



NOME E COGNOME: _____

MATRICOLA: _____

Esercizio 1 (11 punti)

Una rete locale è formata da 3 segmenti; su ciascun segmento vi è attestata una stazione, A, B e C. Due bridge uniscono i tre segmenti e in particolare il bridge AB unisce i segmenti su cui sono attestati le stazioni A e B e il bridge BC unisce i segmenti delle stazioni B e C (si veda la figura). Il Bridge è un particolare tipo di stazione che memorizza ciascuna trama che arriva da un segmento di rete e, una volta ricevuta completamente, la ritrasmette immediatamente sull'altro segmento

(tale comportamento è valido, in modo indipendente l'uno dall'altro, in entrambi i sensi); le trame restano in memoria del Bridge fino a quando la trasmissione sull'altro segmento non è andata a buon fine.

Le stazioni generano trame dati destinate a una sola delle altre stazioni e quando una stazione riceve una trama destinata a lei, la elabora e risponde con una trama di acknowledge (destinata alla stazione che aveva inviato la trama con i dati).

Le stazioni e il Bridge utilizzano un protocollo CSMA persistente (1-persistent) per la trasmissione delle trame; le caratteristiche del sistema sono:

- velocità delle linee: 1.2 Mbit/s;
- lunghezza delle trame dati: 1200 byte;
- lunghezza delle trame di acknowledge: 750 byte;

Il ritardo di propagazione e' un multiplo di τ (tau), ove τ e' pari a 1 msec (ad es., il ritardo tra B e il bridge BC o AB e' pari a 1 ms, mentre il ritardo tra i due bridge è pari a 2 ms).

La stazione A genera una trama destinata alla stazione C all'istante $t_A=301$ msec; una volta ricevuta, la stazione C impiega 9 msec per elaborare la trama e dopo tale ritardo manda la trama di acknowledge.

La stazione B genera una trama destinata alla stazione C all'istante $t_B=300$; una volta ricevuta, la stazione C impiega 18 msec per elaborare la trama e dopo tale ritardo manda la trama di acknowledge. La stazione C genera una trama destinata alla stazione A all'istante $t_C=297$ msec; una volta ricevuta, la stazione A impiega 1 msec per elaborare la trama e dopo tale ritardo manda la trama di acknowledge.

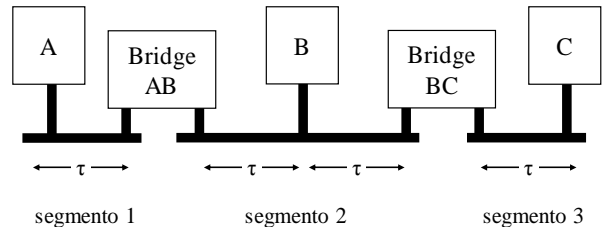
In caso di collisione, si supponga che le stazioni decidono di ritrasmettere Z millisecondi dopo la fine della trasmissione della trama corrotta; il numero Z viene deciso secondo il seguente metodo:

- si attende un tempo pari a $Z = S_c * N + T$, dove
 - S_c = somma delle cifre che compongono l'istante di inizio trasmissione
 - N = numero di collisioni subite da quella trama
 - T tempo di trama

ad esempio, se l'istante di inizio trasmissione è 418 msec, $Z = (4+1+8)*N + T$

Determinare:

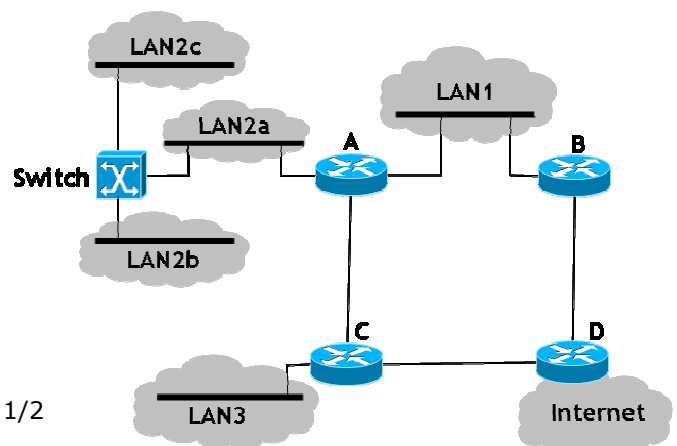
1. graficamente le trasmissioni delle diverse trame, indicando se avviene collisione, in quali istanti essa viene eventualmente avvertita e da quali apparati (stazioni A, B, C o Bridge AB, BC);
2. il periodo di vulnerabilità del sistema preso in considerazione;
3. [domanda aperta]: se al posto di due bridge ci fosse uno switch con 3 porte (una per ogni host) ci sarebbero state collisioni? (rispondere Sì o No con una breve spiegazione)



Esercizio 2 (11 punti)

Si consideri la rete rappresentata in Figura, collegata ad Internet attraverso il router D (router di default per la rete). Si hanno i seguenti vincoli:

- La LAN 1 deve poter contenere fino a 500 host e ha come indirizzo di broadcast 54.120.175.255;
- Le LAN 2a, 2b e 2c devono poter contenere fino a 254 host ciascuna; la LAN 2c contiene un host a cui è stato assegnato l'indirizzo 141.27.201.11;





- La LAN 3 corrisponde al più piccolo blocco CIDR contenente gli indirizzi 135.78.94.250 e 135.78.94.210;

Tralasciando gli indirizzi dei collegamenti punto-punto tra i router A-C, C-D, e B-D:

1. Si assegnino gli indirizzi di rete e di broadcast alle LAN 1, 2 (a, b e c) e 3, minimizzando la dimensione dei blocchi CIDR assegnati;
2. Si mostrino le tabelle di routing del router A, considerando come metrica il numero di hop e supponendo che il router D annunci di poter raggiungere tutti gli host in Internet con un singolo hop; in caso si possa raggiungere una destinazione attraverso percorsi multipli equivalenti, si mostrino tutte le differenti possibilità;
3. [domanda aperta]: se la rete utilizzasse un protocollo di tipo link-state (ad esempio OSPF) come algoritmo di routing, in caso di guasto del link tra A e C, si possono verificare situazioni di routing loop?

Esercizio 3 (11 punti)

Un'applicazione A deve trasferire 78000 byte all'applicazione B utilizzando il protocollo TCP. Si supponga che la connessione tra A e B sia già stata instaurata. La trasmissione dei segmenti inizia al tempo $t=0$. Sono noti i seguenti parametri:

- MSS concordata pari a 1200 byte;
- RCVWND annunciata da B ad A pari a 24000 byte;
- Ssthresh iniziale = RCVWND;
- CWND = 1 segmento a $t=0$;
- RTT pari a 1 secondo, costante per tutto il tempo di trasferimento;
- RTO base = $2 * RTT$; nel caso di perdite consecutive dello stesso segmento, i timeout seguenti raddoppiano fino ad un massimo di 4 volte il RTO base, dopodiché la connessione viene abbattuta;
- il tempo di trasmissione dei segmenti è trascurabile rispetto RTT;
- il ricevitore riscontra immediatamente i segmenti.

Inoltre si supponga che la rete vada fuori servizio nel seguente intervallo di tempo:

- da $t_1=4.5s$ a $t_2=5.5s$;
- da $t_3=13.5s$ a $t_4=15s$.

Si tracci l'andamento della CWND nel tempo e si determini in particolare:

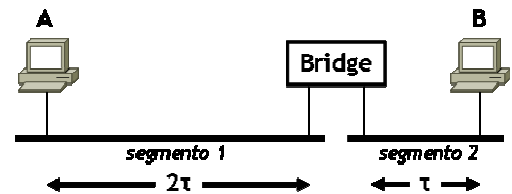
1. il valore finale di CWND (sia graficamente, sia esplicitandolo);
2. i valori assunti dalla Ssthresh durante il trasferimento (graficamente);
3. il tempo necessario per il trasferimento dei dati (sia graficamente, sia esplicitandolo);
4. il numero di segmenti trasmessi ad ogni intervallo, specificando se ne vengono ricevuti i riscontri o meno (sia graficamente, sia esplicitando i valori).
5. [domanda aperta]: se sullo stesso host dove risiede l'applicazione A ci fosse un'applicazione C che ha bisogno di inviare dati alla stessa applicazione B a cui sta inviando dati A, può l'applicazione C usare la stessa connessione aperta da A? Giustificare la risposta.



- Scrivere **nome, cognome** e **numero di matricola** su ciascun foglio che si intende consegnare (non è obbligatorio consegnare la brutta copia)
- I risultati verranno pubblicati sugli avvisi della pagina del corso **Giovedì 23 Luglio dopo le 19**
- La correzione dei temi d'esame può essere visionata durante la registrazione
- **Orali** (facoltativi) e **registrazioni** si terranno **Venerdì 24 Luglio** alle 10 in aula da definirsi

Esercizio 1 (11 punti)

Un Bridge è attestato contemporaneamente su due segmenti distinti di rete; agli estremi dei due segmenti di rete vi sono due stazioni A e B (si veda la figura a fianco). Il Bridge è un particolare tipo di stazione che memorizza ciascuna trama che arriva da un segmento di rete e, una volta ricevuta completamente, la ritrasmette sull'altro segmento di rete (tale comportamento è valido, in modo indipendente l'uno dall'altro, in entrambi i sensi); le trame restano in memoria del Bridge fino a quando la trasmissione sull'altro segmento non è andata a buon fine.



Le stazioni e il Bridge utilizzano un protocollo CSMA persistit (1-persistent) per la trasmissione delle trame; le caratteristiche del sistema sono:

- velocità del segmento 1: 1.2 Mbit/s;
- velocità del segmento 2: 1.5 Mbit/s;
- lunghezza delle trame generate sia da A che da B: 1500 byte;
- ritardo di propagazione tra la stazione A e il Bridge: 2 msec;
- ritardo di propagazione tra la stazione B e il Bridge: 1 msec.

La stazione A genera 3 trame, tutte destinate a B: una all'istante $tA1=600$ msec, una all'istante $tA2=627$ msec e una all'istante $tA3=640$ msec; la stazione B genera 2 trame, tutte destinate ad A, una all'istante $tB1=615$ msec e una all'istante $tB2=617$ msec.

In caso di collisione, si supponga che le stazioni decidono di ritrasmettere Z millisecondi dopo la fine della trasmissione della trama corrotta; il numero Z viene deciso secondo il seguente metodo:

- si attende un tempo pari a $Z = S_c * N + T$, dove
 - S_c = somma delle cifre che compongono l'istante di inizio trasmissione
 - N = numero di collisioni subite da quella trama
 - T tempo di trama

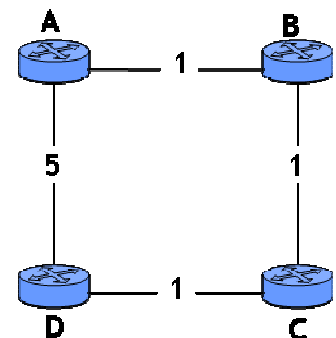
ad esempio, se l'istante di inizio trasmissione è 418 msec, $Z = (4+1+8)*N + T$

Determinare:

1. graficamente le trasmissioni delle diverse trame, indicando se avviene collisione, in quali istanti essa viene eventualmente avvertita e da quali apparati (stazione A, B o Bridge);
2. il periodo di vulnerabilità del sistema preso in considerazione.
3. [domanda aperta]: Si descriva brevemente il CSMA/CD (variante al CSMA che prevede il Collision Detection), citando le motivazioni che hanno portato all'introduzione di tale variante.

Esercizio 2 (11 punti)

Si consideri la rete mostrata in figura, ove è utilizzato l'algoritmo Distributed Bellman-Ford (DBF) classico senza alcun meccanismo aggiuntivo. Si ipotizzi che la situazione sia a regime, ovvero tutte le tabelle di routing siano stabili. Al tempo t_{guasto} il link tra B e C si guasta.



1. Si mostrino le tabelle di routing a regime prima del guasto (ovvero prima di t_{guasto})
2. Si mostrino i messaggi scambiati successivamente al guasto, fino al raggiungimento di una situazione di regime;
3. [domanda aperta] Si illustri il funzionamento del NAT con il seguente semplice esempio: un utente A (appartenente ad una rete con indirizzamento privato, ovvero dietro un NAT) apre due sessioni FTP (porta 21) contemporaneamente verso un utente B (l'utente B ha un indirizzo pubblico).



Esercizio 3 (11 punti)

Un'applicazione A deve trasferire 61500 byte all'applicazione B utilizzando il protocollo TCP. Si supponga che la connessione tra A e B sia già stata instaurata. La trasmissione dei segmenti inizia al tempo $t=0$. Sono noti i seguenti parametri:

- MSS concordata pari a 1500 byte;
- RCVWND annunciata da B ad A durante l'instaurazione della connessione pari a 12000 byte; nei riscontri inviati da B a partire dal tempo $t > 4$ secondi, la destinazione annuncia una RCVWND pari a 4500 Kbyte; nei riscontri inviati da B a partire dal tempo $t > 6$ secondi, la destinazione annuncia una RCVWND pari a 12000 Kbyte; nei riscontri inviati da B a partire dal tempo $t > 8$ secondi, la destinazione annuncia una RCVWND pari a 15000 Kbyte;
- Ssthresh iniziale = RCVWND;
- CWND = 1 segmento a $t=0$;
- RTT pari a 1 secondo, costante per tutto il tempo di trasferimento;
- RTO base = $2 * RTT$; nel caso di perdite consecutive dello stesso segmento, i timeout seguenti raddoppiano fino ad un massimo di 4 volte il RTO base, dopodiché la connessione viene abbattuta;
- il tempo di trasmissione dei segmenti è trascurabile rispetto RTT;
- il ricevitore riscontra immediatamente i segmenti.

Inoltre si supponga che la rete vada fuori servizio nel seguente intervallo di tempo:

- da $t_1=8.5s$ a $t_2=9s$.

Si tracci l'andamento della CWND nel tempo e si determini in particolare:

1. il valore finale di CWND (sia graficamente, sia esplicitandolo);
2. i valori assunti dalla Ssthresh durante il trasferimento (graficamente);
3. il tempo necessario per il trasferimento dei dati (sia graficamente, sia esplicitandolo);
4. il numero di segmenti trasmessi ad ogni intervallo, specificando se ne vengono ricevuti i riscontri o meno (sia graficamente, sia esplicitando i valori).
5. [domanda aperta]: si descriva come il TCP calcola il Round Trip Time (RTT) e il Retransmission Timeout (RTO).



- Scrivere **nome, cognome** e **numero di matricola** su ciascun foglio che si intende consegnare (non è obbligatorio consegnare la brutta copia)
- I risultati verranno pubblicati sugli avvisi della pagina del corso **Giovedì 3 Settembre dopo le 11**
- La correzione dei temi d'esame può essere visionata durante la registrazione
- **Orali** (facoltativi) e **registrazioni** si terranno **Giovedì 3 Settembre** alle 11.30 in aula M

Esercizio 1 (11 punti)

Tre stazioni A, B e C sono attestate sul medesimo mezzo condiviso. Le stazioni utilizzano un protocollo ALOHA per la trasmissione delle trame; le caratteristiche del sistema sono:

- velocità di trasmissione delle trame: 1.6 Mbit/s;
- lunghezza delle trame generate da tutte le stazioni: 2000 byte;
- ritardo di propagazione tra le stazioni nullo.

La stazione A genera 3 trame consecutivamente a partire dall'istante $t_A=311$ msec tutte destinate a C; la stazione B genera 3 trame consecutivamente a partire dall'istante $t_B=317$ msec tutte destinate a C.

In caso di collisione, si supponga che le stazioni decidono di ritrasmettere Z millisecondi dopo la fine della trasmissione della trama corrotta; il numero Z viene deciso secondo il seguente metodo:

- si attende un tempo pari a $Z = S_c * N + T$, dove
 - S_c = somma delle cifre che compongono l'istante di inizio trasmissione
 - N = numero di collisioni subite da quella trama
 - T tempo di trama

ad esempio, se l'istante di inizio trasmissione è 418 msec, $Z = (4+1+8)*N + T$

Determinare:

1. graficamente le trasmissioni delle diverse trame, indicando se avviene collisione, in quali istanti essa viene eventualmente avvertita;
2. il periodo di vulnerabilità del sistema.

Si supponga che la stazione B adotti una strategia aggressiva: a tale scopo essa utilizza una versione modificata dell'ALOHA dove, in caso di collisione, la stazione ritrasmette con un ritardo deterministico $Z = 2$ msec (invece di calcolarlo di volta in volta come indicato sopra).

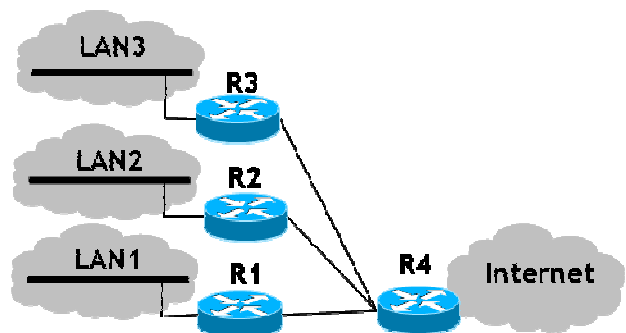
Determinare:

3. graficamente le trasmissioni delle diverse trame, indicando se avviene collisione, in quali istanti essa viene eventualmente avvertita, nel caso in cui la stazione B adotti tale politica aggressiva;
4. [domanda aperta]: Spiegare brevemente se la strategia adottata da B può essere considerata una strategia vincente o meno, ovvero, è preferibile avere un valore Z deterministico o casuale?

Esercizio 2 (11 punti)

Si consideri la rete rappresentata in Figura, collegata ad Internet attraverso il router R4 (router di default per la rete). A tale rete è stato assegnato il blocco di indirizzi 131.176.123.0/24.

1. Si assegnino gli indirizzi di rete e di broadcast alle LAN 1, 2 e 3, partizionando il blocco in modo che ciascuna LAN possa contenere lo stesso numero di stazioni;
2. In caso di indirizzi inutilizzati, si ri-suddividano tali indirizzi tra le 3 LAN;
3. In caso di ulteriori indirizzi inutilizzati, si associno tali indirizzi ai collegamenti punto-punto tra i router (tra R1 e R4, R2 e R4, R3 e R4);
4. Si scriva la tabella di routing del router R1;
5. [domanda aperta]: si supponga che la rete in figura sia dotata di DHCP server e un utente A accenda il suo computer portatile collegandosi alla LAN1; dopo aver visitato alcune pagine web su Internet, l'utente A si sposta dalla LAN1 alla LAN2; si spieghi brevemente se e come cambia l'indirizzo IP dell'utente A e cosa succede ad eventuali pacchetti che stanno arrivando da Internet per l'utente A mentre questi si sta spostando dalla LAN1 alla LAN2.





Esercizio 3 (11 punti)

Un'applicazione A deve trasferire 58800 byte all'applicazione B utilizzando il protocollo TCP. Si supponga che la connessione tra A e B sia già stata instaurata. La trasmissione dei segmenti inizia al tempo $t=0$. Sono noti i seguenti parametri:

- MSS concordata pari a 1400 byte;
- RCVWND annunciata da B ad A pari a 22400 byte e rimane costante per tutto il tempo di trasmissione;
- Ssthresh iniziale = RCVWND;
- CWND = 1 segmento a $t=0$;
- RTT pari a 0.5 secondi; a causa del guasto che manda la rete fuori uso la prima volta (i tempi in cui la rete va fuori uso sono specificati più sotto), i segmenti inviati successivamente devono seguire un percorso diverso con RTT pari a 1.5 secondi; durante il secondo periodo di rete fuori uso, il guasto viene riparato e i segmenti inviati successivamente alla riparazione tornano a sperimentare un RTT pari a 0.5 sec; il parametro α che rientra nel calcolo dell'SRTT è uguale a 0.5 (se non ricordate la formula che lega SRTT e RTT istantaneo, venite a chiederla);
- RTO base = $2 \cdot \text{RTT}$; nel caso di perdite consecutive dello stesso segmento, i timeout seguenti raddoppiano fino ad un massimo di 4 volte il RTO base, dopodiché la connessione viene abbattuta;
- il tempo di trasmissione dei segmenti è trascurabile rispetto RTT;
- il ricevitore riscontra immediatamente i segmenti.

Inoltre si supponga che la rete vada fuori servizio nel seguente intervallo di tempo:

- da $t_1=2s$ a $t_2=2.5s$;
- da $t_3=6s$ a $t_4=7s$.

Quando la rete va fuori uso, tutti i segmenti presenti in rete vengono persi.

Si tracci l'andamento della CWND nel tempo e si determini in particolare:

1. il valore finale di CWND (sia graficamente, sia esplicitandolo);
2. i valori assunti dalla Ssthresh durante il trasferimento (graficamente);
3. il tempo necessario per il trasferimento dei dati (sia graficamente, sia esplicitandolo);
4. il numero di segmenti trasmessi ad ogni intervallo, specificando se ne vengono ricevuti i riscontri o meno (sia graficamente, sia esplicitando i valori).
5. [domanda aperta]: L'header TCP contiene un campo "Sequence Number": si spieghi a cosa serve e come viene utilizzato tale campo.



- Scrivere **nome, cognome** e **numero di matricola** su ciascun foglio che si intende consegnare (non è obbligatorio consegnare la brutta copia)
- I risultati verranno pubblicati sugli avvisi della pagina del corso **Giovedì 24 Settembre dopo le 15**
- La correzione dei temi d'esame può essere visionata durante la registrazione
- **Orali** (facoltativi) e **registrazioni** si terranno **Giovedì 24 Settembre** alle 16.00 in aula M

Esercizio 1 (11 punti)

Tre stazioni (A, B e C) sono attestate al medesimo mezzo condiviso (si faccia riferimento alla figura).

Le stazioni utilizzano un protocollo CSMA persistent (1-persistent) per la trasmissione delle trame; le caratteristiche del sistema sono:

- velocità delle linee: 1 Mbit/s
- lunghezza delle trame: 1500 byte
- il ritardo di propagazione tra la stazione A e la stazione B è pari a 1 msec;
- il ritardo di propagazione tra la stazione B e la stazione C è pari a 2 msec.

La stazione A genera 3 trame, A1, A2 e A3, agli istanti $t_{A1}=136$ msec, $t_{A2}=160$ msec e $t_{A3}=190$ msec rispettivamente; la stazione B genera una trama B1 all'istante $t_{B1}=139$ msec; la stazione C genera una trama C1 all'istante $t_{C1}=141$ msec.

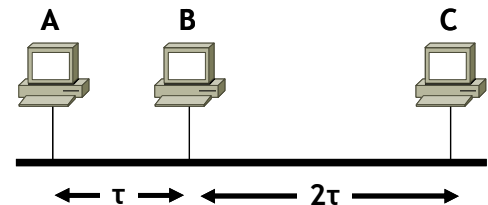
In caso di collisione, si supponga che le stazioni decidono di ritrasmettere Z millisecondi dopo la fine della trasmissione della trama corrotta; il numero Z viene deciso secondo il seguente metodo:

- si attende un tempo pari a $Z = S_c * N + T$, dove
 - S_c = somma delle cifre che compongono l'istante di inizio trasmissione
 - N = numero di collisioni subite da quella trama
 - T tempo di trama

ad esempio, se l'istante di inizio trasmissione è 418 msec, $Z = (4+1+8)*N + T$

Determinare:

1. graficamente le trasmissioni delle diverse trame, indicando se avviene collisione, in quali istanti essa viene eventualmente avvertita e da quali apparati;
2. il periodo di vulnerabilità del sistema preso in considerazione.
3. [domanda aperta]: Nelle wireless LAN esiste un problema detto del "terminale nascosto" (hidden terminal problem): descrivere tale problema e la sua soluzione.



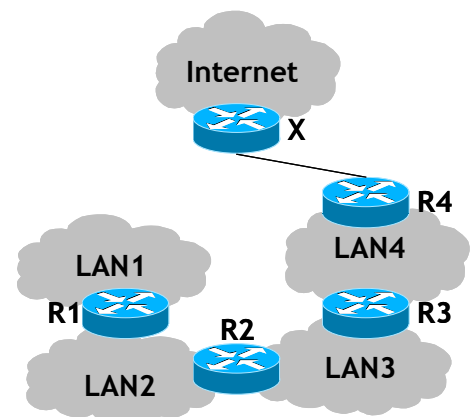
Esercizio 2 (11 punti)

La rete rappresentata nella figura a lato è composta dai quattro router R1-R4 e dalle quattro LAN1-4, ed è interconnessa ad Internet tramite un canale punto-punto attestato presso il router X. Si considerino i vincoli seguenti:

- L'indirizzo di broadcast di LAN 2 è 112.113.115.127;
- La LAN 1 deve contenere un numero maggiore di nodi rispetto alle altre tre LAN;
- Le LAN 3 e 4 sono di pari dimensione, e sono le più piccole delle quattro LAN.

In base ai suddetti vincoli:

1. Si scriva un piano di indirizzamento per tutte le LAN in modo da minimizzare il blocco CIDR da assegnare alla rete.
2. Si scrivano le tabelle di routing dei router R1, R2, R3, R4 e X.
3. [domanda aperta] Si spieghi brevemente la funzionalità di frammentazione dei pacchetti IP, incluso le motivazioni e gli apparati che effettuano frammentazione / deframmentazione.





Esercizio 3 (11 punti)

Un'applicazione A deve trasferire 127200 byte all'applicazione B utilizzando il protocollo TCP. Si supponga che la connessione tra A e B sia già stata instaurata. La trasmissione dei segmenti inizia al tempo $t=0$. Sono noti i seguenti parametri:

- MSS concordata pari a 1200 byte;
- RCVWND annunciata da B ad A durante l'instaurazione della connessione pari a 19200 byte, costante per tutto il tempo di trasmissione;
- Ssthresh iniziale = RCVWND;
- CWND = 1 segmento a $t=0$;
- RTT pari a 0.5 secondi, costante per tutto il tempo di trasferimento;
- RTO base = $2 \cdot \text{RTT}$; nel caso di perdite consecutive dello stesso segmento, i timeout seguenti raddoppiano fino ad un massimo di 4 volte il RTO base, dopodiché la connessione viene abbattuta;
- il tempo di trasmissione dei segmenti è trascurabile rispetto RTT;
- il ricevitore riscontra immediatamente i segmenti.

Inoltre si supponga che la rete vada fuori servizio nei seguenti intervalli di tempo:

- da $t_1=2s$ a $t_2=2.5s$;
- da $t_3=5.5s$ a $t_4=6s$.

Infine, si assuma che il programmatore del TCP per il sistema operativo utilizzato da A e B abbia invertito gli algoritmi di Slow Start e Congestion Avoidance, ovvero, il TCP segue l'algoritmo di Congestion Avoidance se la Congestion Window è minore della Slow Start Threshold, altrimenti segue l'algoritmo di Slow Start.

Si tracci l'andamento della CWND nel tempo e si determini in particolare:

1. il valore finale di CWND (sia graficamente, sia esplicitandolo);
2. i valori assunti dalla Ssthresh durante il trasferimento (graficamente);
3. il tempo necessario per il trasferimento dei dati (sia graficamente, sia esplicitandolo);
4. il numero di segmenti trasmessi ad ogni intervallo, specificando se ne vengono ricevuti i riscontri o meno (sia graficamente, sia esplicitando i valori).
5. [domanda aperta]: Si spieghi brevemente perché la Congestion Window non è un parametro fisso, ma varia continuamente nel tempo.