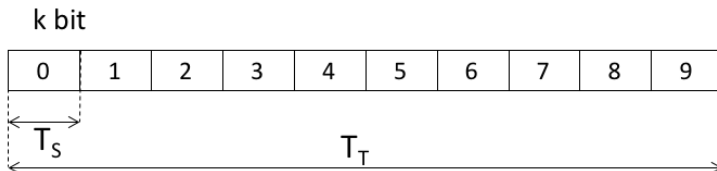


5. Esercizi sul Livello di Linea e Reti Locali

5.1. Esercizio – TDM

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 $V=64$ [kb/s], si dica quale è la velocità W , la durata T_T della trama di moltiplicazione e quella T_S dello slot..



Soluzione

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 .

$$T_T = \frac{k}{V} = \frac{128 \text{ [bit]}}{64 \cdot 10^3 \left[\frac{\text{bit}}{\text{s}}\right]} = 2 \text{ [ms]}$$

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

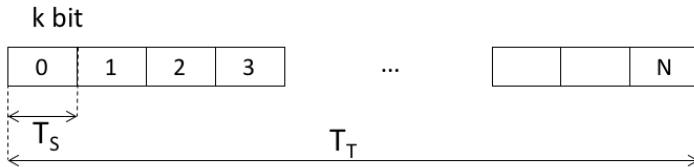
$$W = V \cdot N = 64 \left[\frac{\text{kb}}{\text{s}}\right] \cdot 10 = 640 \text{ kb/s}$$

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:

$$T_S = \frac{k}{W} = \frac{128 \text{ [bit]}}{640 \cdot 10^3 \left[\frac{\text{kb}}{\text{s}}\right]} = 200 \text{ [\mu s]}$$

5.2. Esercizio – TDM

Un sistema di moltiplicazione TDM utilizza una velocità di multiplex $W=2,048$ [Mb/s] e $k=8$ [bit] per slot. Assumendo una velocità di ciascun canale pari a $V=64$ [kb/s], calcolare il numero di canali N , la lunghezza di trama T_T , e la lunghezza dello slot T_S .



Soluzione

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

$$N = \frac{W}{V} = \frac{2048[\frac{kb}{s}]}{64[\frac{kb}{s}]} = 32$$

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 .

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

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:

$$T_S = \frac{T_T}{N} = \frac{k}{W} = \frac{125[us]}{32} \cong 3,90 [\mu s]$$

5.3. Esercizio –TDM (tema d'esame 8 Luglio 2016)

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

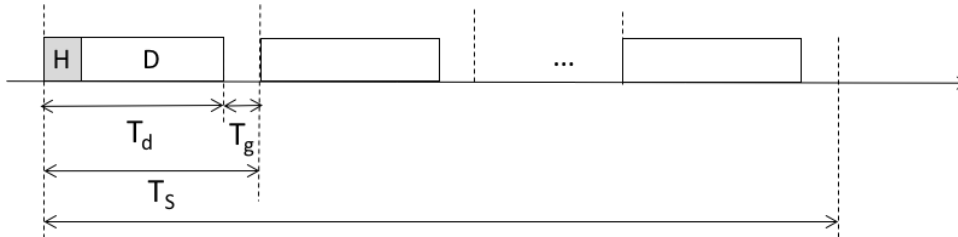
Soluzione

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 rate uguale al rate con cui il tributario “porta” i bit al moltiplicatore; da cui si ha: $T_T=62,5$ [us].

Il rate W è definito come: $W=k/T_s=2,56$ [Mb/s]. Il numero massimo di tributari è pari al rate complessivo del moltiplicatore diviso per il rate del singolo tributario: $N= W/r=20$.

5.4. Esercizio - TDMA

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.



Soluzione

La dimensione di uno slot (in bit) è:

$$k = H + D = 200 \text{ [bit]}$$

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

$$T_s = \frac{T_T}{N} = \frac{10[\text{ms}]}{10} = 1 \text{ [ms]}$$

Il tempo di trasmissione della parte dati dello slot è dato dal tempo di slot meno il tempo di guardia:

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

La velocità del flusso multiplexato è data dalla dimensione (in bit) della parte dati dello slot divisa per il tempo necessario per il suo invio:

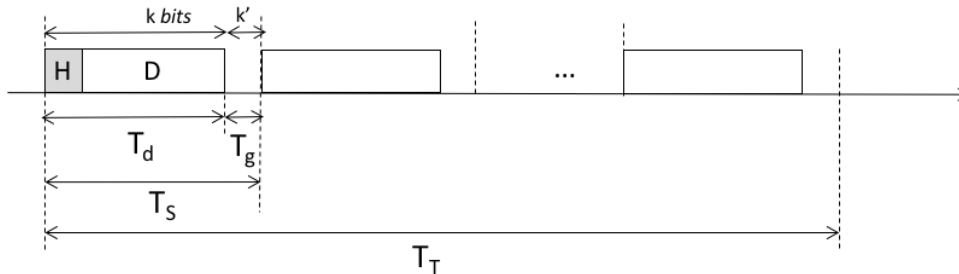
$$W = \frac{k}{T_d} = \frac{200[\text{bit}]}{0,8[\text{ms}]} = 250 \left[\frac{\text{kb}}{\text{s}} \right]$$

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

$$V = \frac{D}{T_T} = \frac{180[\text{bit}]}{10[\text{ms}]} = 18 \left[\frac{\text{kb}}{\text{s}} \right]$$

5.5. Esercizio - TDMA

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.



Soluzione

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

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

Il numero di bit complessivo (*overhead* + dati + guardia) è:

$$k_{TOT} = k + k' = 156,25 [\text{bit}]$$

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

$$T_s = \frac{T_T}{N} = \frac{4,615 [\text{ms}]}{8} = 577 [\mu\text{s}]$$

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

$$W = \frac{k_{TOT}}{T_s} = \frac{156,25 [\text{bit}]}{0,577 [\mu\text{s}]} = 270,8 \left[\frac{\text{kb}}{\text{s}} \right]$$

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

$$V = \frac{D}{T_T} = \frac{114 [\text{bit}]}{4,615 [\text{ms}]} = 24,70 \left[\frac{\text{kb}}{\text{s}} \right]$$

Si noti che nel calcolo sono stati considerati 114 [bit] al numeratore (senza i bit di guardia) perché questo è lo “spazio” che può essere usato per “ospitare” informazione (*overhead* + dati).

5.6. Esercizio (tema d'esame 13 Febbraio 2017)

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

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

Soluzione

$$1) n = (10 [\mu s] - 2[\mu s]) \cdot 1 \left[\frac{\text{Mbit}}{\text{s}} \right] = 8 [\text{bit}]$$

$$2) r = \frac{8 [\text{bit}]}{8 \cdot 10 [\mu s]} = 100 [\text{kbit/s}]$$

5.1. Esercizio – Accesso multiplo casuale

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.

Soluzione

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: $S = 1,649/4 = 0,412$

5.2. Esercizio – Accesso multiplo casuale

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 = $5 [\mu s/Km]$). Assumendo che il rapporto tra il tempo di propagazione e di trasmissione debba essere inferiore a 1 per l'efficienza del sistema, si calcoli la distanza massima tra le stazioni nei seguenti casi:

1. $R=10[Mb/s]$, $L=1000[bit]$
2. $R=100[Mb/s]$, $L=1000[bit]$
3. $R=1[Gb/s]$, $L= 1000 [bit]$
4. $R=1[Gb/s]$, $L= 1000 [byte]$

Soluzione

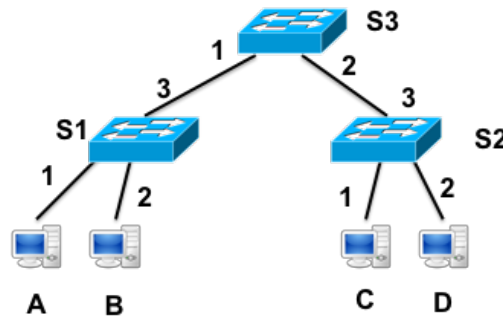
1. $R=10[Mb/s]$, $L=1000[bit]$, da cui si ha che il tempo di trasmissione di un pacchetto è: $T=1[ms]$. Chiamando D la lunghezza massima consentita per la LAN, si ha:
 $5[\mu s/Km] D = 1[ms]$, da cui $D=200[Km]$
2. $R=100[Mb/s]$, $L=1000[bit]$, da cui si ha che il tempo di trasmissione di un pacchetto è: $T=100 [\mu s]$. Chiamando D la lunghezza massima consentita per la LAN, si ha:
 $5[\mu s/Km] D = 100[\mu s]$, da cui $D=20[Km]$
3. $R=1[Gb/s]$, $L= 1000 [bit]$, da cui si ha che il tempo di trasmissione di un pacchetto è: $T=10 [\mu s]$. Chiamando D la lunghezza massima consentita per la LAN, si ha:
 $5[\mu s/Km] D = 10[\mu s]$, da cui $D=2[Km]$
4. $R=1[Gb/s]$, $L= 1000 [byte]$, da cui si ha che il tempo di trasmissione di un pacchetto è: $T=80 [\mu s]$. Chiamando D la lunghezza massima consentita per la LAN, si ha:
 $5[\mu s/Km] D = 80[\mu s]$, da cui $D=16[Km]$

5.3. Esercizio – MAC Learning

Si consideri la LAN in figura con le stazioni A, B, C, e D (indirizzi MAC.A, MAC.B, MAC.C, e MAC.D, rispettivamente) e switch S1, S2, e S3 (i numeri di porta sono indicati in figura). Le tabelle di inoltro sono inizialmente vuote. Una sequenza di 4 trame è scambiata da A e C (F1: A-to-C, F2: C-to-A, F3: A-to-C, F4:C-to-A).

a) Si indichi come gli switch inoltrano ciascuna trama e il contenuto delle tabelle di inoltro dopo ogni inoltro.

b) Quali trame sono ricevute anche da B e D? Cosa fanno B e D con le trame ricevute?



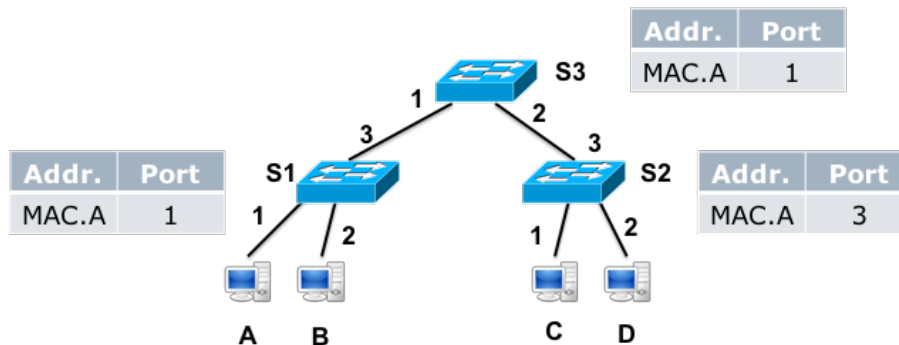
Soluzione

a)

Trama F1: A-to-C

- La trama è ricevuta da S1 sulla porta 1; lo switch ha la tabella di forwarding vuota quindi inoltra la trama su tutte le porte tranne quella da cui ha ricevuto la trama stessa; la trama è inoltrata sulle porte 2 e 3; S1 aggiunge una riga alla tabella di inoltro: (MAC.A, porta 1).
- La trama è ricevuta da S3 sulla porta 1; lo switch ha la tabella di forwarding vuota quindi inoltra la trama su tutte le porte tranne quella da cui ha ricevuto la trama stessa; la trama è inoltrata sulla porta 2; S3 aggiunge una riga alla tabella di inoltro: (MAC.A, port 1).
- La trama è ricevuta da S2 sulla porta 3; lo switch ha la tabella di forwarding vuota quindi inoltra la trama su tutte le porte tranne quella da cui ha ricevuto la trama stessa; la trama è inoltrata sulle porte 1 e 2; S2 aggiunge una riga alla tabella di inoltro: (MAC.A, port 3).

Lo stato delle tabelle di forwarding dopo l’invio delle prima trama è mostrato nella figura qui sotto.



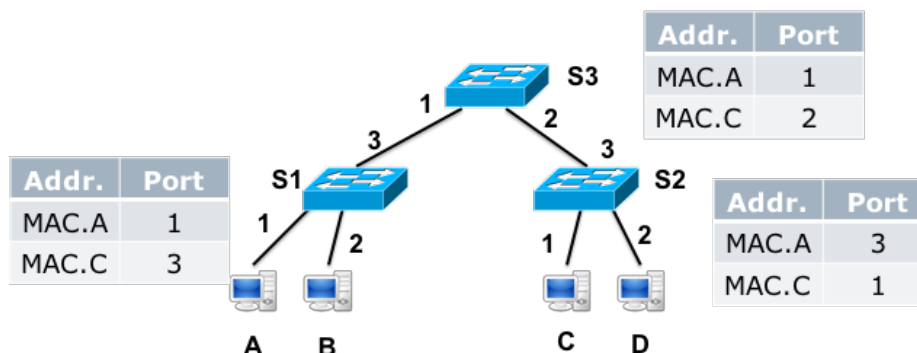
Trama F2: C-to-A

- La trama è ricevuta da S2 sulla porta 1; la tabella di forwarding delle switch include una riga sulla destinazione della trama (A) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 3);

la trama è inoltrata attraverso la porta 3; S2 aggiunge una riga alla tabella di inoltro: (MAC.C, port 1)

- La trama è ricevuta da S3 sulla porta 2; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (A) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 1); la trama è inoltrata attraverso la porta 1; S3 aggiunge una riga alla tabella di inoltro: (MAC.C, port 2)
- La trama è ricevuta da S1 sulla porta 3; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (A) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 1); la trama è inoltrata attraverso porta 1; S1 aggiunge una riga alla tabella di inoltro: (MAC.C, port 3)

Lo stato delle tabelle di *forwarding* dopo l'invio delle seconda trama è mostrato nella figura qui sotto.



F3: A-to-C

- La trama è ricevuta da S1 sulla porta 1; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (C) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 3); la trama è inoltrata attraverso la porta 3; la tabella di *forwarding* non cambia; eventualmente viene azzerato il *timer* di validità della riga della tabella di *forwarding* che si riferisce alla destinazione A.
- La trama è ricevuta da S3 sulla porta 1; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (C) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 2); la trama è inoltrata attraverso la porta 2; la tabella di *forwarding* non cambia; eventualmente viene azzerato il *timer* di validità della riga della tabella di *forwarding* che si riferisce alla destinazione A.
- La trama è ricevuta da S2 sulla porta 3; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (C) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 1); la trama è inoltrata attraverso la porta 1; la tabella di *forwarding* non cambia; eventualmente viene azzerato il *timer* di validità della riga della tabella di *forwarding* che si riferisce alla destinazione A.

F4: C-to-A

- La trama è ricevuta da S2 sulla porta 1; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (A) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 3); la trama è inoltrata attraverso la porta 3; la tabella di *forwarding* non cambia; eventualmente viene azzerato il *timer* di validità della riga della tabella di *forwarding* che si riferisce alla destinazione A.
- La trama è ricevuta da S3 sulla porta 2; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (A) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 1); la trama è inoltrata attraverso la porta 1; la tabella di *forwarding* non cambia; eventualmente viene azzerato il *timer* di validità della riga della tabella di *forwarding* che si riferisce alla destinazione A.

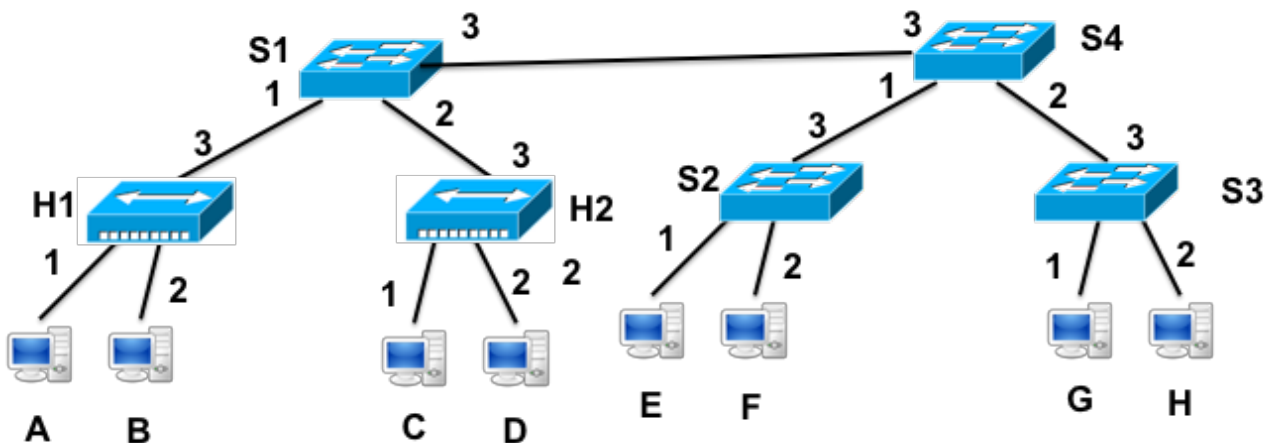
- La trama è ricevuta da S1 sulla porta 3; la tabella di *forwarding* delle *switch* include una riga sulla destinazione della trama (A) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 1); la trama è inoltrata attraverso la porta 1; la tabella di *forwarding* non cambia; eventualmente viene azzerato il *timer* di validità della riga della tabella di *forwarding* che si riferisce alla destinazione A.

b) Gli *host* B e D ricevono entrambe una copia della trama F1. Essendo la trama F1 non destinata né a B né a D, sia B che D scartano la trama. In dettaglio, B (e D) controllano l'indirizzo MAC di destinazione della trama F1 ricevuta, e, verificato che questo non corrisponde al loro indirizzo locale, scartano la trama.

5.4.Esercizio – MAC Learning

Si consideri la LAN in figura con le stazioni A, B, ..., H (con indirizzi MAC.x, x=A,B, ..., H, rispettivamente), switch S1, S2, S3 e S4, e hub H1 e H2 (I numeri di porta per switch e hub sono indicate in figura). Le tabelle di inoltro sono inizialmente complete con tutte le righe corrispondenti alle stazioni della rete. Una sequenza di 3 trame è scambiata nella rete: F1: A-to-Broadcast; F2: H-to-A, F3: A-to-H.

- a) Si indichi come gli switch inoltrano ciascuna trama e il contenuto delle tabelle di inoltro dopo ogni inoltro.
- b) Si indichino gli indirizzi di sorgente e destinazione dei pacchetti che viaggiano tra S1 e S4.
- c) Si indichino quali pacchetti sono ricevuti dalle stazioni B e G.



Soluzione

a)

F1: A-to-Broadcast

La trama è ricevuta da S1 attraverso la porta 1; la trama ha indirizzo di destinazione *broadcast* quindi lo switch la inoltra attraverso tutte le porte tranne quella da cui l’ha ricevuta; la trama è inoltrata sulle porte 2 e 3.

La trama è ricevuta da S4 attraverso la porta 3; la trama ha indirizzo di destinazione *broadcast* quindi lo switch la inoltra attraverso tutte le porte tranne quella da cui l’ha ricevuta; la trama è inoltrata sulle porte 1 e 2.

La trama è ricevuta da S2 sulla porta 3; la trama ha indirizzo di destinazione *broadcast* quindi lo switch la inoltra attraverso tutte le porte tranne quella da cui l’ha ricevuta; la trama è inoltrata sulle porte 1 e 2.

La trama è ricevuta da S3 sulla porta 3; la trama ha indirizzo di destinazione *broadcast* quindi lo switch la inoltra attraverso tutte le porte tranne quella da cui l’ha ricevuta; la trama è inoltrata sulle porte 1 e 2.

Le tabelle di inoltro di tutti gli switch non cambiano a valle della ricezione della trama; eventualmente viene azzerato il timer di validità della riga della tabella di inoltro in ogni switch che si riferisce alla destinazione A.

F2: H-to-A:

La trama è ricevuta da S3 attraverso la porta 2; la tabella di *forwarding* dello switch include una riga sulla destinazione della trama (A) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 3); la trama è inoltrata attraverso la porta 3.

La trama è ricevuta da S4 attraverso la porta 2; la tabella di *forwarding* dello switch include una riga sulla destinazione della trama (A) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 3); la trama è inoltrata attraverso la porta 3.

La trama è ricevuta da S1 attraverso la porta 3 la tabella di *forwarding* dello switch include una riga sulla destinazione della trama (A) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 1); la trama è inoltrata attraverso la porta 1.

Le tabelle di inoltro di tutti gli *switch* non cambiano a valle della ricezione della trama; eventualmente viene azzerato il timer di validità della riga della tabella di inoltro in ogni *switch* che si riferisce alla destinazione H.

F3: A-to-H:

La trama è ricevuta da S1 sulla porta 1; la tabella di *forwarding* dello switch include una riga sulla destinazione della trama (H) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 3); la trama è inoltrata attraverso la porta 3.

La trama è ricevuta da S4 attraverso la porta 3; la tabella di *forwarding* dello switch include una riga sulla destinazione della trama (H) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 2); la trama è inoltrata attraverso la porta 2.

La trama è ricevuta da S3 sulla porta 3; la tabella di *forwarding* dello switch include una riga sulla destinazione della trama (H) e sulla relativa porta da usare per raggiungerla (porta 2); la trama è inoltrata attraverso la porta 2.

Le tabelle di inoltro di tutti gli *switch* non cambiano a valle della ricezione della trama; eventualmente viene azzerato il timer di validità della riga della tabella di inoltro in ogni *switch* che si riferisce alla destinazione A.

b)

Sul link S1-S4: gli indirizzi MAC di sorgente e destinazione sono quelli delle trame originali. Gli *switch* **NON modificano** gli indirizzi MAC delle trame che ricevono/trasmettono. Quindi:

- F1: Sorgente=MAC.A; Destinazione=Broadcast
- F2: Sorgente =MAC.H; Destinazione =MAC.A
- F3: Sorgente =MAC.A; Destinazione = MAC.H

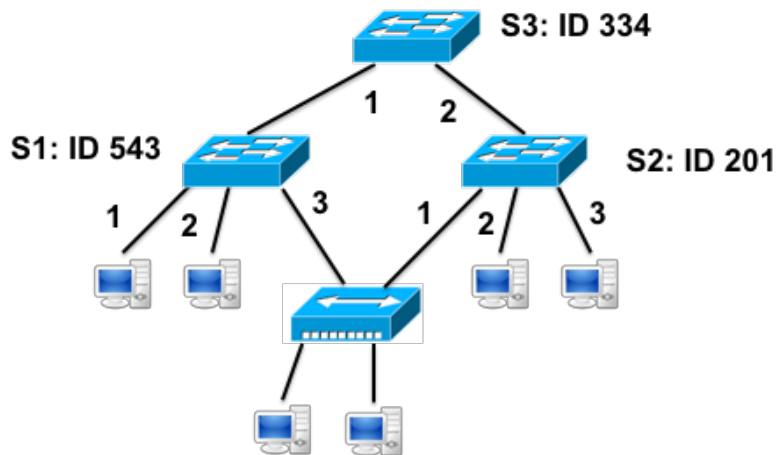
c)

La stazione B riceve F1 (perché trama *broadcast*) e F3 (perché B fa parte dello stesso dominio di collisione della destinazione di F3, A; B ed A sono collegate allo *switch* 1 attraverso un *hub* che ritrasmette su tutte le sue uscite ogni trama che riceve)

Stazione G riceve solo F1 (perché trama *broadcast*)

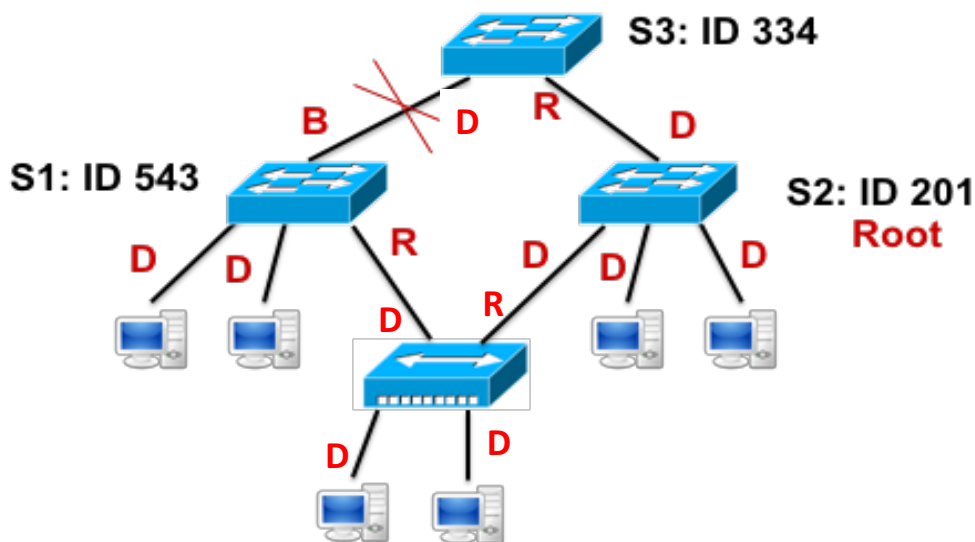
5.5. Esercizio – STP

Si consideri la LAN in figura. Lo *Spanning Tree Protocol* (STP) è attivo tra gli *switch*. La metrica per il calcolo del *Root Path Cost* è la stessa per tutte le porte. Si indichi quale *switch* è eletto *Root*, quali porte sono Bloccate (B), e quali porte sono Designate (D).



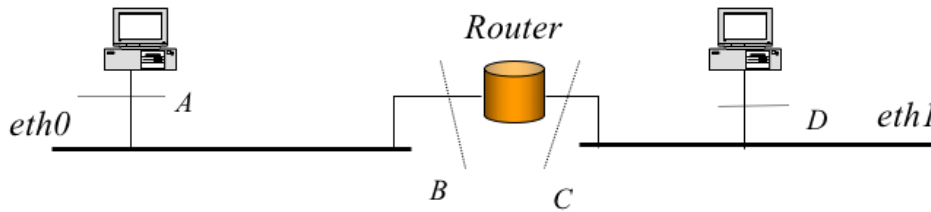
Soluzione

La figura mostra la “soluzione” a convergenza del protocollo di *spanning tree*. S2 viene eletto *root* perché ha ID più basso (convenzione dell’STP). Le porte di *root* sono quelle attraverso cui ogni *switch* raggiunge il *root* con il percorso più corto. Per ogni segmento di LAN, la porta designata è la porta che consente alle stazioni attestata sullo stesso segmento di LAN di raggiungere il *root* con il percorso più corto. Tutte le porte che non sono né *root* (R), né *designate* (D), sono porte bloccate (B).



5.6. Esercizio – Inoltro livello linea/rete/applicativo

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



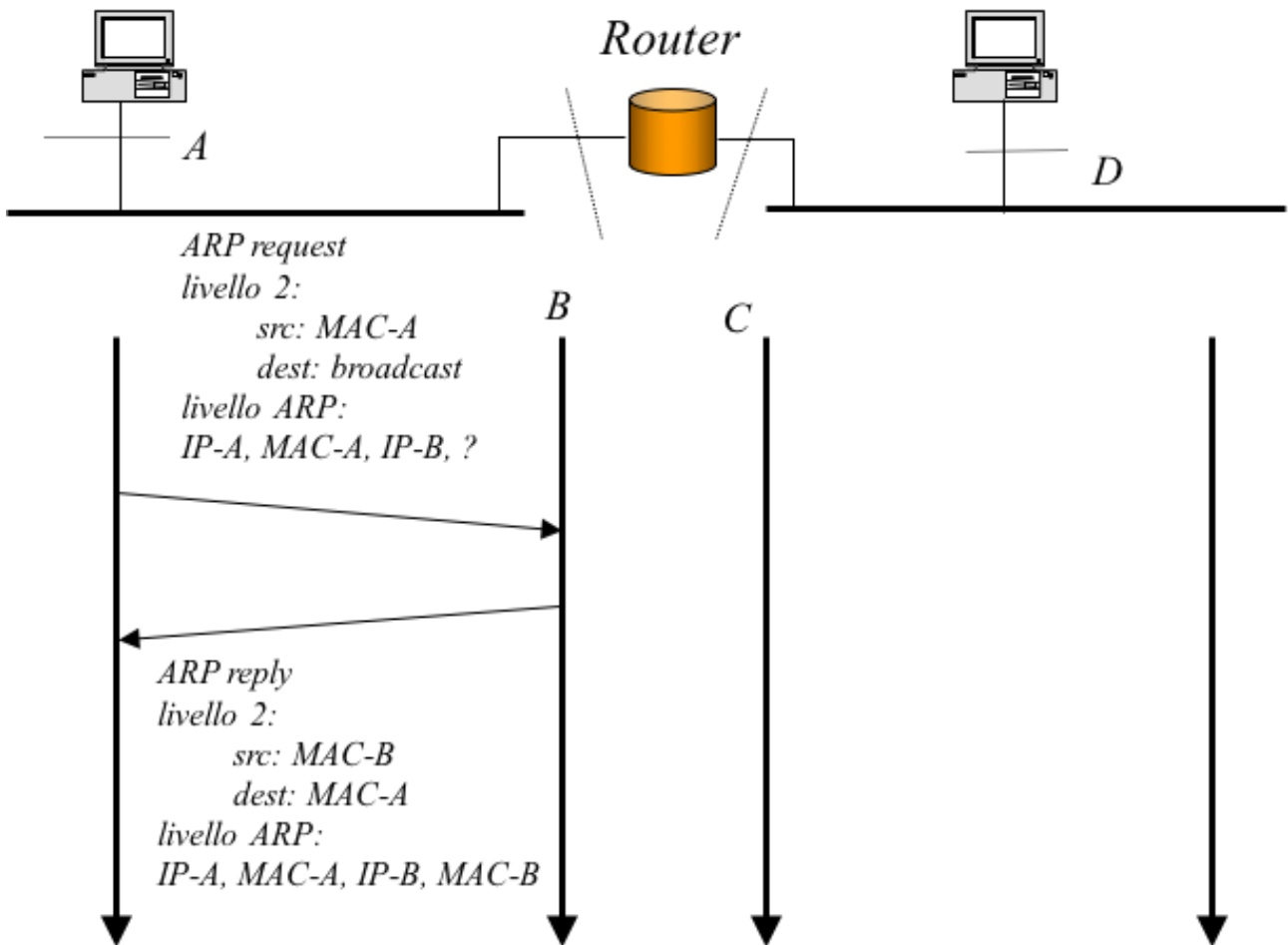
Si indichino con IP-x e MAC-x, con $x=[A,B,C,D]$, gli indirizzi IP e ethernet delle interfacce. Si supponga che le tabelle ARP di A, di D e del router siano vuote. L'host A deve inviare un pacchetto IP verso l'indirizzo IP-D. Ricevuto il pacchetto l'host D deve inviare un pacchetto di risposta verso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

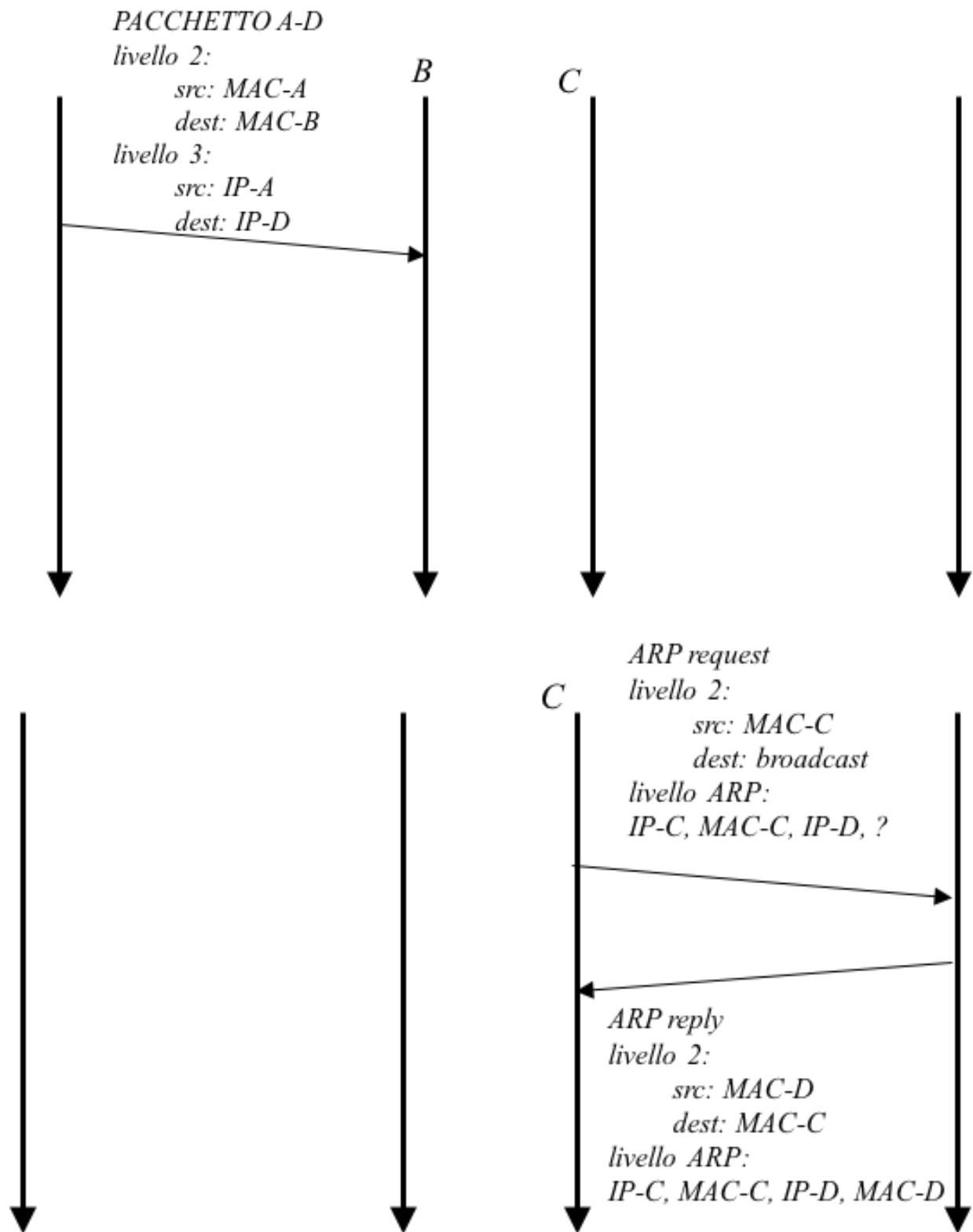
a) Si indichino graficamente i pacchetti che vengono trasmessi e per ciascuno di essi (su ognuna delle reti ethernet attraversate) gli indirizzi contenuti nelle PDU di livello 2 (ethernet) e 3 (IP o ARP)

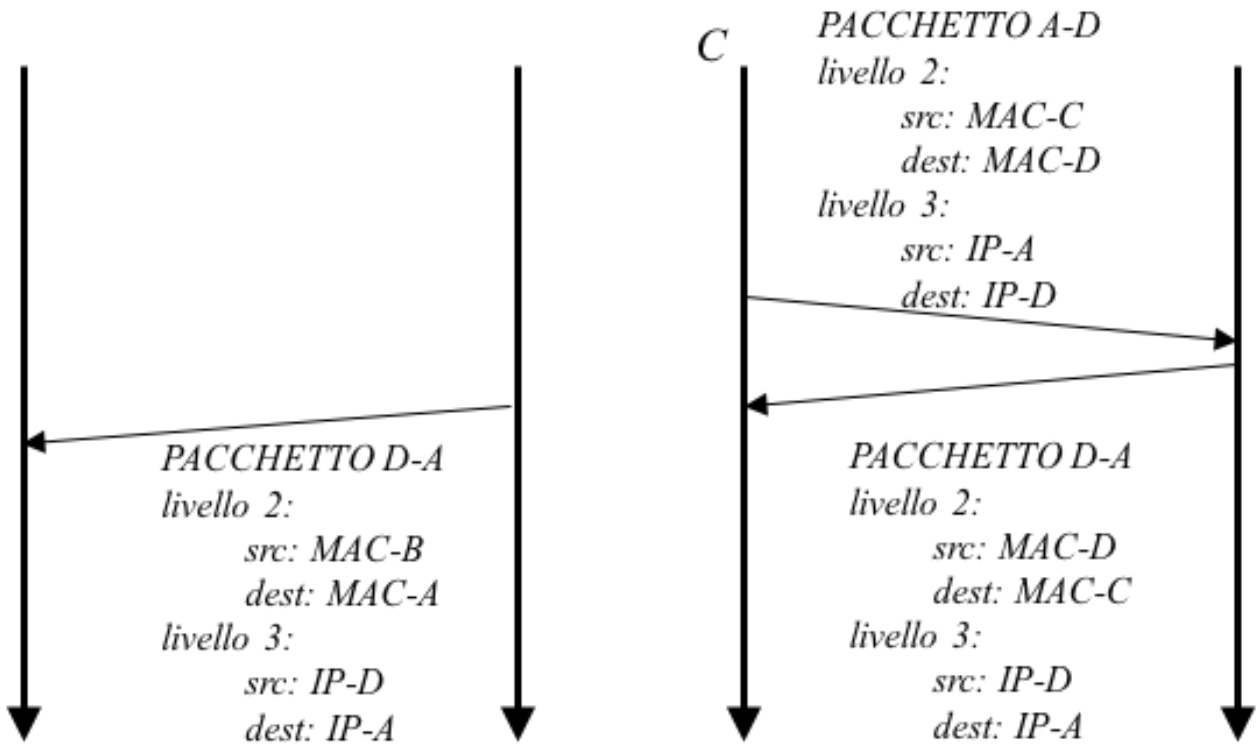
b) Lo stesso nel caso in cui il nodo al centro sia uno switch.

Soluzione

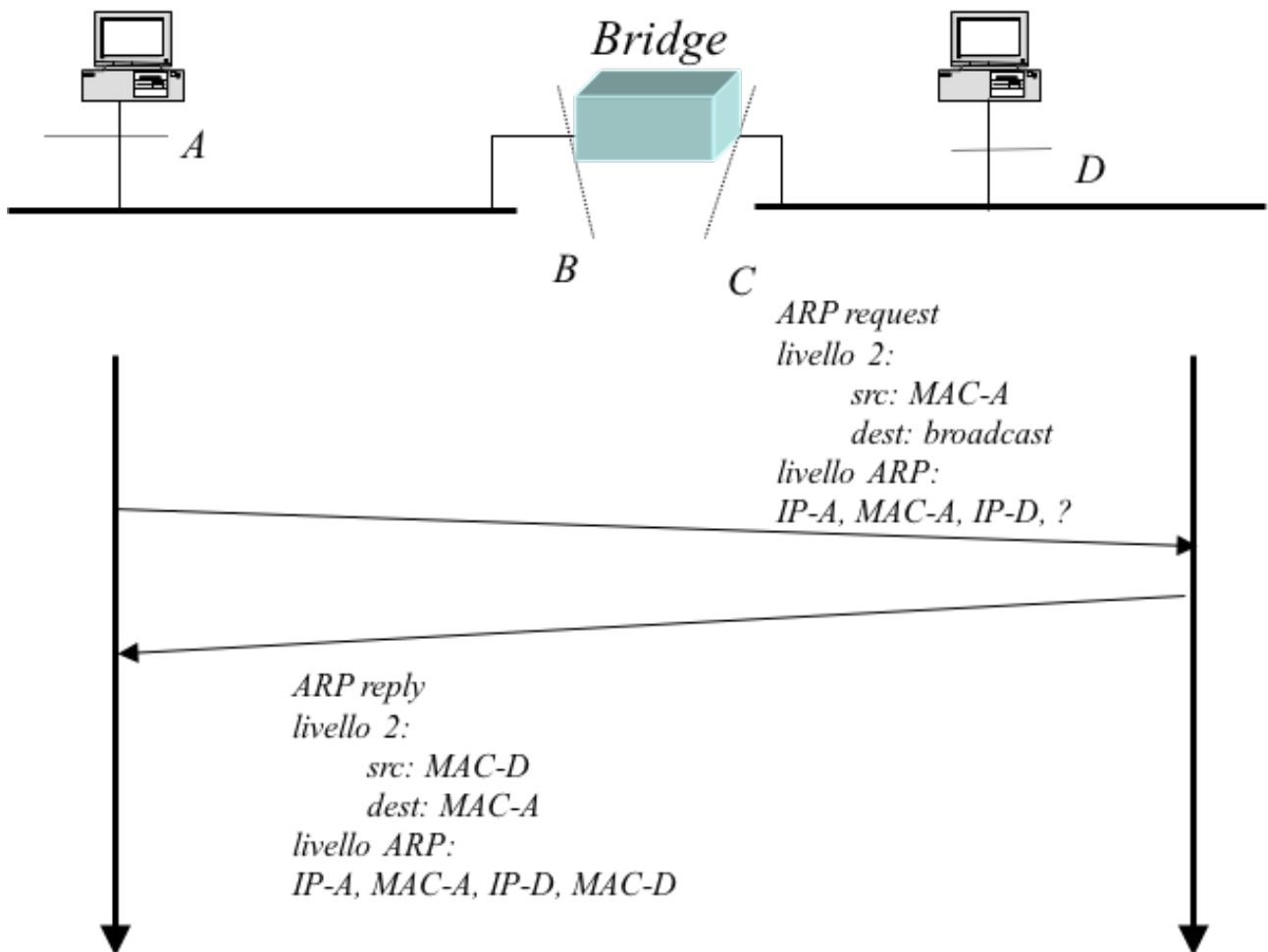
a)

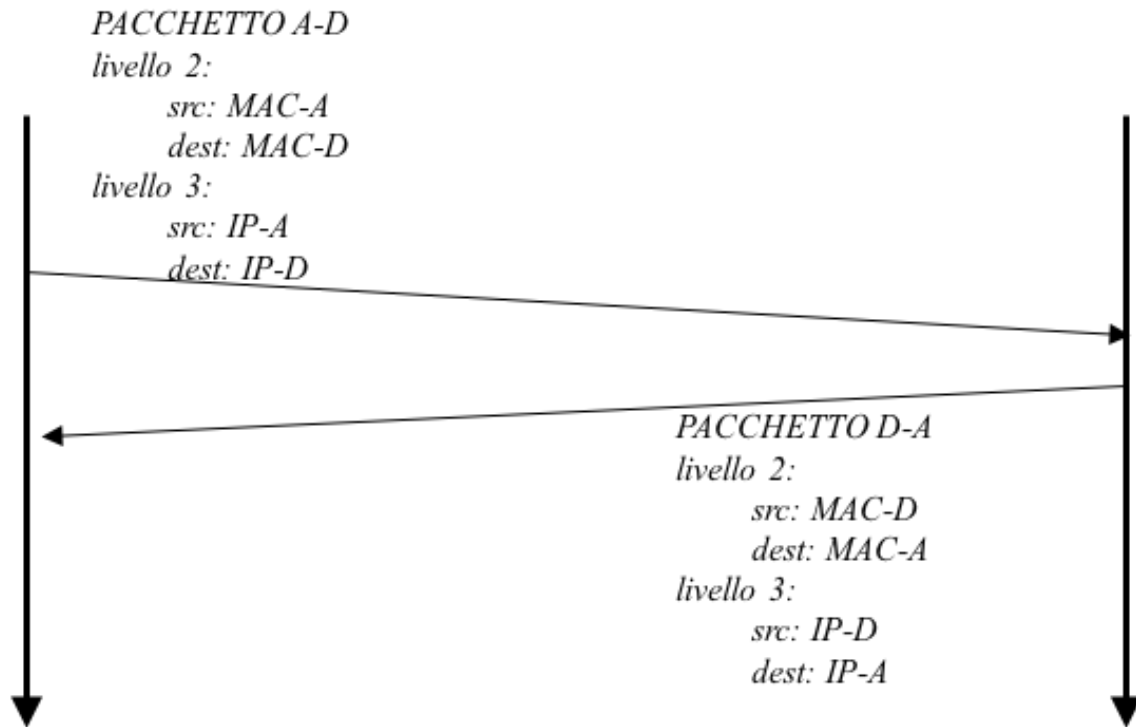






b)

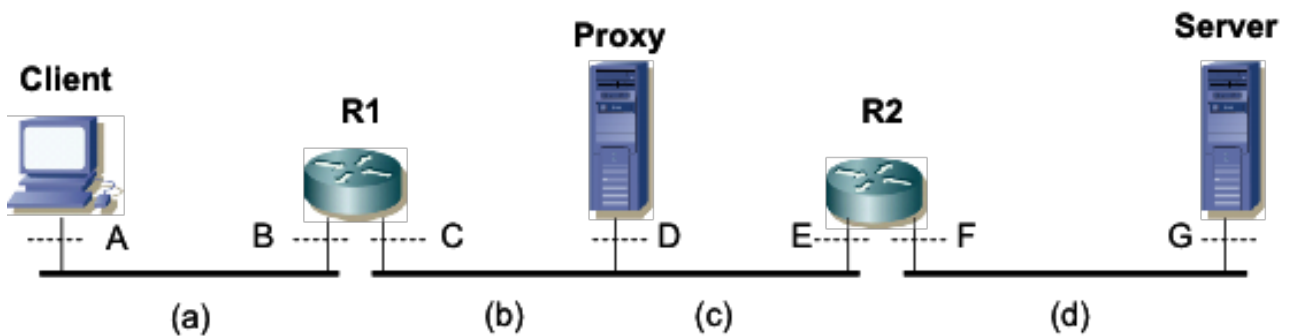




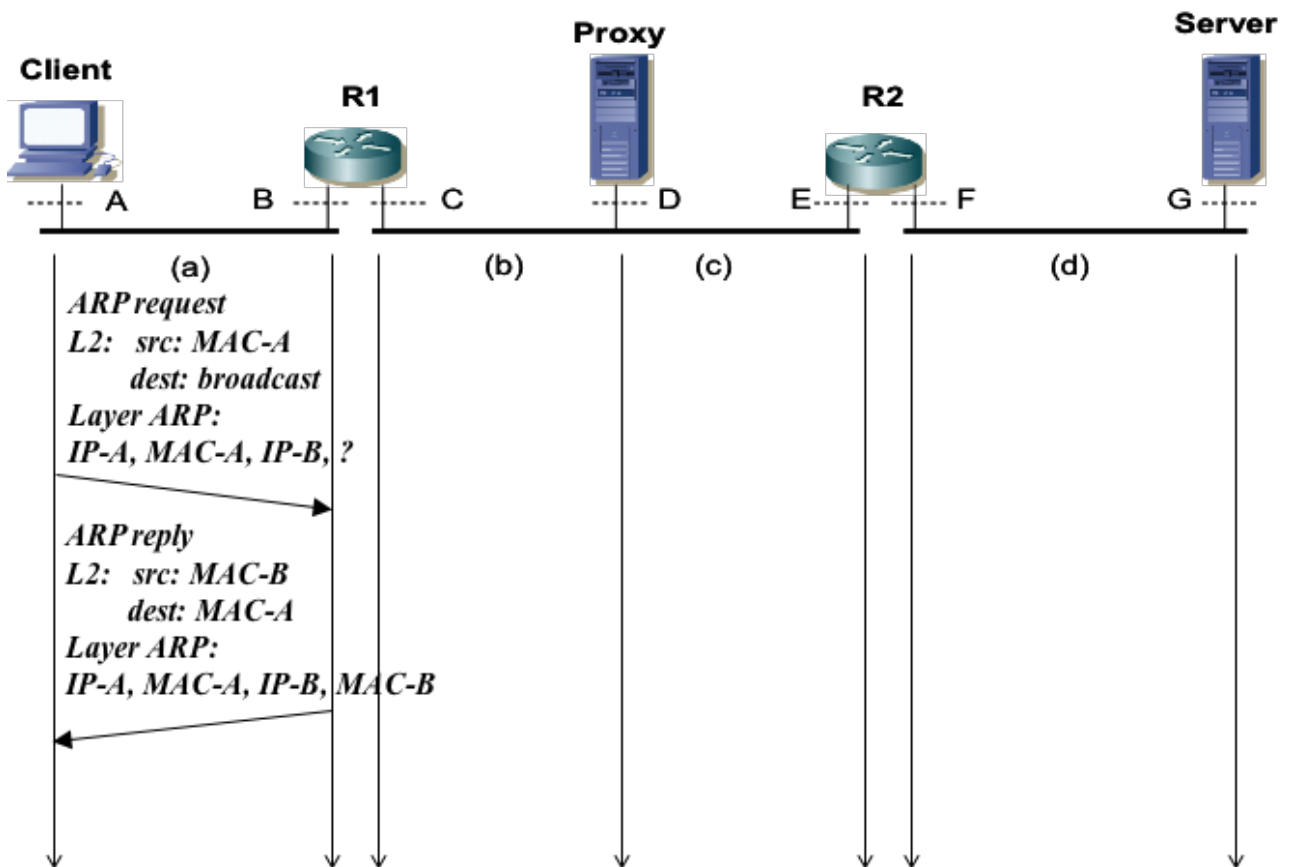
5.7. Esercizio – Inoltro livello linea/rete/applicativo

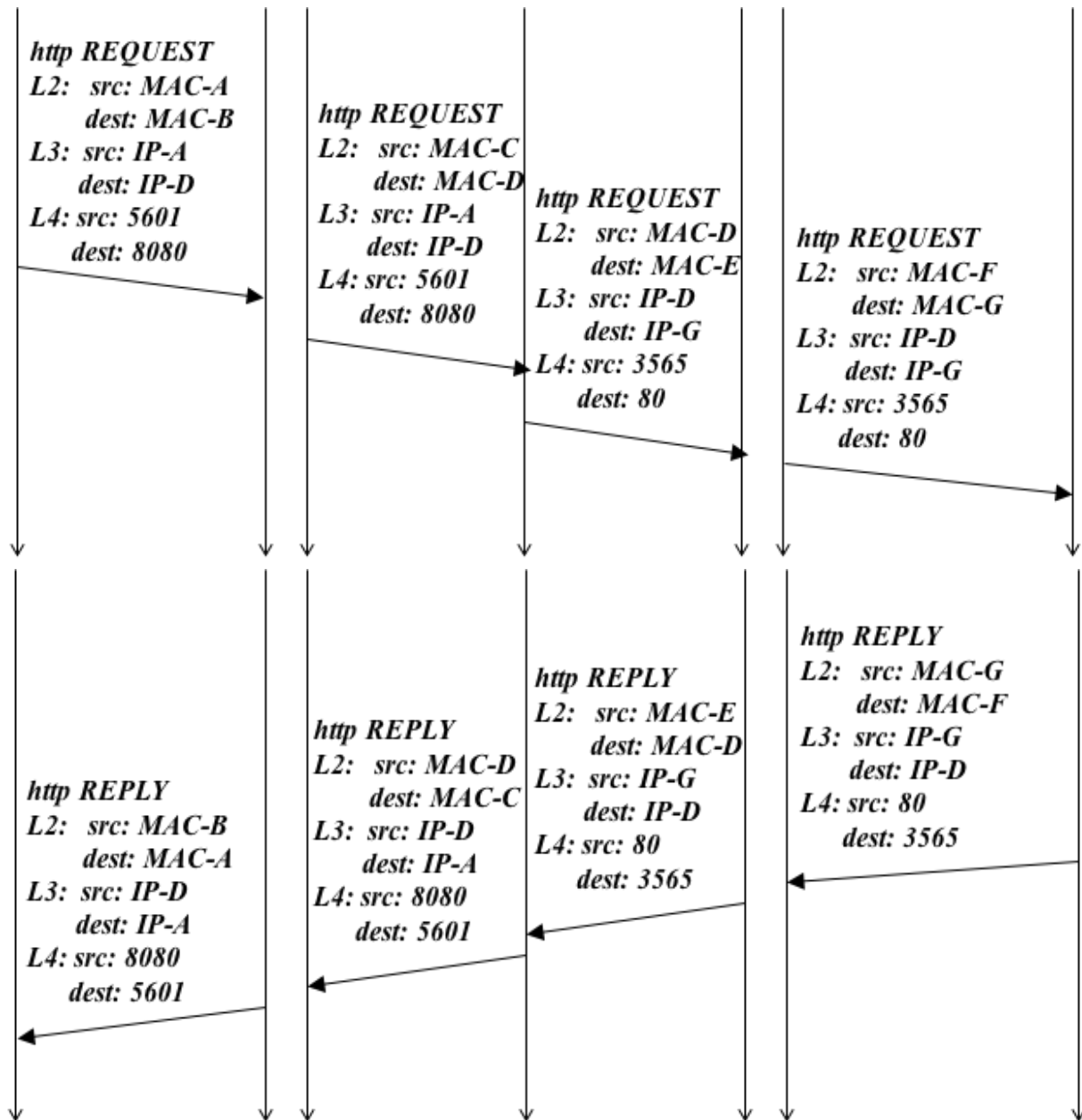
Si consideri la rete in figura dove le interfacce sono indicate con le lettere maiuscole e MAC-x e IP-x, x=[A, B, C, D, E, F, G], sono gli indirizzi MAC e IP rispettivamente. Si assuma che la tabella ARP del Client sia vuota, mentre quelle degli altri nodi abbiano già tutte le righe necessarie. Nel Client c'è un http client con il Proxy configurato come http proxy. Il Client invia una richiesta al Server dove c'è una 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 indichino graficamente i pacchetti trasmessi 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).



Soluzione

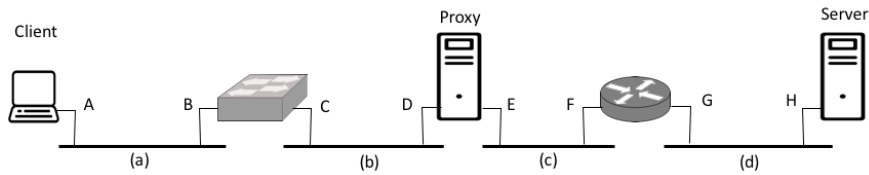




5.8. Esercizio (esempio seconda prova in itinere, Luglio 2016)

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, 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 una *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).



Soluzione

