

HÖHERE TECHNISCHE BUNDESLEHRANSTALT HOLLABRUNN

Abteilung für Elektronik – Technische Informatik

Klasse/ Jahrgang: 5BHEL	Gruppe: 5b	Übungsleiter: Prof. Dum
Übungsnummer: I/1	Übungstitel: ADC / DAC Messungen	
Datum der Übung: 29.09.2015	Teilnehmer: Gorke, Haschke, Hogl, Mayerhofer	
Datum der Abgabe: 13.10.2015	Schriftführer: Haschke	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: T8
Datum der Übung: 29.09.2015
Klasse: 5BHEL
Schriftführer: Haschke
Übungsteilnehmer: Gorke
Haschke
Hogl
Mayerhofer

Inhaltsverzeichnis

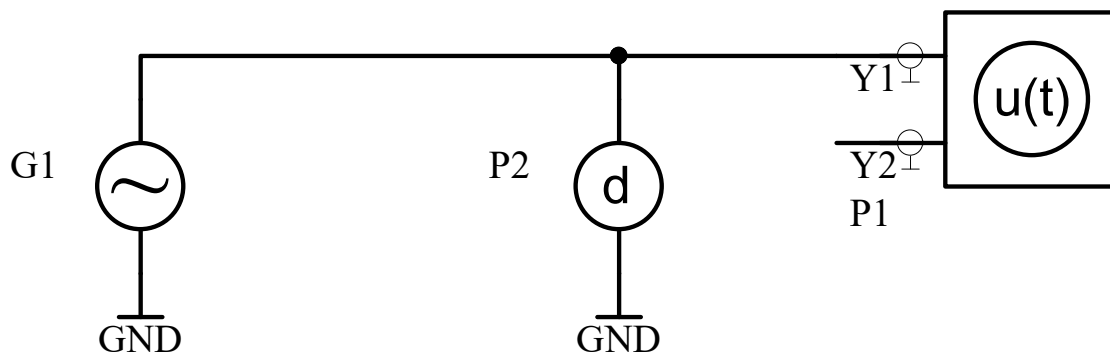
1. Messung an einem DSO	3
1.1 Aufgabenstellung	3
1.2 Messschaltung	3
1.3 Übungsdurchführung	3
1.3.1 Klirrfaktor	4
1.3.2 Clipping	4
1.3.3 SNR	5
1.3.4 ENOB	5
1.4 Erkenntnisse	5
2. Messung an einem Audio-Codec	5
2.1 Aufgabenstellung	5
2.2 Messschaltung	6
2.3 Übungsdurchführung	6
2.4 Erkenntnisse	8
3. UPV	8
4. Inventarliste	9
5. Messprotokoll	10

1. Messung an einem DSO

1.1 Aufgabenstellung

Ziel dieser Übung war es den ADC eines Digitalen-Speicher-Oszilloskops auszumessen. Dabei sollten verschiedene Kenngrößen, wie z.B.: der Klirrfaktor, die Clipping-Grenze oder ENOB bestimmt werden.

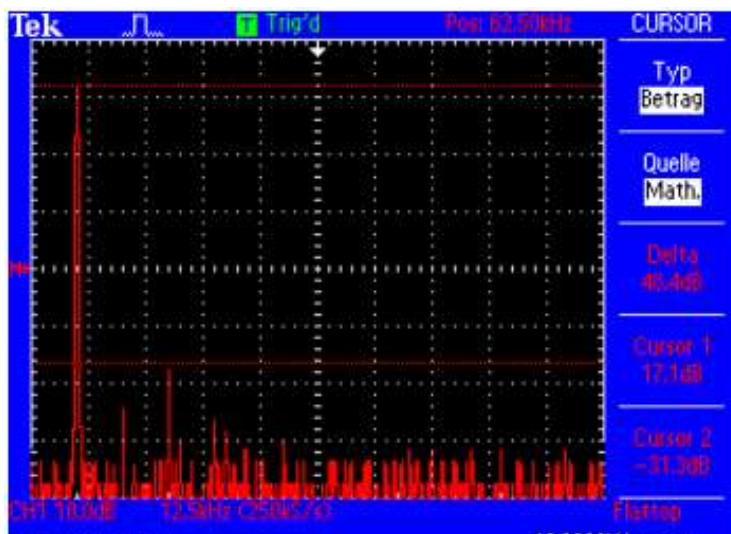
1.2 Messschaltung



1.3 Übungsdurchführung

Zuerst wurde an die Fast-Fourier-Transformation (FFT) an der Tafel besprochen. Mit dieser mathematischen Funktion wird das Zeitsignal in den Frequenzbereich transformiert und so in ein Spektrum umgewandelt. Die Analyse des Spektrums gibt dann die nötigen Informationen zum Berechnen der Kenngrößen des ADCs.

Spektrum:



An diesem Spektrum kann man gut die Grundschiwingung (1. Harmonische) des Signals, sowie die 2., 3., 4. Harmonische und das Rauschen erkennen. Wie man an der Cursor Messung erkennen kann, ist der Abstand zwischen Grundschiwingung und nächst größeren Harmonischen, in diesem Fall die 3., ca. 50dB.

1.3.1 Klirrfaktor

Es wurde ein Sinus-Signal mit einer Frequenz von $f = 1 \text{ kHz}$ und einer Spitzenspannung $U_s = 10 \text{ V}$ am Frequenzgenerator eingestellt und mit dem Oszilloskop gemessen. Anschließend wurde es am Oszilloskop direkt über die Funktion FFT, welche im Math-Menü des Gerätes zu finden ist in ein Spektrum transformiert. Nun wurde der Pegel der sichtbaren Oberwellen, sowie der Pegel der Grundschiwingung abgelesen.

Harmonische	dBV	V
1.H = GS (U1)	17,1	7,161434102
2.H (U2)	-40,5	0,009440609
3.H (U3)	-31,3	0,027227013
4.H (U4)	-42,5	0,007498942

Aus diesen Messungen kann nun der Klirrfaktor berechnet werden. Dafür wurde folgende Formel verwendet:

$$k = \sqrt{\frac{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2}{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2}}$$

Setzt man die Werte aus der Tabelle ein erhält man $k = 0,415792951 \%$ als Ergebnis.

1.3.2 Clipping

Das Clipping des ADC kann dadurch erkannt werden, dass bei einer bestimmten Spannung bei einer bestimmten Signalaufösung (V/div) der Klirrfaktor ansteigt. Dies kann im Spektrum abgelesen werden. Dazu wird die Amplitude des Eingangssignales im Spektrum kontinuierlich erhöht, bis der Anstieg des Klirrfaktors erkennbar wird. Danach wird im Zeitbereich das Signal bei einer geringeren Auflösung abgelesen. Bei der durchgeführten Messung kam es bei einer Amplitude von $6,5 \text{ Vpp}$ zum Clipping des ADCs, bei einer eingestellten Auflösung von $0,5 \text{ V/div}$. Daraus ergibt sich das die Clipping-Grenzen des ADC für diese Auflösung bei $\pm 6,5 \text{ div}$ liegen. Daher ist halbe Vollauststeuerung bei $\pm 3,25 \text{ div}$ erreicht.

1.3.3 SNR

Die im Speicher des Oszilloskops hinterlegten Daten wurden nun als CSV-Datei exportiert und weiter am Computer ausgewertet. Dabei wurde die Datenreihe zuerst so per Hand gefiltert, dass nur das Rauschen übrig blieb. Dieses wurde dann quadriert, addiert und wieder radiziert. So wurde das gesamte Rauschen berechnet.

Rauschen = 0,03756078 V
Signal = 7,031 V

Daraus wurde dann mit folgender Formel das SNR berechnet.

$$\text{SNR} = 20 * \log\left(\frac{\text{Signal}}{\text{Rauschen}}\right) \quad \text{SNR} = 45,45 \text{ dB}$$

Beim SNR handelt es sich um den Abstand zwischen Signal und Rauschen in dB.

1.3.4 ENOB

Nun kann über das SNR auch das ENOB, die effektive Nummer an bits, die ein idealer ADC mit den selben SNR hätte. Dazu wird folgende Formel verwendet:

$$\text{ENOB} = \frac{\text{SNR} - 4,77 - 6}{6,02} \quad \text{ENOB} = 5,76$$

Das bedeutet das ein idealer ADC mit den selben SNR, nur 5 bit verwenden würde. Der gemessene ADC hingegen ist ein 8bit ADC.

1.4 Erkenntnisse

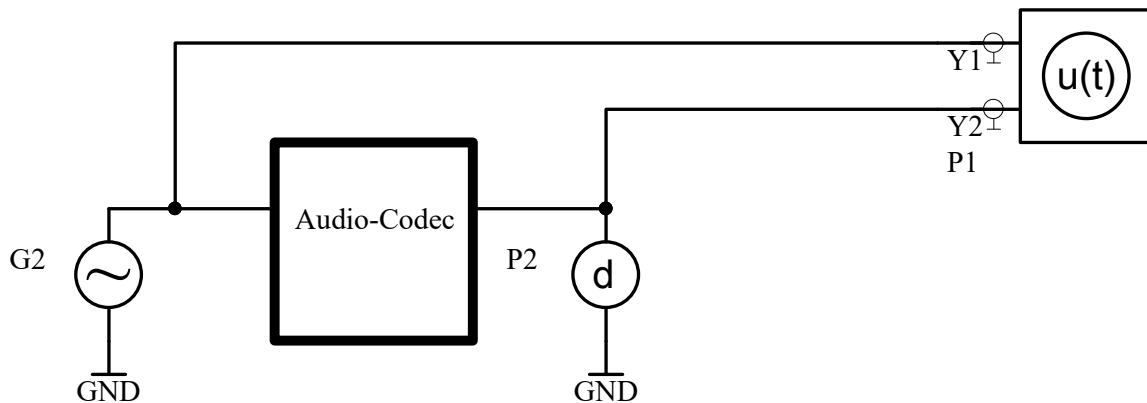
In dieser Übung wurden die Kenngrößen des ADCs wiederholt und uns die Auswirkungen dieser Kenngrößen auf das Spektrum eines Signals nähergebracht. Zum Beispiel wurde die Auswirkung von Clipping auf den Klirrfaktor des ADCs vorgezeigt. Es wurde weiters auch gelernt wie man diese Kenngrößen messen kann, bzw. wie man sie aus verschiedenen Messwerten errechnen kann. Außerdem wurde die Fast-Fourier Transformation besprochen.

2. Messung an einem Audio-Codec

2.1 Aufgabenstellung

Ziel dieser Übung war es den ADC/DAC eines 16bit Audio-Codecs, welcher über ein FPGA angesteuert wird, auszumessen. Der Audio-Codec, sowie das FPGA und das nötige VHDL-Projekt wurden uns vom Übungsleiter zur Verfügung gestellt. Über das FPGA konnte künstlich die Anzahl der bits des DACs verändert werden, im Bereich 1 bis 16 bits. Es sollte nun die Änderung des Signal und des SNRs relativ zur Änderung der Auflösung gemessen werden.

2.2 Messschaltung



2.3 Übungsdurchführung

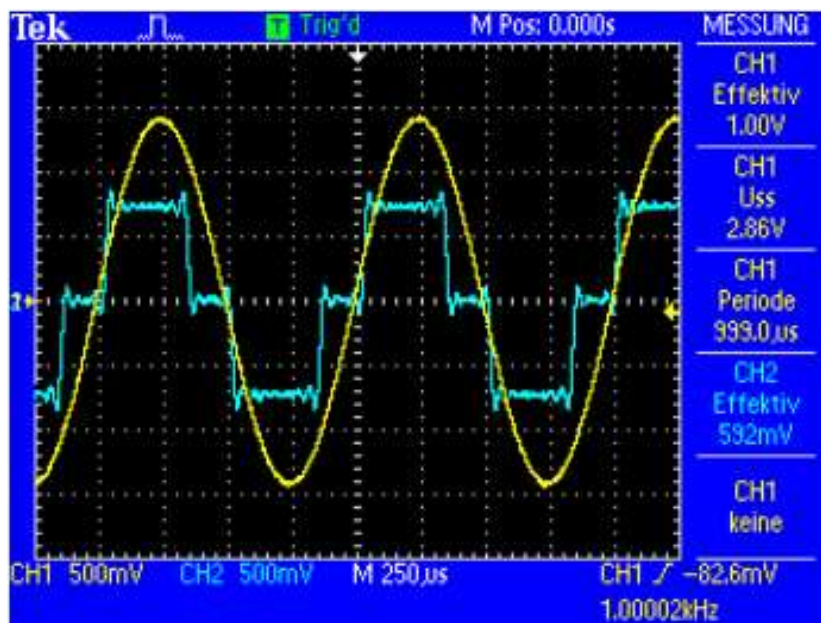
Über einen Generator mit geringem Klirrfaktor, dem NTI Minirator, wurde ein Signal mit max. 1 V effektiv erzeugt. Dieses wurde über den linken Kanal an den Audio-Codec angeschlossen und mit NTI Minilyzer, sowie DSO gemessen.

N/[bit]	Signal/[dBV]	SNR/[dB]
2	-4,7	-10,6
3	-1,9	-17,8
4	-0,9	-23,9
5	-0,4	-30,1
6	-0,2	-35,8
7	-0,2	-42,1
8	-0,1	-48
9	-0,1	-53,8
10	-0,1	-59,3
11	-0,1	-64,1
12	-0,1	-67,6
13	-0,1	-69,5
14	-0,1	-70,5
15	-0,1	-70,7
16	-0,1	-70,7

Wie man an der Tabelle erkennen kann nimmt der Rauschabstand (SNR, Signal to Noise ratio) mit abnehmender Auflösung ab. Außerdem nimmt die Amplitude des Ausgangssignals ebenfalls ab.

N/[bit]	Signal/[dBV]	SNR/[dB]
2	-89,5	-1,7
3	-89,5	-1,7
4	-89,7	-1,9
5	-23,5	-8,6
6	-21,6	-14
7	-20,9	-21,1
8	-20,5	-27,8
9	-20,3	-33,5
10	-20,2	-39,7
11	-20,1	-46
12	-20,1	-51,4
13	-20,1	-56,3
14	-20,1	-59,6
15	-20,1	-60,7
16	-20,1	-61,3

Die Messung wurde dann mit einem geringeren Signalpegel und mit einem Generator mit höheren Klirrfaktor wiederholt. Dabei wurde erneut das SNR gemessen. Wie man erkennen kann schneidet dieser Generator in der Messung deutlich schlechter ab.



Auf diesem Oszilloskop-Bild ist der Unterschied zwischen Ein- und Ausgang bei stark verringerter Auflösung sichtbar. In Gelb ist das Eingangssignal, welches vom Minirator erzeugt wurde zu sehen, und in Blau sieht man das Ausgangssignal des Audio-Codes bei einer eingestellten Auflösung von 2bit.

2.4 Erkenntnisse

In dieser Übung wurde der Zusammenhang zwischen der Auflösung des ADC/DAC und dem SNR bzw. dem Klirrfaktor. So kann man feststellen, dass bei sinkender Auflösung der Klirrfaktor immer größer wird, da der Signalpegel, aber vor allem das SNR abnimmt. Außerdem wurde durch diese Messung klar, wie sich der Klirrfaktor des Generators auf die Messung auswirkt.

3. UPV

Es wurden mehrere Funktionen des UPV besprochen, mit denen man ebenfalls Kenngrößen eines ADCs/DACs messen könnte, wie z.B.: THDN (Total Harmonic and Noise Distortion), DFT (Diskrete Fourier Transformation) oder FFT. Aus Zeitgründen wurden diese Funktionen zwar vorgezeigt, die Übungsteilnehmer haben mit dem UPV jedoch keine Messungen durchgeführt.

4. Inventarliste

5. Messprotokoll