

Caratteristiche tecniche dei cavi coassiali

Generalità

La I.M.C. produce una vasta gamma di cavi coassiali, realizzati secondo le normative internazionali, rispettando le specifiche richieste dai Clienti e/o dalla I.M.C. stessa.

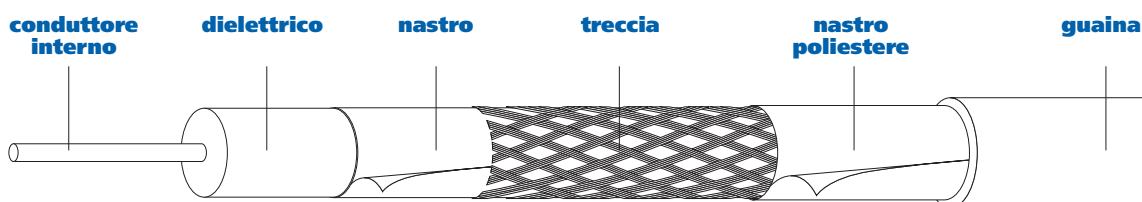
Questi sono usati per la trasmissione in alta frequenza ed i campi di applicazione sono tra i più svariati: dal settore militare a quello medico e delle comunicazioni.

Il cavo coassiale è una linea di trasmissione che permette la propagazione di un segnale elettrico. Essendo, però un elemento passivo, provoca un'attenuazione del segnale che lo attraversa proporzionale sia alla lunghezza del cavo sia alla frequenza d'esercizio.

Alcune caratteristiche fondamentali della linea di trasmissione sono:

- Attenuazione contenuta
- Buona resistenza ad eventuali sollecitazioni meccaniche
- Buona protezione del segnale trasmesso da interferenze esterne
- Ottima resistenza agli agenti atmosferici.

Gli elementi fondamentali di un cavo coassiale sono:



Il **conduttore interno** ha lo scopo di trasportare il segnale; in particolare, maggiore è il suo diametro, minore l'attenuazione risultante. Può essere singolo o a corda, costituito da rame nudo, acciaio ramato oppure da rame stagnato, per facilitare la saldatura e proteggerlo dalla corrosione, oppure da rame argentato per migliorare la propagazione del segnale sfruttando totalmente "l'effetto pelle". In radiofrequenza il segnale si propaga solo attraverso la superficie del conduttore per uno spessore tanto minore quanto più è elevata la frequenza.

Il **dielettrico** è un materiale isolante posto intorno al conduttore interno, al fine di mantenere il conduttore esterno (schermo) concentrico rispetto a quello interno. Esso è costituito generalmente da politene compatto (**PE**) o espanso fisicamente (**PEE GAS INJECTED**) perché presenta un basso fattore di perdita e mantiene, nel tempo, costanti le proprie caratteristiche meccaniche ed elettriche. In particolare, il PE ha il vantaggio d'essere più resistente dal punto di vista meccanico rispetto al PEE GAS INJECTED, garantendo la coassialità tra i conduttori; viceversa, il PEE GAS INJECTED grazie al processo d'espansione con gas inerte (**Azoto**), presenta una costante dielettrica relativa più bassa (**~1.40**) quindi un angolo di perdita minore, perciò si avranno attenuazioni più basse. Inoltre l'espansione a gas assicura una migliore stabilità dei valori delle attenuazioni, mantenendoli costanti nel tempo anche in condizioni critiche quali ad esempio presenza di forte umidità o di sbalzi termici.

Il dielettrico del cavo coassiale ideale è l'aria.

Il **nastro**, dove è presente, costituisce parte dello schermo del cavo coassiale, garantendo una copertura totale (100%). Può essere di due tipi:

- Accoppiato (formato da uno strato di Alluminio ed uno di Poliestere (**Al/Pet**))
- Triplex (formato da due strati di Alluminio ed uno di Poliestere (**Al/Pet/Al**))

Esso determina un notevole miglioramento dell'efficienza di schermatura, garantendo:

- Protezione del segnale che attraversa il cavo dai campi elettromagnetici esterni;
- L'isolamento dell'ambiente esterno dalle radiazioni prodotte dal cavo stesso



A causa del costante aumento dell'utilizzo di onde elettromagnetiche e di potenze elevate risulta indispensabile una schermatura totale per minimizzare i problemi di interferenza.

La **treccia** è caratterizzata dal numero di fili, dalla sezione dei singoli fili e dal passo di trecciatura; essa influenza non solo l'efficienza di schermatura ma anche l'impedenza di trasferimento. Il parametro di valutazione per la costruzione della treccia è la **percentuale di copertura** data dalla seguente formula:

$$\%K_c = [2 \cdot K_f - K_f^2] \cdot 100$$

in cui :

- K_c = fattore di copertura
- K_f = fattore di riempimento

Il fattore di riempimento è dato dalla formula:

$$K_f = \frac{m \cdot n \cdot d}{2 \cdot \pi \cdot D} \sqrt{(1 + \pi^2) \cdot \frac{D^2}{L^2}}$$

in cui:

- m = Numero totale di spole
- n = Numero di capi di filo per spola
- d = diametro del filo della treccia
- D = Diametro medio della treccia
- L = Passo della treccia

Il **nastro di poliestere** introdotto tra la guaina esterna e la treccia svolge le seguenti funzioni fondamentali:

- Impedisce la migrazione di residui di PVC (guaina esterna) verso il dielettrico
- Protegge la treccia sia durante la fase d'estrusione della guaina sia da eventuali ossidazioni
- Rende più agevole la squainatura del cavo coassiale.

La **guaina** è costituita da cloruro di polivinile (PVC) oppure da polietilene (PE); ha una duplice funzione:

- Protezione del cavo
- Mantenere aderente il conduttore esterno al dielettrico rendendo costanti sia la capacità che l'impedenza lungo tutto il cavo.

La guaina in PE è utilizzata per la posa interrata.

La I.M.C. produce inoltre, una serie di cavi coassiali con guaina **LSZH**, cioè priva di alogeni.

Dati tecnici

Impedenza caratteristica [Z_0]

Il valore di impedenza caratteristica, espressa in Ohm, indica l'opposizione complessiva al flusso degli elettroni offerta da una linea di trasmissione ed è definita dal rapporto tra la tensione V applicata e la corrente I assorbita in un cavo coassiale di lunghezza infinita:

$$Z_0 = \frac{V}{I} \quad [\Omega]$$

E' importante che tale parametro sia il più uniforme possibile, infatti se la qualità del conduttore, la geometria del cavo e la uniformità del dielettrico non saranno costanti, si avranno delle riflessioni interne che causeranno distorsioni e perdite del segnale.

La Z_0 si misura col Network Analyzer ad una frequenza di circa 200 MHz.



Caratteristiche tecniche dei cavi coassiali

Dati tecnici

Attenuazione (α)

Per attenuazione si intende la diminuzione in ampiezza e la distorsione di un segnale lungo una linea di trasmissione (cavo coassiale).

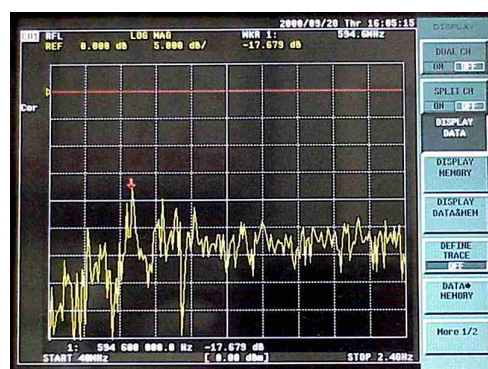
I due fattori principali che causano l'attenuazione sono:

- La perdita resistiva dei conduttori (dovuta all'effetto pellicolare in alta frequenza)
- La perdita nel dielettrico.

Si misura come rapporto tra la potenza d'ingresso (P_i) e la potenza di uscita (P_o) ed è espressa in dB/unità di lunghezza:

$$\alpha = \text{dB}(P_o) - \text{dB}(P_i) \quad [\text{dB/m}]$$

Tale parametro aumenta all'aumentare della frequenza oppure all'aumentare della lunghezza della linea di trasmissione.



Capacità

La capacità di un cavo è la grandezza elettrica che indica la proprietà del dielettrico, esistente tra i due conduttori, di immagazzinare cariche elettriche, quando esiste tra i conduttori una differenza di potenziale. Essa è misurata in Farad / (Unità di lunghezza) alla frequenza di 1 kHz.

Tale grandezza è direttamente proporzionale alla costante dielettrica del materiale, quindi all'aumentare di quest'ultima aumenterà la capacità stessa; valori tipici sono: 54 pF/m per il PEE e 67 pF/m per il PE. Nei cavi coassiali si ha:

$$C = \frac{\epsilon}{18 \cdot \log\left(\frac{D}{d}\right)} \quad [F]$$

dove d e D sono rispettivamente il diametro del conduttore interno e del conduttore esterno.

Durante il processo produttivo la capacità è la grandezza che è costantemente controllata automaticamente, perciò è possibile stabilire immediatamente se il cavo sarà centrato sul valore richiesto.

Efficienza di schermatura

L'efficienza di schermatura è misurata in dB ed indica di quanti dB è attenuato il segnale interferente. Tale grandezza dipende dalle caratteristiche del conduttore esterno (schermo), il quale impedisce uno scambio di onde elettromagnetiche tra il conduttore interno del cavo e l'ambiente esterno e viceversa; in pratica impedisce al conduttore interno di comportarsi come un'antenna ricevente/trasmittente.

Per migliorare l'efficienza di schermatura occorre aumentare la percentuale di copertura del conduttore esterno, rendendo la gabbia di Faraday più fitta. Per ottenere il 100% di copertura, s'introduce oltre alla treccia un nastro conduttore (alluminio oppure rame) avvolto sul dielettrico con tecnica a spirale oppure a cartina di sigaretta.

Perdite cumulative di riflessione (SRL)

Tale parametro è una misura della precisione costruttiva del cavo prodotto; infatti, maggiore è la precisione, minori saranno le onde elettromagnetiche riflesse. Queste ultime accumulandosi indeboliscono il segnale trasmesso; per cui maggiore è il valore dell'SRL (Structural Return Loss) migliore è la qualità del cavo e del segnale trasmesso. Affinché le caratteristiche siano le più accurate possibili occorre una particolare cura in fase di produzione: pressione costante durante l'estrusione del dielettrico e controllo del raffreddamento di quest'ultimo.

Velocità di propagazione

La velocità di propagazione è la velocità con cui un segnale elettrico viaggia su di una linea di trasmissione ed è definita come il rapporto, espresso in percentuale, tra la velocità di propagazione all'interno del cavo e la velocità nello spazio libero. Tale valore dipende, prevalentemente, dalla costante dielettrica dell'isolamento; in particolare, è circa l'85% per i cavi con dielettrico in PEE ed il 66% per quelli con dielettrico in PE. Esso è anche noto come coefficiente (o fattore) di riduzione.

Applicazioni

I cavi coassiali prodotti dalla I.M.C. possono essere classificati in base alla loro impedenza caratteristica in tre grandi famiglie considerando l'impedenza caratteristica Z_0 :

- Cavi a 75 Ω
- Cavi a 50 Ω (capitolo 2)
- Cavi a 93 Ω (capitolo 2)

Essi possono inoltre essere suddivisi in base alla dimensione del diametro esterno \varnothing in:

- Diametro grande $\varnothing > 7$ mm
- Diametro standard $5 \leq \varnothing \leq 7$
- Diametro piccolo $\varnothing \leq 4$

I cavi a 75 Ω hanno un campo di applicazione molto esteso, infatti, sono utilizzati da tutti i sistemi TV dalla trasmissione analogica alla digitale, dalla trasmissione via cavo alla satellitare. Essi sono usati anche in sistemi di modulazione, in strumentazioni video e negli impianti di antifurto per la TV a circuito chiuso.

La serie di cavi SAT+ è particolarmente adatta per applicazioni professionali di ricezione di segnali TV provenienti da satelliti.

Il MINISAT+ 50 e il SAT+ 65 di dimensioni contenute sono adatti per brevi collegamenti; i SAT+ 113, SAT+ C128, e SAT+ 6, di dimensioni standard, sono particolarmente indicati per distanze non troppo elevate; infine i SAT+ 160 e SAT+ C160, grazie alle loro caratteristiche dimensionali ed alle basse attenuazioni, vengono impiegati quando occorre trasportare il segnale per lunghe distanze.

Le normative per la sicurezza degli impianti prevedono l'uso di cavi non propaganti l'incendio (NPI) e di cavi che non emettano fumi e gas nocivi, la I.M.C. nel rispetto di tali normative produce cavi coassiali con guaina LSZH. In quest'ultima non sono presenti alogeni, perciò in caso d'incendio, non libera acido cloridrico o bromidrico e non produce fumo denso (nero). Tali acidi causano, quando vengono a contatto con componenti elettrici o elettronici, danni corrosivi molto gravi, mentre il fumo denso oscura le vie di fuga. Per tale motivo si registra una richiesta sempre crescente di cavi "halogen free".

La I.M.C. proiettandosi verso il prossimo futuro in cui è previsto il passaggio dal sistema televisivo di tipo analogico al sistema televisivo di tipo digitale, e la ricezione dati via satellite (internet satellitare) ha introdotto in produzione la nuova famiglia di cavi SATNET+, la quale presenta una tripla schermatura (nastro + treccia + nastro) che garantisce un'ottima efficienza di schermatura anche a basse frequenze (da 5 a 30 MHz), utilizzate per trasmettere i segnali di ritorno. Questi cavi quindi sono adatti anche per la televisione digitale interattiva.

I cavi CS24T, CS24R, CR21T e CS24/6 sono utilizzati per sistemi TV in derivazione secondaria e caratterizzati da un ottimo rapporto qualità/prezzo.

Nel caso in cui la zona dove viene installato il cavo è particolarmente disturbata da onde elettromagnetiche, si consigliano cavi con doppia schermatura (nastro+treccia), come ad esempio i cavi CA96 e CA96BB.

La I.M.C., inoltre, propone i cavi CA98 e CA128 con conduttore di rame argentato, sfruttando al meglio "l'effetto pelle" tipico della propagazione alle alte frequenze; infatti è dimostrato che l'ossido d'argento conduce meglio dell'argento stesso, per cui col passare del tempo le caratteristiche elettriche di tali cavi migliorano.

Tra i cavi a 75 Ohm infine ricordiamo i tipi RG6A/U, RG11A/U ed RG59B/U che vedremo nel prossimo capitolo.