

# RETI DI CALCOLATORI

Parte Prima

Temi d'esame risolti

A.A. 2015/16

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

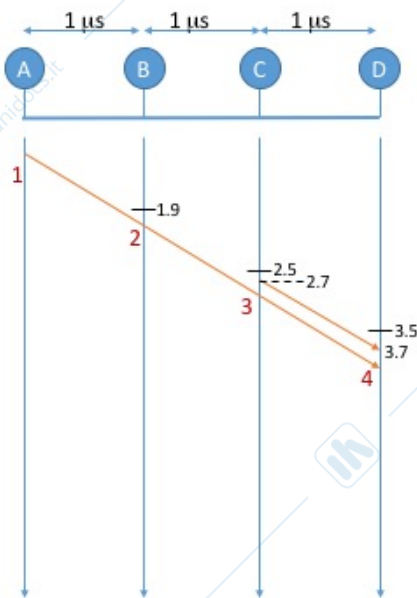
www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

# SESSIONE INVERNALE 1

## Esercizio 1

Una rete è composta da un mezzo fisico broadcast su cui sono attestati in modo equidistante quattro host CSMA. Il tempo di propagazione tra A e D è di  $3\mu\text{s}$ . L'host A inizia la trasmissione di una trama al tempo  $t_A=1\mu\text{s}$ . L'host B riceve dai livelli superiori una nuova trama al tempo  $t_B=1.9\mu\text{s}$ , l'host C la riceve al tempo  $t_C=2.5\mu\text{s}$ , mentre l'host D la riceve al tempo  $t_D$ . Sapendo che un host attende che il canale resti libero per  $0.2\mu\text{s}$  prima di iniziare a trasmettere, quale valore massimo di  $t_D$  consente a D di iniziare a trasmettere prima di sentire il canale occupato da una delle trame inviate dagli altri host?

### Soluzione



Il tempo di propagazione tra due host adiacenti sul canale è di  $1\mu\text{s}$ .

- L'host A inizia a trasmettere a  $1\mu\text{s}$ .
- L'host B riceve una trama pronta per la trasmissione a  $1.9$  e dovrebbe attendere fino a  $2.1$  per trasmettere. Tuttavia, sente la trama di A al tempo  $2.0$  quindi rimanda la trasmissione.
- L'host C riceve una trama pronta per la trasmissione a  $2.5$  e attende fino a  $2.7$  per trasmettere. Poiché sentirà la trama di A al tempo  $3.0$ , per lui al tempo  $2.7$  il canale è libero, quindi trasmette.
- La prima trama che l'host D riceve sarà dunque quella di C, al tempo  $3.7$ . L'host D riuscirà a trasmettere prima di sentire il canale occupato solo se riceve una trama dai livelli superiori al più tardi a  $t_D = 3.5$





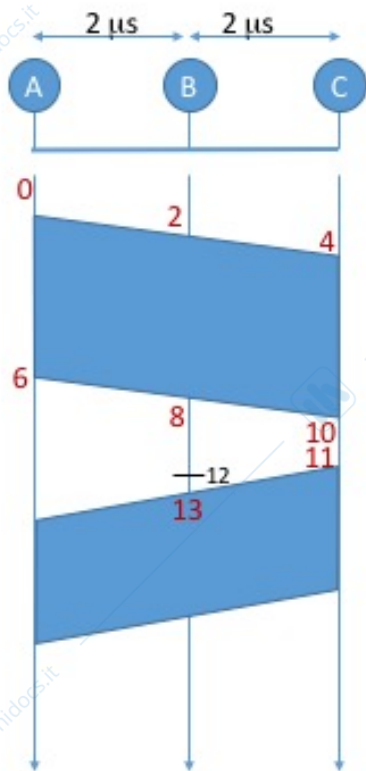
## SESSIONE INVERNALE 2

### Esercizio 1

Si consideri una rete composta da un mezzo fisico broadcast su cui sono attestati in modo equidistante tre host CSMA 1-persistenti. Il tempo di propagazione tra A e C è pari a  $4\mu\text{s}$ . Tutti gli host inviano trame di durata pari a  $6\mu\text{s}$ . L'host A inizia la trasmissione di una trama al tempo  $t_A=0\mu\text{s}$ . L'host B riceve una trama dai livelli superiori al tempo  $t_B$ . L'host C riceve dai livelli superiori una nuova trama al tempo  $t_C=8.2\mu\text{s}$ . Considerando che un host attende che il canale resti libero per  $1\mu\text{s}$  prima di iniziare a trasmettere, qual è il valore minimo di  $t_B$  affinché nessun host sia coinvolto in una collisione? (Nota: se un host decide di trasmettere nello stesso istante in cui sente il canale occupato, inizia comunque a trasmettere).

### Soluzione

Il tempo di propagazione tra due host adiacenti sul canale è di  $2\mu\text{s}$ .



- L'host A inizia a trasmettere a  $0\mu\text{s}$ .
- L'host C riceve una trama pronta per la trasmissione a  $8.2$ , ma trova il canale occupato fino a  $10$ . Quindi, attende  $1$  per trasmettere e inizia a trasmettere a  $11$ .
- L'host B causerebbe sempre una collisione se  $t_B$  fosse inferiore o uguale a  $12$ . Infatti, se fosse compreso tra  $0$  e  $2$ , colliderebbe con A. Tra  $2$  e  $8$  il canale è occupato e B non può trasmettere. Dopo la trama di A, B potrebbe iniziare a trasmettere a  $9$  ( $t_B=8$ ) ma colliderebbe con C (la sua trama arriverebbe a C al tempo  $11$ , nello stesso istante in cui C dichiara il canale libero e inizia la propria trasmissione). Se B iniziasse al tempo  $13$  ( $t_B=12$ ), colliderebbe con la trama di C (la cui trama arriverebbe a B al tempo  $13$ , nello stesso istante in cui B dichiara il canale libero e inizia la propria trasmissione).

Quindi, la condizione necessaria è  $t_B > 12$ : in tal modo B sentirebbe il canale occupato e rimanderebbe la propria trasmissione fino alla fine della trama di C, scongiurando la collisione.

**Esercizio 2**

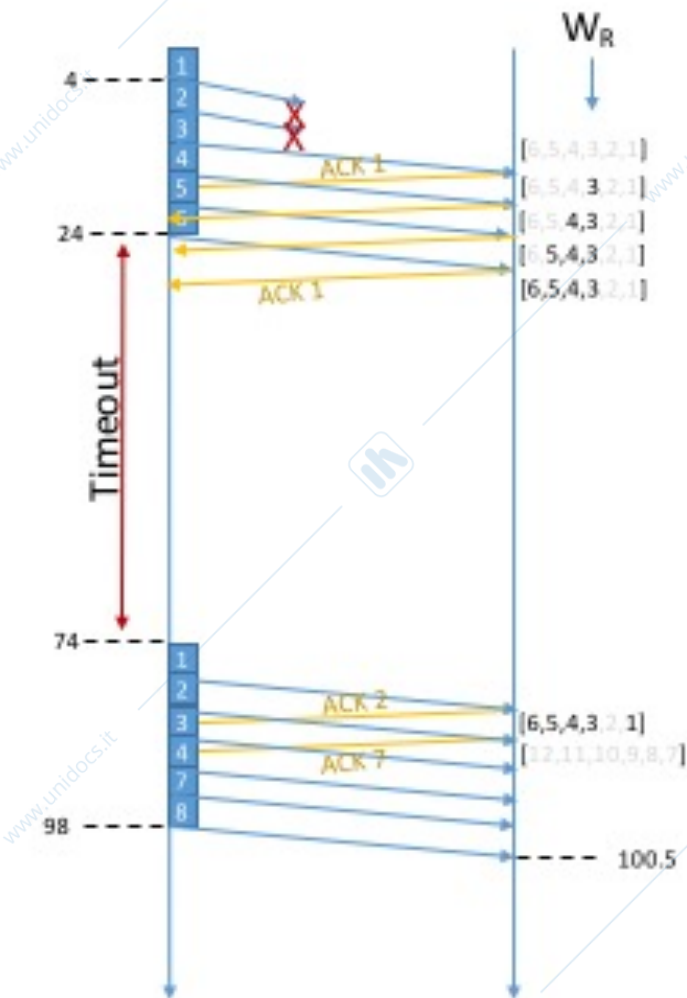
Due nodi A e B sono collegati da un canale bidirezionale con 2.5 ms di tempo di propagazione. Il nodo A usa un protocollo Selective Repeat con ACK cumulativi e finestre  $W_T = W_R = 6$  per regolare la trasmissione a B di un file composto da 8 pacchetti della durata di 4 ms ciascuno (si considerino gli ACK di durata trascurabile). Il tempo di timeout, calcolato a partire dall'invio dell'ultimo bit della finestra di trasmissione e resettato ad ogni nuova trasmissione, vale 50ms. Sapendo che:

- Il primo e il secondo pacchetto dati inviato da A vengono persi

Disegnare il diagramma temporale degli eventi, calcolare il tempo di consegna del file al nodo B e indicare il numero di sequenza di quali pacchetti sono inviati una volta sola (si numerino i pacchetti dati 1, 2, 3,...).

**Soluzione**

La trasmissione dura 100.5 ms e i pacchetti trasmessi una volta sola sono 5,6,7,8.



## SESSIONE ESTIVA

### Esercizio

Una rete è composta da un canale di 5 Mbit/s con tempo di propagazione di 15 ms dal nodo S al nodo D. A quest'ultimo, S trasmette 50 pacchetti da 1000 byte usando un protocollo a finestra Go-Back-N con ACK di dimensione trascurabile, che recupera gli errori mediante un timeout di 50 ms. Si calcoli il più piccolo valore della finestra di trasmissione WT che permette di minimizzare il tempo di trasferimento del file senza errori sul canale. Quindi, con il valore di finestra trovato, calcolare il tempo di trasferimento se il decimo pacchetto fosse perso al primo invio.

### Soluzione

La soluzione ricalca quella dell'esercizio 24 (Cap. 3) del libro di esercizi.

### Domanda di teoria

Descrivere il funzionamento del protocollo CSMA, spiegando in cosa consistono le sue varianti legate alla persistenza e al rilevamento delle collisioni. Evidenziare quali varianti sono usate nelle reti Ethernet e WiFi.

## SESSIONE AUTUNNALE

### Esercizio

Sul cavo di una rete locale broadcast a 100 Mbit/s sono attestati gli host A e B a distanza  $d$ . Entrambi usano CSMA/CD con trame di dimensione minima di 200B. L'host A inizia la trasmissione di una trama di dimensioni minime all'istante  $t_0$ , mentre l'host B ha una trama pronta per la trasmissione all'istante  $t_1 = t_0 + 2 \mu\text{s}$ . Siano trascurabili i tempi necessari a rilevare l'occupazione del canale e le eventuali collisioni e si assuma la velocità del segnale di  $2/3$  quella della luce. Quale valore massimo di  $d$  consentirebbe ad A e B di rilevare la collisione con le tempistiche indicate sopra? Quale valore massimo di  $d$  consente ad A e B di rilevare la collisione per qualunque valore dell'intervallo tra l'inizio delle trasmissioni di A e B?

### Soluzione

La condizione perché la collisione sia rilevata da entrambi gli host è che ognuno di essi sia ancora in trasmissione quando riceve la trama dell'altro host. Con i dati del problema, il primo host a trasmettere è l'host A e quindi è su di esso che occorre calcolare la distanza massima che consente la rilevazione (l'host B, iniziando dopo A, rileverà comunque la collisione in un tempo inferiore a quello di A). La durata delle trame è di  $16 \mu\text{s}$ . Sapendo che la trama di B è ricevuta da A all'istante  $t_{BA} = t_1 + t_p$ , occorre che sia verificato  $t_{BA} < t_0 + 16$ , quindi  $t_p < t_0 + 16 - t_1 = 14 \mu\text{s}$ . Considerando la velocità del segnale, si ricava

$$d = 14 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^8 = 2800\text{m}.$$

Nel caso in cui occorra valutare la distanza massima per qualunque valore dell'intervallo tra l'inizio delle trasmissioni di A e B,  $T = [t_0, t_1]$ , è necessario porsi nella condizione più sfavorevole. Quindi, l'intervallo  $T$  deve essere tale per cui l'istante in cui B decide di iniziare a trasmettere,  $t_1$ , rappresenta l'istante in cui B riceve la trama di A. Se l'intervallo  $T$  fosse più lungo, B rimanderebbe la trasmissione in quanto troverebbe il canale occupato, e non si avrebbe collisione. Questa situazione equivale al "classico" vincolo sulla rilevazione delle collisioni in CSMA, ossia la durata della trama deve essere superiore al round trip time.

Quindi,  $16 > 2 \cdot t_p$  da cui  $t_p < 8 \mu\text{s}$  e  $d_{\text{max}} = 8 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^8 = 1600\text{m}$ .

### Domanda di teoria

Spiegare quali operazioni svolge un ricevitore che implementi un protocollo a finestra di tipo *Selective Repeat* e quale relazione lega le finestre di trasmissione, di ricezione e i bit di numerazione in tale protocollo.

# RETI DI CALCOLATORI

Parte Prima

Temi d'esame risolti

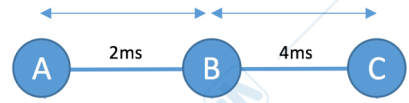
A.A. 2016/17

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

# SESSIONE INVERNALE 1

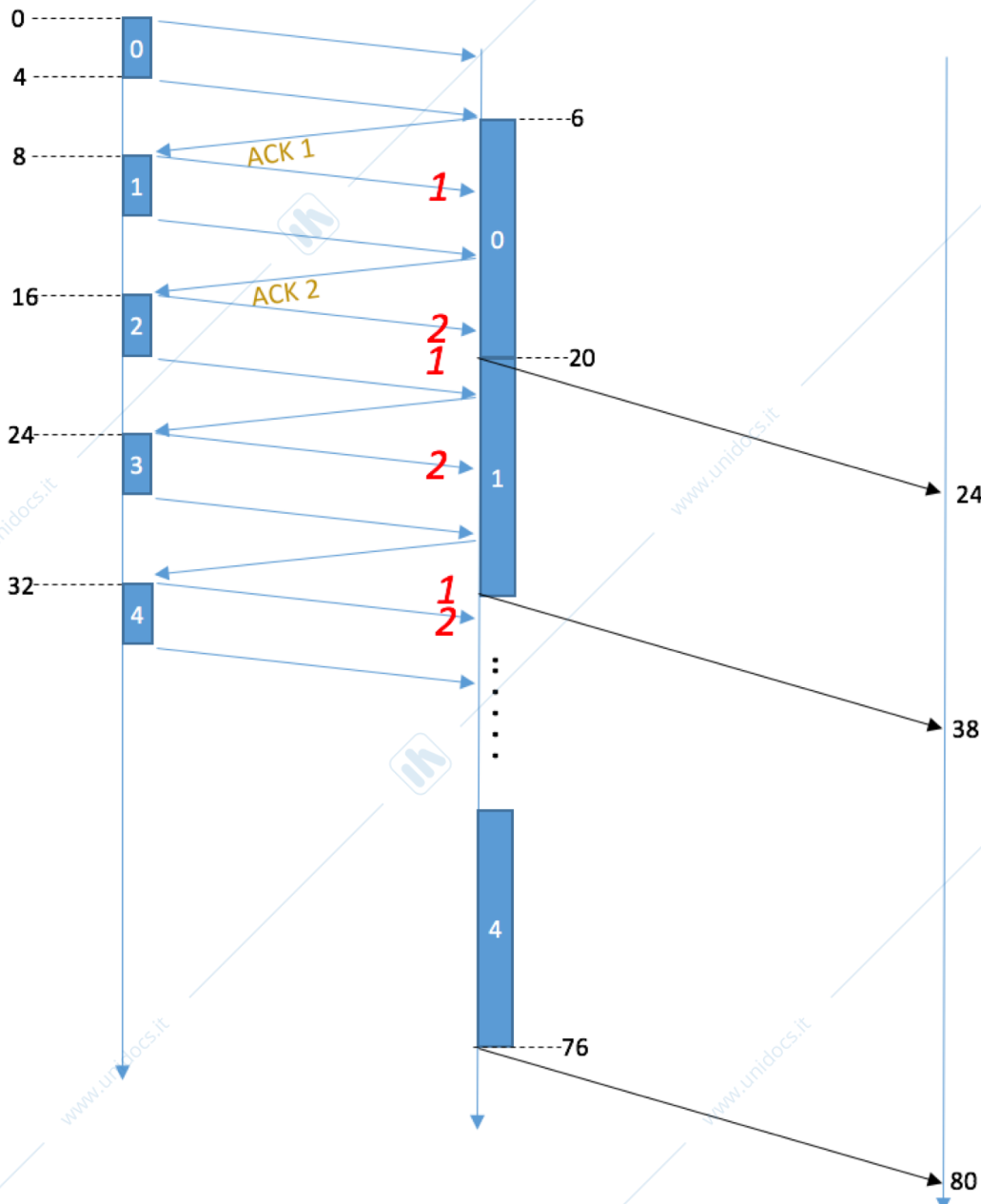
Si consideri una topologia lineare con due canali aventi, rispettivamente, tempi di propagazione di 2ms e 4 ms. Il nodo A deve trasmettere al nodo C cinque pacchetti la cui durata è di 4 ms l'uno sul primo canale e 14ms l'uno sul secondo. Il nodo B effettua store-and-forward con buffer infinito. La trasmissione tra A e B è regolata da un protocollo Stop&Wait, mentre tra B e C, la trasmissione non è soggetta a protocolli a finestra. Si ipotizzi che gli ACK abbiano dimensione trascurabile, non vi siano errori di trasmissione e che i tempi di elaborazione in B siano trascurabili.



Si determini il numero massimo di pacchetti in attesa di trasmissione al nodo B (non contando eventuali pacchetti in trasmissione sul secondo canale) e l'istante in cui l'ultimo bit è ricevuto da C.

## Risposta

Nel diagramma seguente è illustrato il processo di trasmissione. I numeri in rosso indicano il numero di pacchetti in attesa al nodo B.

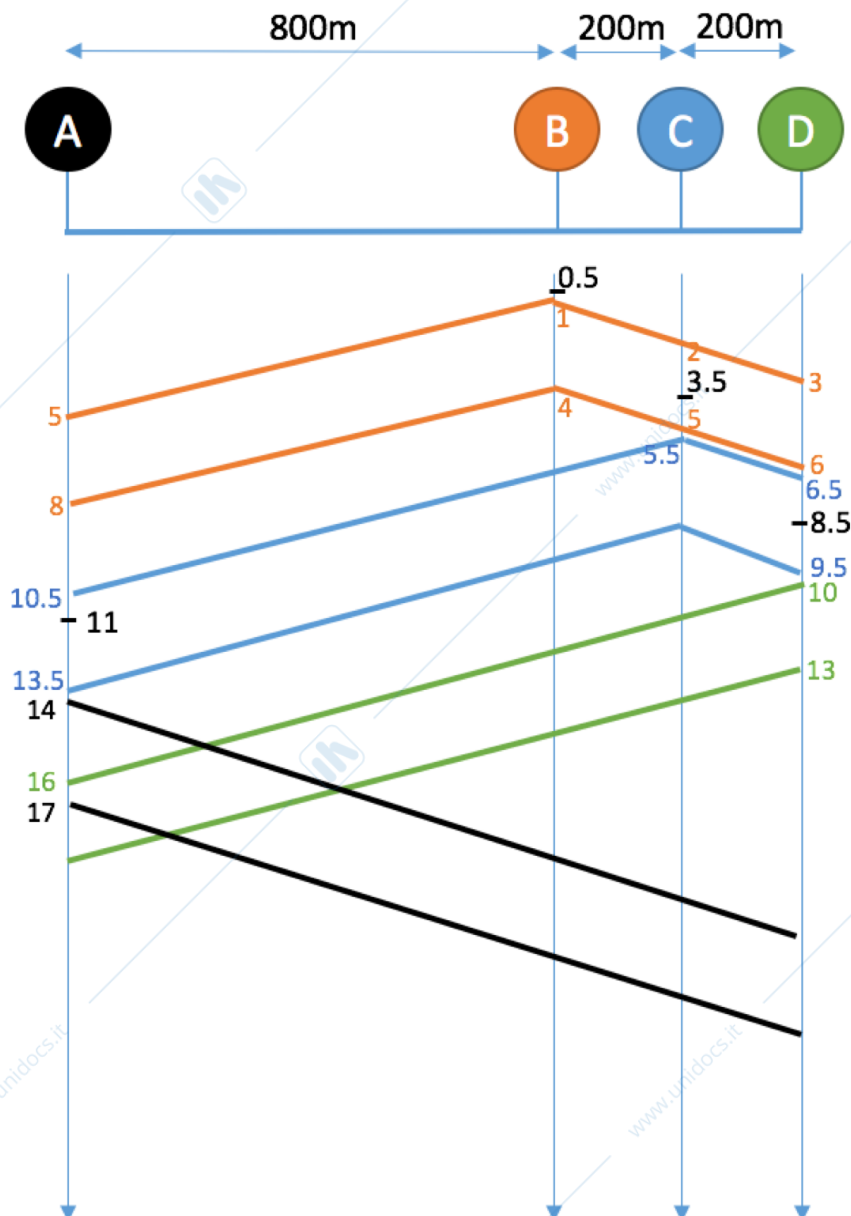


## SESSIONE INVERNALE 1

Quattro nodi CSMA 1-persistenti sono posizionati lungo un canale Broadcast come in figura. Ogni nodo trasmette una trama della durata di  $3\mu s$ , che gli è consegnata dai livelli superiori ai seguenti istanti: nodo A:  $11\mu s$ ; nodo B:  $0.5\mu s$ ; nodo C:  $3.5\mu s$ ; nodo D:  $8\mu s$ . Ogni nodo attende sempre  $0.5\mu s$  di canale libero prima di trasmettere. Si assuma la velocità di propagazione del segnale pari a  $2/3$  della velocità della luce. *Disegnando un diagramma spazio-temporale, determinare i nodi i cui segnali sono coinvolti in una collisione e quali nodi rilevano tale collisione.* Non si considerino eventuali ritrasmissioni.

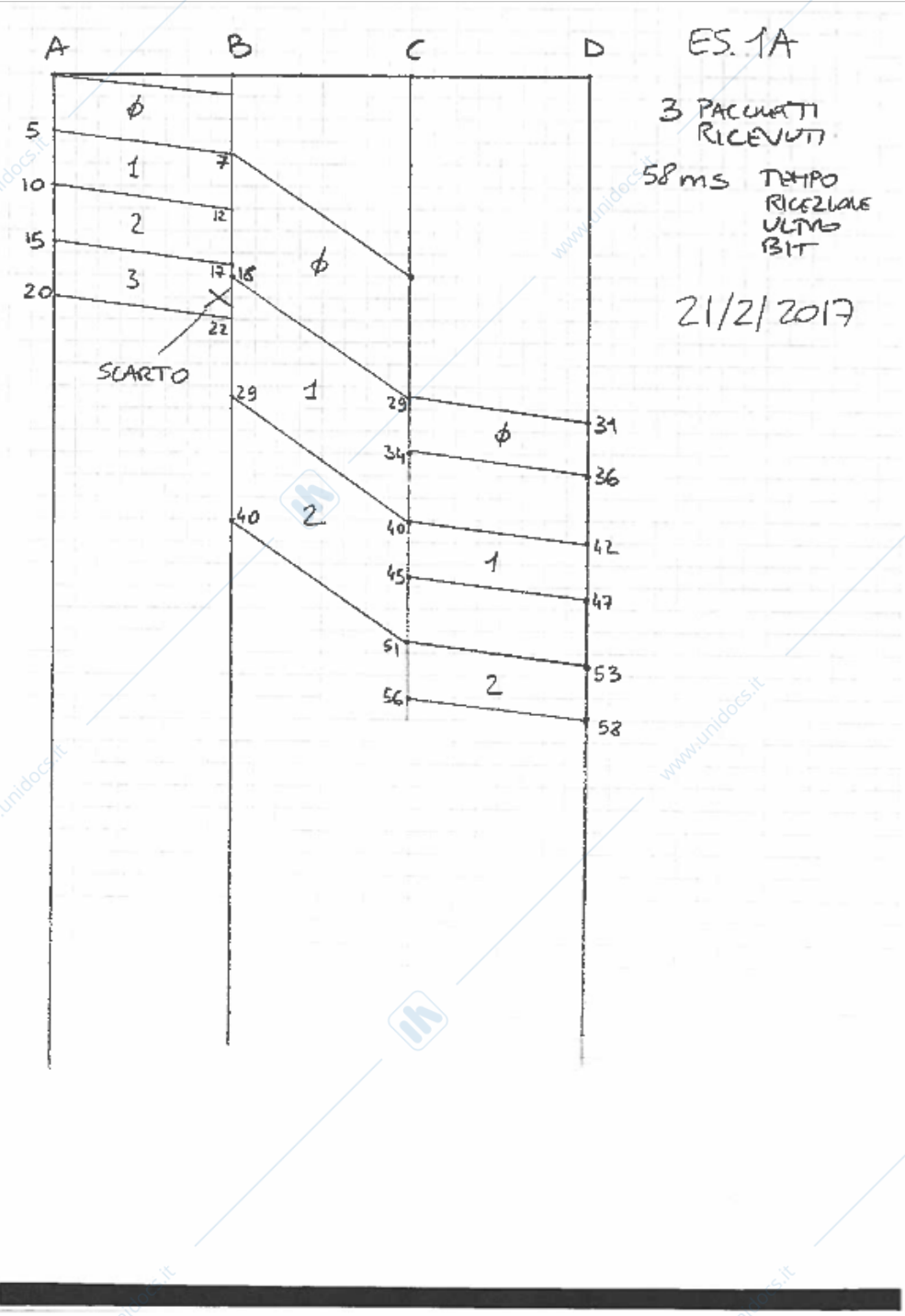
### Risposta

Nel diagramma seguente è illustrato il processo trasmissivo corretto. Si osservi che gli unici nodi che collidono sono i nodi A e D. La rilevazione della collisione può avvenire solo a condizione che uno dei nodi coinvolti sia ancora in trasmissione quando riceve il segnale concorrente. Nel nostro caso, solo A può rilevare la collisione. Si osservi inoltre che ogni trasmissione inizia sempre dopo  $0.5\mu s$  di canale libero.



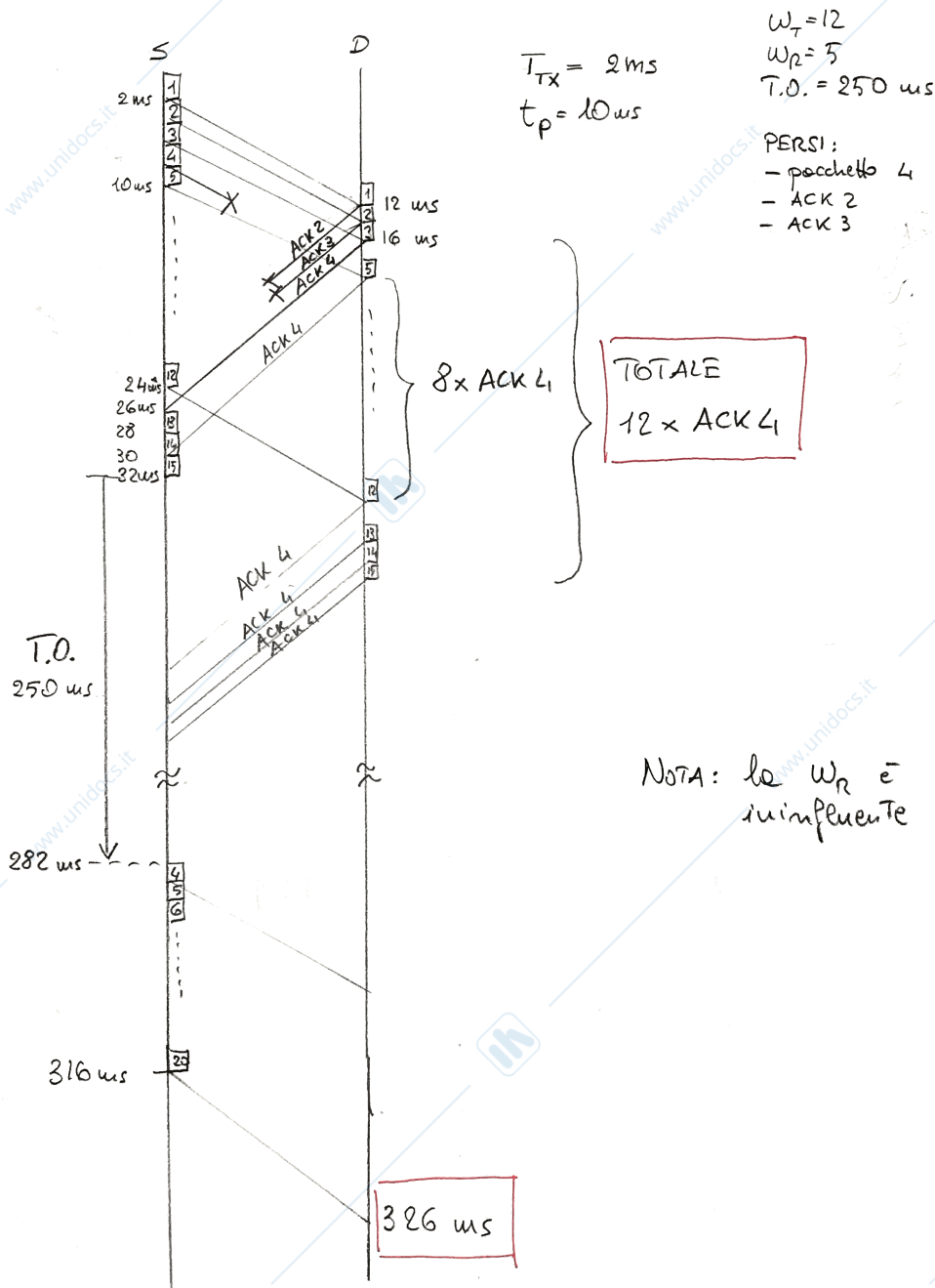
## SESSIONE INVERNALE 2

Una topologia lineare ha tre canali aventi, rispettivamente, tempi di propagazione di 2ms, 11 ms e 2ms. Il nodo A deve trasmettere al nodo D quattro pacchetti il cui tempo di trasmissione è pari a 5 ms l'uno su primo e terzo canale, e 11 ms l'uno sul secondo. I nodi B e C effettuano store-and-forward con buffer di dimensione pari a 3 pacchetti. Si consideri che un pacchetto occupa un posto nel buffer da quando il suo primo bit è ricevuto dal nodo a quando il suo ultimo bit è trasmesso sul canale seguente. Pacchetti ricevuti a buffer pieno sono scartati dal nodo. Nessuna trasmissione è soggetta a protocolli a finestra. Non vi sono errori di trasmissione e i tempi di elaborazione nei nodi sono trascurabili. Si disegni il diagramma temporale, determinando il numero di pacchetti ricevuti al nodo D e l'istante in cui l'ultimo bit è ricevuto da D.



# SESSIONE ESTIVA

La trasmissione tra due nodi S e D separati da un canale a 6Mb/s con tempo di propagazione di 10ms è regolata da un protocollo Selective Repeat con  $W_T=12$ ,  $W_R=5$  e T.O.=250ms (calcolato dalla fine della trasmissione di un nuovo pacchetto). Il nodo S invia al nodo D 20 pacchetti da 1500B l'uno (inclusa intestazione). Numerando i pacchetti da 1 in avanti, si ipotizzi siano persi: il pacchetto con numero di sequenza 4 e i primi due ACK inviati da D. Calcolare: l'istante di ricezione a D dell'ultimo bit dell'ultimo pacchetto e il numero di ACK 4 (semantica cumulativa con num. sequenza ACK incrementato di 1) ricevuti da S. Disegnare il diagramma delle trasmissioni.



## SESSIONE AUTUNNALE

Una rete locale è realizzata con un cavo broadcast a 1 Gbit/s. Su di essa sono attestati gli host A e B a distanza di 250 m. Entrambi usano CSMA/CD con trame di dimensione fissa pari a 500B. L'host B inizia la trasmissione di una trama all'istante  $t_0$ , mentre l'host A ha una trama pronta per la trasmissione all'istante  $t_1 = t_0 + 3 \mu\text{s}$ . Siano trascurabili i tempi necessari a rilevare l'occupazione del canale e le eventuali collisioni e si assuma la velocità del segnale di  $2/3$  quella della luce. Determinare se A e B rilevano entrambe la collisione. A quale distanza massima possono trovarsi A e B al fine di rilevare la collisione per qualunque valore dell'intervallo tra l'inizio delle trasmissioni di A e B?

(soluzione non fornita)

# RETI DI CALCOLATORI

Parte Prima

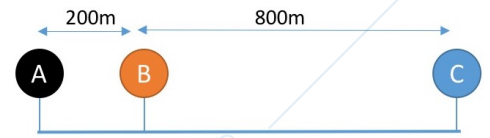
Temi d'esame risolti

A.A. 2017/18

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

**Esercizio 1 (5 punti)** Una rete locale è realizzata con un cavo broadcast a 1 Gbit/s con gli host A, B e C come in figura. Tutti usano CSMA 1-persistente con trame di 1000B. L'host B inizia la trasmissione di una trama a  $t_B=3 \mu\text{s}$ , l'host A riceve una trama dai livelli superiori a  $t_A=9 \mu\text{s}$  e l'host C riceve una trama dai livelli superiori a  $t_c$ . Siano trascurabili i tempi per rilevare l'occupazione del canale e si assuma la velocità del segnale a  $2/3$  quella della luce. Determinare il più piccolo valore di  $t_c$  che non causa collisioni in nessun punto della rete.



### Traccia di soluzione

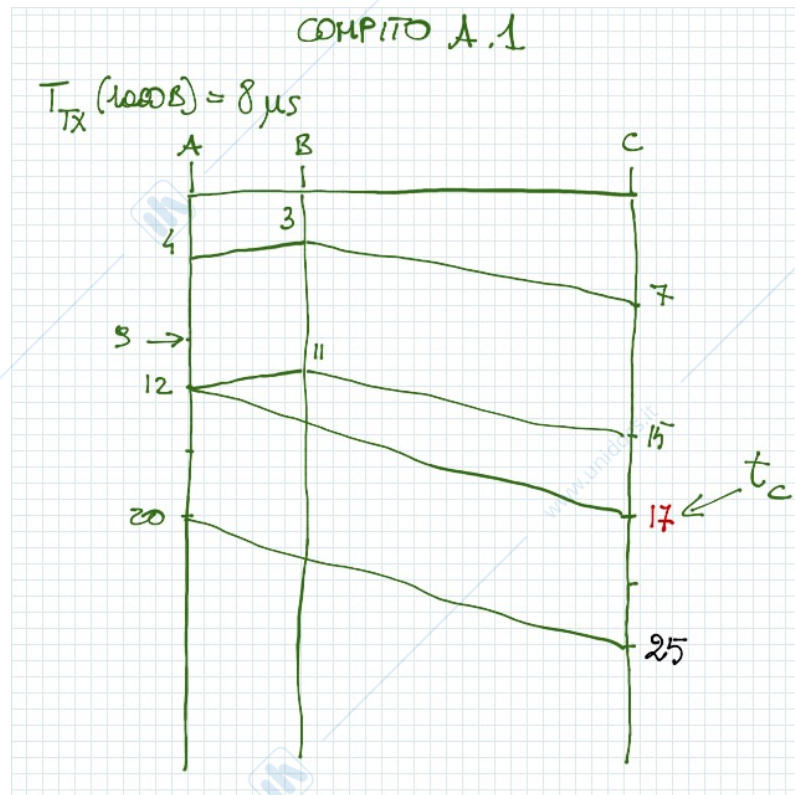
(Compiti diversi avevano valori numerici diversi)

I tempi di propagazione sono  $T_{AB}=200/(2 \cdot 10^8) = 1 \mu\text{s}$  e

quindi  $T_{BC}=4 \mu\text{s}$ . Il tempo di trasmissione della trama è  $T_{TX}=1000 \cdot 8/10^9 = 8 \mu\text{s}$ .

L'host A deve ritardare la trasmissione a causa della concomitante ricezione della trama di B. A inizia quindi a  $t=12 \mu\text{s}$ . C non può iniziare a trasmettere prima di  $t=25 \mu\text{s}$ , altrimenti causa una collisione. Quindi, il tempo minimo per C per ricevere una trama dai livelli superiori è  $t_c > 17 \mu\text{s}$  (il CSMA 1-p interviene per ritardare la trasmissione fino a  $t=25 \mu\text{s}$ ).

A e B collidono?	Valore minimo di $t_c$
NO	$t_c > 17 \mu\text{s}$



Note sulla correzione:

- La risposta  $t_c > 25 \mu\text{s}$  è stata penalizzata -2 punti
- Risposte del tipo  $t=18 \mu\text{s}$  oppure  $t=17.5 \mu\text{s}$  sono state penalizzate -1 punto (non è formalmente corretto e non c'è alcun motivo perché 17.5 o 18 siano valori minimi)

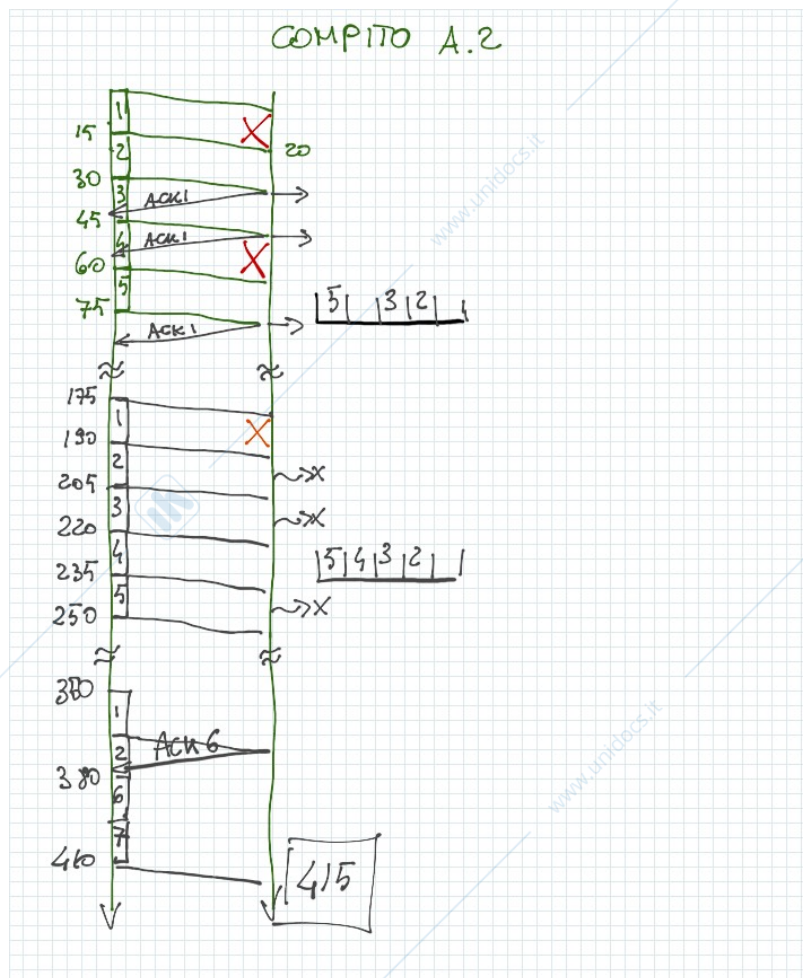
**Esercizio 2 (5 punti)** Un protocollo Selective Repeat con  $W_T=W_R=5$  e timeout pari a 100ms è usato per scambiare 7 pacchetti tra due host ai capi di un canale con tempo di propagazione pari a 5ms. Il tempo di trasmissione di ogni pacchetto è di 15ms. Ipotizzando che un guasto al canale causi errori nel primo, quarto e sesto pacchetto a raggiungere il ricevitore (siano essi pacchetti originali o ritrasmissioni), determinare il tempo necessario affinché il ricevitore riceva tutti i pacchetti. *Numerare i pacchetti da 1 a 7.*

**Risposta**

**Traccia di soluzione**

(Compiti diversi avevano valori numerici diversi)

Tempo ricezione pacchetti	Numero di pacchetti n.2 ricevuti
415 ms	3

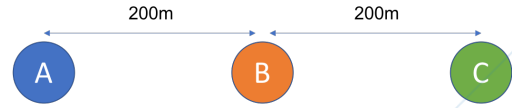


Note sulla correzione:

- L'obiettivo dell'esercizio era dimostrare la conoscenza dei vantaggi del SR nell'evitare la ritrasmissione di pacchetti che il buffer del ricevitore aveva già in memoria. Questa era anche l'unica vera difficoltà dell'esercizio. Sono state quindi penalizzate -3 punti le soluzioni che riportassero la trasmissione di tutti i pacchetti 1-7 nell'ultima finestra (da 350 ms in poi), perché dimostrano la mancata comprensione del funzionamento del SR
- Malgrado la non ambiguità del testo e la ulteriore spiegazione a voce in aula, alcuni studenti hanno comunque considerato l'espressione "primo, quarto e sesto pacchetto" come se si riferisse ai pacchetti 1, 4 e 6. Queste soluzioni sono state penalizzate da -2 a -4 punti a seconda del livello di semplificazione risultante da tale interpretazione.

**Esercizio 1 (5 punti)**

In una rete locale costituita da un mezzo radio broadcast, con velocità di trasmissione 10 Mbit/s, sono presenti gli host A, B e C come in figura, che accedono al canale utilizzando il protocollo CSMA 1-persistente con trame di 100B. L'host A inizia la trasmissione di una trama a  $t_A=4\mu\text{s}$ , mentre l'host B ha una trama pronta a  $t_B=6\mu\text{s}$  e l'host C ha una trama pronta a  $t_C=14\mu\text{s}$ . La potenza dei segnali radio trasmessi è tale per cui l'attenuazione rende il segnale inascoltabile (e impercettibile) a distanza superiori a 300m. Disegnando un diagramma spazio-temporale, indicare se e quali stazioni risultano coinvolte in collisioni e in quali istanti di tempo B e C iniziano a trasmettere effettivamente la loro trama (non considerando eventuali ritrasmissioni).

**Traccia di soluzione**

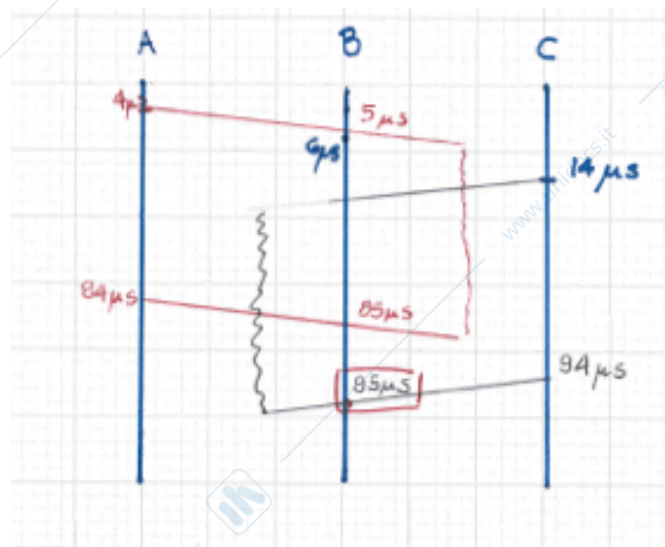
(compiti diversi avevano valori numerici diversi)

Host coinvolti in collisioni	Valore di $t_B$ e $t_C$
A e C, o nessuno	$t_C=14\mu\text{s}$ $t_B=95\mu\text{s}$

I tempi di propagazione sono  $T_{AB}=T_{BC}=200\text{m}/(2\cdot 10^8\text{m/s})=1\mu\text{s}$  e quindi  $T_{AC}=2\mu\text{s}$ . Il tempo di trasmissione della trama è  $T_{TX}=100\cdot 8/10^7=80\mu\text{s}$ .

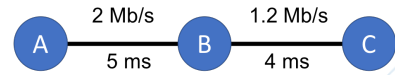
L'host A inizia la trasmissione in  $t_A=4\mu\text{s}$  (e termina in  $t=84\mu\text{s}$ ): il segnale arriva all'host B in  $t=5\mu\text{s}$  e quindi per  $t_B=6\mu\text{s}$  l'host B sente il canale già occupato e non inizia a trasmettere, ponendosi in persistenza ed aspettando che il canale diventi libero. Siccome la distanza  $AC=400\text{m}>300\text{m}$ , le trame trasmesse da A non verranno mai ricevute da C e viceversa: questo significa che in  $t_C=14\mu\text{s}$  l'host C sente il canale libero e inizia la sua trasmissione, che termina in  $t=94\mu\text{s}$ . B trasmette non appena sente il canale libero, a  $t=95\mu\text{s}$ .

Gli host coinvolti nella collisione sono A e C, in quanto le loro trame si sovrappongono, in alcuni punti della rete, per cui non saranno correttamente ricevute da alcuni host. Né A né C sono in grado di rilevare tali collisioni, quindi era ammissibile anche dire che nessun host fosse "coinvolto". Sicuramente è errato dire che B sia coinvolto nella collisione, in quanto B sente subito il canale occupato e si trattiene dal trasmettere, quindi la sua trama non viene in nessun modo disturbata dalle trasmissioni di A e C.

**Note sulla correzione:**

- La risposta in cui C non trasmette in quanto sente immediatamente il canale occupato è stata considerata gravemente errata (0 punti assegnati all'esercizio)
- Errori nel calcolo dei tempi di propagazione o di trasmissione sono stati valutati a seconda della gravità e dell'aver comunque sviluppato l'esercizio coerentemente da quei valori.
- È stato considerato errore non iniziare la trasmissione di B non appena il canale diventa libero: non ci sono motivi e non venivano forniti dati perché la trasmissione di B sia ritardata.

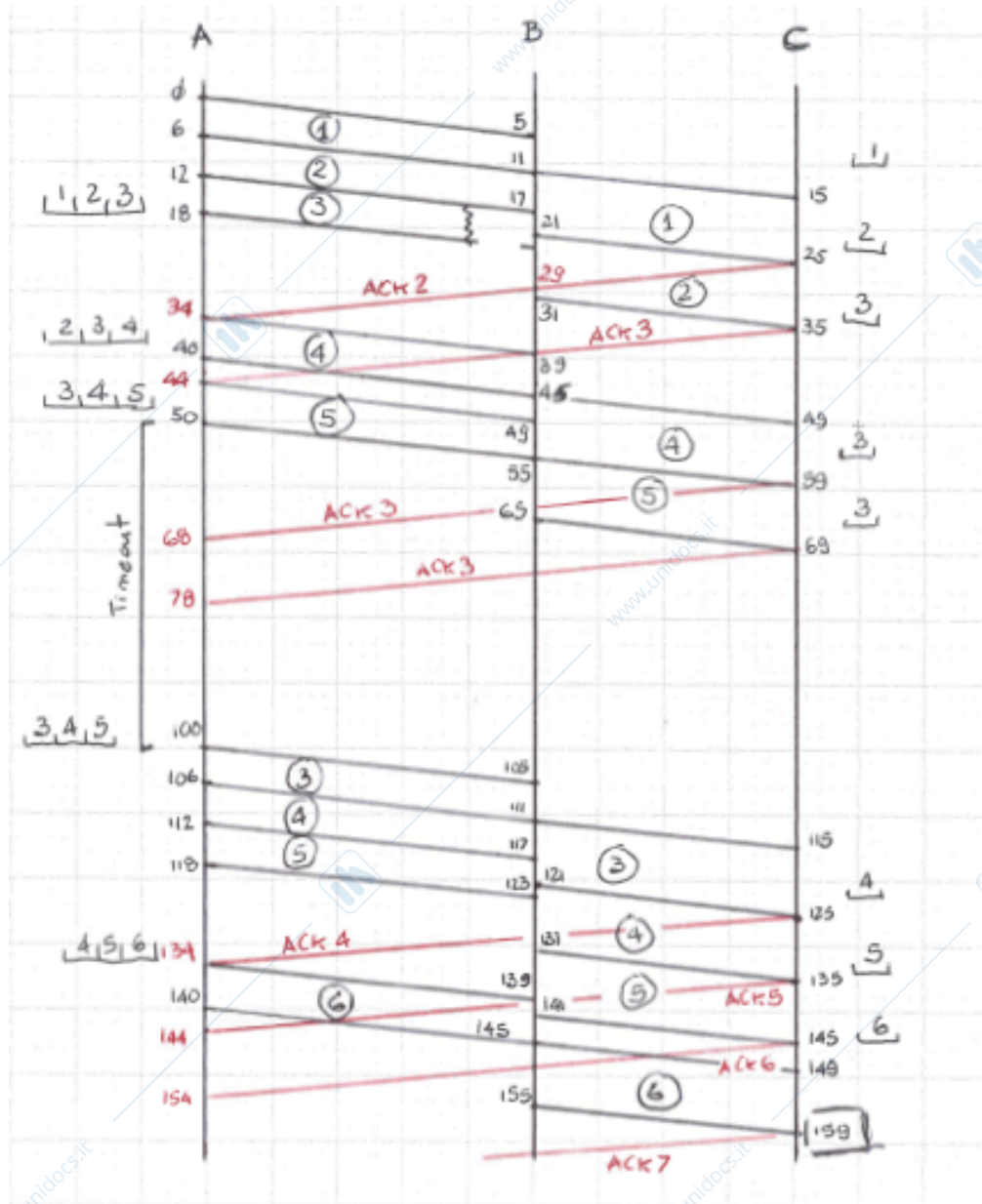
**Esercizio 2 (5 punti)** Si consideri una topologia lineare con due canali aventi, rispettivamente, tempi di propagazione di 5 ms e 4 ms e velocità di trasmissione 2 Mb/s e 1.2 Mb/s. Il nodo A deve trasmettere al nodo C 6 pacchetti (numerati da 1 a 6) di 1500B l'uno (inclusa l'intestazione). Il nodo B effettua store-and-forward con buffer infinito. La trasmissione tra A e C è regolata da un protocollo Go-Back-N con finestra  $W_T=3$  e  $T.O=50ms$ . Si ipotizzi che gli ACK abbiano dimensione trascurabile, che i tempi di elaborazione in B siano trascurabili, e che il pacchetto con numero di sequenza 3 subisca un errore nella sua prima trasmissione tra il nodo A e il nodo B. Si indichi il numero di pacchetti in attesa di trasmissione al nodo B (non contando eventuali pacchetti in trasmissione sul secondo canale) al tempo  $t=46ms$  e l'istante in cui l'ultimo bit del pacchetto 6 è ricevuto da C.



**Traccia di soluzione**  
(compiti diversi avevano la stessa soluzione)

Tempo ricezione del pacchetto 6	Nr. di sequenza dei pacchetti in B a $t=46ms$
159ms	Nessun pacchetto

$T_{X_{AB}} = 1500 \cdot 8 / (2 \cdot 10^6) = 6 \text{ ms}$     $T_{X_{BC}} = 1500 \cdot 8 / (1.2 \cdot 10^6) = 10 \text{ ms}$



Note sulla correzione:

L'obiettivo dell'esercizio era dimostrare la conoscenza delle dinamiche di Go-Back-N in uno scenario di trasmissione con canali a velocità diversa, specialmente l'effetto di "adattamento" del trasmettitore alla cadenza con cui vengono ricevuti gli ACK.

- È chiaramente indicato nel testo che Go-Back-N è realizzato tra A e C e B opera puramente come nodo di trasferimento *store-and-forward*. Qualsiasi soluzione che riportasse scambi separati tra A e B o tra B e C è stata considerata gravemente insufficiente (0 punti assegnati all'esercizio).
- È stato considerato errore grave (penalizzato -4 punti) il mancato rispetto del protocollo a finestra, con la trasmissione consecutiva (la prima volta) dei pacchetti 4 e 5, senza aspettare l'arrivo dell'ACK abilitante.
- Errori di simile gravità sono stati la trasmissione dell'ACK prima della completa ricezione del pacchetto e la mancata trasmissione di ACK in coincidenza della ricezione di pacchetti corretti (sia in sequenza che fuori sequenza).

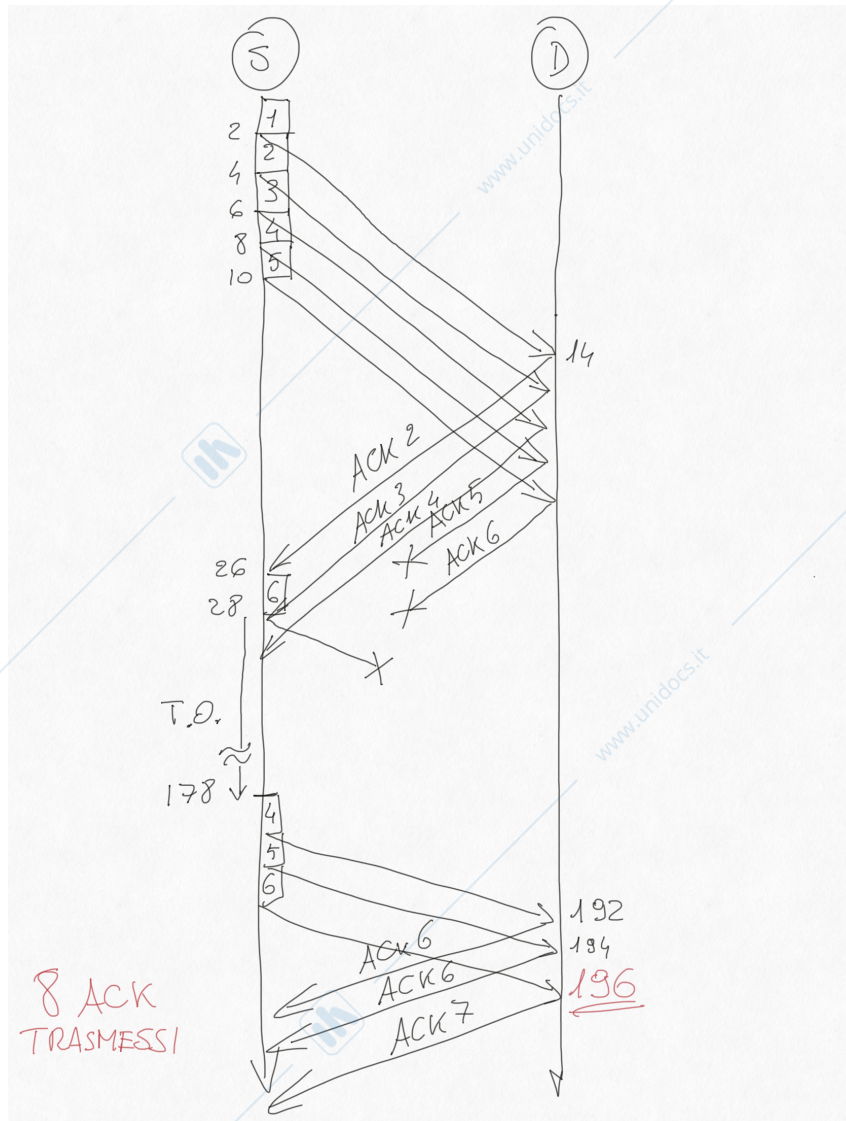
## ESERCIZIO

(rappresentativo; gli altri testi si differenziavano per valori diversi ma con un procedimento simile)

La trasmissione tra due nodi S e D su un canale a 6Mb/s con tempo di propagazione di 12ms è regolata da un protocollo Go-Back-N con  $W_r=5$  e  $T.O.=150ms$  (calcolato dalla fine della trasmissione di un nuovo pacchetto). Il nodo S invia al nodo D 6 pacchetti da 1500B l'uno (inclusa intestazione). Numerando i pacchetti da 1 in avanti e usando la consueta convenzione di semantica cumulativa per gli ACK che hanno numero di sequenza incrementato di 1 rispetto al pacchetto da confermare, si ipotizzi siano persi: ACK5, ACK6 e il pacchetto numero 6. Calcolare: l'istante di ricezione a D dell'ultimo bit dell'ultimo pacchetto e il numero di ACK trasmessi da D (include ritrasmissioni). Disegnare il diagramma delle trasmissioni

## SOLUZIONE:

Tempo di trasmissione di un pacchetto: 2ms



## NOTA:

- Sono state valutate 0/5 punti le soluzioni in cui la ritrasmissione riparte da 1 o da 2 (mancata comprensione del significato dell'ACK)
- Sono state valutate 2/5 punti le soluzioni in cui non si è fatto avanzare la finestra in corrispondenza di ACK2, ma si è atteso la scadenza del timeout dopo la trasmissione del pacchetto 5
- Sono state valutate 3/5 punti le soluzioni in cui alla scadenza del timeout è ritrasmesso solo il pacchetto 6 anziché 4,5 e 6.
- Sono state valutate 4/5 punti le soluzioni in cui non è presente la trasmissione di ACK7

## Esercizio

(rappresentativo, l'altro testo ha valori diversi ma procedimento simile)

Si consideri una topologia lineare con due canali aventi, rispettivamente, tempi di propagazione 6 ms e 5 ms, e velocità di trasmissione 2.4 Mb/s. Un protocollo Selective Repeat con  $W_T=W_R=3$  e timeout pari a 50 ms è usato per trasferire 26 pacchetti da 1500 byte l'uno (inclusa intestazione) tra il nodo S e il nodo D. Il nodo N effettua store-and-forward con buffer infinito. Non vi sono errori di trasmissione e i tempi di elaborazione nei nodi sono trascurabili. Si disegni il diagramma temporale, determinando l'istante in cui l'ultimo bit del file è ricevuto da D. Si indichino i valori minimi di  $W_T$  e  $W_R$  che minimizzano il tempo di ricezione del file.



## Soluzione:

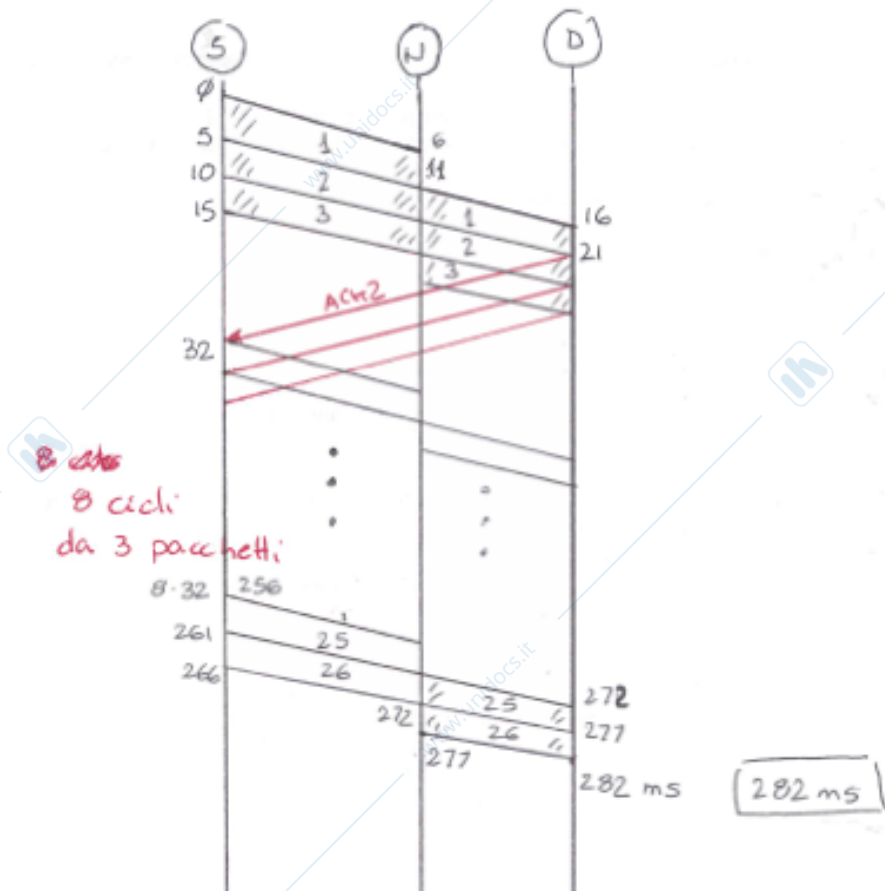
Tempo di trasmissione di un pacchetto: 5 ms

In assenza di perdite, il protocollo Selective Repeat è del tutto equivalente al Go-Back-N e prevede la trasmissione organizzata in cicli di  $W_T=3$  pacchetti, ognuno della durata di 32 ms. Il trasferimento del file richiede quindi 8 cicli, più il tempo necessario per la trasmissione di 2 pacchetti: 282 ms

Il tempo di ricezione del file è minimizzato se il primo ACK è ricevuto mentre si stanno ancora trasmettendo i pacchetti della finestra, permettendone l'avanzamento e la trasmissione continua da parte della sorgente. Quindi  $W_{Tmin} \geq 32ms/5ms$ , ovvero  $W_{Tmin} = 7$ .

In assenza di perdite, il valore di  $W_{Rmin}$  è irrilevante.

Con ragionamenti analoghi, per l'altro compito la soluzione era 220 ms e  $W_{Tmin} = 6$



## NOTA:

- Viene chiesto esplicitamente di giustificare lo svolgimento e le risposte. Sono stati penalizzati coloro che hanno indicato un valore di  $W_{Tmin}$  senza motivarlo
- È errore estremamente grave non aver considerato il ritardo di store-and-forward introdotto dal nodo N (5 punti)
- Il calcolo di  $W_{Tmin}$  errato è considerato più o meno severamente a seconda della sua giustificazione (tra 0.5 e 2 punti)
- Una minima penalizzazione è stata considerata in caso di errori di calcolo poco influenti in presenza di un procedimento corretto