

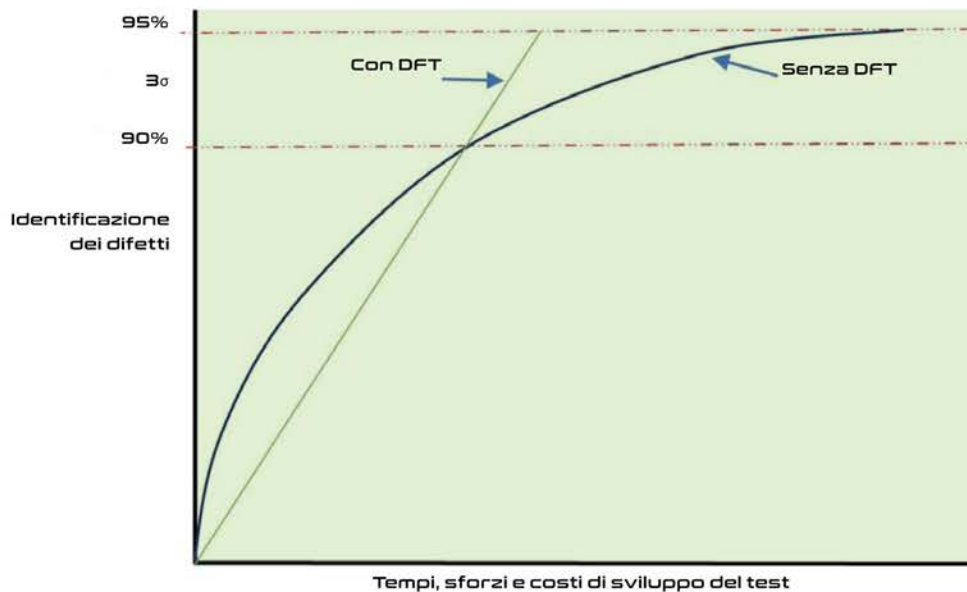
Maggiore copertura di test col **DFT**

Design for Testability consente di perfezionare la progettazione per sfruttare al massimo le potenzialità del sistema di test. Si tratta cioè di una filosofia di progettazione dei circuiti elettronici che si prefigge di anticipare tutte le tematiche relative al test post design nel tentativo di minimizzare gli sforzi e gli extra costi delle soluzioni custom di test.



Roberto Rocca

Il termine DFT (Design for Testability) non è di certo nuovo per chi si occupa di progettazione di schede elettroniche. I primi tentativi di introdurre dei modelli per la fault simulation risalgono infatti già agli anni '80 del secolo scorso, ma all'epoca non si poteva ancora parlare di un vero e proprio progetto orientato alla testabilità. La crescente complessità dei prodotti ha però progressivamente portato all'aumento dei costi di test e contestualmente alla riduzione della loro efficacia. Per sopperire a questa condizione e nell'ottica di ridurre il time to market sono state allora introdotte le prime tecniche di DFT. Possiamo in sostanza pensare al DFT come a una filosofia di progettazione dei circuiti elettronici che si prefigge di anticipare tutte quelle tematiche relative al test post design nel tentativo di minimizzare gli sforzi e gli extra costi delle soluzioni custom di test. Il DFT non deve però essere confuso con il DFM (Design for manufacturing) sebbene entrambi facciano parte delle attività svolte durante la fase di progettazione dei PCB e con strumenti simili. Se da una parte infatti il DFM rappresenta l'impiego di tutte le specifiche ed i parametri di progetto per la riduzione dei tempi di produzione dei PCB, obiettivo del DFT è invece di ottenere in maniera facile e veloce un test il più completo possibile. Fondamento del DFT è che la testabilità si raggiunge tramite la controllabilità e l'osservabilità del circuito e in quest'ottica la testabilità è intesa quindi come la condizione che rende pos-



Il grafico indica come l'utilizzo del DFT riduce sensibilmente i tempi e le energie spese per ottenere una copertura ottimale del test

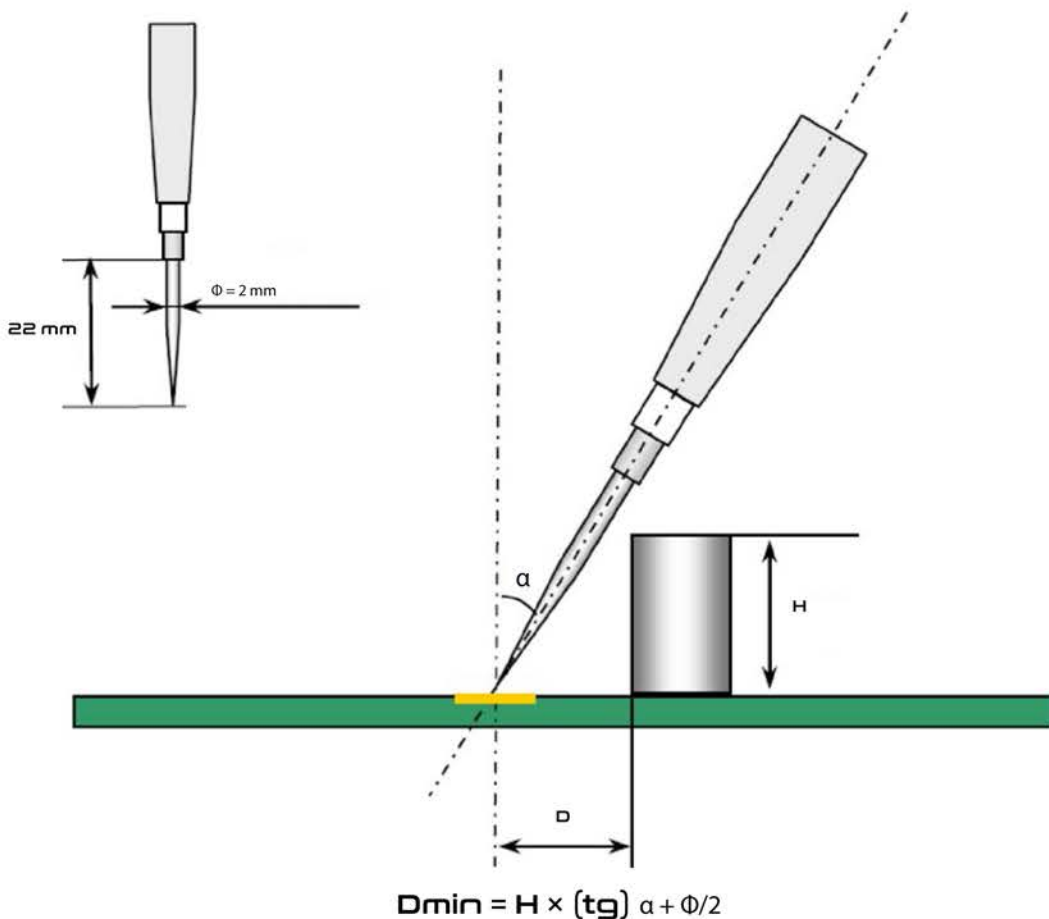


Fig.2 - Nelle regole generali del Design for Testability con sonde mobili si possono impostare vari parametri tra cui altezza dei componenti e posizionamento dei TP

sibile, facile ed economico testare e diagnosticare possibili errori, difetti e malfunzionamenti di un DUT. Per molto tempo in realtà la testabilità è stata erroneamente considerata come separata dal progetto che in effetti anche oggi è la parte del DFT più trascurata. I progettisti, per pesare il meno possibile sui costi e sui tempi di progetto, hanno in passato utilizzato in maniera molto ridotta l'analisi di testabilità e questo implicava che i problemi successivamente evidenziati dall'ingegneria di test fossero ignorati perché ormai era troppo tardi o troppo oneroso fare cambiamenti.

Perché il DFT è necessario

La miniaturizzazione dei componenti e l'aumento della loro densità e della complessità degli odierni PCBA, hanno condotto ad un aumento della complessità e dei costi dei sistemi di test. Una volta prodotte le schede devono essere testate per verificare che siano state assemblate correttamente e senza difetti, e che funzionino come previsto. Se da una parte le verifiche di progetto possono essere svolte prima della fase costruttiva, le verifiche del PCB richiedono sistemi e strumenti adeguati, capaci di metodologie di test che vanno dai test parametrici, ai test funzionali di circuito e di componente ai test funzionali di scheda. I sistemi che vengono utilizzati per questo scopo durante e dopo il processo di assemblaggio sono l'ispezione ottica o a raggi X, l'ICT a letto d'aghi o a sonde mobili e il test funzionale. Anche se non è possibile garantire un tasso di individuazione dei difetti pari al 100%, è sempre più frequente l'uso di tecniche di controllo e monitoraggio dei processi di produzione e collaudo ispirati alle metodologie 6-sigma. In questo caso è lecito presumere che anche grazie alla combinazione dei vari metodi di test, le percentuali di difettosità siano mediamente molto alte; è comprensibile dunque come anche solo un piccolo incremento nella percentuale di individuazione dei difetti corrisponda ad uno sforzo non proporzionato ai risultati raggiunti. Per continuare a perseguire l'obiettivo di identificare il più alto numero di difetti l'unica via percorribile è di introdurre l'analisi di testabilità già in una fase preliminare come quella di progetto. Le tecniche che è possibile adottare per implementare il DFT

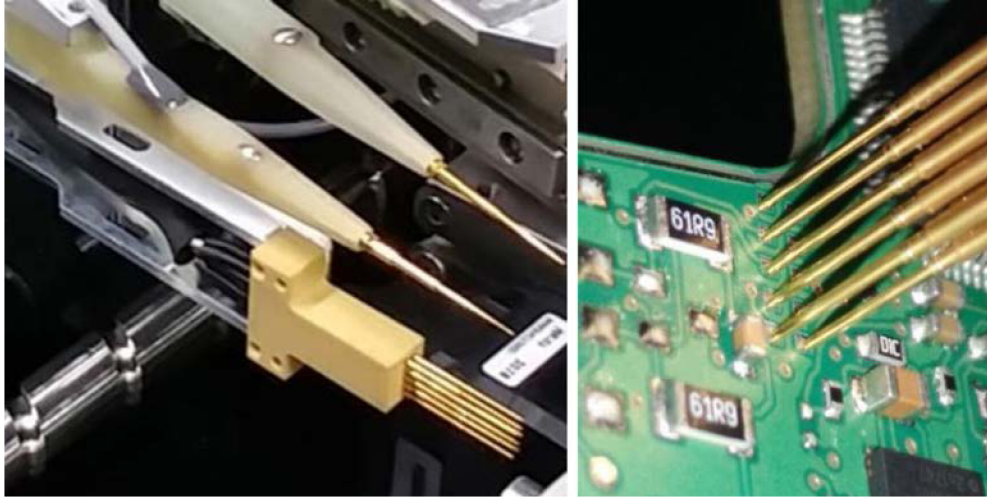


Fig.3 - Dato il numero variabile di sonde configurabili, le piazzole e l'area di rispetto per l'utilizzo del flypod devono quindi essere concordate già in fase di progetto della scheda

sono svariate e chiaramente si differenziano in base ai componenti presenti sulle UUT e alle diverse tipologie di test da svolgere. Le moderne schede elettroniche, ad esempio, contengono sempre i seguenti tre tipi di componenti: logica digitale,

blocchi di memoria e circuiti analogici o a segnali misti. L'approccio può dunque essere differente, si va dalle tecniche ad-hoc, ai metodi strutturali fino al Built in Self Test. L'obiettivo dichiarato è quello di ridurre il costo e la complessità dei sistemi di

test necessari alle verifiche, ridurre i costi e i tempi necessari per sviluppare il programma di test e impedire il così detto effetto "fuga dal test". Essendo il DFT un'attività di progetto deve essere eseguito dai progettisti, ma con la collaborazione di test engineer, e deve essere impostato all'inizio della progettazione, per evitare problemi quando si è già in fase di collaudo. Molte attività di DFT richiedono che sia stata preventivamente selezionata una strategia di test e talvolta individuato anche il sistema di test. L'attività di progettazione finalizzata alla testabilità è un'attività strettamente legata alle strategie di test ed ai sistemi di test utilizzati in azienda.

ICT e Flying Probe

I sistemi ICT rappresentano a tutt'oggi la soluzione per i test strutturali più diffusa, in particolare nell'ambito dei collaudi di alti volumi. Questi sistemi sono composti da un adattatore che viene progettato e personalizzato per ogni specifico codice prodotto da testare e attrezzato in funzio-

ne delle varie tipologie di verifiche da svolgere. Questo, dal punto di vista del DFT, comporta l'adozione di accorgimenti mirati a ridurre al minimo gli interventi di rilavorazione di tutte le parti a stretto contatto con la UUT. Tali accorgimenti riguardano vari aspetti della progettazione della scheda e possono essere raggruppati per aree di applicazione. Ad esempio nella progettazione degli schemi elettrici è bene prevedere di avere sempre i nomi dei segnali su tutte le connessioni, anche dei segnali analogici; va considerato che i test point della net di massa devono essere due in più rispetto al numero di quelli di alimentazione e che tutte le net del PCB devono avere almeno un punto accessibile sul dispositivo di test dalla parte inferiore del PCB. In questa fase di progettazione è inoltre doveroso tenere conto che un numero limitato di punti di accesso è consentito anche sul lato opposto, per eliminare problemi di accessi-



Fig.4 - Pilot V8 Next, il sistema a sonde mobili automatico di SEICA per il test dei PCB; verticale dual side con 8 sonde (4 per lato) e configurabile con 20 diverse risorse mobili disponibili

Fig.5 - Sistema a letto d'aghi Compact Multi di Seica. Soluzione ideale per l'integrazione di risorse HW e SW per ICT, OBP, FUN, EOL, Run-in test, validazione RF in contenitore schermato, Test degli Inverter, moduli E-CAR, moduli lighting, simulazione di carico



- -
 -
 -
 -
 -
 -
 -
- Obiettivo del DFT è di ottenere in maniera facile e veloce un test il più completo possibile**

bilità o di ingombro dei test pad o per aumentare la copertura del test; anche le net non utilizzate e tutti i pin dei connettori devono essere accessibili così come è buona regola programmare i nomi dei segnali anche sui pin non collegati dei componenti, per poter eseguire comunque il test se necessario. Negli ultimi anni si è assistito ad una evoluzione per quanto riguarda il DFT dei sistemi a sonde mobili che sono passati dall'essere dei sistemi single side con poche risorse disponibili a sistemi dual side con numerose opzioni (per aumentare la copertura di test) posizionate direttamente sulle teste del sistema e appositamente sviluppate per svolgere test sempre più mirati. Infatti, nei classici sistemi singole side orizzonta-

li di vecchia generazione il DFT prevedeva che i componenti ingombranti fossero disposti sul lato opposto rispetto a quello di test dove invece dovevano essere collocati i test point. Le piazzole di massa e di alimentazione erano di grandi dimensioni e poste sul lato opposto a quello di test per consentire il posizionamento delle sonde fisse. Le risorse aggiuntive, fruibili tramite connettore, erano da prevedere possibilmente su lato corto della scheda. Sui più recenti sistemi dual side la situazione è notevolmente cambiata, i punti di test possono ora essere distribuiti uniformemente su entrambi i lati della scheda per garantire una maggiore velocità di test e una sua ottimizzazione. Tra le risorse direttamente disponibili sulle teste per entrambi i lati di test sono da menzionare: sonda capacitiva, LED sensor, sensore di planarità, alimentatori utente (PRBOOST), FLYPOD, OBP.

I parametri nella progettazione di PCBA testati in dual side

In primo luogo è necessario valutare alcune peculiarità del sistema di test su cui si andrà ad operare, quali la dimensione massima dell'area di test, la dimensione massima della scheda testabile,

la dimensione minima e la tipologia della piazzola contattabile, il numero di risorse disponibili per ambo i lati di test, lo spessore della scheda da testare, etc. Prendendo come esempio il sistema Pilot V8 Next, il flying probe dual side a otto sonde di Seica., dispone per entrambi i lati di quattro sonde elettriche, una sonda capacitiva, un sensore LED ed un sensore di planarità. Questo sistema è in grado di contattare diverse tipologie di pad, dalla piazzola PTH a quella SMD, dal test point fino al foro di via, grazie alle diverse tipologie di sonde con punte di differenti geometrie. Il DFT in questo caso pianifica gli accorgimenti necessari perché il contatto della piazzola di test sia sempre garantito e avvenga nel migliore dei modi. In base alla conoscenza dell'angolo di incidenza delle sonde ed al loro minimo pitch infatti si può stabilire il piazzamento e la distanza minima dei test point, anche in funzione dell'altezza dei componenti. Altro fattore da tenere in considerazione è il dimensionamento delle piazzole di montaggio. Una piazzola leggermente più grande rispetto alle reali dimensioni del componente consente di evitare che i probe insistano sul menisco di saldatura, ma possano planare unicamente sul pad. Un corretto dimensionamento e posizionamento dei test point in questo caso assicura inoltre la possibilità di eseguire il test in maniera ottimizzata e veloce. Anche il sistema di handling delle schede dovrebbe essere preso in considerazione valutando la distanza per il posizionamento dei componenti dal bordo scheda e scegliendo laddove possibile l'utilizzo di componenti che non intralciano il trasporto scheda. La presenza di due telecamere a colori ad alta risoluzione, una per lato, dotate di algoritmi di riconoscimento geo-

metrico e pixel matching e diversi filtri video, consente di leggere i fiduciali, di forme e dimensioni differenti sulle diagonali di entrambi i lati della scheda, di leggere i barcode su etichette o serigrafati direttamente su PCB. Inoltre, per il corretto posizionamento del sensore capacitivo sul componente da testare potrebbe essere opportuno prevedere una keep out area che tenga anche conto dei punti di accesso al test per i pin e per la massa del componente che devono essere scelti secondo un criterio di vicinanza alle piazzole di montaggio dell'integrato (Openfix). Anche per il LED sensor sarà da valutare una keep out area per il posizionamento del sensore in prossimità del LED e prevedere punti di accesso di alimentazione e massa dal lato opposto della scheda per consentire una migliore ottimizzazione dei movimenti. Il flypod è invece un mini pod provvisto di massimo 5x2 sonde, montato su una delle teste del sistema a sonde mobili che viene impiegato per OBP o test funzionali. Il DFT relativo all'utilizzo di questa opzione richiede in genere la stesura di specifiche relative alla tipologia di segnali da utilizzare e al loro posizionamento sulla scheda. Visto il numero variabile di sonde configurabili, le piazzole e l'area di rispetto per l'utilizzo del flypod devono quindi essere concordate già in fase di progetto della scheda. I punti di accesso dei segnali di programmazione così come i test point per l'alimentazione e la massa devono essere resi disponibili in entrambi i lati della scheda per garantire la massima accessibilità (on board programming). Se i segnali per la programmazione sono superiori a 6 è necessario prevedere un connettore di programmazione a bordo scheda.

