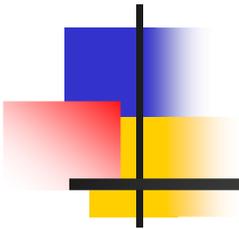


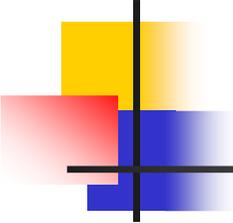
Networking. Il cablaggio.



I cavi: caratteristiche, misure, posa e considerazioni pratiche.

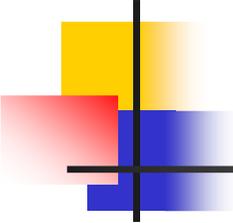


*Collegio dei Periti Industriali e dei Periti Industriali
Laureati della provincia di Parma*



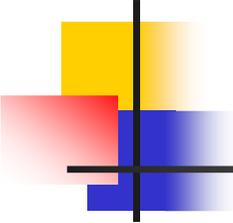
Presentazione: chi sono.

- Nell'ambito informatico dal 1979
- Libero professionista dal 1994
- Sistemista (reti, sicurezza, infrastruttura informatica).
- Dopo una breve esperienza da programmatore mi sono dedicato ad aspetti sistemistici, connettività ed integrazione sistemi
- Gli aspetti pratici sono quelli che più mi danno soddisfazione
- Dal 1974 sono radioamatore (giusto per il piacere degli aspetti pratici).
- E' una fatica: in informatica non fai a tempo a capire, che viene fuori qualcosa di nuovo. A volte è divertente, a volte frustrante, certamente una fatica.
- Diplomato PI in energia nucleare. Iscritto all'albo dal 1985 N. 469.
- Mancato ingegnere.
- Laurea breve in Metodologie fisiche.



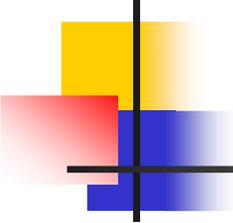
Presentazione: l'incontro

- L'incontro vuole focalizzarsi sulle problematiche di posa e connessione di un cablaggio strutturato, evidenziando le caratteristiche del media fisico, le tematiche per una rete ethernet, i parametri da rispettare e le relative misure previste.
- Non si vuole fornire dati e asserzioni assolute, ma elementi per comprendere le problematiche associate al cablaggio, per meglio affrontarne la realizzazione.



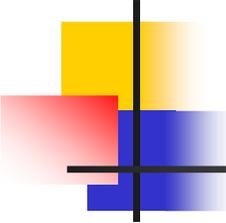
Normativa

- Sono trattate le normative tecniche per identificare e spiegare i vari parametri di riferimento.
- Alcune novità sono presenti nel DL 69 21 giugno 2013 che modifica in alcuni punti il **DL 22 gennaio 2008** - , n. 37 semplificando enormemente i prerequisiti
- La legislazione Italiana (non trattata in questa presentazione) fa principale riferimento al DECRETO 22 gennaio 2008 - , n. 37 comma 2 lettera b) – *impianti elettronici in genere* –
- Il D.M. 23 maggio 1992, n. 314 è abrogato e viene eliminato l'obbligo per gli utenti delle reti di comunicazione elettronica di affidare solo a imprese abilitate i lavori che realizzano l'allacciamento dei terminali di telecomunicazione all'interfaccia della rete pubblica



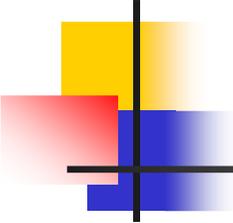
Normativa

- Le norme tecniche sono numerose, di non semplice lettura.
- Sono disponibili, quasi esclusivamente a pagamento (in tutto il mondo) ed è una cosa incomprensibile, specie oggi con internet che collega tutto il mondo. E' come chiedere soldi per consultare una legge
- Spesso si confondono norme americane con norme europee, che sono simili, ma non uguali.
- In Italia valgono le norme CEI, che derivano (sono praticamente le stesse) dalle norme EN.
- A livello internazionale derivano dalle norme ISO/IEC (International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission).
- Di seguito si farà riferimento alle norme EN



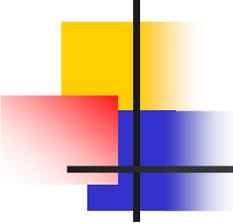
Normativa

- ISO/IEC 1180 -> internazionali
- CEI EN 50173 -x -> europee e italiane
- CEI EN 50174 -x -> europee e italiane
- CEI EN 50288-x -> europee e italiane
- EIA/TIA 568 -> americane



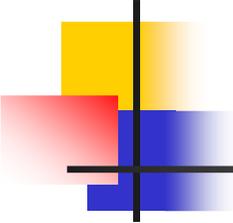
Norme europee

- Progettazione
 - CEI EN 50173-1 Prescrizioni generali
 - CEI EN 50173-2 Locali per ufficio
 - CEI EN 50173-3 Ambienti industriali
 - CEI EN 50173-4 Abitazioni
- Implementazione
 - CEI EN 50174-1 Specifiche ed assicurazione della qualità
 - CEI EN 50174-2 Pianificazione e criteri di installazione all'interno degli edifici
- Numerose altre
 - CEI EN 50288-x (specifiche dei cavi)
 - CEI EN 50346 (Specifiche di test del cablaggio)
 - ...



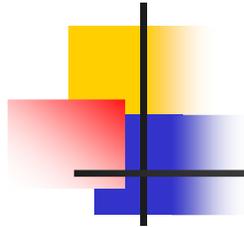
I media: il rame

- EIA/TIA (classe)
 - Cat. 3, cat. 4. Obsolete
 - Cat. 5, cat. 5e cat. 6 attualmente diffuse per cablaggi fino a 1 Gb/s
 - Cat. 6a, per velocità fino a 10 Gb/s e oltre Impedenza 100 e 150 ohm



I media: Classe/Categoria

- Le norme europee prevedono la definizione di categoria (simile, ma non uguale a EIA) per i componenti e di classe per il link (il cavo montato)
- EN 50173-1
 - Classe A, B e C. Obsolete
 - Classe D 100 MHz (100 Mb/s)
 - Classe E 250 MHz (1000 Mb/s)
 - Classe F 600 MHz (fino a 10 Gb/s)
 - Classe Fa 1000 MHz
 - Impedenza 100 ohm

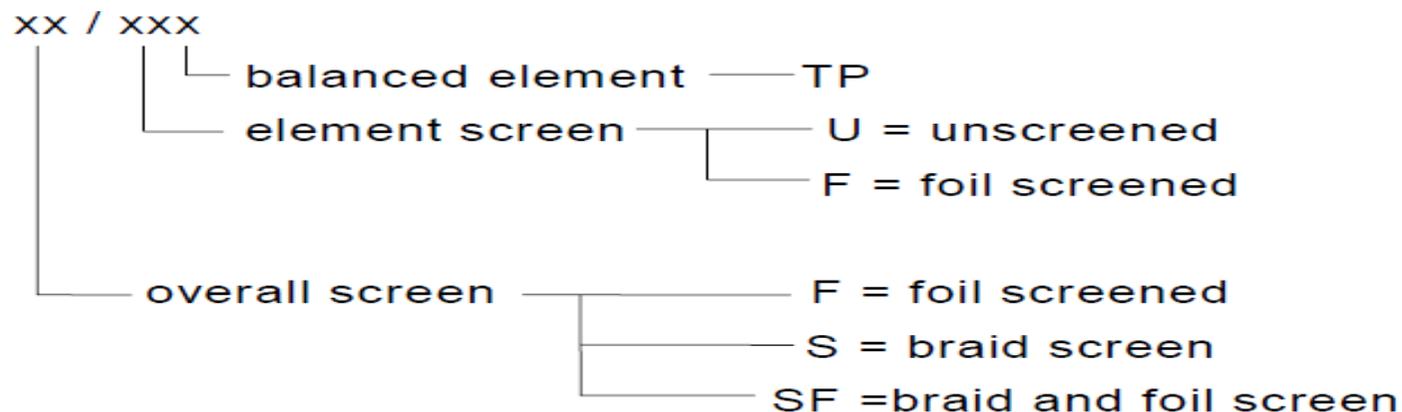


Classe – Categoria (ISO)

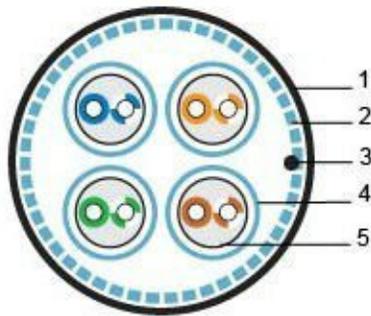
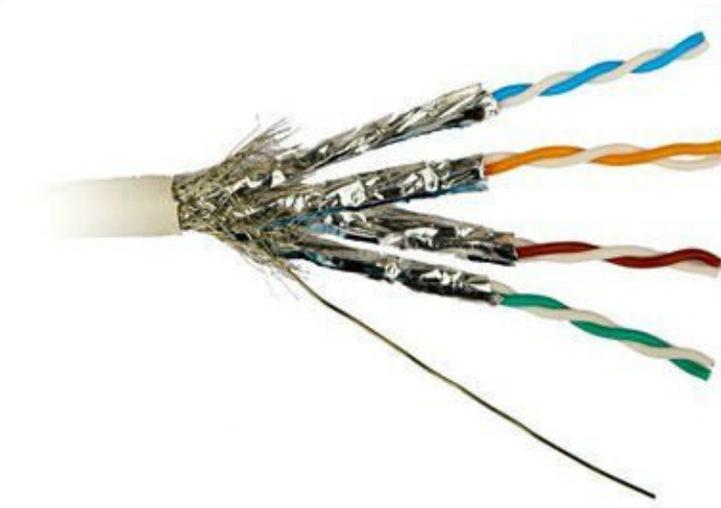
Classe	Categoria	Frequenza
D	5	100 MHz
E	6	250 MHz
F	7	600 MHz
?		

Cavo: schermature e non

- UTP U/UTP -Unshielded Twisted Pair- Nessun schermo
- STP U/FTP -Shielded Twisted Pair- schermate le singole coppie
- FTP F/UTP -Foiled Twisted Pair- Schermato il cavo, ma non le coppie
- S-STP Schermate le singole coppie e il cavo nel suo complesso
- ...

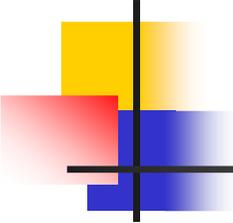


Cavo



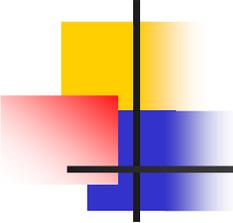
- 1 - Jacket
- 2 - Shield-braid
- 3 - Drain wire
- 4 - Shield-foil
- 5 - Solid twisted pair





Cavo: schermature e non

- Il cavo schermato presenta migliore immunità dalle interferenze elettromagnetiche, ma richiede una maggiore cura nella posa, molta attenzione nelle messe a terra di tutto l'impianto e maggiori tempi di installazione.
- Un cavo schermato, installato male, può presentare maggiori problemi di un cavo non schermato.

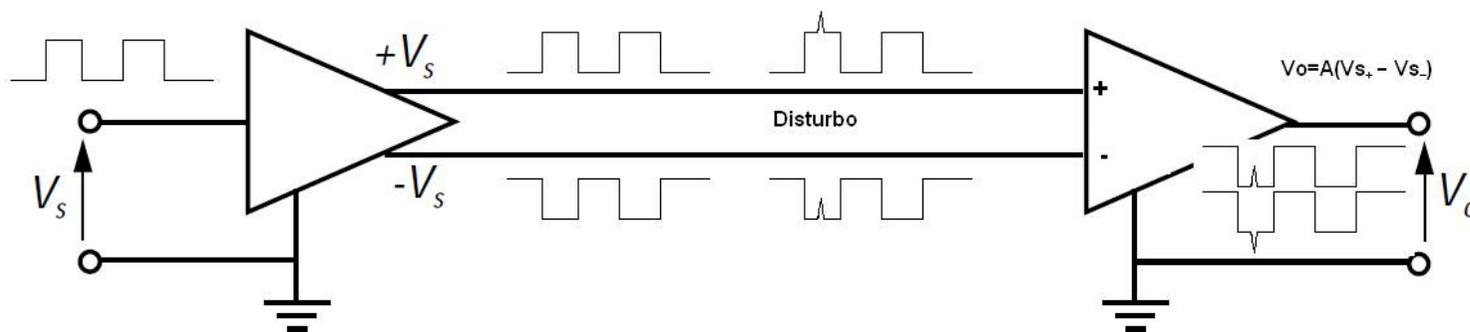


Caratteristiche

- Parametri caratteristici del cavo sono:
 - Diametro (AWG 24 o AWG 26) e consistenza del cavo (rigido o trefolo)
 - Impedenza (100 ohm) (non è la resistenza del cavo)
 - La geometria (disposizione delle copie)
 - Il cavo è composto da 4 coppie attorcigliate (twisted)
 - Categoria o classe

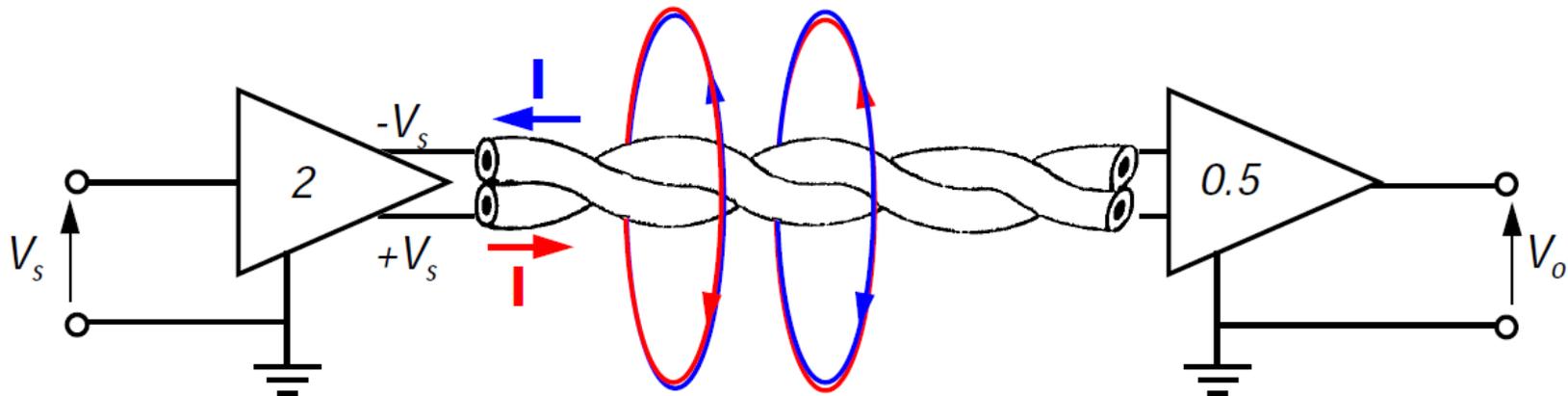
Il cavo

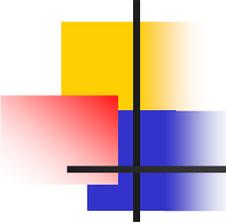
- Perché una coppia?
 - Il segnale è trattato in modo bilanciato.
 - Un disturbo esterno si ripercuote in modo identico (quasi) sui due cavi e può essere cancellato amplificando la differenza.



Il cavo

- Perché Twisted?
 - L'attorcigliamento permette di ridurre notevolmente gli effetti delle interferenze elettromagnetiche esterne, la diafonia fra cavi vicini.
 - Era in uso già nelle linee telefoniche alla fine del 1800



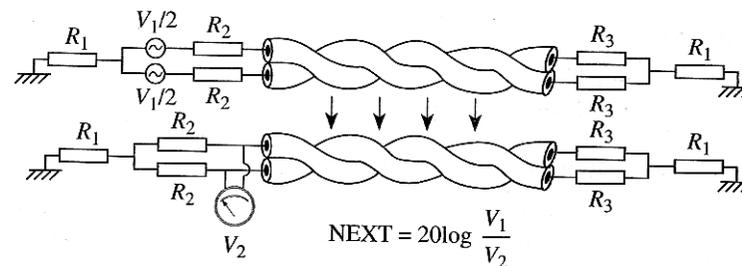


Il cavo

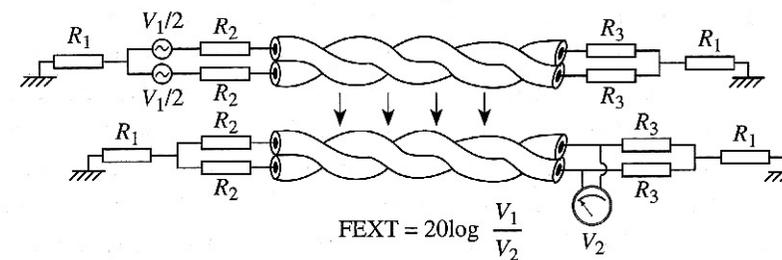
- **Attenuazione**
Per le perdite del cavo il segnale viene attenuato. Il valore della attenuazione è espresso in dB/m e aumenta con la frequenza (principalmente effetto pelle).
- **Diafonia**
Un cavo induce, per accoppiamento magnetico ed elettrico, disturbi sui cavi adiacenti. Ci sono diverse misure inerenti la diafonia NEXT (near end cross talk), FEXT (far end cross talk), ...

Il cavo: diafonia

- NEXT

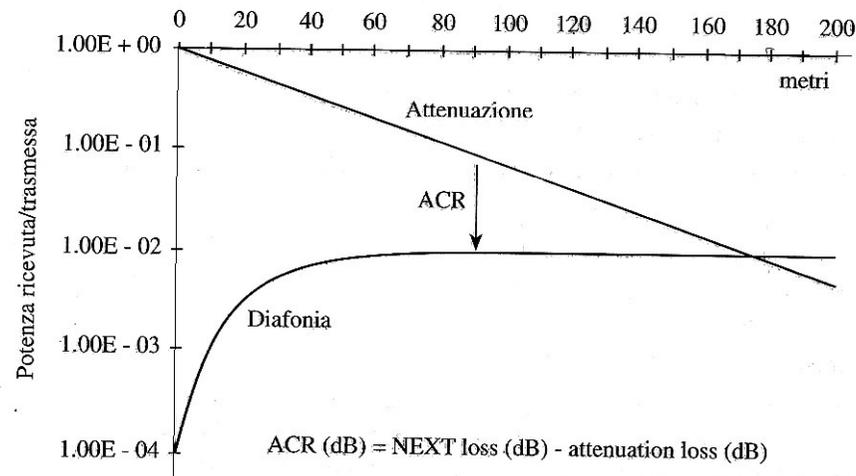


- FEXT



Il cavo: diafonia

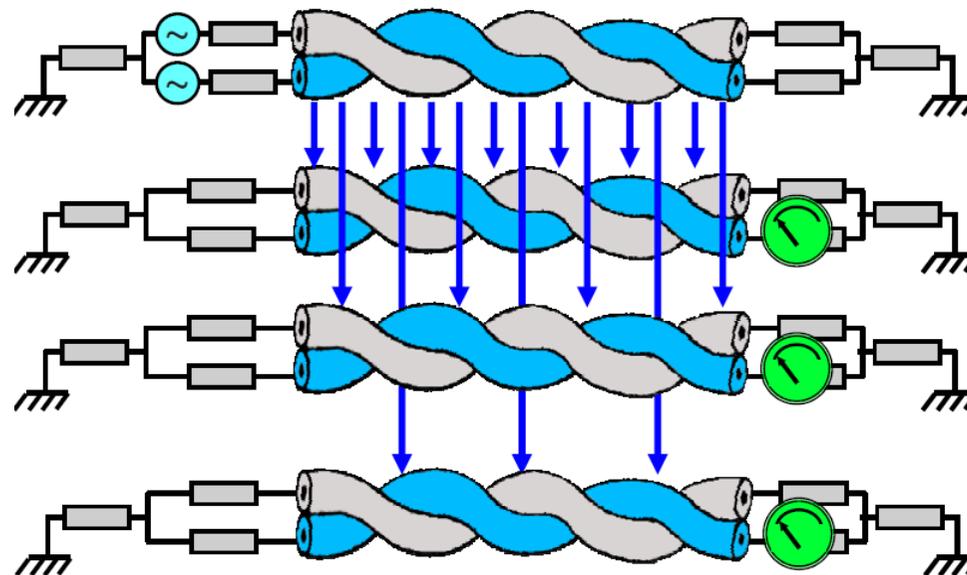
- L'attenuazione e la diafonia forniscono un limite per la lunghezza massima del cavo: occorre garantire un segnale minimo ACR (Attenuation to cross talk ratio). La lunghezza massima è determinata anche da altre considerazioni.

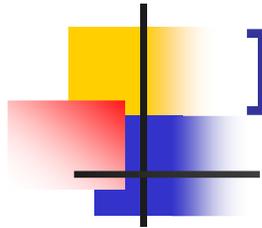


Il cavo: diafonia

- Esistono diversi parametri di diafonia da verificare, specie dopo la introduzione di velocità alte

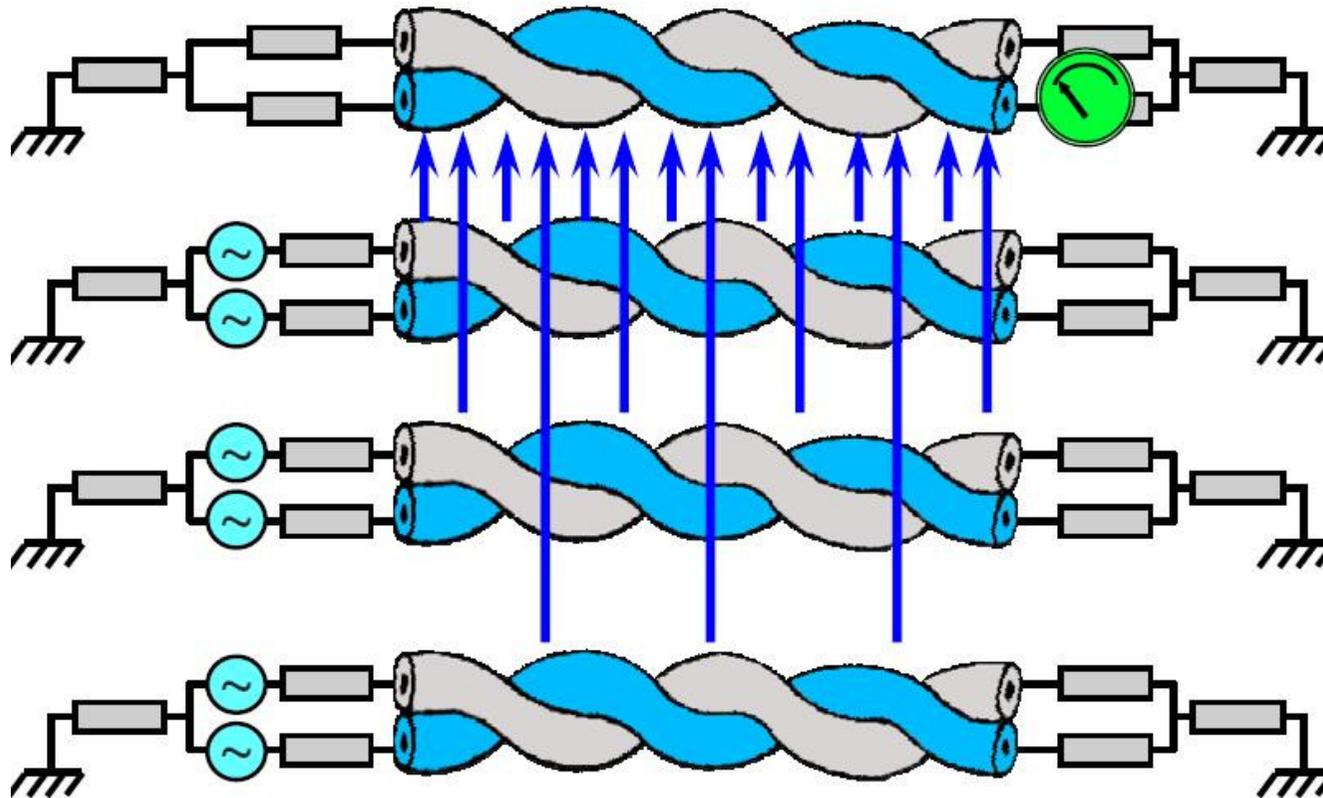
ELFEXT: Equal Level FEXT

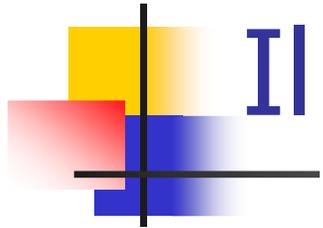




Il cavo: diafonia

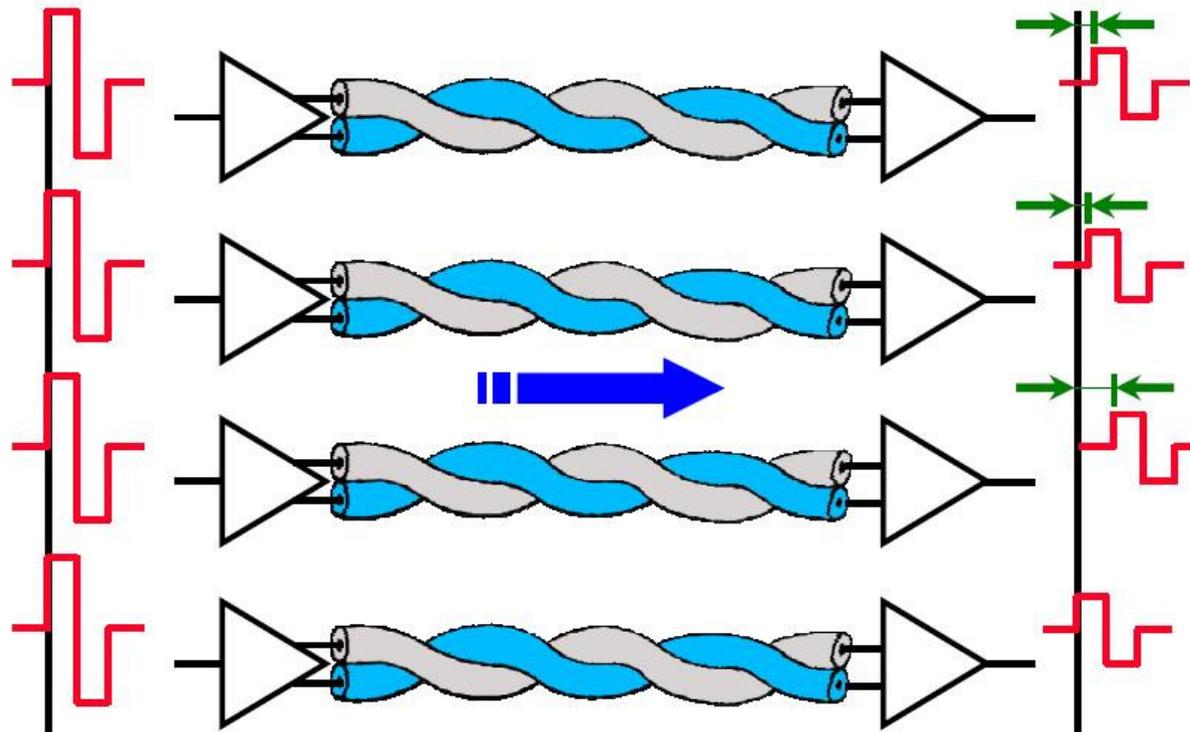
PSELFEXT (Power Sum ELFEXT)





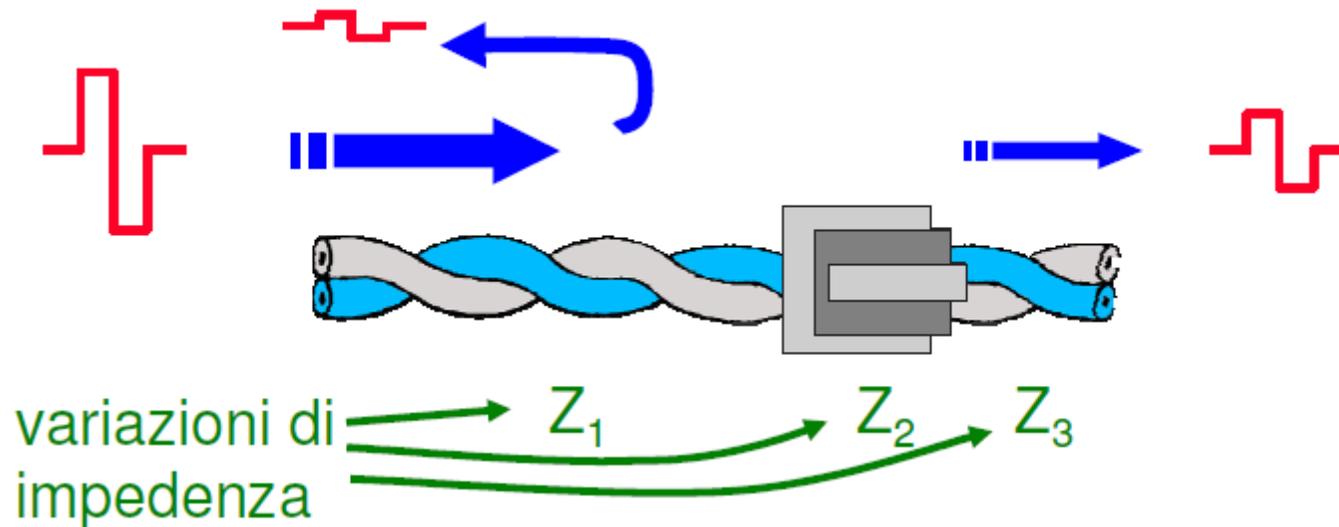
Il cavo: delay skew

Delay skew
(variazione di ritardo tra le coppie)



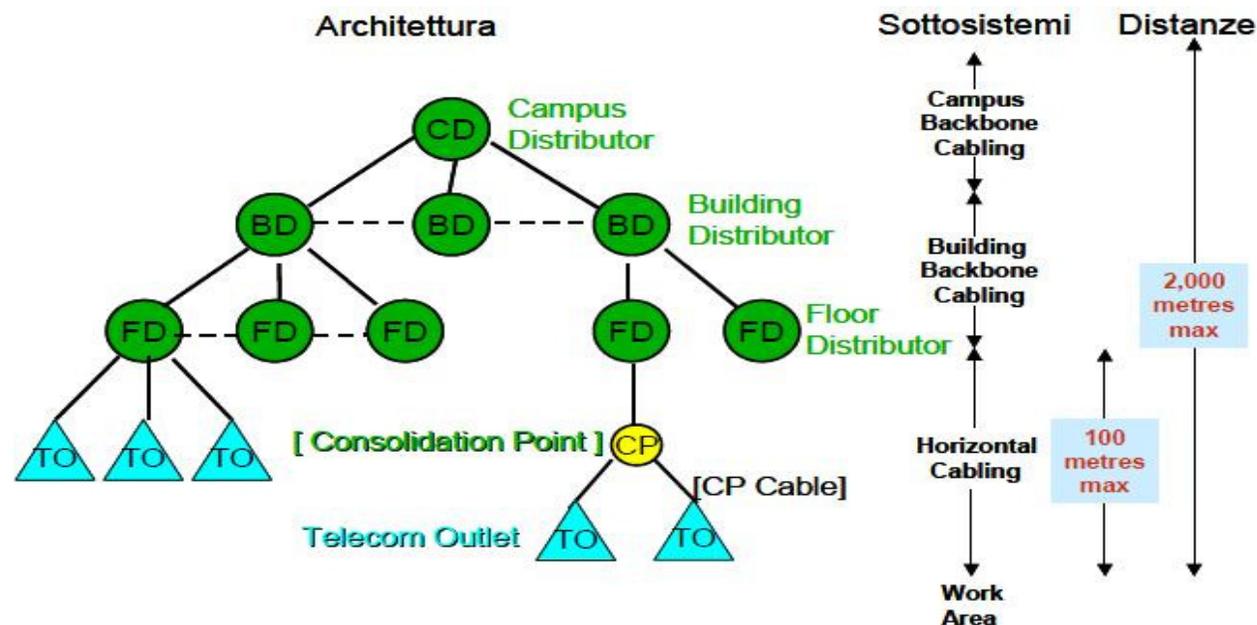
Il cavo: return loss

- Discontinuità di impedenza, su un mezzo trasmissivo, produce riflessioni di segnale. Il rapporto fra il segnale diretto e quello riflesso fornisce il return loss.



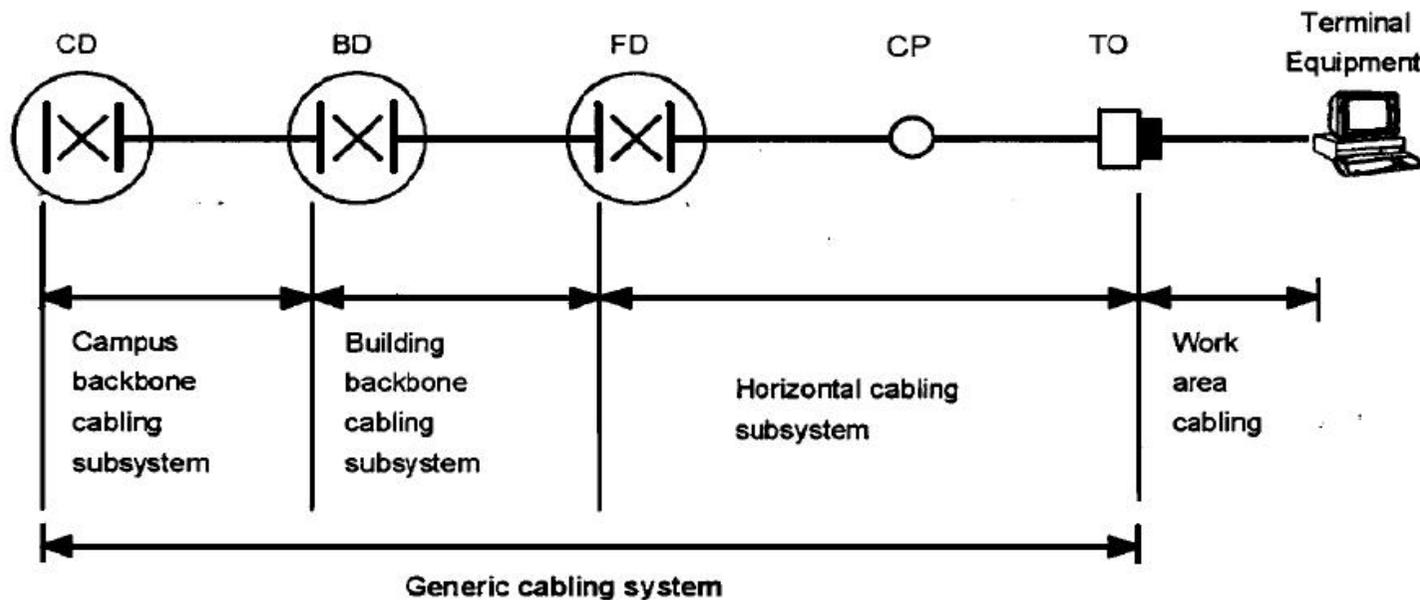
Il cablaggio (ISO)

- Il cablaggio strutturato è organizzato in modo gerarchico, dalla distribuzione di campus, alla distribuzione nel fabbricato, a quella di piano.



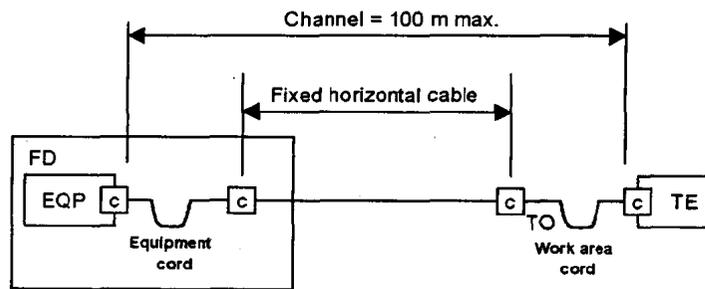
Il cablaggio orizzontale

- E' l'ultimo ramo del cablaggio che serve un piano dell'edificio.

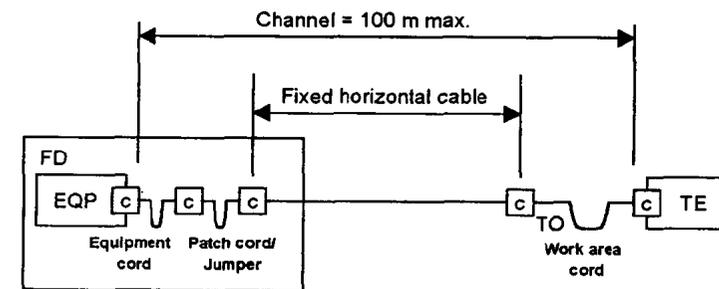


Distribuzione di piano (ISO)

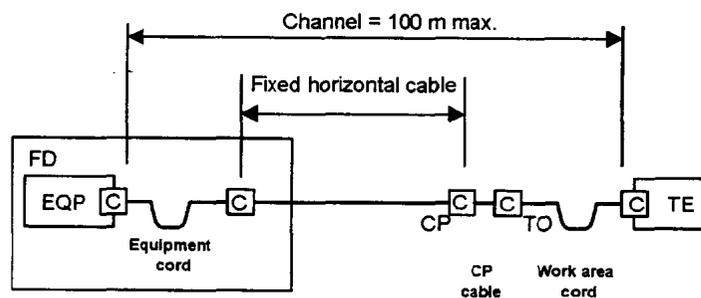
a) Interconnect - TO Model



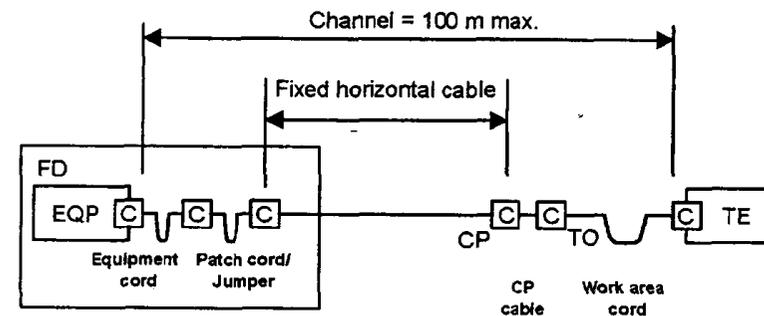
b) Crossconnect - TO Model

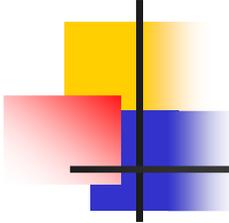


c) Interconnect - CP - TO Model



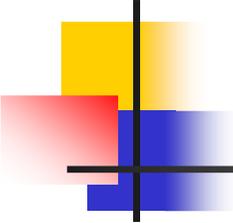
d) Crossconnect - CP - TO Model





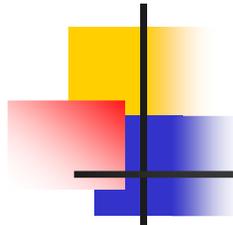
Distribuzione di piano (ISO)

- La lunghezza del canale non può superare i 100 m – cavo orizzontale più patch cord e giunzioni.
- La lunghezza della parte fissa di cavo (fixed horizontal cable) non può superare i 90 m.
- La lunghezza dei patch cord non deve superare i 5 m
- Il condolidation point deve essere ad almeno 15 m dall'armadio di piano.
- E' consigliabile evitare il cablaggio con CP. Sono punti critici, spesso difficilmente accessibili, introducono attenuazioni e diafonia e spesso sono punti di difficile accesso.

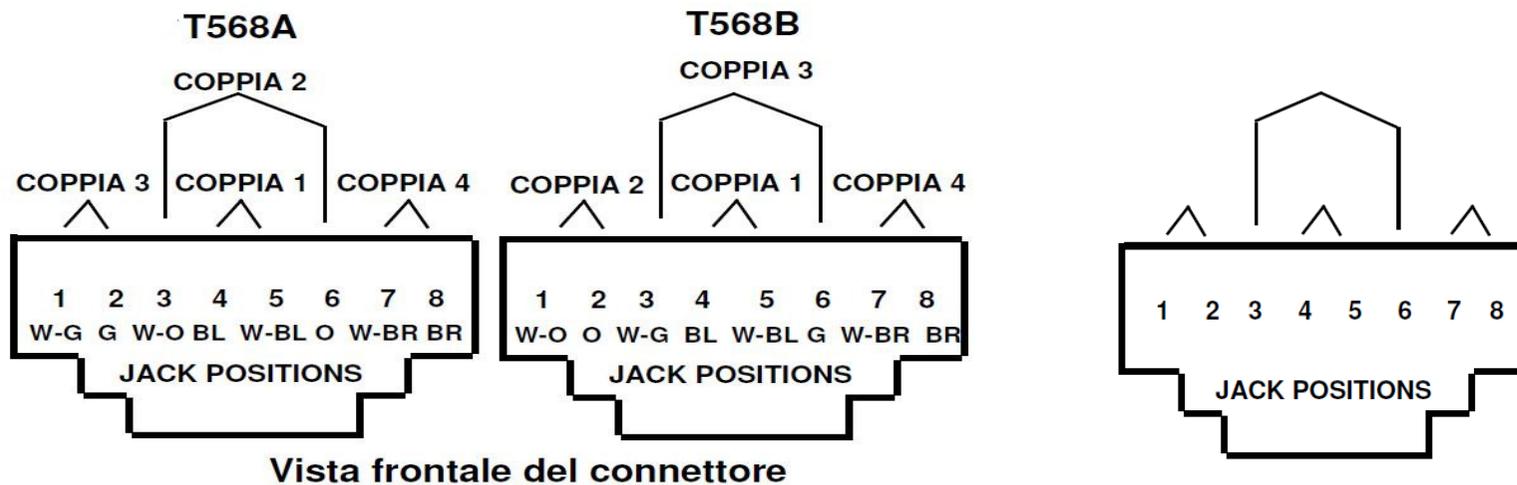


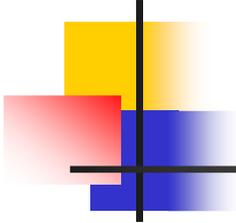
Connettori

- I connettori sono i classici RJ-45 (8p8c 8 posizioni 8 connessioni). Le norme ISO non definiscono schema di colori, ma solo il rispetto delle coppie.
- Le norme EIA 568 (A e B) definiscono anche i colori. Lo stesso schema deve essere rispettato da entrambe le estremità del cavo.
- Devono rispettare la classe del cablaggio. Ricordare che le norme ISO ed EN si riferiscono alla categoria per il componente e alla classe per il cablaggio (cavi, connettori, patch, permutazioni, ...).
- Attenzione al connettore: ne esistono per cavi solidi e per cavi a trefolo. (I primi si possono usare –non lo dice la norma- con i trefolati, ma non viceversa)



Connettori





Cablaggio orizzontale: parametri

- Occorre distinguere fra componenti e il link. Il link può essere:
 - Il link permanente è la parte fissa del cablaggio orizzontale (permanent link)
 - Canale è composto dal link permanente più i patch cord (che di fatto fanno parte del cablaggio).
- I componenti devono essere di classe adeguata alla categoria da realizzare (o superiore).
- I parametri riassunti, di seguito riportati, sono un esempio per il canale

Cablaggio: parametri

- Attenuazione Canale

Frequenza Frequency MHz	Attenuazione massima Maximum attenuation dB					
	Classe A Class A	Classe B Class B	Classe C Class C	Classe D Class D	Classe E Class E	Classe F Class F
0,1	16,0	5,5	N/A	N/A	N/A	N/A
1,0	N/A	5,8	4,2	4,0	4,0	4,0
16,0	N/A	N/A	14,4	9,1	8,3	8,1
100,0	N/A	N/A	N/A	24,0	21,7	20,8
250,0	N/A	N/A	N/A	N/A	35,9	33,8
600,0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	54,6

- Attenuazione Link Permanente

Frequenza Frequency MHz	Attenuazione massima Maximum attenuation dB					
	Classe_Class A	Classe_Class B	Classe_Class C	Classe_Class D	Classe_Class E	Classe_Class F
0,1	16,0	5,5	N/A	N/A	N/A	N/A
1,0	N/A	5,8	4,0	4,0	4,0	4,0
16,0	N/A	N/A	12,2	7,7	7,1	6,9
100,0	N/A	N/A	N/A	20,4	18,5	17,7
250,0	N/A	N/A	N/A	N/A	30,7	28,8
600,0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	46,6

Cablaggio: parametri

- NEXT Canale

Frequenza Frequency MHz	NEXT minima Minimum NEXT dB					
	Classe A Class A	Classe B Class B	Classe C Class C	Classe D Class D	Classe E Class E	Classe F Class F
0,1	27,0	40,0	N/A	N/A	N/A	N/A
1,0	N/A	25,0	39,1	60,0	65,0	65,0
16,0	N/A	N/A	19,4	43,6	53,2	65,0
100,0	N/A	N/A	N/A	30,1	39,9	62,9
250,0	N/A	N/A	N/A	N/A	33,1	56,9
600,0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	51,2

- NEXT Link Permanente

Frequenza Frequency MHz	NEXT minima Minimum NEXT dB					
	Classe A Class A	Classe B Class B	Classe C Class C	Classe D Class D	Classe E Class E	Classe F Class F
0,1	27,0	40,0	N/A	N/A	N/A	N/A
1,0	N/A	25,0	40,1	60,0	65,0	65,0
16,0	N/A	N/A	21,1	45,2	54,6	65,0
100,0	N/A	N/A	N/A	32,3	41,8	65,0
250,0	N/A	N/A	N/A	N/A	35,3	60,4
600,0	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	54,7

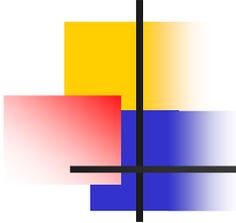
Cablaggio: parametri

- PSNEXT canale

Frequenza <i>Frequency</i> MHz	PSNEXT minimo <i>Minimum PSNEXT</i> dB		
	Classe D <i>Class D</i>	Classe E <i>Class E</i>	Classe F <i>Class F</i>
0,1	N/A	N/A	N/A
1,0	57,0	62,0	62,0
16,0	40,6	50,6	62,0
100,0	27,1	37,1	58,9
250,0	N/A	30,2	53,9
600,0	N/A	N/A	48,2

- PSNEXT Link

Frequenza <i>Frequency</i> MHz	PSNEXT minimo <i>Minimum PSNEXT</i> dB		
	Classe D <i>Class D</i>	Classe E <i>Class E</i>	Classe F <i>Class F</i>
10	57,0	62,0	62,0
160	42,2	52,2	62,0
1000	29,5	39,5	62,0
2500	N/A	32,7	57,4
6000	N/A	N/A	51,7



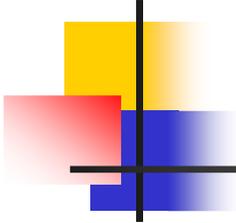
Cablaggio: parametri

- ACR canale

Frequenza <i>Frequency</i> MHz	ACR minimo <i>Minimum ACR</i> dB		
	Classe D <i>Class D</i>	Classe E <i>Class E</i>	Classe F <i>Class F</i>
0,1	N/A	N/A	N/A
1,0	56,0	61,0	61,0
16,0	34,5	44,9	56,9
100,0	6,1	18,2	42,1
250,0	N/A	-2,8	23,1
600,0	N/A	N/A	-3,4

- ACR Link

Frequenza <i>Frequency</i> MHz	ACR minimo <i>Minimum ACR</i> dB		
	Classe D <i>Class D</i>	Classe E <i>Class E</i>	Classe F <i>Class F</i>
1,0	56,0	61,0	61,0
16,0	37,5	47,5	58,1
100,0	11,9	23,3	47,3
250,0	N/A	4,7	31,6
600,0	N/A	N/A	8,1



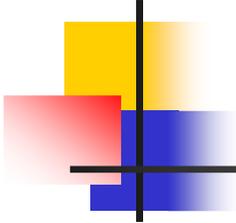
Cablaggio: parametri

- PSACR canale

Frequenza Frequency MHz	PSACR minimo Minimum PSACR dB		
	Classe D Class D	Classe E Class E	Classe F Class F
0,1	N/A	N/A	N/A
1,0	53,0	58,0	58,0
16,0	31,5	42,3	53,9
100,0	3,1	15,4	39,1
250,0	N/A	-5,8	20,1
600,0	N/A	N/A	-6,4

- PSACR Link

Frequenza Frequency MHz	PSACR minimo Minimum PSACR dB		
	Classe D Class D	Classe E Class E	Classe F Class F
1,0	53,0	58,0	58,0
16,0	34,5	45,1	55,1
100,0	8,9	20,8	44,3
250,0	N/A	2,0	28,6
600,0	N/A	N/A	5,1



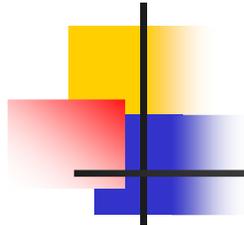
Cablaggio: parametri

- Return Loss Canale

Frequenza <i>Frequency</i> MHz	Perdita di ritorno minima <i>Minimum return loss</i> dB			
	Classe C <i>Class C</i>	Classe D <i>Class D</i>	Classe E <i>Class E</i>	Classe F <i>Class F</i>
1,0	15,0	17,0	19,0	19,0
16,0	15,0	17,0	18,0	18,0
100,0	N/A	10,0	12,0	12,0
250,0	N/A	N/A	8,0	8,0
600,0	N/A	N/A	N/A	8,0

- Return Loss Link

Frequenza <i>Frequency</i> MHz	Perdita di ritorno minima <i>Minimum return loss</i> dB			
	Classe C <i>Class C</i>	Classe D <i>Class D</i>	Classe E <i>Class E</i>	Classe F <i>Class F</i>
1,0	15,0	19,0	21,0	21,0
16,0	15,0	19,0	20,0	20,0
100,0	N/A	12,0	14,0	14,0
250,0	N/A	N/A	10,0	10,0
600,0	N/A	N/A	N/A	10,0



- ELFEXT Canale

Frequenza <i>Frequency</i> MHz	ELFEXT minimo <i>Minimum ELFEXT</i> dB		
	Classe D <i>Class D</i>	Classe E <i>Class E</i>	Classe F <i>Class F</i>
0,1	N/A	N/A	N/A
1,0	57,4	63,3	65,0
16,0	33,3	39,2	57,5
100,0	17,4	23,3	44,4
250,0	N/A	15,3	37,8
600,0	N/A	N/A	31,3

- ELFEXT Link

Frequenza <i>frequency</i> MHz	ELFEXT minimo <i>Minimum ELFEXT</i> dB		
	Classe D <i>Class D</i>	Classe E <i>Class E</i>	Classe F <i>Class F</i>
1,0	58,6	64,2	65,0
16,0	34,5	40,1	56,3
100,0	18,6	24,2	46,0
250,0	N/A	16,2	36,2
600,0	N/A	N/A	32,6

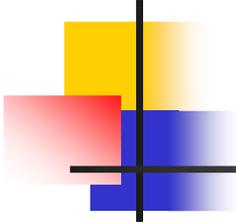
Cablaggio: parametri

- PSELNEXT
Canale

Frequenza <i>Frequency</i> MHz	PSELFEXT minimo <i>Minimum PSELFEXT</i> dB		
	Classe D <i>Class D</i>	Classe E <i>Class E</i>	Classe F <i>Class F</i>
0,1	N/A	N/A	N/A
1,0	54,4	60,3	62,0
16,0	30,3	36,2	54,5
100,0	14,4	20,3	41,4
250,0	N/A	12,3	34,8
500,0	N/A	N/A	28,3

- PSELNEXT
Link

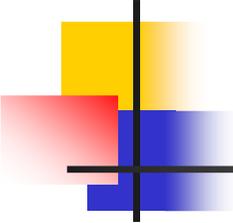
Frequenza <i>Frequency</i> MHz	PSELFEXT minimo <i>Minimum PSELFEXT</i> dB		
	Classe D <i>Class D</i>	Classe E <i>Class E</i>	Classe F <i>Class F</i>
1,0	55,6	61,2	62,0
16,0	31,5	37,1	56,3
100,0	15,6	21,2	43,0
250,0	N/A	13,2	36,2
600,0	N/A	N/A	29,6



Cablaggio: parametri

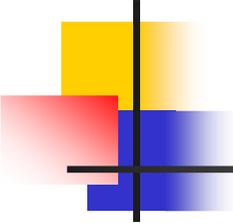
- Compatibilità Spina - Cordone

Spina/cordone modulare <i>Modular plug/cord</i>	Categoria del connettore modulare (TO) <i>Modular connector (TO) Category</i>		
	Categoria 5 <i>Category 5</i>	Categoria 6 <i>Category 6</i>	Categoria 7 <i>Category 7</i>
Categoria 5 <i>Category 5</i>	Categoria 5 <i>Category 5</i>	Categoria 5 <i>Category 5</i>	Categoria 5 <i>Category 5</i>
Categoria 6 <i>Category 6</i>	Categoria 5 <i>Category 5</i>	Categoria 6 <i>Category 6</i>	Categoria 6 <i>Category 6</i>
Categoria 7 <i>Category 7</i>	Categoria 5 <i>Category 5</i>	Categoria 6 <i>Category 6</i>	Categoria 7 <i>Category 7</i>



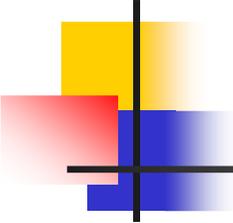
Etichettatura

- Ogni elemento del cablaggio deve essere etichettato.
- Esistono standard anche per la etichettatura. E' bene definire uno schema di etichettatura per gli armadi, per i patch pannel, i cavi, le prese di paino, ecc.
- Lo schema di etichettatura deve essere riportato sulla documentazione.
- Il tutto anche per un piccolo impianto.



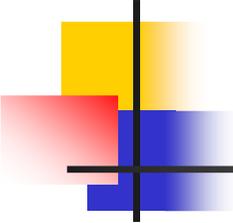
Documentazione.

- E' importante produrre dettagliata documentazione.
 - Se esiste un progetto, fare riferimento al progetto.
 - Documentare le scelte di materiale.
 - I passaggi principale dei cavi (magari sui disegni di progetto).
 - Documentare le scelte di posa, specie le soluzioni critiche (passaggi obbligati in prossimità di fonti di disturbo, luoghi a rischio per questioni ambientali)
 - Documentare l'etichettatura.



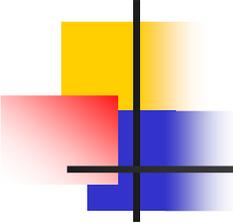
Documentazione e test

- E' sempre bene testare il cablaggio. Esperienza, una posa ordinata aiutano, ma i test certificano il risultato.
- Spesso i test sono richiesti dal committente.
- Gli strumenti sono costosi, ma si possono anche affittare.
- Riportare una dettagliata documentazione dei test. Gli strumenti consentono di acquisire le misure e memorizzarle.
- Nella documentazione riportare costruttore della strumentazione, numero di serie dell'apparato, stato e validità della calibrazione
- Documentare anche le principali condizioni ambientali.
- E' un lavoraccio, ma ripaga in caso di contestazioni.
- ISO/IEC 14763-1



POE (Power Over Ethernet)

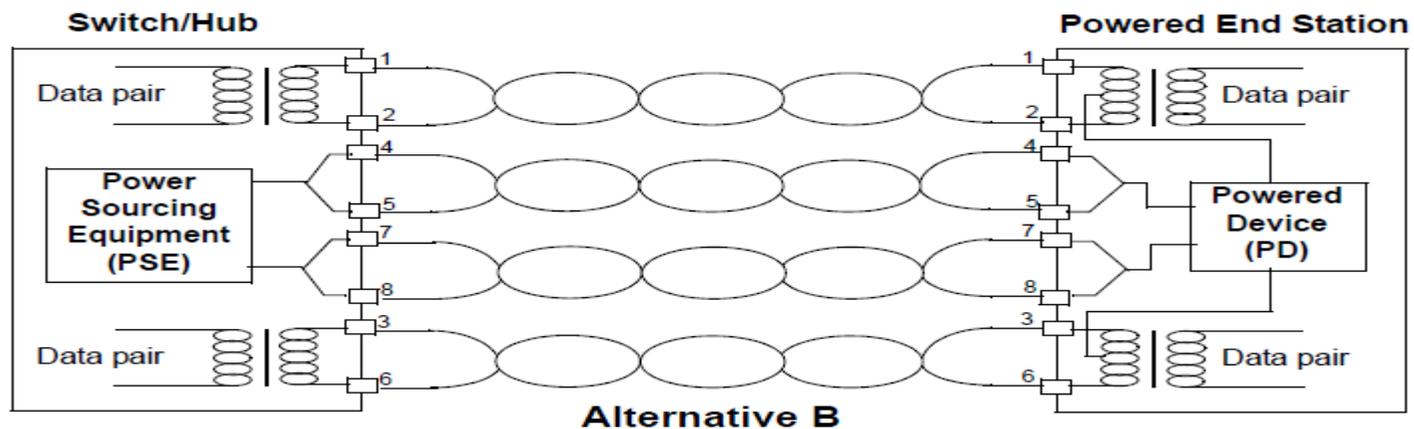
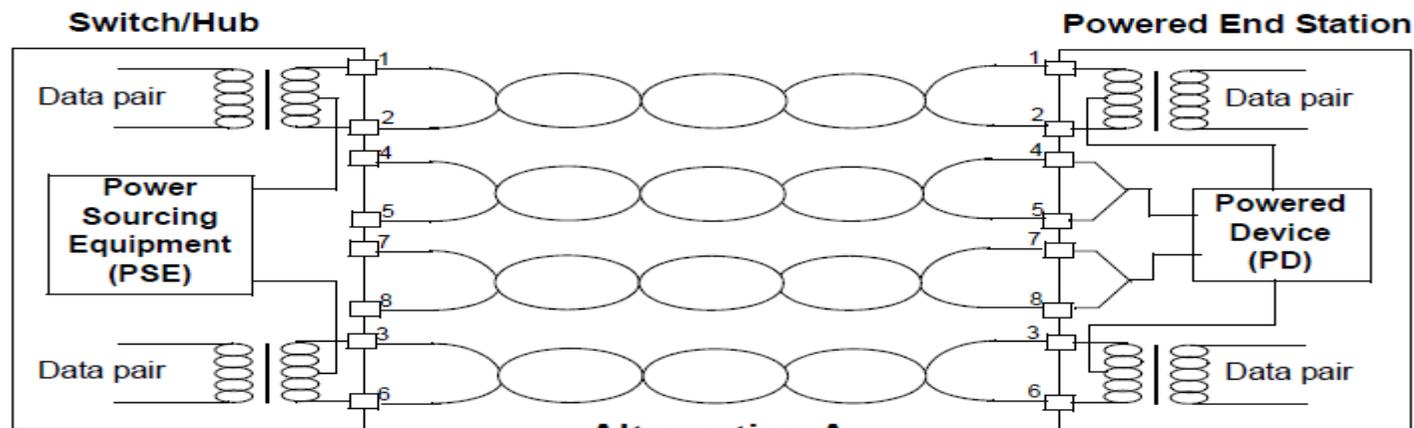
- Consiste nella possibilità di alimentare circuiti remoti (telecamere, AP, telefoni, ...) attraverso lo stesso cavo ethernet con tensioni da 44 a 57 V
- Sono disponibili due standard: 802.3af e 802.3at. Il primo è il più vecchio ed eroga al più 15.4 W. Il secondo è più recente ed è in grado di erogare fino a 51 W. La potenza assorbita dal dispositivo è sensibilmente minore di quella erogata per le perdite sul cavo.
- Possono essere utilizzate diverse modalità. Alimentazione integrata con lo switch o con un inseritore esterno; su due (il più frequente) o quattro fili.
- L'alimentatore deve poter gestire sia dispositivi alimentati che classici, disattivandosi se il dispositivo non ammette il PoE.
- L'alimentatore deve essere in grado di gestire corto circuiti, e la massima potenza richiesta dal dispositivo (Classe di potenza 802.3at).

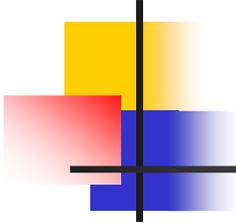


POE (Power Over Ethernet)

- Il PoE prevede l'uso di cavo di cat.5 o superiori (funziona anche con cat. 3).
- Può essere usato fino a 1 Gb/s.
- E' preferibile alimentare via switch, anche se sono frequenti le soluzioni con alimentazione inseritore esterno (Midspan Power Insertion Equipment). I sistemi PoE forniti con molti dispositivi (AP) funzionano correttamente con il proprio dispositivo, ma non sono conformi allo standard.

POE (Power Over Ethernet)





Power Over Ethernet

Standard PoE parameters and comparison

Property	802.3af (802.3at Type 1)	802.3at Type 2
Power available at PD ^[note 1]	12.95 W	25.50 W
Maximum power delivered by PSE	15.40 W	34.20 W
Voltage range (at PSE)	44.0–57.0 V ^[19]	50.0–57.0 V ^[19]
Voltage range (at PD)	37.0–57.0 V ^[20]	42.5–57.0 V ^[20]
Maximum current	350 mA ^[21]	600 mA ^[21] per mode
Maximum cable resistance	20 Ω (Category 3)	12.5 Ω (Category 5)
Power management	Three power class levels negotiated at initial connection	Four power class levels negotiated at initial connection or 0.1 W steps negotiated continuously
Derating of maximum cable ambient operating temperature	None	5°C with one mode (two pairs) active
Supported cabling	Category 3 and Category 5 ^[1]	Category 5 ^{[1][note 2]}
Supported modes	Mode A (endspan), Mode B (midspan)	Mode A, Mode B

Da: http://en.wikipedia.org/wiki/Power_over_Ethernet