

Technische Universität Berlin



Labor Kommunikationstechnik

Prof. Dr. Stefan Weinzierl

Messtechnik für A/D- und D/A-
Wandler

FFT-basierte Messtechnik

Tutor: Frank Schultz (E-Mail: schueinh@mailbox.tu-berlin.de)
Wintersemester 2008/09

Grundlagen

Die Grundlagen zum Laborversuch „Messtechnik für A/D- und D/A-Wandler / FFT-basierte Messtechnik“ finden Sie

- im Skript zur Vorlesung Kommunikationstechnik II, Kapitel 2 und 3
- im AES Standard AES17-1998(r2004)
- Prism Sound „dScope Series III“ Applications Manual
- Müller, Swen: Messtechnik, aus: Weinzierl, S. (Hrsg.): Handbuch der Audiotechnik, Springer Verlag bzw.
- Müller, Swen; Massarani, Paulo: "Transfer-Function Measurement with Sweeps", JAES Volume 49 Issue 6 pp. 443-471; June 2001
- Oppenheim A., Schafer R, Buck J.: "Zeitdiskrete Signalverarbeitung 2. Auflage", Pearson, München, 2004

Dokumente 1-3 stehen auf der Website zum Download bereit. Machen Sie sich zur Vorbereitung auf den Versuch gründlich mit der Bedeutung und den Spezifikationen der zu bestimmenden Messwerte nach AES17, mit den vom Messsystem dScope angebotenen Messroutinen und mit der Messung von Impulsantworten und komplexen Übertragungsfunktionen unter Verwendung von Sinussweeps vertraut. Machen Sie sich den Unterschied zwischen minimal- und linearphasiger Systemcharakteristik klar. Durchdenken Sie die geforderten Matlab-Simulationen und befragen Sie bei Unklarheiten den Tutor innerhalb des Labors. Das Laborprotokoll soll eine Definition der zu messenden Parameter und eine Dokumentation des Messverfahrens und der Messergebnisse enthalten, außerdem den Matlab-Code für den als Vorbereitung zu erzeugenden Sinus-Sweep.

Vorbereitung

Erzeugen Sie im Frequenzbereich einen linearen Stereo-Sweep (Abtastfrequenz $f_s=48$ kHz) mit konstantem Betragsspektrum und einer FFT-Blocklänge von $N=2^{13}$. Berechnen Sie hierfür den einer linear ansteigenden Gruppenlaufzeit entsprechenden Phasengang für einen Sweep, der den Frequenzbereich von DC bis $f_s/2$ in N Samples durchläuft. Bilden Sie aus Amplituden- und Phasengang den Real- und Imaginärteil des Spektrums, transformieren Sie das Spektrum in ein Zeitsignal und verlängern es durch Zero Padding auf eine Länge von $M=2^{14}$ Samples. Erzeugen Sie abschließend eine *.wav-Datei dieses Sweeps unter Verwendung von 16-Bit Fixed Point Zahlendarstellung.

Laborversuche

Aufgabe 1: Referenzmessung

Bestimmen Sie den SNR für den Signalgenerator am analogen Ausgang des dScope3-Systems

- als THD+N mit einem Sinuston, 0 dBFS bei 1 kHz, unbewertet, RMS
- als THD+N ohne Signal, unbewertet, RMS

und vergleichen Sie die Werte mit den Spezifikationen des Herstellers.

Aufgabe 2: Messungen an einer 20 Bit-A/D-Wandlerstrecke

Folgende Messungen sind an einem 8-kanaligen A/D-Wandler (Studer D19) durchzuführen. Benutzen Sie den analogen Line-Eingang des Geräts, setzen Sie die Verstärkung des Eingangsverstärkers auf „0“ und den digitalen Ausgang auf „20 Bit“. Deaktivieren Sie die zuschaltbaren Trittschallfilter und den Limiter, setzen Sie die wordclock auf „intern“ und die Abtastfrequenz auf 48 kHz.

- 2.1 Messen Sie die Unterdrückung von Aliasfrequenzen gemäß AES17 – 5.1
- 2.2 Messen Sie die maximale Eingangsspannung des Wandlers gemäß AES17 – 5.4 und 5.5. Erläutern Sie den Unterschied der beiden Messwerte.
- 2.3 Überprüfen Sie die Übereinstimmung des digitalen Ausgangsformats mit dem AES3-Standard und den vorgenommenen Einstellungen des Wandlers nach AES17 – 6.6. Welche channel bits sind im Signal gesetzt und welche Informationen geben Sie über das digitale Format ?

(Informationen zum AES3-Interface unter
http://www.nt-instruments.com/X0-ASP-pLngCateId_219-pIntLevel_4-pLngPageId_668-X1-default.htm
oder Pohlmann/Principles of digital audio, als pdf auf der Webseite)

- 2.4 Bestimmen Sie den Frequenzgang des A/D-Wandlers nach AES17 – 7.1.1 Messen sie die Abweichung der Amplitude vom Referenzwert bei 997 Hz bei den Frequenzen 20.000 und 24.000 Hz. Erklären Sie den Verlauf des Frequenzgangs kurz vor der Nyquistfrequenz. Welche analogen und digitalen Tiefpassfilter erwarten Sie in einem Wandler des vorliegenden Typs (s. Spezifikationen) ?
- 2.5 Bestimmen Sie die THD+N über Frequenz und Pegel nach AES17 – 8.5 Wiederholen Sie die Messung, nachdem Sie den Ausgang des Wandlers auf 16 Bit gesetzt haben und erklären Sie die Abweichung von den für einen idealen Wandler erwarteten Werten.
- 2.6 Bestimmen Sie den Geräuschspannungsabstand ohne Signal und mit einem –60 dB FS Signal nach AES17 – 9.1 und 9.3 und erklären Sie die Abweichung von dem unter 2.5 ermittelten Wert.

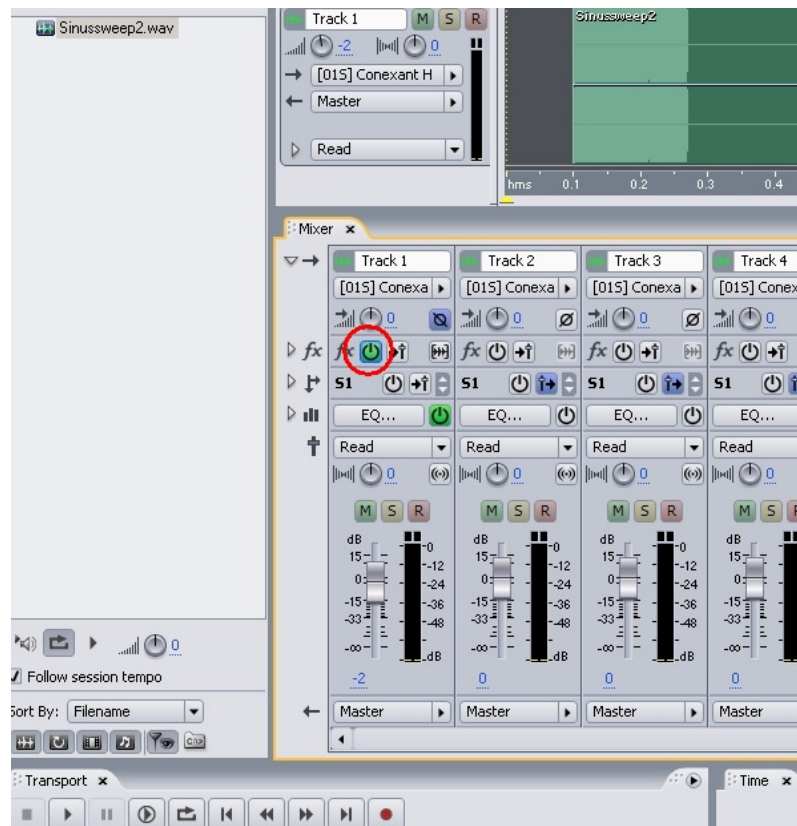
Aufgabe 3: Messung der komplexen Übertragungsfunktion eines DAW-Kanals mit einem Sinus-Sweep

Benutzen Sie die DAW Adobe Audition 3.0 als Messsystem und bestimmen Sie mit dem vorbereiteten Sinus-Sweep die komplexe Übertragungsfunktion des Insert-FX. Führen Sie zunächst eine Referenzmessung mit „kurzgeschlossenem“ Messsystem (FX Bypass) durch und anschließend ein Messung für das Device

Under Test (DUT). Berechnen Sie aus den gewonnenen Daten die Amplitudenfrequenzgänge, Phasenfrequenzgänge und Gruppenlaufzeiten

- für das Messsystem, also den DAW-Channel
- für das Device Under Test, also den Insert-FX des DAW-Channels

Bestimmen Sie außerdem die Impulsantworten und Sprungantworten durch IFFT der komplexen Übertragungsfunktion. Charakterisieren Sie den Insert-FX so genau wie möglich.



Adobe Audition 3.0 – zur Ermittlung der Insert-FX Impulsantwort