

STRUMENTI DI MISURA CON MISURA DINAMICA

Lucio Pellizzari

Gli strumenti ZTEC perfezionano l'analisi dei segnali RF abbattendo le problematiche che possono inficiare le misure dei vettori di errore nello spazio dei segnali

La misura del modulo del vettore errore è più nota come Error Vector Magnitude (EVM) oppure Receive Constellation Error (RCE) ed è fondamentale perché consente di valutare la qualità di un canale di comunicazione rispetto ai segnali che lo percorrono a radiofrequenza. La sua definizione teorica è semplice ma la misura è piuttosto

critica perché il valore può essere influenzato da molti fattori soprattutto quando si tratta di segnali ad alta frequenza trasferiti via etere ed è pertanto indispensabile utilizzare strumenti adeguatamente precisi se si vogliono ottenere buoni risultati. Durante il suo viaggio nel canale, in pratica, ogni vettore associato alla posizione di un simbolo nello

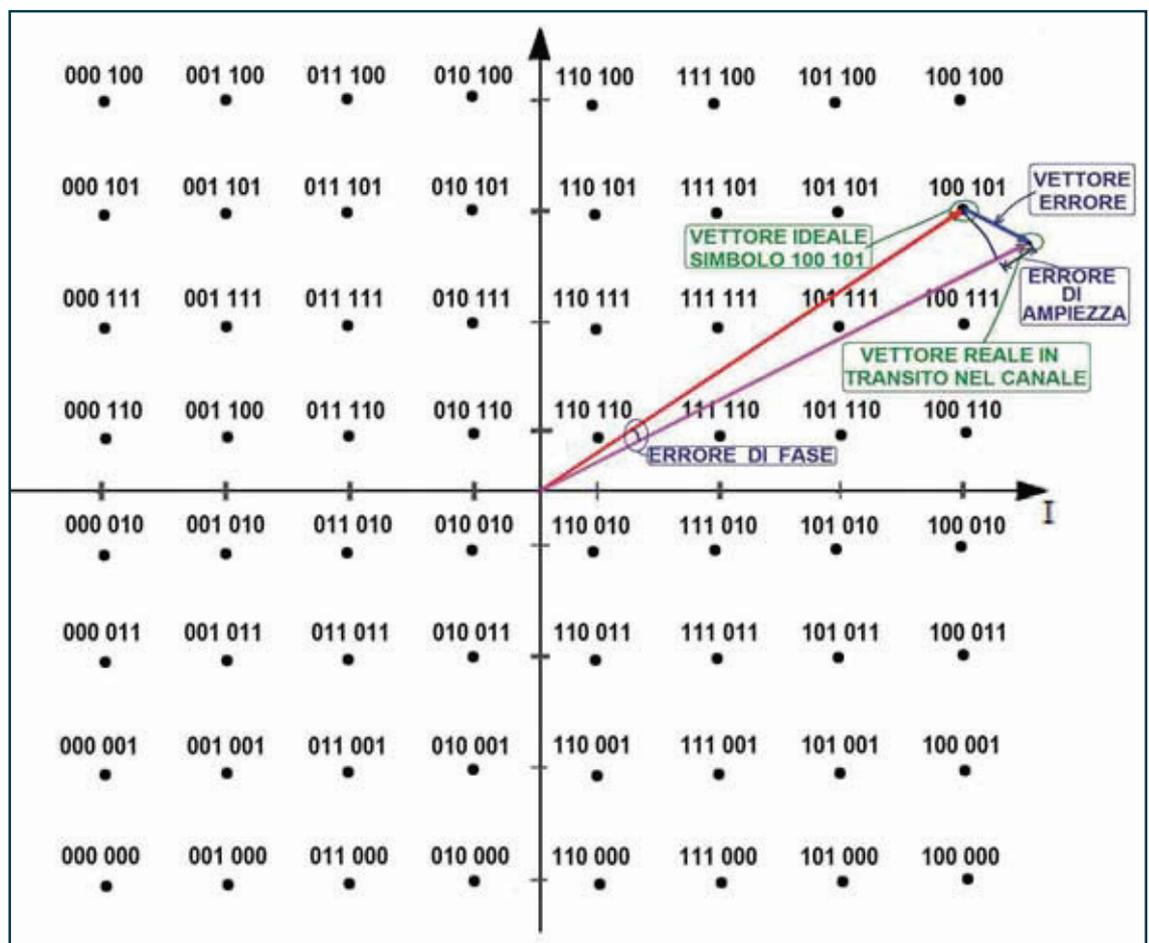


Fig. 1 – Nelle costellazioni con 64 simboli molto vicini in ampiezza e fase i vettori di errore sono determinanti nel valutare la qualità del canale

E COLLAUDO PER RF DEL VETTORE ERRORE

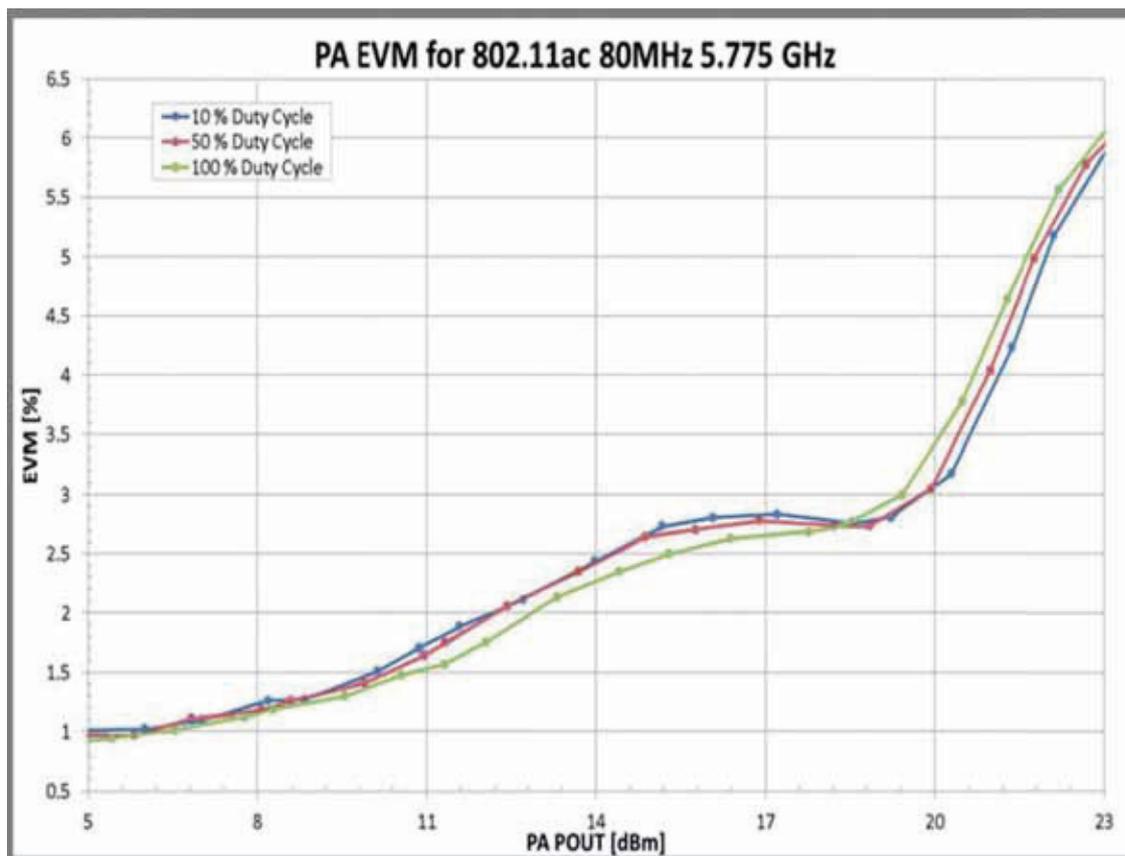


Fig. 2 – In radiofrequenza la misura dinamica dell'EVM è più precisa perché tiene conto dei diversi duty cycle degli amplificatori di potenza

spazio dei segnali può essere accorciato causando un errore di ampiezza oppure ruotato angularmente causando un errore di fase. Fra la posizione assunta nella realtà e la posizione originale del simbolo si disegna, quindi, un vettore di errore che può alterare il riconoscimento del simbolo qualora sia abbastanza grande per spostarlo nella posizione originale di un altro simbolo. In genere, ciò succede raramente e comunque in questi casi intervengono opportuni algoritmi software a ricostruire le sequenze di simboli palesemente danneggiate. Tuttavia, anche quando i vettori di errore sono piccoli, rappresentano ugualmente un preciso indicatore della qualità del canale di comunica-

zione ed è quindi sempre fondamentale la verifica preventiva delle condizioni ambientali nell'etere soprattutto quando si parla di modulazione QAM con costellazioni di 64 o 256 simboli vicinissimi in ampiezza e fase da dover distinguere. Per far ciò un buon analizzatore vettoriale confronta i vettori dei simboli ricevuti con quelli teorici e misura per ciascun simbolo la differenza ossia il modulo del vettore errore, dopodiché calcola il valore quadratico medio su un numero elevato di simboli e fornisce il valore di EVM in percentuale o in dB: quanto minore è questo valore e tanto migliore è la qualità del canale di comunicazione. Gli strumenti più sofisticati forniscono anche la distribuzione

in fase di tutti i vettori errore calcolati ossia il loro spettro perché ciò può consentire di capire se ci sono disturbi ben precisi nel canale come interferenze, rumore o accoppiamenti con altri segnali già noti da verifiche pregresse.

In pratica, le misure dell'EVM sono indispensabili per testare gli apparecchi e i dispositivi RFIC, Radio Frequency Integrated Circuit, dei sistemi di comunicazione wireless 802.11ac ma è proprio con i protocolli più sofisticati come WLAN, WiMAX e LTE che le difficoltà nel riconoscimento dei vettori diventano critiche ed è perciò che Christopher D. Ziomek, fondatore di ZTEC Instruments, ha deciso di perfezionare lo sviluppo di tecnologie analitiche un po' più precise per le misure nella banda della radiofrequenza. Le nuove tecnologie di comunicazione 802.11a/g/n/ac, infatti, usano la modulazione OFDM, Orthogonal Frequency Division Multiplexing, che scompone le sequenze più dense

banco di test su questo tipo di segnali occorrono come minimo un generatore di segnali vettoriali (VSG) e un analizzatore di segnali vettoriali (VSA) capaci di confrontare i vettori dei simboli con buona precisione utilizzando caratteristiche e prestazioni calibrate apposta a tal scopo.

Test calibrati su prestazioni variabili

ZTEC ha realizzato un generatore vettoriale VSG e un analizzatore vettoriale VSA specializzati sui segnali a radiofrequenza fino a 6 GHz e rispettivamente battezzati ZT8751 e ZT8651. In questi strumenti è installato l'innovativo software ZProtocol pensato per visualizzare gli effetti che i segnali di test generati causano in ricezione con adeguata precisione in ampiezza e fase su tutta la banda di interesse. Al loro fianco è stato recentemente aggiunto l'oscillatore locale ZT8801 con banda di lavoro fra 2,0 e 8,0 GHz e risoluzione di 1 Hz nel range di potenza che va fra -10 e +10 dBm.

La prerogativa principale di quest'ultimo strumento è di migliorare di almeno 5 dB la misura del modulo del vettore errore nei sistemi di comunicazione a radiofrequenza in qualsiasi condizione di rete. In pratica, il PXI Local Oscillator ZT8801 viene fornito in formato YIG e consente di creare segnali di test ultra precisi per effettuare test a radiofrequenza su portanti multiple con una velocità di commutazione e sintonizzazione inferiore a 1 ms e risoluzione nel rumore di fase contenuta in -124 dBc/Hz @ 6 GHz.

Considerando i requisiti di precisione oltremodo critici di questi strumenti, la società di

Albuquerque, in New Mexico, ha pensato bene di sviluppare e inserire nella suite ZProtocol il nuovo tool software Digital Pre-Distorsion, DPD, utilizzabile per la caratterizzazione degli amplificatori di potenza ossia la verifica della loro linearità di funzionamento. Questo tool è fondamentale per ottenere misure precise dell'EVM perché gli amplificatori consumano buona parte dell'energia fornita dall'alimentazione e la loro risposta dinamica ossia la rapidità che offrono nell'amplificare i segnali in



Fig. 3 – La piattaforma modulare ZT8221 ospita insieme l'oscillatore locale, il generatore di segnali e l'analizzatore di segnali tutti gestibili con il ZProtocol

di simboli in tante piccole sequenze trasmesse su altrettante sottoportanti ortogonali in parallelo più robuste e immuni alle interferenze rispetto a un unico flusso, ma molto più difficili da analizzare nelle verifiche di qualità.

Il consorzio Ieee stabilisce dei limiti per l'EVM che non devono essere superati se si vuole fornire una qualità sufficiente alle connessioni WLAN e prescrive -19 dB per la 16-QAM, -25 dB per la 64-QAM e -30 dB per la 256-QAM. Non v'è dubbio che in un



Fig. 4 – L'interfaccia grafica offerta dal software ZProtocol consente di verificare in tempo reale la qualità della connessione a radiofrequenza

funzione della loro forma d'onda in frequenza e fase può incidere molto nel consentire allo strumento di rilevare correttamente gli errori di ampiezza. In altri termini, gli esperti ZTEC hanno sviluppato un'innovativa tecnologia che consente la misura dinamica dell'EVM ossia l'adattamento della misura dell'EVM al duty cycle degli amplificatori e nelle sperimentazioni sul campo hanno immediatamente riscontrato un netto miglioramento nella precisione ottenibile sulla misura dell'EVM.

Senza dubbio la misura dinamica dell'EVM è la peculiarità degli strumenti ZTEC e su questa prerogativa la società ha recentemente messo a punto la piattaforma modulare di test ZT8221 che consente di ospitare in un unico armadio PXI/PXIe l'oscillatore locale ZT8801, il VSG ZT8751 e il VSA ZT8651 formando così una soluzione completa e di facile installazione e configurazione per l'analisi e i test sui segnali a radiofrequenza 802.11ac di nuova generazione. La piattaforma viene fornita con tutto il software ZProtocol e dispone di una banda di modulazione di 500 MHz per il VSG e di una banda istantanea per il VSA di 160 MHz su tutto l'intervallo dalla DC fino a 6 GHz, mentre la precisione sull'EVM sui segnali 802.11ac è di -49 dB a 80 MHz e -44 dB a 160 MHz. Questa suite di strumenti è ideale per i test sui nuovi protocolli a radiofrequenza come WLAN, ZigBee e

Bluetooth e si può completamente gestire sia in linguaggio C/C++ sia con LabVIEW.

Una caratteristica notevole è che il software ZProtocol con Digital Pre Distorsion può essere impostato per effettuare le misure multiple sui segnali in parallelo che costituiscono uno degli ostacoli più ostici nell'analisi della qualità dei moderni sistemi di comunicazione a radiofrequenza. Per esempio, l'architettura MIMO, Multiple Input Multiple Output, tipica dei protocolli 802.11n/ac (WLAN) e 802.16e (WiMAX) costringe a misurare l'errore simultaneamente sulle sotto portanti in cui viene suddiviso il segnale e tenere conto della risposta dinamica degli amplificatori in ciascuna delle sotto bande. Dunque, nei sistemi WLAN dove le principali sottoportanti sono otto la piattaforma ZT8221 viene impostata per misurare preventivamente le funzioni di trasferimento da ciascuno degli otto trasmettitori verso tutti gli otto ricevitori e creare così una matrice di 8x8 operatori che consentono di pesare correttamente la qualità della connessione su tutti i trasferimenti possibili di simboli. Questa matrice può essere usata per calibrare di conseguenza gli strumenti LO, VSG e VSA sul ZT8221 e poter eseguire i test RF dinamici con l'elevato livello di precisione necessario per i moderni sistemi di comunicazione wireless. ■