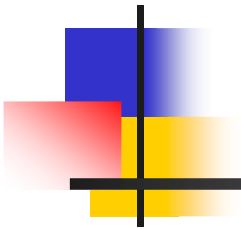


# ***Networking. Il cablaggio.***



***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

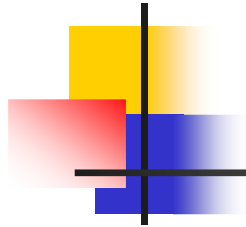




# I media: Classe/Categoria

---

- 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

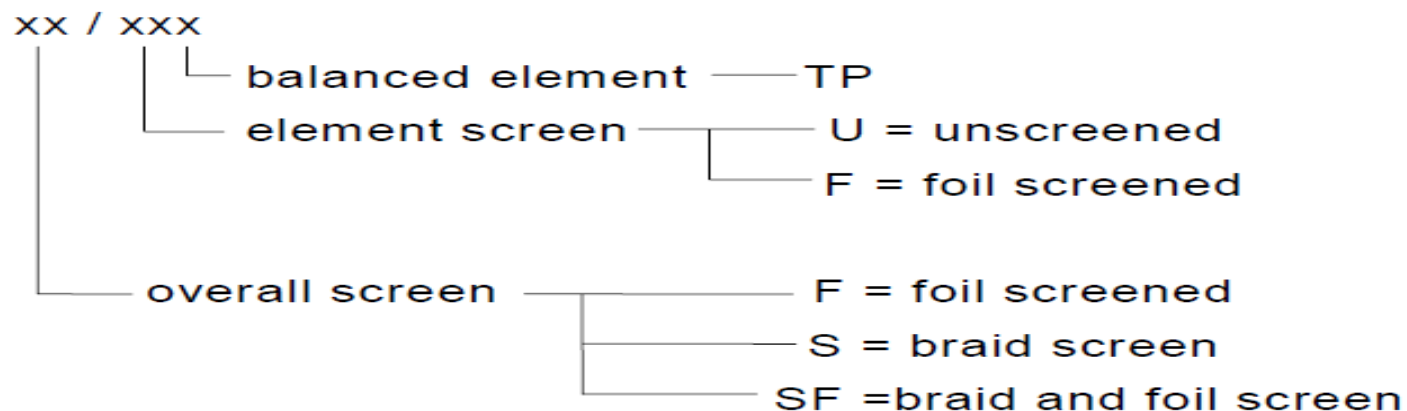


# Classe – Categoria (ISO)

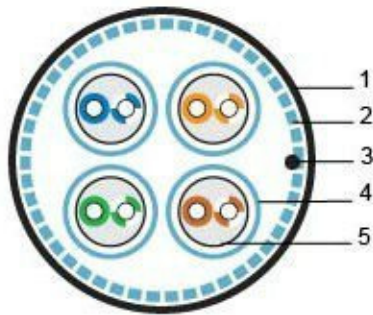
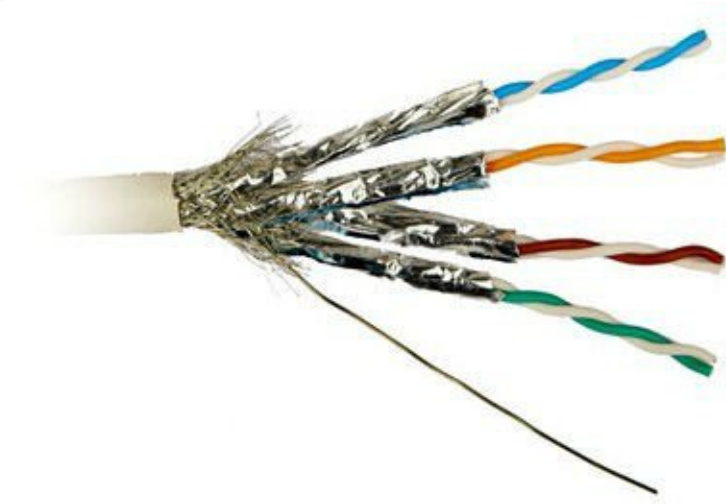
Classe	Categoria	Frequenza
D	5	100 MHz
E	6	250 MHz
F	7	600 MHz
?		

# 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.



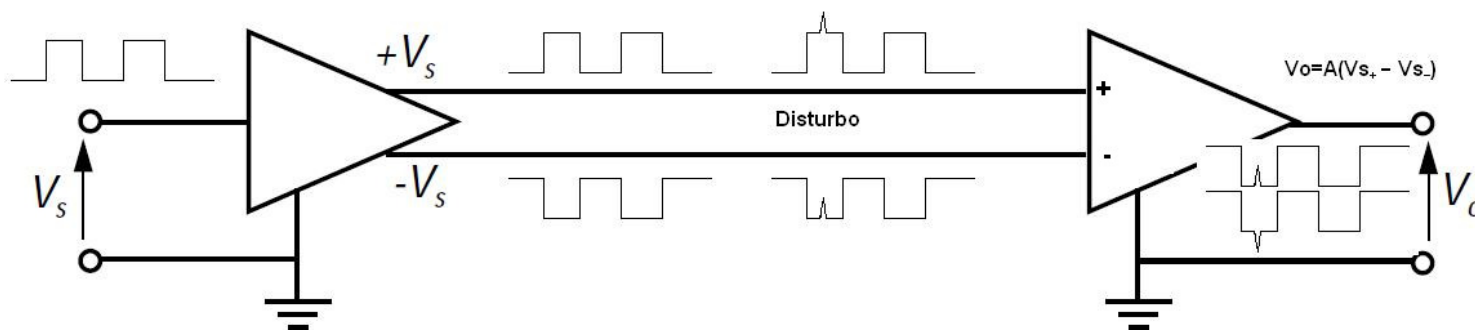
# Caratteristiche

---

- 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

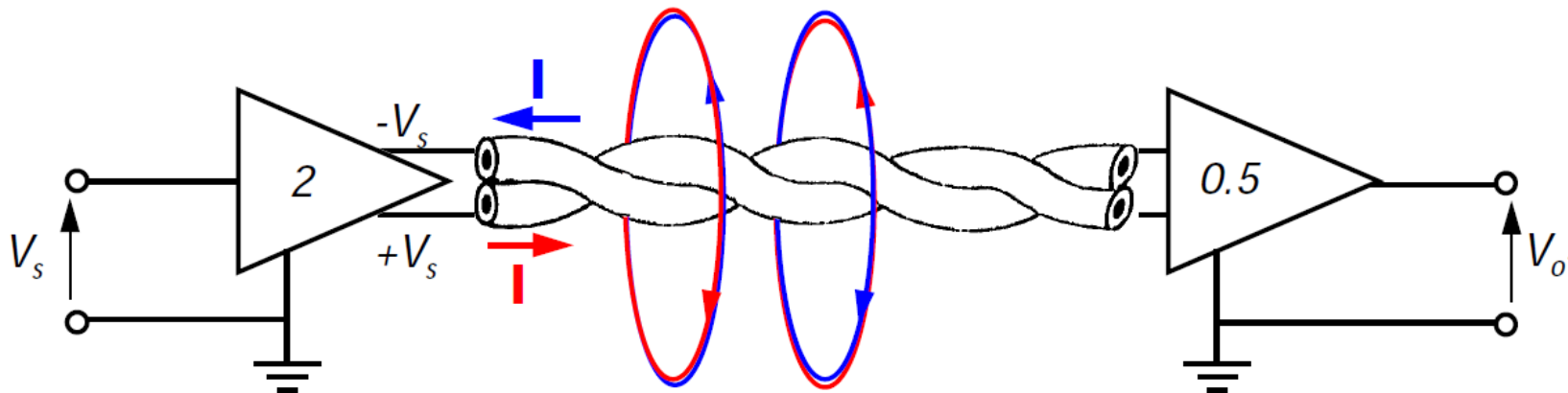
# Il cavo

- 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







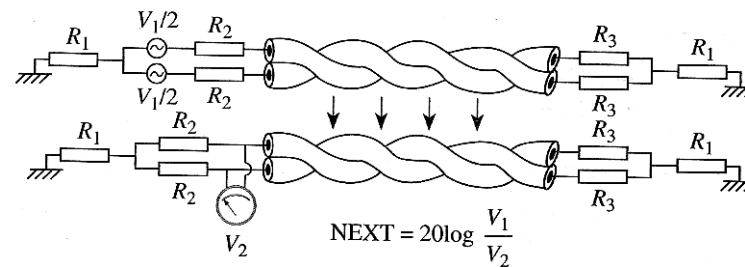
# Il cavo

---

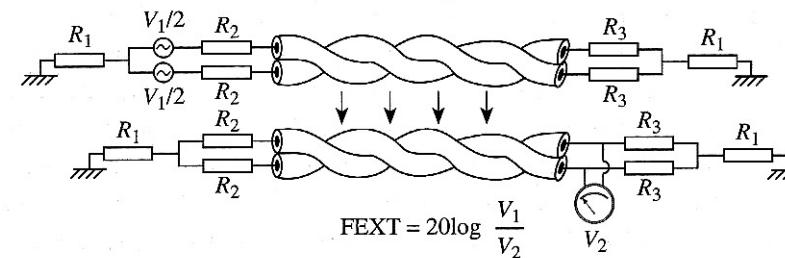
- **Attenuazione**  
Per le perdite del cavo il segnale viene attenuato. Il valore della attenuazione è espresso in dB/m e aumenta con la frequenza (principalmente effetto pelle).
- **Diafonia**  
Un cavo induce, per accoppiamento magnetico ed elettrico, disturbi sui cavi adiacenti. Ci sono diverse misure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

# Il cavo: diafonia

- NEXT

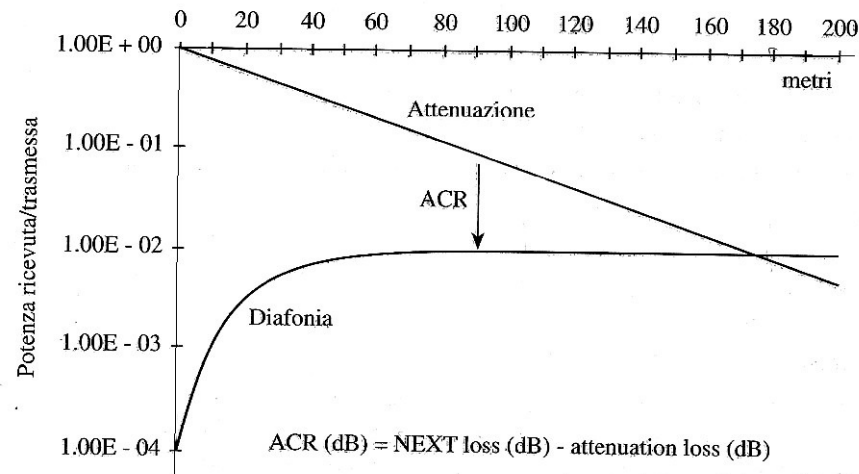


- FEXT



# Il cavo: diafonia

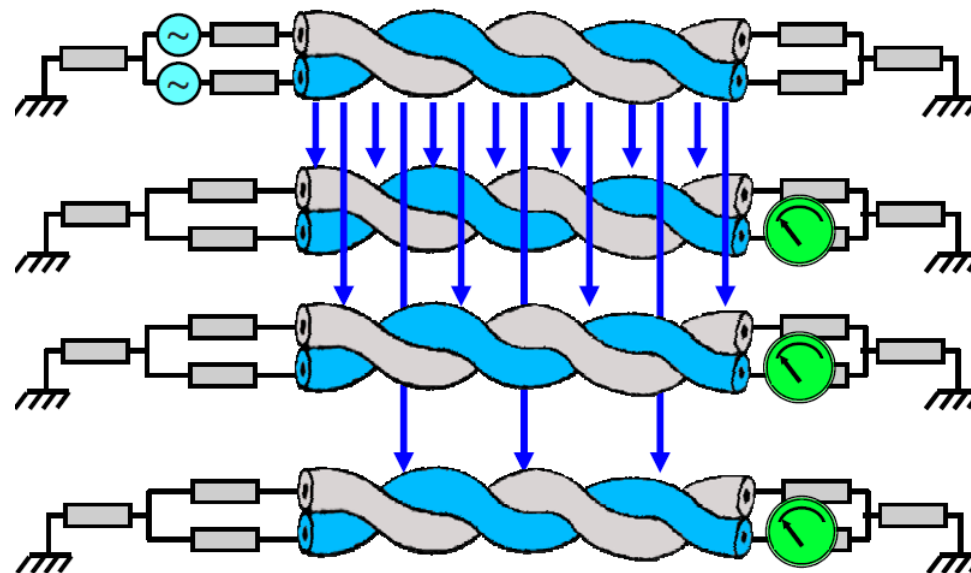
- L'attenuazione e la diafonia forniscono un limite per la lunghezza massima del cavo: occorre garantire un segnale minimo ACR (Attenuation to cross talk ratio). La lunghezza massima è determinata anche da altre considerazioni.

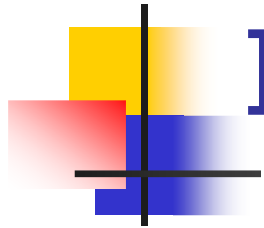


# Il cavo: diafonia

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

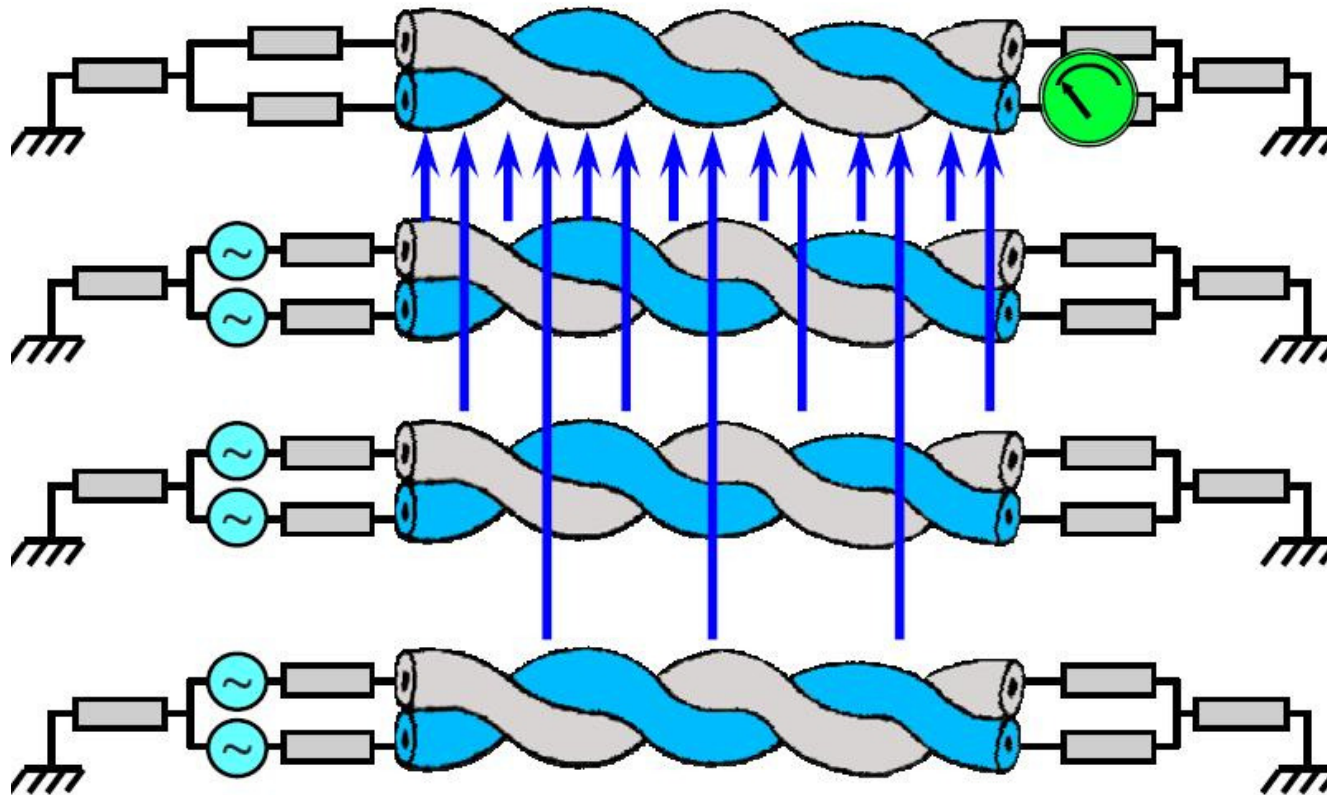
## ELFEXT: Equal Level FEXT

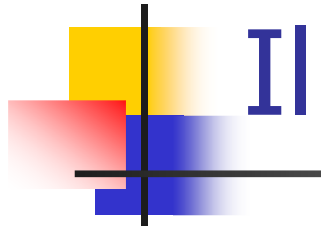




# Il cavo: diafonia

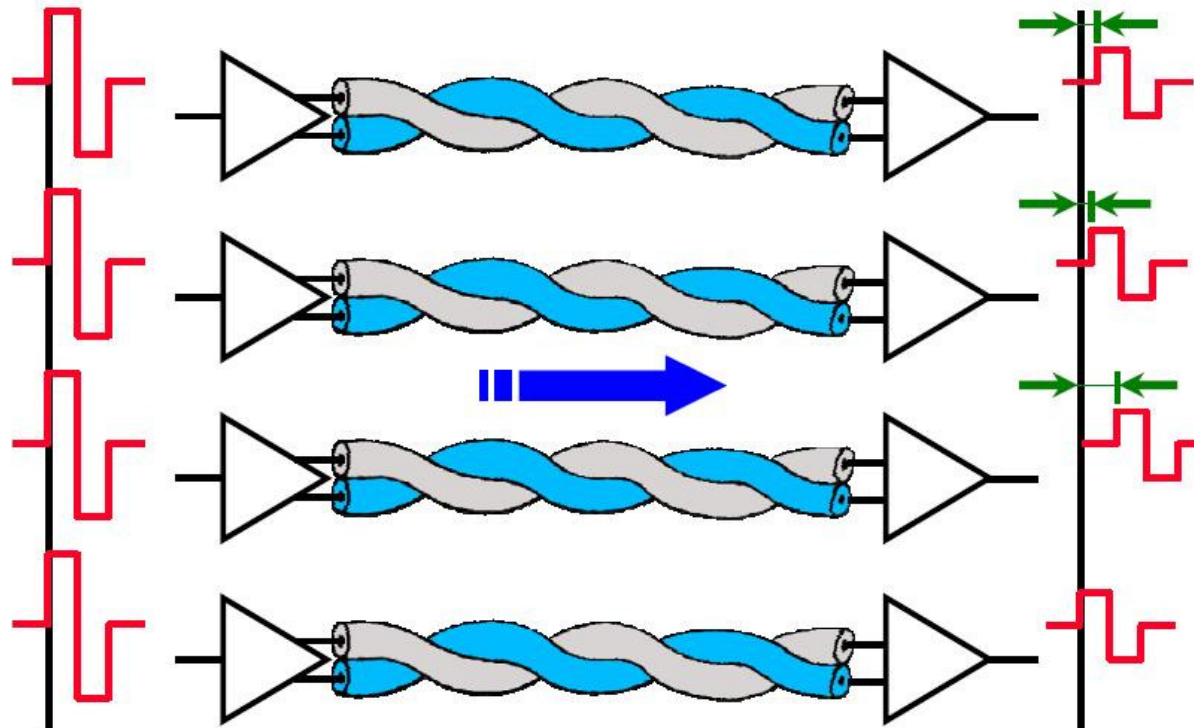
## PSELFEXT (Power Sum ELFEXT)





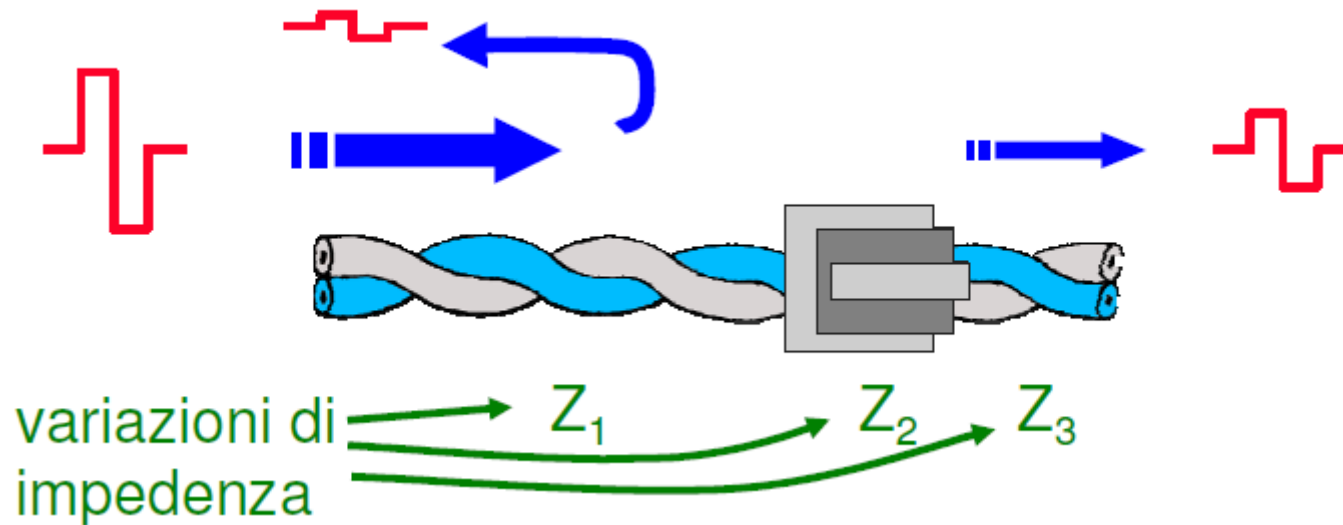
# Il cavo: delay skew

**Delay skew**  
(variazione di ritardo tra le coppie)



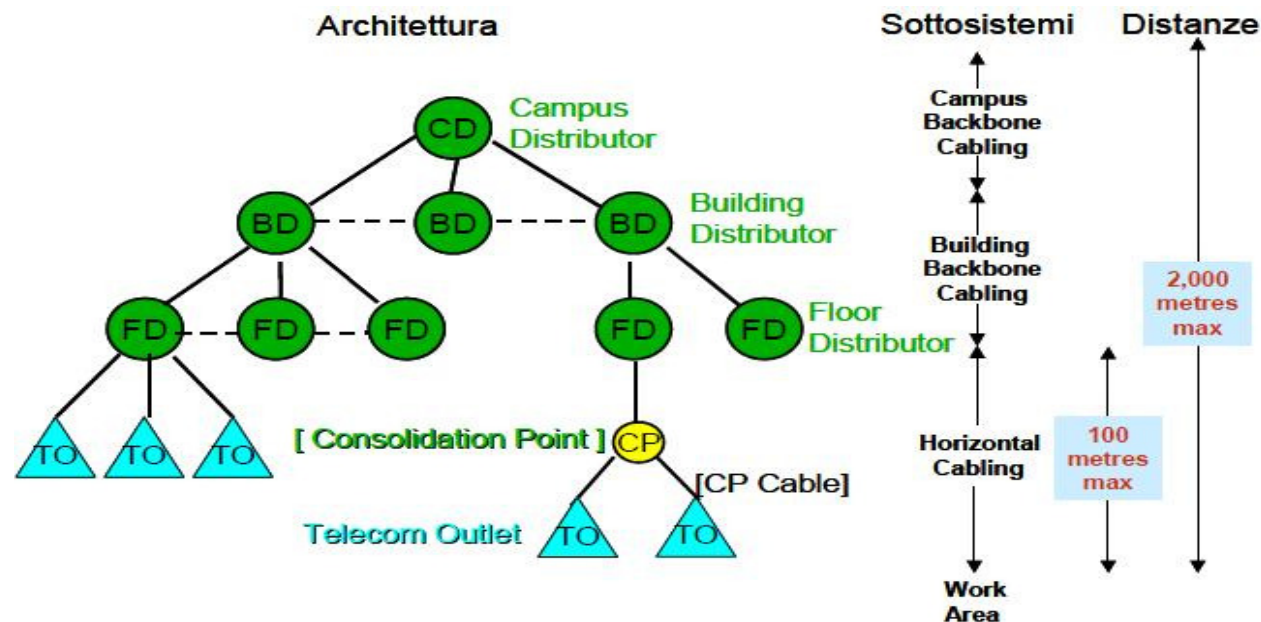
# Il cavo: return loss

- 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)

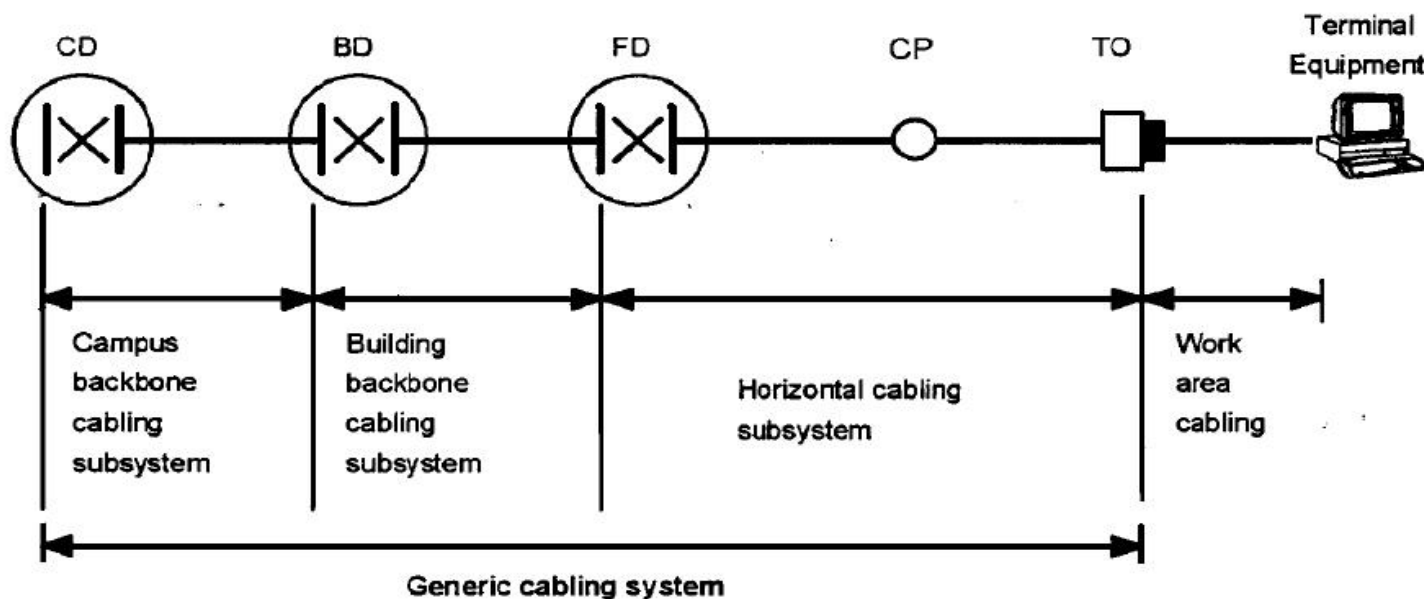
- Il cablaggio strutturato è organizzato in modo gerarchico, dalla distribuzione di campus, alla distribuzione nel fabbricato, a quella di piano.





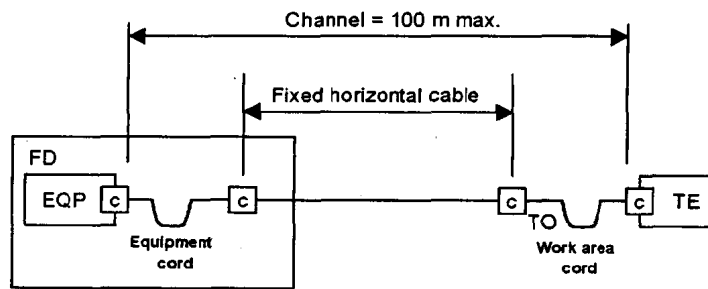
# Il cablaggio orizzontale

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

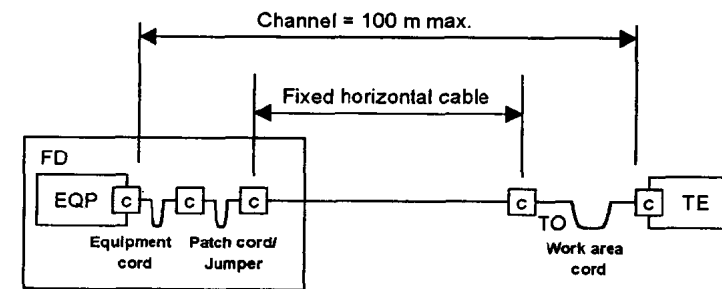


# Distribuzione di piano (ISO)

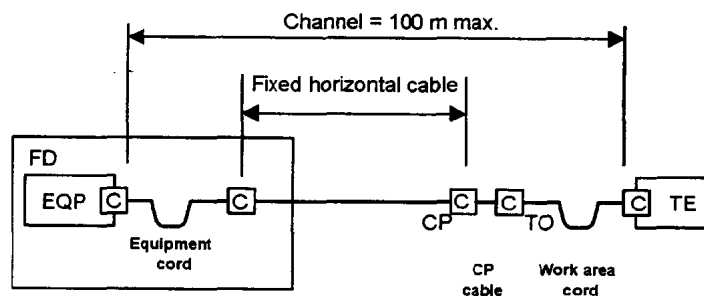
a) Interconnect - TO Model



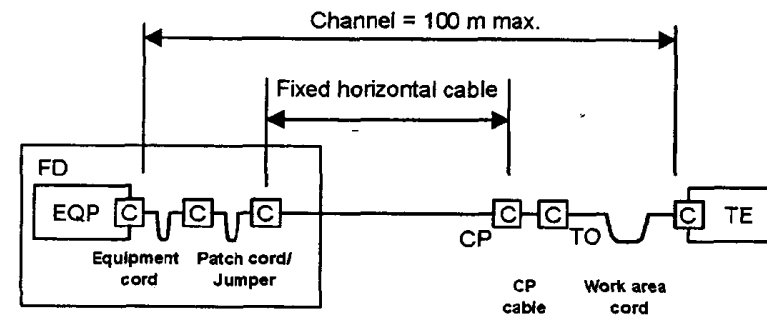
b) Crossconnect - TO Model



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.



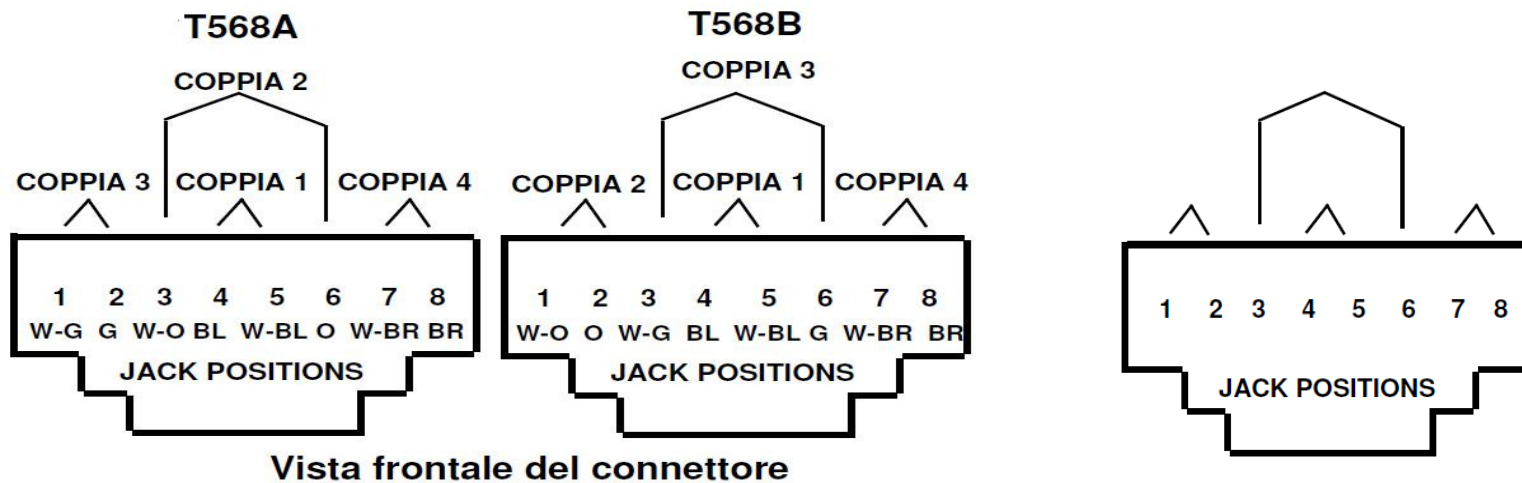
# Connettori

---

- 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 <i>Frequency</i> MHz	PSACR minimo <i>Minimum PSACR</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	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 <i>Frequency</i> MHz	PSACR minimo <i>Minimum PSACR</i> dB		
	Classe D <i>Class D</i>	Classe E <i>Class E</i>	Classe F <i>Class F</i>
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



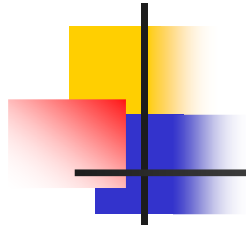
# Cablaggio: parametri

- 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).

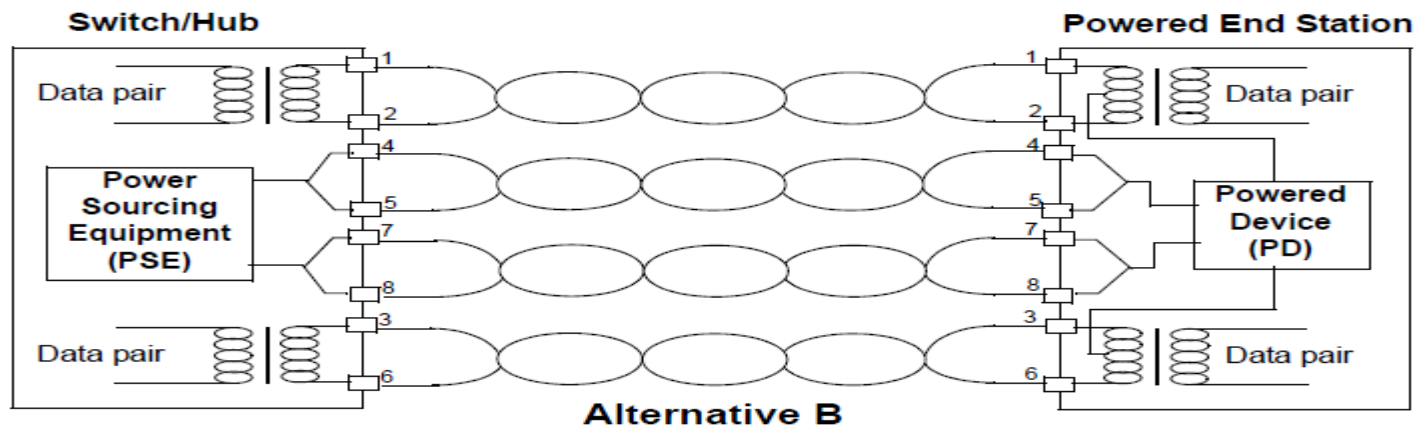
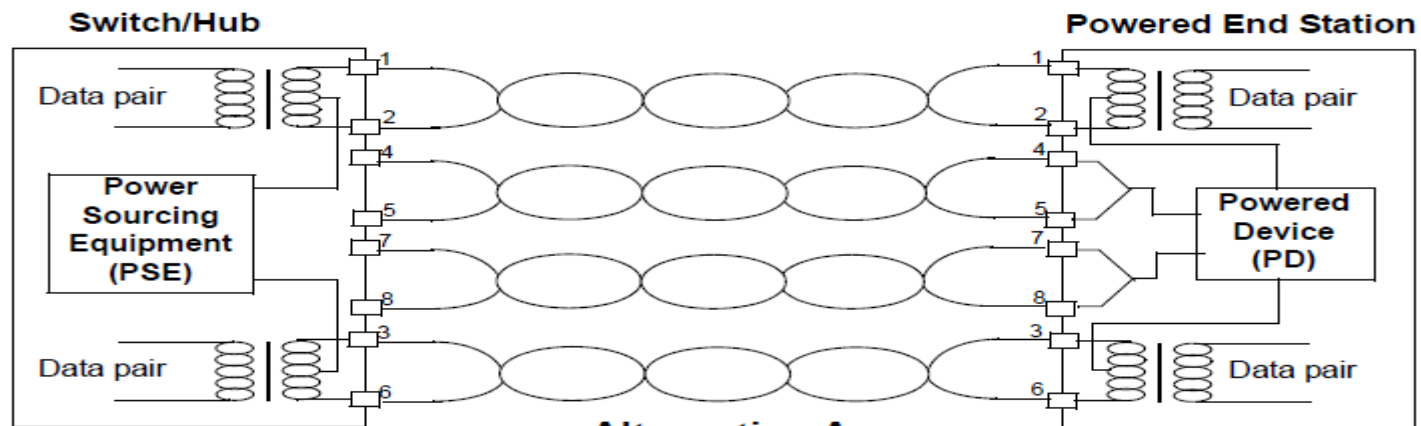


# POE (Power Over Ethernet)

---

- 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 <sup>[note 1]</sup>	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 <sup>[19]</sup>	50.0–57.0 V <sup>[19]</sup>
Voltage range (at PD)	37.0–57.0 V <sup>[20]</sup>	42.5–57.0 V <sup>[20]</sup>
Maximum current	350 mA <sup>[21]</sup>	600 mA <sup>[21]</sup> 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 <sup>[1]</sup>	Category 5 <sup>[1][note 2]</sup>
Supported modes	Mode A (endspan), Mode B (midspan)	Mode A, Mode B

Da: [http://en.wikipedia.org/wiki/Power\\_over\\_Ethernet](http://en.wikipedia.org/wiki/Power_over_Ethernet)