

Compatibilità elettromagnetica

I dispositivi che operano in ambiente di fabbrica devono funzionare anche in presenza di interferenze elettromagnetiche

MASSIMO GIUSSANI

Il piano di fabbrica ha sempre rappresentato un ambiente particolarmente rumoroso dal punto di vista delle interferenze di natura elettromagnetica: le linee di alimentazione, i transistori dovuti alla commutazione di dispositivi di potenza e relè, i disturbi generati dai motori elettrici mettono a dura prova le apparecchiature per l'elaborazione e la trasmissione dei dati utilizzati dai moderni sistemi d'automazione. Diviene così più che mai importante per i produttori, fornire dispositivi e apparecchiature che siano in grado di funzionare correttamente in presenza di un elevato livello di interferenze, sia esogene che endogene, e che non arrechino disturbo agli altri dispositivi ad essi direttamente connessi o situati nelle vicinanze. Il termine compatibilità elettromagnetica viene impiegato per indicare la capacità di un dispositivo di operare correttamente senza influenzare e farsi influenzare dall'ambiente circostante ed è oggetto di normative e standard internazionali.

Lo spettro dell'interferenza

Con interferenza elettromagnetica (EMI, ElectroMagnetic Interference) si intende generalmente l'insieme dei disturbi estesi all'intero spettro di frequenze; il termine interferenza a radiofrequenza (RFI, Radio Frequency Interference) viene invece utilizzato per specificare i disturbi nella banda di frequenza radio. Un apparato può generare disturbi elettromagnetici, in questo caso

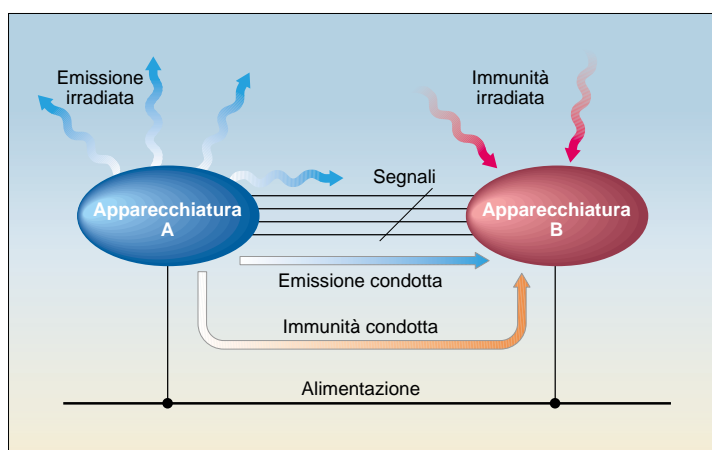


Fig. 1 - Le interferenze elettromagnetiche possono essere condotte o irradiate. I produttori devono fare in modo che le loro apparecchiature si mantengano al di sotto di determinati livelli di emissione e siano immuni a interferenze endogene ed esogene

si parla di emissione, oppure può subirne l'effetto. L'immunità elettromagnetica rappresenta una misura della capacità dell'apparecchio di funzionare correttamente in presenza di interferenze. Di converso, si utilizza il termine suscettibilità elettromagnetica per specificare quanto l'apparato sia sensibile ai disturbi. Emesse o subite che siano, le interferenze si possono propagare essenzialmente in due modi: per conduzione diretta (attraverso le linee di alimentazione e di massa o tramite i terminali d'ingresso e uscita) o per radiazione, intendendo con questo tanto l'irraggiamento vero e proprio, quanto l'induzione per accoppiamento induttivo e capacitivo. I termini in questione sono illustrati nella schema di figura 1. Le tensioni e le correnti indesiderate generate dall'interfe-

renza per conduzione possono essere limitate utilizzando dei filtri sulle linee di alimentazione e sui terminali di I/O, nonché con un'adeguata messa a terra degli impianti. L'effetto delle radiazioni elettromagnetiche può essere limitato schermando le apparecchiature e i cavi, riducendo la lunghezza di questi ultimi in modo da evitare la creazione di antenne involontarie e separando le linee di alimentazione da quelle dati per minimizzare gli effetti di induzione. Analogamente, l'influenza di apparecchiature particolarmente problematiche può essere contrastata tenendole il più possibile distanti dai dispositivi e dalle infrastrutture di rete più suscettibili; nei casi più estremi si può rendere necessario il ricorso a una tecnologia immune alle interferenze, qual è il caso delle connessioni in fibra ottica per il trasferimento dei dati.

Le norme di compatibilità elettromagnetica

Un'apparecchiatura soddisfa i requisiti di compatibilità elettromagnetica quando i livelli d'interferenza emessa (per conduzione e radiazione) si mantengono entro determinati limiti e quando offre un'immunità elettromagnetica al di sopra di un determinato livello. I valori di questi limiti sono l'oggetto di normative specifiche che possono variare per area geografica ed ente normatore. Nell'America del nord è la commissione federale per le comunicazioni (FCC) a stabilire i livelli massimi d'interferenza elettromagnetica che possono essere generati da un'apparecchiatura.

In Europa la CEE ha emanato una direttiva comunitaria sulla compatibilità elettromagnetica (89/336/EEC) nata dagli sforzi di IEC, CEI, Cenelec, Cislpr ed Etsi. Entrata in vigore il 1° gennaio 1996, questa direttiva prevede che il produttore doti ogni suo prodotto, oltre che del marchio CE, di una dichiarazione di conformità che sostanzialmente specifica i livelli massimi di emissione e di suscettibilità elettromagnetica. La dichiarazione deve essere conservata per almeno dieci anni dalla produzione dell'ultimo esemplare. I prodotti non conformi alla direttiva EMC non possono essere commercializzati sul mercato europeo. E' possibile classificare le norme di compatibilità elettromagnetica in quattro categorie: generiche, di base, di famiglia di prodotto e specificatamente di prodotto. Le categorie più specifiche hanno la precedenza su quelle di carattere più generale; questo consente a prodotti particolarmente critici di essere regolamentati conformemente a livelli d'interferenza tipicamente presenti in particolari ambiti applicativi. Gli standard generici di compatibilità si applicano a quei prodotti per i quali non esistono delle direttive specifiche e forniscono informazioni di massima sui livelli di

emissione e immunità in ambiti di carattere generale (ambiente industriale e residenziale), nonché una descrizione di alcune procedure di misura dei livelli e di classificazione delle prestazioni dei prodotti. A differenza di altri standard le norme EN fanno distinzione tra emissione e immunità: la tabella 1 ne fornisce un prospetto riassuntivo.

Le procedure di base per la misura e il collaudo

Informazioni più specifiche circa le procedure di misura e collaudo volte a rilevare aspetti specifici dell'emissione e della suscettibilità alle interferenze sono contenute nelle norme di base. In linea di massima le prove d'immunità si svolgono nel seguente modo: si definisce il livello di prestazioni per cui il prodotto deve essere certificato e si sottopone l'apparecchiatura a interferenze condotte e irradiate secondo i criteri specificati dalle relative norme. Il risultato della prova d'immunità è un responso di tipo binario volto a stabilire se l'apparecchio sia o meno in grado di funzionare correttamente in presenza di disturbi. Una prova di suscettibilità fornisce invece una classifica-

Tabella 1

Norme generiche di compatibilità elettromagnetica: direttiva 89/336/CEE

Immunità		
EN 61000-6-1	EN 50353-1	Immunità elettromagnetica nelle apparecchiature residenziali e commerciali
EN 61000-6-3	EN 50353-2	Immunità elettromagnetica nelle apparecchiature industriali
Emissione		
EN 61000-6-3	EN 50351-1	Emissione di interferenze elettromagnetiche nelle apparecchiature residenziali e commerciali
EN 61000-6-4	EN 50351-2	Emissione di interferenze elettromagnetiche nelle apparecchiature industriali

Tabella 2

Norme di base per il collaudo di compatibilità elettromagnetica: direttiva 89/336/CEE

Immunità		
EN 61000-4-2	IEC 10004-2	Immunità statica elettrostatica (ESD)
EN 61000-4-3	IEC 10004-3	Immunità ai campi elettromagnetici irradiati
EN 61000-4-4	IEC 10004-4	Immunità transienti veloci (Aur)
EN 61000-4-5	IEC 10004-5	Immunità transienti impulsivi (Aur)
EN 61000-4-6	IEC 10004-6	Immunità alle emissioni condotte indotte da campi a radiofrequenza oltre i limiti
EN 61000-4-8	IEC 10004-8	Immunità a disturbi elettromagnetici condotti e ai campi magnetici
EN 61000-4-9	IEC 10004-9	Immunità ai campi elettromagnetici impulsivi
EN 61000-4-10	IEC 10004-10	Immunità ai campi elettromagnetici oscillanti armonici
EN 61000-4-11	IEC 10004-11	Immunità a cadute, variazioni ed interruzioni di tensione
EN 61000-4-12	IEC 10004-12	Immunità a impulsi di corrente oscillanti armonici
Emissione		
EN 61000-3-2	EN 60555-2	Emissioni elettromagnetiche condotte (distribuzione armonica)
EN 61000-3-3	EN 60555-3	Emissioni elettromagnetiche condotte (Alfabetto di tensione, a fluke)

zione del prodotto in una delle seguenti categorie: a) il prodotto continua a funzionare come previsto; b) il prodotto subisce una temporanea riduzione delle prestazioni che non determina una perdita di dati una volta che le sollecitazioni sono rimosse; c) il prodotto smette di funzionare o subisce una perdita di prestazioni che permane alla rimozione delle sollecitazioni e richiede un intervento di ripristino manuale per tornare a operare normalmente; d)

il prodotto va incontro a una perdita di funzionalità permanente. Un prospetto riassuntivo delle diverse procedure di collaudo è riportato in tabella 2. Si osservi che le norme IEC (International Electrotechnical Commission) 1000-4-x hanno preso il posto delle pre-esistenti norme IEC 801-x. Per dare un'idea delle procedure adottate, una verifica d'immunità elettromagnetica generica prevede che l'apparecchiatura sia sottoposta alle interferenze determinate da scariche elettrostatiche (EN 61000-4-2), sorgenti a radiofrequenza comprese tra 30 MHz e 1 GHz (EN 61000-4-3) e a transistori elettrici veloci, i cosiddetti burst (EN 61000-4-4). Il primo test simula le sollecitazioni cui l'apparecchiatura è sottoposta quando l'utente tocca fisicamente l'apparecchiatura stessa o altri oggetti metallici attigui; il secondo rappresenta i disturbi generati da trasmettitori radio e telefoni cellulari; il terzo infine simula gli effetti della commutazione di dispositivi di potenza e di carichi induttivi sulle linee di alimentazione e di segnale. L'intensità delle interferenze cui l'apparecchio viene esposto dipende dal suo uso, commerciale/residenziale o industriale (ad esempio il campo elettrico dei disturbi RF

Tabella 2

Norme specifiche di compatibilità elettromagnetica		
Immunità		
EN 60951-1-2		Apparecchiature elettromedicali e scientifiche
EN 61547		Apparecchiature per illuminazione
EN 60013-2	CISPR 13	Ricevitrici e trasmettitori ed apparecchi radioelettrici
EN 60020	CISPR 20	
EN 60014-2	CISPR 14	Motori ed elettrodomestici
EN 60524		Apparecchiature informatiche
EN 61326		Apparecchiature di misura e di laboratorio
Emissione		
EN 60011	CISPR 11	Emissioni elettromagnetiche irradiate e condotte da apparecchiature elettromedicali e scientifiche
EN 60013-1	CISPR 13	Ricevitrici e trasmettitori ed apparecchi radioelettrici
EN 60014-1	CISPR 14	Emissioni irradiate (da 30 a 300 MHz) e disturbi intermittenti da parte di motori ed elettrodomestici
EN 60015	CISPR 15	Apparecchiature per illuminazione
EN 60022	CISPR 22	Emissioni elettromagnetiche irradiate (da 0,15 a 30 MHz) da apparecchiature informatiche

è rispettivamente di 3 V/m e di 10 V/m). Una tipica prova di emissione di disturbi elettromagnetici prevede un rilevamento a bassa frequenza (tra 0,15 e 30 MHz) sotto forma di misura delle tensioni comprese tra le linee di alimentazione e massa, e uno ad alta frequenza (oltre i 30 MHz) in termini d'intensità di campo elettrico e di potenza irradiata.

I limiti e i metodi di misura di emissione e immunità dipendono inoltre dal particolare tipo di apparecchiatura sotto esame. La tabella 3 riporta una selezione di norme specifiche di compatibilità elettromagnetica. ■