

---

## Capitolo: Il Livello di Collegamento nel Modello OSI

### 1. Introduzione al Livello di Collegamento

Il **livello di collegamento**, secondo strato del modello ISO/OSI, si occupa della trasmissione affidabile dei dati tra due dispositivi direttamente collegati nello stesso segmento di rete.

#### Obiettivi principali:

1. **Framing:** Suddivide i dati ricevuti dal livello di rete in frame.
  2. **Indirizzamento fisico:** Identifica i dispositivi tramite indirizzi MAC.
  3. **Controllo degli errori:** Rilevazione e correzione degli errori durante la trasmissione.
  4. **Controllo del flusso:** Sincronizza il ritmo di trasmissione tra mittente e destinatario.
  5. **Accesso al mezzo trasmissivo:** Gestisce l'accesso ai media condivisi tramite protocolli specifici.
- 

### 2. Sottolivelli del Livello di Collegamento

Il livello di collegamento è suddiviso in due sottolivelli principali:

1. **LLC (Logical Link Control):**
    - Fornisce un'interfaccia al livello di rete.
    - Gestisce il multiplexing dei protocolli (es. IPv4, IPv6) su un unico collegamento fisico.
    - Offre servizi di trasmissione affidabili o non affidabili.
  2. **MAC (Media Access Control):**
    - Gestisce l'accesso al mezzo trasmissivo.
    - Utilizza indirizzi MAC per identificare univocamente i dispositivi.
    - Implementa protocolli per evitare collisioni nei media condivisi.
- 

### 3. Funzioni del Livello di Collegamento

1. **Framing:**
  - **Definizione:** Suddivisione del flusso di dati in unità denominate **frame**.
  - **Composizione di un frame:**

- Header: Include informazioni come indirizzo MAC sorgente e destinazione.
- Dati: Carico utile proveniente dal livello di rete.
- Trailer: Contiene il checksum per rilevare errori.

## 2. Indirizzamento Fisico:

- **Indirizzo MAC (Media Access Control):**
  - Lunghezza: 48 bit, rappresentato in formato esadecimale (es. 00:1A:2B:3C:4D:5E).
  - Statico, assegnato al momento della fabbricazione della scheda di rete.

## 3. Controllo degli Errori:

- **Ciclo di Ridondanza (CRC):** Algoritmo utilizzato per rilevare errori nei frame ricevuti.
- **Metodi di gestione degli errori:**
  - Ritrasmissione automatica (ARQ – Automatic Repeat reQuest).
  - Scarto del frame errato.

## 4. Controllo del Flusso:

- Sincronizza il mittente e il destinatario per prevenire la perdita di dati.
- Tecniche:
  - Stop-and-Wait: Il mittente attende l'ACK per ogni frame inviato.
  - Sliding Window: Consente di inviare più frame prima di ricevere un ACK.

## 5. Gestione dell'Accesso al Mezzo Trasmissivo:

- Fondamentale in reti condivise come Ethernet o Wi-Fi.
- **Protocolli principali:**
  - CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection): Utilizzato in Ethernet cablata.
  - CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance): Utilizzato in Wi-Fi per evitare collisioni.

---

## 4. Protocolli del Livello di Collegamento

### 4.1 Ethernet

- **Standard:** IEEE 802.3.
- **Caratteristiche:**
  - Supporta velocità da 10 Mbps fino a 400 Gbps.
  - Topologie: Star o Bus.
- **Frame Ethernet:**
  - Preambolo: Sincronizzazione del frame.
  - Indirizzo MAC sorgente e destinazione.
  - Tipo/EtherType: Identifica il protocollo di livello superiore (es. IPv4, IPv6).
  - Dati: Payload massimo di 1500 byte.
  - CRC: Controllo degli errori.

#### 4.2 Wi-Fi (Wireless LAN)

- **Standard:** IEEE 802.11.
- **Caratteristiche:**
  - Comunicazione senza fili tramite onde radio.
  - Gestione delle collisioni tramite CSMA/CA.
- **Frame Wi-Fi:**
  - Indirizzi MAC multipli (fino a 4): Sorgente, destinazione, router intermedio.
  - Informazioni di controllo del protocollo (es. frame di beacon, dati).

#### 4.3 PPP (Point-to-Point Protocol)

- **Utilizzo:** Connessioni punto-a-punto come modem o collegamenti WAN.
- **Caratteristiche:**
  - Fornisce autenticazione (es. PAP, CHAP).
  - Supporta protocolli multipli tramite multiplexing.

#### 4.4 HDLC (High-Level Data Link Control)

- **Utilizzo:** Linee punto-a-punto e reti WAN.
- **Caratteristiche:**
  - Basato su frame, supporta il controllo del flusso e la gestione degli errori.
  - Modalità operative: Normal Response Mode (NRM), Asynchronous Balanced Mode (ABM).

---

## 5. Tecniche di Accesso al Mezzo

### 1. Accesso Controllato:

- **Token Passing:** Solo il dispositivo con il token può trasmettere (es. Token Ring).
- **Polling:** Un dispositivo centrale controlla l'accesso.

### 2. Accesso Conteso:

- **CSMA/CD:** Rileva collisioni e ritrasmette i frame dopo un ritardo casuale.
  - **CSMA/CA:** Tenta di evitare collisioni, utilizzato in reti wireless.
- 

## 6. Servizi del Livello di Collegamento

### 1. Trasmissione Affidabile:

- Non tutti i protocolli di livello 2 offrono garanzie di trasmissione (es. Ethernet non lo garantisce).
- Protocolli come HDLC o PPP forniscono meccanismi di ritrasmissione per garantire l'affidabilità.

### 2. Qualità del Servizio (QoS):

- Prioritizzazione del traffico in base al tipo di frame (es. VoIP o video streaming).
- Implementato in standard avanzati come Ethernet IEEE 802.1p.

### 3. Multiplazione:

Consente la condivisione dello stesso mezzo trasmissivo tra più protocolli di livello superiore.

---

## 7. Problemi Comuni e Soluzioni

### 1. Collisioni:

- Problema in reti condivise.
- Soluzione: Adozione di protocolli di accesso come CSMA/CD o CSMA/CA.

### 2. Frame Persi o Danneggiati:

- Rilevati tramite checksum (CRC).
- Soluzione: Ritrasmissione automatica (ARQ).

### 3. Congestione del Mezzo:

- Risolto tramite tecniche di controllo del flusso (Stop-and-Wait, Sliding Window).

---

## **8. Conclusioni**

Il livello di collegamento è cruciale per garantire la comunicazione tra dispositivi nello stesso segmento di rete, occupandosi della trasmissione affidabile dei dati, della gestione degli errori e dell'accesso al mezzo trasmissivo. Protocolli come Ethernet e Wi-Fi hanno standardizzato l'implementazione del livello 2, rendendolo essenziale per il funzionamento delle reti moderne.

---