

6 Strati inferiori e LAN

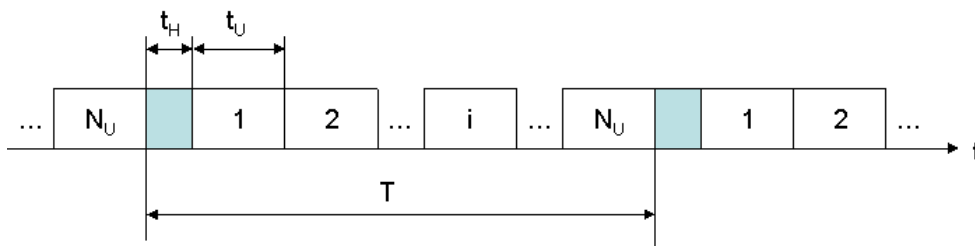
Esercizio 6.1

Un link che trasmette al bit-rate $F_L = 40$ Mbit/s è collegato mediante un multiplexer di tipo TDM ad un certo numero di stazioni-sorgente. Si dimensiona il sistema per garantire che ciascuna stazione trasmetta alla frequenza di tributario $F_U = 155$ kbit/s. Per i messaggi di segnalazione è necessario prevedere in ogni trama un numero di bit aggiuntivi C_H pari al 50% del numero di bit C_U trasmessi da ciascuna stazione in ogni trama.

a) Calcolare il numero massimo di stazioni N_U .

Il sistema trasmissivo impone che ogni stazione non possa rimanere senza trasmettere bit per più di $t_s = 64.125 \mu\text{s}$. Mostrare nella figura seguente l'intervallo t_s e i suoi estremi. Nella figura, t_H e t_U sono, rispettivamente, le durate del time-slot di segnalazione e del time-slot dati, mentre T indica

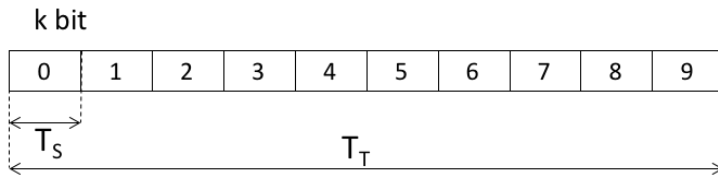
b) Calcolare t_U , C_U , C_H e T .



- a) Per garantire la frequenza media a tutte le sorgenti: $F_L \geq N_U \cdot F_U + F_H$
- I dati di tutte le sorgenti e la segnalazione sono trasmessi ad uguale bit-rate
 $\Rightarrow F_U = C_U / T$; $F_H = C_H / T$
 - $C_H = C_U \cdot 50 / 100 = C_U / 2 \Rightarrow F_H = C_U / 2T = F_U / 2$
 - $F_L \geq N_U \cdot F_U + F_U / 2 \Rightarrow N_U \leq F_L / F_U - 1/2 = 257.57$
 - Il massimo numero di sorgenti che soddisfa i vincoli è $N_U = \lfloor 257.57 \rfloor = 257$
- b) $t_s = (N_U - 1) \cdot t_U + t_H = (N_U - 1) \cdot t_U + t_U / 2 \Rightarrow t_U = t_s / (N_U - 1/2)$
- $t_s \leq 64.125 \mu\text{s} \Rightarrow t_U \leq (64.125 / 256.5) \mu\text{s} \Rightarrow \max\{t_U\} = 0.25 \mu\text{s}$
 - $C_U = t_U / t_{\text{bit}} = \lfloor \min\{t_U\} / t_{\text{bit}} \rfloor$
 - $t_{\text{bit}} = 1 / F_L = 25 \text{ ns}$
 - $\lfloor \max\{t_U\} / t_{\text{bit}} \rfloor = 250 / 25 = 10 \Rightarrow t_U = \min\{t_U\} = 0.25 \mu\text{s}$; $C_U = 10 \text{ bit}$
 - $C_H = 5 \text{ bit}$
 - $T = t_U + t_s = (64.125 + 0.25) \mu\text{s} = 64.375 \mu\text{s}$

Esercizio 6.2

Un sistema di moltiplicazione TDM presenta una trama di $N=10$ slot; in ciascuno slot vengono trasmessi $k=128$ bit. Se il sistema è usato per moltiplicare 10 canali ciascuno a $V=64$ kbit/s, si dica quale è la velocità W , la durata T_T della trama di moltiplicazione e quella T_S dello slot.



La durata della trama si può calcolare imponendo che se si assegna uno slot per trama ad un tributario, il rate equivalente del canale così definito sia uguale al rate di ingresso del tributario V .

$$T_T = \frac{k}{V} = \frac{128}{64 \cdot 10^3} = 2 \text{ ms}$$

Il sistema di multiplo deve avere velocità (rate) sufficiente per supportare tutti gli N tributari, quindi:

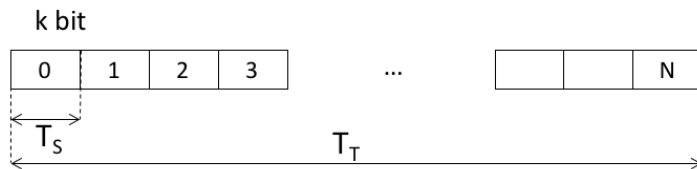
$$W = V \cdot N = 64 \cdot 10^3 \cdot 10 = 640 \text{ kb/s}$$

Il tempo di slot è definito come il tempo necessario per inviare tutti i bit che compongono lo slot, k , ad una velocità pari a W ; quindi:

$$T_S = \frac{k}{W} = \frac{128}{640 \cdot 10^3} = 200 \text{ } \mu\text{s}$$

Esercizio 6.3

Un sistema di moltiplicazione TDM utilizza una capacità del canale in uscita dal moltiplicatore $W=2,048$ Mbit/s e $k=8$ bit per slot. Assumendo una velocità di ciascun canale pari a $V=64$ kbit/s, calcolare il numero di canali N , la lunghezza di trama T_T , e la lunghezza dello slot T_S .



Il Sistema di multiplo ha un rate complessivo di W e deve supportare tributari con rate V . Il numero di tributari supportabili è quindi:

$$N = \frac{W}{V} = \frac{2048}{64} = 32$$

La durata della trama si può calcolare imponendo che se si assegna uno slot per trama ad un tributario, il rate equivalente del canale così definito sia uguale al rate di ingresso del tributario V .

$$T_T = \frac{k}{V} = \frac{8}{64 \cdot 10^3} = 125 \mu s$$

Il tempo di slot può essere calcolato come tempo di trama diviso per numero di slot nella trama, ovvero come tempo necessario per inviare k bit ad una velocità di W ; quindi:

$$T_S = \frac{T_T}{N} = \frac{k}{W} = \frac{125 \cdot 10^{-6}}{32} \cong 3,90 \mu s$$

Esercizio 6.4 (E)

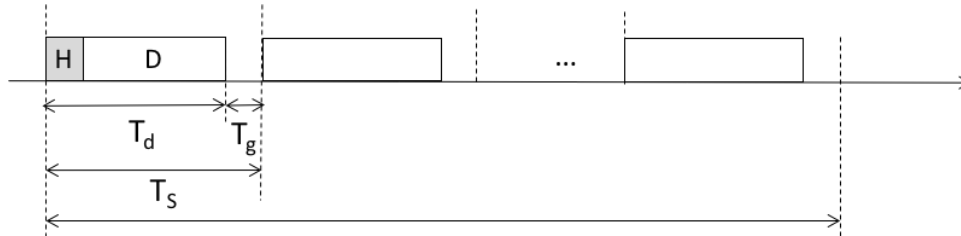
Un sistema di moltiplicazione a divisione di tempo è caratterizzato da un grado di interallacciamento $k=8[\text{bit}]$ e deve servire flussi in ingresso (tributari) con rate $r=128[\text{kbit/s}]$. Trovare la durata della trama di multiplo, T_T . Sapendo poi che il singolo slot nella trama di multiplo ha durata $T_s=3,125[\mu\text{s}]$, trovare il rate trasmissivo a valle del moltiplicatore, W , ed il numero massimo di flussi in ingresso che possono essere serviti, N .

La durata della trama si può trovare imponendo: $r = k/T_T$, ossia che il numero di bit che il singolo tributario può inviare in un tempo di trama definisca un canale equivalente con capacità uguale a quella con cui il tributario “porta” i bit al moltiplicatore; da cui si ha: $T_T=62,5[\mu\text{s}]$.

La capacità W è definita come: $W=k/T_s=2,56[\text{Mbit/s}]$. Il numero massimo di tributari è pari alla capacità complessiva del moltiplicatore diviso per la capacità del singolo tributario: $N= W/r=20$.

Esercizio 6.5

Un sistema di accesso multiplo TDMA utilizza $N=10$ time slot, un tempo di guardia $T_g=200 \mu s$, pacchetti dati composti da $D=180$ bit dati e $H=20$ bit di *header*, e un tempo di trama T_T pari a 10 ms . Calcolare la velocità di portante (multiplex) W e la velocità netta (dati) V di ciascun canale.



La dimensione di uno slot (in bit) è:

$$k = H + D = 200$$

Il tempo di slot è dato dal tempo di trama diviso per il numero di slot nella trama:

$$T_s = \frac{T_T}{N} = \frac{10 \cdot 10^{-3}}{10} = 1 \text{ ms}$$

Il tempo di trasmissione della parte (dati+header) dello slot (ovvero, escludendo il tempo di guardia) è dato da:

$$T_d = T_s - T_g = 0,8 \text{ ms}$$

La velocità del flusso multiplexato è data dalla dimensione (in bit) del pacchetto divisa per il tempo necessario per il suo invio:

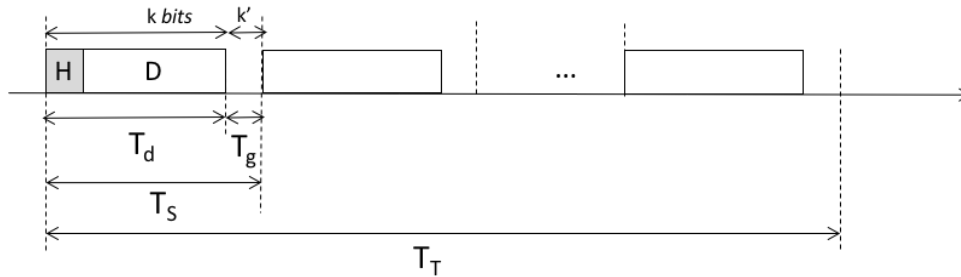
$$W = \frac{k}{T_d} = \frac{200}{0,8 \cdot 10^{-3}} = 250 \text{ kbit/s}$$

La velocità netta del canale definito come “uno slot per trama” è quindi uguale alla quantità di informazione inviata nello slot diviso per la durata della trama

$$V = \frac{D}{T_T} = \frac{180}{10 \cdot 10^{-3}} = 18 \text{ kbit/s}$$

Esercizio 6.6

Il sistema di accesso multiplo TDMA del sistema cellulare GSM utilizza $N=8$ time slot, un tempo di guardia pari a $k' = 8,25$ tempi di bit, pacchetti dati composti da $D=114$ bit dati e $H=34$ bit di *overhead*, e un tempo di trama T_T pari a $4,615$ ms. Calcolare la velocità di multiplex W e la velocità netta (dati) V di ciascun canale.



Il numero di bit di *overhead* + dati contenuto in uno slot è:

$$k = H + D = 148 \text{ bit}$$

Il numero di bit complessivo, includendo anche il tempo di guardia (*overhead* + dati + guardia) è:

$$k_{TOT} = k + k' = 156,25$$

La durata del singolo slot è pari alla durata della trama divisa per il numero di slot:

$$T_S = \frac{T_T}{N} = \frac{4,615 \cdot 10^{-3}}{8} \cong 577 \mu s$$

La velocità dalla portante può essere calcolata osservando che in un tempo di slot devono essere trasmessi k_{tot} bit, quindi:

$$W = \frac{k_{TOT}}{T_S} = \frac{156,25}{577 \cdot 10^{-6}} = 270,8 \text{ kbit/s}$$

La velocità netta corrispondente del canale definito come “uno slot per trama” è:

$$V = \frac{D}{T_T} = \frac{114[\text{bit}]}{4,615 \cdot 10^{-3}} = 24,7 \text{ kbit/s}$$

Esercizio 6.7 (E)

Un sistema di accesso multiplo centralizzato a divisione di tempo (TDMA) è caratterizzato da una trama con slot di durata $T_S=10\text{ }\mu\text{s}$, con un tempo di guardia minimo $T_G=2\text{ }\mu\text{s}$. Il sistema serve $N=8$ utenti e ha un *rate* trasmissivo del segnale multiplato di $C=1\text{ Mbit/s}$.

Si chiede di:

- 1) indicare il numero di bit di ciascun tributario trasmessi in ogni slot, n
- 2) indicare il massimo rate possibile per ciascun tributario in ingresso, r

$$1) n = (T_S - T_G) \cdot C = (10 \cdot 10^{-6} - 2 \cdot 10^{-6}) 1 \cdot 10^6 = 8$$

$$2) r = \frac{n}{N \cdot T_S} = \frac{8}{8 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 100 \text{ kbit/s}$$

Esercizio 6.8

Si consideri una rete basata su ALOHA. La durata dei pacchetti è pari a T . Si assuma che il traffico sul canale (numero medio di trasmissioni nel tempo T) sia $1,649 = \sqrt{e}$ volte il numero di trame trasmesse con successo. Si calcoli il *throughput* della rete.

La formula del *throughput* S in funzione del traffico sul canale G per ALOHA è: $S = G e^{-2G}$

da cui segue: $G / S = e^{2G}$

Dai dati del problema abbiamo: $G / S = 1,649$, quindi possiamo ricavare il valore di $G = 1/4$ ed infine:

$S = 0,152$

Esercizio 6.9

Una tecnologia LAN basata su CSMA-CD è caratterizzata dalla velocità di canale R e una lunghezza minima dei pacchetti L . La velocità di propagazione è pari a $2/3$ della velocità della luce (ritardo di propagazione = $5 \mu s/km$). Si calcoli la distanza massima D_{max} tra le stazioni nel seguenti casi:

1. $R=10 \text{ Mbit/s}$, $L=1000 \text{ [bit]}$
2. $R=100 \text{ Mbit/s}$, $L=1000 \text{ [bit]}$
3. $R=1 \text{ Gbit/s}$, $L= 1000 \text{ [bit]}$
4. $R=1 \text{ Gbit/s}$, $L= 1000 \text{ [byte]}$

Per poter garantire CSMA/CD è necessario che:

$$T \geq 2\tau \rightarrow \frac{L}{R} \geq 2 \frac{D}{v} \rightarrow D \leq \frac{vL}{2R}$$

essendo $\frac{1}{v} = 5 \mu s/km$ il ritardo di propagazione, e quindi $v = 2 * 10^5 \text{ km/s}$.

La massima distanza D_{max} si ottiene quindi come $D_{max} = \frac{vL}{2R}$

Pertanto, nei 4 casi si ottiene:

1. $R=10 \text{ Mbit/s}$, $L=1000 \text{ bit} \rightarrow D_{max} = 10 \text{ km}$
2. $R=100 \text{ Mbit/s}$, $L=1000 \text{ bit} \rightarrow D_{max} = 1 \text{ km}$
3. $R=1 \text{ Gbit/s}$, $L= 1000 \text{ bit} \rightarrow D_{max} = 0.1 \text{ km}$
4. $R=1 \text{ Gbit/s}$, $L= 1000 \text{ byte} = 8000 \text{ bit} \rightarrow D_{max} = 0.8 \text{ km}$

Esercizio 6.10

Una flotta di sommergibili mantiene i contatti scambiandosi segnali digitali mediante sonar su portante ultrasonica. L'insieme di onde acustiche che rappresentano 1 byte trasmesso a $R = 1.6 \text{ kbit/s}$ occupa in acqua una lunghezza nella direzione di propagazione pari a $l = 6.5 \text{ m}$.

Calcolare la distanza massima d tra due sommergibili che consente di utilizzare CSMA/CD come protocollo di accesso al mezzo condiviso, sapendo che la dimensione minima di trama è la dimensione standard delle trame del protocollo IEEE 802.3.

Si supponga di poter trascurare l'attenuazione dovuta alla propagazione delle onde acustiche nell'acqua e ogni altro fenomeno di disturbo del segnale.

- Dalla lunghezza l occupata da un byte in propagazione si ricava la velocità di propagazione v :

$$l = T_{\text{byte}} \cdot v = (L_{\text{byte}} / R) \cdot v \Rightarrow v = l / (L_{\text{byte}} / R) = [6.5 / (8 / 1600)] \text{ m/s} = 1300 \text{ m/s}$$

- Per conoscere la distanza massima d tra i sommergibili è sufficiente imporre la condizione CSMA/CD: $L_{\text{min}} = 64 \text{ byte} = 512 \text{ bit}$

$$L_{\text{min}} / R = 2 \tau = 2 d / v \Rightarrow$$

$$d = L_{\text{min}} \cdot v / 2R = [(512 \cdot 1300) / (2 \cdot 1600)] \text{ m} = 208 \text{ m}$$

Esercizio 6.11

Si deve progettare una rete di sensori disseminati sul fondale marino. I sensori comunicano tra di loro trasmettendo segnali digitali mediante sonar su portante ultrasonica a 30 kHz ad un bit rate $R = 800$ bit/s. Sono inoltre distribuiti entro un'area circolare di diametro $d = 700$ m.

- a) Sapendo che la velocità di propagazione delle onde acustiche alla frequenza della portante è $v = 1400$ m/s, dimensionare le trame in modo che si possa utilizzare CSMA/CD come protocollo di accesso al mezzo condiviso.
 - b) Modificare opportunamente il dimensionamento delle trame per il caso in cui l'area entro cui sono disseminati i sensori ha un diametro pari a $2d$. In quest'ultimo caso, se il segnale sonar a 30 kHz, nelle condizioni ambientali in cui si trovano i sensori, risulta intellegibile e decodificabile fino a 1 km di distanza, il CSMA/CD è appropriato anche in questo caso? Motivare la risposta e in caso di risposta negativa proporre un protocollo di accesso alternativo.
-

- a) Per dimensionare le trame è sufficiente imporre una lunghezza minima da ricavare in base alla condizione CSMA/CD:

$$L_{\min} / R = 2 \tau = 2 d_{\max} / v \Rightarrow L_{\min} = 2 d_{\max} \cdot R / v$$

$$R = 800 \text{ bit/s}; d_{\max} = d = 700 \text{ m}; v = 1400 \text{ m/s}$$

$$\Rightarrow L_{\min} = [(2 \cdot 700 \cdot 800) / 1400] \text{ bit} = 800 \text{ bit} = 100 \text{ byte}$$

- b) Se $d_{\max} = 2d \Rightarrow L_{\min} = 200 \text{ byte}$

Tuttavia il limite sulla gittata massima del sistema trasmissivo porterebbe le stazioni più lontane ad essere fuori portata, anche se magari non isolate da tutte le altre stazioni. Questo farebbe insorgere il fenomeno delle sorgenti nascoste, con possibilità di collisioni non rilevate. Un protocollo alternativo che risolve il problema è il CSMA/CA, che è però molto complicato. Per l'applicazione specifica l'ALOHA sembra più appropriato

Esercizio 6.12

Si ipotizzi che sia possibile progettare una rete LAN basata sulla trasmissione radio broadcast e che utilizzi CSMA/CD come protocollo di accesso multiplo al mezzo condiviso secondo lo standard Ethernet IEEE 802.3. Le stazioni trasmettono le trame con una velocità di trasmissione uguale a 500 kbit/s.

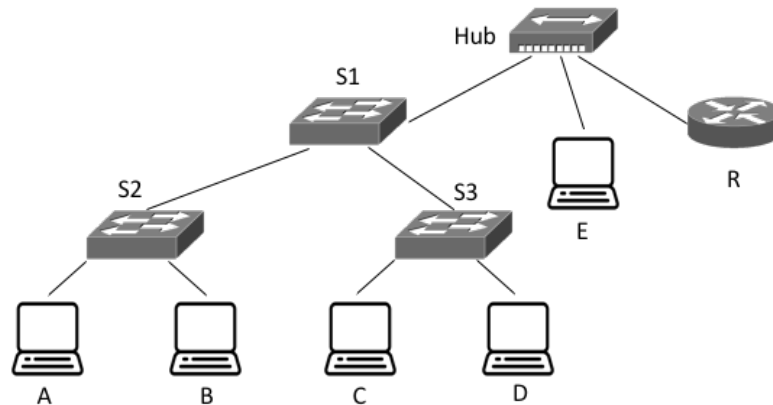
Trascurando ogni fenomeno dovuto alla propagazione dei segnali, si determini il raggio limite teorico del dominio circolare di collisione.

-
- Dominio circolare di raggio $r \Rightarrow$ distanza massima tra due stazioni = diametro $\Rightarrow d_{\max} = d = 2r$
 - Vincolo di funzionamento CSMA/CD: $L_{\min} / C \geq 2 d_{\max} / v = 4 r / v$
 - $C = 500 \text{ kbit/s}$
 - $v = v_{\text{luce vuoto}} = c \cong 300000 \text{ km/s}$
 - In IEEE 802.3: $L_{\min} = 64 \text{ byte} = 512 \text{ bit}$
 - $r \leq v \cdot L_{\min} / 4C = (300 \cdot 512 / 2000) \text{ km} = 76.8 \text{ km}$

Esercizio 6.13 (I)

Nella rete in figura l'host A invia una *ARP request* a R, ed R risponde con una *ARP reply*. Si presti attenzione alla tipologia di messaggio scambiato.

- Assumendo che tutte le tabelle di *forwarding* siano complete con tutte le righe corrispondenti ai *MAC address* della rete, dire quali *host* ricevono ciascuno dei due messaggi.
- Cosa cambia nel caso in cui le tabelle di *forwarding* siano completamente vuote?

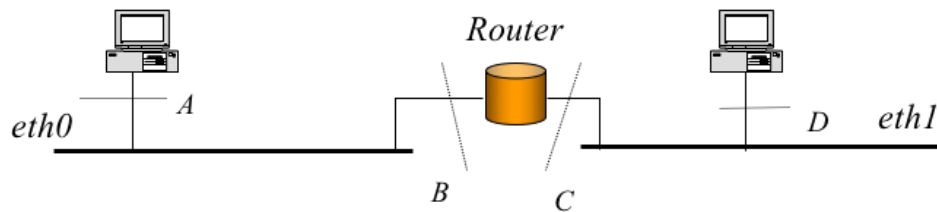


a) La *ARP Request*, inviata in broadcast, viene ricevuta da tutti gli *host* della rete. La *ARP reply* viene ricevuta da A, che è il destinatario, e da E perché collegato a R attraverso un *Hub* (dispositivo che non separa i domini di collisione).

b) Nel caso in cui le tabelle di *forwarding* siano vuote non cambia nulla, perché durante l'inoltro del pacchetto in broadcast dell'*ARP request*, tutti gli *switch* imparano l'associazione corretta con l'indirizzo MAC di A, tramite il meccanismo di *Learning e Forwarding*.

Esercizio 6.14 – Inoltro livello linea/rete/applicativo

Si consideri la rete in figura dove le interfacce sono identificate con lettere maiuscole:

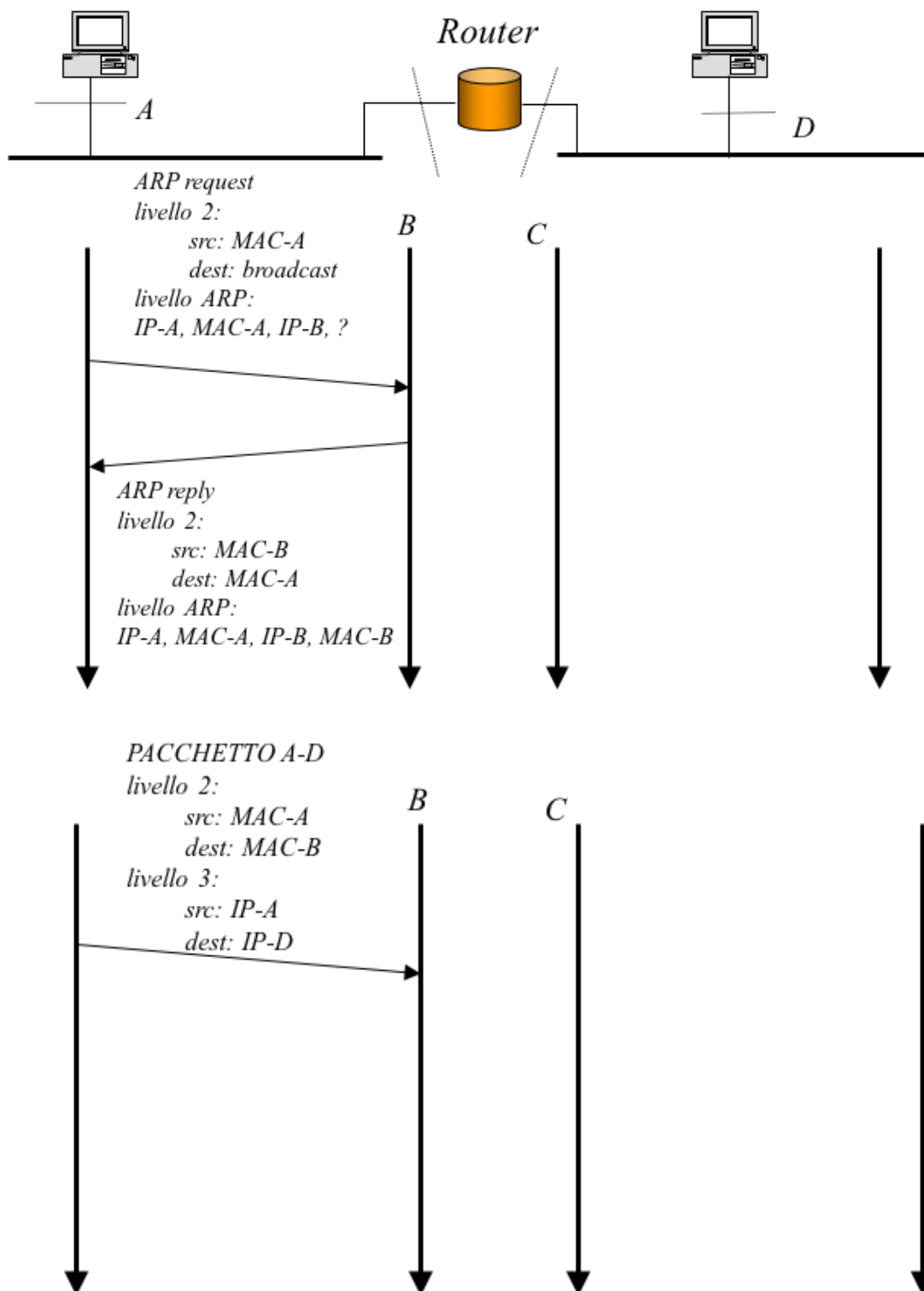


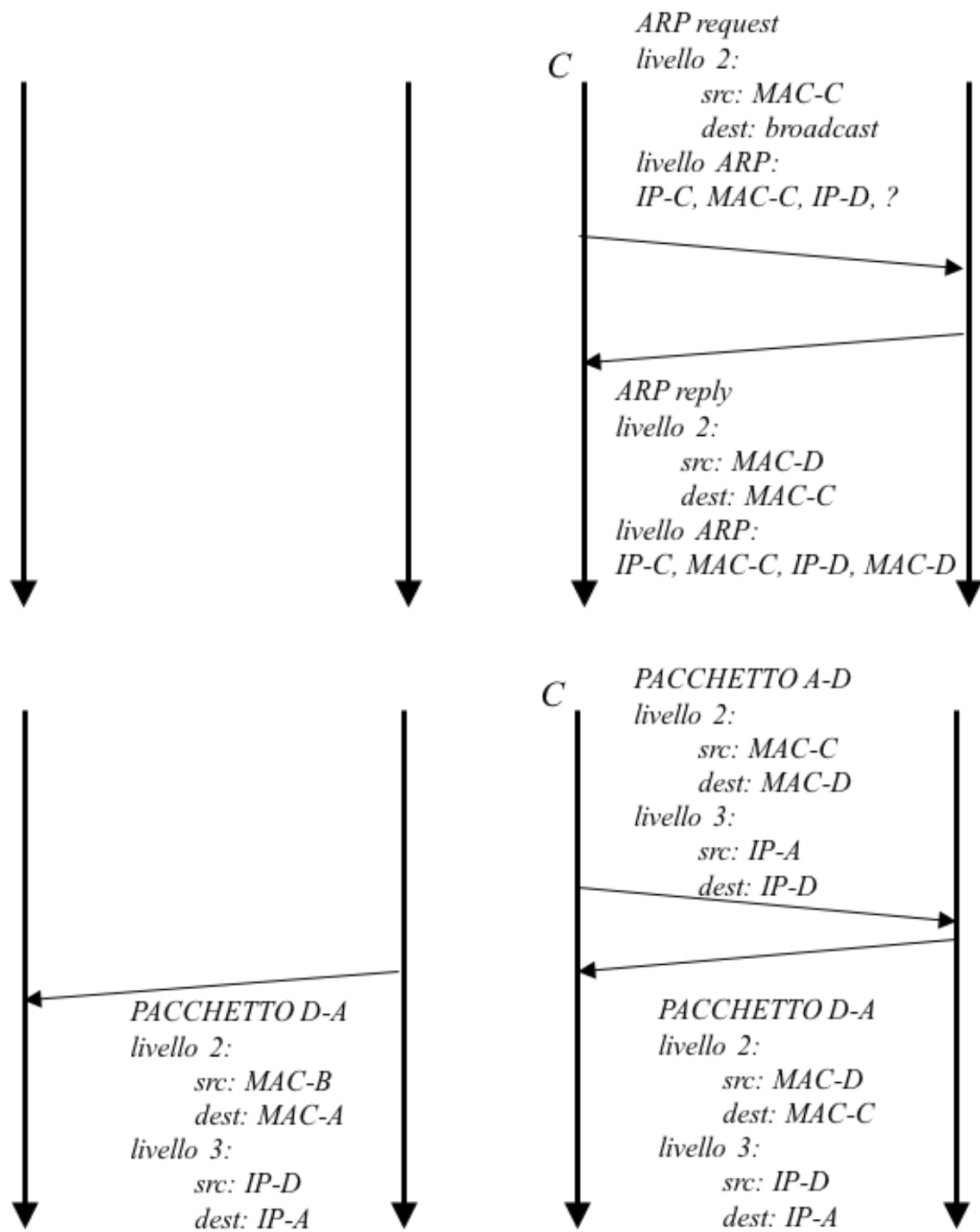
Si indichino con IP-x e MAC-x, con $x=[A,B,C,D]$, gli indirizzi IP e *ethernet* delle interfacce. Si supponga che le tabelle ARP di A, di D e del *router* siano vuote. L'*host* A deve inviare un pacchetto IP verso l'indirizzo IP-D. Ricevuto il pacchetto l'*host* D deve inviare un pacchetto di risposta verso A. Si supponga che l'*host* A abbia configurato l'indirizzo IP-B come interfaccia gateway di default per l'inoltro dei pacchetti.

a) Si indichino graficamente i pacchetti che vengono trasmessi e per ciascuno di essi (su ognuna delle reti *ethernet* attraversate) gli indirizzi contenuti nelle UI di livello 2 (*ethernet*) e 3 (IP o ARP)

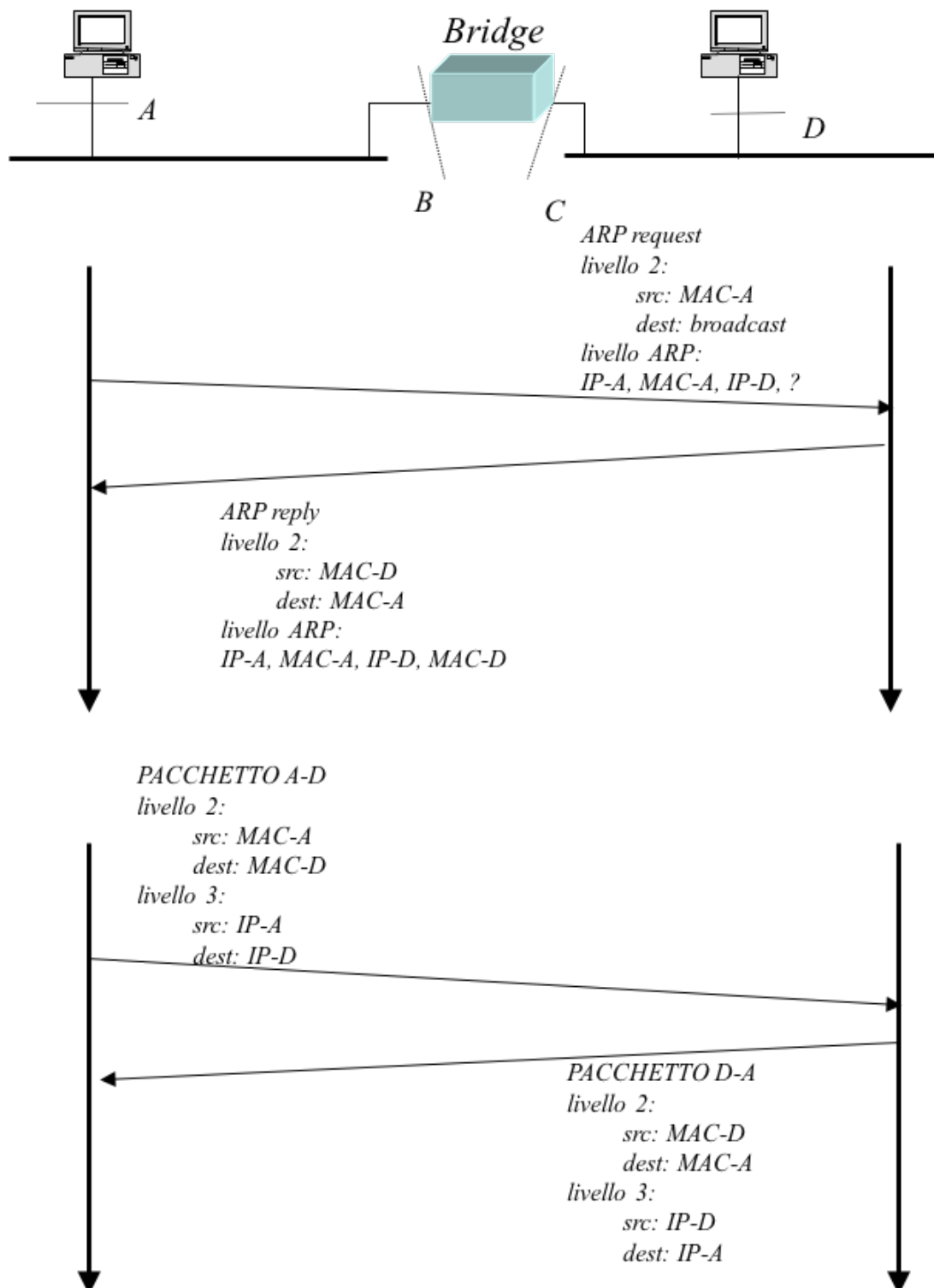
b) Si ripeta l'esercizio nel caso in cui il nodo al centro sia uno *switch* (bridge) e non un router.

a)





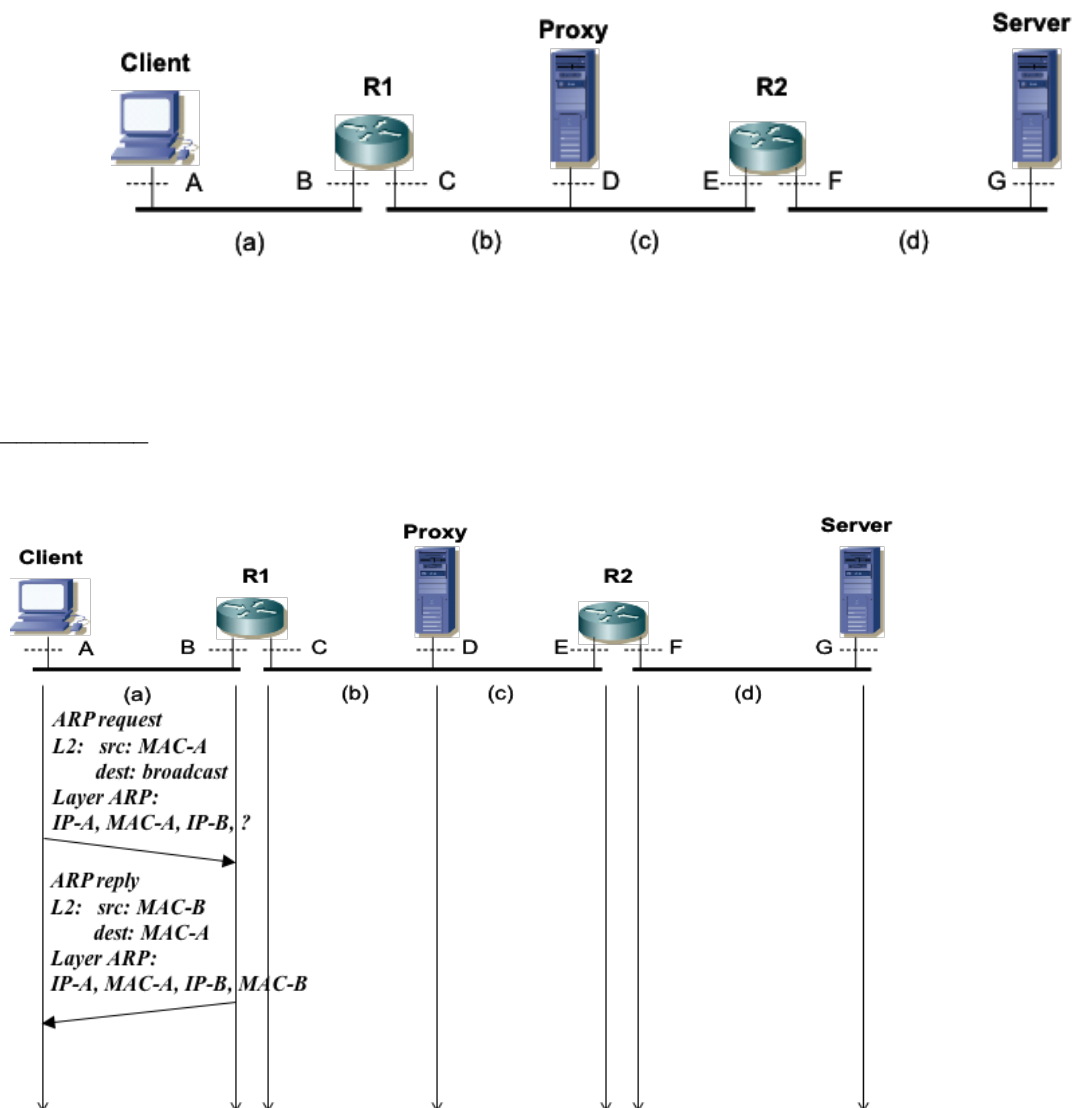
b)

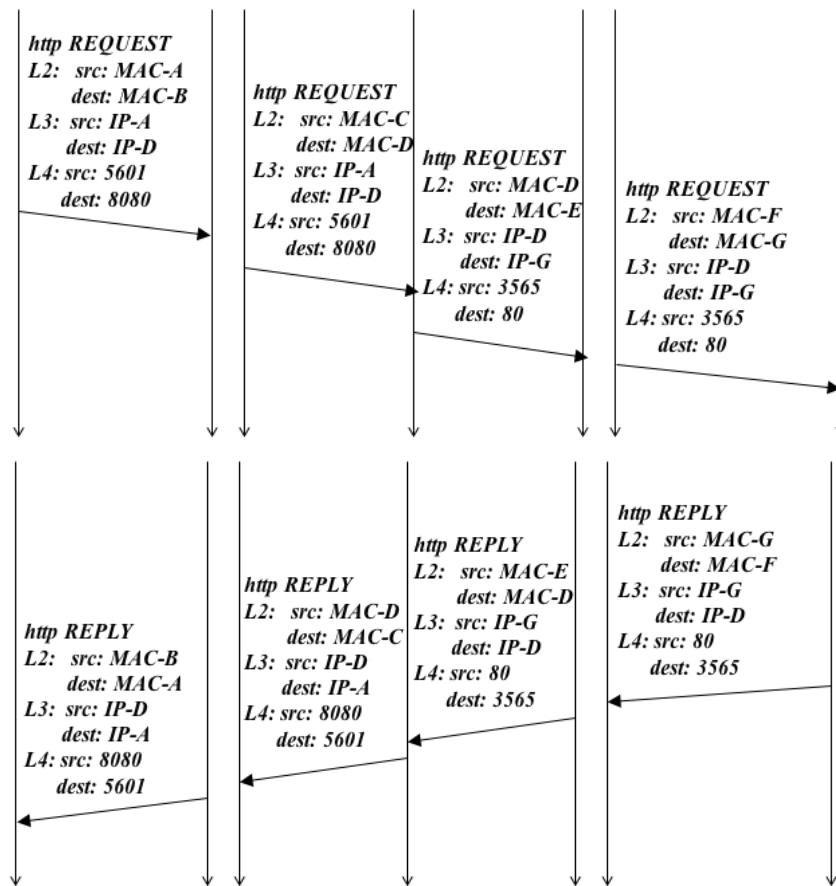


Esercizio 6.15 Inoltro livello linea/rete/applicativo

Si consideri la rete in figura dove le interfacce sono indicate con le lettere maiuscole e MAC-x e IP-x, $x=[A, B, C, D, E, F, G]$, sono gli indirizzi MAC e IP rispettivamente. Si assuma che la tabella ARP del *Client* sia vuota, mentre quelle degli altri nodi abbiano già tutte le righe necessarie. Nel *Client* c'è un http client con il Proxy configurato come http proxy. Il *Client* invia una richiesta al *Server* dove c'è un http server attivo; il *Server* successivamente risponde al *Client*. Si assuma che il proxy non abbia una copia valida del contenuto web richiesto dal *Client* e che le connessioni TCP necessarie siano già attive.

Si indichino graficamente i pacchetti trasmessi sulla rete sui segmenti (a), (b), (c) e (d) e per ciascuno di essi gli indirizzi/porte contenuti nelle UI di livello 2, 3, e 4 (si usi la porta 80 per il server http e la porta 8080 per il proxy).

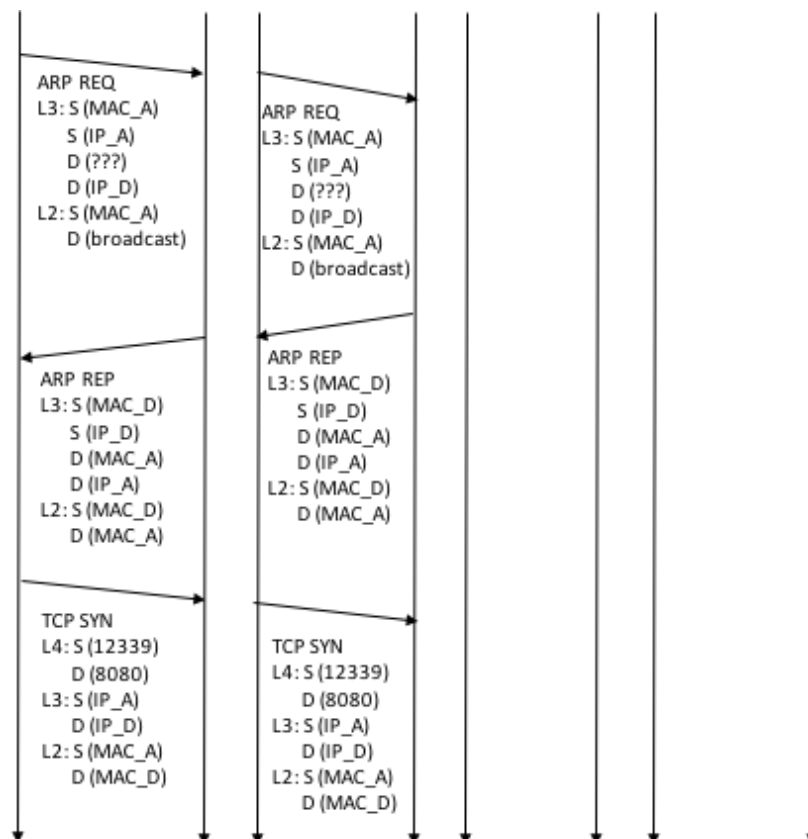
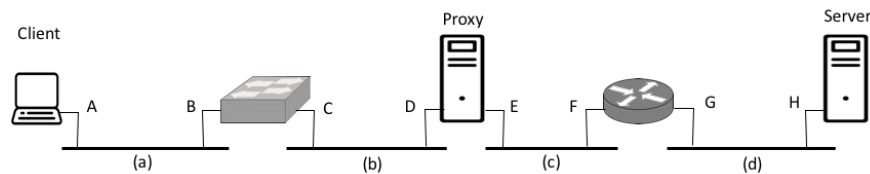


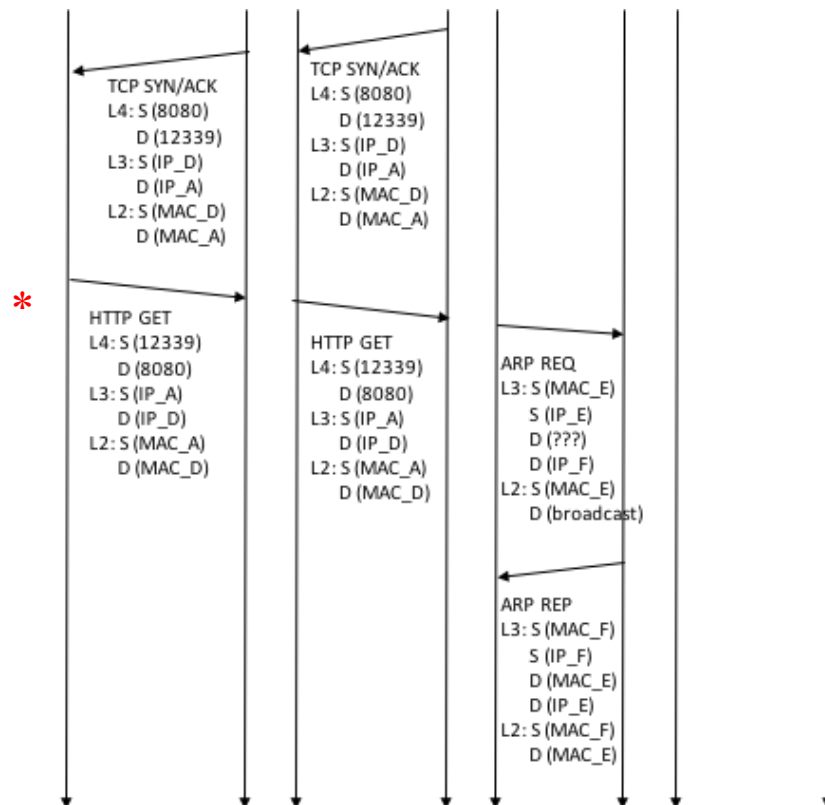


Esercizio 6.16 (I)

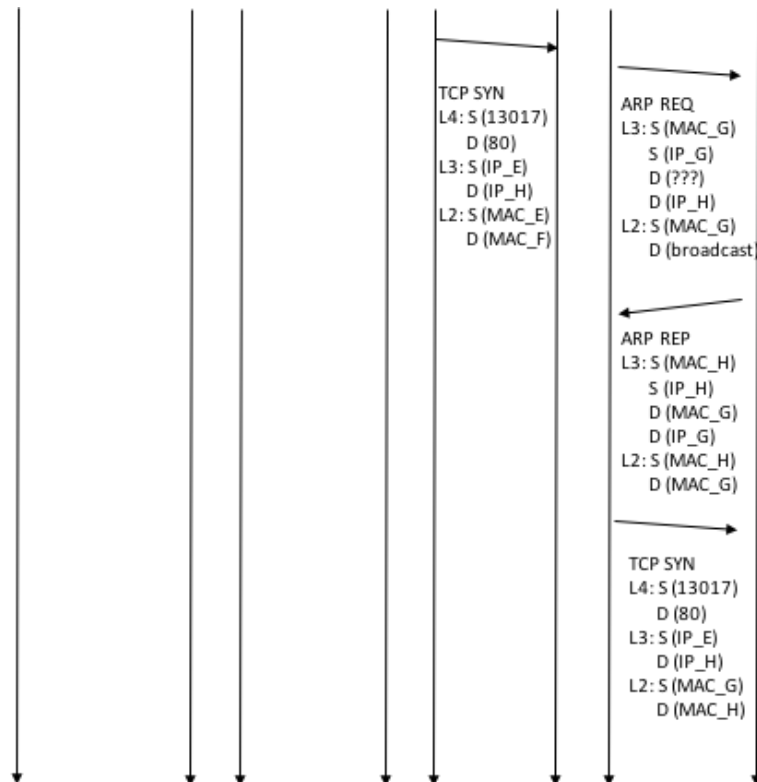
Si consideri la rete in figura, costituita da un Client, uno Switch, un Proxy, un Router e un Server. Le interfacce sono indicate con le lettere maiuscole e MAC-x e IP-x, $x=[A, B, C, D, E, F, G, H]$, sono gli indirizzi MAC e IP, rispettivamente. Nel Client c'è un http client con il Proxy configurato come http proxy. Il Client apre una connessione TCP con il Server e poi invia una richiesta al Server dove c'è un http server attivo; il Server successivamente risponde al Client. Si assuma che il proxy non abbia una copia valida del contenuto web richiesto dal Client. Si assuma che tutte le tabelle ARP siano inizialmente vuote.

Si indichino graficamente i pacchetti scambiati (ARP, TCP e HTTP) sulla rete sui segmenti (a), (b), (c) e (d) e per ciascuno di essi gli indirizzi/porte contenuti nelle PDU di livello 2, 3, e 4 (si usi la porta 80 per il server http e la porta 8080 per il proxy, e delle porte dinamiche per le porte client).



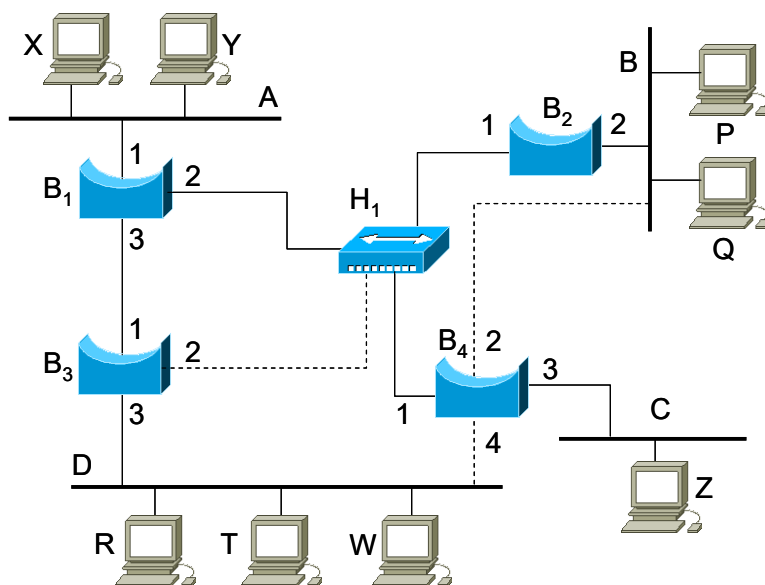


* Insieme alla GET http è trasportato l'ACK TCP che conclude l'apertura della connessione TCP Client-Proxy. In alternativa il client può inviare l'ACK in un ulteriore pacchetto prima della GET (gli indirizzi nei segmenti di rete (a) e (b) sarebbero gli stessi di quelli usati per la GET).



Esercizio 6.17

Si consideri la configurazione di reti LAN mostrata in figura che comprende 4 LAN (A, B, C, D), 4 bridge (B₁, B₂, B₃, B₄) e 1 hub (H₁). Lo spanning tree è evidenziato in figura con i collegamenti a tratto continuo; i collegamenti tratteggiati indicano le porte bloccate dei bridge



- a) Si vuole individuare lo stato della tabella di inoltri di tutti gli apparati di interconnessione (omettendo il campo età), ipotizzando che tutte le tabelle di inoltri siano inizialmente vuote e che siano state trasmesse con successo nell'ordine solo 9 trame con le seguenti coppie sorgente-destinazione (SA-DA): X-Y, Z-P, Q-X, R-T, P-Z, Y-R, W-X, Y-Z, P-Q (riportare nella parte in grigio l'identificatore dell'apparato e per ogni riga dove è specificata la coppia SA-DA trasmessa riportare il contenuto delle voci delle tabelle di inoltri che vengono a riempirsi).

ID									
X-Y									
Z-P									
Q-X									
R-T									
P-Z									
Y-R									
W-X									
Y-Z									
P-Q									

- b) Si consideri uno stato di rete in cui i terminali P, Z, W siano stati spostati connettendoli alle reti D, D, e C, rispettivamente. Inoltre viene attivata una nuova stazione K direttamente connessa ad una porta (prima libera) dell'hub H₁. Determinare il nuovo stato delle tabelle di inoltri ipotizzando che siano state trasmesse nell'ordine le altre 5 trame K-Z, Z-W, Z-P, P-X, K-Z, W-P, indicando esplicitamente quali delle voci già presenti sono state variate in seguito allo scambio delle nuove trame. Si specifichino quali di queste trame vengono eventualmente perse per mancato aggiornamento della tabelle di inoltri (nel caso venga persa una delle due trame K-Z, indicare se la prima, la seconda o entrambe).

ID								
K-Z								
Z-W								
Z-P								
P-X								
K-Z								
W-P								

a) N.B. Gli hub non hanno tabella di inoltro.

ID	B1		B2		B3		B4	
X-Y	X	1	X	1	X	1	X	1
Z-P	Z	2	Z	1	Z	1	Z	3
Q-X	Q	2	Q	2	-	-	Q	1
R-T	R	3	R	1	R	3	R	1
P-Z	P	2	P	2	-	-	P	1
Y-R	Y	1	-	-	Y	1	-	-
W-X	W	3	-	-	W	3	-	-
Y-Z	Y	1	Y	1	-	-	Y	1
P-Q	-	-	P	2	-	-	-	-

b)

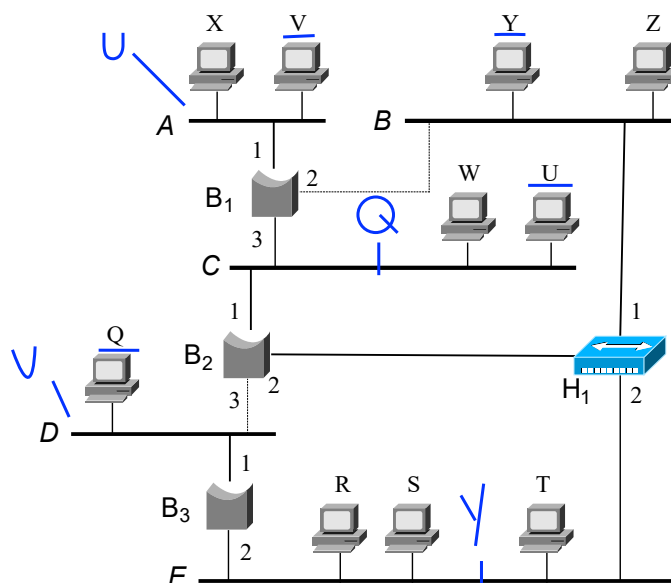
ID	B1		B2		B3		B4	
K-Z	K	2	K	1	-	-	K	1
Z-W	-	-	-	-	Z	1→3(*)	-	-
Z-P	Z	2→3(*)	Z	1	Z	3	Z	3→1(*)
P-X	P	2→3(*)	-	-	P	3	-	-
K-Z	K	2	K	1	K	1	K	1
W-P	W	3→2(*)	W	1	W	3→1(*)	W	3

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

Le trame non recapitate sono K-Z (solo la prima trama), Z-W.

Esercizio 6.18

Si consideri la configurazione di reti LAN mostrata in figura che comprende 5 LAN (A, B, C, D, E), 3 bridge (B₁, B₂, B₃) e 1 hub (H₁). Lo spanning tree è evidenziato in figura con i collegamenti a tratto continuo; i collegamenti tratteggiati indicano le porte bloccate dei bridge.



- a) Si vuole individuare lo stato della tabella di inoltri di tutti gli apparati di interconnessione (omettendo il campo età), ipotizzando che tutte le tabelle di inoltri siano inizialmente vuote e che siano state trasmesse con successo nell'ordine solo 9 trame con le seguenti coppie di MAC sorgente-destinazione (SA-DA): Q-Y, Q-T, T-Y, Y-T, V-Q, U-Y, X-V, R-Q, W-X (riportare nella parte in grigio l'identificatore dell'apparato e per ogni riga dove è specificata la coppia SA-DA trasmessa riportare il contenuto delle voci delle tabelle di inoltri che vengono a riempirsi).

ID									
Q-Y									
Q-T									
T-Y									
Y-T									
V-Q									
U-Y									
X-V									
R-Q									
W-X									

- b) Si consideri uno stato di rete in cui i terminali Q, U, V, Y siano stati spostati connettendoli alle reti C, A, D e E, rispettivamente. Determinare il nuovo stato delle tabelle di inoltri ipotizzando che siano state trasmesse nell'ordine le altre 5 trame S-Q, V-W, Q-Y, Z-V, Y-U, indicando esplicitamente quali delle voci già presenti sono state variate in seguito allo scambio delle nuove trame. Si specifichino quali di queste trame vengono eventualmente perse per mancato aggiornamento della tabelle di inoltri.

S-Q								
V-W								
Q-Y								
Z-V								
Y-U								

a) N.B. Gli HUB non sono dotati di tabella di inoltro.

ID	B1		B2		B3			
Q-Y	Q	3	Q	2	Q	1		
Q-T	Q	3	Q	2	Q	1		
T-Y	T	3	T	2	T	2		
Y-T			Y	2	Y	2		
V-Q	V	1	V	1	V	2		
U-Y	U	3	U	1	U	2		
X-V	X	1						
R-Q			R	2	R	2		
W-X	W	3	W	1	W	2		

b)

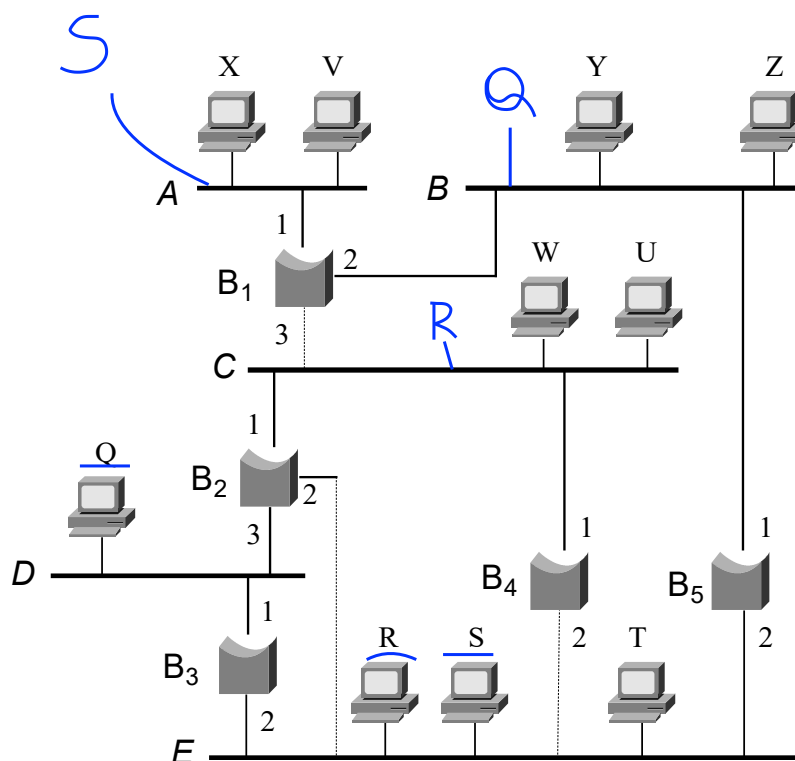
ID	B1		B2		B3			
S-Q			S	2	S	2		
V-W	V	1→3 (*)	V	1→2 (*)	V	2→1 (*)		
Q-Y	Q	3	Q	2→1 (*)	Q	1→2 (*)		
Z-V			Z	2	Z	2		
Y-U	Y	3	Y	2	Y	2		

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

Le trame non recapitate sono S-Q e Y-U.

Esercizio 6.19

Si consideri la configurazione di reti LAN mostrata in figura che evidenzia lo spanning tree con i collegamenti a tratto continuo; i collegamenti tratteggiati indicano le porte bloccate dei bridge.



- a) Si vuole individuare lo stato della tabella di inoltri dei bridge B_1 , B_2 , B_3 , B_4 , B_5 , (omettendo il campo età), ipotizzando che tutte le tabelle di inoltri siano inizialmente vuote e che siano state trasmesse con successo nell'ordine solo 9 trame con le seguenti coppie di MAC sorgente-destinazione (SA-DA): Q-X, T-U, R-Q, Q-R, W-Y, W-X, Y-R, Z-X, V-Q.

ID									
Q-X									
T-U									
R-Q									
Q-R									
W-Y									
W-X									
Y-R									
Z-X									
V-Q									

- b) Dopo avere spostato i terminali Q, R e S connettendoli alle reti B, C e A, rispettivamente, determinare il nuovo stato delle tabelle di inoltri ipotizzando che siano state trasmesse le altre 5 trame R-W, S-Y, V-Q, X-R, T-Q, indicando esplicitamente quali delle voci già presenti sono state variate in seguito allo scambio delle nuove trame. Si specifichino quali di queste trame vengono eventualmente perse per mancato aggiornamento della tabelle di inoltri.

ID										
R-W										
S-Y										
V-Q										
X-R										
T-Q										

a)

ID	B1		B2		B3		B4		B5	
Q-X	Q	2	Q	3	Q	1	Q	1	Q	2
T-U	T	2	T	3	T	2	T	1	T	2
R-Q	-	-	R	3	R	2	-	-	R	2
Q-R	-	-	Q	3	Q	1	-	-	Q	2
W-Y	W	2	W	1	W	1	W	1	W	2
W-X	W	2	W	1	W	1	W	1	W	2
Y-R	Y	2	-	-	Y	2	-	-	Y	1
Z-X	Z	2	Z	3	Z	2	Z	1	Z	1
V-Q	V	1	V	3	V	2	-	-	V	1

b)

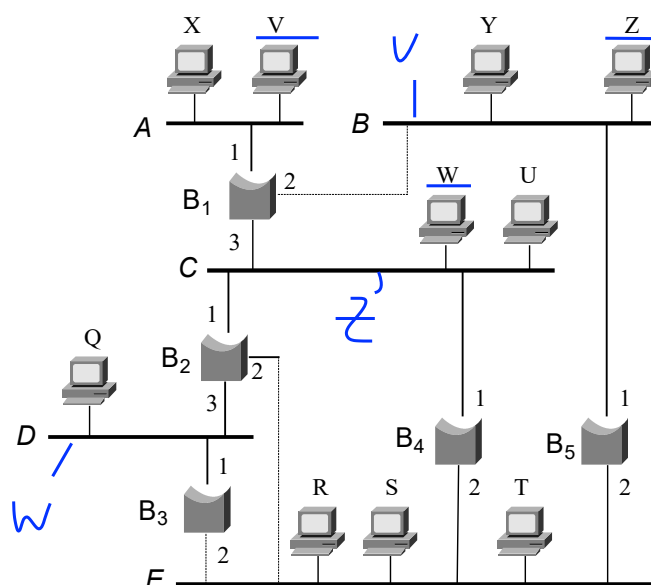
ID	B1		B2		B3		B4		B5	
R-W	-	-	R	3 → 1 (*)	-	-	R	1	-	-
S-Y	S	1	-	-	-	-	-	-	S	1
V-Q	V	1	V	3	V	2	-	-	V	1
X-R	X	1	-	-	X	2	-	-	X	1
T-Q	-	-	T	3	T	2	-	-	T	2

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

La trama T-Q non viene ricevuta da Q, la trama X-R non viene ricevuta da R.

Esercizio 6.20

Si consideri la configurazione di reti LAN mostrata in figura che evidenzia lo spanning tree con i collegamenti a tratto continuo; i collegamenti tratteggiati indicano le porte bloccate dei bridge.



- a) Si vuole individuare lo stato della tabella di inoltri dei bridge B_1, B_2, B_3, B_4, B_5 (omettendo il campo età), ipotizzando che tutte le tabelle di inoltri siano inizialmente vuote e che siano state trasmesse con successo nell'ordine solo 9 trame con le seguenti coppie di MAC sorgente-destinazione (SA-DA): Q-Y, T-R, R-Q, Q-T, W-Y, V-S, Y-R, Z-X, Q-T.

ID									
Q-Y									
T-R									
R-Q									
Q-T									
W-Y									
V-S									
Y-R									
Z-X									
Q-T									

- b) Dopo avere spostato i terminali V, W e Z connettendoli alle reti B, D e C, rispettivamente, determinare il nuovo stato delle tabelle di inoltri ipotizzando che siano state trasmesse le altre 5 trame R-W, Q-Z, V-Z, X-R, W-V, indicando esplicitamente quali delle voci già presenti sono state variate in seguito allo scambio delle nuove trame. Si specifichino quali di queste trame vengono eventualmente perse per mancato aggiornamento della tabelle di inoltri

ID									
R-W									
Q-Z									
V-Z									
X-R									
W-V									

a)

ID	B1		B2		B3		B4		B5	
Q-Y	Q	3	Q	3	Q	1	Q	1	Q	2
T-R	T	3	T	1	T	1	T	2	T	2
R-Q	R	3	R	1	R	1	R	2	R	2
Q-T	Q	3	Q	3	Q	1	Q	1	Q	2
W-Y	W	3	W	1	W	1	W	1	W	2
V-S	V	1	V	1	V	1	V	1	V	2
Y-R	-	-	-	-	-	-	Y	2	Y	1
Z-X	Z	3	Z	1	Z	1	Z	2	Z	1
Q-T	Q	3	Q	3	Q	1	Q	1	Q	2

b)

ID	B1		B2		B3		B4		B5	
R-W	R	3	R	1	-	-	R	2	R	2
Q-Z	Q	3	Q	3	Q	1	Q	1	Q	2
V-Z	-	-	-	-	-	-	-	-	V	2→1 (*)
X-R	X	1	X	1	-	-	X	1	X	2
W-V	W	3	W	1→3 (*)	W	1	W	1	-	-

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

Le trame R-W, V-Z, W-V non vengono recapitate.