

---

## Capitolo: Il Livello di Rete nel Modello OSI

### 1. Introduzione al Livello di Rete

Il **livello di rete**, terzo strato del modello ISO/OSI, gestisce la trasmissione dei dati tra dispositivi situati su reti diverse, garantendo che i pacchetti arrivino correttamente a destinazione.

#### Obiettivi principali:

1. **Instradamento (Routing):** Determinazione del percorso ottimale per i pacchetti.
2. **Indirizzamento:** Identificazione univoca di ogni dispositivo nella rete.
3. **Frammentazione e Riasssemblaggio:** Adattamento delle dimensioni dei pacchetti ai limiti fisici delle reti.
4. **Gestione del traffico:** Controllo del flusso dati per evitare congestioni.
5. **Segnalazione degli errori:** Notifica di problemi relativi alla trasmissione.

**Protocolli principali:** IPv4, IPv6, ICMP, DHCP, ARP (Address Resolution Protocol), RIP, OSPF, BGP.

---

### 2. Funzioni del Livello di Rete

#### 1. Instradamento (Routing):

- **Definizione:** Processo di selezione del miglior percorso attraverso cui i pacchetti viaggiano da sorgente a destinazione.
- **Metodi:** Utilizzo di **tabelle di routing**, aggiornate dinamicamente (protocolli di routing dinamico) o impostate manualmente (routing statico).
- **Tipi di Routing:**
  - **Intra-dominio:** Routing all'interno di una singola organizzazione o sistema autonomo (es. RIP, OSPF).
  - **Inter-dominio:** Routing tra diverse organizzazioni o sistemi autonomi (es. BGP).

#### 2. Indirizzamento:

- **Indirizzi logici:** L'assegnazione di indirizzi logici (es. IP) identifica univocamente ogni dispositivo.
- **IPv4:**

- Formato a 32 bit: 4,3 miliardi di indirizzi.
- Classificazione degli indirizzi: A, B, C, D (Multicast), E (Riservato).
- **IPv6:**
  - Formato a 128 bit:  $2^{128}$  indirizzi.
  - Tipi di indirizzi: Unicast, Anycast, Multicast.

### 3. Frammentazione e Riassemblaggio:

- **IPv4:** I router possono frammentare pacchetti troppo grandi per la rete di destinazione.
- **IPv6:** La frammentazione è gestita esclusivamente dal dispositivo mittente.

### 4. Gestione del traffico:

- **Congestione:** Tecniche di controllo per evitare sovraccarichi di rete.
- **QoS (Qualità del Servizio):** Assegnazione di priorità ai flussi di traffico critici (es. videochiamate).

### 5. Segnalazione degli errori:

- Protocolli come ICMP notificano errori relativi all'indirizzamento o al routing, come la destinazione irraggiungibile o il superamento del TTL.

## 3. Protocolli del Livello di Rete

### 3.1 IPv4 (Internet Protocol versione 4)

- **Header IPv4:**
  - Campi principali: Versione, Lunghezza, TTL, Indirizzo sorgente e destinazione, Protocollo.
- **Frammentazione:** I pacchetti frammentati contengono un ID unico e offset per il riassemblaggio.
- **Limiti di IPv4:** Scarso spazio di indirizzamento, necessità del NAT, frammentazione inefficiente.

### 3.2 IPv6 (Internet Protocol versione 6)

- **Vantaggi rispetto a IPv4:**
  - Spazio di indirizzamento molto più ampio.
  - Header semplificato per migliorare le prestazioni.

- Introduzione di nuovi concetti, come la **Flow Label**.
- **Eliminazione del NAT:** Ogni dispositivo può avere un indirizzo univoco.

### 3.3 ICMP (Internet Control Message Protocol)

- **Funzione:** Diagnostica e segnalazione di errori nella trasmissione dei pacchetti.
- **Messaggi principali:**
  - **Destination Unreachable:** Destinazione non raggiungibile.
  - **Time Exceeded:** TTL scaduto.
  - **Echo Request/Reply:** Utilizzati nel comando ping.

### 3.4 DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

- **Scopo:** Assegnazione automatica di indirizzi IP, subnet mask, gateway, e DNS.
- **Fasi:** DISCOVER, OFFER, REQUEST, ACK.

### 3.5 NAT (Network Address Translation)

- **Definizione:** Traduce indirizzi IP privati in un unico indirizzo pubblico.
- **Tipi:**
  - NAT statico.
  - NAT dinamico.
  - PAT (Port Address Translation).

---

## 4. Algoritmi e Protocolli di Routing

### 1. Distance Vector (Bellman-Ford):

- Ogni router comunica solo con i vicini.
- Problemi: Convergenza lenta, conteggio all'infinito.

### 2. Link-State (Dijkstra):

- Ogni router costruisce una mappa completa della rete.
- Richiede risorse computazionali elevate.

### 3. Path-Vector:

- Utilizzato da BGP per applicare politiche di instradamento tra sistemi autonomi.

---

## 5. Protocolli di Routing

## 5.1 RIP (Routing Information Protocol)

- **Caratteristiche:**
  - Basato su Distance Vector.
  - Limite massimo: 15 hop.
- **Limiti:** Convergenza lenta, non scalabile.

## 5.2 OSPF (Open Shortest Path First)

- **Caratteristiche:**
  - Basato su Link-State.
  - Suddivisione delle reti in aree.
  - Convergenza rapida.

## 5.3 BGP (Border Gateway Protocol)

- **Caratteristiche:**
  - Protocollo inter-dominio.
  - Utilizza Path-Vector.
  - Tipi: eBGP (tra AS), iBGP (all'interno di un AS).

---

## 6. IPv6: Nuove Caratteristiche

1. **Spazio degli indirizzi:** 128 bit, rappresentazione esadecimale.
2. **Tipi di indirizzi:**
  - Unicast: Comunicazione uno-a-uno.
  - Anycast: Invia al nodo più vicino.
  - Multicast: Invia a un gruppo di nodi.
3. **Flow Label:** Permette una gestione ottimizzata dei flussi.
4. **Hop Limit:** Simile al TTL in IPv4.

---

## 7. Tecnologie di Transizione tra IPv4 e IPv6

1. **Dual-Stack:** Supporto simultaneo per IPv4 e IPv6.
2. **Tunneling:** Incapsulamento di pacchetti IPv6 in IPv4.
3. **Traduzione:** Conversione tra protocolli IPv4 e IPv6.

---

## **8. Conclusioni**

Il livello di rete rappresenta il cuore della comunicazione tra dispositivi su reti diverse, garantendo che i dati arrivino correttamente e in modo efficiente a destinazione. L'evoluzione da IPv4 a IPv6 affronta i limiti di scalabilità, semplifica la gestione e prepara le reti per le esigenze future, come IoT e streaming ad alte prestazioni.

---