

# Kapitel 1

## Aufnahme der Messergebnisse

für die messung über den Red Pytaya immer 1x Tastköpfe verwenden, nicht 10x!

Bevor die ersten Messungen am System gemacht werden können, muss diese ausreichend auf ihre Funktionsfähigkeit getestet werden. Aufgrund der langen Lieferzeit der bestellten Bauteile, gab es im Vorfeld genügend Zeit ein Testprotokoll/Inbetriebnahmeprotokoll zu erarbeiten.

### 1.1 Test der Leiterplatte (PCB)

Nach Fertigstellung des pcb wird zunächst der aufkommende Versorgungsstrom auf einen bestimmten Wert begrenzt.(mit oder ohne  $\mu C$ ?) Anschließend wird kontrolliert, ob der Buck-Converter die 3,3 V zuverlässig ausgibt. Sobald das funktioniert kann die Ansteuerung der Digitalpotentiometer durch die mcu programmiert werden.Dank der vorher geplanten Jumper kann der daraus resultierende Widerstandswert unabhängig von der Restschaltung gemessen und der Code dadurch validiert werden.

Im nächsten Schritt könnte schon das Gesamtsystem gemessen werden. Da die genaue Reaktion des Systems noch nicht genau bekannt ist, sollten die Multiplizierer erst einmal überbrückt werden um den bereits bekannten Biquad zu vermessen, bei dem das Endresultat bekannt ist. Der Phase-Detektor kann dabei vorerst vernachlässigt werden. Stimmen diese Ergebnisse mit den früheren Resultaten überein, kann anschließend das vollständige System vermessen werden.

Auffalled ist, dass der Pico nicht immer von alleine starten möchte. Grund hierfür könnte eine nicht ganz stabilisierte Versorgungsspannung sein. lösungsmöglichkeiten wären ein Kondensator am  $V_{sys}$  eingang oder den 3.3V Jumper zu einem Schalter ausbauen. wenn die  $\pm 15V$  erst einmal anliegen und darauf der Jumper gesetzt wird startet die mcu zuverlässiger. Zur erkennung das was passiert wird das Skript erweitert, sodass die on board led als indikator fungiert.

### 1.1.1 Nachtunen der Widerstandswerte der Digitalpotentiometer

Bei der ersten Messung des herkömmlichen Biquads ohne self-tune System fällt auf, dass die Mittenfrequenz noch größere Abweichungen zum eigentlich eingestellten Wert zeigt. Dabei gibt es sowohl eine Diskrepanz zwischen dem theoretischen Sollwert  $\text{soll\_R}$  und dem durch den Wiper eingestellten Istwert  $\text{ist\_R}$ , als auch eine Abweichung zwischen dem Istwert und dem real abfallenden Widerstandswert.

Im Folgenden soll also kurz untersucht werden, ob diese anfallenden Abweichungen durch Anpassungen des Skripts kompensiert werden können. Dafür werden die im Skript befindlichen Werte für den Ist- und Sollwiderstand über das ui ausgegeben. Währenddessen wird der Widerstandswert des Poti 1 gemessen. Auf eine Messung der anderen Potis wird hierbei verzichtet, da diese bei Messung immer sehr nah (ca. 10 Ohm) aneinander liegen.

Die dabei erhaltenen Werte sind in der folgenden Tabelle 1.1 dargestellt:

UI-Werte / Hz	ist_R / $\Omega$	soll_R / $\Omega$	real_R / $\Omega$	(real - soll)	real_R_neu
50	3178	3183	3244	+61	3064
100	1589	1591	1668	+77	1566
200	794	795	877	+82	784
500	302	318	387	+69	298
750	227	212	310	+98	221
1000	151	159	233	+74	145

Tabelle 1.1: Messwerte des Digitalpotentiometers (Poti 1)

Auffallend ist, dass die Differenz zwischen Real- und Sollwert immer positiv ist und eine durchschnittliche Differenz von  $78,2\Omega$  erreicht wird. Bei Aufnahme der Widerstandswerte für  $f_0 > 1\text{ kHz}$  zeigt sich zudem, dass der Realwiderstand nicht unter ca  $150\Omega$  fällt, sodass die Mittenfrequenz für den herkömmlichen Biquad in dieser Schaltung 1060 Hz nicht überschreiten kann.

Die Abweichung von Ist- zu Sollwert ist vor allem durch die Schrittweite des Wipers im Poti zu erklären. Diese setzt sich wie folgt zusammen:

$$R_{\text{step}} = \frac{R_{\text{max}} - R_{\text{min}}}{2^n - 1} = \frac{9980\Omega - 150\Omega}{255} = 38,5\Omega \quad (1.1)$$

Die minimale Schrittweite begrenzt sich also auf  $38,5\Omega$  sodass eine Abweichung von unter  $19,25\Omega$  über diesen Digitalpotentiometer nicht korrigiert werden kann. Sie ist jedoch ein vielfaches von der durchschnittlichen Abweichung wodurch der aktuelle Wiperwiderstand im Skript von 2 Bit auf 4 Bit angehoben werden kann.

Diese Änderung soll zu einer Annäherung von Soll- und Realwert führen. Die Abweichung verbessert sich im Durchschnitt auf etwa  $27,4\Omega$ , wobei eine erneute Veränderung des Wiperwiderstand diese nicht weiter reduziert, da die Differenz der Werte sowohl positive als auch negative Vorzeichen aufweisen. Interessant ist noch, dass die größte Abweichung bei 50 Hz mit  $115\Omega$  Differenz auftritt. Für höhere Mittenfrequenzen wird diese Differenz deutlich kleiner.

Außerdem vielleicht noch wichtig: die maximale Mittenfrequenz kann durch Wahl eines kleineren C von 100nF noch verzehnfacht werden. Jedoch wird für den self-tuned Biquad

verändert sich die Gleichung für die Mittenfrequenz wodurch ebenfalls höhere Frequenzen erreicht werden.

## 1.2 Messverfahren

Was soll gemessen werden, wie soll dies gemessen werden?

### 1.2.1 Frequenzsweep/ Bode Diagramm/ ac analyse

Nach Aktualisierung des Red Pitaya OS funktioniert die Messwertaufnahme mit dem eingesteckten mcu endlich. vorher war keine funktionierende Messung möglich. Frequenzsweep (Amplituden und Phasengang) um es mit dem normalen Biquad zu vergleichen

### Mittenfrequenz

Nach den ersten Messungen am Gesamtsystem fällt auf, dass bei Einstellung einer Frequenz von 160 Hz nicht wie beim herkömmlichen Biquad eine Abweichung von **ein paar Prozent (10 oder so)** zu sehen war. Stattdessen liegt die Mittenfrequenz  $\omega_0$  bei ca 860 Hz. Dieses Verhalten ist damit zu erklären, dass bei Veränderung des Schaltungsaufbau auch die Gleichung zur bestimmung von  $\omega_0$  beeinflusst wird.

Die in Kapitel ?? hergeleiteten Mittenfrequenzen werden hier im Folgenden nocheinmal betrachtet.

Im Folgenden sollen nocheinmal die gegensätzlichen Gleichungen für die Mittenfrequenzen betrachtet werden. Im Kapitel ?? geht es um die Herleitung dieser Funktionen, wobei die Funktion ?? eigenständig hergeleitet wurde, während die Funktion ?? aus dem ASLK-PRO Manual kommt.

die Grenz/Mittenfrequenz des Systems zu ermitteln und herauszufinden, welche Formel richtig ist.

### 1.2.2 Transient analyse

Zeitaufnahme, um zu sehen ob beim Einschwingen eine Fallhöhe oder so existiert. (wahrscheinlich mit Oszilloskop)

### 1.2.3 Spektrum Analysator

Aufnahme über spektrum analysator? Herausfinden wie groß der Filter/ Einstellungsbereich des Filters ist. Also bis zu welcher abweichung von eingehender Freq und bauteilbedingter Mittenfreq. der filter noch die  $\omega_{in}=\omega_0$  schafft.