

## Architettura di Rete

L'architettura di rete è un quadro che delinea la struttura e il funzionamento di una rete, costituito da un insieme di livelli e protocolli che determinano come i dati vengono trasmessi e ricevuti.

### Proprietà e Standard delle Reti

#### Proprietà della Rete:

Le reti dove le decisioni di progettazione e operative sono prese in modo indipendente dal produttore. Le scelte sono arbitrarie e possono variare ampiamente tra i produttori.

#### Standard de facto:

Specifiche di dominio pubblico ampiamente accettate e utilizzate dall'industria (modello TCP/IP).

#### Standard de iure:

Specifiche approvate da organizzazioni internazionali di standardizzazione e sono di dominio pubblico (modello ISO/OSI).

#### Modello di Riferimento ISO/OSI - Introduzione

Il modello OSI (Open Systems Interconnection) è stato stabilito nel 1984 ed è il risultato del lavoro dell'ISO (International Organization for Standardization). È uno standard de iure. Il suo scopo è:

Fornire un modello standard rispetto al quale possono essere confrontate varie architetture di rete.

Il modello ISO/OSI è una descrizione astratta per la progettazione di protocolli di comunicazione e di rete stratificati. Divide l'architettura di rete in sette livelli.

Il modello ISO/OSI è stato progettato secondo i seguenti principi:

Ogni livello deve avere un diverso livello di astrazione;

Ogni livello deve avere una funzione ben definita;

La scelta dei livelli deve:

Minimizzare il passaggio di informazioni tra i livelli;

Evitare troppe funzioni in un livello;

Evitare troppi livelli.

#### Modello di Riferimento ISO/OSI

Il modello ISO/OSI suddivide l'architettura di rete in sette livelli distinti.

#### Livello Fisico

Il livello fisico è responsabile della connessione fisica tra i dispositivi. Si occupa della trasmissione e ricezione di bit grezzi su un mezzo fisico.

#### Principali mezzi fisici:

Cavi in rame (ad esempio, Ethernet, cavo coassiale);

Cavi in fibra ottica;

Frequenze radio (ad esempio, Wi-Fi, Bluetooth).

#### Cavi Ethernet e Coassiali

I cavi Ethernet sono tipi di cavi elettrici utilizzati per connettere dispositivi all'interno di una rete locale (LAN) per la trasmissione dei dati. Utilizzano fili a coppie intrecciate per ridurre le interferenze e migliorare la qualità del segnale.

Il cavo coassiale è un tipo di cavo elettrico costituito da un conduttore centrale in rame, uno strato isolante, uno schermo metallico e uno strato isolante esterno. Questa costruzione offre una protezione eccellente contro le interferenze elettromagnetiche, garantendo l'integrità del segnale su lunghe distanze. Inoltre, offre velocità di trasmissione dati più elevate.

#### Cavo in Fibra Ottica

Il cavo in fibra ottica è un tipo di cavo di rete che utilizza la luce per trasmettere dati ad alta velocità su lunghe distanze. È costituito da fili di vetro o plastica, ciascuno capace di trasportare segnali dati sotto forma di impulsi luminosi. La fibra ottica supporta velocità di dati molto più elevate ed

è immune alle interferenze elettromagnetiche, garantendo una trasmissione dei dati pulita e affidabile.

#### Core (Nucleo):

La parte centrale della fibra, fatta di vetro o plastica, attraverso cui viaggiano i segnali luminosi.

#### Cladding (Rivestimento):

Circonda il nucleo e riflette la luce nel nucleo, minimizzando la perdita di segnale.

#### Coating (Rivestimento Protettivo):

Protegge la fibra dai danni e dall'umidità.

#### Outer Jacket (Guaina Esterna):

Fornisce ulteriore protezione contro i fattori ambientali.

#### Frequenze Radio (Wi-Fi, Bluetooth)

Il trasferimento di dati tramite frequenze radio (RF) implica la trasmissione di dati senza fili attraverso onde elettromagnetiche. Wi-Fi e Bluetooth sono due tecnologie comuni che utilizzano RF per abilitare la comunicazione wireless tra dispositivi.

#### Wi-Fi

##### Bande di Frequenza:

Opera principalmente nelle bande di frequenza di 2,4 GHz e 5 GHz, con standard più recenti che utilizzano anche la banda di 6 GHz.

##### Portata:

Copre tipicamente una distanza fino a 100 metri all'interno, a seconda dell'ambiente e degli ostacoli.

##### Tipo di Rete:

Forma parte di una rete locale (LAN) dove più dispositivi si collegano a un router o punto di accesso centrale.

##### Applicazioni:

Accesso a Internet, servizi di streaming, giochi online, connettività smart home e networking aziendale.

#### Bluetooth

##### Bande di Frequenza:

Opera nella banda ISM (Industrial, Scientific, and Medical) di 2,4 GHz.

##### Portata:

Copre tipicamente una distanza fino a 10 metri, con alcune versioni (Bluetooth 5) che estendono fino a 100 metri.

##### Tipo di Rete:

Forma tipicamente una rete personale (PAN) dove i dispositivi si collegano direttamente tra loro o attraverso un dispositivo centrale in una topologia a stella.

##### Applicazioni:

Collegamento di periferiche (ad es. cuffie, tastiere), trasferimento di file tra dispositivi mobili, streaming audio wireless e controllo di dispositivi smart home.

#### Vantaggi del Trasferimento di Dati tramite RF

Elimina la necessità di cavi fisici, fornendo maggiore mobilità e convenienza.

Semplifica il processo di connessione e comunicazione tra dispositivi.

#### Frequenza

La frequenza si riferisce al numero di cicli (oscillazioni) dell'onda che passano attraverso un punto specifico in un secondo. È misurata in Hertz (Hz), dove un Hertz equivale a un ciclo per secondo.

#### Larghezza di Banda

La larghezza di banda è l'intervallo di frequenze all'interno di una determinata banda che un segnale occupa. È la differenza tra le frequenze più alte e più basse nell'intervallo ed è misurata in Hertz (Hz).

La larghezza di banda definisce la quantità di dati che può essere trasmessa su una connessione di rete in un determinato periodo di tempo, solitamente misurata in bit per secondo (bps). Una larghezza di banda maggiore indica una capacità maggiore di trasportare più dati, risultando in una trasmissione dei dati più veloce e prestazioni più elevate nelle comunicazioni di rete.

La larghezza di banda effettiva sperimentata dagli utenti può essere inferiore a causa di fattori come congestione della rete, distanza dal router, interferenze e capacità dei dispositivi.

Prodotto Larghezza di Banda-Ritardo

Il prodotto larghezza di banda-ritardo definisce la quantità massima di dati (in bit) che può essere in transito nel collegamento di rete in qualsiasi momento.

- Larghezza di Banda: La sezione trasversale del tubo (quantità di dati che può fluire per unità di tempo).
- Ritardo: La lunghezza del tubo (tempo impiegato dai dati per viaggiare da un'estremità all'altra).
- Prodotto Larghezza di Banda-Ritardo: Il volume del tubo (quantità totale di dati che possono essere in transito in qualsiasi momento). Più lungo è il tubo (maggiore ritardo), più tempo impiega i dati a viaggiare attraverso di esso.

Livello di Collegamento Dati (Data Link Layer)

Il livello di collegamento dati è il secondo livello del modello OSI, responsabile del trasferimento dati da nodo a nodo e della rilevazione e correzione degli errori.

Funzioni:

- Stabilisce e termina le connessioni di collegamento logico.
- Gestisce i frame di dati tra dispositivi sulla stessa rete.

Funzioni del Livello di Collegamento Dati

- Framing:

Divide i dati in frame per una trasmissione più semplice.

Aggiunge intestazioni e trailer ai frame per facilitare la comunicazione.

- Rilevazione e Correzione degli Errori:

Rileva errori nei frame trasmessi usando tecniche come il CRC (Cyclic Redundancy Check).

Corregge gli errori per garantire un trasferimento dati affidabile.

- Controllo del Flusso:

Gestisce il flusso dei dati per prevenire congestioni e perdite di dati.

- Indirizzamento:

Usa gli indirizzi MAC (Media Access Control) per identificare i dispositivi sulla rete.

Sotto-livelli del Livello di Collegamento Dati

Logical Link Control (LLC)

Il sottolivello LLC gestisce il controllo degli errori e del flusso. Divide i dati in frame per una trasmissione più semplice e aggiunge intestazioni e trailer ai frame per facilitare la comunicazione.

Media Access Control (MAC)

Il sottolivello MAC controlla come i dispositivi sulla rete accedono al mezzo. Determina come i dati vengono posizionati sul mezzo e gestisce l'indirizzamento e il controllo dell'accesso.

LLC - Framing

Preambolo: Una serie di bit che aiuta il dispositivo ricevente a prepararsi per comprendere i dati in arrivo, assicurando che il mittente e il destinatario siano sincronizzati prima che inizi il messaggio effettivo.

Indirizzo MAC di Destinazione: L'indirizzo fisico del dispositivo di destinazione sulla rete.

Indirizzo MAC di Sorgente: L'indirizzo fisico del dispositivo mittente sulla rete.

Lunghezza: La dimensione del payload di dati nel frame.

Dati: Il campo contenente il payload effettivo che viene trasmesso, che può includere le intestazioni degli strati superiori.

Checksum CRC: Un valore calcolato dal contenuto del frame per rilevare errori nella trasmissione. Se il checksum calcolato alla ricezione non corrisponde al checksum trasmesso, indica che il frame è stato corrotto.

LLC - Meccanismi di Controllo del Flusso

Stop-and-Wait

Descrizione: Il mittente trasmette un frame e aspetta un'acknowledgment dal ricevente prima di inviare il frame successivo. Questo assicura che ogni frame venga ricevuto e riconosciuto prima che il successivo venga inviato, prevenendo il sovraccarico di dati e garantendo una consegna ordinata.

Vantaggi: Semplice e facile da implementare.

Svantaggi: Inefficiente per reti ad alta velocità a causa del tempo di attesa.

Sliding Window

Descrizione: Permette l'invio di più frame prima di richiedere un'acknowledgment. Il mittente può trasmettere diversi frame specificati da una dimensione della "finestra". Dopo aver inviato questi frame, il mittente aspetta le acknowledgment. Man mano che vengono ricevute le acknowledgment, la finestra scorre in avanti, permettendo al mittente di trasmettere più frame.

Vantaggi: Uso più efficiente delle risorse di rete, migliori prestazioni in reti ad alta velocità.

Svantaggi: Più complesso da implementare.

Media Access Control (MAC) Sub-layer

Il sottolivello MAC controlla come i dati vengono posizionati e recuperati dal mezzo di rete.

Funzioni:

Indirizzamento: Usa indirizzi MAC per identificare i dispositivi mittenti e riceventi sulla rete.

Controllo dell'Accesso: Determina come i dispositivi condividono il mezzo di rete per evitare collisioni (quando due dispositivi cercano di inviare dati simultaneamente). Esempi di metodi:

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection): Usato nelle reti Ethernet per gestire la trasmissione dei dati e rilevare le collisioni.

CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance): Usato nelle reti Wi-Fi per evitare le collisioni aspettando un canale libero prima di trasmettere.

Delimitazione del Frame: Definisce l'inizio e la fine di un frame, assicurando che i dati vengano interpretati correttamente.

Network Switch

Overview

Network switches are essential components in Local Area Networks (LANs), enabling efficient communication between multiple devices within the same network. They operate at the Data Link Layer (Layer 2) of the ISO/OSI model, focusing on managing and directing data traffic based on MAC addresses.

Basic Operations of a Network Switch

Frame Reception

Action: The switch receives a data frame from a connected device.

Details: This frame contains the destination and source MAC addresses, along with the data payload.

MAC Address Reading

Action: The switch reads the destination MAC address from the frame.

Details: This step involves examining the frame's header to identify where

the data needs to go.  
MAC Address Lookup

Action: The switch looks up the destination MAC address in its MAC address table.

Details: The MAC address table is a dynamically maintained database that maps MAC addresses to specific switch ports. The switch uses this table to determine which port to forward the frame to.

Frame Forwarding

Action: The switch sends the frame to the appropriate port.

Details: Based on the information from the MAC address table, the switch directs the frame to the correct port, ensuring it reaches the intended destination device.

Key Functions

MAC Address Table Management

Dynamic Learning: The switch learns MAC addresses by analyzing incoming frames and associating each MAC address with the port it arrived on. This information is stored in the MAC address table and is constantly updated.

Address Aging: To maintain efficiency, the switch periodically removes entries from the MAC address table that have not been used for a certain period, ensuring that the table contains only active devices.

Unicast, Broadcast, and Multicast Traffic Handling

Unicast: Frames with a specific destination MAC address are forwarded to the corresponding port as determined by the MAC address table.

Broadcast: Frames with a broadcast address (FF:FF:FF:FF:FF:FF) are sent to all ports except the one it was received on, ensuring that all devices in the LAN receive the broadcast message.

Multicast: Frames intended for a group of devices (multicast address) are sent to multiple ports as needed, based on the multicast group membership.

Advantages of Using Network Switches

Efficient Traffic Management: By forwarding frames only to the specific destination port, switches minimize unnecessary data traffic and reduce network congestion.

Enhanced Security: Switches can implement features such as port security and VLANs (Virtual Local Area Networks) to isolate and secure traffic within the network.

Scalability: Switches can easily be added to expand network capacity, supporting a growing number of devices without significant changes to the network infrastructure.

Network switches play a critical role in modern networking, enabling efficient, secure, and scalable communication within a LAN by intelligently directing data traffic based on MAC addresses.