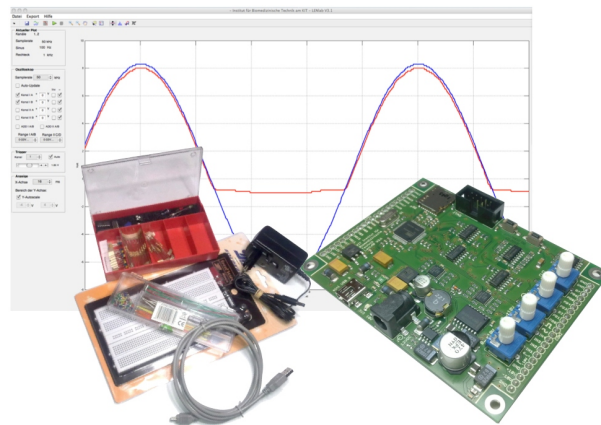


Kurs 3 **Sensorik**



Gruppe 80

Vorname	Nachname	Matrikel-Nr.	u-Account	E-Mail
Lucas Antonie	Romier	2214444	ukhie	lucas.romier@gmail.com
Aleksandra Marta	Wrzeszcz	2239492	ubsyj	a.wrzeszcz98@o2.pl
Timo Johannes	Weber	2253834	uhoiz	timo_weber@online.de

14. Mai 2019

Abstract

Dieser Leitfaden dient als Orientierung bei der Bearbeitung des Workshops Elektrotechnik und Informationstechnik. Er gibt Ihnen wichtige Hinweise, die Sie sowohl bei der Planung und Durchführung des Projekts als auch bei der Erstellung der abschließenden Projektdokumentation beachten sollten. Gleichzeitig dient dieses Dokument als Vorlage zur Erstellung der Ausarbeitung und enthält Beispiele die Ihnen den Umgang mit \LaTeX erleichtern sollen.

Grundsätzlich sollen Sie sich bei der Durchführung und Ausarbeitung an die Anforderungen der Aufgabenstellung der jeweiligen Kurse halten.

Sie können die Quelldateien dieses Dokuments unmittelbar als Vorlage benutzen, um Protokolle zu den verschiedenen Kursen anzufertigen. Tauschen Sie dazu die einzelnen Quelldateien aus oder passen Sie den Text in den verschiedenen Dateien nach Ihren Bedürfnissen an.

Inhaltsverzeichnis

1 Vorbereitung	4
2 Einleitung	5
2.1 Motivation	5
2.2 Literaturrecherche	5
3 Aufgaben	6
3.1 Lüfterschaltung	6
3.1.1 Materialien & Methoden	6
3.1.2 Aufgabe 2.1: Rechnung Lüfterschaltung 1	9
3.1.3 Aufgabe 2.2: Rechnung Lüfterschaltung 2	9
3.1.4 Diskussion	10
3.2 Lichtschranke	11
3.2.1 Materialien & Methoden	11
3.2.2 Entladung Kondensator	14
3.2.3 Laden des Kondensators	14

Abbildungsverzeichnis

1	Aufbau der 1. Lüfterschaltung	6
2	Praktischer Aufbau der 1. Lüfterschaltung	6
3	Aufbau der 2. Lüfterschaltung	8
4	Praktischer Aufbau der 2. Lüfterschaltung	8
5	Spannungsverlauf von U_{Out}	11
6	Schaltung zur Messung der Entladung eines Kondensators	11
7	Gemessene Entladung des Kondensators	12
8	Schaltung zur Messung der Ladung und Entladung eines Kondensators durch eine Lichtschranke	12
9	Gemessene Ladung und Entladung des Kondensators bei 1 Lichtschranke . . .	13

Tabellenverzeichnis

1	Arbeitsaufteilung in der Gruppe	4
2	Genutzte Materialien	4
3	Entladung Kondensator (errechnet)	14
4	Entladung Kondensator (gemessen)	14

1 Vorbereitung

Arbeitsaufteilung:

Tabelle 1: Arbeitsaufteilung in der Gruppe

Aufgabe	Lucas	Aleksandra	Timo
Motivation		x	
Literaturrecherche			x
Lüfterschaltung	x	x	x
Geschwindigkeitsmessanlage	x	x	x
Dokumentation	x	x	x
Diskussionen	x	x	x
Bericht & Spice	x		

Genutzte Materialien:

Tabelle 2: Genutzte Materialien

Bauteiltyp	Beschreibung
Launchpad	Tiva C Series, 1x
Heißleiter	NTCLE100E3 (Vishay): $R_{25} = 10k\Omega$ (Toleranz $\pm 5\%$), $B_{25/85} = 3977K$ (Toleranz $\pm 0.75\%$), 1x
Lichtschranke	Emitter: V472P Detektor: S472P TELEFUNKEN Semiconductors
Transistor	BC547C (STMicroelectronics)
Speicherkondensatoren	diverse (Tolderanz $\pm 20\%$)
Kohleschichtwiderstände	diverse (Tolderanz $\pm 5\%$)

2 Einleitung

2.1 Motivation

2.2 Literaturrecherche

3 Aufgaben

3.1 Lüfterschaltung

3.1.1 Materialien & Methoden

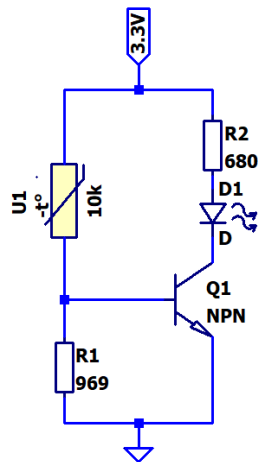


Abbildung 1: Aufbau der 1. Lüfterschaltung

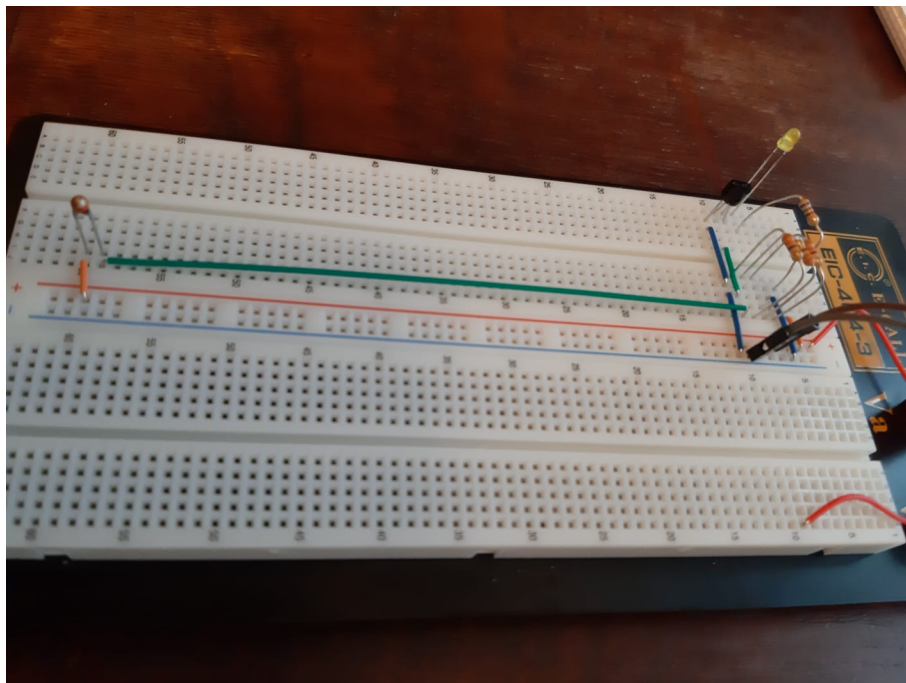


Abbildung 2: Praktischer Aufbau der 1. Lüfterschaltung

Durch folgende Rechnungen konnten wir auf die Widerstandswerte schließen:

Wie in der Aufgabenstellung gefordert, soll die Leistung des NTCs auf 15mW beschränkt sein. Hierfür wird für den vorhandenen Arbeitsbereich ($25^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}$) eine Berechnung des Widerstands R_1 benötigt. Der Widerstand bildet mit dem variablen Widerstandswert des NTCs den Gesamtwiderstand, von welchem aus die Leistung des NTCs berechnet werden kann. Vor die Basis des Transistors wird ein Widerstand geschaltet, für welchen gilt: $R_B \gg R_1$. Somit ist der Strom I_B in den Rechnungen vernachlässigbar klein.

Widerstand des NTCs bei 25°C : $10\text{k}\Omega$; 150°C : $182,6\Omega$ [2]

Berechnung des minimalen Widerstands R_1 zur Einhaltung der Leistungsvorgabe:

$$R_{ges} = 182.6\Omega + R_1$$

$$I_{ges} = \frac{3.3\text{V}}{R_{ges}}$$

$$U_{NTC} = 182.6\Omega \cdot I_{ges}$$

$$P_{NTC} = 182.6\Omega \cdot \left(\frac{3.3\text{V}}{R_{ges}} \right)^2 = 15 \cdot 10^{-3}\text{W}$$

$$\frac{182.6\Omega \cdot (3.3\text{V})^2}{(182.6\Omega + R_1)^2} = 15 \cdot 10^{-3}\text{W}$$

$$(182.6\Omega + R_1)^2 = \frac{182.6\Omega \cdot (3.3\text{V})^2}{15 \cdot 10^{-3}\text{W}}$$

$$182.6\Omega + R_1 = 3.3\text{V} \cdot \sqrt{\frac{182.6\Omega}{15 \cdot 10^{-3}\text{W}}} \quad (1)$$

$$R_1 = 3.3\text{V} \cdot \sqrt{\frac{182.6\Omega}{15 \cdot 10^{-3}\text{W}}} - 182.6\Omega$$

$$R_1 = 181.5\Omega$$

Daraus folgt, dass $R_1 > 181.5\Omega$ gilt, da ansonsten über den NTC mehr als 15 mW abfallen würden.

Da der NTC einen negativen Temperaturkoeffizienten besitzt, steigt sein Widerstand bei sinkender Betriebstemperatur und sinkt analog bei steigender Betriebstemperatur. Daraus folgt ein geringerer Strom für Temperaturen unter 150°C und damit einhergehend eine geringere Leistung am NTC. Unser Arbeitsbereich beschränkt sich auf 25 - 150 Grad, somit ist diese Folgerung ausreichend für unseren Anwendungsbereich.

3 Aufgaben

Eine gelbe LED besitzt einen Spannungsabfall von $2.2V$. Deshalb muss über die vor den LEDs geschalteten Widerstände eine Spannung von jeweils $1.1V$ abfallen. Wählt man einen Widerstand von 680Ω , so beträgt der Strom $1.618mA$. Dabei fallen über der LED genau $2.2V$ ab. [1]

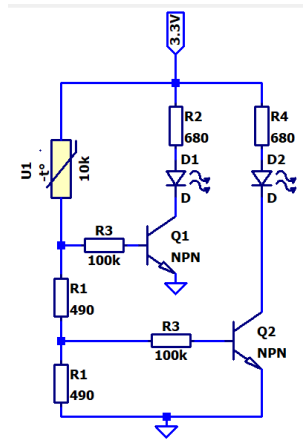


Abbildung 3: Aufbau der 2. Lüfterschaltung

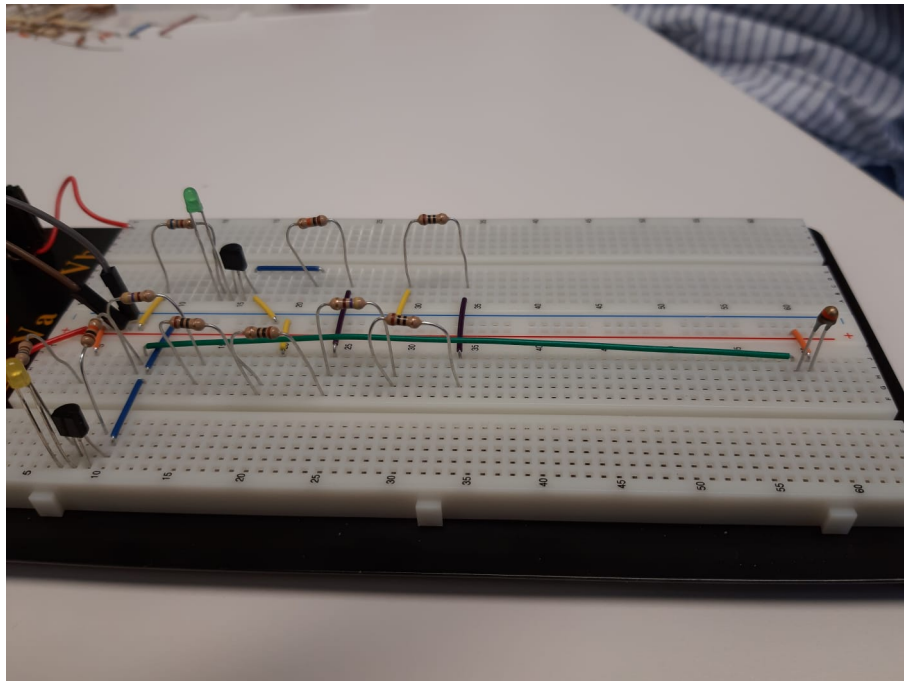


Abbildung 4: Praktischer Aufbau der 2. Lüfterschaltung

Notiz: Wir haben den NTC soweit außerhalb positioniert, um Interferenz mit den anderen Bauteilen (z.B. den Transistoren) zu vermeiden.

3.1.2 Aufgabe 2.1: Rechnung Lüfterschaltung 1

Laut Aufgabe soll ein Lüfter ab einer Temperatur von 49°C in Betrieb genommen werden. Der NTC besitzt bei 50°C einen Widerstandswert von 3605Ω . Um eine Schaltung des Lüfters bei dieser Temperatur zu konzipieren, muss der Widerstand R_1 passend gewählt werden. Da die Schaltschwelle bei 49°C stattfinden soll, nehmen wir als Widerstandswert des NTCs 3600Ω an.

$$R_{ges} = 3600\Omega + R_1$$

$$I_{ges} = \frac{U}{R_{ges}} = \frac{3.3V}{3600\Omega + R_1}$$

$$\begin{aligned} U_{R1} = 0.7V &= R_1 \cdot I_{ges} = R_1 \cdot \frac{3.3V}{3600\Omega + R_1} \\ 3.3V \cdot R_1 &= 2520V \cdot \Omega + 0.7V \cdot R_1 \\ 2.6V \cdot R_1 &= 2520V \cdot \Omega \\ R_1 &= 969.23\Omega \geq 181.5\Omega \end{aligned} \quad (2)$$

3.1.3 Aufgabe 2.2: Rechnung Lüfterschaltung 2

Laut Aufgabe soll ein zweiter Lüfter ab einer Temperatur von 78°C in Betrieb genommen werden. Der NTC besitzt bei 78°C einen Widerstandswert von ca. 1330Ω . Um eine Schaltung des Lüfters bei dieser Temperatur zu konzipieren, muss der Widerstand R_1 passend gewählt werden. Außerdem besitzt dDer NTC bei 80°C einen Widerstandswert von 1256Ω . [2]

$$R_{ges} = 1330\Omega + R_1 + R_2$$

$$R_1 = R_2$$

$$R_{ges} = 1330\Omega + 2 \cdot R_1$$

$$I_{ges} = \frac{U}{R_{ges}} = \frac{3.3V}{1330\Omega + 2 \cdot R_1}$$

$$U_1 = 2 \cdot R_1 \cdot I_{ges} = 2 \cdot R_1 \cdot \frac{3.3V}{1330\Omega + 2 \cdot R_1}$$

$$\begin{aligned}U_{R1} &= 1.4V = \frac{6.6V \cdot R_1}{1330\Omega + 2 \cdot R_1} \\1.4V \cdot (1330\Omega + 2 \cdot R_1) &= 6.6V \cdot R_1 \\1862V \cdot \Omega + 2.8V \cdot R_1 &= 6.6V \cdot R_1 \\R_1 &= 490\Omega \geq 181.5\Omega\end{aligned}\tag{3}$$

Überprüfung des Widerstandswertes bei $50^\circ C$ Schaltschwelle

$$R_{ges} = 3605\Omega + 2 \cdot 490\Omega = 4585\Omega$$

$$I_{ges} = \frac{U}{R_{ges}} = \frac{3.3V}{4585\Omega} = 0.72mA$$

$$U = R_{ges} \cdot I_{ges} = 4585\Omega \cdot 0.72mA = 0.705V$$

Somit ist unser errechneter Widerstand für beide Schaltungsteile verwendbar, da bei $49^\circ C$ die Spannung U minimal geringer wäre.

3.1.4 Diskussion

Wie in der Aufgabenstellung gefordert, erwärmten wir den NTC, um die Funktionalität der Schaltung zu überprüfen. Dabei benutzten wir abwechselnd ein Feuerzeug (Abstand 10cm) und einen Fön (Abstand 5cm), um unterschiedlich präzise Ergebnisse zu erzielen. Beim praktischen Test funktionierte die Schaltung wie erwartet, denn die erste LED leuchtete ab ca. $50^\circ C$. Ab einer weiteren Erhitzung leuchtete auch die zweite LED nach kurzer Zeit. Beim Abkühlen erlosch die zweite LED zuerst, gefolgt von der ersten LED nach einer zeitlichen Verzögerung. Somit wäre unsere Schaltung als Lüfterschaltung praxistauglich.

3.2 Lichtschranke

3.2.1 Materialien & Methoden

Spannungsverlauf von U_{Out} bei bewegtem Körper:

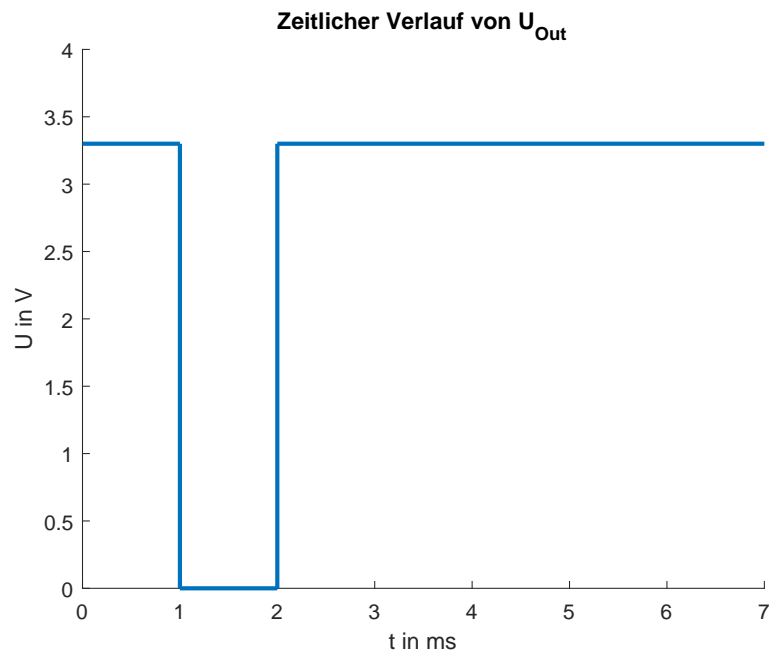


Abbildung 5: Spannungsverlauf von U_{Out}

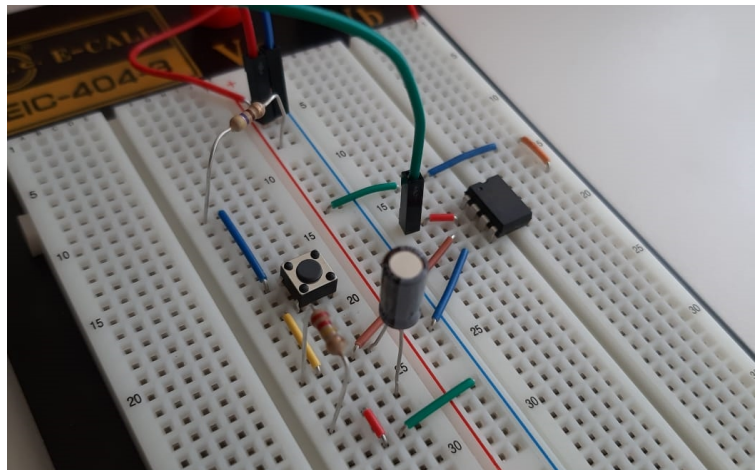


Abbildung 6: Schaltung zur Messung der Entladung eines Kondensators

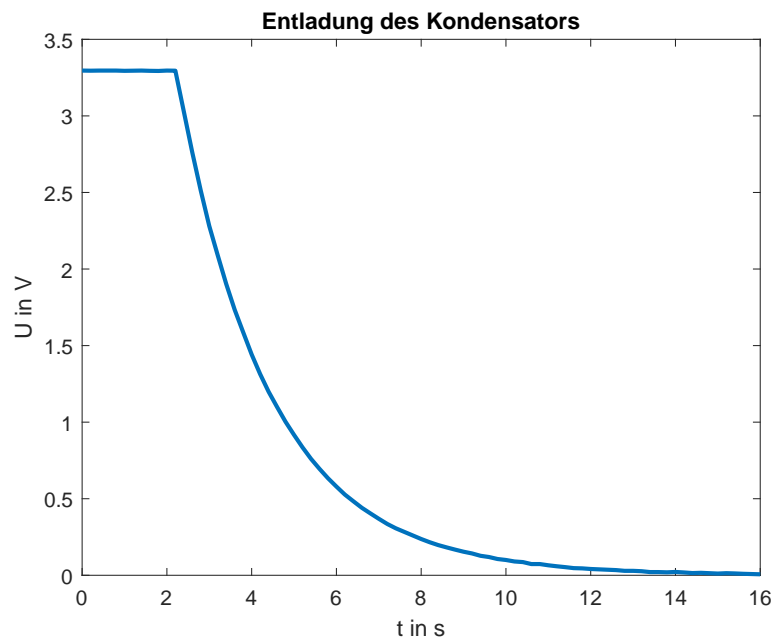


Abbildung 7: Gemessene Entladung des Kondensators

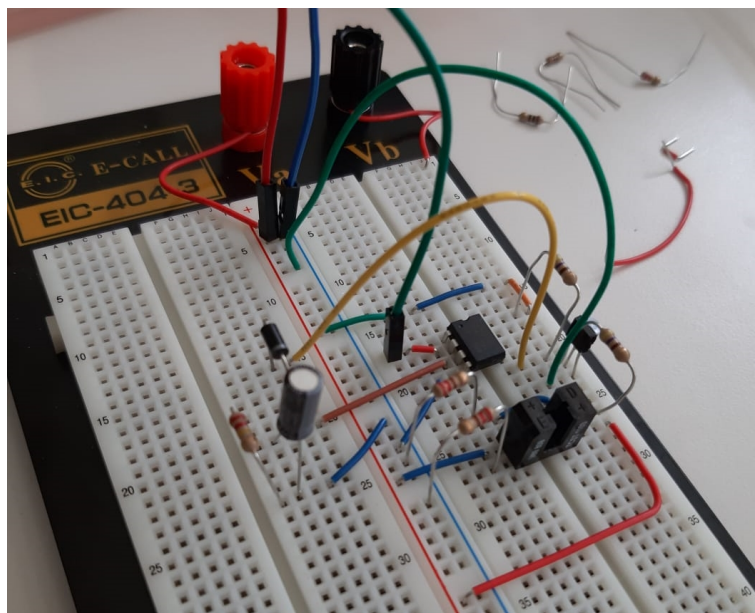


Abbildung 8: Schaltung zur Messung der Ladung und Entladung eines Kondensators durch eine Lichtschranke

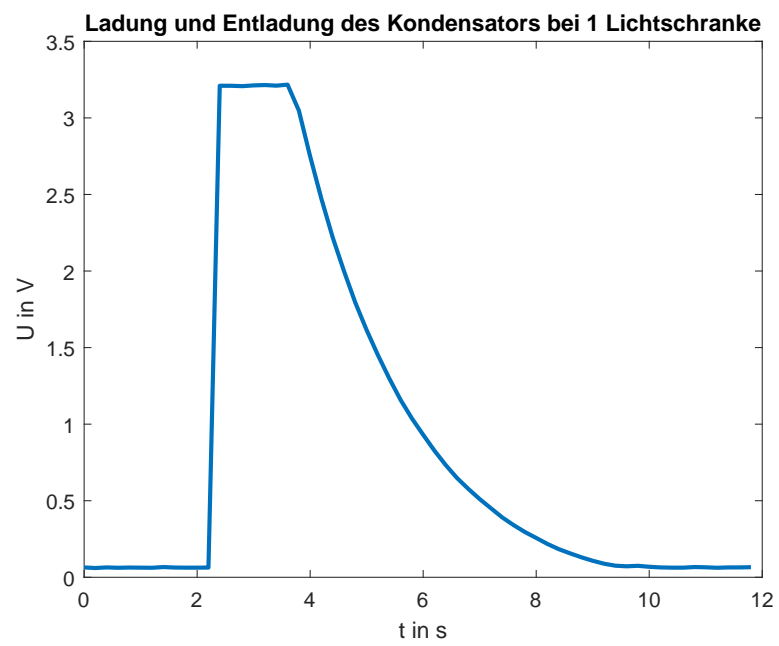


Abbildung 9: Gemessene Ladung und Entladung des Kondensators bei 1 Lichtschranke

3.2.2 Entladung Kondensator

$$U_c(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

Tabelle 3: Entladung Kondensator (errechnet)

t	0 sec	1 sec	2 sec	3 sec	4 sec	5 sec
$U_c(t)$	3.3V	2.09V	1.33V	0.84V	0.54V	0.34V

Tabelle 4: Entladung Kondensator (gemessen)

t	0 sec	1 sec	2 sec	3 sec	4 sec	5 sec
$U_c(t)$	3.3V	2.089V	1.31V	0.835V	0.527V	0.335V

3.2.3 Laden des Kondensators

Um den Kondensator zu laden, schalten wir zwischen Diode und Transistor einen invertierenden Transistor mit Widerstandsverhältnis = 1, um das gewünschte Schaltverhalten der Lichtschranke zu erzielen.

Bei Durchtrennen der Lichtschranke lädt sich der Kondensator über den gewählten 470Ω Widerstand am Emitter des Invertierers sofort voll auf und entlädt sich, wie im vorherigen Aufgabenteil langsam, über den $220k\Omega$ Widerstand bei Freilassen der Lichtschranke.

Die Diode zwischen Kondensator und Invertierer dient dazu, die Entladung des Kondensators auf den Widerstand mit $220k\Omega$ zu beschränken.

Literaturverzeichnis

- [1] <https://www.elektronik-kompodium.de/sites/bau/02011111.htm>,
Abrufdatum: 08. Mai 2019.
- [2] <http://www.vishay.com/docs/29049/ntcle100.pdf>, Abrufdatum: 08. Mai
2019.
- [3] R. E. Kalman. A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems. In: *Transactions of the ASME–Journal of Basic Engineering*, Bd. 82 (D), S. 35–45, 1960.