

# ***Reti in Area Locale (LAN)***

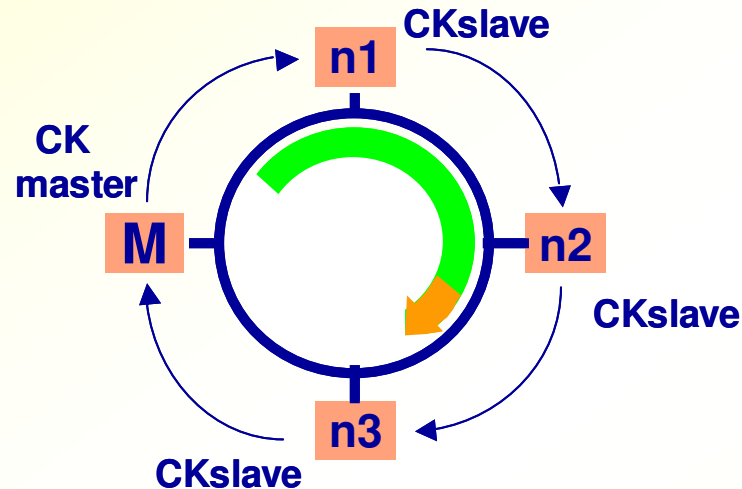
**Prof. S. Marano**

**Università della Calabria**

**A.A. 2012-2013**

## ***Standard 802.5 (Token Ring)***

## 802.5: Nodo di Monitor



Funzioni del nodo di 'Monitor' :

- generazione clock di rete
- assorbimento del jitter sulla rete
- gestione del token
- eliminazione trame persistenti

In linea di principio tutte le stazioni possono assumere il ruolo di monitor. Quando il monitor attivo dovesse guastarsi o spegnersi, un'altra stazione assume il ruolo di monitor.

## **802.5: Nodo di Monitor**

- Il Monitor è eletto all'inizializzazione dell'anello e ogni volta che si verificano errori
- La procedura che elegge l'active monitor è detta **claim token**
  - Ogni stazione emette con continuità trame di *claim*, ovvero trame di controllo in cui specifica il proprio indirizzo come valore di *claim* e si propone come monitor
  - Una stazione che riceve una trama con un valore di *claim* inferiore al proprio la ignora, altrimenti se è superiore smette di trasmettere le proprie trame e ritrasmette la trama di *claim* ricevuta
  - E' eletta come Active Monitor la stazione con indirizzo più grande.

## **802.5: Nodo di Monitor**

- Il Monitor appena eletto “pulisce” l’anello con trame speciali (**ring purge**) ed emette un nuovo token
- Il Monitor emette periodicamente (ogni 7s) una trama AMP (**Active Monitor Presence**) per indicare alle altre stazioni che è attivo
- Se la trama AMP non circola per un tempo superiore a TSM (**Timer Standby Monitor, 15 s**) si assume l’active monitor fuori servizio e si procede all’elezione di uno nuovo
- Se il Monitor non vede circolare né trame né token per un tempo TNT (**Timer No Token, 2.6 s**) pulisce l’anello ed emette un nuovo token
- Se il Monitor non riceve entro un tempo TVX (**Timer Valid Transmission, 10 ms**) la trama di *purge* col suo indirizzo sorgente, diventa **Standby Monitor**

## ***802.5: Nodo di Monitor***

**Il Monitor provvede all'eliminazione delle trame che ciclano indefinitamente nell'anello per malfunzionamento della stazione mittente (trame persistenti)**

- Nel caso in cui una trama, per problemi sul nodo mittente durante la fase di trasmissione, dovesse circolare sull'anello passando attraverso il nodo di monitor per più di una volta, il monitor provvede ad eliminarla ed a reinizializzare la rete.

Il Monitor marca 1 il bit **M** (nel campo AC) delle trame al primo passaggio sull'anello. Se riceve una trama con  $M = 1$ , questo significa che la trama ha già fatto almeno un giro completo e viene rimossa dal Monitor.

## ***802.5: Nodo di Monitor***

- **Generazione clock di rete**

il Monitor genera la temporizzazione di riferimento (clock di simbolo) per tutta la rete. Ciascuna stazione ricava il sincronismo dal flusso di bit ricevuto da monte e ritrasmette verso valle con tale temporizzazione.

- **Assorbimento del jitter di sincronizzazione sulla rete**

Il rumore e le imperfezioni del circuito di ricezione di ogni stazione, fanno sì che il segnale ricevuto in ingresso al Monitor presenti variazioni di fase transitorie (jitter) rispetto al segnale trasmesso a valle. Una stazione ripetitore infatti rigenera un segnale pulito senza distorsione, ma non elimina l'errore di sincronizzazione. L'effetto del jitter è una variazione della latenza in bit (lunghezza in bit) dell'anello. Tale jitter viene compensato dal Monitor per mezzo di un buffer elastico tra il flusso proveniente da monte e quello verso valle. Tale buffer ha un riempimento medio di 27 bit, ma il suo riempimento istantaneo può variare, appunto per compensare il jitter, tra 24 e 30 bit.

## ***802.5: Nodo di Monitor***

**Il Monitor deve mantenere la latenza minima sull'anello a 24 bit time. Se la somma delle latenze delle stazioni e del tempo di propagazione sui collegamenti non raggiunge i 24 bit time, allora l'active monitor aumenta la propria latenza interna per raggiungere la latenza minima di anello**



## ***Token Ring: mezzi trasmissivi***

	4Mb/s	16Mb/st	100Mb/s
Mezzo trasmissivo	UTP, STP, fibra	UTP, STP, fibra	UTP, STP, fibra
Codifica	Manchester diff.	Manchester diff.	MLT-3, 4B5B/NRZI
Max trama (byte)	4450	17800	17800
Controllo di accesso	Token/ dedicato	Token/ dedicato	Dedicato

- **Tipicamente: STP per la rete a 16Mb/s e UTP per quella a 4Mb/s**
- **L'accesso dedicato (Dedicated Token Ring, DTR) è stato aggiunto nel 1998. La rete è configurata a stella con centro stella che agisce da switch e connette le stazioni con collegamenti full-duplex punto-punto indipendenti. Il token non è necessario e lo switch commuta le trame operando a livello 2.**

## ***Lunghezza max di trama***

- Ogni stazione trattiene il token per un tempo max, Token Holding Time (THT) di 8.9 ms
- La capacità della linea è C
- Allora la lunghezza max della trama è data da:

$$\mathbf{L_{max} = THT \times C / 8 \text{ byte}}$$

- » Per C=4Mb/s, Lmax=4450 byte
- » Per C=16Mb/s, Lmax=17800 byte
- » Per C=100Mb/s si mantiene la Lmax del caso a 16Mbit/s

# ***Token Ring: prestazioni***

- **Affidabilita' ← Mezzo trasmissivo attivo (soluzioni: bypass stazioni, cablaggio a stella)**
- **Ritardo di accesso minimo anche in assenza di traffico**
  - » Accesso al canale ordinato
  - » Efficienza di banda elevata anche per traffico elevato
  - » Massimo ritardo di accesso garantito
  - » Possibile differenziazione nell'accesso al canale tramite il meccanismo a priorit . Adatto per applicazioni con vincoli sul ritardo di trasmissione.

# ***Token Ring: prestazioni***

- **Data una rete Token Ring “single token” con i seguenti parametri**
  - » N : numero di stazioni sull’anello
  - » L [m]: lunghezza dell’anello
  - » Co [m/s]: velocità di propagazione del segnale sull’anello
  - » C [bit/s]: capacità dell’anello
  - » b [bit]: ritardo introdotto da ogni stazione
  - » a [s]: tempo di trasmissione di una trama
  - » v [s]: round trip time o latenza d’anello
- **La latenza d’anello v si ottiene sommando il tempo di propagazione (L/Co) sull’anello al ritardo totale introdotto dalle stazioni:**
  - »  $v = L/Co + (b/C)*N$  [s]

# ***Token Ring: prestazioni***

- **La lunghezza di un bit espressa in metri si ottiene moltiplicando il tempo di bit  $1/C$  per la velocità di propagazione del segnale sull'anello  $C_0$** 
  - »  $\text{lunghezza di un bit} = (1/C) * C_0 \text{ [m/bit]}$
- **Caso 1: tempo di trasmissione della trama maggiore della latenza di anello ( $a > v$ )**
  - » Il tempo durante il quale l'anello è "scarico" è il tempo  $\tau = v/N \text{ [s]}$  necessario a far passare il token dalla generica stazione  $n$ , che ha appena finito di rimuovere l'ultimo bit della trama dall'anello, alla stazione successiva  $n+1$ .
- **L'efficienza percentuale  $\varepsilon$  dell'anello:**
  - $$\varepsilon = [1/(1+v/N)] * 100$$
  - Valori tipici circa 90%

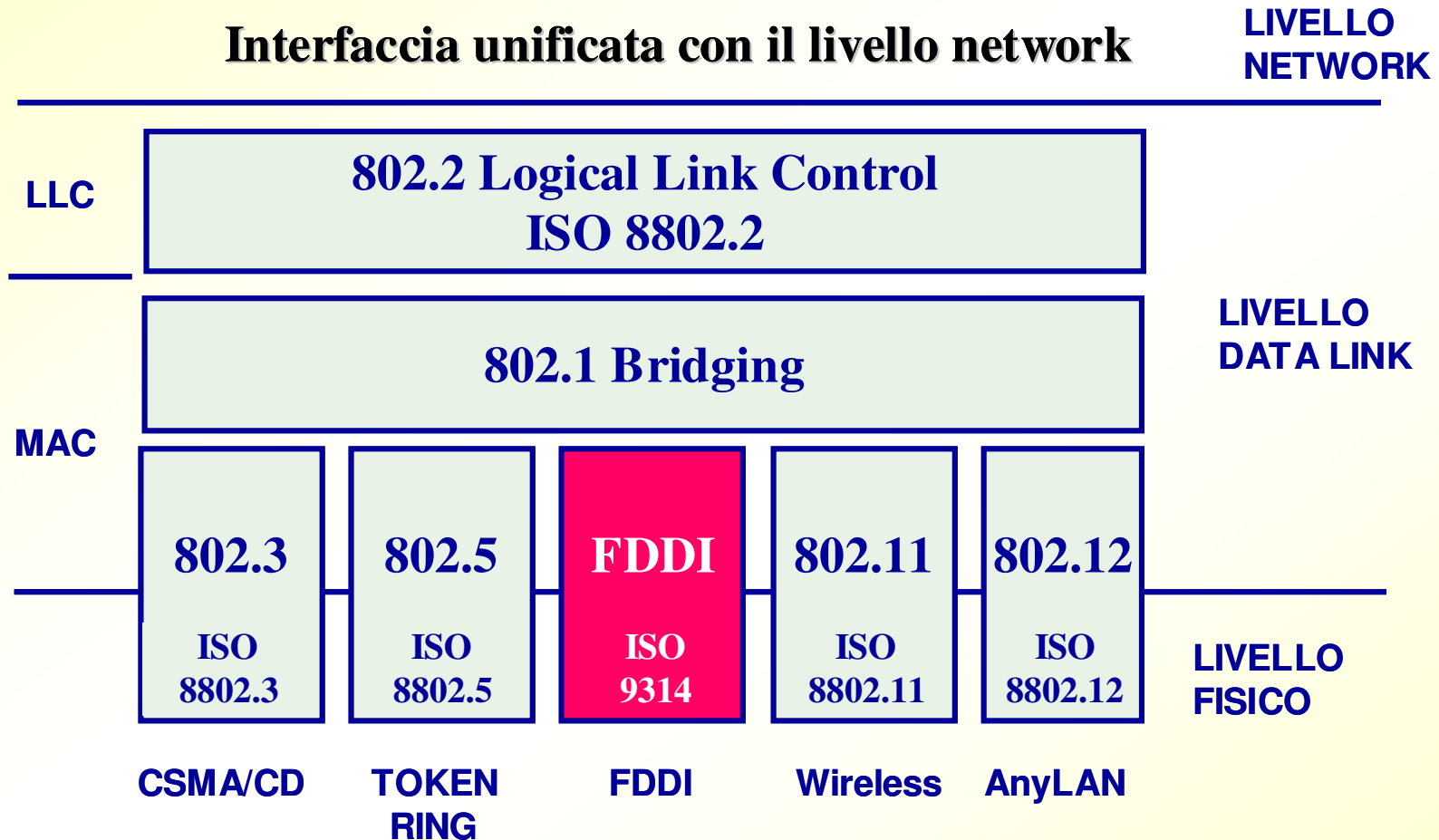
# ***Token Ring: prestazioni***

- **Caso 2: tempo di trasmissione della trama minore della latenza di anello ( $a < v$ )**

- » La stazione completa la trasmissione dell'intera trama prima che il primo bit spedito abbia percorso l'intero anello e sia tornato indietro
- » L'efficienza diminuisce molto poiché l'anello rimane scarico per un tempo più lungo!
- » Soluzione: Early Token Release (ETR)  
la stazione  $n$  che ha completato la trasmissione di una trama genera subito un nuovo token per la stazione  $n+1$  senza aspettare di rimuovere la trama dall'anello
  - Ci sono più trame dati sull'anello appartenenti a stazioni diverse
  - Tecnica usata nella versione a 16 Mb/s dove in genere  $a < v$

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

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





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

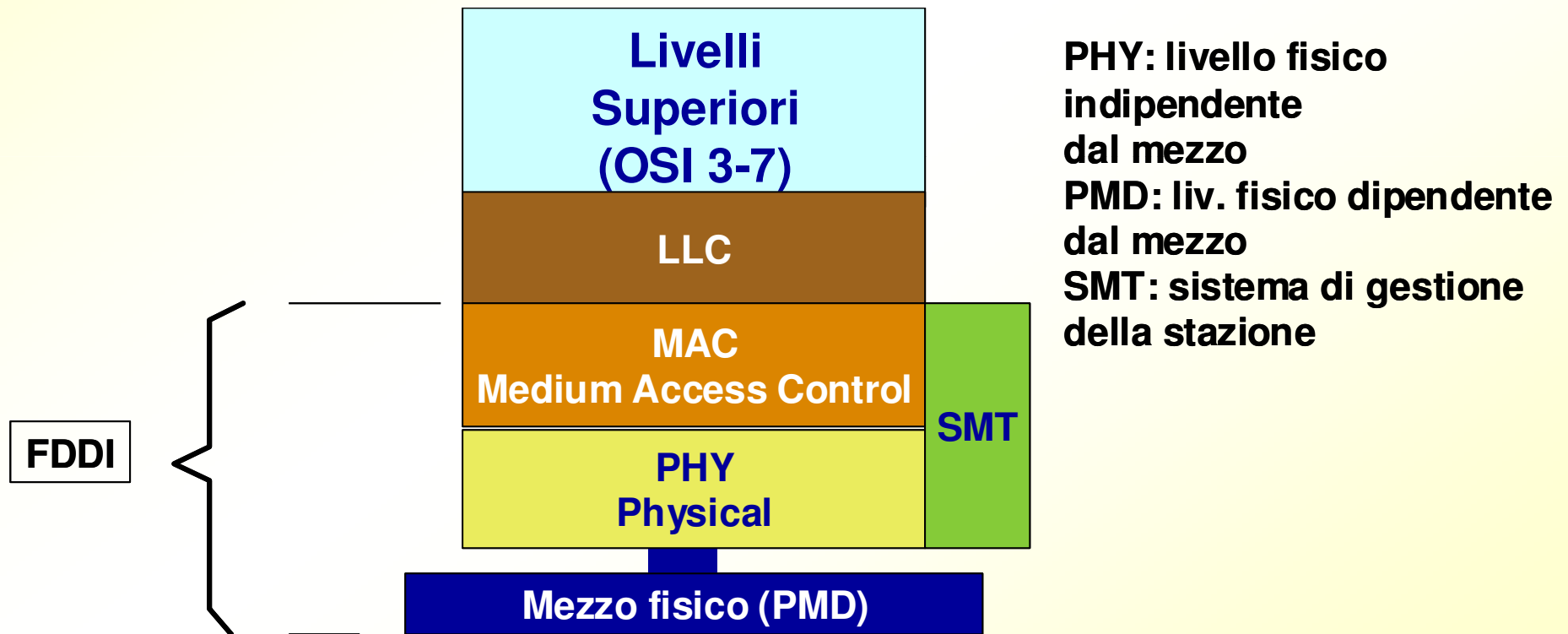
- **FDDI è standard ISO 9314-3 del 1990**
- **Topologia: doppio anello**
- **Area: metropolitana (MAN)**
- **Protocollo d'accesso: *timed token passing***
- **Velocità: 100 Mb/s**
- **Portante fisico: fibra ottica multimodale 1300 nm**
  - » Recentemente è stato sviluppato uno standard per l'uso di doppini in rame, detto CDDI.

# ***FDDI***

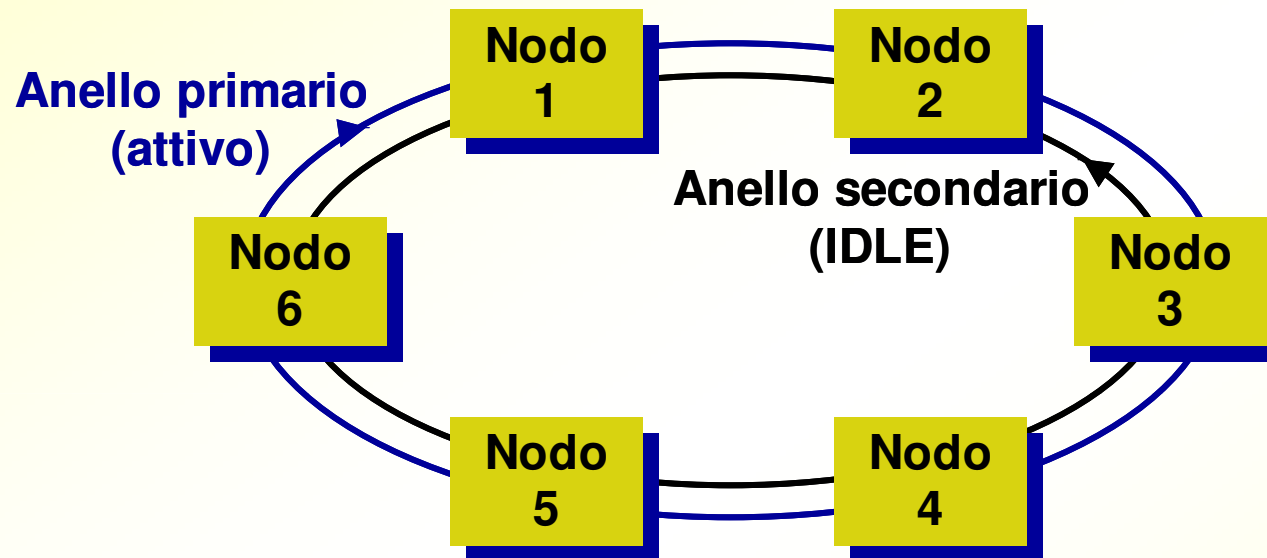
- **FDDI è sviluppato da ANSI (American National Standard Institute) a partire dalla metà degli anni '80.**
- **Alla fine del 1992 il comitato ANSI pubblica la bozza di standard X3.237, che fornisce le specifiche per l'utilizzo di componenti per fibre ottiche multimodali a basso costo.**
- **All'inizio del 1994 viene pubblicata la bozza che fornisce le specifiche per l'utilizzo di cavi STP e UTP.**
- **Le specifiche ANSI sono acquisite anche dall'ISO (International Organization for Standardization) che nel 1990 pubblica lo standard internazionale ISO 9314-3.**

# ***FDDI***

- Anche se FDDI non è stato standardizzato dall'IEEE si può comunque collocare nell'ambito del modello di riferimento 802, in quanto ne accoglie i principi (stessa interfaccia verso l'LLC, stesso schema di indirizzamento, etc.).

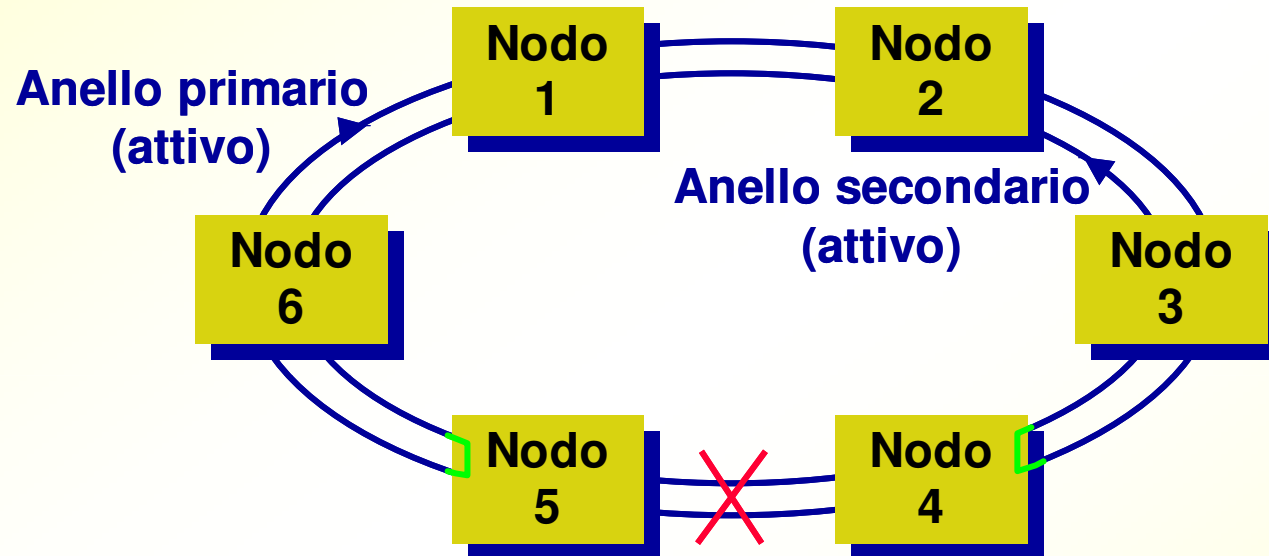


## ***FDDI: topologia***



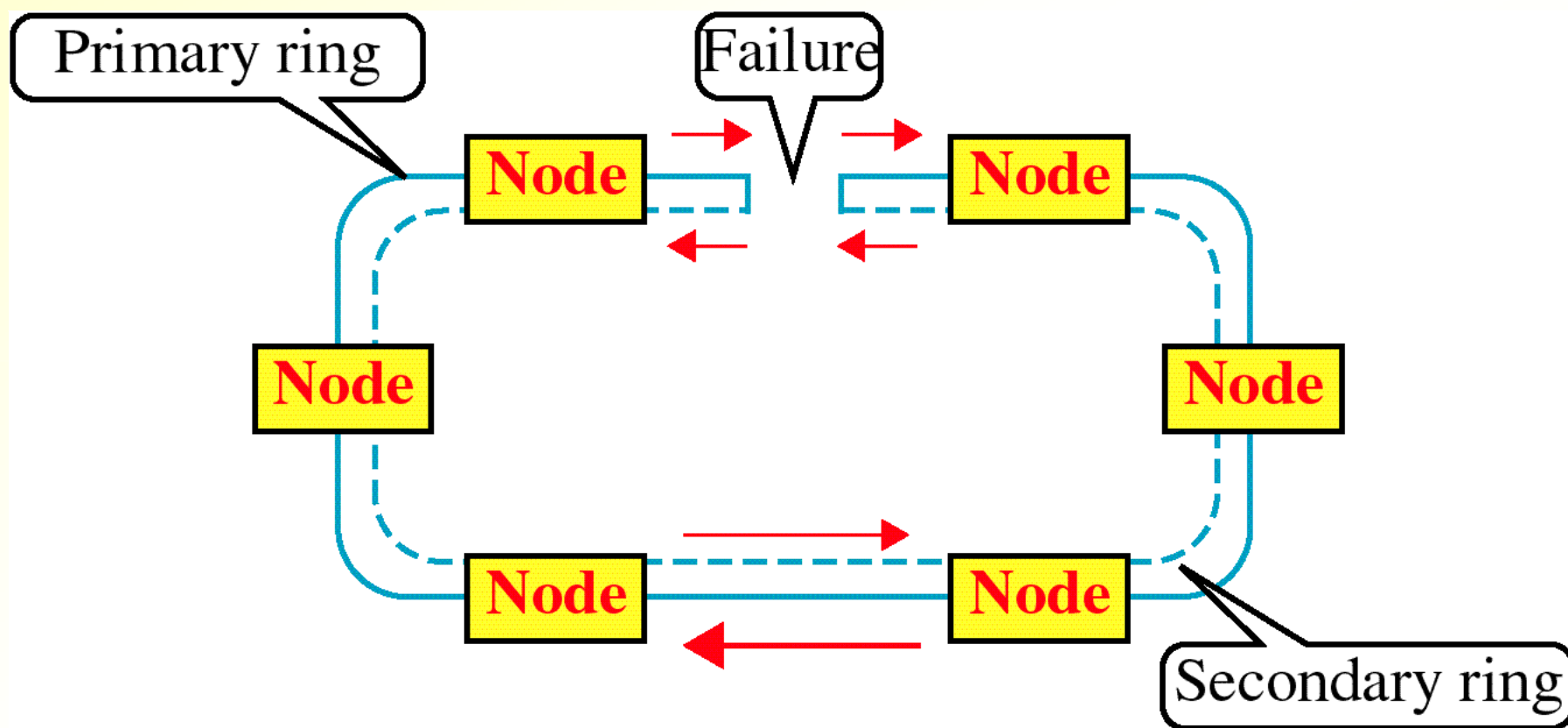
- **Topologia logica ad anello**
- **Topologia fisica a doppio anello controrotante**

## ***FDDI: topologia***



- Riconfigurazione automatica in caso di guasto

# FDDI Ring Failure



# ***Specifiche FDDI***

- Velocità di trasmissione
  - » **125 Mb/s a livello fisico**
  - » **100 Mb/s a livello Data Link**
- Numero massimo di stazioni: 1000
- Lunghezza massima della rete: 200 km reali
- Distanza massima tra due stazioni
  - » **100 m su rame (doppino)**
  - » **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

## ***FDDI: protocollo di accesso***

- **Timed Token Passing**
- **Simile ad 802.5 ma:**
  - **completamente distribuito: non c'è il Monitor**
  - **il token viene "assorbito" dalla stazione trasmittente che genera il pacchetto dati**
  - **il token viene sempre rilasciato alla fine della trasmissione senza aspettare il ritorno della propria trasmissione, aumentando l'efficienza**



# ***FDDI: protocollo di accesso***

- **due sole priorità: sincrona e asincrona**
  - **traffico sincrono: ritardo max di consegna fissato e capacità preallocata**
  - **traffico asincrono: no esigenze stringenti, sfrutta capacità residua lasciata dal sincrono**
- **gestione delle priorità mediante timer**
- **possibilità di 'restricted token' per effettuare trasferimenti veloci tra due stazioni asincrone**
  - **l'accesso all'anello è consentito a 2 stazioni soltanto con esclusione di tutte le altre finché il trasferimento dati è terminato (usata per accesso remoto a periferiche ad alta velocità)**

## ***FDDI: codifica di linea***

- Per migliorare il rendimento rispetto alla codifica Manchester (50%) le stazioni FDDI inseriscono sull'anello dati codificati 4B/5B (rendimento 80%)
- I dati sono modulati con tecnica OOK

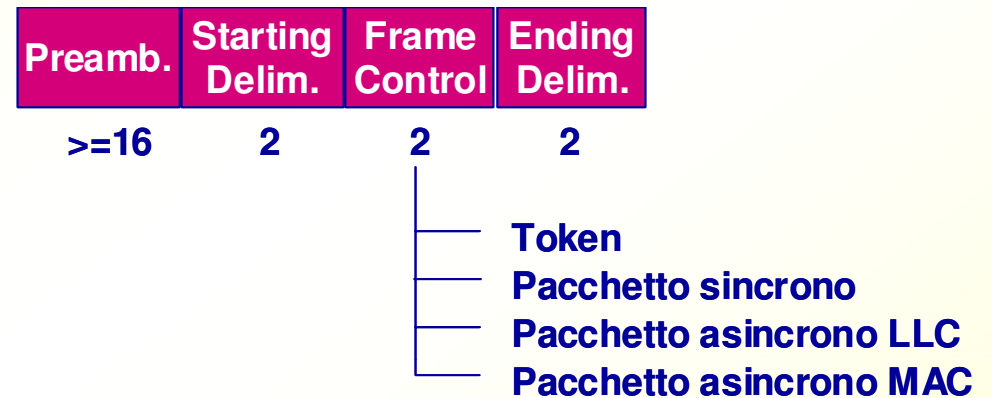
valore	simbolo	significato
00000	Q	linea 'Quiet'
11111	I	linea 'Idle'
00100	H	linea 'Halt'
11000	J	st. delim. I parte
10001	K	st. delim. II parte
11110	0	digit 0
01001	1	digit 1
10100	2	digit 2
10101	3	digit 3
01010	4	digit 4
01011	5	digit 5
01110	6	digit 6

valore	simbolo	significato
01111	7	digit 7
10010	8	digit 8
10011	9	digit 9
10110	A	digit A
10111	B	digit B
11010	C	digit C
11011	D	digit D
11100	E	digit E
11101	F	digit F
01101	T	terminazione
00111	R	reset
11001	S	set

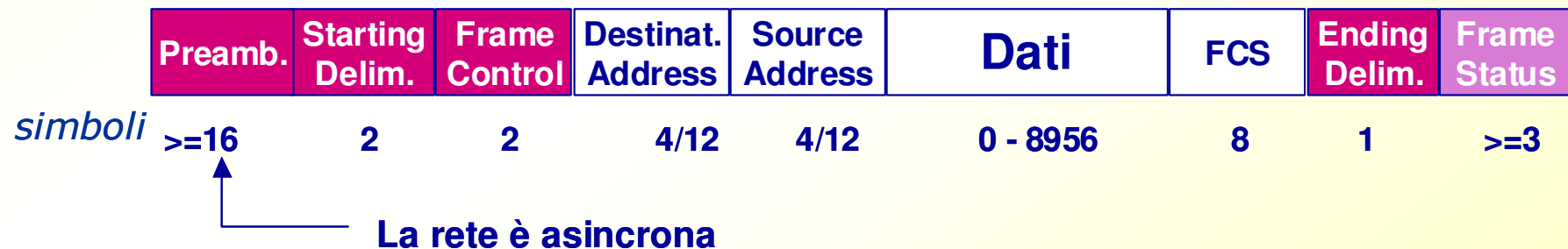
# ***FDDI: formato di trama***

• ***Ogni byte equivale a 2 simboli***

## ○ **formato del token**



## ○ **formato delle trame informative**



# ***FDDI: formato di trama***

- **Preambolo:** almeno 16 simboli Idle usati per sincronizzazione; ogni stazione ha un oscillatore locale per il clock di simbolo e un buffer elastico con dimensione max 10 bit (la variazione del jitter è gestita togliendo o aggiungendo simboli al proprio preambolo prima di trasmettere un nuovo pacchetto)
- **Frame Control (2 simboli):** CLFFZZZZ, C distingue pacchetti sincroni e asincroni, L identifica se si utilizzano 2 o 6 byte di indirizzo, FF identifica se si tratta di un pacchetto MAC, LLC o riservato, ZZZZ identifica il tipo di pacchetto
- **Frame Status:** stato del pacchetto basato sui simboli E (identifica errori), A (riconoscimento indirizzo), C (pacchetto copiato)

# ***FDDI: tipi di stazioni***

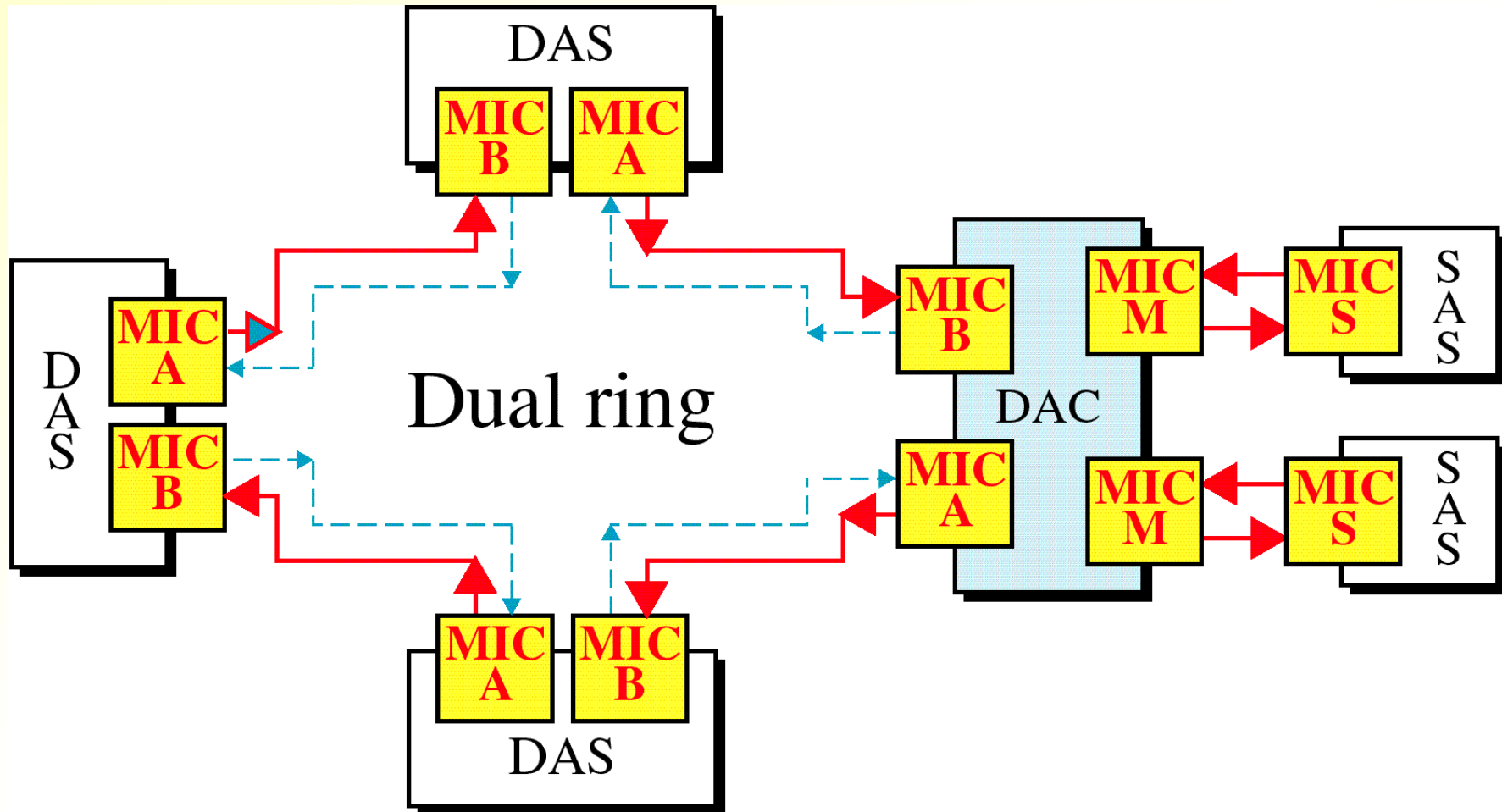
- **DAS: Dual Attachment Station**

- » Si connette direttamente al doppio anello FDDI
- » Ha costi maggiori di una stazione SAS (Single Attachment Station)
- » Relè opzionale per bypassare la stazione

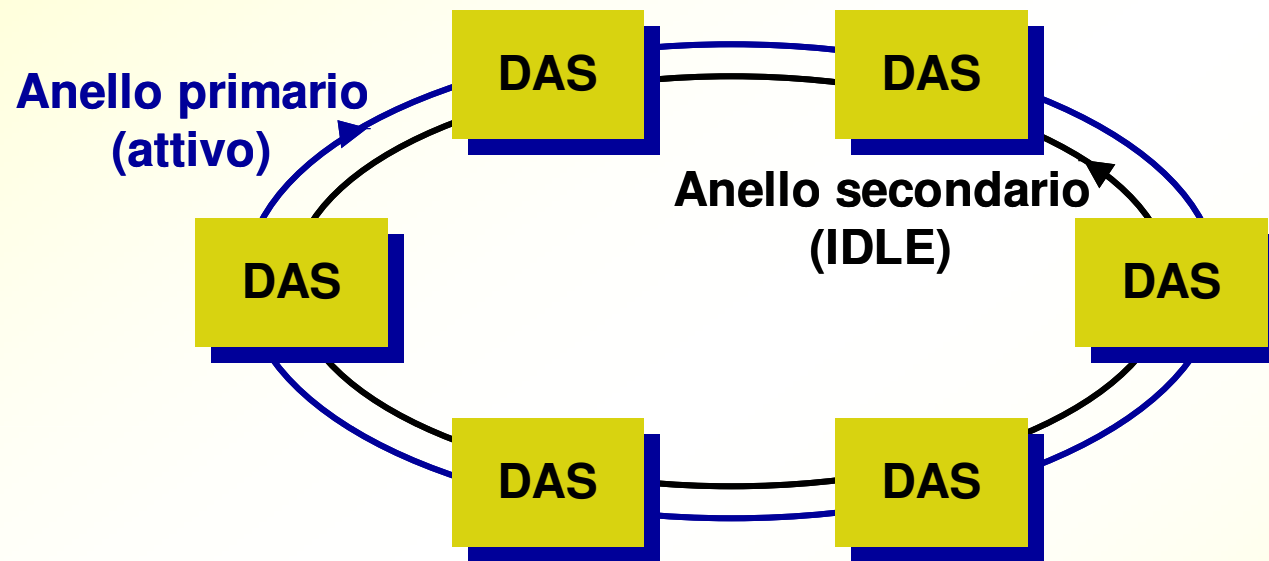
- **SAS: Single Attachment Station**

- » Accede all'anello tramite un DAC (Dual Attachment Concentrator)
- » Fornisce una sola connessione all'anello FDDI
- » Delega il controllo dei guasti al DAC
- » Ha bassi costi
- » È la soluzione standard nel caso di cavi in rame

# FDDI Nodes

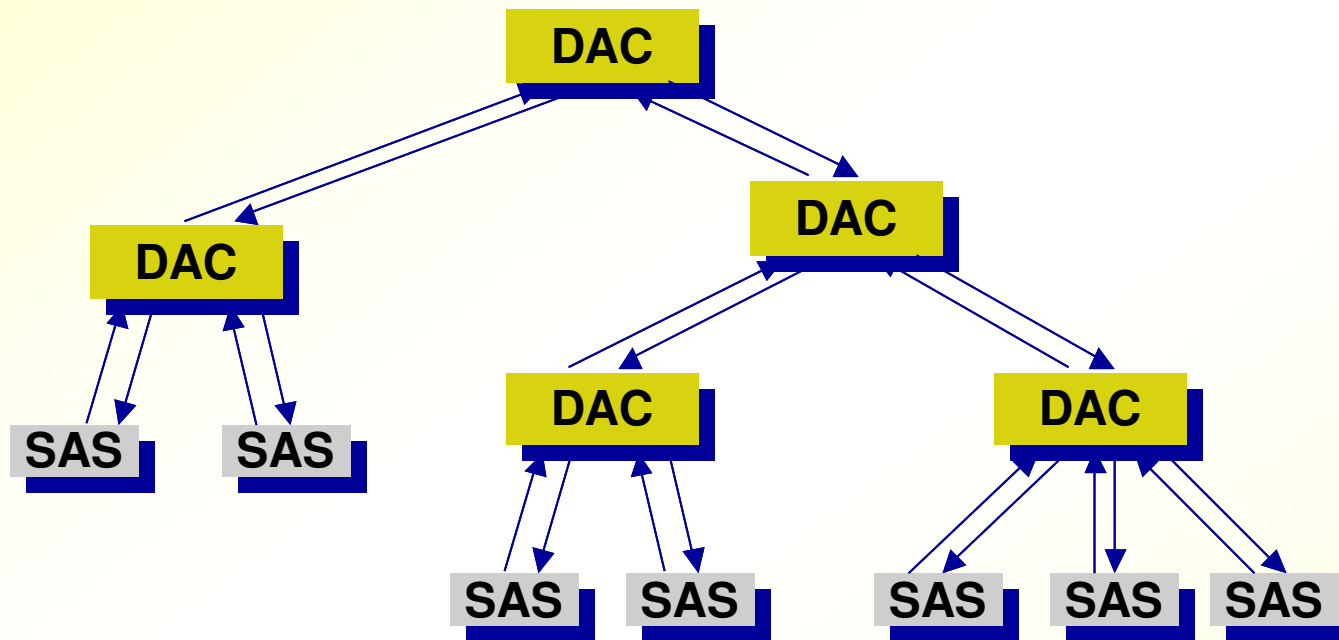


## ***FDDI: configurazione ad anello***



- **Solo stazioni DAS connesse ad entrambi gli anelli**
  - molto affidabile ma costoso

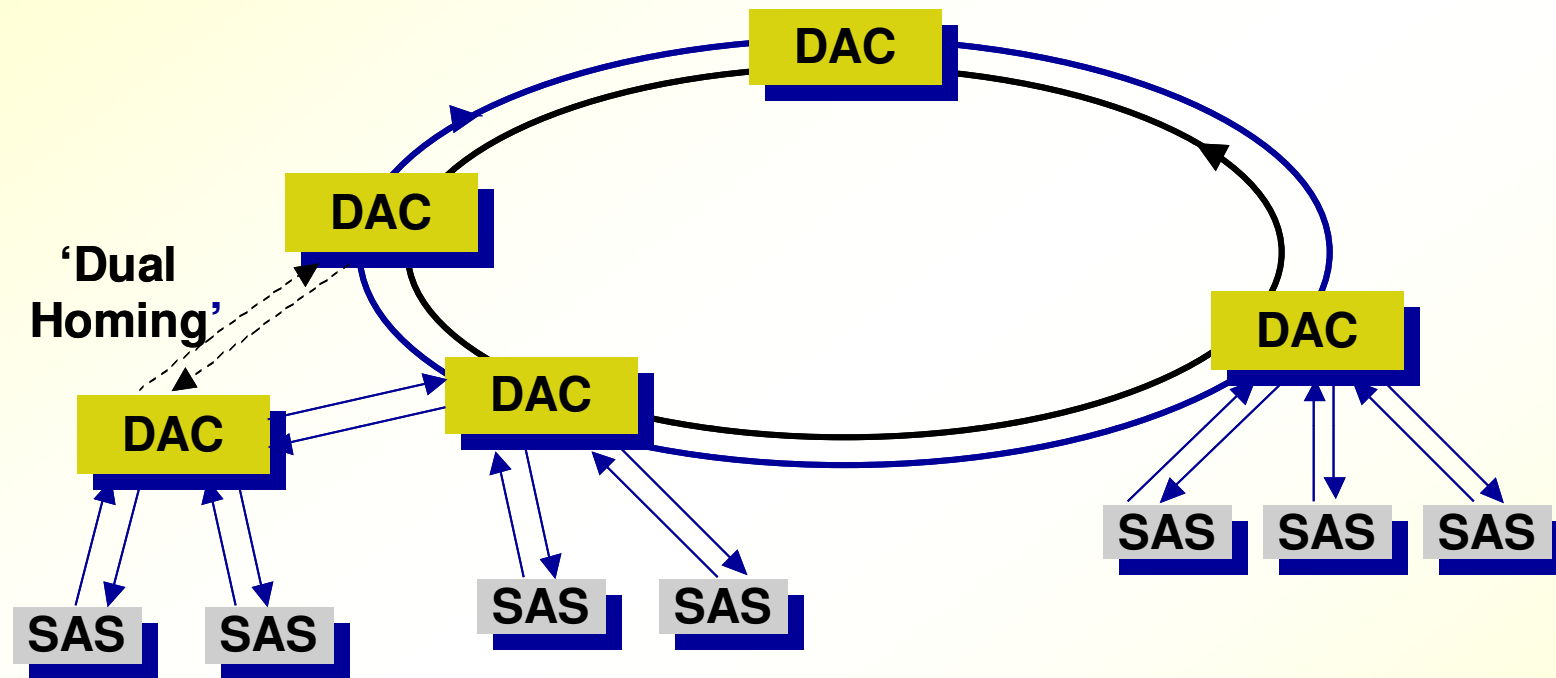
## ***FDDI: configurazione ad albero***



- Stazioni DAC e stazioni SAS
- Adatta al cablaggio integrato
- Numero minimo di fibre
- Mancano percorsi di backup

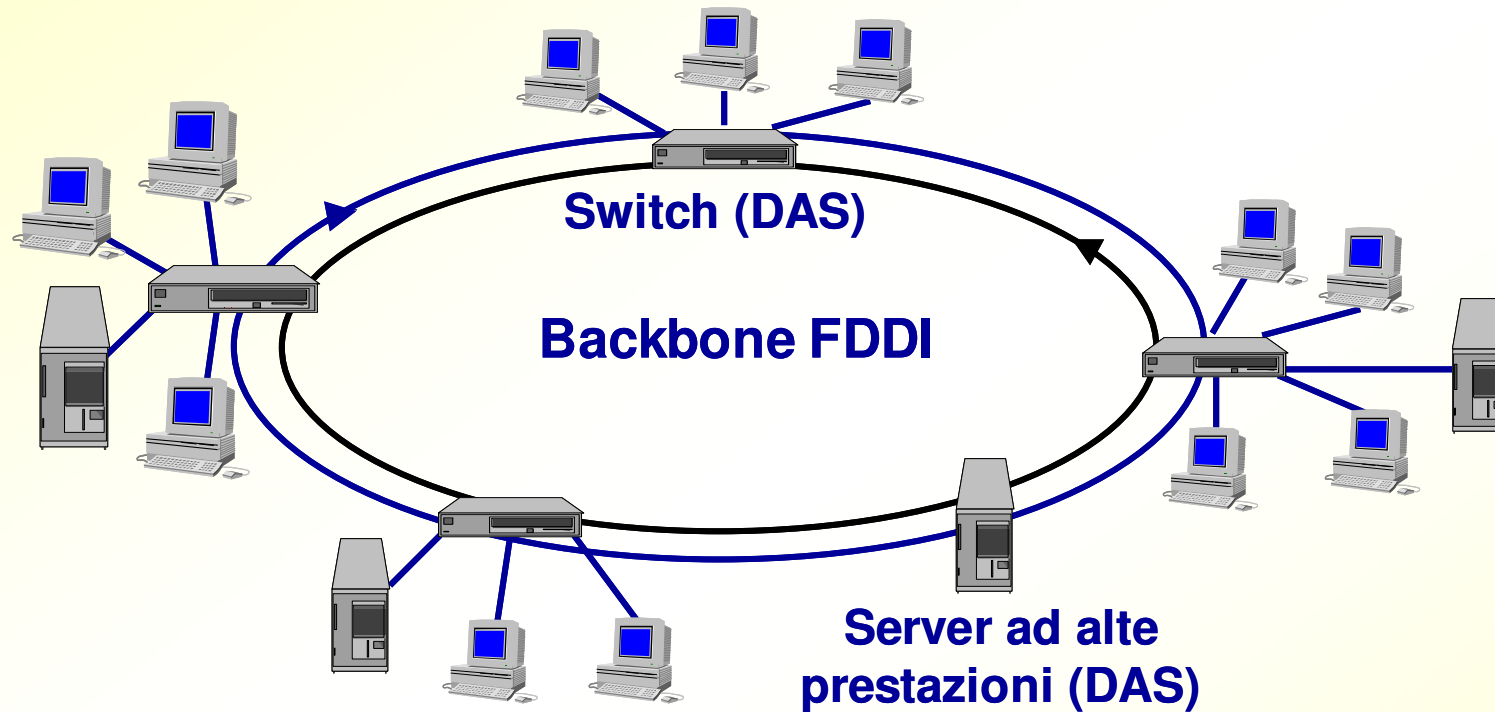


## ***FDDI: configurazione ibrida***



- Doppio anello con stazioni DAC per la dorsale
- Stazioni SAS a stella
- Possibilità di 'Dual Homing' per aumentare l'affidabilità
- Richiede un maggior numero di fibre rispetto all'albero

# ***Switched LAN con backbone FDDI***



- **Impiego di Ethernet Switch con bridge verso FDDI**
- **Stazioni che richiedono alte prestazioni possono essere inserite direttamente sull'anello FDDI**

# ***FDDI: timed token rotation protocol***

- Al token è assegnato dall'amministratore di rete un tempo di rotazione ideale

## **TTRT (Target Token Rotation Time)**

- che ogni stazione inizializza con lo stesso valore.
- Esiste un valore minimo per TTRT:

$$\text{TTRT} \geq v + \text{Token\_time} + \text{Max\_Frame\_Time}$$

- »  $v$ : latenza d'anello ( $=L/Co+N*b/C$ ) ( $b=10$ ,  $C=125\text{Mb/s}$ ,  $b/C=0.08\mu\text{s}$  arrotondato a circa  $1\mu\text{s}$ ,  $Co=5\mu\text{s/km}$  e  $v=1.7\text{ms}$ )
- » Token\_time: tempo di trasmissione di un token ( $L_{\text{token}}=11\text{ byte}$ ; Token\_time= $0.88\mu\text{s}$ )
- » Max\_Frame\_Time: tempo di trasmissione della trama di lunghezza max ( $L_{\text{max}}=4.5\text{Kbyte}$ ; Max\_Frame\_Time= $0.360\text{ms}$ )
- » quindi un valore tipico di  $\text{TTRT}_{\text{min}} \approx 2.13\text{ms}$ ; per margine di sicurezza lo standard fissa  $\text{TTRT}_{\text{min}}=4\text{ms}$

# ***FDDI: timed token rotation protocol***

- Ad ogni rotazione del token, la stazione calcola il tempo trascorso dall'ultima volta in cui ha ricevuto il token

## **TRT (Token Rotation Time)**

- TRT include il tempo speso dalla stazione a trasmettere tutte le trame in attesa più quello speso da tutte le altre stazioni sull'anello a trasmettere le proprie trame in attesa sfruttando la rotazione del token
  - » TRT è una misura del carico sull'anello: a carico basso TRT è piccolo, viceversa a carico alto
- Una stazione è autorizzata a trattenere il token e inviare le proprie trame solo se  **$TRT < TTRT$**
- La differenza tra TTRT e TRT è detta

## **THT (Token Hold Timer)**

# ***FDDI: timed token rotation protocol***

- THT determina per quanto tempo una stazione può trasmettere le trame in attesa prima di rilasciare il token

$$\mathbf{THT = TTRT - TRT}$$

- » Se  $THT > 0$  la stazione può trasmettere (early token)
- » Se  $THT < 0$  la stazione deve rimandare la trasmissione delle proprie trame (late token)

# ***FDDI-Token ring***

- **Perché FDDI se esiste una versione della rete Token Ring a 100 Mb/s apparentemente simile?**
  - » FDDI è stata sviluppata prima della versione di Token Ring ad alta velocità.
  - » FDDI è stata pensata per fornire supporto alle LAN e alle MAN ad alta velocità tramite il protocollo token passing.
  - » Token Ring a 100 Mb/s ha lo scopo di fornire una LAN ad alta velocità compatibile con LAN 802.5 a velocità più bassa.
  - » Inoltre Token Ring a 100 Mb/s opera solo in modo dedicato/commutato e non si occupa di problemi dovuti alla gestione del token come fa FDDI.