

Mezzi trasmissivi

Liceo G.B. Brocchi - Bassano del Grappa (VI)
Liceo Scientifico - opzione scienze applicate
Giovanni Mazzocchin

Mezzi trasmissivi

- Un **mezzo trasmissivo** è il supporto fisico tramite il quale un segnale si propaga da un trasmettitore ad un ricevitore
- Abbiamo già intuito che la forma di energia utilizzata per la trasmissione a distanza dei segnali è quella **elettromagnetica**
- **Portanti fisiche**: mezzi trasmissivi con onde guidate (coppie intrecciate, fibre ottiche etc...). L'installazione di un sistema di trasmissione cablato può richiedere tempo. Inoltre non è possibile cablare ovunque
- **Portanti radio**: l'informazione viene ricevuta e trasmessa tramite antenne che irradiano e captano onde elettromagnetiche. Il segnale deve essere di frequenza elevata. L'installazione è semplice e veloce, ma i segnali sono soggetti a disturbi e interferenze. Le frequenze di trasmissione vanno regolamentate

Tipologie di link

- **Simplex:**

- le informazioni transitano in una sola direzione in ogni istante (oggi piuttosto rari)
- analogia stradale: senso unico

- **Half duplex:**

- le informazioni possono transitare in entrambi i versi, ma in istanti diversi
- si trasmette a turni
- analogia stradale: senso unico alternato

- **Full duplex:**

- è possibile trasmettere in entrambi i versi in ogni istante
- analogia stradale: strada a due corsie di senso opposto

Twisted pair (coppia simmetrica intrecciata)

- Una **coppia simmetrica intrecciata** (**TP** - ***T**wisted **P**air*) è una linea a 2 fili intrecciati costituita da una coppia di conduttori ricoperti da un isolante e intrecciati
- I cavi sono intrecciati per evitare che la coppia irradia e capti energia elettromagnetica da/verso l'esterno (come un'antenna)
- Nel sistema telefonico, il TP prende il nome di **doppino telefonico**, che collega l'apparecchio dell'utente alla rete telefonica
- Un cavo a coppie simmetriche può comprendere diverse coppie
- Per vedere delle immagini, cliccare il link nel titolo della slide

Twisted pair

- Problematiche del TP:
 - rumore e disturbi causati da campi elettromagnetici esterni
 - diafonia (*crosstalk*): disturbi tra coppie dello stesso cavo
- La *twistatura* riduce notevolmente i disturbi
- Su brevi distanze i cavi a coppie simmetriche hanno prestazioni molto elevate a livello di banda e immunità ai disturbi
- Nelle LAN hanno sostituito i cavi coassiali
- Esistono diverse categorie di doppino, ognuna con le proprie caratteristiche (banda, utilizzo (telefonia, Ethernet etc...))

Coaxial cable (cavo coassiale)

- Detto anche *coax*
- Un cavo coassiale è costituito da 2 conduttori coassiali separati da un dielettrico. Sono rivestiti da una guaina di materiale plastico
- Oggi è poco utilizzato nei sistemi di telecomunicazioni
- Ha schermatura e banda superiori al doppino
- Supporta collegamenti più lunghi
- Utilizzato per la TV via cavo (**CATV** - *Cable TeleVision*), molto diffusa negli USA
- Per vedere delle immagini, visitare la pagina linkata nel titolo della slide

Optical fiber (fibra ottica)

- Le fibre ottiche sono guide d'onda realizzate in materiale dielettrico (vetro, plastica)
- Supportano data rate fino a centinaia di Gbps, su collegamenti di centinaia di km, senza necessità di amplificazione
- La fonte dell'impulso luminoso può essere un LED (**L**ight **E**mitting **D**iode) o un LD (**L**aser **D**iode). Il ricevitore converte l'impulso luminoso in un segnale elettrico digitale tramite un [fotodiodo](#)

Optical fiber

- Il segnale inviato su una fibra ottica è un segnale ottico di lunghezza d'onda appartenente al campo dell'**infrarosso**

wl (m)	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}
	infrared			vis. light	ultraviolet	
	↓			↓		
	λ : 800 – 1600 nm			λ : 390 – 780 nm		

Optical fiber

- La fibra ottica ha sostituito ormai del tutto i cavi coassiali nelle trasmissioni digitali a lunga distanza (*long-haul*)
- Oggi è utilizzata anche nelle LAN aziendali
- La comunicazione digitale è molto adatta ai segnali ottici: si trasmette il bit 1 come presenza di impulso ottico, il bit 0 come assenza di impulso

Optical fiber

- Vantaggi della fibra ottica rispetto al rame:
 - maggiore larghezza di banda
 - bassa attenuazione: necessità di un ripetitore ogni 50 km
 - probabilità di errore molto più bassa
 - non influenzata dall'interferenza elettromagnetica
 - più leggera
 - molto più difficile intercettare i dati trasmessi su fibra rispetto a quelli trasmessi su rame

Comunicazioni wireless (senza fili)

- Al giorno d'oggi vogliamo essere sempre connessi, anche quando siamo in movimento. Doppini, cavi coassiali e fibre non ci servono in questo caso
- Le comunicazioni wireless sono indispensabili per le tecnologie mobili
- Poter trasmettere senza fili è indispensabile nei casi in cui l'installazione di cavi è impossibile, o anche solo scomoda

Comunicazioni wireless

- Un sistema di telecomunicazione via radio si basa su dei dispositivi chiamati **antenne**
- Un'antenna è un trasduttore che in trasmissione converte un segnale elettrico a [radiofrequenza](#) in onde e.m. irradiate nelle direzioni desiderate
 - **antenna trasmittente**: converte il segnale elettrico generato da un trasmettitore in onde elettromagnetiche
 - **antenna ricevente**: capta onde elettromagnetiche e le converte in segnali elettrici da inviare ad un ricevitore

Comunicazioni wireless

- Le onde e.m. sono influenzate dagli ostacoli in modo diverso, in base alla loro frequenza. Le frequenze utilizzabili nelle telecomunicazioni sono state suddivise in **bande radio**
- Ricordiamo la relazione che sussiste tra velocità di propagazione, frequenza e lunghezza d'onda:

$$c = \lambda f$$

Comunicazioni wireless

frequency (Hz)	name
$10^4 - 10^8$	radio
$10^8 - 10^{12}$	microwave
$10^{12} - 10^{14}$	infrared
$10^{14} - 10^{15}$	visible light
$10^{15} - 10^{16}$	UV
$10^{16} - 10^{22}$	X-ray
$10^{22} - 10^{24}$	gamma ray

lo spettro elettromagnetico

Comunicazioni wireless

radio spectrum				
name	min freq	max freq	min wl	max wl
VLF (Very Low Frequency)	3 kHz	30 kHz	10 km	100 km
LF (Low Frequency)	30 kHz	300 kHz	1 km	10 km
MF (Medium Frequency)	300 kHz	3 MHz	100 m	1 km
HF (High Frequency)	3 MHz	30 MHz	10 m	100 m
VHF (Very High Frequency)	30 MHz	300 MHz	1 m	10 m
UHF (Ultra High Frequency)	300 MHz	3 GHz	10 cm	1 m
SHF (Super High Frequency)	3 GHz	30 GHz	10 mm	10 cm
EHF (Extra High Frequency)	30 GHz	300 GHz	1 mm	10 mm

LF: onde lunghe, **MF**: onde medie, **HF**, onde corte
UHF, **SHF**, **EHF**: microonde

Comunicazioni wireless

- I campi elettrico e magnetico associati a correnti e tensioni variabili nel tempo formano un'unica entità denominata **campo elettromagnetico**
- Un'onda elettromagnetica è composta da oscillazioni dei campi elettrico e magnetico
- La perturbazione del campo elettromagnetico si propaga alla velocità della luce (la luce è un'onda elettromagnetica)
- Le caratteristiche di propagazione di un'onda elettromagnetica dipendono dall'ambiente e dalla lunghezza d'onda

Comunicazioni wireless

f (Hz)	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	10^{10}	10^{11}	10^{12}	10^{13}	10^{14}	10^{15}	10^{16}
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

twisted pair

satellite

optical fiber

coaxial cable

AM radio

FM radio

Comunicazioni wireless

- **Onde e.m. di λ grande:** sono pochi gli ostacoli di dimensione maggiore della λ , per cui sono in grado di aggirare per diffrazione colline e grandi edifici
- **Onde e.m. di λ piccola:** molti ostacoli causano fenomeni di riflessione, rifrazione o diffusione
- **Modalità di propagazione** da antenna trasmittente a ricevente:
 - **onda di superficie** (frequenze basse)
 - **onda spaziale:** la ionosfera riflette le onde radio di frequenze inferiori a 30 MHz (in caso di riflessione totale le onde *rimbalzano* sulla ionosfera e possono essere ricevute da antenne poste a grande distanza dalla trasmittente)
 - **onda diretta:** l'onda viaggia direttamente da trasmittente a ricevente, che devono essere in visibilità ottica (**LoS** - **Line of Sight**)

Comunicazioni wireless

- Bande diverse dello spettro elettromagnetico hanno utilizzi diversi
- L'utilizzo dello spettro elettromagnetico è regolamentato: non si può costruire un sistema radio che trasmette a frequenze arbitrarie, senza prima ottenere un'autorizzazione (licenza, concessione)
- Bande **ISM** (***I**ndustrial, **S**cientific, **M**edical*), non sono soggette a licenza (quindi di libero utilizzo su suolo privato):
 - banda 2,4 GHz (2,4 GHz - 2,4835 GHz): Wi-Fi, Bluetooth
 - banda 5 GHz: alcuni apparati Wi-Fi

Satelliti

- Un sistema di telecomunicazioni satellitare permette di mettere in comunicazione luoghi della Terra posti a grande distanza
- La comunicazione satellitare è l'unica soluzione in luoghi privi di infrastrutture per le telecomunicazioni terrestri
 - navi che operano in mezzo all'oceano
 - deserti
 - etc..

Satelliti

- **GEO** (**Ge**ostationary **O**rbital): sono posti in un'orbita geostazionaria (35,786 km sopra l'equatore), assumono una posizione fissa rispetto ad una stazione a terra
- **LEO** (**L**ow **E**arth **O**rbital): posti ad un'altezza compresa tra i 200 e i 2000 km. Hanno un moto relativo rispetto alla Terra, per cui da un punto della superficie terrestre sono visibili solo per un certo intervallo di tempo (è il motivo per cui ce ne sono molti)

Satelliti

- **Uplink:** tratta in salita, la tratta radio dall'antenna trasmittente di una stazione di terra a quella ricevente del satellite
- **Downlink:** tratta in discesa, la tratta radio che va dall'antenna trasmittente del satellite a quella ricevente di una stazione di terra
- Per evitare interferenze, le due tratte impiegano frequenze diverse

Satelliti

- **Collegamento satellitare punto-punto:** comunicazione bidirezionale tra 2 stazioni terrestri per mezzo di un satellite
- **Collegamenti punto-multipunto** (diffusione in broadcast): il satellite irradia il segnale proveniente da una stazione di terra verso molte stazioni di un'area geografica estesa, che però possono solo ricevere

Considerazioni

- **Attenzione:**

- se siete appassionati di segnali, circuiti, cavi, antenne e satelliti, la facoltà universitaria giusta per voi non è Informatica, ma Ingegneria Elettronica/delle Telecomunicazioni, oppure (in misura minore) **Fisica**

Da vedere/leggere a casa

- [How does Starlink Satellite Internet Work?](#)
- <https://en.wikipedia.org/wiki/TAT-14>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Arthur_C._Clarke
- https://en.wikipedia.org/wiki/Iridium_satellite_constellation
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Globalstar>