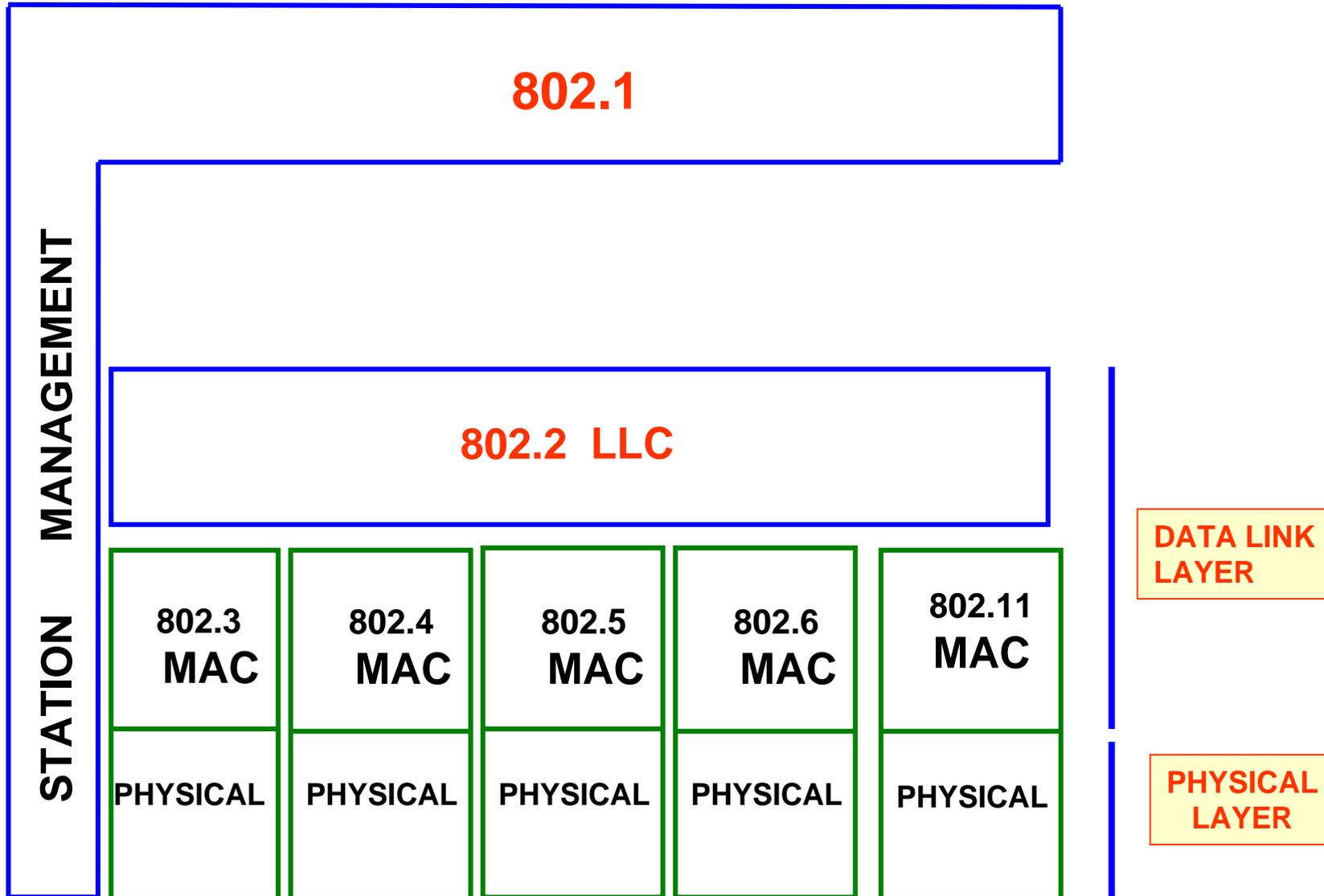


IEEE LAN STANDARDS



I due sottolivelli del DLL

- Il **MAC** (**Medium Access Control**) si occupa della gestione dell'accesso al mezzo fisico
- Il livello di **Logical Link Control (LLC)** supporta servizi di livello più alto:
- **Gestione degli indirizzi**: assegna alla frame l'indirizzo sorgente e destinazione.
- **Gestione degli errori**: meccanismi di conferma (ack) e ritrasmissione (time-out)
- **Ordinamento**: frammentazione di frame troppo lunghe ed ordinamento in ricezione.
- **Controllo di flusso**: uso di numeri di sequenza e di meccanismi "sliding window".

Le primitive di servizio IEEE

- Contrariamente a quanto previsto per i servizi ISO, gli standard IEEE prevedono tre sole primitive:
 - request
 - indication
 - confirmation.
- Per ragioni legate alla velocità di risposta, la conferma viene generata direttamente dal *Service Provider* e non dall'utente remoto.

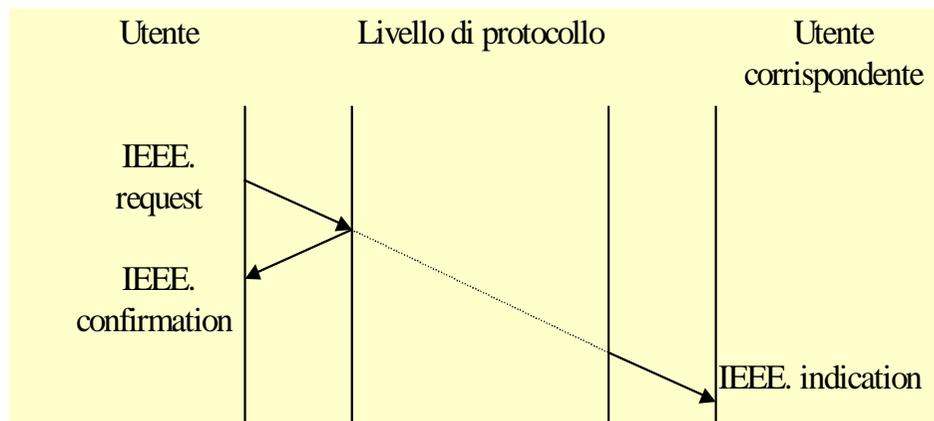


Fig. A Primitive di servizio IEEE con conferma locale

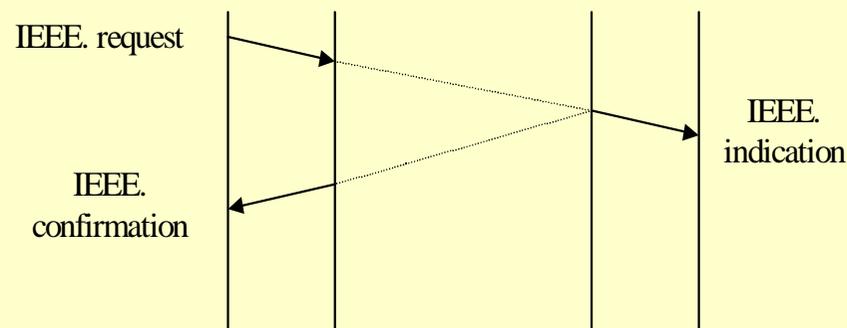
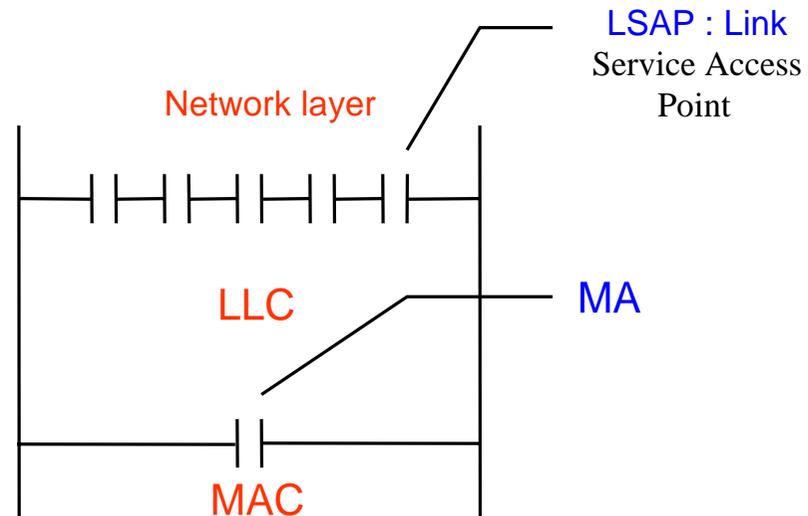


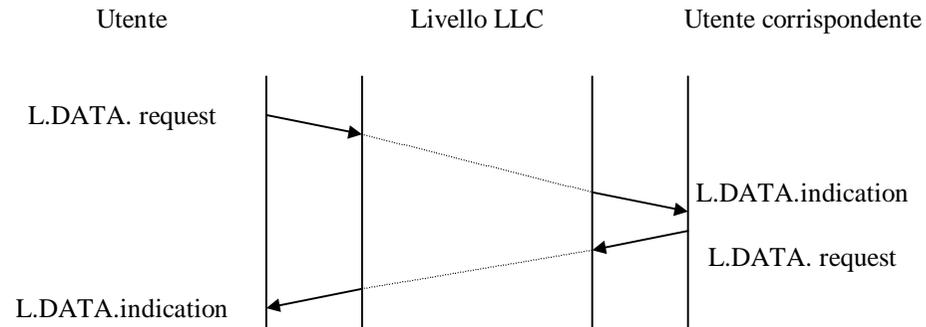
Fig. B Primitive di servizio IEEE con conferma remota

Servizi dell'LLC

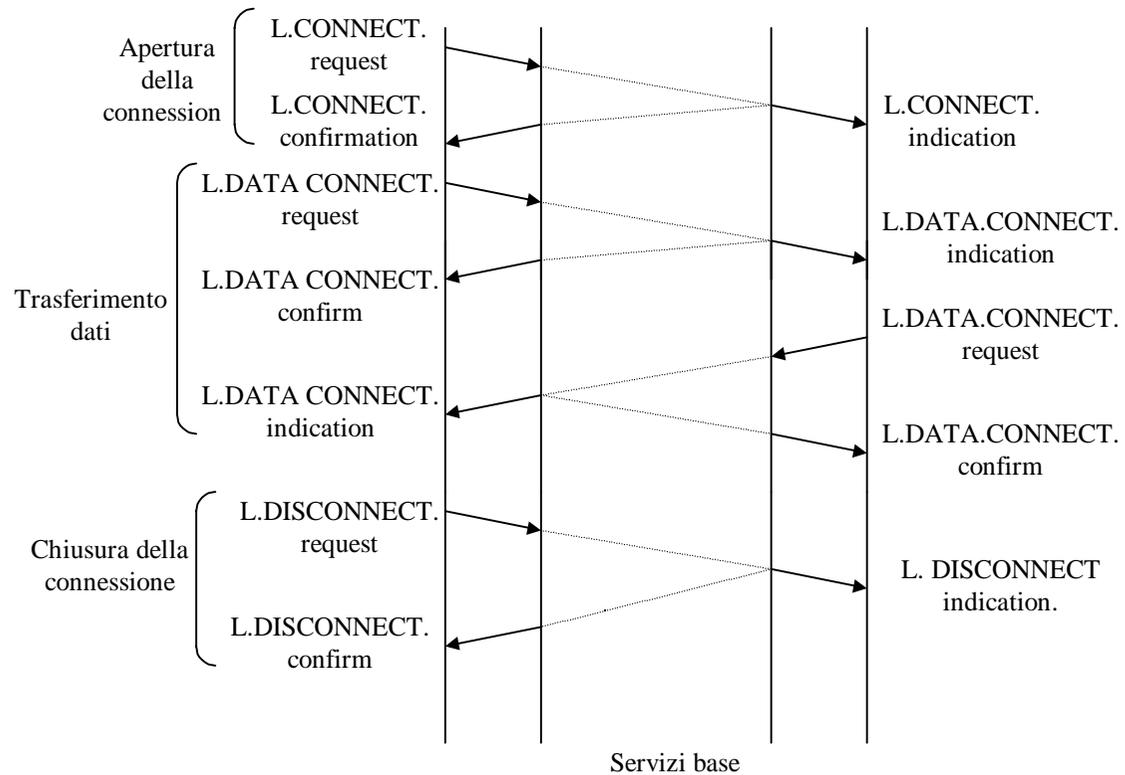
- L'LLC supporta due tipi di servizi:
 - Un servizio senza connessione e non confermato.
 - Un insieme di servizi con connessione.
-
- Le comunicazioni fra i due sottolivelli avvengono attraverso l'interfaccia **MA** (Mac Access).
 - Per il Network layer sono disponibili più **LSAP**.



Primitive di servizio LLC

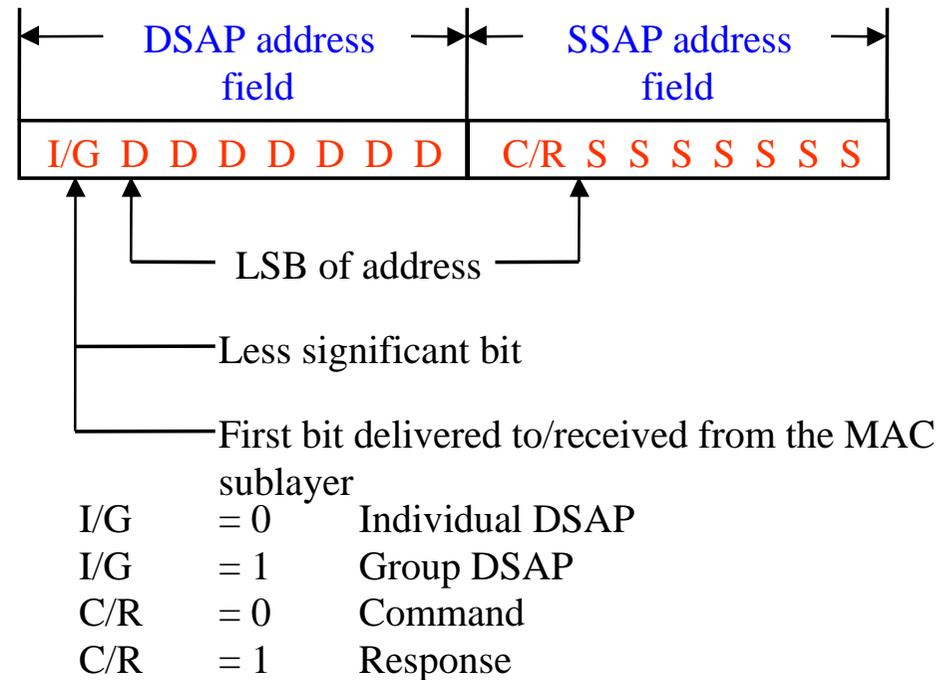


Primitive di servizio LLC senza connessione non confermata



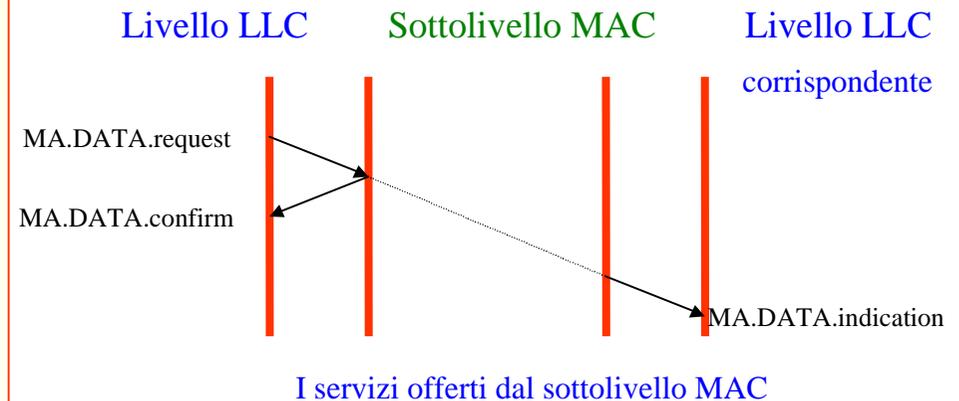
Formato dei messaggi LLC

- I messaggi del protocollo LLC sono formati da 4 campi.
- Gli indirizzi destinazione possono essere individuali o di gruppo.
- Il campo di controllo può specificare tre formati:
- I, Informativo - il messaggio contiene informazioni.
- S, Supervisionato - il messaggio supervisiona il funzionamento della rete.
- U, supervisionato non numerato.

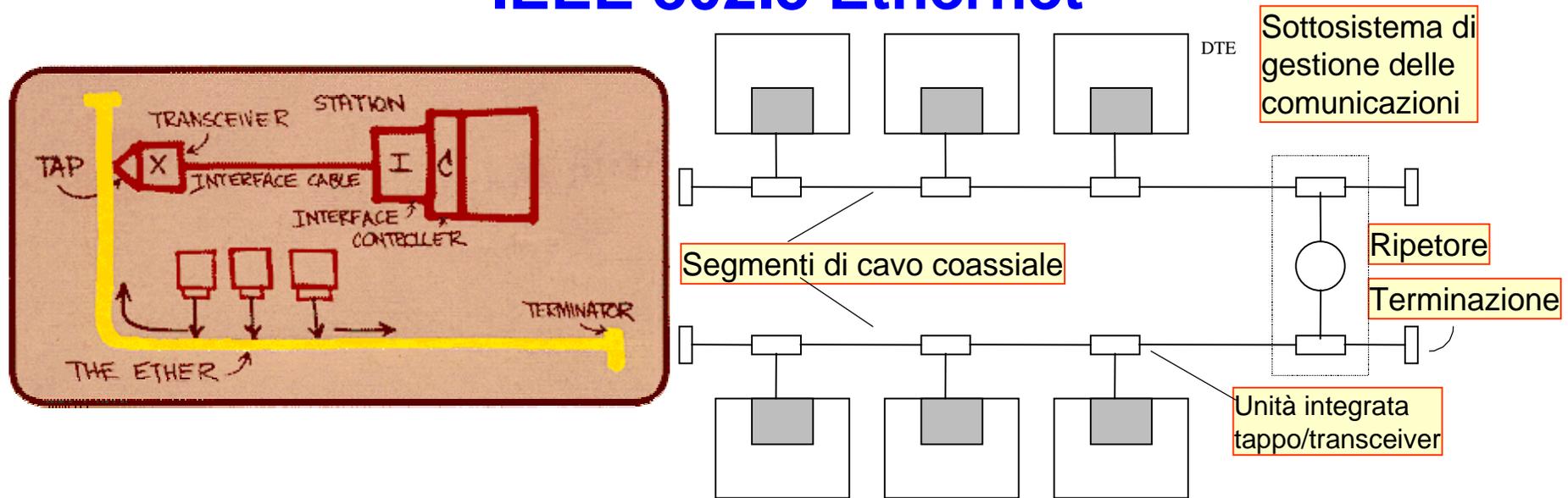


Servizi del MAC

- Il Sottolivello MAC offre lo stesso insieme di servizi all'LLC ,indipendentemente dal particolare modo operativo seguito (CSMA/CD, token ring, ecc).
- La primitiva MA.Data Request trasporta l'indirizzo destinazione (individuale o di gruppo), la PDU passata dall'LLC e la classe di servizio (ove possibile)
- La primitiva confirm è generata localmente ed indica il successo (o fallimento) nell'accesso al mezzo.



IEEE 802.3 Ethernet

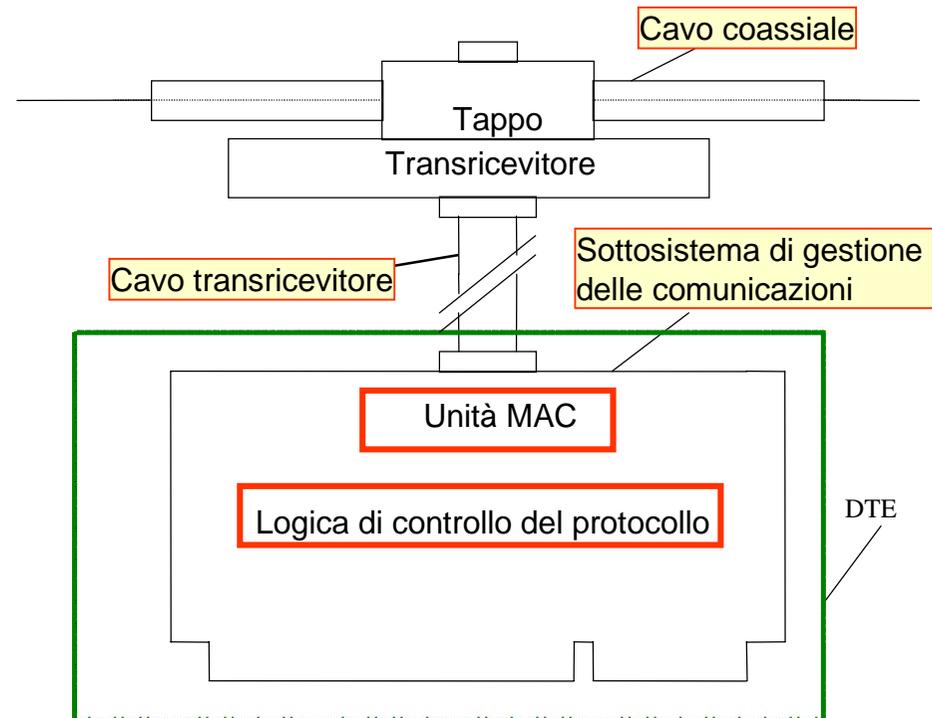


- Rete a Bus basata sull'uso del [protocollo CSMA/CD](#)
- Sviluppata nei primi anni 70 presso i laboratori XEROX al "Palo Alto Research Center da [Robert Metcalfe](#) e [David Boggs](#)
- Commercializzata nell'anno 80 da [Xerox](#), [Digital](#), [Intel](#).
- [Standardizzata nell'anno 1983](#) dall'IEEE.
- Estesa a partire dal 1985.

Funzioni del CSMA/CD

L'unità integrata Tappo & Transceiver, denominata MAU (medium attachment Unit) ha la funzione di:

- trasmettere e ricevere dati sul cavo.
- rilevare collisioni sul cavo;
- isolare elettricamente il cavo coassiale dall'elettronica di interfaccia;
- proteggere il cavo dai malfunzionamenti del transricevitore o del DTE.



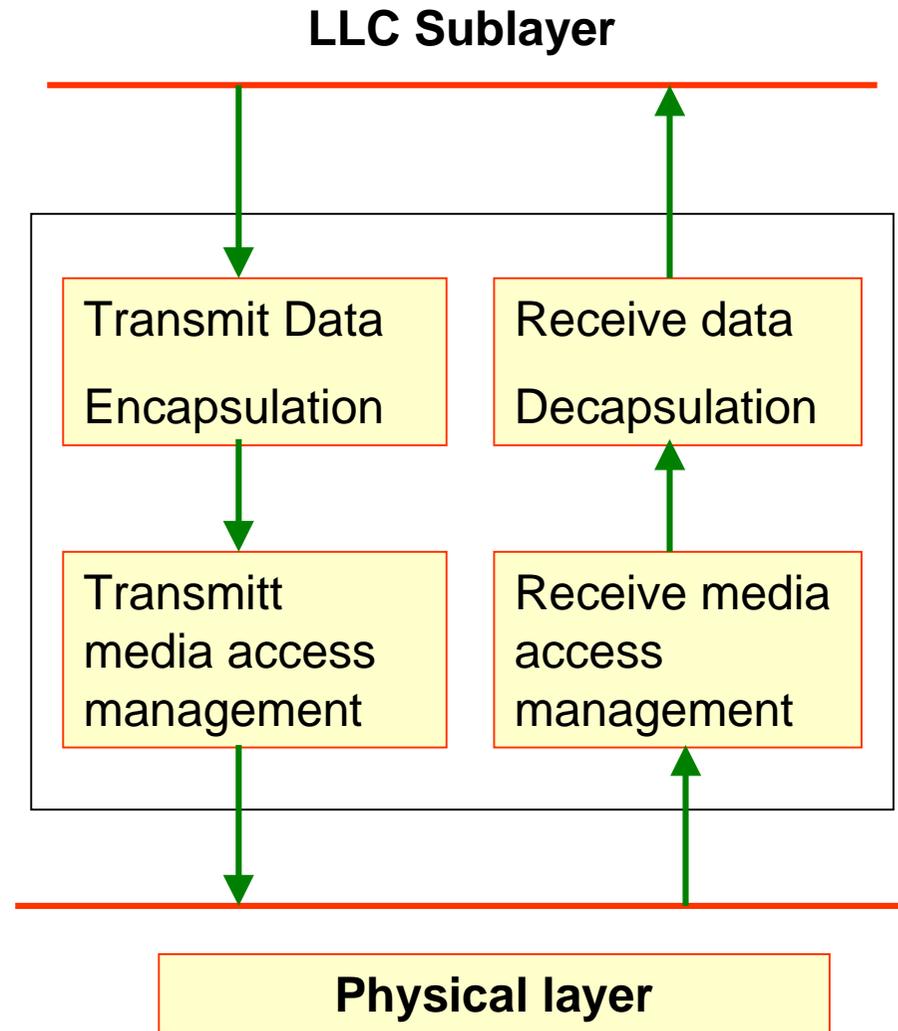
Funzioni del CSMA/CD

Data Encapsulation/Decapsulation:

- **Framing:** delimitazione di inizio e fine frame, sincronizzazione della frame.
- **Addressing:** identificazione degli indirizzi delle stazioni.
- **Error detection:** rivelazione degli errori di trasmissione a livello fisico.

La stazione trasmittente incapsula i dati provenienti dall'LLC aggiungendo i delimitatori.

La stazione ricevente riconosce come suo l'indirizzo destinazione, verifica l'assenza di errori. Rimuove le informazioni di controllo e passa la frame all'LLC.



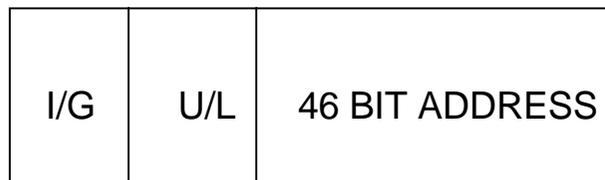
Struttura della frame



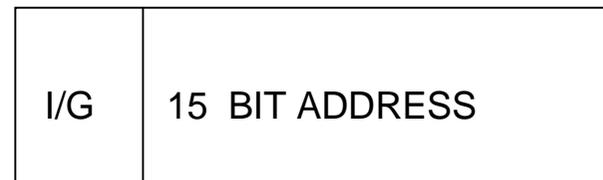
- Preambolo: alternanza di 1 & 0, utilizzata dal PLS per la sincronizzazione con la frame in ricezione.
- Start frame delimiter: 10101011 indica l'inizio della frame.
- Destination e Source address: lunghi 2 o 6 bytes, se indirizzi universali.

I/G=0 INDIVIDUAL ADDRESS
 I/G=1 GROUP ADDRESS
 U/L=0 GLOBALLY ADMINISTERED ADDRESS
 U/L=1 LOCALLY ADMINISTERED ADDRESS

48 BIT ADDRESS FORMAT



16 BIT ADDRESS FORMAT



- Length: indica il numero di ottetti LLC contenuti nella frame.
- LLC + data pad. Definisce la lunghezza minima della frame.
- FCS: contiene il CRC calcolato in trasmissione e verificato in ricezione

Trasmissione senza contesa

- Inizia con una richiesta di trasmissione dall'LLC.
- Azioni conseguenti del modulo "Transmit Data Encapsulation":
 - aggiunge all'inizio della frame il **Preambolo** e lo **Start Delimiter**.
 - appende alla fine del campo informativo della frame un **PAD**.
 - Aggiunge gli indirizzi (**destinazione** & **sorgente**), il campo **lunghezza** e calcola l'**FCS**.

Azioni del modulo "Transmit Media Access Management":

- monitora il "**Carrier Sense Signal**" fornito dal PLS, nel tentativo di evitare collisioni.
- Se il mezzo è occupato resta in attesa. Se è libero, attende un "**interframe space**" ed inizia la trasmissione.

Azioni del PLS:

- **codifica**
- monitora il mezzo e genera il segnale "**Collision detect**": ON/OFF

Il MAC notifica all'LLC il completamento della trasmissione.

Ricezione senza contesa

Appena il PLS rivela la ricezione di una frame:

- Si sincronizza con il **preambolo**
- Pone il “**Carrier Signal**” a ON
- inizia la **decodifica** della frame

In sequenza il “Receive Media Access Management”:

- Collezione i bit finchè “**carrier_signal = ON**”
- Quando “**Carrier Signal = OFF**” tronca la ricezione

Contemporaneamente, il modulo “Receive Data Decapsulation”:

- Controlla che Destination_ address = **my_address**
- Verifica la validità della frame attraverso l’**FCS**
- Passa il **D.A.**, **S.A.**, ed **LLC_DU** all’LLC.

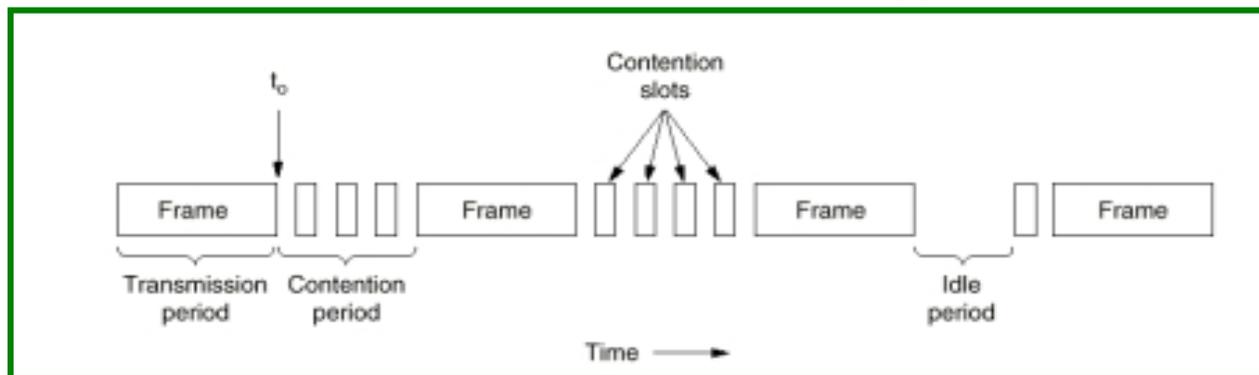
Interferenza nell'Accesso

Collisione: Più stazioni tentano di trasmettere contemporaneamente sul mezzo:

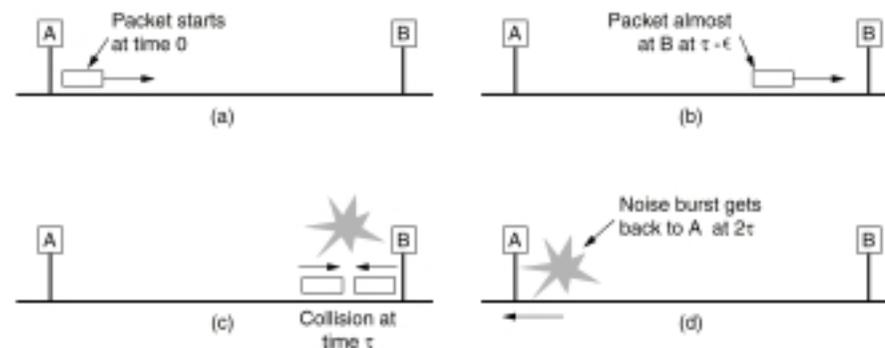
- effetto: Segnale confuso sulla linea.

La collisione non è un errore trasmissivo ma è **banda per arbitrare il canale**.

Un numero limitato di collisioni è funzionale all'arbitraggio della rete.



Collision window: la parte della trasmissione in cui la stazione può rilevare la collisione prima che la trasmissione si propaghi a tutte le stazioni (dipende dal Round trip delay). Superata la collision window, il mezzo è acquisito.

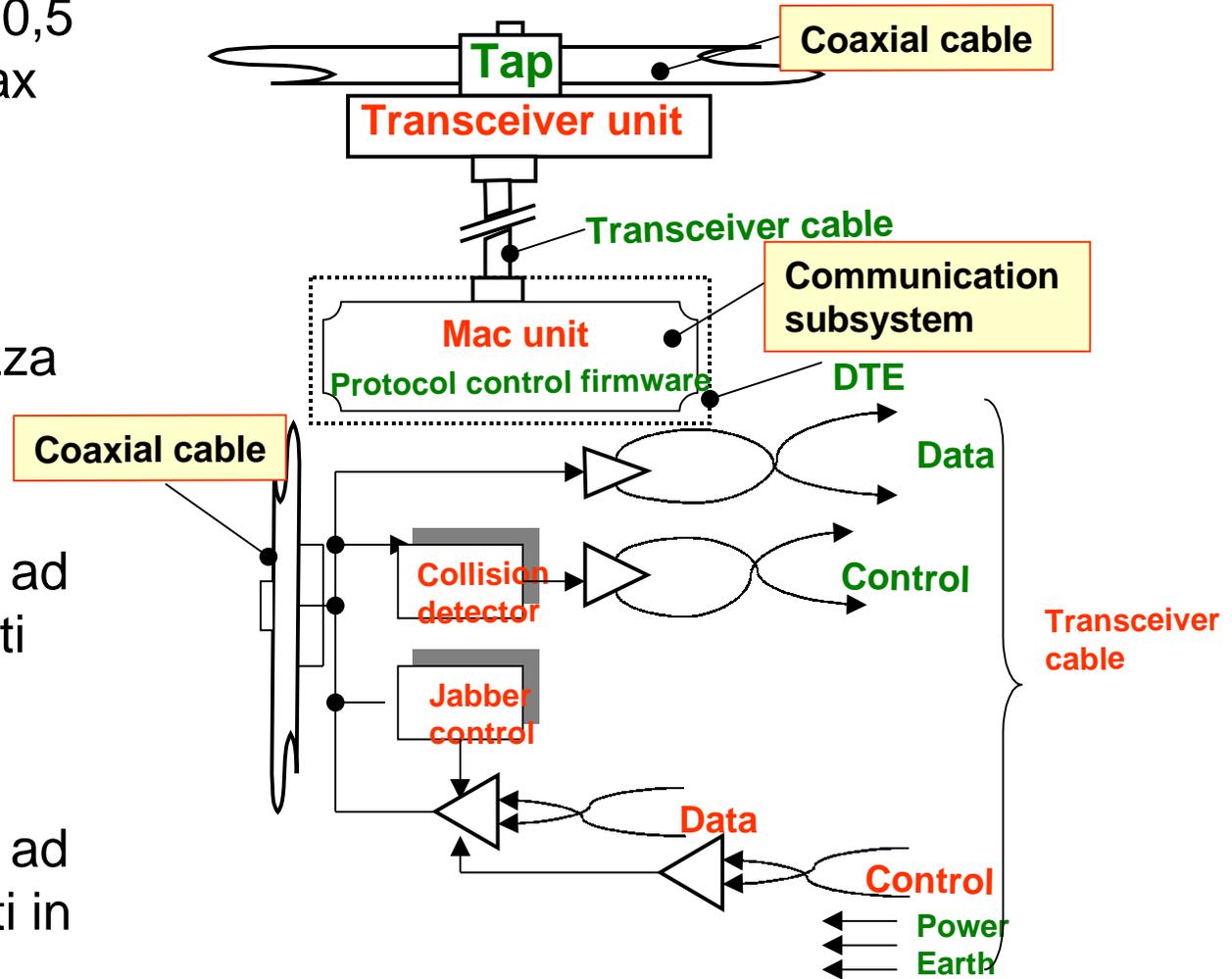


Gestione della Collisione

- Al rilevamento della collisione:
- Il PLS pone il segnale “collision detect” = ON
- Il Transmit Media Access Management:
 - cessa la trasmissione,
 - rafforza la collisione emettendo la sequenza Jamming (lunga 32 bit)
 - attiva la procedura di Backoff
 - se il numero di tentativi di ritrasmissione < attempt_limit, ritenta la trasmissione.
- Il ritardo di Backoff r è un multiplo intero dello SLOT TIME (pari a $51,2\mu\text{S}$), calcolato con l’algoritmo Truncated Binary Exponential Backoff.
 - r è uniformemente distribuito nel range $0 \leq r \leq 2^k - 1$ con $K = \min[10, n]$
- L’intervallo di randomizzazione cresce tra 0 e 1023 time slot.

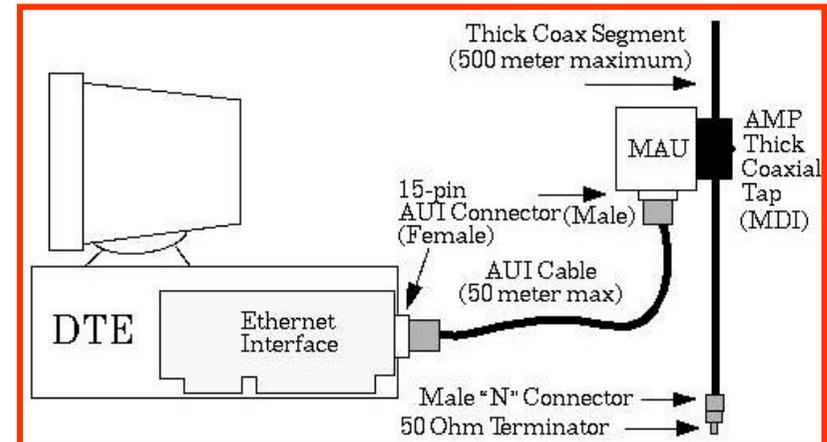
Evoluzione dello standard 802.3

- **10 base 5:** tick wire (0,5 pollici) lunghezza max 500 m.
- **10 base 2:** thin wire (0,25 pollici) lunghezza max 200 m.
- **10 base T:** topologia ad Hub con collegamenti twisted pairs.
- **10 base F:** topologia ad hub con collegamenti in fibra ottica.



Configurazione 10 base 5

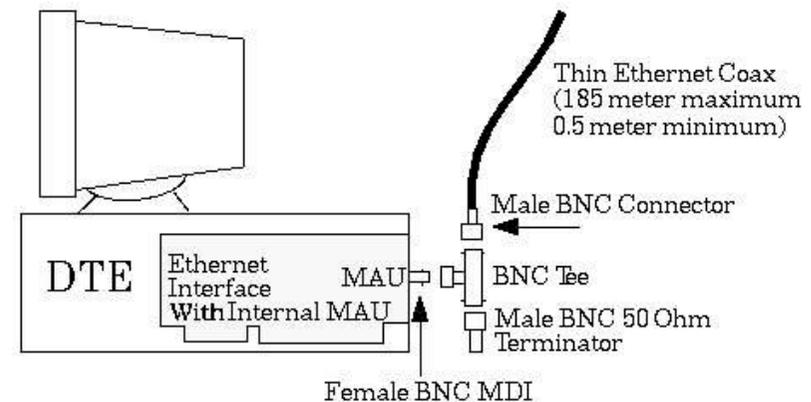
- E' il primo standard ad essere stato definito.
- Opera a **10 Mbps**, in banda base.
- Possono essere installate fino a **100 macchine** per segmento.
- Distanza minima fra i nodi **2,5m**.
- L'interfaccia di rete è collegata al transceiver mediante una **Attachment Unit Interface**.
- Si collega al cavo coassiale mediante un "**vampire tap**".



Fino a 5 segmenti 10base5 possono essere interconnessi mediante 4 repeaters, generando un bus lungo 2,5Km.

Configurazione 10 base 2

- E' una variante del 10base5 facente uso di un cavo più sottile (thin Ethernet).
- Opera a 10MBPS in banda base.
- Lunghezza max del segmento **185m.**
- Distanza minima fra 2 transceiver **0,5m.**
- Numero max di transceiver **30.**
- Il transceiver è nell'interfaccia di rete.

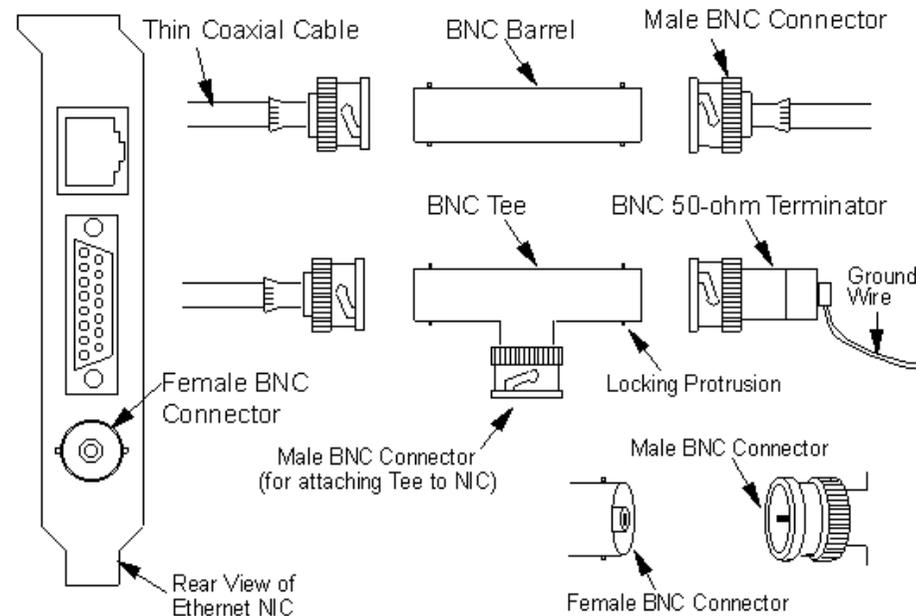


Si possono collegare **fino a 5 segmenti di rete (4 repeaters)** fino ad una lunghezza max di **925m.**

Le connessioni utilizzano i connettori industriali standard BNC formando delle giunzioni a T, più facili da usare e più affidabili dei Vampire tap.

I connettori 10base2

BNC Connectors for 10Base2

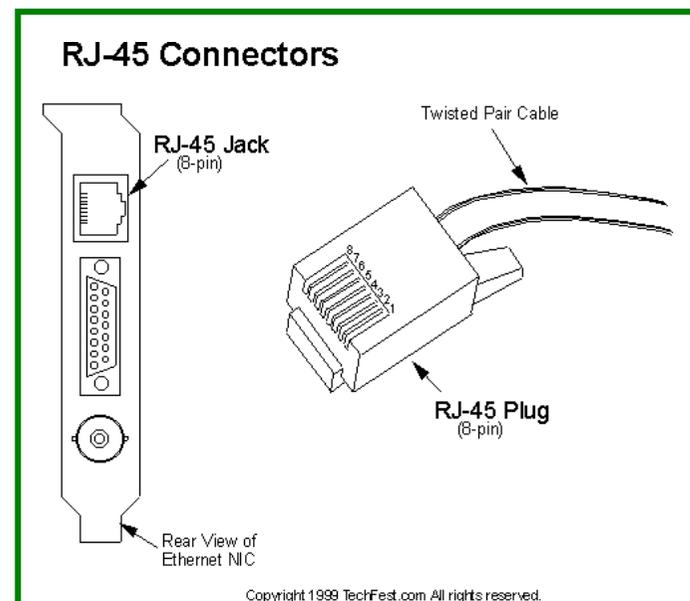
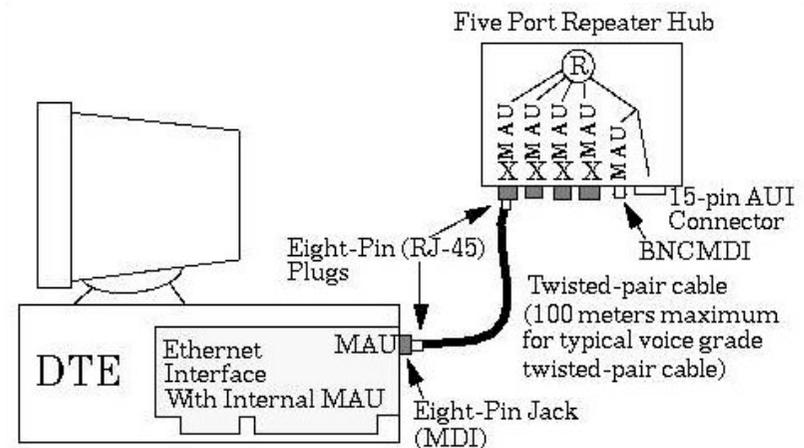


Copyright 1999 TechFest.com All rights reserved.

Il cavo è molto flessibile, perciò può essere portato fin sul retro del PC e collegato direttamente al connettore di interfaccia. Si tratta di un segmento con dei tappi di terminazione montati ai due estremi aventi attacco a baionetta (BNC). Un cattivo fissaggio del connettore porterà disturbi e persino l'interruzione del collegamento.

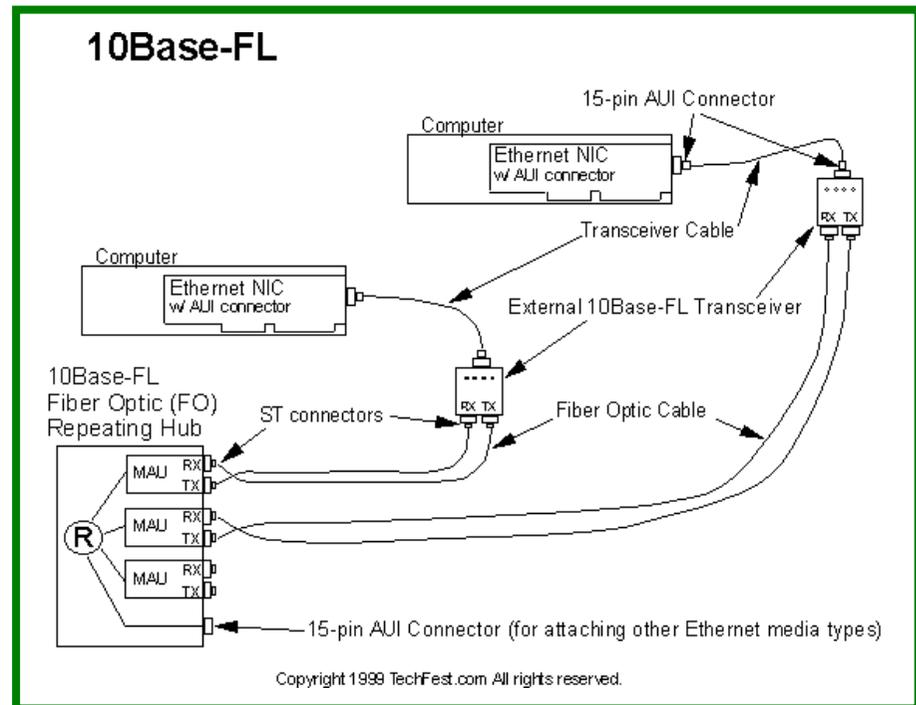
Configurazione 10 BaseT

- Ammette solo collegamenti **punto punto** tramite **UTP** (Unshielded Twisted Pair).
- Usa una topologia a **stella** mediante **Hub**.
- La lunghezza di ogni segmento è **100m** con cavo UTP di categoria 3.
- Presenta notevoli vantaggi di **fault tolerance** e **fault-isolation** rispetto a 10 base2 e 10 base5.
- E' più facile aggiungere/togliere stazioni



Configurazione 10 BaseF

- Utilizza la **fibra ottica**, anche se i connettori sono costosi, perché il **basso livello di rumore** permette di collegare nodi distanti.
- **10Base FP**: utilizza la stella passiva basata su **splitter ottici**. La lunghezza max fra stella e MAU è di **500m**.
- **10Base FB**: la fibra ottica è usata solo **nelle dorsali**.
- **10Base FL**: la fibra può interconnettere stazioni con topologia punto punto e stellare. La lunghezza max del segmento è **2000m**.



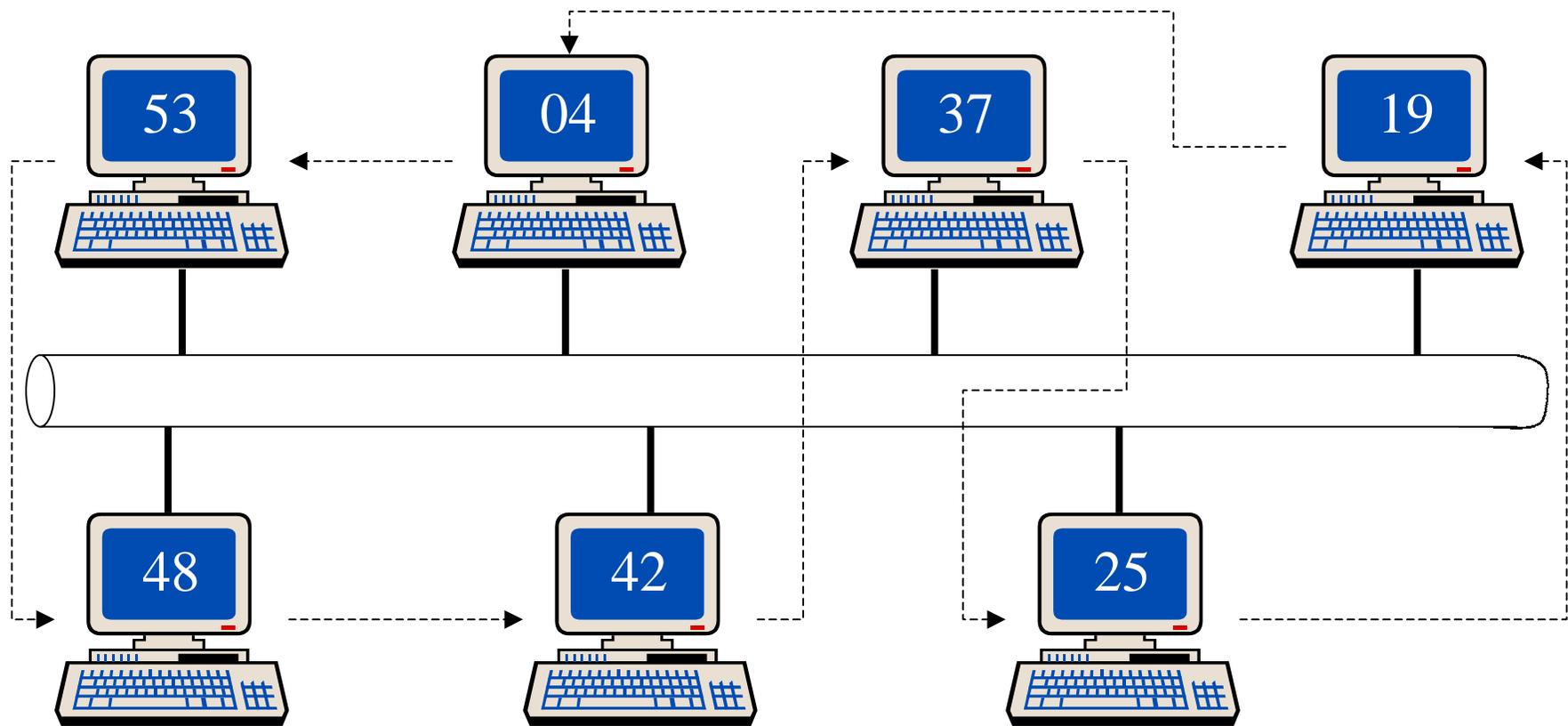
Caratteristiche del Token Bus

- **Bus fisico** (trasmissione broadcast)
- **Token passing** (realizza un Ring Logico)
- **Operazioni a regime** (Steady State operations):
 - Data transfer
 - Token passing
- **Manutenzione del Ring** (Ring Maintenance):
 - Inizializzazione del ring logico
 - Recupero del ring (dopo un errore fatale)
 - Mantenimento del Ring (ingresso/uscita di stazioni)
- **Ogni stazione conosce i seguenti indirizzi:**
This Station (**TS**), Previous Station (**PS**), Next Station (**NS**).
- **Il token percorre il bus logico in ordine decrescente di indirizzo di stazione.**

Caratteristiche del metodo di accesso

- **Efficienza in condizioni di elevato carico** - Richiede solo una piccola frazione di larghezza di banda per la gestione del ring.
- **Fairness** - Offre a tutte le stazioni una eguale porzione di capacità del mezzo.
- **Priorità** - Permette classi multiple di servizio.
- La **trasmissione delle stazioni è coordinata** per rendere minime le interferenze fra le stazioni.
- In assenza di disturbi è **possibile calcolare deterministicamente il max ritardo di accesso per la classe di servizio a più alta priorità**, per qualunque condizione di traffico.

Passaggio del token (token passing)



Interfaccia LLC - MAC

Servizio disponibile: **MA-Data_Trasfer**

Primitive:

- **Ma_data request**
- **Ma_data indication**
- **Ma_data confirm**

confirmation_class:

- * RQ = Request with no Response
- * RR = Request with Response
- * RS = Response

- **Ma_data request**(dest.addr,M_SDU,confirmation_class,priority)
- **Ma_data indication**(dest.addr., source addr., M_SDU, confirmation_class, priority)
- **Ma_data confirm**(confirmation_class, priority, M-Status)

Funzioni del MAC (Machine Access Control)

Coopera con le altre MAC machines per il controllo dell'accesso al bus comune.

Token Handling

- passaggio del token da una stazione alla successiva
- riconoscimento del token alla ricezione
- definizione della priorità delle unità dati

Ring Maintenance

- inizializzazione
- modifica, aggiunta, rimozione di stazioni

Fault Detection & Recovery

- token multipli, token perso, token-passing failure.
- “deaf station” (con ricevitore guasto)
- indirizzi di stazione duplicati

Transmit Machine

- calcola l'FCS della frame
- inserisce Preamble, Start Delimiter e End Delimiter
- serializza il messaggio
- notifica all'ACM la fine della trasmissione

Receive Machine

- calcola e controlla l'FCS
- elimina Preamble, Start Delimiter e End Delimiter
- deserializza il messaggio
- passa all'IFM le frame corrette

Interface Machine

- completa le frames con le informazioni necessarie (dest.addr, source addr., etc)
- notifica all'ACM il tipo di messaggio da trasmettere (confirmation_class)
- in ricezione passa l'indication all'LLC
- esegue il riconoscimento dell'indirizzo della frame

Formato della Frame



PREAMBLE = pattern spedito per sincronizzare il clock nel modem del ricevitore remoto (1 o più ottetti).

SD = start delimiter, 1 ottetto

FC = frame control, 1 ottetto

DA = destination address, 2 o 6 ottetti

SA = source address, 2 o 6 ottetti

DATA_UNIT = campo informativo, 0 o più ottetti.

FCS = frame check sequence (4 ottetti)

ED = end delimiter (1 ottetto)

Preambolo: usato dalla stazione ricevente per la sincronizzazione; la sua lunghezza varia con la modulazione.

Start/End delimiter: sequenze di 8 bit sempre distinguibili dai dati a causa di alcune violazioni della codifica.

Destination/Source Address:

- 48 bit (global administration); gli indirizzi di tutte le stazioni delle LAN sono distinti (ogni indirizzo è unico)
- 16/48 bit (local administration): gli indirizzi sono gestiti localmente dalla LAN.

Il destination address può essere individuale, multicast, broadcast

Frame Control field (FC): Determina la frame class. Questa può appartenere alle seguenti categorie in base al valore dei 2 primi bit:

- 1 MAC control
- 2 LLC data
- 3 Station Management Data
- 4 Special Purpose Data

Frame Check Sequence (FCS): campo di 4 byte calcolato in base all'algoritmo di CRC, per la verifica del controllo di trasmissione.

MAC Control frame

Si identifica con i primi 2 bit uguali a 0



1 2

3 4 5 6 7 8

← Bit sequence

CCCCCC = type of MAC_control_frame come segue:

000000	Claim_token
000001	Solicit_successor_1 (has 1 response window)
000010	Solicit_successor_2 (has 2 response window)
000011	Who_follows (has 3 response windows)
000100	Resolve_contention (has 4 response windows)
001000	token
001100	Set_successor

Data Frame



E' identificata dal valore 01
nei bit del campo FF di FC

I 3 bit di MMM identificano la MAC_action:

- (000): request with no response
- (001): request with response
- (010): response

I 3 bit **PPP** identificano la priorità (definita LLC_service class) che permette di allocare l'ampiezza di banda della rete alle frame a più alta priorità, trasmettendo quelle a più bassa priorità nei tempi residui.

L'ampiezza di banda è allocata temporizzando il tempo di rotazione del token (TRT).

LLC_Service_class			Mac_Access_class
0 1	Priorità più bassa		0
2 3			2
4 5			4
6 7	Priorità più alta		6

Deafault: senza priorità. ==> access_class = 6

Hi-pri_token_hold_time: tempo max di trasmissione di frame con Access_class 6 (uguale per tutte le stazioni).

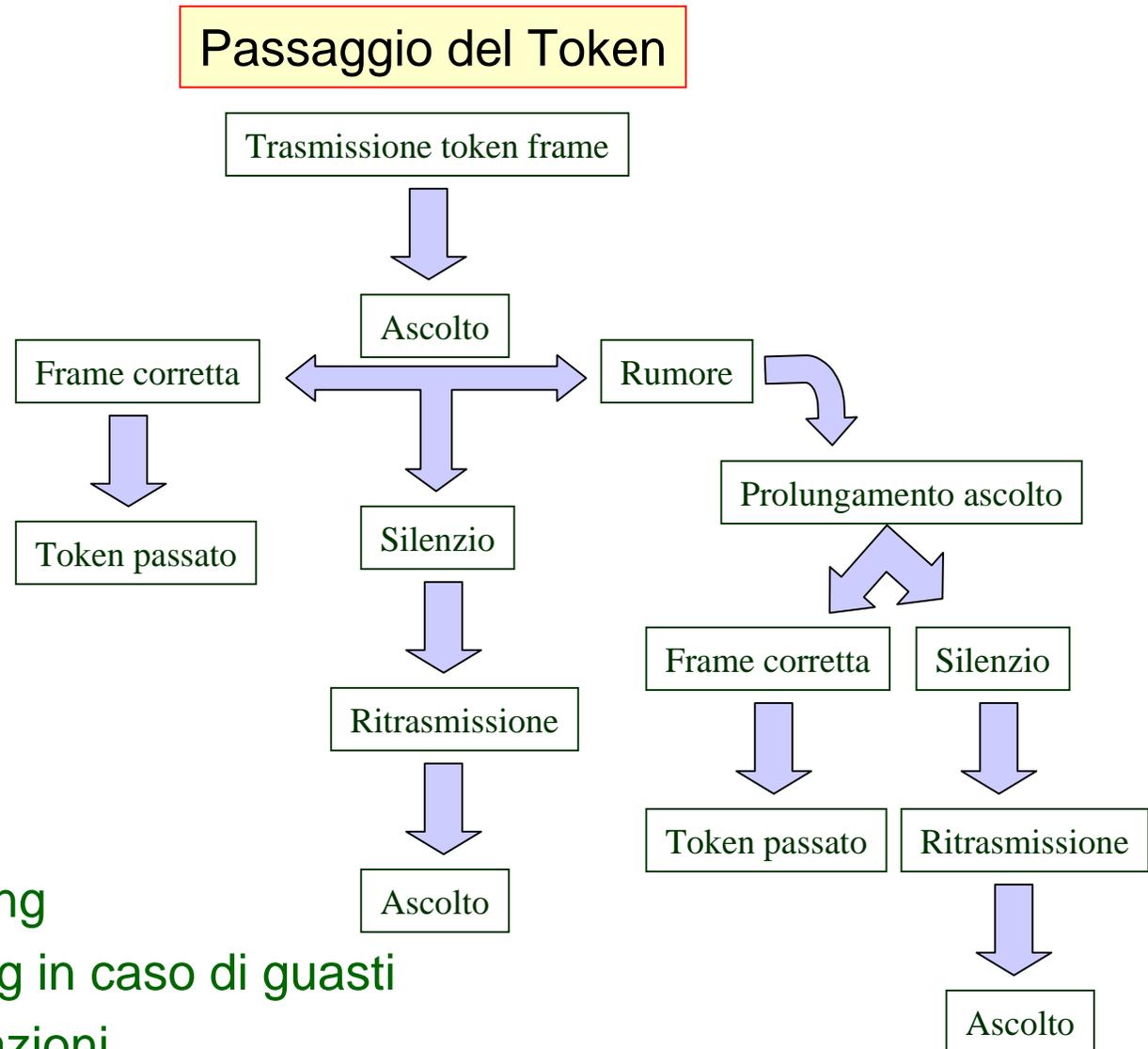
• **Priority_option:** ogni stazione ha tante code quante sono le classi di priorità.

Per ogni classe di priorità la stazione ha un **timer TTRT** che risulta maggiore per le classi di priorità superiore.

MAC

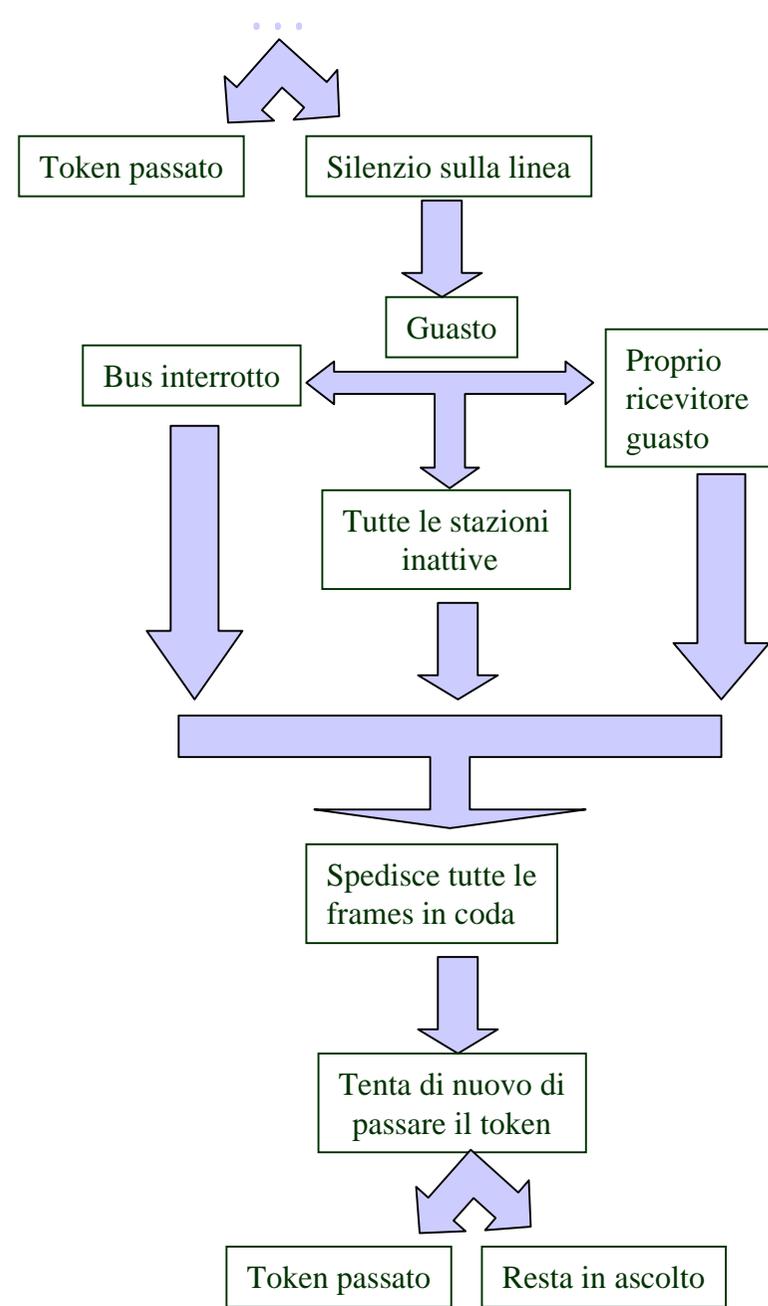
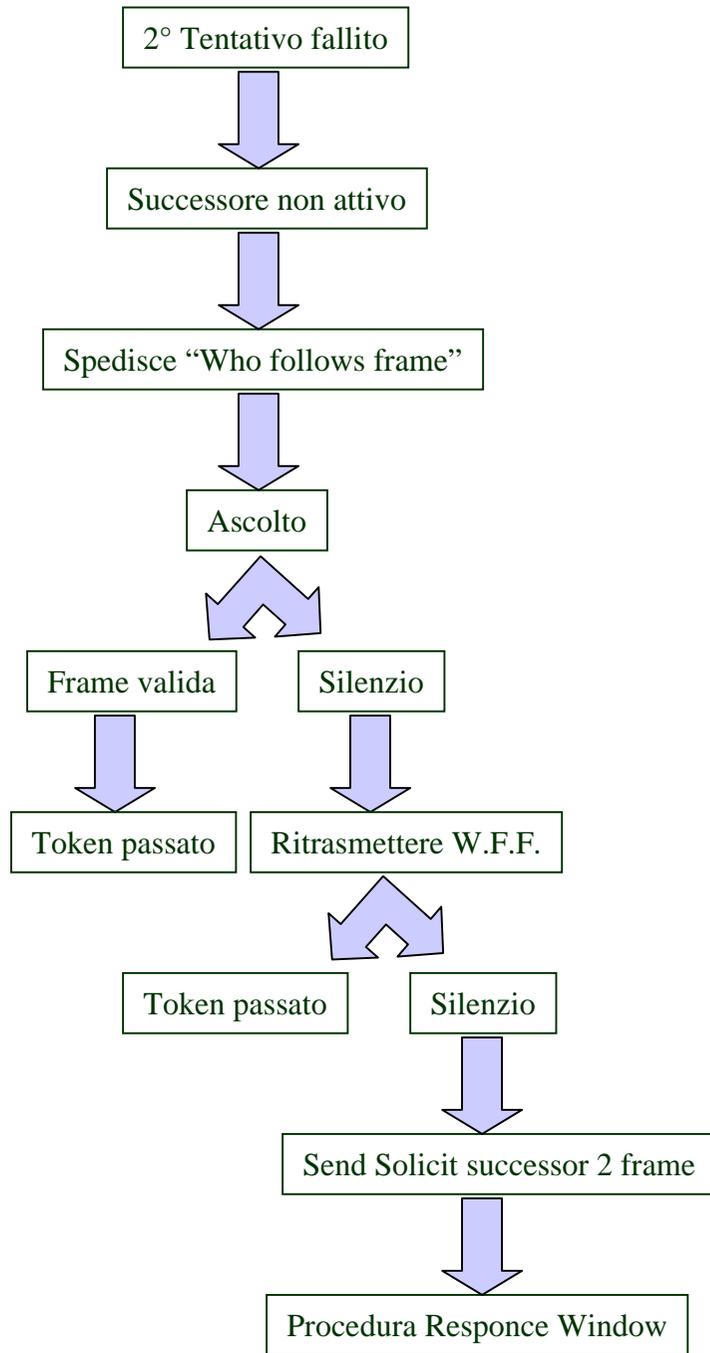
Operazioni a regime del Token Bus

- Trasmissione dati
- Passaggio del token



Operazioni particolari

- Inizializzazione del ring
- Ristabilimento del ring in caso di guasti
- Ingresso di nuove stazioni

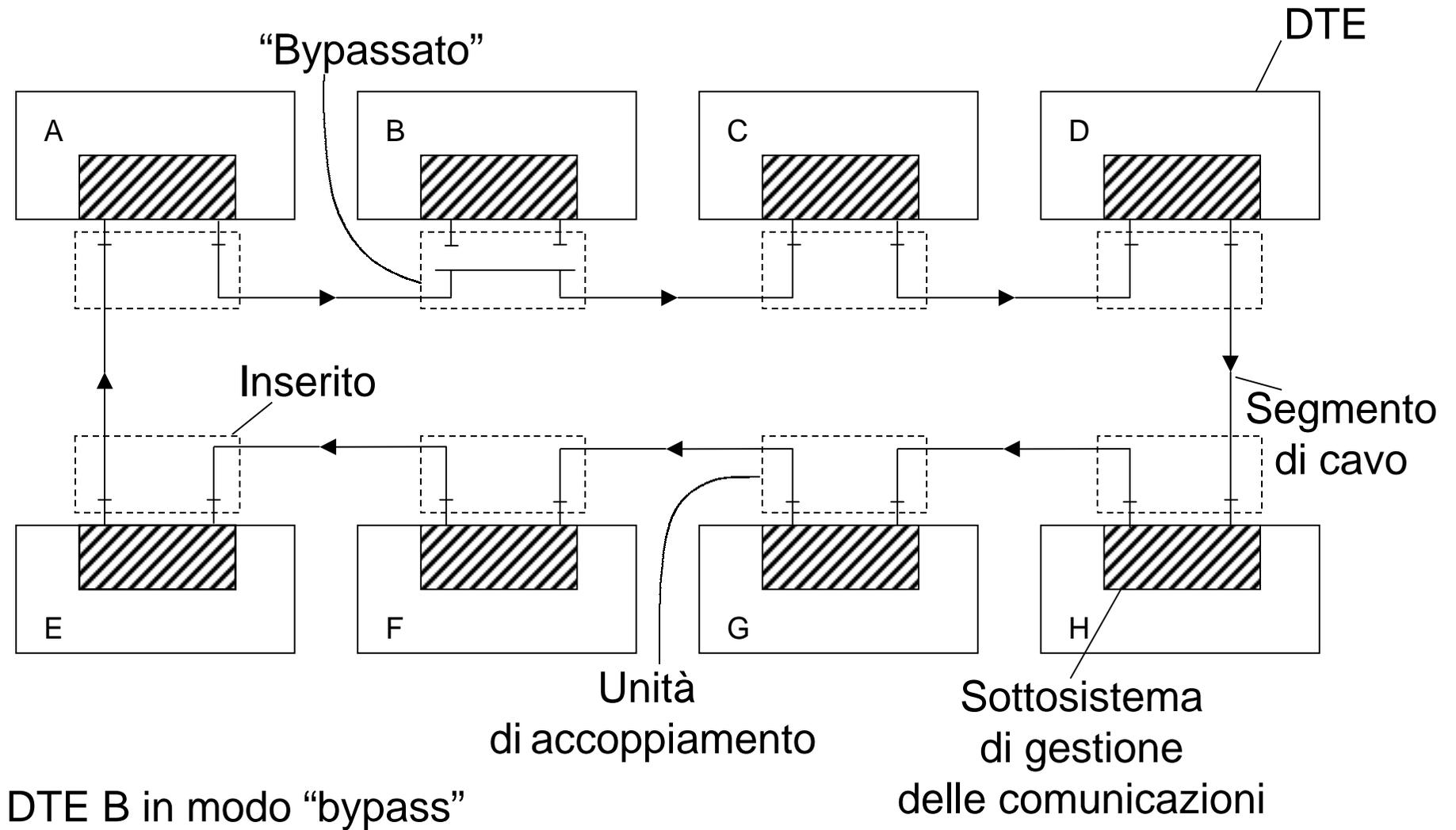


IEEE 802.5: Token Ring

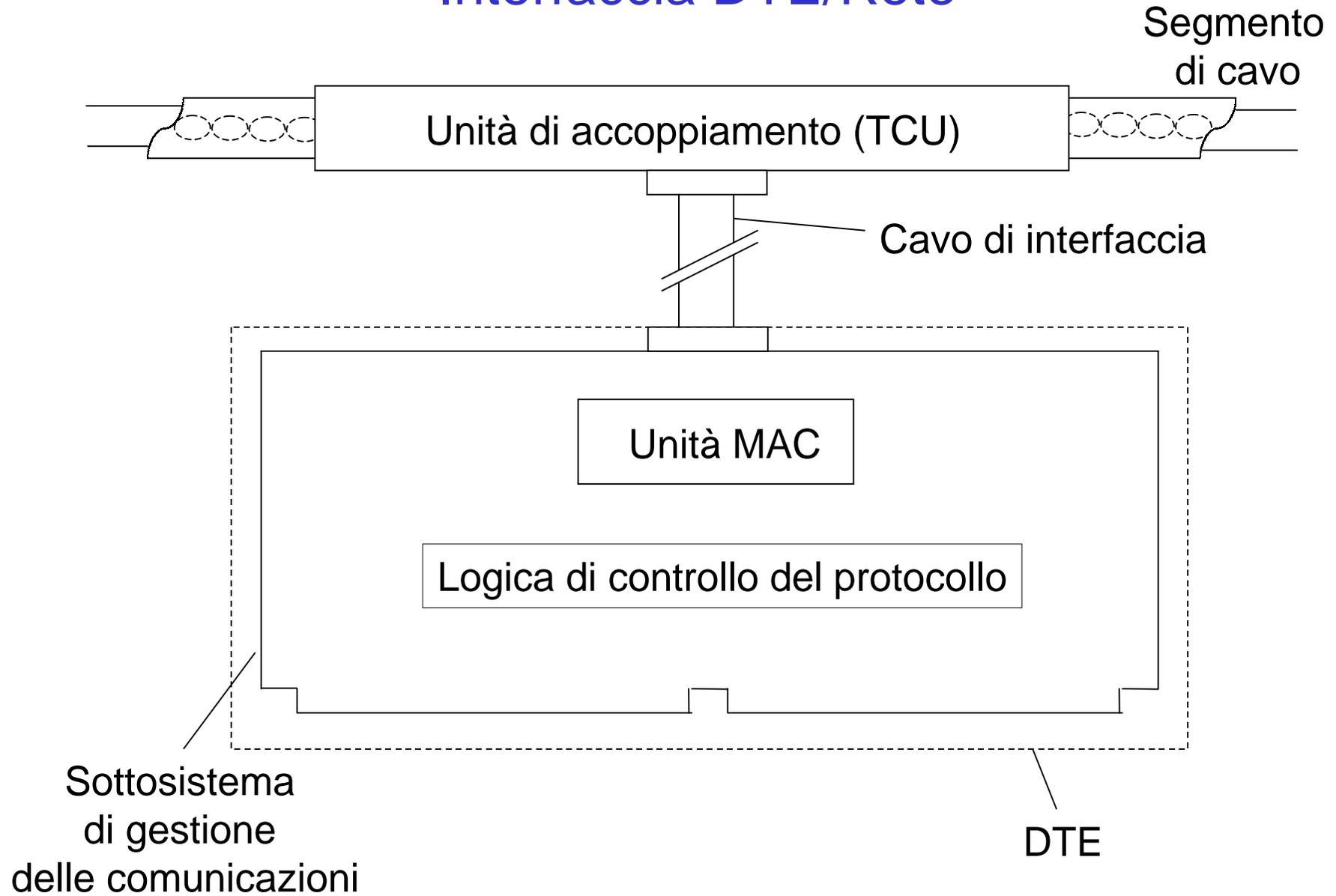
Generalità

- Anello logico su topologia ad anello fisico.
- Trasmissione unidirezionale.
- Ogni stazione rigenera e ripete i messaggi.
- Accesso controllato da **token**.
- La stazione che emette la frame, la elimina dopo un intero giro sul **ring**.
- Presenza di `token_holding_timer` per limitare il tempo di possesso del token.
- Gestione di livelli multipli di priorità.
- Sono previsti meccanismi di Error Detection & Recovery.
- Una stazione svolge il ruolo di Controllore Attivo del ring fornendo il clock cui le stazioni si agganciano (oscillatori PLL).
- Il controllore attivo garantisce, mediante l'inserimento di un buffer elastico, un tempo di latenza costante, sufficiente a contenere un token (24 bit).

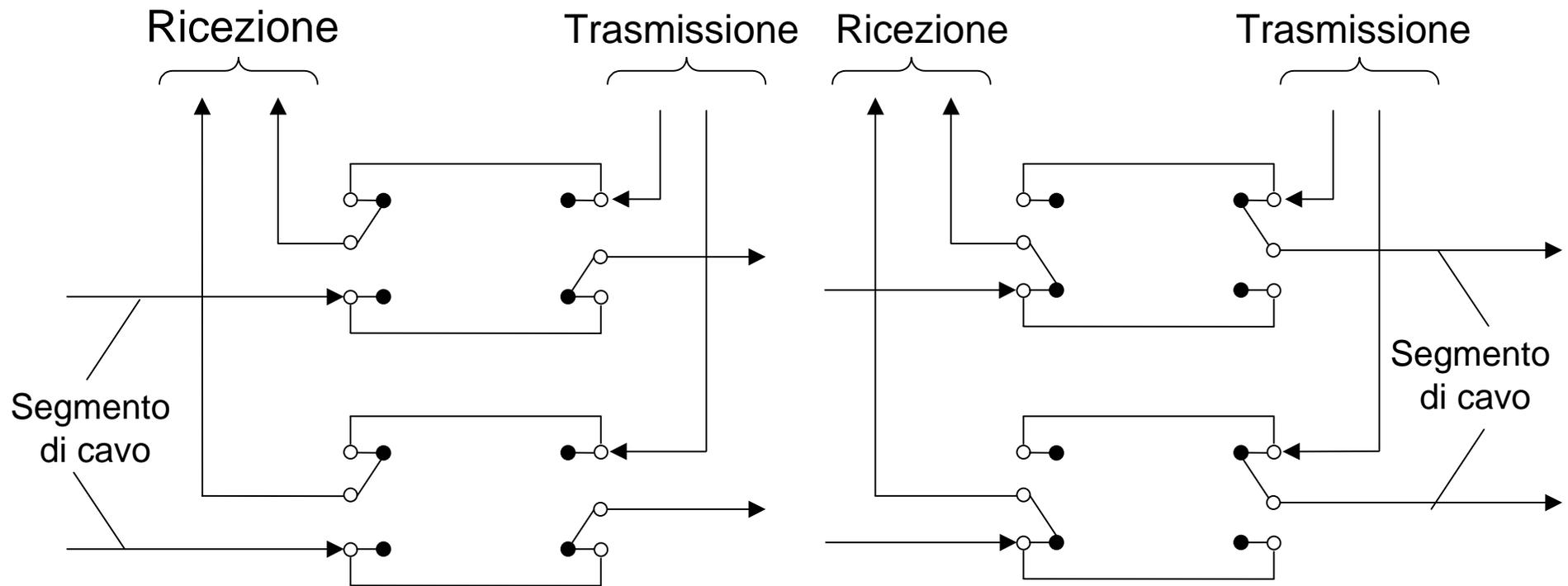
Configurazione di una rete Token Ring



Interfaccia DTE/Rete



Schema unità di accoppiamento al cavo

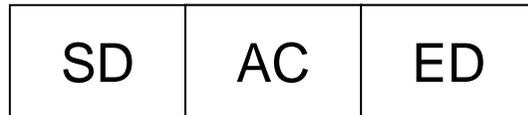


(i) Modo "Bypass"

(ii) Inserito

Formati

- Token Format



SD = Starting Delimiter (1 octet)

AC = Access Control (1 octet)

ED = Ending Delimiter (1 octet)

- Frame Format



SFS = Start-of-Frame Sequence

SD = Starting Delimiter (1 octet)

AC = Access Control (1 octet)

FC = Frame Control (1 octet)

DA = Destination Address (2 or 6 octets)

SA = Source Address (2 or 6 octets)

INFO = Information (0 or more octets)

FCS = Frame-Check Sequence (4 octets)

EFS = End-of-Frame Sequence

ED = Ending Delimiter (1 octet)

FS = Frame Status (1 octet)

Struttura dei campi I

- Starting Delimiter (SD)

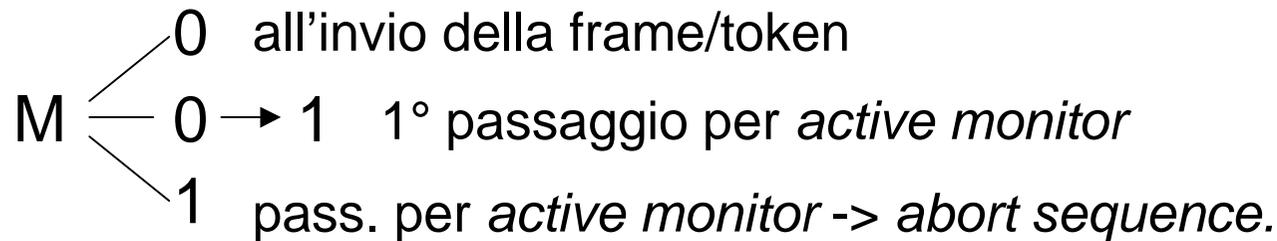
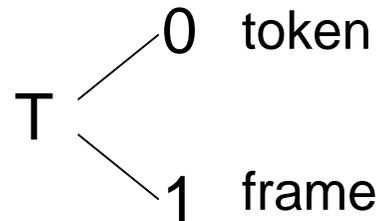


J = non-data-J
K = non-data-K
0 = binary zero

- Access Control (AC)



PPP = priority bits
T = token bit
M = monitor bit
RRR = reservation bits

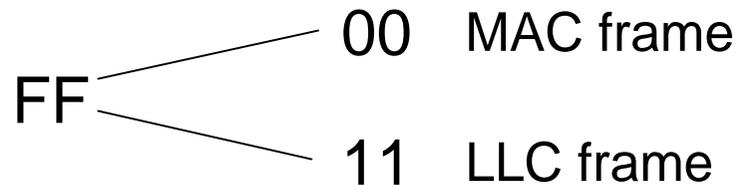


Struttura dei campi II

- Frame Control (FC)



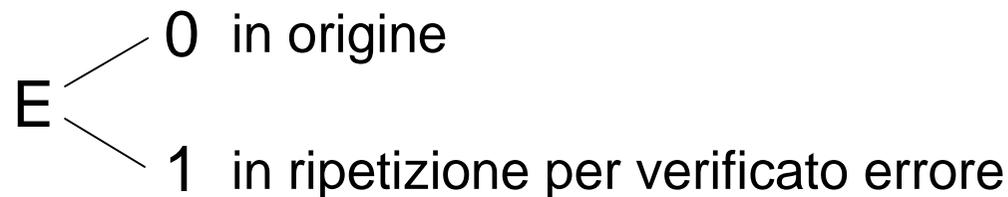
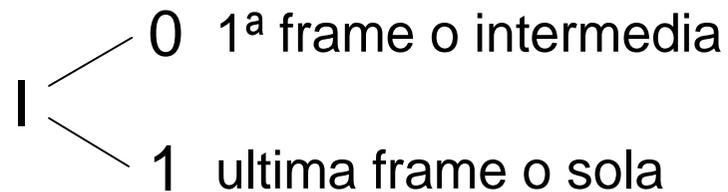
FF = frame-type bits
ZZZZZZ = control bits



- Ending Delimiter (ED)



J = non-data-J
K = non-data-K
1 = binary one
I = intermediate frame bit
E = error-detected bit



Struttura dei campi III

- Frame Status (FS)



A = address-recognized bits

C = frame-copied bits

r = reserved bits

A $\begin{cases} 0 & \text{in origine} \\ 1 & \text{al passaggio per la stazione } \mathbf{DA} \end{cases}$

C $\begin{cases} 0 & \text{in origine} \\ 1 & \text{se stazione } \mathbf{DA} \text{ copia messaggio in receive buffer} \end{cases}$

Trasmissione di una frame

- Il MAC inserisce la SDU ricevuta dall'LLC in una frame e la mette in coda in attesa di un token con priorità minore o uguale alla priorità della SDU.
- Se riceve una frame o un token non usabile, li ripete sul ring ma inserisce la prenotazione per un token di adatta priorità (nei bit **RRR** del campo **AC**).
- Se riceve un token usabile lo trasforma in uno *Start_of_frame* settando il token bit (token occupato).
- Appende la propria frame, interrompendo momentaneamente la ripetizione del segnale in arrivo.
- La stazione può trasmettere più frame (di adatta priorità) fino alla scadenza del token holding timer.

Rilascio del Token

- Dopo la trasmissione delle frame in coda (o alla scadenza del **THT**), la stazione riemette un nuovo token avendo cura di rimuovere dal ring i residui dell'ultima frame trasmessa (*frame stripping*).

Ricezione di una frame

- La stazione, mentre ripete la frame in arrivo, ne controlla il campo indirizzi e se il **DA** indica la stazione (o è un indirizzo broadcast) la frame è copiata in un buffer e passata all'LLC.
- I valori dei bit **A** & **C** del campo **FS** in coda alla frame, vengono modificati.
- Se la frame è errata, anche il bit **E** (errore) dell'*End Delimiter*, è modificato.

Uso delle priorità

- I bit di priorità **PPP** e di prenotazione **RRR** del campo **AC** della frame fanno in modo di far corrispondere la priorità di servizio del ring con quella delle frame a priorità più alta.
- *FAIRNESS*: viene garantita la stessa possibilità di trasmettere a tutte le stazioni con lo stesso livello di priorità.
- Quando una stazione ha una PDU da spedire, con priorità P_m , richiede il token con adatta priorità aggiornando i bit **RRR** della frame che essa sta ripetendo:

if (**RRR**) < P_m then (**RRR**):= P_m else (**RRR**) invariata

- La stazione che possiede il token, completata la fase di trasmissione, genera un nuovo token e ne eleva la priorità (rispetto al valore precedente) se ha ricevuto prenotazioni in tal senso.
- Tale stazione è allora definita Stacking Station ed è responsabile per un successivo ripristino della precedente priorità (memorizzata in uno stack) al successivo giro di token.

Inizializzazione del ring

- E' attivata ogni volta che una stazione chiede di entrare nel ring.
- Appena in possesso del token, trasmette una "*Duplicate Address Test (DAT) frame*" col bit **A**=0 in **FS**.
- Ogni stazione controlla il proprio indirizzo con quello nella **DAT** frame, e se uguale pone **A**=1.
- Se la DAT ritorna alla stazione, con **A**=1, questa torna in stand-by ed informa lo Station Mangmnt che decide se ritentare o no l'inserimento.
- Se la **DAT** torna con **A**=0 la stazione invia una frame *Standby_Monitor_Present (SMP)* coi bit **A,C** posti a 0 che segnalano alla stazione successiva la presenza di una nuova stazione.
- La stazione successiva pone **A**=1, **C**=1 e memorizza l'identità della stazione precedente (upstream) nella locazione **UNA** (*Upstream Neighbor Address*).
- Una dopo l'altra, le stazioni che vogliono entrare nel ring attivano la stessa procedura.

Active Monitor

- Quando una stazione diventa *Active Monitor* inserisce il proprio buffer di latenza sul ring abilitando il proprio clock.
- Trasmette una *Purge* frame per eliminare i token eventualmente presenti nel ring.
- Trasmette una frame *Active_Monitor_Present*.
- Emette un nuovo token.
- A turno tutte le stazioni emetteranno una frame *Stand-by_Monitor_Present* segnalando in tal modo tutte le stazioni attive sul ring.

Gestione di malfunzionamenti

- *Perdita del Token*: se non viene rivelato il passaggio di un token, dopo un time-out ne viene emesso uno nuovo.
- *Token permanentemente occupato*: Se il bit **M** (monitor) è settato ad 1 in due successivi token, ciò significa che la stazione di origine non ha rimosso i dati dalla rete. Viene abortito il token corrente.

Stand-by monitor

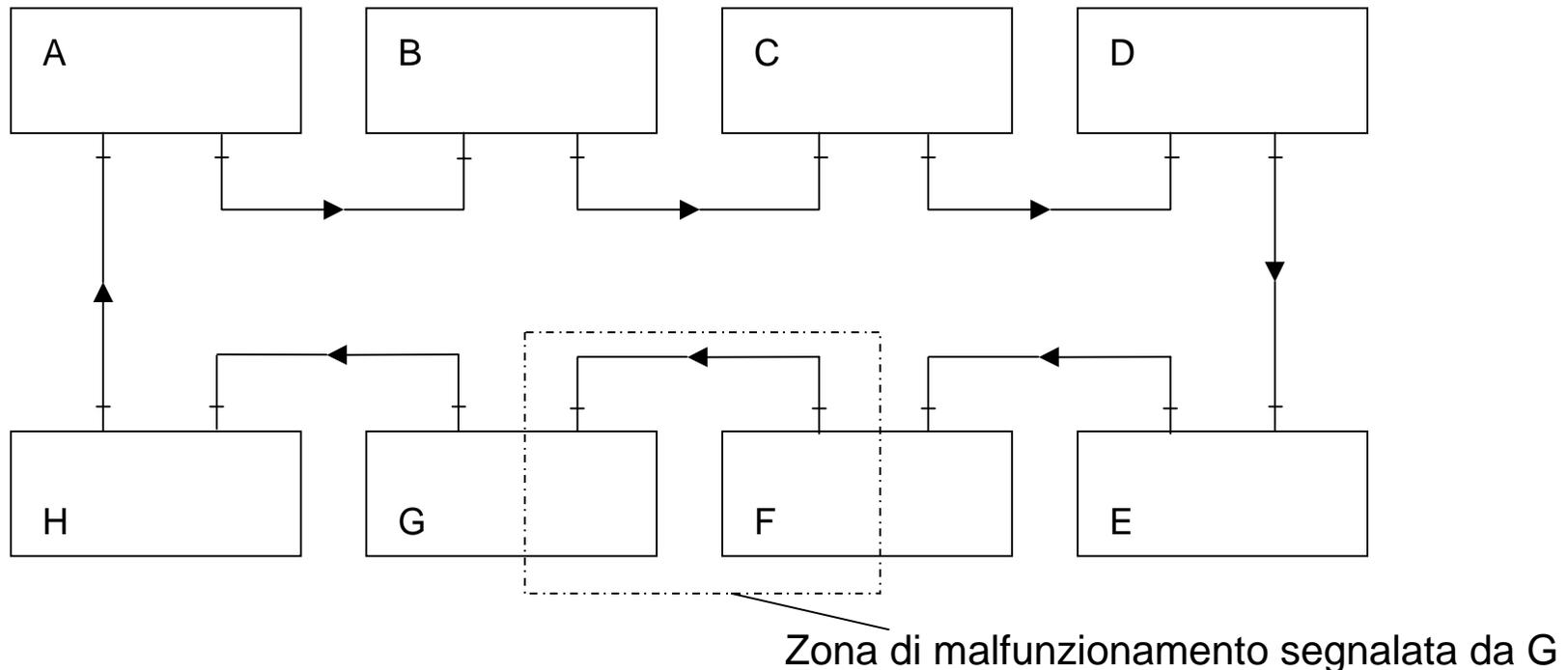
- Trasmette e riceve frame e token.
- Controlla continuamente il funzionamento del ring verificando la presenza di token e di frame *Active_Monitor_Present*(**AMP**) spedite periodicamente dal monitor attivo.
- In assenza di token o frame **AMP** alla scadenza di 2 time-out, invia frame *Clain Token* (**CT**) e verifica le frame **CT** che riceve:
- Se riceve la propria frame immutata (col proprio **SA**) diventa il nuovo *Active Monitor*.
- Se riceve una **CT** con **SA** più alto del proprio, rinuncia alla contesa per diventare *Active Monitor*.

Gestione dei guasti

- In caso di guasto dell'*Active Monitor*, i monitor passivi attivano una procedura di elezione per la scelta di un nuovo *Active Monitor*.
- In caso di guasto di una stazione, o rottura del cavo, occorre identificare ed isolare il tratto del ring contenente il guasto (dominio di fallimento).

Dominio di fallimento I

- Il Dominio di fallimento contiene:
 - ✓ Stazione che rileva il fallimento (*Beacoming Station*)
 - ✓ Stazione Up-stream (a monte), presumibilmente guasta.
 - ✓ Ring fisico fra le due precedenti stazioni.
 - ✓ La notifica del guasto da parte della stazione che lo ha rilevato (time-out expired), avviene inviando delle *Beacon Supervisory Frame* contenenti l'indirizzo della stazione up-stream.



Dominio di fallimento II

- Se viene ricevuta la stessa frame, significa che il guasto è stato recuperato e la stazione passa nello stato di *Claim Token*.
- Se viene ricevuta una *Beacon Supervisory frame* diversa, significa che c'è qualche altro guasto e la stazione passa nello stato di Monitor passivo.

Wire Center

- Il meccanismo implementativo consigliato per il recupero dei guasti è l'uso di un *Wire Center* che determina uno *star shaped ring*.

