

RETI LOCALI BASATE SU ETHERNET 802.3

Pietro Nicoletti

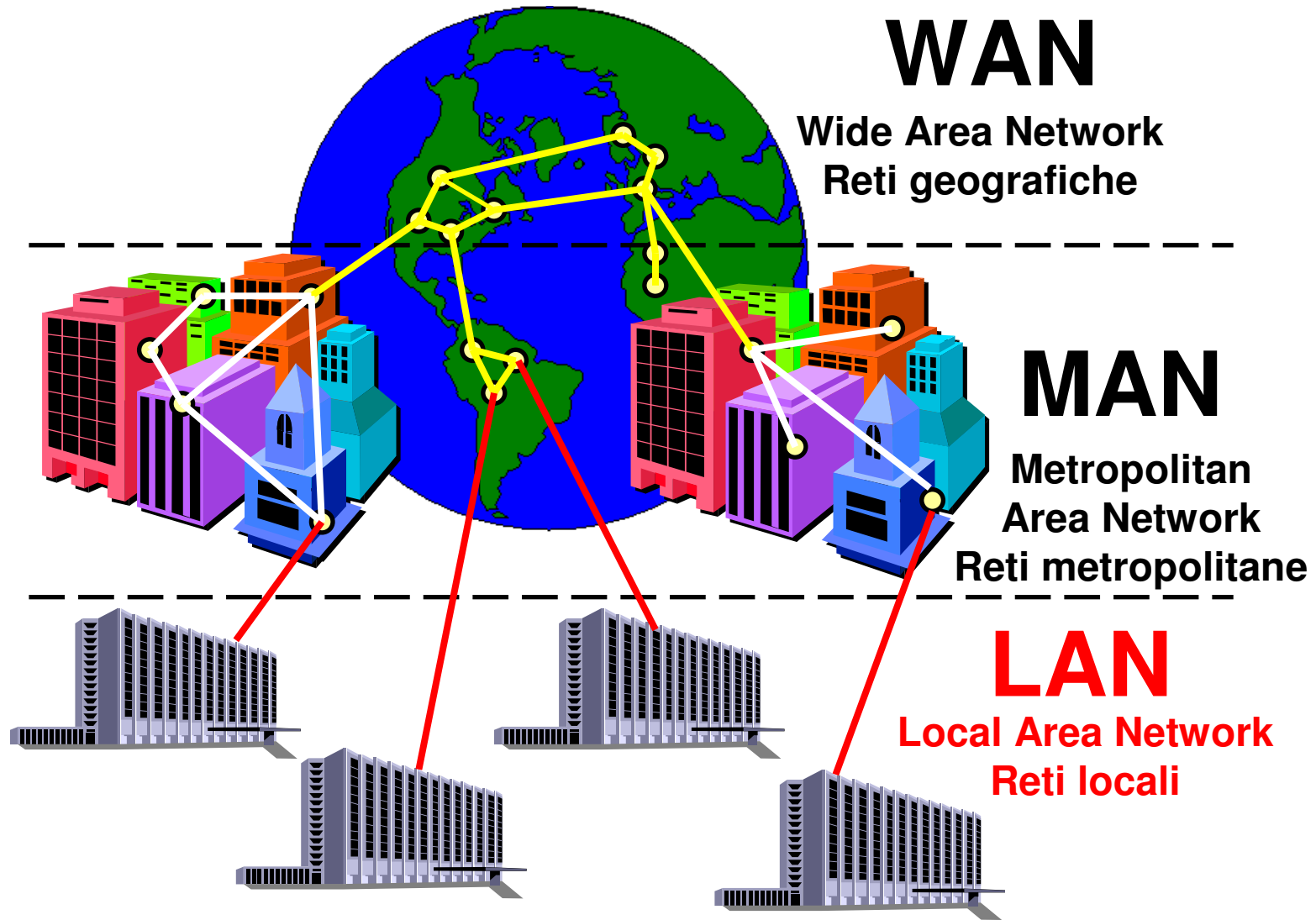
Studio Reti

www.studioreti.it

Nota di Copyright

- Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slides) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slides (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà degli autori indicati a pag. 1.
- Le slides possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli istituti di ricerca, scolastici ed universitari afferenti al Ministero della Pubblica Istruzione e al Ministero dell'Università e Ricerca Scientifica e Tecnologica, per scopi istituzionali, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione.
- Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte degli autori.
- L'informazione contenuta in queste slides è ritenuta essere accurata alla data della pubblicazione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. Gli autori non assumono alcuna responsabilità per il contenuto di queste slides (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione).
- In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slides.
- In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.

LE RETI



LAN, MAN, WAN

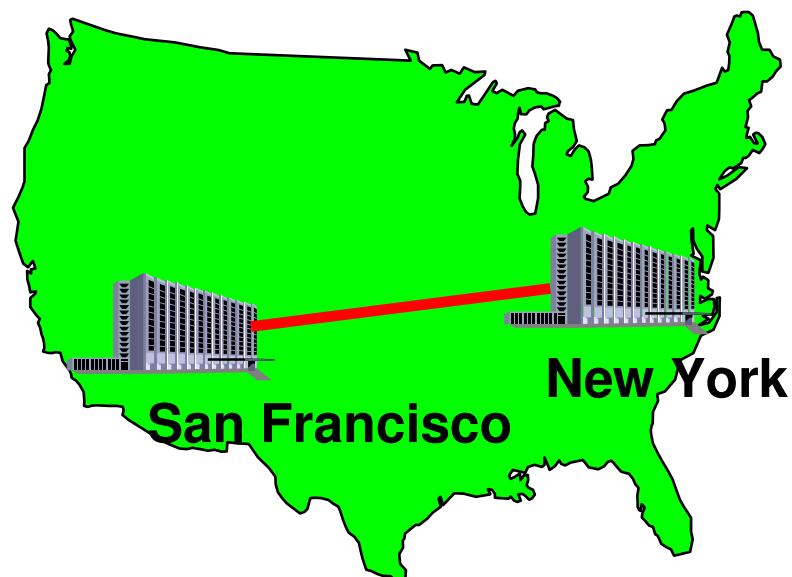
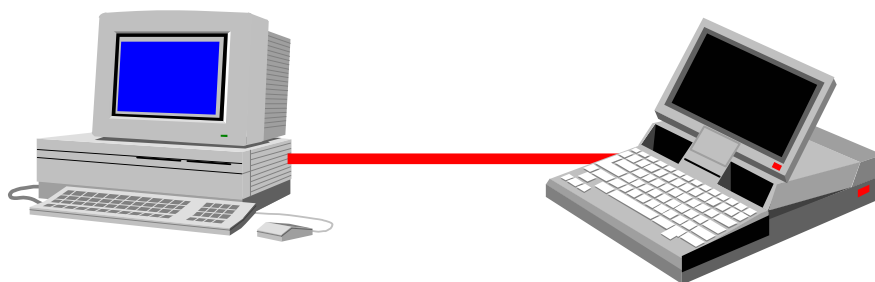
- La LAN è una rete che si sviluppa a livello locale (ufficio, edificio, comprensorio) senza l'attraversamento di suolo pubblico
- La MAN è una rete che si sviluppa a livello cittadino con particolari standard di comunicazione di livello 2
- La WAN si sviluppa a livello geografico con l'attraversamento di suolo pubblico
 - può mettere in comunicazione sia LAN, sia MAN

Topologia delle reti

- Punto-Punto
- Stella
- Bus
- Anello
- Maglia parziale
- Maglia completa

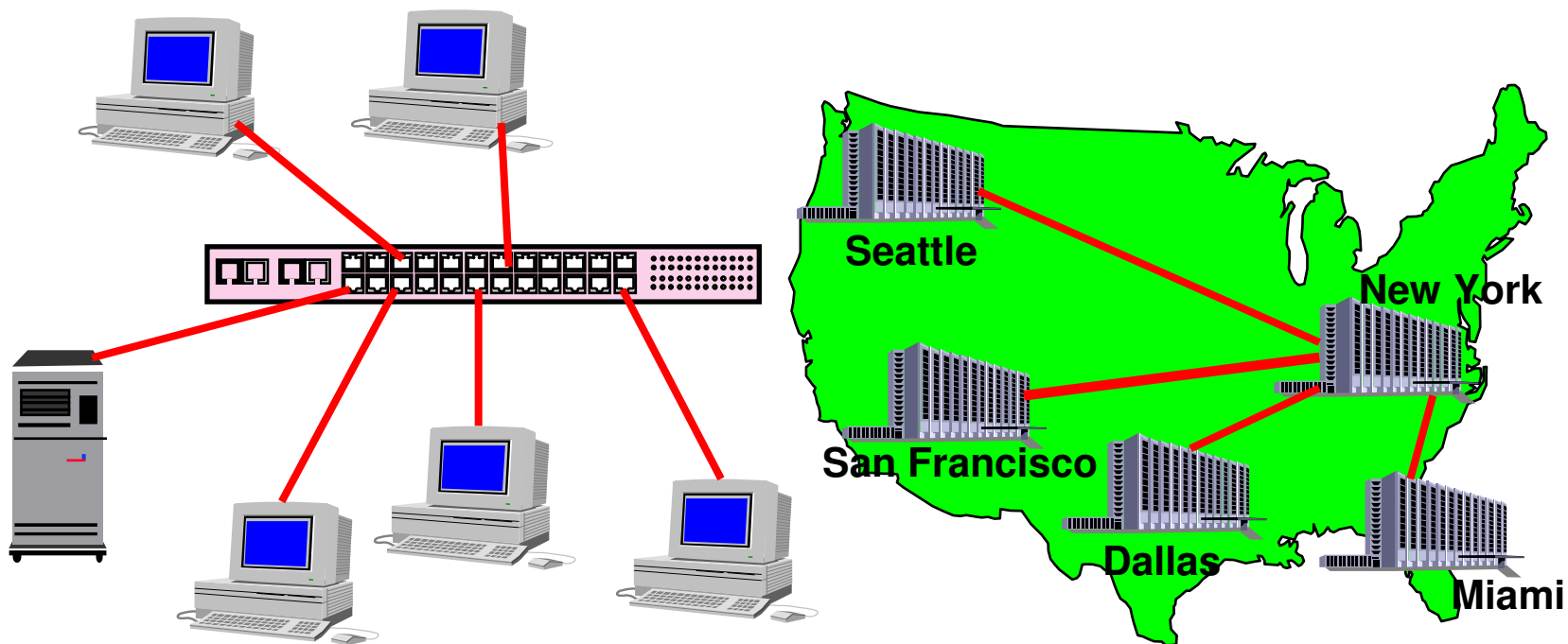
Topologia Punto-Punto

- Mette in comunicazione due singole entità
 - due computer, due LAN, due entità geografiche



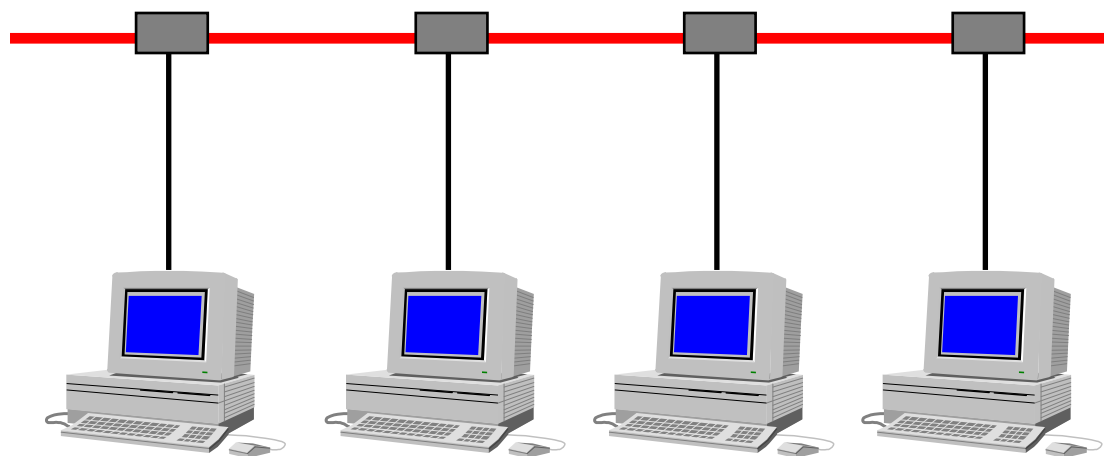
Topologia a Stella

- Due o più connessioni tra entità che convergono in un unico apparato di concentrazione



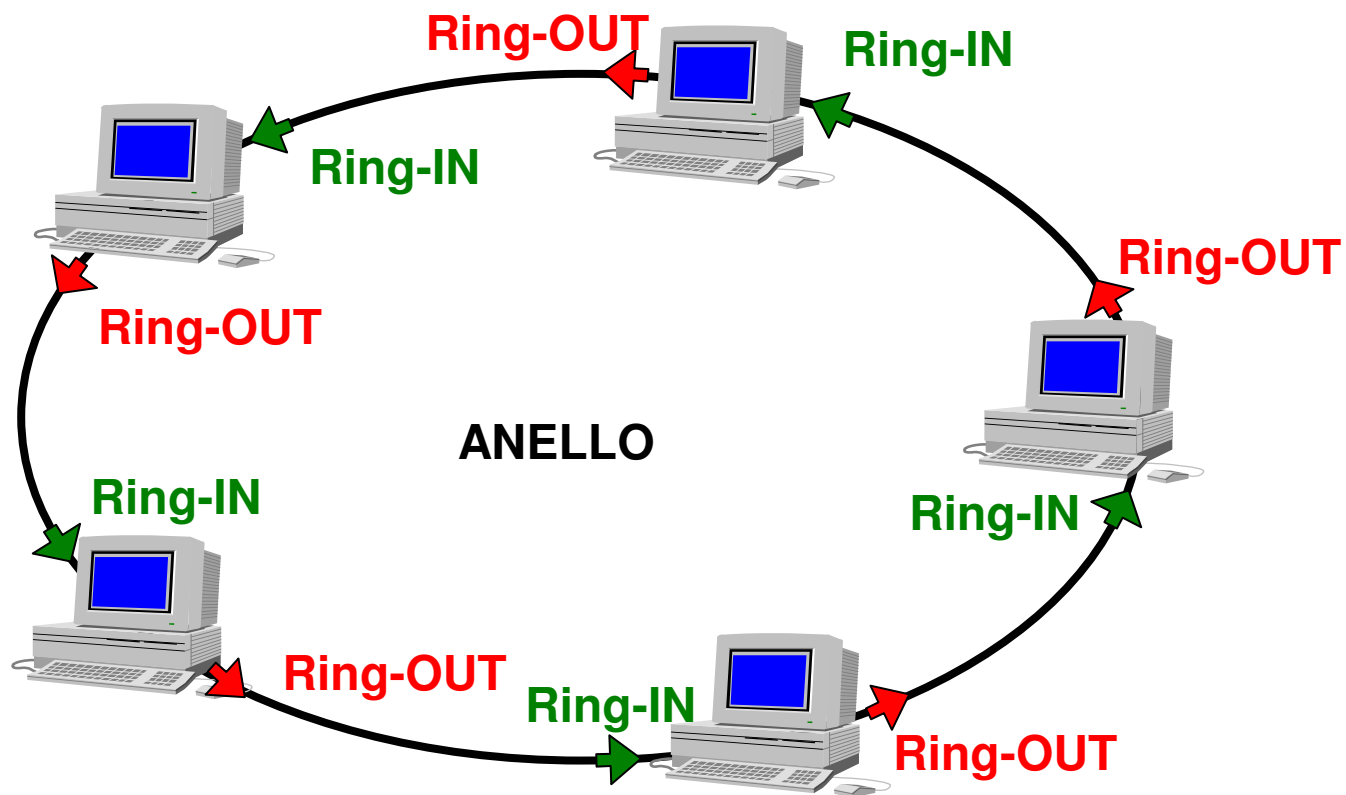
Topologia a Bus

- Mette in comunicazione due o più entità tramite un mezzo trasmissivo che fa la funzione di autostrada di comunicazione (bus)



Topologia ad Anello

- Mette in comunicazione due o più entità tramite un sistema di comunicazione richiuso su se stesso, quindi ad anello

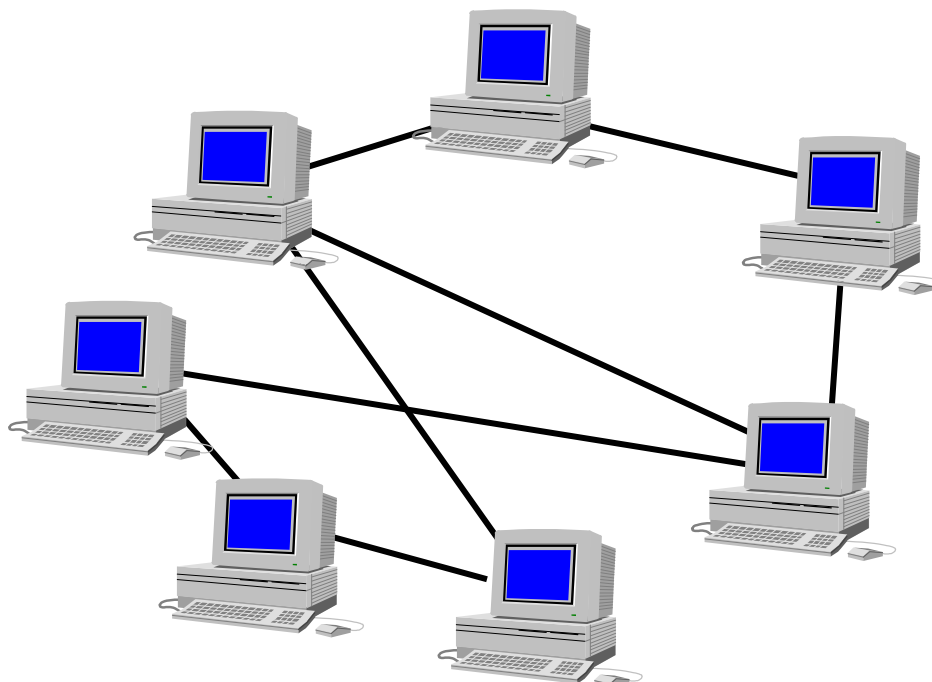


Le topologie a maglia

- La maglia permette di mettere in comunicazione tre o più entità tramite un sistema di comunicazione che presenta diversi percorsi per raggiungere l'entità finale
 - maglia parziale
 - maglia completa

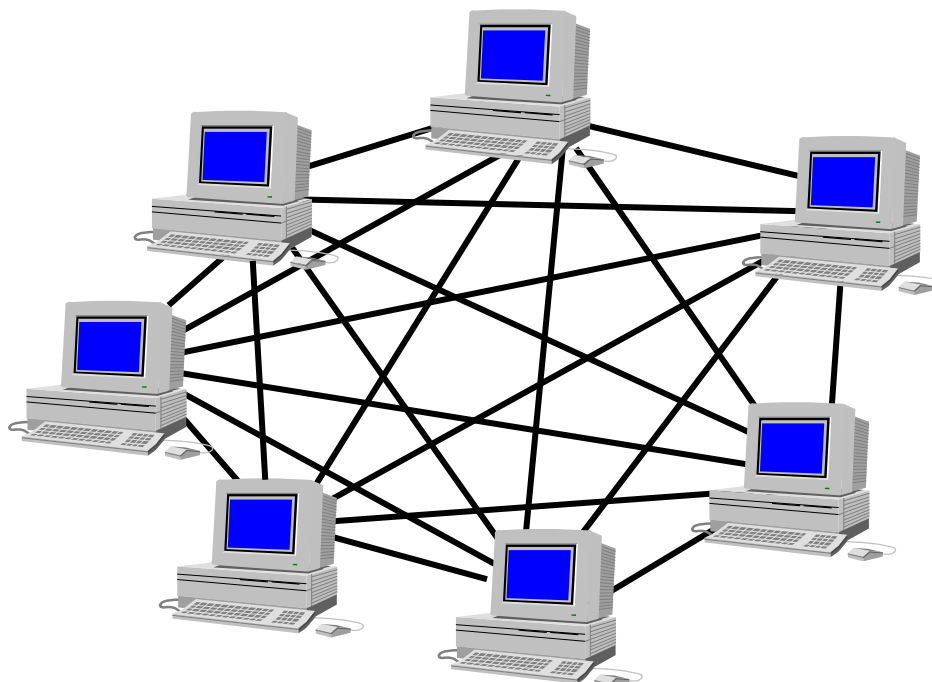
Maglia parziale

- Nella topologia a maglia parziale le entità sono connesse con altre e formano un insieme che presenta più di un percorso per raggiungere un'entità di destinazione



Maglia completa

- Nella topologia a maglia completa ogni entità è connessa con tutte le altre

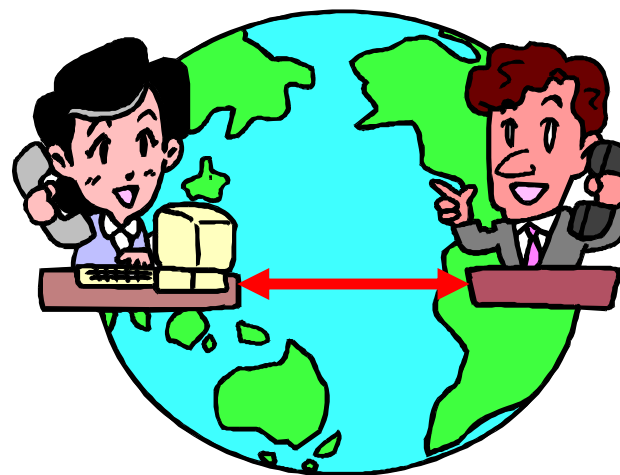


Tecniche di comunicazione

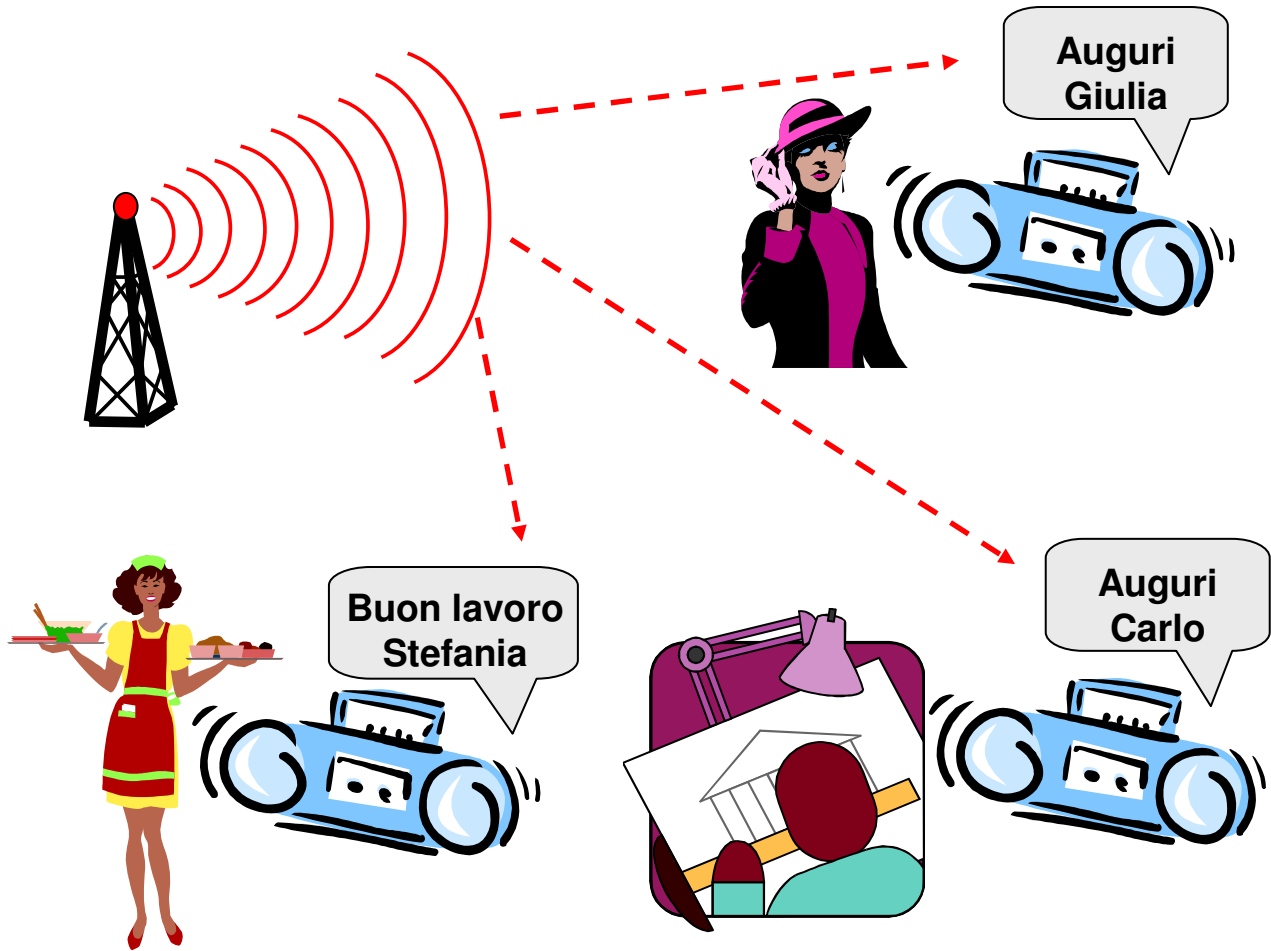
- Tipo connesso denominato *Connection-Oriented*
 - vantaggi: affidabilità, garanzia della consegna del messaggio
 - svantaggi: richiede diversi meccanismi di controllo
- Tipo non connesso denominato *Connection-Less*
 - vantaggi: comunicazione snella che richiede sistemi trasmissivi molto affidabili
 - svantaggi: non garantisce la consegna del messaggio

Connection Oriented

- Simile alla chiamata telefonica:
 - apertura della connessione: i computer si scambiano gli identificativi e stabiliscono la comunicazione che è una sorta di filo virtuale
 - assegnazione dell'identificativo di connessione (*Connection ID*)
 - invio dei dati attraverso il filo virtuale:
 - numerazione dei pacchetti e controllo della sequenza corretta
 - Chiusura della connessione



Connection Less



Connection Less

- Trasmissione dei pacchetti:
 - ogni pacchetto contiene l'identificativo del mittente e del destinatario del messaggio
 - Il trasmittente non effettua controlli sulla consegna del messaggio
- Ricezione dei pacchetti:
 - la stazione ricevente verifica se il pacchetto ricevuto è ad essa destinato:
 - in caso affermativo lo accetta, ma non invia la conferma alla stazione trasmittente
 - in caso negativo lo scarta

LAN (Local Area Network)

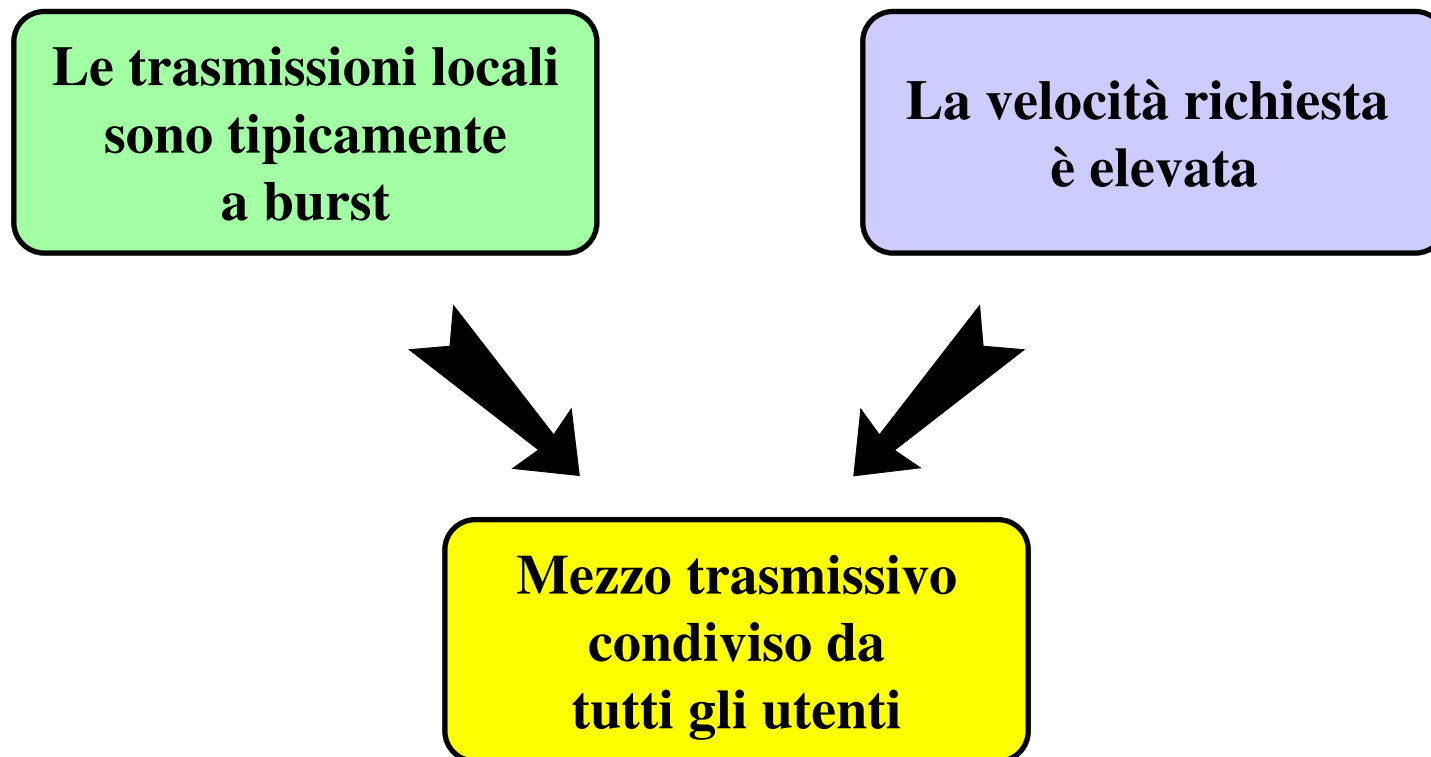
- È un sistema di comunicazione che permette ad apparecchiature indipendenti di comunicare tra di loro entro un'area delimitata utilizzando un canale fisico a velocità elevata e con basso tasso di errore.

DEFINIZIONE IEEE 802

- IEEE: Institute of Electric and Electronic Engineerin
 - comitato 802
 - emana standard riguardanti le tecnologie delle LAN e delle MAN
 - <http://www.IEEE.org>

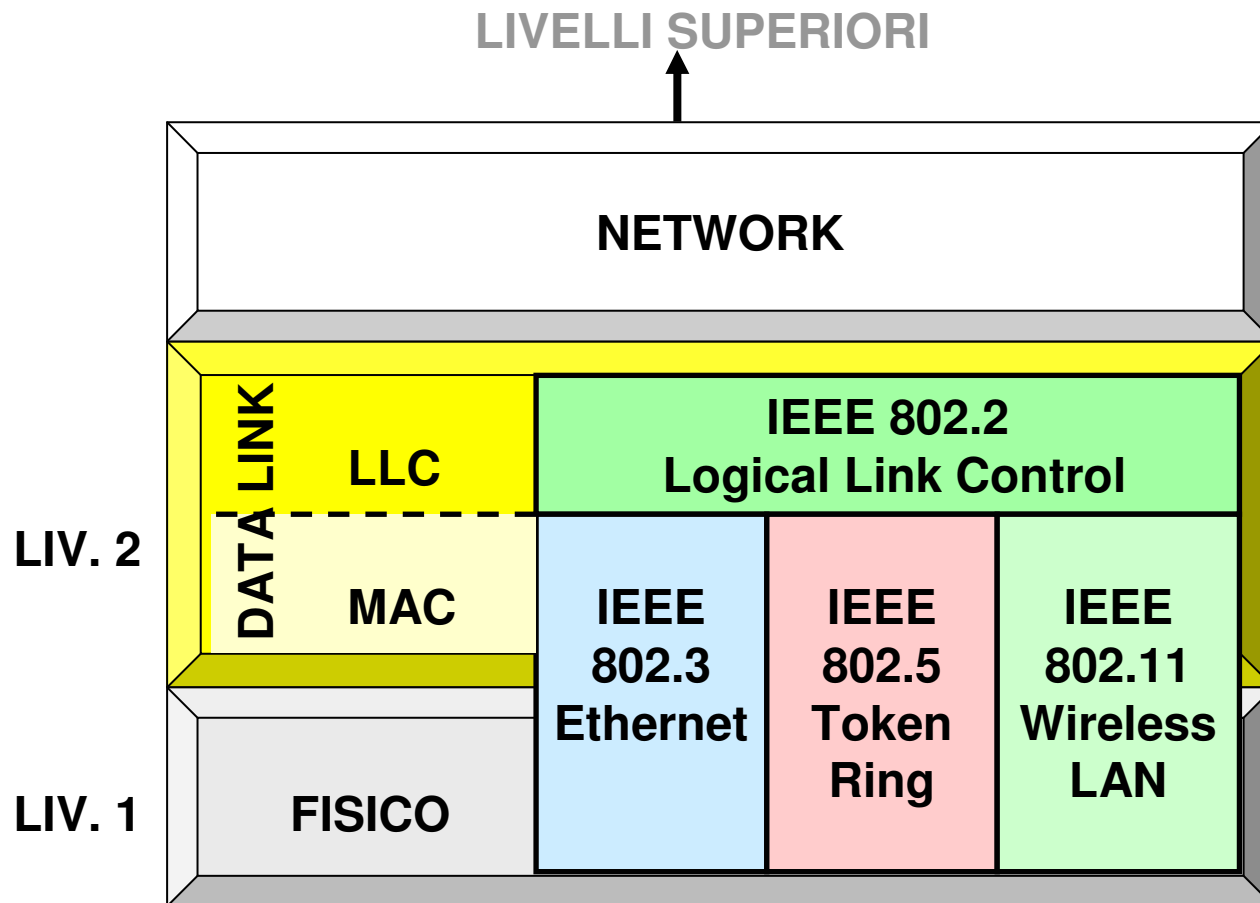
Perchè le LAN?

- Perchè la maggior parte delle informazioni è trasmessa localmente



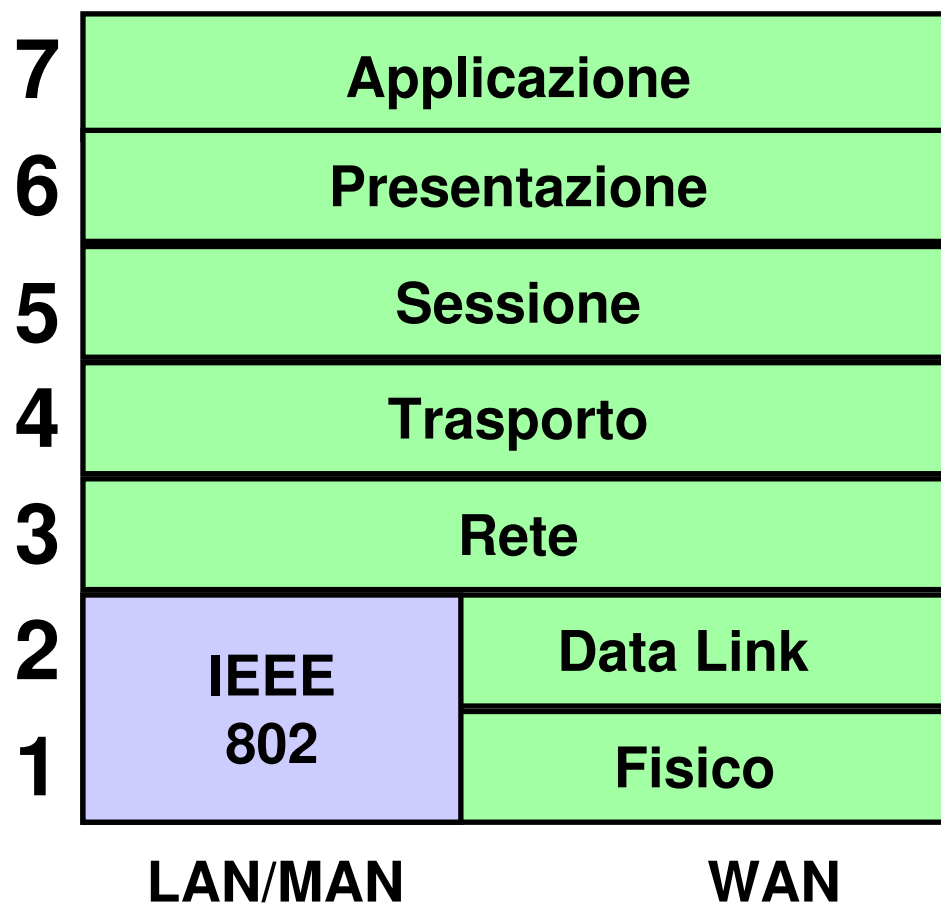
Il progetto IEEE 802

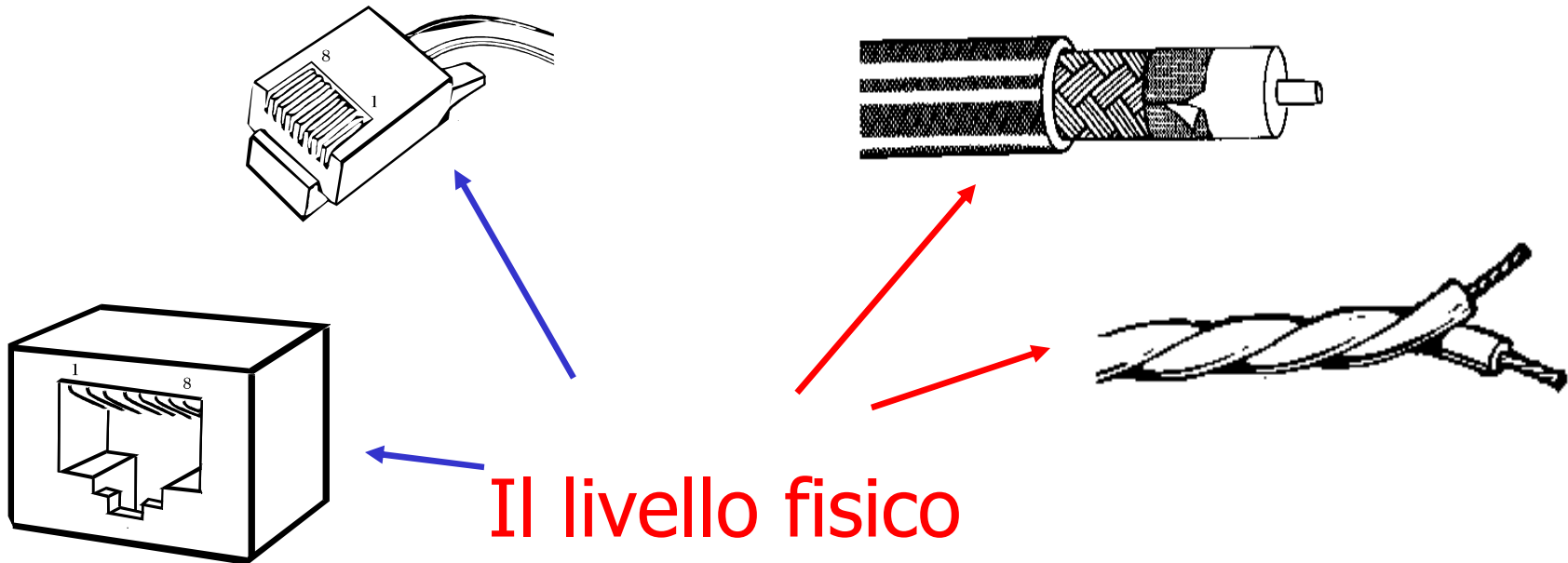
(Local and Metropolitan Area Network)



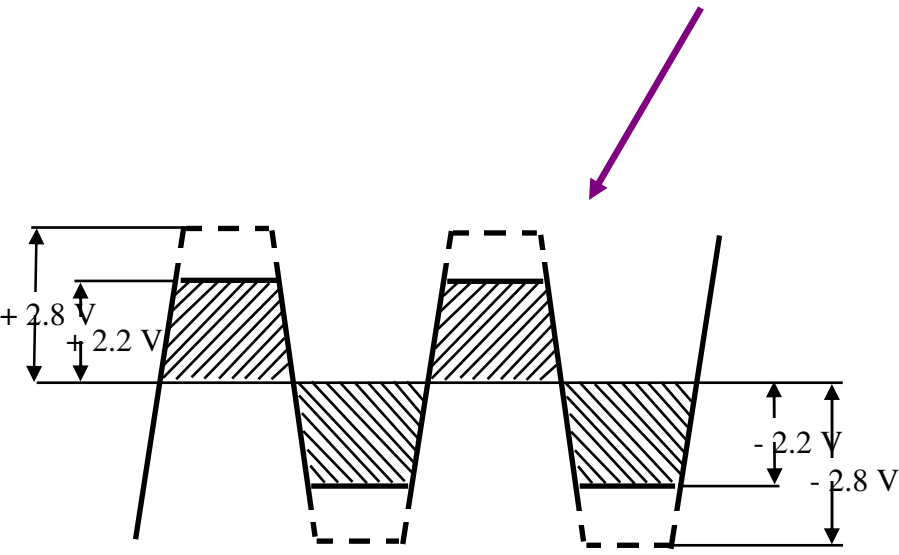
Tecnologie trasmissive differenziate

ISO/OSI e IEEE 802



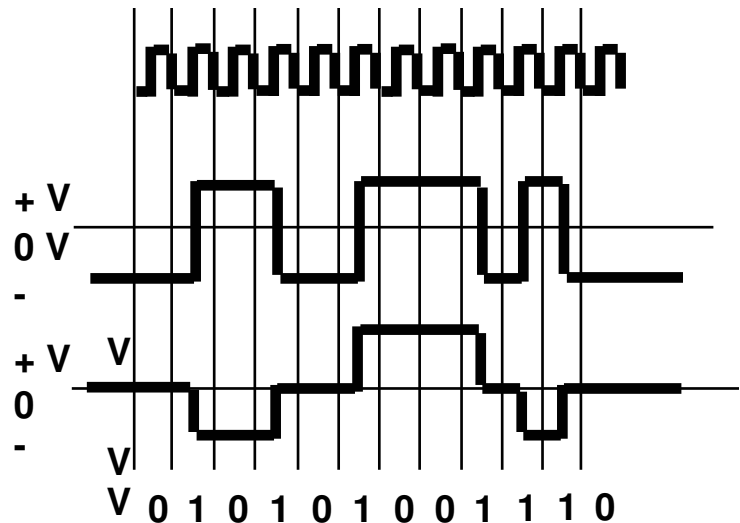


Il livello fisico



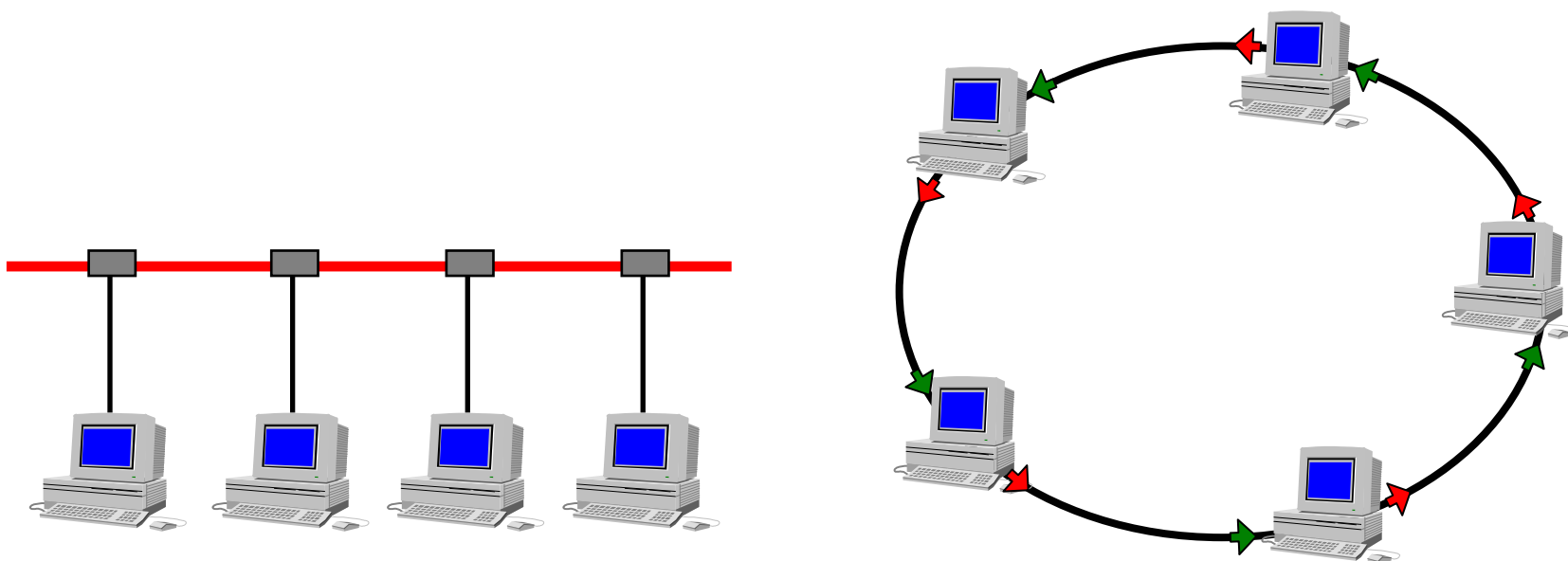
Clock

NRZ
1
MLT-3
3



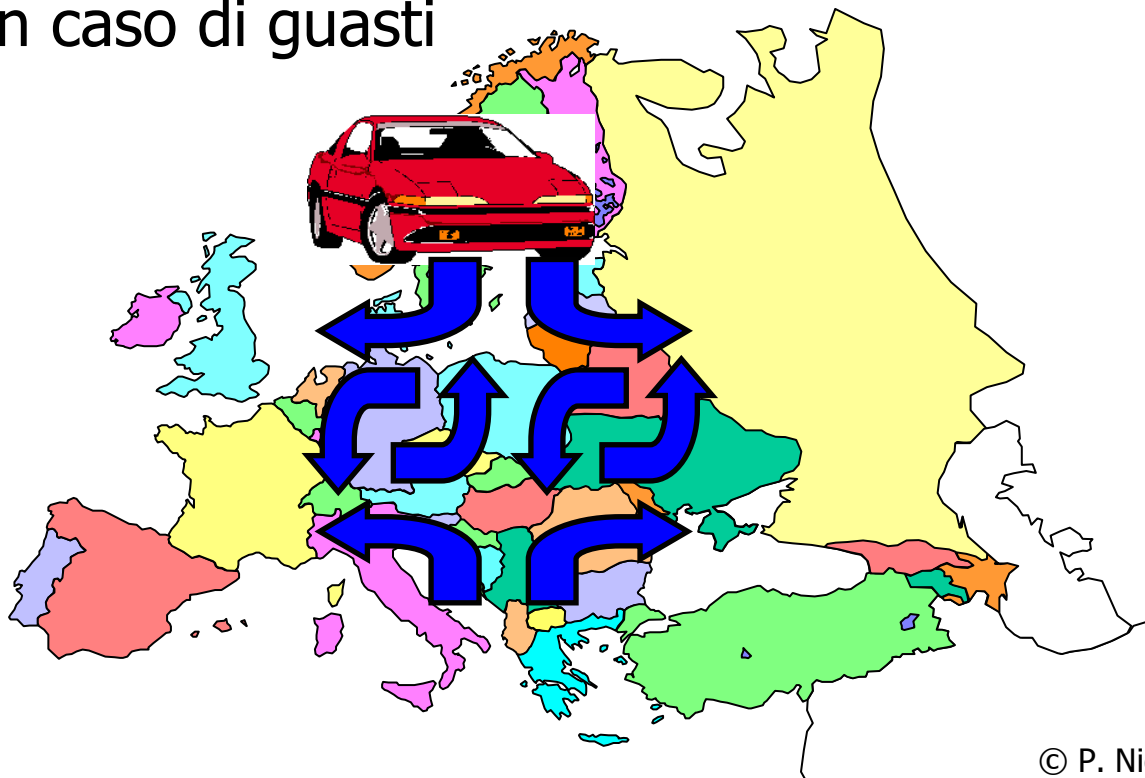
Il livello 2: Data Link

- Si occupa di garantire una trasmissione di pacchetti sufficientemente affidabile e verifica la presenza di errori; stabilisce la metodologia per contendere e condividere un mezzo di comunicazione comune quale la rete



Il livello 3: Rete

- Definisce gli indirizzi con cui identificare un nodo in rete, si occupa di instradare i messaggi con metodologie diverse a seconda dei protocolli; determina se e quali sistemi intermedi devono essere attraversati per giungere a destinazione e provvede ad instradamenti alternativi in caso di guasti



Il livello 4: Trasporto

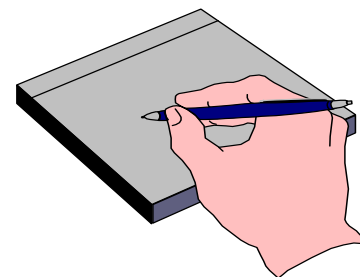
- Il livello 4 accetta dati dal livello 5, li frammenta in pacchetti più piccoli adatti ad essere trasmessi dal livello 3 ed assicura che i pacchetti arrivino tutti nel corretto ordine



Trasporto



**Consegna
pacco**



**Firma su
ricevuta**

I Sottolivelli del livello Data-Link

- IEEE 802 ha suddiviso il livello Data-Link in due sottolivelli:
 - LLC: Logical Link Control
 - MAC: Media Access Control
- LLC è comune a tutte le LAN ed è l'interfaccia verso il livello network.
 - I servizi e i protocolli di questo sottolivello sono descritti nello standard IEEE 802.2
- MAC 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.

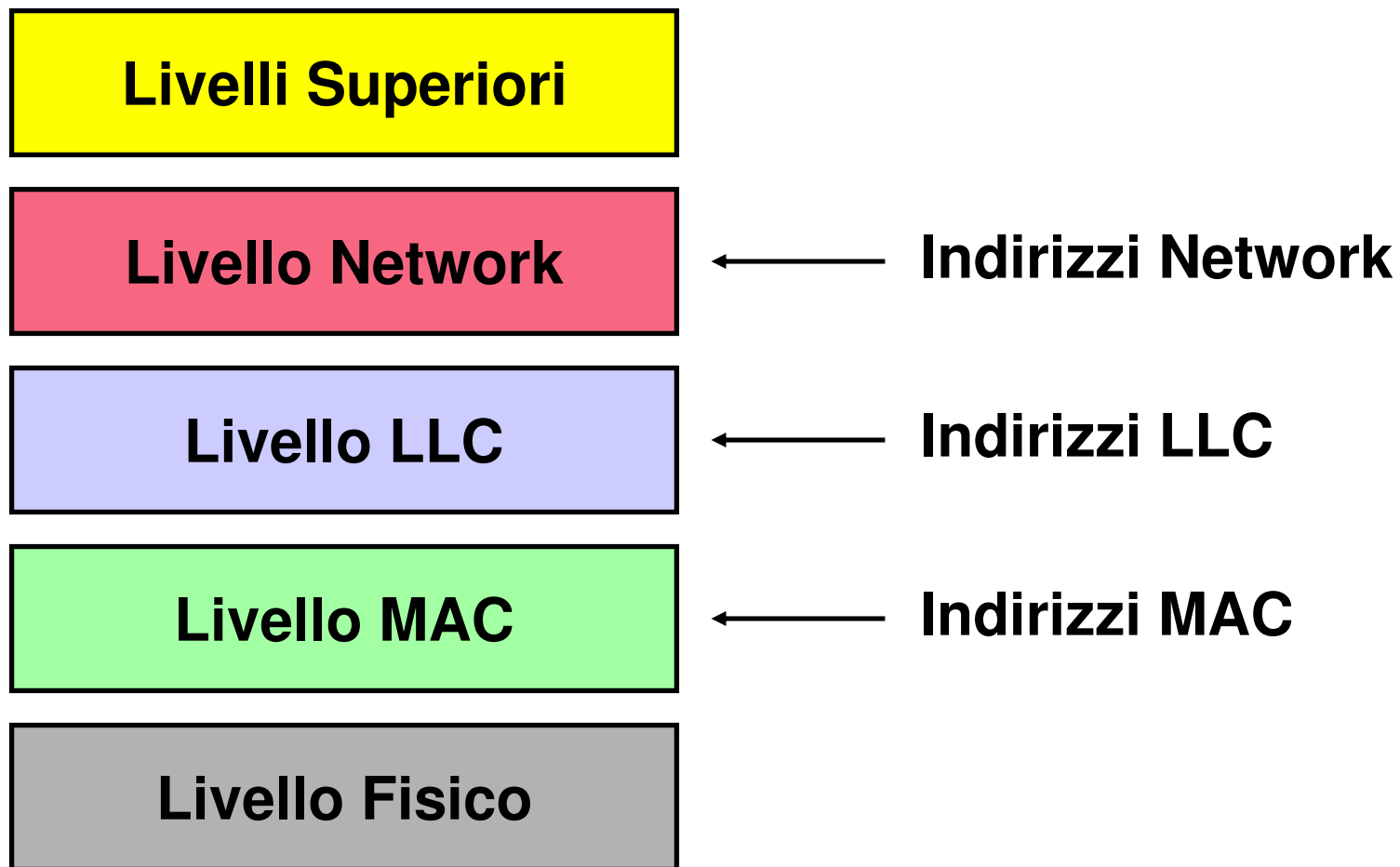
Il livello MAC

- Nelle LAN il livello MAC realizza sempre una rete di tipo broadcast
 - ogni stazione a livello data link riceve le trame inviate da tutte le altre stazioni
- Il broadcast può essere realizzato:
 - con topologie intrinsecamente broadcast quali il bus
 - con topologie punto a punto quali l'anello
- I canali trasmissivi sono sufficientemente affidabili e non è necessario in genere correggere gli errori a livello MAC
 - le LAN sono connectionless a livello MAC

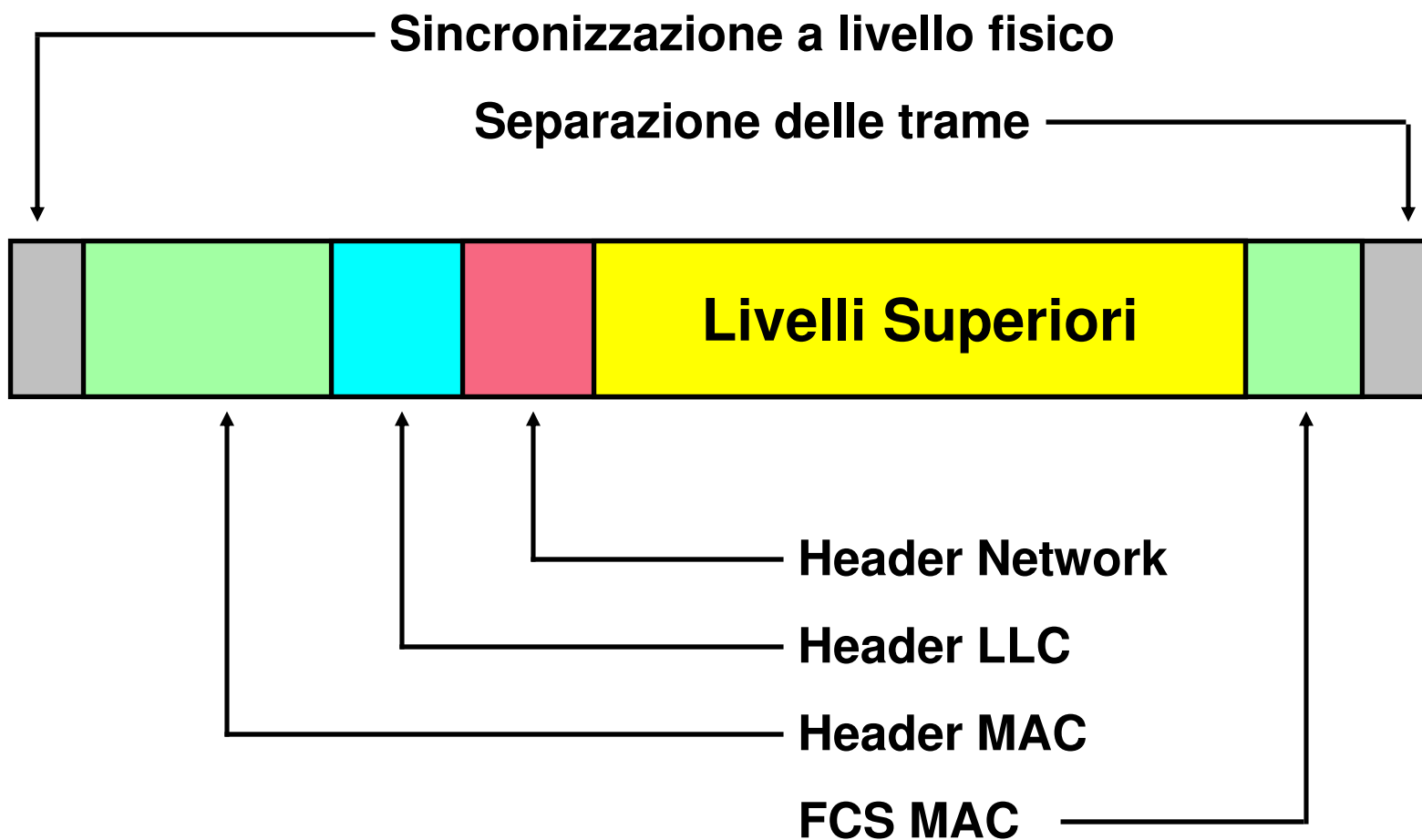
Il Sottolivello MAC

- Il sottolivello MAC è di fondamentale importanza nelle reti di tipo broadcast
- In tali reti occorre:
 - in trasmissione: determinare chi deve/può utilizzare il canale
 - in ricezione: discriminare quali messaggi sono destinati alla stazione tramite l'utilizzo di indirizzi
 - i nodi o apparati di rete vengono identificati in una LAN tramite degli indirizzi di 6 ottetti o byte denominati "*Indirizzi MAC*"

Gli indirizzi



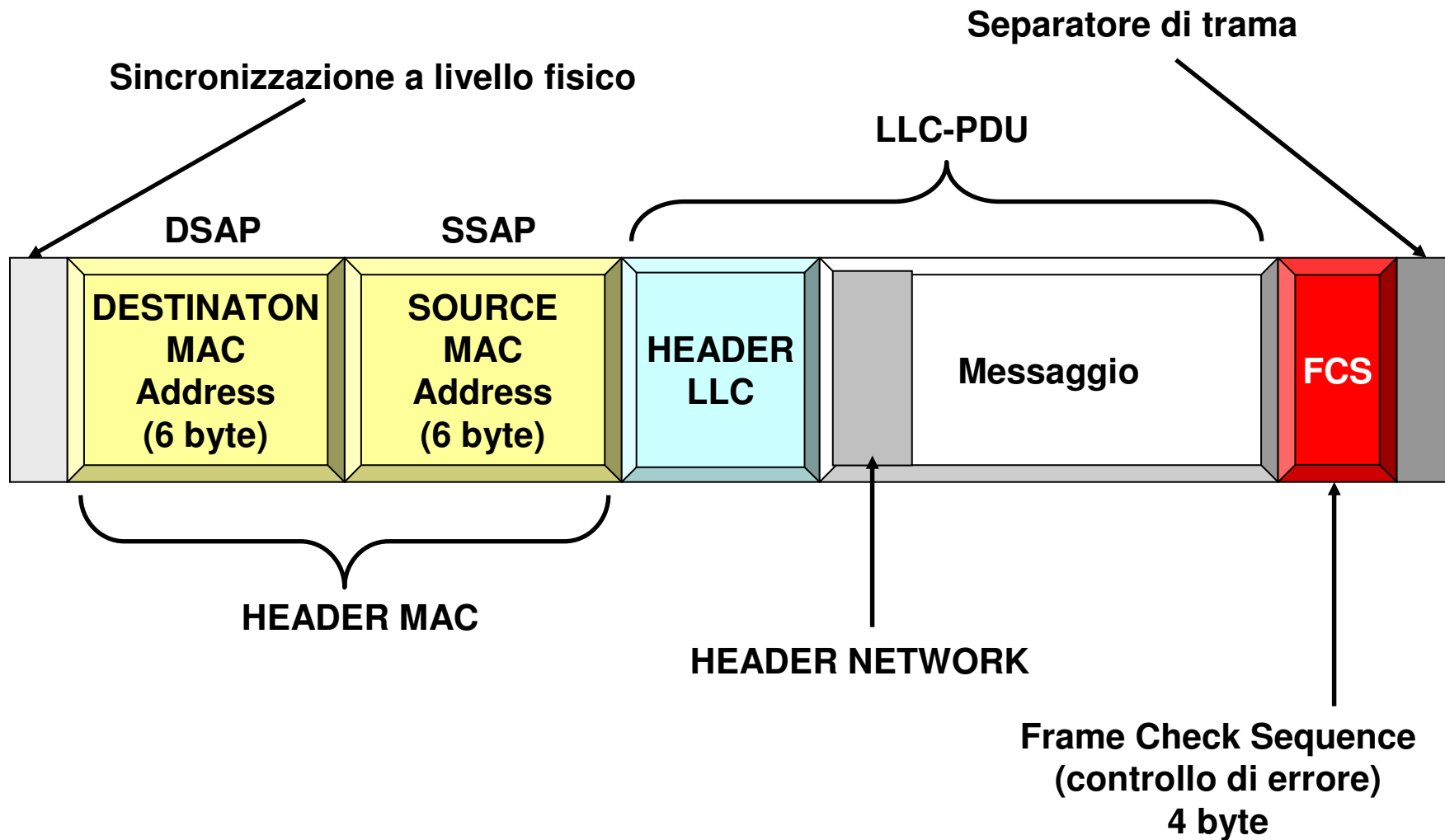
La trama nelle LAN



La MAC PDU (Protocol Data Unit)

- I campi principali di una MAC PDU sono:
 - Gli indirizzi (detti SAP: Service Access Point) univoci a livello mondiale:
 - DSAP: Destination SAP
 - SSAP: Source SAP
 - La LLC-PDU contiene l'header LLC e i dati
 - La FCS (Frame Control Sequence): un CRC su 32 bit per il controllo dell'integrità della trama

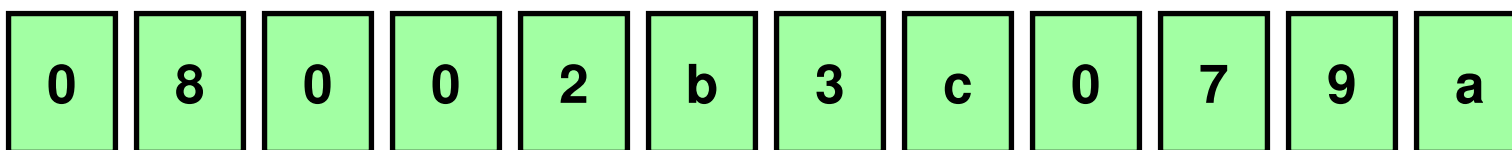
La MAC PDU (Protocol Data Unit)



Gli indirizzi MAC

- Sono standardizzati dalla IEEE
 - sono lunghi 6 byte, cioè 48 bit
 - si scrivono come 6 coppie di cifre esadecimali
- Ad esempio:

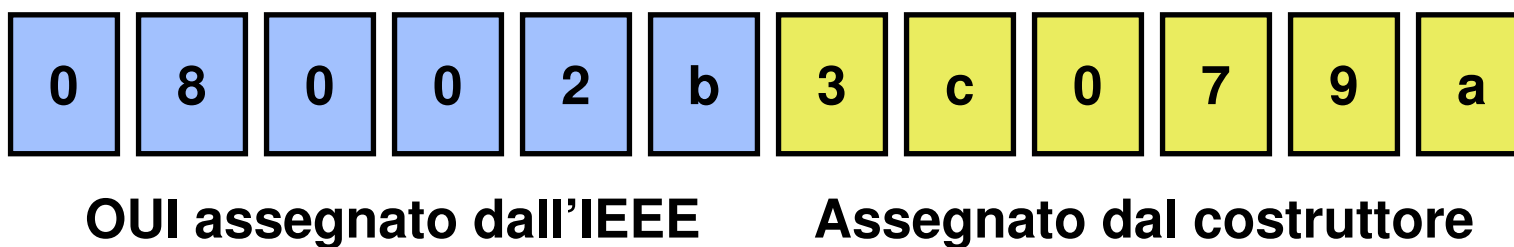
0000100000000000010101100111100000011110011010



08-00-2b-3c-07-9a

Gli indirizzi MAC

- 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

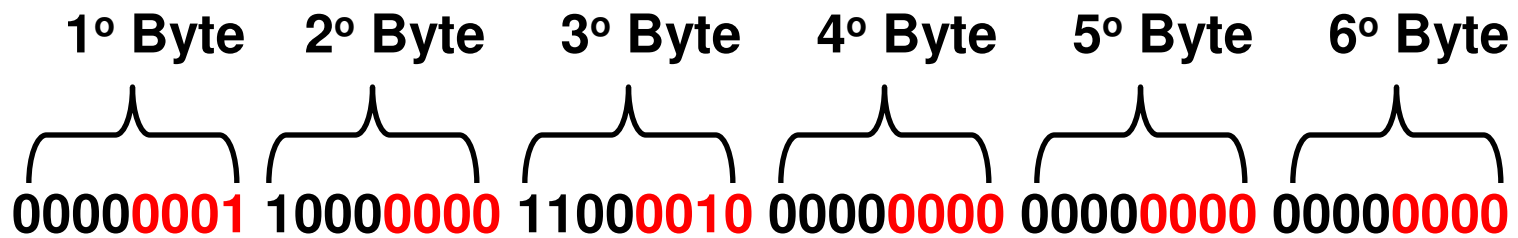


Tipi di indirizzi MAC

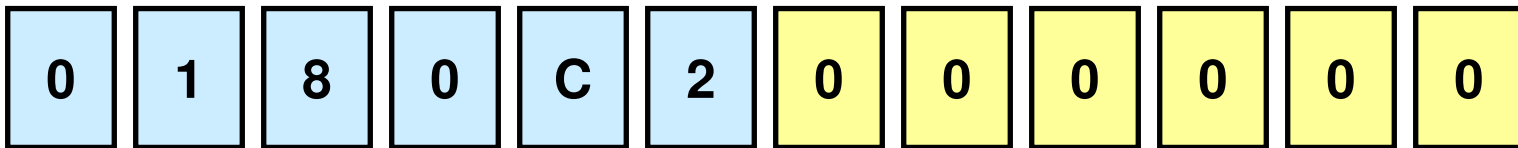
- Single: di una singola stazione
 - tipo universale contenuto in ROM
 - tipo locale contenuto in RAM
- Multicast: di un gruppo di stazioni
 - contenuto normalmente in RAM per il periodo del suo impiego
 - contenuto in ROM se riservato dall'IEEE
- Broadcast: di tutte le stazioni (ff-ff-ff-ff-ff-ff)

Indirizzi Multicast o di gruppo

- Il valore del byte più significativo è dispari



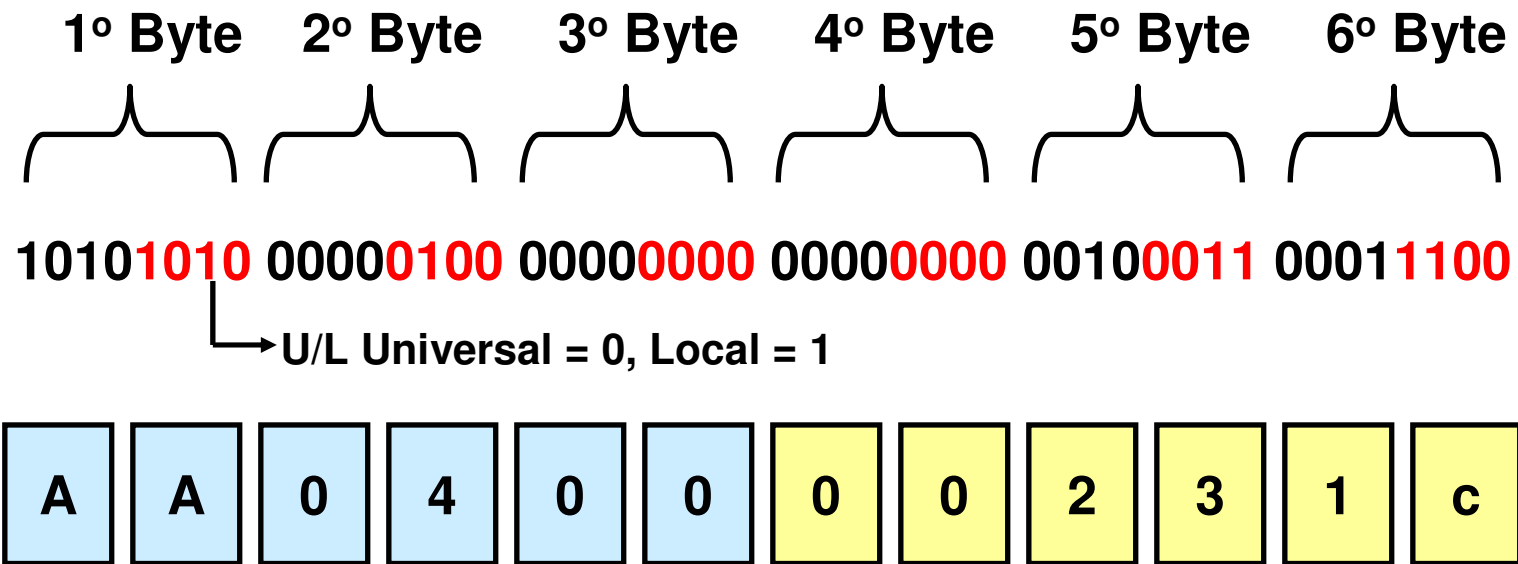
└─ I/G Individual = 0, Global = 1



01-80-C2-00-00-00

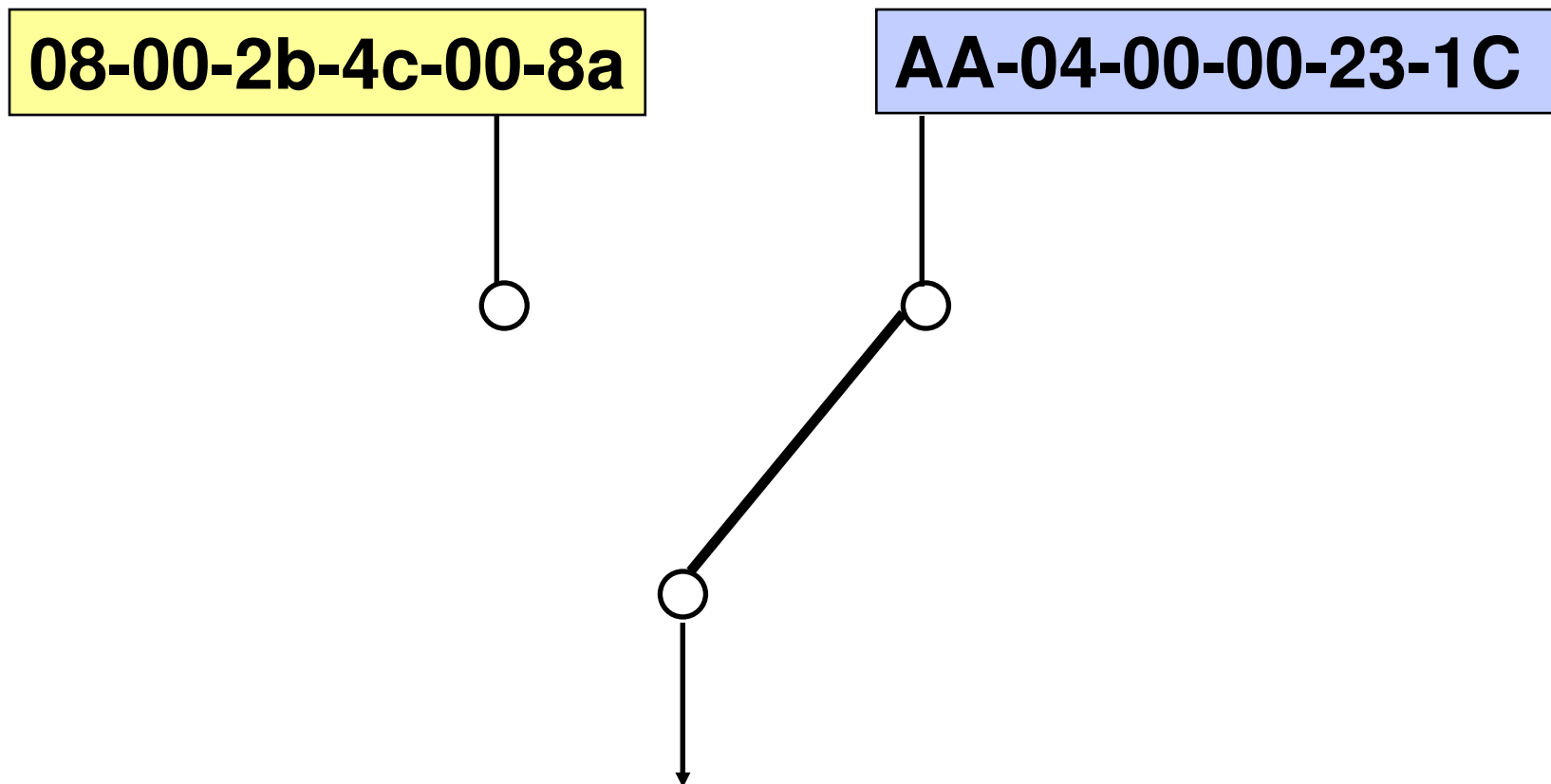
Indirizzo MAC locale

- Assegnato all'interfaccia di rete a livello di configurazione a dai software di rete
- Alternativo all'indirizzo MAC universale



AA-04-00-00-23-1C

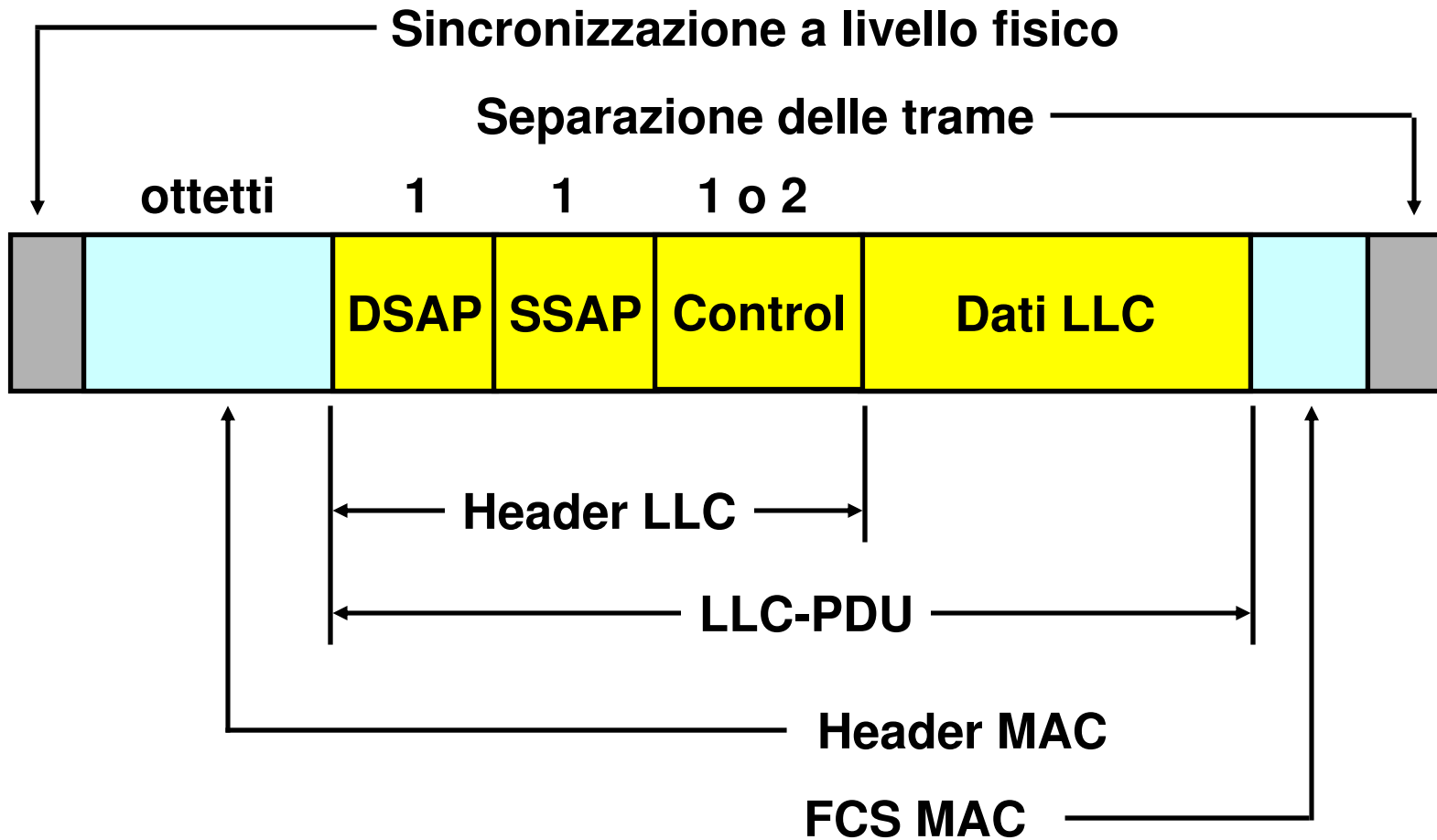
Indirizzo Universale o Locale



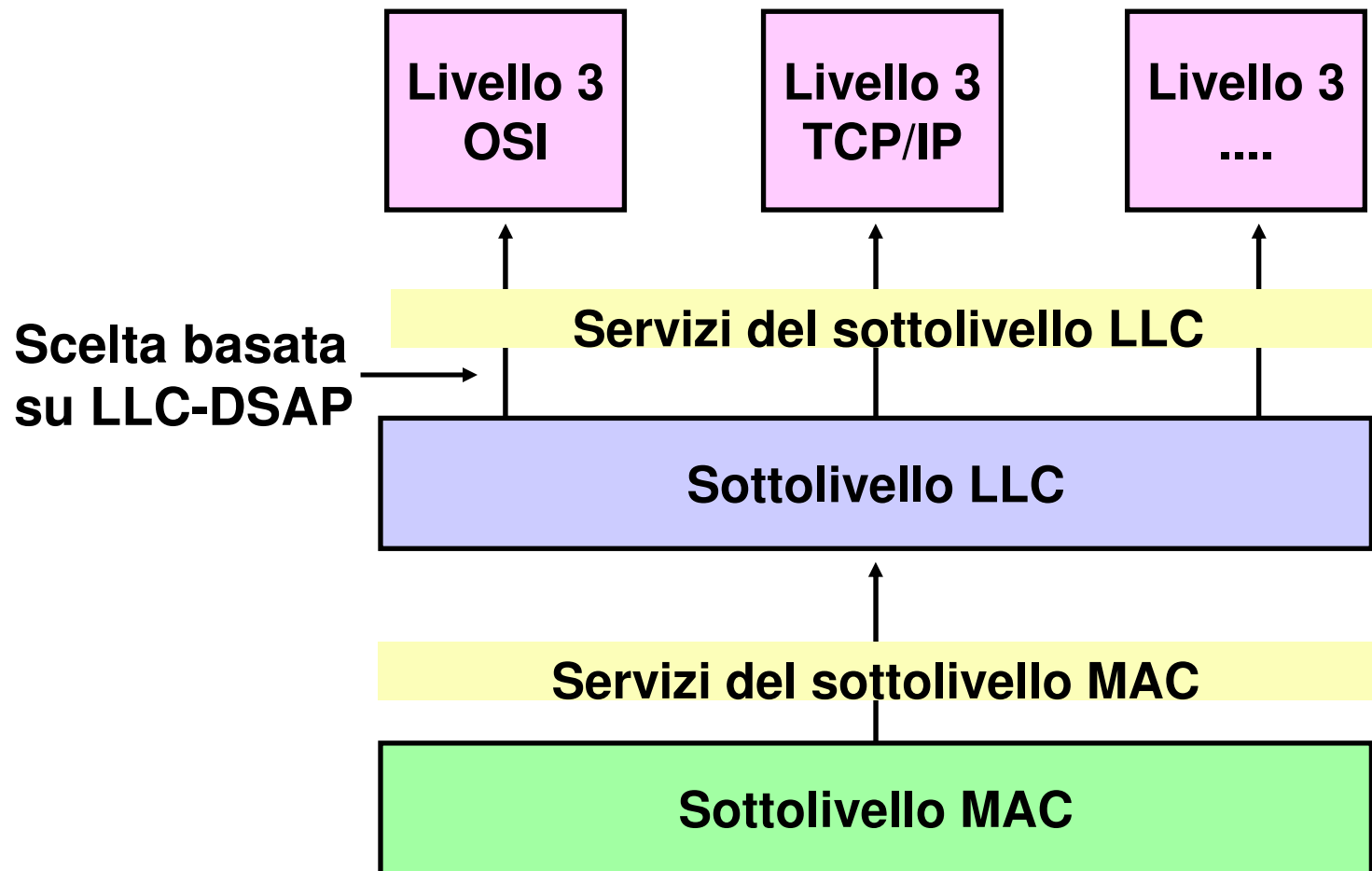
Il sottolivello LLC

- È la versione per le LAN di HDLC
- LLC è utilizzabile con un qualsiasi MAC
- LLC può offrire al Livello 3 i seguenti tipi di servizio:
 - *Tipo 1*: Unacknowledged connectionless service
 - *Tipo 2*: Connection Oriented service
 - *Tipo 3*: Semireliable service
- LLC ha sue PDU (LLC-PDU) molto simili a quelle di HDLC
- LLC ha un suo SAP (LLC-SAP) che viene utilizzato per discriminare tra più protocolli di livello superiore

La LLC-PDU



I servizi LLC verso il livello 3



LLC SAP (Service Access Point)

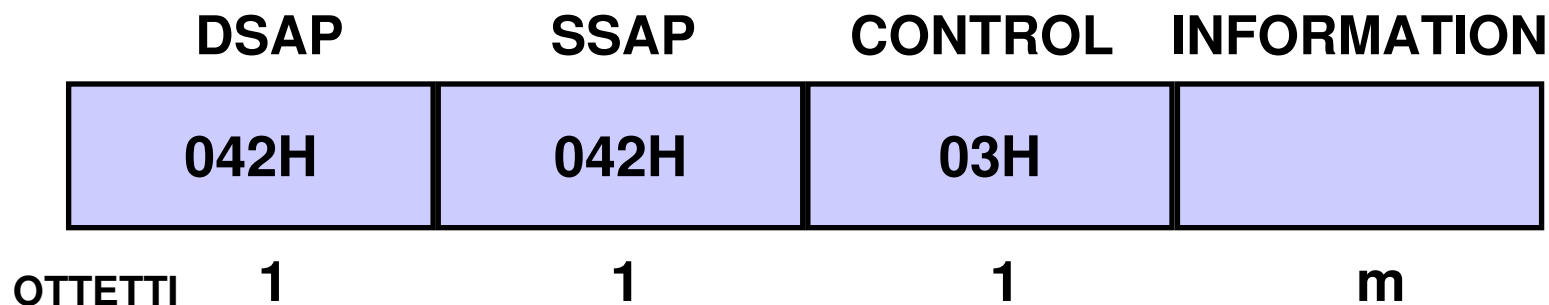
- Sono grandi un Byte
 - due bit I/G e U riservati
 - 64 indirizzi singoli, globali definibili
 - ff broadcast
 - 00 data link layer itself



- Gli indirizzi universali sono assegnati dall'ISO solo per i protocolli progettati da un comitato di standardizzazione

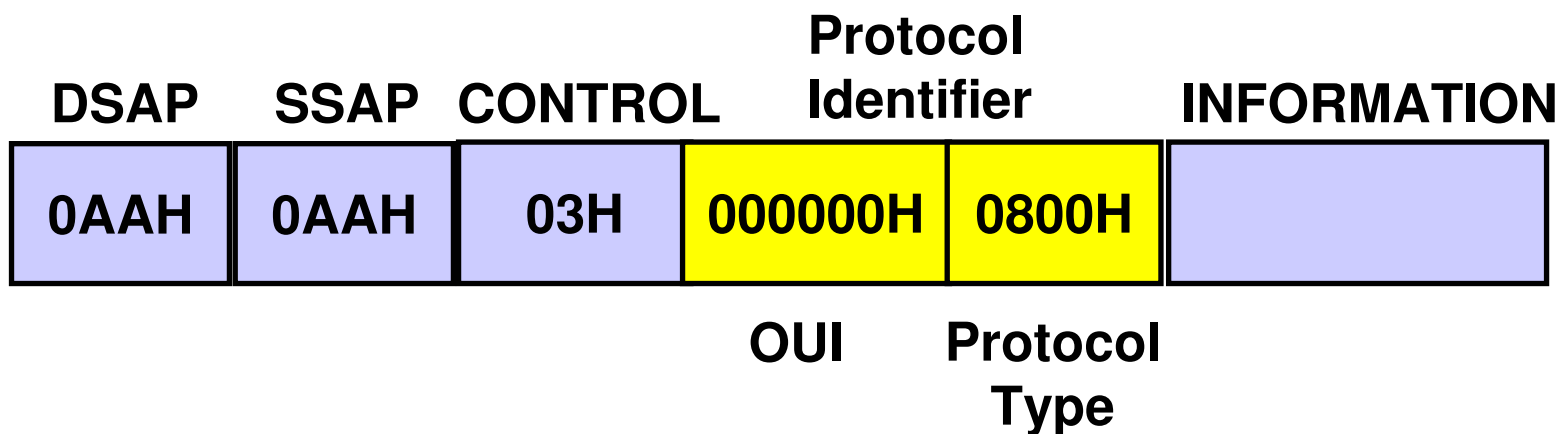
Esempi di SAP-LLC

- Codifiche di DSAP e SSAP
 - 0FEH - protocollo ISO 8473
 - 042H - protocollo IEEE 802.1D Spanning Tree
 - 0AAH - pacchetto LLC di tipo SNAP
- Nel campo control la codifica 03H indica un pacchetto UI (Unnumbered Information)



SNAP PDU

- Subnetwork Access Protocol (SNAP)
 - Si riconoscono dalla codifica 0AAH in DSAP e SSAP
 - Si utilizzano quando i pacchetti LLC contengono dati derivati da protocolli non OSI
 - Esiste un Header aggiuntivo su 5 ottetti detto Protocol Identifier



Il Protocol Identifier

- È composto da due parti:
 - L'OUI (su 3 ottetti) che indica chi ha progettato il protocollo
 - Il protocol type (2 ottetti) che identifica il protocollo
- Se l'OUI è uguale a zero il protocol type è quello usato in ethernet v2.0, ad esempio:
 - 6003 Decnet fase IV
 - 6004 LAT
 - 8137/8 IPX
 - 0800 IP
 - 0806 ARP
 - 809B EtherTalk (AppleTalk over Ethernet)

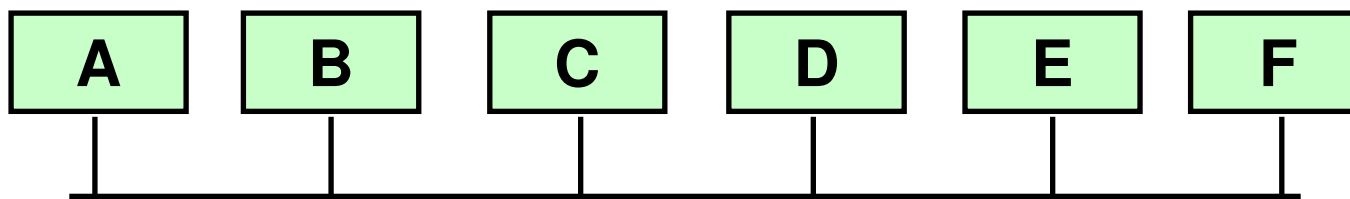
LA RETE ETHERNET/802.3

IEEE 802.3

- È l'evoluzione della rete Ethernet creata da Digital, Intel e Xerox all'inizio degli anni 80
- Livello fisico:
 - topologia e cablaggio:
 - originariamente a bus → cavi coassiali
 - ora tipicamente a stella → doppini e fibre ottiche
 - 7 sotto-standard diversi usati
 - velocità trasmissiva è sempre di di 10 Mb/s
- Sottolivello MAC del livello Data-Link
 - CSMA/CD
- Esiste interoperabilità tra Ethernet v2.0 e IEEE 802.3

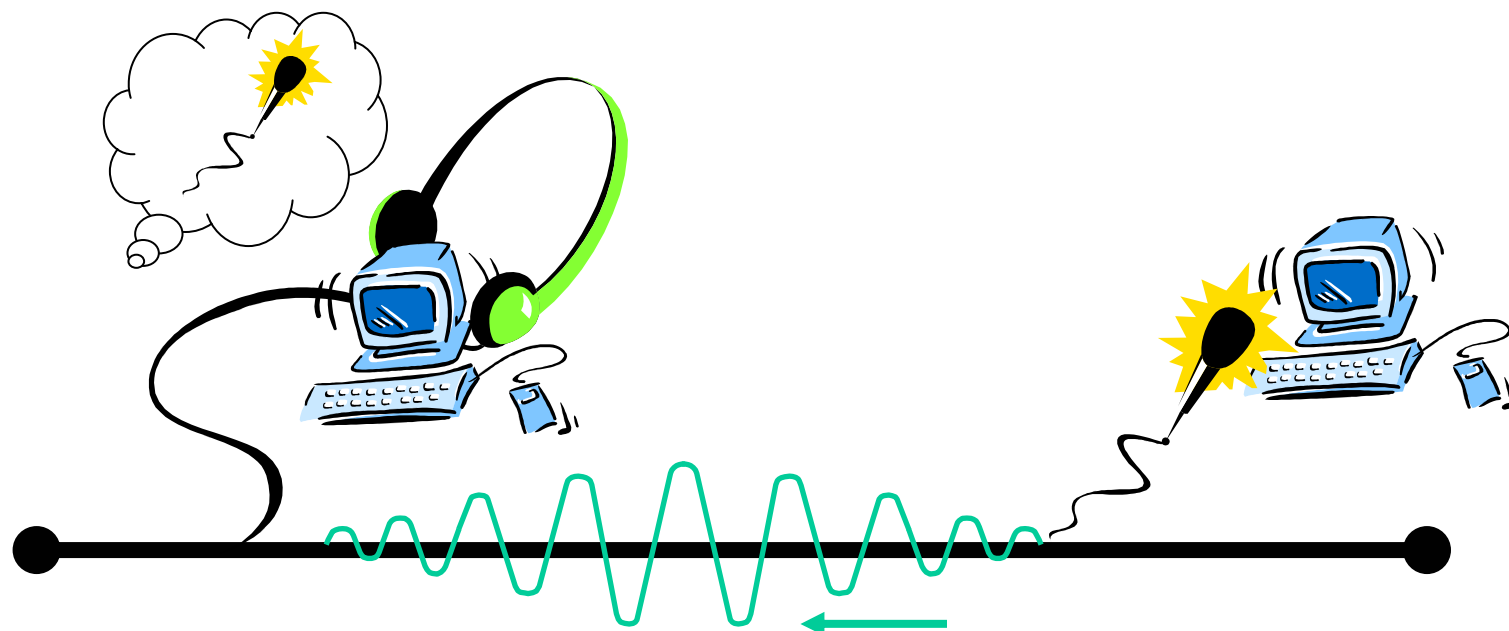
Il MAC di Ethernet/802.3

- CSMA/CD:
 - Carrier Sense
 - Multiple Access
 - with Collision Detection
- Protocollo MAC:
 - concepito per topologie a bus
 - non deterministico con tempo di attesa non limitato superiormente



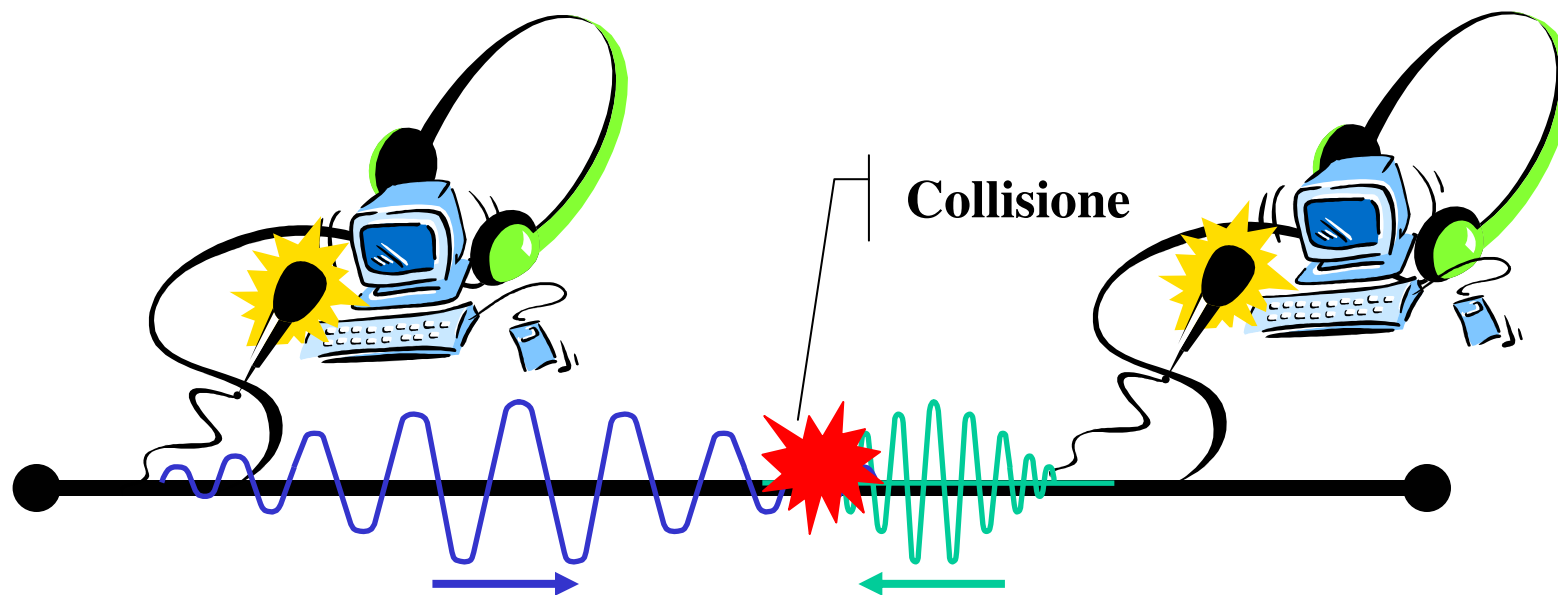
Trasmissione senza collisione

- Ascolto del canale trasmissivo e verifica se è libero
- Trasmissione
 - l'ascolto continua anche in questa fase



Trasmissione con collisione

- Tempo di ritardo causa un'indicazione errata sulla presenza di trasmissioni in corso sul canale trasmissivo, questo fatto introduce la possibilità che si verifichino delle collisioni

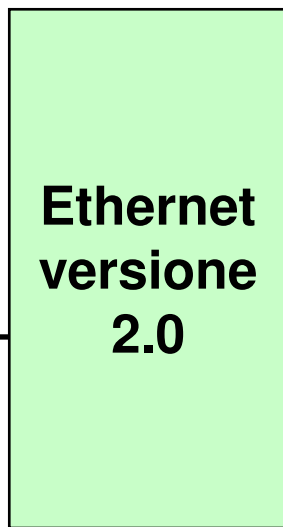


Ethernet v2.0 e IEEE 802.3

LIVELLO NETWORK

LIVELLO DATA LINK

LIVELLO FISICO

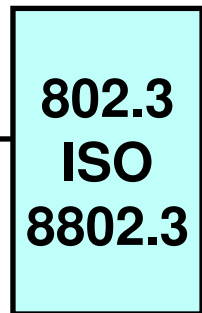


CSMA/CD

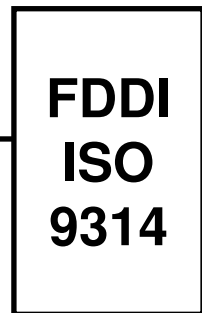
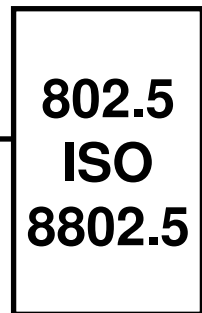
LLC



MAC



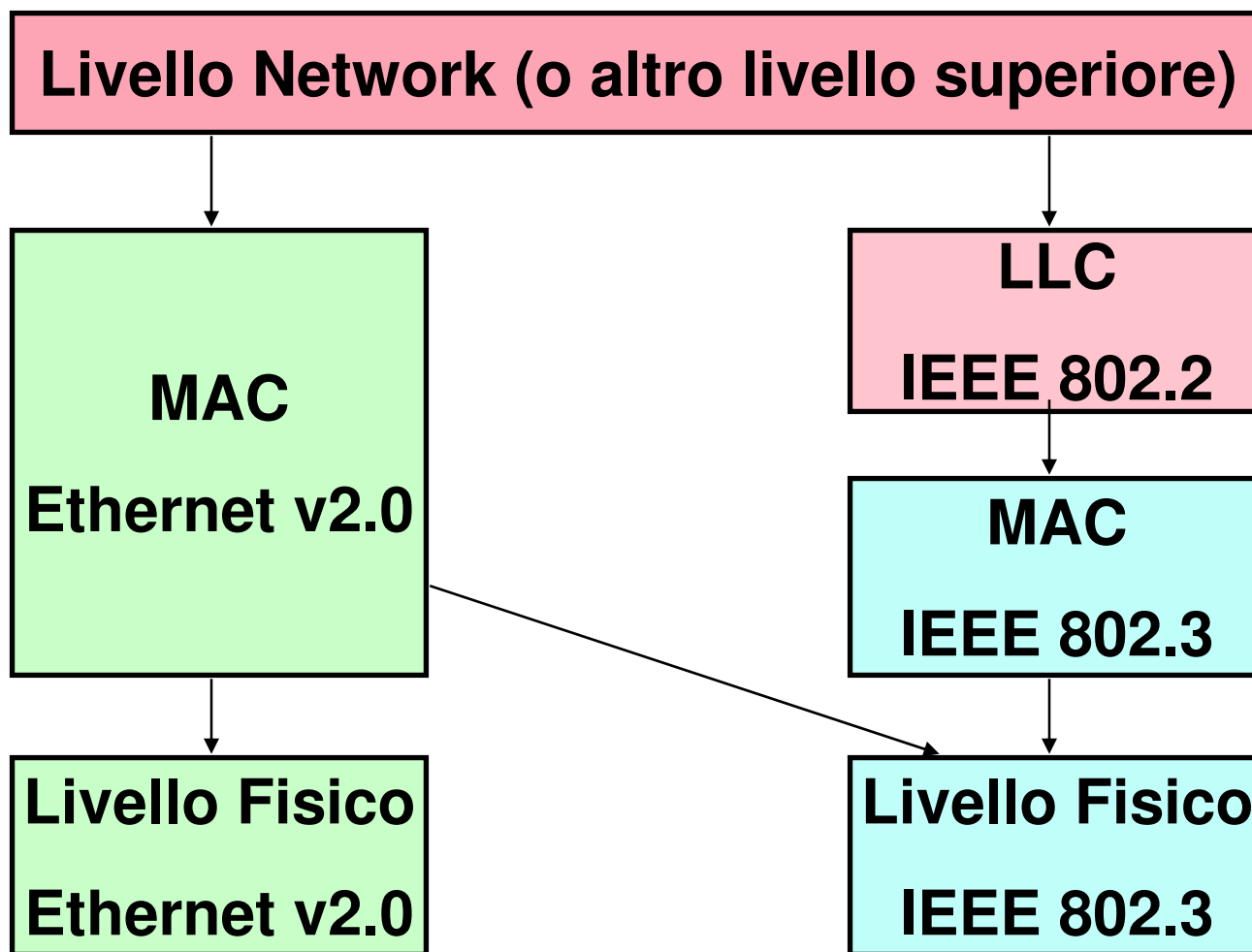
CSMA/CD



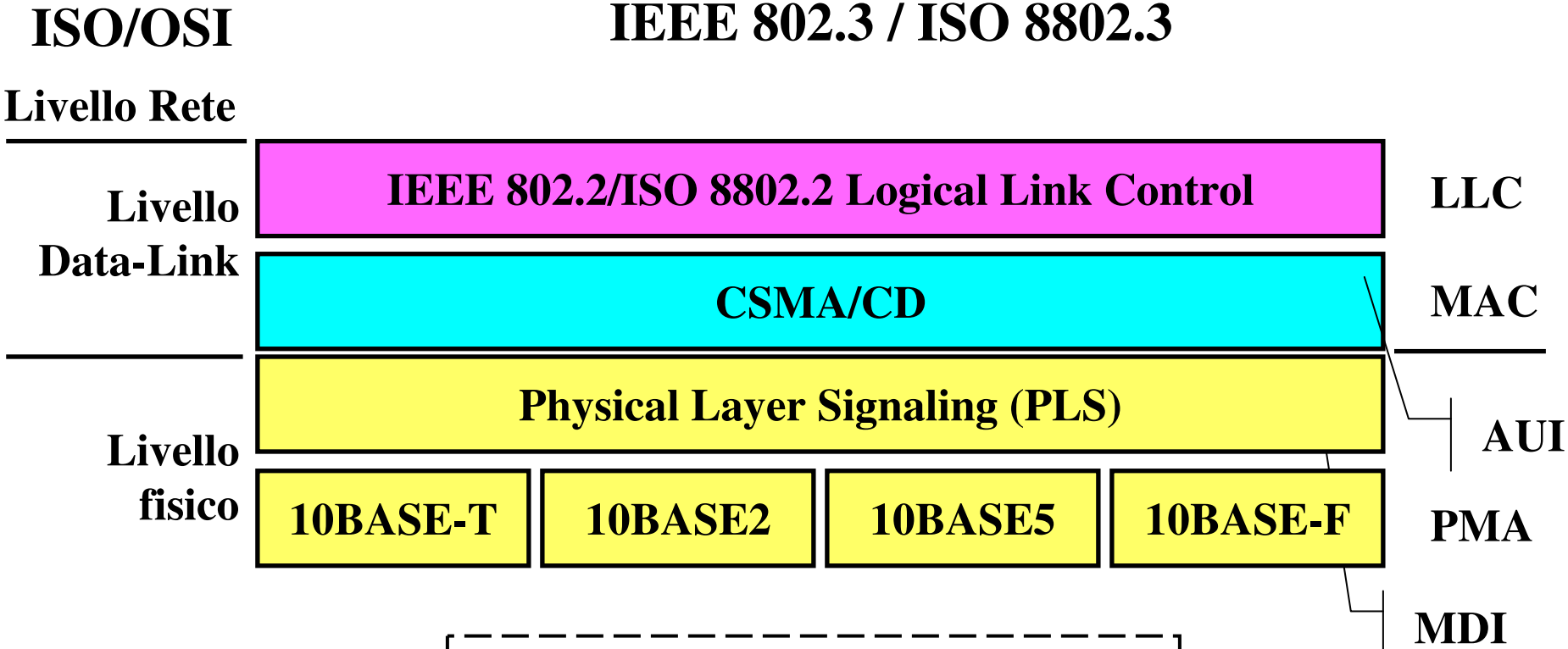
Ethernet v2.0 di :
Digital, Intel, Xerox

Standard ANSI/IEEE ed ISO/IEC

Compatibilità Ethernet - IEEE 802.3



Modello architetturale di 802.3

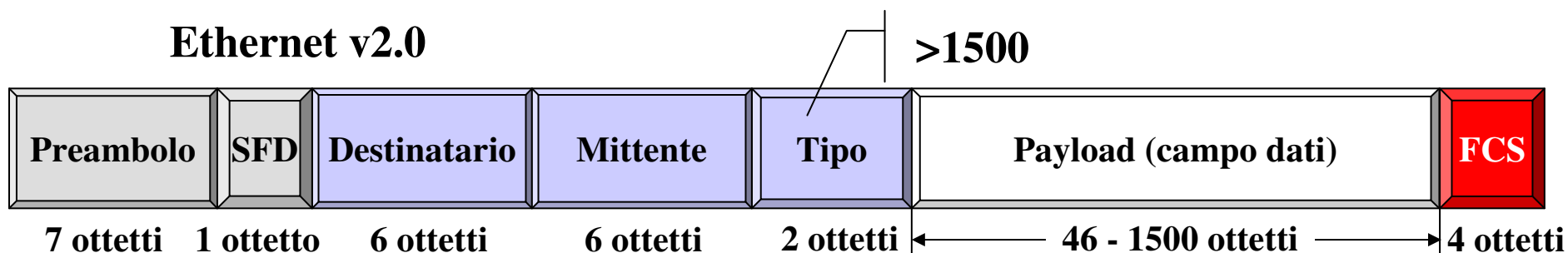


PMA: Physical Medium Attachment
AUI: Attachment Unit Interface
MDI: Medium Dependent Interface

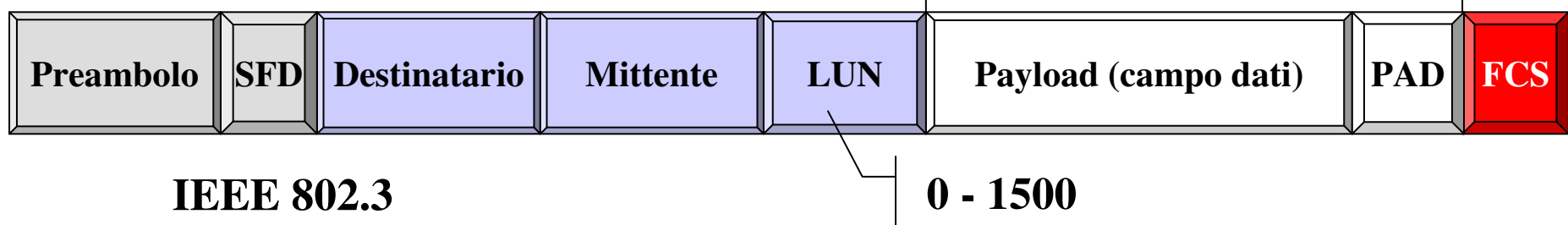
Tipi di pacchetto

- Coesistenza nelle reti di pacchetti formato Ethernet Ver. 2.0 e IEEE 802.3
 - protocolli più datati adottano pacchetti Ethernet 2.0
 - protocolli più recenti adottano pacchetti IEEE 802.3

Ethernet v2.0



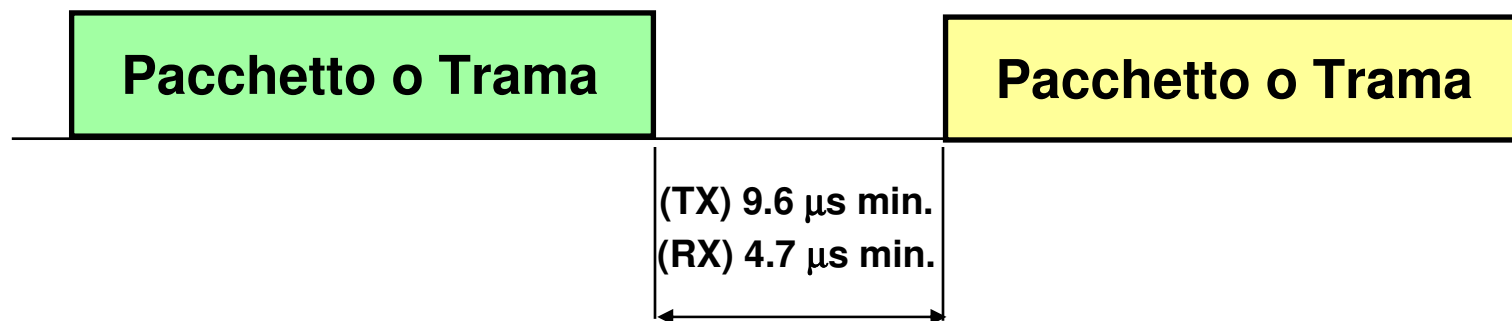
IEEE 802.3



FCS: Frame Check Sequence PAD: Padding
 LUN: lunghezza SFD: Starting Frame Delimiter

La separazione delle trame

- In trasmissione si deve garantire un IPG/IFS minimo di $9.6\mu\text{s}$
- Il ricevente per distinguere 2 pacchetti consecutivi necessita di un IPG/IFS minimo di $4.7\mu\text{s}$



IPG (Inter Packet Gap - termine Ethernet v 2.0)

IFS (Inter Frame Spacing - termine 802.3)

Ethernet: standard di livello fisico

- IEEE 802.3 stabilisce stabilisce 7 standard a livello fisico:
 - 10BASE5: usa il coassiale di tipo thick
 - 10BASE2: usa il coassiale di tipo thin
 - 10BASE-T: usa il doppino
 - FOIRL: usa la fibra ottica per connettere i repeater
 - 10BASE-FL: è un'evoluzione del FOIRL per connettere repeater o stazioni
 - 10BASE-FB: è uno standard in fibra ottica con caratteristiche di fault tolerance
 - 10BASE-FP: è uno standard che fa uso di stelle ottiche passive
- Oggi si utilizzano solo gli standard 10BASE-T e raramente 10BASE-FL

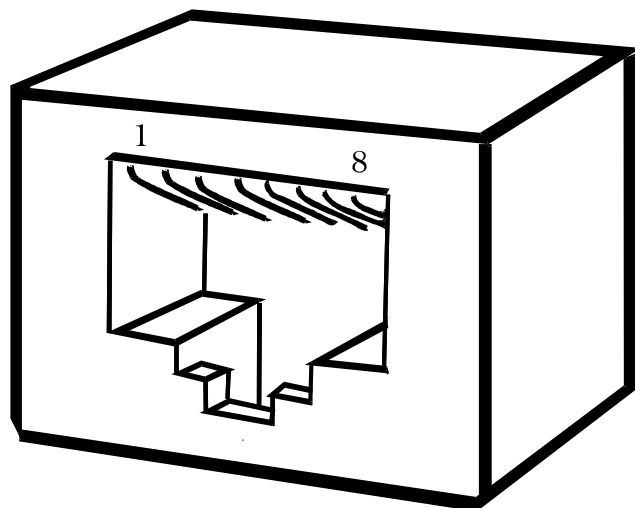
10BASE-T

- Standard per IEEE 802.3 su doppino UTP (Unshielded Twisted Pair)
- Caratteristiche:
 - concepito per applicazioni d'ufficio
 - utilizzo di UTP a basso costo
 - facilità di connettorizzazione (RJ45)
- Standard di tipo link (punto a punto):
 - richiede l'adozione di repeater per collegare le stazioni
 - la connessione tra repeater e stazione è fatta usando due doppini (due coppie):
 - TX stazione - RX repeater
 - RX stazione - TX repeater

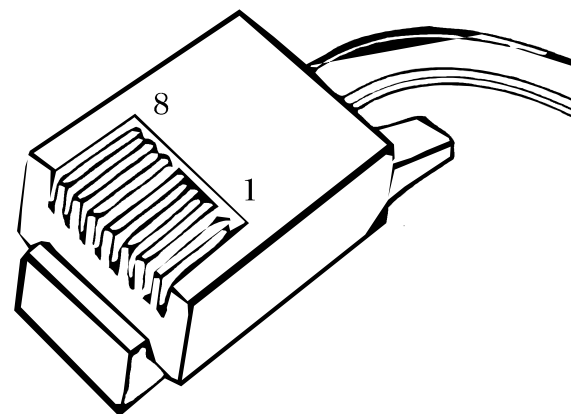
10BASE-T

- Concepito per adattare IEEE 802.3 a cablaggi strutturati:
 - TIA/EIA 568A
 - ISO/IEC 11801
 - EN-50173
- Cavo UTP 100 Ω
 - costo del cavo minore di 500 lire/metro
- Lunghezza massima consigliata 100 m
 - 90 m di cablaggio strutturato
 - 10 m di cavetti di patch

Connettori per 10BASE-T



Presca Femmina da parete

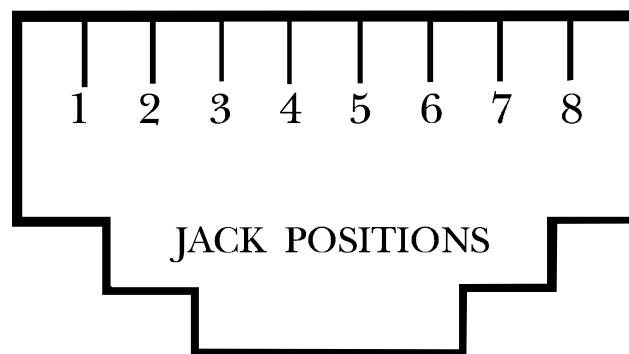


Spinotto (plug) maschio volante

Connettori RJ45 a otto fili

RJ45: assegnazione delle coppie

- TD+ (pin 1)
- TD- (pin 2)
- RD+ (pin 3)
- Non Utilizzato
- Non Utilizzato
- RD- (pin 6)
- Non Utilizzato
- Non utilizzato



Vista frontale del connettore

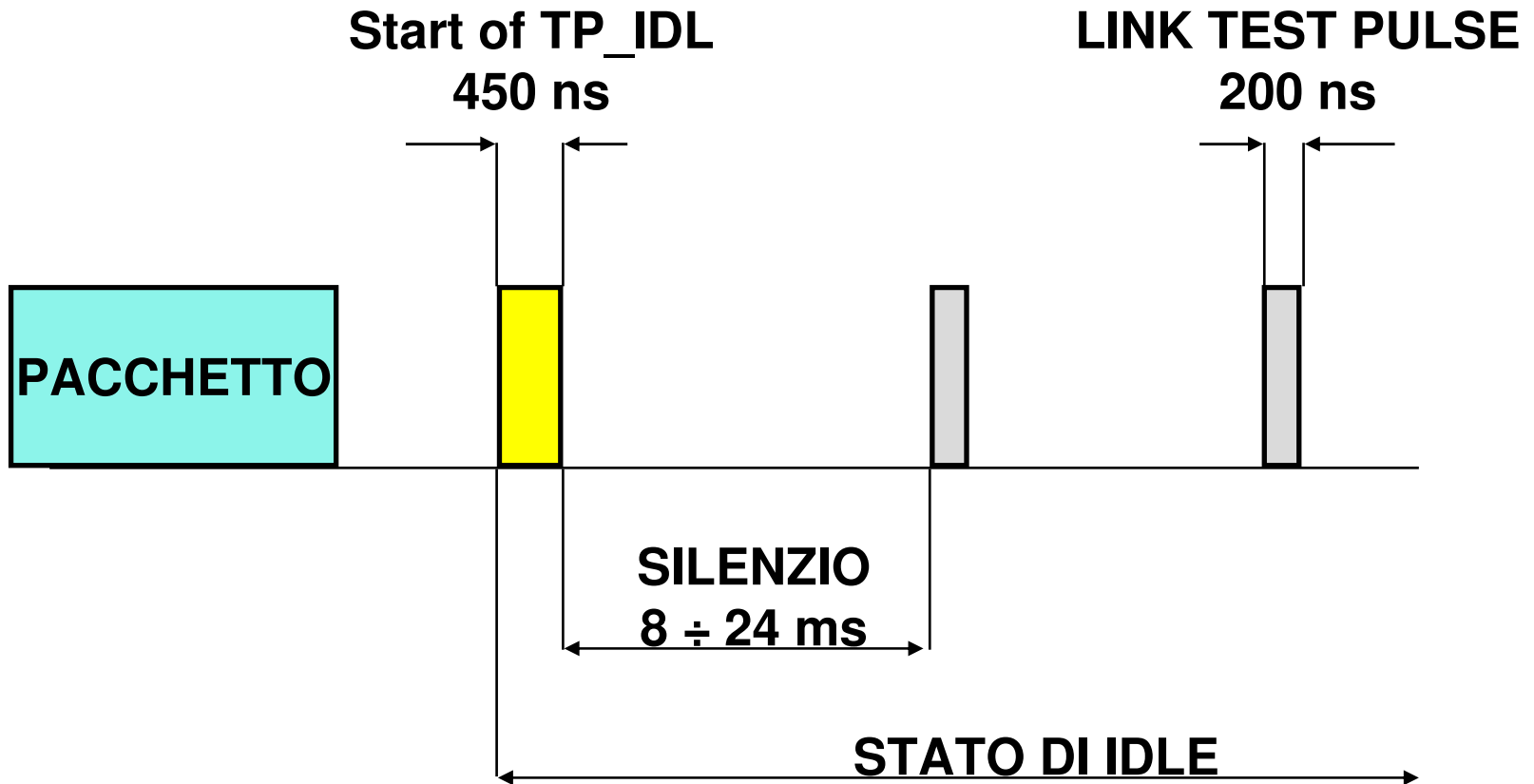
10BASE-T: Funzionalità

- Funzione di Trasmissione:
 - trasferisce i dati dal DTE alla coppia TX
 - se non vi è nulla da trasmettere, trasmette sulla coppia TX un segnale di idle (TP_IDL)
- Funzione di Ricezione:
 - trasferisce i dati dalla coppia RX al DTE
- Funzione di Loopback:
 - il MAU invia al DTE i dati trasmessi sulla coppia TX
- Funzione di Rilevazione delle collisioni:
 - il MAU rileva una collisione quando riceve simultaneamente dati dalla coppia RX e dal DTE

10BASE-T: Funzionalità

- Funzione di SQE Test:
 - serve a collaudare periodicamente il circuito del MAU che rileva le collisioni
- Funzione di Jabber:
 - interrompe trasmissioni di trame che eccedano la lunghezza massima consentita
- Funzione di Link Integrity Test:
 - verifica che il MAU stia trasmettendo o ricevendo trame oppure ricevendo il segnale di idle
 - in caso contrario entra in uno stato di "Link Test Fail"

Link Integrity Test: 10BASET e 10BASE-FL



Standard su fibra ottica

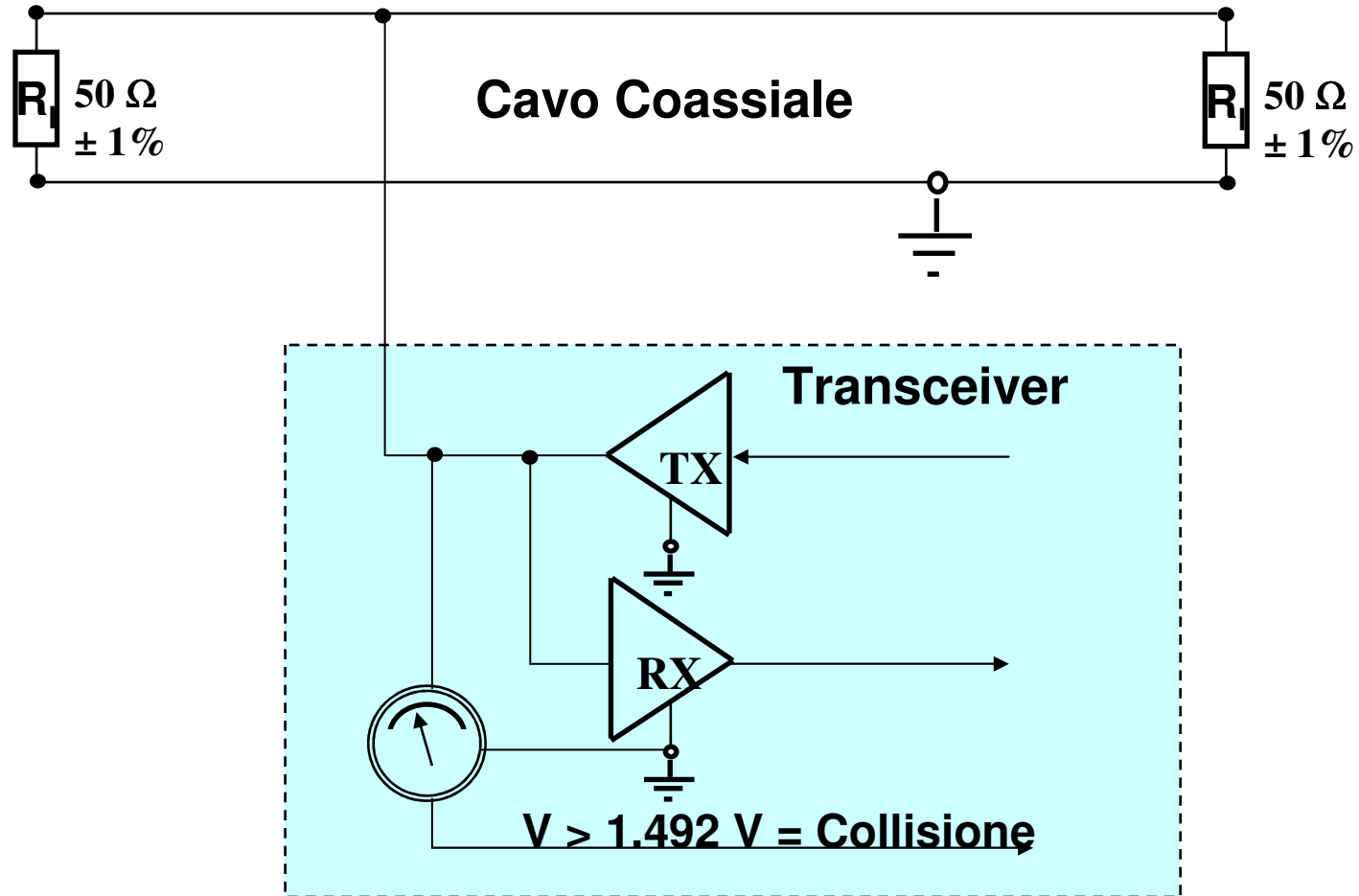
- Le fibre ottiche richieste da IEEE 802.3 per FOIRL, 10BASE-FL, 10BASE-FB, 10BASE-FP devono avere le seguenti caratteristiche:
 - multimodali 50/125 e 62.5/125 terminate su connettori ST
 - multimodale 100/140 terminata su connettori F-SMA (utilizzata solo per FOIRL)
 - trasmissione in prima finestra (850 nm)
 - la banda passante minima richiesta è di 160 MHz·Km

10BASE-FL

- Lo standard 10BASE-FL è una miglioria del FOIRL ed è compatibile con esso:
 - implementa le funzionalità aggiuntive di
 - Link Integrity Test
 - Jabber
 - lunghezza massima del link 2000 m
 - calcolo del power budget

1.5 dB	perdita 2 connettori ST
8 dB	attenuazione 2 Km di fibra ottica
1 dB	margin
10.5 dB	power budget

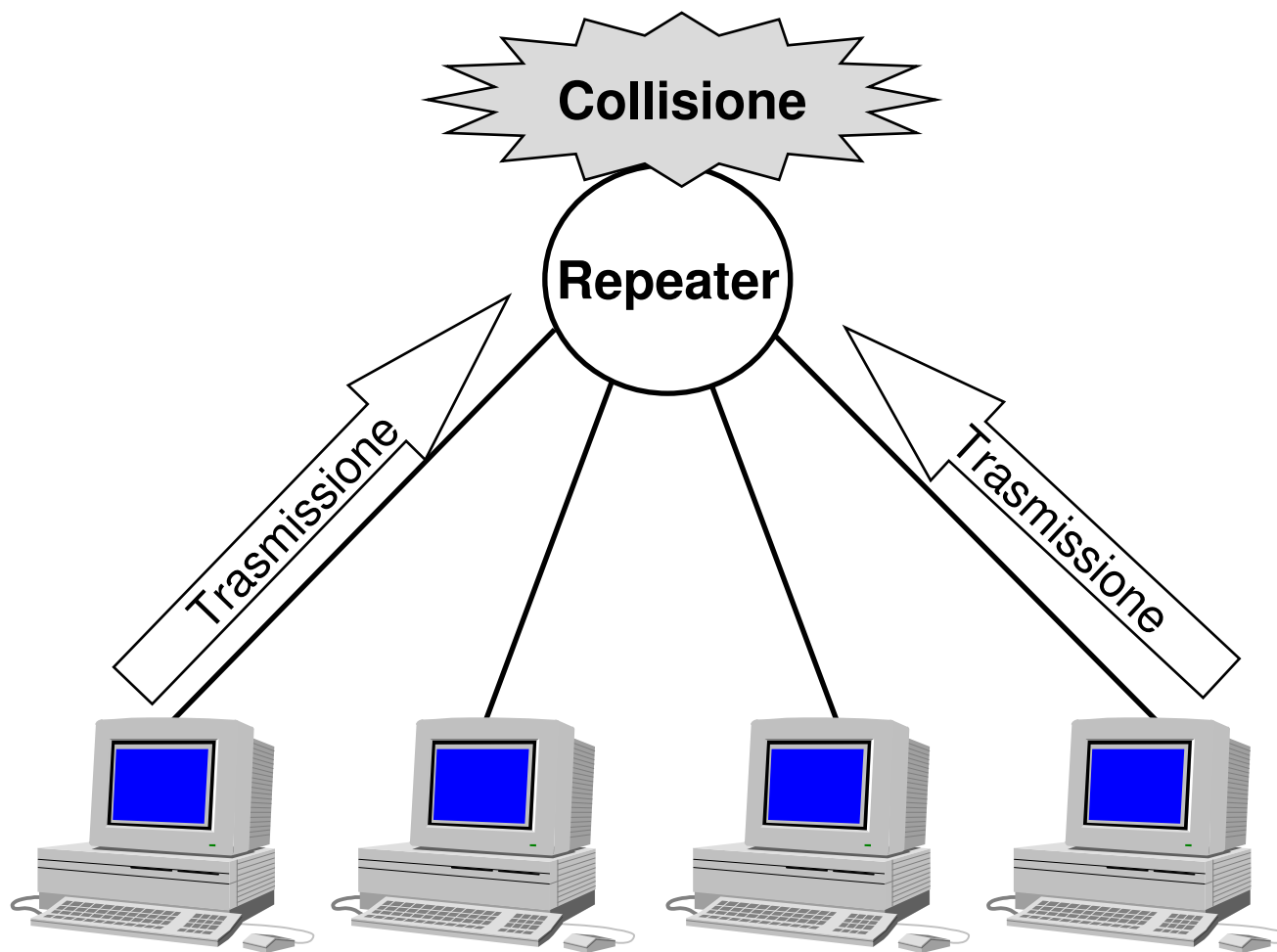
Rilevamento della collisione su coax



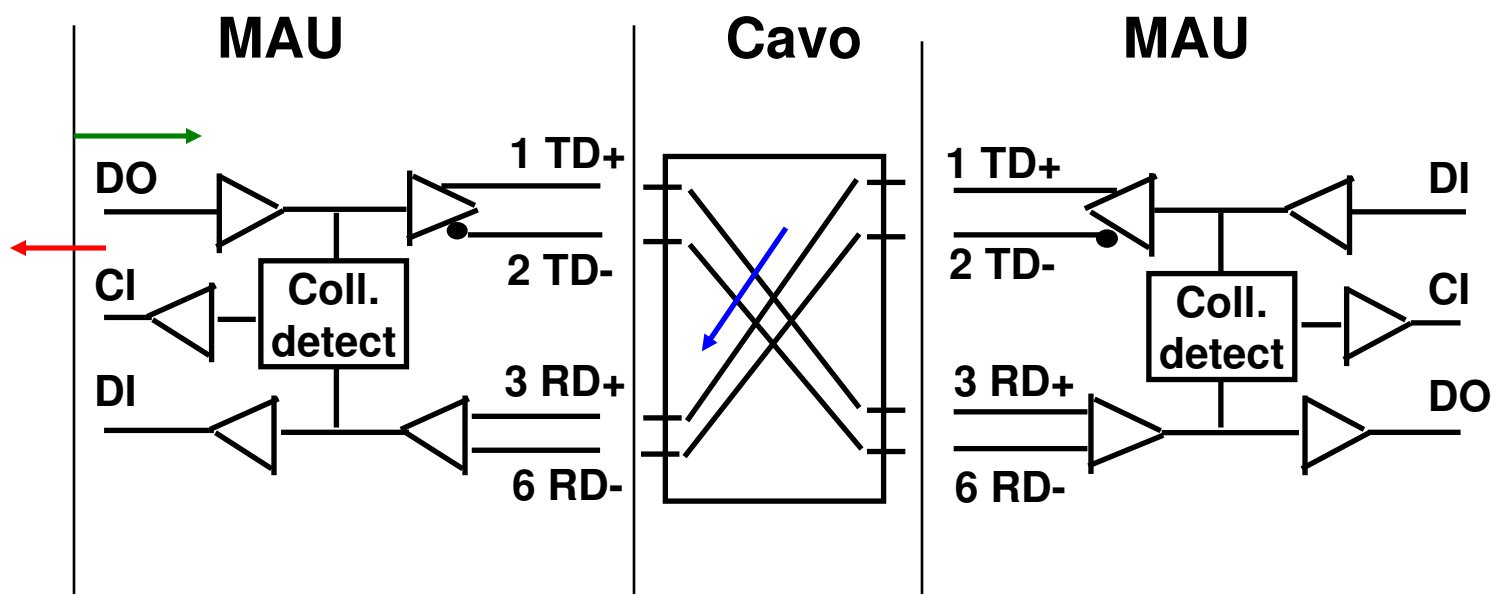
Collisione su 10BASE-T e coax

- La collisione non si verifica sul doppino in quanto è intrinsecamente full-duplex
- Nel caso 10BASE-T la collisione avviene solo dentro il repeater che è il vero elemento di condivisione della banda trasmissiva
 - quando su due o più segmenti c'è trasmissione di dati all'interno del repeater si verifica la reale collisione
- Nel caso coax si può verificare sia sul cavo, sia nel repeater

Collisione nel repeater



10baseT: Crossover Function e Collision detection sul MAU



La funzione di crossover può essere implementata automaticamente nel MAU

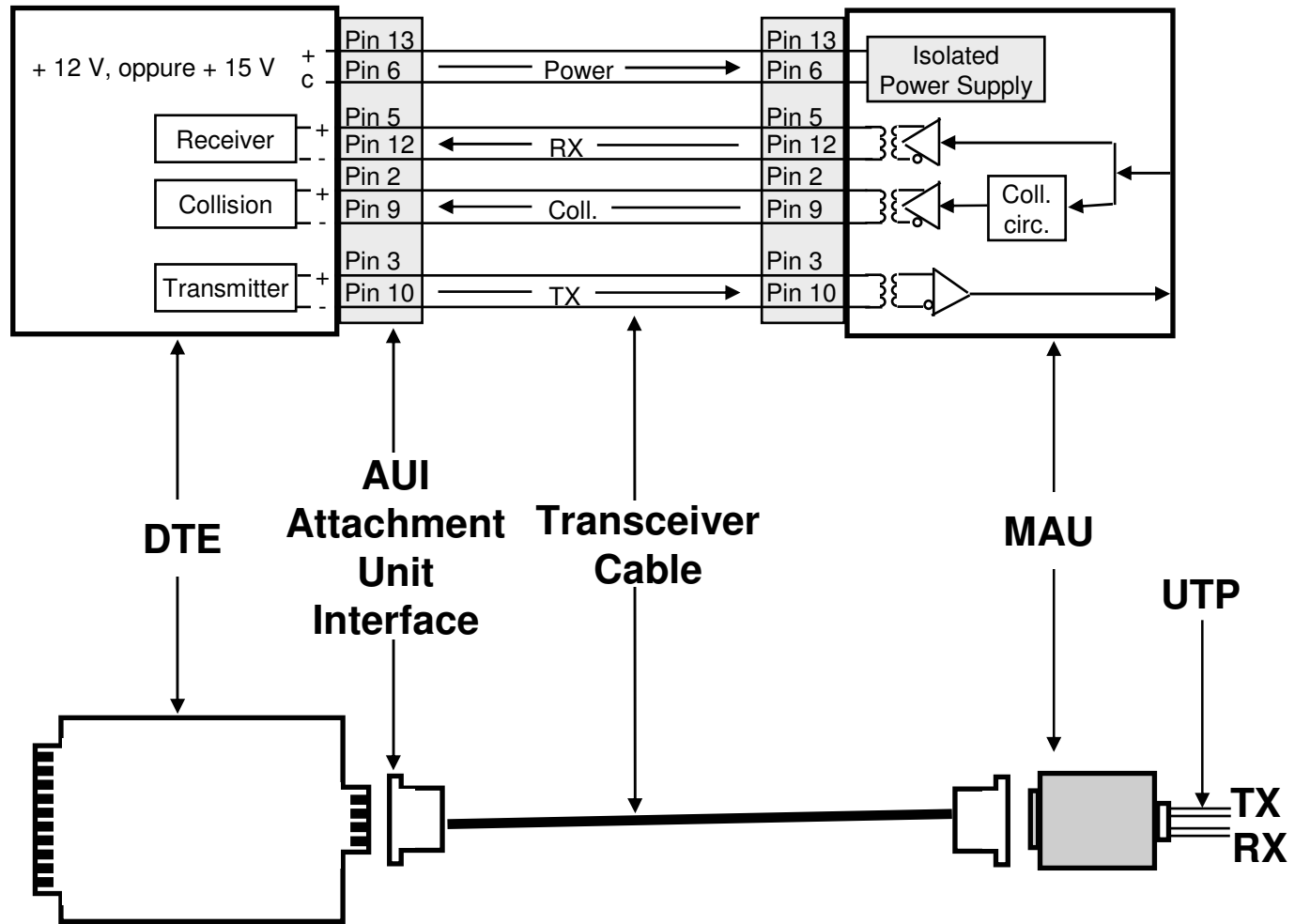
MAU: Medium Attachment Unit (Transceiver)

DO = Data Output DI = Data Input CI = Collision Input

Connessione DTE - MAU

- Il MAU deve inviare, alla fine della trasmissione di un pacchetto, un segnale al DTE sui fili della rilevazione delle collisioni:
 - tale segnale serve a collaudare i circuiti di rilevazione delle collisioni
 - può essere indicato con i nomi:
 - CPT (Collision Presence Test - termine Ethernet V 2.0)
 - SQE Test (Signal Quality Error Test - termine 802.3).
- Tale funzionalità:
 - è importante per il corretto funzionamento della rete
 - può essere disabilitata
 - non deve essere disabilitata in modo sistematico

Connessioni Hardware

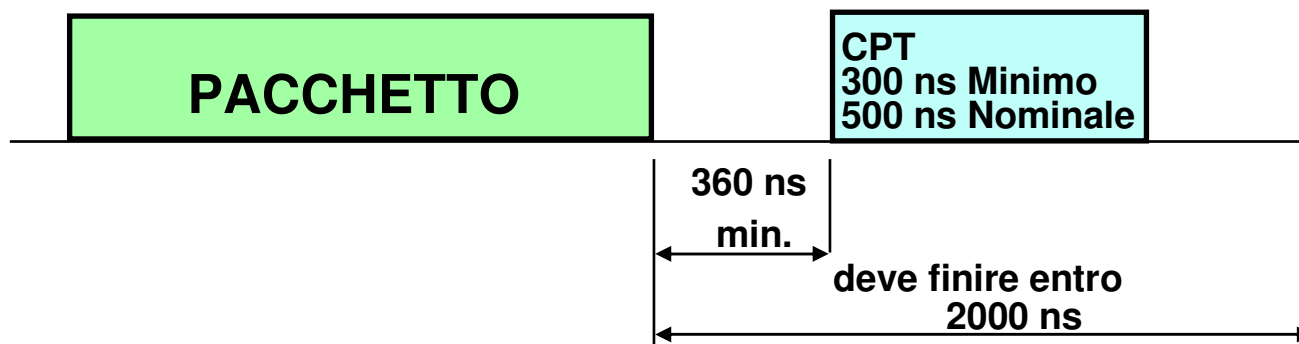


SQE-Test

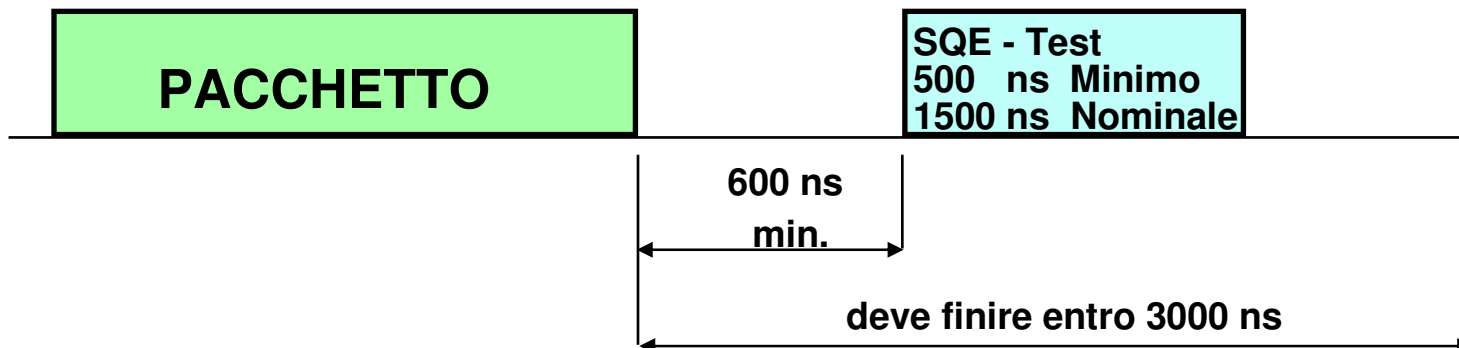
- SQE-Test deve essere :
 - abilitato sul transceiver se esso è connesso ad un controller (interfaccia di una CPU, bridge, router, terminal server, gateway)
 - disabilitato sul transceiver se esso è connesso ad un repeater IEEE 802.3 (alcuni vecchi repeater ethernet lo richiedevano abilitato)
- Possibili incompatibilità possono verificarsi per differenze di tempistica del segnale tra:
 - transceivers Ethernet V 2.0 connessi a controller 802.3
 - transceivers 802.3 connessi a controller Ethernet V2.0
 - si possono verificare delle false collisioni:
 - aggiornare l'hardware a IEEE 802.3
 - qualora non possibile, disabilitare lo SQE-Test

Tempistiche CPT e SQE

Ethernet v2.0



IEEE 802.3

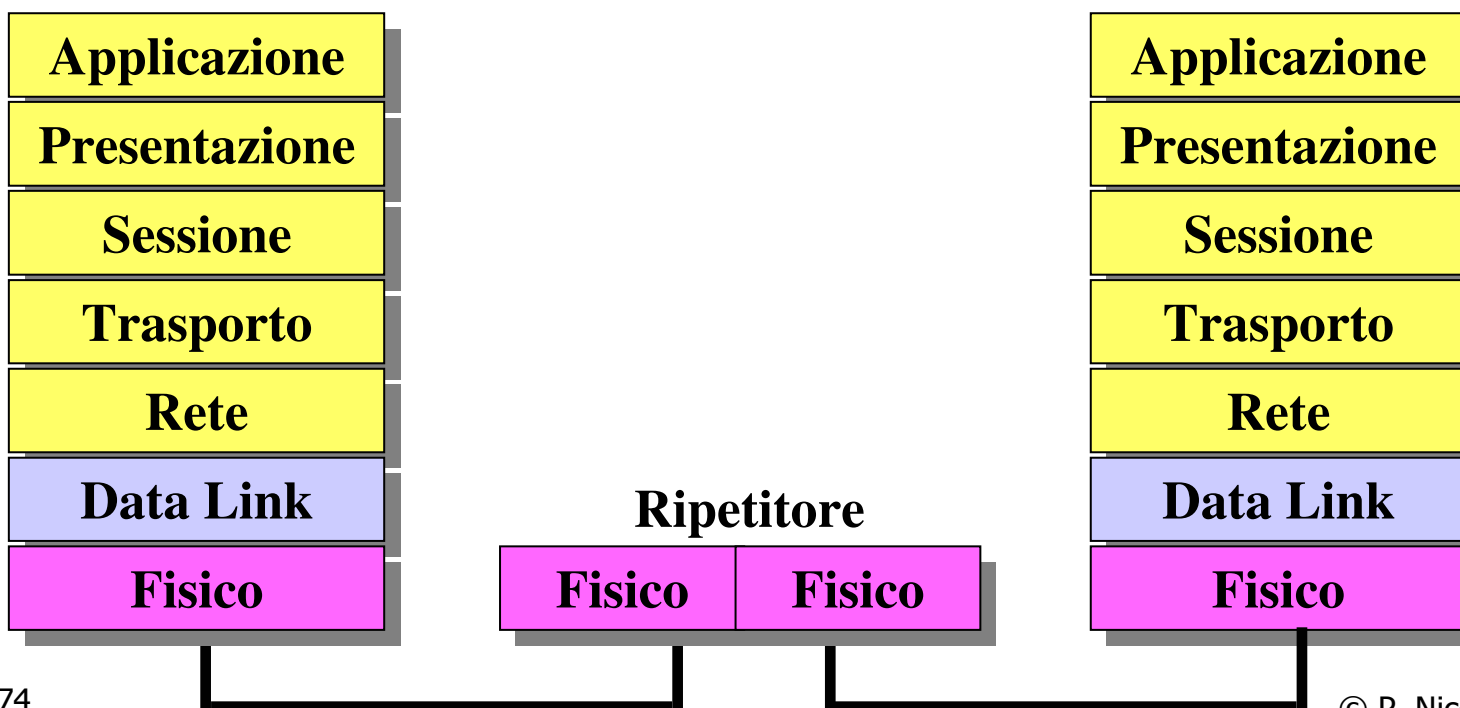


Tipi di Segmento

- Esistono quindi due tipi di segmenti:
 - Mixing Segment in grado di connettere più di 2 transceiver (connessione di tipo punto-multipunto):
 - 10base5
 - 10base2
 - 10baseFP
 - Link Segment in grado di connettere unicamente 2 transceiver (connessione di tipo punto-punto):
 - 10baseT
 - FOIRL
 - 10baseFL
 - 10baseFB

Il ripetitore o hub

- Serve per ripetere e rigenerare una sequenza di bit ricevuti da una porta sulle altre porte.
- Assume il nome di:
 - repeater quando è costituito da 2 porte;
 - multiport repeater quando è costituito da più di 2 porte.



Repeater: funzionalità

- Signal Amplification
- Signal Symmetry
- Signal Retiming
- Carrier Sense and Data Repeat
- Preamble Insertion (non presente in Ethernet V 2.0)
 - non "taglia" il preambolo come in Ethernet V 2.0
 - tende a ridurre l'interpacket gap (IPG)
- Fragment Extension (min 96 bit)
- Collision Detection and Jam Generation
- Test functions

Repeater: limiti

- Un repeater IEEE 802.3 introduce un ritardo pari a 14 bit-time ($1.4 \mu\text{s}$)
- Repeater Set
 - insieme costituito da:
 - 1 repeater
 - 2 cavi drop da 50 m
 - 2 transceiver
 - introduce un ritardo pari a 53.28 bit-time ($5.33 \mu\text{s}$)
 - equivale al ritardo introdotto da circa 530 m di cavo

Configurazione: regole semplificate generali

- Si applicano solo in presenza di segmenti:
 - 10BASE-5, 10BASE-2, 10BASE-T, FOIRL, 10BASE-FL
- Tra due stazioni ci possono essere:
 - 5 segmenti
 - 4 repeater-set
 - 2 transceiver e 2 cavi AUI per le due stazioni
- Al massimo 3 segmenti possono essere coax mentre gli altri devono essere link

Regole semplificate per 10BASE-T

- Lunghezza massima del segmento 10BASE-T
 - 100 metri
 - limite imposto dal cablaggio strutturato secondo le normative TIA/EIA 568, ISO/IEC 11801, EN-50173
- Ammessi 5 repeater in cascata
 - 6 segmenti 10BASE-T in cascata

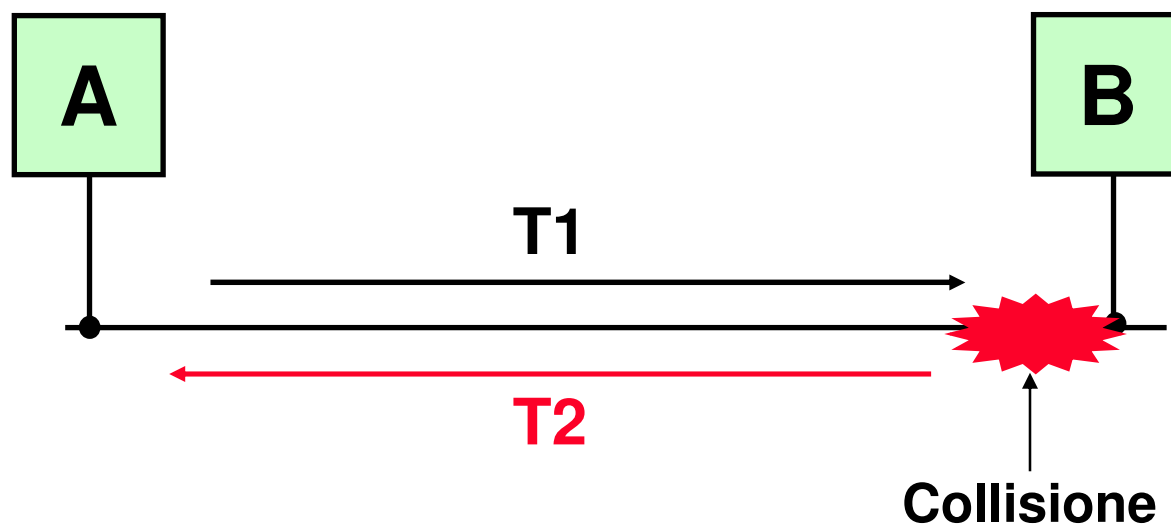
Collision Window

- È una finestra di 512 bit-time (51.2 μ s)
 - dimensioni pari a quelle del pacchetto più corto
 - 64 ottetti, cioè 512 bit
 - viene aperta immediatamente dopo la trasmissione dello SFD
- Per garantire la funzionalità del CSMA/CD:
 - la stazione trasmittente deve rilevare la collisione mentre sta ancora trasmettendo

56 bit	preambolo
8 bit	Start Frame Delimiter
511 bit	(collision window - 1)
575 bit	Max. Round Trip Delay

PDV: Path Delay Value

- PDV corrisponde al tempo utile in cui è possibile rilevare una collisione ($T1 + T2$ della figura)
- $PDV \leq 570 \text{ bit-time}$ ($57 \mu\text{s}$ a 10 Mb/s)
 - Max. Round trip Delay
 - meno 5 bit-time di margine di sicurezza

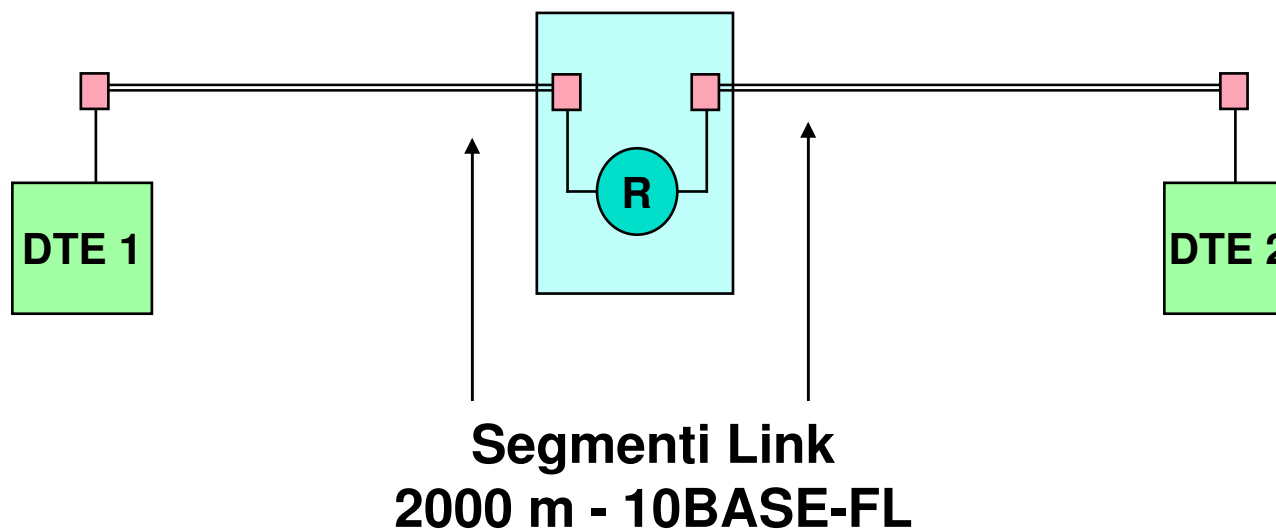


PVV: Path Variability Value

- E' l'entità massima ammessa, lungo tutto il percorso, che tende a ridurre l'Inter Frame Spacing per effetto della variabilità con cui la porta di un repeater si sincronizza sul preambolo
 - tale somma deve essere inferiore a **49 bit-time**
 - limita il numero di ripetitori

Massima estensione di una rete 802.3 a 10 Mb/s

- La seguente configurazione è valida solo con le regole estese:
 - l'estensione massima può raggiungere i 4000 m
 - PDV 568.75 bit time, PVV 10.5 bit time



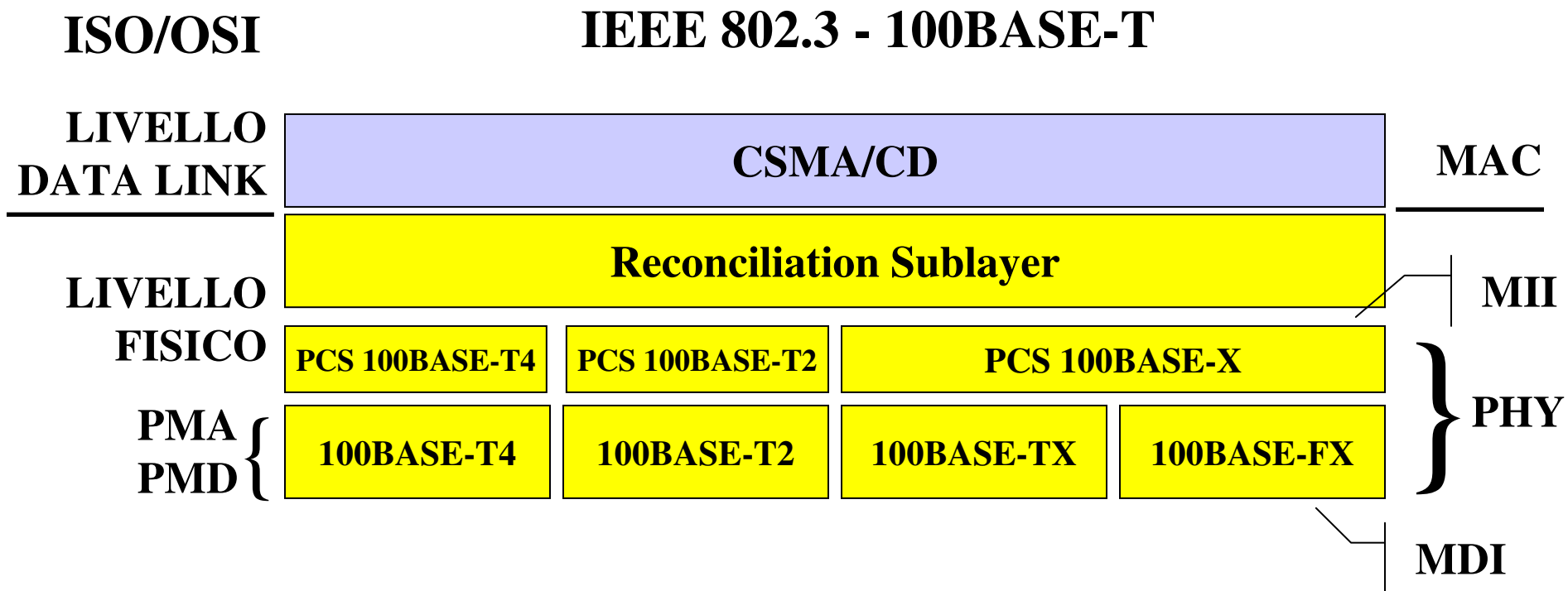
Fast Ethernet - IEEE 802.3u

- IEEE 802.3u è detto anche 100BASE-T
 - Evoluzione di Ethernet 802.3 10BASE-T e 10BASE-F
- Quattro sotto-standard per diversi mezzi fisici:
 - 100BASE-T4 (doppino cat 3, su 4 coppie) ←
 - 100BASE-T2 (doppino cat 3, su 2 coppie) ←
 - 100BASE-TX (doppino cat 5, su 2 coppie) } 100BASE-X
 - 100BASE-FX (fibra ottica) }
- Mantiene l'algoritmo CSMA/CD di 802.3
- Mantiene il formato del pacchetto di 802.3
- Velocità 100 Mb/s

Praticamente
inutilizzati

100BASE-X

Modello architetturale 802.3u



MDI: Medium Dependent Interface	PHY: Physical Layer Device
MII: Medium Independent Interface	PMA: Physical Medium Attachment
PCS: Physical Coding Sublayer	PMD: Physical Medium Dependent

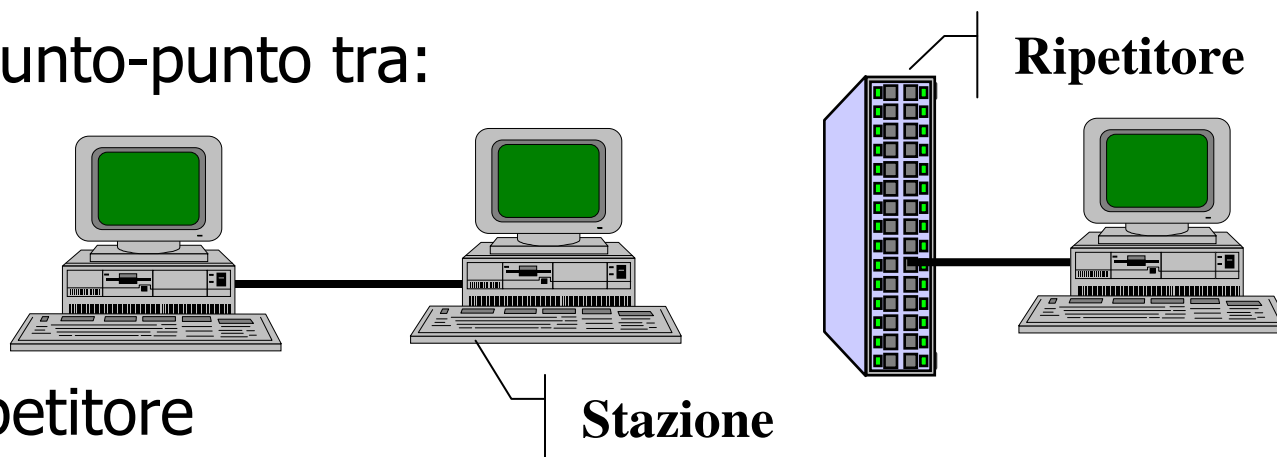
Limiti sulla dimensione della rete

- Velocità dieci volte superiore
 - Data Rate 100Mb/s
 - Bit time 10ns
 - Interpacket gap 0.96 μ s
 - Slot time 512 bit (5.12 μ s)
- Distanze dieci volte inferiori (200 m + 5 m)
 - Sufficienti per il cablaggio a stella (attorno ad un HUB) di una rete di 100 m di raggio (200m di diametro)

Livello fisico

Collegamenti punto-punto tra:

- stazioni
- bridge
- switch
- stazione e ripetitore

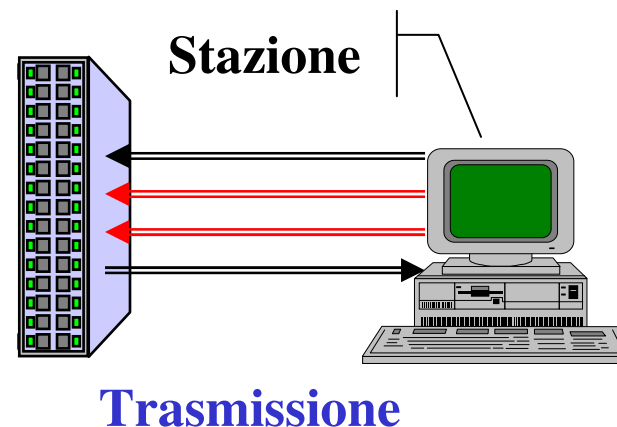
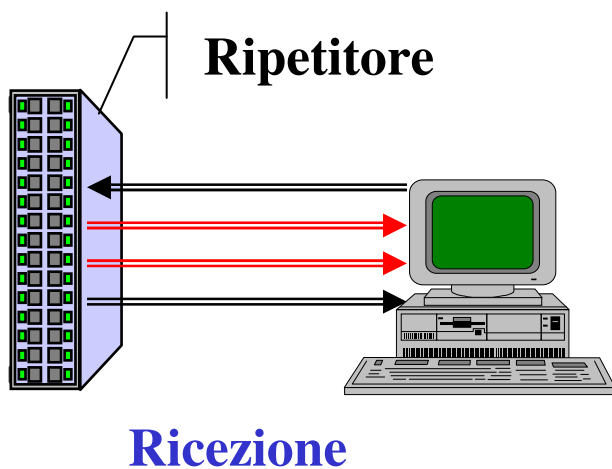


Standard	Mezzo fisico	Utilizzo	Lunghezza massima	Codifica
100BASE-T4	Doppino attorciliato non schermato cat 3 o superiore	4 coppie	100 m	8B6T
100BASE-T2	Doppino attorciliato non schermato cat 3 o superiore	2 coppie	100 m	PAM5x5
100BASE-TX	Doppino attorciliato non schermato cat 5 o schermato	2 coppie	100 m	FDDI: 4B5B
100BASE-FX	Fibra ottica multimodale (62.5/125 μm)	2 fibre	400 m – HD 2000 m - FD	FDDI: 4B5B

100BASE-T4

Utilizzo delle 4 coppie

- 1 per trasmissione
- 1 per ricezione
- 2 per trasmissione o ricezione



100BASE-X

Limiti fisici sulle dimensioni della rete

- 100BASE-X identifica funzioni e specifiche comuni a 100BASE-TX e 100BASE-FX
- Derivato del livello fisico di FDDI (ISO/IEC 9314)
- 100BASE-TX utilizza UTP o STP (Shielded Twisted Pair)
 - Lunghezza massima di tratta: 100 m
 - Diametro massimo della rete 205 m con 2 ripetitori
- 100BASE-FX utilizza fibra ottica
 - Lunghezza massima di tratta: 400 m
 - Limite derivante dal CSMA/CD
 - Diametro massimo della rete 300 m con 1 ripetitore

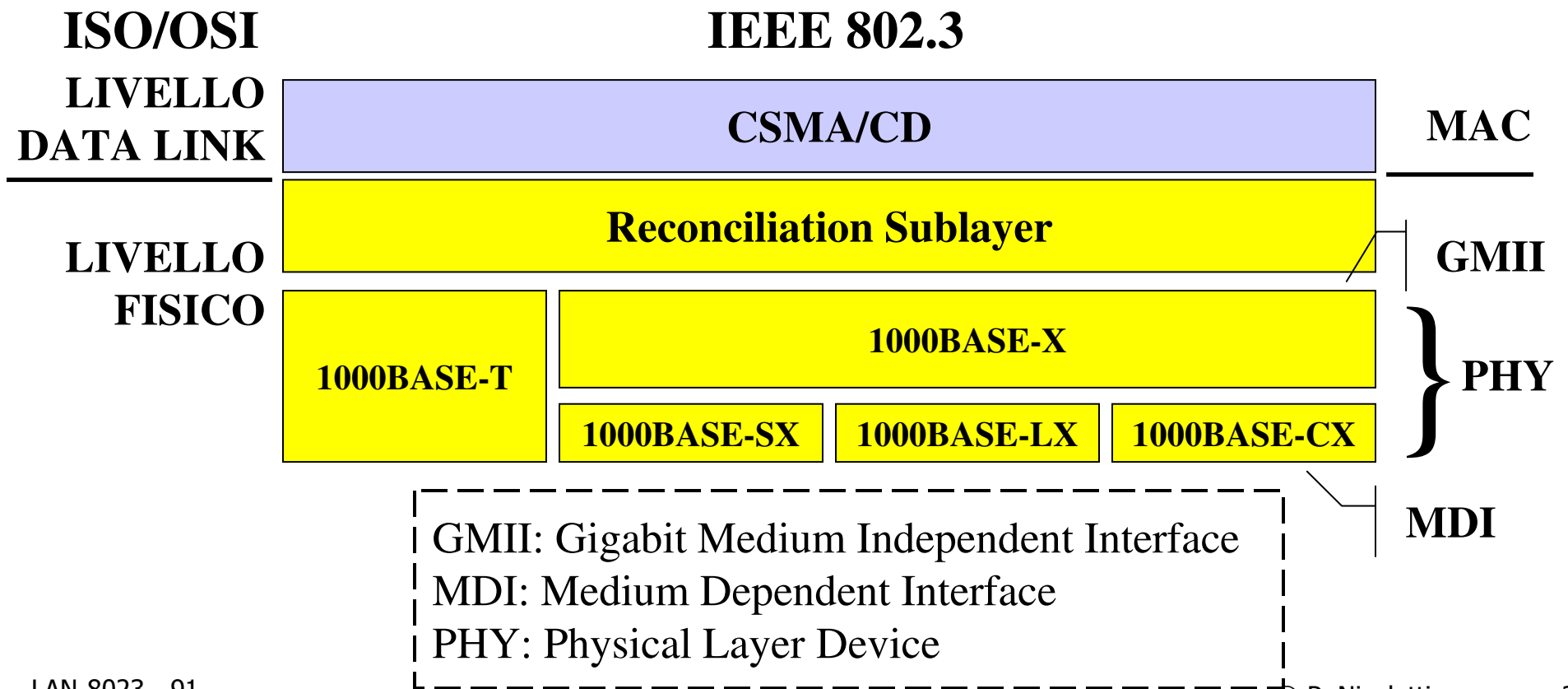
Autonegoziamento

- Possibilità di negoziare:
 - velocità (solo su rame)
 - modalità half/full duplex (su rame e fibra)
- Sequenza di negoziazione:
 - 1 Gb/s full-duplex
 - 1 Gb/s half-duplex
 - 100 Mb/s full-duplex
 - 100 Mb/s half-duplex
 - 10 Mb/s full-duplex
 - 10 Mb/s half-duplex

Gigabit Ethernet

IEEE 802.3z e IEEE 802.3ab

- Estensione del protocollo di accesso al mezzo (MAC)
- Serie di protocolli di livello fisico
- GMII (Gigabit Media Independent Interface) tra essi



Nuovi meccanismi

■ *Carrier extension*

- Aumenta il tempo minimo di trasmissione di un pacchetto
- Preambolo + dati + *extension bit* = 4096 bit
- Tempo massimo per rilevare una collisione 4.1 μ s
 - Dimensioni dell'ordine di Fast Ethernet (tempo di rilevamento 5.1 μ s)

■ *Burst mode*

- La stazione non rilascia il controllo del mezzo alla fine della trasmissione di un pacchetto
- Trasmissione di extension bit durante l'Inter Frame Gap
- Massima trasmissione continua: 64 Kbit

Modalità di funzionamento

- Si prevede una modalità condivisa basata su ripetitori
 - Non utilizzata
 - Non si conoscono prodotti commerciali
- Normalmente utilizzo in modalità full duplex
 - No carrier extension
 - Non ci sono collisioni
 - No burst mode
 - Non c'è contesa

Gigabit Ethernet

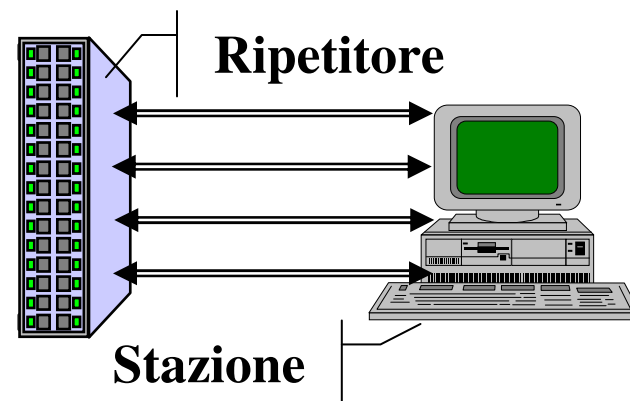
Livello fisico

MMF = Multi Mode Fiber (Fibra ottica multimodale)
SMF = Single Mode Fiber (Fibra ottica monomodale)

Standard	Mezzo fisico (banda passante per lunghezza)	Utilizzo	Max lung.	Codifica
1000BASE-SX	MMF 50/125 μm (400 MHz * Km a 850nm)	2 fibre	500 m	FC: 8B10B
	MMF 50/125 μm (500 MHz * Km a 850nm)		550 m	
	MMF 62.5/125 μm (160 MHz * Km a 850nm)		220 m	
	MMF 62.5/125 μm (200 MHz * Km a 850nm)		275 m	
1000BASE-LX	MMF 50/125 μm (400/500 MHz * Km a 1300nm)	2 fibre	550 m	FC: 8B10B
	MMF 62.5/125 μm (500 MHz * Km a 1300nm)		550 m	
	SMF 10/125 μm		5000 m	
1000BASE-CX	Doppino attorcigliato schermato bilanciato (jumper cable) 150 Ω	2 coppie	25 m	FC: 8B10B
1000BASE-T	Doppino attorcigliato non schermato bilanciato 100 Ω Cat. 5	4 coppie	100 m	PAM5

1000BASE-T

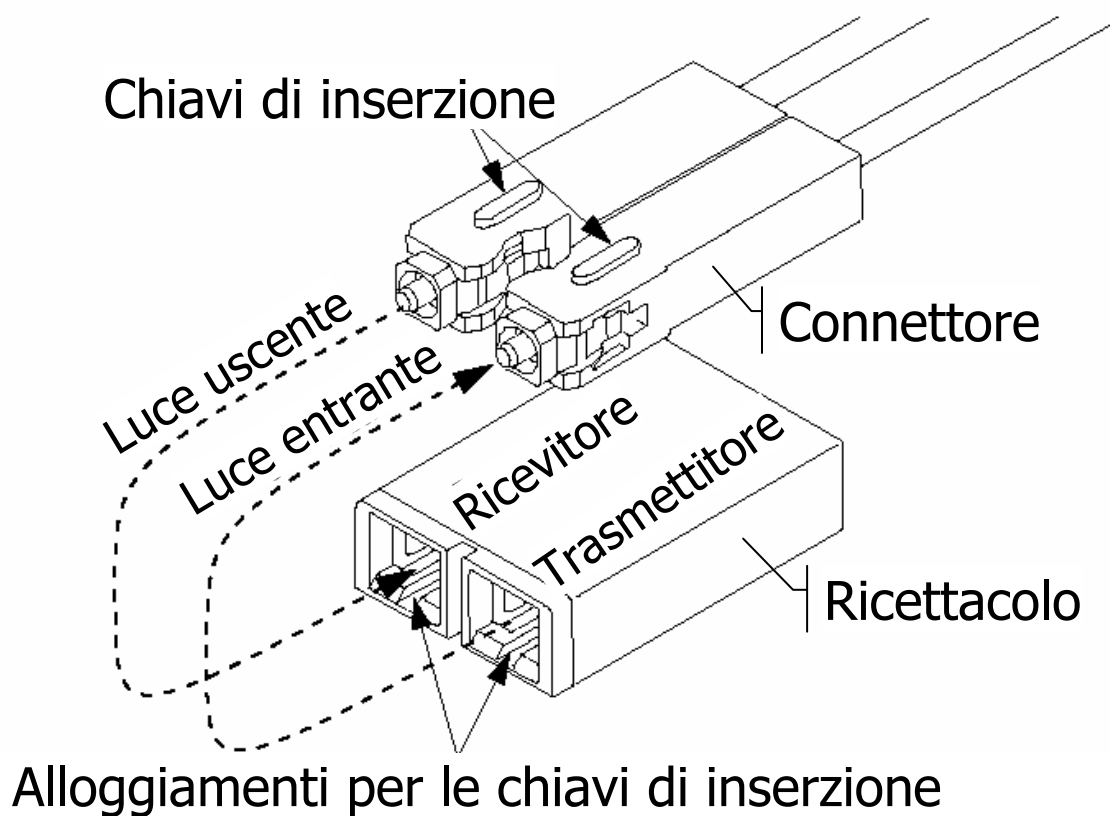
- Trasmissione full-duplex su 4 coppie
 - 250 Mb/s per coppia
 - Trasformatori ibridi (hybrid)
 - Come forchetta telefonica
- Codifica di linea PAM5 (5-level Pulse Amplitude Modulation)
 - 6 simboli binari codificati come quadrupla di simboli quinari
 - Ogni simbolo trasmesso su una coppia
 - 125 Mbaud per coppia
 - Ridondanza utilizzata per codici di controllo
- UTP di cat 5 deve superare collaudi ulteriori oltre a quelli previsti dalle specifiche di cablaggio strutturato antecedenti alla versione dello standard TIA/EIA TSB95



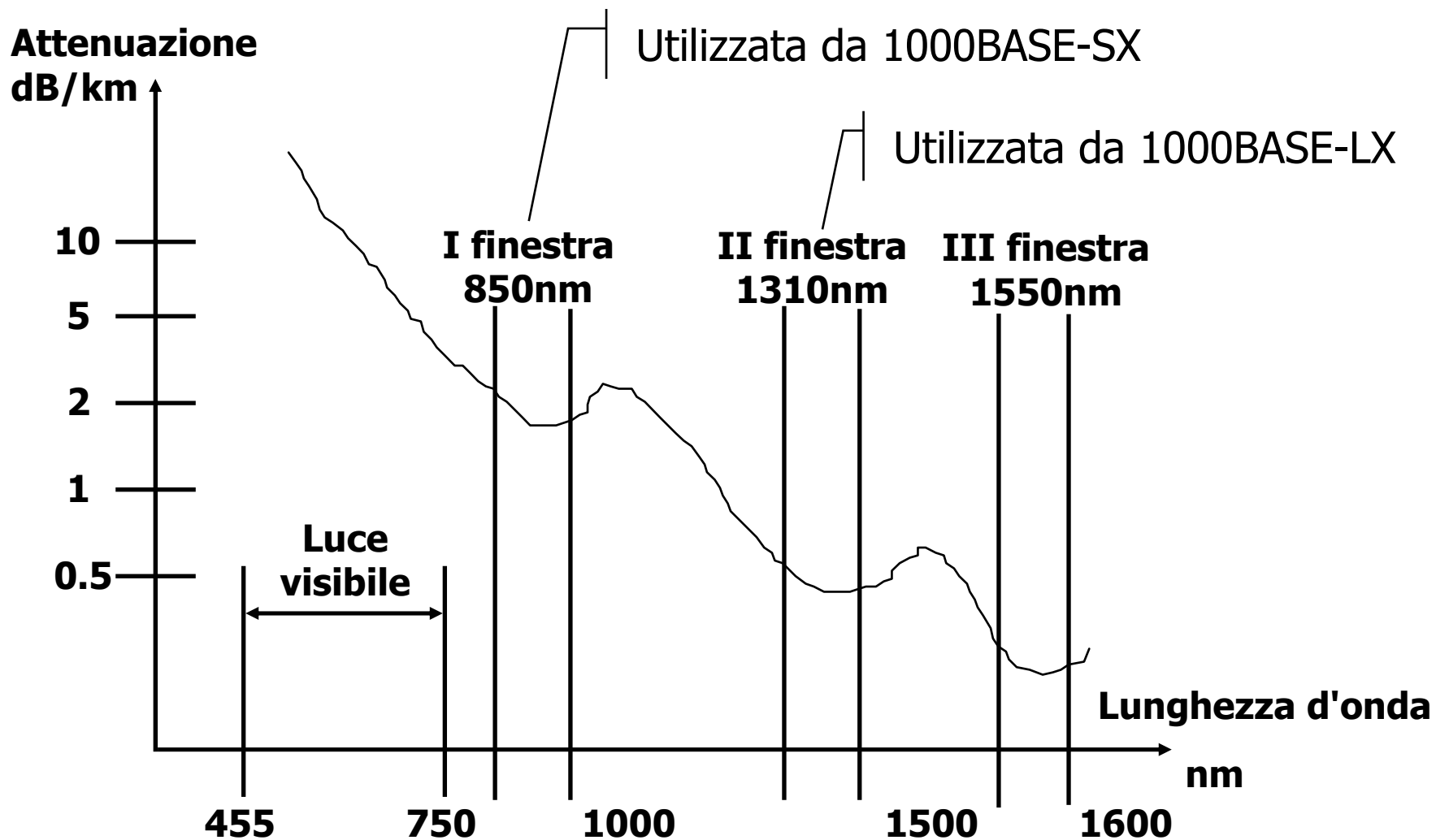
1000BASE-X

- Comprende
 - 1000BASE-CX (copper short range)
 - 1000BASE-SX (short wavelength)
 - 1000BASE-LX (long wavelength)
- Basato sul livello fisico di Fiber Channel (FC)
 - Codifica a blocchi 8B10B
 - Ridondanza: simboli di controllo e transizioni

Connettore e ricettacolo 1000BASE-SX e 1000BASE-LX

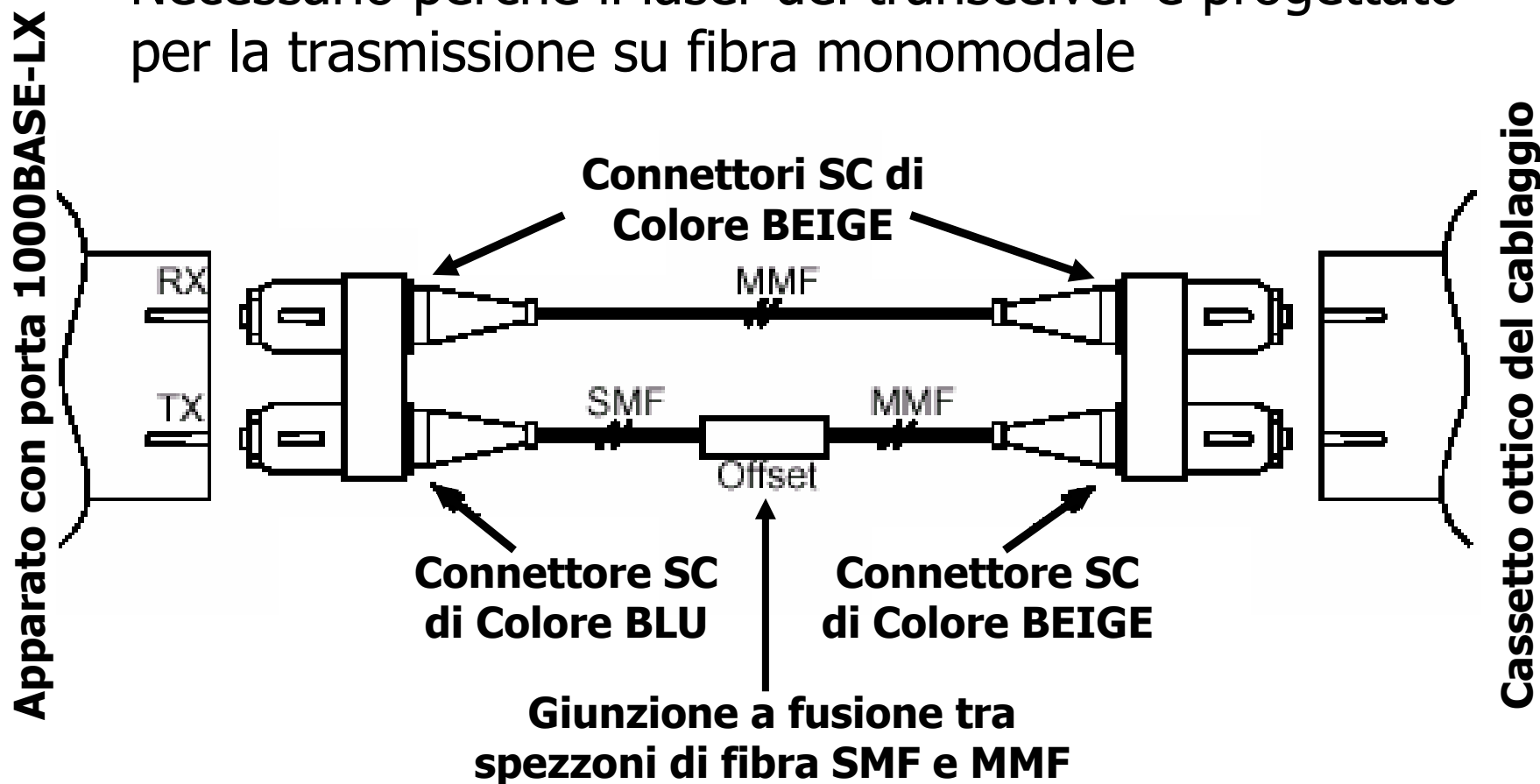


Finestre di attenuazione utilizzate



1000BASE-LX e fibra ottica multimodale: Mode Conditioning Patch Cord

Necessario perchè il laser del transceiver è progettato per la trasmissione su fibra monomodale



MMF = Multi Mode Fiber (Fibra ottica multimodale)

SMF = Single Mode Fiber (Fibra ottica monomodale)

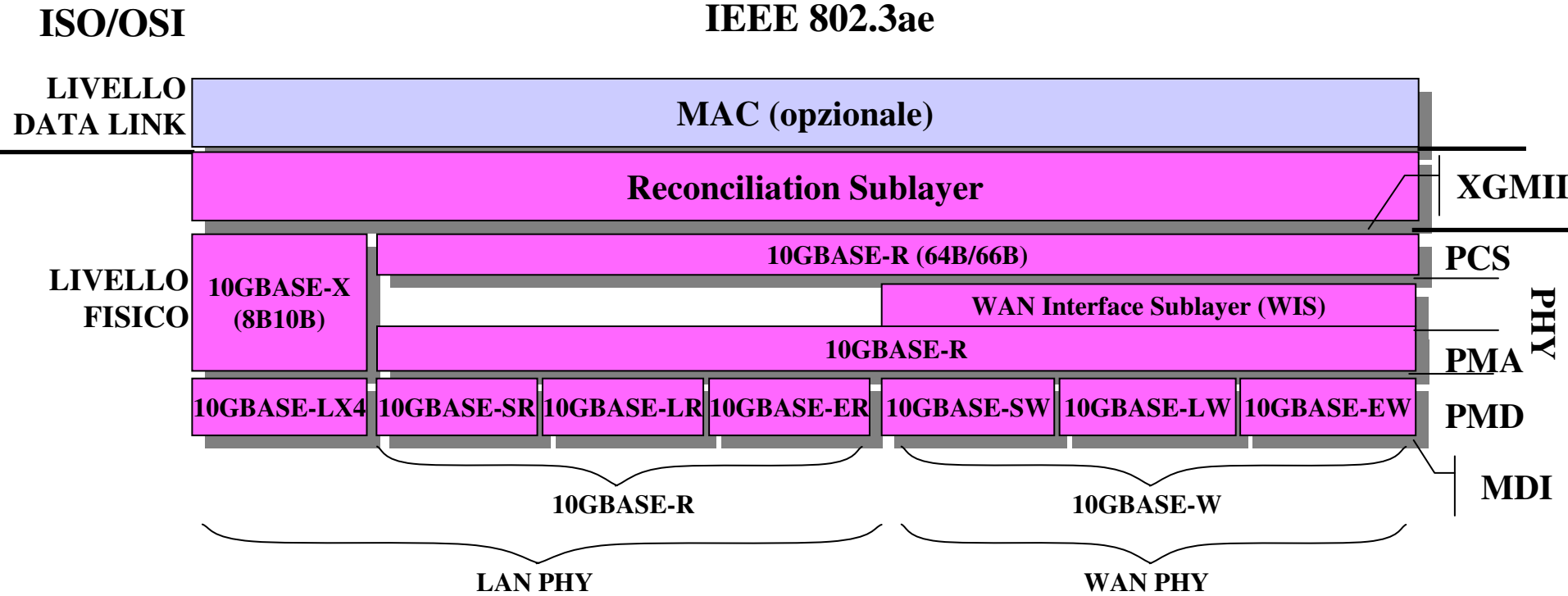
Prodotti commerciali non standard

- Seconda finestra (1310 nm), fibra monomodale: 10 Km
- Terza finestra (1550 nm), fibra monomodale: 100 Km
- Non garantita interoperatività tra apparati di costruttori diversi

10 Gigabit Ethernet - IEEE 802.3ae

- Standard in via di approvazione
- Stesso formato di trama di IEEE 802.3
- Solo modalità full-duplex
 - No ripetitori
 - No CSMA/CD
 - No carrier extension
- Mantenere la buona fama di Ethernet
 - 10x in incremento delle prestazioni
 - 3x in incremento dei costi
- Penetrazione mercato delle reti metropolitane (MAN) e geografiche (WAN)
 - Rapporto prezzo/banda più elevato rispetto a soluzioni tradizionali (SONET/SDH, Frame Relay, ATM)

Modello architetturale

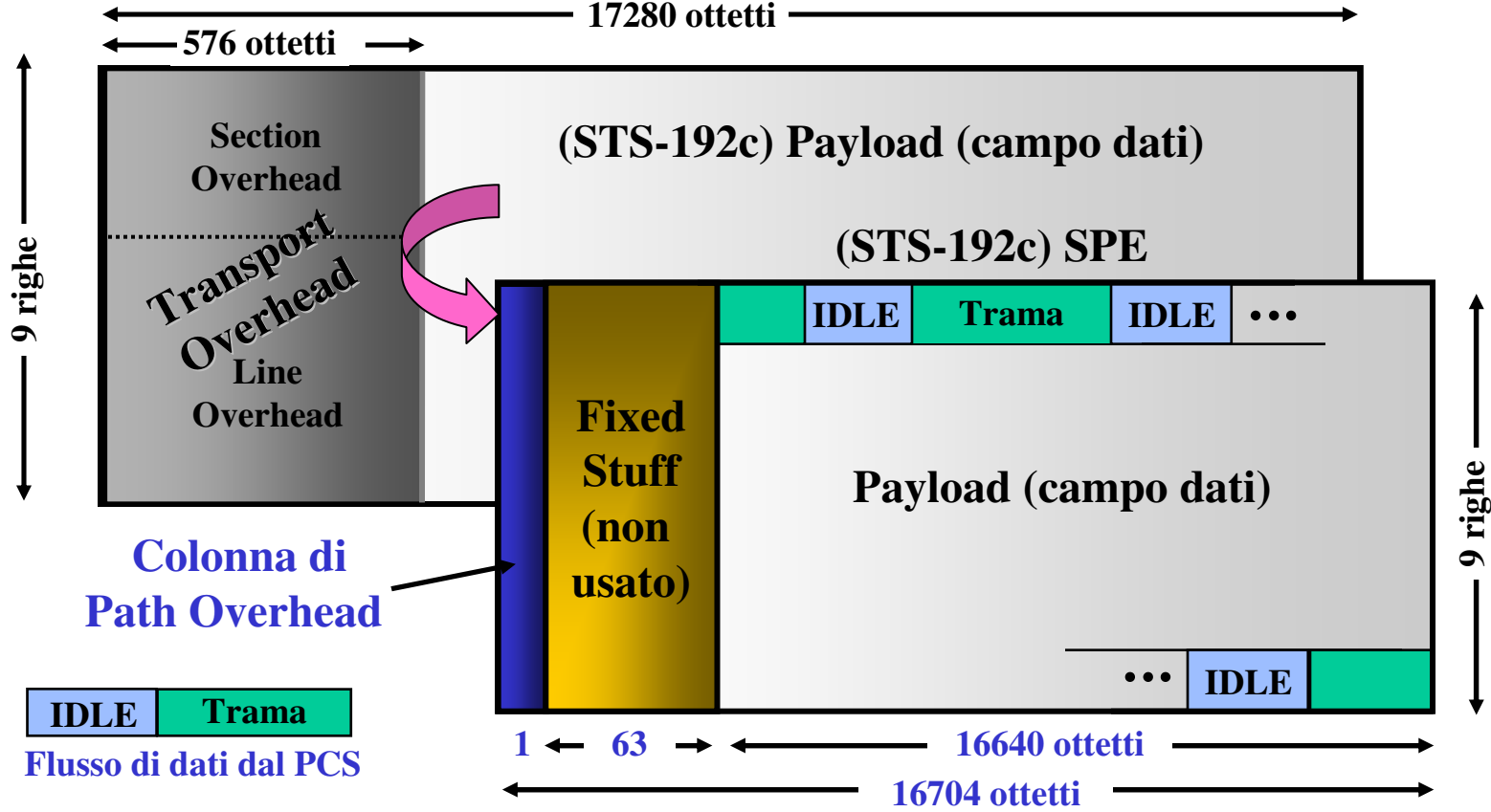


MDI: Medium Dependent Interface PMA: Physical Medium Attachment
 PCS: Physical Coding Sublayer PMD: Physical Medium Dependent
 PHY: Physical Layer Device XGII: 10 Gigabit Medium Independent Interface

WAN PHY

- Permette trasporto su infrastrutture MAN e WAN esistenti
 - DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing)
- Permette riutilizzo di componenti MAN e WAN esistenti
 - Transceiver e circuiteria SONET/SDH
- Velocità di trasmissione diversa (9.6 Gb/s) dal LAN PHY
- Comunanze tra WAN PHY e LAN PHY → attesi sul mercato componenti con entrambe le funzionalità
 - Specialmente 10GBASE-R e 10GBASE-W
- WIS (WAN Interface Sublayer) adatta il segnale del PCS
 - Bit scrambling
 - Intestazioni SONET/SDH

Trasporto di trame 10GE su SONET/SDH



STS-192c = Synchronous Transport Signal – di livello 192, c = concatenated (concatenato)
SPE = Synchronous Payload Envelope

10GE e SONET/SDH

- Versione semplificata di SONET/SDH
 - Evitare la complessità imposta dai requisiti di SONET/SDH
 - Limitare il costo dei componenti
- Solo alcuni campi dell'intestazione sono utilizzati
- Eliminazione dell'elevata precisione di sincronizzazione
 - No Stratum-1 clock (precisione 10^{-12})
- Dispositivi 10GE generano e inoltrano trame in modo asincrono usando
 - framing SONET/SDH
 - limitate funzionalità di management SONET/SDH

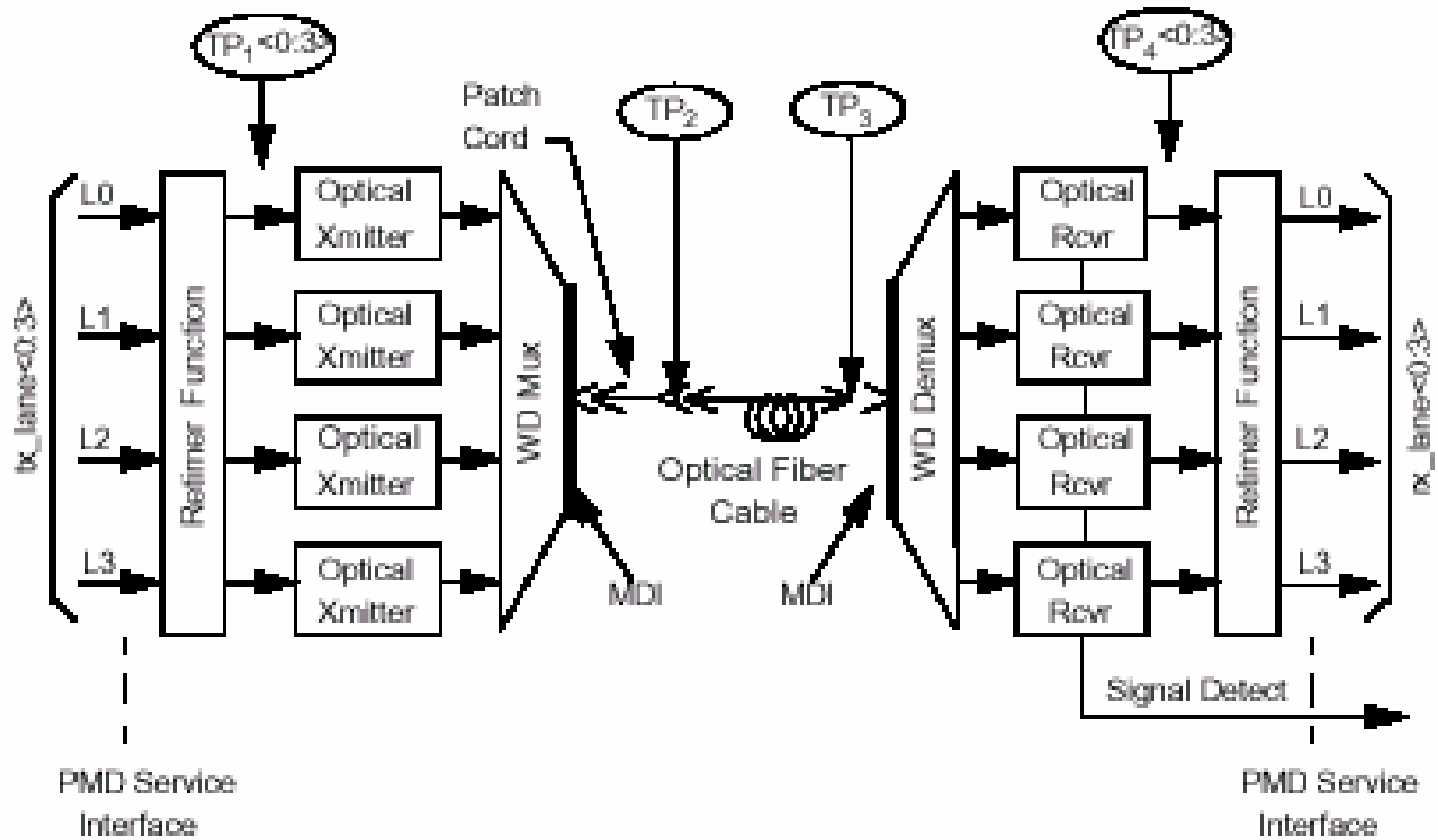
Livello fisico

Standard	Tipo fibra	Massima lunghezza	Finestra	Utilizzo	Codifica
10GBASE-SR	Multimodale 62.5 μm	26 – 33 m	850 nm	Edificio (Cablaggio orizzontale)	64B/66B
	Multimodale 50 μm	66 – 300 m			
10GBASE-LR	Monomodale (10 μm)	10 Km	1310 nm	Comprensorio	64B/66B
10GBASE-ER	Monomodale (10 μm)	40 Km	1550 nm	Metropolitana	64B/66B
10GBASE-LX4	Multimodale 62.5 μm	300 m	1310 nm	Edificio (Cablaggio orizzontale)	FC 10G: 8B10B
	Multimodale 50 μm	240 – 300 m			
	Monomodale (10 μm)	10 Km		Comprensorio	
10GBASE-SW	Multimodale 62.5 μm	26 – 33 m	850 nm	Edificio (Cablaggio orizzontale)	64B/66B SONET/SDH framing
	Multimodale 50 μm	66 – 300 m			
10GBASE-LW	Monomodale (10 μm)	10 Km	1310 nm	Comprensorio	64B/66B SONET/SDH framing
10GBASE-EW	Monomodale (10 μm)	40 Km	1550 nm	Metropolitana	64B/66B SONET/SDH framing

10GBASE-X

- Codifica derivata da 10G FC (Fiber Channel a 10 Gb/s)
- Blocchi di 32 bit sono codificati con 4 blocchi di 10 bit
- Inviati su 4 corsie (*lane*)
 - Ogni corsia opera a 3.125 Gbaud
- Ridondanza utilizzata per codici di controllo
 - Per esempio segnale idle per realizzare l'inter frame gap

10GBASE-LX4



WD = Wavelength Division