

Widerstandscharakteristiken von Halbleitern und Pt_{1000}

Protokoll
Sensorik VGI 13

Matthias Bahn
Matthias Rüster
Mansour Kermani-Afarani

20.05.2014
Dessau-Roßlau

Inhaltsverzeichnis

1 Erläuterung der Aufgabenstellung.....	3
1.1 Aufgabenstellung.....	3
1.2 Erläuterung.....	4
2 Versuchsanordnung.....	5
3 Messwerte und Beobachtungen.....	7
4 Auswertung.....	9
5 Zusammenfassung.....	10
6 Quellen.....	11

1 Erläuterung der Aufgabenstellung

1.1 Aufgabenstellung

Es sollen unter Verwendung eines selbst berechneten Temperatur-Widerstands-Diagramms für ein Pt 1000 die Temperatur-Widerstands-Charakteristiken von Thermistoren bestimmt werden. Um zu demonstrieren, dass alle Halbleiter voneinander abweichende, jedoch ähnlich verlaufende Temperatur- Widerstands-Charakteristiken aufweisen, werden für diesen Versuch verschiedene Widerstände verwendet.

Wie genau wird der Widerstand mit dem Multimeter gemessen?

Durchführung:

Alle Widerstände werden durch die seitliche Kabeldurchführung in den Klimaschrank gebracht und mit dem Gummistopfen (rechte Seite) wieder verschlossen.

Für eine genaue Betrachtung der Widerstands-Temperaturcharakteristik ist der Zuleitungswiderstand des Verbindungskabels mit dem Multimeter, vor der eigentlichen Messung zu bestimmen und später von den gemessenen Widerstandswerten zu subtrahieren. Die Widerstände vom Pt 1000 und den anderen Widerständen werden dann mit dem Multimeter im Temperaturbereich von $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ -Schritten gemessen. Die Funktionsbeschreibung des Klimaschranks erfolgt vor Ort.

Für statistische Betrachtungen sollen insgesamt 3 mal die Widerstände nach Stabilisierung (ca. 5 Minuten nach Erreichung der Temperatur) der voreingestellten Temperatur des Klimaschranks im Abstand von einer Minute gemessen werden.

Benötigte Geräte: 1 Pt 1000, 3 unbekannte Widerstände, 1 Multimeter, Klimaschrank

1.2 Erläuterung

Einer der von uns zu untersuchenden Widerstände ist ein Pt_{1000} -Widerstand. Um diesen zu Überprüfen kann man die Temperatur in Abhängigkeit des gemessenen Widerstandes gemäß folgender Formel berechnen:

$$t = A - \sqrt{B - C \cdot (R_t - D)} \quad [^{\circ}C]$$

mit:

$$A = 3405,705$$

$$B = 11598824$$

$$C = 1743,2$$

$$D = 1000$$

Formel 1: Berechnung der Temperatur für ein gegebenen Widerstandswert von Pt_{1000}

Thermistoren können in Kaltleiter (PTC) und Heißleiter (NTC) unterteilt werden.

PTC (Positive Temperature Coefficient)-Widerstände haben die Eigenschaft den Strom bei tiefen Temperaturen besser zu leiten. Demzufolge wird ihr Widerstand größer, je wärmer es wird.

NTC (Negative Temperature Coefficient)-Widerstände verhalten sich genau umgekehrt und haben einen geringeren Widerstand, je wärmer es wird.

Beide Arten dieser Widerstände können entweder aus Halbleitern, metallischen Legierungen oder reinen Metallen hergestellt sein.

Der Pt_{1000} gehört zur Klasse der PTC-Widerstände. Vorteil von Pt_{1000} und auch anderen Platin-Widerständen (Pt_{100} , Pt_{50}) ist, dass diese eine fast lineare Kennlinie für Messbereiche von 0 bis 630.5 °C besitzen. In der Elektrotechnik wird dies sehr gern ausgenutzt, da lineare Vorgänge immer sehr von Vorteil sind und vieles vereinfacht.

Die Zahl 1000 in der Bezeichnung Pt_{1000} steht dabei für den Widerstand, der bei 0 °C gemessen wird, in diesem Fall also $1000 \Omega = 1 \text{ k}\Omega$.

Abweichend von der Aufgabenstellung wurde der Zuleitungswiderstand des Verbindungskabels aufgrund der geringen Kabellänge vernachlässigt.

2 Versuchsanordnung

Wie in der Aufgabenstellung beschrieben, nutzten wir einen Klimaschrank um verschiedene Temperaturbedingungen für die Widerstände herzustellen.



Abbildung 1: Klimaschrank von CTS

Während des Versuchs wurde der Feuchtigkeitsregler des Klimaschranks nicht benutzt.

Begonnen haben wir bei $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nach Erreichen der Temperatur und einer konstanten Temperaturanzeige am Klimaschrank haben wir das Multimeter an alle 4 Widerstände nacheinander angeschlossen und den Widerstandswert abgelesen und notiert. Nach dem letzten abgelesenen Wert wurde die Messung aller Widerstände noch zwei Mal wiederholt (im Abstand von einer Minute), sodass wir also drei Messwerte pro Widerstand haben. Durch Mittelung können somit zufällige Fehlereinflüsse vermindert werden.

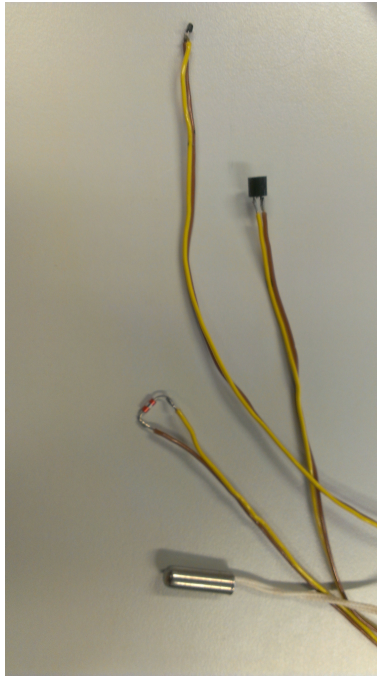


Abbildung 2: Widerstände (Pt_{1000} ist unten zu sehen)

Nach jeder beendeten Messung erhöhten wir die Temperatur des Klimaschranks um ca. 15 °C bis zu einem Wert von ca. 45 °C.

Am Multimeter mussten wir stets darauf achten den bestmöglichen Messbereich einzustellen.



*Abbildung 3: Multimeter
(Messung am Klimaschrank)*

3 Messwerte und Beobachtungen

Folgende Messwerte ergaben sich für unseren Versuchsaufbau:

Temperatur des Klimaschranks [°C]	Widerstand 1 [kΩ]	Widerstand 2 [kΩ]	Widerstand 3 [kΩ]	Widerstand 4 [kΩ]
-10,0	44,95	0,7357	1,5310	0,9630
5,8	22,70	0,8391	1,7399	1,0223
20,9	12,37	0,9484	1,9659	1,0808
35,4	7,216	1,0616	2,192	1,1407
44,6	5,231	1,137	2,351	1,1715

Tabelle 1: Messwerte

Die hier gezeigten Messwerte sind der Übersichtlichkeit halber bereits aus den jeweils drei Messwerten gemittelt worden.

Wir beobachteten, dass das Multimeter verschiedene Bereiche der Genauigkeit besitzt. Oft konnten wir den Widerstandswert auf vier Nachkommastellen ablesen, bei großen Werten aber nur zwei Nachkommastellen. Eine große Genauigkeit scheint das Multimeter bei Werten um 1 kΩ zu haben.

Folgende Diagramme ergeben sich aus unseren Messwerten:

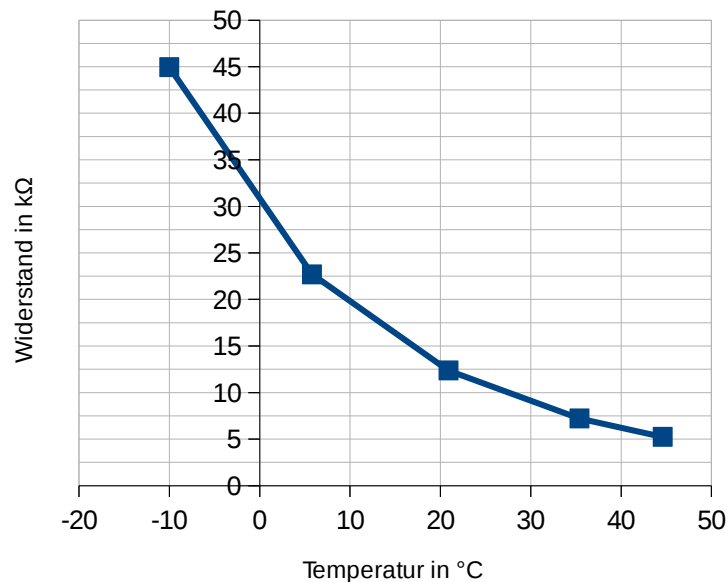


Abbildung 4: Kennlinie für Widerstand 1

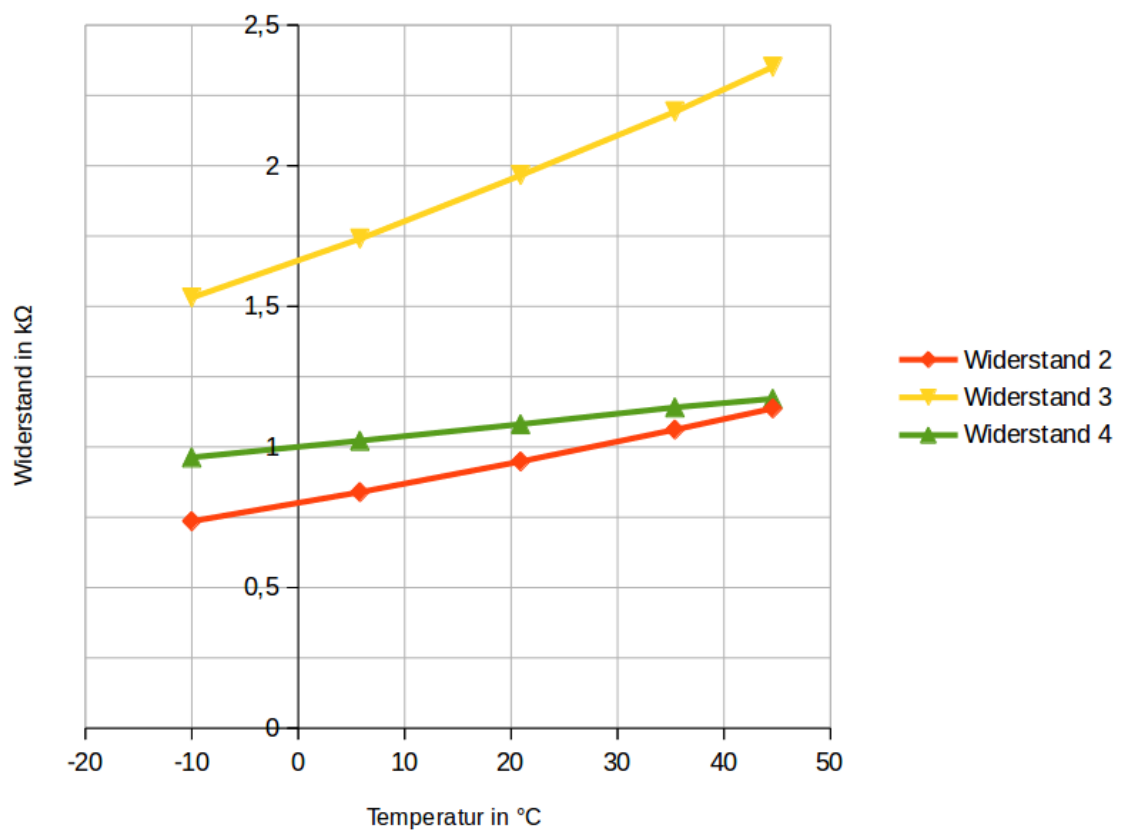


Abbildung 5: Kennlinien der Widerstände 2, 3 und 4

Man sieht, dass sich Widerstand 1 anders verhält als die anderen Widerstände: Mit zunehmender Temperatur sinkt sein Widerstand.

Die Kennlinien der Widerstände 2, 3 und 4 sind dagegen nahezu linear ansteigend.

4 Auswertung

Mit Hilfe der Formel 1 konnten wir überprüfen, dass es sich bei dem Widerstand 4 um den Pt_{1000} -Widerstand handelt:

Gemessener Widerstand [Ω]	Theoretische Temperatur [$^{\circ}\text{C}$]	Gemessene Temperatur [$^{\circ}\text{C}$]
963,0	-9,4	-10,0
1022,3	5,7	5,8
1080,8	20,7	20,9
1140,7	36,2	35,4
1171,5	44,2	44,6

Tabelle 1: Vergleich zwischen theoretisches und gemessener Temperatur beim Pt_{1000}

Auch aus Messwerttabellen anderer Quellen können wir bestätigen, dass es sich bei dem Widerstand 4 um den Pt_{1000} -Widerstand handeln muss.

Widerstand 2 ist ein PTC-Widerstand der Kategorie 202, Widerstand 3 ist ein PTC-Widerstand der Kategorie 201 (vgl. [1]).

Der Widerstand 1 ist ein NTC-Widerstand, da er mit zunehmender Temperatur an Widerstand verliert.

5 Zusammenfassung

Unsere Messungen ergaben gute Ergebnisse. Wir konnten anhand der Messwerte bestimmen, um welche Art von Widerständen es sich handelt.

Die Linearität des Pt_{1000} -Widerstandes konnte gut erkannt werden. Widerstand 2 und 3 besaßen eine nahezu lineare „aufsteigende“ Kennlinie, die auf PTC-Widerstände hindeuten. Widerstand 1 besaß eine exponentiell abfallende Kennlinie, die der Kennlinie eines NTC-Widerstandes typisch ist.

Unabhängig davon wäre es natürlich interessant gewesen zu sehen, wie sich die Widerstände bei Extremtemperaturen verhalten. Da wir nur Ausschnitte der Kennlinien messen konnten, kennen wir nicht die komplette Kennlinie der einzelnen Widerstände. Eventuelle Extrema oder starke Änderungen des Kennlinienverhaltens können wir deshalb nicht ausschließen.

Wir konnten zeigen, dass die Halbleiterwiderstände Widerstand 2 und 3 ähnliche, jedoch nicht exakt gleiche Widerstandscharakteristiken aufweisen.

Die Genauigkeit des Multimeters schwankte von 4 bis 5 signifikanten Stellen.

6 Quellen

- [1] Vergleichstabelle für Widerstandsthermometer:
<http://www.elreha.de/welcome/service/tempres.htm>, 11.06.2014
- [2] Versuchsanweisungen zur Übung „Widerstandscharakteristiken von Halbleitern und Pt₁₀₀₀“, Prof. Dr. rer. nat. L. Bannehr, Institut für Geoinformation und Vermessung, Sommersemester 2014
- [3] Vorlesungsskripte „Sensorik“, Prof. Dr. rer. nat. L. Bannehr, Institut für Geoinformation und Vermessung, Sommersemester 2014