

Il progetto elettronico e la compatibilità elettromagnetica

Marco Dealesi
Andrea Buczkowsky
Giancarlo Cenni
TESEO SpA

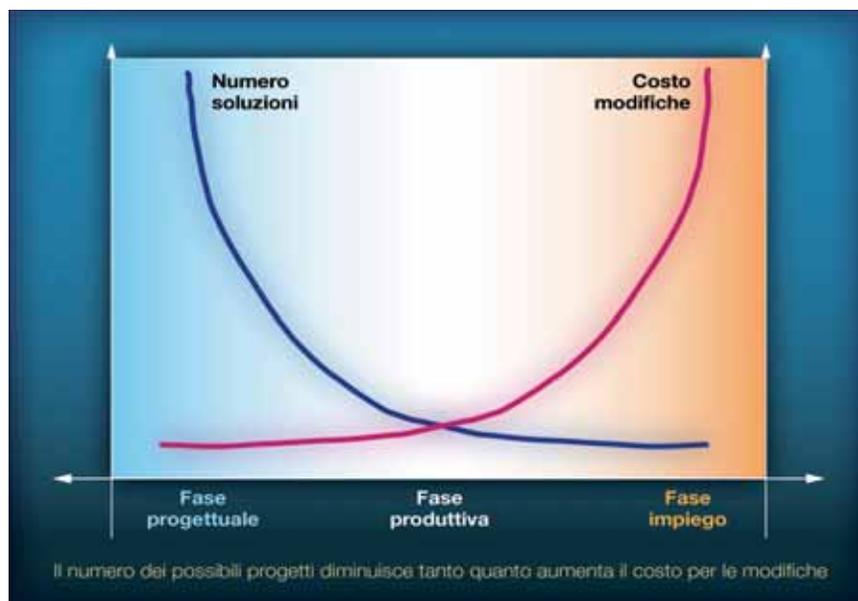
Il progetto elettronico di un nuovo prodotto non può prescindere dall'analisi dei requisiti di compatibilità elettromagnetica

Il metodo di progettazione tradizionale, quello che non valuta fin dal momento iniziale della ideazione come si comporterà il prodotto in un ambiente elettromagnetico reale, comporta oggi un forte e concreto rischio di dover sostenere oneri economici elevatissimi quando emergeranno le probabili incompatibilità tra prodotto e mondo circostante, rischio che l'azienda moderna, operante in regime di concorrenza globale, non può permettersi.

Approccio tradizionale alla progettazione elettronica

In passato il compito del progettista consisteva in:

- elaborazione dello schema elettrico e preparazione della lista delle parti. Con calcoli semplici il progettista assemblava uno per uno i componenti del singolo circuito e collegava i circuiti fino a produrre lo schema elettrico complessivo. Quando i calcoli si complicavano, come nello studio della stabilità degli anelli di controllo o dei fenomeni transitori, poteva accedere a strumenti di supporto quali i programmi di simulazione circuitale oggi disponibili per applicazioni analogiche, digitali, microonde a prezzi accettabili;
- designava dei collegamenti esterni alle schede;
- limitatamente a progetti di una certa qualità il "manufacturing dossier" che il



progettista doveva consegnare alla produzione poteva anche richiedere come sforzo extra le analisi di Parts Stress, Reliability Prediction, Worst Case...;

- una volta ricevuto il primo prototipo (mock-up "A" elettrico), il progettista eseguiva con la sua strumentazione le misure (tensioni, correnti, potenze, tempi...) e, se queste combaciavano con i calcoli eseguiti e collimavano entro tolleranze ragionevoli con gli esiti delle simulazioni, egli poteva ritenersi soddisfatto del proprio lavoro e passare, finalmente, a un nuovo sospirato progetto. Troppo spesso la soddisfazione del progettista risultava tuttavia di breve durata

Fig. 1 – Il numero dei possibili progetti diminuisce tanto quanto aumenta il costo per le modifiche

perché subito dopo, già sul successivo prototipo (mock-up "B" funzionale), i colleghi che pazientemente collaudavano le singole modalità di funzionamento segnalavano interferenze tra circuiti sorgenti di disturbi (PWM, controlli motori..) e circuiti sensibili ai disturbi (sensori analogici). In presenza di incompatibilità interne (intrafaccia), il programma di produzione si doveva necessariamente

arrestare perché un prodotto che non funziona bene in laboratorio non potrà sicuramente soddisfare le esigenze della clientela. E il progettista doveva rimettere le mani sul progetto quando già si crogiolava nella illusione di potersi dedicare a una nuova più stimolante iniziativa.

Il peggio deve ancora venire e ciò accade molto frequentemente durante la campagna di prove della marcatura CE in cui emergono i problemi di “interfaccia esterna” cioè di mancanza di compatibilità del prodotto con il mondo circostante con cui deve per legge e per ragioni di mercato realizzare un buon livello di coesistenza.

Il prototipo finale (definito “C”, identico al modello di preserie o di produzione) deve superare le prove di:

- emissione condotta e irradiata;
- immunità condotta e irradiata;
- ESD.

Sono prove numerose come quantità e indipendenti, ciascuna con sue caratteristiche proprie di frequenza, livello, severità, durata. Neppure il più fortunato dei progettisti riesce a superarle tutte se non ne ha valutato in precedenza i requisiti e svolto il progetto mettendone i requisiti allo stesso livello di importanza delle correnti e delle tensioni che deve conseguire. Come esempio facile da comprendere, una qualunque apparecchiatura, comprendente un alimentatore switching, priva di filtro sull'alimentazione non supererà di regola la prova di emissione condotta. È cosa risaputa, ma chi opera in un laboratorio non smette di dover riscoprire ogni volta che un altro prodotto viene rimandato indietro per aver superato il livello di emissione condotta stabilito nella norma applicabile al prodotto. La conta dei casi in cui manca il filtro (cosa nota e stranota) è un indicatore preciso di quante aziende ancora oggi seguano l'approccio tradizionale alla progettazione che equivale a doversi occupare dell'EMC quando il

soddisfare le normative emc incide sul costo del prodotto eseguire prove di

sviluppo e qualifica esternamente all'azienda è un costo addizionale a quello originario del prodotto in corso d'opera ogni rivisitazione del progetto implica ulteriore spesa di tempo e risorse la mancata o ridotta individuazione delle sorgenti interferenti richiede revisioni progettuali

dove sono i costi ...

... e qualche suggerimento per ridurli

non temere di eseguire un'accurata indagine emc sia a livello teorico sia sperimentale già dalle prime fasi progettuali progettare il prodotto in modo che passi le prove al primo tentativo ricorrere a simulatori impostando parametri e valori adeguati analizzare tutte le prestazioni emc (emissioni – immunità – esd) senza tralasciarne alcuna applicare metodi accurati di controllo delle emissioni e riduzione delle interferenze

problema è ormai serissimo e difficilissimo da recuperare con poca spesa.

Il ritorno dal laboratorio di marcatura CE è frequente per il progettista, che è stato chiamato all'ultimo minuto per “metterci una pezza” quasi impossibile, molto mesto e talvolta ossessivo. È l'equivalente di doversi ripresentare dopo la bocciatura a un esame, senza avere capito perché si è stati respinti. Nei casi più sfortunati si innesca un ciclo perverso: le ipotesi di possibile sintomo e rimedio possono venire smentite al prossimo tentativo di prova in laboratorio conto terzi, con risultati anche peggiori dei precedenti e si arriva così al panico e alla crisi per mancanza di risorse mentali. Gli americani chiamano questo metodo “progetto di crisi” mentre lo si potrebbe chiamare “di emergenza continua”. L'intervento viene avviato in stato di emergenza. Segue la ricerca affannosa di un consulente, l'eliminazione di ognuna delle possibili soluzioni perché impraticabili o troppo costose mentre l'orologio della produzione batte il tempo impietosamente.

In alcuni sporadici casi, la cui frequenza però sta aumentando, anche per un prodotto marcato CE correttamente, l'assistenza tecnica può raccogliere segnala-

zioni di malfunzionamenti inspiegabili nell'uso ordinario. L'aumento della densità dei prodotti elettronici sul territorio, in casa, negli ambienti commerciali o pubblici, e la loro sempre maggiore vicinanza fisica gli uni agli altri, uniti alla saturazione dell'ambiente da parte di nuove emissioni elettromagnetiche, causano suscettibilità prima sconosciute. Il compito più arduo consiste nello spiegare al cliente che il prodotto funzionava bene in laboratorio. Il cliente pretende che funzioni bene anche a casa sua e se ciò non accade il successo commerciale, obiettivo ultimo di tutta l'attività di progettazione, può essere accantonato. Esempi illustrativi del fenomeno sono il dispositivo che si trova vicino a una antenna WiFi camuffata o il wireless a bassissima frequenza vicino a una linea di distribuzione elettrica. Sono stati impiegati anni a convivere con le trasmissioni di radio AM, FM o TV, ma ora minacce aggiuntive arrivano da nuovi mezzi di trasmissione, molto più “locali” e cioè distribuiti capillarmente sul territorio. Il comportamento a volte è veramente misterioso ed è probabile sentirsi dire frasi tipo “ma è sempre andato bene” e “non è colpa mia”. La soluzione passa attraverso onerose inda-

gini sul posto da parte di personale tecnico superspecializzato provvisto di strumentazione dedicata certamente costosa. Per questi casi la soluzione teorica è ovvia e consiste nel considerare in fase di progetto che non soltanto si dovranno superare i test di marcatura, ma si dovranno individuare anche dei margini adeguati per tenere conto dell'impiego in esercizio, cioè in presenza quasi certa di sovraffollamento elettromagnetico e di nuove tecnologie RF.

Teoria del ciclo di vita

Dalla teoria del ciclo di vita si prenda l'aspetto che riguarda questa trattazione. Tutte le sfaccettature del comportamento di un sistema, compresa la compatibilità elettromagnetica, devono essere analizzate per tempo. Quanto più tardi emergono, tanto rare sono le possibili soluzioni tra cui scegliere la meno peggio e tanto più costose come indicato nel grafico di figura 1.

Basti pensare all'aggiunta del filtro sulle linee di alimentazione, che costituisce una variante minima quando si è ancora in fase di stesura dello schema elettrico, mentre può diventare proibitiva a prototipo "C" realizzato ("non c'è posto...bisogna rifare la scheda...bisogna ingrandire la scatola....il design industriale non lo permette.... il filtro porta fuori prezzo").

L'approccio di sistema

L'approccio sistematico o strutturato è l'alternativa vincente alla progettazione per l'emergenza. Se l'azienda ha grandi dimensioni il progettista elettronico sarà affiancato da un sistemista, da un termico, un meccanico, un designer.... Sarà sufficiente affiancargli anche uno specialista di EMC che vede i suoi requisiti non come aggiuntivi (dopo), ma come prioritari alla pari dei requisiti dimensionali, di costo, delle tolleranze delle tensioni e delle correnti calcolate. Per la verità molte aziende di grandi dimensioni sono già organizzate in questo modo, disponendo di mezzi per la

formazione dello specialista e di impianti di prova interni su cui fare le esperienze pratiche.

La stessa cosa non succede purtroppo nelle piccole e medie aziende, in particolare in quelle che provengono da altri settori, quali la meccanica, e si trovano a dover ospitare sempre più dei dispositivi elettronici (quasi un corpo estraneo nella loro mentalità) perché i prodotti sono sempre più automatici e svolgono sempre più funzioni. Il progettista elettronico fa tutto da sé, dovendosi occupare anche dei problemi termici e meccanici; alla stessa stregua dovrà farlo anche per la compatibilità elettromagnetica, compito difficile sia per la difficoltà intrinseca della materia (le equazioni di Maxwell alla base della teoria sono equazioni differenziali alle derivate parziali, parecchio più difficili della legge di Ohm e di Kirchhoff) sia perché quello che più conta, essendo la matematica di poco aiuto e la materia non intuitiva, risulta essere l'esperienza raccolta nei progetti precedenti e in particolare in quelli che hanno creato dei problemi e nelle iniziative intraprese con successo per la loro soluzione. L'esperienza si accumula di progetto in progetto fino a quando il caso presente assomiglia a un caso già visto e l'accumulo di esperienze richiede pertanto tempi lunghi, anche di alcuni anni.

La progettazione EMC

Articoli successivi illustreranno come prevenire i problemi entrando negli aspetti tecnici della progettazione per la compatibilità elettromagnetica. Per la massima efficacia pratica (si è sempre pragmatici al massimo) saranno dedicati ciascuno a un caso "canonico" che si fondi su una base teorica minima e impieghi gli espedienti (i trucchi) del mestiere per la sua soluzione. Il caso sarà riferito alle prove di marcatura che, contenendo numeri e clausole vincolanti, sono un ottimo riferimento di partenza.

Se nel progetto sono stati considerati i

requisiti delle prove, è stato constatato che i componenti degli schemi non sono esaustivi al fine di spiegare il comportamento alle alte frequenze del prodotto, che esistono componenti parassiti che discostano i singoli componenti dal comportamento ideale. Se è stato fatto tutto ciò creando uno scenario EMC in cui pesare almeno qualitativamente i principali parametri in gioco, scartando i moltissimi parametri sicuramente secondari, quando arriveranno le prove funzionali o qualche piccolo inconveniente nella marcatura o qualche segnalazione dall'assistenza tecnica, non soltanto si sarà preparati e pronti a intervenire, ma avendo dato spazio nel progetto esecutivo a predisposizioni varie in precedenza (sono stati lasciati spazi per componenti e filtri, ad esempio), l'intervento che non si è riusciti a evitare completamente sarà comunque minimo e tollerabile come impatto sui costi e sulla tempistica. Anche psicologicamente è fonte di forte motivazione per il progettista il sapere che si ha una piena conoscenza del comportamento del proprio prodotto. Una prova che egli non ha potuto materialmente eseguire per mancanza di strumentazione adeguata, ma è stata sviscerata a fondo dal punto di vista concettuale, può talvolta generare qualche sorpresa; la consapevolezza però della propria forza e del dominio della materia consentirà il facile e rapido superamento dell'ostacolo.

Che l'approccio di sistema debba assolutamente sostituire quello tradizionale lo dice tuttavia non soltanto lo psicologo, ma colui che tiene i cordoni della borsa e "fa i conti". Le onerose brutte sorprese che si possono avere in fase di progettazione di un nuovo prodotto nel caso in cui si consideri l'EMC come operazione aggiuntiva e non come elemento indispensabile, sono un rischio sicuramente da evitare.

readerservice@fieramilanoeditore.it
TESEO n.18