

Fondamenti di Internet e Reti – SOLUZIONE!!!

Proff. A. Capone, M. Cesana, F. Musumeci, A. Pattavina

3° Appello – 13 Settembre 2019

Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

Es.1

Es.2

Es.3

Ques.

Lab.

Esercizio 1*

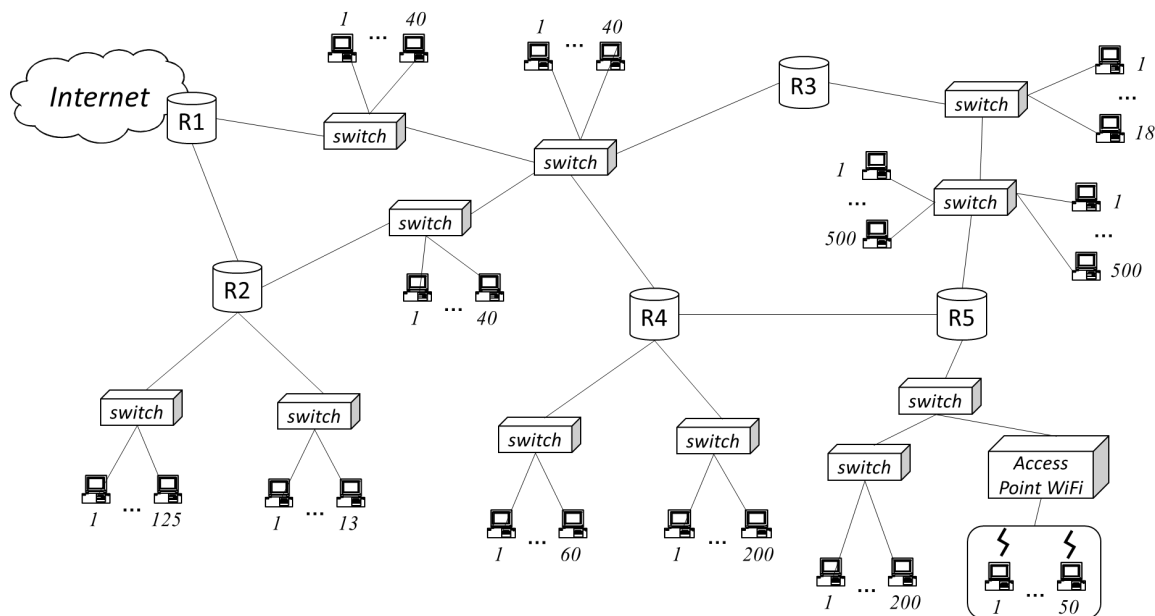
(7 punti)

La società *BovisaNet* possiede la rete rappresentata nella figura sottostante, costituita da host fissi e mobili, switch, Access Point WiFi e router. Per poter indirizzare tutti gli utenti della rete, la società *BovisaNet* si rivolge ad un ISP, che dispone complessivamente dello spazio di indirizzamento CIDR **51.22.0.0/18**. L'ISP fornisce alla società *BovisaNet* **un blocco di dimensioni minime** sufficiente a soddisfarne le esigenze di indirizzamento, **a partire dagli indirizzi con numerazione più bassa**.

- Si indichino graficamente le sottoreti IP evidenziando nella figura sottostante i confini di ciascuna sottorete e si assegni a ciascuna sottorete una etichetta del tipo *NET x* ($x=A, B, C, \dots$) seguendo l'ordine alfabetico e partendo dalle sottoreti con maggior numero di indirizzi IP usati (Suggerimento: fare attenzione alla presenza dei collegamenti punto-punto all'interno della rete della società *BovisaNet*).
- Per ciascuna sottorete si inserisca nella Tabella 1 sottostante il numero di indirizzi IP occupati, ivi compresi gli eventuali indirizzi IP speciali necessari nella sottorete (Suggerimento: fare attenzione alla presenza dei router).
- Si indichi di seguito il blocco CIDR assegnato alla società *BovisaNet*, usando la notazione decimale puntata con maschera di rete in notazione */n*.

_____ **51.22.0.0** _____ / **21** _____

- Si effettui il piano di indirizzamento per la società *BovisaNet* usando la tecnica VLSM, **assegnando gli indirizzi alle sottoreti a partire da quelli più bassi del blocco ottenuto al punto c)**. Per ciascuna sottorete, si inseriscano nella **Tabella 1** l'indirizzo di rete, la *netmask* (notazione */n*) e l'indirizzo di *broadcast diretto*.
- Assegnare a ogni interfaccia dei router **l'indirizzo più piccolo possibile** compatibilmente con i vincoli sugli indirizzi speciali, compilando la **Tabella 2**. Si usi la notazione "*RnX*" ($n=1,2,3,4,5$; $X=A, B, \dots$) per indicare l'interfaccia del router *Rn* verso la rete *X*.
- Scrivere nella **Tabella 3** la tabella di inoltro (**diretto e indiretto**) del router *R5* **nel modo più compatto possibile e che in ogni caso minimizzi il numero di salti per raggiungere la rete di destinazione**. Si preveda l'utilizzo di un'opportuna rotta per indirizzare le (sotto)reti al di fuori della società *BovisaNet*.



* NOTA BENE: Per TUTTI GLI ESERCIZI si adotta il PUNTO (".") come separatore delle cifre decimali. Non si usa separatore per le migliaia.

Tabella 1 (Usare la notazione decimale puntata)

| Rete [<i>NET x</i>] | Numero di indirizzi IP (incluso indirizzi speciali) | Netmask /n | Indirizzo di rete | Ind. broadcast diretto |
|--------------------------|--|---------------|-------------------|------------------------|
| <i>NET A</i> | 1022 = 1018 (host) + 2 (router) + 2 (speciali) | /22 | 51.22.0.0 | 51.22.3.255 |
| <i>NET B</i> | 253 = 250 (host) + 1 (router) + 2 (speciali) | /24 | 51.22.4.0 | 51.22.4.255 |
| <i>NET C</i> | 203 = 200 (host) + 1 (router) + 2 (speciali) | /24 | 51.22.5.0 | 51.22.5.255 |
| <i>NET D</i> | 128 = 125 (host) + 1 (router) + 2 (speciali) | /25 | 51.22.6.0 | 51.22.6.127 |
| <i>NET E</i> | 126 = 120 (host) + 4 (router) + 2 (speciali) | /25 | 51.22.6.128 | 51.22.6.255 |
| <i>NET F</i> | 63 = 60 (host) + 1 (router) + 2 (speciali) | /26 | 51.22.7.0 | 51.22.7.63 |
| <i>NET G</i> | 16 = 13 (host) + 1 (router) + 2 (speciali) | /28 | 51.22.7.64 | 51.22.7.79 |
| <i>NET H</i> | 4 = 2 (router) + 2 (speciali) | /30 | 51.22.7.80 | 51.22.7.83 |
| <i>NET I</i> | 4 = 2 (router) + 2 (speciali) | /30 | 51.22.7.84 | 51.22.7.87 |
| | | | | |
| | | | | |

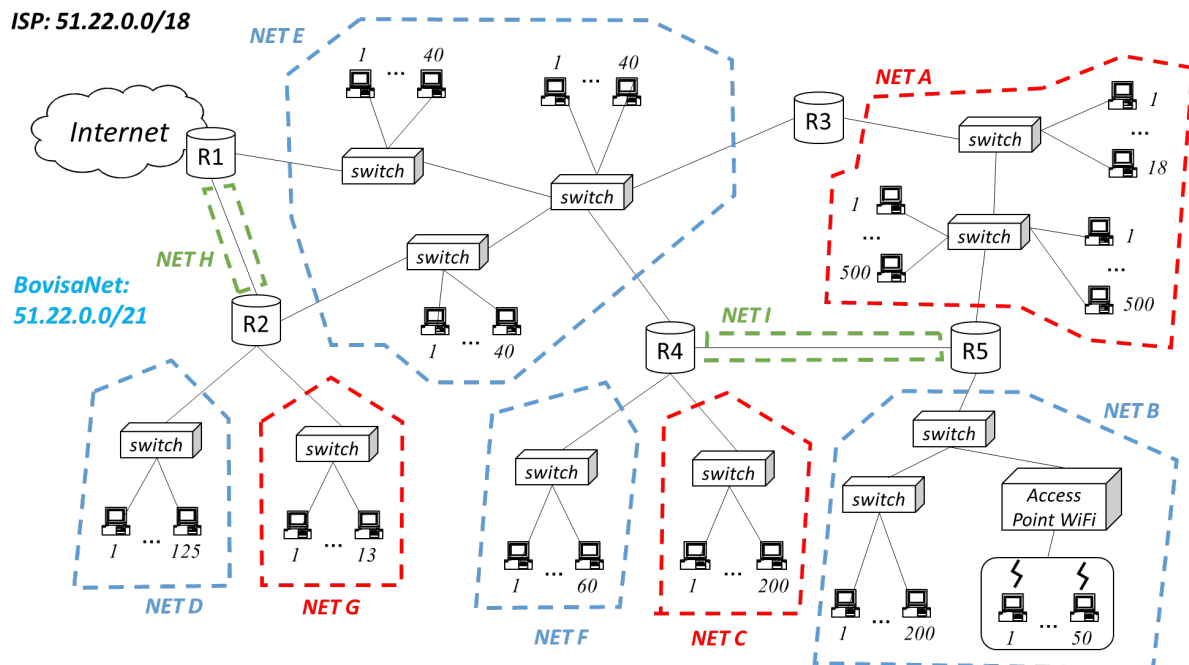
Tabella 2 (Usare la notazione decimale puntata)

| Router | Interfaccia [RnX] | Indirizzo IP e maschera /n |
|--------|----------------------|-------------------------------|
| R1 | R1E | 51.22.6.129 / 25 |
| | R1H | 51.22.7.81 / 30 |
| R2 | R2D | 51.22.6.1 / 24 |
| | R2E | 51.22.6.130 / 25 |
| | R2G | 51.22.7.65 / 28 |
| | R2H | 51.22.7.82 / 30 |
| R3 | R3A | 51.22.0.1 / 22 |
| | R3E | 51.22.6.131 / 25 |
| R4 | R4C | 51.22.5.1 / 24 |
| | R4E | 51.22.6.132 / 25 |
| | R4F | 51.22.7.1 / 26 |
| | R4I | 51.22.7.85 / 30 |
| R5 | R5A | 51.22.0.2 / 22 |
| | R5B | 51.22.4.1 / 24 |
| | R5I | 51.22.7.86 / 30 |

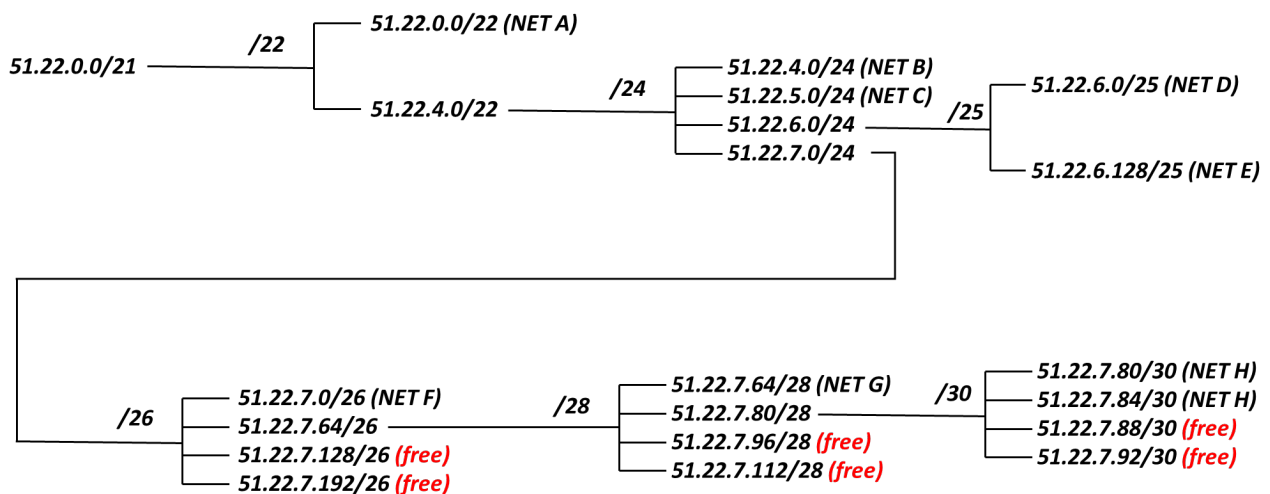
Tabella 3 (Usare la notazione decimale puntata)

Tabella di Routing di R5

| Reti [<i>NET x</i> , <i>NET y</i> , <i>NET z ...</i>] | Indirizzo IP del blocco CIDR | Indirizzo IP del next-hop |
|--|------------------------------------|------------------------------|
| <i>NET A</i> | 51.22.0.0 / 22 | direct |
| <i>NET B</i> | 51.22.4.0 / 24 | direct |
| <i>default</i> | 0.0.0.0 / 0 | 51.22.7.85 (R4I) |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

SOLUZIONE

51.22.00000xxx.xxxxxxxx/21



Esercizio 2

(6 punti)

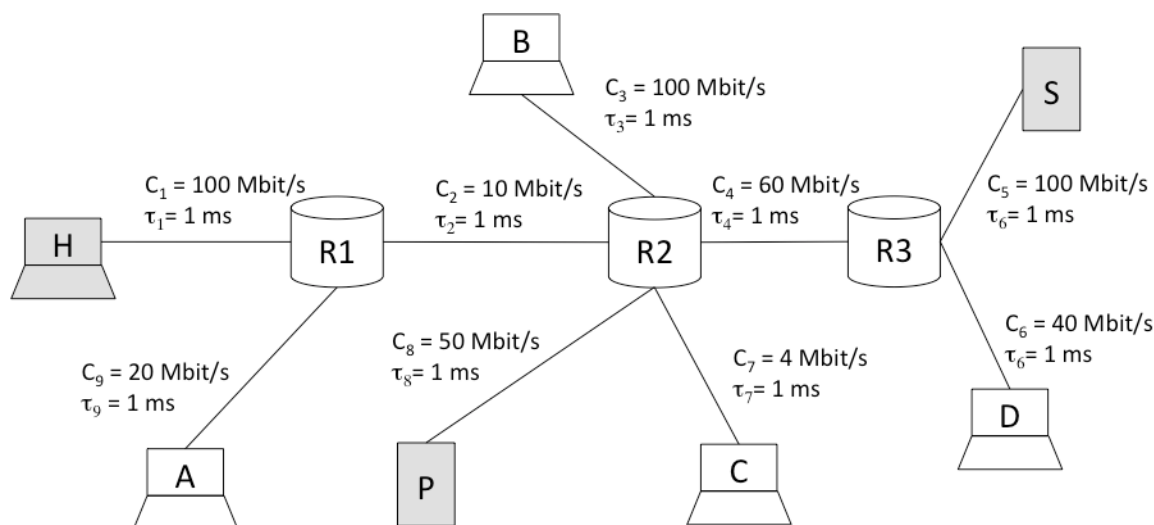
Nella rete in figura sono rappresentati 3 router (R1, R2 e R3), un client (H), un proxy (P) e un server (S) HTTP. Accanto ad ogni collegamento è indicata la capacità di trasmissione del canale e il ritardo di propagazione del collegamento stesso. Nella rete sono presenti anche 4 ulteriori host (A, B, C, D) tra cui sono stati istaurati i seguenti **flussi interferenti di lunga durata: 4 tra A e C, 5 tra B e D**.

Il client vuole scaricare dal server una pagina web composta da una pagina HTML di dimensione $L_{html}=3$ kbyte e 10 oggetti JPEG richiamati nella pagina HTML, di dimensione $L_{ogg}=300$ kbyte ciascuno. **Il client H è configurato in modo da utilizzare sempre il proxy P.**

Assumendo che i messaggi di controllo usati per aprire una connessione TCP ed i messaggi di GET HTTP abbiano lunghezza trascurabile, si chiede di calcolare il tempo di trasferimento dell'intera pagina web (documento base e 10 oggetti JPEG) nei seguenti casi (**riportare i tre risultati numerici finali nelle righe al disotto della figura sottostante**):

- il proxy possiede tutti i file (documento base e 10 oggetti) all'interno della sua cache locale e il client H utilizza un'unica connessione TCP persistente;
- il proxy non ha alcun file disponibile nella propria cache locale e tutte le necessarie connessioni TCP sono non persistenti; quando possibile, esse possono essere aperte in parallelo nel massimo numero possibile.
- il proxy non ha alcun file disponibile nella propria cache locale; inoltre, tutte le necessarie connessioni TCP aperte dal client sono persistenti e **il proxy ha già aperto con il server una connessione TCP persistente, che viene mantenuta per tutta la durata della trasmissione.**

N.B. Per il calcolo delle velocità di trasmissione utilizzabili dalle varie connessioni TCP, si assuma il principio di *condivisione equa delle risorse*.



$T_{tot,a} =$ _____

$T_{tot,b} =$ _____

$T_{tot,c} =$ _____

Cognome e nome:*(stampatello)**(firma leggibile)***Matricola:**

SOLUZIONE

$$RTT_{HP} = 6 \text{ ms}$$

$$RTT_{PS} = 6 \text{ ms}$$

a) $C_{HP,html} = C_{HP,ogg} = 6 \text{ Mbit/s} (=C_{R1-R2} - C_{R2-C})$

$$T_{HP,html} = L_{html} / C_{HP,html} = 24[\text{kbit}] / 6[\text{Mbit/s}] = 4 \text{ ms}$$

$$T_{HP,ogg} = L_{ogg} / C_{HP,ogg} = 2400[\text{kbit}] / 6[\text{Mbit/s}] = 400 \text{ ms}$$

$$T_{tot,a} = RTT_{HP} + (RTT_{HP} + T_{HP,html}) + 10 (RTT_{HP} + T_{HP,ogg}) = 4076 \text{ ms}$$

b) $C_{HP,html} = 6 \text{ Mbit/s} (=C_{R1-R2} - C_{R2-C})$

$$C_{HP,ogg} = 10/14 \text{ Mbit/s} (=C_{R1-R2}/14)$$

$$C_{PS,html} = 20 \text{ Mbit/s} (=C_{R2-R3} - C_{R3-D})$$

$$C_{PS,ogg} = 4 \text{ Mbit/s} (=C_{R2-R3}/15)$$

$$T_{HP,html} = L_{html} / C_{HP,html} = 4 \text{ ms}$$

$$T_{PS,html} = L_{html} / C_{PS,html} = 1.2 \text{ ms}$$

$$T_{HP,ogg} = L_{ogg} / C_{HP,ogg} = 3360 \text{ ms}$$

$$T_{PS,ogg} = L_{ogg} / C_{PS,ogg} = 600 \text{ ms}$$

$$T_{tot,b} = \{RTT_{HP} + \frac{1}{2} RTT_{HP} + [RTT_{PS} + RTT_{PS} + T_{PS,html}] + \frac{1}{2} RTT_{HP} + T_{HP,html}\} + \{RTT_{HP} + \frac{1}{2} RTT_{HP} + [RTT_{PS} + RTT_{PS} + T_{PS,ogg}] + \frac{1}{2} RTT_{HP} + T_{HP,ogg}\} = 4013.2 \text{ ms}$$

- c) Le capacità trasmissive delle connessioni TCP tra client e proxy e tra proxy e server sono le stesse che si hanno al punto b) nella fase di trasmissione della pagina html, ovvero

$$C_{HP} = C_{HP,html} = C_{HP,ogg} = 6 \text{ Mbit/s} (=C_{R1-R2} - C_{R2-C})$$

$$C_{PS} = C_{PS,html} = C_{PS,ogg} = 20 \text{ Mbit/s} (=C_{R2-R3} - C_{R3-D})$$

$$T_{HP,html} = L_{html} / C_{HP,html} = 4 \text{ ms}$$

$$T_{PS,html} = L_{html} / C_{PS,html} = 1.2 \text{ ms}$$

$$T_{HP,ogg} = L_{ogg} / C_{HP,ogg} = 400 \text{ ms}$$

$$T_{PS,ogg} = L_{ogg} / C_{PS,ogg} = 120 \text{ ms}$$

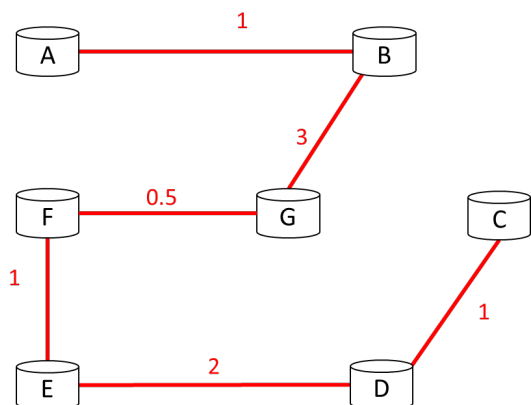
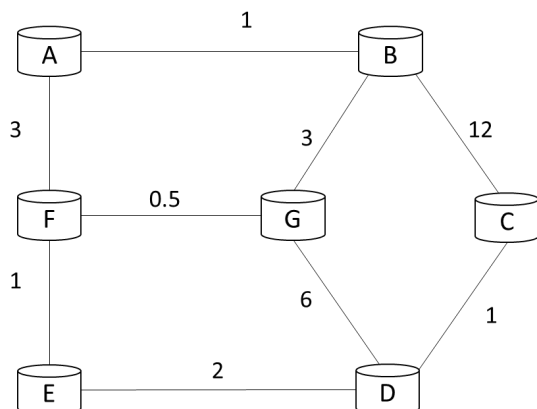
$$T_{tot,c} = \{RTT_{HP} + \frac{1}{2} RTT_{HP} + [RTT_{PS} + T_{PS,html}] + \frac{1}{2} RTT_{HP} + T_{HP,html}\} + 10\{\frac{1}{2} RTT_{HP} + [RTT_{PS} + T_{PS,ogg}] + \frac{1}{2} RTT_{HP} + T_{HP,ogg}\} = 5343.2 \text{ ms}$$

Esercizio 3

(4 punti)

Si consideri il grafo in figura, che rappresenta una rete costituita da 7 router ed i costi dei relativi collegamenti.

- Si trovi l'albero dei cammini minimi (MST) avente come **radice il nodo B** usando l'algoritmo di *Bellman-Ford* e, ipotizzando che gli stessi nodi siano le destinazioni da raggiungere, si riporti nella tabella sottostante la corrispondente tabella di routing del nodo B ad ogni step dell'algoritmo (nel caso ad un dato step vi siano più percorsi di ugual costo, si scelga il Next hop seguendo l'ordine alfabetico).
- Si disegni, a fianco al grafo, il MST finale, indicando anche i costi dei collegamenti inclusi nel MST.
- A partire dal MST ottenuto e ipotizzando che gli stessi nodi siano le destinazioni da raggiungere, si chiede di indicare i *Distance Vector* (DV) inviati dal nodo B nei casi in cui: (1) si usi la modalità senza *Split Horizon*; (2) si usi la modalità *Split Horizon* base; (3) si usi la modalità *Split Horizon with Poisonous reverse* (attenzione: per ciascun DV inviato, si indichi il contenuto e il destinatario del DV).



| Nodo B – Step 1 | | | Nodo B – Step 2 | | | Nodo B – Step 3 | | | Nodo B – Step 4 | | | Nodo B – Step 5 | | |
|-----------------|------|----------|-----------------|------|----------|-----------------|------|----------|-----------------|------|----------|-----------------|------|----------|
| Dest | Cost | Next hop | Dest | Cost | Next hop | Dest | Cost | Next hop | Dest | Cost | Next hop | Dest | Cost | Next hop |
| A | 1 | A | A | 1 | A | A | 1 | A | A | 1 | A | A | 1 | A |
| C | 12 | C | C | 12 | C | C | 10 | G | C | 10 | G | C | 7.5 | G |
| | | | D | 9 | G | D | 9 | G | D | 6.5 | G | D | 6.5 | G |
| | | | | | | E | 4.5 | G | E | 4.5 | G | E | 4.5 | G |
| | | | F | 3.5 | G | F | 3.5 | G | F | 3.5 | G | F | 3.5 | G |
| G | 3 | G | G | 3 | G | G | 3 | G | G | 3 | G | G | 3 | G |

SOLUZIONE

(c1) DV B→A = DV B→C = DV B→G = A-1, B-0, C-7.5, D-6.5, E-4.5, F-3.5, G-3

(c2)

DV B→A = B-0, C-7.5, D-6.5, E-4.5, F-3.5, G-3

DV B→C = A-1, B-0, C-7.5, D-6.5, E-4.5, F-3.5, G-3

DV B→G = A-1, B-0

(c3)

DV B→A = A-inf, B-0, C-7.5, D-6.5, E-4.5, F-3.5, G-3

DV B→C = A-1, B-0, C-7.5, D-6.5, E-4.5, F-3.5, G-3

DV B→G = A-1, B-0, C-inf, D-inf, E-inf, F-inf, G-inf

Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

Esercizio 4 - Domande

(9 punti)

- a) Si calcoli il checksum secondo la modalità del protocollo UDP della seguente sequenza di bit:

1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0

(3 punti)

SOLUZIONE

La stringa deve essere organizzata in blocchi da 16 bit

| | |
|----------|---------------------------------|
| | 1 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 1 0 1 |
| | 1 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 0 1 1 0 1 |
| | 1 1 1 0 0 1 1 0 0 1 1 0 1 1 1 0 |
| | ----- |
| Sum | 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 |
| | 1 0 |
| SwC | 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 |
| Checksum | 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 0 1 |

- b) Indicare se le seguenti osservazioni sono
- vere
- o
- false
- motivando la risposta. RISPOSTE NON MOTIVATE SARANNO CONSIDERATE ERRATE.

1 – L'uso di NAT/NAPT consente di utilizzare lo stesso indirizzo IP pubblico per host di reti private distinte.

2 – In una rete locale che usa CSMA/CD esiste un limite massimo alla dimensione delle trame, in funzione del numero di utenti (stazioni) della rete locale

3 – In risposta ad una *request http* che usa il metodo HEAD, il server http invia solo le informazioni di base della pagina web richiesta, a meno che essa non sia stata modificata dopo una certa data specificata nella *request*.

(3 punti)

SOLUZIONE

1 – FALSO, NAT/NAPT consente il riutilizzo di indirizzi privati.

2 – FALSO, esiste invece un limite minimo, che dipende dalla capacità trasmissiva, dall'estensione della rete e dalla velocità di propagazione nel mezzo trasmissivo usato.

3 – FALSO, viene in ogni caso restituito il solo contenuto dell'header della pagina web

- c) Un trasmettitore invia in un canale radio di capacità
- $C = 100$
- Mbit/s un pacchetto di lunghezza
- $L = 75$
- Byte. Quanti metri "occupa" il pacchetto sul canale radio? (quale distanza ha percorso il primo bit al termine della trasmissione del pacchetto?) Qual è la durata della trasmissione del pacchetto?

(3 punti)

SOLUZIONE

Il pacchetto viene trasmesso in un tempo pari a

$$T = L/C = 6 \mu s$$

Trascorso T , il primo bit inviato dal trasmettitore ha viaggiato alla velocità della luce ($v=300\,000$ km/s) percorrendo una distanza pari a

$$d = v \cdot T = 1800 \text{ m}$$

I risultati richiesti dall'esercizio sono d e T , rispettivamente.