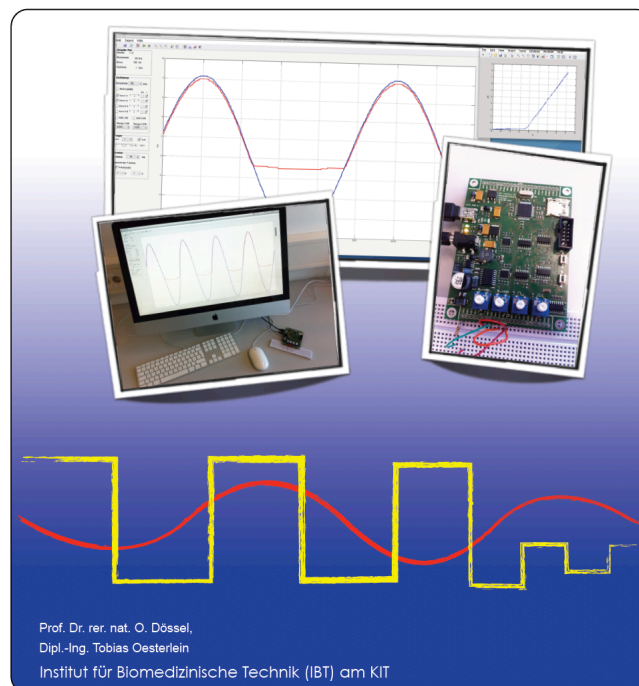


Workshop Elektrotechnik und Informationstechnik

Kurs 3: Sensoren



29. Mai 2013

Vorname	Nachname	Matrikel-Nr.	u-Account	E-Mail
Andrej	Rode	1715677	ucdqb	andrej.rode@ student.kit.edu
Sarangan	Selvalingam	1245345	utbfa	utbfa@student. kit.edu
Lukas	Fregien	1245345	utbfa	utbfa@student. kit.edu

29. Mai 2013

Inhaltsverzeichnis

1	Abstract	3
2	Einleitung	4
3	Aufgabe 1	5
3.1	Aufgabenbeschreibung	5
3.2	Recherche zu Temperatursensoren	5
3.2.1	Arten von temperaturabhängigen Bauteilen	5
3.2.2	NTC	5
3.3	Lüfterschaltung	6
3.3.1	Dimensionierung der Messschaltung	6
3.3.2	Aufbau der Messschaltung	7
3.4	Zusammenfassung	8
4	Aufgabe 2	13
4.1	Aufgabenbeschreibung	13
4.2	Recherche zu Lichtschranke	13
4.3	Geschwindigkeitsmessung	13
4.3.1	Problem	13
4.3.2	Lösungsansatz	13
4.3.3	Verifikation	13
4.3.4	Auswertung	14
4.4	Zusammenfassung	14
5	Zusammenfassung	15
5.1	Erster interessanter Punkt	15
5.2	Und noch ein wichtiger Aspekt	15
6	Anhang	16

Abbildungsverzeichnis

1	Kennlinie eines NTC's mit dem Widerstand aufgetragen zur Umgebungstemperatur	6
2	Aufbau der Messschaltung in LTSpice	8
3	Simulation der Messschaltung	9
4	Aufbau der Messschaltung auf dem EI-Board	10
5	Die erste LED leuchtet	11
6	Beide LED's leuchten	12
7	Spannungsteiler basierte Ansteuerung einer LED	14

Tabellenverzeichnis

1 Abstract

Kurze Zusammenfassung der Projektziele, Methoden, Ergebnisse und Diskussion.

2 Einleitung

Überblick über das Thema und Projektorganisation.

3 Aufgabe 1

3.1 Aufgabenbeschreibung

Mit der Temperaturmessschaltung soll eine gemessene Spannung zur Steuerung einer zwei-stufigen Belüftungsanlage (hier simuliert durch zwei LEDs) verwendet werden. Bei einer bestimmten Temperatur soll zunächst der erste Lüfter, bei weiter steigender Temperatur ein zusätzlicher in Betrieb gehen. Hierfür ist es notwendig, sich zuerst über verschiedene Messschaltungen Gedanken zu machen, sowie sich über geeignete temperaturabhängige Bauteile zu informieren.

3.2 Recherche zu Temperatursensoren

3.2.1 Arten von temperaturabhängigen Bauteilen

Es gibt verschiedene Arten von temperaturabhängigen Bauteilen. Zwei spezielle Bauteile sind der PTC und der Supraleiter.

PTC heißt ausgeschrieben „Positive Temperature Coefficient“ oder „Kaltleiter“. Dabei steigt der elektrische Widerstand bei Erhöhung der Temperatur. Dabei gehört der PTC, wie auch der NTC zu den nichtlinearen Bauteilen.

Bei einem Supraleiter fällt der Widerstand nach dem Unterschreiten einer bestimmten Sprungtemperatur der elektrische Widerstand auf null ab.

3.2.2 NTC

Der NTC heißt ausgeschrieben „Negative Temperature Coefficient“ oder auch „Heißleiter“. Dabei sinkt der Widerstand mit steigender Temperatur.

NTC's werden aus keramischen Stoffen hergestellt, die auf Metalloxiden, wie die Oxide von Mangan, Nickel, Kobalt, Eisen, Kupfer, sowie Titan, basieren.

Vor-/Nachteile Als Vorteile von NTC's sind zu benennen: Eine kostengünstige Fertigung, kleine Baugrößen, lange Haltbarkeit, einfach austauschbar, Hochohmigkeit.

Dem gegenüber stehen die nicht-linearen Kennlinien weswegen ein Geeigneter Vorwiderstand zur Strombegrenzung notwendig ist, da der NTC ansonsten bei bestimmten Betriebstemperaturen durchbrennen könnte.

Einsatzgebiete NTC's werden als Temperatursensor, Einschaltstrom-Reduzierer, Sicherung und zur Temperaturstabilisierung von Halbleiterschaltungen verwendet.

Der typische Temperaturbereich in dem NTC's eingesetzt werden beträgt etwa -80°C bis $+250^{\circ}\text{C}$.

Kennlinie Die Kennlinie eines NTC's lässt sich in der Abbildung 1 auf Seite 6 betrachten.

Man kann die Kennlinie aber auch als Gleichung Gleichung in der Form:

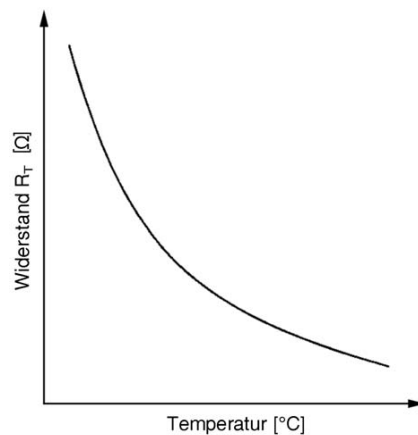


Abbildung 1: Kennlinie eines NTC's mit dem Widerstand aufgetragen zur Umgebungstemperatur

$$R(T) = R_{ref} \cdot e^{(A + \frac{B}{T} + \frac{C}{T^2} + \frac{D}{T^3})} \quad (1)$$

1

darstellen. Dabei sind A,B,C und D materialabhängige Konstanten. R_{ref} stellt den Widerstand bei einer bestimmten Referenztemperatur (meist 25°C) dar.

3.3 Lüfterschaltung

3.3.1 Dimensionierung der Messschaltung

Für die Dimensionierung der Messschaltung müssen zunächst Überlegungen angestellt werden, unter welchen Randbedingungen die Messschaltung betrieben wird.

Es wird angenommen, dass die Belüftungsanlage zur Belüftung eines Gebäudes oder Raumes verwendet wird. Dadurch ergeben sich Temperaturen von etwa 10°C bis etwa 45°C. Als Extremfall sollen 0°C und 55°C angenommen werden.

Dem Datenblatt des eingesetzten NTCs entnommen kann der NTC im Bereich zwischen 0°C und 55°C 100% der Maximalleistung von $P_{max} = 500\text{mW}$ vertragen.

Die Widerstände R_T des NTCs bei verschiedenen Temperaturen T können dem Datenblatt des NTCs entnommen werden.

$$\text{bei } T = 0^\circ\text{C} : \quad I_{max1} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R_0}} = \sqrt{\frac{500\text{mW}}{325k\Omega}} = 3,92\text{mA} \quad (2)$$

$$\text{bei } T = 55^\circ\text{C} : \quad I_{max2} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R_{55}}} = \sqrt{\frac{500\text{mW}}{3k\Omega}} = 12,9\text{mA} \quad (3)$$

Um zu überprüfen ob der Widerstand im Spannungsteiler eine Mindestgröße benötigt, wird berechnet welcher Strom durch den NTC bei $T=0^\circ\text{C}$ bzw. $T=55^\circ\text{C}$ abfällt wenn

¹Dem Datenblatt des ausgeteilten NTC's auf Seite 4 entnommen.

kein Widerstand verwendet wird.

$$I_0 = \frac{U_0}{R_0} = \frac{10V}{32,5k\Omega} = 0,3mA \quad (4)$$

$$I_{55} = \frac{U_0}{R_{55}} = \frac{10V}{3k\Omega} = 3,3mA \quad (5)$$

Das heisst: Bei jedem beliebigen Widerstand R, im gültigen Arbeitsbereich zwischen $T=0^\circ\text{C}$ und $T=55^\circ\text{C}$, fliesst nicht genügend Strom um den NTC über seine Leistungsgrenze zu belasten. Der Widerstand R ist somit für die Anwendung frei wählbar.

Für die Anwendung wird angenommen, dass der erste Lüfter bei einer Temperatur von etwa 30°C schalten soll. Für diese Temperatur hat der NTC einen Widerstand von $R_{30} = 8059\Omega$ für R ergibt sich dann mit der Spannungsteilerregel:

$$R = \frac{U_R}{U_0 - U_R} \cdot R_{30} = \frac{0,7V}{10V - 0,7V} \cdot 8059\Omega \approx 600\Omega \quad (6)$$

Die maximale bzw. minimale Spannung über R beträgt mit der Wahl von R:

$$U_{R_{max}} = \frac{R}{R_{55} + R} \cdot U_0 = \frac{600\Omega}{2989\Omega + 600\Omega} \cdot 10V = 1,67V \quad (7)$$

$$U_{R_{min}} = \frac{R}{R_0 + R} \cdot U_0 = \frac{600\Omega}{32500\Omega + 600\Omega} \cdot 10V = 0,18V \quad (8)$$

3.3.2 Aufbau der Messschaltung

Berechnungen und theoretische Überlegungen Den Schaltzeitpunkt der ersten LED/des ersten Lüfters kann durch einen Transistor in Emitterschaltung erfolgen, da der bipolare Transistor ab einer Basis-Emitter-Spannung von $0,7V$ die Kollektor-Emitter-Diode durchschaltet.

Die Basisstrombegrenzung lässt sich mit einem $1k\Omega$ Widerstand vor der Basis verwirklichen. So fließt nur unwesentlich Strom in die Basis ab und der Spannungsteiler wird nicht stark belastet.

Die zweite Stufe mit der zweiten LED/des zweiten Lüfters kann durch einen zweiten Transistor in Emitterschaltung und zusätzlicher Diode am Emitter realisiert werden. Ein Vorwiderstand an der Basis zur Basisstrombegrenzung muss auch eingesetzt werden.

Durch die Diode am Emitter wird der benötigte Spannungsabfall über der Basis-Emitter des zweiten Transistors auf $1,4V$ erhöht. Dadurch kann der Schaltzeitpunkt der zweiten LED auch eingestellt werden.

Simulation in LTSpice Wie in Abbildung 2 auf Seite 8 zu sehen ist wurde die Schaltung in LTSpice aufgebaut, statt den Leuchtdioden wurden einfache Dioden verwendet.

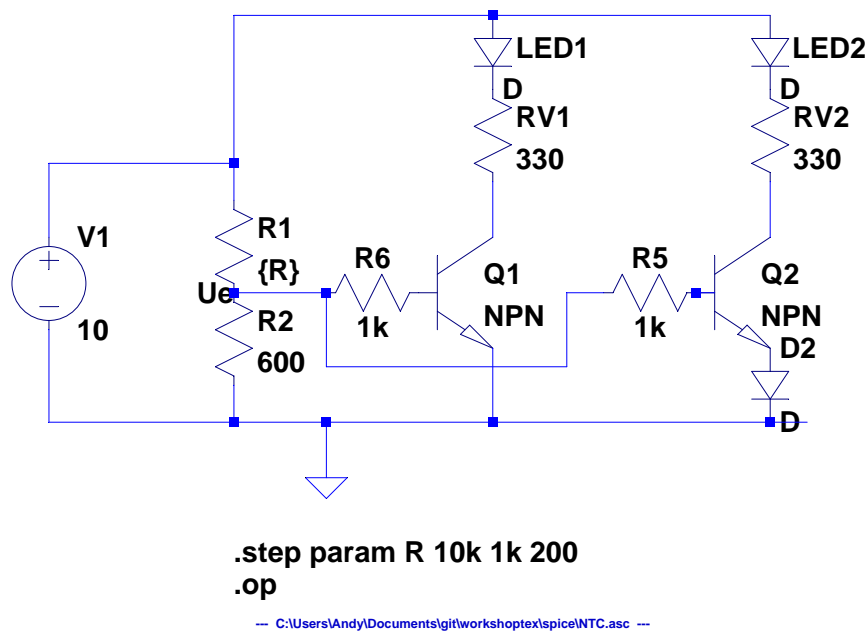


Abbildung 2: Aufbau der Messschaltung in LTSpice

Die Simulation wurde mit Blick auf den NTC und dem abnehmenden Widerstand im Verlauf der Erhitzung durchgeführt. In Abbildung 3 auf Seite 9 ist das passende Diagramm zu sehen.

Auf der X-Achse ist dabei die Spannung U_R über dem Widerstand R aufgetragen. In Y-Richtung ist der Kollektor-Strom durch die LED's aufgetragen. Dem Diagramm ist zu entnehmen, dass die erste LED ab etwa 0,7V über dem Widerstand R zu leiten beginnt und die zweite LED etwa ab 1,4V über dem Widerstand R leitet.

Aufbau der Messschaltung auf dem EI-Board Mit erfolgreicher Simulation wird die Schaltung auf dem EI-Board aufgebaut. In Abbildung 4 auf Seite 10 ist der Aufbau zu sehen. Bei einer ersten Messung ist jedoch aufgefallen, dass der Widerstand R für die Messung mit 600Ω zu hoch gewählt wurde. Die erste LED leuchtet in der Realität bei einem Widerstand von 600Ω schon bei Raumtemperatur. Deshalb wurde der nächstkleinere Widerstand mit dem Wert 470Ω für die weiteren Versuche verwendet.

Nach kurzer Erwärmung mit dem Feuerzeug beginnt die erste LED zu leuchten. (Abb. 5 S. 11)

Bei weiterer Erwärmung leuchten beide LED's. (Abb. 6 S. 12)

Schaltzeitpunkt der Transistoren Der Schaltzeitpunkt bei bestimmten Temperaturen lässt sich mit einer Spannungsmessung über dem Widerstand R verifizieren. Bei einem Widerstand R von 470Ω hat der erste Transistor bei etwa 0,7V und der zweite Transistor bei etwa 1,4V Spannung über dem Widerstand R geschaltet. Mithilfe der Gleichung ??

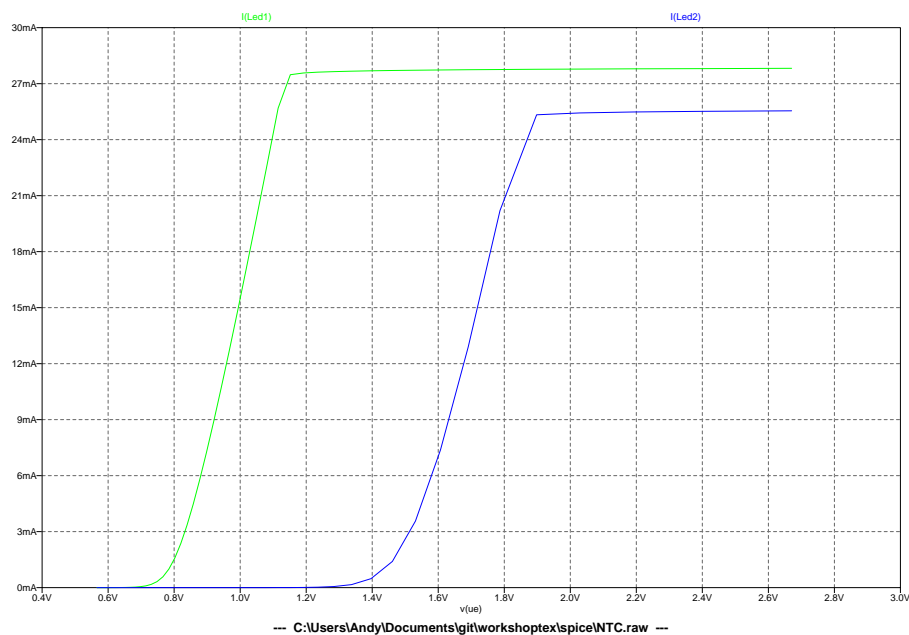


Abbildung 3: Simulation der Messschaltung

auf Seite ?? lässt sich nun die Temperatur der Schaltzeitpunkte bestimmen.

Durch Umstellen der Gleichung erhält man für $R_{T_1} = 6200\Omega$ und für $R_{T_2} = 2800\Omega$. Dem Datenblatt lässt sich dann entnehmen, dass die Temperaturen T_1 bzw. T_2 der Schaltzeitpunkte etwa bei 37°C bzw. 57°C liegen.

3.4 Zusammenfassung

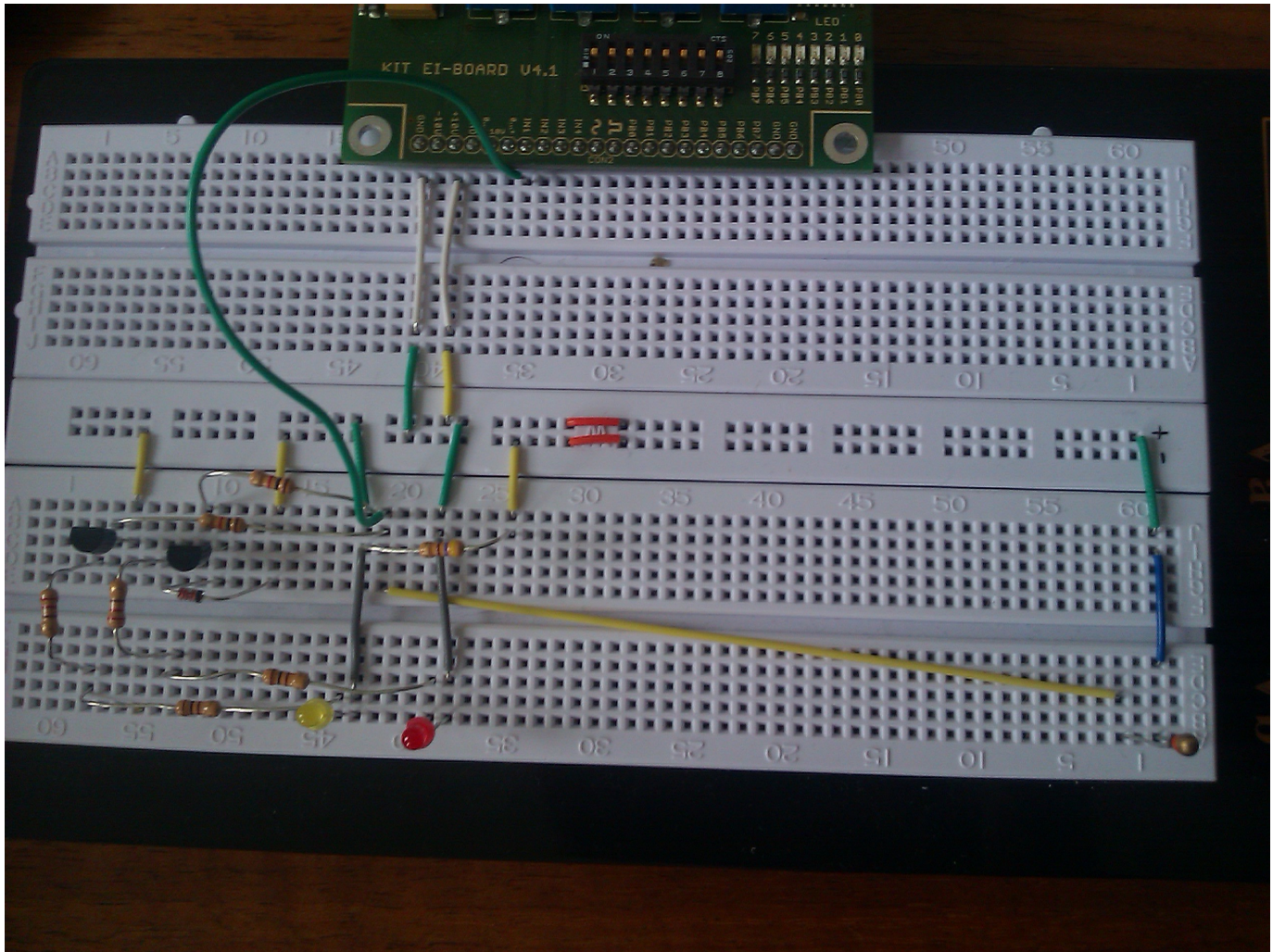


Abbildung 4: Aufbau der Messschaltung auf dem EI-Board

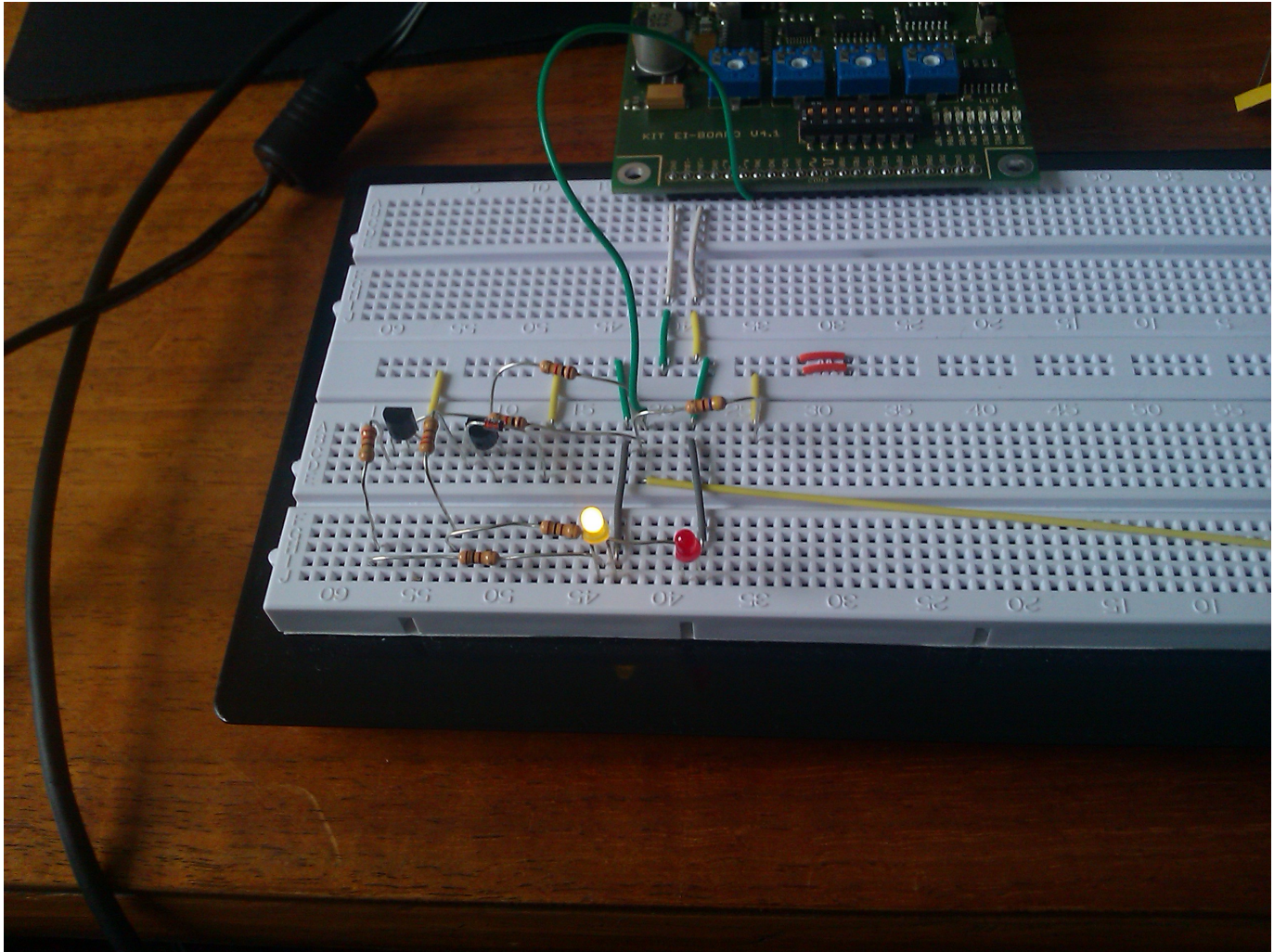


Abbildung 5: Die erste LED leuchtet

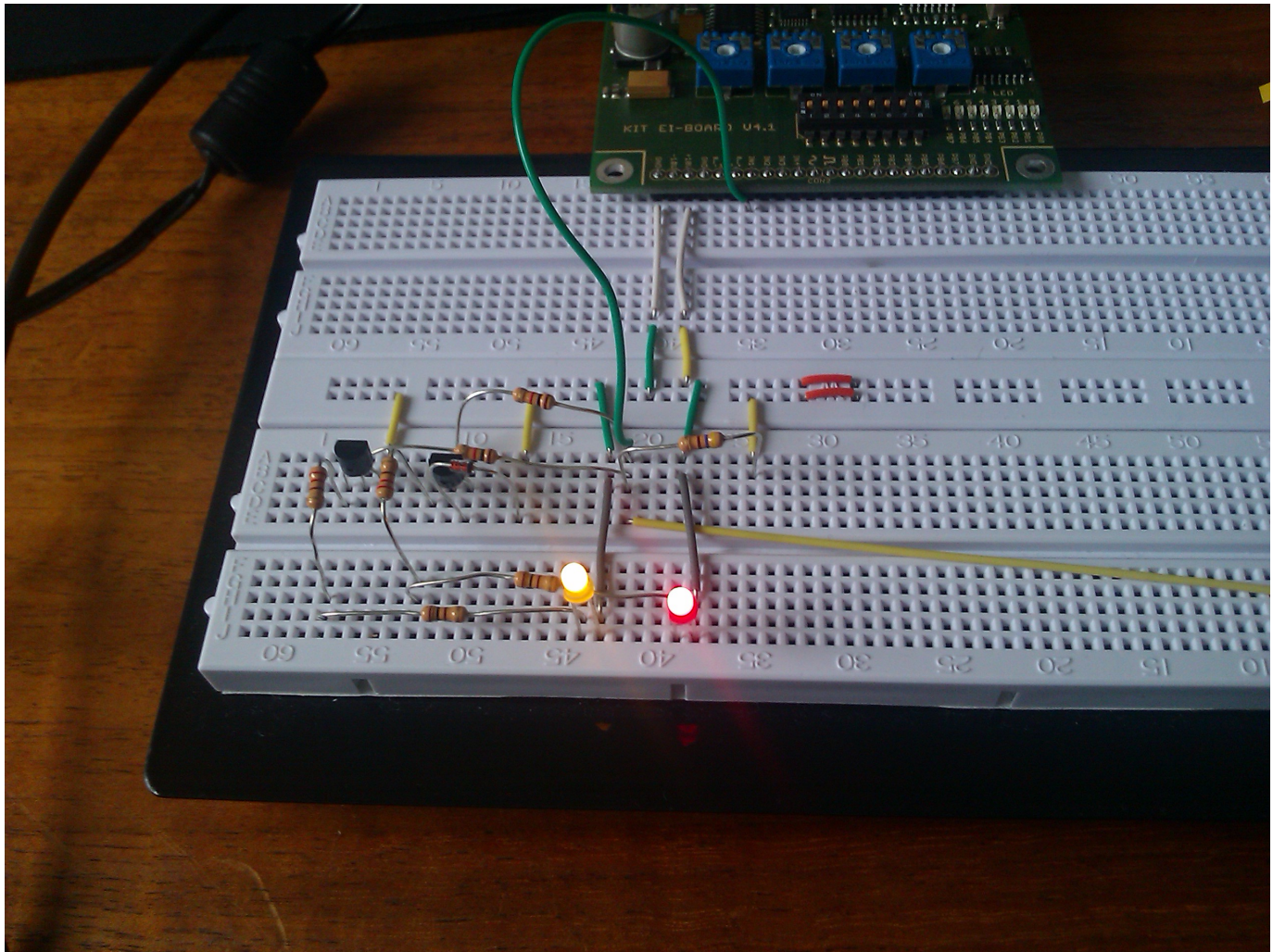


Abbildung 6: Beide LED's leuchten

4 Aufgabe 2

4.1 Aufgabenbeschreibung

... , die Geschwindigkeit des Autos soll gemessen werden

4.2 Recherche zu Lichtschranke

Hier stehen Ihre Rechercheergebnisse

... Eine Lichtschranke besteht aus Licht und arbeitet als Schranke, ...

4.3 Geschwindigkeitsmessung

- Orientieren Sie sich an der Aufgabenstellung
- Untergliedern Sie problemorientiert in die einzelnen Teilaufgaben, bitte keine chronologische Tätigkeitsbeschreibung.
- Problemdefinition, Lösungsansatz, Verifikation
- Vergessen Sie nicht als Beleg die Grafiken einzubinden

4.3.1 Problem

... Zuerst soll die Lichtschranke korrekt angesteuert werden. Die LED soll dabei in einem Arbeitspunkt betrieben werden, der innere Rauchbildung verhindert und die Lichtausbeute auf den Quanteneffekt eines Halbleiters begrenzt. Die chemische Reaktion mit Sauerstoff unter Abgabe von thermischer Energie soll unterbunden werden ...

4.3.2 Lösungsansatz

Die aktuelle Lichtausbeute der LED wird mit Hilfe eines Fluxkompensators gegengeregt und damit in einem stabilen Arbeitspunkt betrieben (siehe Abbildung 5.397). Der zugehörige Schaltungsentwurf besteht aus einem einfachen Spannungsteiler mit zusätzlicher Temperaturkompensation ... (siehe Abbildung 7)

4.3.3 Verifikation

Die Schaltung wird mit einer 0 V Quelle betrieben.
Messkurven, Foto,...

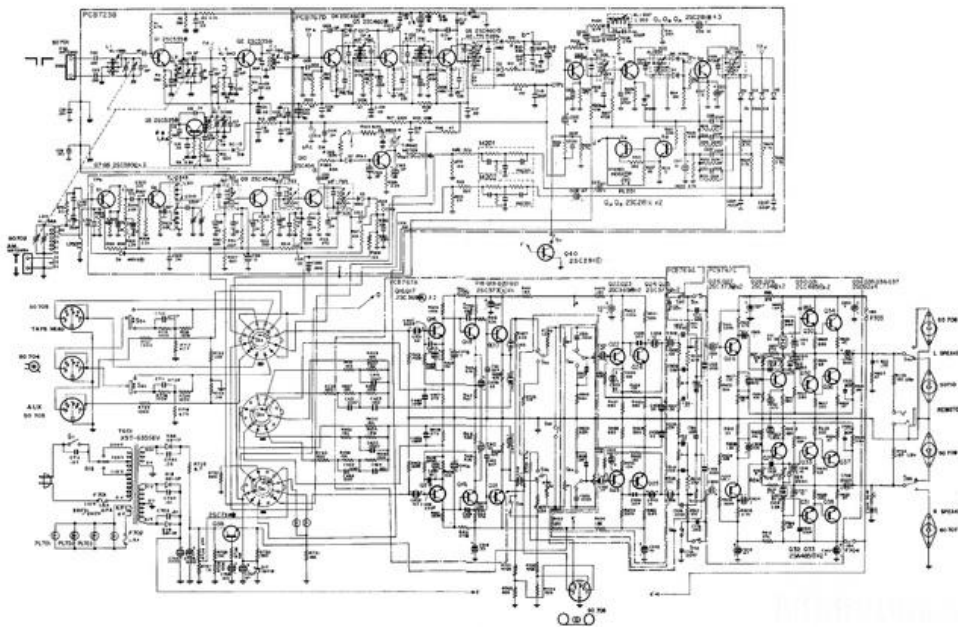


Abbildung 7: Spannungsteiler basierte Ansteuerung einer LED

4.3.4 Auswertung

Die LED leuchtet!!!!

4.4 Zusammenfassung

5 Zusammenfassung

5.1 Erster interessanter Punkt

5.2 Und noch ein wichtiger Aspekt

Hier werden die zuvor beschriebenen Ergebnisse diskutiert...

6 Anhang

Hier folgen plots, Simulationen etc welche nicht wesentlich sind.