

NIDays

FORUM TECNOLOGICO
SULLA PROGETTAZIONE GRAFICA DI SISTEMI

SOLUZIONI E APPLICAZIONI 2014

21ª edizione - nidays.it

Sistema di simulazione e generazione di segnali radar navali e meteorologici basato su PXI e LabVIEW per la validazione e caratterizzazione di dispositivi wireless BRAN

Gianluca Pizzocolo – IPSES

LA SFIDA

Realizzare un sistema in grado di simulare programmaticamente e semplicemente tutte le tipologie di impulsi radar definiti nello standard ETSI EN 301 893, finalizzati alla validazione e alla caratterizzazione dei dispositivi wireless da 5 GHz del gruppo BRAN (Broadband Radio Access Networks).

LA SOLUZIONE

Un sistema stand-alone, basato sulla piattaforma NI PXI, dotato di un modulatore I/Q e di un upconverter in grado di generare direttamente tutte le diverse tipologie di segnali radar previste dalla normativa mediante un'intuitiva interfaccia utente gestita da un PC.

Prodotti utilizzati

LabVIEW
PXI
Generatore Vettoriale di Segnali

Per permettere di riprodurre fedelmente gli impulsi radar per la validazione e la caratterizzazione dei dispositivi radio progettati secondo lo standard europeo ETSI, è stato sviluppato un sistema completo di simulazione e generazione RF di segnali radar in grado di riprodurre tutte le tipologie di impulsi, anche costituiti da burst diversi modulati in frequenza. Il sistema hardware è interamente basato su architettura PXI (cestello PXIe-1075), dotato di un PC embedded con core i7 (PXI-8133), un RF Vector Signal Generator da 6,6 GHz (PXIe-5673) costituito da un generatore I/Q da 400 MS/s (PXIe-5450), un modulatore I/Q da 6,6 GHz (PXIe-5611) e un generatore di segnale RF da 6,6 GHz (PXIe-5652). Il software si basa interamente su NI LabVIEW.

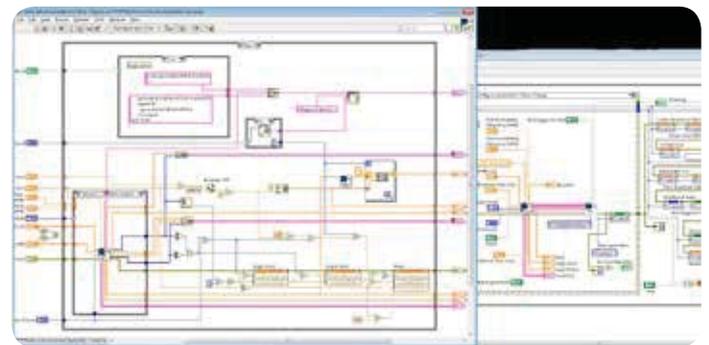


Figura 1: Dettaglio di uno dei moduli della libreria software sviluppata

L'Istituto Europeo per gli Standard nelle Telecomunicazioni (ETSI per European Telecommunications Standards Institute) già da qualche anno ha definito lo standard HIPERLAN (High Performance Radio LAN) che costituisce la versione europea del più conosciuto standard statunitense IEEE 802.11.

I dispositivi HIPERLAN possono trasmettere con modulazione FSK sia in un range di frequenza compreso tra 5,150 GHz e 5,350

1. generazione di treni di impulsi di durata compresa tra 0,8 e 15 μ s, con frequenza di ripetizione compresa tra 200 e 4.000 Hz. A seconda della durata degli impulsi e della frequenza di ripetizione selezionata, si simulano tre differenti tipologie di radar;
2. generazione di un treno di impulsi di durata compresa tra 20 μ s e 30 μ s, con frequenza di ripetizione compresa tra 2.000 e 4.000 Hz. All'interno di ogni singolo impulso la portante

“L'impiego dell'hardware RF modulare di National Instruments e di NI LabVIEW ha permesso di ridurre notevolmente i tempi e rischi di sviluppo.”

GHz, sia in un range compreso tra 5,470 GHz e 5,725 GHz. Poiché questi range di frequenza ricadono all'interno della banda C dei radar (frequenze comprese tra 4 e 8 GHz), utilizzata sia da radar navali, sia da radar meteorologici, la normativa ETSI ha giustamente previsto che ogni dispositivo radio debba sempre essere in grado di riconoscere eventuali impulsi radar presenti nel canale in uso per poter spostare, se necessario, la trasmissione su un altro canale, così da non creare alcun disturbo alle applicazioni radar il cui impiego deve sempre rimanere prioritario rispetto ad altri tipi di comunicazioni che possono essere trasmesse sulle stesse bande di frequenza. Le tipologie di segnali radar definite nello standard sono sei, riconducibili a tre macrogruppi:

- viene modulata con frequenza da -2,5MHz sino a +2,5MHz, percorrendo tutti i valori all'interno di questi due estremi nella durata dell'impulso;
3. generazione di diversi treni di impulsi in sequenza in cui la durata del singolo impulso è compresa tra 0,8 μ s e 2 μ s e la sua frequenza di ripetizione è compresa tra 300 e 1.200 Hz. A seconda delle frequenze di ripetizione selezionate, si simuleranno due differenti tipologie di radar.

Proprio per poter validare e caratterizzare i dispositivi wireless da 5 GHz del gruppo BRAN, è stato progettato e realizzato un sistema stand-alone che consentisse la riproduzione precisa di tutte le tipologie di impulsi radar previsti dallo standard HIPERLAN.



Figura 2: Il cestello PXI utilizzato per il progetto, popolato con i moduli embedded PC, modulatore RF e upconverter

Il sistema, grazie al modulatore di cui è dotato, è in grado di generare direttamente il segnale RF su uno dei canali disponibili intorno alla frequenza di 5 GHz, con potenza configurabile sino a oltre 10 dBm, riproducendo quindi esattamente il segnale irradiato da un radar, senza bisogno di upconverter o altri dispositivi di adattamento RF.

L'enorme flessibilità, derivante dalla possibilità di poter programmare l'intera generazione mediante script che possono, di volta in volta, essere caricati internamente al sistema ed eseguiti a livello hardware, garantisce una sincronizzazione e un'accuratezza di generazione paragonabile a quella che si avrebbe con un generatore custom e non con un sistema configurabile mediante software. Infatti, nel caso di utilizzo della generazione mediante script, un apposito microcontrollore viene programmato con l'algoritmo di generazione per poi occuparsi direttamente di tutte le fasi di generazione, configurazione e trigger, senza bisogno di alcun intervento da parte del software o del PC di controllo. In questo modo si è in grado di assicurare tempistiche certe e ripetitive, dato che sono basate sul clock di un microcontrollore e non sui tempi di un sistema operativo e di un bus di comunicazione.

Poiché la normativa prevede che il modem radio debba rilevare un'alta percentuale degli impulsi radar trasmessi sulla frequenza utilizzata e, superata una soglia di guardia, che debba spostarsi su un'altra frequenza entro un tempo prestabilito, per permettere tale test il sistema deve essere sempre in grado sia di generare un numero predefinito e deterministico di impulsi, sia di sincronizzarsi con il DUT e con gli altri strumenti di misura, per permettere di rilevare correttamente il tempo che il DUT impiega a cambiare frequenza. Per rispettare quest'ultimo punto si è sfruttata la disponibilità del connettore digitale con funzionalità programmabile

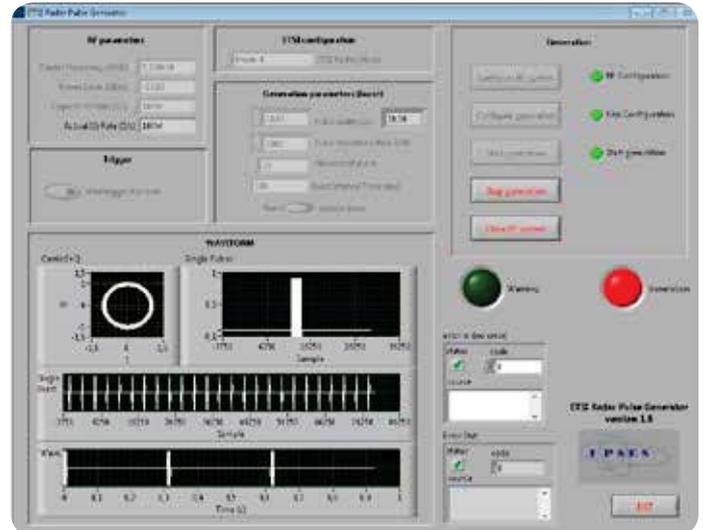


Figura 3: una delle schermate di generazione del software in cui, al centro a sinistra, si può vedere il diagramma dei vettori IQ generati e, sotto, gli impulsi radar distribuiti nel tempo

(PFI) del generatore I/Q (PXIe-5450) per implementare la modalità di start con trigger esterno. In questo caso, gli impulsi radio vengono generati dopo che un segnale di trigger (TTL 0-5V) viene rilevato sull'ingresso PFI0 del modulo NI PXIe-5673E, permettendo una sincronizzazione molto accurata con tutti gli altri dispositivi utilizzati nelle prove di caratterizzazione e validazione. Anche in questo caso, infatti, tutta la gestione del sistema, configurato dall'utente, avviene mediante l'uso di script caricati direttamente nella memoria del microcontrollore presente nel generatore I/Q.

Considerato che lo scenario normativo internazionale è in costante evoluzione, si è prestata molta attenzione a integrare un hardware versatile e performante, verosimilmente in grado di soddisfare le eventuali nuove versioni dello Standard ETSI EN 301 893 V1.5.1 per la generazione dei segnali radar. Tra le caratteristiche più importanti implementate si ha:

- la possibilità di impostare qualsiasi frequenza della portante in un range compreso tra 85 MHz e 6,6 GHz;
- la disponibilità di una larghezza di banda di modulazione di 100 MHz (i radar hanno banda limitata ma i dispositivi radio possono avere una banda di 40 MHz. Se in futuro la normativa prevedesse di generare due impulsi radar a frequenze diverse l'hardware scelto lo permetterebbe);
- la potenza in uscita impostabile sino ad oltre 10 dBm, con risoluzione di almeno 0,1dB.

L'impiego dell'hardware RF modulare di National Instruments e di LabVIEW ha permesso di ridurre notevolmente i tempi e rischi di sviluppo, così da potersi concentrare sull'algoritmo di generazione radar con la certezza che tutta la parte di modulazione e generazione RF fosse già completamente e perfettamente funzionante, caratterizzata e consolidata.