



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Architettura di Internet a.a. 2022/2023 Esercitazione 1

Ulderico Vagnoni
ulderico.vagnoni2@unibo.it

www.unibo.it

Unità di misura e notazione scientifica

L'esame di Architettura di Internet richiede di risolvere esercizi in cui è necessario calcolare delle quantità che coinvolgono dati con differenti unità di misura e ordini di grandezza.

Le unità di misura più comuni nel corso sono:

Principali Unità di misura

| Nome | Abbreviazione | misura |
|---------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Metri | m | distanza |
| Metri al secondo | m/s | velocità |
| bit | b | Informazione (IEEE 1541-2002) |
| Byte | B | Informazione (1Byte = 8 bit) |
| bit/Byte al secondo | b/s or bps B/s or Bps | Velocità trasmissione |



Unità di misura e notazione scientifica

I prefissi più comuni invece sono:

Tabella dei prefissi:

| Nome | 10^n | Abbreviazione |
|--------|-----------|---------------|
| Giga- | 10^9 | G |
| Mega- | 10^6 | M |
| Kilo- | 10^3 | k |
| --- | 10^0 | - |
| milli- | 10^{-3} | m |
| micro- | 10^{-6} | μ |
| nano- | 10^{-9} | n |



Unità di misura e notazione scientifica

La notazione scientifica è un modo conveniente di scrivere numeri che possono essere molto grandi o molto piccoli separandoli in un coefficiente moltiplicato per una potenza di 10.

Il coefficiente deve essere necessariamente un numero maggiore uguale a 1 ma strettamente minore di 10.

Alcuni esempi:

$$299\,792\,458 \text{ m/s} = 2.9979 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$76.3 \text{ Kb} = 76300 \text{ b} = 7.63 \times 10^4 \text{ b}$$

$$384400 \text{ Km} = 3.844 \times 10^8 \text{ m}$$

$$0.66 \text{ }\mu\text{s} = 0.000066 \text{ s} = 6.6 \times 10^{-5} \text{ s}$$

$$2.56 \text{ Mb} = 2,560,000 \text{ b} = 2.56 \times 10^6 \text{ b}$$

$$5 \text{ ms} = 0.005 \text{ s} = 5 \times 10^{-3} \text{ s}$$



Unità di misura e notazione scientifica

Se il numero è decimale, spostare la virgola a destra dalla sua posizione originale e piazzarla dopo la prima cifra diversa da zero.

L'esponente di 10 sarà il numero di posizioni di cui avete spostato la virgola, e sarà negativo dato lo spostamento verso destra.

$$0.0000643 = 6.43 \times 10^{-5}$$

$$0.000643 = 6.43 \times 10^{-4}$$

$$0.00643 = 6.43 \times 10^{-3}$$

$$0.0643 = 6.43 \times 10^{-2}$$



Unità di misura e notazione scientifica

Se il numero invece è positivo e maggiore di 10, spostare la virgola a sinistra e metterla dopo la prima cifra.

L'esponente di 10 sarà il numero di posizioni di cui avete spostato la virgola, e sarà positivo dato lo spostamento verso sinistra.

$$125000 = 1.25 \times 10^5$$

$$12500 = 1.25 \times 10^4$$

$$1250 = 1.25 \times 10^3$$

$$125 = 1.25 \times 10^2$$



Unità di misura e notazione scientifica

Le operazioni aritmetiche seguono le regole delle potenze. Per aggiungere o sottrarre due numeri in notazione scientifica devono avere lo stesso esponente.

Moltiplicare/dividere corrisponde a moltiplicare/dividere i numeri e a sommare/sottrarre gli esponenti.

$$\begin{aligned} 3.4 \times 10^2 + 1.2 \times 10^4 &= \\ 0.034 \times 10^4 + 1.2 \times 10^4 &= \\ (0.034 + 1.2) \times 10^4 &= \\ 1.234 \times 10^4 & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3.4 \times 10^2 \times 1.2 \times 10^4 &= \\ (3.4 \times 1.2) \times 10^{2+4} &= \\ 4.08 \times 10^6 & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3.4 \times 10^2 - 1.2 \times 10^4 &= \\ 0.034 \times 10^4 - 1.2 \times 10^4 &= \\ (0.034 - 1.2) \times 10^4 &= \\ -1.166 \times 10^4 & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3.4 \times 10^2 \div 1.2 \times 10^4 &= \\ (3.4 \div 1.2) \times 10^{2-4} &= \\ 2.83 \times 10^{-2} & \end{aligned}$$



Esercizi

$$1273 = 1.273 \times 10^3$$

$$0.128 =$$

$$100050230 =$$

$$23 =$$

$$0.00032 =$$

$$554 =$$

$$0.02002 =$$

$$333723 =$$

$$0.0043 \times 10^2 =$$

$$554 \times 10^6 =$$

$$0.1 \times 10^3 =$$

$$66 \times 10^{-4} =$$

$$1120 \times 10^2 =$$

$$30.1 \times 10^5 =$$

$$2.2 \times 10^6 + 1.34 \times 10^6 =$$

$$1.55 \times 10^2 + 5.40 \times 10^2 =$$

$$200 \times 10^1 + 4.5 \times 10^3 =$$

$$8.8 \times 10^4 - 2.4 \times 10^4 =$$

$$7.0 \times 10^2 - 2.7 \times 10^2 =$$

$$44 \times 10^3 - 420 \times 10^2 =$$

$$1.5 \times 10^3 * 2.5 \times 10^3 =$$

$$3.3 \times 10^{-3} * 5.02 \times 10^{-2} =$$

$$1.2 \times 10^2 * 4.6 \times 10^2 =$$

$$5 \times 10^{-3} * 4 \times 10^3 =$$

$$4.8 \times 10^6 \div 6 \times 10^3 =$$

$$0.6 \times 10^6 \div 3 \times 10^6 =$$

$$9 \times 10^{-2} \div 2.7 \times 10^{-2} =$$

$$3.2 \times 10^{-4} \div 1.6 \times 10^4 =$$



Soluzioni

$$0.128 = 1.28 * 10^{-1}$$

$$100050230 = 1.0 * 10^8$$

$$23 = 2.3 * 10$$

$$0.00032 = 3.2 * 10^{-4}$$

$$554 = 5.54 * 10^2$$

$$0.02002 = 2.002 * 10^{-2}$$

$$333723 = 3.33723 * 10^5$$

$$0.0043 \times 10^2 = 4.3 * 10^{-1}$$

$$554 \times 10^6 = 5.54 * 10^8$$

$$0.1 \times 10^3 = 10^2$$

$$66 \times 10^{-4} = 6.6 * 10^{-3}$$

$$1120 \times 10^2 = 1.112 * 10^5$$

$$30.1 \times 10^5 = 3.01 * 10^6$$

$$2.2 \times 10^6 + 1.34 \times 10^6 = 3.54 * 10^6$$

$$1.55 \times 10^2 + 5.40 \times 10^2 = 6.95 * 10^2$$

$$200 \times 10^1 + 4.5 \times 10^3 = 6.5 * 10^3$$

$$8.8 \times 10^4 - 2.4 \times 10^4 = 6.4 * 10^4$$

$$7.0 \times 10^2 - 2.7 \times 10^2 = 4.3 * 10^2$$

$$44 \times 10^3 - 420 \times 10^2 = 2 * 10^3$$

$$1.5 \times 10^3 * 2.5 \times 10^3 = 3.75 * 10^6$$

$$3.3 \times 10^{-3} * 5.02 \times 10^{-2} = 1.6566 * 10^{-4}$$

$$1.2 \times 10^2 * 4.6 \times 10^2 = 5.52 * 10^4$$

$$5 \times 10^{-3} * 4 \times 10^3 = 20 * 10^0 = 2 * 10^1$$

$$4.8 \times 10^6 \div 6 \times 10^3 = 0.8 * 10^3 = 8 * 10^2$$

$$0.6 \times 10^6 \div 3 \times 10^6 = 0.2 * 10^0 = 2 * 10^{-1}$$

$$9 \times 10^{-2} \div 2.7 \times 10^{-2} = 3.33 * 10^0$$

$$3.2 \times 10^{-4} \div 1.6 \times 10^4 = 2 * 10^{-8}$$



Delay end-to-end e ritardi

Il delay end-to-end è il tempo necessario per trasmettere un pacchetto da una sorgente a una destinazione (Diverso da RTT!)

Questo viene calcolato come la somma dei 4 ritardi principali:

- Delay di propagazione: tempo impiegato per propagare tutti i bit fino alla destinazione
- Delay di trasmissione: tempo per trasmettere tutti i bit sul collegamento
- Delay di accodamento: tempo di un pacchetto nel buffer prima di essere trasmesso
- Delay di elaborazione: tempo per esaminare l'intestazione di un pacchetto per decidere dove inviarlo



Delay end-to-end e ritardi

- Delay di propagazione:

$$\frac{D}{v} = \frac{\text{distanza tra nodi}}{\text{velocità di propagazione}} \quad \frac{m}{\frac{m}{s}} = s$$

- Delay di trasmissione:

$$\frac{L}{R} = \frac{\text{dimensione del pacchetto}}{\text{Banda di trasmissione}} \quad \frac{\text{bit}}{\frac{\text{bit}}{s}} = s$$

- Delay di accodamento:

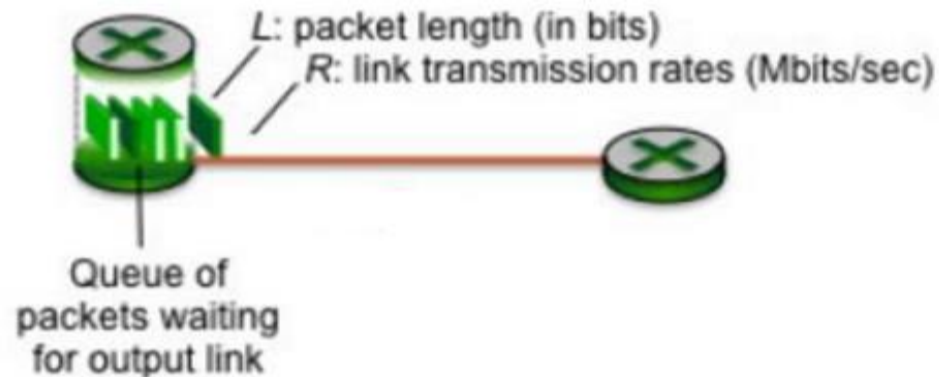
$$N \cdot d_{\text{trasm}} \rightarrow N = \# \text{ medio di pacchetti in coda}$$

- Delay di elaborazione → dipende dalla capacità di ciascun nodo, negli esercizi è dato come costante



Esercizio 1

Considerando il collegamento in figura, dove un router sta trasmettendo pacchetto di lunghezza $L = 1000$ bit su un collegamento singolo con velocità di trasmissione (o banda) $R = 1$ Mbps. Il collegamento ha una velocità di propagazione $V = 3.0 \times 10^8$ m/s e lunghezza $D = 450$ m.



Considerando un ritardo di elaborazione pari a 0.2 ms e un numero medio di pacchetti in attesa pari a 5, calcolare:

- Ritardo di propagazione del collegamento
- Ritardo di trasmissione
- Ritardo di accodamento
- Ritardo end-to-end

Soluzioni

- Ritardo di propagazione:

$$\frac{450m}{3 \times 10^8 m/s} = \frac{(4.5 \times 10^2)m}{3 \times 10^8 m/s} = (4.5 \div 3) \times 10^{2-8}s = 1.5 \times 10^{-6}s$$

- Ritardo di trasmissione:

$$\frac{1000bit}{1Mbps} = \frac{1 \times 10^3 bit}{1 \times 10^6 bit/s} = 1 \times 10^{-3}s$$

- Ritardo di accodamento

$$5 \times 1 \times 10^{-3}s = 5 \times 10^{-3}s$$

- Ritardo end-to-end

$$(1.5 \times 10^{-6}s) + (1 \times 10^{-3}s) + (5 \times 10^{-3}s) + (0.2 \times 10^{-3}s) = 6.2 \times 10^{-3}s$$





ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Campus di Bologna
Corso di Laurea in Informatica per il management

E-mail ulderico.vagnoni2@unibo.it

www.unibo.it