

Il test elettrico

Le virtù del collaudo in-circuit rimangono per molte aziende produttrici di schede una prerogativa preziosa e nel contempo, una necessità imprescindibile per garantire la qualità dei prodotti. Ecco una serie di nuove soluzioni di collaudo in-circuit per superare la mancanza di test point e mantenere elevato il tasso di copertura guasti del test elettrico.



Collaudo ICT virtuoso e letto ad aghi virtuale

DI L. CORLI

LE VIRTÙ DEL COLLAUDO IN-CIRCUIT

Il collaudo in-circuit di una scheda elettronica, spesso identificato dagli addetti ai lavori con l'acronimo ICT (*In-Circuit Test*), ha superato ormai i trent'anni di vita, ma pur avendo dovuto continuamente far fronte all'evoluzione tecnologica dei componenti e dei circuiti stampati che ha generato costantemente nuove esigenze e nuove problematiche da risolvere, questa tecnica di test elettrico rimane per molte aziende produttrici di schede uno strumento prezioso ed al contempo una necessità imprescindibile per garantire la qualità dei prodotti ai loro rispettivi clienti.

Gli artefici della grande diffusione dei tester ICT a livello mondiale, so-

no stati da sempre la grande efficacia nella **rilevazione puntuale dei difetti di processo** (cortocircuiti, circuiti aperti, componenti mancanti o di valore errato, ecc...), la **velocità** di esecuzione e la **generazione automatica** dei programmi di test.

Quest'ultima caratteristica in particolare, a fronte della semplice disponibilità dei dati CAD di progetto della scheda da collaudare, permette di non dover scomodare progettisti o esperti di prodotto per studiare e attrezzare il collaudo, consentendo ad esempio anche a chi monta schede per conto terzi di fornire il test in-circuit come servizio a testimonianza della qualità della propria produzione, pur non disponendo del reparto di progettazione al proprio interno.

IL VIZIO DEL COLLAUDO IN-CIRCUIT

Sin dalla nascita, il collaudo in-circuit è stato spesso associato o addirittura identificato con un oggetto ben preciso, il cosiddetto **letto ad aghi** (anche conosciuto con il termine Inglese *Bed Of Nails*), ovvero un accessorio meccanico, comunemente chiamato *test fixture*, costituito da una serie di contatti a molla (i cosiddetti *puntalini*) atti a realizzare il collegamento elettrico tra la strumentazione di misura contenuta nel sistema di collaudo e la scheda sotto test (spesso chiamata UUT da *Unit Under Test*).

Il letto ad aghi è nato come soluzione ingegnosa ed estremamente utile per interfacciare con grande

rapidità d'interconnessione un sistema di collaudo ad una scheda elettronica, poiché fornisce la possibilità di accedere facilmente a tutti i nodi elettrici del circuito (spesso chiamati in gergo *net*) sfruttando vari tipi di test point, fori di via e piazzole di componenti a montaggio tradizionale (*PTH*) e garantendo anche la possibilità di automatizzare questa fase d'interconnessione veloce ove richiesto.

Il grande limite del letto ad aghi è però quello di risultare **specifico per ogni tipologia di scheda**, con conseguente moltiplicazione dei costi di gestione di un ATE (*Automatic Test Equipment*) ICT al variare dei prodotti da collaudare, dato che una semplice revisione del layout del circuito stampato obbliga molto spesso l'utente al rifacimento del letto ad aghi stesso.

L'accorciamento della vita media di molte schede elettroniche, non

dovuto certamente alla loro scarsa qualità, bensì ad un mercato frenetico e talvolta schizofrenico che impone la novità ed il nuovo modello anche a fronte dell'assenza di un bisogno reale, ha messo più volte il produttore di schede di fronte al grande dilemma: "adotto il collaudo in-circuit, ovvero spendo per il letto ad aghi, oppure no?".

La domanda è sostanzialmente legata alla capacità di poter ammortizzare il costo della test fixture in funzione dei volumi di schede da produrre ed al costo unitario del campione di prodotto, ma la risposta non è sempre facilmente disponibile, basti pensare al periodo di grande incertezza che vive l'economia a livello mondiale, dove le previsioni di molte produzioni industriali hanno quasi la stessa visibilità nel futuro di quelle meteorologiche e pochi sono in grado di garantire "i numeri" per pianificare correttamente il da farsi.

IL VIRTUALE DIVENTA VIRTUOSO

L'impossibilità di recuperare una test fixture per adattarla ad un cambiamento del prodotto, ha stimolato negli anni molti tentativi di ridurre al minimo l'impatto del letto ad aghi sui costi del collaudo: alcuni sono andati a buon fine, altri sono decisamente caduti nel vuoto e tra quest'ultimi citiamo ad esempio il celebre letto ad aghi universale, dotato di una griglia di contatti a molla equidistanti tra loro, concepito da chi aveva l'utopia di indurre i progettisti a disporre i componenti sulle schede rispettando un certo allineamento a tale griglia e soprattutto ideato da chi non aveva intuito l'arrivo della componentistica di tipo SMT che ne avrebbe eliminato completamente l'utilità come puntualmente accaduto. Partendo dall'idea di accedere ad ogni net di una scheda elettronica tramite un contatto a molla, che



Fig. 1: il sistema di collaudo a sonde mobili Pilot V8 di Seica

dunque nel letto ad aghi ha una posizione fissa, verso la metà degli anni '80 in Giappone si è pensato ad esempio di costruire i primi e rudimentali sistemi a sonde mobili, ovvero di contattare la UUT non mediante aghi fissi, ma molto banalmente servendosi di aghi movimentati all'occorrenza in posizioni diverse della scheda mediante un sistema meccanico nelle tre direzioni XYZ dello spazio. Quei sistemi, decisamente poco performanti a livello della strumentazione di misura, avevano la prerogativa di contattare direttamente i componenti della UUT, ignorando il circuito elettrico di quest'ultima e quindi l'interazione tra i componenti stessi e proponendosi più come tester di componenti montati sulla scheda che come tester della scheda nel suo complesso.

Nel 1994, fu di Seica (prima azienda Europea a sviluppare un ATE a sonde mobili), l'idea di implementare il **letto ad aghi virtuale**, ovvero di concepire il collaudo a sonde mobili come se ci si trovasse di fronte ad un letto ad aghi reale e quindi sfruttando tutte le peculiarità di un vero tester ICT: la generazione automatica del programma di collaudo a partire dai dati CAD della UUT, l'analisi della rete elettrica di quest'ultima per la generazione delle guardie che isolano tra loro i componenti durante il collaudo, l'alimentazione della UUT per il collaudo dei componenti attivi, ecc... Fu una vera e propria rivoluzione per il settore del test, tanto che l'idea di accoppiare l'elettronica di un ATE ICT ad una meccanica di movimentazione delle son-

de venne poi sviluppata anche da altri, con conseguente diffusione a livello mondiale di centinaia e centinaia di sistemi a sonde mobili, che presentavano ai clienti l'incredibile **vantaggio di non dover costruire una test fixture a letto ad aghi per ogni tipologia di scheda**, richiedendo semplicemente di generare un programma applicativo software al variare del prodotto da testare! Sono passati 16 anni da quando quell'idea che diede un enorme impulso al mercato degli ATE a sonde mobili trovò applicazione nel primo sistema di tipo flying probe di Seica, denominato S20FP, anni durante i quali produttori di schede elettroniche hanno continuamente richiesto nuove prestazioni agli ATE a sonde mobili, ingolositi dalla enorme flessibilità che questi sistemi garantiscono, tanto che oggi gli stessi sistemi hanno raggiunto livelli di performance, velocità e versatilità davvero incredibili e forse inimmaginabili a quei tempi. Il sistema Pilot V8 di Seica ad esempio, senza dubbio il più innovativo e potente nel mercato attuale (**Fig. 1**), non fosse altro per la sua architettura verticale assolutamente unica nel suo genere, consente oggi di combinare in unico ATE le seguenti prestazioni:

- collaudo ICT a scheda non alimentata (MDA, *Manufacturing Defects Analyzer*, per la misura di componenti passivi);
- collaudo ICT a scheda alimentata (dedicato a componenti attivi, sia analogici che digitali)

- collaudo OPENTIC (per rilevazione saldature mancanti su circuiti integrati e connettori);
- collaudo FNODE (per analisi di firma analogica anche in assenza di dati CAD);
- collaudo PWMON (per analisi di firma digitale anche in assenza di dati CAD e con UUT alimentata);
- collaudo Quick Test (per eseguire in maniera ultra-rapida prove funzionali analogiche e digitali senza linguaggi di programmazione);
- programmazione OBP (*On Board Programming*, per la programmazione in-circuit di microcontrollori e memorie digitali);
- collaudo AOI (*Automatic Optical inspection*, per ispezione visiva di presenza/assenza/rotazione componenti);
- collaudo FlyScan (*Boundary Scan Test* completamente integrato sulle sonde mobili);
- collaudo Thermal Scan (per rilevazione temperatura componenti e miglior diagnostica delle schede da riparare);
- reverse Engineering (per ricostituzione dati CAD e schemi elettrici quando assenti, finalizzata al collaudo e non solo).

E, come se non bastasse, tutto quanto elencato qui sopra ha la possibilità di essere eseguito tramite un unico programma applicativo e mediante la funzione "**Parallel Test**", che prevede il **collaudo contemporaneo di due UUT** grazie all'architettura verticale ad 8 sonde mobili (l'unica che davvero permette il collaudo con accesso simultaneo ad entrambi i lati della UUT senza problemi di planarità e senza

finte sonde mobili che fungano da pseudo-supporti fissi) con conseguente **dimezzamento dei tempi di collaudo** rispetto ai sistemi a sonde mobili tradizionali che accettano una sola UUT per volta.

Tra le ultime novità disponibili sul sistema Pilot V8 vanno sicuramente menzionate le due sonde mobili supplementari dedicate all'alimentazione della UUT (*Power Probes*), che consentono l'esecuzione del collaudo funzionale alimentando la UUT stessa anche con correnti elevate senza l'ausilio di alcun cavo o connessione fissa, come invece normalmente richiesto in altri ATE a sonde mobili.

IL PARALLELO TRA LETTO AD AGHI E SONDE MOBILI

Non va dimenticato tra l'altro, che la possibilità di collaudare più schede contemporaneamente messa a disposizione oggi dal sistema **Pilot V8**, consente lo sfruttamento al massimo delle **8 sonde mobili** anche a chi, ligio alle regole di DFT (Design For Testability), garantisce ancora la presenza di tutti i test point della scheda su un unico lato.

Questo vincolo, anticamente imposto proprio dal collaudo ICT a letto ad aghi, sta mettendo a dura prova molti progettisti di schede e circuiti stampati, che spesso sono invece costretti a distribuirli su entrambi i lati della UUT per ragioni di spazio: da tempo per questo motivo sono nati i letti ad aghi di tipo "sandwich" (**Fig. 3**), ovvero con aghi che contattano la UUT su entrambi i lati contemporaneamente e per naturale conseguenza sono nati anche sistemi con 4 sonde mobili per lato come Pilot V8, che all'occorrenza possono essere impiegati per il collaudo di una sola UUT contattabile con 8 sonde mobili simultaneamente (4 per lato), oppure per il collaudo di 2 UUT in contemporanea, con 4 sonde dedicate a ciascuna e lo stesso programma di test in esecuzione (**Fig. 2**).

Anche il Parallel test, così come il test con accesso contemporaneo ai due lati della UUT, nasce storicamente prima sui sistemi ICT a letto ad aghi, per poi trasferirsi, nell'ambito della piattaforma Seica VIP, sui sistemi a sonde mobili e per coloro che oggi acquisiscono un ATE ICT Seica della linea Strategy, rappresenta un potentissimo strumento di aumento della resa della stazione di collaudo, per-



Fig. 2 - Il collaudo simultaneo di 2 UUT su ATE Pilot V8 di Seica

mettendo di testare fino a 4 UUT contemporaneamente con un'unica test fixture (come quella illustrata nella **Fig. 4** ad esempio).

Quando il concetto di test contemporaneo viene estremizzato al massimo, a fianco della moltiplicazione delle sonde mobili di un ATE flying probe o della moltiplicazione degli aghi di una stessa test fixture, la piattaforma VIP Strategy di Seica offre addirittura la moltiplicazione degli adattatori di test (anche comunemente detti tastatori o receiver), dando vita al sistema Strategy TW visibile in **Fig. 5**, dove viene garantito l'utilizzo di due test fixture identiche o diverse, sia in contemporanea che a fasi alterne, onde consentire all'occorrenza

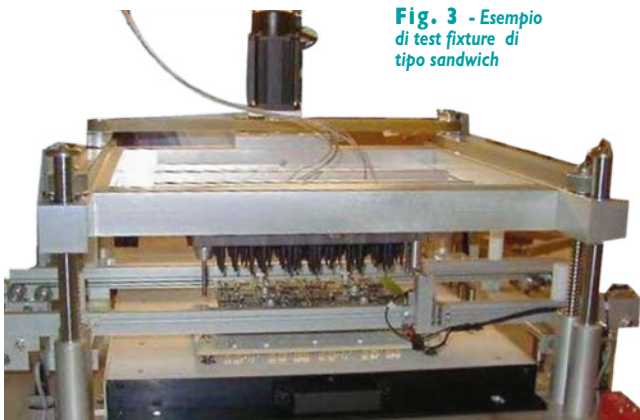


Fig. 3 - Esempio di test fixture di tipo sandwich



Fig. 4 - Test fixture per collaudo ICT contemporaneo di 4 UUT su sistemi Seica VIP Strategy

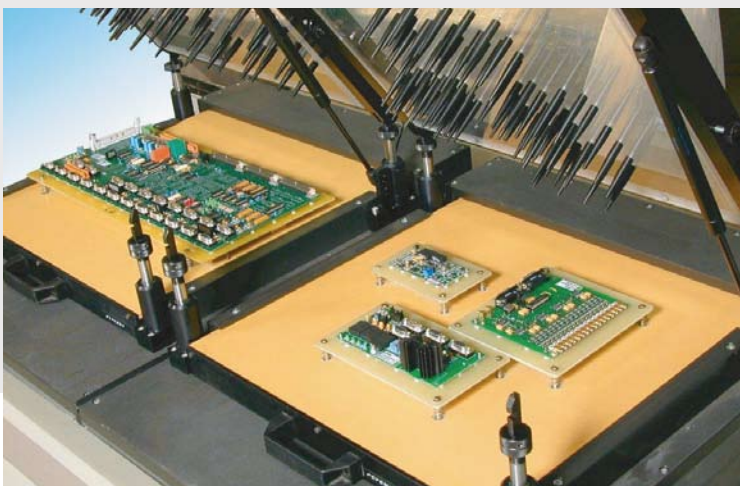


Fig. 5 - ATE Seica VIP Strategy TW equipaggiato con doppio tastatore per letti ad aghi

sia l'azzeramento dei tempi di carico e scarico manuale delle UUT da parte dell'operatore addetto al collaudo, sia un vero e proprio collaudo contemporaneo anche di prodotti diversi.

VBN: LETTO AD AGHI VIRTUALE E TEST FIXTURE REALE

Come illustrato fin qui, la piattaforma Seica VIP è in grado di fornire soluzioni ICT di varia natura, che spaziano dalla necessità di avere una test fixture, quindi un letto ad aghi reale, a quella di poterla eliminare, attraverso un ATE flying probe che si basa sul concetto di letto ad aghi virtuale, a quella di aumentare la velocità del collaudo realizzando test fixture che accolgono più UUT o utilizzando sistemi a sonde mobili che ne collaudano 2 in contemporanea, fino a spingersi a sistemi ICT con più di un tastatore che accettano più di una test fixture per volta.

La piattaforma unica VIP, che abbraccia tutte le linee di tester prodotti da Seica, è evidentemente il segreto di questo continuo intreccio tra sistemi a letto ad aghi e sistemi a sonde mobili, dove l'unico software di gestione VIVA e l'unico hardware di misura con architettura DSP garantiscono anche portabilità dei programmi di test tra letti ad aghi e sonde mobili e viceversa. Recentemente la piattaforma VIP di Seica si è ulteriormente arricchita di una nuova tecnica di collaudo, denominata **VBN** (che sta per **Virtual Bed of Nails**) dove una test fixture reale ed un letto ad aghi virtuale si incontrano

per merito della tecnologia Boundary Scan, a completare una gamma di soluzioni di collaudo davvero unica per varietà e prestazioni nel suo genere. L'idea che sta alla base di VBN, come tutte le idee particolarmente innovative, è tutto sommato molto semplice e nasce dallo stesso problema che si erano posti 25 anni fa coloro che intendevano aumentare l'accessibilità per il collaudo delle schede e dei componenti elettronici e che alcuni avevano risolto inventando i sistemi a sonde mobili, mentre altri definendo lo standard JTAG IEEE 1149.1 per il collaudo Boundary Scan.

VBN è un pacchetto addizionale di VIVA, il software comune a tutti i sistemi di collaudo Seica, che è in grado di colloquiare in maniera molto semplice e rapida, senza l'utilizzo di moduli hardware o software forniti da produttori esterni, con un componente equipaggiato della cosiddetta porta JTAG, pilotando i suoi ingressi e le sue uscite per leggere (in ingresso) o stimolare (in uscita) livelli logici opportuni. Quando una scheda elettronica è dotata solo parzialmente dei test point accessibili per essere collaudata tramite una fixture a letto ad aghi e magari (come succede sempre più frequentemente nella realtà delle schede di oggi) le net inaccessibili sono quelle di un circuito integrato complesso quale ad esempio un BGA o similari, se quest'ultimo è dotato di porta JTAG è possibile trattarlo alla stregua di un connettore, sul quale VBN può far comparire i livelli logici desiderati su ogni pin, o effettuare misure

sugli stessi pin, pilotando tale componente sfruttando la tecnica Boundary Scan ed in combinazione con tutte le altre risorse analogiche e digitali della strumentazione Seica.

I vantaggi offerti da VBN su alcune tipologie di schede, tipicamente quelle dotate di un solo componente digitale complesso ed intelligente circondato da una serie di componenti analogici, sono molteplici ed il principale evidentemente è quello di **poter costruire una test fixture anche se tutte le net non sono fisicamente accessibili**, poiché l'accessibilità elettrica (non fisica) ai componenti complessi è garantita dalla tecnica Boundary Scan integrata in VBN. Ne conseguono la **possibilità di eseguire un collaudo misto in-circuit-funzionale** decisamente esaustivo su prodotti dove l'utilizzo di una sola delle due tecniche non è sufficiente a garantire una copertura adeguata dei guasti possibili, oppure l'**estensione delle capacità di test funzionale**, su una scheda dove magari solo i connettori sono accessibili per l'interfacciamento al sistema di collaudo.

Grazie a VBN quindi, i progettisti di schede elettroniche assillati dalla necessità di dover rispettare le regole di *design for testability* hanno un'arma in più per poter "risparmiare" i test point su molte net della scheda, potendo comunque prevedere che la scheda subirà un collaudo ICT misto o funzionale esteso, dove l'accesso ad un componente JTAG non sarà fisico ma elettrico, senza perdita di copertura nel programma di collaudo. ■

Autore:

Luca Corli è Key Account Manager di Seica spa