



# Topologie delle reti di telecomunicazione

Gruppo Reti TLC

nome.cognome@polito.it

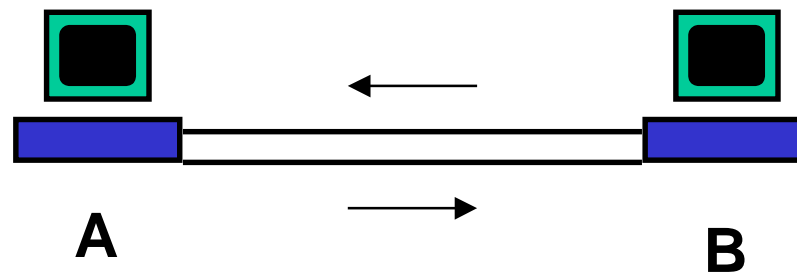
<http://www.telematica.polito.it/>

# Rete di telecomunicazione

- Definizione:
  - un insieme di nodi e canali che fornisce un collegamento tra due o più punti per permettere la telecomunicazione tra essi
- Si chiama nodo un punto in cui avviene la commutazione
- Si chiama canale un mezzo di trasmissione
  - Il canale può essere
    - unidirezionale
    - bidirezionale

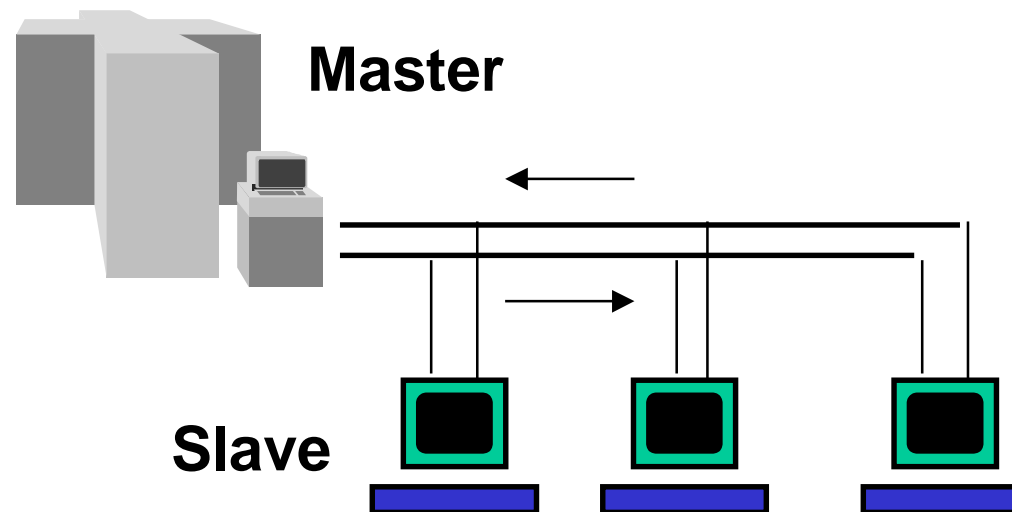
# Tipi di canale

- Canale Punto-Punto
- Due soli nodi collegati agli estremi del canale che viene utilizzato in modo paritetico



# Tipi di canale

- Canale Multi-Punto
- Più nodi collegati ad un unico canale: un nodo master e numerosi slave



# Tipi di canale

- Canale Broadcast
- Un unico canale di comunicazione, condiviso da tutti i nodi
- L'informazione inviata da un nodo è ricevuta da tutti gli altri
- I dati trasmessi devono contenere l' indirizzo del nodo destinazione

# Topologie delle reti di telecomunicazione

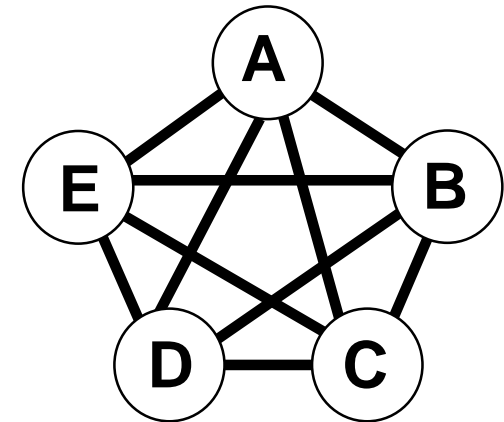
- La disposizione di nodi e canali definisce la topologia della rete di telecomunicazione
- Una topologia di rete è definita da un grafo  $G=(V,A)$ 
  - $V$  = insieme dei vertici (raffigurati da cerchi - nodi)
  - $A$  = insieme degli archi (raffigurati da segmenti - canali)

# Topologie delle reti di telecomunicazione

- Gli archi possono essere:
  - diretti (segmenti orientati - canali unidirezionali)
  - non diretti (segmenti non orientati - canali bidirezionali)
- Definiamo:
  - $N = |V|$
  - $C = |A|$

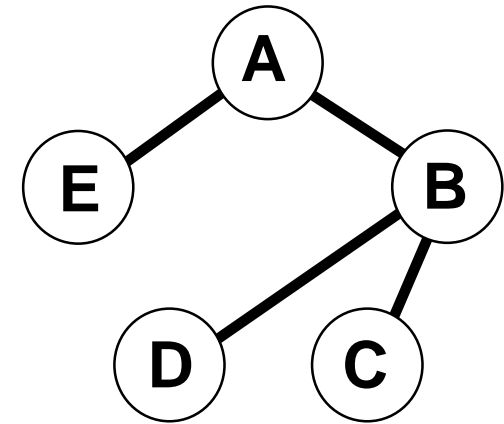
# Topologie a maglia completa

- $C = N(N-1)/2$
- Vantaggio: tolleranza ai guasti (molti percorsi tra due nodi)
- Svantaggio: elevato numero di canali
- Esistono molti percorsi alternativi, ma un solo percorso diretto (1 solo canale)
- Esiste una scelta ovvia di percorso a minima distanza
- È usata solo quando i nodi sono pochi (nodi di commutazione nazionali nella rete telefonica)



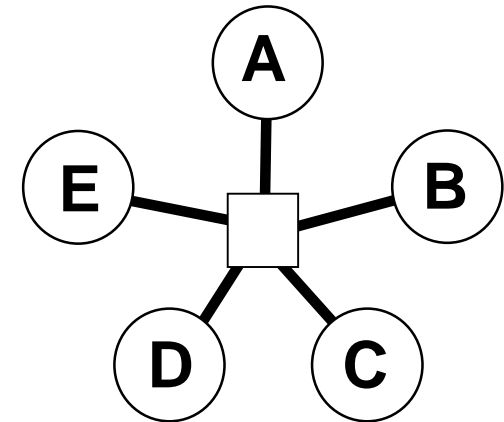
# Topologia ad albero

- $C = N - 1$
- Svantaggio: vulnerabilità ai guasti (solo un percorso tra due nodi)
- Vantaggio: basso numero di canali
- È usata per ridurre i costi e semplificare la stesura dei canali
- Esiste una sola scelta di percorso tra ogni coppia di nodi



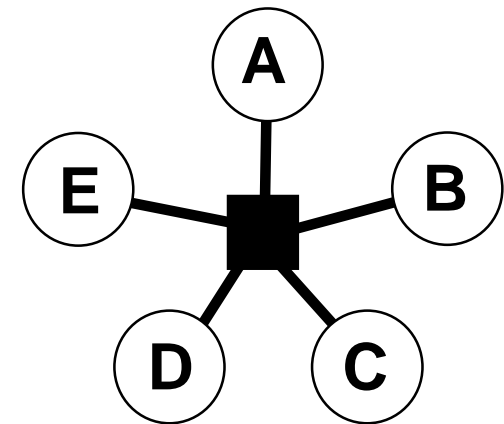
# Topologia a stella attiva

- $C = N$  (centro stella non è nodo)
- Svantaggio: vulnerabilità ai guasti del centro stella
- Vantaggio: basso numero di canali
- E' usata per ridurre i costi e semplificare la stesura dei canali
- Ogni nodo ha un'unica scelta di percorso possibile
- Tutta la complessità nella scelta dei percorsi è demandata al centro stella
- Usata nelle reti locali, nelle reti via satellite, nelle reti radio cellulari



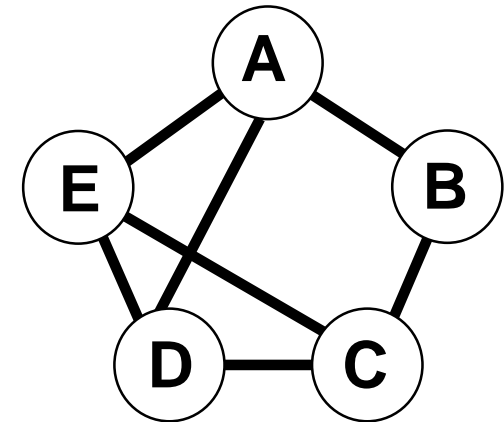
# Topologia a stella passiva

- $C = 1$  (anche se ci sono  $N$  fili)
- Svantaggio: potenzialmente vulnerabile ai guasti del centro stella
- Vantaggio: basso numero di canali
- È usata per ridurre i costi e semplificare la stesura dei canali
- Ogni nodo ha un'unica scelta di percorso possibile
- Esiste nella rete un unico canale (broadcast)
- Usata nelle reti locali



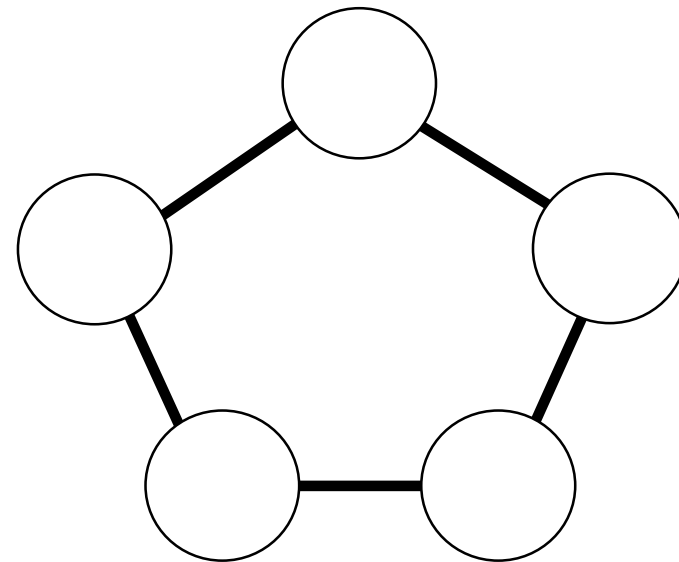
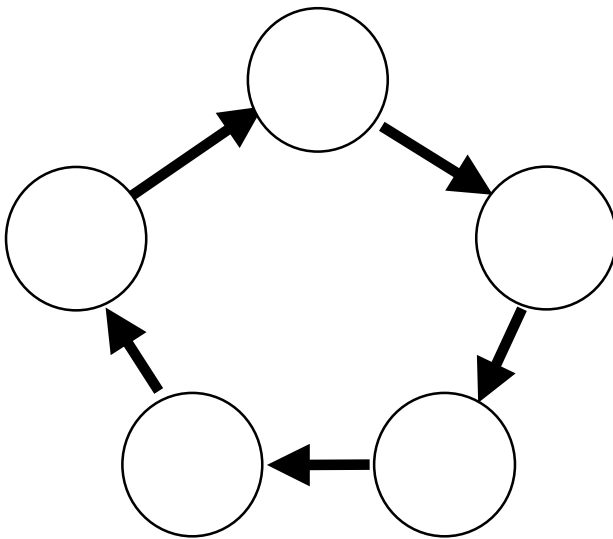
# Topologia a maglia

- $N-1 < C < N(N-1)/2$
- Svantaggio: topologia non regolare
- Vantaggio: tolleranza ai guasti e numero di canali selezionabile a piacere
- Instradamento complesso: esiste un elevato numero di percorsi alternativi
- È la più usata (Internet, telefonia)



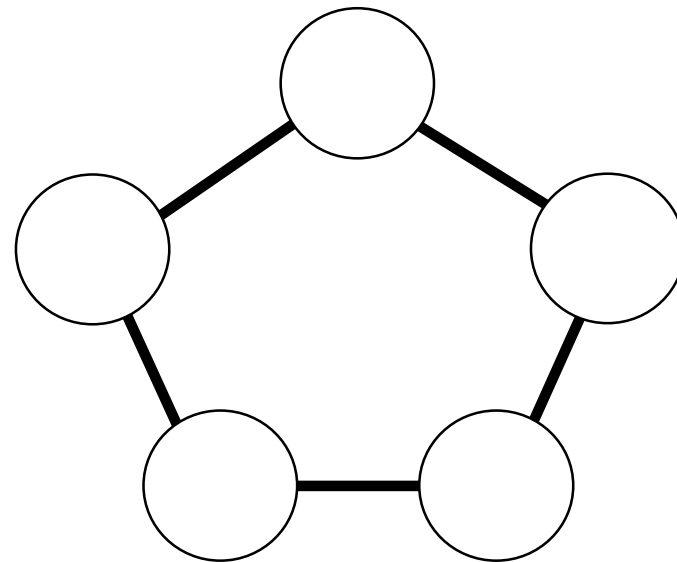
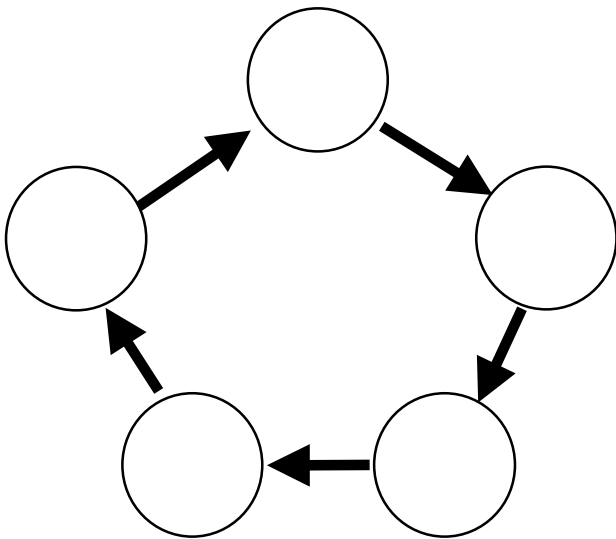
# Topologia ad anello

- Può essere unidirezionale o bidirezionale



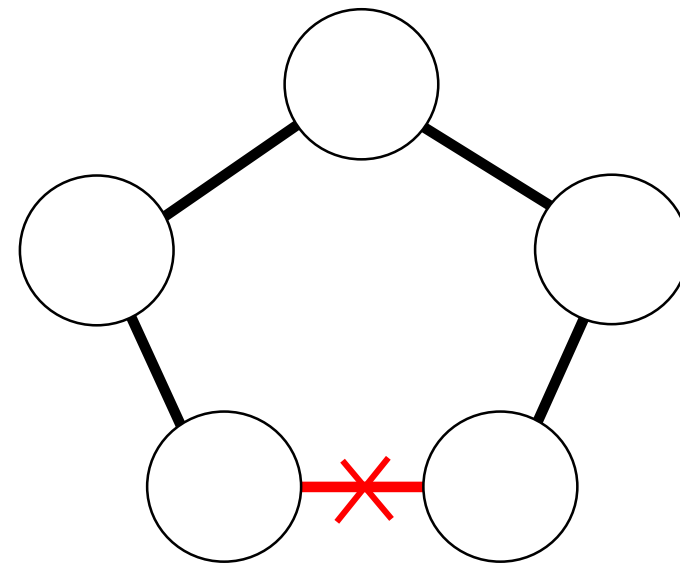
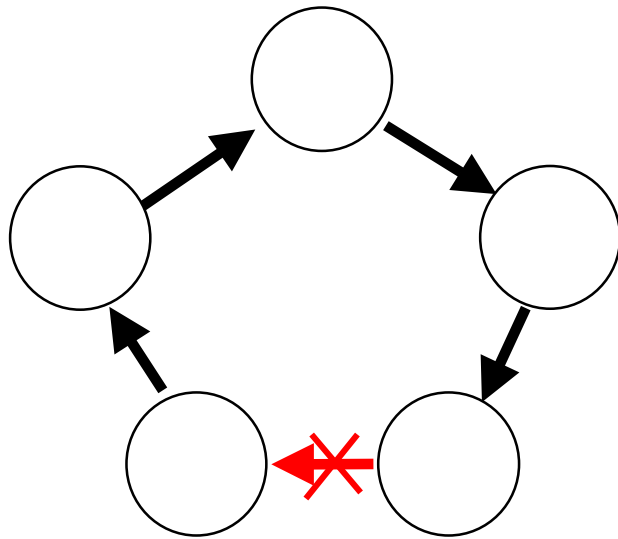
# Topologia ad anello

- $C=N/2$  per l'anello unidirezionale
- $C=N$  per l'anello bidirezionale
- È molto usata in reti locali e metropolitane e per costruire topologie magliate (SDH)
- Esistono uno o due percorsi possibili per ogni coppia di nodi



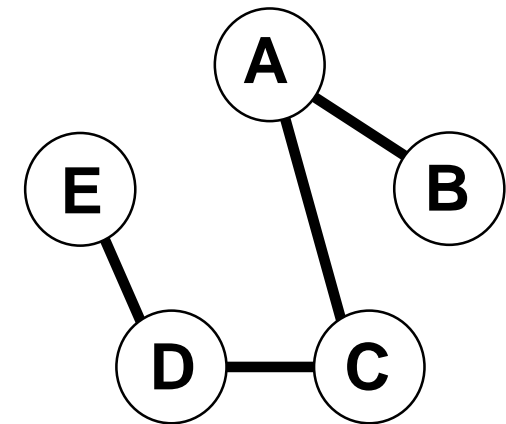
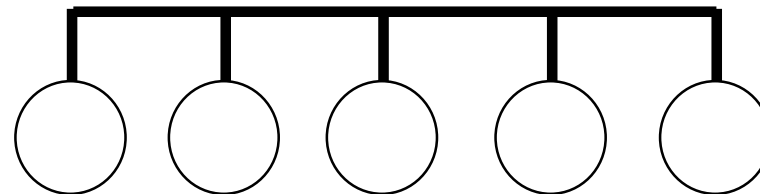
# Topologia ad anello

- In caso di guasto l'anello bidirezionale assicura la sopravvivenza della rete (a capacità dimezzata): l'anello bidirezionale è la più semplice topologia che consente un instradamento alternativo in caso di guasto.



# Topologia a bus

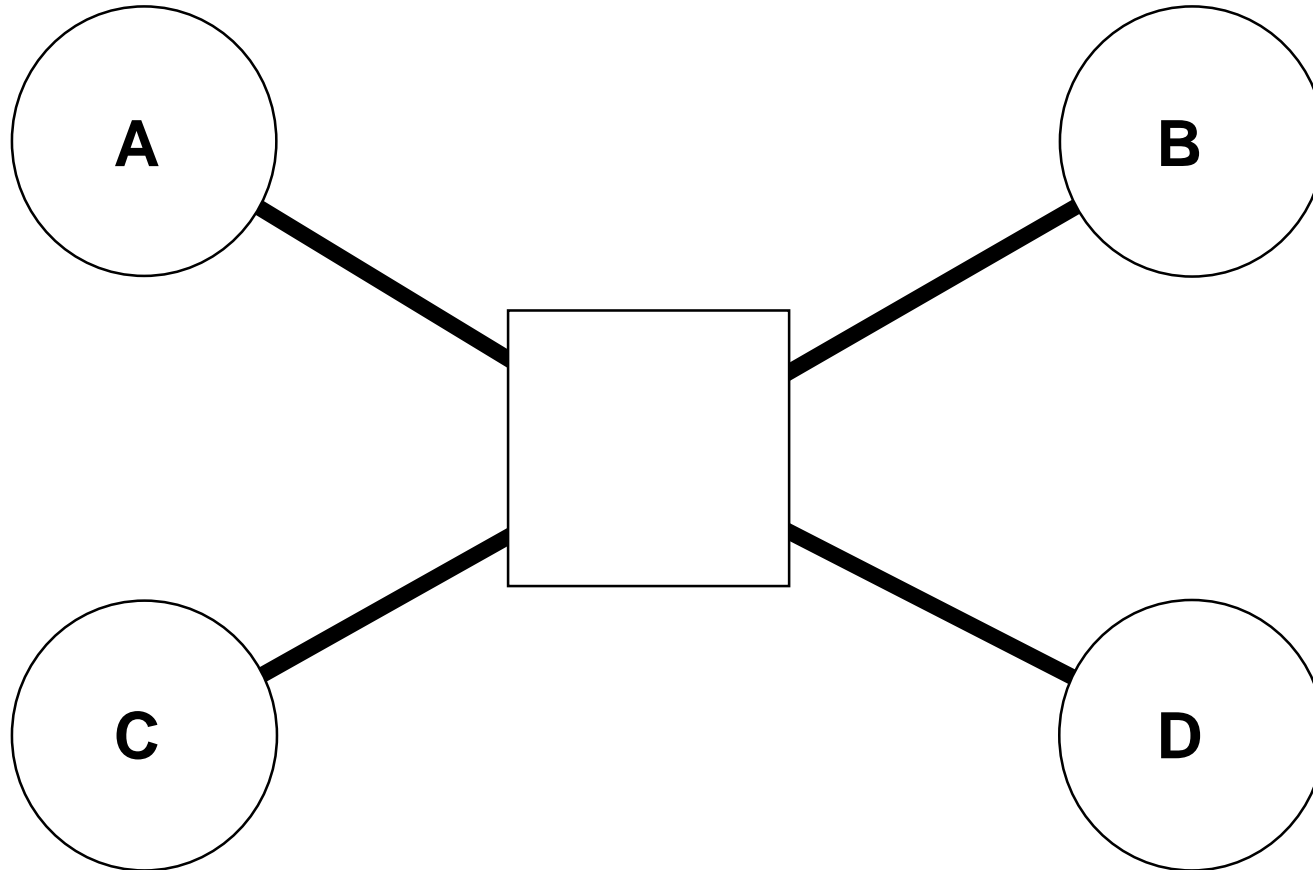
- $C=N-1$  per il bus attivo (caso particolare di albero)
- $C=1$  per il bus passivo
- Esiste una sola scelta possibile di percorso tra ogni coppia di nodi
- Usata in reti locali e metropolitane



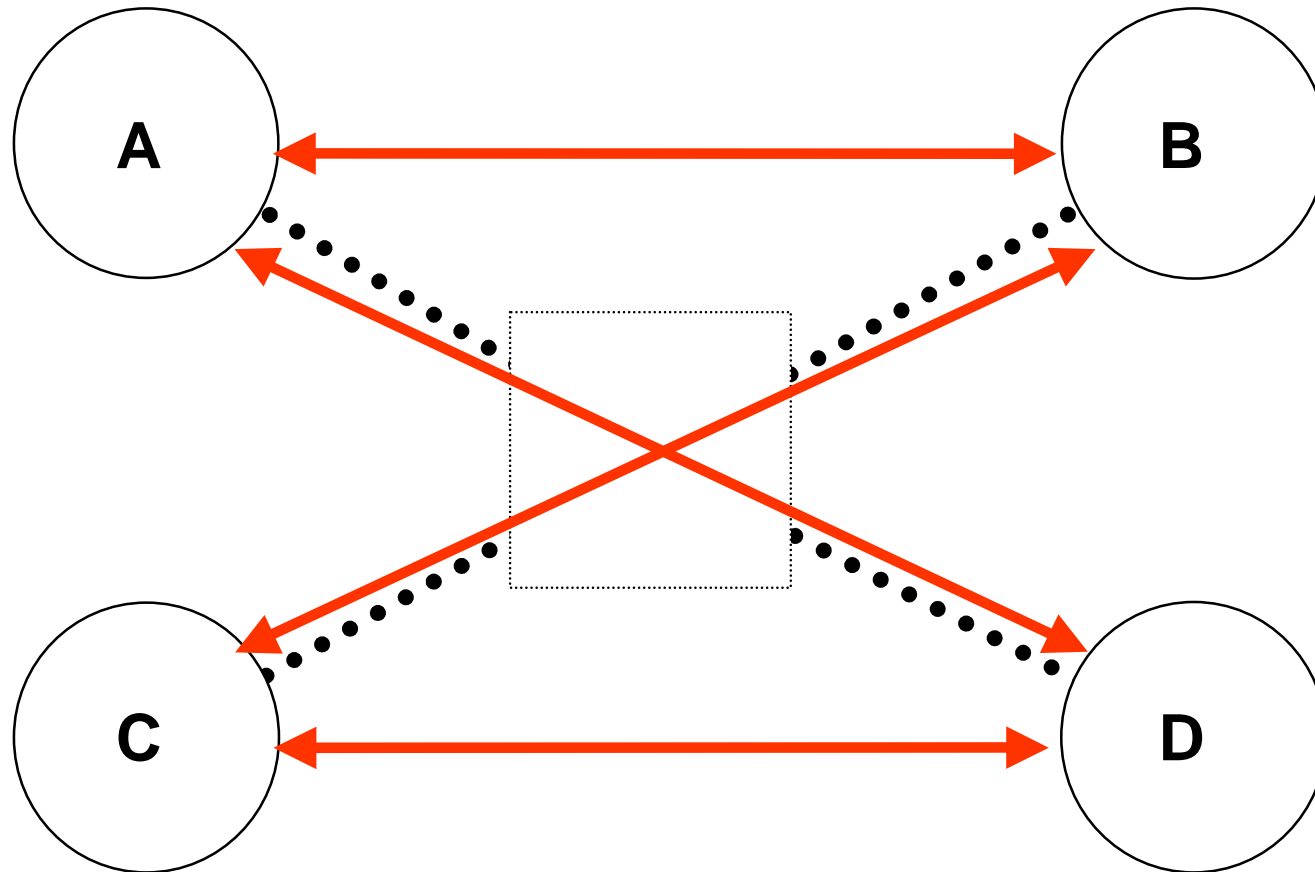
# Topologia logica e fisica

- Bisogna distinguere:
  - topologia logica: definisce l'interconnessione tra nodi mediante canali
  - topologia fisica: tiene conto del percorso dei mezzi trasmissivi

# Topologia fisica



# Topologia logica



# Topologia e prestazioni

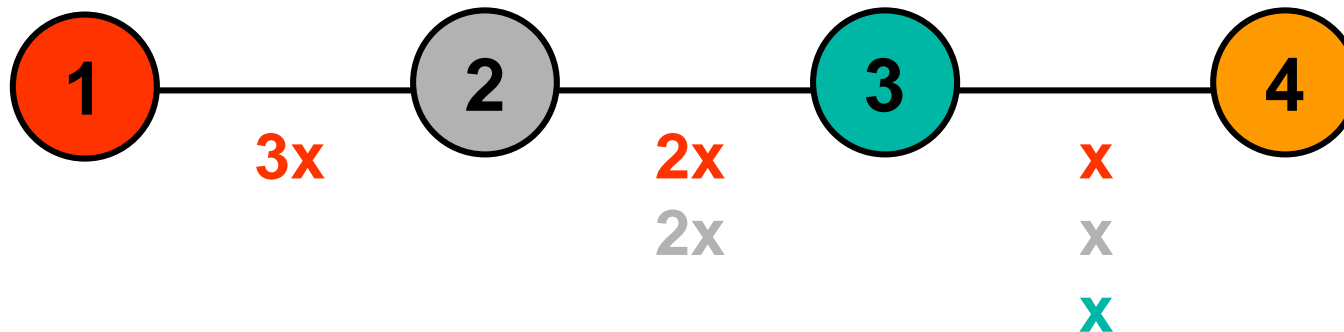
- La quantità di traffico smaltibile da una rete dipende, a pari capacità disponibile sui canali, in modo inversamente proporzionale dalla media della distanza tra ogni coppia di nodi della rete pesata dalla quantità di traffico scambiata tra i due nodi.

# Topologie e prestazioni

- Confronto tra alcune topologie, a pari numero di nodi (4) e (quasi) a pari numero di canali
- Traffico uniforme.
- Ogni coppia di nodi si scambia  $x$  bit/s. Traffico totale generato  $12x$ .
- Ogni canale unidirezionale ha capacità  $B$  bit/s.
- Si calcola: distanza media, capacità rete, carico massimo su canale, carico massimo su nodo

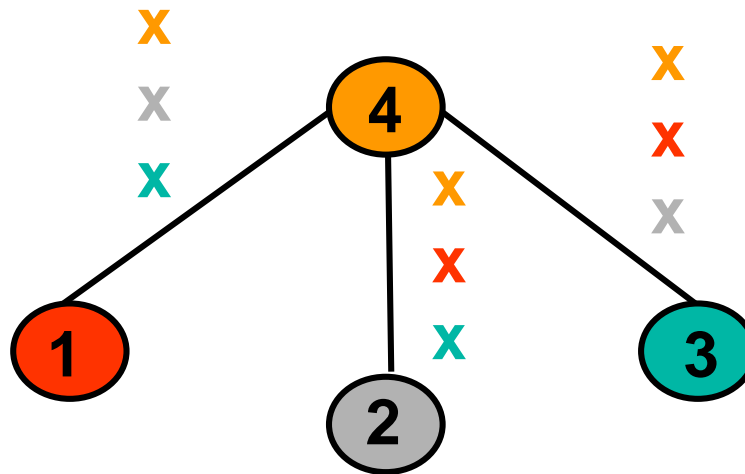
# Topologie e prestazioni

- Capacità:  $3 \times 2B = 6B$
- Distanza media:  $20/12 = 1.66$
- Considerando solo il traffico da sinistra verso destra il carico massimo su un canale vale  $4x$ ; quindi  $x \leq B/4$ .
- Il nodo 3 (o 2) deve gestire fino a  $7B/4$  di traffico.



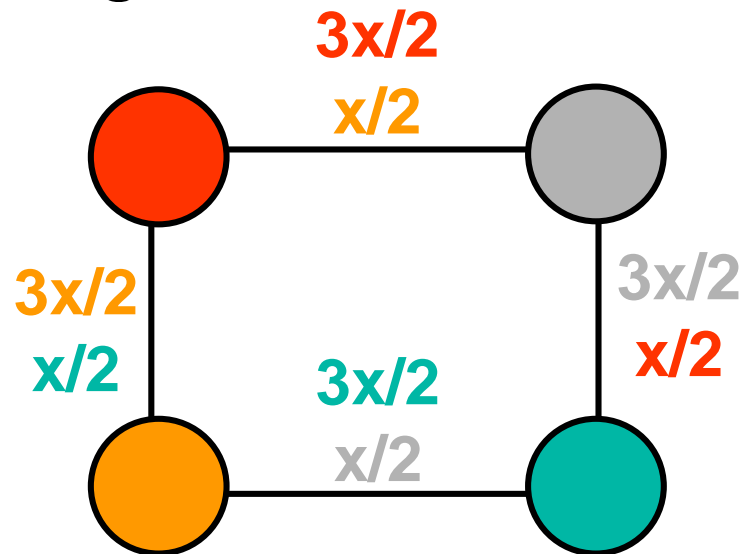
# Topologie e prestazioni

- Capacità:  $3 \times 2B = 6B$
- Distanza media: 1.5
- Per il traffico in uscita dal nodo centrale il carico massimo su un canale vale  $3x$ ; quindi  $x \leq B/3$ .
- Il nodo centrale deve gestire fino a  $3B$  di traffico.

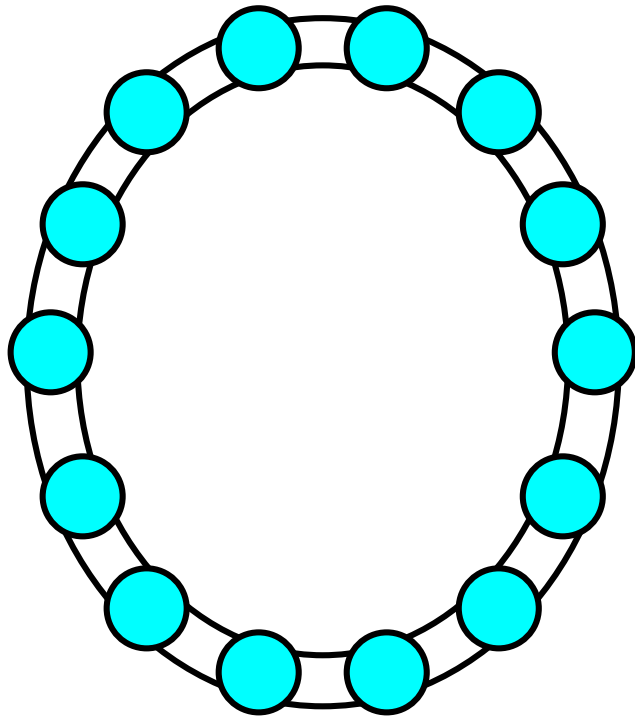


# Topologie e prestazioni

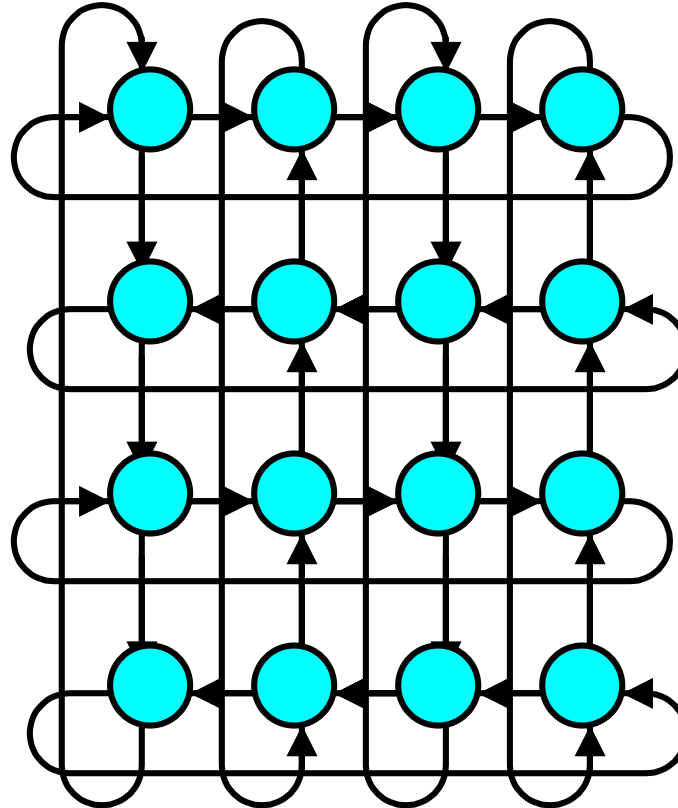
- Capacità:  $4 \times 2B = 8B$
- Distanza media: 1.33
- Per il traffico senso orario il carico massimo su un canale vale  $2x$ ; quindi  $x \leq B/2$ .
- Ogni nodo deve gestire fino a  $2B$  di traffico.



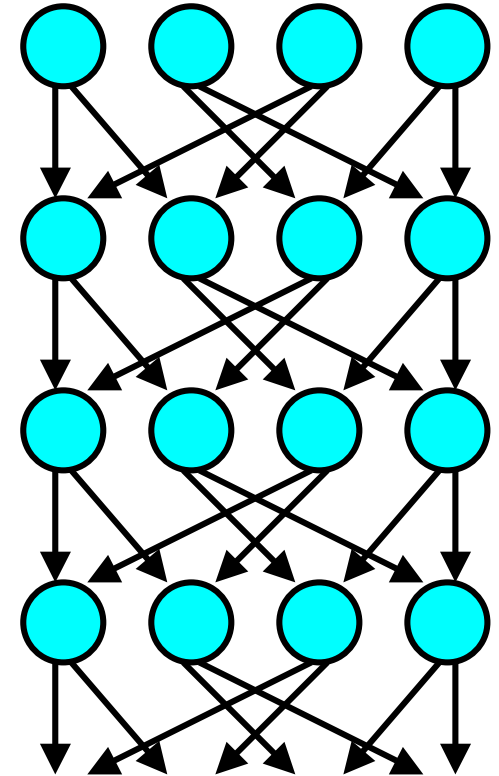
# Topologie: distanza media



Anello  
 $E(d_1) = O(N)$



Manhattan  
 $E(d_2) = O(\sqrt{N})$



Shuffle  
 $E(d_3) = O(\log N)$

$$E[d_1] > E[d_2] > E[d_3]$$