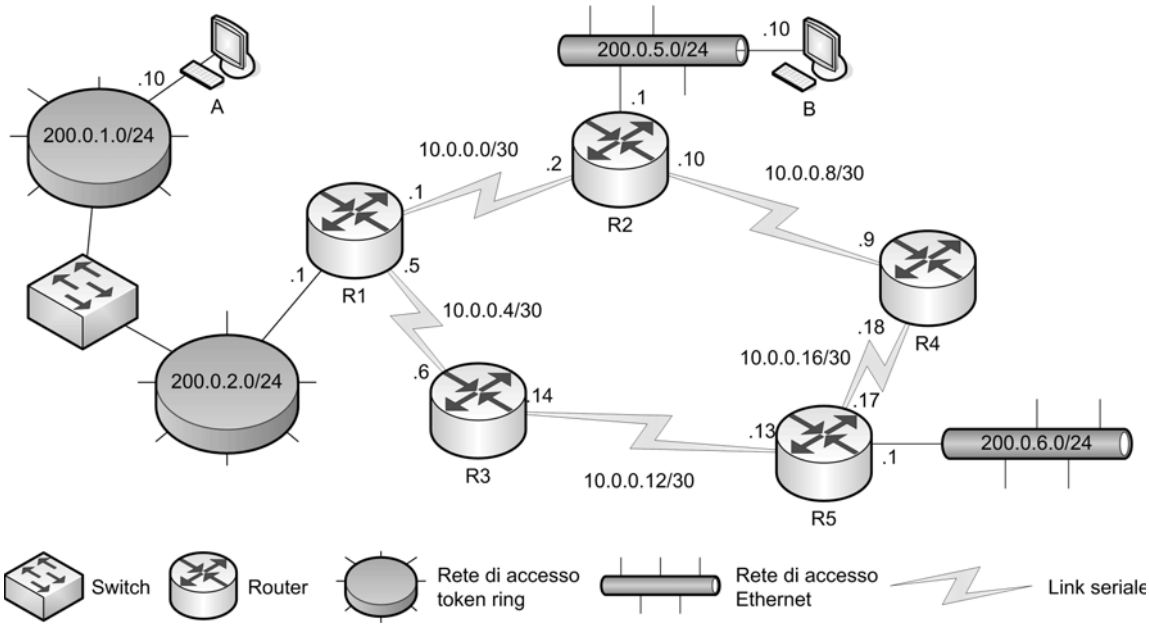
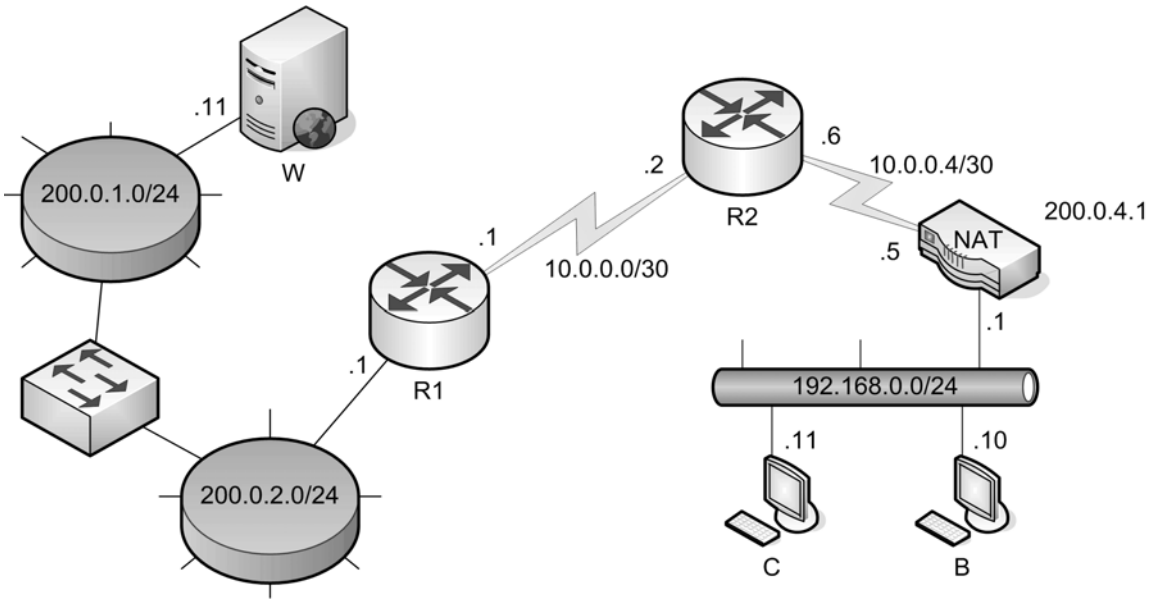
ESERCIZIO 2: Considerato il diagramma di rete riportato nella figura sottostante, il candidato risponda ai quesiti seguenti. Si consideri la rete funzionante e a regime.




1. Si riporti la tabella di routing di R1.
2. Si indichino (almeno) due meccanismi per l'installazione delle tabelle di routing sui router illustrati in figura. Si evidenzino i vantaggi e gli svantaggi relativi degli approcci suggeriti in riferimento alla rete considerata.
3. Si riporti il numero di entrate nella tabella di routing di un router generico di Internet (non riportato in figura) necessarie per l'inoltro corretto di pacchetti IP agli host appartenenti alle quattro reti di accesso.
4. Si risponda alla seguente domanda: e` necessario che l'host A conosca l'indirizzo MAC di R1 (sull'interfaccia 200.0.2.1) e di R2 (sull'interfaccia 10.0.0.2) al fine di garantire un corretto funzionamento della rete? Si motivi adeguatamente la risposta fornita.
5. Sia la Maximum Transmission Unit (MTU) delle reti di accesso, sia token ring che Ethernet, pari a 1020 B, mentre la MTU dei link seriali sia 520 B. L'host A invii un pacchetto IP all'host B avente dimensione pari a 1800 B. Si riportino i seguenti campi dell'header IP del pacchetto (o dei pacchetti) trasferiti per ciascuna rete attraversata: *total length*, *fragment offset*, *more fragments (MF) bit*, *source address*, *destination address*.

6. Si supponga che uno dei frammenti IP risultanti dall'invio del pacchetto al punto precedente non giunga a destinazione (per es., a causa di un buffer overflow in uno dei router lungo il percorso). Si descrivano le operazioni effettuate dall'host sorgente e dall'host destinazione, rispettivamente, fornendo una tempificazione approssimativa.

7. Si consideri ora il diagramma di rete modificato riportato nella figura sottostante, ova la rete acceduta tramite il router R2 e` ora fornita di indirizzamento privato 192.168.0.0./24. Gli host di tale rete accedano a host esterni tramite il server NAT, il quale e` opportunamente configurato e possiede come **unico** indirizzo IP pubblico 200.0.4.1. Si supponga che gli host B e C stabiliscano una connessione TCP ciascuno con il web server W. Si riportino i seguenti campi degli header TCP/IP dei segmenti trasferiti da B a W (e viceversa) e da C a W (e viceversa) per ciascuna rete attraversata: *source address*, *destination address*, *source port*, *destination port*. La *ephemeral port* selezionata dai sistemi operativi degli host B e C sia 12345.



RISOLUZIONE

1. La tabella di routing di R1 e` riportata nella tabella di Figura 1.

| Destination | Mask | Next-hop | Interface |
|---|---|---|---|
| 200.0.1.0 | /24 | d.c. | 200.0.2.1 |
| 200.0.2.0 | /24 | d.c. | 200.0.2.1 |
| 200.0.5.0 | /24 | 10.0.0.2 | 10.0.0.1 |
| 200.0.6.0 | /24 | 10.0.0.6 | 10.0.0.5 |
| 10.0.0.0 | /30 | d.c. | 10.0.0.1 |
| 10.0.0.4 | /30 | d.c. | 10.0.0.5 |
| 10.0.0.8 | /30 | 10.0.0.2 | 10.0.0.1 |
| 10.0.0.12 | /30 | 10.0.0.6 | 10.0.0.5 |
| 10.0.0.16 | /30 | 10.0.0.2 | 10.0.0.1 |

Figura 1: Tabella di routing di R1.

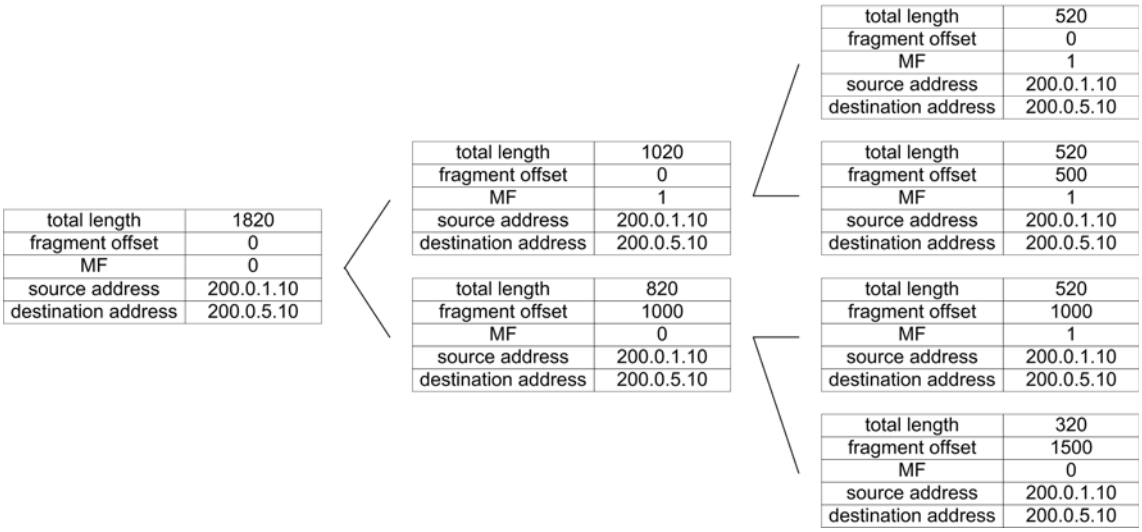
In mancanza di ulteriori informazioni, la tabella di routing e` stata costruita nell'ipotesi che il percorso piu` breve per raggiungere una rete non direttamente connessa a R1 sia determinato in base al numero di hop. Per quanto riguarda la destinazione 10.0.0.16/30 si e` scelto il percorso in maniera arbitraria tra i due possibili cammini a pari costo.

2. Data le dimensioni ridotte della rete considerata, probabilmente la soluzione piu` efficace consiste nell'impostazione manuale delle tabelle di routing su R1-R5. Una alternativa consiste nel configurare i router R1-R5 in maniera tale che le tabelle di routing vengano create tramite apposito protocollo di routing inter-domain, tipo RIP o OSPF. Alcuni vantaggi di tale soluzione sono elencati di seguito: (i) una eventuale crescita/riconfigurazione della rete non richiede interventi significativi da parte dell'amministrazione di rete; (ii) malfunzionamenti su router/link sono gestiti automaticamente dal protocollo di routing. Tuttavia, i seguenti svantaggi esistono: (i) e` richiesto che tutti i router supportino il medesimo protocollo di routing, che potrebbe costituire un problema se i router (o anche un sottoinsieme di essi) sono basati su hardware a basso costo; (ii) parte della banda trasmissiva dei link seriali viene consumata dello scambio dei messaggi di routing.

3. In presenza di Class-less Inter-Domain Routing (CIDR), l'intera rete puo` essere riassunta dal prefisso 200.0.0.0/21. Si noti che solo meta` dello spazio di indirizzamento di tale prefisso e` effettivamene utilizzato dalle quattro reti di accesso. Tuttavia, se l'assegnamento dei blocchi di indirizzi IPv4 da parte dell'apposita authority avviene in maniera corretta, l'inoltro corretto di pacchetti IP nelle sottoreti appartenenti al prefisso aggregato (per es. 200.0.0.0/24) e` garantito grazie alla politica di *longest match* utilizzata nel processo di forwarding dei router di Internet.

4. Affinche' l’host A possa comunicare con gli host nelle reti di accesso 200.0.5.0/24 e 200.0.6.0/24 e` necessario che esso possegga l’indirizzo MAC di R1, il quale funge da *default gateway* per gli host nelle sottoreti 200.0.1.0/24 e 200.0.2.0/24. L’indirizzo MAC di R1 puo` essere ricavato dall’host A tramite uno scambio di messaggi ARP request/reply. Si noti che tali messaggi vengono inoltrati correttamente dallo switch che collega 200.0.1.0/24 e 200.0.2.0/24 in quanto tale dispositivo agisce proprio a livello MAC. Invece, non e` assolutamente richiesto che l’host A conosca l’indirizzo MAC del router R2, in quanto essi non appartengono alla medesima sottorete.

5. Il percorso del pacchetto IP inviato dall’host A e` il seguent: A, R1, R2, B. L’host A dovra` frammentare il pacchetto IP originale in due, mentre il router R1 dovra` frammentare ulteriormente ciascuno dei due frammenti in due. L’host B ricevera` quindi quattro frammenti IP, che sara` in grado di riassemblare grazie alle informazioni contenute negli header IP, riportate nella figura sottostante.




6. Se un frammento dei quattro generati (vd. risposta alla domanda precedente) non giunge a destinazione, l’host B **non** e` in grado di riassemblare il pacchetto IP originale. Tuttavia, siccome il servizio fornito da IP non comprende l’*in-order delivery* (trasmissione dei pacchetti nell’ordine in cui vengono generati), l’host B non e` nemmeno in grado di sapere con certezza che il frammento e` andato perso durante l’attraversamento della rete. Esso dunque manterra` i frammenti ricevuti in un buffer fino allo scattare di un timeout, la cui durata dipende dalla configurazione del sistema ed e` tipicamente nell’ordine della decina di secondi. Dopodiche' i frammenti scaduti vengono eliminati dal buffer, per cui una eventuale ricezione del frammento mancante oltre tale limite e` inutile. L’host sorgente, host A nell’esercizio, invece, non prende nessun tipo di iniziativa in

quanto IP non fornisce servizio di ricezione corretta dei pacchetti. Sara` quindi compito dei livelli superiori (per es., TCP) reinviare i dati che non sono giunti correttamente all'host B.

7. Siccome il server NAT possiede un solo indirizzo IP pubblico, esso deve multiplare tutte le connessioni TCP come provenienti da se stesso. Se, come nell'esercizio, tutti i campi che identificano univocamente una connessione TCP (protocollo, indirizzo sorgente/destinazione, porta sorgente/destinazione) risultano identici, e` quindi compito del server NAT modificare la porta sorgente TCP per garantire il corretto funzionamento di entrambe le connessioni TCP. I campi richiesti sono riportati nella figura sottostante nelle tratte di rete privata e pubblica.

| B → NAT | |
|---|---|
| Src address | 192.168.0.10 |
| Dst address | 200.0.1.11 |
| Src port | 12345 |
| Dst port | 80 |

| NAT → W | |
|---|---|
| Src address | 200.0.4.1 |
| Dst address | 200.0.1.11 |
| Src port | 22345 |
| Dst port | 80 |

| W → NAT | |
|---|---|
| Src address | 200.0.1.11 |
| Dst address | 200.0.4.1 |
| Src port | 80 |
| Dst port | 22345 |

| NAT → B | |
|---|---|
| Src address | 200.0.1.11 |
| Dst address | 192.168.0.10 |
| Src port | 80 |
| Dst port | 12345 |

| C → NAT | |
|---|---|
| Src address | 192.168.0.11 |
| Dst address | 200.0.1.11 |
| Src port | 12345 |
| Dst port | 80 |

| NAT → W | |
|---|---|
| Src address | 200.0.4.1 |
| Dst address | 200.0.1.11 |
| Src port | 32345 |
| Dst port | 80 |

| W → NAT | |
|---|---|
| Src address | 200.0.1.11 |
| Dst address | 200.0.4.1 |
| Src port | 80 |
| Dst port | 32345 |

| NAT → C | |
|---|---|
| Src address | 200.0.1.11 |
| Dst address | 192.168.0.11 |
| Src port | 80 |
| Dst port | 12345 |