

Livello fisico

Il livello fisico è il livello più basso della pila di rete. Si occupa della trasmissione dei bit attraverso un mezzo fisico, per esempio un cavo di rame, una fibra ottica o lo spazio attraversato da onde radio.

A questo livello i dati non vengono più considerati come pacchetti o frame, ma come sequenze di bit da rappresentare tramite segnali fisici. Il compito del livello fisico è quindi trasformare gli 0 e gli 1 in segnali che possano viaggiare sul mezzo trasmissivo e poi essere interpretati correttamente dal destinatario.

I mezzi trasmissivi utilizzati per la realizzazione di un canale in una rete vengono solitamente suddivisi in tre categorie, a seconda del fenomeno fisico utilizzato per trasmettere i bit:

- Mezzi elettrici: Per la trasmissione utilizzano la proprietà dei metalli di condurre l'energia elettrica (come doppini telefonici).
- Mezzi ottici: Per la trasmissione utilizzano la luce (come le fibre ottiche).
- Mezzi wireless ("senza cavo"): Per la trasmissione utilizzano le onde elettromagnetiche (come le trasmissioni radio a microonde e le trasmissioni radio via satellite). In questo caso il mezzo trasmissivo può essere considerato lo spazio libero, o l'ambiente, attraverso cui si propagano le onde elettromagnetiche.

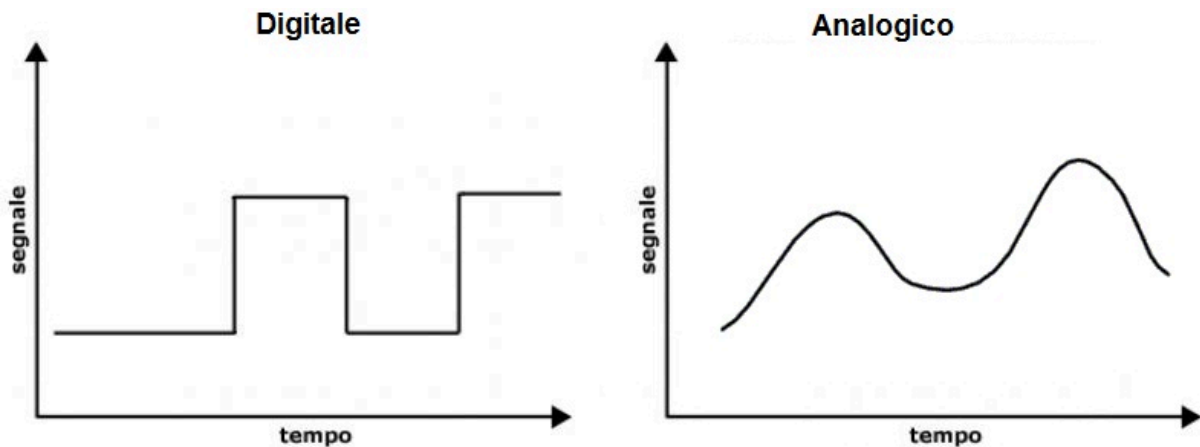
Il livello fisico deve codificare i dati in modo che possano essere trasportati dal mezzo di trasmissione.

Il metodo di codifica dipende dalle caratteristiche del mezzo di trasmissione usato: per esempio per trasmettere informazioni su un filo di rame si modula una variabile fisica come la tensione o la corrente.

Per questo deve esistere un dispositivo di rete che deve convertire i bit in segnali adatti al mezzo utilizzato. Questa conversione può essere svolta da componenti diversi, come una scheda di rete Ethernet, un modulo Wi-Fi, un modem o un convertitore ottico.

Questo dispositivo deve convertire i bit, cioè un segnale digitale, in onde elettriche, cioè un segnale analogico, e viceversa.

- Un segnale analogico varia in modo continuo nel tempo e può assumere molti valori intermedi.
- Un segnale digitale, invece, rappresenta l'informazione usando un insieme limitato di valori distinti, per esempio due livelli di tensione associati a 0 e 1.



Esempio

Un esempio comune di codifica di bit tramite un segnale di tensione è la codifica non ritorno a zero (NRZ) in cui il valore binario "0" viene rappresentato da una certa tensione (ad esempio, 0 volt) e il valore binario "1" viene rappresentato da un'altra tensione ad esempio, +5 volt.

Supponiamo di avere una sequenza di bit "101010". Utilizzando la codifica NRZ, rappresentiamo i bit come segue:

- "1" è codificato come una tensione positiva di +5 volt.
- "0" è codificato come una tensione negativa o a terra come 0 volt.

La sequenza "101010" viene quindi codificata nel segnale di tensione come: +5V, 0V, +5V, 0V, +5V, 0V.

Nota: Questo è un esempio semplificato: nelle tecnologie reali, come Ethernet o Wi-Fi, le codifiche fisiche possono essere molto più complesse.

Fibra ottica

La fibra ottica è una tecnologia di trasmissione dati che utilizza impulsi di luce per inviare informazioni attraverso un cavo composto da filamenti di vetro o plastica.

È uno dei mezzi di trasmissione più importanti e performanti nelle reti moderne, questo grazie alla sua alta velocità, alla grande capacità di trasportare dati e alla resistenza alle interferenze elettromagnetiche.

In modo semplificato, possiamo immaginare che i dati digitali vengano rappresentati così:

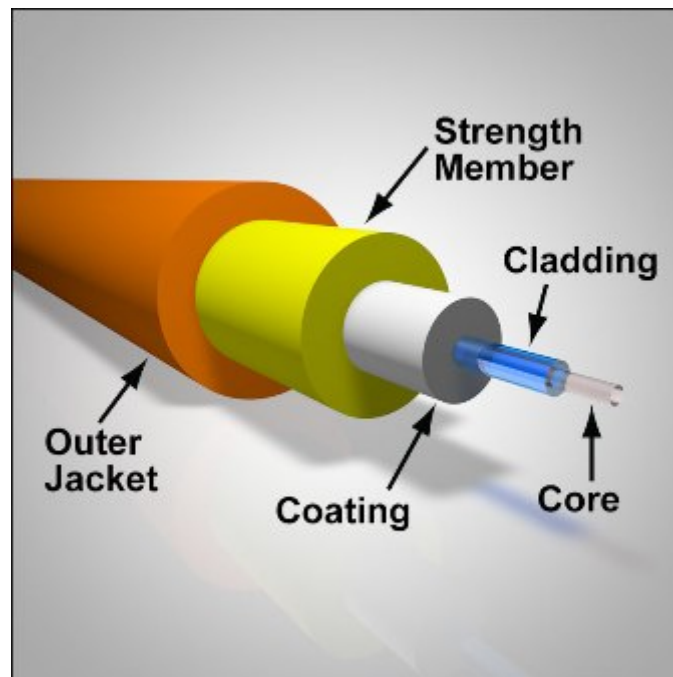
- 1 = presenza di un impulso luminoso.
- 0 = assenza di impulso luminoso.

Nelle tecnologie reali, però, i sistemi di codifica e modulazione della luce possono essere più complessi.

Poiché il filamento ottico è molto sottile e delicato, il cavo in fibra ottica è formato da diversi strati di protezione, in particolare la sua struttura è questa:

- Core (nucleo): Cuore in vetro (o plastica) dove viaggia la luce.

- Cladding (mantello): Lo strato che circonda il core.
- Coating (rivestimento): Protezione plastica per resistere a graffi, micro-piegature, umidità e polvere.
- Strength member (elemento di resistenza): fornisce resistenza meccanica. In particolare resiste alla trazione (tirata durante l'installazione), piegamenti, compressioni, urti e stress ambientali.
- L'outer jacket: è la guaina più esterna che riveste e protegge l'intero cavo in fibra ottica. È l'elemento che si vede e si tocca quando maneggi un cavo in fibra.



Ma come funziona?

Una fibra ottica è un filamento sottilissimo (più sottile di un capello umano) in grado di guidare la luce al suo interno grazie a un principio fisico chiamato riflessione totale interna. La riflessione totale interna consente che quando un raggio di luce colpisce l'interfaccia tra core e cladding con un angolo sufficiente, non esce, ma viene completamente riflesso all'interno del core.

La riflessione totale interna funziona perché il core e il cladding hanno indici di rifrazione diversi.

L'indice di rifrazione indica quanto la luce rallenta quando attraversa un materiale: più l'indice è alto, più la luce viene rallentata.

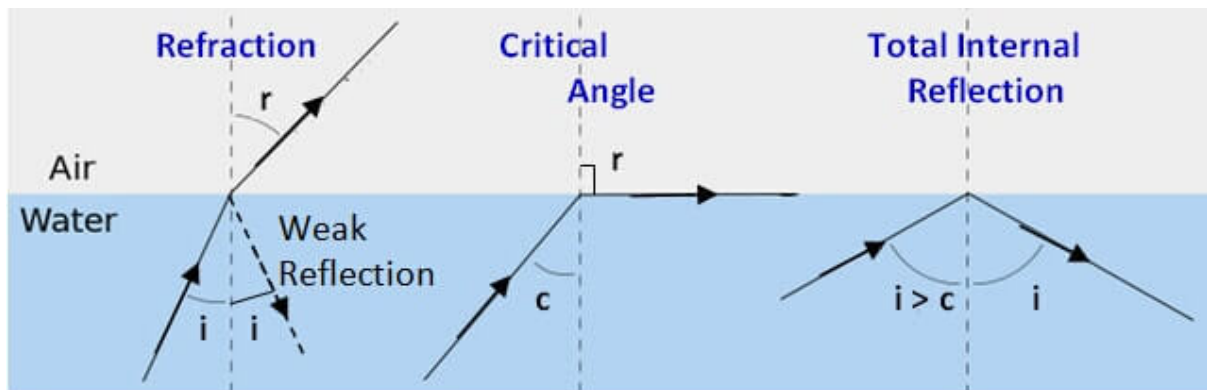
Nella fibra ottica, il core ha un indice di rifrazione maggiore del cladding.

Quando la luce viaggia nel core e raggiunge il confine con il cladding, tende a cambiare direzione.

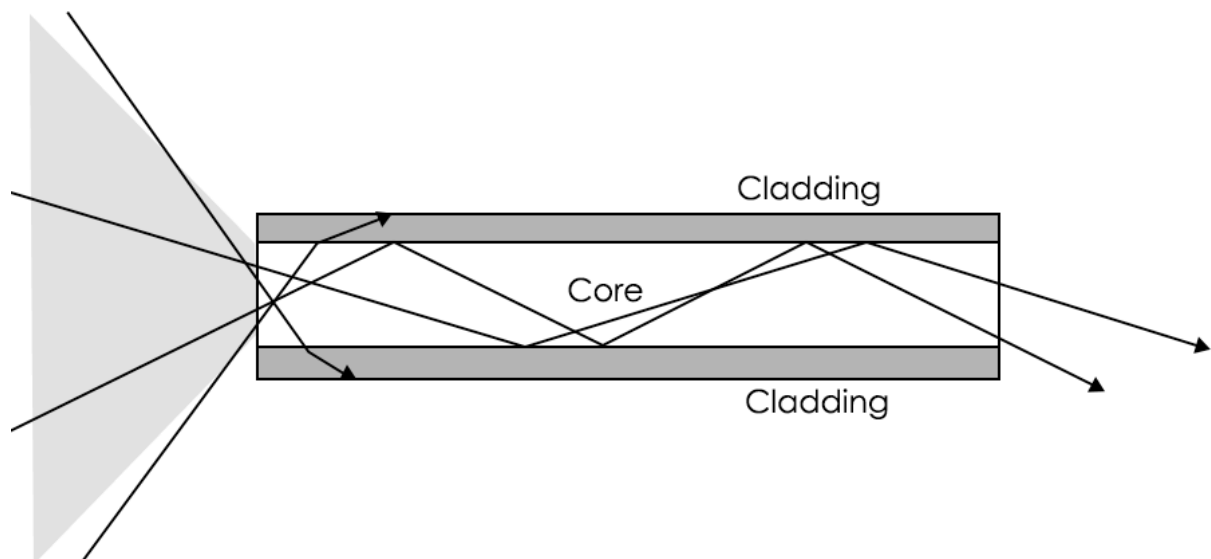
Poiché sta passando da un materiale con indice maggiore a uno con indice minore, la luce viene deviata allontanandosi dalla perpendicolare al confine tra i due materiali.

Se l'angolo con cui la luce colpisce il confine è abbastanza grande, la luce dovrebbe uscire nel cladding con una direzione quasi parallela al confine. Superato un certo angolo, chiamato angolo critico, non esiste più una direzione possibile con cui la luce possa

propagarsi nel cladding. Per questo motivo la luce non esce dal core, ma viene riflessa completamente al suo interno.



In questo modo gli impulsi luminosi rimangono guidati dentro la fibra e possono percorrere lunghe distanze.



Questo effetto guida la luce lungo tutta la fibra, anche su lunghissime distanze. Come metafora, possiamo immaginare la fibra come un tunnel di specchi: la luce viene guidata lungo il percorso e riesce a raggiungere l'altra estremità della fibra.