



- 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 **Lunedì 8 Luglio dopo le 12**
- La correzione dei temi d'esame può essere visionata durante la registrazione
- **Orali** (facoltativi) e **registrazioni** si terranno **Martedì 9 Luglio** alle 9.00 in aula "I".

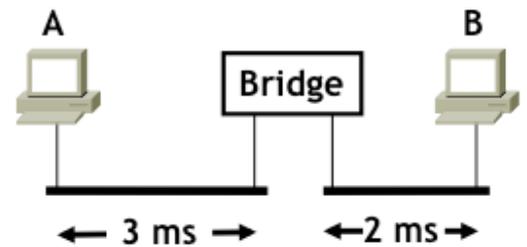
## Domande sulla teoria (4 punti ciascuna)

Lo studente risponda in maniera concisa, ma precisa, alle seguenti domande riguardanti la parte teorica. È necessario che lo studente ottenga almeno 7 punti (su un totale di 12 punti a disposizione). In caso contrario, gli esercizi non verranno considerati e il voto finale sarà insufficiente.

1. Si descriva l'algoritmo CSMA nella sua variante Collision Detection (CSMA-CD), indicando il motivo che ha portato all'introduzione di tale variante.
2. L'header del protocollo IP contiene un campo chiamato "Time to live" (TTL): si spieghi come viene utilizzato tale campo e perché è stato introdotto.
3. Si descriva la fase di chiusura della connessione nel TCP, indicando i messaggi scambiati e i principali campi dell'header utilizzati durante tale fase.

## Esercizio 1 (7 punti)

Un Bridge è attestato contemporaneamente su due segmenti distinti di rete; sul segmento 1 c'è una stazione, A, e sul segmento 2 c'è una stazione, 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** 1-persistent. Le caratteristiche del sistema sono:

- velocità dei segmenti: 1.0 Mbit/s;
- lunghezza delle trame generate dalle stazioni: 1500 byte;
- ritardo di propagazione pari ad 3 ms tra la stazione A e il bridge e pari a 2 ms tra la stazione B e il bridge;

Le stazioni generano le seguenti trame:

- stazione A: una trama (A1) all'istante  $t_{A1}=745$  msec, e una trama (A2) all'istante  $t_{A2}=765$  msec, entrambe dirette a B;
- stazione B: una trama (B1) all'istante  $t_{B1}=739$  msec, una trama (B2) all'istante  $t_{B2}=759$  msec, e una trama (B3) all'istante  $t_{B3}=789$  msec, tutte dirette ad A.

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.

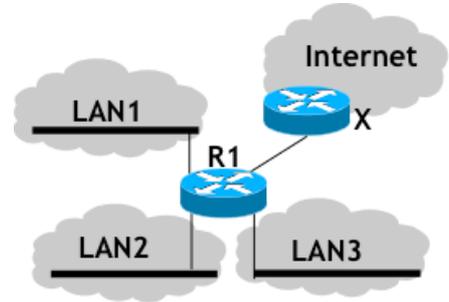


### Esercizio 2 (7 punti)

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

- Le LAN 1, 2 e 3 devono poter contenere rispettivamente almeno 300, 40 e 90 host;
- L'indirizzo di broadcast della LAN 3 è 148.12.79.255.

Tralasciando gli indirizzi del collegamento punto-punto tra il router R1 e X:



1. Si specifichi il blocco CIDR più piccolo da assegnare alla rete nel rispetto dei vincoli citati;
2. Si assegnino gli indirizzi di rete e di broadcast alle LAN 1, 2 e 3, utilizzando il blocco CIDR individuato nel punto precedente.
3. Si scriva la tabella di routing del router X, considerando come metrica il numero di hop e assumendo che qualsiasi host su Internet possa essere raggiunto in 4 hop.

### Esercizio 3 (7 punti)

Un'applicazione A deve trasferire 73200 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 19200 byte; a partire dal tempo  $t_a > 5.0$  la destinazione annuncia una RCVWND pari a 24000 byte; a partire dal tempo  $t_b > 10.0$  la destinazione annuncia una RCVWND pari a 19200 byte;
- Ssthresh iniziale = RCVWND;
- CWND = 1 segmento a  $t=0$ ;
- RTT pari a 1.0 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 (incluso), 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  $t_1=5.5s$  a  $t_2=8.0s$ ;
- da  $t_3=18.5s$  a  $t_4=19.5s$ .

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).



Università degli Studi di Verona, Dipartimento di Informatica  
**Reti di Calcolatori, Prof. D. Carra, A.A. 2013/2014**  
**Appello d'esame del 25 Febbraio 2014**

- 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 27 Febbraio dopo le 12**
- La correzione dei temi d'esame può essere visionata durante la registrazione
- **Orali** (facoltativi) e **registrazioni** si terranno **Giovedì 27 Febbraio** alle 14.30 in aula L.

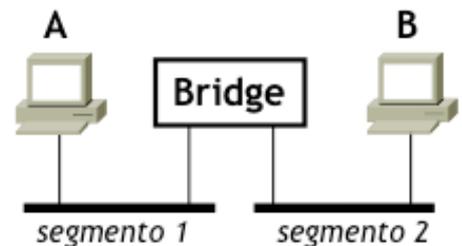
### Domande sulla teoria (4 punti ciascuna)

Lo studente risponda in maniera concisa, ma precisa, alle seguenti domande riguardanti la parte teorica. È necessario che lo studente ottenga almeno 7 punti (su un totale di 12 punti a disposizione). In caso contrario, gli esercizi non verranno considerati e il voto finale sarà insufficiente.

1. Per consentire il risparmio di energia nelle Wireless LAN (WLAN), le stazioni utilizzano il cosiddetto "Network Allocation Vector" (NAV): si spieghi che cos'è il NAV e come viene utilizzato.
2. In riferimento al livello di rete, si spieghi, anche attraverso un esempio, che cos'è il Network Address Translation (NAT), specificando per quale motivo tale funzionalità è stata introdotta.
3. In riferimento al livello di trasporto, si spieghi che cosa sono le "porte note" (Well Known Ports) e il motivo per cui sono state introdotte.

### Esercizio 1 (7 punti)

Un Bridge è attestato contemporaneamente su due segmenti distinti di rete; sul segmento 1 c'è una stazione, A, e sul segmento 2 c'è una stazione, 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 **ALOHA**. Le caratteristiche del sistema sono:

- velocità del segmento 1: 1.2 Mbit/s;
- velocità del segmento 2: 800 kbit/s;
- lunghezza delle trame generate dalle stazioni: 1200 byte;
- ritardo di propagazione trascurabile su entrambi i segmenti;

Le stazioni generano le seguenti trame:

- stazione A: una trama (A1) all'istante  $t_{A1}=415$  msec, e una trama (A2) all'istante  $t_{A2}=435$  msec, entrambe dirette a B;
- stazione B: una trama (B1) all'istante  $t_{B1}=415$  msec, e una trama (B2) all'istante  $t_{B2}=430$  msec, entrambe dirette ad A.

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:

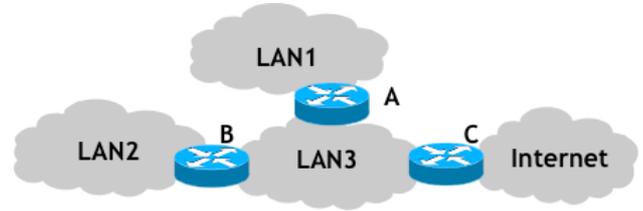
1. graficamente le trasmissioni delle diverse trame, indicando se avviene collisione, in quali istanti essa viene eventualmente avvertita e da quali apparati;
2. il periodo di vulnerabilità del sistema preso in considerazione.



## Esercizio 2 (7 punti)

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

- la LAN 1 contiene un host con indirizzo 76.104.213.12;
- Le LAN 1, 2, e 3 devono poter contenere rispettivamente almeno 300, 1200, e 520 host.



In base ai suddetti vincoli:

1. Si specifichi il blocco CIDR più piccolo da assegnare alla rete;
2. Si assegnino gli indirizzi di rete e di broadcast alle LAN 1, 2, e 3, utilizzando il blocco CIDR individuato nel punto precedente.
3. Si scriva la tabella di routing del router A, considerando come metrica il numero di hop e assumendo che il router X abbia annunciato di poter raggiungere qualsiasi host su Internet in 4 hop.

## Esercizio 3 (7 punti)

Un'applicazione A deve trasferire 83200 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 1300 byte;
- RCVWND annunciata da B ad A pari a 20800 byte; a partire dal tempo  $t_a > 11.0$  la destinazione annuncia una RCVWND pari a 15600 byte;
- Ssthresh iniziale = RCVWND;
- CWND = 1 segmento a  $t=0$ ;
- RTT pari a 1.0 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 (incluso), 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  $t_1=4.0s$  a  $t_2=5.0s$ ;
- da  $t_3=11.5s$  a  $t_4=13.0s$ ;

**ATTENZIONE:** si assuma inoltre che l'algoritmo Congestion Avoidance sia stato modificato nel seguente modo:

- Per ogni ack ricevuto la CWND aumenta di un valore pari a  $2 * (\#ack\ ricevuti) / CWND_{old}$ .

L'algoritmo Slow Start, invece, rimane invariato.

*Lo studente può ignorare tale modifica e svolgere l'esercizio come di consueto: in tal caso il massimo dei punti ottenibile da questo esercizio scende a 5.*

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).