

---

# Reti di Calcolatori

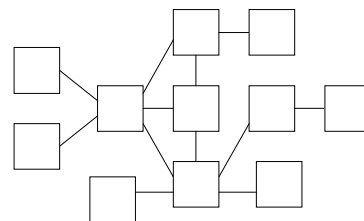
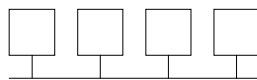
## Brevi considerazioni sulla Tecnologia



---

## Definizioni

Rete di calcolatori = insieme di **nodi** collegati mediante **link di comunicazione**



### Nodi:

- Calcolatore general purpose
- Switch o router
- Altri dispositivi hw (es. stampante)



## Link di comunicazione (1)

---

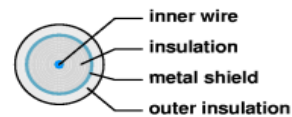
- **Conduttori in rame**

- » **Scarsa resistenza elettrica**
- » **Economicita'**

– **Doppino telefonico** (twisted pair)



– **Cavo coassiale** (coaxial cable)



– **Doppino schermato** (shielded twisted pair)

- » coppia di fili circondata da uno schermo metallico

## Link di comunicazione (2)

---

- **Fibre ottiche**

- Insensibili a interferenze elettromagnetiche
- Maggiori distanze rispetto ai conduttori in rame
- Banda piu' ampia
- Maggiori costi

- **Onde Radio**

- **Collegamenti via Satellite**

- Geostazionari
- LEO (Low Earth Orbit)

- **Microonde**

- **Infrarossi**

<b>Tecnologia</b>	<b>Capacità</b>	<b>Distanza</b>
doppino	Kbps	5 km
coassiale	Mbps	< 1Km
fibra ottica	Gbps	30 km

Fibra ottica o doppino telefonico?

- La fibra rispetto al doppino non è soggetta ad interferenza, all'azione di agenti chimici corrosivi ed all'intercettazione



## Fibra ottica o doppino?

---

Fibra ottica o doppino telefonico?

- La fibra rispetto al doppino non è soggetta ad interferenza, all'azione di agenti chimici corrosivi ed all'intercettazione
- La fibra ottica è sottile e poco pesante
- Le interfacce per la fibra costano di più
- Le conoscenze e le esperienze sulla fibra ottica non sono ancora paragonabili a quelle sul doppino

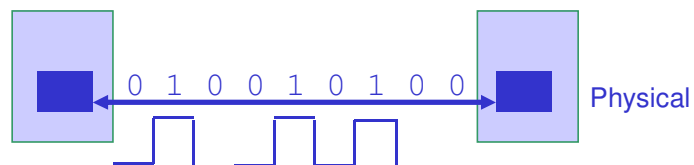


---

## Collegamenti punto-punto

---

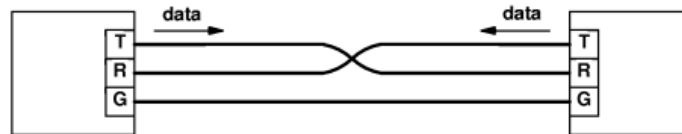
## Collegamento fisico



- Codifica (Encoding)

–I bit vengono inviati sotto forma di segnali elettrici secondo una certa codifica

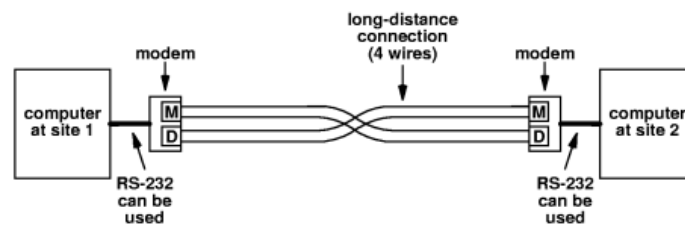
## Standard EIA RS232C



- Connettore a 25 piedini
  - Nella forma piu' semplice si utilizzano 3 fili
- Utilizzato principalmente per collegare il modem al calcolatore

## Collegamenti via modem

- Linee telefoniche
- Linee seriali in affitto (leased lines)



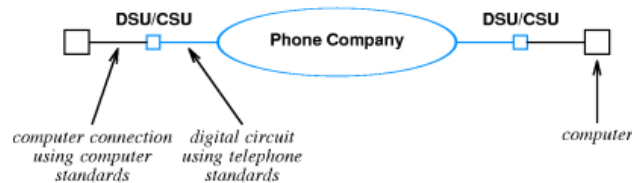
## MODEM (MOdulatore-DEModulatore)

- Adatta I segnali elettrici prodotti dal computer alla linea telefonica

## Linee digitali punto-punto (2)

---

- Collegamento fra due punti distanti
  - 2 edifici di una stessa città o di città diverse
- Costo dipendente da capacità e distanza



## Linee ISDN

---

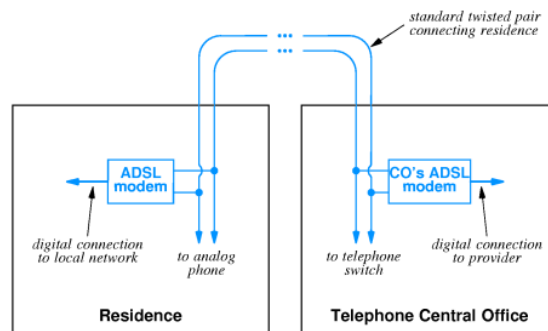
### Integrated Service Digital Network

- Fornisce voce e dati digitalizzati
- Utilizza l'impianto locale ordinario (doppino telefonico)
- 2 canali da 64 Kbps + 1 canale a 16 Kbps di controllo (2B+D)

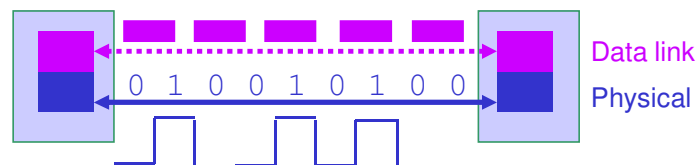


- **Asymmetric Digital Subscriber Line**

- Velocità trasmissiva diversa nelle 2 direzioni (6,144 Mbps - 640 Kbps)
- Taratura in base alle esigenze dell'abbonato
- Non richiede modifiche all'impianto dell'abbonato
- Funziona simultaneamente ai servizi telefonici convenzionali



## Collegamento logico



- Codifica (Encoding)
- Impacchettamento (Framing)
- Rilevazione dell'errore (Error detection)
- Error recovery (Recupero dell'errore)

- I bit da trasmettere vengono raggruppati in **frame**
- I frame sono delimitati da speciali caratteri di **inizio trasmissione (soh)** e **fine trasmissione (eof)**



- **Header**

- **Sincronizzazione**
- **Soh**
- ....

- **Trailer**

- **Eoh**
- **CRC**



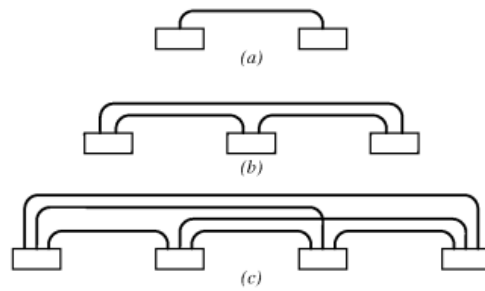
---

## Reti di Calcolatori

### Reti Locali (LAN)







Collegamenti necessari

$$\frac{N(N-1)}{2}$$

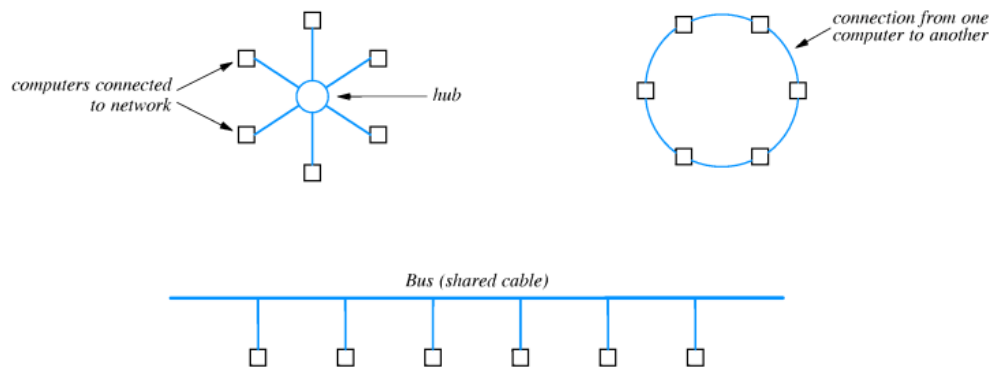


Scalabilità molto limitata

Costi elevati



## Mezzo di comunicazione condiviso



Per l'accesso esclusivo al mezzo di comunicazione i nodi eseguono un **protocollo di accesso** (protocollo MAC)



Nelle reti locali la trasmissione e' di tipo broadcast.

Di solito pero' si vuole comunicare con un particolare nodo



A ogni nodo viene assegnato un indirizzo (**indirizzo fisico** o **indirizzo hw** o **indirizzo MAC**)

Il nodo mittente inserisce l'indirizzo del destinatario nell'header di ogni frame inviato

il nodo destinatario accetta il frame ricevuto solo se

**indirizzo del destinatario = indirizzo del nodo**



## Schemi di indirizzamento

---

- **Statico**

- Viene assegnato dal costruttore della scheda di rete
- Non cambia al riavvio del calcolatore
- Evita conflitti di indirizzo
- Richiede indirizzi lunghi

- **Configurabile**

- Viene impostato dall'utente (impostazione manuale o elettronica)
- Non cambia dopo ogni riavvio
- Indirizzi corti

- **Dinamico**

- Viene assegnato ad ogni riavvio
- Indirizzi corti
- Mancanza di stabilita' e potenziali conflitti



## Indirizzi broadcast e multicast

---

- **Trasmissione broadcast**

- Trasmissione di informazione a **tutti** i calcolatori della rete

- **Indirizzo broadcast**

- Indirizzo speciale riservato
- L'interfaccia accetta tutti i frame con indirizzo del destinatario uguale all'indirizzo del nodo oppure all'**indirizzo broadcast**

- **Trasmissione multicast**

- Trasmissione di informazione a **un gruppo** di calcolatori

- **Indirizzi multicast**

- Indirizzi speciali riservati (uno per ogni gruppo)
- L'applicazione comunica all'interfaccia l'indirizzo multicast
- L'interfaccia accetta tutti i frame con indirizzo del destinatario uguale a indirizzo del nodo o a indirizzo broadcast o a **indirizzo multicast**



---

## Reti di Calcolatori

### LAN Ethernet

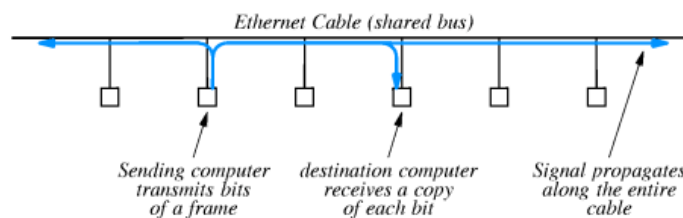


- Ethernet (Xerox)
  - DIX Ethernet (Digital-Intel-Xerox)
  - IEEE 802.3
- } 10 Mbps
- Ethernet a 100 Mbps
    - Fast Ethernet
    - 100VG AnyLAN
  - Gigabit Ethernet (1 Gbps)

## Ethernet (2)

---

La trasmissione sul cavo e' di tipo **broadcast**



Protocollo di accesso: **CSMA/CD**

**Carrier Sense Multiple Access - Collision Detect**

## Protocollo CSMA/CD (1)

---

1. Un nodo che vuole trasmettere un frame ascolta il mezzo (CS)
2. Se il mezzo è libero si inizia a trasmettere e si continua ad ascoltare
3. Se durante la trasmissione viene rilevata una collisione (CD)
  - Si interrompe la trasmissione
  - Si aspetta un tempo casuale  $\delta$  scelto con distribuzione uniforme nell'intervallo  $[0,d]$
4. Si tenta un nuovo accesso

### Algoritmo di backoff esponenziale

Nel caso di ulteriori collisioni l'ampiezza dell'intervallo  $d$  viene ogni volta raddoppiata fino a un valore massimo  $d_{max}$



## Protocollo CSMA/CD (2)

---

- Semplice
- Accesso casuale
- Nessuna garanzia sui tempi di accesso
- Le prestazioni degradano all'aumentare del carico
  - Throughput massimo ottenibile  $\sim 2$  Mbps (rispetto a 10 Mbps)
- Limitazioni sulla lunghezza del cavo
  - Dipendono dal tipo di mezzo trasmissivo usato



---

# Reti di Calcolatori

## Installazione hardware di una LAN (Ethernet)

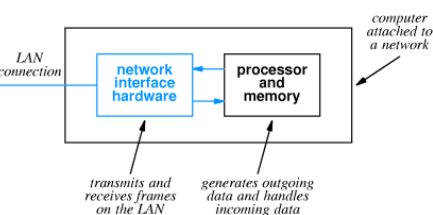
---

## Interfaccia di rete

- Dotata di CPU + memoria locale
- Riceve e trasmette i frame senza controllo della CPU

### In trasmissione

- La CPU prepara i dati in memoria ed informa l'interfaccia
- L'interfaccia costruisce il frame, lo trasmette, calcola e appende i bit di CRC
- Alla fine della trasmissione manda una interruzione alla CPU

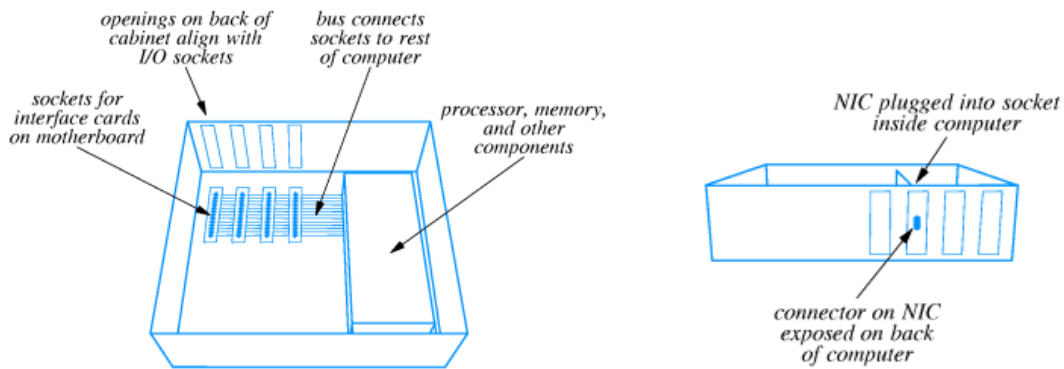


### In ricezione

- La CPU alloca una porzione di memoria per i dati in arrivo (buffer)
- L'interfaccia copia i frame in arrivo nella memoria locale, controlla che la dimensione sia regolare, controlla che il frame sia valido (integro), controlla che il frame sia destinato a quel nodo, avvisa la CPU che un nuovo frame è disponibile

## Installazione della scheda di rete

---



## Collegamento al mezzo trasmissivo

---

- Il collegamento fra interfaccia di rete e mezzo trasmissivo varia da caso a caso
  - Collegamento mediante adattatore (tranceiver)
  - Collegamento diretto (tutto l'hardware e' contenuto nella scheda di rete)
- Differenti cablaggi anche per uno stesso tipo di rete
- Nel seguito si fa riferimento principalmente a Ethernet a 10 Mbps



## Mezzi trasmissivi per Ethernet

---

Velocità trasmissiva  
in Mbps

10BaseX

Lunghezza massima  
o tipologia del mezzo

Trasmissione in banda base o in  
Banda passante (BROAD)

- 10Base5 (Ethernet su **cavo spesso** o **Thick Ethernet**)
  - Segmento di lunghezza massima di 500 m.
  - Cavo coassiale da 50 ohm di tipo RG213 (cavo spesso o cavo giallo)
  - Numero massimo di tranceiver collegabili: 100 (distanza minima 2.5 m.)
- 10Base2 (Ethernet su **cavo sottile** o **Thick Ethernet**)
  - Segmento di lunghezza massima di 185 m.
  - Cavo coassiale da 50 ohm di tipo RG58 – connettore BNC
  - Numero massimo di tranceiver collegabili: 30
- 10BaseT (Ethernet su **doppino telefonico**)
  - Doppino telefonico (UTP di cat. 3 e superiori) – connettori RJ45
  - Lunghezza di circa 100 m
- 10BaseFOIRL (Fiber Optic InterRepeater Link)
  - Fibra ottica di lunghezza massima 1000 m senza derivazioni



---

## Reti di Calcolatori

### Reti Locali Estese





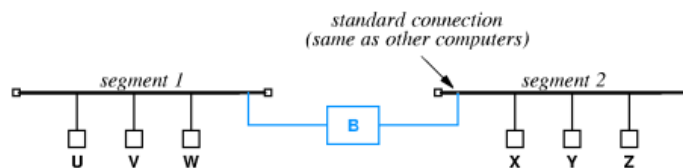
- Copertura geografica limitata da
  - Protocollo di Accesso basato su contesa
  - Potenza emessa dai dispositivi fisici
  - Ritardi dei messaggi
- Numero di nodi limitato da
  - Mezzo condiviso
  - Protocollo di accesso



## Bridge

---

- I bridge collegano segmenti Ethernet a livello di frame e non di segnale elettrico



### Un bridge che riceve un frame da un segmento

- ne verifica l'integrità
- se necessario, ne inoltra una copia sull'altro segmento



## Vantaggi dell'uso dei Bridge

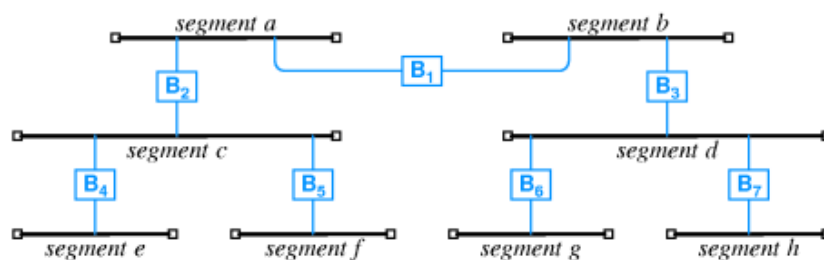
---

- Le interferenze e le collisioni non vengono propagate
- I frame alterati vengono filtrati
- Se si interrompe uno dei due segmenti l'altro continua a funzionare regolarmente
- Il traffico su ciascuno dei due segmenti è minore
  - i frame destinati a nodi sullo stesso segmento non vengono filtrati
- I due segmenti possono procedere in parallelo (trasmissioni simultanee senza contesa)



## Rete locale estesa

---



- Si possono coprire anche edifici molto grandi
- Il ritardo di attraversamento cresce con il numero dei bridge



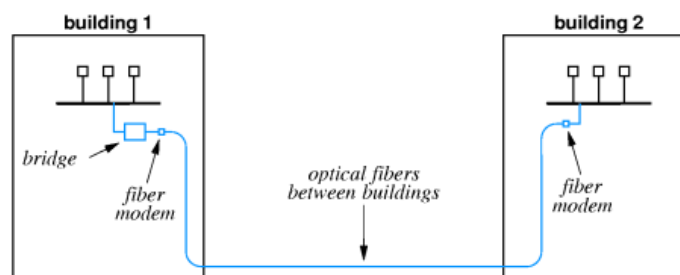
## Cicli di ponti (1)



- Se tutti i bridge inoltrano frame si può creare un **ciclo di ponti**
  - Il frame continua a circolare all'infinito lungo il ciclo
  - Ogni nodo riceve un numero illimitato di copie
- Per prevenire un ciclo di ponti bisogna evitare che si verifichino contemporaneamente le seguenti circostanze:
  - La rete contiene un ciclo di segmenti collegati da ponte
  - Tutti i bridge inoltrano tutti i frame



## Collegamento di due edifici

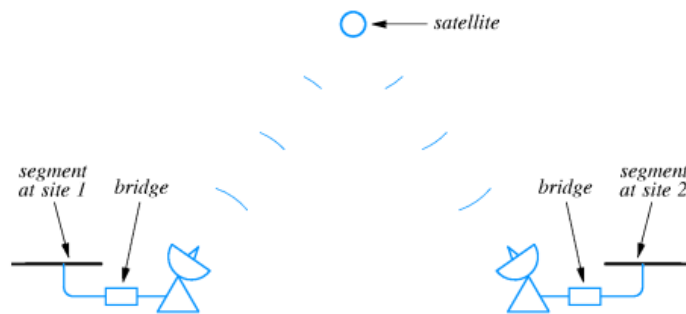


- In luogo delle fibre ottiche si può utilizzare un qualsiasi collegamento punto-punto (es. linee seriali in affitto)
  - In tal caso si mette un bridge in entrambe le estremità (vedi succ.)
- Si possono aggiungere e rimuovere calcolatori senza problema
- L'attività in un edificio non influenza quella nell'altro



## Collegamento di 2 edifici molto distanti

---



- Un bridge per ogni estremità perché la velocità trasmissiva del satellite è molto più bassa di quella della LAN
  - Filtraggio
  - Buffering

---

## Reti di Calcolatori

### Ethernet veloci

### Necessità di una LAN a 100 Mbps

Inizio anni 90



- 100BaseX
  - Basata su CSMA/CD
- IEEE 802.3u o 100BaseT o Fast Ethernet
  - Giugno 1995
  - Evoluzione di 10BaseT
- 100BaseVG (HP, ATT)
  - Basata su Demand Priority
- 100VG AnyLAN (HP, ATT, IBM)
- IEEE 802.12



---

## Reti di Calcolatori

### Reti Locali Wireless (WLAN)



## Comunicazione senza fili

---

- Le comunicazioni avvengono attraverso l'etere
  - Assenza di un mezzo trasmissivo
- Assenza di infrastruttura
  - Costruzioni di edifici nuovi
  - Emergenze naturali (terremoti, inondazioni)
  - Edifici storici o artistici (cablaggio impossibile)
  - Edifici in cui il cablaggio è oneroso
- Alta riconfigurabilità
  - Riunioni, conferenze, lezioni
  - Possibilità di mettere su delle reti ad hoc

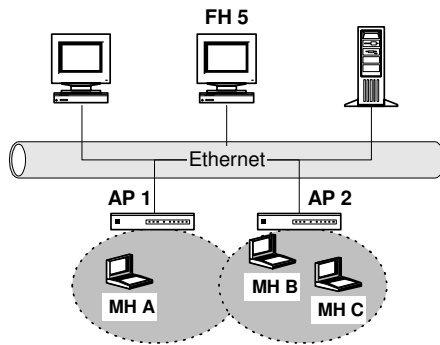


## Mobilità degli utenti

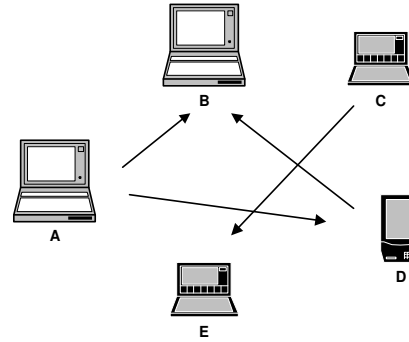
---

- L'utente è **libero di muoversi mentre la comunicazione è in corso**
  - Vera mobilità di utente (non solo portatilità del computer)
  - Stazioni, Aeroporti, ...
- La mobilità viene gestita a livello data link
  - Mobilità trasparente ai protocolli di livello superiore (IP, TCP, protocolli applicativi)
  - Nessuna modifica al software di rete o alle applicazioni
  - Mobilità a costi molto limitati
- Mobilità limitata
  - L'utente è libero di muoversi nell'ambito della rete locale





**Rete con infrastruttura**



**Rete ad hoc**

