



La compatibilità elettromagnetica nei cablaggi strutturati

Dätwyler

di Pierre Plattner – Datwyler SA

Nei sistemi di cablaggio strutturato per edifici l'argomento della compatibilità elettromagnetica (CEM) non è mai stato trattato in maniera razionale. La filosofia americana e quella europea si sono spesso scontrate, a difesa dei rispettivi interessi economici. In numerosi scritti e referti, sostenitori e avversari dei sistemi schermati si sono accusati reciprocamente di scarsa professionalità, definendo inaffidabile il sistema concorrente.

Quanto segue è un tentativo di trattare i diversi aspetti del fenomeno sotto l'aspetto prettamente tecnico.

Innanzitutto è necessario definire la compatibilità elettromagnetica: si ritiene compatibile con l'ambiente circostante un apparecchio o un sistema elettrico qualora, da un lato, le emissioni elettromagnetiche generate dallo stesso rientrino in ogni momento nei valori limiti specificati dagli standard specifici e, dall'altro, risulti immune ai segnali elettrici e alle onde elettromagnetiche a cui venga sottoposto, sempre secondo le stesse normative.

Vi sono, perciò, due condizioni distinte da rispettare: quella relativa alle proprie emissioni e quella relativa all'immunità verso emissioni esterne.

Ma andiamo a indagare più a fondo questi concetti.

Emissioni

Le emissioni prodotte da un apparecchio elettrico sono quelle onde elettromagnetiche che possono venir percepite dall'ambiente circostante ed adeguatamente misurate con metodi definiti da standard internazionali.

In Europa, i valori ammissibili, nonché i metodi di misura, sono specificati nella norma CISPR 22 / EN 55022.

Tali metodi sono stati concepiti per valutare dispositivi elettricamente attivi. Componenti e sistemi passivi non possono venir misurati da soli, per il semplice fatto che emettono onde elettromagnetiche solo se alimentati da fonte attiva.

I risultati ottenuti sono, quindi, rappresentativi solo nel connubio con la particolare fonte con cui la misura è stata effettuata.

Immunità

Questo secondo criterio descrive la resistenza ai disturbi di un apparecchio o di un sistema elettrico.

Al contrario di quanto detto rispetto alle emissioni, il cablaggio è indipendente da eventuali fonti attive a lui connesse nella valutazione della sua immunità.

Cavi mal posati o schermi mal connessi, così come concetti errati di messa a terra, trasformano il cablaggio in una rete di antenne incontrollabile. Vengono captati diversi tipi di disturbo, talvolta ritrasmessi in modo amplificato.

Di conseguenza, l'efficienza di una LAN si può ridurre drasticamente, portando anche al crollo del sistema.

L'immunità di un cablaggio non è facile da valutarsi. Uno dei metodi di misura più eloquenti è descritto nella norma CISPR 24 / EN 55024, che però è di difficile messa in opera. In cambio, consente di confrontare le prestazioni delle diverse tecnologie.



AREA CULTURALE

Cabling

Schermatura e messa a terra

Spesso i termini “schermatura” e “messa a terra” vengono confusi tra loro. In determinate circostanze ciò può avere conseguenze pesanti sulla funzionalità del sistema.

Correttamente, per schermatura va inteso un involucro conduttore che racchiude un circuito elettrico, allo scopo di assorbire sia i campi elettrici o elettromagnetici presenti nell’ambiente, impedendone la penetrazione al suo interno, sia quelli generati dal circuito stesso, evitandone la fuoriuscita. A seconda del sistema, la schermatura si assume anche la funzione di linea di ritorno del segnale, come, ad esempio, nei cavi coassiali.

Il concetto della messa a terra, invece, consiste nella protezione di eventuali operatori dal rischio di entrare in contatto fisico con conduttori aventi potenziale elettrico non nullo rispetto a quello della terra su cui si trova l’operatore stesso, protezione realizzata mediante superfici conduttrici collegate fra di loro e a terra, formando così una barriera rispetto al conduttore sotto tensione. Nel caso delle reti strutturate, il collegamento di tali superfici va realizzato in maniera che in nessun punto esse superino una tensione di 1V rispetto a terra.

Va detto, però, che diverse norme si limitano a definire questa tensione in termini di corrente continua.

Schermatura

Esistono le più disparate possibilità per schermare un oggetto. Così, oltre alle guaine e agli involucri metallici o comunque conduttori, agiscono da potenziale schermo anche diverse costruzioni a griglia e armature metalliche, per esempio le pareti di cemento armato.

Anche per i cavi elettrici sussistono moltissime possibilità di schermatura. Esse spaziano dalla semplicissima pellicola o intrecciatura metallizzata, alle combinazioni di intrecciatura di rame stagnato e pellicola composita, fino alle complesse schermature multiple e ai costosi schermi micrometallici.

Più la schermatura è complessa, maggiore è l’efficacia elettrica. Nel seguito si descrivono alcune soluzioni e il loro effetto elettrico.

Più la frequenza del disturbo aumenta, maggiore è la sua capacità di penetrare attraverso gli eventuali spazi aperti nella schermatura, come nel caso di strutture a griglia oppure a treccia, e maggiore deve essere la conduttività specifica, per unità di superficie, dello schermo. La scelta della sua costruzione dipende, quindi, dall’applicazione cui è destinato.

In una serie di prove, sono stati testati e analizzati questi influssi. I singoli risultati dimostrano chiaramente che migliore è la schermatura, migliore risulta il comportamento del link in un clima disturbato. A tal fine è stato realizzato un circuito di prova, posando il cavo di alimentazione di un motore asincrono trifase, comandato da un convertitore di frequenza, nella stessa canalina con vari tipi di cavi per cablaggio strutturato, schermati con sola pellicola/foglio oppure con calza/treccia, di costruzione a 4 coppie classica oppure a stella, o non schermati. Questi cavi sono stati connessi ad una apparecchiatura di misura di errore di bit.

Misurazione degli errori di trasmissione in diversi tipi di cavi per trasmissione dati

Gli attuali processi di trasmissione tollerano errori, richiedendo però la ripetizione della trasmissione dei relativi pacchetti, con conseguente riduzione della velocità di trasmissione che, a seconda della densità di errori, può anche essere importante.

Comunque, i risultati ottenuti forniscono una buona panoramica sull’effetto che svolgono i diversi tipi di schermatura.

Campo elettromagnetico in un cavo simmetrico e impedenza caratteristica

Se è fondamentale la simmetria con cui vengono assiate le coppie, lo è altrettanto la precisione con cui viene realizzato lo schermo. Con uno schermo ben posizionato, la resistenza dei cavi simmetrici ai disturbi risulta notevolmente migliorata.



AREA CULTURALE

Cabling

Fondamentalmente, i campi elettrico e magnetico assumono la forma rappresentata in Figura 4.

Un ulteriore vantaggio del cavo schermato risiede in un miglior controllo dell'impedenza caratteristica. Ciò in quanto il campo elettrico generato dal segnale che percorre la coppia praticamente non fuoriesce dallo schermo. La capacità longitudinale è, quindi, determinata unicamente dal diametro e dalla distanza dei due fili costituenti la coppia, da quella tra fili e schermo e dalla costante dielettrica dei materiali isolanti usati. A differenza di quanto succede nei cavi non schermati, è invece totalmente indipendente da elementi esterni, quali la conduttività oppure la costante dielettrica del materiale con cui è realizzata la canalina su cui il cavo poggia.

Va ricordato che ogni variazione dell'impedenza lungo il percorso del cavo provoca delle riflessioni, con conseguente peggioramento del return loss.

L'andamento tipico dell'impedenza, per un cavo schermato e uno non schermato, viene rappresentato in Figura 5.

Conclusioni pratiche

Come dimostrano le prove eseguite, lo schermo va collegato a terra, in quanto la maggior parte delle onde elettromagnetiche che occupano il nostro spazio – e che sono responsabili dei disturbi generati nelle reti dati – inducono tensioni riferite a terra.

Generalmente, in alta frequenza si ritiene che gli schermi vadano collegati tra loro in un unico punto, a stella, e che tale unico punto va poi collegato a terra, evitando così la creazione di spire di terra, con conseguente rischio che correnti di compensazione di potenziali di terra diversi possano percorrere lo schermo stesso. In realtà, le prove dimostrano che i disturbi vengono meglio attenuati quando il collegamento a terra viene effettuato da entrambi i lati di ogni link. Ciò si spiega con il fatto che le tensioni indotte dalle onde di disturbo nello schermo possono a loro volta generare correnti e, di conseguenza, campi che si oppongono a quello del disturbo stesso. Va però ricordato che ciò

vale solo se non vi sono differenze di potenziale di terra, cioè per edifici dotati di un buon impianto di terra. Negli altri casi è raccomandabile la messa a terra unilaterale.

È altrettanto importante il modo in cui gli schermi vengono collegati ai connettori. Infatti, come si può dedurre da quanto affermato sopra, uno schermo che non si “chiude” ermeticamente attorno al connettore offre spazio alla penetrazione di disturbi. Inoltre, gli eventuali conduttori di collegamento hanno una resistenza crescente con la frequenza. Oltre i 100 MHz, già un centimetro di filo assume una reattanza non più trascurabile. Di conseguenza, lo schermo va in ogni caso collegato completamente, a 360°, al connettore.

In ultimo, una mediocre costruzione dello schermo può recare danni invece di migliorare le caratteristiche rispetto ai disturbi: l'uso di un filo di accompagnamento che corre lungo lo schermo (drain wire) riduce l'effetto schermante con l'aumentare della frequenza. Il fenomeno è dovuto all'asimmetria angolare che esso introduce nella sezione del cavo.

Le correnti che i disturbi generano nello schermo si concentrano allora in tale conduttore, il campo elettromagnetico indotto non è più omogeneo e, di conseguenza, non si annulla più all'interno del cavo, provocando un forte incremento delle tensioni indotte nelle coppie stesse. Sono quindi consigliabili i cavi privi di tale conduttore.

Messa a terra

Abbiamo già detto che la messa a terra non va confusa con la schermatura. Se è vero che la messa a terra influisce sull'efficienza della schermatura, in ogni caso è necessaria per garantire l'indispensabile protezione delle persone relativamente all'intero impianto di alimentazione elettrica. Quindi, occuparsi del concetto completo di messa a terra non deve rimanere solo compito degli specialisti informatici, ma deve essere affrontato soprattutto dal progettista generale degli impianti elettrici. In



AREA CULTURALE

Cabling

particolare, ciò vale anche quando si usano cavi non schermati.

Per motivi di Compatibilità Elettro Magnetica, alcuni prodotti di rete a basso costo collegano a massa (e quindi a terra) i poli non utilizzati per la trasmissione dei segnali, introducendo in rete il pericolo che un'eventuale compensazione del potenziale possa avvenire attraverso le coppie stesse.

Misuratore	Siemens P 2030
Convertitore di frequenza	Reliance SP 500
Motore	Asincrono 3 x 380/220 V, 0,25 kW
Velocità trasmissione dati	140 Mbit/sec
Codifica	Codice CMI
Durata della misura di prova	2 minuti (start manuale, stop automatico)
Lunghezza dei cavi dati	20 metri ognuno

Componenti del circuito di prova

Tipo di cavo	Numero di errori per minuto		
	Collegamento allo schermo		
	<i>assente</i>	<i>unilaterale</i>	<i>bilaterale</i>
UNINET 3004 (foglio + treccia)	533.000	6.300	0
UNINET 3002 (foglio + treccia)	775.000	4.100	0
UNINET 1002 C (foglio + treccia)	1.059.000	7.800	3
UNINET 1002 (foglio da 50 micron)	1.642.000	20.800	6
UNINET 1002 (foglio da 30 micron)	1.648.000	26.600	2
Cavo UTP Categoria 5	1.486.000	-	-

Risultati delle misurazioni degli errori di bit