

Esame completo - 27 Settembre 2016

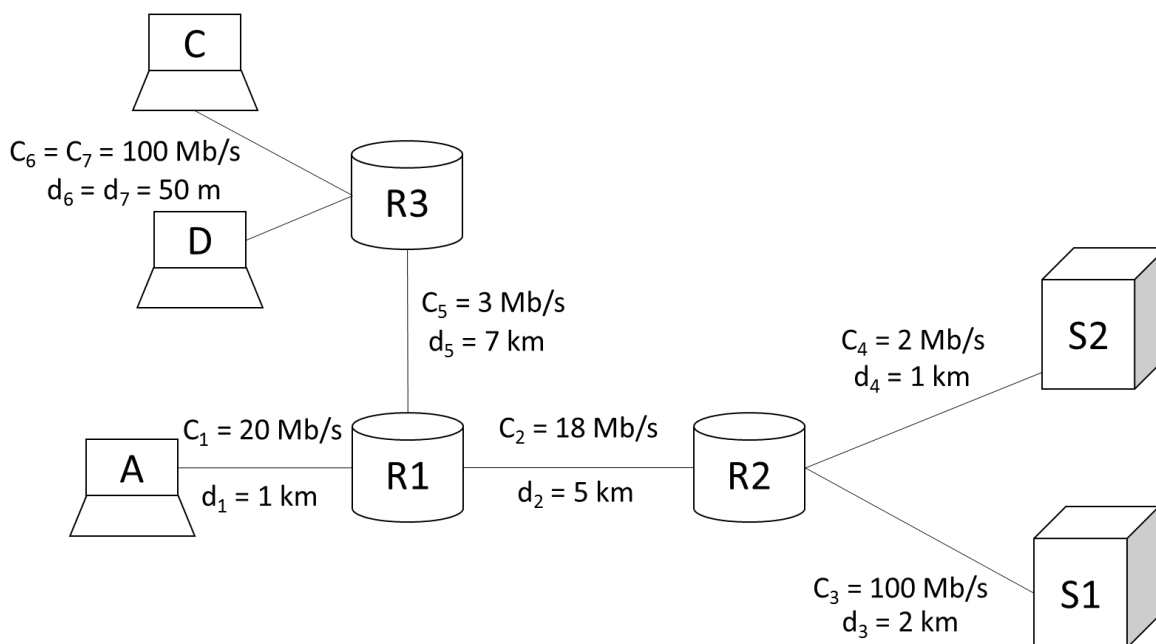
Cognome	
Nome	
Matricola	

Tempo complessivo a disposizione per lo svolgimento: 2 ore
Si usi lo spazio bianco dopo ogni esercizio per la risoluzione

E1	E2	E3	Quesiti	Lab

1 - Esercizio (6 punti)

Nella rete in figura



sono rappresentati 3 router (R1, R2 e R3), tre client (A, B e C) e due HTTP server (S1 e S2). Accanto ad ogni collegamento (in fibra ottica) è indicata la rispettiva capacità e il ritardo di propagazione.

Il client A vuole scaricare dal server S1 un sito web composto da 1 pagina HTML di dimensione $L_{\text{HTML}}=600$ [byte] e 5 oggetti JPEG richiamati nella pagina HTML di dimensione $L_{\text{OBJ}}= 1.3$ [kbyte]. Le dimensioni dei segmenti che non trasportano dati siano trascurabili. Nella rete sono presenti flussi interferenti TCP di lunga durata: 2 flussi tra C e S2, 3 flussi tra B e S1.

Si chiede di calcolare il tempo di trasferimento del sito web a livello applicativo nei seguenti casi:

- Il client A apre connessioni non-persistent in parallelo (quando possibile e nel massimo numero possibile)
- Il client A apre al massimo una connessione alla volta in modalità persistent, in assenza dei flussi interferenti (cioè, i flussi interferenti sono spenti)

Soluzione

Punto a)

Calcoliamo la capacità equivalente delle sessioni al livello applicativo, tenendo conto dei flussi interferenti attivi. I link "candidati" ad essere bottleneck sono R3-R1, R1-R2 e R2-S2.

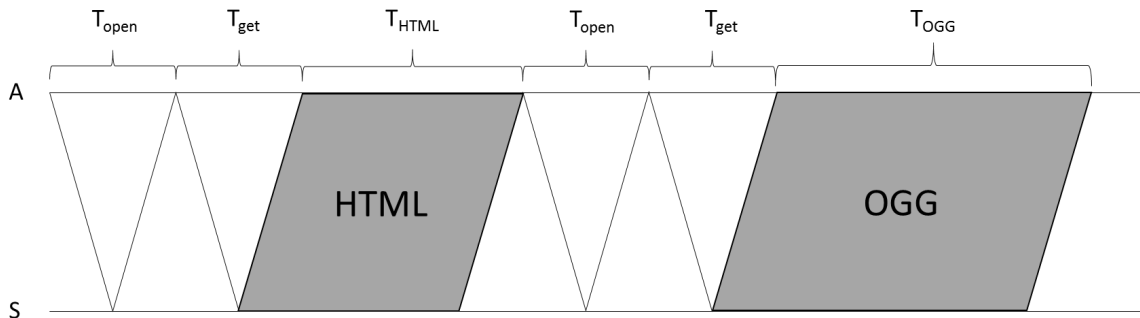
Nel caso vi sia una sola connessione attiva tra A e S1 (trasferimento file HTML), il numero di flussi sui 3 link è rispettivamente 5, 6, 2. Nell'ipotesi di equipartizione, il rate per flusso sarebbe rispettivamente 0.6

Mbit/s, 3 Mbit/s, 1 Mbit/s. Dunque, il bottleneck è il link R3-R1, determinando un rate uguale per tutti gli interferenti pari a $r_i = 0.6$ Mbit/s. Di conseguenza, il rate equivalente per la connessione A-S1 è $r_{HTML} = C_2 - 5 (r_i) = 15$ Mbit/s.

Nel caso vi siano 5 connessioni attive tra A e S1 (trasferimento oggetti in parallelo), il numero di flussi sui 3 link è rispettivamente 5, 10, 2. Nell'ipotesi di equipartizione, il rate per flusso sarebbe rispettivamente 0.6 Mbit/s, 1.8 Mbit/s, 1 Mbit/s. Dunque, il bottleneck è ancora il link R3-R1, determinando un rate uguale per tutti gli interferenti pari a $r_i = 0.6$ Mbit/s. Di conseguenza, il rate equivalente per ciascuna connessione A-S1 (quando ce ne sono 5 in parallelo) è

$$r_{OBJ} = [C_2 - 5 (r_i)] / 5 = 3 \text{ Mbit/s.}$$

Lo scambio a livello applicativo avviene secondo il seguente diagramma temporale:



$$T_{open} = T_{get} = 2 (\tau_1 + \tau_2 + \tau_3) = 80 \text{ us}$$

$$T_{HTML} = L_{HTML} / r_{HTML} = (8 \times 600 / 15) \text{ us} = 320 \text{ us}$$

$$T_{OBJ} = L_{OBJ} / r_{OBJ} = (8 \times 1300 / 3) \text{ us} = 3466.7 \text{ us}$$

$$T = 2 T_{open} + T_{HTML} + 2 T_{open} + T_{OBJ} = 4106.7 \text{ us}$$

Punto b)

In assenza delle connessioni interferenti, e con una sola connessione attiva tra A e S1, il bottleneck è il link R1-R2. Quindi, $r_{OBJ} = r_{HTML} = C_2 = 18$ Mbit/s.

$$T_{OBJ} = L_{OBJ} / C_2 = (8 \times 1300 / 18) \text{ us} = 577.8 \text{ us}$$

$$T_{HTML} = L_{HTML} / C_2 = (8 \times 600 / 18) \text{ us} = 266.7 \text{ us}$$

$$T = 2 T_{open} + T_{HTML} + 5 (T_{open} + T_{OBJ}) = 3715.7 \text{ us}$$

2 - Esercizio (6 punti)

Considerate la rete dell'esercizio precedente nel caso b), ovvero in cui è presente unicamente la connessione a livello applicativo tra A ed S1.

Si consideri il solo trasferimento della pagina HTML (di dimensione $L_{HTML}=600$ [byte]) dal server S1 al client A.

- a) Si assuma che il trasferimento del file avvenga utilizzando UDP e in ciascun segmento vengano trasportati $L_S = 100$ byte. Trascurate qualunque overhead introdotto ai livelli di trasporto, rete e data-link. Rappresentare il trasferimento in un diagramma temporale.
- b) Scrivere l'espressione del tempo totale di trasferimento del file di cui al punto a) in modo simbolico e calcolare quindi il valore numerico
- c) Quanto sarebbe il ritardo di trasferimento se il file HTML intero venisse trasferito in un unico segmento?
- d) Si assuma ora che il trasferimento del file avvenga come al punto a) ma in presenza di un controllo di flusso end-to-end tra S1 e A di tipo sliding window con dimensione della finestra fissa $W = 4$ e in operante in modalità Go-Back-n con timeout minimo. Rappresentare il trasferimento in un diagramma temporale e calcolare il tempo totale di trasferimento (dall'invio del primo byte alla ricezione dell'ultimo ack). Si assuma che i riscontri viaggino in pacchetti di dimensione nulla.

Soluzione

Punto a)

L'esercizio richiede di descrivere la propagazione di pacchetti attraverso i link S1-R2, R2-R1, R1-A. Denotiamo 1, 2, 3 le interfacce di uscita rispettivamente dei nodi R1 (verso A), R2 (verso R1), S1 (verso R2).

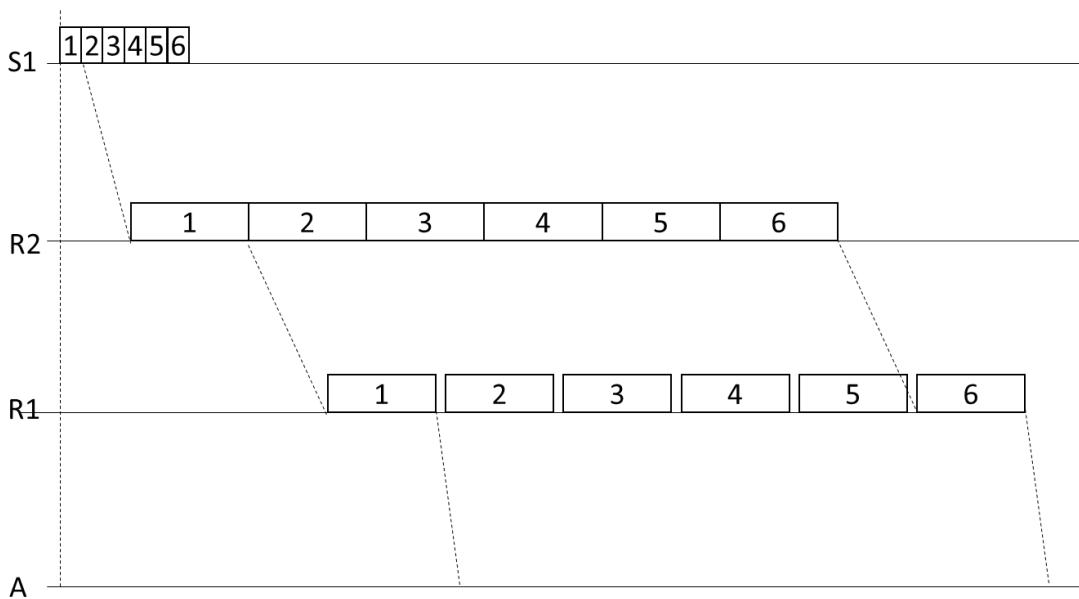
$L_S = 100$ byte = 800 bit \rightarrow Dato che $L_{HTML} = 600$ byte, il trasferimento avviene con 6 pacchetti.

$T_i = L_S / C_i$

$T_1 = 40$ us; $T_2 = 44.4$ us; $T_3 = 8$ us;

$\tau_1 = 5$ us; $\tau_2 = 25$ us; $\tau_3 = 10$ us

Diagramma temporale:



Punto b)

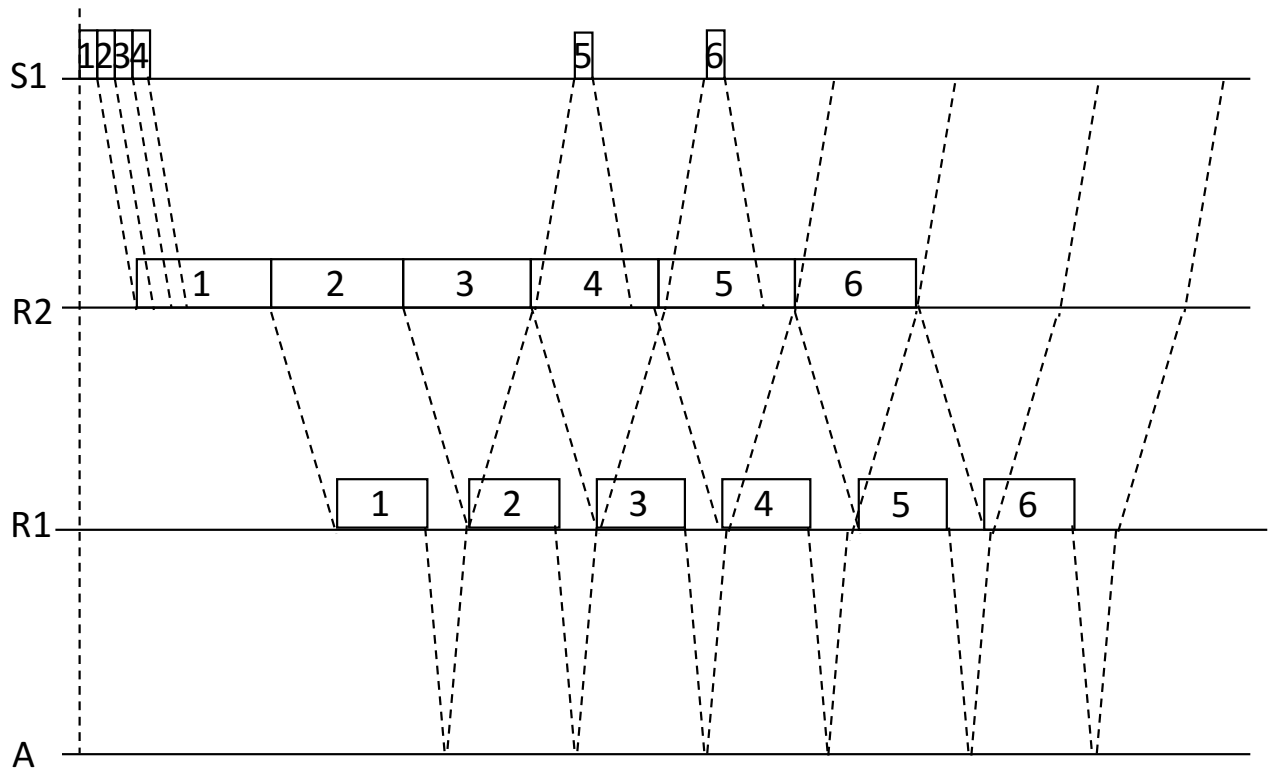
$T = \tau_1 + T_1 + \tau_2 + 6 T_2 + \tau_3 + T_3 = 354.4$ us

Punto c)

$$T = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + 6(T_1 + T_2 + T_3) = (40 + 554.4) \text{ us} = 594.4 \text{ us}$$

Punto d)

Diagramma temporale:



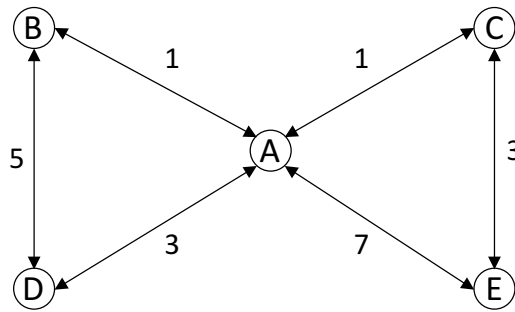
Ritardo di propagazione totale del riscontro:

$$\tau_A = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 = 40 \text{ us}$$

$$T = T_{\text{al punto b}} + T_A = 394.4 \text{ us}$$

Esercizio 3 (6 punti)

Sia data la rete in figura.



Sono indicati i nodi (A,B,C,D,E) ed il costo di attraversamento di ogni collegamento. Nella rete è attivo un algoritmo di routing secondo cammini minimi arrivato a convergenza. Ipotizzando che gli stessi nodi siano le destinazioni da raggiungere, si chiede di:

1. Indicare i Distance Vector (no Split Horizon) inviati dal nodo A (attenzione: contenuto e destinatario del DV)
2. Indicare i Distance Vector inviati dal nodo A in caso di Split Horizon, senza Poisonous Reverse (attenzione: contenuto e destinatario del DV)
3. Nel caso in cui il nodo A riceva dal nodo C il seguente DV: (B,2), (D,1), (E,5), (F,3), riempire le tabelle di instradamento del nodo A sottostanti, una è prima della ricezione del DV, l'altra subito dopo.

PRIMA		
Dest.	Costo	Next-Hop

DOPO		
Dest.	Costo	Next-Hop

Soluzione

Punto 1)

DV verso B, C, D, E: A0; B1; C1; D3; E4

Punto 2)

DV verso B: A0; C1; D3; E4

DV verso C: A0; B1; D3

DV verso D: A0; B1; C1; E4

DV verso E: A0; B1; C1; D3; E4

Punto 3)

A riceve dal nodo C il seguente DV: (B,2), (D,1), (E,5), (F,3).

PRIMA		
Dest.	Costo	Next-Hop
A	0	Dir
B	1	B
C	1	C
D	3	D
E	4	C

DOPO		
Dest.	Costo	Next-Hop
A	0	dir
B	1	B
C	1	C
D	2	C
E	6	C
F	4	C

4-Domande (9 punti)

1) Nel sistema di indirizzamento IP classfull, si consideri l'indirizzo della rete 148.112.0.0.

a) Quante sottoreti /20 possono essere ricavate dalla rete base, assumendo che un identificatore di subnet può anche essere costituito da tutti 0 o tutti 1?

- $N_{20} = 2^{(20-16)} = 2^4 = 16$

b) Completare: la sottorete 148.112.80.0/20 è la sottorete # 5 della rete base. **80 → 0101|0000**

c) Si partizioni ulteriormente la sottorete 148.112.80.0/20 in N_n sottoreti /n che permettano di indirizzare esattamente 64 host ognuna (a questi host si assegnano host-id adiacenti a partire dal valore più piccolo possibile). **64 host → almeno 66 indirizzi (contando ind. rete e broadcast) → blocchi di 128 indirizzi**

Qual è la lunghezza del prefisso di sottorete n? Quante sottoreti N_n con prefisso /n è possibile creare?

- $n = \underline{32 - 7}$ $N_n = \underline{20^{(20-25)}} = 2^5 = 32$

d) Si scriva in formato decimale (D) la maschera (netmask) delle sottoreti /n

- Netmask (D): **255.255.255.128**

d) Si scrivano in formato binario (B) e decimale (D) l'indirizzo broadcast della sottorete /n #2

- B: **10010100.01110000.0101|0001.0|1111111**

- D: **148.112.81.127**

e) A cosa corrisponde l'indirizzo 148.112.86.255 nel sistema di indirizzamento costruito in questo esercizio? (completare la frase o le frasi nel modo opportuno)

L'host # 22271 della (sotto)rete # _____ avente indirizzo decimale(D) 148.112.0.0 / 16.

L'indirizzo broadcast della (sotto)rete # 13 avente indirizzo decimale(D) 148.112.86.128 / 25.

L'host # 1791 della (sotto)rete # 5 avente indirizzo decimale(D) 148.112.80.0 / 20.

L'indirizzo broadcast della (sotto)rete # _____ avente indirizzo decimale(D) _____ / _____.

•

Note:

- tutti gli indirizzi richiesti vanno indicati in formato decimale; specificare gli indirizzi anche in formato binario è facoltativo (ma consigliabile per evitare errori);
- tutti gli indirizzi di rete vanno espressi specificando la lunghezza del relativo prefisso /x;
- tutte le sottoreti sono numerate a partire da #0;
- in tutti gli indirizzi di rete in formato binario sottolineare una volta il prefisso di rete; sottolineare due volte l'estensione del prefisso di rete che con esso forma il prefisso di sottorete (es.: 11111111.11111111.00000000.00000000).

2) A proposito del parametro Maximum Segment Size (MSS) nel protocollo TCP [rispondere negli spazi previsti]:

a) A che cosa serve?

Definisce la lunghezza massima in byte dei segmenti generati e trasmessi dal protocollo TCP

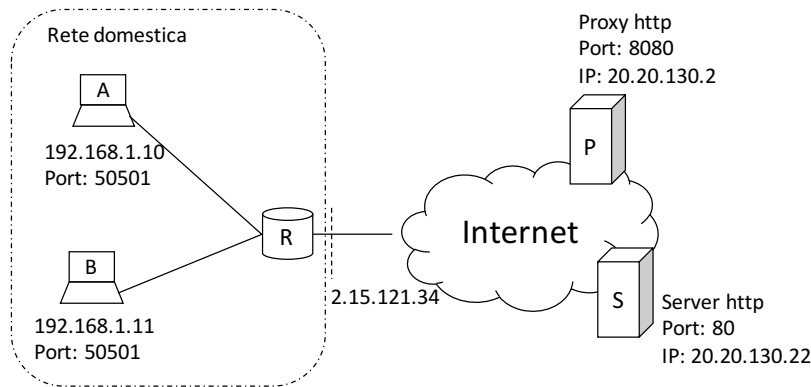
b) Durante quale momento della connessione TCP viene configurato?

Durante la fase di setup della connessione

- c) In base a quale caratteristica della rete viene normalmente scelto il suo valore?
Sulla base del parametro MTU a livello datalink. Tipicamente, $MSS + \text{header livello 3} + \text{header livello 4} < MTU$

3) Nella rete domestica in figura connessa 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 è collegato al proxy http P. Successivamente, il client B, anch'esso configurato per usare il proxy P, vuole visitare il server S.

Si indichino per il client B gli indirizzi IP (sorgente e destinazione) e i numeri di porta (sorgente e destinazione) dei pacchetti in viaggio da B a S tra coppie di elementi di rete: client B, router R, proxy P, server S.

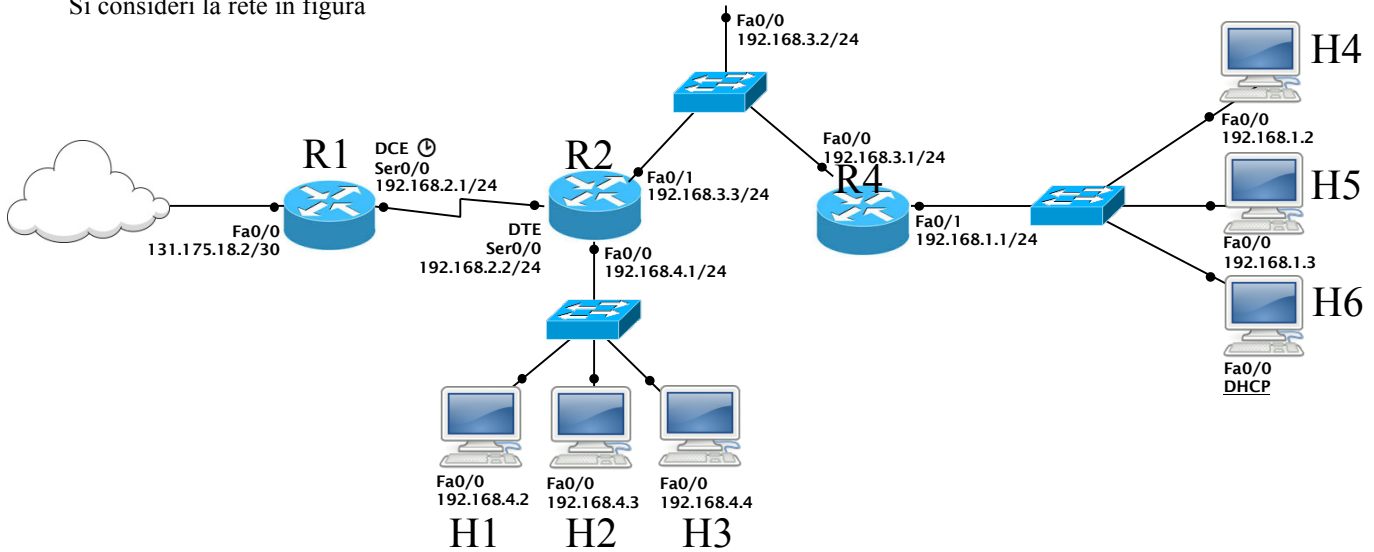


Soluzione

B→R: 192.168.1.11, 50501 → 20.20.130.2, 8080
R→P: 2.15.121.34, Y → 20.20.130.2, 8080
P→S: 20.20.130.2, X → 20.20.130.22, 80
Con X e Y > 1024 e Y diverso da 50501, X diverso da 8080

5-Laboratorio (6 punti)

Si consideri la rete in figura



Attenzione:

- Indirizzi IP e gateway sono già stati configurati per gli host H1, H2, H3, H4 e H5
- I 4 routers non sono stati ancora configurati
- Indicare sempre prima del comando il prompt visualizzato dal sistema, prestando attenzione alla modalità di partenza in ciascuna richiesta

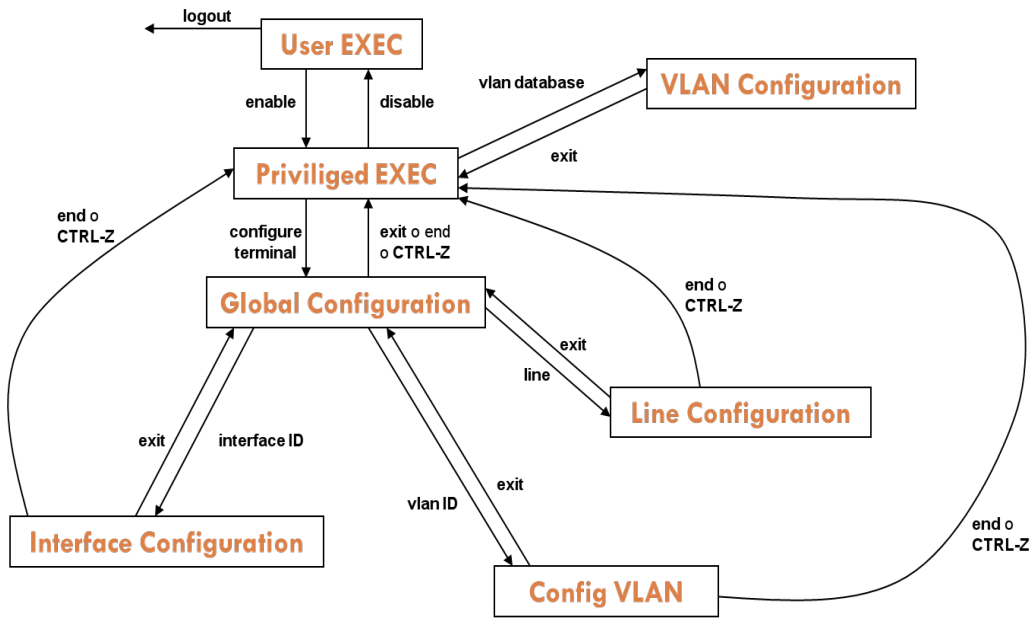
1) Configurare gli indirizzi e attivare entrambe le interfacce del router **R4**

```
R4> enable
R4# configure terminal
R4(config)# interface Fa0/0
R4(config-if)# ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
R4(config-if)# no shutdown
R4(config)# exit
R4(config)# interface Fa0/1
R4(config-if)# ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
R4(config-if)# no shutdown
```

Si supponga ora che tutte le interfacce dei dispositivi della rete siano state configurate e attivate come da figura e che non ci siano password di enable impostate. Si supponga anche che il routing sia già stato configurato sui dispositivi

3) Abilitare il NAT sul router **R1** per i pacchetti provenienti dalla rete degli host **H1, H2, H3** (utilizzare 2 come ID della lista d'accesso)

```
R1(config)# interface Fa0/0
R1(config-if)# ip nat outside
R1(config-if)# exit
R1(config)# interface Ser0/0
R1(config-if)# ip nat inside
R1(config-if)# exit
R1(config)# access-list 2 permit 192.168.4.0 0.0.0.255
R1(config)# ip nat inside source list 2 interface Fa0/0
overload
```



Comandi

<pre>Router> Router> show cdp clock controllers frame-relay history interfaces ip version</pre>	Modalità User EXEC -CDP information -Display the system clock -Interface controllers status -Frame-Relay information -Display the session command history -Interface status and configuration -IP information -System hardware and software
<pre>Router> enable Router# Router# show access-lists arp cdp clock controllers frame-relay history interfaces ip running-config startup-config version</pre>	Modalità Privileged EXEC -List access lists -Arp table -CDP information -Display the system clock -Interface controllers status -Frame-Relay information -Display the session command history -Interface status and configuration -IP information -Current operating configuration -Contents of startup configuration -System hardware and software status
<pre>Router# copy running-config startup-config</pre>	-Salvare la configurazione corrente
<pre>Router# configure terminal Router(config)# Router(config)# hostname HOSTNAME Router(config)# banner motd Router(config)# enable secret PASSWORD Router(config)# no enable secret</pre>	Modalità Global Configuration -Cambiare nome al router -Impostare messaggio del giorno -Impostare password -Disabilitare password
<pre>Router(config)# interface TYPE SLOT/PORT Router(config-if)# no shutdown Router(config-if)# shutdown Router(config-if)# ip address IP_ADDRESS NETMASK Router(config-if)# clock rate CLOCK RATE</pre>	Configurare interfaccia -Attivare interfaccia -Disattivare interfaccia -Assegnare IP -Clock seriale
<pre>Router(config)# line vty 0 4 Router(config-line)# password PASSWORD Router(config-line)# login Router(config-line)# ^Z</pre>	-Accesso via rete (remoto). -Impostare la password per l'accesso via rete
<pre>Router(config)# line console 0</pre>	Accesso via porta console
<pre>Router(config)# ip dhcp pool NAME_POOL</pre>	DHCP -Nome pool indirizzi

Fondamenti di Internet e Reti

Proff. A. Capone, M. Cesana, I. Filippini, G. Maier

<pre>Router(dhcp-config)# default-router ROUTER_IP_ADDRESS Router(dhcp-config)# network NETWORK_IP_ADDRESS NETMASK Router(dhcp-config)# ip dhcp excluded-address EXCLUDED_IP_ADDRESS</pre>	<ul style="list-style-type: none"> -Assegnare il default gateway al pool -Definire la rete a cui appartengono gli indirizzi -Escludere un indirizzo dal pool
<pre>Router(config)# ip route DEST_PREFIX DEST_NETMASK NEXTHOP/INTERFACE Router(config)# no ip route DEST_PREFIX DEST_NETMASK NEXTHOP/INTERFACE</pre>	<ul style="list-style-type: none"> -Aggiungere una rotta statica -Rimuovere una rotta statica
<pre>Router(config)# router rip Router(config)# no router rip Router(config-router)# version N Router(config-router)# network A.B.C.D Router(config-router)# passive-interface TYPE SLOT/PORT Router# debug ip rip Router# no debug ip rip Router# show ip route Router# show ip route rip Router# show ip protocols Router# show ip rip database</pre>	<ul style="list-style-type: none"> -Abilitare RIP -Disabilitare RIP -Scegliere la versione -Definire le reti che usano RIP -Configurare un'interfaccia in modalità passiva. -Abilitare/disabilitare il debug per il protocollo RIP - Ottenere la tabella di routing -Visualizzare le entry nella tabella di routing ottenute con RIP - Ottenere l'elenco dei protocolli di routing attivi e il loro stato - Visualizzare le informazione raccolte dal routing RIP
<pre>Router(config)# router ospf ID-PROCESS Router(config)# no router ospf ID-PROCESS Router(config-router)# network A.B.C.D NET_WILDCARD area N Router(config-router)# auto-cost reference- bandwidth BANDWIDTH_VALUE Router(config)# interface TYPE SLOT/PORT Router(config-if)# ip ospf cost COST VALUE</pre>	<ul style="list-style-type: none"> -Abilitare OSPF -Disabilitare OSPF -Definire le reti che usano OSPF -Modificare il valore di banda di riferimento -Modificare la metrica costo
<pre>Router(config)# router eigrp N Router(config)# no router eigrp N Router(config-router)# network A.B.C.D Router(config-router)# metric weights TOS K1 K2 K3 K4 K5</pre>	<ul style="list-style-type: none"> -Abilitare EIGRP -Disabilitare OSPF -Definire le reti che usano EIGRP -Modificare i pesi delle metriche
<pre>Router(config)# interface TYPE PORT/SLOT Router(config-if)# ip nat inside Router(config-if)# ip nat outside Router(config)# access-list LIST_NUM permit NET_ADDR NET_WILDCARD Router(config)# ip nat inside source list LIST_NUM interface OUTSIDE_INTERFACE_NAME overload</pre>	<p>Configurazione NAT</p> <ul style="list-style-type: none"> -definizione ruolo porte - Creare una lista di indirizzi a cui sarà permesso il NAT - Associare il NAT alla lista indicata prima
<pre>Router(config)# interface TYPE PORT/SLOT Router(config-if)# ip nat inside Router(config-if)# ip nat outside Router(config)# ip nat inside source static tcp IP_INSIDE PORT_INSIDE IP_OUTSIDE PORT_OUTSIDE</pre>	<p>Configurazione Port Forwarding</p> <ul style="list-style-type: none"> -definizione ruolo porte - Associare staticamente l'indirizzo e la porta esterna a quelli interni