



## AREA CULTURALE

### Comprendere le prestazioni elettriche dei cavi dati

Ecco una spiegazione in termini semplici del significato dei principali parametri elettrici utilizzati nel campo del cablaggio strutturato, particolarmente riferiti ai cavi in rame.

**Interferenza elettro-magnetica [Electro-Magnetic Interference (EMI)]:** EMI può essere definita come una emissione elettromagnetica indesiderabile, naturale o originata dall'uomo, che influenza negativamente il segnale e/o gli apparati attorno. EMI impedisce, disturba o degrada il campo elettromagnetico di un altro congegno con cui viene a contatto. Una corretta progettazione, un adeguato isolamento e una buona schermatura di cavi e apparati possono controllare questo problema. C'è un esperimento scolastico dove un chiodo viene avvolto da un filo a cui si collegano i terminali di una batteria. Ponendo un compasso vicino al chiodo si nota che la punta del compasso comincia a ruotare. L'elettricità, propagandosi attraverso il chiodo, crea un campo magnetico, che attrae la punta del compasso e ne causa il movimento. Questo è un esempio di EMI e di come può essere generata.

**Diafonia (Crosstalk):** è semplicemente la migrazione di energia da un filo a un altro per elettromagnetismo, come descritto sopra nell'esperimento del chiodo e del compasso. La diafonia si manifesta quando un campo magnetico crea un segnale elettrico non desiderato vicino a un congegno. Come esempio, pensiamo di essere in una camera d'albergo a guardare la televisione. Anche l'ospite nella camera adiacente sta guardando la televisione, ma con il volume talmente alto che noi sentiamo meglio il suo sonoro che il nostro. Se questo rumore non voluto rende poco piacevole la visione della trasmissione, quando questo fenomeno accade in un circuito elettrico, il rumore generato da un segnale può influenzarne un altro nelle sue vicinanze – tramite diafonia – al punto in cui quel segnale diventa degradato e “poco chiaro” all'apparato ricevente. Quando questo avviene, le prestazioni del congegno o del circuito possono essere compromesse.

Un altro termine che può essere usato per descrivere la diafonia è “accoppiamento”.

**Diafonia aliena (Alien Crosstalk):** in molti impianti di grandi dimensioni, dove i cavi sono riuniti in fascio per facilitare la posa e la gestione, il rumore può essere generato tra gli stessi cavi all'interno del fascio. Ancor più che l'interferenza tra conduttori, questo rumore elettrico non voluto generato fuori dal cavo – chiamato diafonia aliena – può degradare i segnali e influenzare negativamente la qualità dei dati distribuiti.

**Frequenza (Frequency):** è la misura di quante onde di ripetizione – nel caso dei cavi dati, onde di energia elettrica – sono generate in un secondo. La frequenza è misurata in hertz (Hz). Più elevata è la frequenza, più onde vengono generate. Poiché ogni onda ha la capacità di trasportare dati, generalmente più alta è la frequenza più dati possono essere trasmessi. Un buon esempio di questo è la televisione ad alta definizione, che funziona ad una frequenza più elevata della televisione a definizione standard. La televisione ad alta definizione impiega i dati addizionali, contenuti nel segnale a frequenza più elevata, per generare un'immagine che è molto superiore ad un'immagine generata da un televisore a definizione standard.

**Ampiezza di banda (Bandwidth):** strettamente correlata con la frequenza, l'ampiezza di banda (o solo banda) fa riferimento ad una gamma all'interno di una banda di frequenze. Nei sistemi computerizzati, l'ampiezza di banda definisce quanti dati possono essere trasmessi in un dato periodo. L'ampiezza di banda è misurata in bit per secondo (bps). Le elevate frequenze richieste per trasportare l'informazione necessaria al corretto funzionamento degli odierni apparati digitali richiede una vasta ampiezza di banda per supportarla. Un esempio di larghezza di banda potrebbe essere



## AREA CULTURALE

un'autostrada nel cuore di una grande città. Se tutte le auto si devono muovere il più velocemente possibile durante l'ora di punta, è necessaria una strada abbastanza larga da ospitare il volume di veicoli. Se la strada è troppo piccola, il risultato è un ingorgo. In questo modo, ampiezza di banda e frequenza sono direttamente correlate – più informazione, più elevata la frequenza e, quindi, più larga la banda richiesta per supportarla.

**Perdita d'inserzione (Insertion loss):** questa caratteristica è anche nota come "attenuazione". Misura la perdita di segnale da un estremo del circuito all'altro. Viene misurata in decibel (dB) ed è normalmente preceduta da un segno "meno". Un esempio di misura di perdita d'inserzione potrebbe essere -3,1 dB. Un buon modo per comprenderne il significato è pensare a quel che capita alle onde di uno stagno dopo che si lancia un sasso nell'acqua. Le onde partono forti dal punto dove la pietra entra in acqua, poi perdono energia mentre viaggiano più lontano da quel punto. Diventano più deboli – o attenuate – finché perdono completamente la loro energia. In un circuito elettrico il segnale si perde attraverso la resistenza del conduttore in rame, l'isolante e i punti di terminazione entro il connettore. Più elevata è la perdita di inserzione, più il segnale comincerà a degradare man mano che viaggia lungo i conduttori del cavo.

**Perdita di ritorno (Return Loss):** la perdita di ritorno è misurata in decibel (dB) e rappresenta la quantità di segnale riflesso verso la sorgente di trasmissione. Un esempio: prendete un tubo del diametro di 3 centimetri in cui scorre dell'acqua. Nel punto in cui questo tubo si unisce con un tubo da 2 centimetri ci sarà una perdita d'acqua dovuta all'interruzione del flusso in questo punto di transizione nei tubi. Potrebbe esserci una fuoriuscita d'acqua o una riflessione all'indietro, a causa della scarsa capacità del tubo più piccolo di gestire il volume d'acqua trasmesso dal tubo più grosso.

In un circuito, questo tipo di perdita elettrica è normalmente attribuito alla qualità della connessione del filo al connettore. Un esempio specifico riferito al cavo potrebbe essere un

prodotto che è stato schiacciato o deformato in diversi punti lungo la sua lunghezza. In ogni area compressa, il segnale sarà riflesso e perso. Anche la connessione di miglior qualità genererà perdita di ritorno.

**Ritardo di propagazione (Propagation Delay):** è semplicemente il tempo impiegato da un segnale per andare dal trasmettitore al ricevitore. Più ampio il ritardo, più lentamente il segnale sta viaggiando. Può essere misurato in microsecondi, nanosecondi o picosecondi.

**Disallineamento del ritardo (Delay Skew):** generalmente è parte delle prestazioni di categoria ed è una caratteristica degna di spiegazione. Quando segnali diversi sono introdotti sulle diverse coppie, il ritardo di propagazione tra le coppie stesse sarà diverso. Questa differenza nella velocità del segnale viene chiamata disallineamento del ritardo. Alcuni fattori possono influenzarlo, come l'isolamento del conduttore e la lunghezza dell'intreccio delle singole coppie. Il disallineamento è importante perché in molti sistemi non è solo importante la qualità dei dati ricevuti per avere un corretto funzionamento, ma anche il tempo impiegato dai segnali ad arrivare da tutte le coppie del cavo. La maggior parte dei sistemi richiede che tutti i segnali arrivino entro una certa finestra di tempo. Quando uno o più segnali arrivano "più tardi", il risultato può essere un problema di sistema, che normalmente si trasforma in una segnalazione d'errore e richiede che i dati siano ritrasmessi. Un accumulo di messaggi di errore e di richieste di ritrasmissione può significativamente rallentare le prestazioni del sistema.

**Paradifonia (Near End Crosstalk - NEXT):** questo parametro misura l'energia del segnale irradiata da una coppia di un cavo di una certa categoria a un'altra coppia dello stesso cavo. Il termine "near end" si applica perché la misura viene presa impiegando le coppie all'estremo del cavo più vicino al trasmettitore. Questo parametro è più comunemente valutato su distanze tra 20 e 30 metri dal trasmettitore e viene misurato in dB.



## AREA CULTURALE

**Sommatoria delle paradiafonie (Power Sum Near End Crosstalk – PSNEXT):** come menzionato prima, diversi cavi di varie categorie utilizzano quattro coppie di conduttori. PSNEXT è la somma della diafonia di tre coppie che disturbano la rimanente. I valori sono determinati misurando ogni coppia di conduttori rispetto alle altre del cavo. Un modo di pensare a questo potrebbe essere "tre contro uno", con ogni coppia che, a turno, viene misurata da sola contro le altre tre. Nei cavi con banda elevata (che lavorano a frequenze molto elevate) che impiegano tutte e quattro le coppie per trasmettere segnali, una somma significativa di diafonia dalle tre coppie potrebbe "coprire" il segnale nella coppia rimanente, con conseguenti problemi sugli apparati dovuti alla degradazione dei dati.

**Telediafonia (Far End Crosstalk – FEXT):** questo parametro viene misurato all'estremo del cavo più lontano dal trasmettitore e misura l'energia irradiata tra le coppie all'interno del cavo. A causa del percorso del segnale lungo il cavo – che sarà, perciò, attenuato – le misure di FEXT saranno generalmente più deboli in intensità del NEXT, nello stesso cavo. Le misure di FEXT sono spesso utilizzate per calcolare ELFEXT, di cui si parlerà in seguito. Come per tutte le diafonie, FEXT viene misurato in dB.

**Rapporto Attenuazione/Diafonia all'estremo lontano (Attenuation to Crosstalk Ratio, Far End):** precedentemente denominata Telediafonia Equalizzata (Equal Level Far End Cross Talk – ELFEXT), il valore di ACRF è calcolato e non misurato. Il rapporto usato per determinare ACRF compara il livello di disturbo elettrico – diafonia – con l'intensità del segnale. In altre parole, è un rapporto segnale/rumore. Troppo rumore e poco segnale insieme sono gli ingredienti principali per avere problemi di sistema. ACRF è un calcolo impiegato per conoscere la media

del valore di diafonia lungo l'intero percorso del cavo. Per comprenderlo meglio, si pensi a due radio. Una è di tipo portatile, con antenna estraibile, mentre l'altra è parte di un sistema stereo ed è collegata ad un'antenna di grandi dimensioni posta sul tetto. Con un segnale locale molto forte, paragonato a qualsiasi interferenza, la ricezione è buona su entrambe le radio. Ma se si cerca di sintonizzarsi su stazioni più distanti, il segnale della radio più piccola può avere improvvisamente un calo e altre stazioni possono "tagliarne" la ricezione. La radio più grande riceve la stessa stazione "forte e chiara". La ragione è che il segnale ricevuto dalla radio più grande è più forte del rumore, mentre nel caso della radio più piccola il rumore è più forte del segnale, causando cattiva ricezione. (C'è da ricordare che l'intensità di rumore ambientale è la stessa per le due radio). Questo è simile a un sistema che può avere problemi se il segnale dati è superato dal rumore da diafonia.

**Rapporto Attenuazione/Diafonia (Attenuation to Crosstalk Ratio – ACR):** questo rapporto è anche chiamato "margine". Compara la forza del segnale attenuato che arriva al ricevitore con la diafonia – o rumore – al termine del circuito. Misurato in dB, se il suo valore non è troppo alto – il che potrebbe indicare che il segnale non è abbastanza forte da superare il rumore del sistema causato dalla diafonia – il segnale sarà suscettibile di degradazione e il sistema sarà suscettibile di errori causati dalla scarsa qualità del segnale. Un esempio di questo potrebbe essere quello di cercare di superare il rumore di una strada trafficata fuori dalla propria casa accendendo il proprio stereo. Se quest'ultimo è abbastanza forte, può generare abbastanza volume da bloccare il rumore. Altrimenti, il rumore proveniente dalla strada influenzerà negativamente la qualità della musica che si cerca di ascoltare.