

## 1. Modello a Strati

Definizione e motivazioni del modello a strati Indipendenza e interazione tra livelli Protocollo di comunicazione tra strati Modello OSI: 7 livelli e le loro funzioni Differenze tra L1, L2, L3 Vantaggi e svantaggi del modello

## 2. L3: Rete

Packet Switching: Concetto di commutazione di pacchetto Store-and-forward nei router Code di pacchetti nei buffer di memoria Datagram: Pacchetti instradati in modo indipendente Percorsi differenti e ordini di arrivo diversi QoS (Quality of Service): Misurazione della qualità di rete (ritardi, throughput, perdita di pacchetti) Protocolli: IPv4 e la sua struttura (header, indirizzamento, frammentazione)

## 3. L4: Trasporto

Multiplexing e Demultiplexing: Identificazione delle connessioni tramite numeri di porta UDP e TCP: Differenze tra protocolli orientati alla connessione (TCP) e senza connessione (UDP) Affidabilità e controllo del flusso Client-Server Model: Struttura di base della comunicazione tra client e server

## 4. HTTP

Funzionamento e struttura del protocollo Metodi HTTP: GET, POST, PUT, HEAD: funzioni e differenze Risposte HTTP e codici di stato Header HTTP e la loro importanza Cookies e gestione della sessione Connessioni HTTP (persistenti e non) Web Caching e proxy Browser Web e il loro ruolo nell'interazione con HTTP

## 5. DNS

Funzione del DNS e risoluzione dei nomi Struttura gerarchica del DNS Root Name Server, TLD, Authoritative Name Server Caching DNS e query iterative/ricorsive Tipologie di query DNS Ruolo del DNS nelle prestazioni di rete

## 6. FTP

Struttura client-server di FTP Connessioni dati e controllo FTP attivo vs passivo Comandi principali (USER, PASS, LIST, GET, PUT)

## 7. SMTP e POP3

SMTP: Funzionamento e interazione tra mail server e client MIME per la gestione degli allegati POP3: Funzionamento e limiti Differenze con IMAP

## 8. CDN

Scopo e funzionamento delle Content Delivery Networks Benefici: riduzione della latenza, caching distribuito Gestione del carico su internet

9. P2P

Modello peer-to-peer vs client-server Directory centralizzata vs decentralizzata Esempi di reti P2P

10. IPv4

Struttura degli indirizzi IPv4 Classi di indirizzi e subnetting Frammentazione dei pacchetti e ricomposizione Ruolo dei router e tabelle di routing

11. Protocollo ARP

Scopo dell'ARP e risoluzione degli indirizzi MAC ARP Request e Reply Caching ARP e Gratuitous ARP Sicurezza e possibili attacchi ARP

12. ICMP

Messaggi di errore e diagnostica (Echo Request, Destination Unreachable, Time Exceeded) Utilizzo di ICMP in strumenti come ping e traceroute Sicurezza e rischi legati a ICMP

13. NAT

Scopo della Network Address Translation Funzionamento e traduzione degli indirizzi NAT statico, dinamico e PAT (Port Address Translation)

14. DHCP

Funzione del DHCP e assegnazione dinamica degli IP Processo DORA (Discover, Offer, Request, Acknowledge) Vantaggi e svantaggi rispetto alla configurazione manuale

15. Routing

Tipologie di routing: statico vs dinamico Fattori che influenzano la scelta del percorso Metriche di routing: banda, ritardo, hop count

16. Routing Distance Vector

Concetto di Distance Vector Routing Ogni router mantiene una tabella con il costo per raggiungere ogni destinazione. Gli aggiornamenti delle tabelle vengono scambiati con i router adiacenti. Equazione di Bellman-Ford Algoritmo iterativo: ogni router aggiorna la tabella in base alle informazioni ricevute dai vicini. Velocità di Convergenza Il tempo necessario affinché tutti i router abbiano una visione coerente della rete. Problema principale: Count-to-Infinity (loop infiniti se un link cade). Poisoned Reverse Soluzione per evitare loop di routing: Se un router X usa il router Y per raggiungere una destinazione, X annuncia a Y un costo infinito per quella destinazione.

17. Link-State e Dijkstra

Principio del Routing Link-State Ogni router costruisce una mappa completa della rete. I router comunicano tra loro tramite Link State Packets (LSP). LSP contiene: Identità del router mittente. Stato di ogni link

(up/down). Costo dei collegamenti. LSP Flooding Gli LSP vengono distribuiti a tutti i router nella rete. Meccanismo di aggiornamento in caso di cambiamenti nella topologia. Gestione degli LSP Router scartano pacchetti duplicati e inoltrano solo nuove informazioni. Utilizzo di numeri di sequenza per identificare aggiornamenti più recenti. Algoritmo di Dijkstra Trova il percorso più breve da un nodo sorgente a tutti gli altri nodi. Funzionamento: Inizializzazione (distanza 0 a sé stesso, infinito agli altri). Espansione: si seleziona il nodo con il costo minore e si aggiornano i vicini. Ripetizione fino a coprire tutta la rete.

#### 18. Protocollo OSPF

OSPF (Open Shortest Path First) Protocollo Link-State usato in reti di grandi dimensioni. Divide la rete in aree per ridurre il traffico di aggiornamento. Tipi di router in OSPF Internal Router (IR): opera interamente dentro un'area. Area Border Router (ABR): collega più aree OSPF. Backbone Router (BR): appartiene all'area centrale (area 0). Autonomous System Boundary Router (ASBR): collega OSPF ad altri protocolli. Comunicazione tra router Uso di multicast su 224.0.0.5 e 224.0.0.6. Autenticazione dei pacchetti per sicurezza.

#### 19. Routing gerarchico

Evoluzione dell'architettura di Internet Da una singola backbone a una struttura gerarchica con più AS (Autonomous Systems). Tipologie di AS Stub AS: ha un solo collegamento con Internet. Multi-homed AS: ha più connessioni a diversi provider. Transit AS: trasporta traffico di altri AS. Protocolli di Routing Intra-domain routing (RIP, OSPF, IGRP): gestisce il traffico all'interno di un AS. Inter-domain routing (BGP): gestisce il traffico tra AS diversi. Relazioni tra AS Provider-customer: il provider offre connettività a un cliente. Peering: scambio di traffico gratuito tra due AS.

#### 20. Multicast

Concetto di Multicast Inviare un pacchetto a più destinatari contemporaneamente senza doverlo duplicare. Indirizzi Multicast IPv4 Classe D (224.0.0.0 – 239.255.255.255). Mapping tra indirizzi IPv4 multicast e MAC address multicast. Ruolo dei Multicast Router Smistano i pacchetti multicast sulla rete. Protocolli Multicast IGMP (Internet Group Management Protocol): gestione dei membri di un gruppo multicast. Routing Multicast Group-Shared Tree: un solo albero per tutti i membri del gruppo. Source-Based Tree: un albero separato per ogni mittente.

#### 21. MBone

Multicast Backbone Rete virtuale basata su tunnel per trasmettere pacchetti multicast.

#### 22. IPv6

Necessità di IPv6 Esaurimento degli indirizzi IPv4. Miglior supporto per QoS, sicurezza e autoconfigurazione. Struttura dell'Header IPv6 Header principale di 40 byte + Extension Headers. Indirizzamento IPv6 Global Unicast (2000::/3) → indirizzi pubblici. Link-Local (FE80::/10) → comunicazione locale. Multicast (FF00::/8) → indirizzi di gruppo. ICMPv6 Router Advertisement e Neighbor Discovery. Tunneling IPv6 su IPv4 Tecnica per garantire compatibilità tra i due protocolli.

#### 23. Multimedia

Tipologie di streaming Live Streaming: trasmissione in tempo reale. Pre-registrato: file scaricati o riprodotti progressivamente. Gestione del jitter e buffering Playout buffer per mantenere la sincronia.

#### 24. RTP/RTCP

RTP (Real-Time Transport Protocol) Protocollo per il trasporto di dati multimediali su UDP. Timestamp e Sequence Number per gestire l'ordine dei pacchetti. RTCP (Real-Time Control Protocol) Feedback sulla qualità del servizio. Controllo di congestione.

#### 25. Trasmissione Affidabile

Stop-and-Wait Il mittente aspetta un ACK prima di inviare il prossimo pacchetto. Pipelining Go-Back-N: ritrasmette tutti i pacchetti successivi a uno perso. Selective Repeat: ritrasmette solo i pacchetti effettivamente persi.

#### 26. TCP

Connessione affidabile e ordinata Three-way handshake (SYN, SYN-ACK, ACK). Chiusura della connessione (Four-way handshake). Congestion Control Slow Start: aumento esponenziale della velocità. Congestion Avoidance: crescita lineare. Fast Recovery: risposta rapida a perdite di pacchetti.

#### 27. Ethernet

Frame Ethernet e indirizzamento MAC CSMA/CD per la gestione delle collisioni Evoluzione degli standard Ethernet

#### 28. Dispositivi LAN

Hub vs Bridge vs Switch Switching e tabelle MAC

#### 29. VLAN

Separazione logica delle reti VLAN Trunking per collegare più switch

#### 30. Crittografia

Chiavi simmetriche vs asimmetriche (RSA) Firma digitale per garantire autenticità

### 31. Sicurezza

Autenticazione e certificati digitali Protezione delle email (PGP, S/MIME)