

Livello Fisico

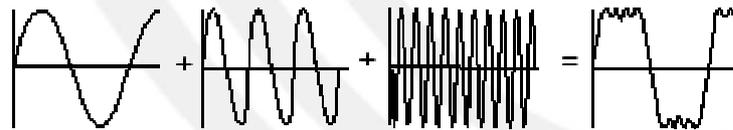
·
Davide Quaglia

Teoria della comunicazione

- Analisi di Fourier
- Segnali a banda limitata e illimitata
- Modulazione
- Nemici della trasmissione
- Capacità teorica di un canale

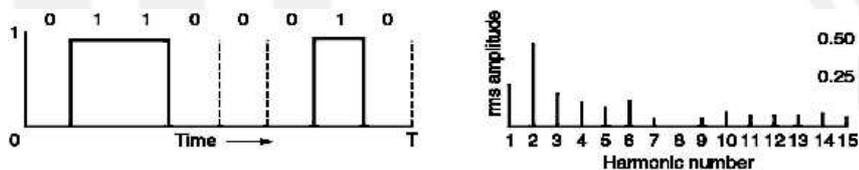
Analisi di Fourier

- Un segnale può sempre essere rappresentato come **somma di sinusoidi** (rappresentazione in frequenza).
- Per ricreare fedelmente un segnale occorre catturare **tutte** le sinusoidi (dette armoniche) che lo compongono.



3

Esempio di trasmissione digitale



- Più il fronte è ripido, più servono armoniche
- La prima armonica ha frequenza

$$f_0 = \frac{1}{2 * T_{bit}} = \frac{1}{2} * \frac{1}{T_{bit}} = \frac{1}{2} \text{bitrate}$$

- Le successive armoniche sono multipli di f_0

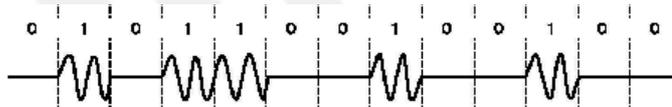
4

Segnali a banda illimitata

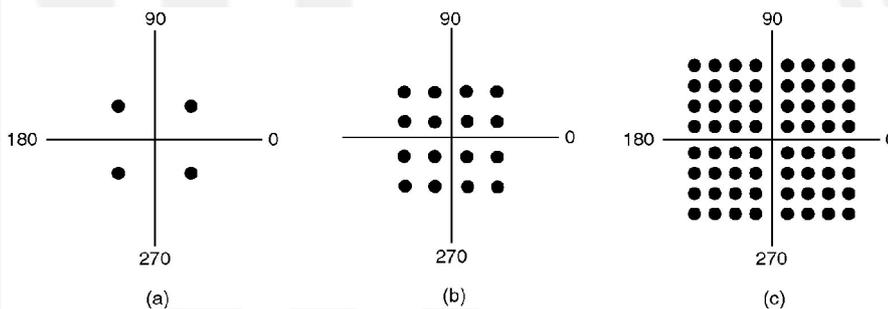
- Il tipo di codifica visto nell'esempio si chiama *Not Return to Zero* (NRZ)
 - Banda illimitata → Infinite armoniche
- Frequenze elevate sono legate a fenomeni fisici veloci mentre la natura oppone sempre una certa inerzia
- Per far passare molte armoniche occorrono canali di trasmissione molto buoni e quindi più costosi

Modulazione

- Per ridurre il numero di armoniche si utilizzano tipi di codifica dei bit si chiamano *modulazioni*
- Esempio di modulazione a banda limitata



Costellazioni (frequenza costante)



(a) QPSK

(b) QAM-16

(c) QAM-64

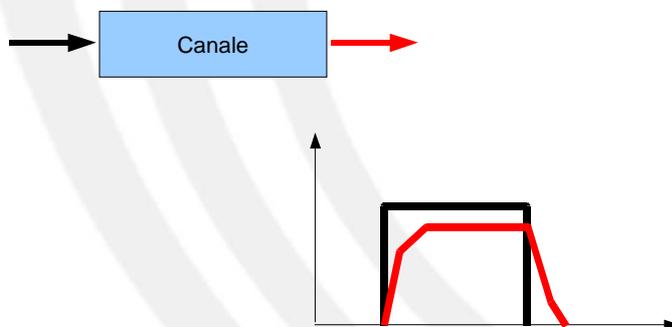
Baud e bit

- Se una costellazione ammette N configurazioni diverse (simboli) allora ciascun simbolo porta $\lfloor \log_2(N) \rfloor$ bit
- Simbolo = Baud
- Baud rate = numero di simboli trasmessi nell'unità di tempo
- Bitrate = Baud rate * $\lfloor \log_2(N) \rfloor$

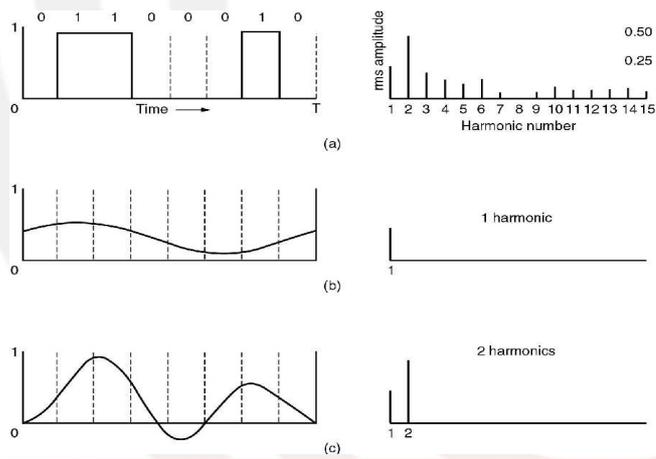
Nemici della trasmissione

- Attenuazione
 - Il segnale perde forza
 - lungo il cammino
 - in presenza di ostacoli (solo per il wireless)
 - Le armoniche perdono ampiezza
- Distorsione
 - Il segnale perde la forma originale
 - Nascono nuove armoniche non presenti nel segnale originale
- Interferenza
 - Esterna
 - Diafonia o cross-talk

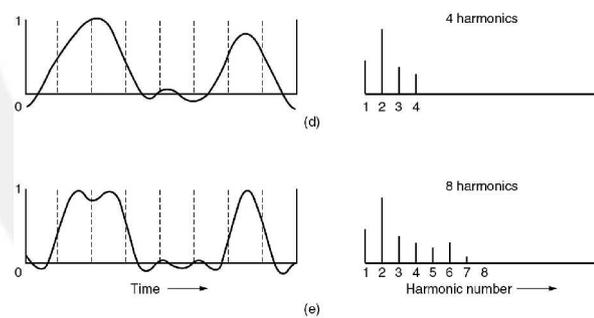
Esempio di attenuazione



Esempio di attenuazione



Esempio di attenuazione (2)

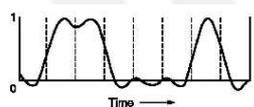
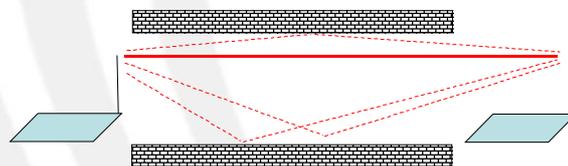


Esempio di attenuazione (3)

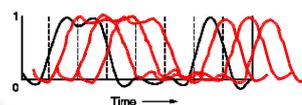
Relazione tra bitrate e armoniche conservate su un canale avente banda passante di 3 kHz

Bitrate (b/s)	T_bit (ms)	Freq fondamentale (Hz)	Num. armoniche conservate
300	3,33	150	20
600	1,67	300	10
1200	0,83	600	5
2400	0,42	1200	2
4800	0,21	2400	1
9600	0,10	4800	0
19200	0,05	9600	0
38400	0,03	19200	0

Esempio di distorsione: cammini multipli

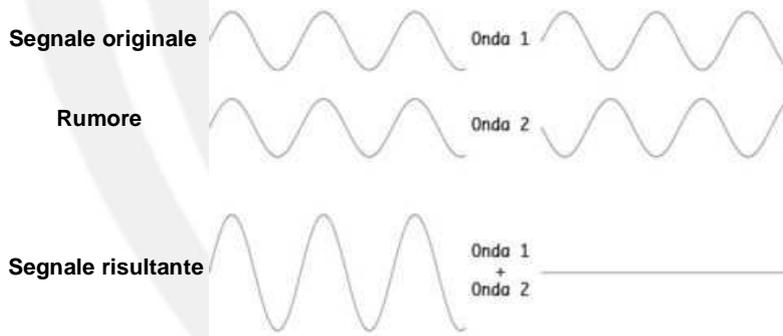


Segnale originale



Segnale ricevuto

Esempio di interferenza



15

Misura dell'effetto dell'interferenza

- Signal to noise ratio (SNR) = rapporto tra la potenza del segnale “buono” e quella del segnale interferente
- $SNR = \frac{\text{potenza_segnale in watt}}{\text{potenza_rumore in watt}}$
- $SNR_{dB} = 10 \cdot \log_{10}(SNR)$

16

Limiti teorici sulla velocità di trasmissione

- Limite di Nyquist (no rumore)

$$V_{bit} = 2H \log_2 N$$

dove N è il numero di simboli della modulazione

- Limite di Shannon (rumore termico)

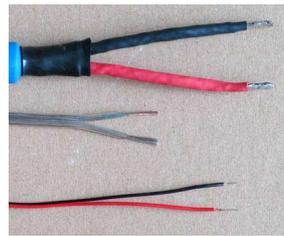
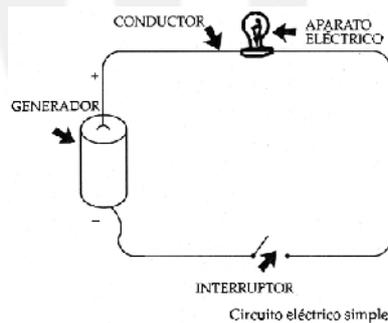
$$V_{bit} = H \log_2 (1 + SNR)$$

SNR=potenza_segnaie/potenza_rumore (non in dB)

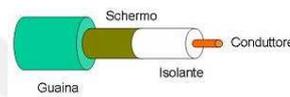
Trasmissione su cavo

- Cavo di rame
 - Trasmissione sbilanciata
 - Coppia parallela
 - Coppia coassiale
 - Trasmissione differenziale
 - Doppino ritorto (copper twisted pair cable)
- Fibra ottica

Trasmissione sbilanciata



Coppia parallela



Cavo coassiale

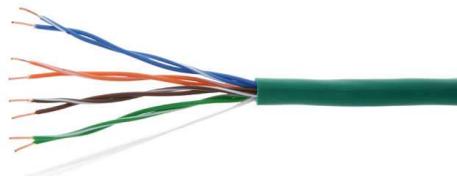
- Utilizzi:
 - Seriale RS-232

Trasmissione bilanciata

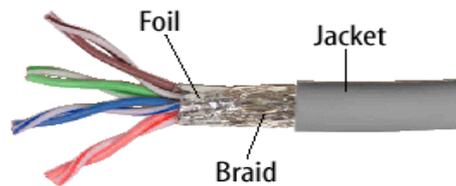
- Vantaggi
 - Non serve riferimento di massa comune tra TX e RX
 - Elevata immunità all'interferenza
 - Attorcigliamento per aumentare l'immunità
- Utilizzi:
 - Telefonia, ADSL
 - LAN su rame (Ethernet)
 - Bus di campo (CAN, Fieldbus)

Tipologie di doppino

Doppino non schermato:
un-shielded twisted pair
(UTP)



Doppino schermato:
shielded twisted pair
(STP)



Doppino in rame non schermato



(a)



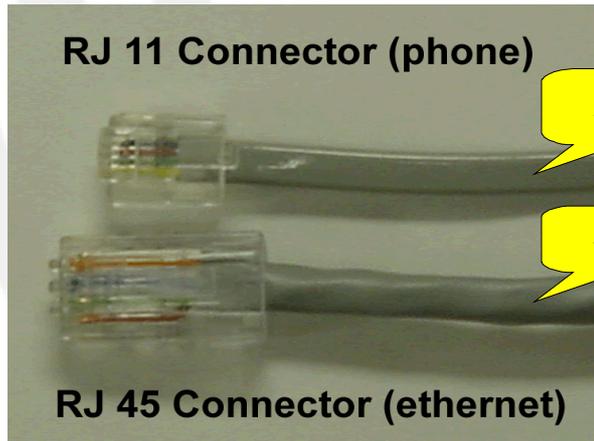
(b)

(a) UTP di categoria 3

(b) UTP di categoria 5

Connettori per doppino

RJ 11 Connector (phone)



2 coppie

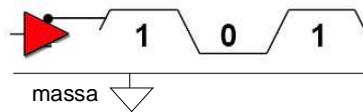
4 coppie

RJ 45 Connector (ethernet)

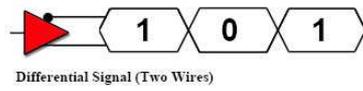
RJ45



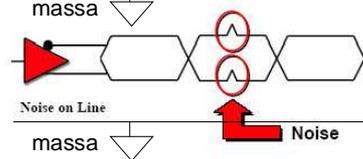
Trasmissione sbilanciata vs. differenziale



Trasmissione sbilanciata

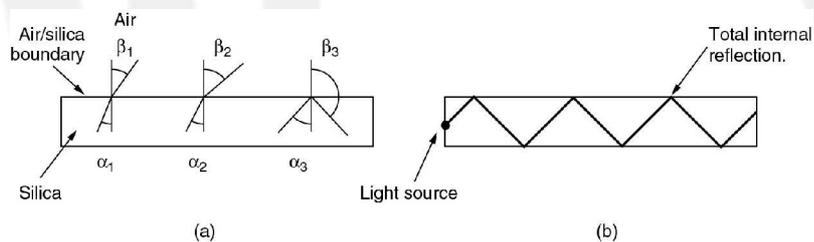


Trasmissione differenziale



Trasmissione differenziale con effetto dell'interferenza

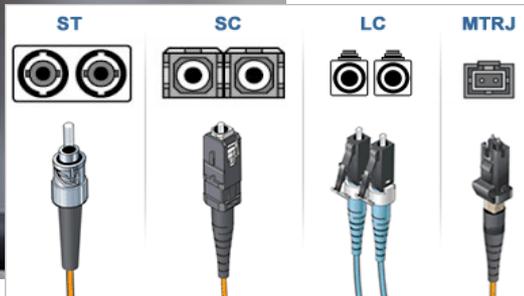
Fibra ottica



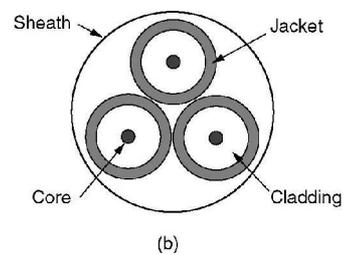
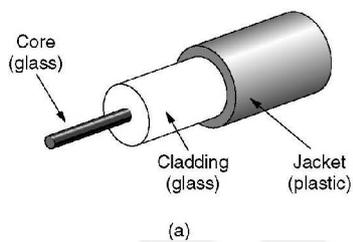
• Utilizzi:

- Trasmissioni in ambienti con elevato rumore elettromagnetico (es. fabbriche)
- Necessità di disaccoppiamento elettrico (es. appl. mediche)
- Altissima capacità

Fibra ottica



Cavi in fibra

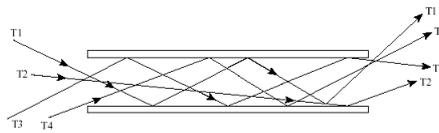


Tipi di fibra ottica

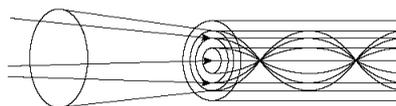
- **Multimodale**
 - 62.5/125 micron (core/cladding)
 - Step-index
 - Graded-index
 - LED
- **Monomodale**
 - 10/125 micron (core/cladding)
 - Laser

Tipi di fibra ottica (2)

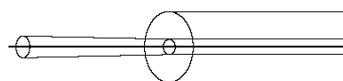
Multimodale step-index



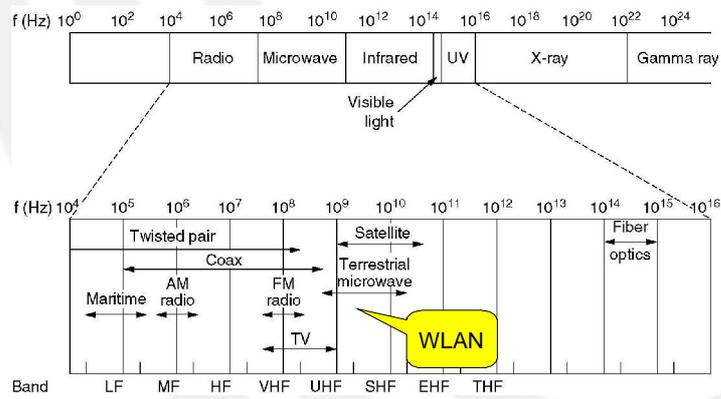
Multimodale graded-index



Monomodale



La trasmissione radio

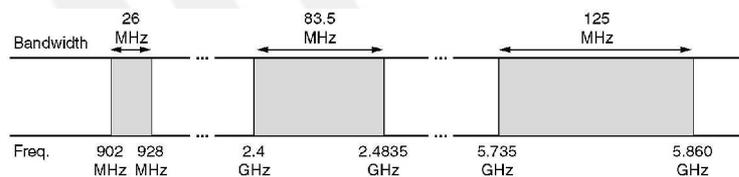


La trasmissione radio



Assegnazione delle frequenze radio

- Lo spettro EM è una risorsa controllata a livello nazionale
 - Concessioni governative: TV, radio, telefonia mobile
- Le bande libere Industria-Scienza-Medicina (ISM)
 - Sono usate da Bluetooth, Wireless LAN, ZigBee



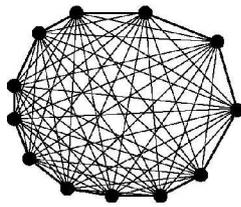
Comunicazioni tramite satellite

- Satelliti geostazionari (36000 km di quota)
 - Il segnale radio percorre 72000 km
 - Necessita elevata potenza (consumo batterie)
 - Elevato ritardo di propagazione per la telefonia

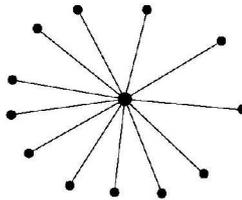
$$\frac{72000km}{300000km/s} = 240ms$$

- Satelliti di tipo Low-Earth Orbit (LEO)
 - Minor ritardo e minor potenza di trasmissione

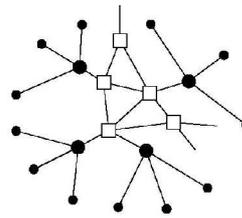
Struttura del sistema telefonico



(a)

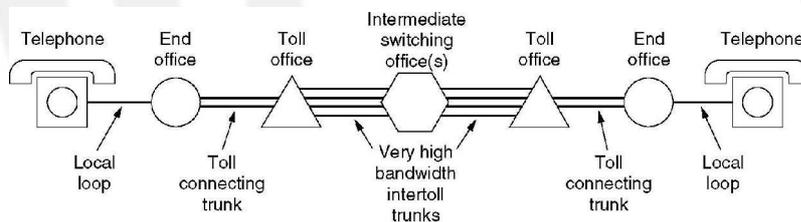


(b)



(c)

Struttura del sistema telefonico (2)



Struttura del sistema telefonico (3)

- Local loop
 - Trasmissione analogica (POTS) o digitale (ISDN) su doppino in rame
- Trunk
 - Trasmissione digitale su fibra ottica tra centrali
- Centrale
 - Instradamento delle chiamate attraverso i trunk e i local loop

Telefonia analogica (POTS)

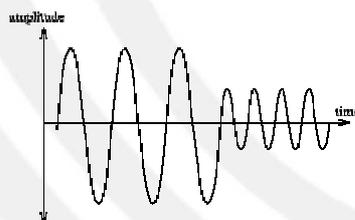
- I normali telefoni (non ISDN) generano un segnale analogico corrispondente al suono acquisito dal microfono.
- Il segnale vocale sul local loop è analogico
- Nella prima centrale telefonica il segnale analogico viene trasformato in digitale.
- La conversazione è trasmessa in maniera digitale nella rete dell'operatore telefonico.
- Nella centrale a cui è attaccato il ricevente la conversazione digitale è convertita in segnale analogico che viene trasmesso al telefono destinatario.

Telefonia digitale (ISDN, GSM, UMTS)

- L'apparecchio telefonico trasforma il suono acquisito dal microfono in una sequenza di bit
- La conversazione è trasmessa in maniera digitale nella rete dell'operatore telefonico.
- Vengono fatte eventuali conversioni di formato se il ricevente usa un formato digitale diverso (ISDN/GSM/UMTS)
- Il telefono digitale ricevente converte i bit in suoni
- Se il telefono ricevente è POTS nella centrale a cui è attaccato la conversazione digitale è convertita in segnale analogico

Generazione dei suoni

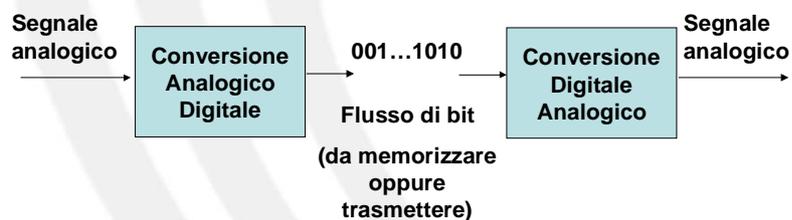
- I suoni sono generati da onde di pressione dell'aria che fanno vibrare la membrana dell'orecchio
 - L'ampiezza delle vibrazioni determina l'intensità (volume) del suono.
 - La frequenza di vibrazione determina l'acutezza del suono.
 - Il segnale ha sempre media nulla



Conversione analogico/digitale

- La pressione dell'aria varia nel tempo assumendo **valori continui** esprimibili mediante **numeri reali** (segnale analogico).
- Affinché tali valori possano essere elaborati occorre trasformarli in una **sequenza discreta** di numeri binari interi con **precisione finita** (segnale digitale)
- Due azioni:
 - campionamento
 - quantizzazione

Conversione analogico/digitale

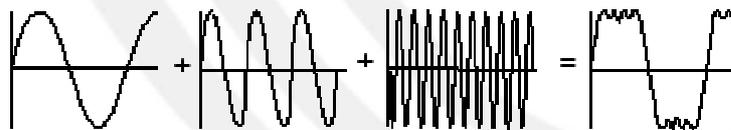


Campionamento di un segnale

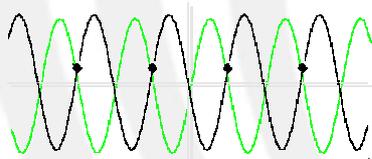
- Per catturare la variazione di un segnale nel tempo occorre ripetere la misura ad intervalli regolari di tempo.
- Intuitivamente più il segnale varia velocemente e maggiore deve essere la frequenza di campionamento.

Teorema del campionamento

- Un segnale può sempre essere rappresentato come **somma di sinusoidi** (rappresentazione in frequenza).
- Per ricreare fedelmente un segnale occorre catturare **tutte** le sinusoidi che lo compongono.



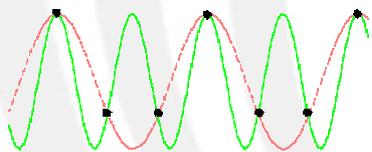
Teorema del campionamento (2)



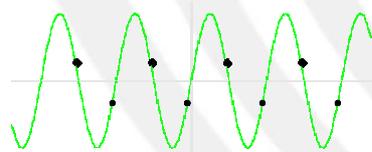
1 campione per periodo

aliasing

Teorema del campionamento (3)



1.5 campioni per periodo



2 campioni per periodo

Teorema del campionamento (4)

- Per riprodurre fedelmente una sinusoide occorrono 2 campioni per periodo.
- La frequenza di campionamento deve essere doppia della frequenza della sinusoide.
- Se il segnale da campionare ha larghezza di banda f allora la sua componente sinusoidale a frequenza più alta ha periodo $T=1/f$.
- Quindi la frequenza di campionamento di tale segnale deve essere doppia della larghezza di banda del segnale (Teorema di Nyquist).

Conversione analogico/digitale della voce

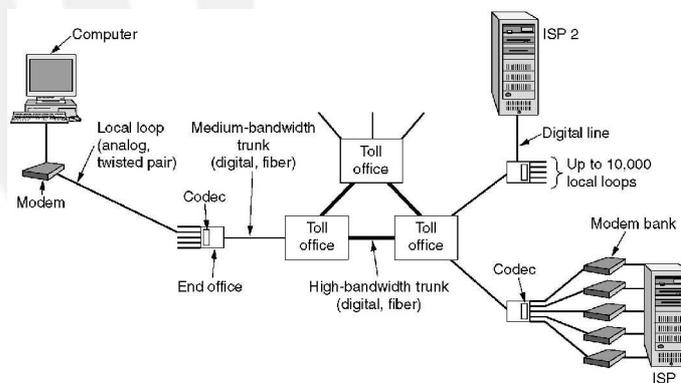
- Si assume che il contenuto principale della voce sia nell'intervallo [300-3300] Hz.
- Si mette un filtro anti-aliasing per eliminare le frequenze superiori a 4 kHz.
- Frequenza di campionamento: 8000 Hz (cioè 8000 campioni/s).
- Ciascun campione è su 8 bit.
- Bitrate risultante: 64 kb/s.



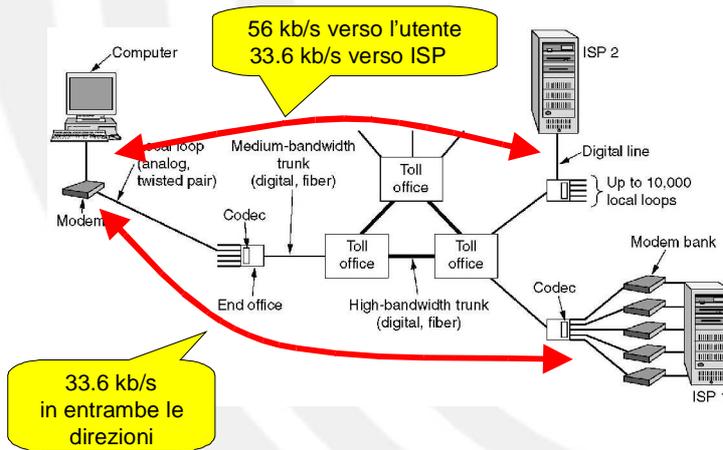
Trasmissione dati su linea tel: modem

- Si utilizza la linea telefonica per trasmettere/ricevere dati (ad es. collegamento ad Internet).
- Si trasmettono i bit come suoni (MODulazione/DEMODulazione).
- La presenza del filtro anti-aliasing consente di raggiungere al max 33.6 kb/s (limite di Shannon)

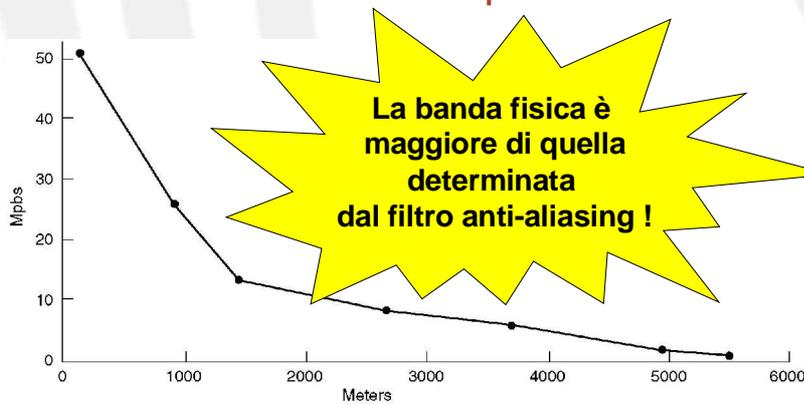
Trasmissione dati su linea tel: modem



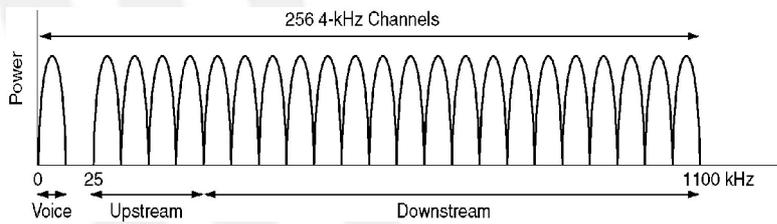
Trasmissione dati su linea tel: modem



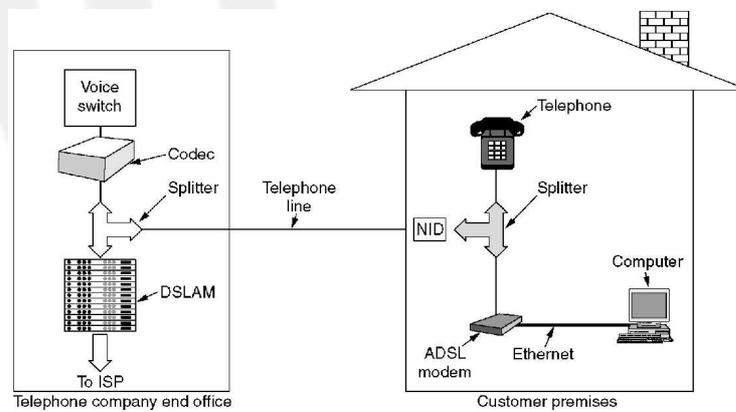
Velocità in funzione della distanza sul local loop



xDSL



Architettura xDSL



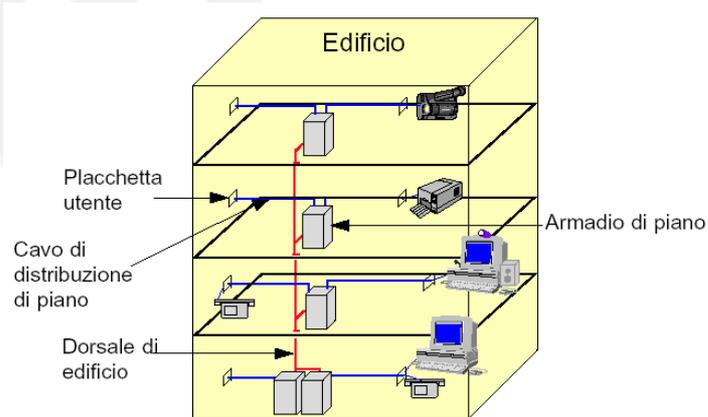
IL CABLAGGIO STUTTURATO DEGLI EDIFICI

Pietro Nicoletti
Silvano Gai

Nota di copyright

- Questo insieme di trasparenze (detto nel seguito slides) è protetto dalle leggi sul copyright e dalle disposizioni dei trattati internazionali. Il titolo ed i copyright relativi alle slides (ivi inclusi, ma non limitatamente, ogni immagine, fotografia, animazione, video, audio, musica e testo) sono di proprietà degli autori indicati a pag. 1.
- Le slides possono essere riprodotte ed utilizzate liberamente dagli istituti di ricerca, scolastici ed universitari afferenti al Ministero della Pubblica Istruzione e al Ministero dell'Università e Ricerca Scientifica e Tecnologica, per scopi istituzionali, non a fine di lucro. In tal caso non è richiesta alcuna autorizzazione.
- Ogni altra utilizzazione o riproduzione (ivi incluse, ma non limitatamente, le riproduzioni su supporti magnetici, su reti di calcolatori e stampate) in toto o in parte è vietata, se non esplicitamente autorizzata per iscritto, a priori, da parte degli autori.
- L'informazione contenuta in queste slides è ritenuta essere accurata alla data della pubblicazione. Essa è fornita per scopi meramente didattici e non per essere utilizzata in progetti di impianti, prodotti, reti, ecc. In ogni caso essa è soggetta a cambiamenti senza preavviso. Gli autori non assumono alcuna responsabilità per il contenuto di queste slides (ivi incluse, ma non limitatamente, la correttezza, completezza, applicabilità, aggiornamento dell'informazione).
- In ogni caso non può essere dichiarata conformità all'informazione contenuta in queste slides.
- In ogni caso questa nota di copyright non deve mai essere rimossa e deve essere riportata anche in utilizzi parziali.

Struttura del cablaggio



Cosa integrare ?

- Reti locali
- Fonia
- Controllo accessi
- Video-sorveglianza
- Antifurto
- Allarmi (incendio, furto)

Componenti

- Mezzi trasmissivi:
 - cavi in rame e fibre ottiche
- Strutture di permutazione
- Connettori, spine e prese
- Adattatori
- Apparat di protezione elettrica
- Materiali di supporto:
 - cassette, supporti, canaline, armadi, ecc.

La problematica

- Necessità di sistemi di cablaggio standard per edifici commerciali è avvertita da associazioni di telecomunicazioni (TIA) e di calcolatori (EIA) nel 1985
 - nel 1991 approvano lo standard per cablaggio strutturato EIA/TIA 568
- Il sistema di cablaggio deve essere:
 - adatto ad un ambiente multiproduct/multivendor
 - indipendente dai prodotti di telecomunicazione
 - che verranno installati
 - pensato per essere realizzato contestualmente alla costruzione o ristrutturazione organica di un edificio

Standard

- TIA/EIA 568A standard americano per i cablaggi di edifici commerciali di tipo office oriented:
 - approvato nel 1995:
 - riprende buona parte delle specifiche contenute nella precedente versione EIA/TIA 568 approvata nel 1991 (attualmente la più conosciuta)
 - include e migliora i contenuti dei precedenti bollettini EIA/TIA TSB 36, 40, 53
- ISO/IEC IS 11801 standard internazionale per i cablaggi di edifici commerciali di tipo office oriented:
 - approvato nel 1995

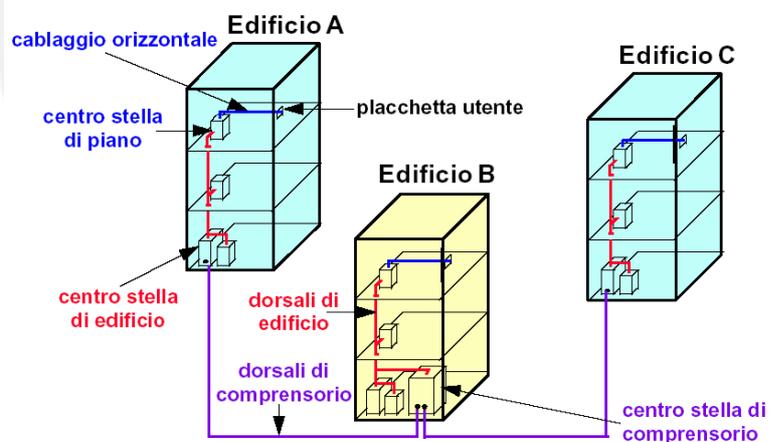
Standard (2)

- PrEN 50173 bozza di standard europeo derivata da ISO/IEC IS 11801
- EIA/TIA 569 standard americano:
 - definisce le caratteristiche delle infrastrutture per il cablaggio
- EIA/TIA 570 standard americano:
 - definisce le specifiche del cablaggio in ambito residenziale
- TIA/EIA TSB 67 standard americano:
 - stabilisce le modalità di test e certificazione di un cablaggio strutturato

Contenuti di uno standard

- Specifiche minime per il cablaggio di un gruppo di edifici costruiti su un unico appezzamento di suolo privato, detto comprensorio (campus)
- Specificano:
 - mezzi trasmissivi
 - topologie
 - distanze
 - connettori
 - norme per l'installazione
 - norme per il collaudo

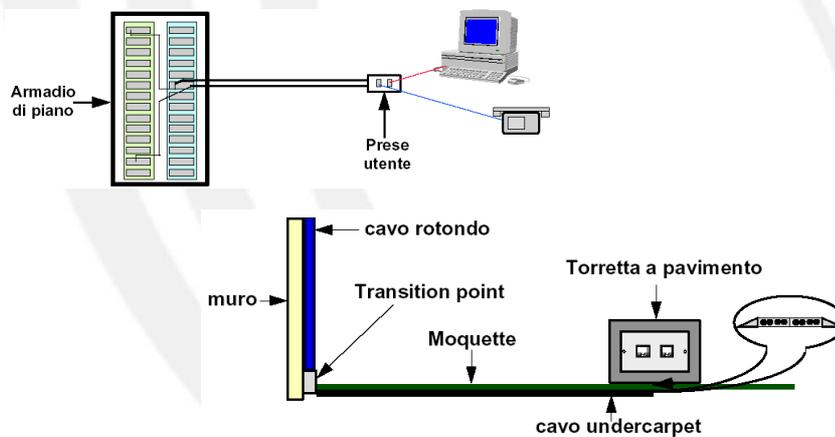
Topologia del cablaggio



Topologia del cablaggio (2)

- L'armadio di piano:
 - Telecommunication Closet (TC)
- La presa utente:
 - Telecommunication Outlet (TO)
 - RJ45 per cavi a 4 coppie

Topologia del cablaggio (3)

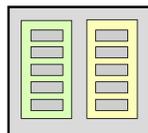


Locale tecnico

- Contiene gli apparati attivi ed i sistemi di permutazione
- Equipment Room (ER)
 - si distingue dal Telecommunication Closet per la maggiore complessità degli apparati ivi contenuti
- tutte le funzioni di un TC possono essere fornite dal ER
- un edificio deve avere almeno un TC oppure una ER

Pannello di permutazione

- Patch panel
- Può essere di 2 tipi:
 - pannello di permutazione per cavi rame
 - pannello di permutazione per le fibre ottiche



Pannello con permutatore telefonico



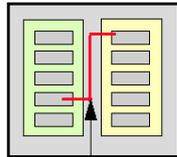
Pannello per cavi UTP con 16 RJ45



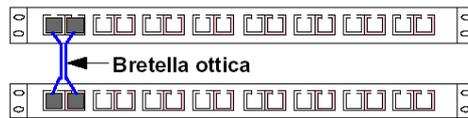
Pannello per fibre ottiche con 16 conn. SC

Cavetto di permutazione

- patch cord
- serve per effettuare le permutazioni tra cavi entranti e cavi uscenti
- può essere di due tipi:
 - in cavo rame
 - in fibra ottica e viene chiamato “bretella ottica”



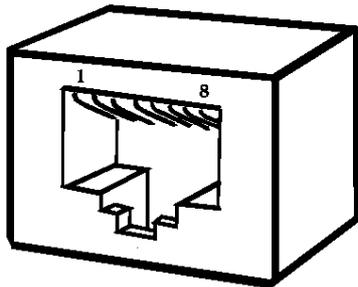
Cavetto di permutazione



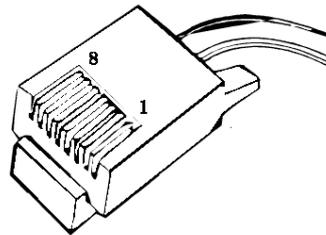
Permutatore

- cross-connect
- è costituito da due parti dove vengono terminati i cavi entranti e quelli uscenti:
- si possono effettuare per esempio delle permutazioni tra dorsali di edificio (cavi entranti) e distribuzione di piano (cavi uscenti)

Spinotti e prese RJ45

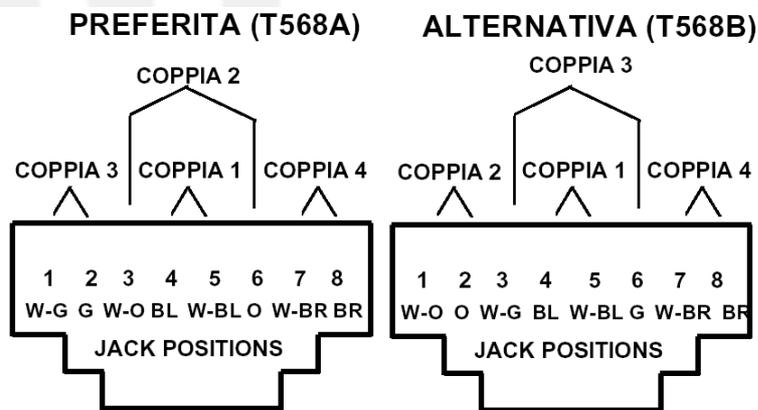


Preso Femmina da parete



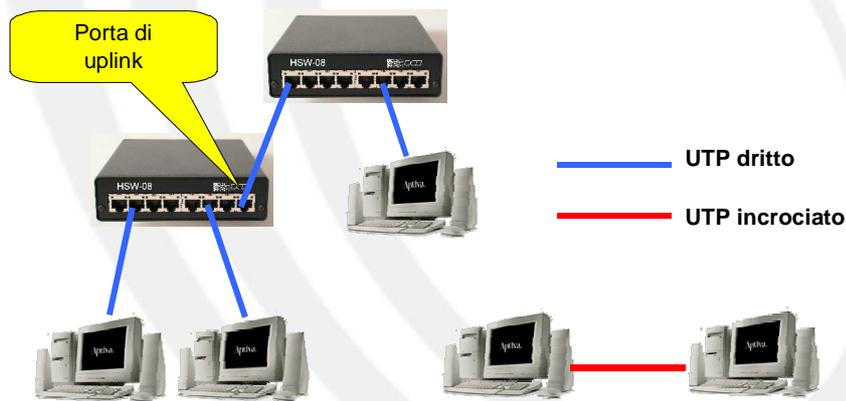
Spinotto (plug) maschio volante

Coppie in cavi UTP



Vista frontale del connettore

UTP dritti e incrociati



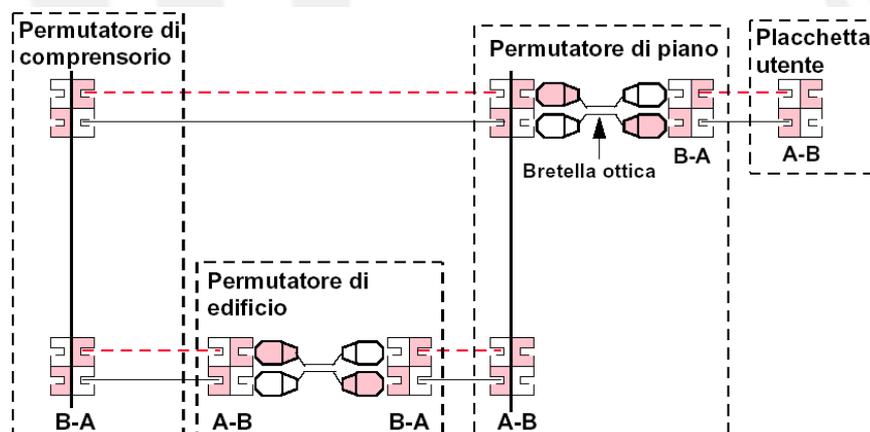
Principali norme di installazione

- **Massima tensione di tiro ammessa 110 N (11.3 Kg) per prevenire la stiratura delle coppie**
- **Parte del cavo non ritorta sulla terminazione:**
 - categoria 4 ammette un massimo di 25 mm
 - categoria 5 ammette un massimo di 13 mm
- **Tutti i componenti passivi devono essere almeno della stessa categoria del cavo o superiore**
- **La distanza minima con eventuali cavi di alimentazione che corrono paralleli è di 15 cm**

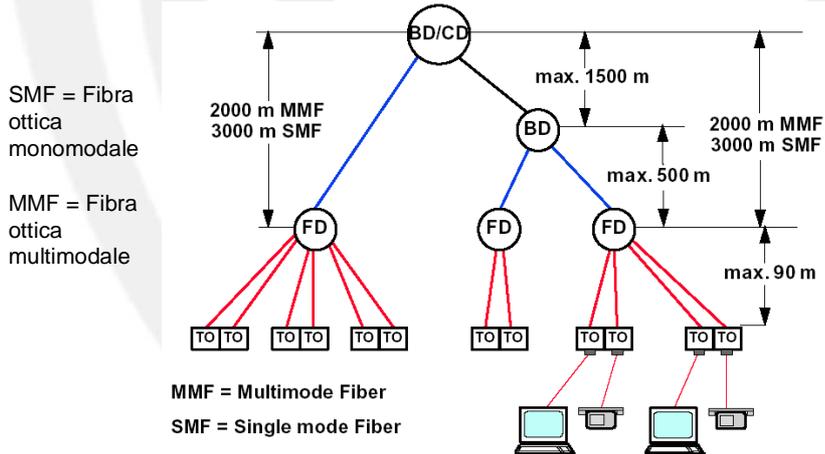
Schermo e messa a terra

- Gli armadi vanno collegati all'impianto di terra dell'edificio
- Gli schermi dei cavi vanno collegati alla terra nell'armadio di piano
- Bisogna garantire una continuità elettrica dello schermo dei cavi lungo tutto il percorso
- L'impianto di terra deve garantire una differenza di potenziale inferiore a 1V r.m.s. tra due punti qualunque di connessione
 - in caso contrario bisogna usare la fibra ottica per evitare i rischi di elevata corrente lungo lo schermo

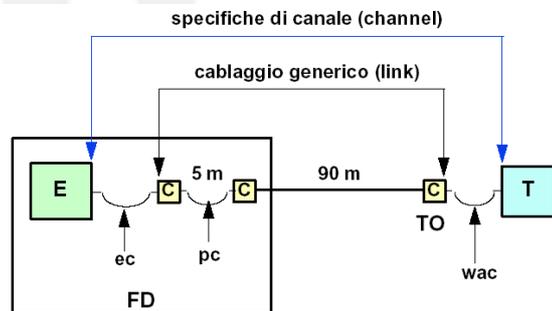
Cablaggio fibra ottica



Limiti distanze (ISO/IEC IS 11801)



Cablaggio orizzontale



FD floor distributor
E equipment (apparecchiatura)
c connessione
T apparato terminale
TO telecommunication outlet

ec equipment cable
pc patch cord
wac work area cable
 $ec + pc + wac \leq 10 \text{ m}$