

Reti Locali

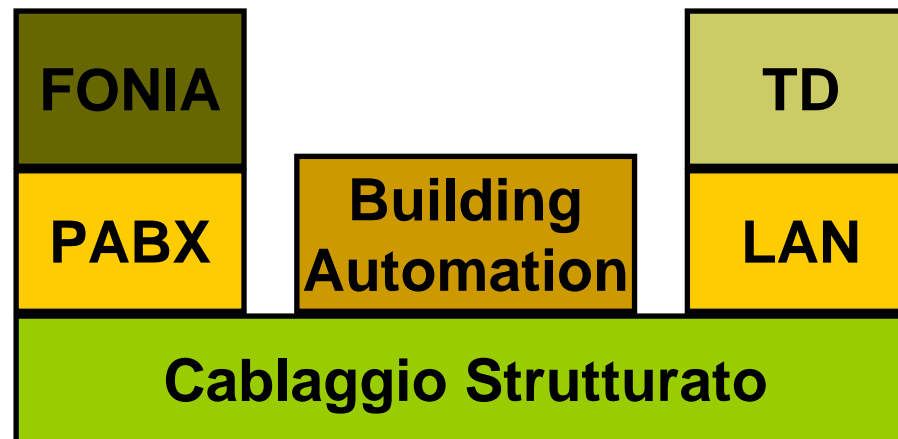


LAN (Local Area Network)

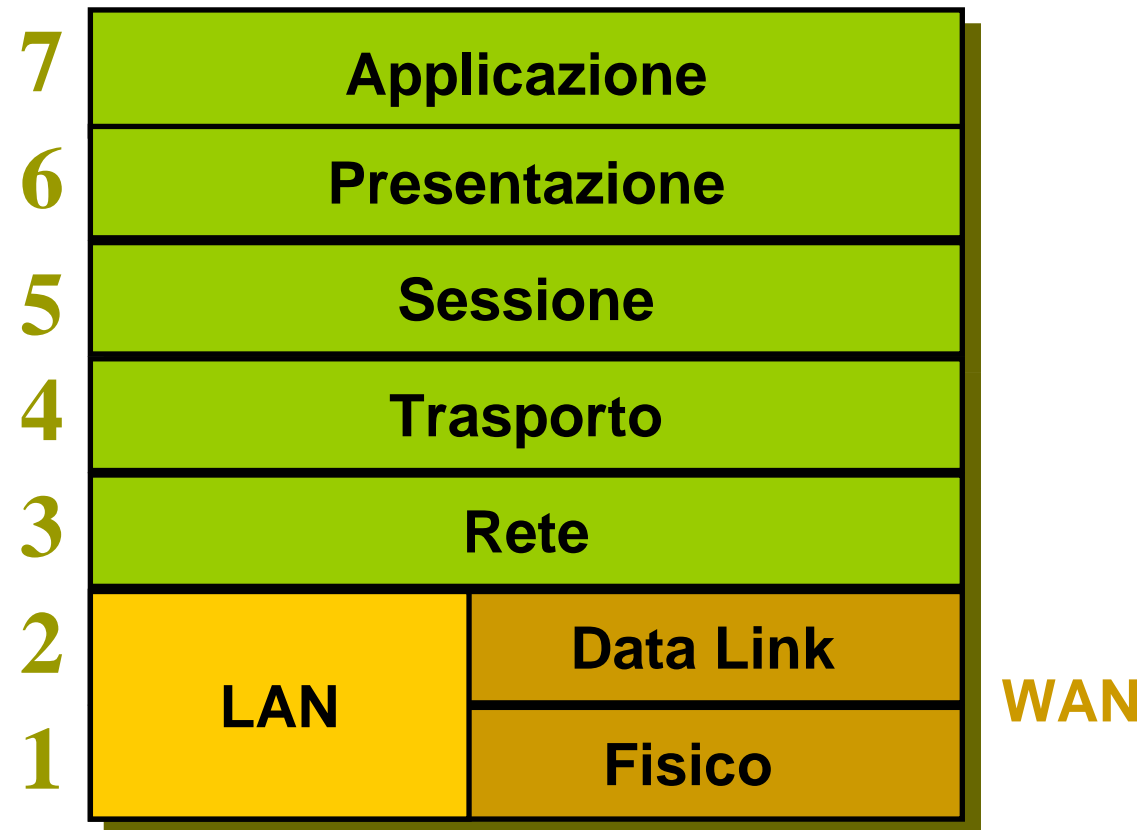
- Rete di calcolatori
 - Rete a commutazione di pacchetto;
 - Reti Private;
 - Alte prestazioni;
 - Basso tasso di errore;
 - Basso Costo.
- Sistema di comunicazione che permette ad apparecchiature indipendenti di comunicare tra di loro entro un'area delimitata utilizzando un canale fisico a velocità elevata e con basso tasso di errore.

Cablaggio strutturato

- Il modello oggi universalmente accettato separa la fonia dai dati.



Le LAN e OSI



Il Data Link nelle LAN

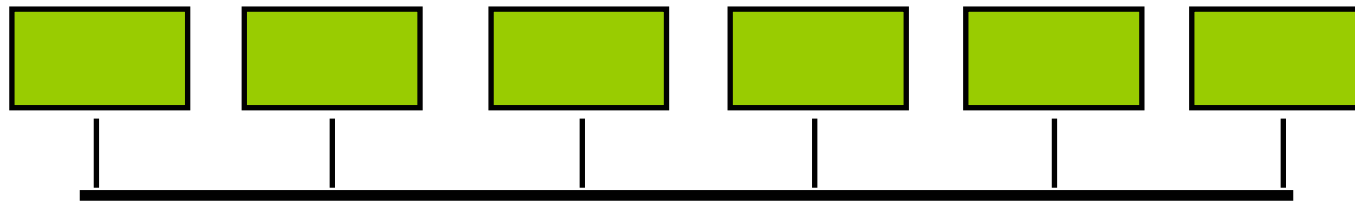
- ❑ Le LAN sono **reti di tipo broadcast** in cui ogni stazione riceve i frame inviati da tutte le altre stazioni.
- ❑ Il broadcast può essere realizzato sia con topologie broadcast quali il bus, sia con topologie punto a punto quali l'anello.
- ❑ I canali trasmissivi sono sufficientemente affidabili e non è necessario in genere correggere gli errori a questo livello.

L'arbitraggio del Canale

- ❑ Nelle LAN c'è un unico canale trasmissivo condiviso da tutte le stazioni.
- ❑ Occorre avere un algoritmo per:
 - in trasmissione: determinare chi deve/può utilizzare il canale;
 - in ricezione: discriminare quali messaggi sono destinati alla stazione tramite l'utilizzo di indirizzi.
- ❑ Questo algoritmo viene indicato con il nome di Media Access Control (MAC).

Ethernet

- ❑ Rete Locale proposta da Digital, Intel, Xerox (DIX).
- ❑ È una LAN concepita per topologie a bus.



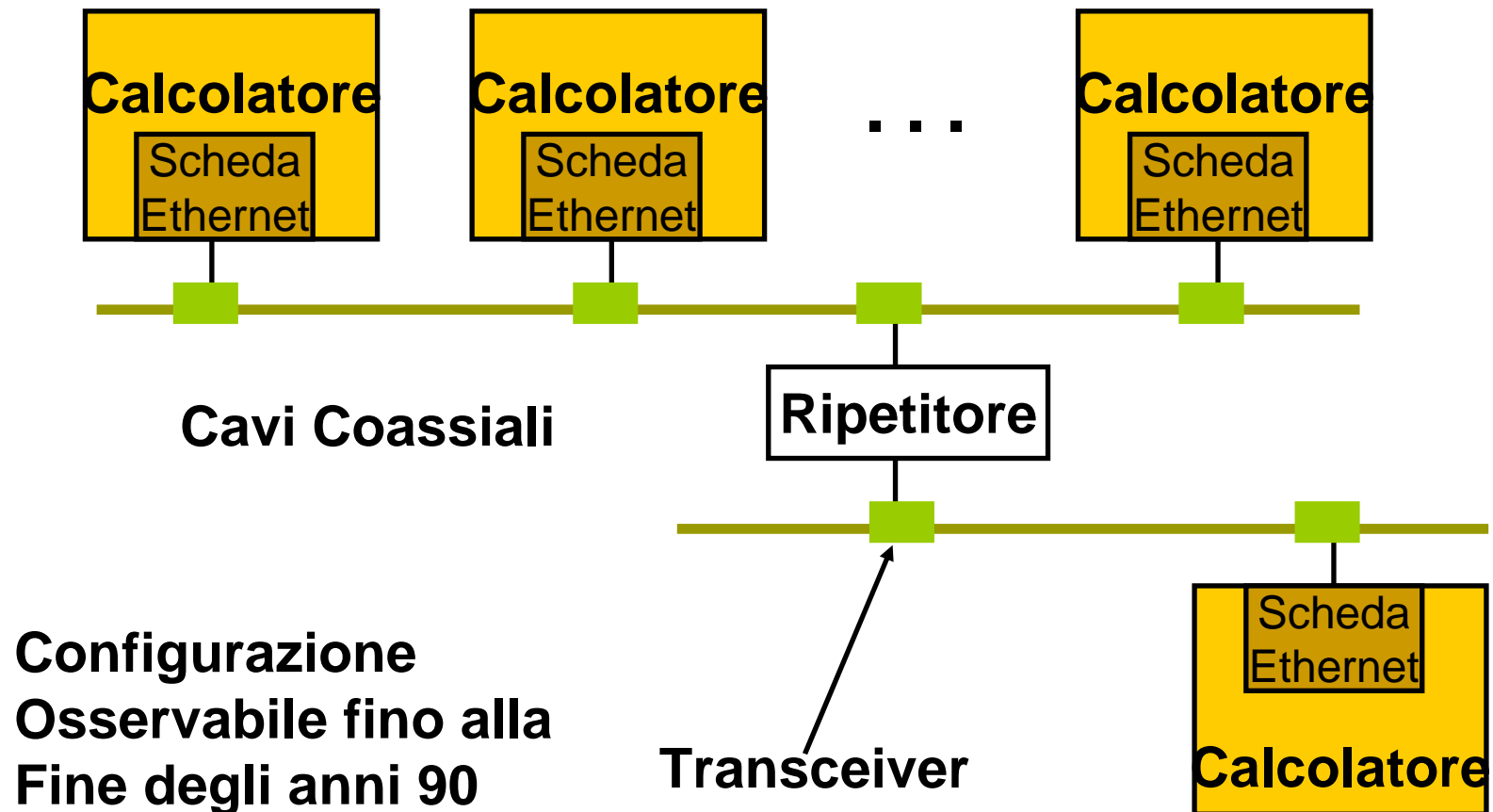
Caratteristiche di Ethernet

- **Protocollo non deterministico con tempo di attesa non limitato superiormente le cui caratteristiche sono:**
- **topologia a bus;**
- **velocità trasmissiva inizialmente di 10 Mb/s;**
- **throughput massimo di 4 Mb/s;**
- **arbitraggio del canale tramite contesa;**
- **numero massimo di stazioni uguale a 1024.**

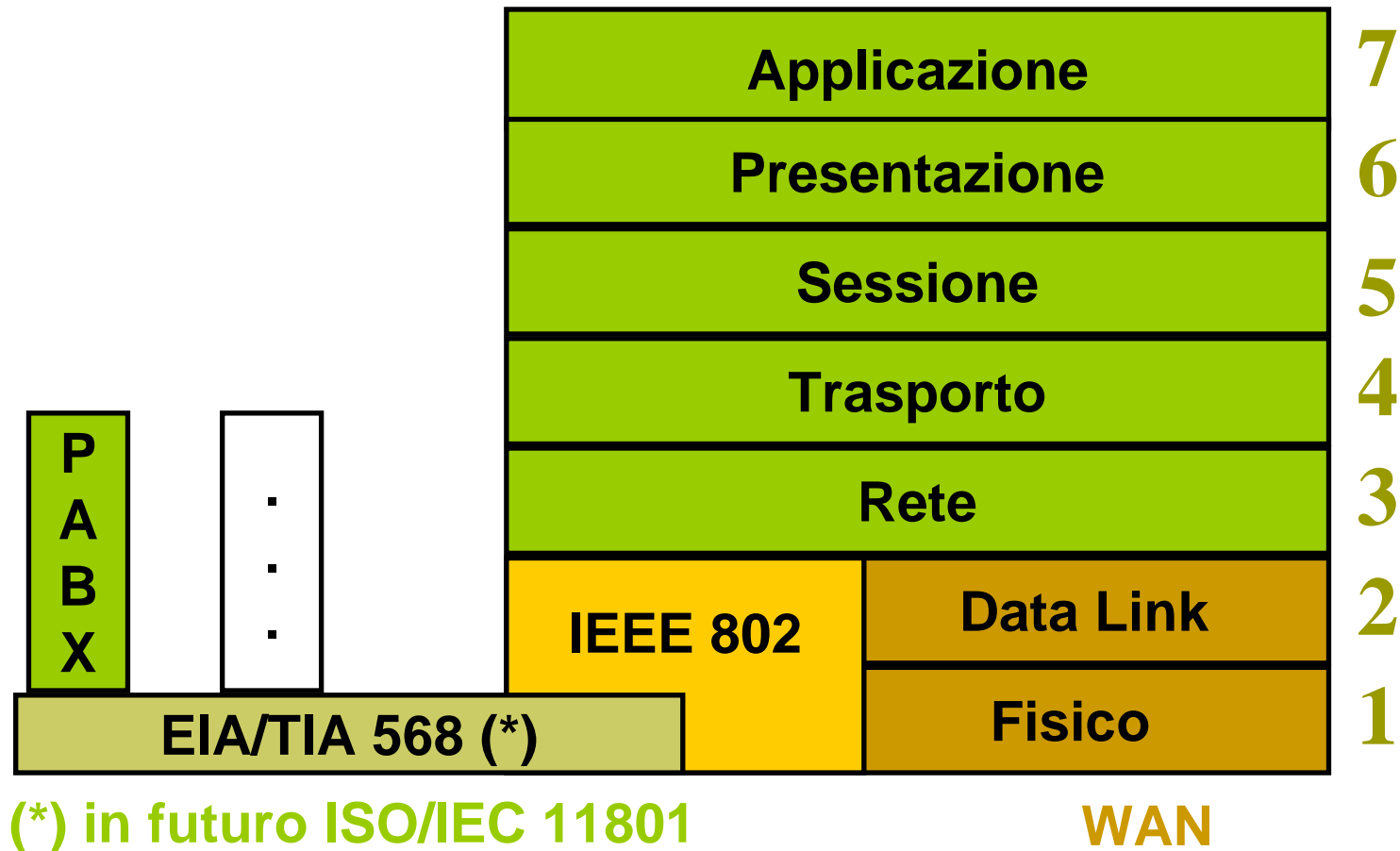
Algoritmo di trasmissione di Ethernet

- **Listening Before Talking:**
 - Ogni stazione che debba trasmettere ascolta il bus e trasmette solo se questo è libero.
- **Listening While Talking:**
 - Appena iniziata la trasmissione si può verificare una collisione a causa del tempo di propagazione del segnale non nullo.
 - Per evidenziare l'esistenza di una collisione la stazione trasmittente ascolta il bus anche mentre trasmette.
 - In caso di collisione si sospende la trasmissione.
- **Back-off:**
 - In caso di collisione la stazione ripeterà il tentativo dopo un tempo casuale determinato da un algoritmo di back-off.
 - La trasmissione può essere ritentata al massimo 16 volte.

Esempio di LAN Ethernet

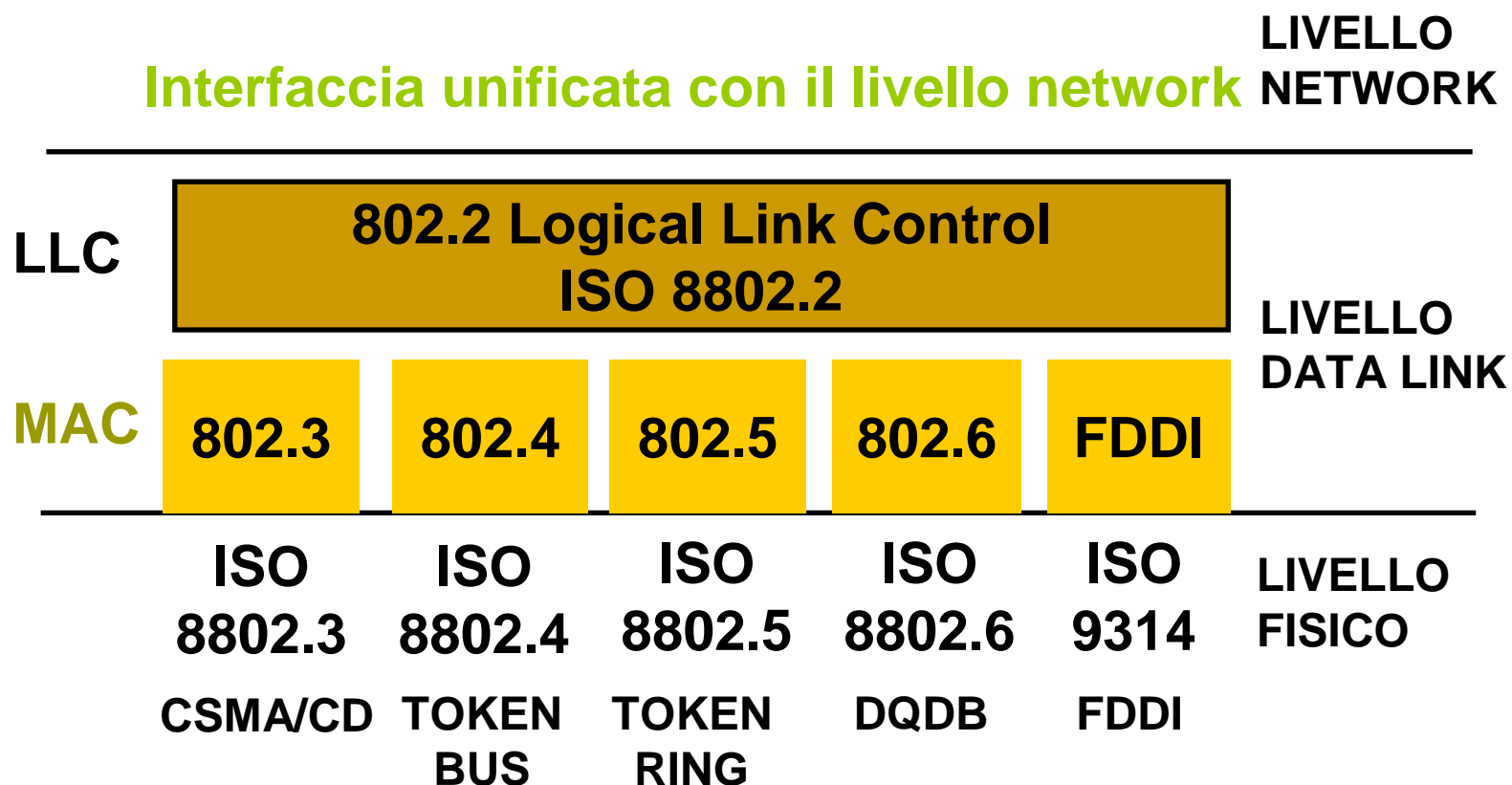


ISO/OSI, IEEE 802, EIA/TIA 568



Il progetto IEEE 802

(Local and Metropolitan Area Network)



Tecnologie trasmissive differenziate

IEEE 802.1

- IEEE 802.1 è lo standard che contiene le specifiche generali del progetto 802.
- IEEE 802.1 è uno standard composto da molte parti tra cui:
 - 802.1 Part A: Overview and Architecture;
 - 802.1 Part B: Addressing Internetworking and Network Management;
 - 802.1 Part D: MAC Bridges.

Il Data Link nelle LAN

- ❑ Le LAN sono reti di tipo broadcast in cui ogni stazione a livello data link riceve i frame inviati da tutte le altre stazioni.
- ❑ Il data link broadcast può essere realizzato sia con topologie broadcast quali il bus, sia con topologie punto a punto quali l'anello.
- ❑ I canali trasmissivi sono sufficientemente affidabili e non è necessario in genere correggere gli errori a questo livello.

I Sottolivelli

- Per tener conto delle precedenti peculiarità il progetto IEEE 802 ha suddiviso il livello data link in due sottolivelli:

- **LLC (Logical Link Control)** è interfaccia comune a tutte le LAN verso il livello di rete.

I servizi e i protocolli di questo sottolivello sono descritti nello standard IEEE 802.2.

- **MAC (Media Access Control)** è specifico per ogni LAN e risolve il problema della condivisione del mezzo trasmissivo.

Esistono vari tipi di MAC: ad allocazione di canale fissa o dinamica, deterministici o statistici, ecc.

IEEE 802.3 (*CSMA/CD*)

- ❑ Topologia a bus.
- ❑ Cablaggio a bus o stella.
- ❑ Protocollo non deterministico basato su arbitraggio del canale trasmissivo tramite contesa.
- ❑ Velocità trasmissiva di 10 Mb/s.
- ❑ Throughput massimo di 4 Mb/s.
- ❑ Evoluzione della rete Ethernet proposta da Digital, Intel, Xerox (DIX).

IEEE 802.4 (*Token Bus*)

- ❑ Topologia a bus.
- ❑ Cablaggio a bus.
- ❑ Protocollo deterministico basato su arbitraggio del canale trasmissivo tramite token.
- ❑ Velocità trasmissiva di 10 Mb/s.
- ❑ Throughput massimo di 8 Mb/s.
- ❑ Standard di rete utilizzato in ambito di fabbrica specialmente in relazione al MAP (Manufacturing Automation Protocol).

IEEE 802.5 (*Token Ring*)

- ❑ Topologia a anello.
- ❑ Cablaggio a stella o doppio anello.
- ❑ Protocollo deterministico basato su arbitraggio del canale trasmissivo tramite token.
- ❑ Velocità trasmissiva da 4 o 16 Mb/s.
- ❑ Throughput massimo da 3 o 12 Mb/s.
- ❑ Evoluzione della rete Token Ring proposta da IBM in alternativa a Ethernet.

IEEE 802.6

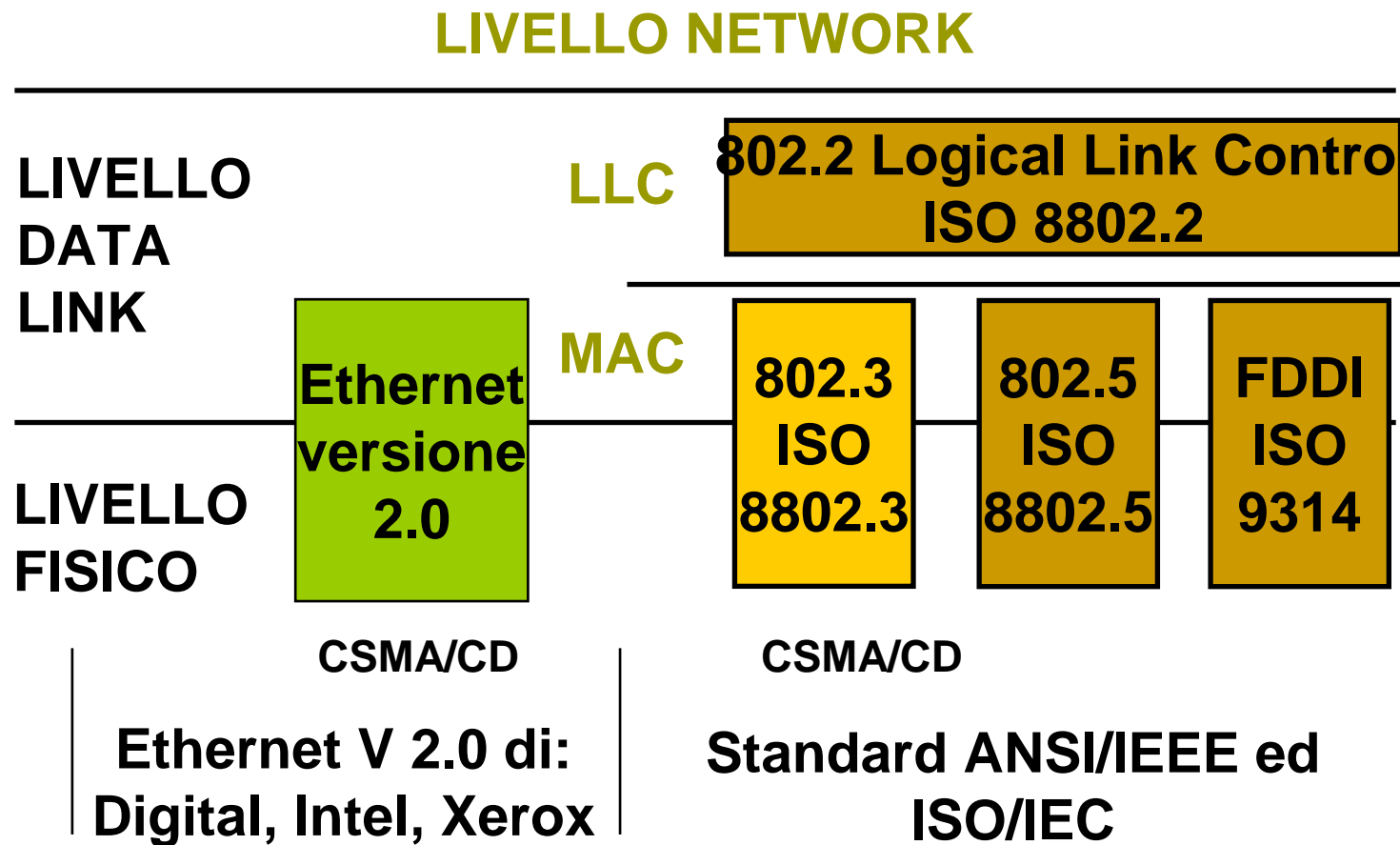
DQDB (Distributed Queue Dual Bus)

- ❑ Topologia a doppio bus.
- ❑ Cablaggio a doppio bus o doppio anello.
- ❑ Protocollo deterministico basato su arbitraggio del canale a prenotazione.
- ❑ Velocità trasmissiva sino a 155 Mb/s.
- ❑ Standard per reti metropolitane approvato anche in sede CCITT.

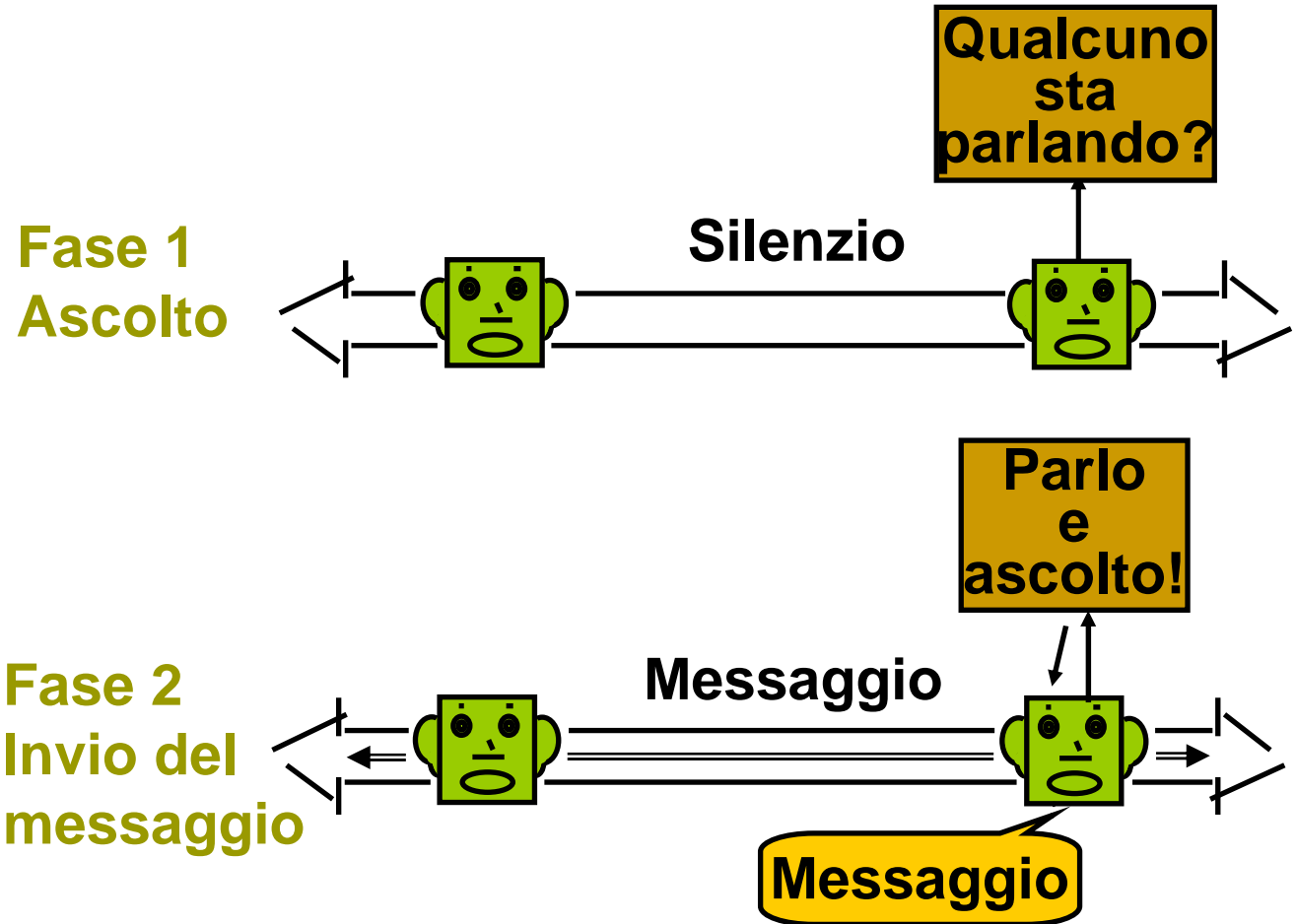
IEEE 802.3

- ❑ È l'evoluzione della rete Ethernet creata da Digital, Intel e Xerox all'inizio degli anni '80.
- ❑ Nasce come un'architettura con topologia a bus su cavo coassiale di rame.
- ❑ È disponibile anche con topologie a stella, sia su rame sia su fibra ottica.
- ❑ La velocità trasmissiva è di 10Mb/s
- ❑ Oggigiorno con FastEthernet 100Mb/s
- ❑ IEEE 802.3 è interoperabile con Ethernet.

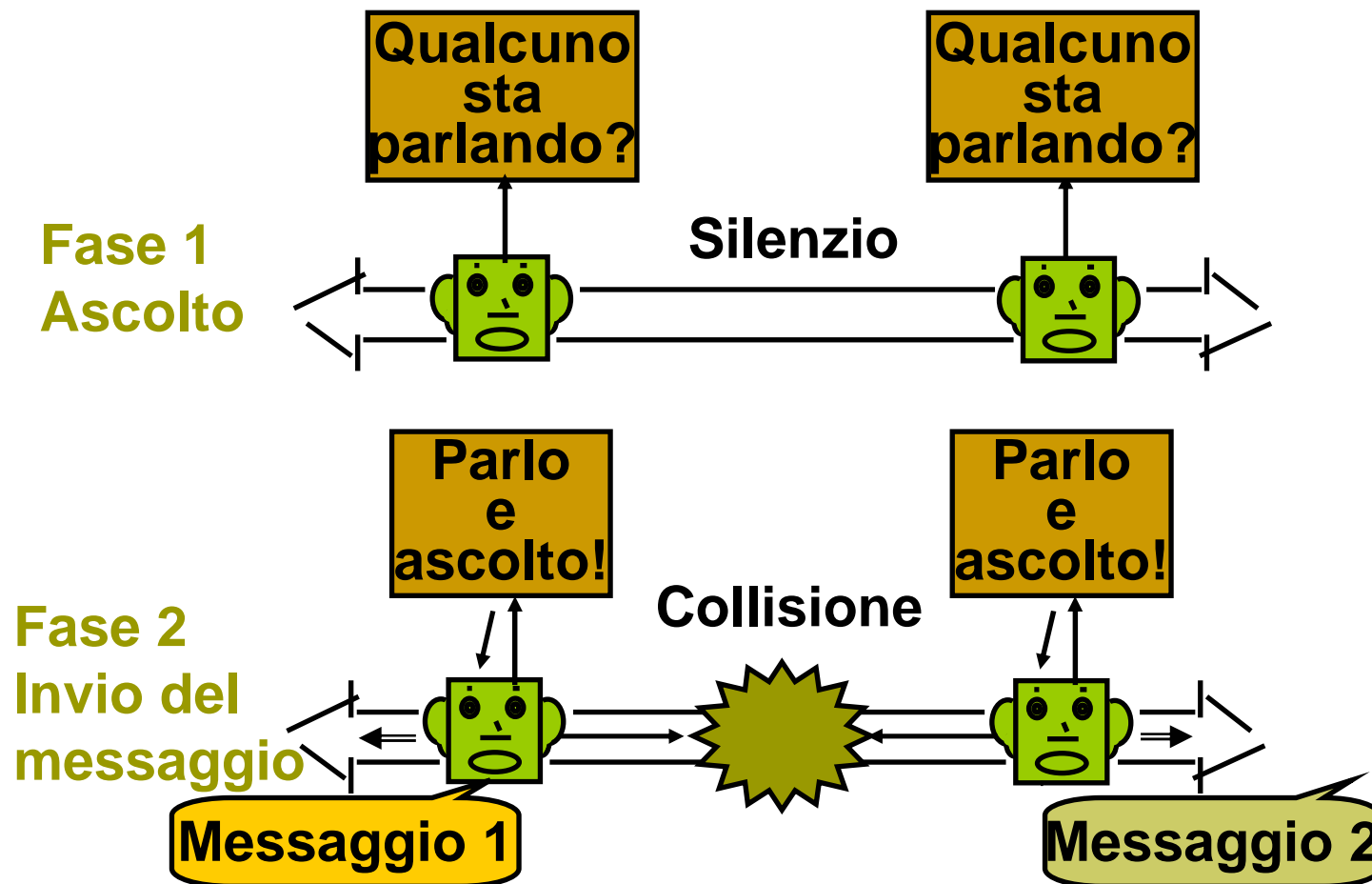
IEEE 802.3 e Ethernet



CSMA/CD: Trasmissione senza collisione



CSMA/CD: Trasmissione con collisione



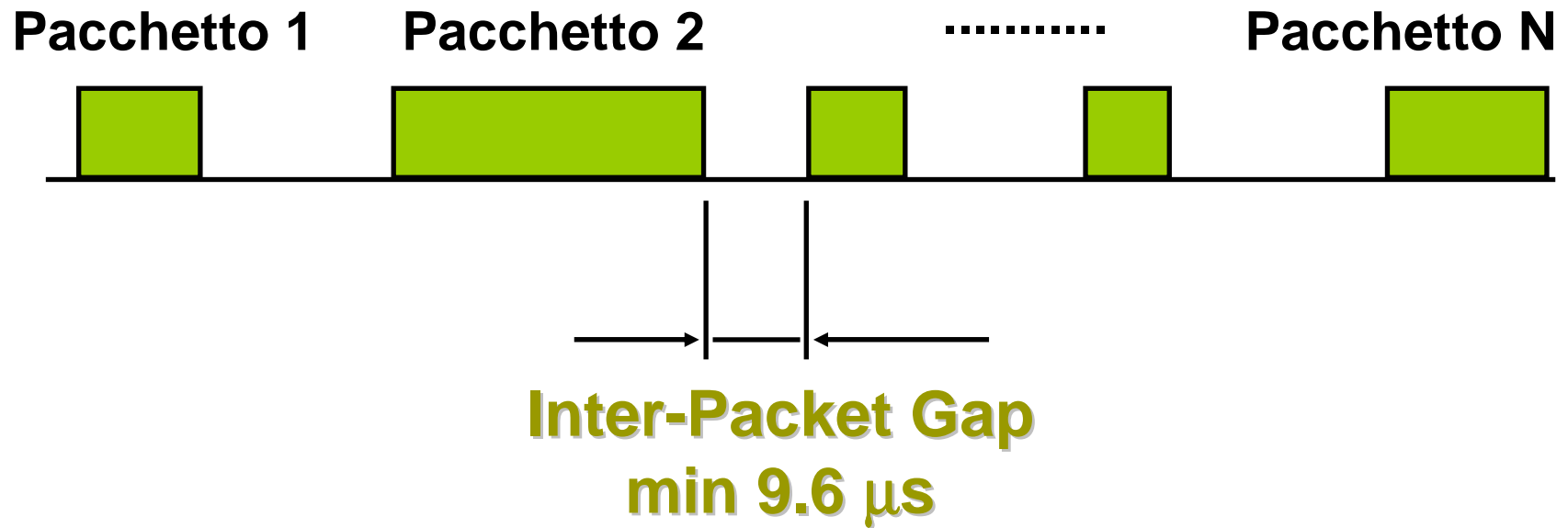
CSMA/CD: Back-Off

- ❑ L'algoritmo di back-off usato è il *truncated binary exponential*.
- ❑ La trasmissione può essere ritentata al massimo 16 volte.
- ❑ Una stazione attende un tempo $T = s * r$, dove:
 - s è lo slot time (512 tempi di bit);
 - r è scelto casualmente nell'intervallo $[0, 2^k]$ dove k è il minimo tra n e 10.

Caratteristiche

- ❑ Protocollo semplice e totalmente distribuito.
- ❑ Per garantire buone prestazioni (collisioni ridotte) bisogna non superare un carico:
 - medio del 30% (3Mb/s);
 - di picco del 60% (6Mb/s).
- ❑ Non avendo un ritardo massimo non è adatto ad applicazioni real-time (anche se è stato comunque usato in reti di fabbrica).
- ❑ È lo standard per LAN più diffuso quindi disponibilità di componenti a basso costo.

Inter-Packet Gap



Round Trip Collision Delay

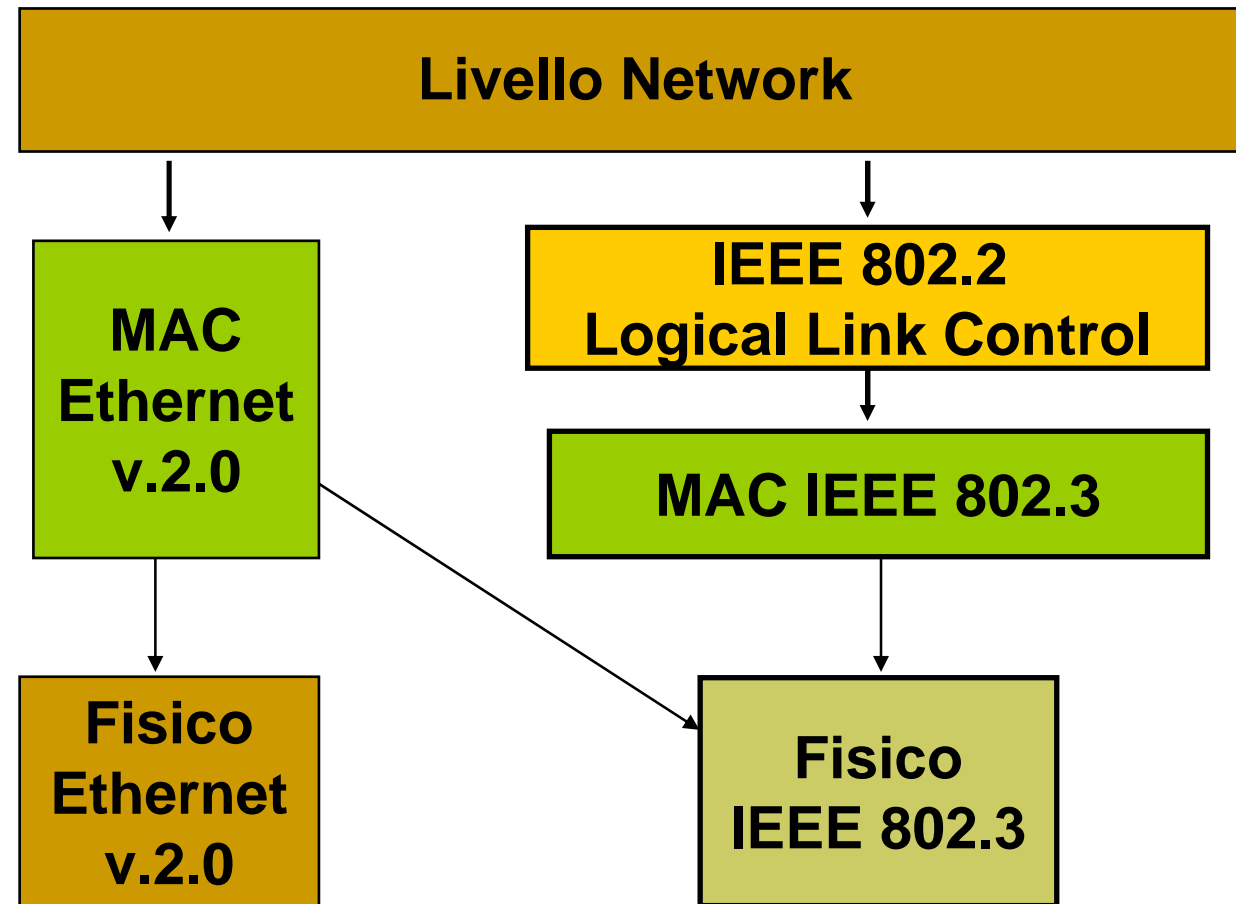
- È il tempo massimo che può intercorrere tra quando una stazione trasmette il primo bit e quando percepisce una collisione.



Roud Trip Collision Delay

- È fissato dallo standard in $49.9 \mu\text{s}$.
- La durata minima di un pacchetto è $51.2 \mu\text{s}$.
- La lunghezza minima di un pacchetto è di 512 bit (64 byte).
- Non vi è quindi ambiguità tra pacchetti e frammenti di collisione.

Ethernet o IEEE 802.3?



Livelli Fisici di IEEE 802.3

- IEEE 802.3 supporta i seguenti livelli fisici:
 - 10base5 - Coassiale, 500 m;
 - 10base2 - Coassiale, 185 m;
 - 10baseT - Doppino, 100 m;
 - FOIRL - Fibra Ottica, 1000 m;
 - 10baseF - Fibra Ottica, sino a 2000 m.
- IEEE 802.11 Wi-Fi – campo elettromagnetico come livello fisico

10base5

■ TERMINATORE 50 ohm

■ TRANSCEIVER

□ BARREL CONNECTOR

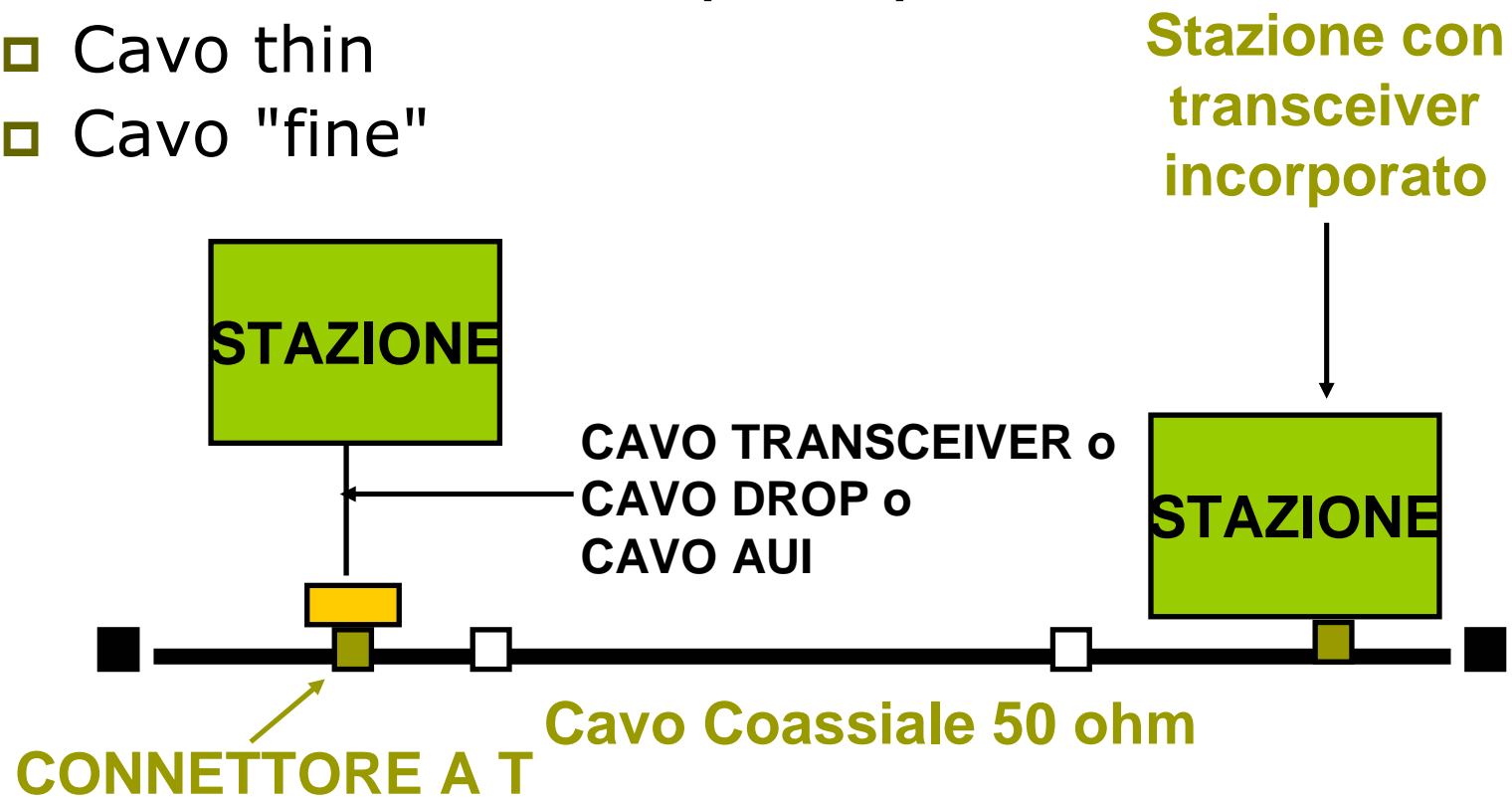


10base5

- ❑ Lunghezza massima cavo 500 m;
- ❑ Distanza minima tra i transceiver 2.5 m;
- ❑ Numero massimo di transceiver 100;
- ❑ Lunghezza massima transceiver cable 50 m;
- ❑ Minima velocità di propagazione 77%.

10base2

- Cavo ThinEthernet (RG58)
- Cavo thin
- Cavo "fine"



10base2

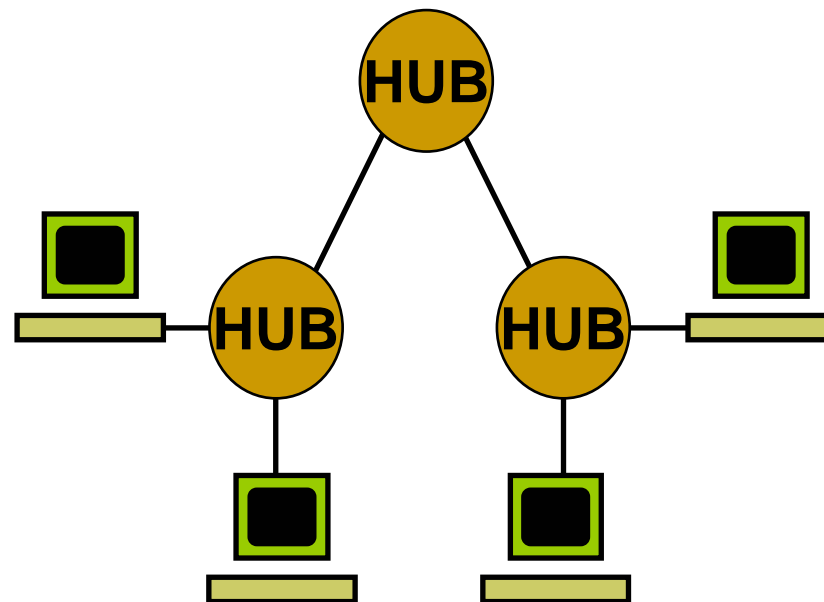
- ❑ Lunghezza massima del cavo 185m;
- ❑ Numero massimo di stazioni 30;
- ❑ Distanza minima tra le stazioni 0.5 m;
- ❑ Lunghezza massima transceiver cable 50 m;
- ❑ Transceiver connessi tagliando il cavo, "crimpando" i connettori e connettendo i due spezzoni con un T-connector;
- ❑ Costo cavo < 1000 lire/m;
- ❑ Minima velocità di propagazione 65 %.

10baseT

- Standard per 802.3 su UTP (Unshielded Twisted Pair) concepito per applicazioni d'ufficio.
- Caratteristiche:
 - utilizzo di UTP a basso costo;
 - facilità di connettorizzazione (RJ45);
 - prestazioni uguali a quelle del cavo thick (10Mb/s).

10baseT

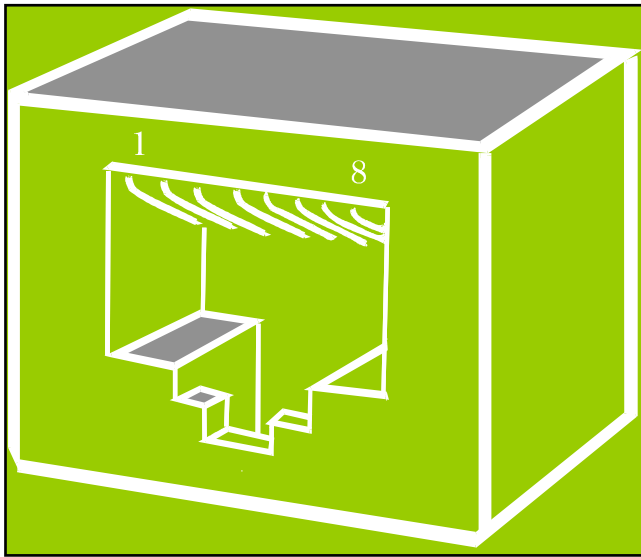
- ❑ Standard di tipo punto a punto.
- ❑ Richiede l'adozione di centro stella attivi (repeater, HUB) per collegare le stazioni.



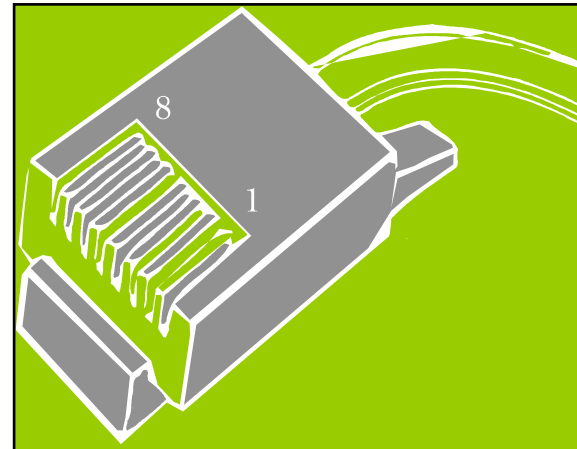
10baseT

- ❑ Concepito per adattare 802.3 a cablaggi strutturati (EIA/TIA 568)
- ❑ La lunghezza massima consigliata è 100 m (EIA/TIA 90m più i cavetti di patch).
- ❑ Cavo UTP 100 Ω +/- 15 da 1 a 16 MHz: vengono usati:
 - doppini 24 AWG (tipico);
 - una connessione si basa su due doppini (due coppie), una per TX e una per RX.
- ❑ Velocità di propagazione minima 58.5%.

Connettori per 10baseT



**Presca Femmina
da
parete**

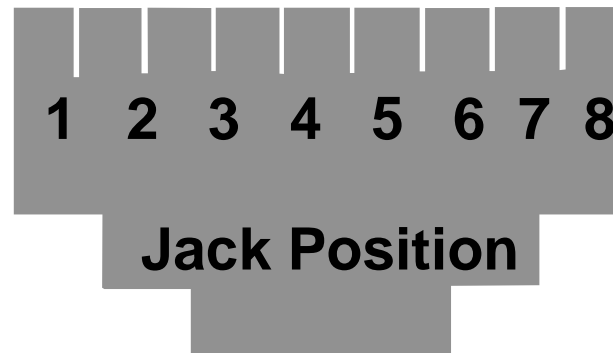


**Spinotto (plug)
maschio
volante**

Connettori RJ45 a otto fili

10baseT: coppie utilizzate

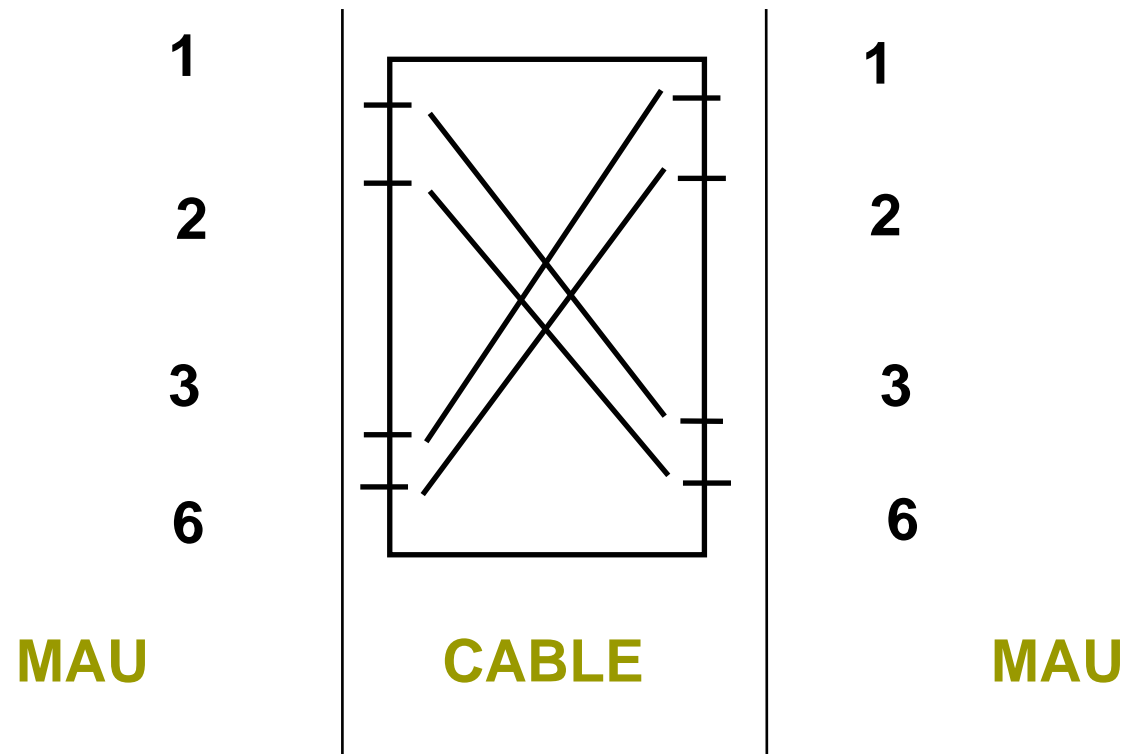
- TD+
- TD-
- RD+
- Non Utilizzato
- Non Utilizzato
- RD-
- Non Utilizzato
- Non Utilizzato



Vista frontale del connettore

- Le coppie usate sono la 2 e la 3 secondo lo standard EIA/TIA 568
- Le coppie 1 e 4 sono inutilizzate

10baseT: Funzione di Crossover



La funzione di crossover può essere implementata automaticamente nel MAU

10baseT: Funzionalità

- ❑ **Trasmissione:** il Media Attachment Unit MAU trasferisce i dati dal DTE al TP. Se non vi è nulla da trasmettere, trasmette sulla coppia TX un segnale di idle (**TP_IDLE**).
- ❑ **Ricezione:** il MAU trasferisce i dati dal TP al DTE.
- ❑ **Loopback:** il MAU rinvia al DTE una copia dei segnali trasmessi, quando sta trasmettendo e non sta ricevendo.
- ❑ **SQE Test (HeartBeat):** è implementata secondo lo standard IEEE 802.3.

10baseT: Funzionalità

- **Rilevazione delle collisioni:** il MAU rileva una collisione quando riceve simultaneamente dati dalla coppia Rx e dal DTE.
- **Jabber:** il MAU interrompe le trasmissioni quando eccedono la lunghezza massima consentita.
- **Link Integrity Test:** se un MAU non riceve dal TP nè pacchetti, nè segnali di TP_idle, entra in uno stato di **Link Test Fail**.

Dominio di Collisione

- ❑ Una collisione ha luogo se due o più stazioni sono nello stesso **dominio di collisione** e trasmettono contemporaneamente.
- ❑ Le stazioni separate da **ripetitori** sono nello stesso dominio di collisione.
- ❑ Le stazioni separate da **bridge** non sono nello stesso collision domain.
- ❑ I **concentratori** (HUB) si comportano normalmente come ripetitori, anche se è possibile inserire schede bridge.

Fast Ethernet 100baseT

- ❑ È un'evoluzione di ethernet e in particolare di IEEE 802.3 10baseT che porta la velocità massima a 100Mb/s.
- ❑ Usa una topologia a stella con centro stella attivo rappresentato da un HUB.
- ❑ Utilizza come mezzi trasmissivi doppini UTP STP e fibra ottica.
- ❑ Lunghezza massima consigliata cavi 100 m.
- ❑ L'aumento di prestazioni è stato ottenuto:
 - riducendo il tempo di trasmissione di un bit a un decimo di quello di Ethernet,
 - e modificando il metodo di codifica.

Hub

- ❑ Coppie separate per trasmettere e ricevere
- ❑ Il ripetitore nell' HUB ritrasmette il segnale ricevuto su qualunque coppia di ingresso su tutte le coppie di uscita
- ❑ *In pratica l' HUB emula un canale di broadcast con le collisioni rilevate dai nodi riceventi.*

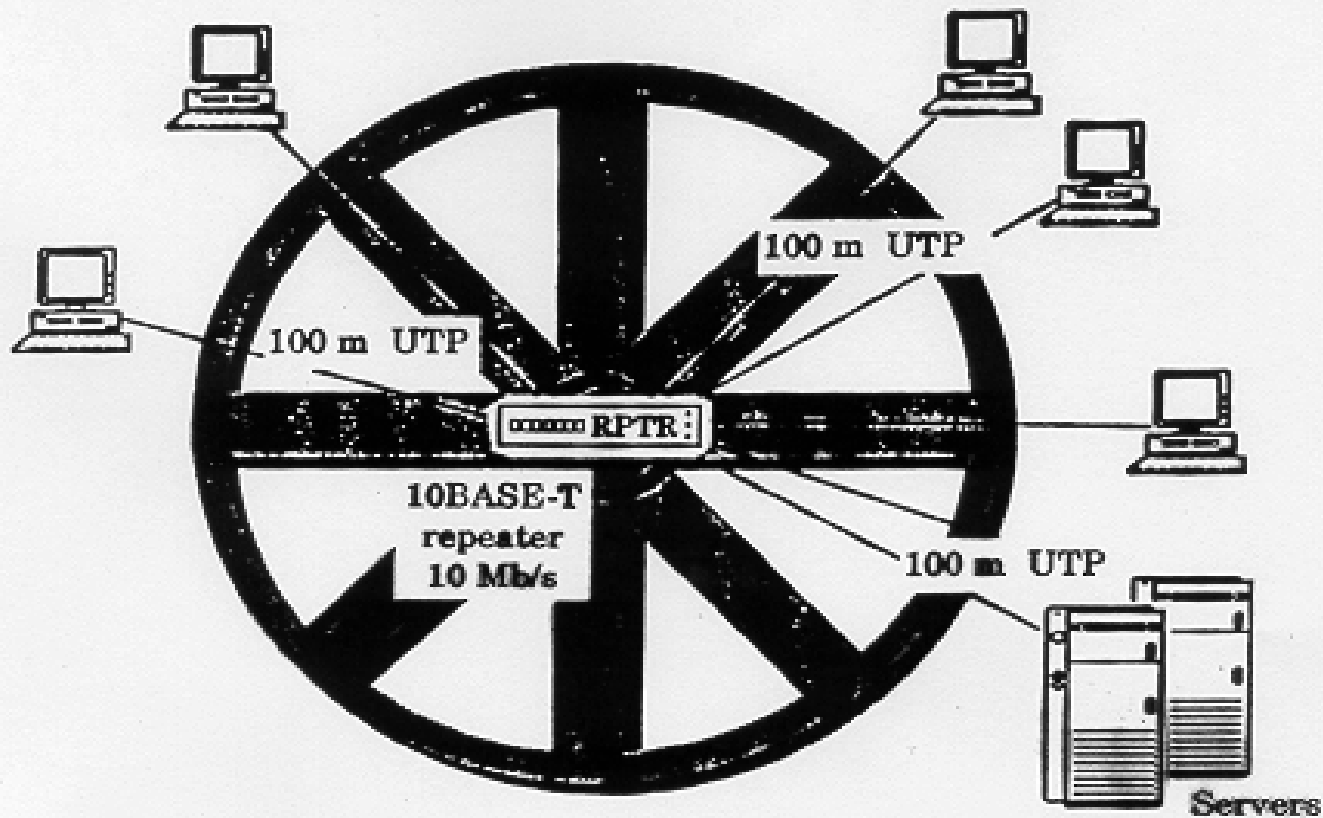
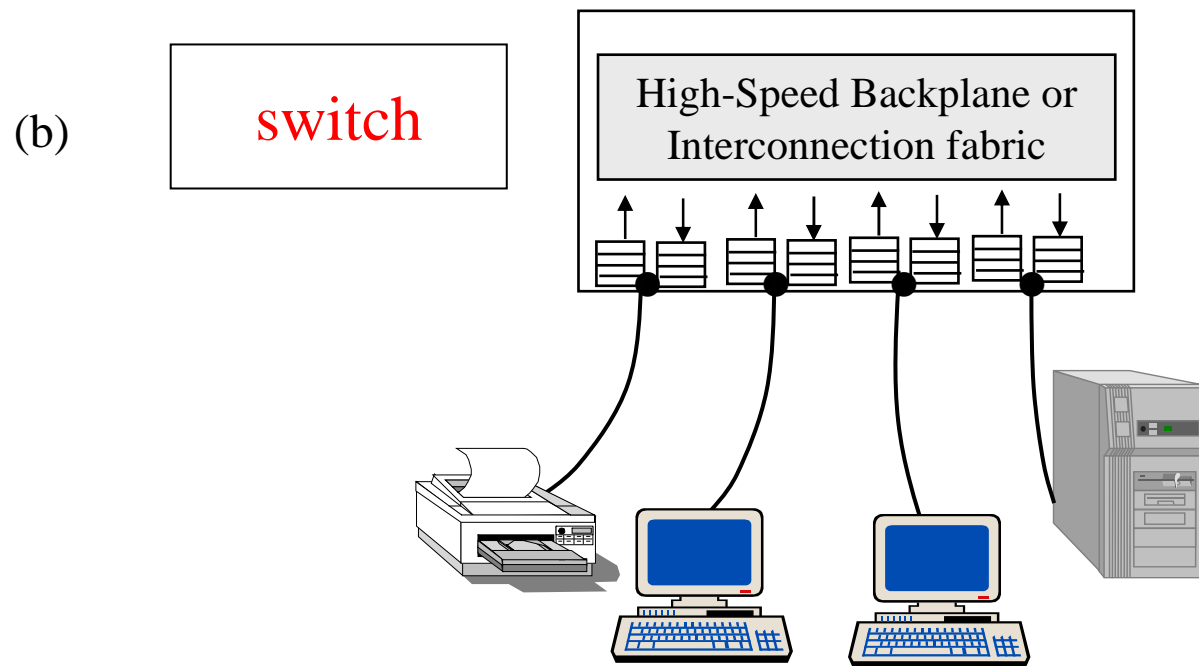
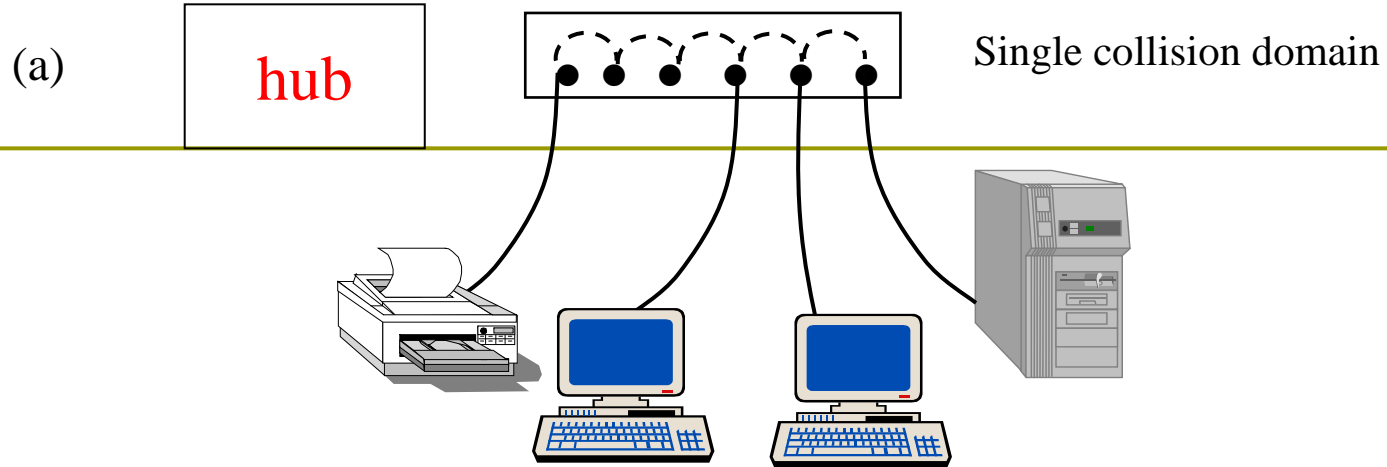


Figure 1.7 10BASE-T Hub-and-Spoke Architecture

Twisted Pair Ethernet



Switched Ethernet

- * Idea di base: migliorare il concetto di **Hub**
- Lo switch apprende le posizioni delle destinazioni memorizzando in una tabella dinamica le porte dell'indirizzo sorgente associato
- Lo switch può non dovere trasmettere in broadcast a tutte le porte di uscita. Può essere in grado di inviare la trama alla sola porta di destinazione
- → **grosso vantaggio prestazionale** rispetto all'HUB, se più trasferimenti di trame possono attraversare concorrentemente lo switch.

Switched Ethernet

- ❑ Vantaggio se il bus interno dello switch può trasferire più di una trama in parallelo (*linee separate per nodo/porta*).
- ❑ In questo schema *le collisioni sono ancora possibili* quando due trame che arrivano contemporaneamente sono destinati allo stesso nodo/
- ❑ **Ogni trasmissione parallela può avvenire alla massima velocità (10 o 100 Mb/s)**

Switched Ethernet Hub

- Poichè I server sono spesso utilizzati da clienti multipli, si può utilizzare uno **switching hub** con una porta che opera ad una velocità maggiore delle altre porte
- Occorre una bufferizzazione interna per gestire la differenza di velocità tra le porte.
- Può essere ulteriormente migliorato con la trasmissione **full-duplex**.