

## La tecnologia MIMO introduce nuove problematiche nel test automatico

**Keith Schaub**  
Advantest America

**Siegfried Fuchs**  
Advantest Europe

*La tecnologia di test di vecchia generazione poteva sempre essere adattata ai nuovi dispositivi, anche a costo dell'aggiunta di un gran numero di sequenze di test. Con i dispositivi MIMO questo approccio non è più attuabile*

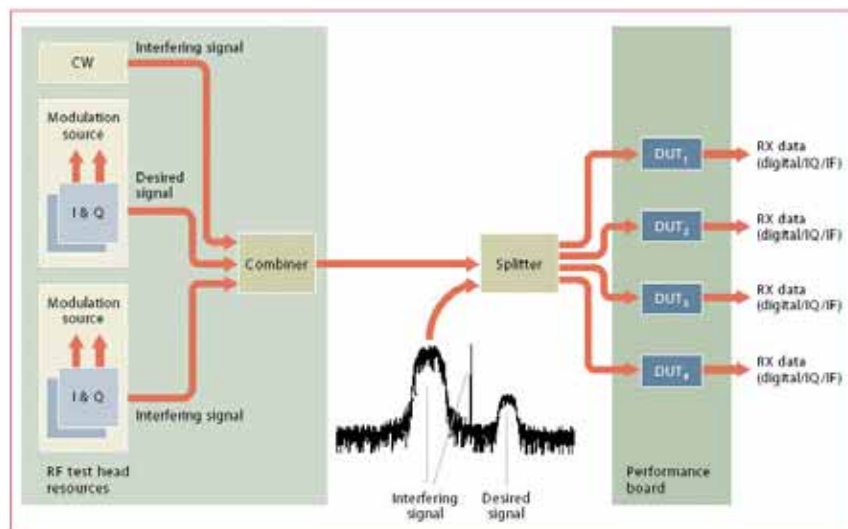
I nuovi dispositivi "Wireless" MIMO (Multiple Input, Multiple Output) stanno diventando sempre più comuni nella produzione ad alti volumi poiché permettono un incremento della velocità di trasmissione dati e un migliore utilizzo spettrale della banda disponibile.

Questa nuova tecnologia richiede nuove soluzioni ATE per il test di produzione. In passato, ci si è sempre aspettati che le soluzioni di test ATE fossero progettate con l'obiettivo di soddisfare i requisiti della produzione in volumi, relegando a un ruolo secondario le funzionalità di test analitico a vantaggio dei sistemi di tipo "Bench-Top" e di verifica. Anche se ci sono segnali che questo trend possa continuare, allo stesso tempo ci sono molti indicatori che la differenza tra le caratteristiche delle cosiddette strumentazioni per R&D e la strumentazione ATE tenderà gradualmente a diminuire. Questo significa che l'industria del test automatico dovrà essere in grado sempre più di implementare nei propri prodotti quelle caratteristiche che soddisfino l'esigenza di ridurre il time-to-market. Solitamente i dispositivi non-MIMO con numero di "Transceiver" da 2 a 10 come ad esempio i "Transceiver" multi banda (per telefoni cellulari) vengono testati su sistemi ATE al momento della produzione. Ci si può chiedere cosa sia particolarmente complicato in questi dispositivi MIMO, se l'industria del test è stata in grado già da molto

tempo di testare analoghi sistemi multi-banda. La risposta è dovuta al fatto che i sistemi MIMO trasmettono simultaneamente su percorsi differenti, con il risultato che essi sono in un dato istante di tempo tutti contemporaneamente attivi, indipendentemente dal fatto che stiano trasmettendo o ricevendo dati. Con un telefono cellulare multibanda, al contrario, un solo percorso di trasmissione e di ricezione è attivo. Per essere in grado di testare i dispositivi MIMO, l'architettura del sistema di test deve avere una struttura simile a quella dei dispositivi stessi.

Oggi giorno stanno diventando sempre più comuni dispositivi MIMO 4x4, con il risultato che il sistema di test deve disporre di 4 trasmettitori indipendenti così pure di 4 ricevitori indipendenti. Questo requisito, che ha un impatto sia economico sia tecnico, nasce dalla necessità di differenziare fra loro le misure di interferenza di segnale del trasmettitore e del ricevitore. Tipicamente, un segnale di riferimento insieme a un segnale di interferenza viene iniettato nel dispositivo sotto test (DUT). Questo verifica la capacità del ricevitore di estrarre il segnale desiderato

**Fig. 1 - Nel test parallelo tradizionale lo "Splitter" distribuisce un segnale di ingresso a diversi DUT (Device under test)**



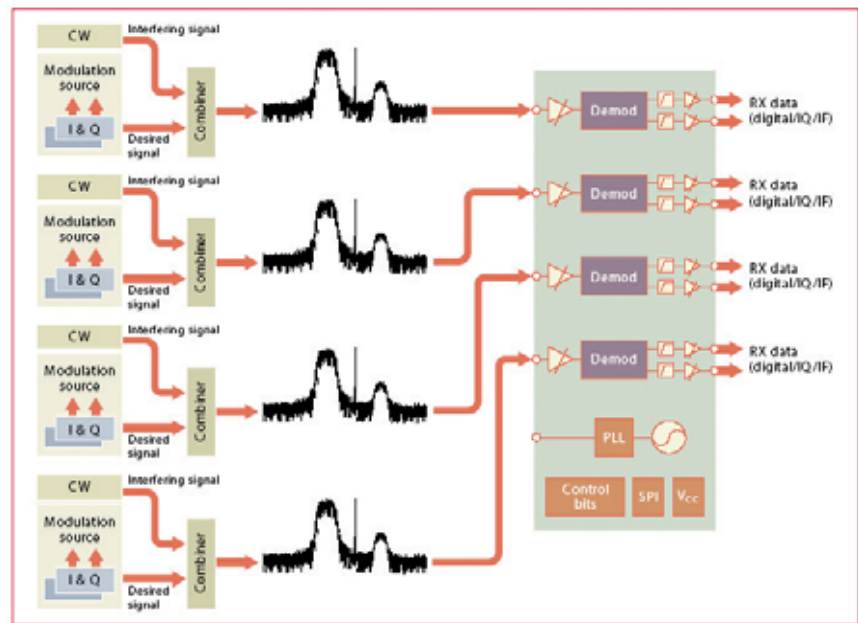
anche alla presenza di rumore indesiderato, interferenze e filtri.

Il test di dispositivi multipli è stato in passato possibile a un costo ragionevole usando degli "Splitter" che distribuiscono lo stesso segnale di ingresso a più dispositivi (Fig. 1). Questa soluzione di ripiego non è in questo caso percorribile perché i dispositivi MIMO usano simultaneamente percorsi differenti. I sistemi di test perciò devono trasmettere più segnali al DUT ricevitore indipendentemente gli uni dagli altri, con diverso rumore e interferenza e caratteristica del canale per potersi comportare come un sistema MIMO. Il semplice utilizzo di uno splitter non è sufficiente. Risultati soddisfacenti possono essere ottenuti con l'ausilio di sistemi di test con generatori e analizzatori di segnali vettoriali indipendenti (Fig. 2).

### Test Parallelo per quattro

Affinché la tecnologia MIMO sia in grado di affermarsi sul mercato non deve essere più costosa delle soluzioni "Wireless" convenzionali. Allo stesso tempo questo significa che il costo di test non può essere più elevato. Ma come realizzare soluzioni di test a costi ragionevoli per i dispositivi MIMO? Per ottenere questo obiettivo è indispensabile considerare il test parallelo di quattro dispositivi.

Assumendo questi prerequisiti i nuovi sistemi di test devono non solo disporre di VSG (Vector Signal Generator) and VSA (Vector Signal Analyzer) indipendenti, ma anche AWG (Arbitrary Waveform Generator) e digitalizzatori multipli e allo stesso tempo indipendenti. Per definizione, i dispositivi MIMO hanno anche requisiti molto elevati in termini di DSP (Digital Signal Processing). Se più dispositivi MIMO (ad esempio 4x4 MIMO parallelo per 4) devono essere verificati in parallelo nel rispetto di tali requisiti, la quantità di dati che devono essere acquisiti e poi trasferiti sul bus di sistema



**Fig. 2 - Un sistema di test MIMO 4x4 deve inviare segnali mutuamente indipendenti e controllabili a ogni "Transceiver" che deve essere verificato**

aumenta considerevolmente. Poiché il costo del test (COT) deve essere ottimizzato nonostante queste condizioni, questa operazione può diventare molto complicata. Alcuni produttori hanno basato le loro soluzioni sull'integrazione di DSP locali o FPGA (Field Programmable Gate Arrays) nei vari moduli per ridurre la quantità di dati da trasferire e alleggerire il carico in termini di trasferimento dati dal computer di sistema (Test Controller). Sebbene questo approccio riduca il flusso di dati tra bus e "Test Controller", allo stesso tempo sposta il fattore limitante nel "Test Controller" stesso. Tale "Controller", che deve comunque prendere tutte le decisioni relative a tutti i site MIMO, diventa un collo di bottiglia. Questo non solo ha un impatto negativo sul "Throughput" dei dati ma pregiudica anche l'indipendenza dei vari "Site" sotto test.

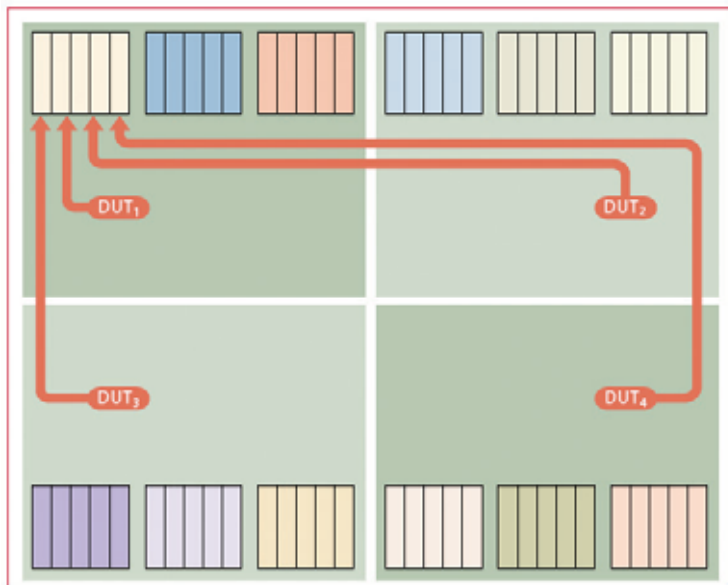
### Un'innovazione promettente

A questo punto è utile approfondire i requisiti già discussi relativamente al test

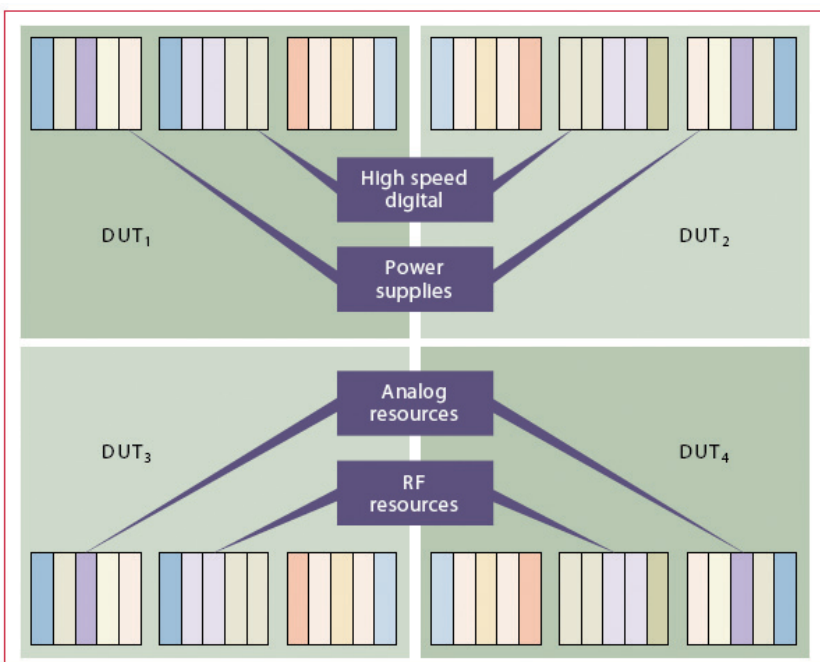
parallelo dei dispositivi MIMO. Come accennato in precedenza, servono svariati VSG indipendenti (Vector Signal Generator), VSA (Vector Signal Analyser), AWG (Arbitrary Waveform Generator) e digitalizzatori (e naturalmente canali digitali e alimentazioni). È anche necessario che ogni "Site" MIMO sia completamente indipendente per soddisfare i requisiti di test di produzione e caratterizzazione.

Con l'introduzione di processori "Multi-Core" i sistemi di test possono ora disporre di multipli e indipendenti "Test Controller" a un prezzo ragionevole. Questo significa che ogni site MIMO può operare in modalità completamente indipendente dagli altri. Effettivamente il sistema di test (ATE) si comporta come svariati sistemi "Standalone" (ad esempio 4 sistemi in uno).

Questo permette lo sviluppo e la realizzazione di strategie di test fondamentali e innovative che non solo soddisfano l'attuale richiesta di diminuzione del COT, ma vanno addirittura oltre.



**Fig. 3 - Con un'architettura di sorgente non distribuita, tutte le risorse devono essere trasmesse a un blocco di interfaccia speciale, così che i vari layout dei DUT non possano essere predisposti simmetricamente**



**Fig. 4 - Una performance Board simmetrica distribuisce le risorse a elevata densità in modo tale da consentire al progettista di connettere i segnali in maniera uniforme**

Di seguito due esempi:

- 1) Programmi di test indipendenti possono essere caricati su ognuno dei site aprendo nuove opportunità di test per produzione e caratterizzazione.
- 2) L'accoppiamento tra Handler e tester viene ottimizzato e la produttività aumenta considerevolmente.

Ogni site di test decide in maniera indipendente cosa come e quando il DUT viene catalogato (logging/binning).

Una totale indipendenza architetturale permette la creazione di nuovi modelli di test che finalmente soddisfano i requisiti di COT per produzione e caratterizzazione.

### Il fattore spazio sulla "Device Interface Board" (DIB)

C'è ancora un ostacolo principale che riguarda il test parallelo dei MIMO, il cosiddetto fattore spazio sulla "Board" applicativa. La prossima generazione di sistemi di test ridurrà ulteriormente le dimensioni per diminuire i costi legati allo spazio richiesto in fabbrica. Questo problema è aggravato dal fatto che da una parte la densità dei pin RF è aumentata di un fattore 10, ma allo stesso tempo è stata ridotta la dimensione della Device Interface Board (DIB) perché la "Test Head" è più piccola.

Una soluzione di test parallelo MIMO quadrupla può richiedere 32 connessioni RF in ricezione e trasmissione. Anche se il sistema disponesse di sufficienti connessioni, la maggior parte dei connettori che si usano nei sistemi di test sono di tipo SMA e questi connettori richiedono troppo spazio sulle DIB. Ecco perché i sistemi che utilizzano connettori SMA possono di norma testare solo in "Single Site" per la limitazione di spazio sulla "Device Interface Board" (DIB).

Per ottenere test parallelo per 4 o anche maggiore i connettori SMA devono essere rimpiazzati con connettori più piccoli come quelli SMP. Connettori ancora più piccoli non darebbero migliore contributo al problema di spazio. Lo sbroglio dei segnali RF da e verso i pin del dispositivo da e verso i connettori della "Test Head" diventa impossibile senza l'implementazione di nuovi concetti come il "Pin RF" verticale e un livello di interconnessione intermedio incorporato nel sistema di test. Queste innovazioni sono già integrate nell'architettura del sistema T2000 di Advantest.

Infatti, i "Pin RF" verticali evitano la ne-

cessità di aprire fori per fissare i connettori stessi, fatto comune nelle "Board" RF di oggi. Nel caso di test parallelo per 4 o superiore, lo spazio è troppo prezioso e lo sbroglio di un alto numero di segnali diventa estremamente complesso.

Il "Pin RF" verticale può ridurre o eliminare completamente la necessità dei fori sulla DIB.

Un'altra difficoltà è legata alla connessione di 32 o più pin RF. I moderni sistemi SoC (System-on-Chip) sono strutturati a moduli, cioè il cliente seleziona da una famiglia di moduli quelli che rispondono alle sue necessità, e con questi popola la "Test Head". Nei casi convenzionali i connettori di questa "Board" sono connessi a un blocco di interfaccia speciale (Fig. 3). Ora, il progettista della board può studiare il layout della board ma con il vincolo che tutti i pin del dispositivo per un certo modulo devono essere connessi

allo stesso blocco di interfaccia. Questo sforzo era accettabile per un numero limitato di pin RF. Ma con un grande numero di porte RF questo approccio non risulta più possibile. Per dispositivi RF e "High Speed" l'impedenza di connessione è, infatti, un requisito dominante e deve rimanere uniforme a 50 Ohm sull'intera "Board". Ecco perché lo sbroglio dei segnali RF deve essere sempre fatto sullo strato esterno. Perciò sbrogliare le connessioni di 32 o più segnali RF sul lato esterno verso un stesso blocco di interfaccia non risulta praticabile e non può essere realizzato senza un livello intermedio integrato nel sistema di test che faciliti la interconnessione dei segnali.

I dispositivi MIMO rappresentano dunque una sfida impegnativa per l'ambiente dei sistemi di test. Come già menzionato il principio di funzionamento continuati-

vo dei MIMO richiede una soluzione di test con canali RF multipli che devono essere disponibili in parallelo. Una tale innovazione è già oggi disponibile nella architettura del sistema di test Advantest T2000 e permette all'ingegnere di test di risolvere le problematiche di progetto della performance board (Fig. 4). Queste problematiche implicano il trovare una soluzione praticabile e ragionevolmente economica che possa essere usata in produzione e che soddisfi le richieste di avere molte linee di segnale RF, ottimizzare la correlazione tra "Site", minimizzare le perdite e ottenere la minima interferenza tra vari dispositivi.

**Advantest**  
**readerservice.it n. 21**



International Exhibition  
& Conference for  
**POWER ELECTRONICS**  
**INTELLIGENT MOTION**  
**POWER QUALITY**  
**4 – 6 May 2010**  
Exhibition Centre Nuremberg

# Powerful

## This is the right place for you!