

Qualità, tecnologia, affidabilità

Nel settore automotive oltre il 70 % dell'innovazione/competitività è basato sull'elettronica HW/SW (nuovi componenti, moduli, piattaforme). Questo trend ha portato il "valore" dell'elettronica all'interno dell'auto dal 25% del 2005 ad oltre il 55% del 2013. La garanzia dell'affidabilità delle nuove soluzioni diventa un fattore determinante per il successo sul mercato

di Gianni Orlandini

Nel settore automotive le tematiche di "garanzia dell'affidabilità" sono particolarmente significative perché componenti, prodotti, sistemi elettronici utilizzati sono oggi la componente più significativa per l'innovazione quindi per la competitività sui mercati di riferimento in cui i vari *car makers* operano.

Per dare informazioni su alcuni trend, oggi il 70-80% dell'innovazione/competitività nel settore automotive è basato sull'elettronica HW/SW, portando il "valore" dell'elettronica a pesare oltre il 55% sul valore complessivo di un'auto (ved. Fig. 1).

Questa esigenza di innovazione porta a integrare in maniera continua nuovi componenti, nuovi moduli, nuove piattaforme tecnologiche con la necessità di garantire l'affidabilità delle nuove soluzioni che siano migliori/uguali alle soluzioni preesistenti ormai consolidate nel tempo che esse vanno a sostituire, con l'aggiunta del fattore complessi-

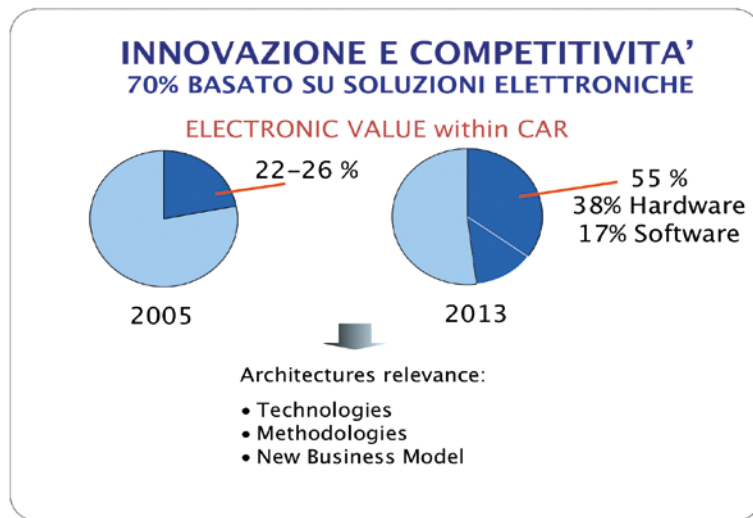


Fig. 1 - Innovazione e competitività nel settore automotive: dati percentuali

si" dovuto alla proliferazioni di moduli e soluzioni (ved. Fig. 2)

Valutazione e misura dell'affidabilità

Il come valutare l'affidabilità diventa un'attività estremamente impor-

ante per tutte le aziende della filiera, attività particolarmente complessa e articolata nel settore automotive; tale attività comporta costi che sono ampiamente giustificabili se raffrontati ai costi della "non affidabilità" che possono causare gli onerosissimi rientri specifici di questo settore. Diventa di

conseguenza un momento importante la formazione imprenditoriale per la divulgazione e la sensibilizzazione dell'importanza dell'affidabilità, della sua progettazione, della sua valutazione e delle sue misure.

A questo proposito è importante richiamare la normativa di riferimento perché, spesso, si confondono i termini *Affidabilità* e *Qualità*, quest'ultima intesa come rispondenza alle specifiche dell'elemento a "tempo zero", normalmente misurata durante e al termine della produzione. *L'Affidabilità* è definita invece come "attitudine di un elemento a svolgere la funzione richiesta in condizioni date per un dato intervallo di tempo", tradotta in termini quantitativi come "probabilità che l'elemento sia in grado di eseguire la funzione richiesta, nell'intervallo assegnato e in condizioni stabilite".

Un esempio applicativo

Un caso concreto, utile a esemplificare l'importanza di un corretto approccio alle tecniche affidabilistiche per le aziende impegnate nel mercato automotive, è quello sviluppato con un importante Gruppo italiano nel settore della distribuzione di energia, nella cui realtà l'affidabilità dei moduli elettronici è fondamentale. Fotografata la situazione reale e individuati i precisi obiettivi da raggiungere, è stato scelto di partire da un *test vehicle* riguardante la componentistica elettronica che veniva impiegata e capire quali simulazioni potessimo utilizzare per analizzare la "filiera" che concorre alla realizzazione di moduli elettronici.

Abbiamo messo sotto controllo i giunti di saldatura "lead free", per valutarne le variazioni chimico-fisiche mediante lo studio della conducibilità e delle impedenze correlato all'invecchiamento del giunto stesso, tramite varie metodologie e normati-

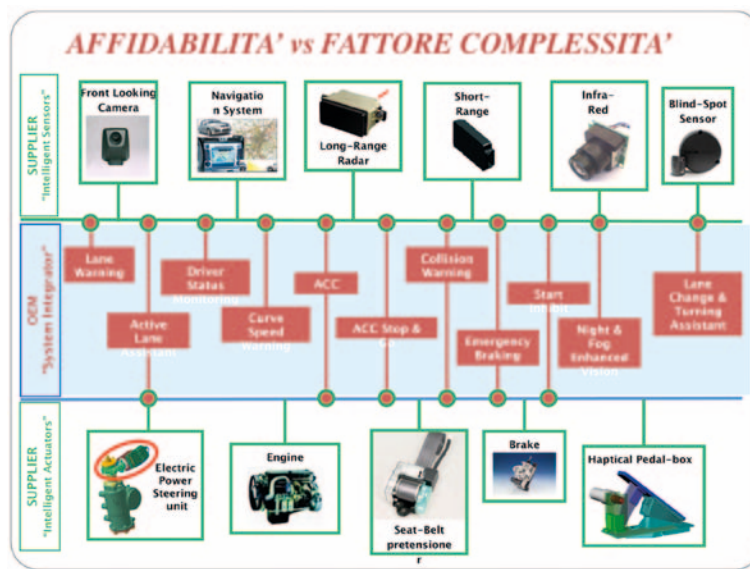


Fig. 2 - Affidabilità e fattore complessità. I due elementi, come si può notare, sono fortemente correlati

ve di riferimento. Durante 5-6 mesi di lavoro abbiamo effettuato verifiche sui giunti di saldatura su 4 diverse tipologie di finiture superficiali, usando diversi tipi di leghe saldanti e di componentistica (QFP, BGA, PLCC, PTH, componenti tradizionali, ecc.) impiegati nella costruzione della schede elettroniche. Le norme di riferimento erano le varie IPC. Le analisi svolte tendevano, in primo luogo, ad accertare che il processo industriale fosse sotto controllo, per evitare perdite di tempo: la "mortalità infantile" del componente elettronico è quella che si presenta dopo i primi mesi di vita, quindi - quando si esegue un test vehicle - è fondamentale progettare in un ambiente industriale in cui la sicurezza del processo produttivo è fuori discussione. Bisogna poi possedere adeguate attrezzature e strumenti di controllo e verifica: nel caso specifico, una potente macchina RX 3D di ultima generazione per sofisticate analisi del processo di saldatura bordo macchina, attrezzature per prove di *pull test*

e *shear test*, *capabilities* esterne o interne per micro sezioni su giunti saldati. (Fig. 3 e 4)

Per ogni livello di produzione è stata effettuata un'analisi su un campione significativo: microsezione, pooling share test, sezioni e analisi metallografiche, ecc. La valutazione dei risultati ottenuti consente di eliminare eventuali difetti. È stato quindi fatto il punto sulla morfologia fra il test vehicle e le schede in campo con oltre 10 anni di vita e un confronto dei risultati tra schede con finiture differenti, scegliendo sia schede commerciali sia altre progettate ad hoc, che comprendessero ogni tipo di componentistica usata.

Ipotesi di affidabilità

Sono state poi svolte alcune ipotesi di affidabilità, in quanto l'obiettivo era quello di spingerci con le prove fino a coprire dai 12-15 anni fino ai 20 anni di vita equivalente: trattandosi di prove "zero difetti", si è voluto eliminare il rischio di non costruire un'ipote-

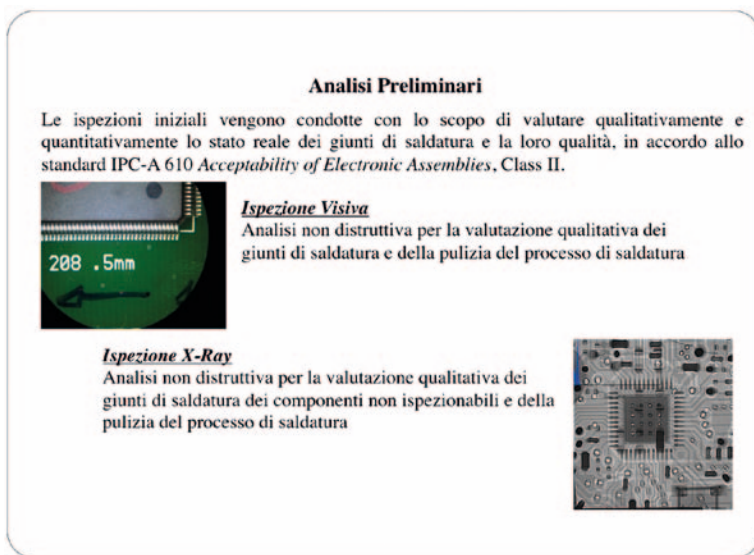


Fig. 3 - Analisi preliminari effettuate nel corso del test qualitativo e di affidabilità

si affidabilistica sufficientemente utile, che si può ottenere solo spingendosi con le prove abbastanza avanti nel tempo. Molto importante è stata la scelta dei cicli termici da seguire durante le prove: nel caso specifico, cicli da 0 a 100 °C, con *dual time* di 10 minuti e un gradiente termico di 15 °C/min, hanno richiesto l'impiego di una cella climatica di elevate prestazioni (Fig. 5).

Sono stati infine realizzati quattro campioni per ciascun tipo di lega saldante, simulando 20 anni di vita equivalente. Importantissimi sono stati poi altri due elementi considerati: la freccia di deformazione dovuta agli effetti termici (sono stati progettati degli specifici sensori a fibra ottica per analizzarli) e l'impiego di metodologie DOE, fondamentali su processi multivariabili.

Spesso queste metodiche DOE vengono giudicate affrettatamente troppo costose: il DOE serve proprio a eliminare il "PVC" (Proviamo/Vediamo/Cambiamo), prevenendo le variabili, per capire quali siano influenti. Alla fine, i risultati so-

no estremamente razionali, correlati e affidabili. Ci vogliono gli operatori adatti per applicare tali metodologie e, purtroppo, oggi le professionalità si sono man mano ridotte in quest'ambito. Eppure, in determinati settori, questi aspetti hanno effetti

rilevanti sui costi della non affidabilità che giustificano ampiamente l'investimento per valutare, misurare e migliorare l'affidabilità.

La mole di risultati ottenuti è stata molto importante per il tipo di output che ne è derivato, compensando adeguatamente il lavoro iniziale di progettazione e pianificazione, effettuando 150 giorni di cella climatica, equivalenti a 12-15 anni di vita in campo. Risultati e raccomandazioni emerse sono numerosissimi. Per citarne solo alcuni vi sono informazioni estremamente tranquillizzanti per alcuni tipi di finiture ENIG con lega saldante 305 (nessun guasto dopo 12 anni simulati) e per le finiture OSP (1 guasto dopo 12 anni simulati), mentre sono state rilevate indicazioni preoccupanti su alcuni componenti PTH e tradizionali. Erano stati inoltre inseriti nel test alcuni dispositivi di reballing (processo richiesto, ad esempio, in ambito militare) e i risultati sono stati tutt'altro che rassicuranti.



Fig. 4 - Push & Shear Test e analisi metallografica



Fig. 5 - Campioni nella camera climatica

Considerazioni conclusive

L'esempio riportato evidenzia che la capacità di progettare l'affidabilità, di predirla e infine di misurarla richiedono competenze specifiche, l'accesso ad una mole importante di dati. Per far questo può essere molto efficace il confronto tra realtà industriali apparentemente diverse (ferroviario, medicale, automazione industriale, ecc.), ma che in realtà sono accomunate dalla necessità di garantire alti livelli di disponibilità e di continuità nei loro prodotti o servizi. La messa a fattor comune, da parte del *Reliability Manager*, della propria esperienza consolidata, favorisce le scelte operate per valutare l'affidabilità in relazione ai fattori di rischio maggiormente

frequenti in prodotti come le schede elettroniche, fornendo validi metodi per trovare spunti di miglioramento. In particolare, il confronto tra tecniche *top down* (predizione matematica, simulazioni, test HALT) e *down top* (raccolta dati dal campo/esercizio per lunghi periodi d'osservazione) è utile per capire quale approccio sia più preciso e veloce anche in relazione alla natura dei sistemi investigati (meccanici, elettronici, elettrotecnici) e alla complessità dei dati registrati.

Condividere competenze ed esperienze, servirà per poterle rendere utilizzabili non solo all'interno delle grandi Aziende ma anche all'interno delle PMI che, molto spesso, pur sensibili alle tematiche, non dispongono delle risorse finanziarie da allocare per

questo genere di attività. Le attività basate sul rigore scientifico vanno attuate in ambito industriale per individuare le aree di failure e il conseguente miglioramento su tutta la "filiera" dalla progettazione, regole di industrializzazione, supporto c/s, componentistica, linee di montaggio, rispetto rigoroso delle regole ESD, leghe e gradi di finitura dei c/s, efficacia del test RX - ICT / Flying probe, End Of Line.

Costituire un R&CC - Reliability & Competence Center

Per dare risposta alle problematiche fin qui tracciate è necessario, basandosi sull'esperienza, costituire un *Reliability Competence Centre* che nella sua operatività possa condividere le best practices fra le varie aziende, strutture, esperienze, laboratori, centri gestione strumentazioni accreditati, docenti Universitari, manager con esperienza diversificata ed esperti per ottenimento di finanziamenti agevolati. Questa struttura consentirà di implementare attività per valutare l'affidabilità, fornire consapevolezza sui fattori di rischio maggiormente frequenti (ad esempio in prodotti presenti in differenti settori industriali quali le schede elettroniche), fornendo validi metodi per la garanzia dell'affidabilità di moduli, componenti, prodotti. Infine la conoscenza delle prestazioni di affidabilità rappresenta il punto di partenza per studi più complessi come le valutazioni RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety), l'analisi di rischio, gli studi SIL (Safety Integrity Level) e, non ultime, le FMEA/FMECA (Failure Modes and Effects Analysis/Failure Modes, Effects and Criticality Analysis), la FTA (Fault Tree Analysis), l'HAZOP (Hazard and operability study), la Markov Analysis e così via. ■