

## Medium Access Sublayer

- E' un livello indispensabile nelle reti che usano canali di tipo Broadcast, tipicamente le LANs.
- Una LAN ha tre caratteristiche chiave:
  - un diametro max di qualche Kilometro
  - un data rate di diversi Mbps
  - è generalmente gestita da un'unica organizzazione.
- Una MAN copre un'intera città ma usa tecnologia di tipo LAN.
  - Inizialmente sono stete utilizzate tecnologie di tipo CATV
  - oggi la fibra ottica è la tecnologia base.
- In una rete broadcast il problema base è determinare chi può usare il canale conteso (multiaccess channel)

## ALLOCAZIONE STATICA DI UN CANALE

IL modo tradizionale di allocare un canale fra vari utenti è la tecnica **Frequency Division Multiplexing (FDM)**

L'FDM opera efficacemente con un numero fisso ( e ridotto ) di stazioni caricate in modo uniforme.

Con un numero elevato (variabile) di stazioni con traffico Bursty l'FDM non è efficiente.

Dato un canale di capacità C bps ed un traffico di frames aventi una lunghezza definita da una funzione con densità di probabilità esponenziale

$$T = \frac{1}{\mu C - \lambda}$$

T = mean time delay

$1/\mu$  = lunghezza media

in bit/frame di ogni frame

$\lambda$  = arrival time (frames/sec.)

Con N canali, ciascuno con capacità C/N

$$T_{FDM} = \frac{1}{\mu = \left( \frac{C}{N} \right) - \left( \frac{\lambda}{N} \right)} = \frac{N}{\mu C - \lambda} = NT$$

# ALLOCAZIONE DINAMICA DI UN CANALE

## ASSUNZIONI DI BASE

**Modello delle stazioni** : N stazioni indipendenti con arrival rate costante di  $\lambda$  frames/sec

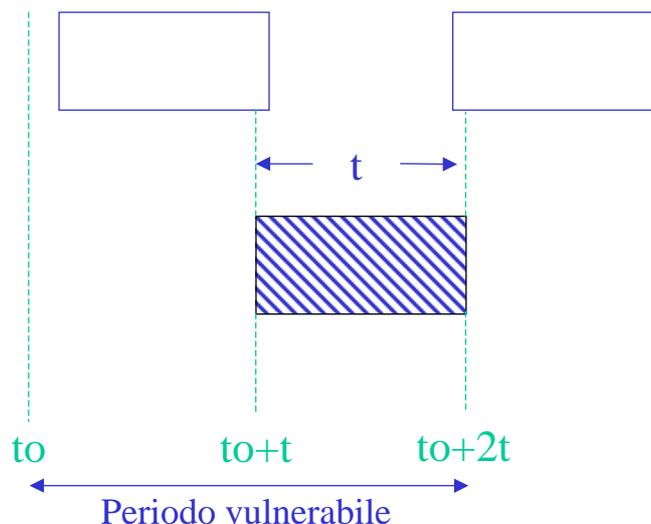
**Presenza di un solo canale trasmissivo**

**Collisioni** : Se più frames sono trasmesse contemporaneamente si ha una collisione (distruzione delle frames)



## PURE ALOHA

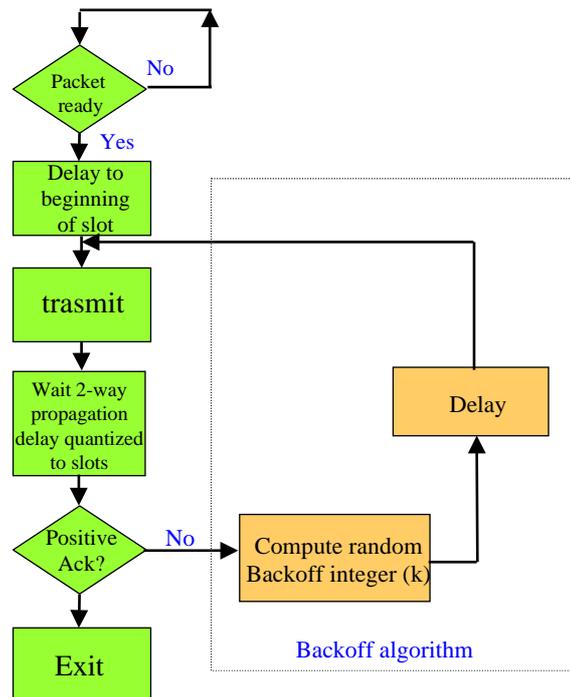
- Quando una stazione ha una Frame pronta, la trasmette immediatamente, attiva un timer e aspetta un ack.
- Se l'ack non è ricevuto entro il timeout, la Frame viene ritrasmessa dopo un tempo random.



- Successo se una sola stazione trasmette.
  - Collisione se due o più stazioni trasmettono.
- Utilizzazione del canale trasmissivo al massimo 18%

## SLOTTED ALOHA

- L'intervallo di collisione è ridotto :
- Suddividendo il tempo in slot di durata  $x/r$  (dimens.frame/bit rate)
- Sincronizzando la trasmissione della Frame all'inizio di ogni SLOT



L'intervallo di collisione è pari ad 1 SLOT

L'utilizzazione del canale trasmissivo, è al massimo 36%

## Carrier Sense Multiple Access: CSMA

- ascolto prima della trasmissione
- Se il canale è libero: trasmette, attiva un timer, attende un ack
- Se il canale è occupato: attende un tempo random
- Se l'ack non è ricevuto entro il timeout, la frame viene ritrasmessa dopo un tempo random.

### CSMA : non-persistent:

- Se il canale è occupato, la frame è rischedulata con un ritardo random
- Se il canale è libero la frame viene trasmessa

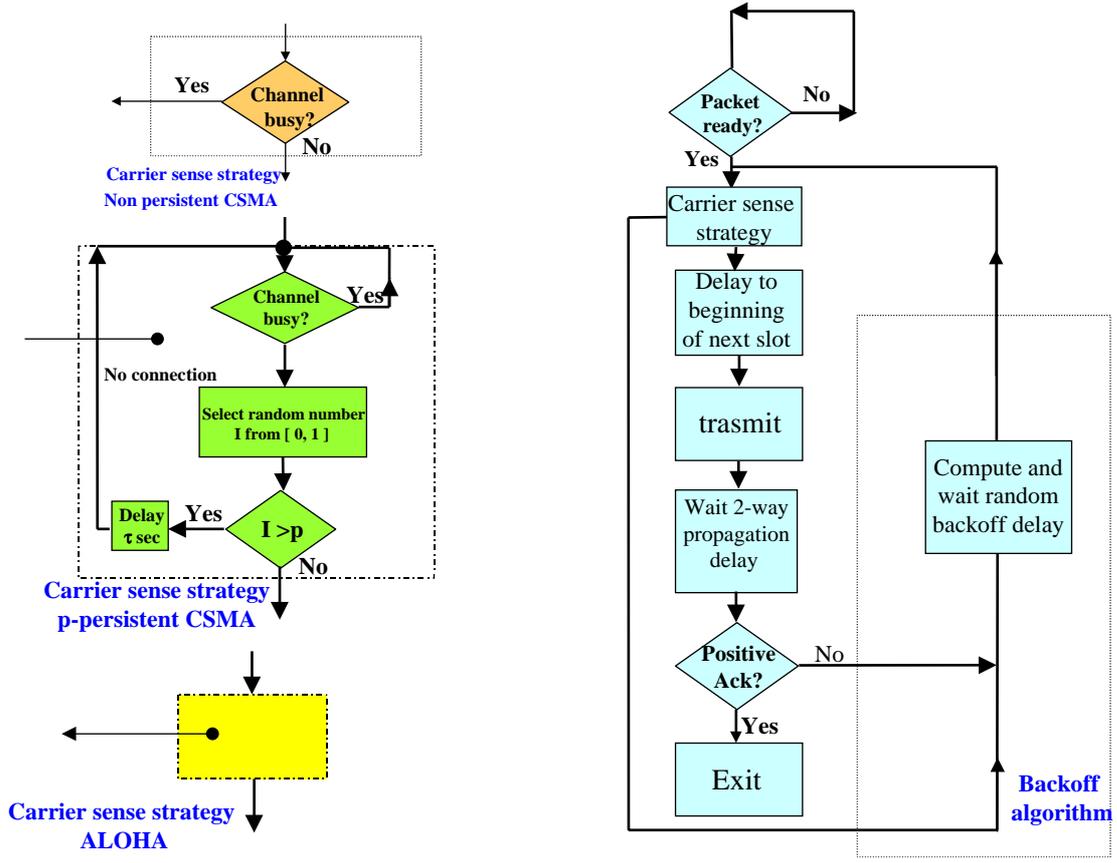
### CSMA p\_persistent:

- Se il canale è libero, con probabilità  $p$  (fra 0 e 1) la frame è trasmessa; con probabilità  $1-p$  è ritardata di  $T_{propag}$  prima di essere rischedulata.
- Se il canale è occupato, la stazione persiste nel monitoraggio finchè è libero

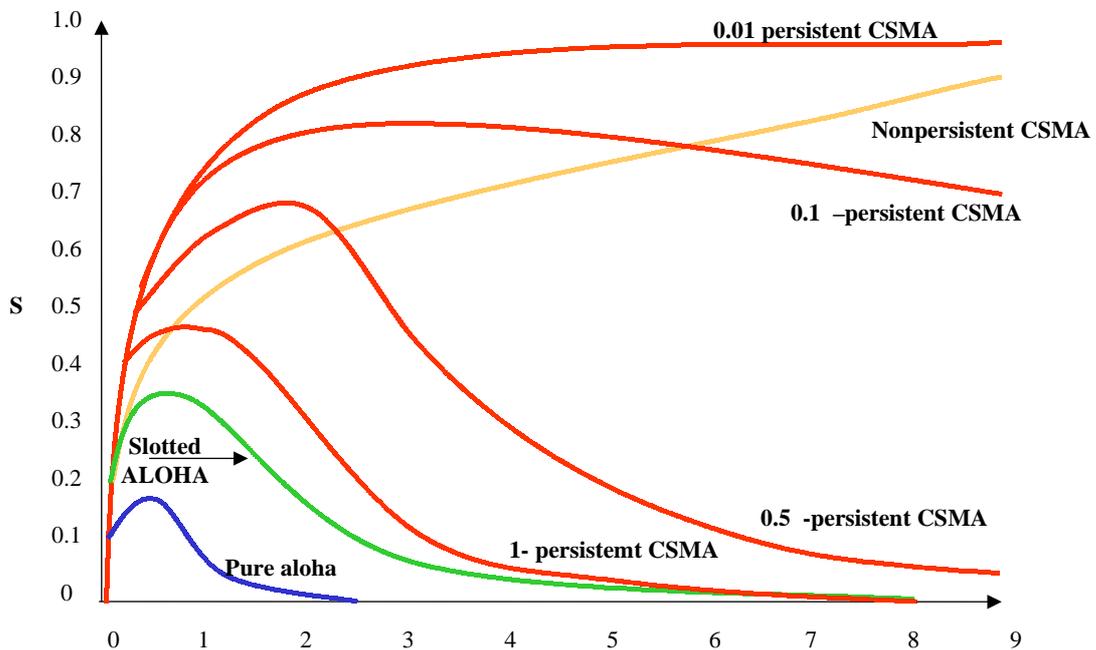
- Slotted
- Non slotted

La durata di una Frame deve essere  $>2T_p$

# NON-PERSISTENT, P-PERSISTENT

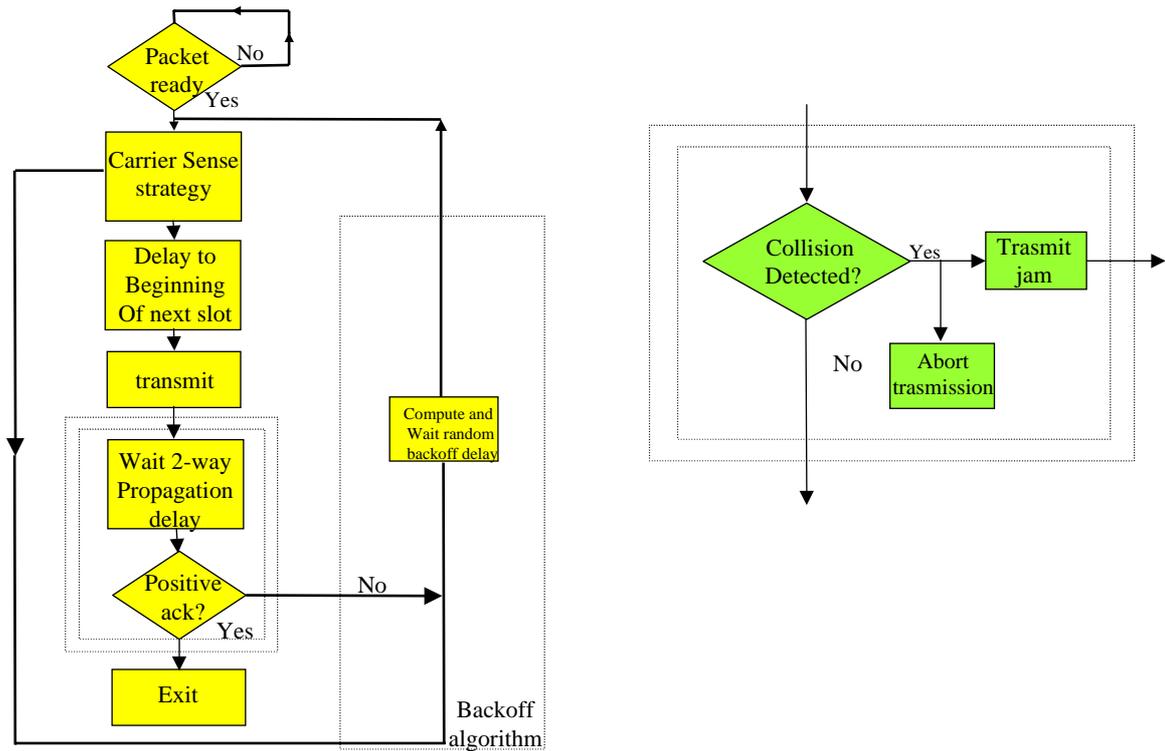


# NON-PERSISTENT, P-PERSISTENT



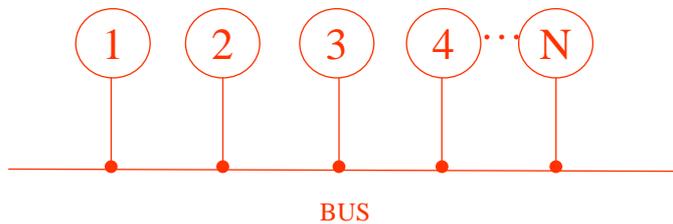
## CSMA/CD

- Secondo questo schema la stazione ascolta non solo prima di trasmettere, ma anche durante la trasmissione.
- Richiede un HW specializzato
- Sono possibili le variazioni slotted, non-slotted, P-persistent, non-persistent

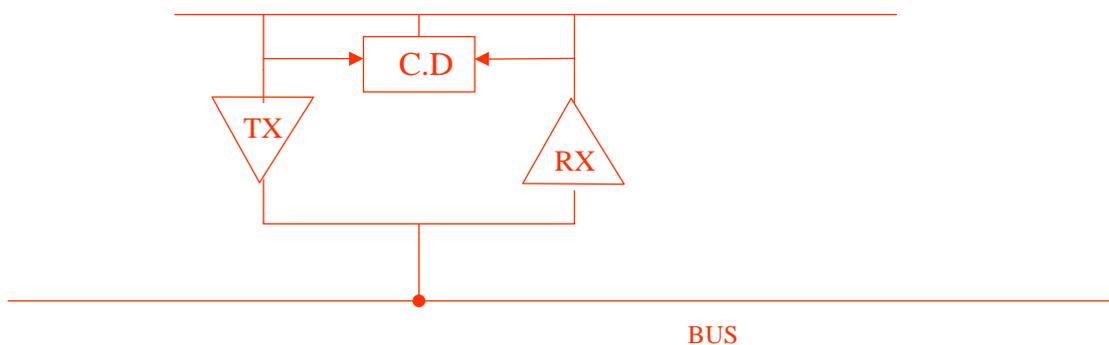


## IL PROTOCOLLO IEEE 802.3 CSMA/CD

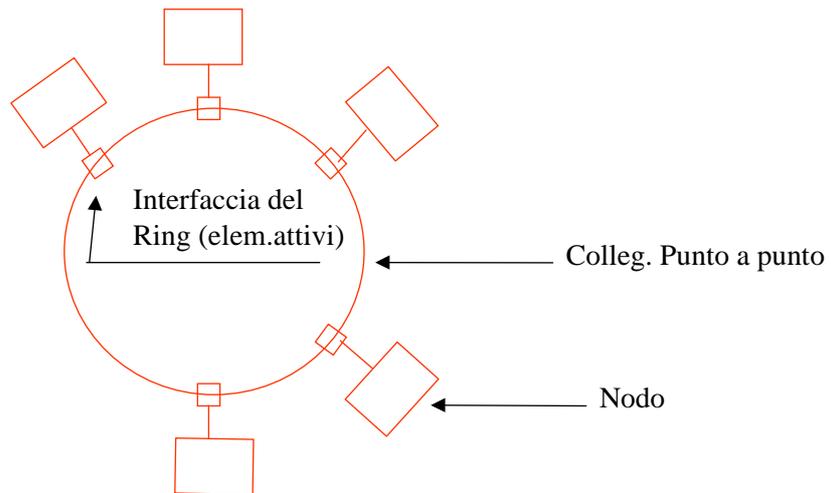
- Accesso non deterministico
- Buon comportamento con basso traffico
- Esclusivamente multimaster



### INTERFACCIA COL DATA LINK



## RETI A "RING"

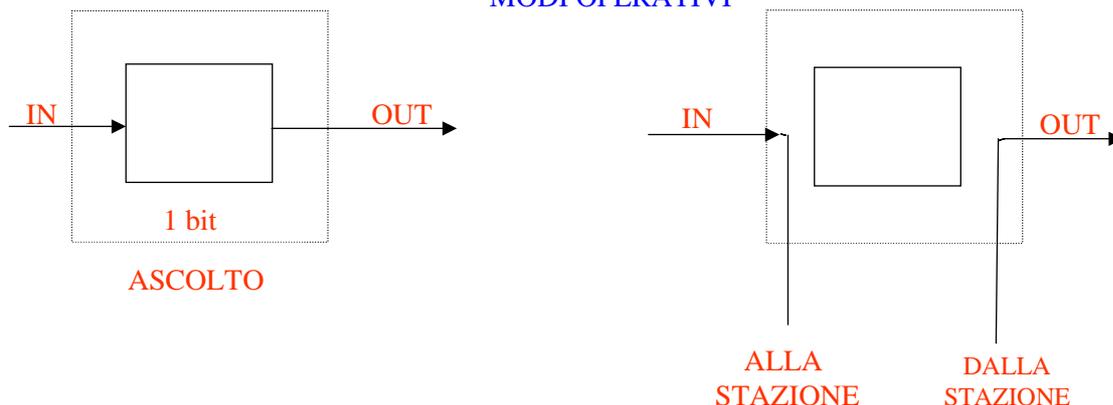


- Durante la trasmissione, un bit è inviato sul ring ogni  $1/R$  secondi, dove "R" è il "Data Bit rate"
- Il segnale viaggia sulla linea alla velocità  $\left(\frac{2}{3}\right) C$  dove C è la velocità della luce. Equivale a circa  $200m/\mu sec$
- Contemporaneamente sul Ring viaggiano  $\frac{L \times R}{200 \times 10^6}$  bits

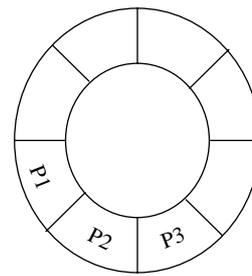
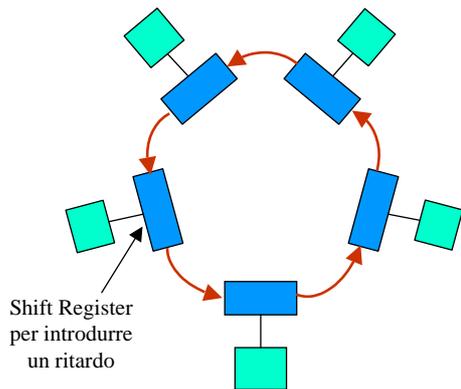
## TOKEN RING

- Autori (Forber e Larson ) 1972
- Un Token ( 1111 1111 ) viene trasmesso lungo il Ring
- Una stazione ha diritto ad accedere al ring quando possiede il Token
- Una stazione trasforma il Token in un "connettore" quando essa ha un messaggio da spedire. Il connettore è ( 1111 1110 ) ed indica che il Token è riservato.
- La stazione inizia a trasmettere il proprio messaggio e poi genera un nuovo Token.
- Ogni stazione del Ring introduce un bit di ritardo
- Il Ring deve presentare un tempo di rotazione dei messaggi, sufficiente a contenere il Token

### MODI OPERATIVI

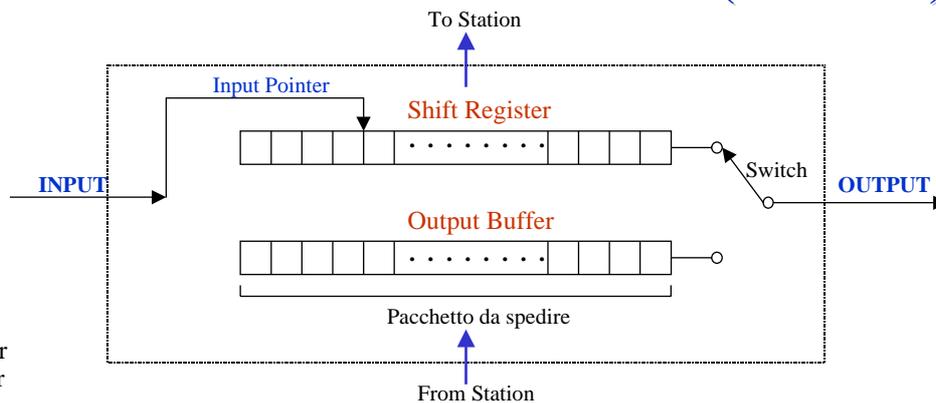


## SLOTTED RING (Pierce 1972)



- Generalmente i pacchetti manipolati sono di piccole dimensioni.
- Il Ring è suddiviso in Slot, uno per ogni pacchetto.
- Un pacchetto può essere contrassegnato come vuoto o occupato.
- Un pacchetto vuoto viene riempito da una stazione contendente e marcato come occupato.
- I pacchetti vengono messi in circolo sul Ring.
- Maggiori i tempi di transito e di scansione, dovuti all'introduzione di ritardo per sistemare i pacchetti sul Ring.
- Questo tipo di rete non ha particolari vantaggi rispetto ad altri schemi a Ring.

## REGISTER INSERTION RING (Liu 1978)



- Output Buffer
- Shift Register

- Riceve i bits
- Riempie lo Shift Register
- Riconosce l'indirizzo

Se questa stazione è il destinatario, il pacchetto viene deviato nella stazione. L'input pointer viene settato alla posizione più a destra; altrimenti i bits ricevuti vengono inviati sul Ring.

- Per trasmettere un pacchetto una stazione controlla se:

- 1) C'è un pacchetto in attesa di essere spedito.
- 2) Numero di slots vuoti nello Shift Register  $\geq$  dimensione del pacchetto.

Se entrambe queste condizioni sono verificate, lo switch sull'output viene spostato sull' Output Buffer.

- Un nuovo ingresso viene immagazzinato nello Shift Register.

- Simile allo Slotted Ring per quanto riguarda il tempo di transito.
- Il tempo di scansione è differente: una stazione deve aspettare uno spazio vuoto per inserire il suo pacchetto.
- Il tempo di acquisizione è minore in condizioni di traffico leggero.

# CONTENTION RING

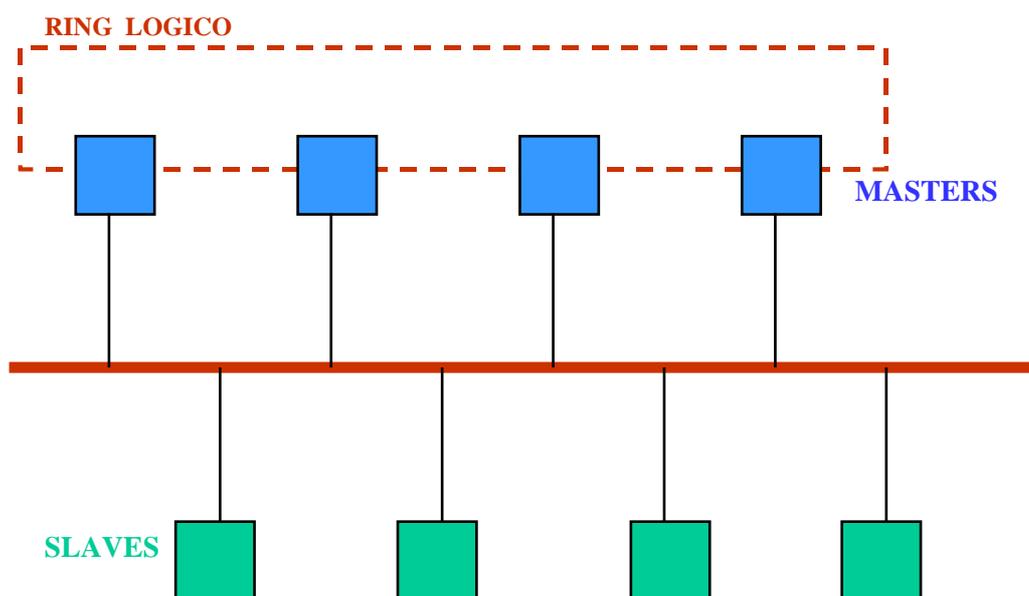
**AUTORI: CLARK, POGRAM, REED (1978)**

- In condizioni di basso traffico viene usato un protocollo di tipo CSMA / CD
- Dopo ogni trasmissione un token viene fatto circolare e bloccato se nessuna stazione lo richiede, passando così al protocollo CSMA / CD
- In caso di collisione, viene generato un ritardo random.

## **VANTAGGI:**

- Il tempo di acquisizione del canale fisico è basso quando c'è poco traffico.
- Si ha una elevata utilizzazione del canale, anche in condizioni di traffico pesante.

# PROTOCOLLO TOKEN BUS

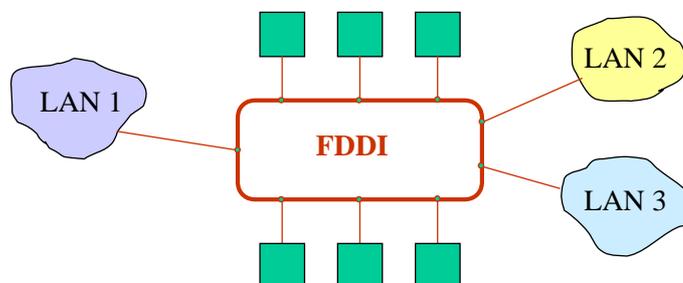


# CARATTERISTICHE DEL PROTOCOLLO D'ACCESSO TOKEN BUS

- Metodo efficiente: in condizioni di carico pesante, richiede solo una piccola percentuale di larghezza di banda per la gestione del Ring.
- Offre a tutte le stazioni la stessa porzione di capacità del mezzo.
- Permette priorità multiple.
- Permette il trasferimento di informazioni ad anello aperto e ad anello chiuso.
- La trasmissione è coordinata per rendere minime le interferenze fra le varie stazioni.
- In assenza di disturbi è possibile prevedere, per ogni condizione di traffico, i tempi di ritardo nell'esecuzione di un servizio.

## FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

- Rete ad anello in Fibra ottica
- Data bit rate: 100 Mbps
- Lunghezza massima: 200 Km
- Numero max di stazioni: 1000
- Usa fibra multinodo (basso costo)
- Usa diodi Led (sicurezza per l'uomo)



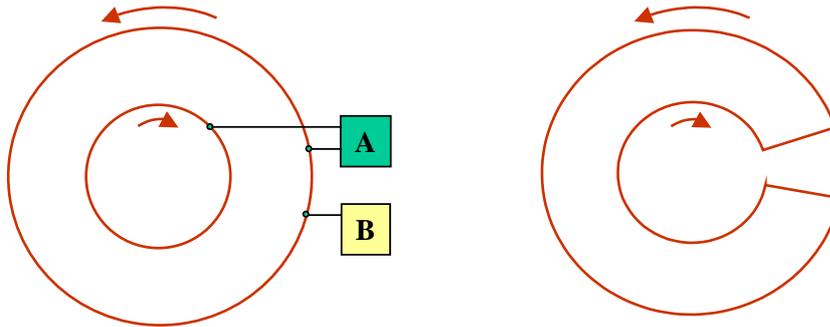
Può essere usata come LAN, MAN, o come Backbone per l'interconnessione di varie LAN.

A livello fisico non viene usata la codifica Manchester (100 Mbps  $\Rightarrow$  200 Mbaud), bensì una codifica 4 su 5 non self-clocking.

$\Rightarrow$  Necessità di un lungo campo "Preamble".

Clock locale molto preciso e stabile.

## 2 RING CONTROROTANTI



STAZIONI DI TIPO A (Connesse ai due cavi)

STAZIONI DI TIPO B (Connesse ad un cavo)

## TIMED TOKEN PROTOCOL (TTRT)

Una stazione non attende di ricevere la frame emessa, prima di inviare di nuovo il token  
⇒ Frame Stripping

**PRIORITA'**

### FDDI I

Frames acicliche

### FDDI II

Frames acicliche

Frames sincrone

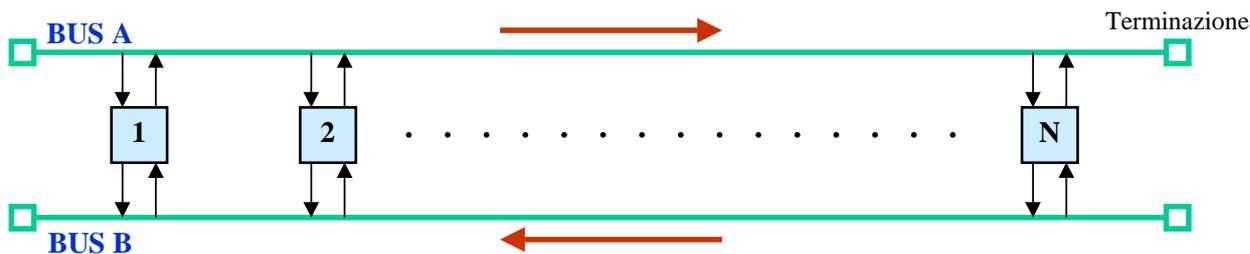
Le frame sincrone sono generate ogni 125  $\mu$ sec da una stazione master, per i sistemi PCM

Ogni frame contiene fino a 96 canali a commutazione di circuito per un totale di 6.144 Mbps

Una volta che una stazione ha acquistato uno o più time slots in una frame sincrone, questi slots sono riservati automaticamente finchè non sono rilasciati esplicitamente.

Max traffico sincrone 16 frames ogni 125  $\mu$ sec ⇒ 98,3 Mbps di banda occupata.

## FASNET ( Bell Laboratories 1984 )



Ogni stazione riceve e trasmette su entrambi i cavi

Le stazioni 1 ed N trasmettono sui Bus A e B due treni di slots vuoti.

### GLI SLOT DISTRIBUISCONO IL CLOCK

Una stazione, quando vuole trasmettere, utilizza uno slot vuoto (dopo averlo marcato come occupato)

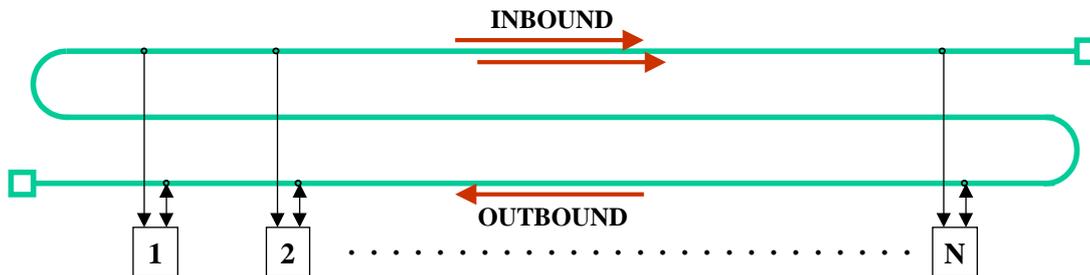
La stazione ricevente copia i dati, ma non libera gli slot.

### E' UNA RETE SINCRONA

## EXPRESSNET

Usa un singolo bus unidirezionale, ripiegato.

Ogni stazione riceve sulla parte **INBOUND** e trasmette sulla parte **OUTBOUND**.



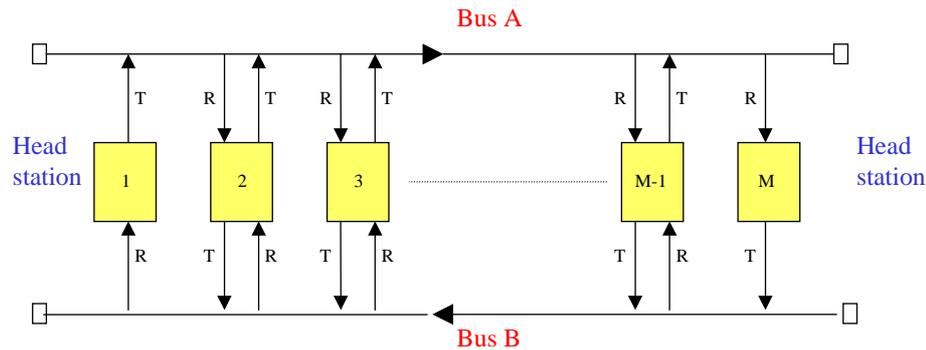
### E' UNA RETE ASINCRONA

Ogni stazione monitora il canale INBOUND e quando è libero appende la propria frame a quella appena passata (formando un treno).

Poiché possono avvenire collisioni, ogni stazione mentre trasmette monitora il canale OUTBOUND e interrompe la trasmissione se sopraggiunge una frame da una stazione con numero più basso.

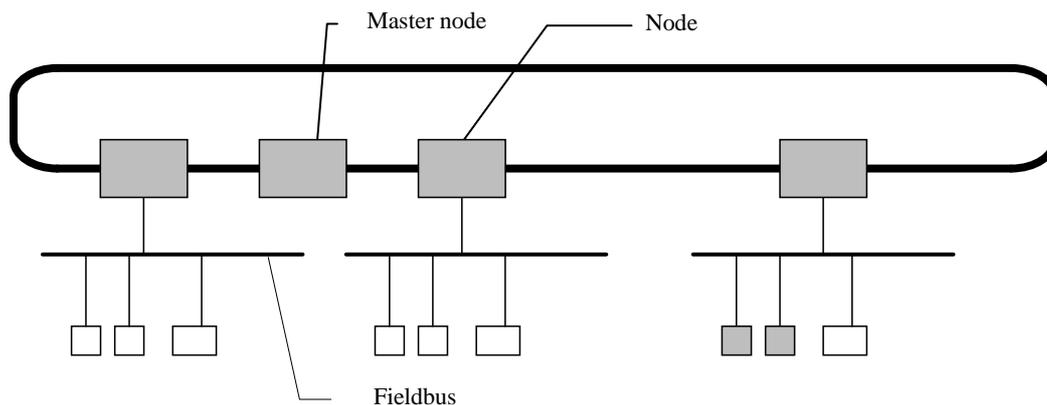
La collisione distrugge parte del Preambolo di cui la frame è dotata (ma non intacca la frame).

## Distributed Queue Dual Bus (DQDB)



- due bus unidirezionali (bus A e bus B) in fibra ottica
- L'unità di trasmissione è lo slot, una successione di bit, di lunghezza fissa, composta da un Access Control Field (ACF) e da un campo informativo (44 byte).
- Nell'ACF è contenuto un bit **Busy** il cui stato indica se lo slot è libero, ed un bit **Request**
- La gestione delle prenotazioni avviene mediante un meccanismo a coda distribuita. Sono necessari due contatori in ogni nodo: **RC** (request counter) e **CD**

## Slot Swapping Ring



- Il ring è percorso ininterrottamente da un treno di slot generati in fase di inizializzazione dal **Master node**
- Non ci sono slot riservati per nessuna stazione. Ciascun nodo usa il primo slot libero.
- Il ring deve essere abbastanza lungo da ospitare l'intero treno che ruota indefinitamente (uso di **buffer elastico**).
- Meccanismo di SWAP con assegnazione dinamica della priorità.