

Verfahren zur simulierten Freifeldmessung an elektroakustischen Übertragern

Torsten Sielaff¹

¹ Brüel & Kjaer GmbH, 28359 Bremen, Deutschland, Email: torsten.sielaff@bksv.com

Einleitung

Bei der hier vorgestellten TSR-Analyse (Time Selective Response) handelt es sich um ein Messverfahren um Übertragungsfunktionen und harmonische Verzerrungen an elektroakustischen Übertragern, wie z.B. Receiver und Lautsprecher zu messen, und dabei in gewöhnlichen Messräumen Ergebnisse zu erzielen, die in Ihrer Qualität den Messergebnissen in reflexionsarmen Räumen entsprechen.

Die TSR – Analyse zur Familie der simulierten Freifeldmesstechniken. Weitere Verfahren sind unter anderem die TDS (Time Delay Spectrometry), GSM (Gated Sine Measurement) und MLS (Maximum Length Sequence).

Die Messverfahren unterscheiden sich hauptsächlich in dem verwendeten Stimulussignal und in dem verwendeten Analysealgorithmus.

Tabelle 1: Stimulus

Verfahren	Anregungssignal
GSM	Sinus - Burst
TDS	Linearer Gleitsinus
MLS	Maximallängensequenz
TSR	Logarithmischer Gleitsinus

Funktionsweise

Die TSR – Analyse ermittelt die komplexe Übertragungsfunktion des Prüflings durch eine Fast Fourier – Transformation der gemessenen Impulsantwort. Durch eine Fensterung der gemessenen Impulsantwort können dabei die Reflexionen des Messraumes aus der Impulsantwort herausgetrennt werden.

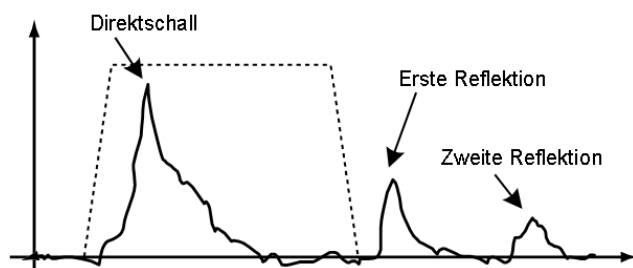


Bild 1: schematische Darstellung Fensterung

Der Prüfling wird mit dem Digital / Analog gewandelten Imaginärteil eines komplexen logarithmischen Gleitsinus angeregt und die Analog / Digital gewandelte Antwort des

Prüflings wird mit dem verzögerten Realteil des Stimulus gemischt. Das Ergebnis wird in einem komplexen Zeitdatenpuffer zwischengespeichert.

Aus dem zwischengespeicherten Zeitdaten wird nach der Durchführung einer Phasenkompensation die Impulsantwort errechnet.

Durch eine Fast Fourier Transformation wird die Übertragungsfunktion des Prüflings ermittelt.

In einem Post-Processing – Schritt können Reflexionen aus der Impulsantwort herausgetrennt werden, so dass eine FFT-Analyse dieser gefensterten Impulsantwort eine Übertragungsfunktion von ähnlicher Qualität wie Messergebnisse in einem reflexionsarmen Raum ergibt.

Einschränkungen

Die TSR – Analyse setzt für die Simulation von Freifeldbedingungen voraus, dass sich die Reflexionen eindeutig von dem Direktschall trennen lassen. Die Zeitdauer zwischen dem Eintreffen des Direktschalls und der ersten Reflexion bestimmt dabei die sinnvolle untere Grenzfrequenz bis zu der das Verfahren geeignet ist. Ebenso wird die Frequenzauflösung von der Länge der gefensterten Impulsantwort beeinflusst. Es gilt das Unsicherheitsprinzip(1)

$$\Delta f = \frac{1}{T} \quad [\text{Hz}] \quad (1)$$

f = Frequenzauflösung in Hz

T = Länge der gefensterten Impulsantwort in s

Zusammenfassung:

Die Verwendung eines logarithmischen Gleitsinussignals ergibt ein sehr gutes Signal- Rauschabstand und eine gute energetische Anregung des Prüflings bei kurzen Messzeiten. Die Verwendung eines Sinus-Signals ermöglicht auch die Messung der harmonischen Verzerrungen.

Durch eine Fensterung der Impulsantwort können in gewöhnlichen Messräumen, oberhalb der sinnvollen unteren Grenzfrequenz, Ergebnisse von ähnlicher Qualität wie in einem reflexionsarmen Raum erreicht werden.