

# Reti di Calcolatori I

**Prof. Roberto Canonico**

**Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione**

**Corso di Laurea in Ingegneria Informatica**

## Reti locali Ethernet

**I lucidi presentati al corso sono uno strumento didattico  
che NON sostituisce i testi indicati nel programma del corso**

# Nota di copyright per le slide COMICS

## Nota di Copyright

Questo insieme di trasparenze è stato ideato e realizzato dai ricercatori del Gruppo di Ricerca COMICS del Dipartimento di Informatica e Sistemistica dell'Università di Napoli Federico II. Esse possono essere impiegate liberamente per fini didattici esclusivamente senza fini di lucro, a meno di un esplicito consenso scritto degli Autori. Nell'uso dovranno essere esplicitamente riportati la fonte e gli Autori. Gli Autori non sono responsabili per eventuali imprecisioni contenute in tali trasparenze né per eventuali problemi, danni o malfunzionamenti derivanti dal loro uso o applicazione.

Autori:

Simon Pietro Romano, Antonio Pescapè, Stefano Avallone,  
Marcello Esposito, Roberto Canonico, Giorgio Ventre

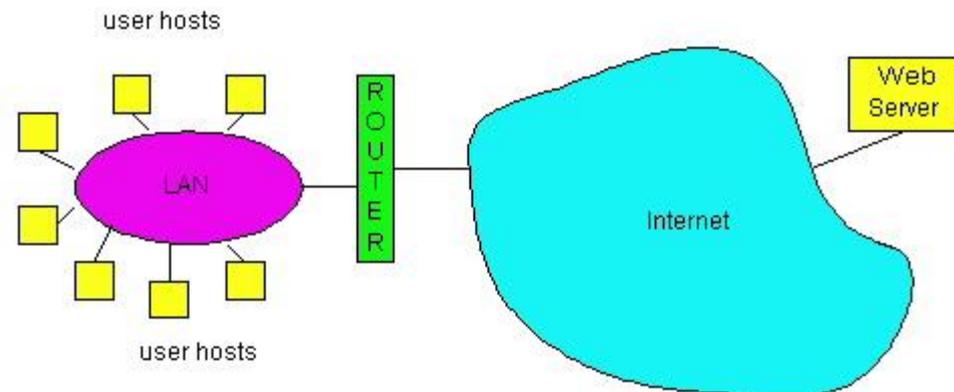
# Tecnologie per le LAN

## Riepilogo dei compiti del livello Data link:

- servizi, rilevamento/correzione degli errori, accesso al canale

## Agenda: tecnologie per le LAN

- Indirizzamento
- Ethernet
- Hub, bridge, switch



# Indirizzi IP ed indirizzi LAN

## Indirizzi IP a 32-bit:

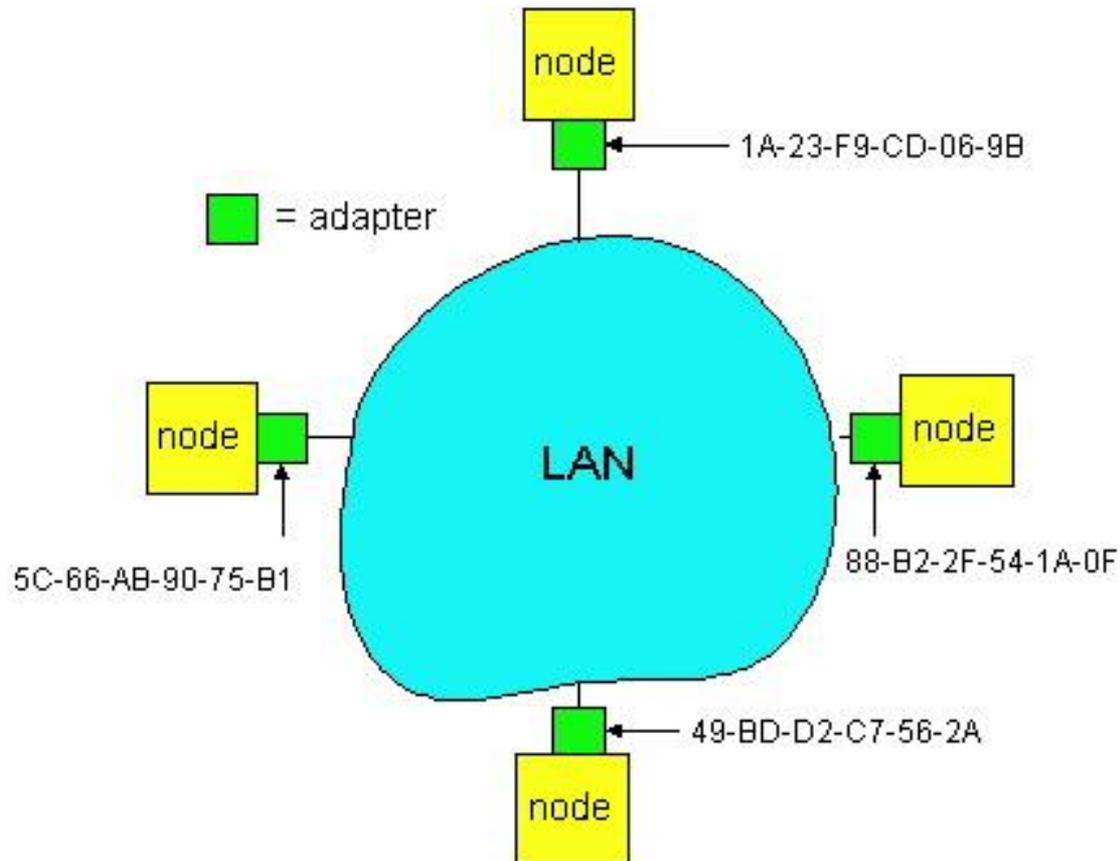
- Indirizzi di *livello rete*
- Usati per permettere la corretta consegna del pacchetto ad un destinatario collegato alla rete

## Indirizzi LAN (o MAC o fisici):

- usati per permettere la trasmissione di una frame da una scheda di rete ad un'altra scheda con cui sussiste un collegamento diretto (stessa rete fisica)
- indirizzi MAC di 48 bit (per la maggior parte delle LAN) cablati nelle ROM delle schede di rete

# Indirizzi LAN

Ogni scheda di rete su una LAN ha un indirizzo LAN univoco



# Indirizzi LAN

- Distribuzione degli indirizzi MAC gestita da IEEE
- I produttori di schede di rete detengono una porzione degli indirizzi MAC (per garantire l'univocità)
- Analogie:
  - (a) MAC address: come il Codice Fiscale
  - (b) IP address: come l'Indirizzo di Posta
- MAC "flat" address → portabilità
  - è possibile spostare una scheda di rete da una LAN ad un'altra
- Classi gerarchiche di indirizzi IP:
  - NON SONO portabili
  - dipendono dalla rete alla quale si è collegati

# Gli indirizzi MAC (1)

- Si compongono di due parti grandi 3 Byte ciascuna:
  - I tre byte più significativi indicano il lotto di indirizzi acquistato dal costruttore della scheda, detto anche *vendor code* o *OUI (Organization Unique Identifier)*.
  - I tre meno significativi sono una numerazione progressiva decisa dal costruttore



OUI assegnato dall'IEEE

Assegnato dal costruttore

# Gli indirizzi MAC (2)

Alcuni OUI:

Organization	Address Block
Cisco	0000Ch
DEC	08002B (et. al.)
IBM	08005A (et. al)
Sun	080020h
Proteon	000093h
Bay-Networks	0000A2h

**Sono di tre tipi:**

- **Single:** di una singola stazione
- **Multicast:** di un gruppo di stazioni
- **Broadcast:** di tutte le stazioni (ff-ff-ff-ff-ff-ff)

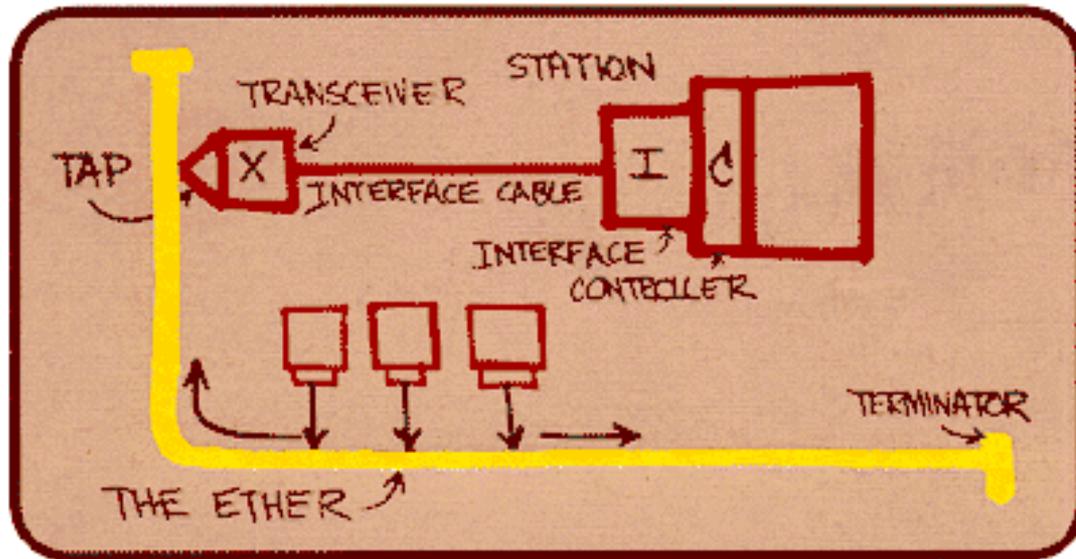
**Ogni scheda di rete quando riceve un pacchetto lo passa ai livelli superiori nei seguenti casi:**

- **Broadcast:** sempre
- **Single:** se il DSAP è uguale a quello hardware della scheda (scritto in una ROM) o a quello caricato da software in un apposito buffer
- **Multicast:** se ne è stata abilitata la ricezione via software

# Ethernet

Tecnologia “dominante” per le LAN:

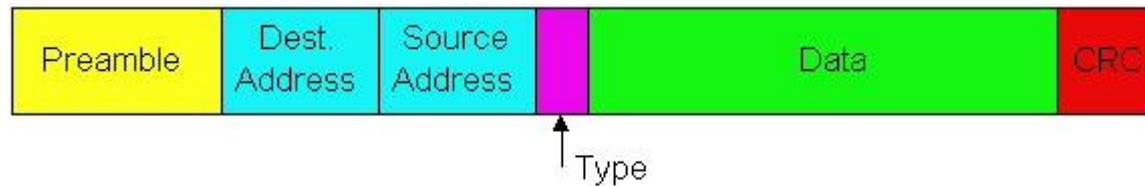
- Economica: 20€ per 100Mbs!
- La prima tecnologia LAN ampiamente diffusa
- Più semplice ed economica rispetto alle LAN “a token” e ad ATM
- Aggiornata nel corso degli anni: 10, 100, 1000 Mbps



Uno schizzo del progetto di Metcalfe per la rete Ethernet

# Struttura della Frame Ethernet 1/2

- L'interfaccia di rete del mittente incapsula i datagrammi IP (o altri pacchetti di livello rete) in **frame Ethernet**

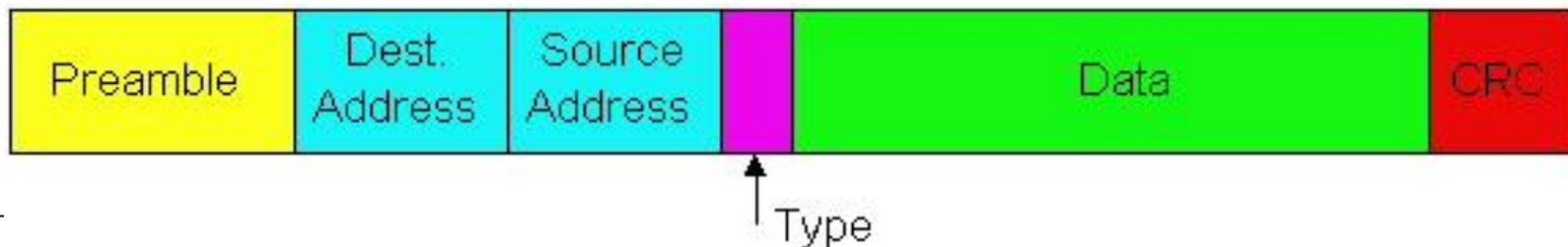


## Preambolo (8 byte):

- 7 byte con una sequenza 10101010 seguiti da un byte (SFD) con la sequenza 10101011
- utilizzato per sincronizzare i clock del mittente e del destinatario

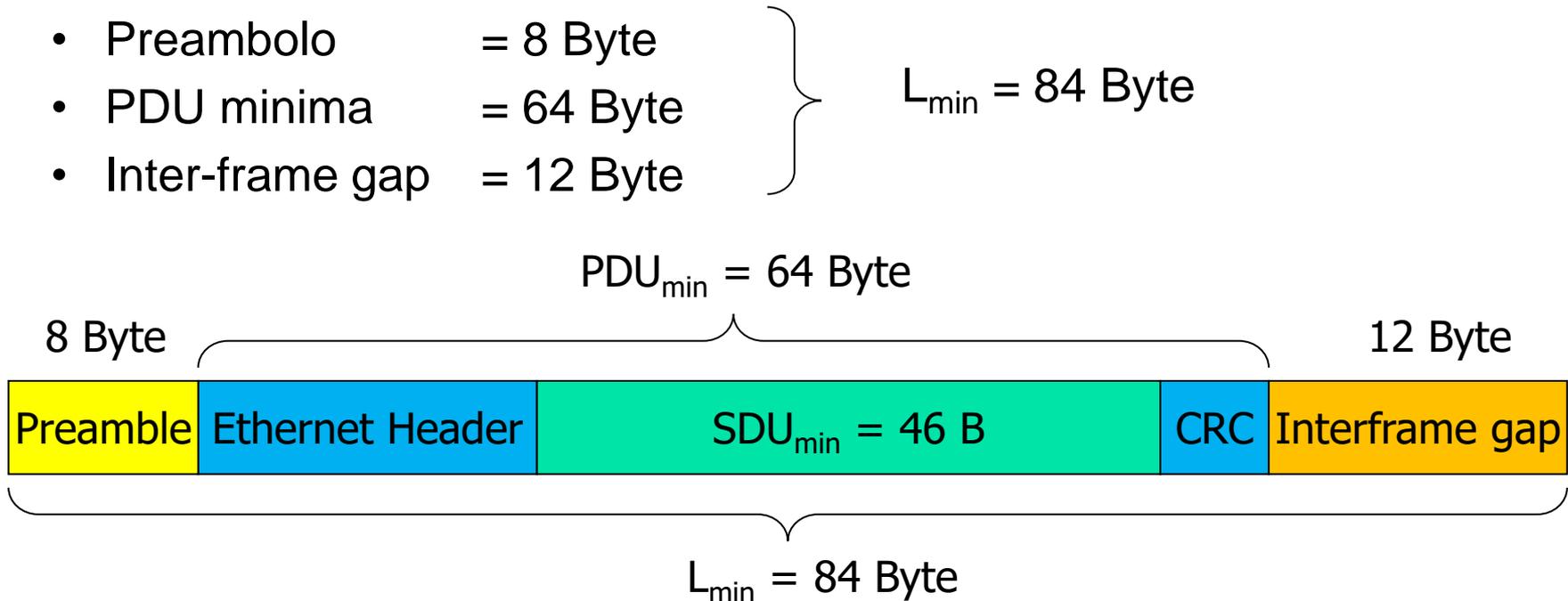
# Struttura della Frame Ethernet 2/2

- **Indirizzi (6 byte):** La frame è ricevuta da tutti gli adattatori di rete presenti sulla LAN, e scartata se l'indirizzo destinazione non coincide con quello della scheda stessa – (indirizzo broadcast: **ff:ff:ff:ff:ff:ff**)
- **Type (2 byte):** indica il protocollo di livello rete sovrastante, principalmente IP, ma altri protocolli (ad esempio Novell IPX e AppleTalk) sono supportati
- **CRC (4 byte):** controllo effettuato alla destinazione:
  - se l'errore è rilevato, la frame viene scartata



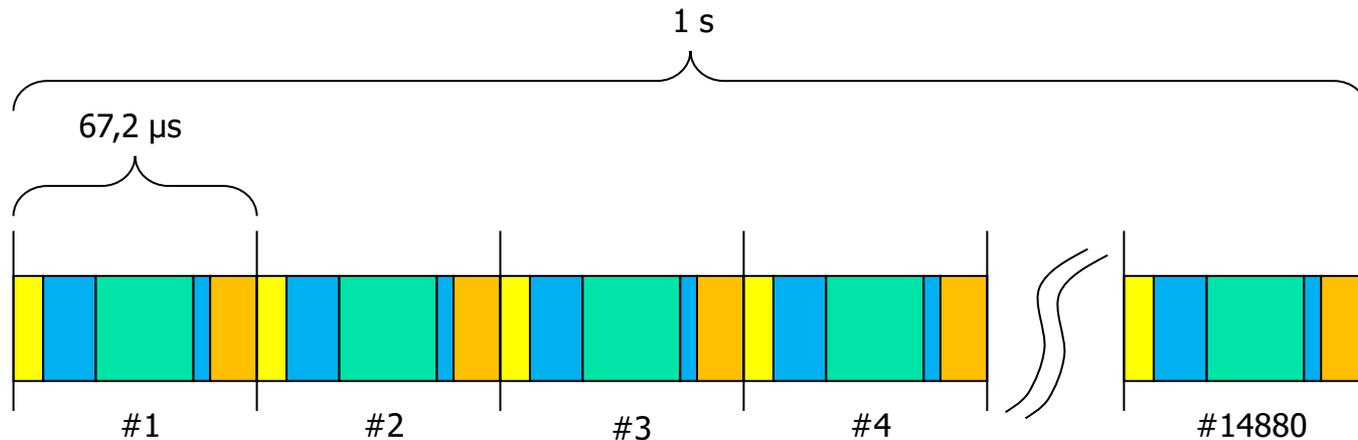
# Trasmissione di frame Ethernet: $L_{\min}$

- Spaziatura tra le frame (*inter-frame gap*) corrispondente al tempo di trasmissione di 12 Byte
- Minima dimensione di una frame Ethernet  $PDU_{\min} = 64$  Byte
  - Header (14 Byte) +  $SDU_{\min}$  (46 Byte) + CRC (4 Byte)
- Dimensione minima di una frame Ethernet trasmessa:
  - Preambolo = 8 Byte
  - PDU minima = 64 Byte
  - Inter-frame gap = 12 Byte



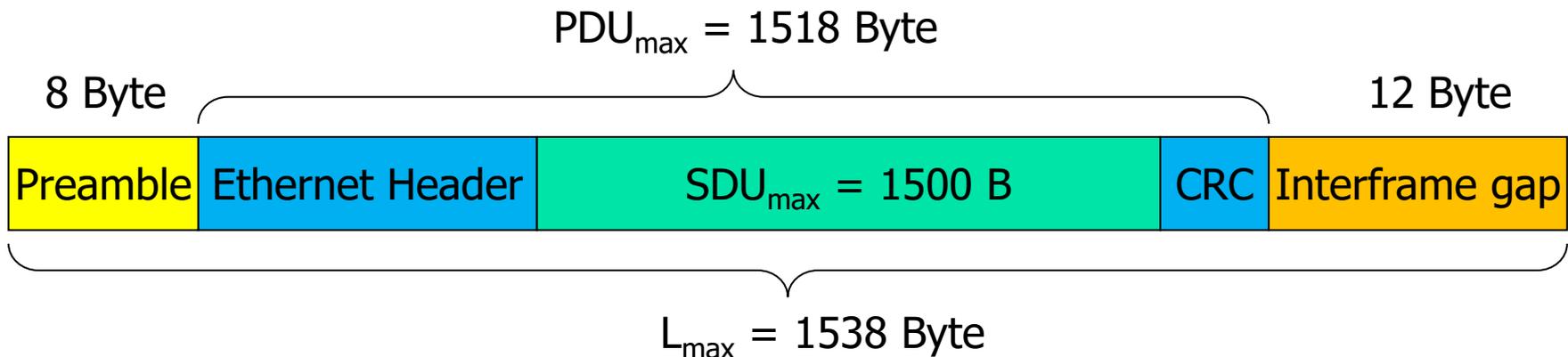
# Ethernet a 10 Mbps: max transmission rate

- Se la velocità di trasmissione è di 10 Mb/s =  $10^7$  b/s
- Tempo di trasmissione di 1 pacchetto di dimensione minima:
  - $84 * 8 / 10^7 = 67,2 \mu\text{s}$
- Il reciproco è il massimo numero di pacchetti di dimensione minima che si possono trasmettere in 1 secondo
  - $1 / (67,2 * 10^{-6}) \cong 14880$  pacchetti/s



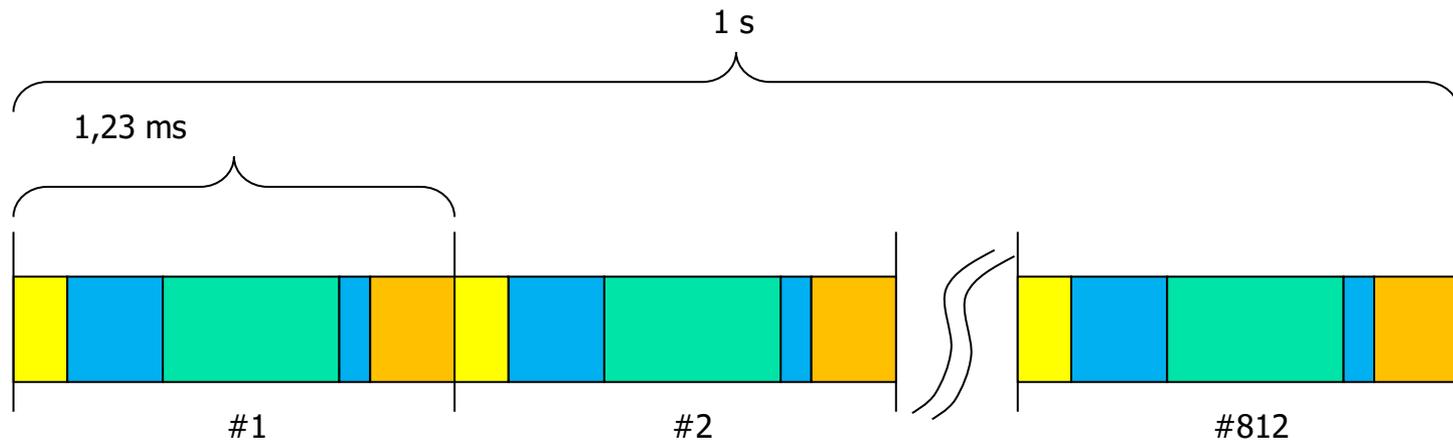
# Trasmissione di frame Ethernet: $L_{\max}$

- Massima dimensione di una frame Ethernet  $PDU_{\max} = 1518$  Byte
  - Header (14 Byte) +  $SDU_{\max}$  (1500 Byte) + CRC (4 Byte)
- Dimensione massima di una frame Ethernet trasmessa:
  - Preambolo = 8 Byte
  - PDU massima = 1518 Byte
  - Inter-frame gap = 12 Byte
$$\left. \begin{array}{l} \text{Preambolo} = 8 \text{ Byte} \\ \text{PDU massima} = 1518 \text{ Byte} \\ \text{Inter-frame gap} = 12 \text{ Byte} \end{array} \right\} L_{\max} = 1538 \text{ Byte}$$
- $SDU_{\max} = 1500$  Byte è la MTU di un pacchetto IP su Ethernet



# Ethernet a 10 Mbps: max transmission rate

- Alla velocità di trasmissione di  $10 \text{ Mb/s} = 10^7 \text{ b/s}$
- Se si assume che i pacchetti non siano tutti di dimensione minima, il massimo numero di pacchetti al secondo diminuisce
  - Questo è un bene: meno overhead e meno interruzioni per le stazioni !
- Tempo di trasmissione di 1 pacchetto di dimensione massima:
  - $1538 * 8 / 10^7 = 1,23 \text{ ms} \rightarrow 812 \text{ pacchetti/s}$



# Ethernet: CSMA/CD (1)

A: ascolta il canale,

**if** idle **then** {

transmit and monitor the channel;

**if** detect another transmission (collision) **then** {

abort and send jam signal;

update # collisions;

delay as required by exponential backoff  
algorithm;

**goto** A

}

**else** {done with the frame; set collisions to zero}

}

**else** {wait until ongoing transmission is over and **goto** A}

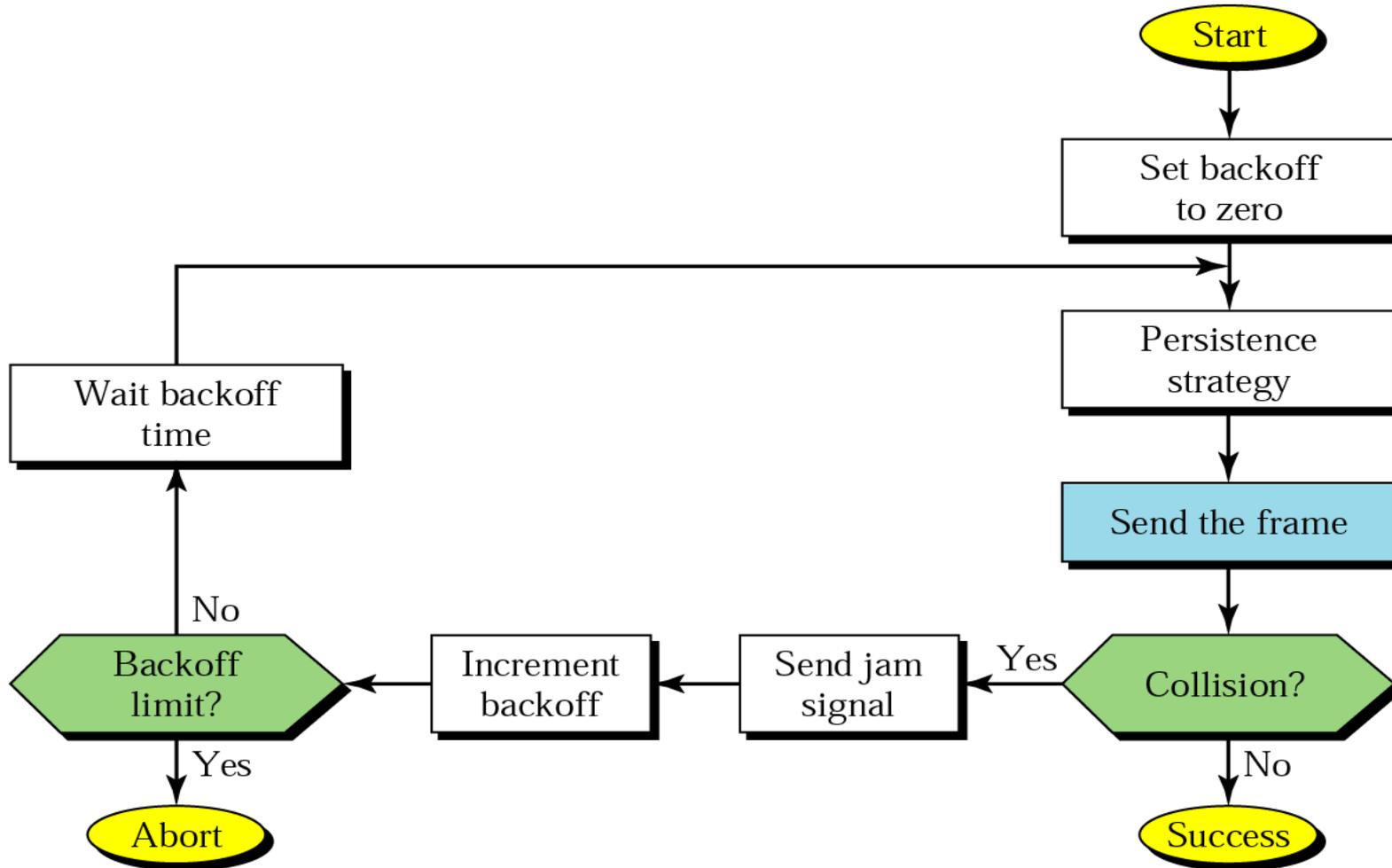
# Ethernet: CSMA/CD (2)

**Jam Signal:** consente alle altre stazioni di accorgersi dell'avvenuta collisione (48 bit)

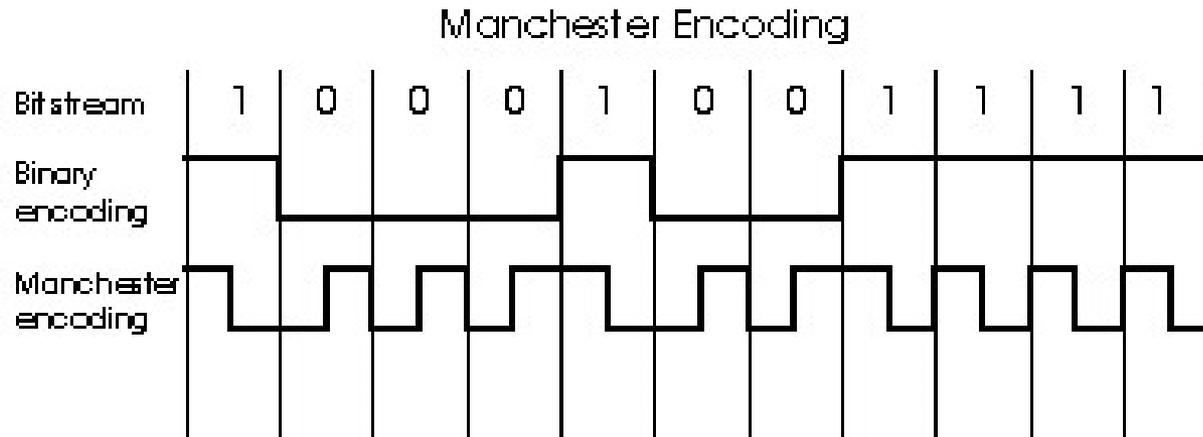
## Exponential Backoff:

- **Obiettivo:** algoritmo per adattare i successivi tentativi di ri-trasmissione al carico corrente della rete
  - in presenza di sovraccarico il tempo d'attesa casuale sarà maggiore:
    - prima collisione: scegli  $K$  tra  $\{0,1\}$ ; il ritardo di trasmissione è pari ad un intervallo  $K \times 512$  bit (pari a 51.2 usec in una Ethernet a 10 Mbps)
    - dopo la seconda collisione: scegli  $K$  tra  $\{0,1,2,3\}$
    - ... dopo  $n$  ( $n < 10$ ) collisioni consecutive: scegli  $K$  tra  $\{0,1,2, \dots, 2^n - 1\}$
    - dopo 10 o più collisioni, scegli  $K$  tra  $\{0,1,2,3,4, \dots, 1023\}$
- **Segnale:** in banda base, codifica Manchester

# Ethernet: CSMA/CD (3)

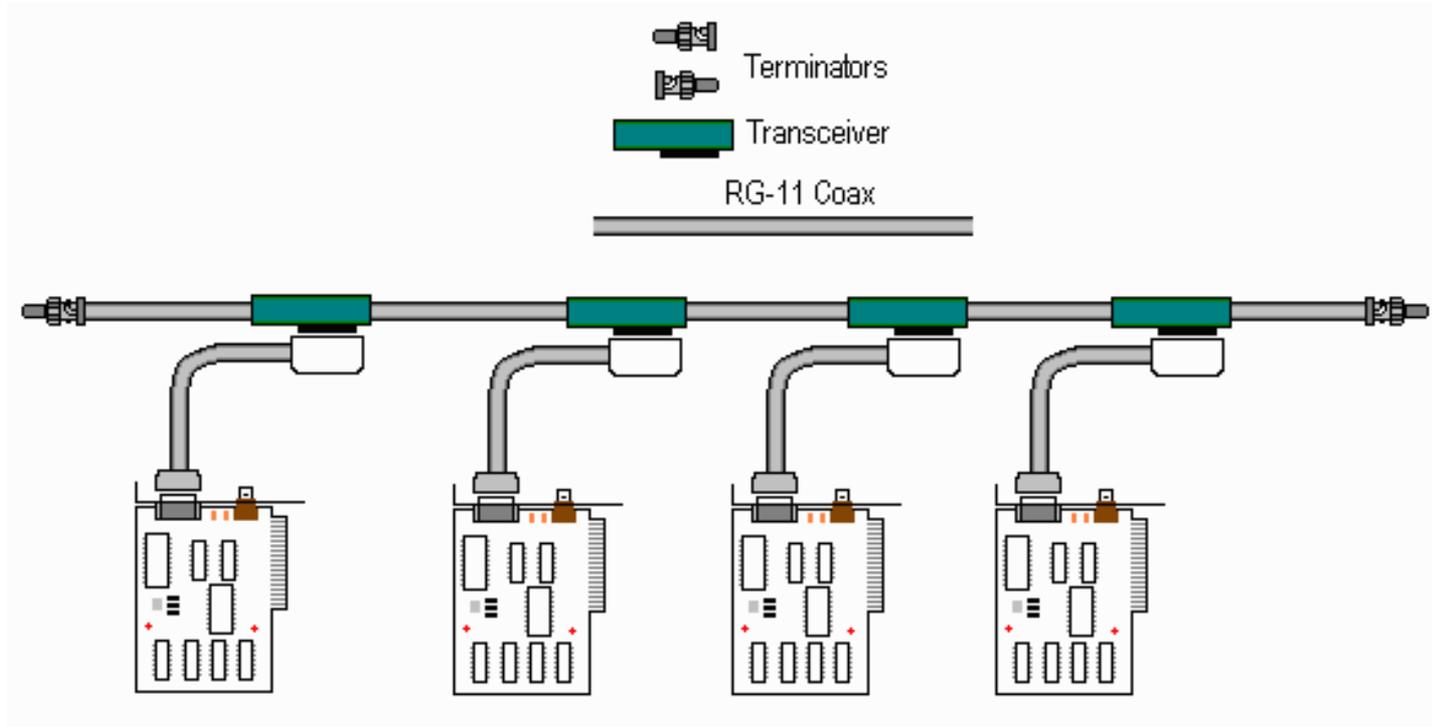


# Codifica Manchester

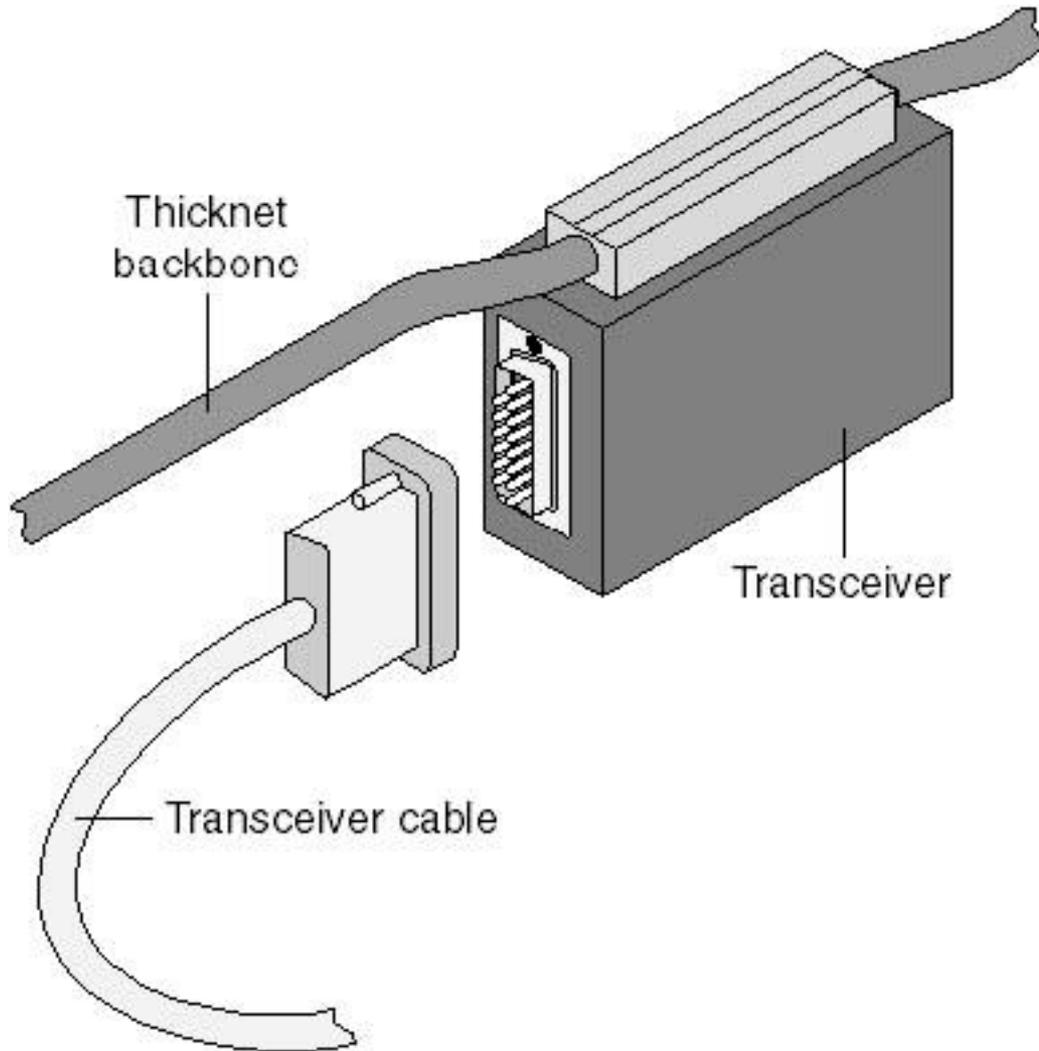


- Usata in 10BaseT, 10Base2
- Ogni bit ha una transizione
- Permette ai clock dei nodi riceventi e trasmittenti di sincronizzarsi
  - Non è richiesto un clock centralizzato e globale tra tutti i nodi

# Ethernet 10base5

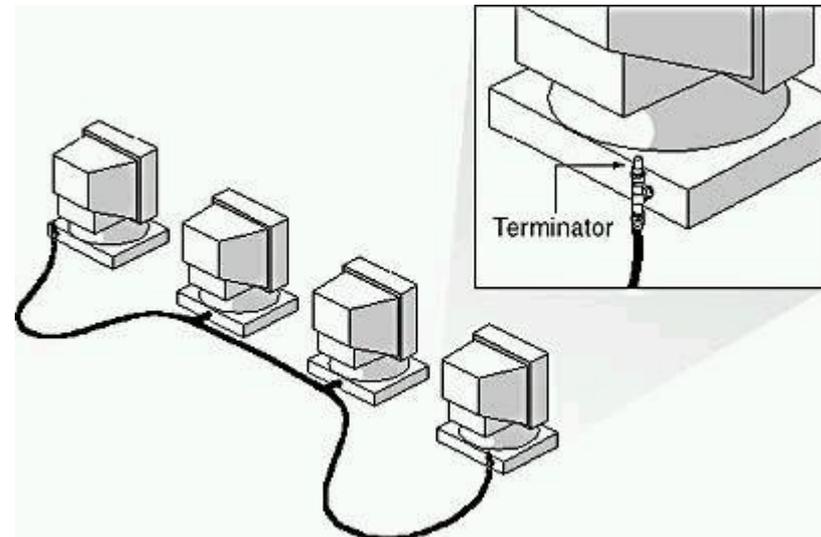
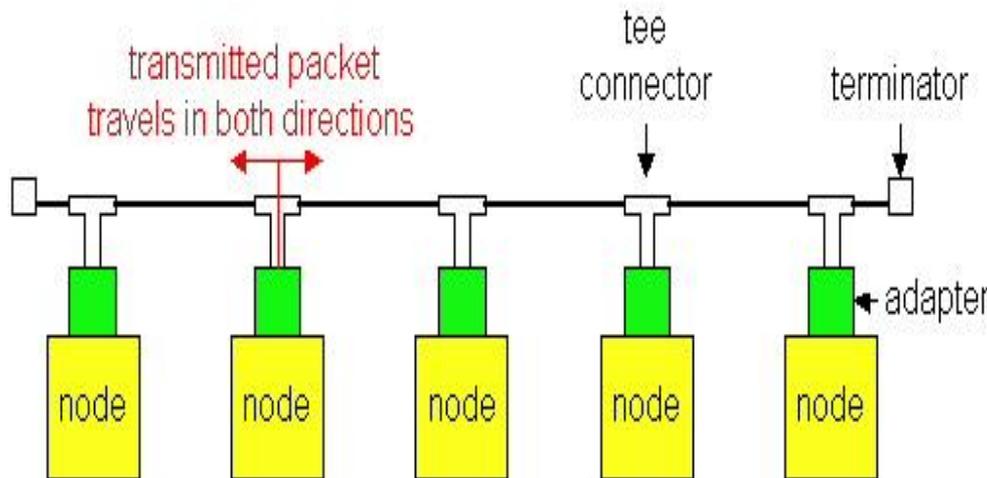


# Ethernet 10base5: transceiver



# Ethernet Technologies: 10Base2

- **10**: 10Mbps; **2**: massima lunghezza del cavo: 200 metri
- Topologia a bus su cavo coassiale sottile (thin)



- Il cavo *thin* è più flessibile di quello *thick*, e dunque è più agevole da portare in prossimità delle stazioni
- E' più agevole inserire una nuova stazione nella catena di collegamenti che formano il bus

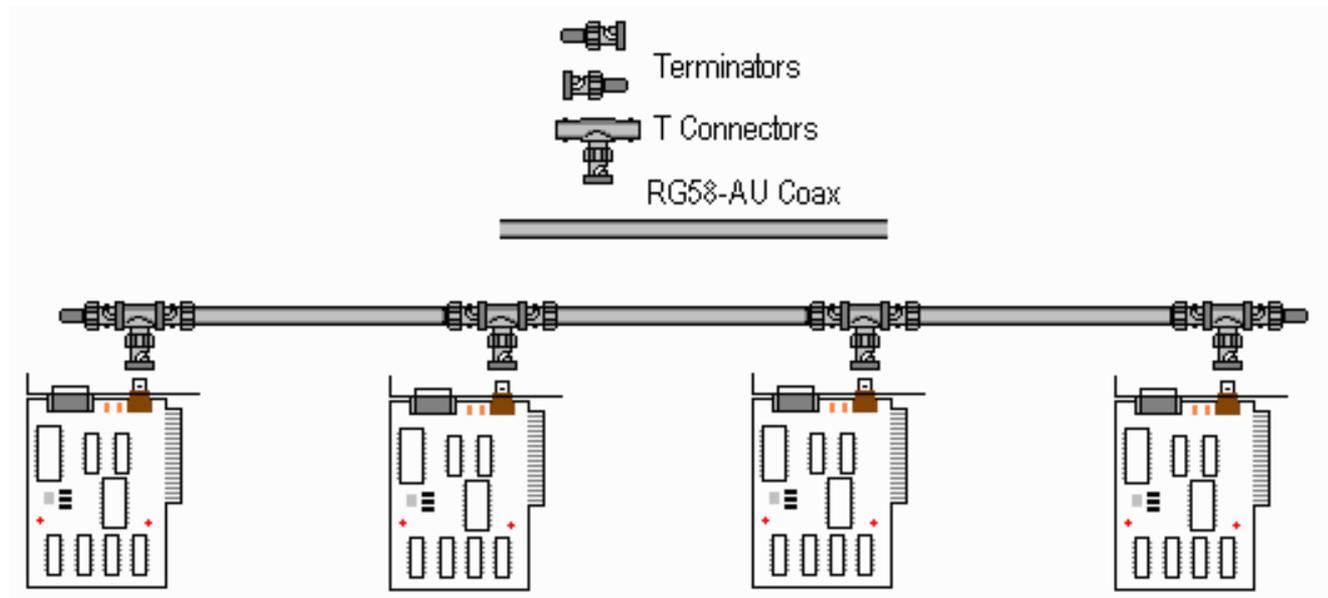
# Ethernet 10base2



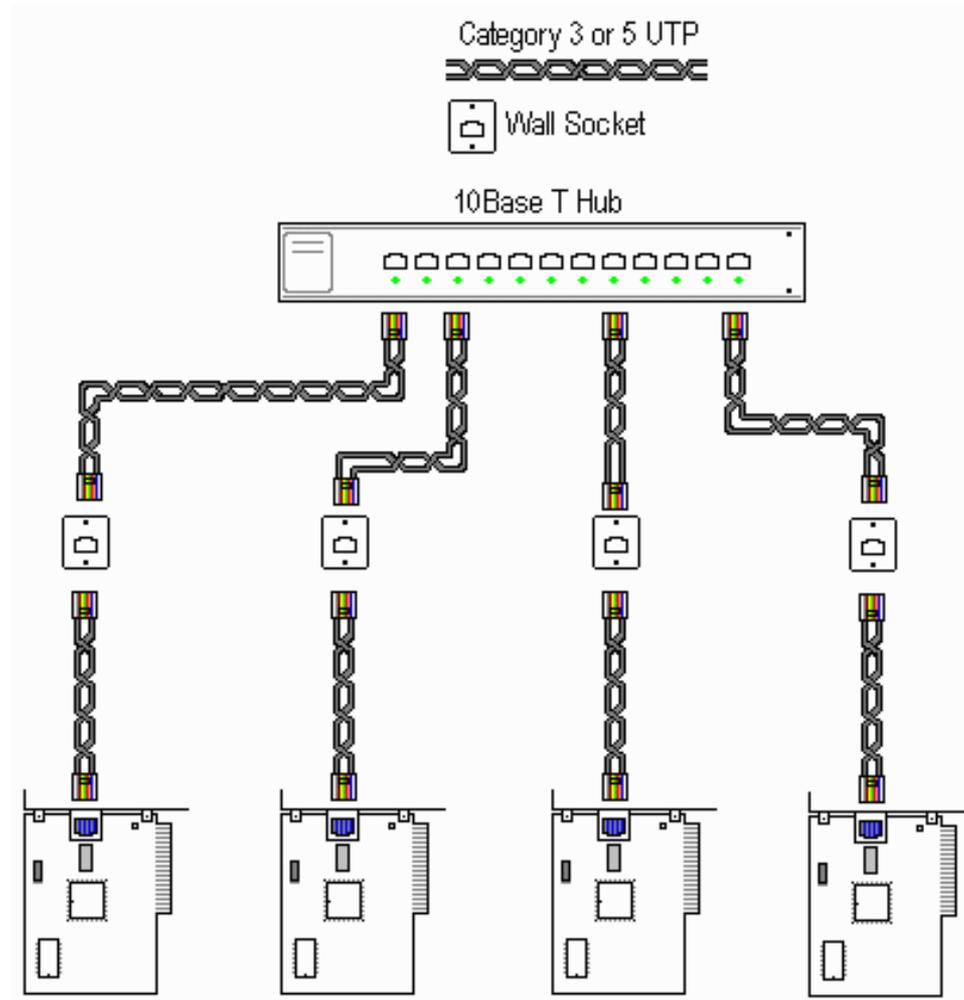
Connettore a T



Terminatore  
(o tappo)

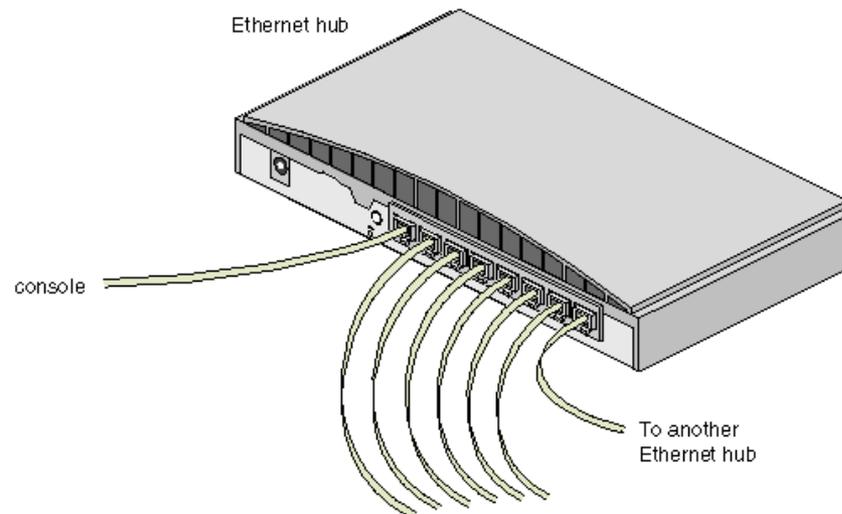


# Ethernet 10baseT



# 10BaseT e 100BaseT (1/2)

- 10/100 Mbps
- La versione a 100Mbps è nota come “fast ethernet”
- **T** sta per Twisted Pair (doppino intrecciato)
- Topologia “a stella”, mediante un concentratore (hub) al quale gli host sono collegati con i doppini intrecciati



# 10BaseT e 100BaseT (2/2)

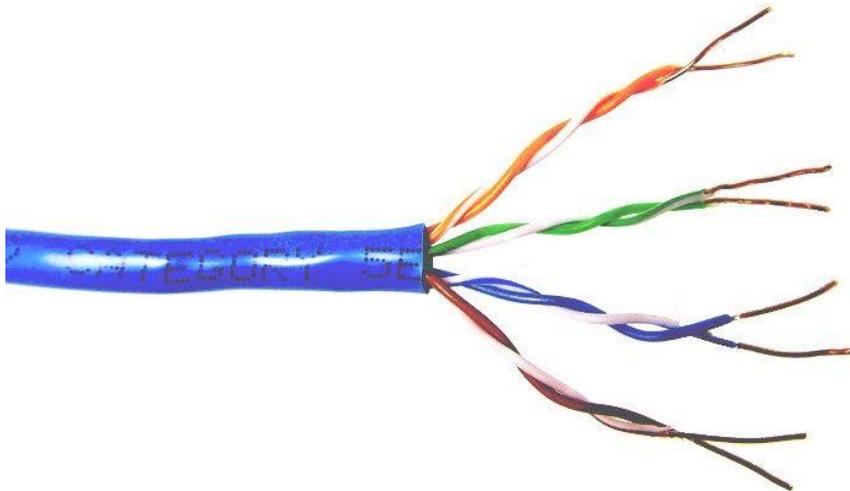
- Massima distanza tra nodo e hub pari a 100 metri
- Gli hub possono disconnettere le schede malfunzionanti:
  - “jabbering”
- Gli hub possono:
  - fornire informazioni utili al monitoraggio
  - collezionare statistiche per effettuare previsioni, agevolando il compito degli amministratori della LAN

# Cavi UTP

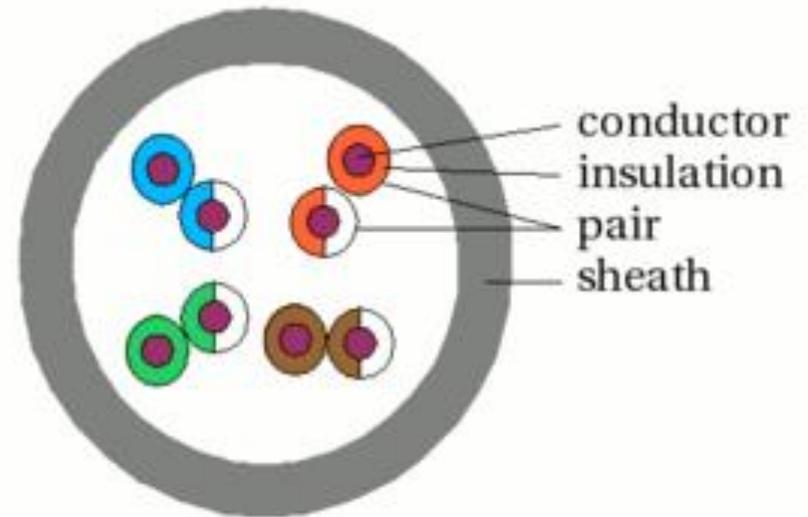


Connettore  
RJ-45

UTP



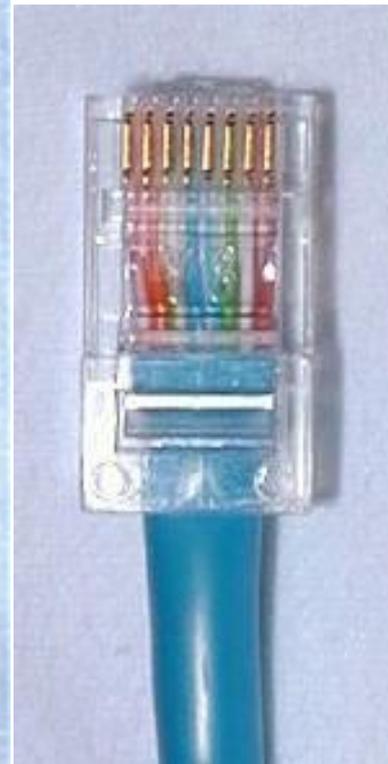
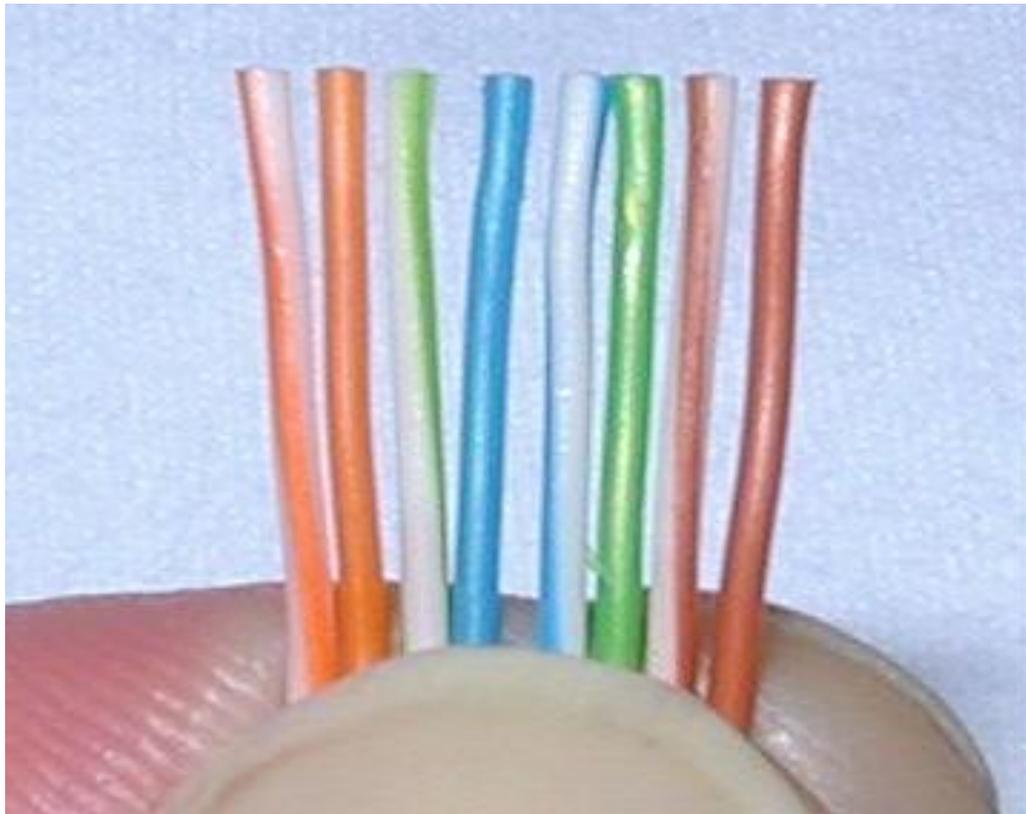
4 coppie di fili di rame intrecciati



# Categorie di cavi UTP

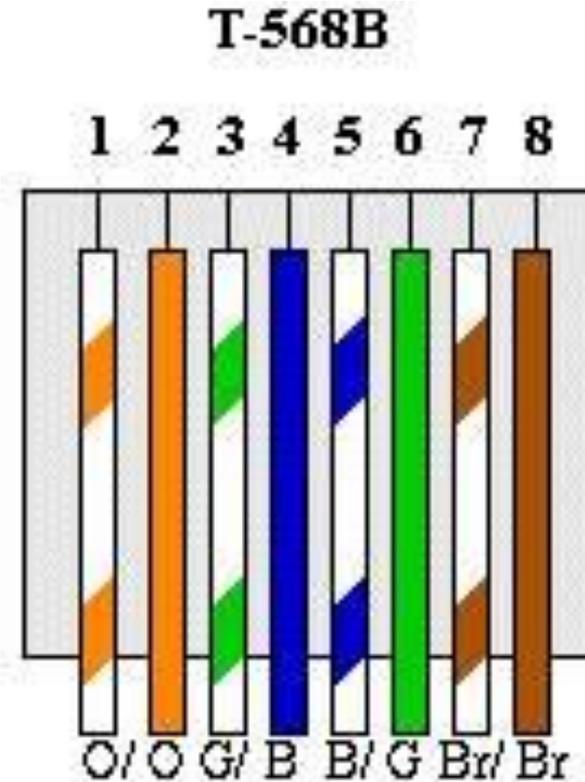
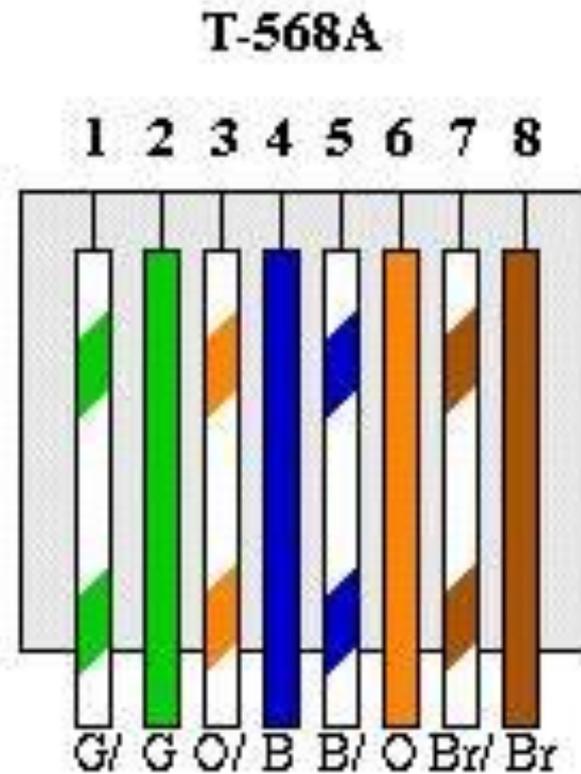
Category 1	Voice only (Telephone)
Category 2	Data to 4 Mbps (Localtalk)
Category 3	Data to 10Mbps (Ethernet)
Category 4	Data to 20Mbps (Token ring)
Category 5	Data to 100Mbps (Fast Ethernet)
Category 5e	Data to 1000Mbps (Gigabit Ethernet)
Category 6	Data to 2500Mbps (Gigabit Ethernet)

# Cavi UTP: connettorizzazione



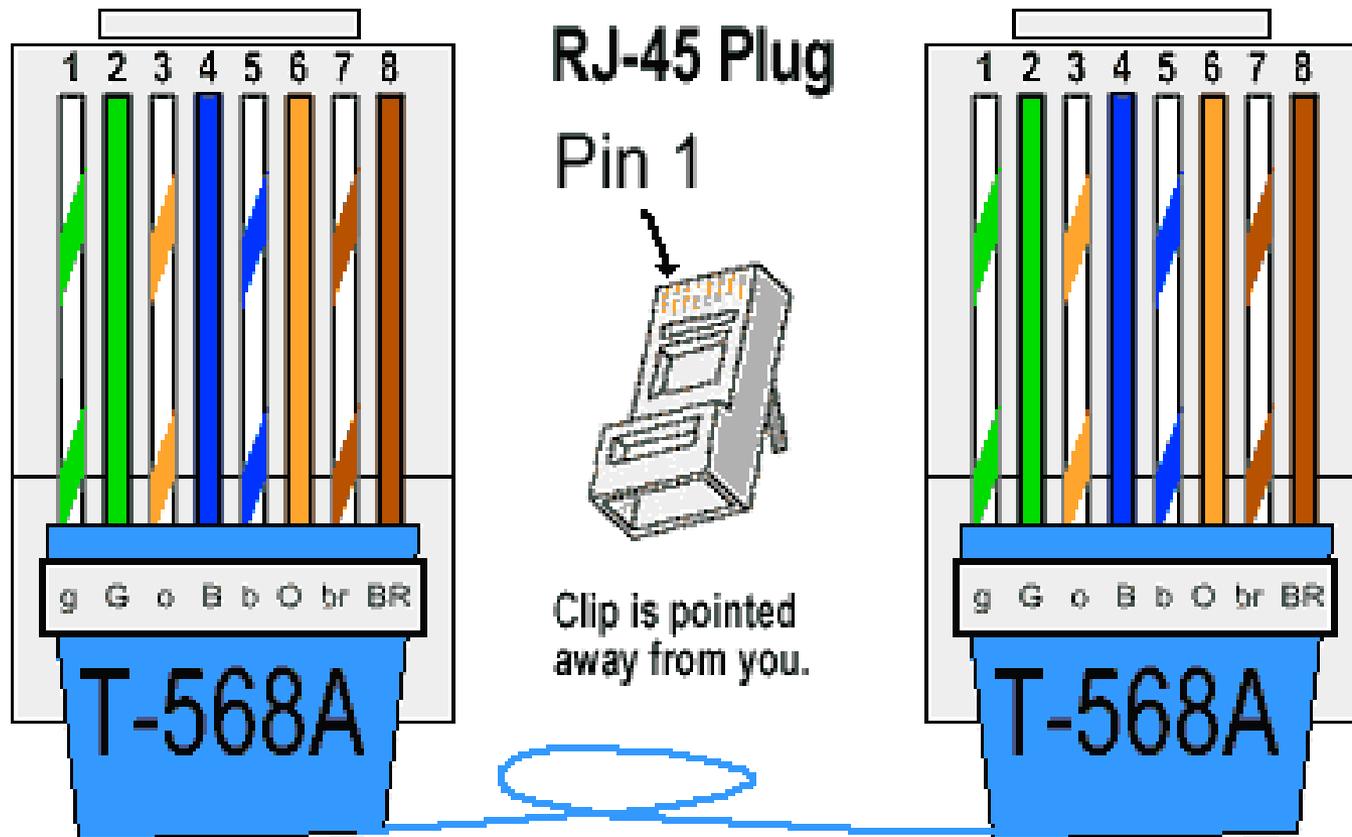
# UTP: TIA/EIA T-568A vs. T-568B

- TIA/EIA 568A: GW-G OW-BI BIW-O BrW-Br
- TIA/EIA 568B: OW-O GW-BI BIW-G BrW-Br



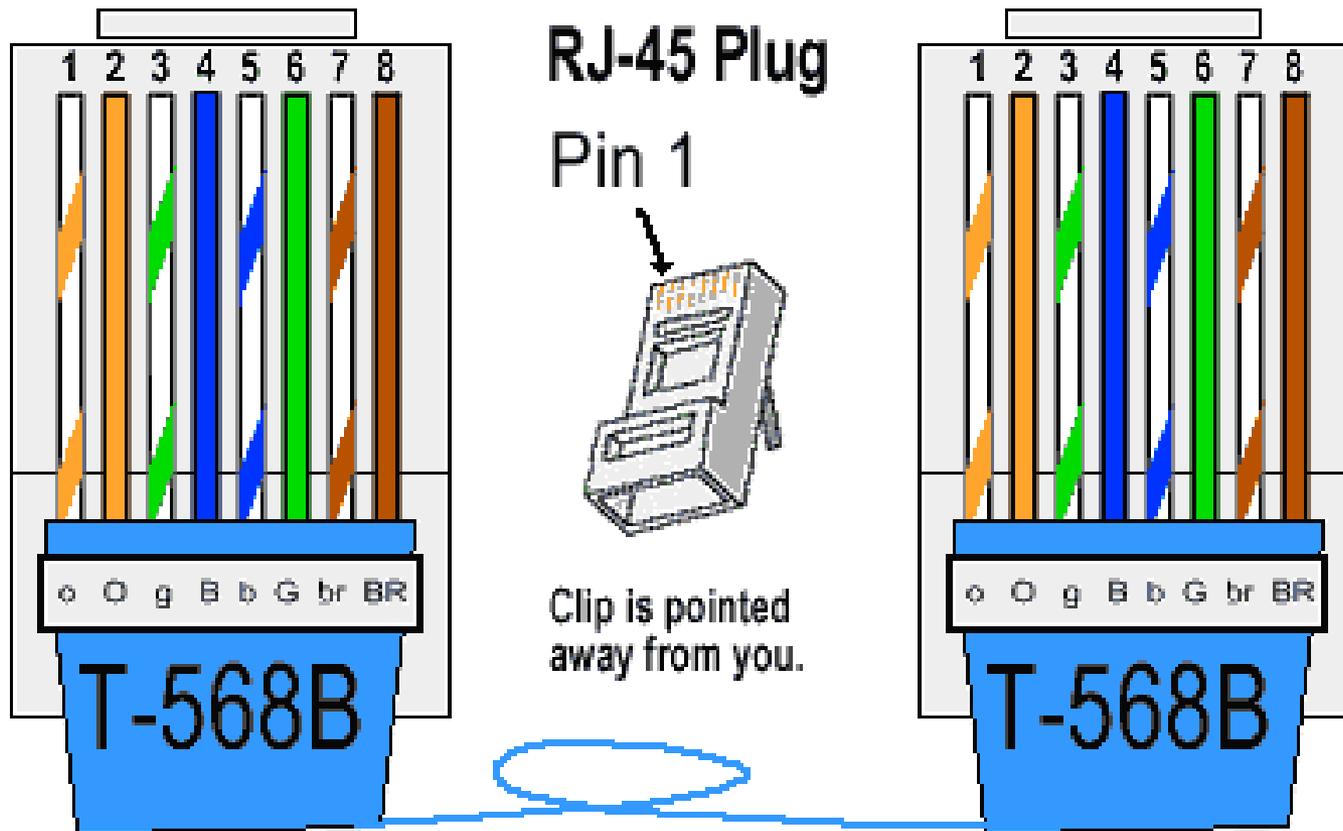
# Cavo UTP straight (T-568A)

Per collegamento tra end-system ed hub/switch



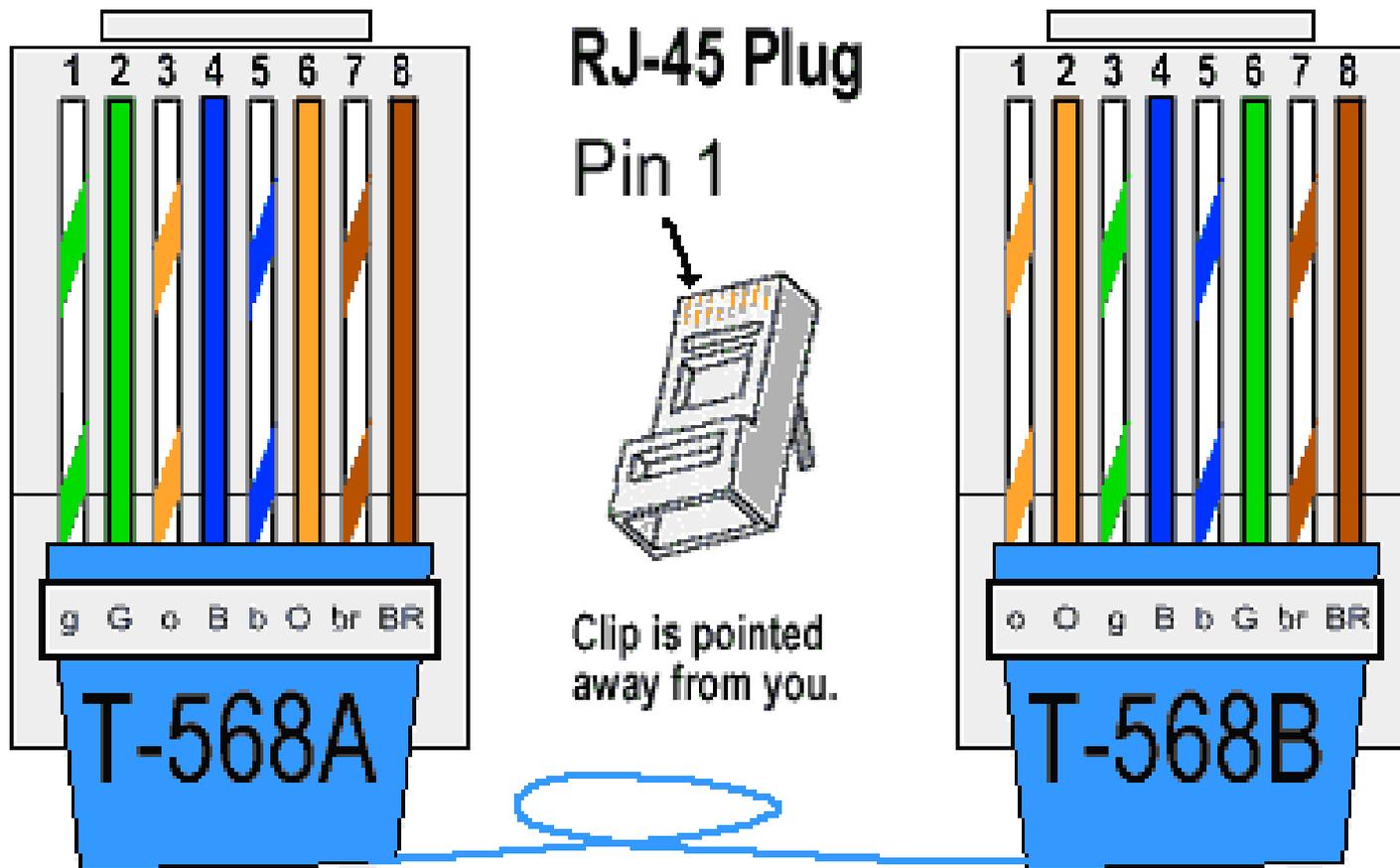
# Cavo UTP straight (T-568B)

Per collegamento tra end-system ed hub/switch



# Cavo UTP cross

Per collegamento diretto tra due end-system



# UTP: differenza tra cavo straight e cross

