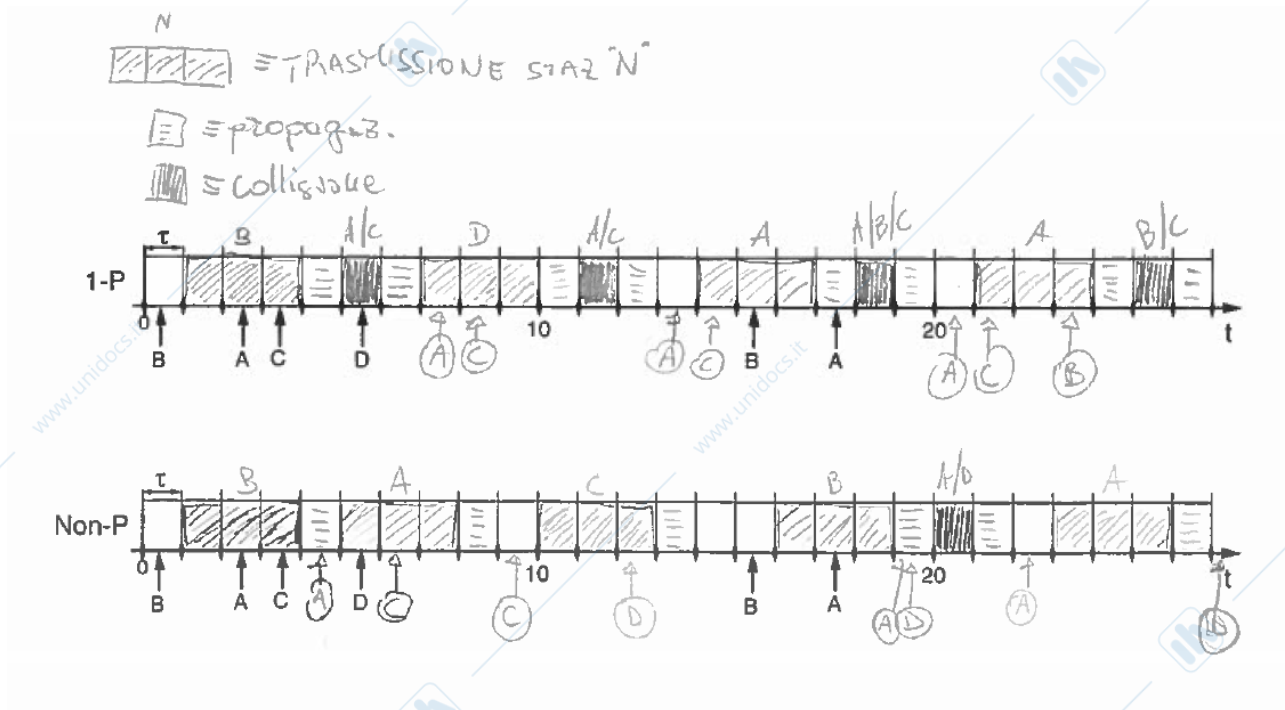
Prof. Massimo Tornatore

I Appello – 18 Giugno 2019

Cognome e nome:

(stampatello)
(firma leggibile)

Matricola:



Reti di Comunicazioni e Internet

Prof. Massimo Tornatore

I Appello – 18 Giugno 2019

Domanda 3

(6 punti)

Ad un'organizzazione è assegnato lo spazio d'indirizzamento 195.123.224.0/21. Da questo gruppo d'indirizzi occorre ricavare le seguenti sottoreti:

- 1 sottorete con almeno 500 indirizzi di *host* disponibili
- 1 sottorete con almeno 210 indirizzi di *host* disponibili
- 3 sottoreti con almeno 30 indirizzi di *host* disponibili
- 4 sottoreti con almeno due indirizzi di *host* disponibili.

Pianificare il partizionamento dello spazio d'indirizzamento dato specificando per ciascuna delle sottoreti sopra elencate:

- indirizzo in formato decimale e *netmask*
- numero di utenti indirizzabili
- indirizzo di *broadcast* diretto

Soluzione

Lo spazio di indirizzamento originale comprende 11 bit nella parte di *host*. La sottorete più grande che deve essere definita è quella con 500 *host*. Per supportare 500 *host* servono 9 bit nel campo di *host* ($2^9=512$). Si può quindi allungare la *netmask* originale di 2 bit (/23) definendo così spazio per quattro sottoreti ciascuna in grado di supportare 510 *host* (510 meno i due indirizzi speciali).

Uno degli spazi di indirizzamento così definiti può essere assegnato alla sottorete con 500 *host*:

195.123.224.0/23, rete con 510 *Host* massimo, broadcast (BD): 195.123.225.255

Gli altri tre spazi di indirizzamento 195.123.226.0/23, 195.123.228.0/23, 195.123.230.0/23 possono essere ulteriormente suddivisi.

La sottorete più grande a questo punto è quella con 210 *host*. Per supportare 210 *host* servono 8 bit nel campo di *host* ($2^8=256$). Si può quindi allungare la *netmask* originale di 1 bit (/24) definendo così spazio per due sottoreti ciascuna in grado di supportare 254 *host* (256 meno i due indirizzi speciali).

Uno dei due spazi di indirizzamento così definiti può essere assegnato alla sottorete con 210 *host*

195.123.226.0/24, rete con 254 *host* massimo, BD: 195.123.226.255

L'altro spazio di indirizzamento 195.123.227.0/24 può essere ulteriormente suddiviso.

Le sottoreti più grandi a questo punto sono quelle con 30 *host*. Per supportare 30 *host* servono 5 bit nel campo di *host* ($2^5=32$). Si può quindi allungare la *netmask* originale di 3 bit (/27) definendo così spazio per otto sottoreti ciascuna in grado di supportare 30 *host* (32 meno i due indirizzi speciali).

Reti di Comunicazioni e Internet

Prof. Massimo Tornatore

I Appello – 18 Giugno 2019

Cognome e nome:

(stampatello)
(firma leggibile)

Matricola:

Tre degli otto spazi di indirizzamento così definiti possono essere assegnati alle sottoreti con 30 *host*:

195.123.227.0/27, rete con 30 *host*, *BD*: 195.123.227.31195.123.227.32/27, rete con 30 *host*, *BD*: 195.123.227.63195.123.227.64/27, rete con 30 *host*, *BD*: 195.123.227.95

Gli altri cinque spazi di indirizzamento 195.123.227.128/27, 195.123.227.96/27, 195.123.227.192/27, 195.123.227.160/27, 195.123.227.224/27 possono essere ulteriormente suddivisi.

Rimangono a questo punto solo le sottoreti con 2 *host*. Per supportare 2 *host* servono 2 bit nel campo di *host* ($2^2=4$). Si può quindi considerare uno degli spazi di indirizzamento sopra definiti ed allungare la *netmask* originale di 3 bit (/30) definendo così spazio per otto sottoreti ciascuna in grado di supportare 2 *host* (4 meno i due indirizzi speciali).

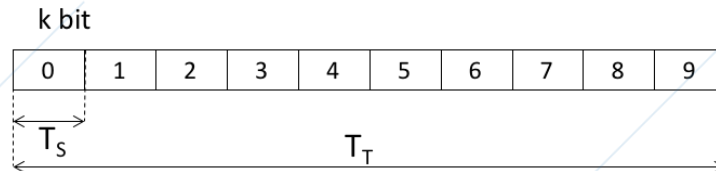
Quattro degli otto spazi di indirizzamento così definiti possono essere assegnati alle sottoreti con 2 *host*:

195.123.227.128/30, rete con 2 *host*, *BD*: 195.123.227.131195.123.227.132/30, rete con 2 *host*, *BD*: 195.123.227.135195.123.227.136/30, rete con 2 *host*, *BD*: 195.123.227.139195.123.227.140/30, rete con 2 *host*, *BD*: 195.123.227.143

La soluzione proposta non è l'unica, essendo il numero di indirizzi disponibile molto maggiore rispetto alle dimensioni delle sottoreti IP da definire.

Domanda 4

Un sistema di moltiplicazione TDM presenta una trama di $N=10$ slot; in ciascuno slot vengono trasmessi $k=128$ bit. Se il sistema è usato per moltiplicare 10 canali ciascuno a capacità $C_c=64$ kbit/s, si dica quale è la capacità totale del sistema C_T , la durata T_T della trama di moltiplicazione e quella T_S dello slot. (4 punti)

**Soluzione**

La durata della trama si può calcolare imponendo che se si assegna uno slot per trama ad un tributario, il rate equivalente del canale così definito sia uguale al rate di ingresso del tributario V .

$$T_T = \frac{k}{V} = \frac{128}{64 \cdot 10^3} = 2 \text{ ms}$$

Il sistema di multiplo deve avere velocità (rate) sufficiente per supportare tutti gli N tributari, quindi:

$$W = V \cdot N = 64 \cdot 10^3 \cdot 10 = 640 \text{ kb/s}$$

Il tempo di slot è definito come il tempo necessario per inviare tutti i bit che compongono lo slot, k , ad una velocità pari a W ; quindi:

$$T_S = \frac{k}{W} = \frac{128}{640 \cdot 10^3} = 200 \text{ } \mu\text{s}$$

Reti di Comunicazioni e Internet

Prof. Massimo Tornatore

I Appello – 18 Giugno 2019

Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

(8 punti)

Rispondere alle seguenti domande usando la minima quantità di testo necessaria

- A. Dato un numero di nodi di rete $N=10$, quanti link (archi) ha la corrispondente topologia di rete i) ad anello, ii) ad albero, iii) a maglia completa? In quali sezioni della rete di telecomunicazioni sono tipicamente usate queste tre topologie?

45

Albero $L=9$ (accesso), Anello $L=10$ (metro), Maglia-completa $L=90$ (core/geografica)

- B. Calcolare l'efficienza del protocollo SR su un collegamento in fibra ottica caratterizzato dai seguenti parametri:

- probabilità di errore sul singolo bit, $p = 10^{-4}$,
- lunghezza dell'unità informativa $L_r = 512$ bit,
- lunghezza dell'unità di riscontro $L_a = 40$ bit,
- capacità del collegamento $C = 100$ Mbit/s,
- lunghezza del collegamento $d = 100$ km,
- apertura della finestra in trasmissione, $W_s = 127$.

Si calcoli l'efficienza η del collegamento che si ottiene in queste condizioni in funzione dei parametri sopra specificati.

Basta verificare che finestra strozzi e poi sostituire i numeri nella formula della efficienza del SR.

 $\eta=0.61$

Reti di Comunicazioni e Internet

Prof. Massimo Tornatore

I Appello – 18 Giugno 2019

Che significato ha l'acronimo CSMA/CA? In quale tecnologia di rete è usato il protocollo CSMA/CA? Per quali motivi CSMA/CA viene utilizzato in sostituzione di CSMA/CD?

SI VEDA TEORIA/SLIDE

C. Si riporti il formato del pacchetto ARP.

SI VEDA TEORIA/SLIDE