

# L'analisi dei sistemi embedded è più conveniente a segnali misti

Wolfgang Herboldt  
Rhode&Schwarz

Può essere molto più comodo analizzare i sistemi embedded usando un oscilloscopio a segnali misti perché si ottengono in minor tempo misure più complete e affidabili

Quanto più impegnativi sono i compiti che un sistema embedded deve svolgere e tanto più sofisticata è la sua architettura e maggiormente complessi sono i moduli analogici e digitali che lo compongono, sia nella varietà sia nel numero. Oggi, per esempio, non è raro imbattersi in sistemi embedded che si occupano simultaneamente di segnalazioni di 1 solo bit, bus dati in parallelo temporizzati e non temporizzati, bus seriali sincroni e asincroni, formati di connessione standardizzati o proprietari, tutti con le proprie diverse velocità di trasmissione. Per esaminare correttamente questi sistemi è necessario analizzare tutte le interfacce presenti a diversi livelli di astrazione e ciò significa utilizzare diversi strumenti con impostazioni di indagine appropriate per ciascun contesto e, come minimo, un oscilloscopio per le forme d'onda analogiche, un analizzatore logico per i segnali digitali e un analizzatore di protocollo per i protocolli di trasmissione.

D'altro canto, oggi l'oscilloscopio non è più lo stesso strumento che in passato serviva solo per visualizzare l'andamento delle tensioni nel tempo, ma si è trasformato in uno strumento completo capace di effettuare una varietà di misure. Un moderno oscilloscopio a segnali misti è in grado di analizzare indifferentemente le forme d'onda analogiche, i segnali digitali e i protocolli di trasmissione e ciò consente all'utente di effettuare misure a diversi livelli di astrazione usando un unico strumento e molto più comodamente. Inoltre, uno strumento così completo può essere utilizzato in più momenti e, per esempio, sia nello sviluppo hardware per verificare l'integrità dei segnali sia nello sviluppo software per verificare la correttezza dei segnali.

## Acquisizione e analisi

Si consideri un oscilloscopio a segnali misti Rhode&Schwarz RTO per esaminare quante e quali funzioni possano essere convenientemente sfruttate nello sviluppo di un sistema embedded e si cominci dalle prime due fasi principali ossia l'acquisizione e l'analisi. Durante l'acquisizione i segnali vengono campionati e salvati



Fig. 1 – L'oscilloscopio Rhode&Schwarz RTO fornito con l'opzione RTO-B1 per i segnali misti

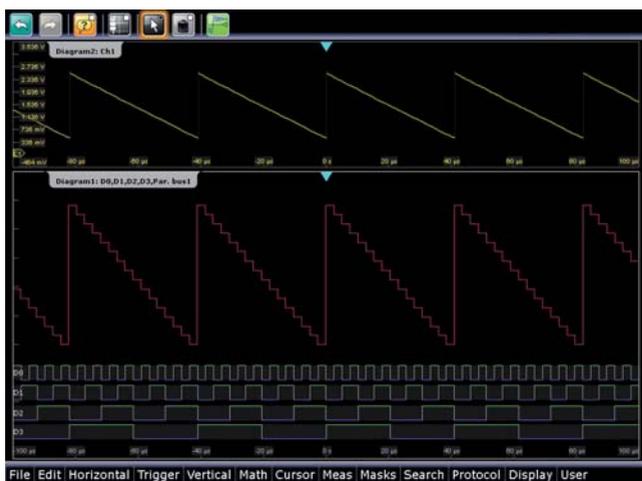
nella memoria dati. In questa fase l'efficacia di un oscilloscopio si caratterizza nella frequenza di campionamento, nella profondità di acquisizione e nelle opzioni di trigger che offre per correggere la finestra di misura. Nella successiva fase di analisi le forme d'onda acquisite sono elaborate e visualizzate sullo schermo dello strumento oppure salvate direttamente nella memoria per poter essere eventualmente visualizzate in un secondo momento.

Le funzioni caratteristiche di questa fase sono note come Zoom, Test, Cursor, Math e Search. Negli oscilloscopi a segnali misti queste due fasi vengono eseguite contemporaneamente su entrambi i tipi di canali analogici e digitali. In altre parole, tutto avviene come se i segnali analogici e quelli digitali formassero un'unica fase di acquisizione multipla alla quale segue una fase di analisi che viene svolta in parallelo su tutti i segnali acquisiti. In questo momento l'aspetto dell'interfaccia utente è fondamentale per rendere quanto più semplice e veloce l'impostazione delle opzioni di misura su tutti i diversi canali. La struttura dei menu e dei diagrammi di flusso degli oscilloscopi R&S RTO è semplice e intuitiva perché pensata per i test sui segnali misti. Le modifiche effettuate sulle impostazioni sono subito evidenti nei segnali visualizzati e, inoltre, si può fare in modo che alcune forme d'onda siano raggruppare in finestre di visualizzazione separate con impostazioni dedicate.

### **Temporizzazioni**

I segnali sono acquisiti dai canali analogici e digitali con la medesima temporizzazione in modo tale che siano analizzati e visualizzati mantenendo la correlazione temporale che avevano nel sistema embedded di origine e conservino pertanto la loro originale sincronizzazione. Per un'acquisizione sincrona corretta, comunque, può essere necessaria una compensazione del ritardo fra i segnali analogici e digitali e ciò viene fatto dall'oscilloscopio a segnali misti direttamente sulle sonde in modo tale che l'utente non se ne accorga, a meno che, naturalmente, non desideri impostare un ritardo di acquisizione custom necessario per particolari misure fra due o più canali. Un'elevata risoluzione temporale è sempre preferibile nell'acquisizione dei segnali sia analogici sia digitali perché gli eventi possono essere analizzati con un più elevato livello di precisione e ciò consente di diagnosticare i difetti con maggior sicurezza. Inoltre, anche quando si usano i segnali digitali come sorgente di trigger per l'acquisizione dei segnali analogici, la maggior risoluzione temporale consente di determinare una temporizzazione di trigger più accurata che rende minimo il jitter delle forme d'onda acquisite.

L'oscilloscopio a segnali misti R&S RTO-B1 offre una frequenza di campionamento di 5 Giga campioni al secondo su tutti i 16 canali digitali e di 10 GS/s sui canali analogici e pertanto garantisce una risoluzione temporale di 200 ps sull'intera profondità di acquisizione di 200 milioni di campioni. Ciò consente di visualizzare gli eventi nel tempo con un'elevata precisione anche quando il trigger non è stato scelto perfettamente. Inoltre, poiché la memoria dati è separata dal modulo di acquisizione, la profondità di 200 MS viene garantita qualunque sia il numero dei canali digitali effettivamente acquisiti. Inoltre, qualora la risoluzione temporale necessaria per i segnali analogici dovesse essere superiore di quella impostata per i segnali digitali



**Fig. 2 – Esempio di visualizzazione delle forme d'onda analogiche dei segnali tipicamente in transito in un bus**

come nel caso di forti interpolazioni fra i simboli, allora si può utilizzare un apposito modulo sample&hold che riesce a riportare la temporizzazione dei simboli digitali in sincronia con la velocità di campionamento effettivamente stabilita per i segnali analogici. Grazie a ciò, l'analisi congiunta delle forme d'onda analogiche insieme ai segnali digitali è sempre effettuata nelle migliori condizioni di acquisizione.

**Trigger**

La profondità di 200 MS su ciascun segnale digitale è adatta per l'acquisizione delle lunghe sequenze di dati tipicamente in transito sui bus seriali delle moderne applicazioni embedded. A titolo di esempio, per un bus con bit rate di 400 Mbps la velocità di campionamento di 5 GS/s consente una profondità di acquisizione di 16 Mbit. Inoltre, la capacità di archiviazione dell'oscilloscopio può essere configurata sia per memorizzare lunghissime sequenze dati di singoli segnali sia per immagazzinare i dati di numerose forme d'onda che si susseguono una dopo l'altra.

Il trigger è indispensabile per impostare le soglie di ampiezza per il riconoscimento delle transizioni dei segnali logici e, per esempio, l'oscilloscopio a segnali misti R&S RTO-B1 offre di serie le seguenti opzioni di trigger: Edge, Width, Timeout, Pattern, State, Data-to-Clock, Serial Pattern con Holdoff, Time, Event e Random Time. Sorgenti per il trigger possono essere sia i canali digitali, sia i segnali dei bus o qualsiasi combinazione logica fra essi ottenuta con operatori diretti AND, OP o XOR. Tutti i segnali che l'utente imposta come sorgenti di trigger sono poi sempre disponibili sul display durante la visualizzazione delle forme d'onda analizzate in modo tale da permettere all'utente di cambiare modalità osservazione quando desidera.

**Precisione e velocità di misura**

Una delle caratteristiche maggiormente indicative della qualità di un oscilloscopio digitale è il suo "tempo cieco" o Blind Time. In pratica, questo è l'intervallo di tempo minimo nel quale non avviene alcuna acquisizione dati e pertanto possono essere

persi eventi potenzialmente interessanti. È possibile ridurre questo tempo cieco in modo che tutti gli eventi rari siano rilevati e visualizzati? In realtà, l'unico modo efficace per accorciare questo tempo cieco consiste nell'ottimizzare l'analisi nel dominio della fase. Gli oscilloscopi R&S RTO incorporano un circuito Asic, Application-Specific Integrated Circuit, appositamente progettato per tale mansione ossia per sorvegliare la contemporaneità delle fasi di acquisizione e analisi in modo tale da massimizzarne l'efficacia e consentire allo strumento di confrontare e visualizzare fino a un milione di forme d'onda al secondo. L'intero processo di acquisizione e analisi avviene in un Fpga, Field Programmable Gate Array, in parallelo su tutti e 16 i canali digitali e ciò consente una velocità di visualizzazione standard di duecentomila forme d'onda al secondo, una velocità che viene garantita indipendentemente dal numero dei canali analogici o digitali effettivamente processati.

L'immagine sullo schermo viene rinfrescata ogni 30 ms e ciò consente di assicurare all'occhio umano un'osservazione chiara e nitida. Nei 30 ms che intercorrono fra una schermata e l'altra, lo strumento interpola tutte le forme d'onda acquisite nel frattempo alla velocità di 200000 al secondo e può, quindi, a visualizzarne 6000 in ogni schermata. L'utente dispone così di una precisa e fedele riproduzione di ciò che esattamente succede nel sistema embedded in esame e può usare le funzioni di ricerca per evidenziare le informazioni che più gli interessano e memorizzarle nel modo più adeguato.

Nel caso specifico di segnali in transito sui bus, invece, dato che spesso contengono contenuti provenienti da segnali multipli sovrapposti in vario modo, può essere necessario ricorrere al formato di visualizzazione Bus Format appositamente predisposto per questo tipo di segnali. Solo così, infatti, si può distinguere fra i segnali temporizzati e non temporizzati adattando la



**Fig. 3 – Le funzioni di configurazione dei parametri di analisi sui canali digitali**

visualizzazione in sincronia con le transizioni degli stati logici per i primi oppure con la frequenza di campionamento per i secondi. Inoltre, si può decidere di visualizzare le forme d'onda analogiche dei segnali del bus tutte insieme oppure in una tabella e scegliere fra i formati binario, esadecimale, decimale o frazionario.

### Flessibilità di analisi

Il numero e la qualità delle funzioni di analisi fornite dall'oscilloscopio e, in particolare, la possibilità di decidere l'ampiezza e la durata nel tempo delle misure, le operazioni matematiche e le analisi statistiche sui dati acquisiti, nonché le diverse modalità di elaborazione, sono fattori critici per l'efficacia di indagine sulle forme d'onda. L'oscilloscopio a segnali misti R&S RTO offre un'ampia gamma di misure nel tempo e una varietà di funzioni di analisi statistiche sui dati, mentre le funzioni matematiche sono in realtà operazioni logiche che possono essere eseguite su qualsiasi combinazione logica fra i segnali binari di tutti e 16 i canali digitali.

I moderni oscilloscopi a segnali misti offrono all'utente la possibilità di scegliere la configurazione di misura che preferiscono privilegiando la visualizzazione delle forme d'onda dei segnali

analogici, dei segnali digitali oppure dei protocolli di trasmissione impiegati nei canali. La versatilità del setup consente all'utente di visualizzare questi segnali con le stesse temporizzazioni che hanno nel sistema embedded in esame. Ciò può essere utile sia agli sviluppatori hardware per analizzare l'integrità dei segnali sia agli sviluppatori software per verificare il contenuto dei segnali. L'approccio unico all'acquisizione e all'analisi di tutti i tipi di segnali utilizzati nei sistemi embedded consente di semplificare la visualizzazione delle informazioni che più interessano all'utente ed è perciò che questa impostazione potrà essere mantenuta anche nelle prossime generazioni di strumenti che presumibilmente dovranno occuparsi di segnali analogici e digitali sempre più veloci e complessi.

Negli strumenti R&S RTO ci sono 16 canali digitali capaci di acquisire i segnali con velocità di campionamento di 5 GS/s, risoluzione temporale di 200 ps e capacità di memorizzazione di 200 MS. La frequenza massima per i segnali di ingresso è di 400 MHz con ampiezza in tensione minima di 500 mV, impedenza sulle sonde di 100 k $\Omega$  // 4 pF e soglia regolabile fra  $\pm 8$  V a gradini di 25 mV. Sullo schermo possono essere visualizzate fino a 200000 forme d'onda al secondo sia analogiche sia digitali. ■