

Till Wanner, Daniel Rill

Im Laborversuch wird die Multifunktionsbox ME-RedLab USB-1208LS verwendet, welche bei der Analogeingabe einen Eingangsspannungsbereich von  $\pm 10\text{V}$  und eine Ausgangsspannung von  $0\text{V} - 5\text{V}$  unterstützt.

Nach der Ausführung des Programms werden folgende Werte auf der Konsole ausgegeben:

16Bit-Value	Voltage Value	Sampler Rate
2050	0.00976	8021

Unsere Karte hat die Konsoleneingabe akzeptiert, der Voltwert beträgt 0.0976V und die Samplerrate beläuft sich auch 8021 (was auch die doppelte Nyquistfrequenz ist). Der 16Bit-Wert beträgt 2050.

## Aufgabe 2) Genauigkeit der AD-Wandlung

Hier wird an der Spannungsquelle eine Spannung eingestellt, welche dann mit dem Multimeter dem AD-Wandler und einem Feinmessgerät (als Referenzwert) gemessen wird.

Folgende Messwerte wurden geliefert:

Spannung	Feinmessgerät	Multimeter	Messfehler	AD	Messfehler
1	1,051	1,045	0,006	1,0546875	0,0036875
2	2,01	2,002	0,008	2,001953125	0,008
3	3,063	3,051	0,012	3,056640625	0,006
4	4,070	4,05	0,02	4,0625	0,0075
5	5,077	5,06	0,017	5,068359375	0,00864
6	6,085	6,06	0,025	6,083984375	0,001
7	6,997	6,97	0,027	6,982421875	0,0014578
8	8,052	8,02	0,032	8,037109375	0,01489
9	9,061	9,03	0,031	9,052734375	0,007265
10	10,069	10,04	0,029	9,990234375	0,0787625

Der theoretische Quantisierungsfehler für den AD-Wandler beträgt:

$$\Delta U_{AD} = \frac{10V - 1V}{2^{11}} = 4.4mV$$

Mittels Python haben wir jeweils die Standardabweichungen für:

Das Multimeter : 9.1 mV

Den AD-Wandler: 22.2 mV errechnet.

Anhand der Standardabweichungen lässt sich feststellen, dass der AD-Wandler ungenauer ist, der Ausreiser bei 8V kommt besonders zum Vorschein.

Daraus lässt sich schließen, dass die Messwerte damit über dem Fehlertoleranzbereichs des theoretischen Quantisierungsfehlers liegen, was bedeutet, dass die Wandlung fehlerbehaftet ist.

### Aufgabe 3) Genauigkeit der DA-Wandlung

In dieser Versuchsreihe sollen nun Analogwerte vom DA-Wandler gemessen werden. Der Wandler wird programmiert die Spannungen auszugeben, welche dann vom Oszilloskop gemessen werden.

Folgende Messwerte konnten festgehalten werden:

Spannung (V)	Oszilloskop (V)	Messfehler (V)
0,5	0,511	0,011
1	1,012	0,012
1,5	1,509	0,009
2	2,018	0,018
2,5	2,520	0,020
3	3,025	0,025
3,5	3,531	0,031
4	4,031	0,031
4,5	4,534	0,034
5	5,033	0,033

Der Quantisierungsfehler beläuft sich auch hier auf:

$$\Delta U_{\text{DA}} = \frac{5V - 0.5V}{2^{10}} = 4.4mV$$

Die Mittels Python errechnete Standardabweichung der Messwerte beträgt:

9,1 mV

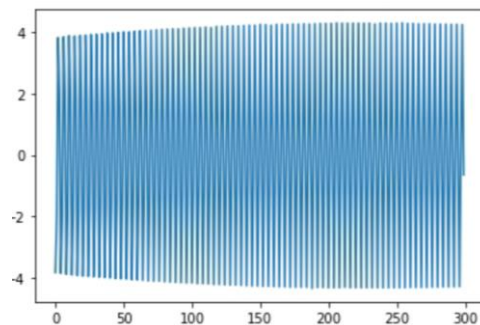
Die hohe Standardabweichung(9,1mV) liegt über dem theoretischen Quantisierungsfehler(4,4mV), was darauf schließen lässt, dass die Wandlung fehlerbehaftet ist. Dazu können Faktoren wie: thermisches Rauschen, Rundungsfehler und/oder Überlastungsfehler beitragen.

### Aufgabe 5) Abtasttheorem

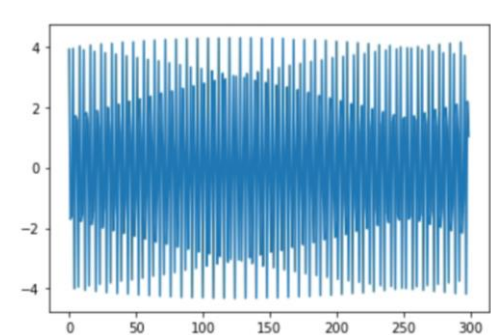
Im fünften Versuch dürfen wir variierende Abtastfrequenzen wählen und Mittels Python und dem RedLab-Befehl `rl.cbInScanRate()` die tatsächliche Abtastfrequenz des AD-Wandlers auslesen.

Es wurde zudem die Nyquistfrequenz ermittelt und im Anschluss von der halben Nyquistfrequenz bis zur doppelten Nyquistfrequenz die Frequenz variiert. Nach der Programmierung des Sinusgenerators, wurden diese auf 7 verschiedene Frequenzen angewandt.

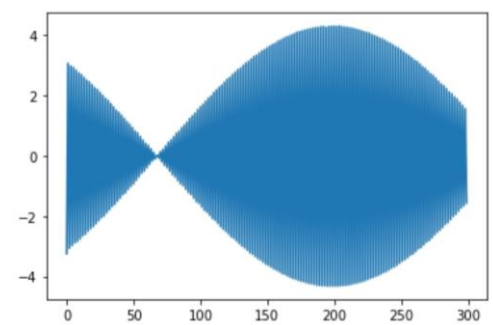
Messfrequenzen mit ihren Plots:



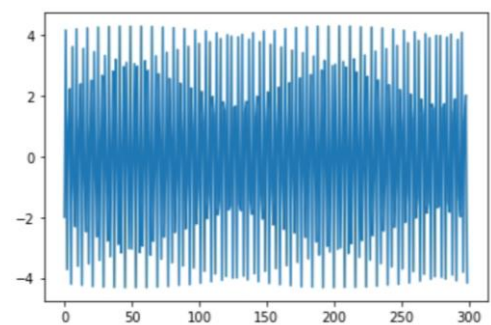
2000Hz



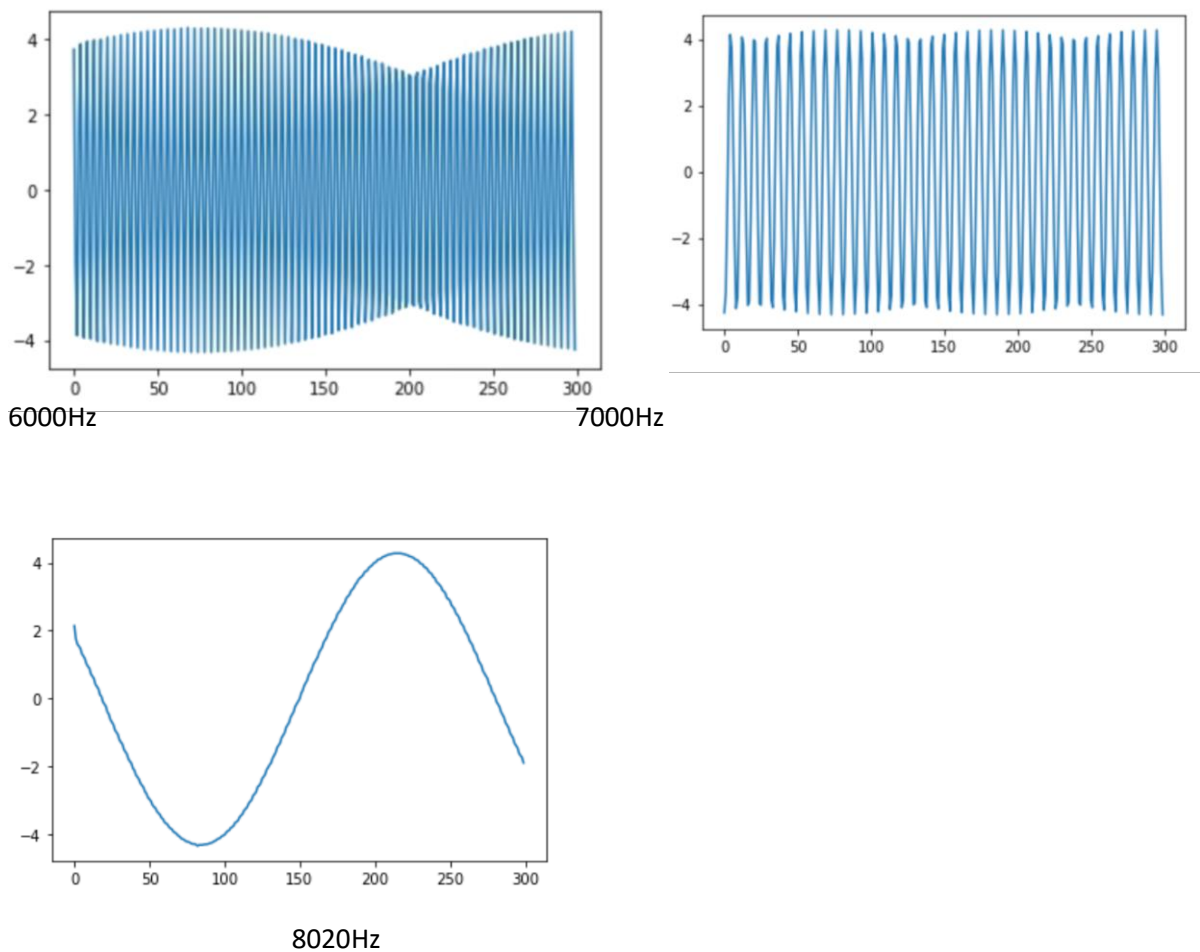
3000Hz



4010Hz



5000Hz



In den Plots lässt sich das Aliasing bei den Frequenzen 3000Hz, 4000Hz, 5000Hz und 6000Hz erkennen.

Dort ist die Abtastfrequenz kleiner als die doppelte Grundfrequenz, dadurch überlappen sich die einzelnen Kopien des Spektrums, was auch Aliasing genannt wird.

Bei dem Ersten (2000Hz) sowie bei 7000Hz und 8020Hz ist kein Aliasing vorhanden.

Beim letzten Messwert (8020) sieht man genau eine Sinusschwingung, da sich die Frequenz nur um 1Hz von der doppelten Nyquistfrequenz (8021Hz) unterscheidet