

# L'automazione nei sistemi di test

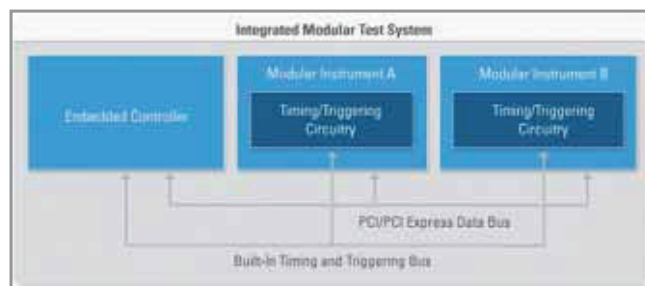
Le soluzioni basate su bus standard quali USB e PXI hanno ottenuto un notevole successo grazie alla loro flessibilità. Scopriamo il perché

La crescente complessità degli oggetti da collaudare e il progressivo accorciamento della vita commerciale della maggior parte dei prodotti di largo consumo e industriali ha costretto a rivoluzionare i sistemi di collaudo utilizzati per eseguire i test automatici utilizzati al termine della linea di produzione. Infatti, sempre più spesso, è molto difficile giustificare economicamente lo sviluppo, la costruzione, la messa a punto e la manutenzione di sistemi di collaudo ottimizzati per le specifiche esigenze di un singolo prodotto o famiglia di prodotti. Al contrario, la spinta a minimizzare i costi complessivi delle attività di collaudo ha favorito la sempre più frequente adozione di sistemi di prova modulari, basati su piattaforme aperte intorno alle quali è proliferato un ricco ecosistema di accessori hardware e software, che di volta in volta vengono sfruttati per ottimizzare il sistema di collaudo in funzione delle esigenze del momento senza essere costretti a 'reinventare la ruota'.

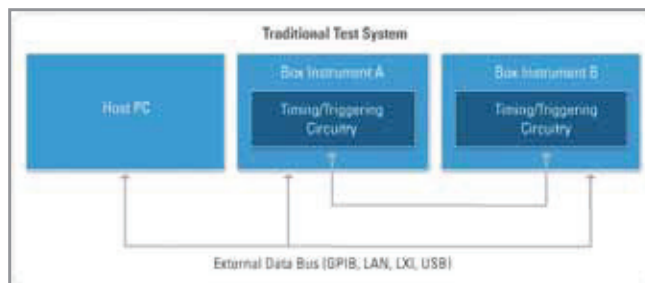
## Dagli strumenti ad hoc a quelli modulari

Una struttura modulare permette a un sistema di collaudo di essere più facilmente riutilizzabile una volta terminata la produzione del bene per il quale era stato originariamente assemblato, ma anche di essere più rapidamente adattato per eseguire nuovi o differenti test su prodotti che durante la loro vita utile vengono modificati con nuove versioni e funzionalità a seconda del gradimento riscontrato sul mercato. Si tratta di un'esigenza sempre più diffusa, in quanto i prodotti finali vengono sempre più spesso modificati in funzione del loro successo o mancato successo riscontrato sul mercato.

La modularità del sistema di collaudo è pertanto frequentemente uno dei requisiti fondamentali di un progetto e può abbracciare diversi aspetti, quali la struttura fisica dell'hardware, l'architettura del software di misura, la sensoristica o l'interfaccia utente per l'operatore. Gli strumenti di collaudo autonomi tradizionali e quelli modulari non sono poi così diversi a livello funzionale. Hanno entrambi un sistema di alimentazione, un sistema di elaborazione dei segnali dai sensori, un sistema di misura, un sistema di controllo e un'interfaccia utente. Ciò che cambia radicalmente è la loro realizzazione pratica. Ad esempio, nei sistemi modulari, tipicamente il sistema di alimentazione è comune a tutti i moduli, ognuno dei quali attinge dal



In un tipico sistema di collaudo automatico modulare, le varie schede sono ospitate all'interno di un cestello che ospita il bus di comunicazione, ad esempio PCI/PCI Express, che connette la strumentazione modulare al controller embedded



In un sistema di collaudo automatico tradizionale, ogni strumento è collegato a un sistema di controllo, ad esempio un PC, tramite un bus di dati esterno come GPIB, USB, LXI, LAN

sistema centralizzato la potenza di cui ha bisogno. Analogamente, la struttura di trattamento del segnale, che in un sistema tradizionale è un sistema creato ad hoc, in un sistema modulare viene realizzata affiancando schede standard, ognuna di esse specializzata per un certo tipo di segnali, analogici, digitali, lenti, veloci e così via. In un sistema modulare assume un ruolo centrale il bus di interconnessione e comunicazione, che serve a scambiare dati e comandi tra unità di controllo, interfaccia utente e hardware di misura e acquisizione. Mentre i sistemi autonomi utilizzano spesso internamente architetture di bus create appositamente, i sistemi modulari usano sempre soluzioni standard, come i bus seriali USB o una delle varianti del bus originariamente sviluppati nel mondo dei personal computer. In particolare nel settore del collaudo automatico, ha avuto un notevole successo commerciale il bus PXI (PCI eXtensions for



**Un potente sistema di collaudo automatico di apparecchiature a radiofrequenza realizzato con i moduli PXI di National Instruments, le cui funzioni sono definite dal software di controllo basato sul sistema di programmazione grafica LabView**

Instrumentation), una soluzione che sostanzialmente adotta gli stessi segnali elettrici del bus PCI utilizzato all'interno dei PC, che successivamente si è evoluto nella variante PXIe (PXI Express), a sua volta derivata dal bus PCI Express utilizzato nel mondo dei PC. La definizione di un bus di interconnessione standard porta con sé anche una serie di specifiche legate alle dimensioni fisiche delle apparecchiature e schede a cui si collega, ad esempio in termini di formato delle schede, tensioni di alimentazione, vincoli di assorbimento energetico, capacità di dissipazione termica, numero e topologia dei segnali di trigger e così via.

### Modularità del software

Realizzare un sistema con hardware modulare offre certamente il vantaggio di poter attingere a un vasto catalogo di schede, alimentatori, sistemi di controllo, alimentatori e accessori, anche di fornitori diversi, che possono essere facilmente riutilizzati nei progetti successivi. Viene quindi naturale cercare di ottenere gli stessi vantaggi anche per quanto riguarda il software. Per quanto possa sembrare paradossale, è molto più semplice cambiare o aggiungere una scheda hardware a un sistema di collaudo automatico che aggiungere o modificare un modulo software di un applicativo. Infatti, mentre l'hardware dei sistemi modulari è stato specificatamente progettato per coesistere con altro hardware sconosciuto, ciò non sempre è vero per il software. Non è raro il caso di sistemi di collaudo automatico realizzati con hardware modulare che utilizzano software sviluppato ad hoc, da un programmatore singolo o da un gruppo di lavoro che segue le proprie metodologie specifiche. Niente di male in tutto ciò, ma se si vogliono cogliere appieno tutti i benefici potenzialmente offerti da un hardware modulare, è opportuno scegliere di sviluppare anche il software in un ambiente modulare.

La modularità del software consente infatti di separare ancora meglio le varie funzioni tipiche di un sistema di collaudo automatico, affinché si possano concentrare i propri investimenti di sviluppo solo sulle specificità del proprio sistema, riutilizzando invece quelle più comuni attingendo a quanto già sviluppato nei progetti precedenti o da moduli di facile ed economica reperibilità sul mercato. Il prerequisito per lo sviluppo di software modulare è la diffusione di interfacce, driver e linguaggi standard oppure, meglio ancora, di interi ambienti software concepiti per favorire lo sviluppo di software modulare. Nel linguaggio delle misure e del collaudo automatico, quando il sistema è basato su un software modulare si adotta spesso la dizione di 'strumento virtuale'. In sostanza si sottolinea l'importanza del software, che contiene il 'cuore pensante' dell'applicativo di misura, la



**Sistemi di acquisizione dati in formato modulare proposti da National Instruments e compatibili con vari bus, tra cui USB, PCI, PCI Express, PXI, PXI Express, wireless ed Ethernet**

cui realizzazione pratica è demandata un hardware generico in forma modulare. Tanto per fare un esempio pratico, si pensi a un comune digitalizzatore di segnale affiancato a un algoritmo di elaborazione del segnale, supponiamo progettato per verificare che un dispositivo trasmettitore (come un telecomando) non emetta segnali al di fuori della sua banda di funzionamento. Uno strumento classico potrebbe inglobare l'algoritmo di elaborazione del segnale che misura lo spettro di frequenza del segnale emesso dal trasmettitore all'interno del firmware della scheda di acquisizione. Uno strumento modulare, invece, utilizzerebbe un digitalizzatore generico di adeguata frequenza di campionamento e un software di analisi, eseguito su un PC esterno o di un PC integrato nello stesso cestello hardware che ospita il digitalizzatore, il quale estrae le informazioni utili dal



## Strumenti modulari in diversi formati proposti da Agilent: moduli per bus PXI, moduli per bus in AXIe e moduli con interfaccia USB utilizzabili autonomamente o inseriti in un cestello

segnale eseguendo via software l'algoritmo di analisi. Modularizzando anche il software, si possono ad esempio separare le funzioni di analisi del segnale vere e proprie da quelle di presentazione dei risultati del collaudo per l'operatore. Se il prodotto da collaudare cambia, magari perché si passa a uno standard di ricetrasmisione differente, è possibile sostituire il 'modulo software' dell'elaborazione del segnale senza modificare tutto il resto. Di fatto, lo strumento di misura e collaudo è definito via software, l'hardware rimane il medesimo, così come la sua interfaccia operatore. A livello commerciale, una delle soluzioni di maggior successo per lo sviluppo di sistemi di collaudo modulari definiti dal software è senza dubbio LabView, un linguaggio di programmazione grafico. LabView chiama specificatamente 'virtual instrument' o VI, i suoi sottoblocchi di elaborazione modulari, proprio a sottolineare come sia un blocco software a determinare il funzionamento dell'hardware standard dello strumento reale.

### Evoluzione dell'hardware modulare

Negli ultimi anni l'hardware per realizzare sistemi di collaudo modulare si è evoluto favorendo la diffusione di soluzioni che sfruttino sempre di più le economie di scala e il conveniente rapporto prezzo/prestazioni garantito dagli standard sviluppati per l'informatica generale. Ciò spiega lo sviluppo di numerose soluzioni adatte all'ambiente industriale basate sull'interfaccia USB, che permette di collegare istantaneamente qualunque modulo a un qualunque PC senza alcuna difficoltà. L'ubiquità e l'economicità delle soluzioni USB ha dato vita a numerose soluzioni commerciali, soprattutto per l'acquisizione dati, ma anche adatte al collaudo in tempo reale, che abbinano buone prestazioni e dimensioni estremamente compatte e grande robustezza. In alcuni casi, le soluzioni modulari USB possono essere utilizzate sia in maniera autonoma, collegando direttamente il singolo strumento a una qualunque PC, sia come parte di un sistema più ampio, sovrapponendo più moduli USB o inserendoli all'interno di un cestello adatto al montaggio su rack o ambienti industriali.

Per sistemi di collaudo più potenti e che necessitano di elaborazioni in tempo reale più pesanti, la soluzione architetturale

più diffusa è quella del bus PXI o del suo erede PXIe. All'interno di un cestello PXI risiede un controllore di sistema, tipicamente con architettura PC, che comunica ad alta velocità con le varie schede presenti. In questo campo è di recente stata proposta da National Instruments un'altra evoluzione innovativa: l'integrazione di un componente elettronico riprogrammabile (Fpga) dall'utente che permette di svolgere l'elaborazione dei segnali secondo algoritmi personalizzati ad altissima velocità. In sostanza, con l'integrazione della Fpga all'interno di una scheda modulare, il concetto di modularizzazione si spinge fino al firmware della singola scheda, che può essere adattata alle esigenze della singola applicazione, ma poi essere riutilizzata in altri ambiti semplicemente riprogrammando la Fpga stessa. Così facendo, potenzialmente si può ottenere il meglio dei due mondi: le massime prestazioni ottenibili con una soluzione hardware personalizzate per una specifica applicazione tipiche delle soluzioni dedicate e la flessibilità di poter riutilizzare lo stesso hardware in più applicazioni tipica delle soluzioni modulari.

Per affrontare soluzioni ad altissime prestazioni, in particolare nel settore del collaudo di apparecchiature a radiofrequenza e microonde utilizzate nel settore aerospaziale e della difesa, ma anche nel campo della ricerca avanzata, è stato proposto il nuovo bus standard AXIe, in particolare dalla ex Agilent Technologies, per consentire l'adozione di soluzioni modulari compatte e potenti superando alcuni dei vincoli prestazionali presenti nelle classiche soluzioni PXI e PXIe.

Per il futuro ci si aspetta un continuo miglioramento delle prestazioni e un abbattimento dei consumi dei sistemi di controllo ed elaborazione dei sistemi di collaudo modulari, che possono ancora a lungo trarre vantaggio del progresso tecnologico della microelettronica offerto dalla legge di Moore, ma la vera chiave di volta per gli utilizzatori rimarrà la disponibilità di software e di un ecosistema di contorno alla piattaforma che si intende utilizzare. Un sistema di collaudo automatico, infatti, per sua natura tende a essere un progetto multidisciplinare nel quale sono importanti le capacità dell'hardware, ma anche la facilità e la flessibilità di integrazione dei vari 'pezzi' che devono comporre un sistema completo.