



FDDI

Fiber Distributed Data Interface

Pietro Nicoletti
Silvano Gai



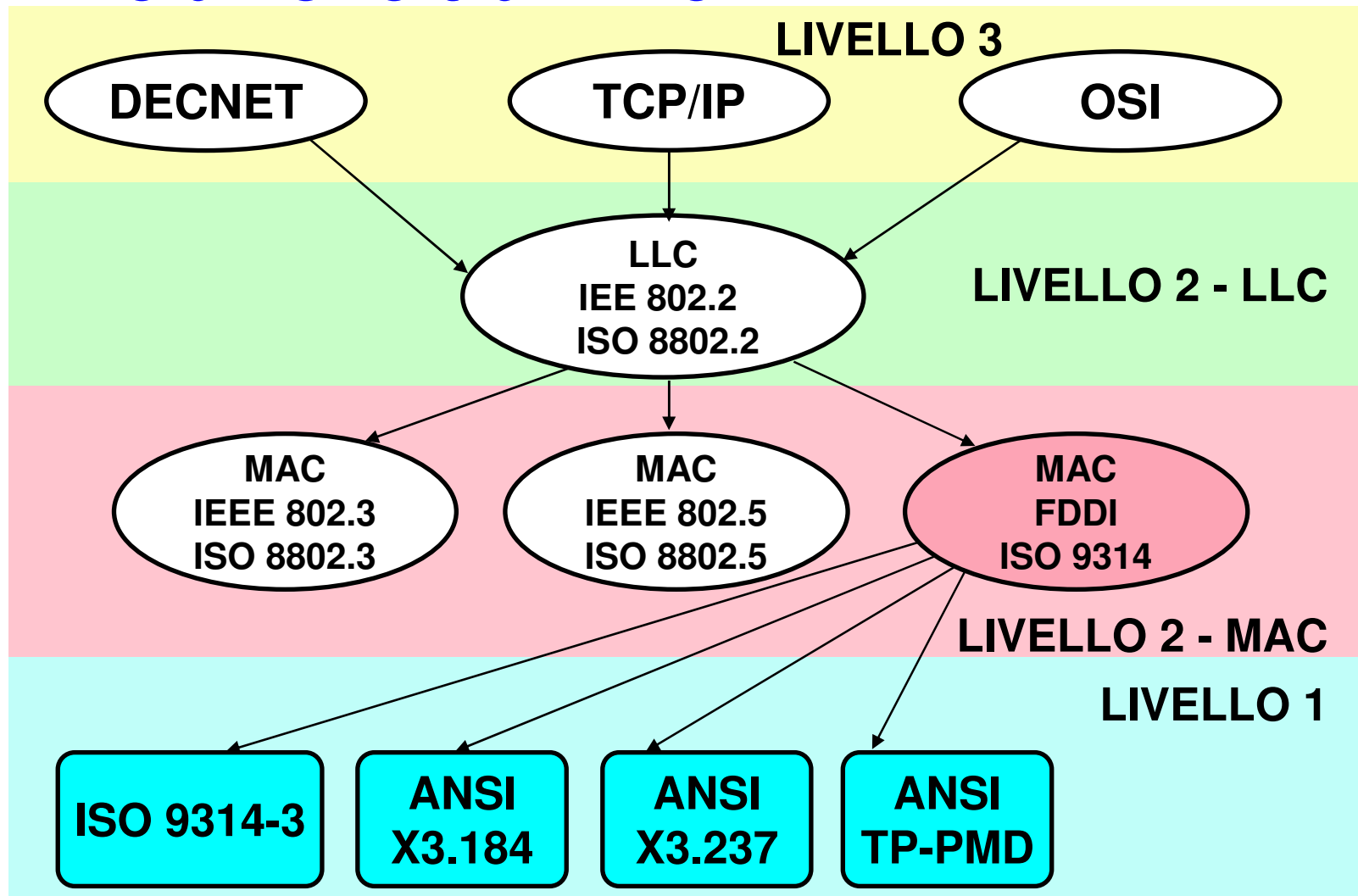
Nota di Copyright

- 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.

Generalità

- **Standard ANSI per LAN in fibra ottica a 100 Mb/s**
 - soluzione ideale per la realizzazione di dorsali
 - elevato livello di fault-tolerance
 - nasce come standard ANSI (American National Standard Institute) e viene successivamente ratificato come ISO
 - alcuni sottostandard del livello fisico sono solo ANSI
- **Si inserisce ai livelli 1 e 2 del modello OSI e del modello IEEE 802**

Relazione tra i livelli

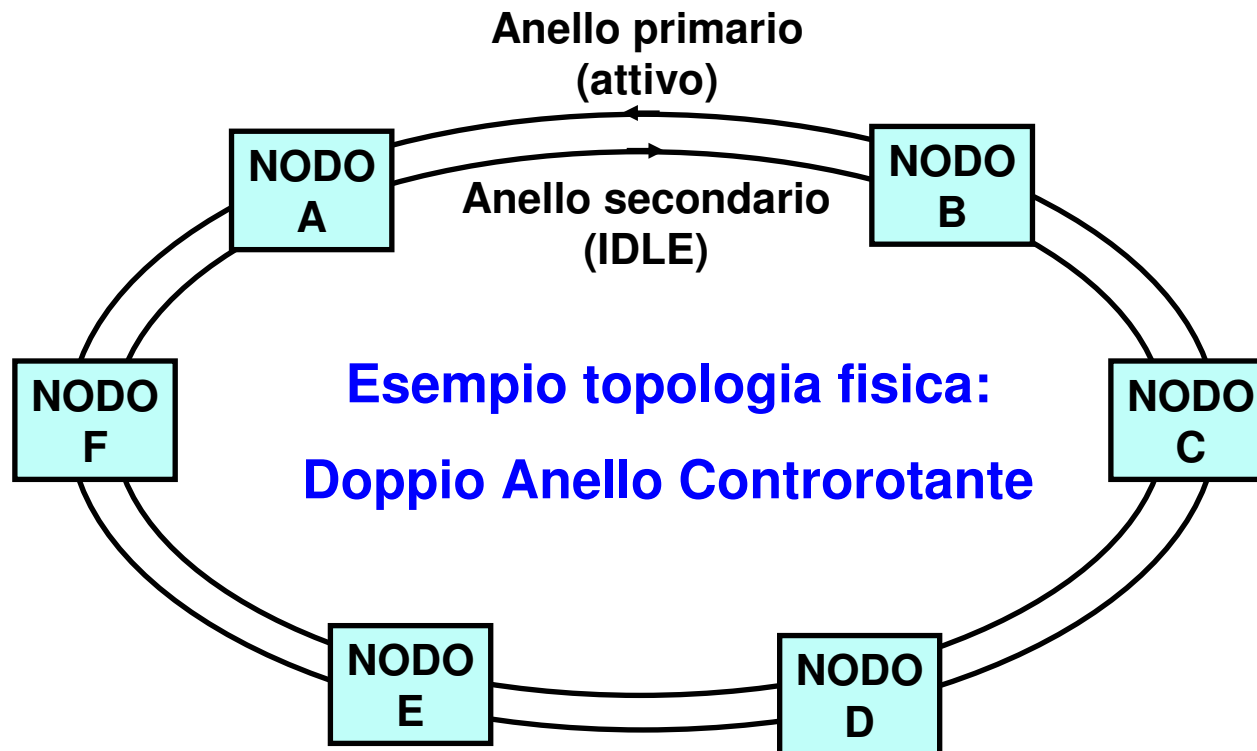


Specifiche FDDI

- **Velocità di trasmissione**
 - 125 Mb/s a livello fisico
 - 100 Mb/s a livello Data Link
- **Numero massimo di stazioni: 500**
- **Lunghezza massima della rete: 100 km reali**
- **Distanza massima tra due stazioni**
 - 100 m su rame
 - 2.0 km su fibra ottica multimodale
 - 50 km su fibra ottica monomodale
- **MAC: Timed-Token Passing**
- **Possibilità di fault-tolerance sull'anello e sulle connessioni dual-homing**

Topologia

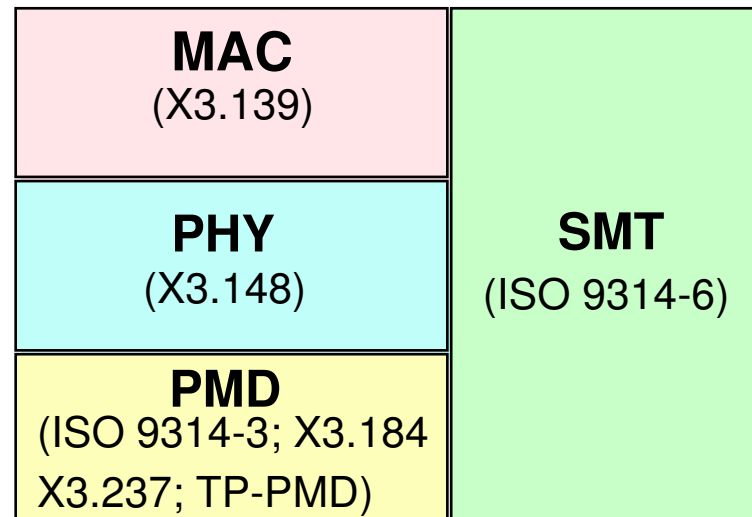
- Topologia logica: anello monodirezionale
- Topologie fisiche: varie



Elementi Componenti

■ Sono 4:

- PMD - Physical Medium Dependent Layer
- PHY - Physical Protocol Layer
- MAC - Media Access Control
- SMT - Station Management

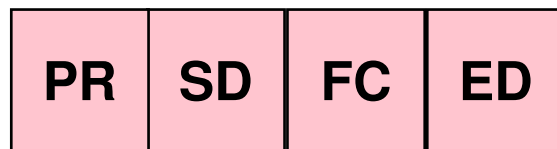


Media Access Control

- Strato più basso del livello Data Link
- Definisce i formati di:
 - token
 - trama
- Fornisce i servizi di:
 - accesso all'anello attraverso un meccanismo di tipo timed-token
 - la modalità è molto simile a quella di 802.5 con Early Token Release
 - coopera con lo SMT per:
 - inizializzazione dell'anello
 - isolamento dei guasti

Token e Trama

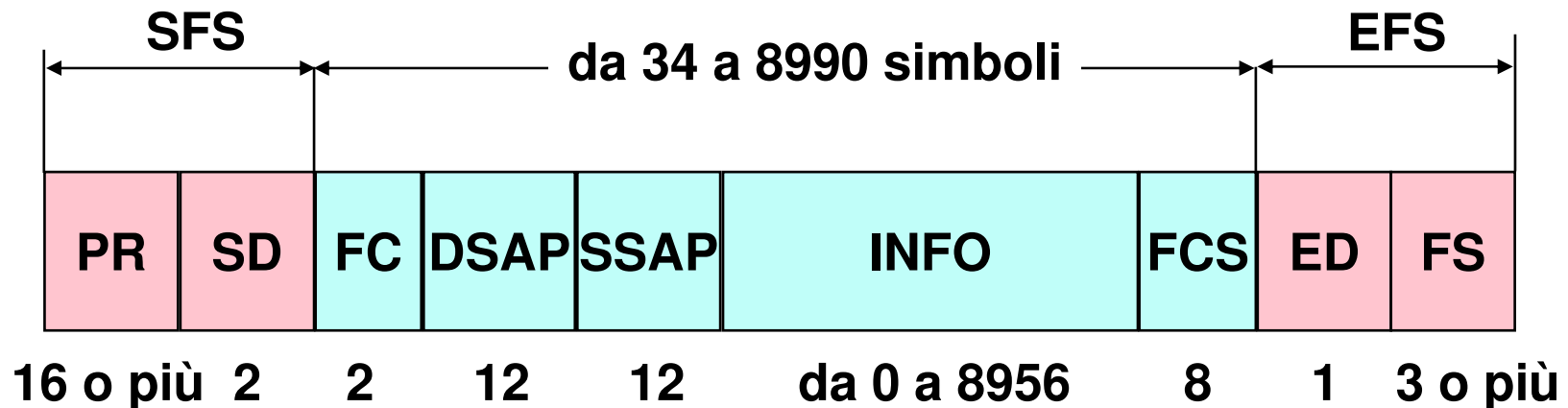
Token



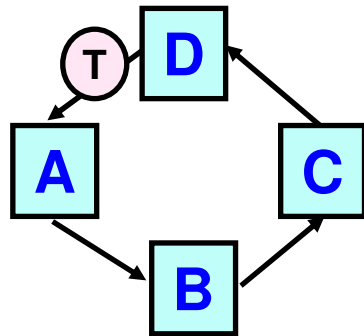
16 o più 2 2 2

PR = Preamble
 SFS = Start of Frame Sequence
 EFS = End of Frame Sequence
 FCS = Frame Check Sequence
 SD, ED = Starting/Ending Delimiter
 FC = Frame Control
 FS = Frame Status

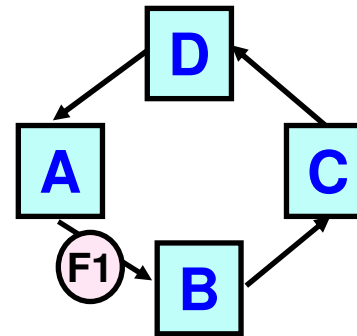
Trama



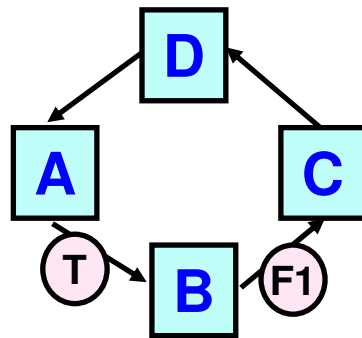
Accesso all'Anello



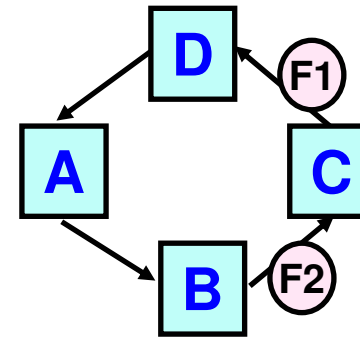
1 - A deve trasmettere e quindi cattura il token



2 - A inizia a trasmettere



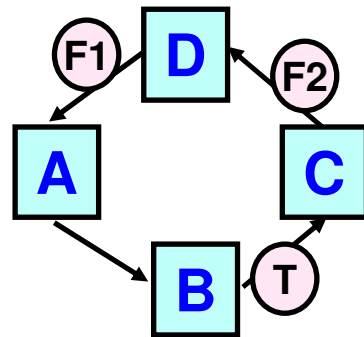
3 - Dopo i dati A ritrasmette il token



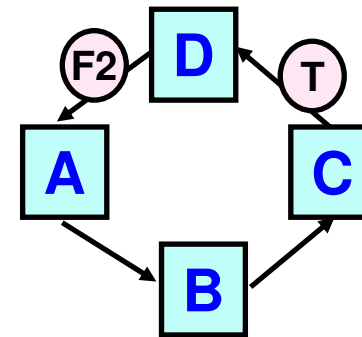
4 - B cattura il token e inizia a trasmettere



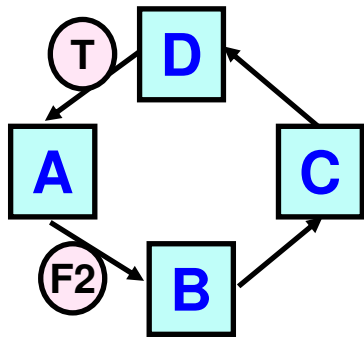
Accesso all'Anello



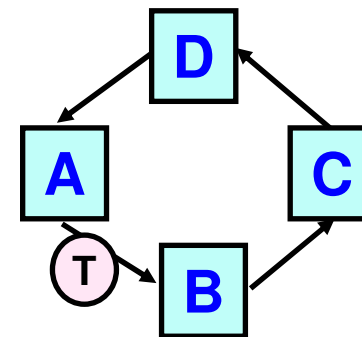
5 - B emette il token



6 - A toglie F1



7



8 - B toglie F2



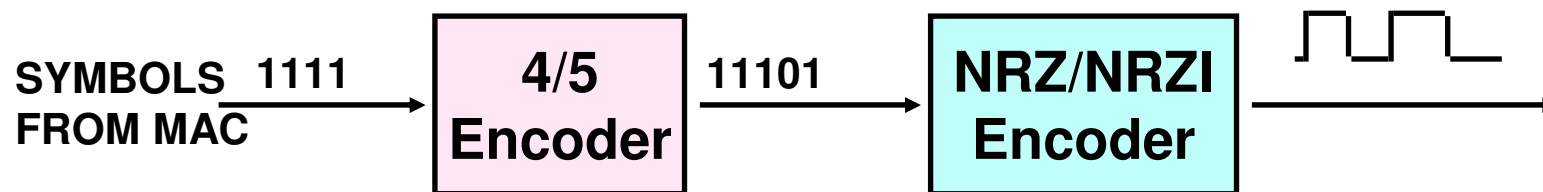
Timer

■ Esistono 4 timer principali che definiscono il comportamento del MAC:

- Target Token Rotation Time (TTRT): tempo di rotazione del token che la stazione propone durante il Claiming
- Token Rotation Timer (TRT): tempo trascorso dall'ultimo passaggio del token
- Time Holding Timer (THT): tempo limite di possesso del token
- Valid Transmission Timer (TVX) serve ad individuare i guasti nell'anello

Physical Protocol Layer

- Strato più alto del livello fisico
- Si occupa della sincronizzazione
- Esegue il processo di codifica e decodifica 4B/5B e NRZ/NRZI oppure 4B/5B NRZ/MLT-3 nel caso TP- PMD



- Combina/separa il clock e i dati
- Compensa le differenze di clock tra stazioni adiacenti



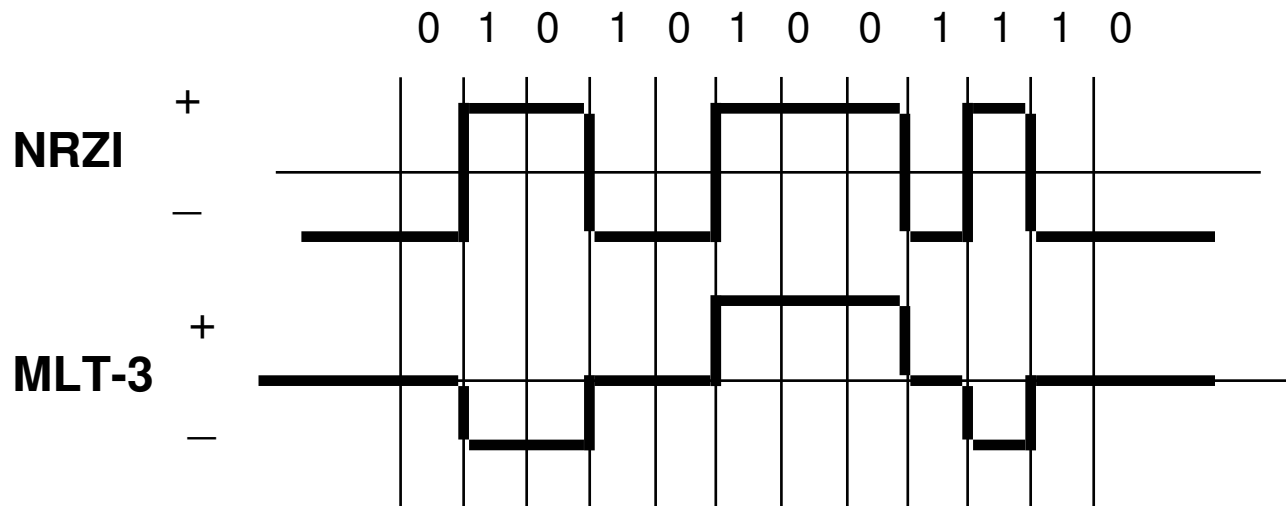
4B/5B

■	11110	0000
■	01001	0001
■
■	11100	1110
■	11101	1111
■	00000	Quiet
■	11111	Idle
■	00100	Halt
■	01101	End Delimiter
■	11000	Starting Delimiter



Metodi di codifica

- NRZI (frequenza digitale 62.5 MHz) utilizzato negli standard su fibra ottica
- MLT-3 (frequenza digitale 31.25 MHz) utilizzato dal TP-PMD per i cavi rame
 - riduce sui cavi UTP i problemi dovuti al ACR e all'EMI



Sincronizzazione

- In assenza di dati il ring è occupato dal token e da simboli di Idle
 - i simboli di Idle servono per la sincronizzazione del clock tra le stazioni
- Il token ed i pacchetti sono sempre preceduti da un preambolo che contiene almeno 16 simboli di IDLE
 - la funzione Smoothing compensa le differenze di lunghezze dei preamboli ricevuti ed aggiunge dei simboli in quelli che ne contengono meno di 12 prima di ripeterli

PMD Layer

- **Strato più basso del livello fisico:**
 - **descrive le specifiche hardware per la connessione di nodi FDDI**
 - **offre i servizi necessari a trasmettere un flusso di bit con codifica NRZI o MLT-3**
- **PMD specifica:**
 - **specifica dei cavi**
 - **specifica dei connettori (Media Interface Connector)**
 - **conversione di segnali ottici in elettrici e viceversa**
 - **forma d'onda di trasmissione e ricezione**

PMD

■ Sono attualmente standard:

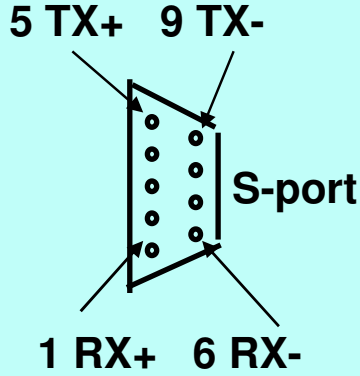
- fibra ottica multimodale ANSI X3.166 e ISO/IEC 9314-3, distanza massima 2 Km
- fibra ottica multimodale LCF-PMD (Low Cost Fiber) ANSI X3.237, distanza massima 500 m
- fibra ottica monomodale SMF-PMD (Single Mode Fiber) ANSI X3.184, distanza massima 50 Km con ricevitore ed emettitore laser di Cat. 2
- UTP/STP: Unshielded Twisted Pair (100 Ω - Cavi di categoria 5) e STP (150 Ω), distanza massima 100 m, standard TP-PMD ANSI X3.263

TP-PMD Cavi e Connettori

CAVO STP 150 Ω
TIA/EIA 568A / ISO/IEC 11801

Presa DB9

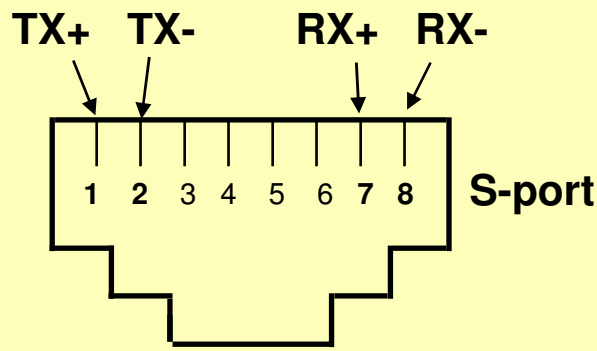
Lato Concentr. M - PORT
Lato Stazione S - PORT



CAVO UTP 100 Ω Cat. 5
TIA/EIA 568A / ISO/IEC 11801

Presa RJ45 Cat. 5

Lato Concentr. M - PORT
Lato Stazione S - PORT





Tipi di stazioni

- **DAS**

- **Dual Attachment Station**

- **SAS**

- **Single Attachment Station**

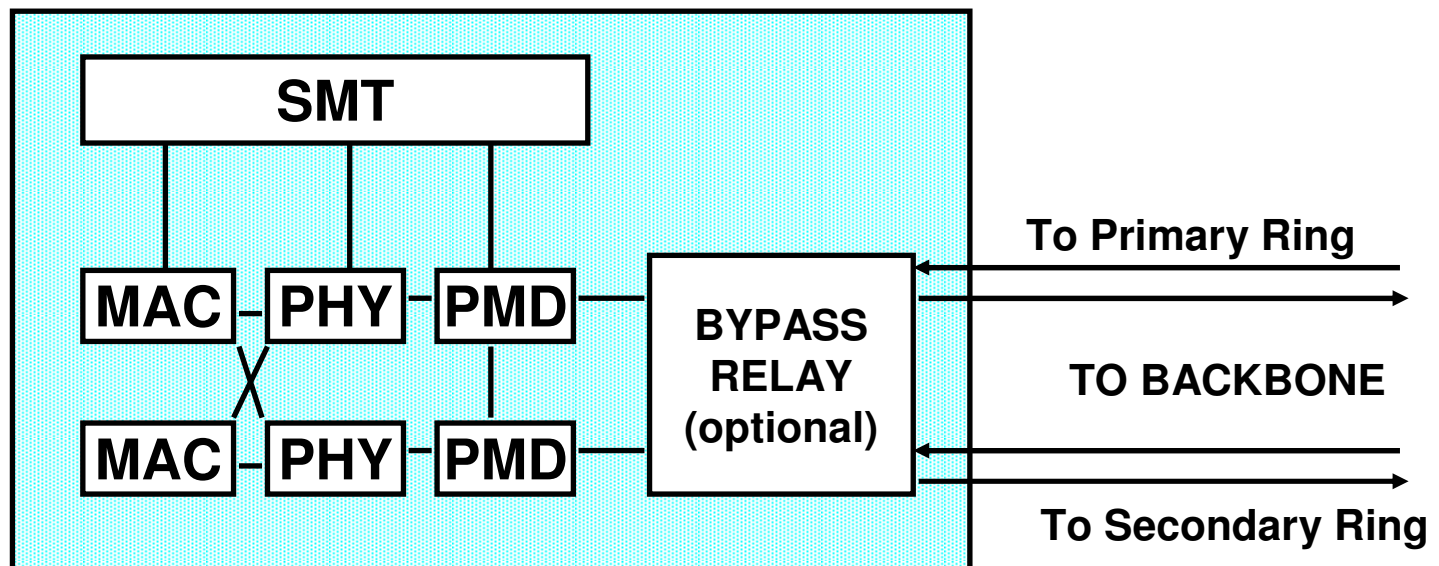
- **DAC**

- **Dual Attachment Concentrator**



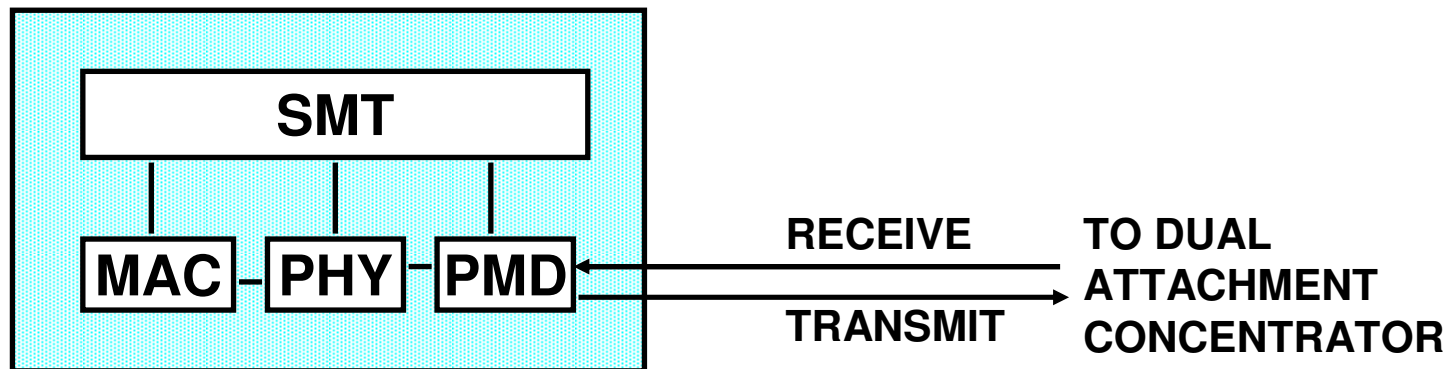
DAS: Dual Attachment Station

- Si connette direttamente al doppio anello FDDI
- Ha costi maggiori di un SAS
- Relè opzionale per bypassare la stazione

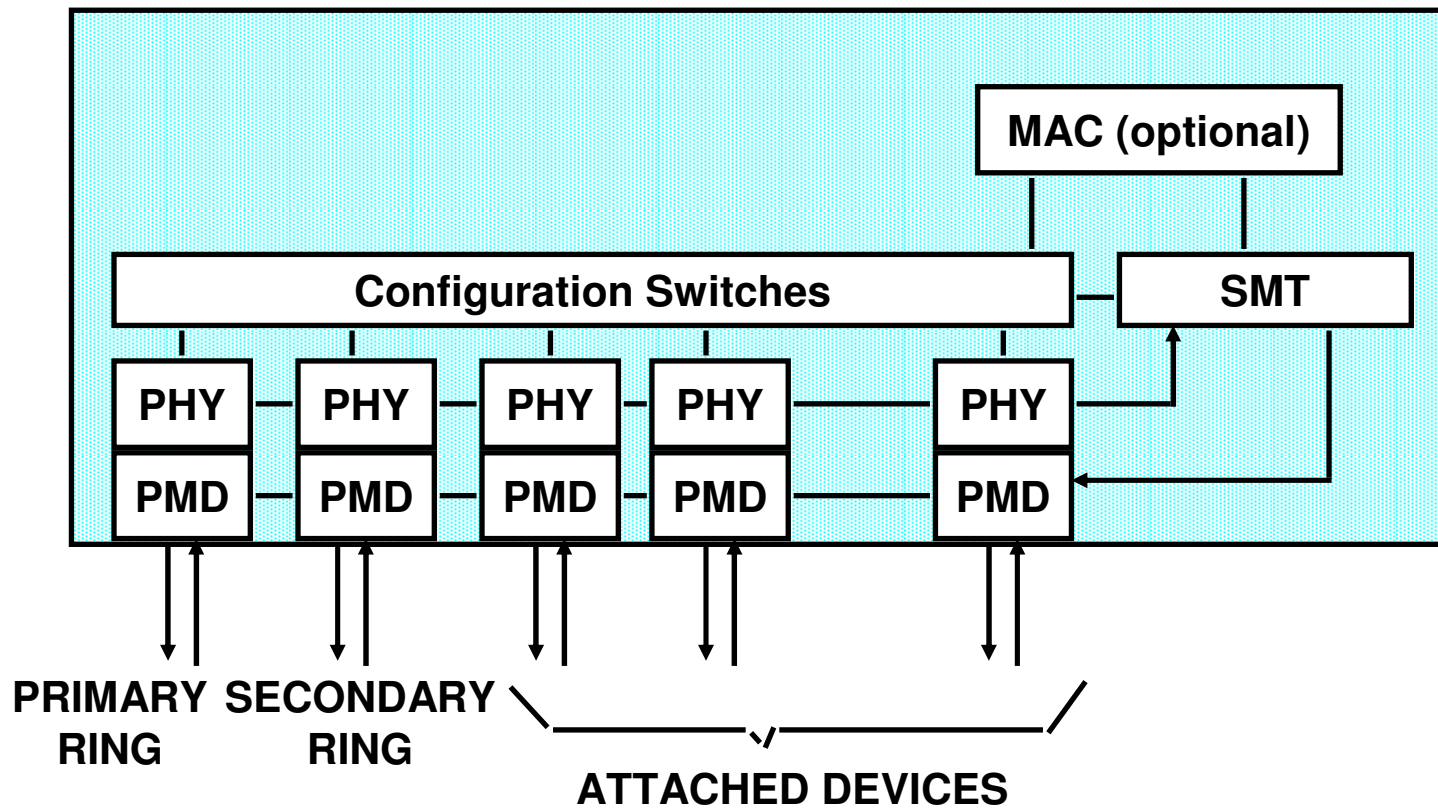


SAS: Single Attachment Station

- Accede all'anello tramite un DAC (Dual Attachment Concentrator)
 - fornisce una sola connessione al DAC
 - delega il controllo dei guasti al DAC
 - ha bassi costi
 - è la soluzione preferita nel caso di cavi in rame



DAC: Dual Attachment Concentrator



DAC

- Permette di connettere più stazioni SAS all'anello FDDI
- Può essere usato come radice di un albero di stazioni
- Elemento attivo che controlla la topologia della rete inserendo o rimuovendo nodi connessi ad esso, attraverso l'uso di switches elettronici
- Ogni livello fisico presente è gestito separatamente dallo SMT



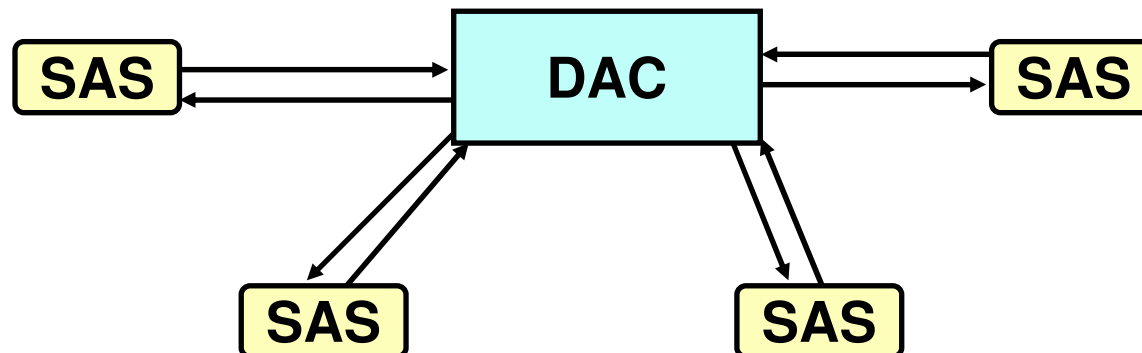
Possibili Topologie

- **Concentratore singolo**
 - stand- alone concentrator
- **Doppio anello contro-rotante**
 - CRR: Counter Rotating Ring
- **Doppio anello di alberi**
 - Dual-ring of tree

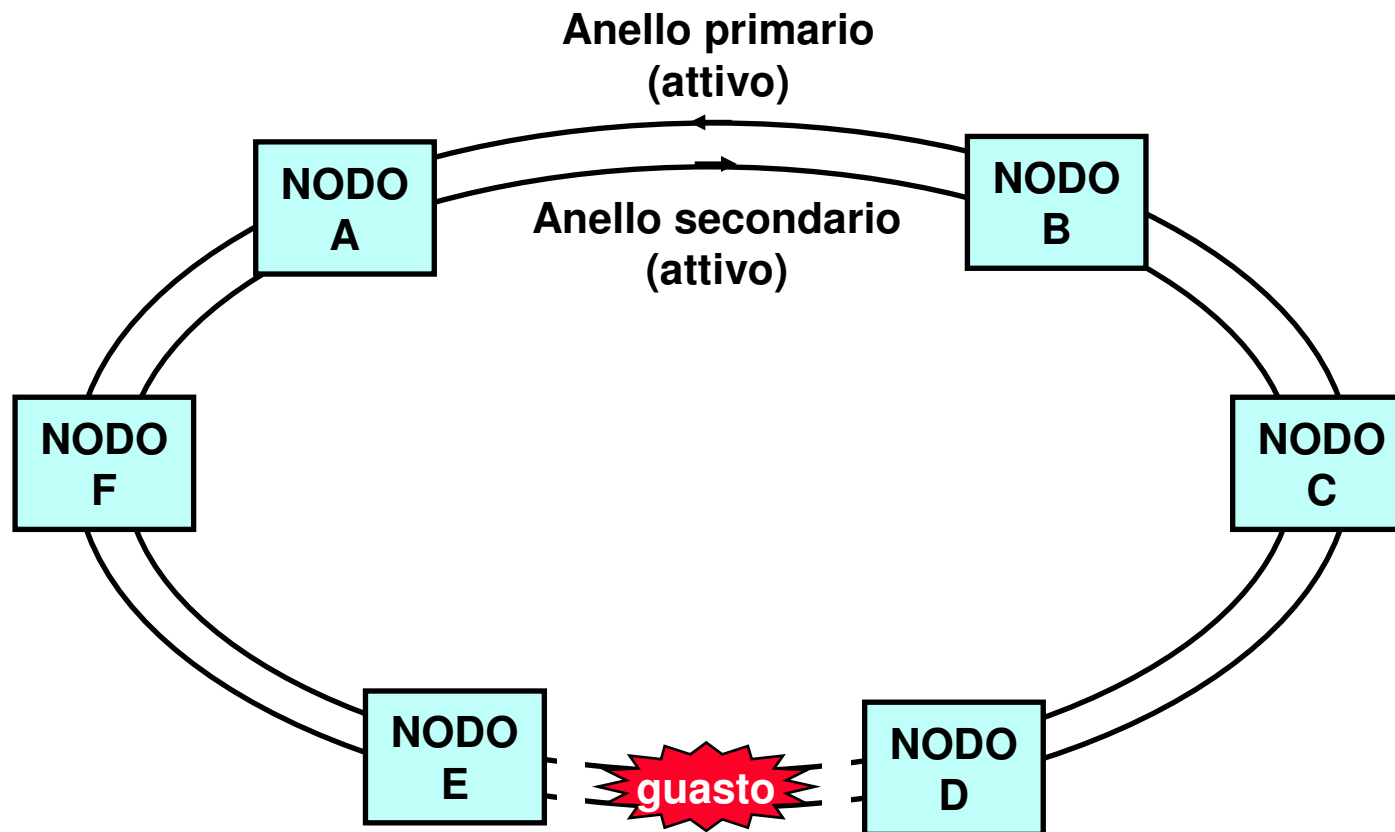


Concentratore singolo

- Consiste di un singolo DAC a cui sono connesse a stella le stazioni
- Si utilizzano stazioni SAS
- Struttura a stella conveniente per siti precablati
- Utilizzato per gruppi indipendenti



Doppio anello controrotante (CRR)

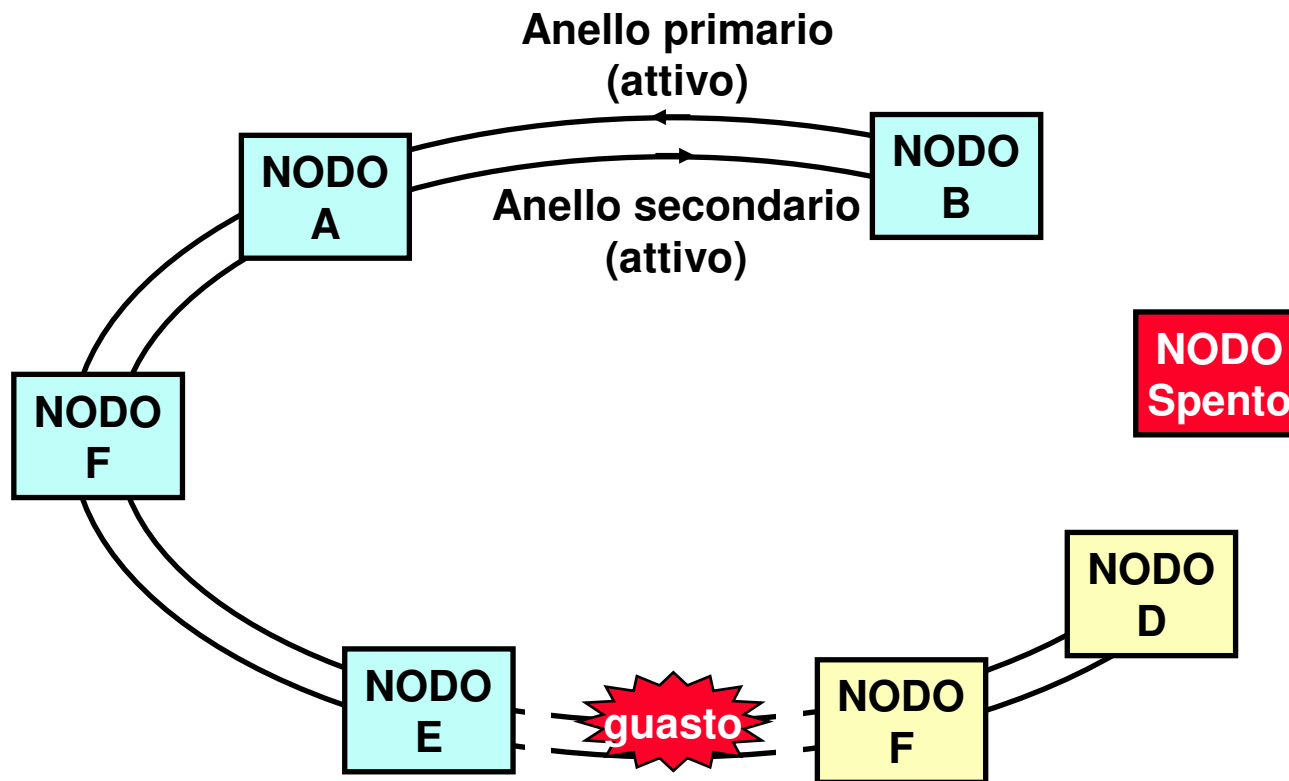


Problemi topologia CRR

- Guasti multipli causano la segmentazione dell'anello
- Anello principale direttamente accessibile agli utenti: il comportamento di un utente è critico per l'integrità dell'anello
- L'introduzione di una nuova stazione sull'anello principale comporta una manipolazione dello stesso
- DAS implicano il doppio dei connettori e dei cavi

Problemi topologia CRR

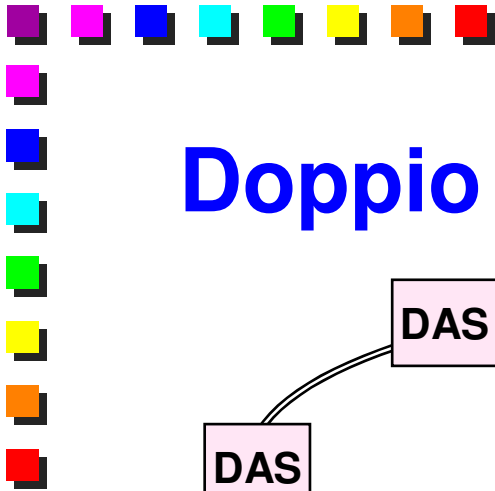
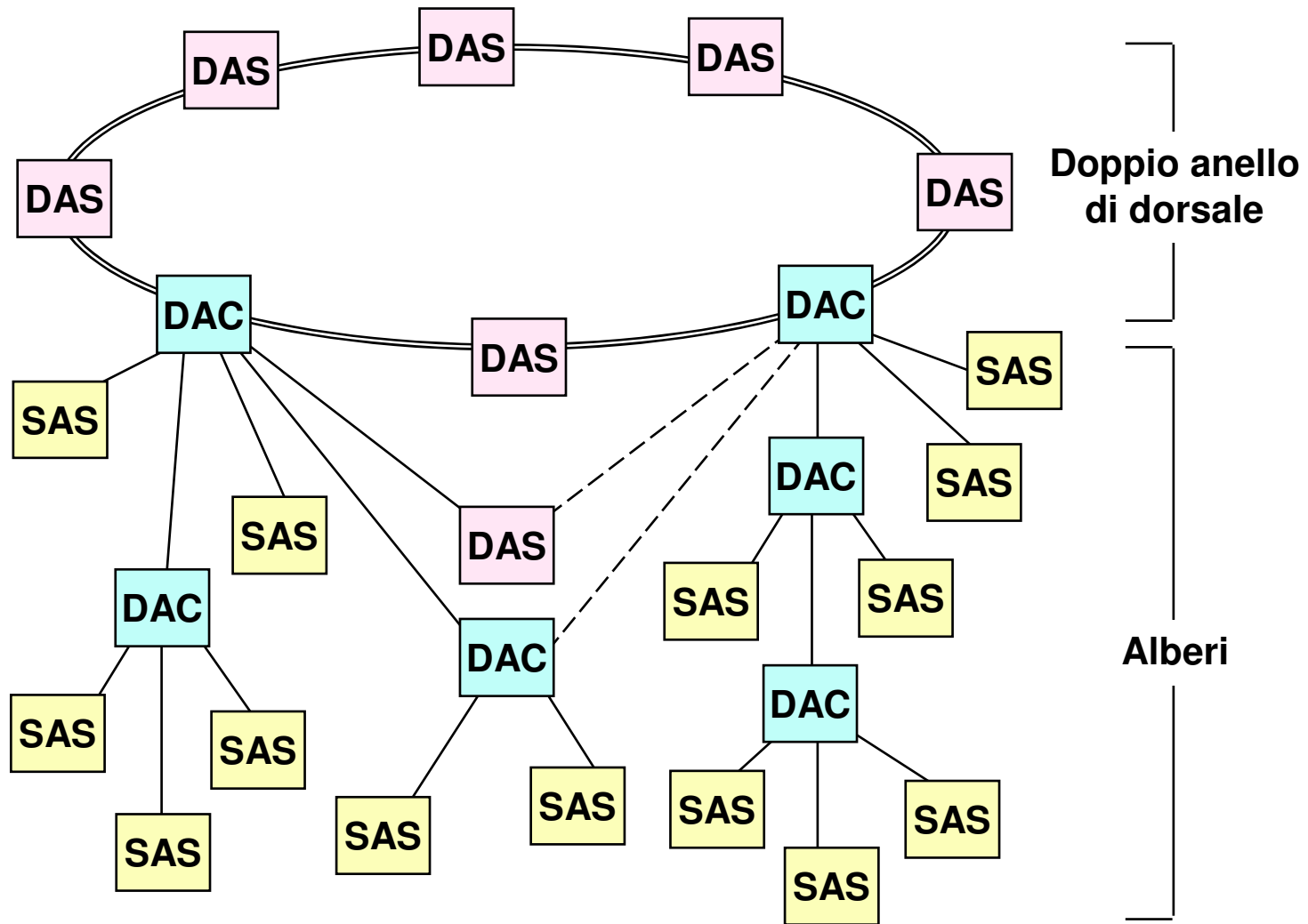
- Guasti contemporanei possono comportare la creazione di anelli separati



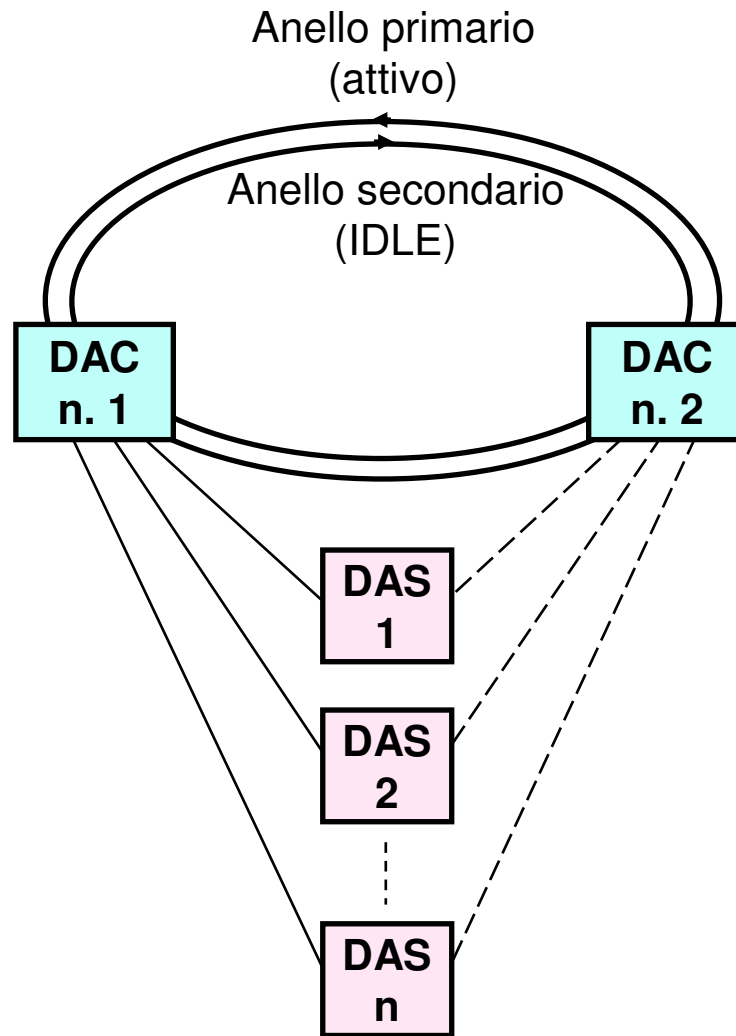
Doppio anello di alberi

- Elimina alcuni problemi del CRR
- Anello principale di concentratori
 - alberi di concentratori collegati all'anello principale per connettere le stazioni
 - si può rimuovere qualunque stazione senza avere interruzioni di servizio
 - DAC bypassano le stazioni inattive o guaste
- L'anello principale di soli DAC impedisce che gli utenti vi accedano direttamente
- Rete facilmente espandibile e manutenibile

Doppio anello di alberi



Fault-tolerance con Dual-Homing



Progettazione Rete FDDI

- Circonferenza dell'anello 100 km max.
- Numero di stazioni 500 max.
- Fibra ottica multimodale 62.5/125:
 - attenuazione a 1300 nm 1.5 db/Km max.
 - banda passante a 1300 nm 500 MHz · km min.
 - massima distanza tra 2 stazioni 2 km
 - attenuazione del Link tra due stazioni 11 db max.
 - vanno considerate le attenuazioni della fibra ottica, i connettori, le bretelle ottiche ed eventuali Bypass-Switch ottici (attenuazione 2.5 db max. in pass-thru e Bypass)

Progettazione rete FDDI

- Fibra ottica monomodale 8-10/125 distanza massima:
 - 15 Km con laser di Cat. 1
 - 50 Km con laser di Cat. 2
- UTP/STP distanza max tra stazione e DAC 100 m, atten. Link 14 dB max. (a 31.25 MHz), ACR 23 dB min (a 31.25 MHz)

Station Management (SMT)

- Fornisce i servizi di connection management cioè di monitoraggio e controllo di una stazione FDDI
- Si suddivide in tre parti:
 - SMT Frame Service
 - RMT (Ring Management)
 - CMT (Connection Management)
- SMT Frame Service riceve e trasmette i pacchetti SMT
 - permette al RMT di ricevere e trasmettere delle informazioni necessarie per la gestione dell'anello

Principali funzioni di RMT e CMT

- RMT (Ring management) si occupa della gestione dell'anello
- CMT (Connection Management) effettua:
 - inizializzazione delle connessioni fisiche
 - controllo dell'optical bypass switch opzionale
 - controllo della qualità della connessione fisica
 - supporto delle funzioni di Trace
 - isolamento e ripristino dei guasti
 - invocazione del Path Test
 - indicazione della disponibilità di connessione

Accensione delle stazioni

- Ogni stazione entra in self-test e verifica la propria funzionalità
- Inizia un processo di riconoscimento delle stazioni vicine:
 - le stazioni si scambiano le informazioni circa le connessioni sulle porte
- Le stazioni iniziano il processo Claiming

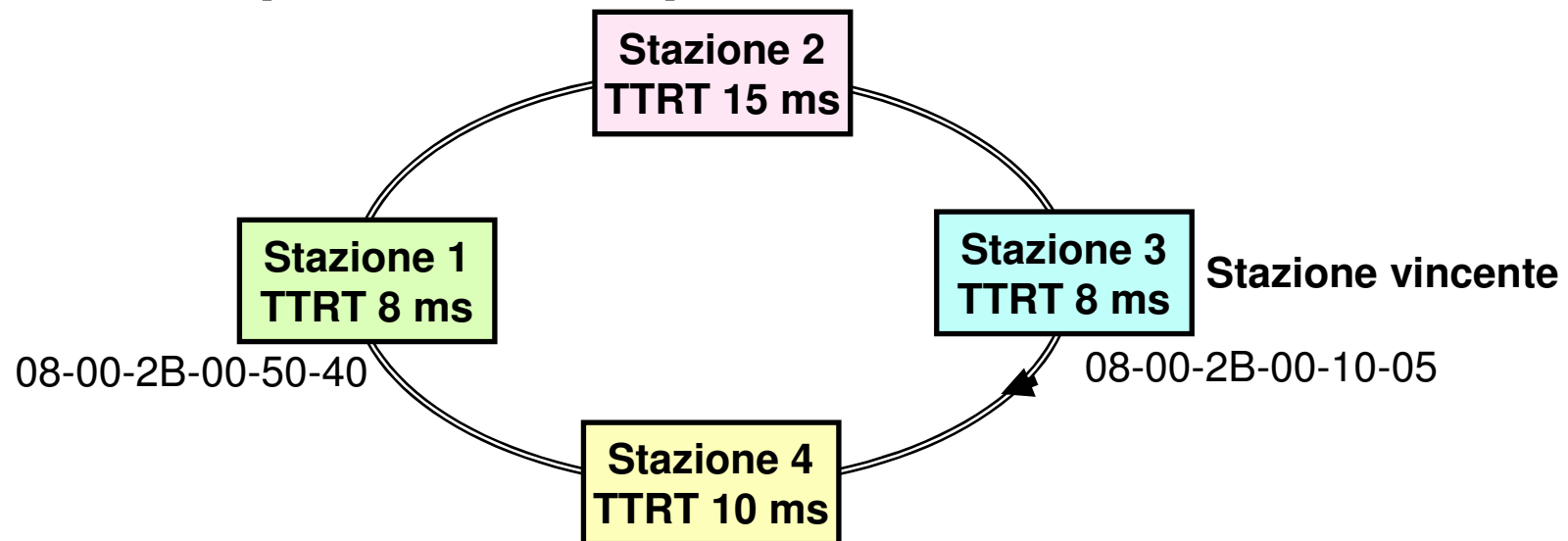
Claiming

■ Processo di claiming:

- ogni stazione genera continuamente dei pacchetti di claim
 - essi contengono il valore TTRT proposto dalla stazione
- le stazioni comparano il valore di TTRT ricevuto con il proprio:
 - se una stazione riceve un valore TTRT inferiore al proprio, interrompe la generazione dei pacchetti di claim e ripete quelli ricevuti
 - se il valore di TTRT ricevuto è uguale al proprio, la stazione compara gli indirizzi MAC:
 - se quello ricevuto è inferiore al proprio, interrompe la generazione dei pacchetti di claim e ripete quelli ricevuti

Claiming

- La stazione che ha proposto il TTRT più breve o che ha l'indirizzo MAC di valore inferiore, vince il claiming e immette il token nell'anello
- Dal terzo giro del token la rete diventa completamente operativa



Guasti possibili su una rete FDDI

- Interruzione della connessione tra due stazioni che può essere provocata da:
 - rottura del mezzo trasmissivo
 - guasto del transceiver di una stazione
 - spegnimento di una stazione che provoca l'interruzione della connessione tra le stazioni adiacenti ad essa
- Stazione difettosa

Interruzione della connessione

- L'interruzione della connessione tra due stazioni viene localizzata e risolta dal CMT (Connection Management)
 - se il segnale sul mezzo trasmissivo scende sotto la soglia limite per un tempo superiore al timer ANS_Max (default 350 μ s), la stazione:
 - opera lo shut-down della porta
 - esegue la funzione di richiusura sull'anello secondario
- L'operazione di isolamento e ripristino del guasto ha una durata di circa 100 ms

Isolamento dei Guasti (Beaconing)

- La stazione, che entro il tempo TVX (default 2.5 ms) non riceve il token o i dati, inizia un processo di claiming (inizializzazione)
- Se il processo di claiming non termina con successo, la stazione che ha rilevato il problema, inizia un processo di beaconing
 - trasmettendo in continuazione dei pacchetti di beacon contenenti il NAUN (Nearest Active Upstream Neighbour)
- Se una stazione riceve un pacchetto di beacon interrompe il processo di beaconing e ripete il pacchetto ricevuto a quella successiva

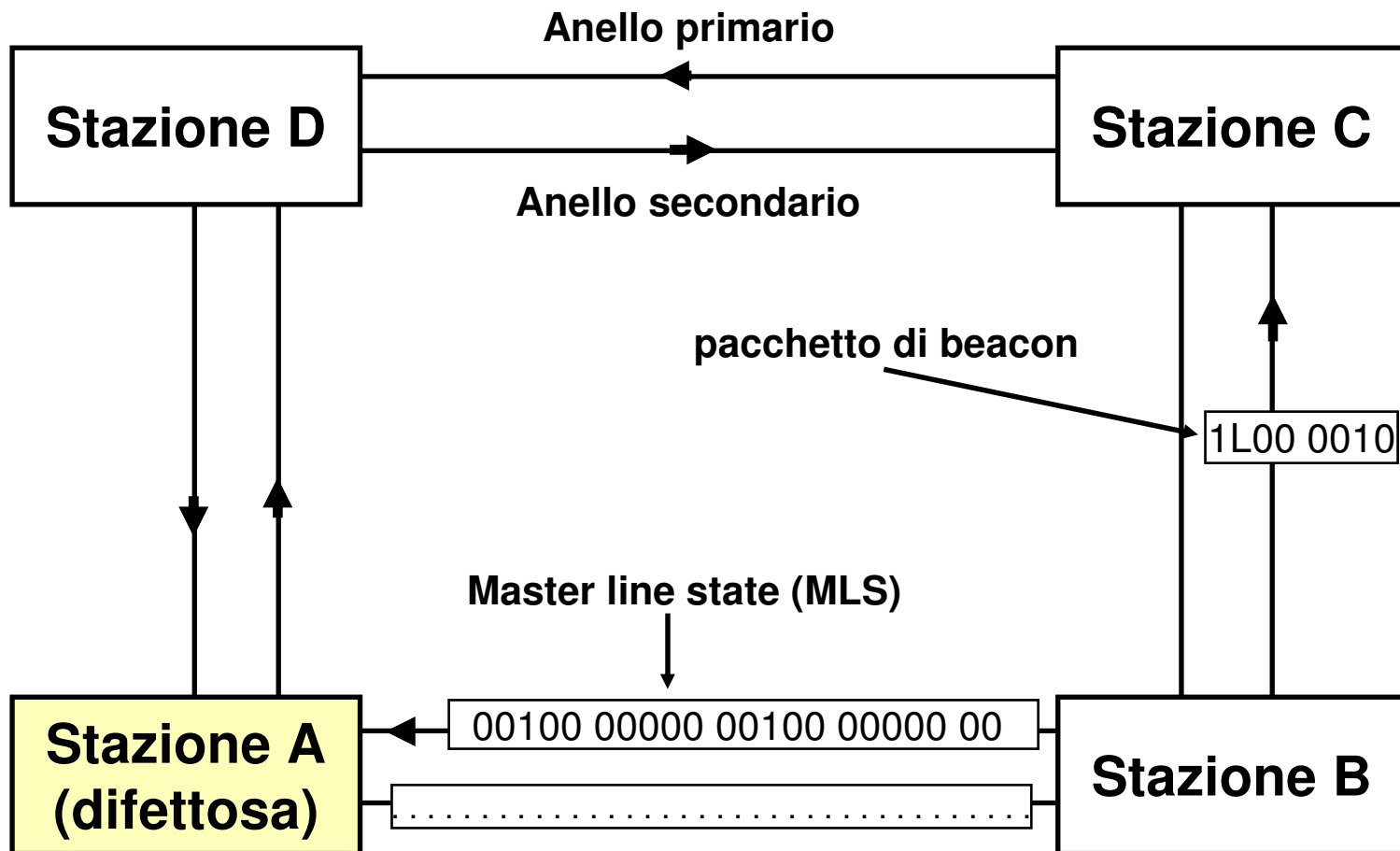
Isolamento dei Guasti (Beaconing)

- Se una stazione riceve il proprio pacchetto di beacon assume che l'anello è stato ripristinato ed inizia il processo di claiming
- Se l'anomalia è persistente e si supera il timer T_Stuck (default 8 s):
 - la stazione che l'ha rilevata invia dei Directed Beacon frame, per un periodo pari al timer T_Direct (default 370 ms), che servono per informare tutti i nodi della condizione di stuck beacon
- Se allo scadere di T_Direct l'anomalia persiste, la stazione inizia una funzione di trace:
 - trasmette dei simboli di MLS (Master Line State)

Isolamento dei Guasti (Beaconing)

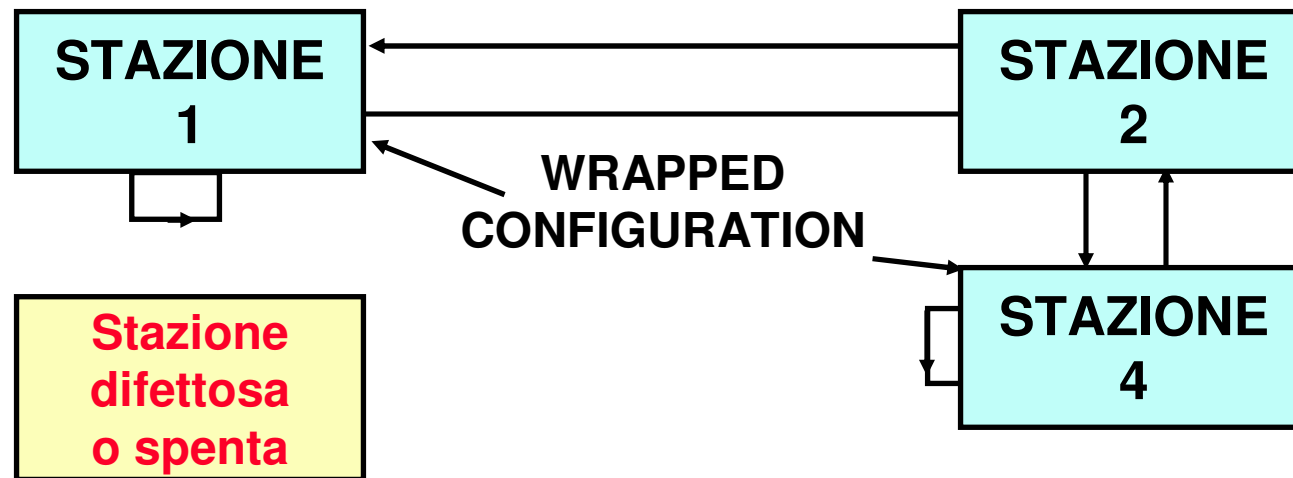
- La funzione di trace induce i nodi sospetti ad abbandonare il ring ed eseguire il path test
- Se una stazione fallisce il path test significa che è difettosa e si auto-esclude dall'anello
- Alla fine del processo di isolamento di una stazione difettosa, inizia un processo di claiming al termine del quale l'anello ritorna operativo
- Il processo di isolamento di una stazione difettosa ed il ripristino dell'anello richiedono circa 10 s

Isolamento dei Guasti (Beaconing)



Isolamento guasti

- Caso di stazione difettosa o spenta



Isolamento guasti

- Caso di rottura del mezzo trasmissivo

