

# Fondamenti di Internet e Reti

Prof. Francesco Musumeci

3° Appello – 12 Settembre 2018

Cognome e nome: **SOLUZIONE**

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

## Esercizio 1\*

(7 punti)

La società Alfa, costituita dalle sottoreti A, B, C, D, E, F, interconnesse tramite i router R1, R2, R3, R4 (si veda la figura sottostante), si rivolge ad un ISP per ottenere un blocco di indirizzi IP sufficiente a soddisfare le proprie necessità di indirizzamento. L'ISP dispone complessivamente del blocco CIDR **42.17.64.0/18**, ma ha già assegnato ad un'altra società, la società Beta, il blocco 42.17.68.0/22.

- a) Si indichi di seguito, utilizzando la notazione decimale puntata, il blocco di indirizzi IP contigui che precede quello assegnato a Beta e che abbia, come primo indirizzo IP, l'indirizzo iniziale dell'intero blocco gestito dall'ISP, ovvero 42.17.64.0/18. (**Suggerimento:** può essere utile scrivere in formato binario il primo e l'ultimo indirizzo del blocco richiesto e successivamente scrivere l'indirizzo del blocco stesso).

\_\_\_\_\_ **42.17.64.0** \_\_\_\_\_ / **22** \_\_\_\_\_ (**da 42.17.64.0 a 42.17.67.255**)

- b) Specificare se il blocco ottenuto al punto a) sarebbe sufficiente per soddisfare le esigenze di indirizzamento di Alfa, motivando la risposta. Nel caso in cui tale blocco non fosse sufficiente per Alfa, indicare qual è il numero massimo di host che Alfa potrebbe accogliere con il blocco ottenuto al punto a), assumendo che essi siano posti in un'unica rete IP interfacciata ad Internet attraverso un solo router.

**Il blocco non è sufficiente in quanto Alfa ha bisogno di una rete di tipo /21; potrebbe accogliere al massimo 1021 host + un indirizzo da dedicare all'interfaccia del router R1.**

- c) Usando la notazione /n, specificare di seguito la lunghezza minima della maschera di sottorete necessaria a soddisfare l'indirizzamento per Alfa:

/n = 21

- d) Si assegni alla società Alfa il blocco /n immediatamente seguente il blocco 42.17.68.0/22 assegnato a Beta, essendo /n dato dal valore ottenuto al punto c) riportandone di seguito l'indirizzo in notazione decimale puntata:

Blocco assegnato ad Alfa: \_\_\_\_\_ **42.17.72.0** \_\_\_\_\_ / **21** \_\_\_\_\_

- e) Effettuare il piano di indirizzamento per la società Alfa utilizzando il blocco individuato al punto d) e adottando la tecnica VLSM. Per ciascuna sottorete definire l'indirizzo di rete, la *netmask* (in formato /n), e l'indirizzo di broadcast diretto, usando la Tabella 1. **Assegnare gli indirizzi alle sottoreti a partire da quelli più bassi del blocco.** (**Suggerimento:** fare attenzione alla presenza dei collegamenti punto-punto tra i router. Indicare con la dicitura "Net-Rx-Ry" le sottoreti di questo tipo eventualmente presenti in Alfa.)
- f) Assegnare a ogni interfaccia dei router l'indirizzo più grande possibile compatibilmente con i vincoli sugli indirizzi riservati, compilando la Tabella 2. Si usi la notazione "*RnX*" (n=1,2,3,4,5; X=A,B,...) per indicare l'interfaccia del router Rn verso la rete X, ed "*Rn-Rm*" per indicare l'interfaccia del router Rn verso il router Rm.
- g) Scrivere nella Tabella 3 la tabella di inoltro (diretto e indiretto) del router R3 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 Alfa.

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

e per le migliaia.

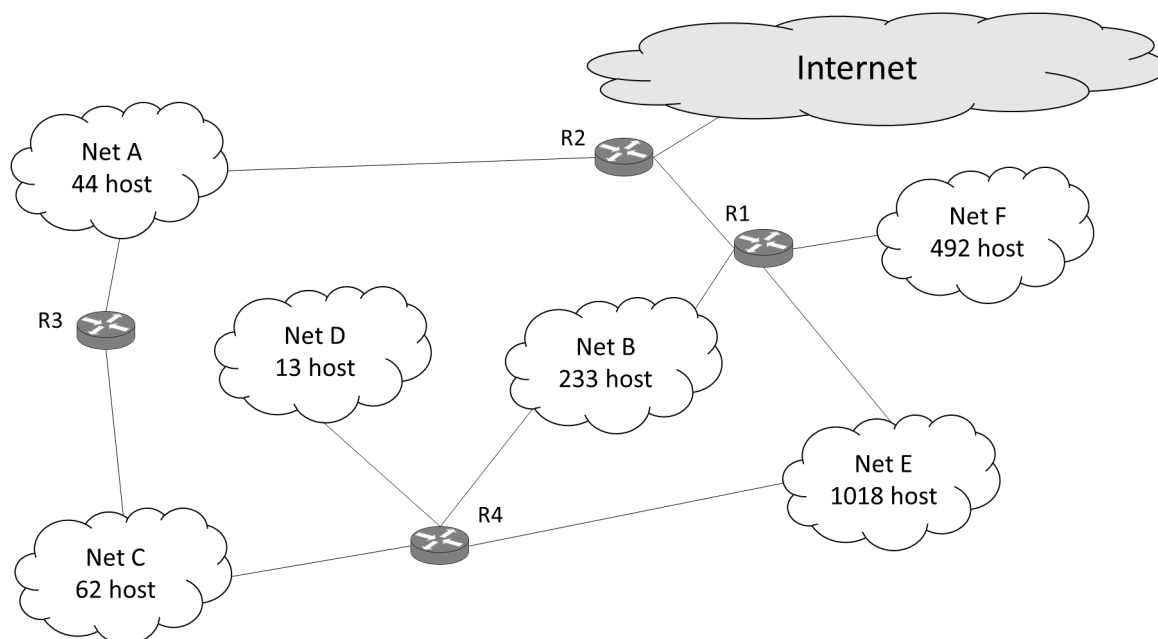


Tabella 1: Indirizzamento (Usare la notazione decimale puntata)

Rete	Indirizzo di rete	Netmask (/n)	Ind. broadcast diretto
A	42.17.79.128	/26	42.17.79.191
B	42.17.78.0	/24	42.17.78.255
C	42.17.79.0	/25	42.17.79.127
D	42.17.79.192	/28	42.17.79.207
E	42.17.72.0	/22	42.17.75.255
F	42.17.76.0	/23	42.17.77.255
Net-R1-R2	42.17.79.208	/30	42.17.79.211

Tabella 2: Interfacce dei Router (Usare la notazione decimale puntata)

	Interfaccia	Indirizzo IP	Netmask (/n)
R1	R1B	42.17.78.254	/24
	R1E	42.17.75.254	/22
	R1F	42.17.77.254	/23
	R1-R2	42.17.79.210	/30
R2	R2A	42.17.79.190	/26
	R2-R1	42.17.79.209	/30
R3	R3A	42.17.79.189	/26
	R3C	42.17.79.126	/25
R4	R4B	42.17.78.253	/24
	R4C	42.17.79.125	/25
	R4D	42.17.79.206	/28
	R4E	42.17.75.253	/22

Cognome e nome:

(stampatello)

(firma leggibile)

Matricola:

Tabella 3: Tabella di Routing di R3 (Usare la notazione decimale puntata)

Rete	Indirizzo IP	Netmask (/n)	Next-hop	Interfaccia (RnX)
A	42.17.79.128	/26	direct	direct
C	42.17.79.0	/25	direct	direct
D, B, E, F	42.17.72.0*	/21	42.17.79.125	R4C
Default (incl. Net-R1-R2, Int.)	0.0.0.0	/0	42.17.79.190	R2A

\* Pur essendo incluse in questo blocco, A e C sono reti per cui si effettua inoltro diretto. In ogni caso hanno netmask più lunga di /21, pertanto si userebbe LPM.

Piano di indirizzamento:

Rete A: 44 (host) + 2 (interfaccia router) + 2 (rete &amp; broadcast) indirizzi → /26

Rete B: 233 + 2 + 2 indirizzi → /24

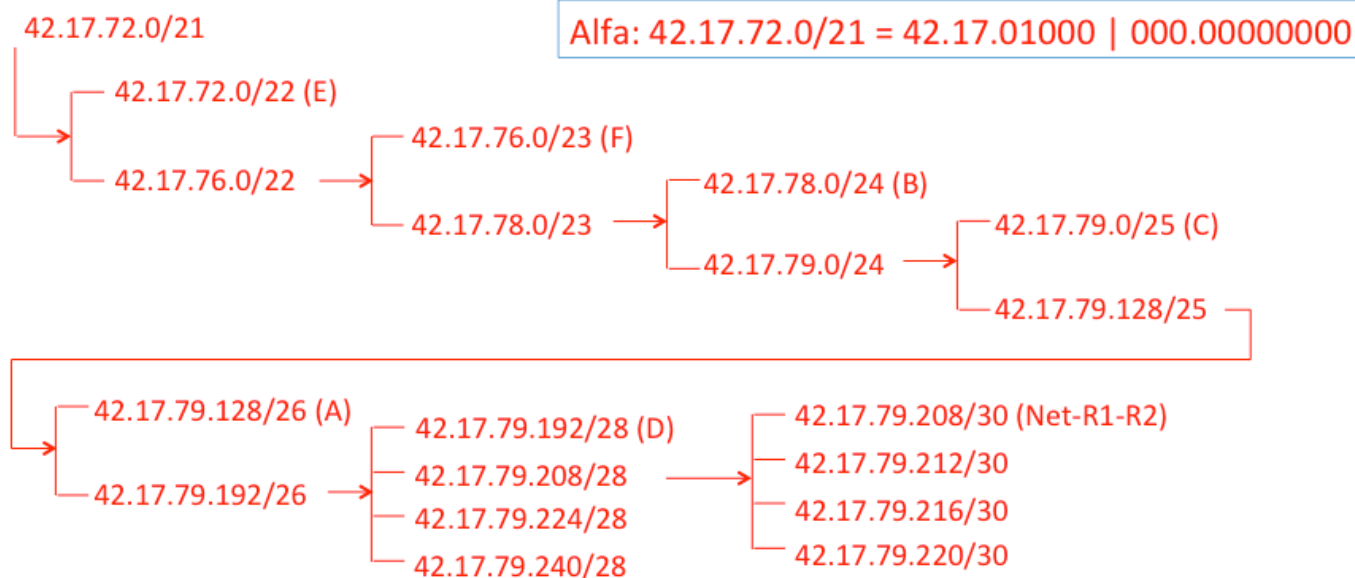
Rete C: 62 + 2 + 2 indirizzi → /25

Rete D: 13 + 1 + 2 indirizzi → /28

Rete E: 1018 + 2 + 2 indirizzi → /22

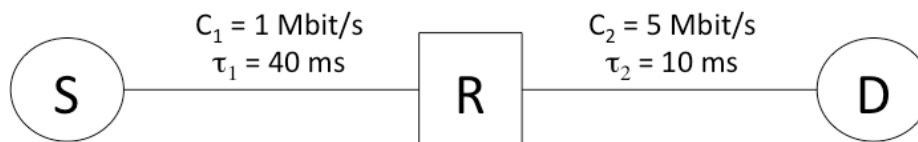
Rete F: 492 + 1 + 2 indirizzi → /23

Net-R1-R2: 0 + 2 + 2 indirizzi → /30



Esercizio 2

(5 punti)



Attraverso il collegamento in figura si vuole aprire una connessione TCP tra due nodi S e D e trasferire un file di dimensione  $L_{tot} = 262 \text{ kbyte}$ . La connessione è caratterizzata dai seguenti parametri:

- $MSS = 4 \text{ kbyte}$
- Lunghezza header TCP,  $H_{TCP} = 60 \text{ byte}$
- Lunghezza totale header dei livelli inferiori a TCP,  $H_{INF} = 140 \text{ byte}$
- Lunghezza complessiva di un ACK,  $L_A = 300 \text{ byte}$  (inclusi gli header di tutti i livelli)
- Lunghezza dei messaggi necessari all'apertura di una connessione TCP pari ad  $L_A$ 
  - **N.B. Il nodo S può iniziare a trasmettere i propri segmenti non appena ha ricevuto l'ACK da D che conferma la richiesta di apertura della connessione TCP**
- Valore iniziale della finestra di congestione CWND nel nodo S,  $CWND = 8 \text{ kbyte}$
- Valore iniziale della finestra di ricezione nel nodo D,  $RCWND = 10 \text{ Mbyte}$
- Valore iniziale della soglia "Slow-Start threshold" nel nodo S,  $SSTHRESH = 16 \text{ kbyte}$

Si risponda alle seguenti domande, **indicando nella tabella sottostante i valori numerici dei risultati ottenuti e riportando nello spazio al di sotto i calcoli ed i diagrammi di trasmissione necessari per risolvere i quesiti.**

1. La trasmissione da parte del nodo S diventerà mai continua? Se sì, qual è l'istante  $T_{cont}$  a partire dal quale la trasmissione è continua?
2. Si indichi il tempo totale di trasferimento del file  $T_{tot}$ , in assenza di errori (fino alla ricezione dell'ultimo ACK alla sorgente S).
3. Si ripeta il punto 2, nel caso in cui il trasmettitore S riceva da D un valore della finestra di ricezione  $RCWND = 16 \text{ kbyte}$  all'istante  $2072.16 \text{ ms}$  della sorgente (si indichi il risultato con  $T'_{tot}$ ).

1.	$T_{cont} = 392.16 \text{ ms}$ (barrare questa riga qualora la trasmissione non diventi mai continua)
2.	$T_{tot} = 2498.56 \text{ ms}$
3.	$T'_{tot} = 2524.96 \text{ ms}$

SOLUZIONE

1)

$$L_{tot} = 262 \text{ kbyte} = (260+2) \text{ kbyte} = 65 \text{ MSS} + 2 \text{ kbyte}.$$

Dunque i segmenti di lunghezza massima sono lunghi

$$L = (4000 + 60 + 140) \text{ byte} = 4200 \text{ byte} = 33600 \text{ bit}$$

mentre l'ultimo segmento è lungo

$$L' = (2000 + 60 + 140) \text{ byte} = 2200 \text{ byte} = 17600 \text{ bit}$$

$$T_1 = \frac{L}{c_1} = 33.6 \text{ ms}; \quad T_2 = \frac{L}{c_2} = 6.72 \text{ ms}$$

$$T'_1 = \frac{L'}{c_1} = 17.6 \text{ ms} \quad T'_2 = \frac{L'}{c_2} = 3.52 \text{ ms}$$

$$T_{ACK,1} = \frac{L_A}{c_1} = 2.4 \text{ ms} \quad T_{ACK,2} = \frac{L_A}{c_2} = 0.48 \text{ ms}$$

Cognome e nome:

 (stampatello)  
(firma leggibile)

Matricola:

$$RTT = (T_1 + \tau_1 + T_2 + \tau_2) + (T_{ACK,2} + \tau_2 + T_{ACK,1} + \tau_1) = 143.2 \text{ ms}$$

$$T_{open} = 2 (T_{ACK,1} + \tau_1 + T_{ACK,2} + \tau_2) = 105.76 \text{ ms}$$

La trasmissione è continua quando la finestra di trasmissione  $W$  è tale che:

$$W \geq \frac{RTT}{T_1} \cong 4.26 \implies W = 5 \text{ MSS}$$

poiché la finestra di congestione è inizialmente pari a 8 kbyte = 2 MSS, ciò si verifica dopo 2 RTT ( $W=2 \rightarrow W=4 \rightarrow$  continua) dall'inizio della trasmissione TCP, ovvero:

$$T_{cont} = T_{open} + 2RTT = 392.16 \text{ ms}$$

2)

Vengono inviati 6 MSS prima che la trasmissione diventi continua, dunque abbiamo 65 - 6 = 59 MSS in trasmissione continua + ultimo segmento più corto

Il RTT del segmento più corto è diverso dagli altri

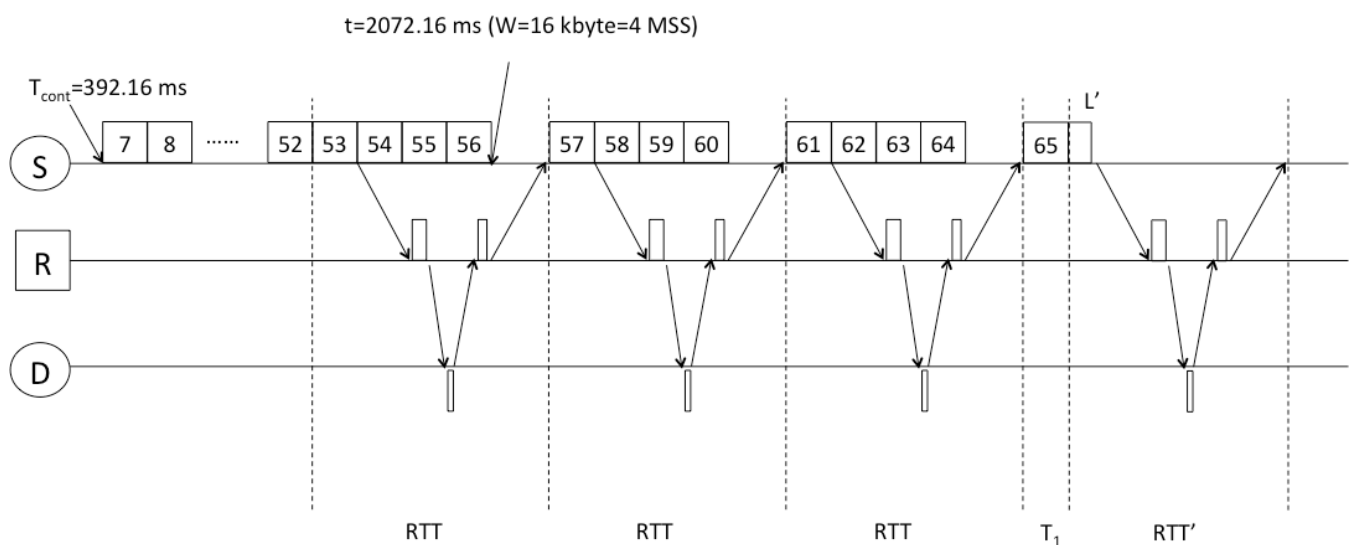
$$RTT' = (T'_1 + \tau_1 + T'_2 + \tau_2) + (T_{ACK,2} + \tau_2 + T_{ACK,1} + \tau_1) = 124 \text{ ms}$$

Dunque il tempo totale è

$$T_{tot} = T_{cont} + 59 T_1 + RTT' = 2498.56 \text{ ms}$$

3)

Si veda il diagramma temporale per lo scambio di segmenti dopo che la trasmissione è divenuta continua



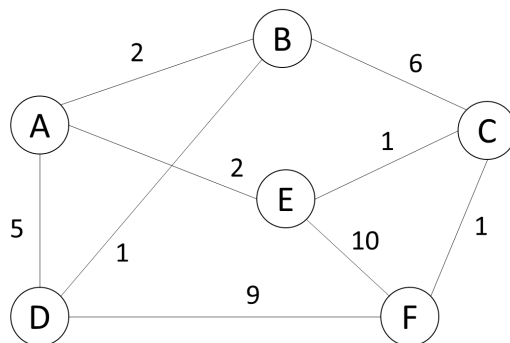
Quindi il tempo totale è

$$T'_{tot} = T_{cont} + 46T_1 + 3RTT + T_1 + RTT' = 2524.96 \text{ ms}$$

Esercizio 3

(5 punti)

Costruire, utilizzando l'algoritmo di Bellman-Ford, la tabella di instradamento del nodo F della rete seguente a 6 nodi, che indica le distanze tra nodi mutuamente connessi, per i primi **cinque** passi di aggiornamento. Riportare per ciascun passo la topologia "vista" dal nodo F.



Node F – Step 1			Node F – Step 2			Node F – Step 3			Node F – Step 4			Node F – Step 5		
Dest	Cost	Next hop	Dest	Cost	Next hop	Dest	Cost	Next hop	Dest	Cost	Next hop	Dest	Cost	Next hop
A														
B														
C														
D														
E														

SOLUZIONE

Node F – Step 1			Node F – Step 2			Node F – Step 3			Node F – Step 4			Node F – Step 5		
Dest	Cost	Next hop	Dest	Cost	Next hop	Dest	Cost	Next hop	Dest	Cost	Next hop	Dest	Cost	Next hop
A	inf	-	A	12	E	A	4	C	A	4	C	A	4	C
B	Inf	-	B	7	C	B	7	C	B	6	C	B	6	C
C	1	C	C	1	C	C	1	C	C	1	C	C	1	C
D	9	D	D	9	D	D	8	C	D	8	C	D	7	C
E	10	E	E	2	C	E	2	C	E	2	C	E	2	C

Cognome e nome:

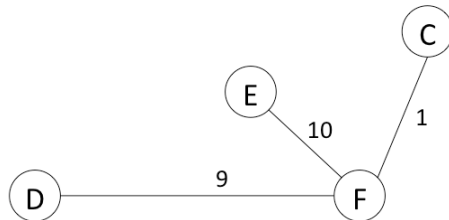
(stampatello)  
(firma leggibile)

---

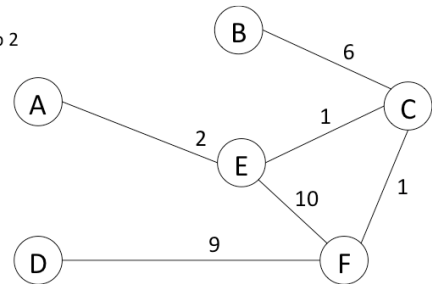
Matricola:

---

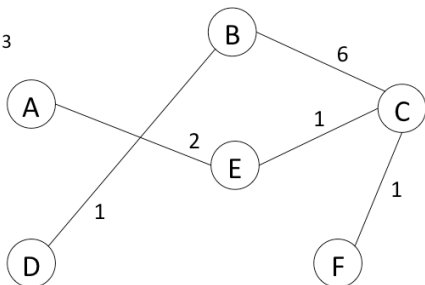
Step 1



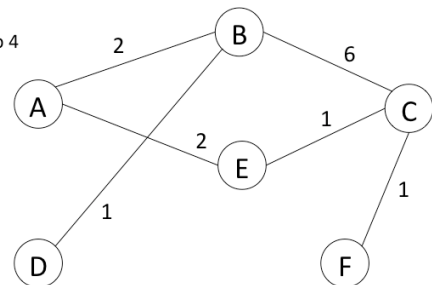
Step 2



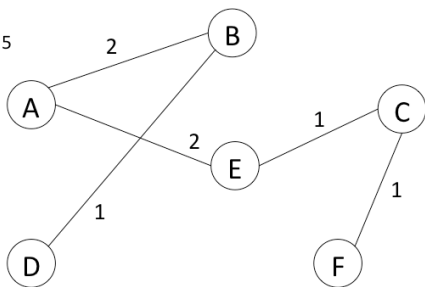
Step 3



Step 4



Step 5



Esercizio 4

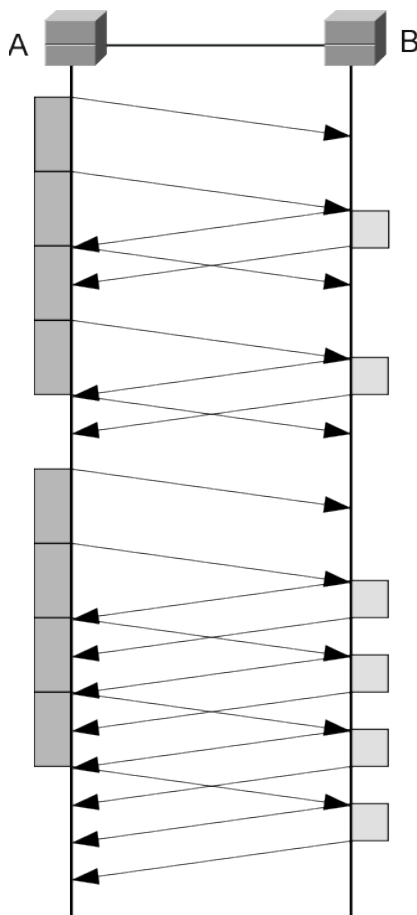
(9 punti)

- a) Due stazioni A e B sono collegate da un sistema di trasmissione dati bidirezionale. Il protocollo che controlla la trasmissione delle UI su questo collegamento sia di tipo ARQ *Go-back-n*. Nella figura seguente è rappresentato lo scambio di UI tra due stazioni A e B con queste caratteristiche:
- le due stazioni A e B funzionano regolarmente e il collegamento dati è già stato istaurato; nessun errore si è verificato fino alla trasmissione delle UI mostrate in figura;
  - solo la stazione A invia UI informative (di lunghezza costante) alla stazione B e il buffer di trasmissione non è mai vuoto; quindi la stazione B invia solo riscontri,
  - i riscontri hanno lunghezza costante e inferiore a quella delle UI informative;
  - il mezzo trasmissivo è soggetto a errore che può colpire sia UI che riscontri; si ipotizza che nella figura si verifichino *solo due errori*,
  - il time-out di ritrasmissione è tre volte il tempo di trasmissione  $T$  di una UI, cioè  $T_o = 3T$ ,
  - la finestra in trasmissione abbia la massima apertura possibile in base alle caratteristiche del protocollo ARQ;
  - il tempo di elaborazione delle UI e dei riscontri si considera nullo.

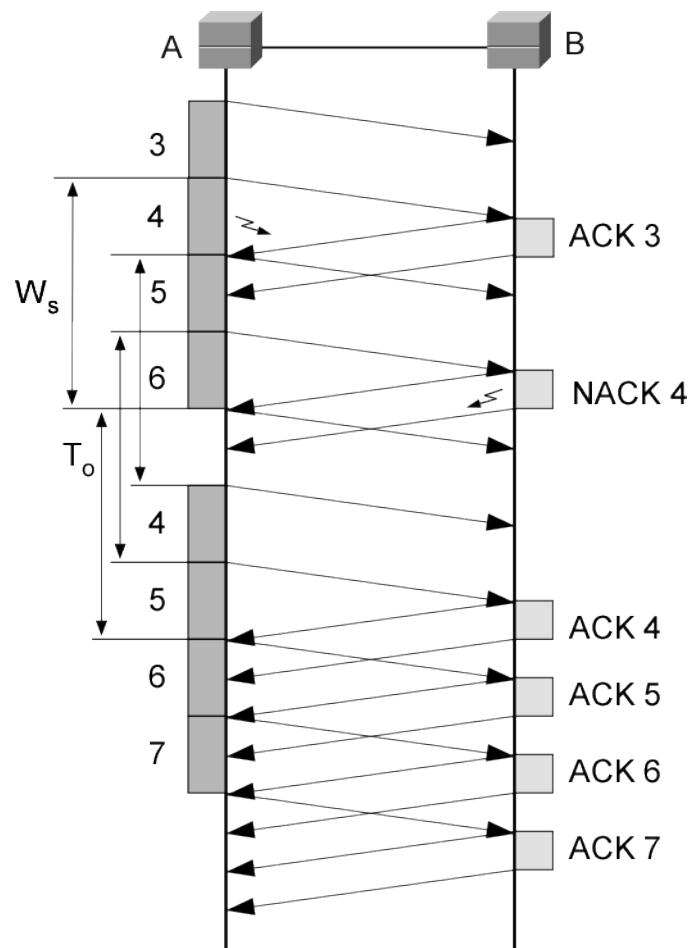
Si chiede di

- associare ad ogni UI o riscontro la numerazione, sapendo che la prima UI inviata dalla stazione A è la numero 3,
- determinare l'apertura  $W_s = \underline{\quad 3 \quad}$  della finestra in trasmissione in A
- determinare l'apertura  $W_r = \underline{\quad 1 \quad}$  della finestra in ricezione in B,

(3 punti)





**SOLUZIONE**

- b) Si ipotizzi di trovarsi all'host *cheesburger.mac.it* e di voler ottenere l'indirizzo IP dell'host *cheddar.bacon.com*. Si ipotizzi inoltre che il dominio *bacon.com* coincida con la zona *bacon.com*.
- Si indichino quante queries DNS sono necessarie nei casi di **risoluzione iterativa** e **risoluzione ricorsiva** e verso quali Name Server (NS) sono dirette tali queries.
  - Si supponga inoltre che il NS locale di *cheesburger.mac.it* sia dotato di cache locale e che, dopo aver risolto l'indirizzo dell'host *cheddar.bacon.com* con **modalità iterativa**, l'host voglia adesso risolvere l'indirizzo *salad.bacon.com* sempre con **modalità iterativa**. Quante queries sono necessarie? Verso quali NS sono dirette?

(3 punti)

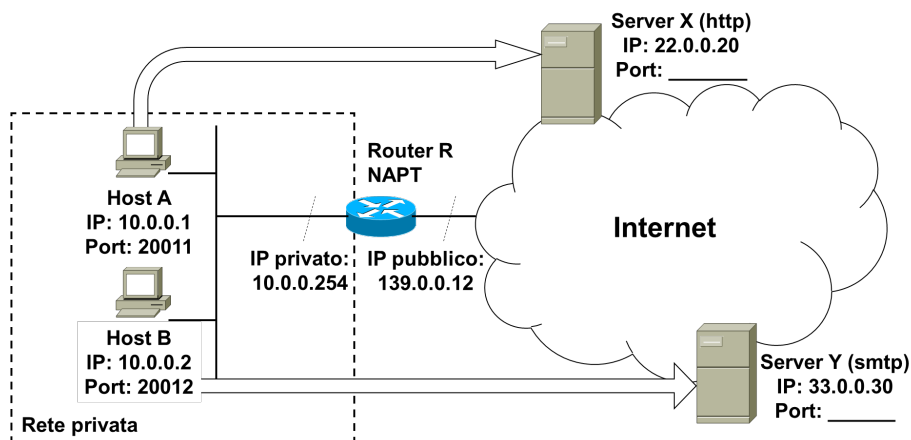
**SOLUZIONE**

- Sia la risoluzione ricorsiva che la risoluzione iterativa richiedono 4 queries (LNS, root NS, ns.com, ns.bacon.com).
  - 2 queries (LNS, ns.bacon.com), poiché si può interrogare subito ns.bacon.com in quanto al passo precedente (durante la risoluzione di *cheddar.bacon.com*) si era ottenuto il relativo indirizzo IP.
- c) La rete privata in figura è connessa ad Internet tramite un router R dotato di funzionalità NAT per la traduzione degli indirizzi privati nell'unico indirizzo pubblico fornito dal provider ed indicato in figura.

Gli host A e B vogliono instaurare una connessione TCP, rispettivamente con un server http (Server X) e con un server smtp (Server Y). In figura sono indicati gli indirizzi IP privati e i numeri di porta degli host A e B, nonché gli indirizzi IP in uso ai server X ed Y.

Dopo aver riportato negli spazi vuoti in figura i numeri di porta usati dai server X ed Y, si indichino per le due comunicazioni A→X e B→Y gli indirizzi IP (sorgente e destinazione) e i numeri di porta (sorgente e destinazione) dei pacchetti in viaggio in ciascuna tratta tra coppie di elementi di rete (A-R, R-X, B-R e R-Y), utilizzando la tabella sottostante.

(3 punti)



		IP sorgente	IP destinazione	N. Porta sorgente	N. Porta destinazione
Flusso A-X	A→R	10.0.0.1	22.0.0.20	20011	80
	R→X	139.0.0.12	22.0.0.20	PA	80
	X→R	22.0.0.20	139.0.0.12	80	PA
	R→A	22.0.0.20	10.0.0.1	80	20011
Flusso B-Y	B→R	10.0.0.2	33.0.0.30	20012	25
	R→Y	139.0.0.12	33.0.0.30	PB	25
	Y→R	33.0.0.30	139.0.0.12	25	PB
	R→B	33.0.0.30	10.0.0.2	25	20012

N. porta di X: 80; n. porta di Y: 25; PA, PB > 1023 e PA diverso da PB