

# Interferenza elettromagnetica

Daniele Cattaneo

**L'aspetto della compatibilità elettromagnetica per la progettazione di sistemi elettrici ed elettronici è sempre più curata**

L'interferenza elettromagnetica (EMI, ElectroMagnetic Interference) è un fenomeno che coinvolge tutte le apparecchiature elettroniche in generale: ogni dispositivo elettrico ed elettronico, infatti, genera attorno a sé un campo elettromagnetico caratterizzato da una determinata intensità, lo stesso evento che si verifica anche per i telefoni cellulari e le stazioni fisse.

I campi elettromagnetici generati dai dispositivi elettrici ed elettronici possono influenzare altri dispositivi posti nelle immediate vicinanze; questa situazione crea le condizioni per possibili interferenze elettromagnetiche. Il rischio di interferenze elettromagnetiche dipende quindi dalla frequenza delle onde, dalla potenza del trasmettitore, dalla distanza dei dispositivi e dalla modulazione proveniente dalla sorgente radio. Nel mondo odierno la crescente e diffusa importanza dell'elettronica nelle più svariate applicazioni ha portato una concentrazione di sorgenti di rumore elettromagnetico tale da saturare tutte le frequenze disponibili e generare un livello di interferenza reciproca da tenere sotto controllo.

Per esempio, quando nello stesso ambiente coesistono apparecchi con componenti elettrici oppure elettronici, si possono generare campi elettromagnetici, quindi si pone un problema fisico di compatibilità elettromagnetica (ECM, ElectroMagnetic Compatibility). Un sistema elettronico in grado di funzionare compatibilmente ad altri sistemi elettronici e che non produca o sia suscettibile alle interferenze è

un sistema elettromagneticamente compatibile con il proprio ambiente, ovvero soddisfa scientificamente tre requisiti: non causa interferenze ad altri sistemi, non è suscettibile alle emissioni

**Un sistema elettronico che coesiste con altri sistemi elettronici, che non produce e non è suscettibile a interferenze è un sistema elettromagneticamente compatibile**

degli altri sistemi e non causa interferenze interne. La direttiva prevede invece due requisiti essenziali: emissione di disturbi opportunamente limitata e massima immunità ai disturbi (insieme questi due requisiti soddisfano i tre precedenti). Da un certo punto di vista si può anche affermare che la compatibilità elettromagnetica è considerata come l'assenza di interferenza elettromagnetica. L'applicazione rigida dei requisiti di compatibilità elettromagnetica è la sola strada per eliminare o quantomeno ridurre le interferenze.

## Interazione di sistemi

Lo studio dei fenomeni di interazione elettromagnetica segue sempre un modello standard in cui devono essere presenti quantomeno una sorgente, un percorso di propagazione e un ricevitore di energia elettromagnetica. Un dispositivo sorgente emette segnali e disturbi la cui energia è trasferita a un ricevitore secondo un certo percorso di propagazione; è possibile che nel ricevitore si manifesti un percorso indesiderato oppure un degrado delle prestazioni: in tal caso saremo in presenza di un fenomeno di interferenza elettromagnetica. Per prevenire o quantomeno limitare le interferenze si possono adottare tre accorgimenti: sopprimere o limitare le emissioni direttamente alla sorgente, rendere il percorso di propagazione il più inefficiente possibile, rendere il ricevente meno suscettibile alle interferenze. Per sicurezza i tre metodi dovrebbero essere applicati a cascata: se infatti si avesse un'emissione nulla, il percorso di propagazione non potrebbe essere efficiente e non ci sarebbe motivo di schermare il dispositivo ricevente. Generalmente non è invece così: l'efficienza del percorso di propagazione, per esempio, è direttamente proporzionale alla frequenza del segnale generato dalla sorgente. I metodi per aiutare la compatibilità elettromagnetica sono così l'utilizzo di adeguati dispositivi di isolamento (ad esempio i soppressori), il disaccoppiamento oppure la limitazione della banda di ricezione dei segnali.

La compatibilità elettromagnetica è accertata ponendo un determinato dispositivo in una condizione di corretta operatività; successivamente è alimentato un secondo dispositivo e nel nuovo scenario il primo dispositivo deve continuare



**Modello logico per lo studio dei fenomeni elettromagnetici**

a funzionare senza degrado delle proprie prestazioni. Questo modo di procedere, tipico dei test EMC, può essere esteso a un numero crescente di dispositivi oppure di sistemi, ciascuno dei quali deve mantenere il proprio corretto stato di funzionamento.

Nei test per l'interferenza elettromagnetica, invece, l'approccio è di tipo quantitativo: le emissioni, misurate in volt, tesla, ampere ecc., sono confrontate con valori limite di specifica. Un test EMI positivo è tipicamente di buon auspicio per il superamento di un test EMC.

### Come si propagano le EMI

L'energia elettromagnetica si propaga per conduzione (cavi di alimentazione, cavi di segnale, conduttori di terra ecc.), per accoppiamento reattivo (sia induttivo che capacitivo) e per radiazione elettromagnetica. L'accoppiamento reattivo, in particolare, è funzione delle dimensioni e dell'impedenza del circuito accoppiato, della distanza (alte tensioni e alte impedenze sono caratteristiche tipiche dell'accoppiamento capacitivo) e dell'orientamento (accoppiamento induttivo, alte correnti e basse impedenze). Le interferenze elettromagnetiche, in particolare, sono quantificate e controllate secondo quattro categorie che coprono tutte le possibili permutazioni dei meccanismi di interferenza irradiati e condotti, sia con il controllo delle emissioni dal sistema sia con il controllo della sensibilità del sistema stesso. Le quattro categorie sono: emissioni irradiate (RE), suscettibilità irradiata (RS), emissioni condotte (CE) e suscettibilità condotta (CS). Per comprendere meglio i meccanismi di interferenza elettromagnetica si potrebbe considerare un semplice sistema elettronico costituito da diversi sottosistemi collegati via cavo e alimentati dalla rete civile a corrente alternata; l'alimentatore converte poi la corrente a 220 V ai vari livelli di tensione continua richiesti dai componenti del sistema. Infine i cavi interni hanno il compito di portare la tensione ai dispositivi elettronici. In termini di compatibilità elettromagnetica i cavi interni sono rilevanti perché particolarmente efficienti nell'emissione e nella ricezione di energia elettromagnetica; la loro lunghezza è direttamente proporzionale alla loro efficienza.

La connessione tra i vari sottosistemi può propagare segnali di interferenza quindi le connessioni sono un primo elemento da tenere sotto controllo per la compatibilità elettromagnetica. Un secondo aspetto riguarda invece i contenitori dei sottosistemi: se sono in metallo allora è possibile che siano presenti correnti indotte da segnali interni oppure esterni e che possano irradiare energia sia all'esterno sia all'interno del contenitore (nei componenti più economici i contenitori sono di plastica non conduttrice ma questi schermi spongono i circuiti elettronici alle emissioni elettromagnetiche che possono quindi irradiare direttamente energia oppure essere soggetti a interferenze esterne).

Le emissioni radiate sono proprio quelle generate da cavi di

alimentazione, schermi metallici contenenti un sottosistema, cavi interni che collegano

sottosistemi oppure componenti elettronici situati all'interno di contenitori non metallici; si tratta, di fatto, di onde

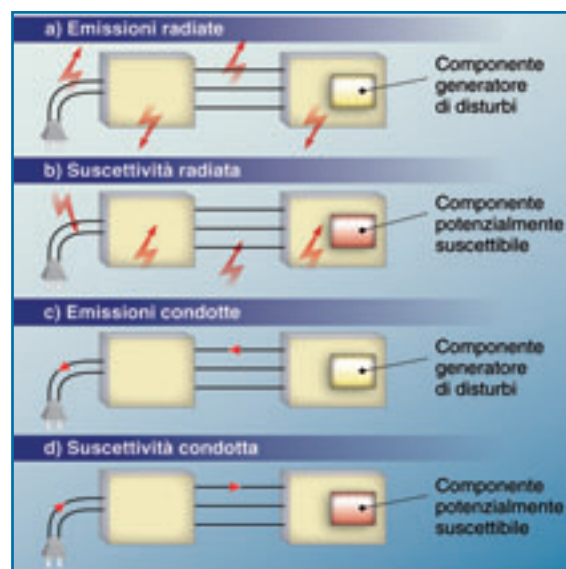
elettromagnetiche che si propagano nel mezzo circostante e sono frutto dell'irradiazione di correnti che circolano lungo elementi conduttori (schermi oppure cavi).

I cavi sono anche in grado di captare emissioni radiate da altri componenti elettronici situati nelle vicinanze, come se fossero delle vere e proprie antenne: le emissioni captate inducono nello stesso cavo correnti di disturbo che possono giungere sino ai componenti del sistema e generare fenomeni di interferenza. In tal caso il problema è focalizzato sulla sensibilità rispetto alle emissioni presenti nell'ambiente circostante per cui si parla di suscettibilità radiata, di fatto la potenza della radiofrequenza trasmessa da un sistema sorgente circostante è intercettata dai collegamenti del circuito di un altro sistema funzionante con livelli di segnale significativamente più bassi, tali da essere degradati dal disturbo del sistema sorgente.

La propagazione delle onde elettromagnetiche può avvenire anche attraverso i conduttori metallici, fenomeno spesso molto più efficiente rispetto alla propagazione nell'aria: per questa ragione è sempre buona norma prevedere lungo il percorso di accoppiamento particolari barriere, come i filtri, in modo da bloccare la trasmissione di energia non voluta (sono le emissioni condotte).

Al contrario la sensibilità di un sistema a segnali di disturbo intercettati attraverso cavi di alimentazione oppure cavi di interconnessione prende il nome di suscettibilità condotta. In generale i principali disturbi elettromagnetici si possono classificare in disturbi naturali (fulmini, scariche elettrostatiche, attività cosmica ecc.); disturbi artificiali intenzionali (emissioni radiotelevisive, telefonia cellulare, telefonia cordless, ponti radio, sistemi di navigazione, radar ecc.); e disturbi artificiali non voluti (qualunque circuito elettrico percorso da correnti variabili nel tempo come circuiti di clock, bus, schede digitali, alimentatori a commutazione, spazzole dei motori ecc.).

Le direttive di riferimento per la EMC sono le norme europee 89/336/CE. ■



**Classificazione dei tipi di interferenza elettromagnetica**