

# **RETI di CALCOLATORI**

## **Parte I**

# **SOMMARIO**

## **1. Introduzione e Terminologia**

## **2. Architettura di Rete:**

- **Livello physical**
- **Livello network interface**

## **3. Reti Fisiche**

# **INTRODUZIONE E TERMINOLOGIA**

**Rete di Calcolatori**: Insieme di dispositivi (host) interconnessi da una specifica architettura hw e sw che supporta un servizio di comunicazione (scambio messaggi).

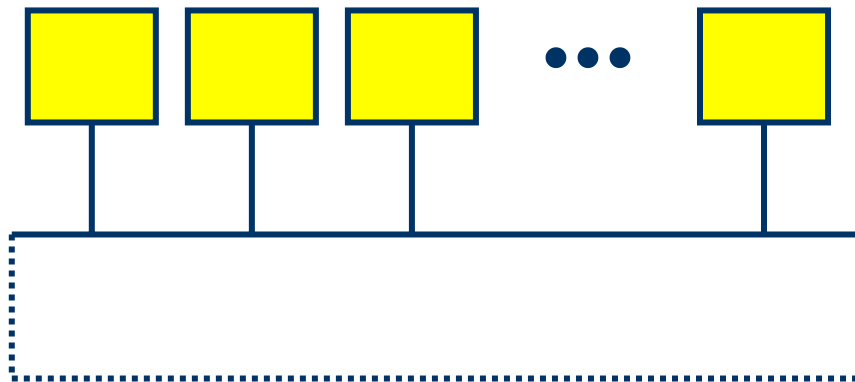
- **rete fisica**: architettura omogenea. Es. rete di un dipartimento
- **internet**: architettura eterogenea costituita da più reti fisiche (realizzate anche con tecnologie diverse) collegate. Es. Internet

N.B. “i”nternet vs “I”nternet

### Tipologie di reti fisiche:

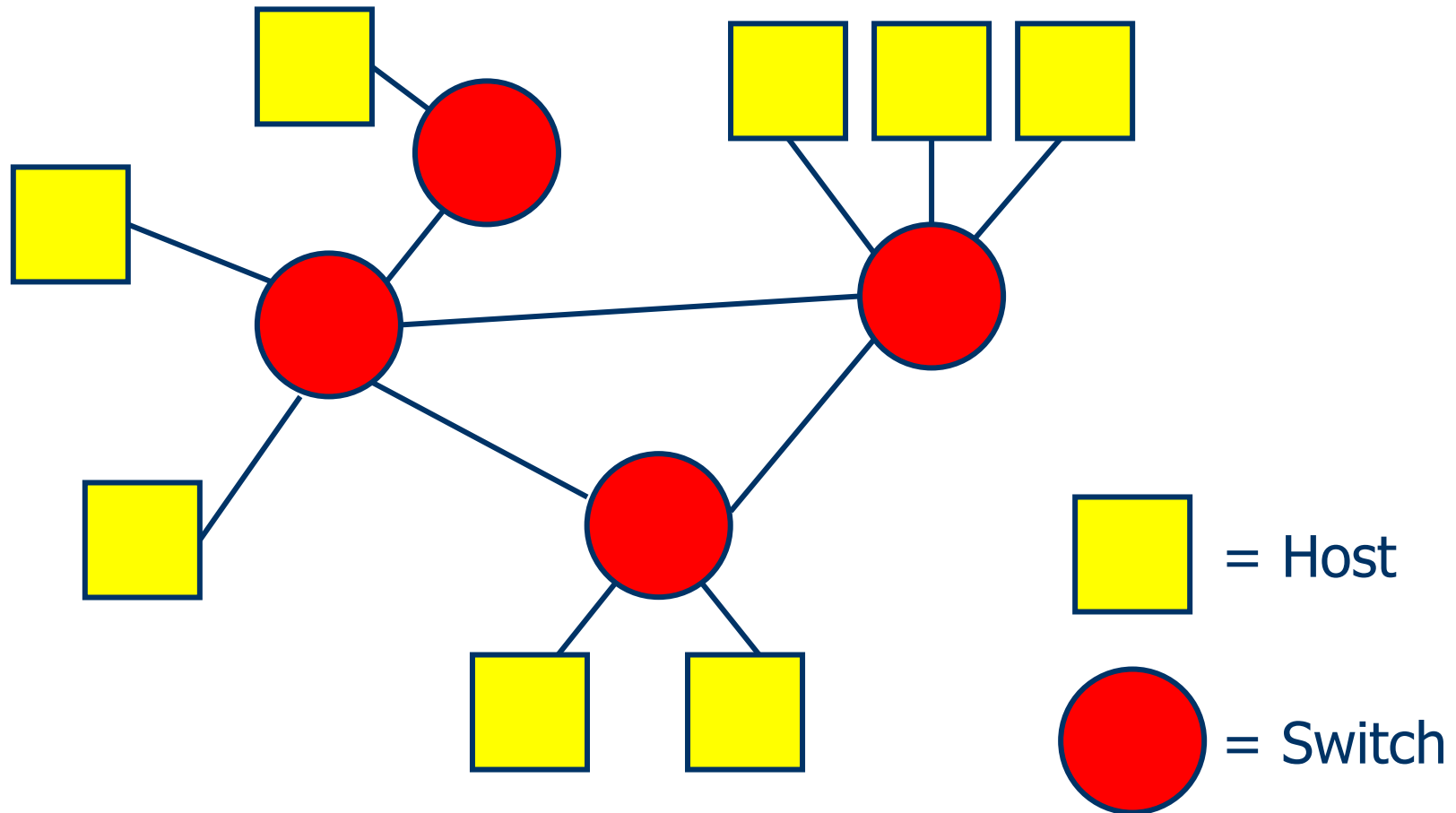


**Point-to-Point**

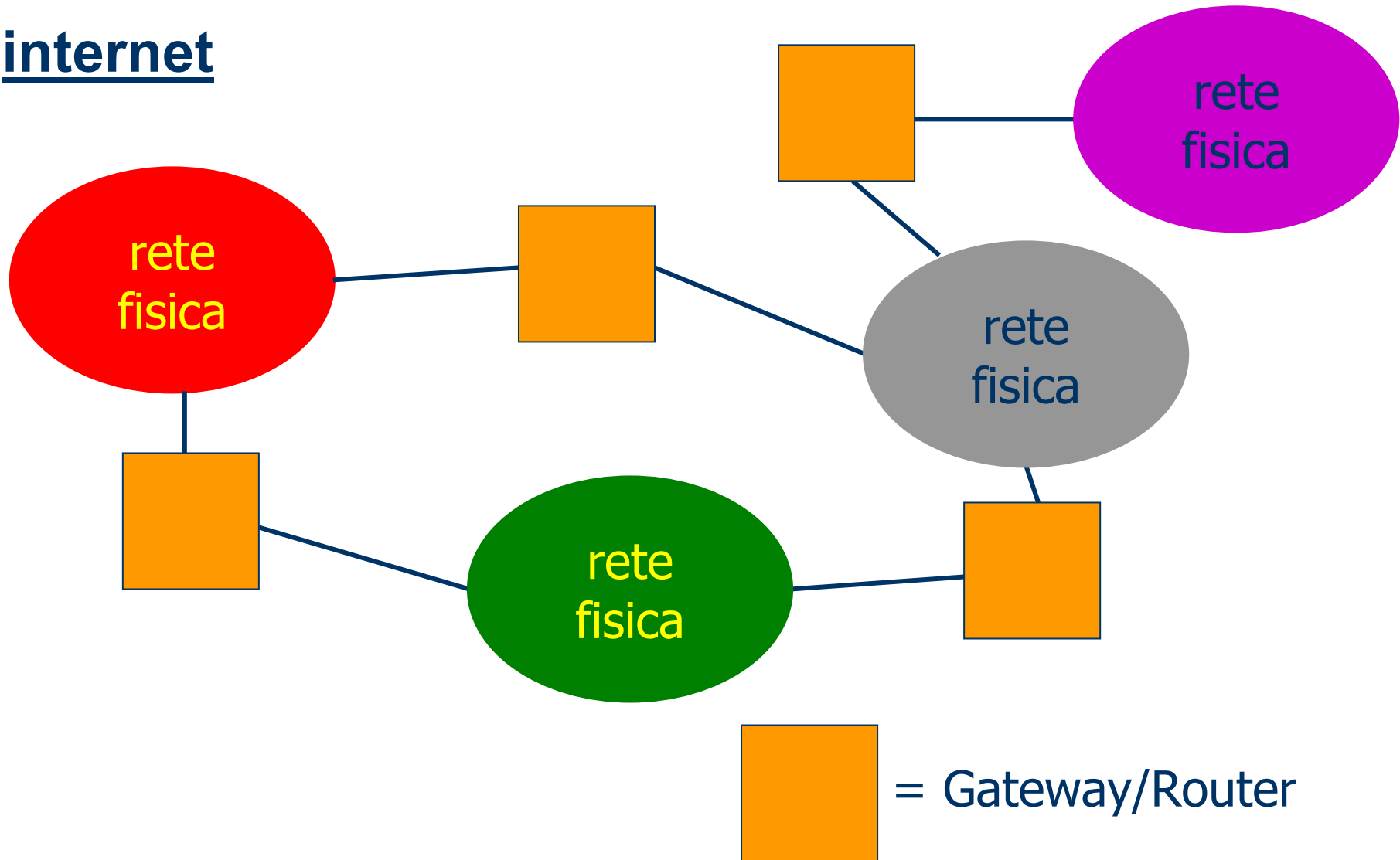


**Shared Medium**

### Switched network



### internet



### Tipologie di Reti

- **LAN (Local Area Network)**
  - » single-site (edificio)
  - » limitata *capacità/scalabilità*
  - » alta banda/velocità ( $O(10^6 \div 10^9)$  bps)
- **WAN (Wide Area Network)**
  - » estensione geografica vasta
  - » elevata *capacità/scalabilità*
  - » banda/velocità limitata ( $O(10^4 \div 10^8)$  bps)
- **MAN (Metropolitan Area Network):** via di mezzo



**intranet:** internet aziendale non accessibile dall'esterno (ad es. via Internet)

**extranet:** intranet con accesso dall'esterno (es. via Internet) consentito solo a utenti selezionati, tramite, ad es., uso di *firewall*

### Prestazioni

#### **Banda:**

Numero di bit trasmessi nell'unità di tempo. Si misura in *bps = bit-per-second*

#### **Tempo di trasmissione/ricezione:**

*taglia/banda*

#### **Tempo di propagazione:**

*distanza/velocità della luce*

**Latenza:** *trasmissione + propagazione + code*

## Introduzione e Terminologia

---

**Esempio:** Invio di 1 Mb a 30 Km di distanza lungo un canale con banda 10 Mbps (escluso il ritardo dovuto a code)

(Oss. la luce lungo un cavo viaggia a  $\cong 230000$  Km/s)

Tempo di trasm./ric. =  $10^{-1}$  sec

Tempo di propagazione =  $30/230000 \cong 13 \cdot 10^{-5}$  sec

⇒ Domina il tempo di trasmissione

### Applicazioni di Rete

- **FTP (File Transfer Protocol)**

Trasferimento di file tra computer connessi alla rete

- **DNS (Domain Name System)**

- **E-Mail (Electronic Mail)**

- **WWW (World Wide Web)**

- **Video/Audio Playing**

- **NFS (Network File System)**

- **Telnet/rlogin/slogin**

Sessione di lavoro su computer remoto

# **ARCHITETTURA DI RETE**

## Architettura di rete

---

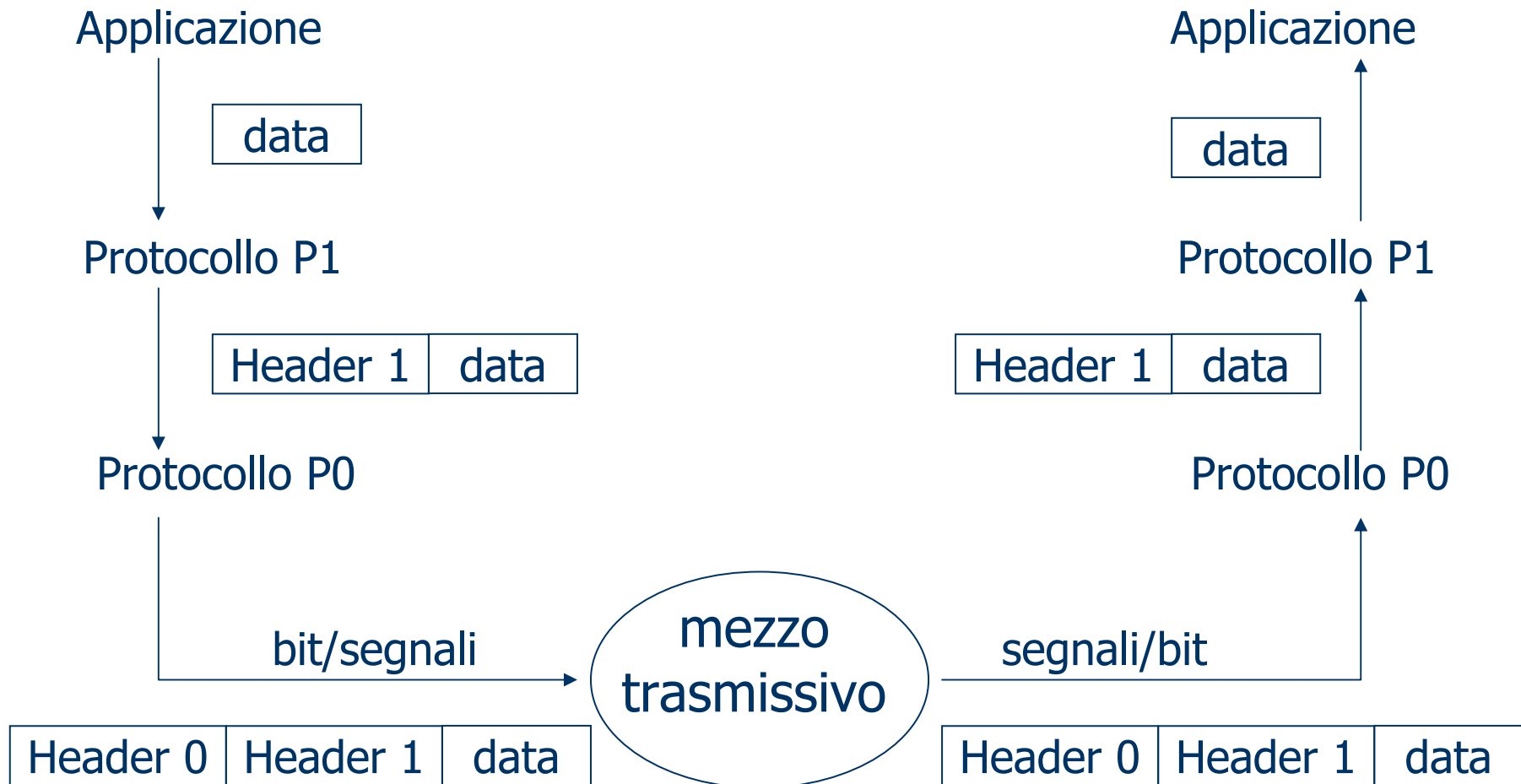
**Architettura di rete**: organizza le funzionalità della rete in *livelli*. Un livello consiste in un insieme di protocolli e specifiche.

**Protocollo**: implementa un servizio

- Service Interface: definisce i servizi offerti a protocolli di livello superiore sullo stesso host
- Peer Interface: regola l'interazione tra protocolli peer su host diversi

**Protocol Graph**: specifica i protocolli che realizzano una particolare architettura di rete, e le loro interazioni

### Idea chiave (es. 2 livelli)



### **Vantaggi dell'architettura a livelli**

1. Codifica modulare delle diverse funzionalità
  - migliore manutenibilità e maggiore flessibilità
2. Più semplice sviluppo delle applicazioni
3. Più efficace e realistica implementazione della comunicazione in contesti eterogenei e geograficamente vasti

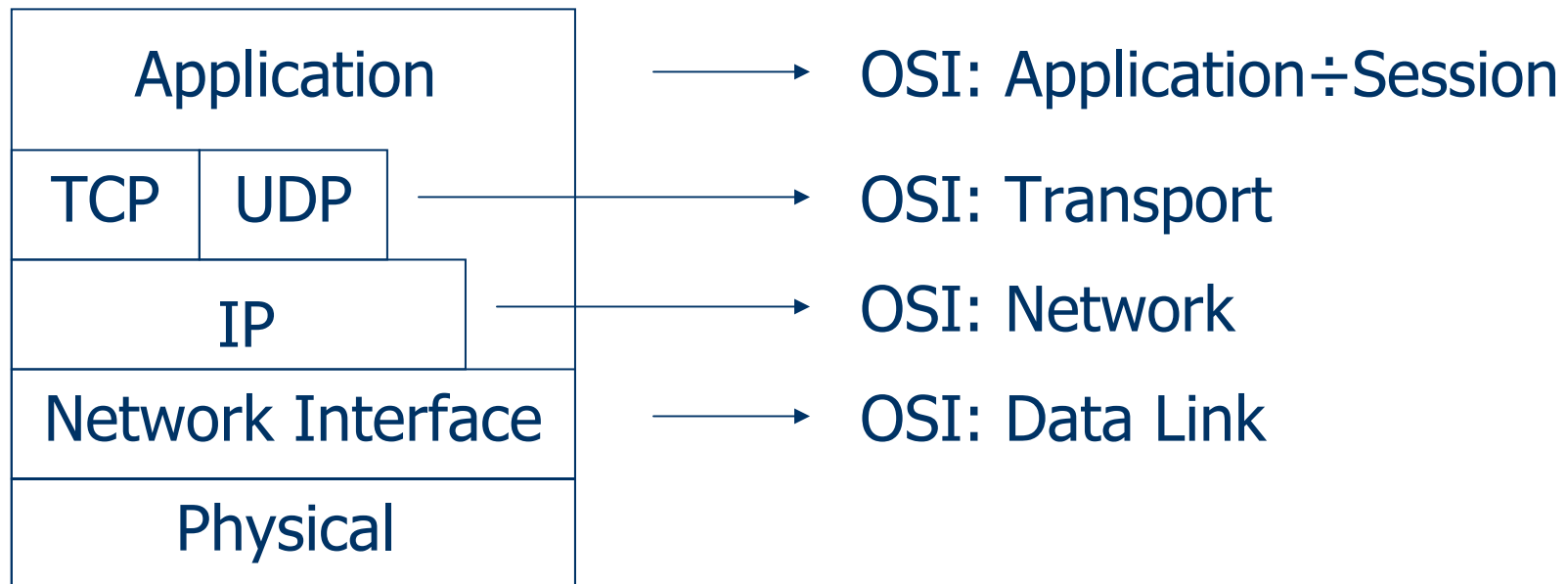


### **Architettura OSI:** (Open System Interconnection)

- standardizzata da ISO nel 1978
- reference model



### Architettura TCP/IP (Internet Protocol Suite):



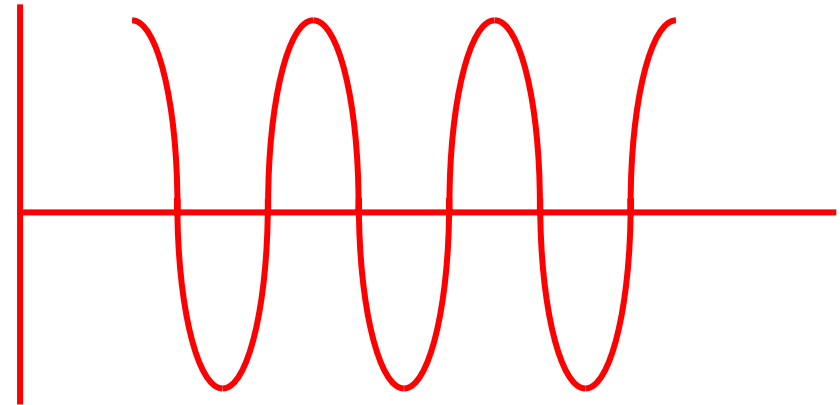
### Livello Physical

descrive le componenti hw della rete e le loro caratteristiche:

- **Nodi:** host, switch, router
- **Link:** cavo coassiale, doppino (twisted pair), fibra ottica, etere
- **Segnale:** continuo (link analogico), discreto (link digitale)
- **Encoding:** sequenza di bit → segnali

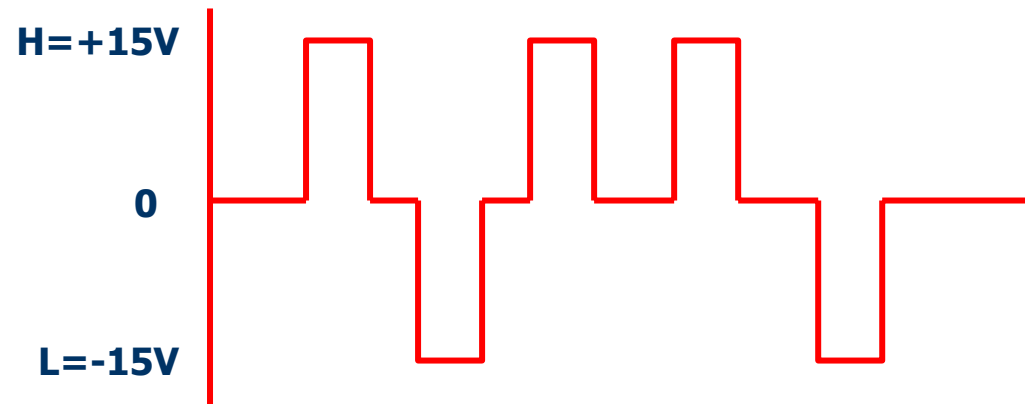
### Segnale continuo:

- L'informazione è rappresentata modulando frequenza o ampiezza del segnale
- E' necessario un MODEM (MOdulator/DEModulator)



### Segnale discreto:

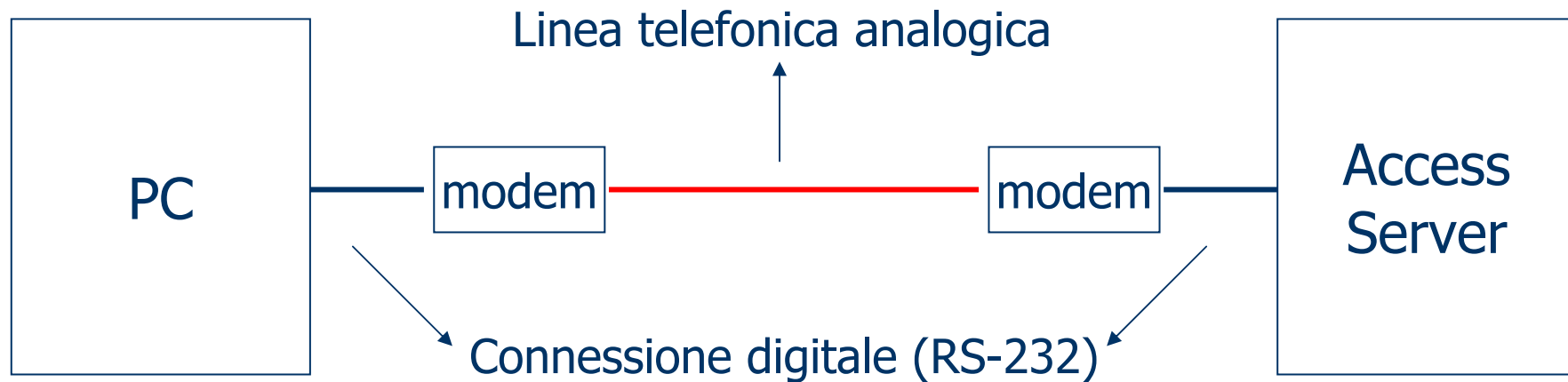
Es. Standard RS-232



## Livello physical

---

### Esempio: connessione via linea telefonica



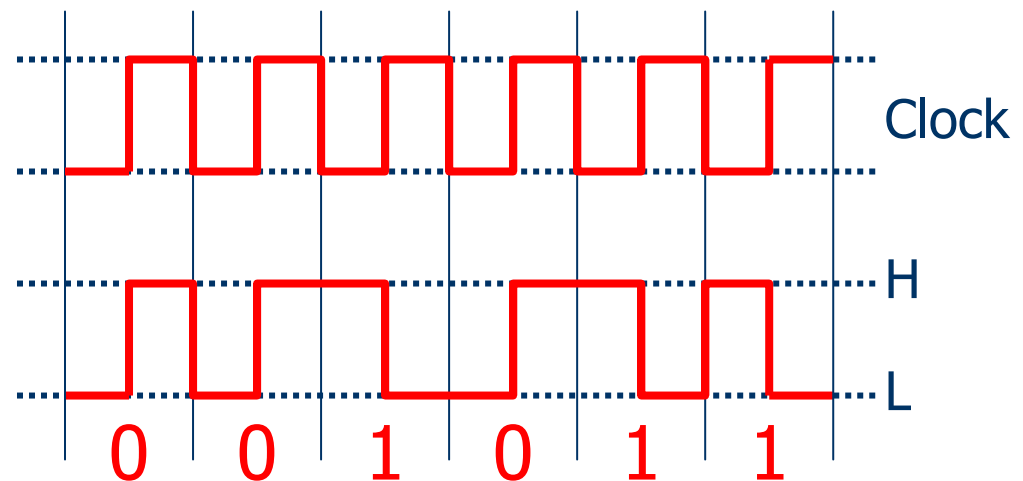
### Esempio: encoding su link digitale.

**Oss.** E' necessario evitare lunghe sequenze continue di H o L in quanto rendono difficile la rilevazione dei singoli bit.

### Manchester encoding:

- 0 → transizione L-to-H
- 1 → Transizione H-to-L

Es. 001011



### **Livello Network Interface**

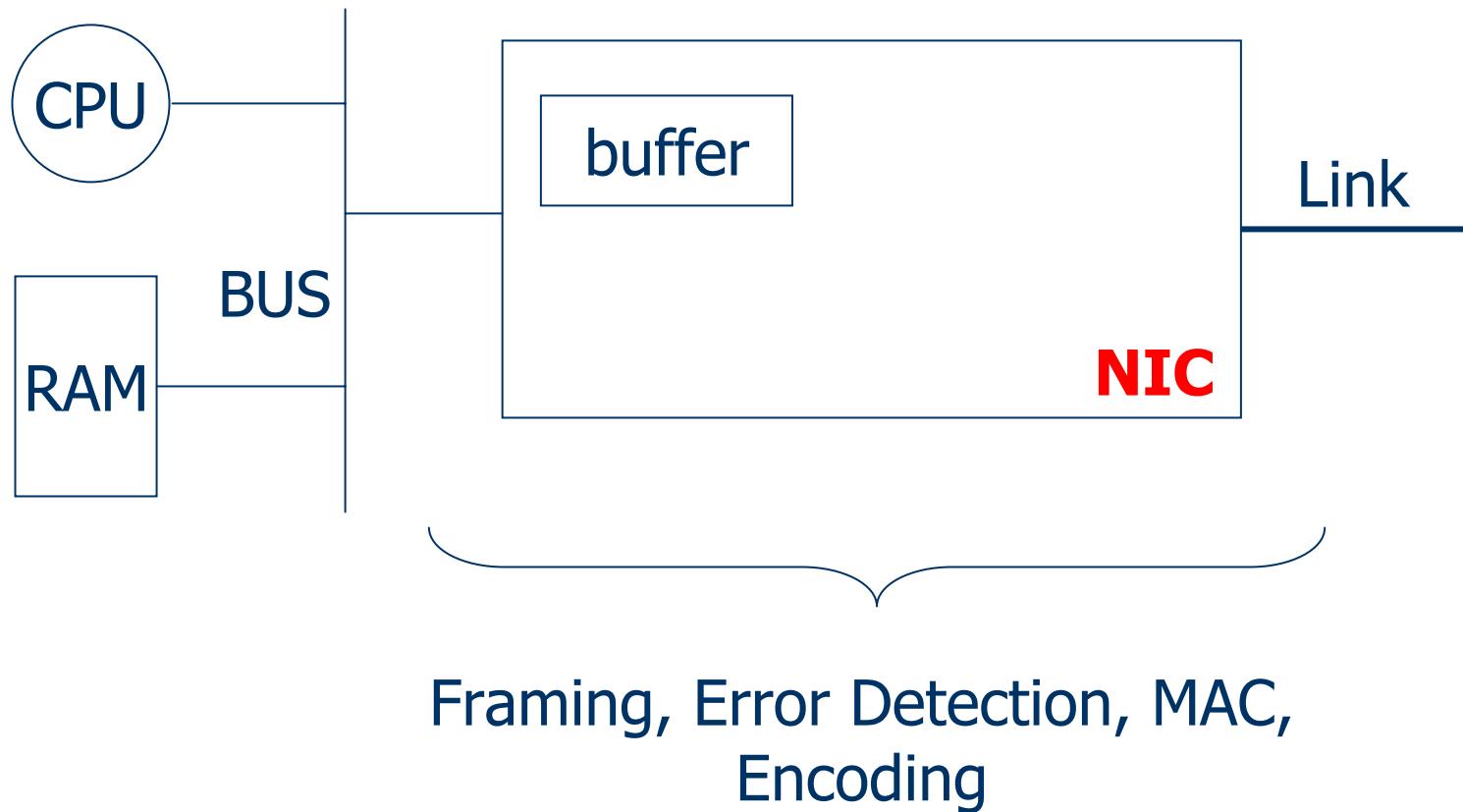
#### **Funzionalità:**

- FRAMING
- ERROR DETECTION
- MEDIUM ACCESS CONTROL (MAC)
- RELIABILITY

## Livello network interface

---

### NIC: (Network Interface Card)

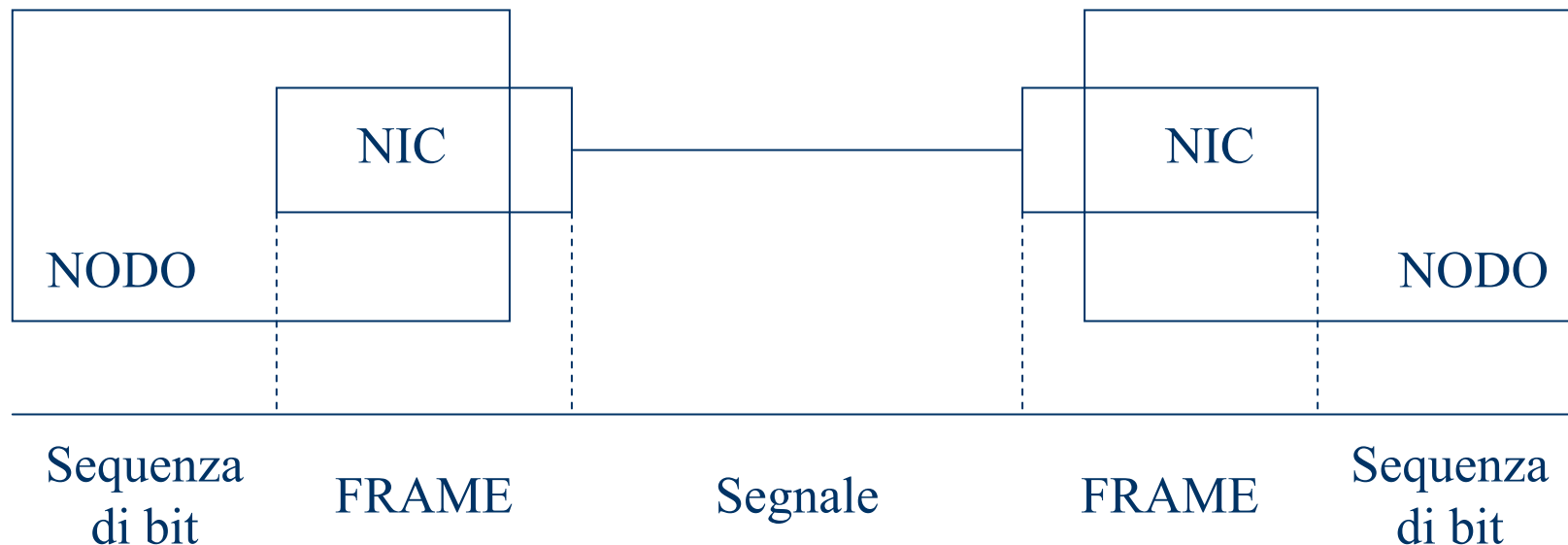




## Livello network interface

**FRAMING**: incapsula le sequenze di bit da spedire in frame imponendo un limite alla loro taglia

- facilita rilevamento di errori
- assicura condivisione equa del mezzo



**ERROR DETECTION:** aggiunge bit alla sequenza originale per permettere il rilevamento di errori di trasmissione

### **Tecniche:**

- **Parità:** un bit in ogni byte per rendere pari il numero di 1
- **Cyclic Redundant Check** a k bit (CRC-k): k bit ottenuti tramite divisione tra polinomi su campi finiti. Più potente della parità ma più costoso computazionalmente
- **Checksum:** somma di gruppi di bit della sequenza originale visti come interi

## Livello network interface

---

**Medium Access Control:** regola l'accesso al mezzo trasmissivo. Assume particolare importanza nel caso di condivisione del mezzo trasmissivo tra più host (shared medium)

**RELIABILITY:** garantisce l'affidabilità della trasmissione, ovvero che la sequenza di bit ricevuta coincida con quella inviata. Di solito questa funzionalità non è implementata a livello network interface, ma è implementata a livelli superiori dell'architettura di rete (ad es. TCP)

# RETI FISICHE

Una rete fisica è caratterizzata da una specifica **tecnologia** che specifica la componenti hw utilizzate e implementa, tramite un opportuno protocollo, le funzionalità previste dal livello network interface. Le tecnologie più diffuse (suddivise per tipologia di rete) sono:

- **Point-to-Point:**
  - Ultimo miglio: es. PSTN, ISDN, ADSL
  - Linee dedicate: es. CDA, CDN
- **Shared medium:** es. Ethernet, Token Ring
- **Switched Network:** es. ATM

### Ultimo miglio o Local Loop:

utente finale  $\leftrightarrow$  ISP (Internet Service Provider)

- **POTS:** (Plain Old Telephone Service)

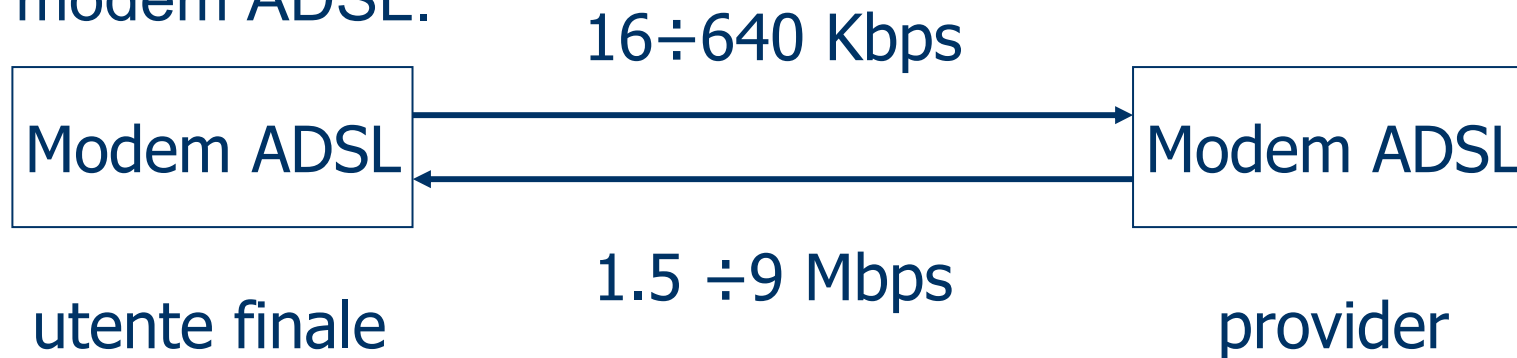
Utilizza la linea telefonica tradizionale (PSTN=Public Switched Telephone Network). Banda max 56 Kbps. La banda effettivamente ottenuta può essere inferiore a causa del rumore del canale.

- **ISDN:** (Integrated Services Digital Network)

Linea telefonica digitale con due canali da 64 Kbps ciascuno, usati per voce+dati o solo dati (a 128 Kbps). Richiede modem standard abilitati per ISDN (terminal adapter)

- **ADSL:** (Asymmetric Digital Subscriber Line)

Linea digitale con banda *downstream* molto maggiore della banda *upstream*. Utilizza la linea telefonica standard ma con frequenze molto maggiori in modo da ottenere banda più elevata rispetto a POTS e permettere l'impiego contemporaneo del telefono. Necessita di un modem ADSL.



**N.B.:** Esistono altre tecnologie simili (famiglia xDSL)

**Linee dedicate:** affittate permanentemente dal gestore di telefonia

**CDA:** Circuito Diretto Analogico

**CDN:** Circuito Diretto Numerico

Banda: 9.6 Kbps ÷ 2.5 Gbps

Costi: variano in funzione di distanza e banda (dalle migliaia ai milioni di euro per anno)



### Protocolli Point-to-Point:

**PPP:** (Point-to-Point Protocol)

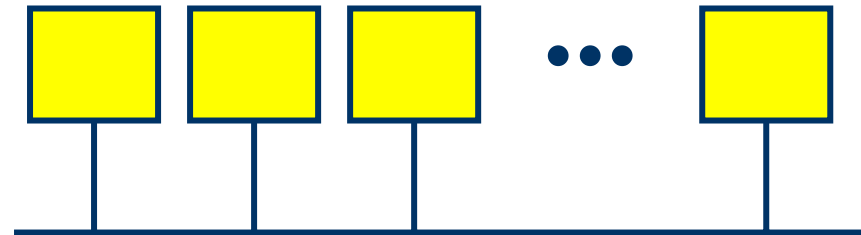
Utilizzato per connessioni via modem

**HDLC:** (High-level Data Link Control)

Utilizzato per connessioni su linea dedicata

### ETHERNET

- E' la tecnologia più diffusa per LAN
- Sviluppata negli anni 70 a Xerox PARC (Palo Alto Research Center) e standardizzata nel 1978
- Banda: 10Mbps (versione standard)
- Shared medium
- Manchester encoding



### FRAMING:



- **Preamble:** per sincronizzazione
- **Address:** unico per ogni NIC

Es. 08 00 2b e4 b1 02 (in esadecimale)  
rappresentazione= 8:0:2b:e4:b1:2 (no leading 0)

- **Type:** identifica il protocollo di livello superiore a cui il frame è diretto (*demultiplexing*)

**MAC:** Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect (**CSMA/CD**)

### Trasmissione:

- Attesa linea libera (*Carrier Sense* )
- Trasmissione del frame e rilevamento di collisioni (*Collision Detect* )
- Nel caso di collisione ritrasmissione dopo un ritardo random

**Ricezione:** Ascolto continuo della rete e acquisizione di frame destinati alla propria NIC

**Ritardo di ritrasmissione** =  $r * d$

$d$  = max round-trip time (51.2 $\mu$ s)

$r$  = valore random

**Exponential Backoff:**

1a ritrasmissione  $r \in [0,1]$

2a ritrasmissione  $r \in [0,2]$

....

$n$ -esima ritrasmissione  $r \in [0,2^{n-1}]$

**Fairness:** (“par condicio” nell’uso del mezzo)

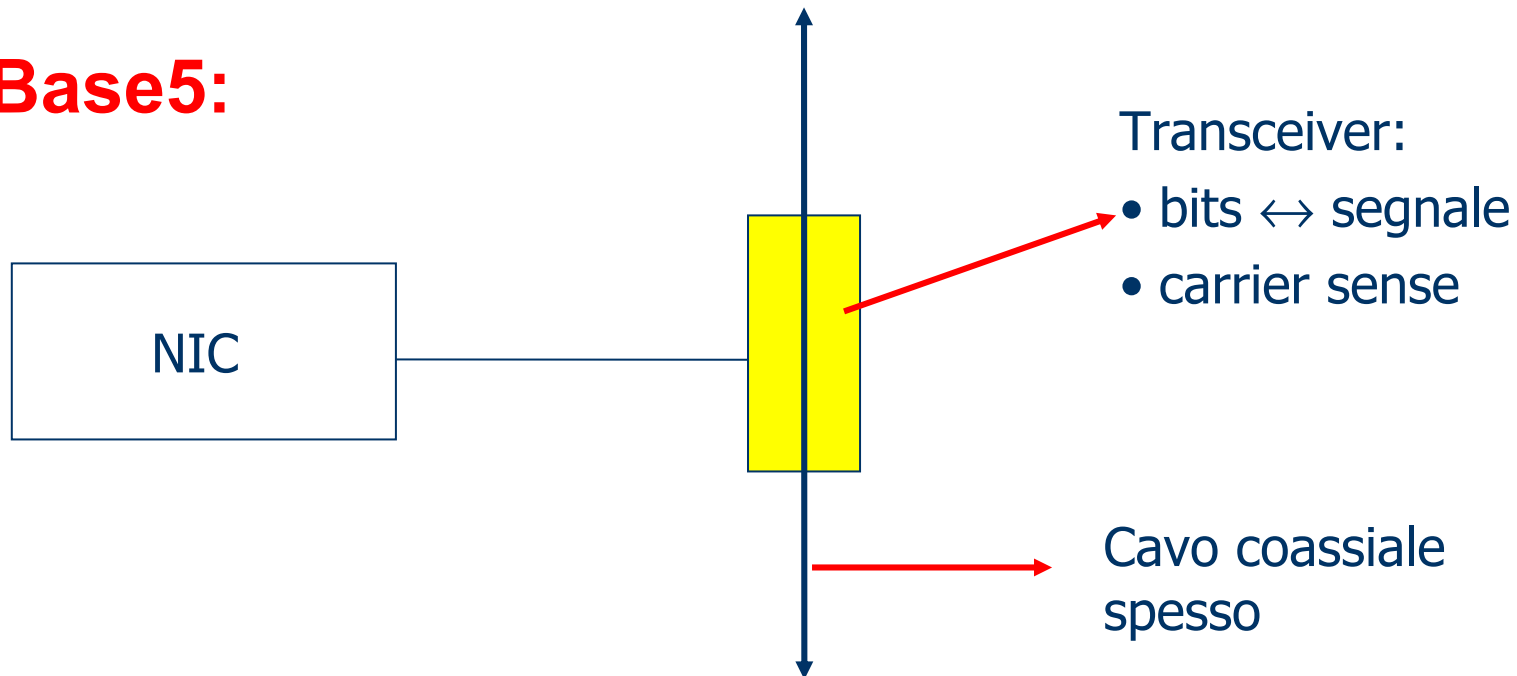
- limite superiore alla taglia del frame (1526B)
- gap di 9.6μs tra trasmissioni successive dallo stesso nodo

**Correttezza:** (nel rilevamento di collisioni)

- limite superiore alla distanza tra due nodi
- limite inferiore alla taglia dei dati (72B)
  - ⇒ Una collisione è rilevata prima che la trasmissione del frame sia conclusa

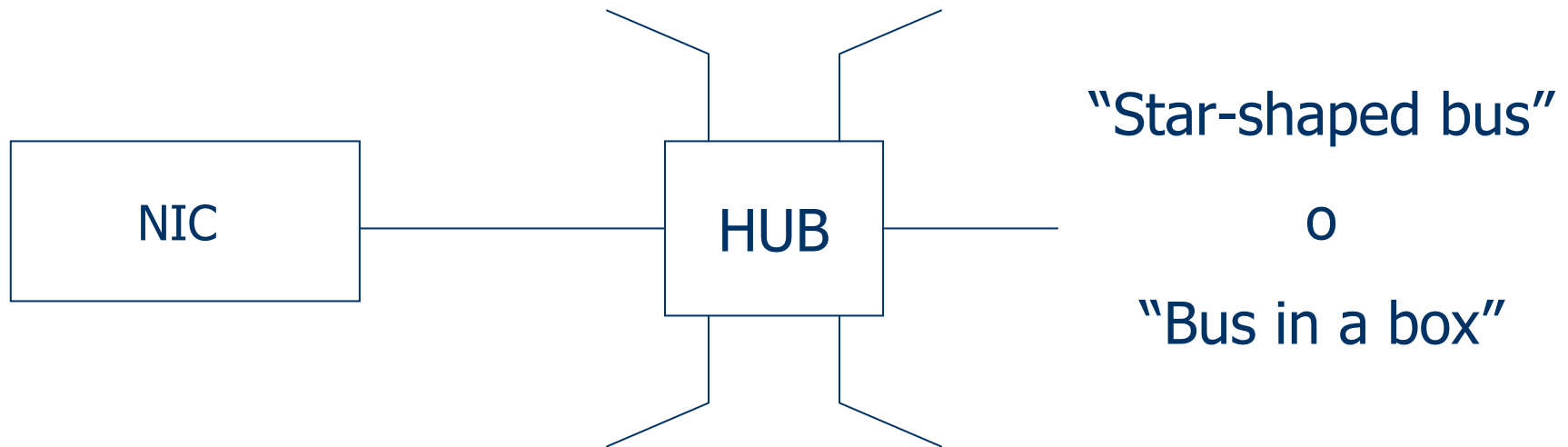
### CABLAGGI

#### 10Base5:



**10Base2:** cavo coassiale più sottile, direttamente collegato alla NIC

**10BaseT:** doppino (più spesso di quello telefonico)



N.B.: simula lo shared link. Tecnologia meno costosa e più facile da mantenere



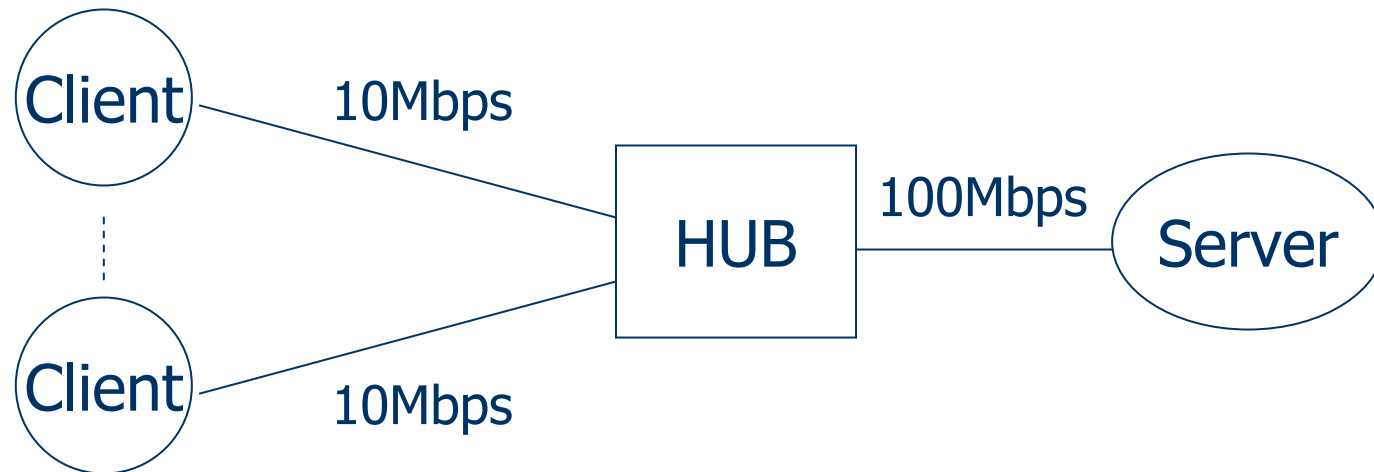
## Reti Fisiche: Ethernet

### Versioni di Ethernet più avanzate:

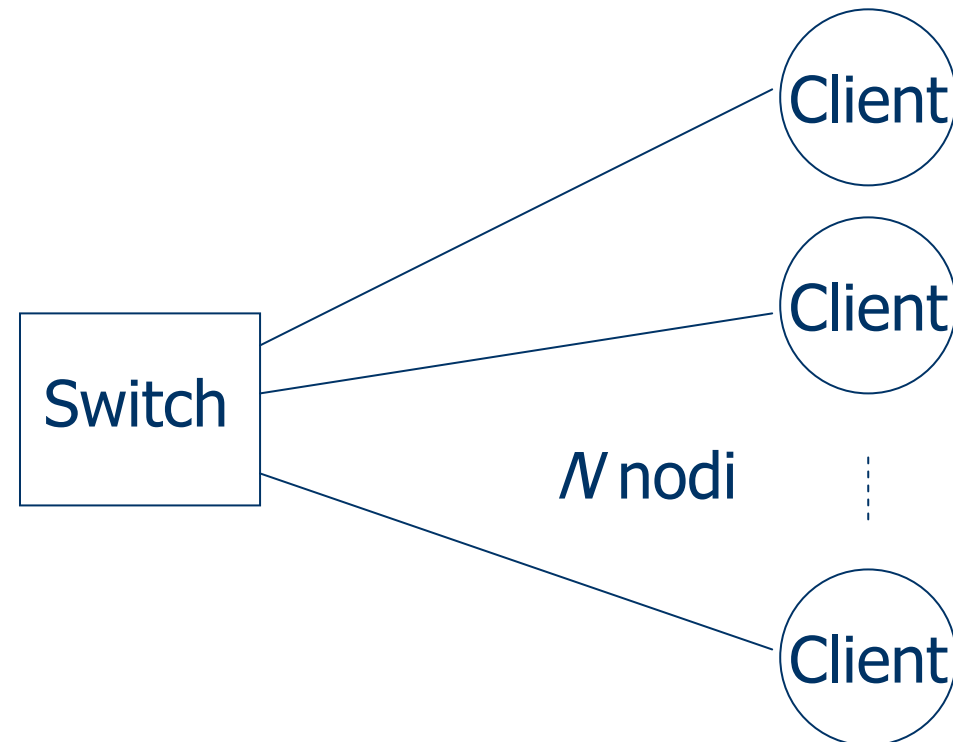
**Fast Ethernet:** 100 Mbps

**Gigabit Ethernet:** 1Gbps (molto costosa, usata con switch)

### **Coesistenza di diverse tecnologie:**



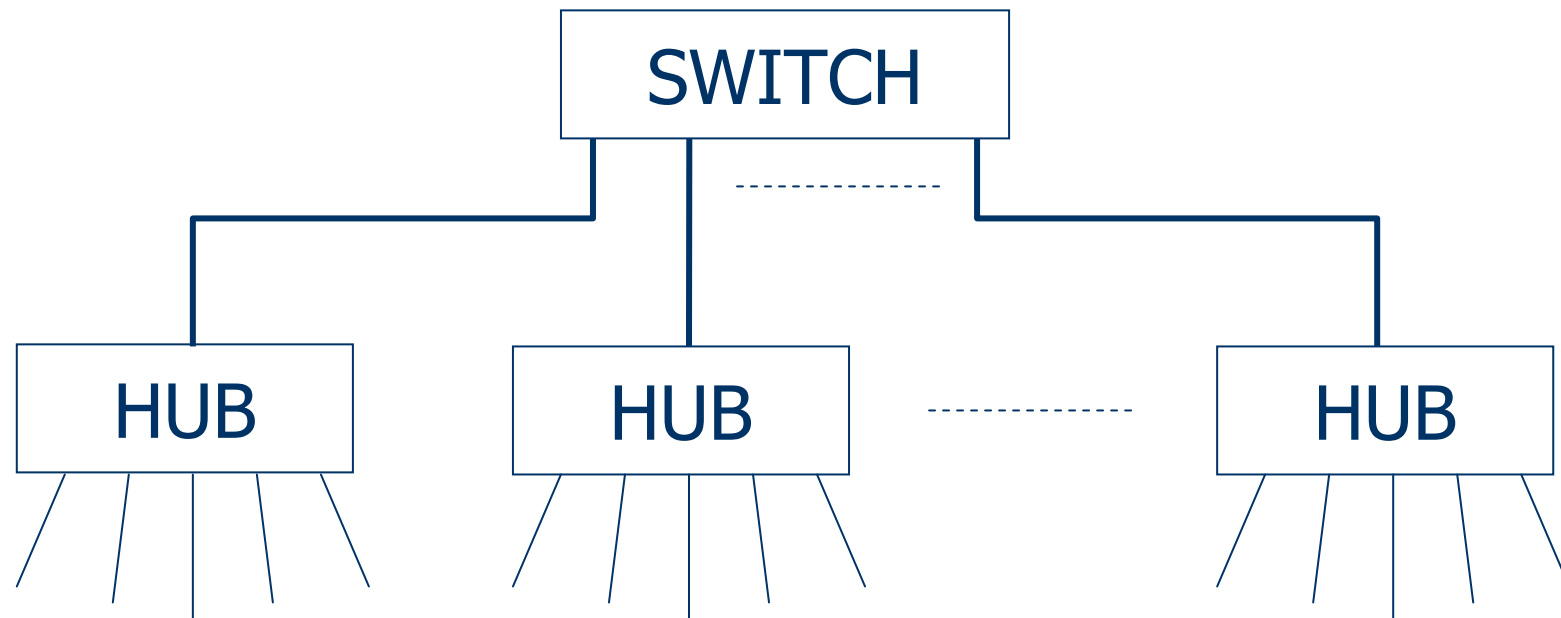
### Uso di Switch:



Coppie di nodi distinti possono comunicare  
concorrentemente

⇒ Sino a  $N/2$  comunicazioni contemporanee

### Cablaggio combinato:



- Condivisione del link all'interno degli hub
- Parallelismo tra hub

### Reti ad Anello (Token Ring)

#### **FDDI:** (Fiber Distributed Data Interface)

- 100 Mbps
- Nodi connessi ad anello
- MAC basato su un frame speciale (*token*) che gira lungo l'anello. Chi vuole trasmettere deve prendere il token, inserire il proprio frame e reinserire il token una volta che il frame ha compiuto un giro completo della rete

### ATM (Asynchronous Transfer Model)

- Tecnologia per switched network nata per trasmettere voce, video e dati su linee telefoniche, e successivamente utilizzata per LAN e WAN
  - Scalabilità
  - Senza limiti di distanza
- 155 Mbps (versione standard)
- Frame (*celle*) di taglia fissata (53B di cui 48 di dati)
  - Maggiore efficienza nello switching