

HÖHERE TECHNISCHE BUNDESLEHRANSTALT HOLLABRUNN

Höhere Abteilung für Elektronik – Technische Informatik

Klasse/ Jahrgang: 5BHEL	Gruppe: 4	Übungsleiter: Prof. Dum
Übungsnummer: I/1	Übungstitel: ADC / DAC Messungen	
Datum der Übung: 22.09.2015	Teilnehmer: Baumhackl, Uhl, Dräxler, Fleischmann	
Datum der Abgabe: 06.10.2015	Schritfführer: David Baumhackl	Unterschrift:

	Beurteilung
Aufgabenstellung	
Dokumentation	
Messschaltungen	
Messtabellen	
Berechnungen	
Programmlistings	
Auswertung	
Diagramme	
Berechnungen	
Simulationen	
Schlußfolgerungen	
Kommentare	
Inventarliste	
Messprotokoll	
Form	
Summe	

Allgemeiner Teil

Titel der Übung: ADC / DAC Messungen
Übungsnummer: I/1
Übungsplatz: T7
Datum der Übung: 22.09.2015
Klasse: 5BHEL
Schriftführer: Baumhackl
Übungsteilnehmer: Uhl Sebastian
Dräxler Stefan
Fleischmann Raphael

Inhaltsverzeichnis:

1	Messung des DACs vom Frequenzgenerator	3
1.1	Aufgabenstellung	3
1.2	Minirator / Minilyzer	3
1.3	Messung	3
1.4	Berechnung des SNR.....	4
2	Messung eines Audio Codecs	4
2.1	Aufgabenstellung	4
2.2	Messungsaufbau.....	4
2.3	Bedienung des Audio Codecs	5
2.4	Ermittlung der Klipp Grenze	5
2.5	Messung der ENOB (Effective Number of Bits)	6
3	Messungen mit dem UPV.....	7
3.1	Allgemeines.....	7
3.2	Konfiguration	7
3.3	Messmethoden.....	7
3.3.1	Spektrum.....	7
3.3.2	THD	8
3.3.3	Bode Diagramm	8
4	Persönliche Erkenntnisse	8
	Bei der Übung wurden die Vorkenntnisse über DACs und ADCs aufgefrischt.	8
5	Mitschrift.....	9
6	Inventarliste.....	10

1 Messung des DACs vom Frequenzgenerator

1.1 Aufgabenstellung

Als erste Übung sollte der DAC eines Frequenzgenerators mit einem Oszilloskop charakterisiert werden.

1.2 Minirator / Minilyzer

Der Minirator ist ein handlicher, batteriebetriebener Funktionsgenerator. Er kann verschiedene Signale, wie z.B. Sinus, Rauschen, Sweep, uvm. erzeugen.

Der Minilyzer ist ein handliches, vielseitiges Audiomessgerät. Es kann z.B. der Pegel, THD+N (Klirrfaktor mit Rauschen) und der Frequenzgang gemessen werden. Weiters kann es als Oszilloskop verwendet werden.

1.3 Messung

Gemessen wurde ein Sinus mit einer Frequenz von 1kHz.
Die Spannung sollte -12dBV betragen.

$-12\text{dBV} \rightarrow 0\text{dBV}=1\text{V} \rightarrow -6\text{dBV} = \text{Faktor } \frac{1}{2} \rightarrow -12\text{dBV} = \text{Faktor } \frac{1}{4} \rightarrow -12\text{dBV} = 0,25\text{V RMS}$

$U_p = U_{\text{RMS}} * \sqrt{2} = 354\text{mV}$

$U_{pp} = U_p * 2 = 707\text{mV}$

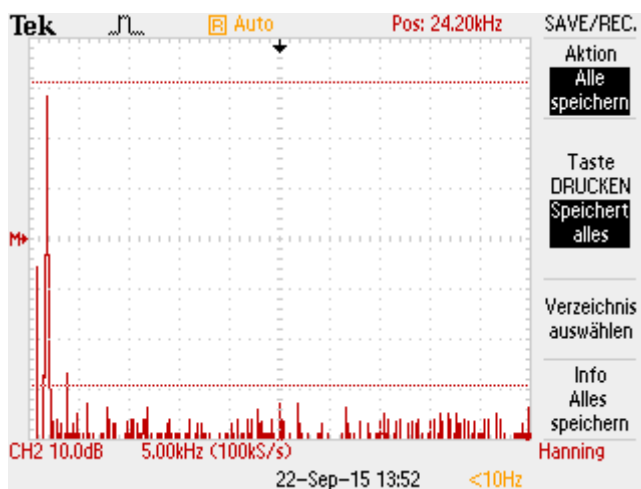
Als erstes wurde das Signal mit dem Minilyzer gemessen. Dabei wurden folgende Werte ermittelt:

$f = 1\text{kHz}$

$LVL_{\text{RMS}} = -12\text{dBV}$

$\text{THDN} = -66,8\text{ dB}$

Danach wurde am Oszilloskop das Spektrum dargestellt.



Man kann hier deutlich das Ausgangssignal von 1kHz erkennen. Bei den anderen Frequenzen handelt es sich um Rauschen und harmonische Schwingungen.

1.4 Berechnung des SNR

Für die Berechnung des SNR wurden die Werte als .csv Datei gespeichert. Das SNR (Signal to Noise Ratio) ist das Verhältnis vom Ausgangssignal zum Ausgangsrauschen ohne harmonische Schwingungen.

$$\text{SNR} = \frac{\text{Ausgangsleistung}}{\text{Ausgangsrauschleistung}} = \frac{235\text{mV}}{89,4\mu\text{V}} = 2628$$

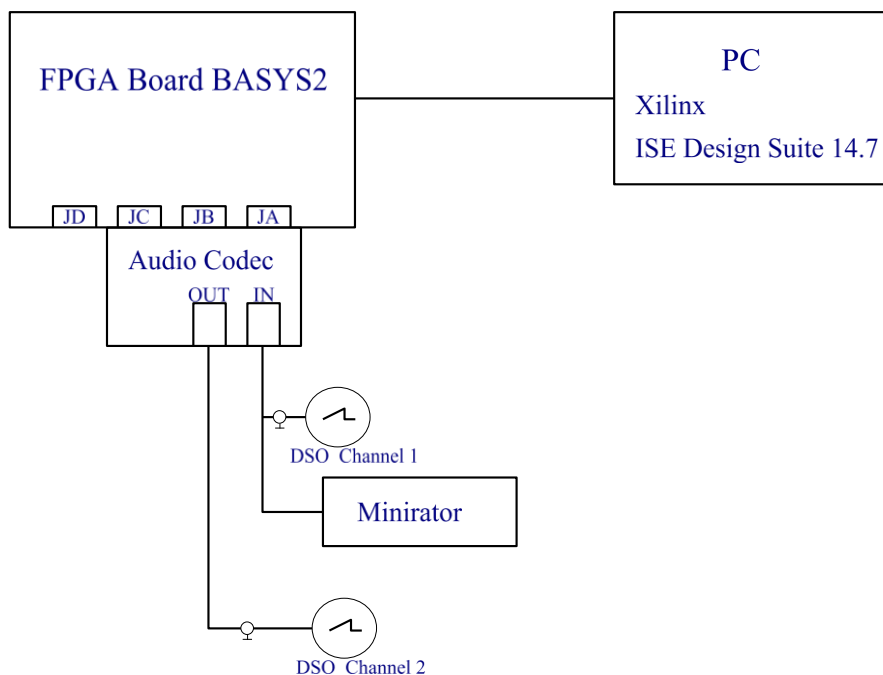
$$\text{SNR} / \text{dB} = 20 \cdot \log(2628) = 68,4 \text{ dB}$$

2 Messung eines Audio Codecs

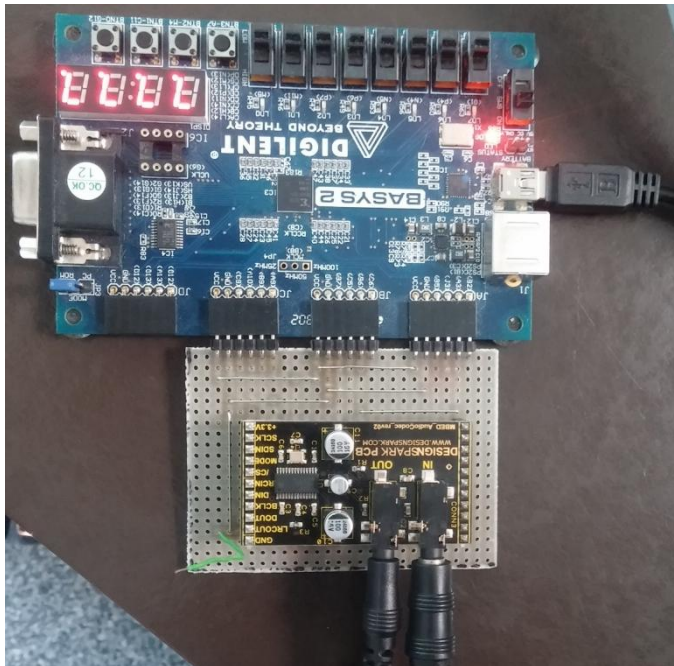
2.1 Aufgabenstellung

Aufgabe dieser Übung war es, einen Audio Codec (TLV320AIC23B), der mit einem FPGA Board angesteuert wurde, zu messen. Es sollte die Klippgrenze und anschließend 6dB unter dem Klipping die „Effective Number of Bits“ (ENOB) bei jeder Auflösung ermittelt werden.

2.2 Messungsaufbau



Zum Ansteuern des Audio Codecs wurde eine VHDL Software, die bereits vom Übungsleiter geschrieben wurde, zur Verfügung gestellt. Die Software „audiocodec“ wurde mit Digilent Adept auf das FPGA Board BASYS2 gespielt. Zum Kommunizieren mit dem Audio Codec wurden die Stecker JA, JB und JC verwendet, wie man es am Foto sehen kann.



Der Minirator wurde als Frequenzgenerator benutzt. Mittels T-Stück wurde er am Oszilloskop und am Eingang des Audio Codecs angeschlossen. Der Ausgang des Audio Codecs wurde ebenfalls mit dem Oszilloskop verbunden.

Beim Aus- und Eingang des Audio Codecs wurden jeweils der linke Kanal („nicht roter“ Cinch Stecker) verwendet.

2.3 Bedienung des Audio Codecs

Mit den Buttons und Switches konnten folgende Einstellungen vorgenommen werden:

BTN0: Reset

BTN1: Auflösung erniedrigen

BTN2: Auflösung erhöhen

BTN3: Audio Codec initialisieren

SW6: „loop back“ → Signal wird 1 zu 1 durchverbunden

SW7: „invert data“ → Signal um 180° phasenverschieben

2.4 Ermittlung der Klipp Grenze

Als Eingangssignal wurde ein Sinus mit einer Frequenz von 1kHz gesendet. Um die Klipp Grenze zu ermitteln, musste am Oszilloskop das Frequenzspektrum dargestellt werden. Nun wurde die Eingangsspannung so weit erhöht, bis harmonische Schwingungen auftraten.

Da die 3. Harmonische schon sehr früh auftauchte wurde die Eingangsspannung weiter erhöht. Bei 1,04Vpp waren die 3. und 4. Harmonische deutlich zu erkennen.

Die Messungen mit dem Cursor ergaben folgende Werte:

	Frequenz / kHz	Signal / dB	Signal / mV
Grundsignal	1	-9,77	324,7
3. harmonische	3	-63,8	0,646
4. harmonische	4	-70,2	0,309

2.5 Messung der ENOB (Effective Number of Bits)

Die ENOB ist eine andere Art um SINAD (Signal to Noise Ratio and Distortion) auszudrücken. Zum Beispiel liegt die ENOB bei einem 8 Bit Oszilloskop meistens bei 6-7 Bit, da das Rauschen und die Verzerrungen einen starken Einfluss haben. Folgende Formeln waren zum Berechnen von ENOB notwendig:

$$\text{SNR}_{\text{ideal}} = 4,77 + 6,02 * \text{\#Bits}$$

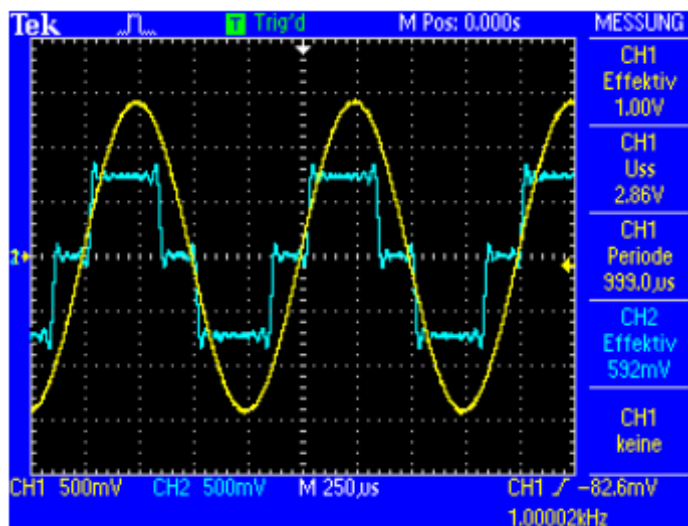
$$\text{SINAD} = 20 * \log(10^{(-\text{SNR}/10)} + 10^{(\text{THD}/10)})$$

$$\text{ENOB} = (\text{SINAD} - 1,76) / 6,02$$

Die ENOB wurde bei jeder Auflösung des Audio Codecs ermittelt. Ugen und THDgen wurden nur einmal eingestellt und danach nicht mehr gemessen (n.g. = nicht gemessen). Die Ausgangsspannung und der Klirrfaktor wurden mit dem Minilyzer gemessen.

Auflösung/Bit	Ugen/dbV	THDgen/dB	Uaus/dbV	THDaus/dB	ENOB
15	-6	-89	-6,1	-71,6	12
14	n.g.	n.g.	-6,1	-71,4	12
13	n.g.	n.g.	-6,1	-70,7	11
12	n.g.	n.g.	-6,1	-68,7	11
11	n.g.	n.g.	-6,1	-65,3	11
10	n.g.	n.g.	-6,1	-59,9	10
9	n.g.	n.g.	-6,1	-54,1	9
8	n.g.	n.g.	-6,1	-48,0	8
7	n.g.	n.g.	-6,2	-42,2	7
6	n.g.	n.g.	-6,3	-36,2	6
5	n.g.	n.g.	-6,5	-30,2	5
4	n.g.	n.g.	-6,9	-24,0	4
3	n.g.	n.g.	-8	-17,9	3
2	n.g.	n.g.	-10,8	-10,6	1

Auf diese Bild sieht man das originale Eingangssignal und das Ausgangssignal mit einer Auflösung von 2 Bit.



3 Messungen mit dem UPV

Zum Schluss wurden mit dem UPV Messungen am Audiocodec durchgeführt. Diese Messungen wurden vom Übungsleiter durchgeführt. Es wurden die wichtigsten Messmethoden kurz erklärt.

3.1 Allgemeines

Der UPV Audio Analyzer ist ein Messgerät für unzählige Audiomessungen. Der Generatorausgang des UPVs, über welchen das eingestellte Signal gesendet wird, wird mit dem Eingang des Audio Codecs verbunden. Der Ausgang des Codecs wird mit dem Analyzer-Eingang des UPVs verbunden.

3.2 Konfiguration

Als erstes muss der Generator konfiguriert werden. Bei uns wurden folgende Einstellungen vorgenommen:

Bandwidth: 80kHz
Max. Voltage: 1,75V
Ref. Voltage: 0,5V
Ref. Frequency: 1kHz

Beim der Analyzer Konfiguration gibt es Einstellungen wie:

- Channel
- Channel Coupling (AC, DC)
- Bandwith
- Pre Filter
- Channel Impedance

3.3 Messmethoden

Bei der ersten Messung wurde das Ausgangssignal in Volt gemessen:

Eingangsspannung	Ausgangsspannung
500mV	496mV

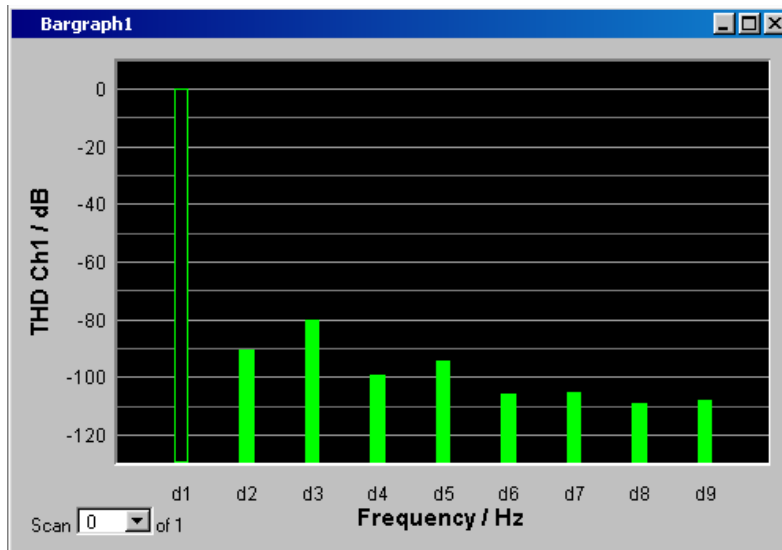
3.3.1 Spektrum

Bei der Darstellung des Spektrums wurde für Kanal 1 der Generator des UPVs und als Kanal 2 der Ausgang des Audio Codecs gewählt.

Es war zu erkennen, dass der Generator deutlich bessere Eigenschaften besitzt (Rauschen und harmonische Schwingungen haben einen kleineren Pegel als beim Ausgang vom Audio Codec)

3.3.2 THD

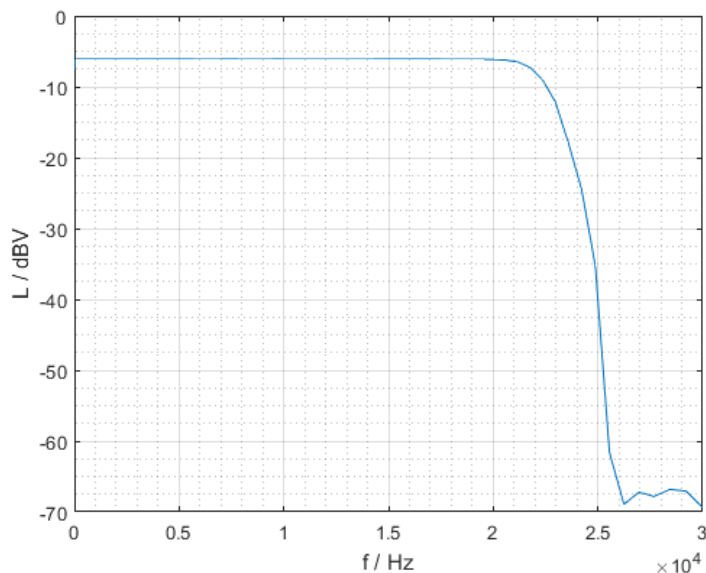
Mittels einem Bar Chart können die Pegel der Klirrfaktoren n-ter Ordnung dargestellt werden.



Beispielbild aus dem User Manual

3.3.3 Bode Diagramm

Um ein Bodediagramm zu erstellen müssen die Fenster Sweep Graph und Sweep Graph Config geöffnet werden. Das Bodediagramm wurde als bode.trc auf einem USB Stick gespeichert. Da es beim Öffnen des Files ein Problem gab, wurden die Werte in Matlab importiert und anschließend ein Diagramm erstellt.



4 Persönliche Erkenntnisse

Bei der Übung wurden die Vorkenntnisse über DACs und ADCs aufgefrischt. Weiters wurde uns beigebracht, welche Eigenschaften man bei DACs messen kann.