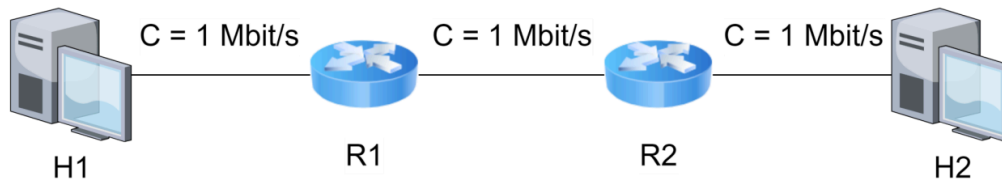


Esercizio 1 Si consideri la rete descritta:



Si assuma che non ci sia altro traffico al di fuori di quello descritto successivamente e si trascurino i ritardi di elaborazione e di propagazione. Si calcoli il ritardo end-to-end per la trasmissione da H1 a H2 di:

- a) **1 pacchetto da 6000 byte**
- b) **oppure, 4 pacchetti da 1500 byte**

Soluzione esercizio 1

a) Ritardo per 1 pacchetto da 6000 byte

Calcolo del ritardo di trasmissione:

- Dimensione del pacchetto: 6000 byte = **48000 bit** (6000 * 8bit)
- Velocità di trasmissione: 1 Mbit/s = **1000000 bit/s**

Ritardo di trasmissione = Dimensione pacchetto / Velocità di trasmissione =
 $48000 \text{ bit} / 1000000 \text{ bit/s} = \mathbf{0.048 \text{ secondi} = 48 \text{ ms}}$

Calcolo del ritardo end-to-end:

Il ritardo end-to-end è la somma dei ritardi di trasmissione nei tre collegamenti:

Ritardo end-to-end = Ritardo trasmissione **H1-R1** + Ritardo trasmissione **R1-R2** +
Ritardo trasmissione **R2-H2**

Ritardo end-to-end = 0.048 s + 0.048 s + 0.048 s = **0.144 secondi = 144 ms**

b) Ritardo per 4 pacchetti da 1500 byte

Calcolo del ritardo di trasmissione per un singolo pacchetto:

- Dimensione del pacchetto: 1500 byte = **12000 bit** (1500 * 8bit)
- Velocità di trasmissione: 1 Mbit/s = **1000000 bit/s**

Ritardo di trasmissione per un pacchetto = 12000 bit / 1000000 bit/s =
0.012 secondi = 12 ms

Calcolo del ritardo end-to-end per 4 pacchetti:

Ritardo end-to-end = (Ritardo trasmissione per un pacchetto + Ritardo trasmissione
H1-R1 + Ritardo trasmissione R1-R2 + Ritardo trasmissione R2-H2)

Ritardo end-to-end = (0.012 s + 0.012 s + 0.012 s + 0.048 s) = **0.084 secondi =
84 ms**

Risposte alle domande

1. Qual è il ritardo end-to-end per la trasmissione di 1 pacchetto da 6000 byte?

Il ritardo end-to-end è di **0.144 secondi**.

2. Qual è il ritardo end-to-end per la trasmissione di 4 pacchetti da 1500 byte?

Il ritardo end-to-end è di **0.084 secondi**.

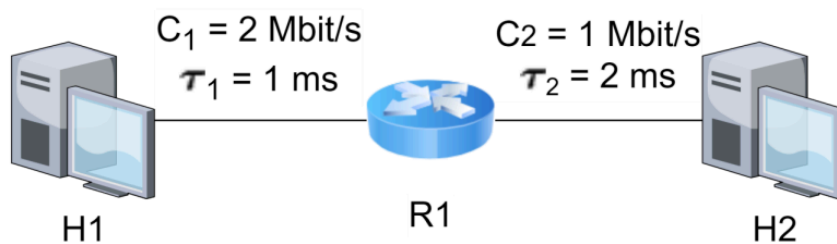
Osservazioni

- Il ritardo end-to-end può variare a seconda del carico di traffico sulla rete.

Conclusione

Il ritardo end-to-end è un parametro importante da considerare nella progettazione e nella valutazione delle reti di computer. Un ritardo end-to-end elevato può causare problemi come ritardi nella comunicazione e nella trasmissione di dati.

Esercizio 2



a) Calcolo degli istanti di ricezione dei pacchetti

Per calcolare gli istanti in cui ciascun pacchetto viene completamente ricevuto dall'host H2, è necessario considerare il tempo di trasmissione e il ritardo di propagazione su entrambi i collegamenti.

Pacchetto 1:

- Tempo di trasmissione su H1-R1: $1000 \text{ bit} / 2 \text{ Mbit/s} = 0.5 \text{ ms}$
- Ritardo di propagazione su H1-R1: 1 ms
- Tempo di trasmissione su R1-H2: $1000 \text{ bit} / 1 \text{ Mbit/s} = 1 \text{ ms}$
- Ritardo di propagazione su R1-H2: 2 ms

Tempo totale di ricezione: $0.5 \text{ ms} + 1 \text{ ms} + 1 \text{ ms} + 2 \text{ ms} = 4.5 \text{ ms}$

Pacchetto 2:

- Tempo di trasmissione su H1-R1: 0.5 ms
- Ritardo di propagazione su H1-R1: 1 ms
- Tempo di **attesa in coda** a R1 (il pacchetto 1 è ancora in trasmissione)

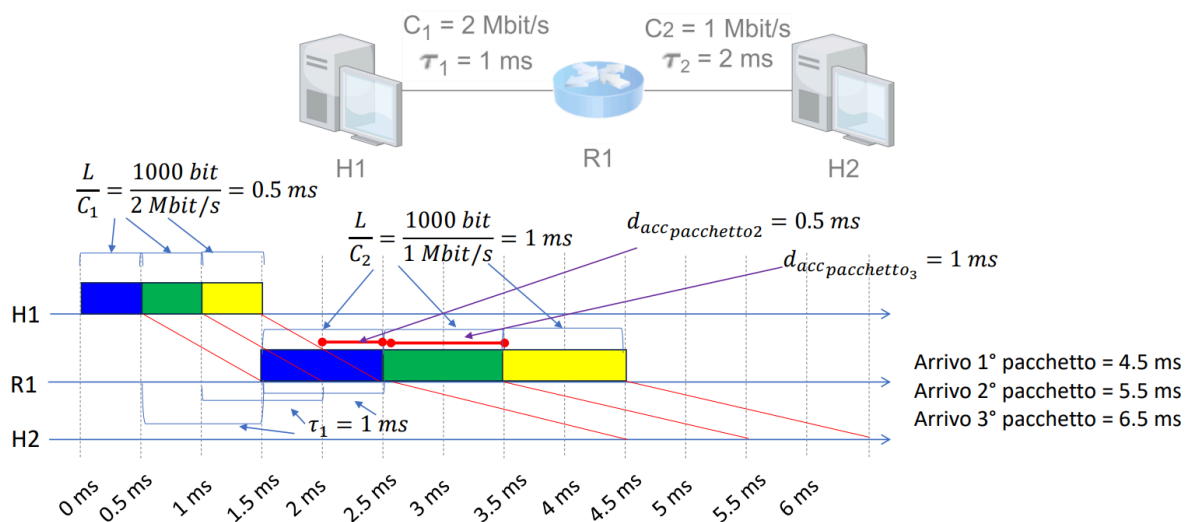
- Tempo di trasmissione su R1-H2: 1 ms
- Ritardo di propagazione su R1-H2: 2 ms

Tempo totale di ricezione: 0.5 ms + 1 ms + **tempo di attesa in coda (1 ms)** + 1 ms + 2 ms = tempo di ricezione del pacchetto 1 + **tempo di attesa in coda (1 ms)** = **5.5 ms**

Pacchetto 3:

- Tempo di trasmissione su H1-R1: 0.5 ms
- Ritardo di propagazione su H1-R1: 1 ms
- Tempo di **attesa in coda** a R1 (i pacchetti 1 e 2 sono ancora in trasmissione)
- Tempo di trasmissione su R1-H2: 1 ms
- Ritardo di propagazione su R1-H2: 2 ms

Tempo totale di ricezione: 0.5 ms + 1 ms + **tempo di attesa in coda (1 ms)** + 1 ms + 2 ms = tempo di ricezione del pacchetto 2 + **tempo di attesa in coda (1 ms)** = **6.5 ms**



Esercizio 3

I. Tempo di trasferimento dei pacchetti da H1 a H3

Per calcolare il tempo di trasferimento dei due pacchetti da H1 a H3, è necessario considerare il tempo di trasmissione su ciascun collegamento.

Pacchetto 1:

- Tempo di trasmissione su H1-R: $4000 \text{ bit} / 10 \text{ Mbps} = 0.4 \text{ ms}$

Pacchetto 2:

- Tempo di trasmissione su H1-R: $4000 \text{ bit} / 10 \text{ Mbps} = 0.4 \text{ ms}$

Tempo totale di trasferimento: $0.4 \text{ ms (pacchetto 1)} + 0.4 \text{ ms (pacchetto 2)} = \mathbf{0.8 \text{ ms}}$

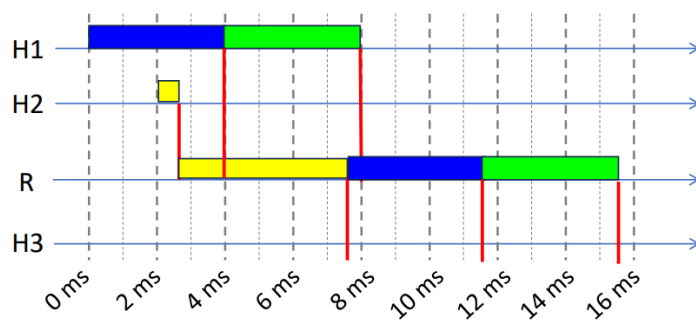
II. Tempo di trasferimento del pacchetto da H2 a H3

Per calcolare il tempo di trasferimento del pacchetto da H2 a H3, è necessario considerare il tempo di trasmissione su ciascun collegamento.

Pacchetto:

- Tempo di trasmissione su H2-R: $5000 \text{ bit} / 10 \text{ Mbps} = 0.5 \text{ ms}$

Tempo totale di trasferimento: $0.005 \text{ s} = \mathbf{0.5 \text{ ms}}$



ANALISI:

Calcolo dei tempi:

Pacchetto H2:

- Tempo di elaborazione: 0.5 ms
- Tempo di trasmissione: $5000 \text{ bit} / 1 \text{ Mbps} = 5 \text{ ms}$
- **Arrivo al router:** $t_2 + 0.5 \text{ ms} + 5 \text{ ms} = 7.5 \text{ ms}$

Primo pacchetto H1:

- Tempo di trasmissione: $4000 \text{ bit} / 10 \text{ Mbps} = 0.4 \text{ ms}$
- Ritardo di propagazione: **7.5 ms (dovuto dal pacchetto precedente)**
- **Arrivo al router:** $7.5 \text{ ms} + 4 \text{ ms} = 11.5 \text{ ms}$
- Ritardo di accodamento: **3.5 ms** (il primo pacchetto di H1 ha subito un ritardo di accodamento perché è arrivato dopo del pacchetto di H2)

Secondo pacchetto H1:

- Tempo di trasmissione: $4000 \text{ bit} / 10 \text{ Mbps} = 0.4 \text{ ms}$
- Ritardo di propagazione: 1 ms
- **Arrivo al router:** $7.5 \text{ ms} + 4 \text{ ms} + 4 \text{ ms} = 15.5 \text{ ms}$
- Ritardo di accodamento: **3.5 ms** (il secondo pacchetto di H1 ha dovuto attendere la trasmissione del primo pacchetto di H1)

SPIEGAZIONE:

L'host H1 inizierà ad inviare i suoi due pacchetti dall'istante t_0 fino all'istante t_8 , in questo frangente di tempo H2 all'istante t_2 processerà e invierà il pacchetto in 0.5 ms pertanto il Router riceverà ed inizierà a processare il pacchetto di H2 all'istante $t_{2.5}$ al quale sommando la grandezza del pacchetto calcolata precedentemente ci restituirà come risultato l'istante di arrivo del pacchetto di H2 (2.5 ms (momento della ricezione) + 5 ms (grandezza bit/1Mbit/s) = 7.5 ms.

All'istante $t_{7.5}$ potrà iniziare la ricezione del primo pacchetto di H1 il quale impiegherà i suoi 4 ms precedentemente calcolati per arrivare del tutto e quindi otterremo data la somma (7.5 ms + 4 ms) = 11.5 ms è l'istante di arrivo del primo pacchetto di H1 [Nota bene, se fosse iniziato all istante t_8 avremmo avuto un ritardo di accodamento di 4 ms (il tempo di processare un singolo pacchetto , ma in questo caso il primo pacchetto è iniziato all istante $t_{7.5}$ pertanto abbiamo ottenuto un ritardo di accodamento pari a 3.5 ms (4 ms - 0.5 ms) .

All'istante $t_{11.5}$ terminato il primo di H1 inizierà il secondo di H1 dove facendo una semplice somma (11.5 ms + 4 ms) otterremo l'arrivo del secondo pacchetto che corrisponderà a 15.5 ms anch esso con un ritardo di accodamento di 3.5 ms.