

# NIDays

**FORUM TECNOLOGICO**  
SULLA PROGETTAZIONE GRAFICA DI SISTEMI

**SOLUZIONI E APPLICAZIONI 2013**

—— 20<sup>a</sup> edizione – [nidays.it](http://nidays.it) ——

# Sistema di monitoraggio e caratterizzazione di apparati di generazione di tempo e frequenza basato su Single-Board RIO e LabVIEW

G. Pizzocolo – IPSES

## LA SFIDA

Progettare un sistema real-time stand-alone, basato su Single-Board RIO, con elevata frequenza di campionamento, in grado di individuare accuratamente i fronti dei segnali di tempo e frequenza collegati in ingresso, di salvare tutte le misure in file di log, dotato di server http e FTP con cui monitorare e controllare il sistema da remoto.

## LA SOLUZIONE

In collaborazione con Eurolab, leader nazionale per la fornitura di apparati e sistemi di generazione timing per applicazioni broadcasting, è stato sviluppato un sistema di monitoraggio e caratterizzazione per apparati di generazione di precisi riferimenti temporali, completamente autonomo e controllabile da remoto, sia per rispondere alle esigenze di misura di laboratorio, sia a quelle di monitoraggio continuo sul campo. Il sistema contiene una scheda NI Single-Board RIO, uno stadio di alimentazione ridondato (rete elettrica, bassa tensione e batteria), un'articolata elettronica di condizionamento e un orologio atomico al rubidio usato come stabile e autonomo riferimento interno

## Prodotti utilizzati

LabVIEW

Web UI Builder

Single-Board RIO

La recente introduzione in Italia del "digitale terrestre" ha portato a un cambiamento delle tecniche di trasmissione broadcasting e alla completa ridefinizione della rete di trasmissione televisiva. Tutti i trasmettitori sono stati infatti sostituiti con trasmettitori DVB-T operanti a singola frequenza (SFN), il cui funzionamento è molto più critico rispetto a quelli analogici in standard PAL, soprattutto per il fatto che ciascun trasmettitore (ogni singola emittente a diffusione nazionale ne richiede oltre 3.000) deve avere la disponibilità di un riferimento di tempo e frequenza assolutamente identico ed emettere il medesimo segnale, generato dalla modulazione digitale del medesimo bit, sulla stessa frequenza nel medesimo istante di tempo.

Risulta di fondamentale importanza avere un sistema in grado di generare in qualsiasi posto venga installato lo stesso identico segnale di tempo e frequenza: in questo contesto la precisione, che deve essere inferiore a pochi microsecondi, è l'elemento di maggiore criticità. Attualmente, il sistema più utilizzato per rispondere a questa esigenza è costituito da apparati basati su GPS e oscillatori compensati al quarzo o al rubidio in grado di



Figura 1: La scheda Single-Board RIO (vista bottom) all'interno del sistema con il connettore Ethernet e i LED direttamente riportati sul fronte

Ne deriva che, una delle esigenze primarie per la gestione di questi dispositivi di temporizzazione, è avere a disposizione sistemi e algoritmi in grado di monitorare, caratterizzare e validare gli apparati di generazione del tempo, bisogno non ancora soddisfatto dalla

**“L'impiego di LabVIEW e della scheda Single-Board RIO ha permesso di ridurre tempi e rischi di sviluppo. La famiglia RIO di National Instruments ha ancora una volta confermato la sua affidabilità ed elevate prestazioni, anche per applicazioni che richiedono campionamenti elevati e cicli di lavoro stressanti e molto prolungati.”**

fornire il segnale di tempo (un impulso al secondo) e il riferimento di frequenza a 10 MHz. Tali sistemi, generalmente chiamati GPS Disciplinated Oscillator o GPSDO, sono utilizzati in ogni sito trasmittente di una rete DVB-T operante in SFN. Tuttavia, con questi sistemi, qualsiasi problema sulla generazione del tempo, anche se di breve durata, può portare a grosse difficoltà nella trasmissione: è infatti sufficiente che errori di pochi colpi di clock a 10MHz (quindi di poche centinaia di nanosecondi) si accumulino nelle ore per interrompere completamente il servizio di telediffusione.

strumentazione commerciale.

È stato, quindi, progettato e realizzato un sistema stand-alone in grado di monitorare per almeno tre mesi, autonomamente e senza alcun intervento da parte dell'operatore, il tempo e la frequenza generati da diversi apparati GPSDO, valutando sia i piccoli errori istantanei dell'ordine di nanosecondi, sia tutti gli errori accumulati nel tempo, dato cruciale che non è possibile ottenere utilizzando oscilloscopi o altra strumentazione tradizionale.

Il sistema realizzato può essere utilizzato sia in laboratorio per la



Figura2: Dettaglio del rack, installato in una postazione di trasmissione.

caratterizzazione e validazione dei dispositivi GPSDO da impiegare sul campo, valutandone precisione, stabilità e varianza, sia direttamente nelle postazioni di trasmissione, per monitorare e individuare facilmente tutte le problematiche legate ai periodi di mancata ricezione del segnale GPS o altre cause di hold-hober. Per la realizzazione del sistema si è deciso di utilizzare una Single-Board RIO 9605 dotata di FPGA Xilinx Spartan-6 LX25 e di un processore per applicazioni real-time da 400MHz per avere un front-end di acquisizione digitale estremamente veloce, un'elevata capacità di elaborazione e memorizzazione e avere un dispositivo che consentisse un semplice interfacciamento da parte dell'utente senza dover ricorrere a software specifici o a plug-in e run-time. Per ottenere un sistema con le prestazioni richieste ugualmente critici sono stati sia gli aspetti dello sviluppo hardware, sia quelli dello sviluppo firmware e software. Infatti, per raggiungere precisioni e sincronizzazioni così spinte, è stato necessario sviluppare un firmware in grado di acquisire contemporaneamente tutti i segnali in ingresso con una frequenza pari a 100MHz (ossia con risoluzione di 10ns) e di valutare, ad ogni colpo di clock, lo stato e gli errori dei segnali temporali in ingresso.

Questo tipo di applicazione non solo deve sfruttare al massimo tutte le potenzialità dell'FPGA, ma prevede una frequenza di campionamento superiore a quella normalmente raggiungibile su una scheda Single-Board RIO che National Instruments indica in 60MHz per input asincroni. Grazie a particolari accorgimenti di progettazione hardware, questo limite è stato superato, prestando particolare attenzione sia al condizionamento dei segnali in ingresso e relative terminazioni, sia alla caratterizzazione di ogni singolo ingresso: va infatti considerato che lo skew tra gli ingressi con carico di 20pF è di 12ns e, quindi, superiore al tempo di campionamento. La programmazione sia dell'FPGA, sia del sistema real-time è stata fatta utilizzando LabVIEW Real-Time e LabVIEW FPGA, con il vantaggio di mantenere lo stesso ambiente di sviluppo su dispositivi completamente diversi tra loro, facilitando l'integrazione di tutte le varie parti del sistema.

La capacità di memorizzazione della scheda Single-Board RIO si è rivelata fondamentale nello sviluppo del sistema che necessita del salvataggio di tutti gli errori temporali rilevati nell'unità di tempo: ogni secondo viene quindi memorizzato su un file un accurato log che evidenzia l'andamento temporale dei segnali in ingresso; tale file può essere poi facilmente scaricato mediante una normale connessione FTP, gestita dal relativo server che è stato implementato direttamente sul sistema. Oltre all'FTP, è stato implementato anche un server http, a cui è possibile connettersi per verificare in real-time sia il funzionamento del sistema, sia la qualità delle sincronizzazioni monitorate.

La possibilità del controllo remoto del sistema è un aspetto di importanza fondamentale non solo per la comodità di gestione, ma anche perché è stato pensato per essere installato in

postazioni difficilmente raggiungibili e non presidiate: l'impiego del tool Web UI Builder ha permesso di creare una completa e accattivante interfaccia grafica visualizzabile con qualsiasi browser di qualsiasi PC senza richiedere installazioni particolari di run-time, mentre il file system, il server FTP e il client NTP integrati hanno immediatamente fornito una connessione standard per scaricare i file di log e l'autosincronizzazione del dispositivo con server NTP di strato 1.

Nonostante il sistema sia nato per verificare il funzionamento degli apparati nelle applicazioni broadcasting, le sue applicazioni possono spaziare in numerosi altri campi in cui siano richiesti precisi riferimenti temporali, come gli NTP time server di strato 1, i dispositivi WiMax, CDMA, SmartGrid, LTE o Super 3G. L'impiego di LabVIEW e della scheda Single-Board RIO ha permesso di ridurre tempi e rischi di sviluppo, poiché ha consentito sia un debug, sia una simulazione off-line delle funzionalità e prestazioni. In questo modo è stata garantita la corretta funzionalità del software, consentendo di focalizzarsi efficacemente sull'implementazione hardware. Anche l'uso del Web UI builder ha accelerato notevolmente lo sviluppo, permettendo un immediato interfacciamento verso i web service della scheda Single-Board RIO. La famiglia RIO di National Instruments ha ancora una volta confermato la sua affidabilità ed elevate prestazioni, anche per applicazioni che richiedono campionamenti elevati e cicli di lavoro stressanti e molto prolungati.

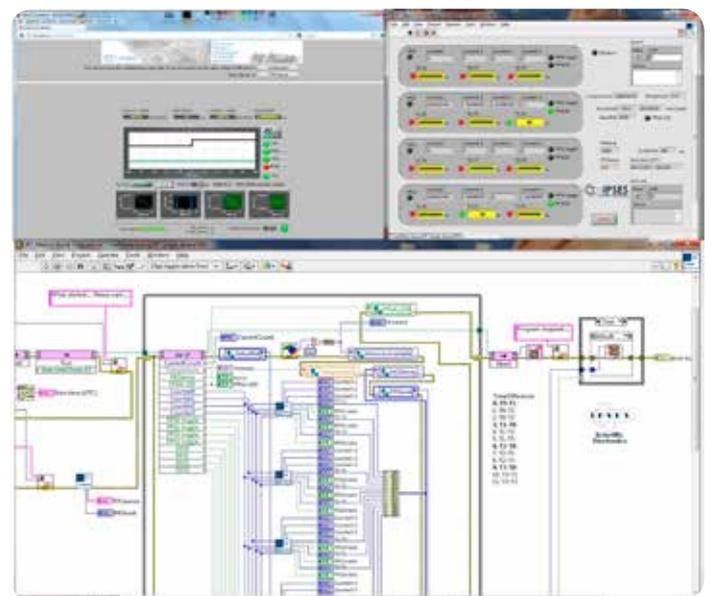


Figura 3: Software di gestione. A sinistra in alto grab di una delle pagine dell'applicazione web, sviluppata con Web UI Builder e visualizzata in Mozilla Firefox. In alto a destra il pannello di controllo del sistema real time con FPGA. In basso dettaglio del codice LabVIEW della parte real time.