

Capitolo 4 - Network Access = Livello Fisico + Livello Data Link

Livello 1 – Physical Layer

Si occupa della trasmissione di BIT sul mezzo trasmissivo.

Ci sono diversi tipi di mezzi trasmissivi: cavi di rame, cavi di fibra ottica, onde radio (wireless).

In generale l'utilizzo di cavi consente di avere

- migliori prestazioni (velocità di trasmissione)
- maggiore affidabilità (rispetto ad interferenze e disturbi di trasmissione)
- maggiore sicurezza da intercettazioni di estranei

rispetto all'uso di trasmissioni senza fili (wireless).

D'altra parte le trasmissioni wireless non richiedono opere di cablaggio e pertanto l'infrastruttura di trasmissione risulta **molto più economica**. Inoltre esse sono **molto flessibili** sia per quanto riguarda la posizione dei dispositivi che il loro numero (elevata espandibilità = scalability).

Il livello fisico si occupa di applicare ai bit da trasmettere una opportuna codifica (encoding) per evitare di avere sequenze troppo lunghe di bit tutti uguali che possono causare difficoltà di lettura per il ricevente.

Ogni tipo di mezzo trasmissivo richiede diverse tecniche di invio dei bit come segnali elettronici, onde radio o onde luminose (signaling).

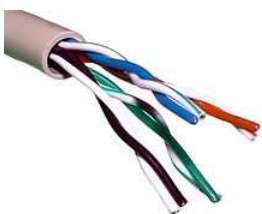
Cavi di rame

I cavi di rame usati maggiormente sono i cavi Ethernet non schermati (UTP = Unshielded Twisted Pair) costituiti da 4 coppie di cavi di rame intrecciati.

I cavi di rame sono soggetti ad attenuazione (perdita di potenza) del segnale lungo il cavo e pertanto lo standard EIA/TIA prevede al massimo 100 metri di lunghezza per i cavi Ethernet.

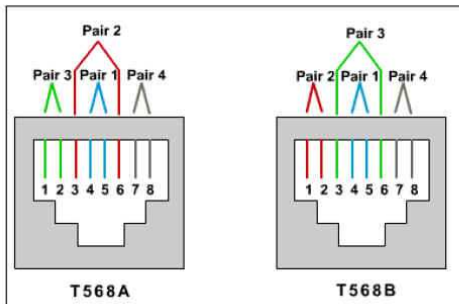
Per quanto riguarda i disturbi elettromagnetici, il fatto di avere coppie intrecciate consente la "cancellazione dei disturbi" (cancellation effect) e quindi la trasmissione va facilmente a buon fine.

Si noti che le 4 coppie hanno intrecci con passo diverso per ridurre le interferenze reciproche (crosstalk).



cavo UTP

Diagram showing both T568A and T568B cabling wire colors



Ci sono 2 standard di cablaggio dei connettori RJ45.

Normalmente i connettori delle bretelle di cavo utilizzate per connettere i pc allo switch utilizzano lo standard T568B su entrambe le estremità del cavo: si tratta di un cavo diretto (straight-through).

Le connessioni dirette tra pc e pc e tra pc e router, invece, utilizzano in una estremità lo standard T568A e nell'altra il T568B: si realizza così un cavo incrociato (crossover)

I cavi Ethernet schermati (STP = Shielded Twisted Pair) si usano in presenza di forti campi magnetico dovuti a motori elettrici e apparecchiature elettriche di potenza.

I livelli standard di qualità di questi cavi sono detti Categorie; con la cat. 5E si possono avere velocità di 1 Gbit/s. Per i 10 Gbit/s su cavo di rame si deve usare un cavo schermato STP con lunghezza massima 30 metri.



cavo Ethernet schermato

Fibre ottiche

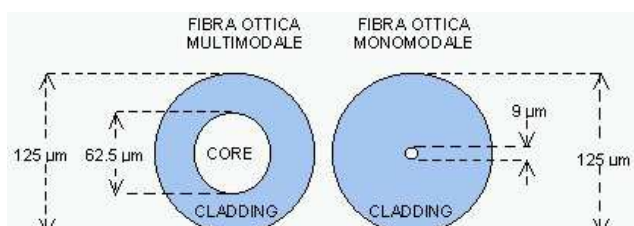
Ci sono due tipi di fibre ottica: monomodale e multimodale.

La fibra ottica monomodale viene usata nelle telecomunicazioni e ha prestazioni elevate: standard da 40 Gbit/s e anche da 100 Gbit/s fino a 100 km di lunghezza.

Essa richiede un laser potente per la trasmissione di un singolo segnale luminoso.

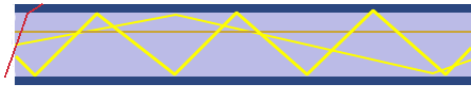
La fibra ottica multimodale viene usata nelle reti locali: standard da 10 Gbit/s fino a 2 km di lunghezza.

Le schede di rete hanno un led per l'emissione di molteplici raggi luminosi da trasmettere lungo la fibra.



il Core ha dimensioni diverse tra fibra multimodale e fibra monomodale

Fibra ottica multimodale



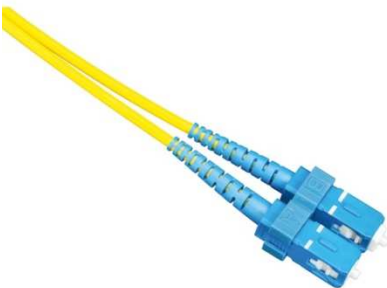
- raggio di luce riflesso
- raggio di luce non riflesso
- raggio di luce disperso

La trasmissione dei segnali sfrutta il fenomeno della riflessione totale dei raggi di luce trasmessi nel core



La giunzione e il cablaggio delle fibre ottiche sono operazioni piuttosto delicate che richiedono apposita strumentazione e una certa abilità. Il costo di effettuazione di una giunzione è molto elevato (50€).

tester FLUKE per fibre ottiche monomodali



Le fibre ottiche richiedono un filo per trasmettere e uno per ricevere.

Si avrà pertanto una coppia di connettori per ogni collegamento in fibra ottica.

Collegamenti wireless

Collegamenti BlueTooth, per interconnettere mouse e tastiera ad un pc o per interconnettere due dispositivi mobili a brevissima distanza (pochi metri).



Collegamenti ZigBee per dispositivi Internet of Things. Ha basse velocità di trasmissione ma ha un bassissimo consumo di energia e quindi è adatto ad installazioni alimentate da batteria.

Collegamenti WI-FI per reti locali di computer e dispositivi mobili (Standard IEEE 802.11).

Le trasmissioni a frequenza 2.4 GHz sono meno performanti ma possono superare qualche ostacolo mentre quelle a 5 GHz arrivano anche a un Gbit/s ma operano bene solo in spazi aperti senza ostacoli.

Livello 2 – Data Link

Si occupa di dare un formato ai bit trasmessi, che costituiscono un FRAME.

Si occupa anche del controllo dell'integrità dei bit ricevuti dalla scheda di rete grazie alla presenza di alcuni bit di controllo in coda al frame (Frame Control Sequence). Pertanto la scheda di rete è in grado di riconoscere e di eliminare i frame che arrivano danneggiati.

Le schede di rete (NIC = Network Interface Card) dei pc di una rete locale (LAN) hanno impresso un indirizzo fisico (assegnato dal produttore della scheda) che si chiama INDIRIZZO MAC.

Un indirizzo MAC è composto da 3 byte per la codifica esadecimale del produttore della scheda e da 3 byte per una numerazione progressiva (esadecimale). Esempio: aa:bb:cc:11:22:33

Tale indirizzo è di fatto unico a livello mondiale, ma il suo utilizzo è puramente in ambito locale (LAN) per consentire agli SWITCH di inoltrare i frame sulla porta giusta, per farli arrivare ai rispettivi destinatari.

Misure di prestazione di una rete

Bandwidth (ampiezza di banda) = è la massima velocità teorica. Si misura in bit/s.

ThroughPut = velocità media effettiva di trasmissione. Si misura in Byte/s.

Trasmissione HALF-DUPLEX e FULL-DUPLEX

Le trasmissioni a senso unico alternato (Half Duplex), come quelle delle ricetrasmittenti, sono proprie degli HUB (ora in disuso) e degli Access Point WI-FI.

Le trasmissioni a doppio senso di marcia (Full Duplex) sono proprie degli SWITCH.

Accesso al mezzo trasmissivo = MAC (Media Access Control)

Quando c'è un mezzo condiviso è necessario governare l'accesso allo stesso da parte dei diversi dispositivi per evitare o risolvere il problema delle COLLISIONI tra 2 frame spediti contemporaneamente da 2 dispositivi.



Una rete cablata con un cavo a BUS o con cavo Ethernet e un HUB come centro stella è facilmente soggetta a collisioni tra frame.

In caso di collisione, la trasmissione non va a buon fine e il mittente dovrà ritentare l'invio del frame dopo qualche istante di attesa (con il rischio che si verifichi nuovamente una collisione). Questo meccanismo di trasmissione viene detto CSMA – CD (Carrier Sense Multiple Access – Collision Detection).

Per effetto delle collisioni, le prestazioni della rete si riducono di molto: per avere una idea si pensi che le vecchie reti Ethernet a Bus avevano una bandwidth nominale di 10 Mbit/s ma di fatto la bandwidth si riduceva attorno a 1/6 (1.6 Mbit/s).

Gli Access Point WI-FI evitano le collisioni grazie ad **un meccanismo di prenotazione** del diritto di trasmettere: CSMA-CA (Carrier Sense Multiple Access - Collision Avoidance).

Secondo questo meccanismo, i dispositivi che desiderano trasmettere mandano all'Access Point una richiesta per prenotare il loro turno.

E' l'Access Point che funge da arbitro in questa contesa, assegnando via via ai diversi dispositivi che si sono prenotati il diritto di trasmettere.

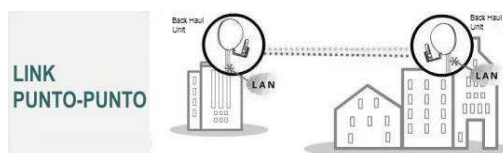
Per le reti WiFi se la bandwidth teorica, ad esempio, è di 300 Mbit/s, quella effettiva si riduce praticamente ad 1/3 (100 Mbit/s).

Nel caso di reti Ethernet con uno SWITCH, **non si verificano collisioni**, perché gli switch operano in full duplex: la bandwidth dichiarata è effettiva.

Topologie per le WAN

Le strutture dei collegamenti tra dispositivi tipici delle reti geografiche sono:

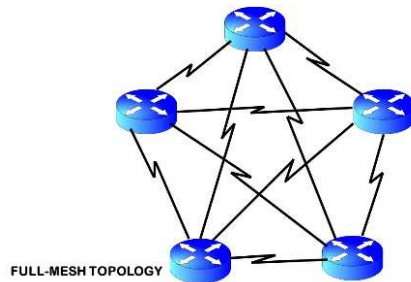
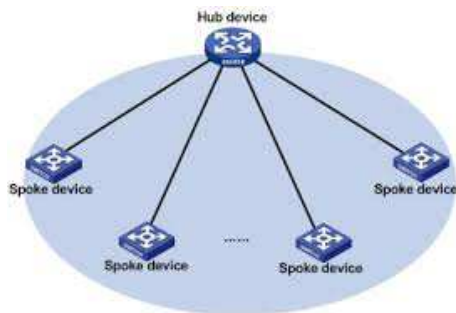
- Punto – Punto



Nei collegamenti punto-punto c'è un unico destinatario possibile e pertanto non si usano indirizzi MAC!

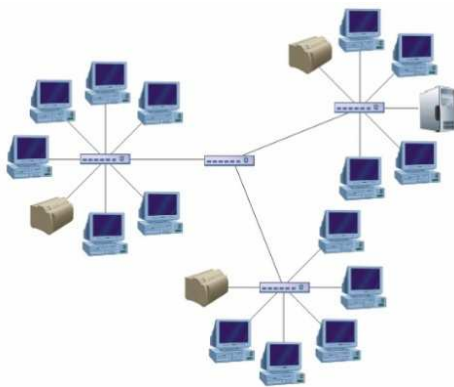
Componendo assieme molteplici collegamenti punto-punto si ottengono le seguenti topologie:

- Hub and Spoke (specie di stella con un fulcro centrale e collegamenti a raggiera dei dispositivi)



- Maglia (mesh) (presenza di percorsi alternativi e circuiti nella rete)
- Maglia completa (full mesh) (ognuno è collegato con tutti gli altri)

Topologie per le LAN



Stella (con al centro un dispositivi di instradamento HUB, SWITCH)

Stella estesa (extended star) collegamento tra più stelle (ottenuto collegando tra loro i centri stella)

Sono obsolete le topologie a bus e ad anello.

Formato del FRAME



I byte del preambolo servono per la sincronizzazione dei dispositivi trasmettente e ricevente e sono costituiti da una alternanza di 0 e 1.

Si noti che la prima informazione che viene inviata è l'indirizzo MAC del destinatario, in modo che lo SWITCH sappia subito dove deve inoltrare il frame stesso.

Il tipo rappresenta il tipo di pacchetto dati che viene trasportato: può indicare se si tratta di un pacchetto IP versione 4 o IP versione 6.

FCS = Frame Check Sequence è una sequenza di bit di controllo utilizzati per verificare l'integrità del frame ricevuto dalla scheda di rete del pc destinatario.