

PROTOKOLL ZU

EINFÜHRUNG IN RECHNERGESTÜTZTES
EXPERIMENTIEREN

Jannik Tim Zarnitz (E-Mail: j_zarn02@wwu.de)
Leonhard Segger (E-Mail: l_segg03@wwu.de)

in der Woche 03.09.2018 bis 06.09.2018
betreut von
Dr. Jürgen Berkemeier

7. September 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Tag 1	3
1.1	Aufbau einer Sinus- bzw. Bessel-Funktion	3
1.2	Lissajous-Figuren	3
2	Tag 2	3
2.1	Digitales Oszilloskop mit ExpressVI	3
2.2	Fouriertheorem	4
2.3	Abtasttheorem	4
3	Tag 3	5
3.1	Leakage-Effekt und Fensterfunktion	5
3.2	Digitales Oszilloskop ohne ExpressVI	5
3.3	Aliasing	6
3.4	Amplitudenmodulierte Signale	7
	3.4.1 Erzeugung	7
	3.4.2 Demodulation	7
4	Tag 4	7
4.1	Demodulation eines AM-Signals mittels Trägerfrequenzmultiplikation . .	7
4.2	Erzeugung eines phasen- bzw. frequenzmodulierten Signals	7
4.3	Demodulation eines phasen- bzw. frequenzmodulierten Signals	7
	4.3.1 Erweiterte Demodulation mit Bandpass und zusätzlicher Integra- tion des Signals	7

1 Tag 1

1.1 Aufbau einer Sinus- bzw. Bessel-Funktion

1.2 Lissajous-Figuren

2 Tag 2

2.1 Digitales Oszilloskop mit ExpressVI

Es wird ein Funktionsgenerator verwendet. Dessen Signal wird über einen Analog-Digital-Wandler durch den Computer erfasst. Zunächst wird das Signal in LabView mit dem entsprechenden ExpressVI verarbeitet. Das zugehörige Programm ist in Abb. 1 und die Frontplatte in Abb. 2 dargestellt.

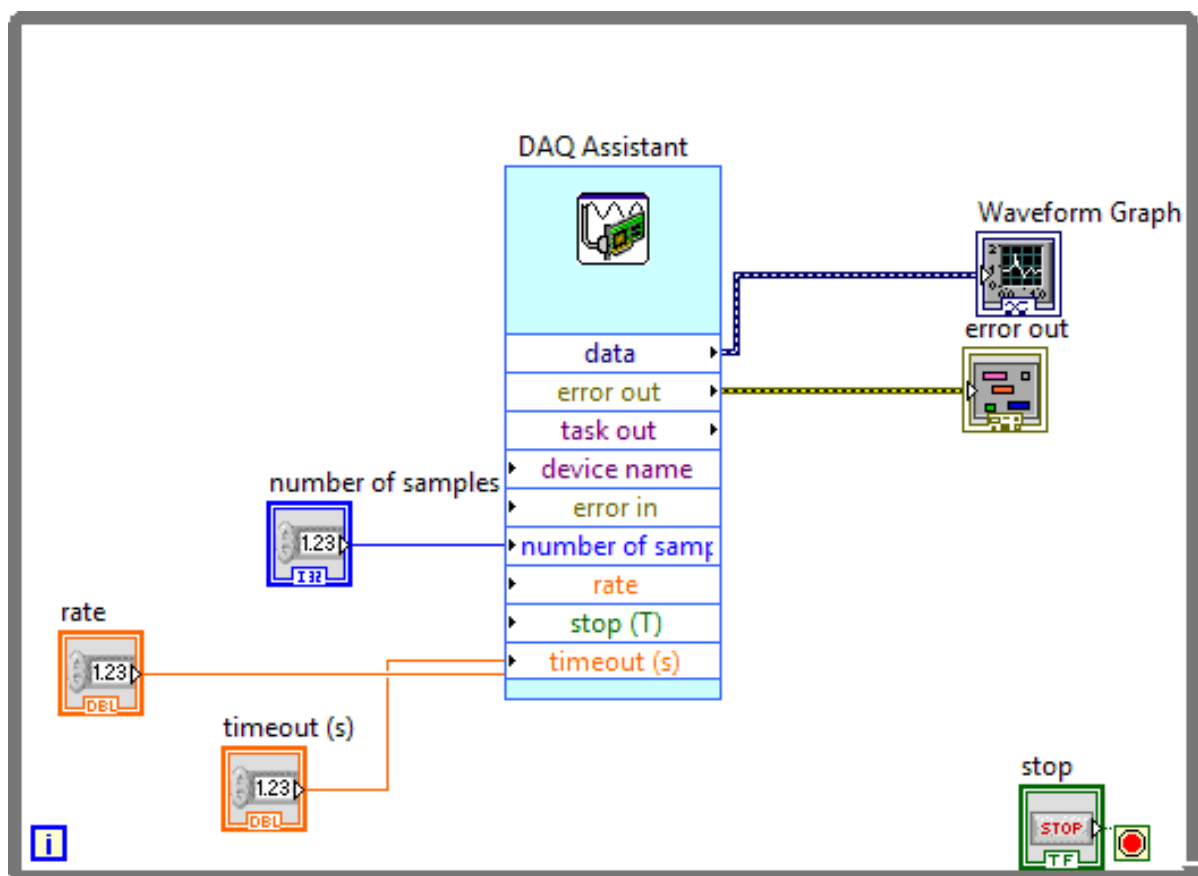


Abbildung 1: Einfaches Oszilloskop mithilfe des ExpressVIs zur Verarbeitung von Daten von Messgeräten.

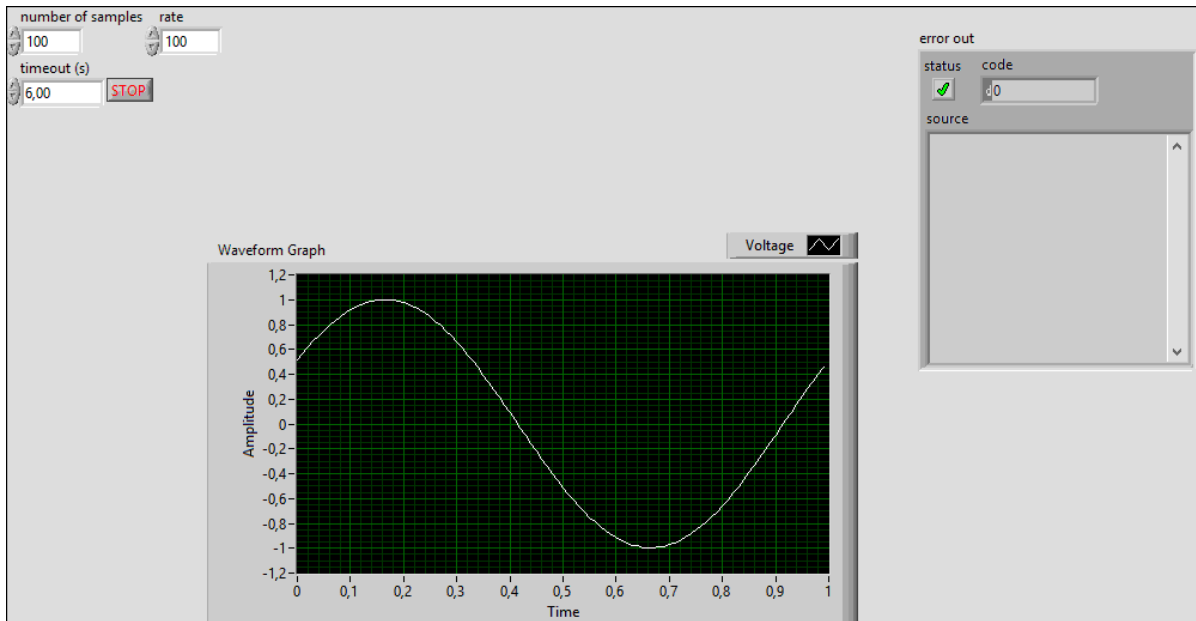


Abbildung 2: Frontplatte des einfachen Oszilloskop mithilfe des ExpressVIs zur Verarbeitung von Daten von Messgeräten. Dabei wurde durch den Funktionsgenerator ein sinusförmiges Signal ausgegeben.

2.2 Fouriertheorem

Gemäß des Fouriertheorems kann jede periodische Funktion als Fourierreihe bzw. Fourierintegral ausgedrückt werden. Dies ist nützlich bei der Zerlegung eines möglicherweise verrauschten Signals in seine Bestandteile. Das grundsätzliche Problem hierbei ist, dass Messprozesse immer zeitlich begrenzt ist, weshalb das Signal nicht bis in die positive und negative Unendlichkeit periodisch sein kann. Dies verursacht den sogenannten „Leakage-Effekt“, auf den in Abschnitt 3.1 näher eingegangen wird.

2.3 Abtasttheorem

Um ein Signal abzutasten, werden im Analog-Digital-Wandler mithilfe einer Sample-and-Hold-Schaltung zeitlich diskrete Messungen durchgeführt. Dies lässt sich als Multiplikation des Signals mit einem Delta-Kamm ausdrücken. Dabei treten Summen- und Differenzfrequenzen der Abtastfrequenz (und deren Oberfrequenzen) und den Frequenzen im Signal auf. Im Frequenzraum ergibt sich hierdurch eine periodische Fortsetzung des Spektrums des ursprünglichen Signals, wobei die Periode der Abtastfrequenz entspricht, wobei auch die Differenzfrequenzen auftauchen. Wenn die Abtastfrequenz hinreichend groß ist, kann man nun mithilfe eines Tiefpasses das Signal herausfiltern. Dazu muss sie allerdings größer als das Doppelte der höchsten im Signal auftretenden Frequenz sein, da sich ansonsten das Spektrum des Signals mit den Differenzfrequenzen der nächsten Periode überlagern. Dies bezeichnet man als Aliasing.

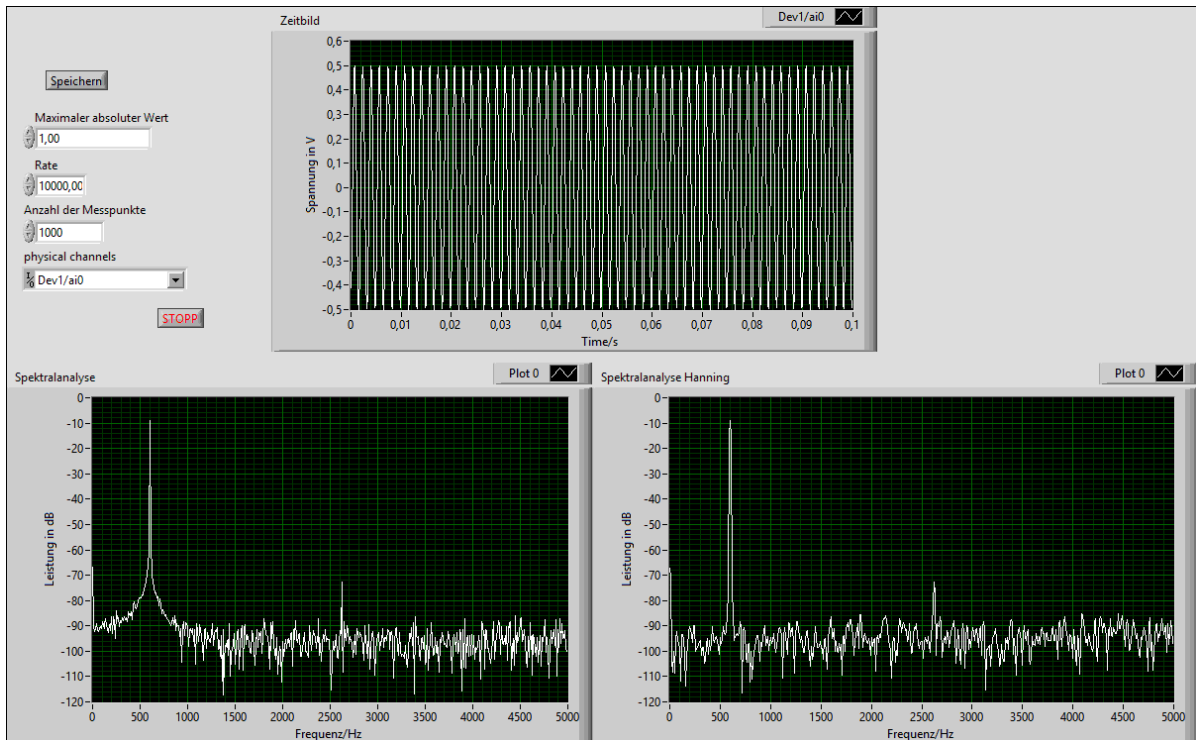


Abbildung 4: Oszilloskop-Frontplatte. Dargestellt wird das gemessene Signal im Zeitbild sowie im Frequenzbild mit und ohne Von-Hann-Fenster. Einstellbar ist die Abtastfrequenz, die Anzahl der Messpunkte, der Eingangskanal des Messgerätes und der maximale messbare Wert, wobei der minimale auf das Negative des maximalen gesetzt wird. Mithilfe des Stopp-Knopfes kann das Programm gestoppt werden und mit dem Speichern-Knopf werden die aktuellen Messwerte aus allen drei Diagrammen in eine Textdatei exportiert.

Hierbei wurde ebenfa

3.3 Aliasing

Um den Effekt des Aliasing absichtlich herbeizuführen, werden bei einer Abtastfrequenz von 1000 Hz zwei verschiedene Signale abgetastet. Da bei dieser Abtastfrequenz die höchste Frequenz im Signal kleiner als 500 Hz sein muss, ist hierbei zu erwarten, dass ein Signal von 400 Hz korrekt abgetastet wird, während eines mit 600 Hz falsch abgetastet wird. Das Spektrum des abgetasteten Signals bei diesen beiden Signalfrequenzen ist in Abschnitt 3.3 dargestellt.

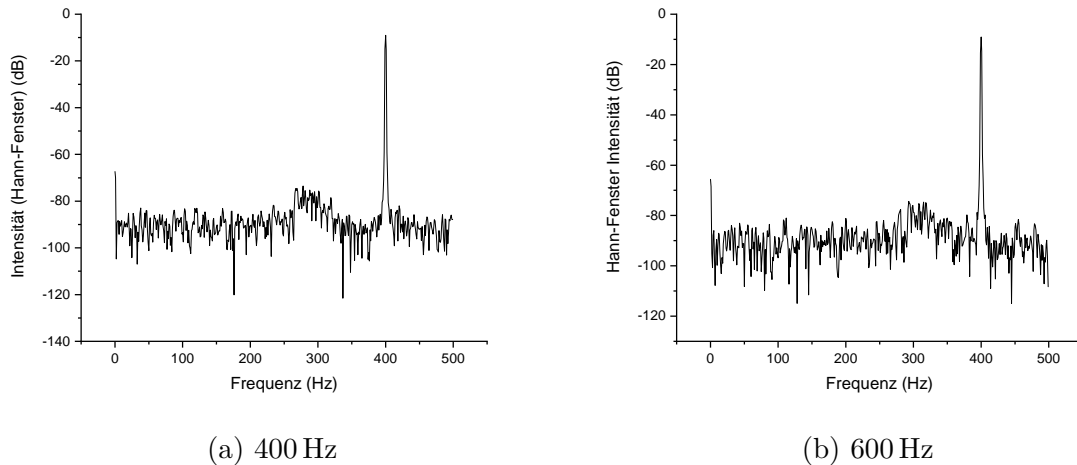


Abbildung 5: Mit einer Abtastfrequenz von 1000 Hz abgetastete Signale, deren Frequenz einmal 400 Hz und einmal 600 Hz beträgt, sodass einmal korrekt und einmal falsch abgetastet wird.

Es fällt auf, dass sich zwischen diesen beiden Signalen kein Unterschied erkennen lässt. Dies liegt daran, dass bei einer Signalfrequenz von 600 Hz die eigentliche Signalfrequenz nicht mehr vom idealen Tiefpass übertragen wird, während die Differenzfrequenz von Abtastfrequenz und Signalfrequenz 400 Hz beträgt. Es ist an den beiden Signalen zu erkennen, dass sich ein falsch abgetastetes Signal nicht mehr von einem korrekt abgetasteten Signal bei der entsprechenden Differenzfrequenz unterscheiden lässt. Man stellt fest, dass man vor der Abtastung bereits wissen muss, welche Frequenzen im Signal vorkommen.

3.4 Amplitudenmodulierte Signale

3.4.1 Erzeugung

3.4.2 Demodulation

4 Tag 4

4.1 Demodulation eines AM-Signals mittels Trägerfrequenzmultiplikation

4.2 Erzeugung eines phasen- bzw. frequenzmodulierten Signals

4.3 Demodulation eines phasen- bzw. frequenzmodulierten Signals

4.3.1 Erweiterte Demodulation mit Bandpass und zusätzlicher Integration des Signals