

# Accesso Multiplo al Canale Condiviso

Il sottolivello MAC ha la responsabilità fondamentale di gestire l'accesso a un canale di comunicazione condiviso, evitando errori dovuti alle collisioni (interferenze tra trasmissioni simultanee). Questa gestione si basa su regole specifiche definite nei protocolli di accesso al canale.

## Classificazione dei Protocolli di Accesso

I protocolli di accesso si dividono in due categorie principali:

### 1. Accesso Ordinato

- Il diritto di trasmissione viene assegnato a una stazione alla volta
- Basato su criteri predefiniti
- Elimina completamente le collisioni
- Esempio: Token Ring

### 2. Accesso Casuale

- Le stazioni trasmettono quando necessario
- Possibilità di collisioni che devono essere gestite
- Si suddivide ulteriormente in:
  - Protocolli senza rivelazione del canale (es. ALOHA)
  - Protocolli con rivelazione del canale (es. CSMA)

## ALOHA e Varianti

### ALOHA Puro

- Primo protocollo ad accesso casuale (Università delle Hawaii)
- Caratteristiche:
  - Trasmissione immediata quando necessario
  - Nessun controllo preventivo del canale
  - In caso di collisione: ritrasmissione dopo tempo casuale
- Performance:
  - Throughput massimo:  $G e^{-2G}$  frame/tempo
  - $G$  = numero medio trasmissioni per unità di tempo
  - Utilizzo massimo del canale: 18.4%
- Meccanismo di backoff:
  - Tempo di attesa: casuale tra  $[0, (K-1)T]$
  - $T$  = tempo trasmissione frame
  - $K$  = parametro configurabile (può dipendere dal numero di collisioni)

# Slotted ALOHA

- Evoluzione dell'ALOHA puro
- Modifiche principali:
  - Tempo diviso in slot discreti
  - Trasmissioni permesse solo all'inizio degli slot
  - Sincronizzazione tramite stazione centrale
- Vantaggi:
  - Dimezza la vulnerabilità alle collisioni
  - Raddoppia l'utilizzo massimo del canale (36.8%)
  - Collisioni possibili solo tra frame nello stesso slot

## CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

Il CSMA introduce il concetto di "ascolto del canale" prima della trasmissione. Esistono tre varianti principali:

### 1. CSMA 1-persistente

- Funzionamento:
  - Ascolto continuo del canale
  - Se libero: trasmissione immediata (probabilità 1)
  - Se occupato: attesa e ricontrollo continuo
- Caratteristiche:
  - Data rate superiore al 50%
  - Problemi:
    - Non considera ritardo di propagazione
    - Rischio elevato di collisioni dopo liberazione del canale

### 2. CSMA non-persistente

- Approccio più conservativo:
  - Se canale occupato: attesa tempo casuale prima di ricontrollare
  - Non monitora continuamente il canale
- Vantaggi:
  - Riduce probabilità di collisioni
  - Migliore utilizzo del canale
- Svantaggi:
  - Latenza maggiore
  - Possibile sottoutilizzo del canale

### 3. CSMA p-persistente

- Utilizzato su canali slotted
- Algoritmo:
  - Se canale libero: trasmette con probabilità  $p$
  - Se non trasmette: attende prossimo slot (prob.  $1-p$ )
  - Ripete processo fino a trasmissione o rilevazione occupazione
- Caratteristiche:
  - Buon compromesso tra prestazioni e collisioni
  - Richiede sincronizzazione degli slot

## CSMA/CD (Collision Detection)

Il CSMA/CD è l'evoluzione del CSMA che include la rilevazione delle collisioni durante la trasmissione.

- Caratteristiche principali:
  - Ascolta durante la trasmissione (listen while talking)
  - Rilevazione analogica delle collisioni
  - Interruzione immediata in caso di collisione
  - Invio jamming signal per notifica
  - Utilizzo di exponential backoff per ritrasmissione
- Gestione collisioni:
  1. Rilevazione differenza tra segnale trasmesso e letto
  2. Interruzione immediata trasmissione
  3. Invio jamming sequence
  4. Calcolo tempo attesa con exponential backoff
  5. Ritentativo trasmissione

## Ethernet (IEEE 802.3)

### Caratteristiche Fondamentali

- Standard dominante per reti LAN
- Topologia logica: bus
- Mezzo condiviso tra le stazioni
- Protocollo di accesso: CSMA/CD

### Frame Ethernet

La struttura del frame Ethernet è composta da:

1. **Preambolo** (7 byte)
  - Sequenza di bit per sincronizzazione
  - Pattern: 10101010 ripetuto

2. **SFD - Start Frame Delimiter** (1 byte)
  - Marca inizio effettivo del frame
  - Pattern: 10101011
3. **Indirizzi MAC** (6 byte ciascuno)
  - Destinazione (DA)
  - Sorgente (SA)
  - Formato: 48 bit univoci
  - Primi 3 byte: identificatore produttore
  - Ultimi 3 byte: numero seriale dispositivo
4. **Campo Lunghezza/Tipo** (2 byte)
  - Se  $\leq 1500$ : indica lunghezza dati
  - Se  $\geq 1536$ : indica protocollo livello superiore
5. **Dati** (0-1500 byte)
  - Payload effettivo
  - Incapsulamento PDU livello superiore
6. **Padding** (0-46 byte)
  - Garantisce lunghezza minima frame (64 byte)
  - Necessario per corretta rilevazione collisioni
7. **FCS - Frame Check Sequence** (4 byte)
  - CRC a 32 bit
  - Controllo errori di trasmissione

## Controllo Errori

La rilevazione degli errori in Ethernet si basa su:

8. **CRC (Cyclic Redundancy Check)**
  - Polinomio generatore standard
  - Calcolo su tutti i campi eccetto preambolo e SFD
  - Capacità di rilevazione:
    - Tutti gli errori singoli
    - Tutti gli errori doppi
    - Burst errors fino a 32 bit
    - 99.99% altri errori
9. **Lunghezza Minima Frame**
  - 64 byte (512 bit) richiesti
  - Garantisce rilevazione collisioni
  - Formula:  $L_{min}/C \geq 2\tau$ 
    - $L_{min}$  = lunghezza minima frame
    - $C$  = velocità trasmissione

- $\tau$  = ritardo propagazione massimo

## Token Ring (IEEE 802.5)

### Principi di Funzionamento

- Topologia ad anello fisico o logico
- Accesso controllato tramite token
- Caratteristiche:
  - No collisioni
  - Throughput garantito
  - Complessità maggiore di Ethernet

### Meccanismo Token Passing

10. Token circolante nell'anello
11. Stazione con dati da trasmettere:
  - Cattura token
  - Trasmette frame
  - Reinserisce token dopo completamento
12. Limitazione tempo massimo possesso token

### Frame Token Ring

Struttura del frame:

13. **SD (Starting Delimiter)**
  - Marca inizio frame
  - Pattern speciale non ambiguo
14. **AC (Access Control)**
  - Tipo frame (token/dati)
  - Priorità
  - Prenotazione
15. **FC (Frame Control)**
  - Tipo dati (LLC/gestione)
  - Controllo rete
16. **Indirizzi MAC**

- Destinazione e sorgente
- 6 byte ciascuno

#### 17. **Dati**

- Payload effettivo
- Lunghezza variabile

#### 18. **FCS**

- CRC per controllo errori
- 4 byte

#### 19. **ED (Ending Delimiter)**

- Marca fine frame
- Bit di errore e frame copiato

#### 20. **FS (Frame Status)**

- Acknowledgment dal destinatario
- Indicatori frame riconosciuto/copiato

## **Confronto con Ethernet**

Token Ring offre:

- Prestazioni deterministiche
- No collisioni
- Priorità gestibile
- Complessità maggiore
- Costo superiore
- Meno flessibilità

Ethernet domina il mercato per:

- Semplicità
- Costo inferiore
- Scalabilità
- Prestazioni sufficienti per la maggior parte delle applicazioni