

Riassunto teoria TLC

Introduzione:

1970: fibra ottica Corning. 1994 mosiac, primo browser. Tim berners Lee inventa il **web** primi anni 90'. Killer applications: messaggistica istantanea. 2010... mobile internet. 99% cavi sottomarini.

Rete: insieme di infrastruttura fisica, architettura di rete, servizio di comunicazione e protocolli di comunicazione.

Architettura di rete: N nodi da interconnettere-> maglia (più usata, Numero rami E, $N < E < N(N-1)/2$), albero, anello. Stella, bus, maglia più stella: più efficiente.

Tipi di rete: LAN (local area network), MAN (Metropolitan Area Network), WAN (wide area network).

Internet: la rete delle reti, insieme di reti unite dagli stessi protocolli, fisicamente diverse. Si accede a internet tramite l'ISP. Accesso alla rete Dialup: tramite circuito telefonico. ADSL: ISP mediante una rete dedicata. Reti cellulari.

Commutazione di circuito: pezzo fisso assegnato ad una particolare comunicazione, no condivisione risorse, spesso inattive. Router solo indirizzamento, no memorizzazione.

Commutazione di pacchetto: arrivo pacchetti asincrono, condivisione risorse, memorizzazione temporanea. Accodamento, store and forward.

Ritardi: rate=> velocità di trasmissione misurata in bit/s. A volte store and forward (si aspetta fino all'arrivo dell'ultimo bit prima di ritrasmettere). Altrimenti Cut-Through: finita ricezione Header, inizia ritrasmissione.

Due interfacce diverse hanno code d'uscita separate e indipendenti. Ritardo di accodamento deriva da arrivo asincrono pacchetti. **Congestione**-> se coda piena, pacchetti scartati.

Modello funzionale: Modello usato in internet per comunicare. Modalità del servizio di comunicazione: a connessione o senza (una sola fase, di invio dati, nessun controllo, nessun accordo). Il servizio di livelli superiori è più ricco grazie agli inferiori. PDU (flusso di bit): unità di trasferimento dati che contengono dati (livelli superiori) e header (stesso livello). Tramite il SAP, si definisce il servizio offerto da quel determinato livello. OSI: operate sistem interconnection, è il primo modello standard con 7 livelli usato da internet.

Livelli:

- Fisico: modulazione e trasmissione bit, controllo errore blando, multiplazione, sincronizzazione
- Di linea: Aggregazione dei bit in gruppi (trame), gestione congestioni
- Di Rete: Indirizzamento, commutazione, instradamento
- Di trasporto: Controllo errore (TCP, UDP), controllo flusso, controllo congestione (dai terminali, no nodi)
- Applicativo: struttura i dati da inviare. Gestito da software.

Livello applicativo

Applicazione di rete è un software che viene eseguito su diversi terminali e che comunica attraverso la rete. NO NODI. Comunicazione attraverso porte. Ogni scambio di messaggi avviene con il SAP attraverso i livelli inferiori. Banda minima, perdita di dati tollerata o meno, Ritardi consentiti o meno. Server sempre attivi con IP statico. **Protocollo http**: composto da protocollo (http/s), indirizzo rete server: porta/ pagina web richiesta. http usa TCP. Connessione sia persistente che non persistente. Entrambe c'è possibilità di apertura connessioni in parallelo. Cookies sul browser dell'host.

Posta elettronica: composto da mail server mittente e destinatario, due diversi. Essi immagazzinano una coda di mail da leggere in ingresso e una coda in uscita da inviare. I mail server parlano tra loro. Interazione fra client SMTP e server SMTP è di comando/ risposta, testuali. Protocolli di accesso alla mailbox: POP3, IMAP.

DNS: è il servizio che permette di recuperare l'IP da simboli. Mappatura. I TLD gestiscono i domini più importanti (.com, ...), però in cima alla struttura vi sono 13 root name server. Nei root vi sono i TLD, nei TLD vi sono i DNS minori fino ai LNS, locali. Essi potrebbero già avere l'info http, oppure contattano il root.

P2P: elevata scalabilità. Utente sceglie da chi scaricare il file. Uso protocollo http. Può essere:

- Directory centralizzata: il server centrale conosce l'indirizzo di tutti i peer e li fa connettere. Server collo di bottiglia
- Distribuita: no server centrale, protocollo di dominio pubblico. Ogni peer si collega con il vicino, supporto a vicenda. Ping pong. File torrent divisi in chunk di 256 kbyte. Tracker: traccia tutti i partecipanti, prima quello più raro.

Livello di Trasporto

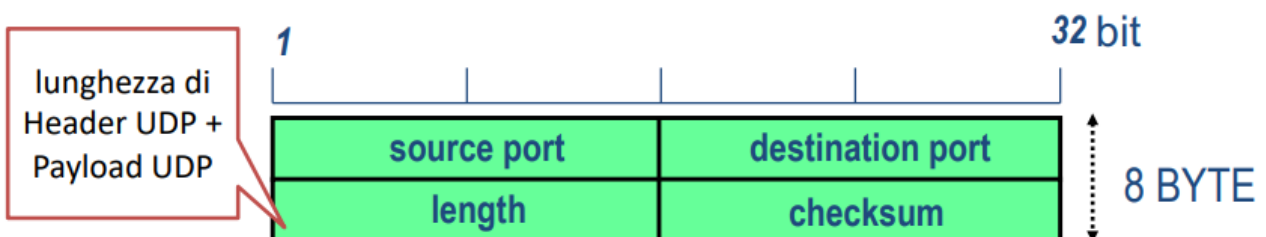
Compito di instaurare un collegamento logico tra le applicazioni residenti su host remoti. Presente sugli host, NO NODI. Indirizzi di porta nella PDU di trasporto. Le porte:



I numeri noti sono riservati ai protocolli, i registrati ai lati applicativi lato client, gli altri a chiunque ne faccia richiesta. No ambiguità dato che si controlla la coppia di socket.

UDP:

più semplice di usare IP. Non garantisce la consegna, blando controllo errore. Minor latenza, semplice, veloce.



Numero di porta max 65535 = 2 byte = Lunghezza max pacchetto - header UDP == 65527 per payload.

16 bit checksum (16 bit): creato da somma degli altri 3 parametri.

Trasporto affidabile:

protocollo di ritrasmissione -> ACK o NACK. Se perdita N/ACK, si numerano i pacchetti (SN) e gli ACK (RN, per loro possibile errata comprensione).

Stop and wait: usa solo ACK, contatore time out, ogni messaggio ricevuto è riscontrato.

Go-back-N: si possono riscontrare fino a N pacchetti prima di ricevere il primo ACK. Sliding window che scorre. Time out -> se passa, ritrasmetto. Si ignorano i pacchetti fuori sequenza, ma meccanismo semplificato. Time out, finestra di trasmissione \geq RTT. ACK collettivo rimedia perdita ACK precedenti. L'uso dei NACK abbrevia tempi ritrasmissione, non bisogna attendere il time out. NO USO se NO ORDINE.

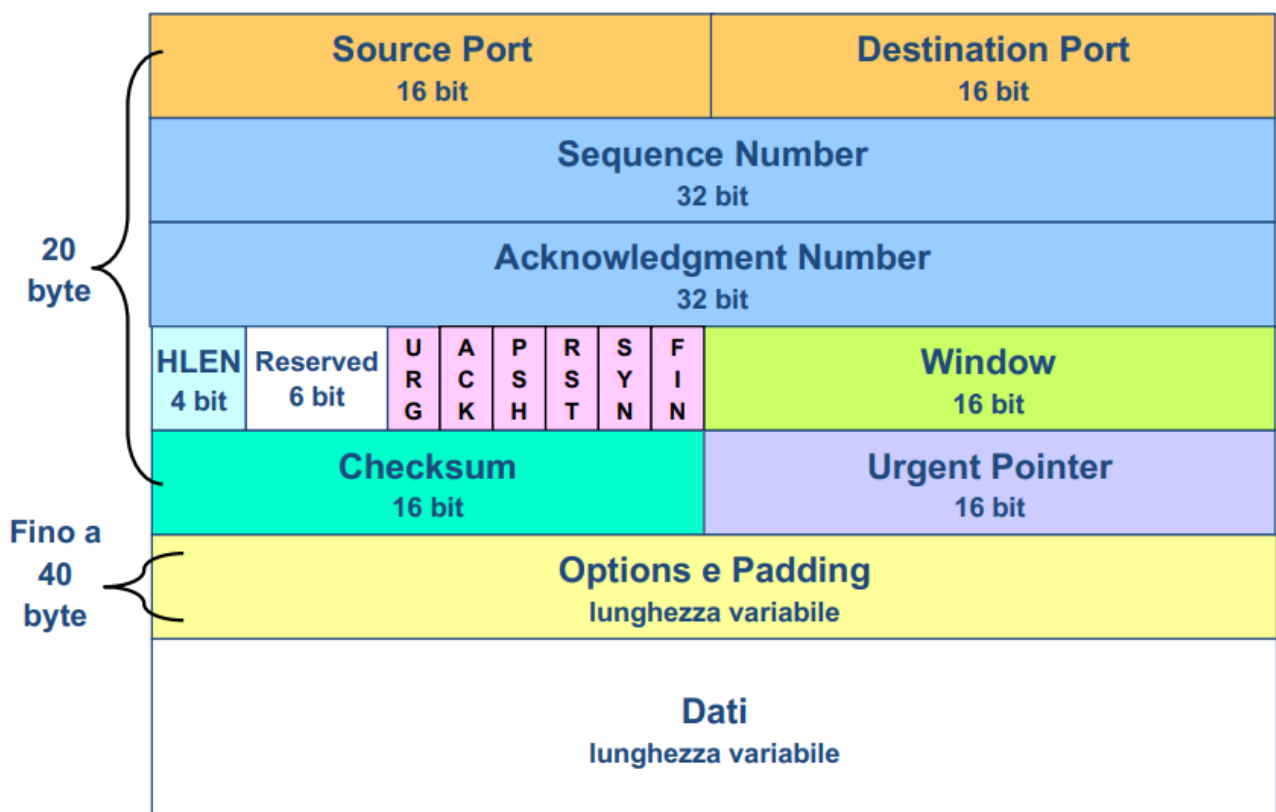
Trasmissione **FULL-DUPLEX**: ACK inseriti negli header in direzione opposta (Piggy backing). SN: numero di sequenza del pacchetto trasmesso. RN: numero del pacchetto atteso, si aggiorna quando ricevuto. Se $RN = SN$, si aggiorna l' $RN++$. Entrambi gli indici sia da ricevitore che trasmittente (FULL Duplex). Uso NACK.

Selective repeat: ACK no cumulative. Accetta pacchetti fuori sequenza. Ritrasmette solo quelli non riscontrati. Finestra no numero fisso, variabile a seconda pacchetti da ritrasmettere.

Controllo di flusso: buffer limitato, uso campo W-> indica posti liberi. Riscontro inviato quando si libera posto buffer. Usa anche gli RN.

TCP:

trasporto affidabile, in sequenza, senza perdita di pacchetti e senza errori. Base filosofia internet. Effettua controllo end-to-end congestione. È orientato alla connessione. Connessioni di tipo full duplex. Ogni byte ha un numero di sequenza. Header:



sequence number: numero di sequenza del primo byte nel payload. Acknowledgment number: numero di sequenza atteso. HLEN: lunghezza complessiva dell'header. Window: finestra ricevitore libera(W). Options and Pudding: opsionali, es comunicare MSS.

Controllo di Congestione: dipende da capacità ricevitore. Di tipo end-to-end. Regola finestra di trasmissione-> varia la CWND (congestion window). Presta attenzione anche al RCWND (spazio buffer). Perdita segmento-> congestione -> riduzione CWND:

- Slow start: si mantiene fino all'arrivo della Ssthresh. Si raddoppia ogni volta da 1 MSS.
- Congestion avoidance: si prosegue aggiungendone uno alla volta fino alla trasmissione continua

Tutto ciò fino a primo evento congestione o RCWND. **Ssthresh = metà dei bit in volo (mai riscontrati).**

In generale-> condivisione equa risorse.

Livello di Rete

Trasferisce dati fra host. Interessati nodi. Best effort unico servizio. Servizi: inoltra e instradamento che realizza il router. Miglior percorso. Inoltra hop-by-hop: nodo per nodo.

Commutazione a circuito-> no rielaborazione dati, nodi di semplice transito. Commutazione a pacchetto-> tutti i livelli sopra negli host, nei router, rete più alto. Indirizzi MAC: scheda fisica di arrivo.

IP (IPv4) => numero binario 32 bit (prefisso **NetId**, poi **HostId**). A beneficio umani, scritto a gruppi di 255.255.255.255. validità universale. Ogni rete ha a disposizione un numero di indirizzi IP assegnabili. Numero di bit riservati al NetId-> attraverso NetMask. 123.234.23.2/24 il /24 è la netmask.

L'inoltra può essere diretto (nella stessa sottorete), o indiretto (all'esterno, tramite le tabelle di routing). Sempre vi è router di default (collegamento con esterno). È destination based, indipendente da provenienza, e anche next hop routing, indicato solo il prossimo router. Se trovo il primo router con AND uguale, devo proseguire con tutti quelli nella tabella poiché scelgo quello con netmask più alta (cammino più definito).

Instradamento: reti broadcast-> no instradamento, canale usato a turno (es. wifi). Politiche di routing o algoritmi di routing, possono cambiare e scegliere il percorso migliore, collaborazione fra nodi. Pacchetti provenienze diverse, stessa destinazione. Decisione instradamento:

- Centralizzata: decide tutto nodo centrale. Non flessibile, possibile sovraccarico.
- Distribuita, dinamico: ogni nodo collabora per il miglior instradamento (internet)

Metrica usata: numero salti, ritardo medio, numero pacchetti in coda... si definisce così la tabella di instradamento.

Livello di Linea

Primo livello logico della commutazione a pacchetto implementato dalla NIC (network interface card).

Multiplexazione: accesso multiplo, distribuzione info a più utenti in contemporanea. Collegamenti:

- Broadcast: dati mix. Compito utenti prelevare i propri.
- P2P: point to point
- Commutati: variante P2P, ma con anche sottoelementi.

Framing: dare significato ai bit per loro posizione raggruppandoli in trame (PDU). Suddivisione tramite flag di inizio e fine trama (01111110). Si impedisce copia inserendo dopo 11111 uno 0 **sempre**, verranno poi eliminati.

Controllo errori provenienti da livello fisico.

Multiplexazione Fisica: suddivisione capacità canale in sottocanali tramite:

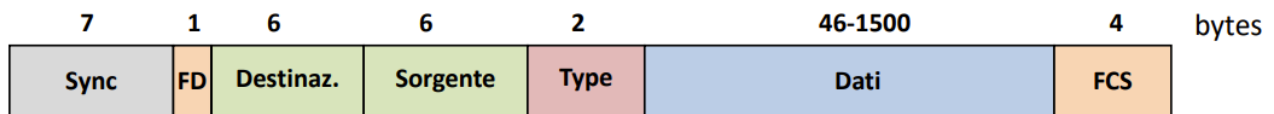
- Divisione spazio
- Frequenza (FDM frequency division multiplexing)
- Divisione di tempo (TDM time division multiplexing)
- Divisione di codice (CDM code division multiplexing)
- Divisione di lunghezza d'onda (WDM Wavelength division multiplexing)

TDM: vengono interlacciati K bit in uscita provenienti da code diverse. Trama dura quanto uno solo in entrata.

Accesso multiplo: regolazione accesso al canale per evitare collisione. Gestito da MAC (medium access control, si occupa dell'accesso multiplo), LLC (Logical link control).

Reti locali (LAN) :

IEEE è l'organo di standardizzazione delle reti locali. Ethernet è stato standardizzato IEEE 802.3. Dagli anni 90' si diffondono gli HUB, LAN con rete a stella. Trama Ethernet:



Sync-> preambolo di sincronizzazione di livello fisico(7 byte)

FD: delimitatore di inizio trama

Indirizzi: destinazione e sorgente

Type: definisce il protocollo di rete usato

FCS: frame check sequence per il controllo dell'errore

Indirizzo **MAC**: indirizzi di rete locale. 48 bit in esadecimale-> 6 byte, 3 costruttore, 3 scheda.

Livello fisico

Trasmissione segnale: campionamento, quantizzazione, digitalizzazione, modulazione ---- eliminazione rumore, demodulazione, elaborazione, ricezione.

Sequenza di bit con una certa velocità di trasmissione -> banda segnale.

Corrispondenza dominio tempo e frequenze (hertz). Banda stretta: variazione nel tempo bassa, freq bassa.

Banda larga: variazioni rapide, frequenze alte.

Es. bande: telefono (300-4000 Hz), musica (100- 20.000), TV (0- 5.000.000 Hz).

Conversione analogico-> digitale.

Campionamento: da segnale analogico continuo a segnale discreto. Misura in istanti equidistanti.

TEO Nyquist: un segnale nel tempo è completamente determinato dai suoi campioni presi a distanza T tale che $T \leq 1/2B$, dove B è la banda del segnale. Eccesso inutile, in meno si perde informazione. Filtro passabasso: taglia frequenze in eccesso.

Quantizzazione: operazione con cui un segnale continuo nelle ampiezze (numero infinito di ampiezze disponibili) è trasformato in discreto (numero finito). Più livelli si hanno, meno errore di quantizzazione.

Digitalizzazione: associazione di uno specifico gruppo di bit per ogni livello discreto di quantizzazione.

Modulazione: atto finale di trasmissione del segnale. Es. modulazione binaria: Due livelli diversi per trasmettere gli 0 e 1. Modulazione a banda:

- Base: spettro continuo rispetto all'origine
- Traslata: spettro traslato su intervalli di frequenze non contigue all'origine.

Modulazioni:

- PAM: impulso negativo =0, impulso positivo=1. (banda base)
- ASK: modulazione ampiezza
- FSK: modulazione frequenza
- PSK: fase
- QAM: misto tra ampiezza e fase
- PDM: polarizzazione luce.

Per aumentare capacità -> modulazione multilivello. Flusso di bit diviso in gruppi di $\log_2 N$, con n valori di ampiezza. 4PAM: 4 livelli nello stesso segnale. Canale trasmissivo ha velocità di trasmissione R. Il mezzo trasmissivo può attenuare il segnale in funzione della distanza da percorrere. Rate massimo == B.

Decibel: $-dB = 20 \log(V_2/V_1)$

Propagazione: libera/guidata.

Wireless: broadcast, prop libera. Cellulare 900MHz

Doppino in rame: più categorie migliorando isolamento. Attenuazione Cat 5 -> 20 dB/100m

Cavo coassiale TV: attenuazione min 5-8 dB/100m

Fibra ottica: Multimodo (diametro di core 50 -69 micron), singolo modo (diametro di core 10 micron)-> banda passante elevatissima THz. Utilizzata nelle lunghe distanze. No dispersione modale.

Attenuazione: 1 finestra 850 nm (2dB/km), 2 finestra 1310 nm (0.4 dB/km), 3 finestra 1550 nm (0.2dB/km).