



Analisi automatica di sistemi di amplificazione a bassa frequenza mediante segnale aleatorio

Author(s):

G. M.. Porcelli - RICERCATORE INDIPENDENTE

Industry:

Research

Products:

Data Acquisition, PXI/CompactPCI, LabVIEW, Sound and Vibration Toolkit

The Challenge:

Si vogliono sperimentare tecniche di analisi e valutazione qualitativa per sistemi di amplificazione audio mediante segnali contenenti componenti aleatorie. Si procede quindi a delineare le caratteristiche di un sistema automatico di misura multidimensionale che permetta valutazioni qualitative sintetiche di un sistema di amplificazione nelle reali condizioni di funzionamento. Il sistema dovrà tenere conto degli aspetti lineari e non lineari del comportamento dell'amplificatore fornendo un prospetto sintetico multidimensionale orientato a chiarire l'impatto percettivo potenziale dei risultati di misura rilevati.

The Solution:

La disponibilità di sistemi di generazione e acquisizione di segnali audio ad alta risoluzione, quali i sistemi PXI della serie 446x di National Instruments e la intrinseca economicità di ingenti risorse di calcolo numerico a 64bit, oggi ottenibili con semplici PC dotati di processori multicore, permette di realizzare la prototipazione rapida e la generazione, sia online che batch, di famiglie di segnali aleatori adattati a criticità emergenti del dispositivo sottoposto a test. L'adozione di ambienti dataflow quali LabVIEW e Sound and Vibration Toolkit, a fianco di risorse quali The MathWorks MATLAB® o GNU Octave permette di abbattere i tempi di sviluppo delle applicazioni di generazione, acquisizione e analisi dei dati con il vantaggio di una grande elasticità nel poter progettare e simulare situazioni di stimolo/risposta orientate a evidenziare aspetti potenzialmente critici nel funzionamento con segnale musicale del sistema di amplificazione.

"Si è scritta in ambiente LabVIEW una collezione di programmi dataflow atti a riprodurre e acquisire, per poi effettuare elaborazioni differite, i sopra citati file campione"

Breve riassunto

L'articolo spiega come sia possibile, con la attuale tecnologia resa disponibile da National Instruments, progettare sistemi di misura automatici orientati alla valutazione qualitativa multidimensionale di sistemi di amplificazione audio di alta qualità. L'incorporazione nelle famiglie dei segnali di prova di caratteristiche di aleatorietà assimilabili a quelle proprie dei segnali ottenibili dagli strumenti musicali acustici, amplia la valenza delle tradizionali misure di THD, IM, IMfrqdiff, TRITIM, caratterizzando le nuove misure come potenzialmente significative dal punto di vista percettivo.

Articolo

Esiste un significativo corpus di letteratura specialistica riguardante le possibili tecniche per la caratterizzazione del comportamento di un sistema di amplificazione audio in condizioni reali di carico e segnale di ingresso, con particolare attenzione posta alla caratterizzazione delle non linearità dinamiche presenti nel sistema all'atto della riproduzione musicale. Tali non linearità, evidenti in particolari condizioni di carico e segnale musicale di ingresso, producono, ove presenti, un pesante degrado della qualità percepita da chi ascolta. Si ricordano i contributi fondamentali dati da Matti Ojala (ricercatore Philips), Paolo Nuti e Fabrizio Montanucci (rispettivamente fondatore e direttore di ricerca di Audio Review), Francesco Romani (Professore dell'Università di Pisa). A Ojala si deve un contributo fondamentale allo studio delle non linearità dinamiche presenti negli amplificatori audio, nella definizione della Transient Intermodulation Distortion, e nella possibile caratterizzazione delle non linearità dinamiche mediante segnali costituiti da rumore filtrato con generazione di bande soppresse tali da evidenziare prodotti insorgenti di intermodulazione. Lo studio di Ojala è della fine degli anni '70, epoca nella quale la teoria formulata non poteva avvalersi dell'aiuto di ambienti di simulazione a costo accessibile. All'Ing. Paolo Nuti si deve uno studio fondamentale sulla problematica dell'interfacciamento di dispositivi di amplificazione a carichi reali costituiti da casse acustiche realmente presenti sul mercato. L'articolo è comparso nei primi due numeri di Audio Review nel 1980. Al Dottor Fabrizio Montanucci e al Professor Francesco Romani si deve la realizzazione del sistema di misura della Total Noise Distortion, innovativo in tutti i dettagli della sua implementazione e prevalentemente applicato alla valutazione di qualità dei sistemi di casse acustiche ad alta fedeltà. Si rimanda ai numeri di Audio Review del luglio-agosto 2006 per gli articoli. Lo scopo di questo articolo è la presentazione di tecniche di misura basate sulla generazione di segnali a componenti miste, multitono e aleatorie, tali da sollecitare il sistema di amplificazione sottoposto a test con segnali dalla forma d'onda variabile nel tempo, con valori di derivata prima diversi tra loro nei vari istanti temporali, che però mantengano contestualmente caratteristiche spettrali medie note e semplici, tali cioè da poter evidenziare facilmente i prodotti di intermodulazione generati dall'amplificatore. L'ambiente di generazione virtuale di segnali Sound and Vibration Toolkit di National Instruments permette una efficace modellazione di segnali ottenuti da rumore bianco filtrato passa banda con ampia scelta del tipo e dei parametri caratterizzanti il filtro. E' altrettanto semplice miscelare segnali multitono, alle sorgenti di rumore filtrato. Esiste unicamente il problema di disporre di un PC multicore di potenza adeguata alla complessità del segnale che si decide di generare. Un sistema costituito da un mainframe PXI-1033 e da una scheda di acquisizione PXI-4461, pilotato via interfaccia MXI, installata su un Athlon 64x2 con 4Gb di RAM e Windows Vista32, fornisce l'ambiente hardware base per la nostra sperimentazione. Viene acclusa una immagine

attestante il tipo di risultati ottenibili con la semplice miscelazione di una banda di rumore bianco coprente le basse frequenze, con un segnale multitono a frequenze medie e una ulteriore banda a alta frequenza, ottenuta da rumore bianco differentemente filtrato. Sono ben evidenti i plateau di prodotti di intermodulazione, ben evidenziati rispetto al rumore di fondo proprio del sistema di misura. Tali prodotti di intermodulazione illustrano come la non linearità del preamplificatore a valvole sottoposto a test sia tale da generare essenzialmente prodotti di seconda armonica anche in presenza di segnali non periodici in ingresso. Elenchiamo le caratteristiche dei filtri passa banda impiegati. A bassa frequenza si utilizza un IIR Butterworth di ordine 32, con frequenze di taglio a 72 e 512 Hz. Ad alta frequenza si impiega invece un IIR Bessel sempre di ordine 32 con frequenze di taglio di 8 e 14 kHz. Il segnale multitono è costituito da sinusoidi generate da circa 900 Hz a 2 kHz con passo di 132 Hz. E' determinante la totale libertà di progetto permessa dall'ambiente National Instruments. L'esempio descritto è limitato ma ben chiarisce le potenzialità offerte dai sistemi DAQ di National Instruments. L'evoluzione delle metodologie descritte si attua secondo due direzioni. La prima consiste nell'ottenere misure di intermodulazione in regime dinamico con segnale filtrato ad altissima pendenza su più bande in modo simile a quanto ideato da Montanucci e Romani con la TND. A tal fine si è scritta una procedura MATLAB che generalizza la regola di definizione delle bande soppresse a partire da rumore rosa. Per sequenze di parecchie decine di milioni di campioni, su Vista64 con MATLAB 64bit, si sono ottenuti campioni di rumore rosa filtrato anche a 1024-esimi di ottava, perfettamente adatti a scoprire comunque prodotti di intermodulazione in bande così strette e caratterizzate da elevatissime pendenze di filtraggio. Si è scritta in ambiente LabVIEW una collezione di programmi dataflow atti a riprodurre e acquisire, per poi effettuare elaborazioni differite, i sopra citati file campione. La disponibilità di MathScript ha poi permesso di importare con modifiche insignificanti il codice MATLAB per permettere rapido debugging e simulazioni quali la visualizzazione dell'impulso corrispondente ai filtri FFT che generano il rumore rosa a banda soppressa. La seconda direzione di ricerca riguarda la possibilità di adottare un controller PXI che piloti la sintesi di particolari reti R/L/C di carico standardizzate e parametrizzabili, contestualmente alla effettuazione delle misure di intermodulazione, simulando criticità assimilabili a quelle incontrate nel caso di carichi reali sia nell'interfacciamento dell'amplificatore di potenza verso le casse, sia nel delicato accoppiamento tra uscita del preamplificatore e l'ingresso dell'amplificatore di potenza.