

Contents

1	Inventarliste	2
2	Strom- / Spannungsmessung und Verlauf aufnehmen mittels Raspberry Pi	3
2.1	Vorbereitung	3
2.2	ADC an den Raspberry Pi anschließen	4
2.3	Berechnung des Vorwiderstandes	4
2.3.1	Kontrollfragen	6
2.4	Spannungsmessung mit ADC und Potentiometer	7
2.5	Berechnung des Stroms	7
2.5.1	Visualisierung mittels <i>gnuplot</i>	8
2.5.2	Kontrollfragen	9

1 Inventarliste

- Raspberry Pi 3
- Potentiometer Rx 10k Ω
- MCP3008 (Analog-Digital Converter)
- Widerstand R1 1000 Ω
- Kondensator C1 47 μ F

2 Strom- / Spannungsmessung und Verlauf aufnehmen mittels Raspberry Pi

In dieser Laborübung ging es um die Aufnahme von analogen Signalen und deren digitale Verarbeitung mithilfe des Raspberry Pi. Als analoge Signale dienen einerseits ein Spannungsabfall über einem Potentiometer sowie die Lade- und Entladekurve eines Kondensators.

2.1 Vorbereitung

Als Vorbereitung für das Labor wurde der Raspberry Pi konfiguriert und ein C-Programm für die Behandlung der digitalen Inputs erstellt. Weiteres wurde das Datenblatt für den Analog-Digital Converter MCP3008 (fortfolgend ADC) heruntergeladen. Die Pinbelegung ist in Figure 1 ersichtlich.

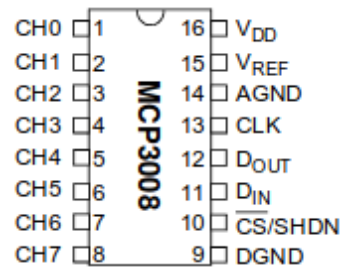


Figure 1: Pinbelegung MCP3008

2.2 ADC an den Raspberry Pi anschließen

Der MCP3008 ermöglicht die Verarbeitung von acht analogen Signalen. Diese können an die linke Seite des ADC angeschlossen werden. Am Raspberry Pi muss die Hardware SPI Schnittstelle aktiviert werden. Danach ist es möglich mittels der *wiringPi.h* Library die Schnittstelle anzusteuern. Die Verkabelung ist in Figure 2 visualisiert.

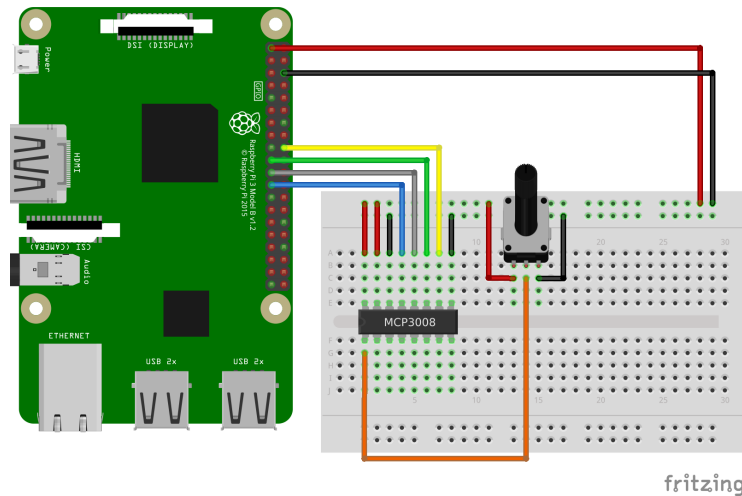


Figure 2: Verkabelung mit dem Raspberry Pi

2.3 Berechnung des Vorwiderstandes

Als Vorgabe wurde verlangt, dass innerhalb von τ 1/5 der Messwerte liegen. Insgesamt sollten 1024 Messwerte mit einem Intervall von $250 \mu s$ aufgenommen werden. Die Berechnungen sind in nachfolgender Formel aufgeführt:

$$\tau = \frac{1024}{5} * 250 \mu s$$

$$\tau = 0.051 s$$

Der Kondensator wurde mit ($c = 47 \mu F$) vorgegeben. Dadurch ergibt sich für den ohmschen Widerstand ungefähr 1000Ω .

$$R = \frac{\tau}{c}$$

$$R = 1089,36 \Omega$$

Die Pin Verkabelung des Raspberry Pis mit dem MCP3008 wird in nachstehender Tabelle 1 dargestellt.

MCP3008		Raspberry Pi		Bemerkung
Pin	Signal	Pin	Signal	
16	VDD	1	3v3	
15	VREF	1	3v3	
14	AGND	6	GND	
13	CLK	23	SCLK	Clock Synchronization
12	DOUT	21	GPIO9 MISO	Master-In Slave-Out
11	DIN	19	GPIO10 MOSI	Master-Out Slave-In
10	CS/SHDN	24	GPIO24 CE0	Chip Enable (Slave Select)
9	DGND	6	GND	

Table 1: Pin Mapping

2.3.1 Kontrollfragen

Was macht ein ADC? Für was wird er verwendet?

- sehr kluge Antwort

Finden Sie die wichtigsten Kenngrößen des verwendeten ADCS MCP3004/3008 heraus.

- sehr kluge Antwort

Was sind die Channels am ADC?

- sehr kluge Antwort

Was ist eine SPI Schnittstelle?

- sehr kluge Antwort

Wie funktioniert die SPI Schnittstelle?

- sehr kluge Antwort

Was ist ein Channel (Kommunikation, zb. SPI-Channel)

- sehr kluge Antwort

2.4 Spannungsmessung mit ADC und Potentiometer

Die Verkablung mit dem Potentiometer wurde abgeschlossen. Als nächstes wurde ein Programm entwickelt, welches die SPI Schnittstelle anspricht und die ausgelesenen Werte, neben der Ausgabe in der Konsole, in einer Datei abspeichert. Um den Messvorgang zu starten wird der GPIO-Pin 26 auf HIGH geschaltet. Dieser liefert 3.3 Volt an die Schaltung und versorgt den Kondensator.

Um die Messungen zeitlich nicht zu sehr beeinflussen, werden die Werte zuerst in eine Liste gespeichert und danach in eine Datei ausgelagert.

Die gemessenen Werte wurden in folgendem Format in der Datei *f_charge_voltage.log* abgespeichert:

Counter: fortlaufender Zeilenindex
Value: gemessene Spannung in Volt

Counter	Value
0	0.045161
1	0.061290
2	0.077419
...	
1021	3.212903
1022	3.216129
1023	3.219355

2.5 Berechnung des Stroms

Zusätzlich musste der geflossene Strom ermittelt werden. Da es nicht möglich ist, mit dem ADC direkt den Strom zu messen, wird dieser berechnet. Folgende Formel wurde für die Berechnung des Ladestroms am Kondensator verwendet:

$$i = \frac{U}{R} * e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (1)$$

Gilt es den Strom der Entladekurve zu berechnen, wird folgende Formel angewandt:

$$i = -\frac{U}{R} * e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (2)$$

wobei:

i	...	Strom (Ampere)
U	...	Spannung (Volt)
R	...	Widerstand (Ohm)
s	...	Zeit (Sekunden)
τ	...	Zeitkonstante (Sekunden)

Die Stromwerte werden ebenfalls zuerst in einer Liste gespeichert und danach in eine Datei geschrieben. Der Vorgang wird für die Entladekurve des Kondensators wiederholt.

Um den Entladevorgang des Kondensators zu starten wird der GPIO Pin 26 auf LOW geschaltet. Dadurch wird die Versorgungsspannung unterbrochen und der Kondensator entlädt sich am Widerstand.

Die Strom- und Spannungswerte werden aufgezeichnet und in die Dateien *f-discharge-voltage.log* und *f-discharge-current.log* geschrieben.

2.5.1 Visualisierung mittels *gnuplot*

Um die Messwerte der Ent- und Ladekurve visuell darzustellen, bediente man sich dem Programm *gnuplot*. Dies ermöglicht es, Dateien einzulesen und Werte in einem XY Diagramm darzustellen.

Ladekurve

In Figure 3 kann man die Ladekurve des Kondensators deutlich erkennen. Der Strom ist am Anfang hoch, verringert sich jedoch nach einer Zeit, da die Kapazität des Kondensators mehr und mehr ansteigt.

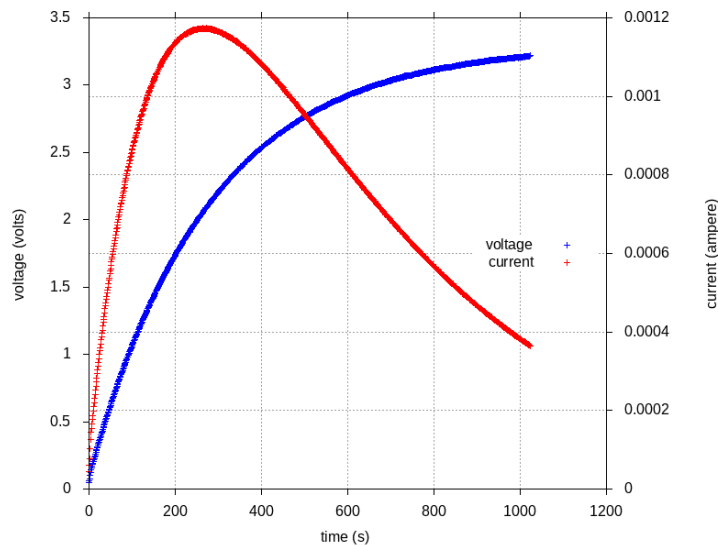


Figure 3: Ladekurve Kondensator

Entladekurve

Die Entladung wird in Figure 4 festgehalten. Die Y-Achse des Stroms ist invertiert, man erkennt deutlich wie der Strom im Verhältnis zur abklingenden Spannung gegen 0 geht.

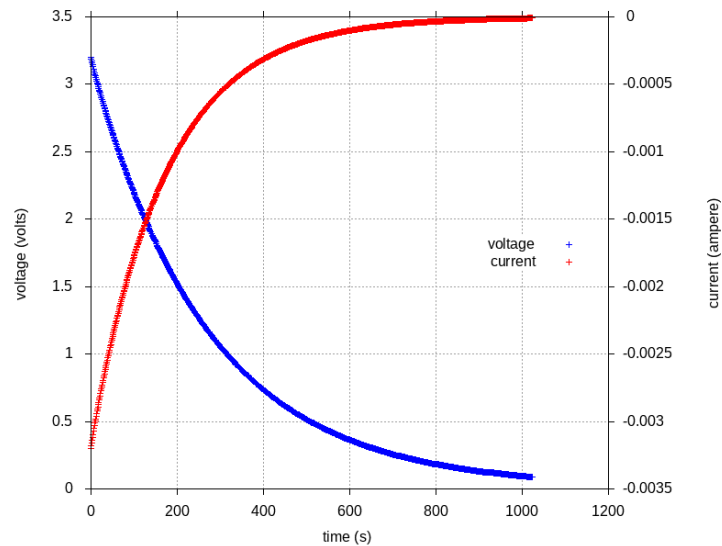


Figure 4: Entladekurve Kondensator

2.5.2 Kontrollfragen

In welchen Bereich bewegen sich die Werte? Warum ist das so?

- sehr kluge Antwort

Stellen Sie eine Formel für die Umrechnung des ADC-Wertes in einen Spannungswert auf.

- sehr kluge Antwort

List of Figures

1	Pinbelegung MCP3008	3
2	Verkabelung mit dem Raspberry Pi	4
3	Ladekurve Kondensator	8
4	Entladekurve Kondensator	9

List of Tables

1	Pin Mapping	5
---	-----------------------	---