

# Fondamenti di Internet e Reti – SOLUZIONE!!!

Proff. A. Capone, M. Cesana, F. Musumeci, A. Pattavina II prova in itinere – 02 Luglio 2019

Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

## Esercizio 1\*

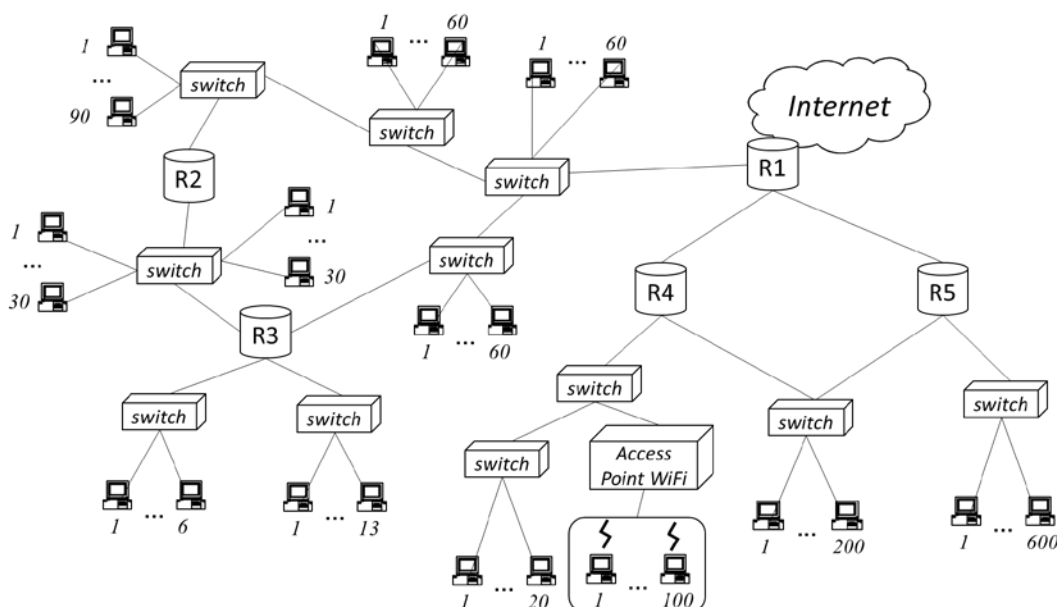
(7 punti)

La società *Company* 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 *Company* si rivolge ad un ISP, che dispone complessivamente dello spazio di indirizzamento CIDR **37.40.0.0/16**. L'ISP fornisce alla società *Company* 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 *Company*).
- Per ciascuna sottorete si inserisca nella Tabella 1 sottostante il numero di indirizzi IP utilizzati, 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 *Company*, usando la notazione decimale puntata.

\_\_\_\_\_ **37.40.0.0** \_\_\_\_\_ / **21** \_\_\_\_\_

- Si effettui il piano di indirizzamento per la società *Company* 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 grande 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 inoltramento (**diretto e indiretto**) del router R2 nel modo più compatto possibile e che 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 *Company*.



\* 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 [NET x]	Numero di indirizzi IP (incluso indirizzi speciali)	Netmask /n	Indirizzo di rete	Ind. broadcast diretto
NET A	603 = 600 (host) + 1 (router) + 2 (speciali)	/22	37.40.0.0	37.40.3.255
NET B	275 = 270 (host) + 3 (router) + 2 (speciali)	/23	37.40.4.0	37.40.5.255
NET C	204 = 220 (host) + 2 (router) + 2 (speciali)	/24	37.40.6.0	37.40.6.255
NET D	123 = 120 (host) + 1 (router) + 2 (speciali)	/25	37.40.7.0	37.40.7.127
NET E	64 = 60 (host) + 2 (router) + 2 (speciali)	/26	37.40.7.128	37.40.7.191
NET F	16 = 13 (host) + 1 (router) + 2 (speciali)	/28	37.40.7.192	37.40.7.207
NET G	9 = 6 (host) + 1 (router) + 2 (speciali)	/28	37.40.7.208	37.40.7.223
NET H	4 = 2 (router) + 2 (speciali)	/30	37.40.7.224	37.40.7.227
NET I	4 = 2 (router) + 2 (speciali)	/30	37.40.7.228	37.40.7.231

Tabella 2 (Usare la notazione decimale puntata)

Router	Interfaccia [RnX]	Indirizzo IP e maschera /n
R1	R1B	37.40.5.254/23
	R1H	37.40.7.226/30
	R1I	37.40.7.230/30
R2	R2B	37.40.5.253/23
	R2E	37.40.7.190/26
R3	R3B	37.40.5.252/23
	R3E	37.40.7.189/26
	R3F	37.40.7.206/28
	R3G	37.40.7.222/28
R4	R4C	37.40.6.254/24
	R4D	37.40.7.126/25
	R4H	37.40.7.225/30
R5	R5A	37.40.3.254/22
	R5C	37.40.6.253/24
	R5I	37.40.7.229/30

Tabella 3 (Usare la notazione decimale puntata)

Tabella di Routing di R2

Reti [NET x, NET y, NET z ...]	Indirizzo IP del blocco CIDR	Indirizzo IP del next-hop
NET B	37.40.4.0/23	direct
NET E	37.40.7.128/26	direct
NET F, G	37.40.7.192/27	37.40.7.189 (R3E)
default	0.0.0.0/0	37.40.5.254 (R1B)

# Fondamenti di Internet e Reti – **SOLUZIONE!!!**

Proff. A. Capone, M. Cesana, F. Musumeci, A. Pattavina II prova in itinere – 02 Luglio 2019

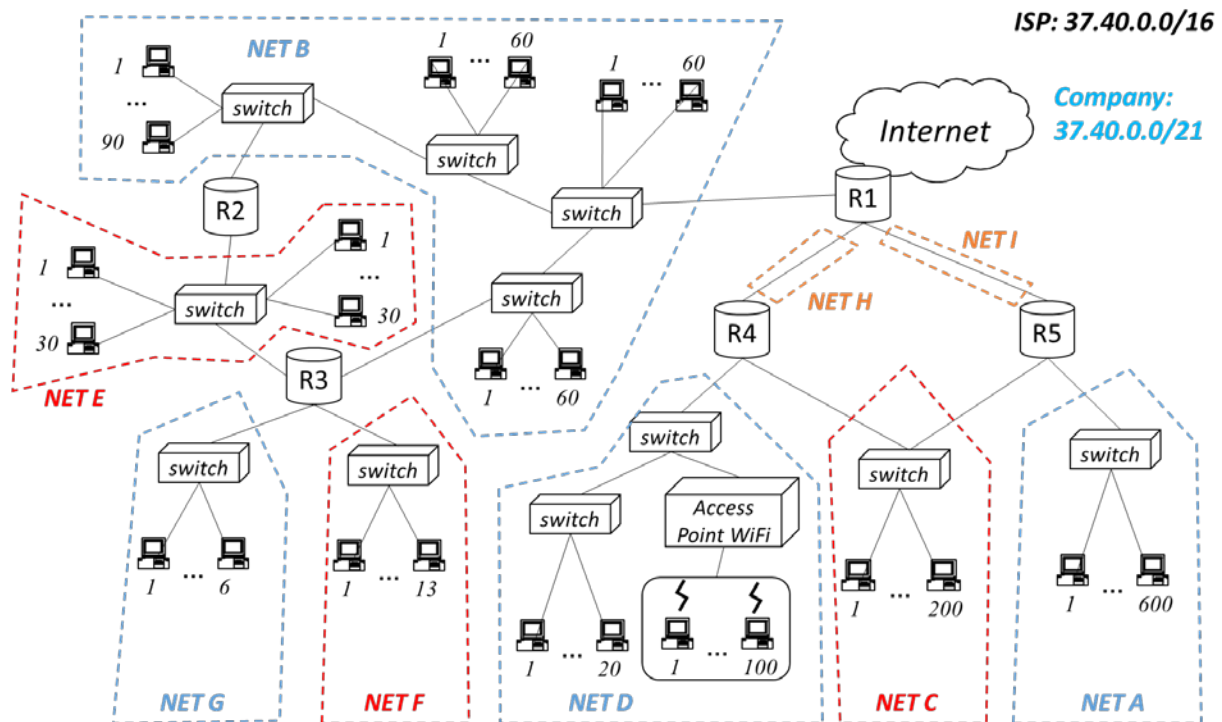
Cognome e nome:

(stampatello)

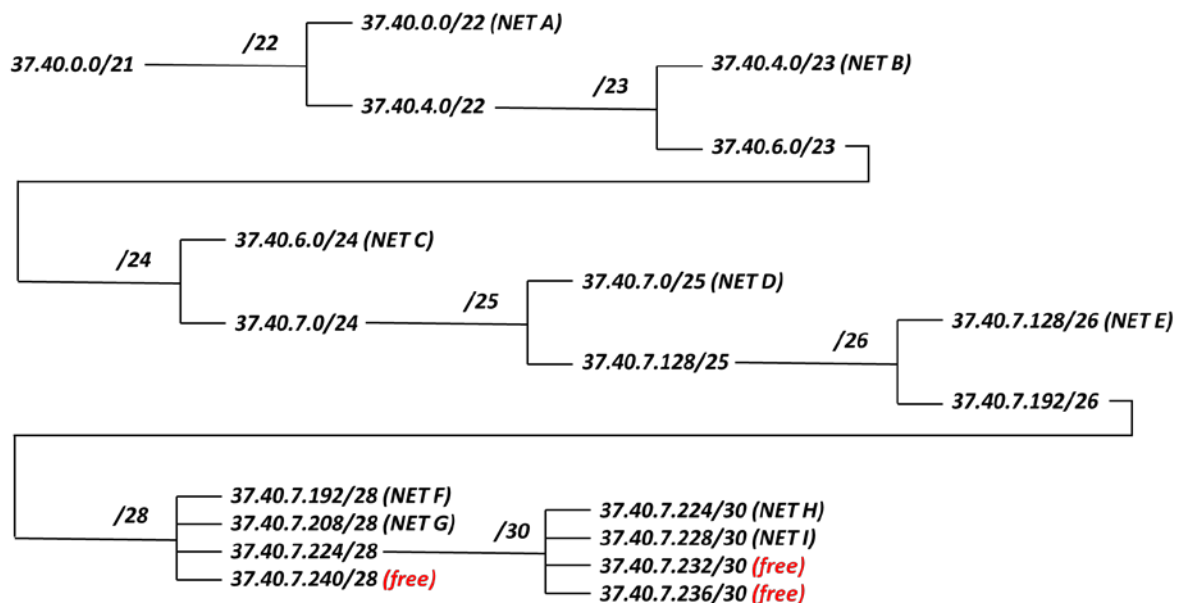
(firma leggibile)

Matricola:

## SOLUZIONE



37.40.00000xxx.xxxxxxxx/21

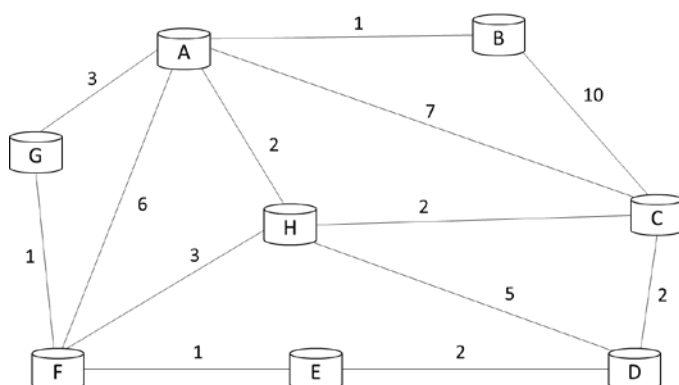


Esercizio 2

(6 punti)

Si consideri il grafo in figura, che rappresenta una rete costituita da 8 router ed i costi dei relativi collegamenti.

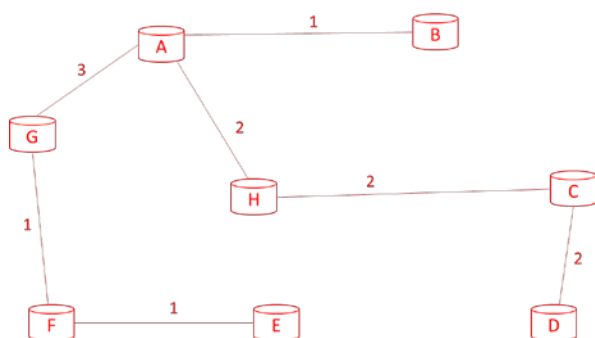
- Si trovi l'albero dei cammini minimi (MST) avente come **radice il nodo B** usando l'algoritmo di *Dijkstra*, riportando nella tabella sottostante ad ogni passo e per ogni nodo  $x$  i valori  $D_x$ ,  $p_x$  ( $x=A, B, \dots, H$ ), dove  $p_x$  è il nodo predecessore di  $x$  nel percorso e  $D_x$  è la distanza al passo corrente del nodo  $x$  dal nodo radice (nel caso vi sia la possibilità di aggiungere più nodi ad un determinato passo, aggiungere i nodi seguendo l'ordine alfabetico).
- Si disegni, nello spazio a fianco al grafo, il MST finale, indicando anche i costi dei collegamenti 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).



Passo	Nodi nel MST	A		C		D		E		F		G		H	
		$D_A$	$p_A$	$D_C$	$p_C$	$D_D$	$p_D$	$D_E$	$p_E$	$D_F$	$p_F$	$D_G$	$p_G$	$D_H$	$p_H$
0	B	1	B	10	B										
1	B, A	-	-	8	A					7	A	4	A	3	A
2	B, A, H	-	-	5	H	8	H			6	H	4	A	-	-
3	..., G	-	-	5	H	8	H			5	G	-	-	-	-
4	..., C	-	-	-	-	7	C			5	G	-	-	-	-
5	..., F	-	-	-	-	7	C	6	F	-	-	-	-	-	-
6	..., E	-	-	-	-	7	C	-	-	-	-	-	-	-	-
7	..., D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SOLUZIONE

a-b)



c)

Senza *Split Horizon*:

DV B  $\rightarrow$  A: A-1, B-0, C-5, D- 7, E-6, F-5, G-4, H-3

DV B  $\rightarrow$  C: A-1, B-0, C-5, D- 7, E-6, F-5, G-4, H-3

Con *Split Horizon* base:

DV B  $\rightarrow$  A: B-0

DV B  $\rightarrow$  C: A-1, B-0, C-5, D- 7, E-6, F-5, G-4, H-3

Con *Split Horizon with Poisonous reverse*:

DV B  $\rightarrow$  A: A-inf, B-0, C-inf, D-inf, E-inf, F-inf, G-inf, H-inf

DV B  $\rightarrow$  C: A-1, B-0, C-5, D- 7, E-6, F-5, G-4, H-3

# Fondamenti di Internet e Reti – SOLUZIONE!!!

Proff. A. Capone, M. Cesana, F. Musumeci, A. Pattavina II prova in itinere – 02 Luglio 2019

Cognome e nome:

(stampatello)

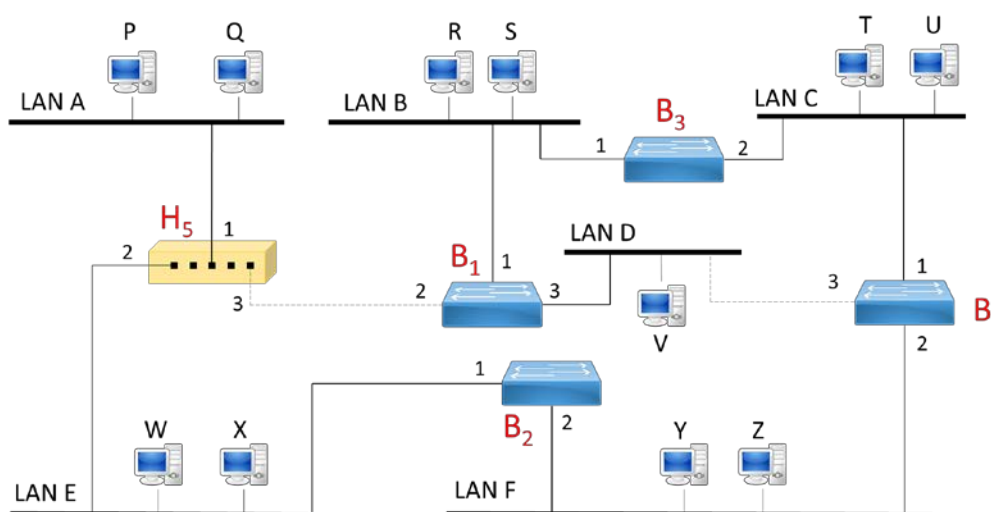
(firma leggibile)

Matricola:

## Esercizio 3

(5 punti)

Si consideri la configurazione di reti LAN mostrata in figura che comprende 6 LAN (A, B, C, D, E, F), 4 bridge (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>), un hub (H<sub>5</sub>) e 11 host, i cui MAC address sono indicati in figura (P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z). Lo spanning tree è evidenziato in figura con i collegamenti a tratto continuo; i collegamenti tratteggiati indicano le porte bloccate dei bridge in seguito all'esecuzione da parte dei Bridge dello Spanning Tree Protocol.



- Si vuole individuare lo stato della tabella di inoltri di tutti i dispositivi di interconnessione dotati di tabella di inoltri (omettendo il campo età), ipotizzando che tutte le tabelle di inoltri siano inizialmente vuote e che siano state trasmesse con successo **nell'ordine** solo 7 trame con le seguenti coppie MAC sorgente - MAC destinazione (SA-DA): P-U, R-S, U-S, S-U, V-Z, W-U, T-V. Per ogni riga dove è specificata la coppia SA-DA trasmessa, riportare nella **Tabella 1** il contenuto delle voci delle tabelle di inoltri che vengono a riempirsi.
- Si consideri uno stato di rete in cui i terminali S, T, W siano stati spostati connettendoli alle reti A, F, e C, rispettivamente. Determinare il nuovo stato delle tabelle di inoltri ipotizzando che siano state trasmesse nell'ordine le altre 4 trame Z-W, X-S, S-Z, T-W. Per ognuna di queste trame, utilizzando la **Tabella 2**, si riempiano le voci delle tabelle di inoltri **indicando esplicitamente con un asterisco (\*) quali delle voci già presenti sono state variate in seguito allo scambio delle nuove trame**.
- Si specifichino quali delle trame di cui al punto b) vengono eventualmente perse per mancato aggiornamento delle tabelle di inoltri.

a) Tabella 1z

ID	B <sub>1</sub>		B <sub>2</sub>		B <sub>3</sub>		B <sub>4</sub>			
P-U	P	1	P	1	P	2	P	2		
R-S	R	1	R	2	R	1	R	1		
U-S	U	1	U	2	U	2	U	1		
S-U	S	1	-	-	S	1	S	1		
V-Z	V	3	V	2	V	1	V	1		
W-U	-	-	W	1	W	2	W	2		
T-V	T	1	-	-	T	2	T	1		

b) Tabella 2

ID	B <sub>1</sub>		B <sub>2</sub>		B <sub>3</sub>		B <sub>4</sub>			
Z-W	-	-	Z	2	-	-	Z	2		
X-S	X	1	X	1	X	2	X	2		
S-Z	-	-	S	1	-	-	S(*)	1→2		
T-W	-	-	T	2	-	-	T(*)	1→2		

(\*) voci delle tabelle di inoltro modificate rispetto al contenuto precedente

c) Trame Perse (SA-DA):           Z-W; T-W

**Cognome e nome:**

(stampatello)

(firma leggibile)

**Matricola:****Esercizio 4 - Domande**

(9 punti)

- a) Si consideri la trasmissione di un *datagram* IP avente campo dati (payload) di  $P = 9000$  byte, che deve essere frammentato per essere trasferito attraverso una rete Ethernet con  $MTU = 1500$  byte. Assumendo che tutti i frammenti in questione siano datagrammi IP in cui l'header abbia lunghezza minima (senza campi opzionali),
- si indichi il numero  $N$  di *datagram* IP risultanti in seguito alla necessaria operazione di frammentazione;
  - si indichi per ciascun frammento il valore dei campi *Total length* ( $TL_i$ ), *More-fragment-flag* ( $MF_i$ ), essendo  $i=1, \dots, N$  il pedice utilizzato per riferirsi al frammento  $i$ -esimo;
  - si esprima in forma parametrica, in funzione dell'indice  $i$  e degli altri parametri del problema, il valore del campo *Fragment offset* ( $OFF_i$ ) del generico frammento  $i$ -esimo e si calcoli il valore numerico di  $OFF_i$  per tutti i frammenti  $i=1, \dots, N$ .

(3 punti)

**SOLUZIONE**

- $MTU = 1500$  byte, header-IP = 20 byte  $\rightarrow$  ciascun datagram può contenere al massimo  $p = 1500 - 20 = 1480$  byte

Numero di frammenti:  $N = \left\lceil \frac{P}{p} \right\rceil = \left\lceil \frac{9000}{1480} \right\rceil = 7$

- Campi TL e MF:

Frammenti  $i=1, 2, \dots, 6$ :  $TL_i = 1500$ ;  $MF_i = 1$ ;

Frammento  $i=7$ :  $TL_7 = 9000 - 6 \cdot 1480 + 20 = 140$ ;  $MF_7 = 0$ ;

- Campi OFF:

$OFF_i = 0$  (per  $i=1$ );

$OFF_i = OFF_{(i-1)} + (TL_{(i-1)} - H)/8$  (per  $i=2, \dots, N$ ), essendo  $H=20$  la lunghezza dell'header

$\rightarrow OFF_2 = 185$ ;  $OFF_3 = 370$ ;  $OFF_4 = 555$ ;  $OFF_5 = 740$ ;  $OFF_6 = 925$ ;  $OFF_7 = 1110$

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

1. I Link State Packet (LSP) sono inviati da un router solo ai suoi primi vicini.
2. Il protocollo CSMA è sempre più efficiente del protocollo ALOHA.
3. Nelle LAN completamente commutate (fully switched) e full duplex collisioni tra trasmissioni non sono possibili

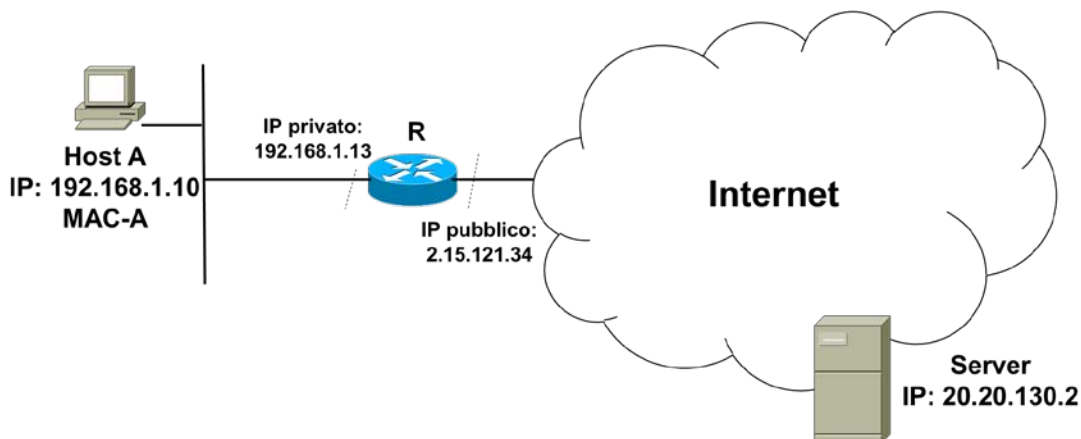
(3 punti)

**SOLUZIONE**

- 1-FALSO. Broadcast globale
- 2-FALSO. Dipende da  $T$ ,  $\tau$
- 3-VERO

- c) La rete domestica mostrata in figura è collegata ad Internet tramite un collegamento ad un provider. Il router R utilizza il meccanismo di *Network Address and Port Translation (NAPT o PAT)* per tradurre gli indirizzi privati della rete domestica nell'unico indirizzo pubblico fornito dal provider ed indicato in figura. Il client A ha un pacchetto IP da inviare al server 20.20.130.2. Supponendo che il client A conosca l'indirizzo IP privato del router R e abbia la tabella di ARP vuota, indicare tutti i messaggi/pacchetti che il client A invia e riceve sulla rete fino a che il pacchetto IP giunge al router R, specificando il tipo di messaggio (protocollo) e gli indirizzi a livello 2 e 3 delle trame/pacchetti. Indicare infine, gli indirizzi IP di sorgente e destinazione del pacchetto IP inoltrato dal router R verso la destinazione finale.

(3 punti)



### **SOLUZIONE**

ARP Request da A

MAC-sorgente: MAC-A

MAC-destinazione: broadcast

ARP Reply da R a A

MAC-sorgente: MAC-R

MAC-destinazione: MAC-A

Pacchetto IP da A

IP-sorgente: 192.128.1.10

IP-Destinazione: 20.20.130.2

MAC-sorgente: MAC-A

MAC-destinazione: MAC-R

Pacchetto IP da R a Internet

IP-sorgente: 2.15.121.34

IP-Destinazione: 20.20.130.2

MAC-sorgente: MAC-R

MAC-destinazione: MAC-next hop