

Aufgabe

Untersuche an einem NTC-Widerstand, ob und wie sich dessen Widerstandswert in Abhängigkeit von der Temperatur ändert.

Material

Steckplatte	06033.00	1
Lampenfassung E10	17049.00	1
Glühlampe 4 V/0,04 A, E10, 1 St. aus	06154.03	(1)
NTC-Widerstand 1,3 k Ω	39110.03	1
Leitungsbaustein	39120.00	1
Verbindungsleitung, 25 cm, rot	07360.01	1
Verbindungsleitung, 25 cm, blau	07360.04	1
Verbindungsleitung, 50 cm, rot	07361.01	2
Verbindungsleitung, 50 cm, blau	07361.04	2
Vielfachmessinstrument	07028.01	2
Netzgerät 0...12 V-, 6 V~, 12 V~	13505.93	1
Streichhölzer		

Aufbau und Durchführung

1. Versuch

- Versuch entsprechend Abb. 1 aufbauen; Messbereiche 10 V- und 30 mA- wählen
- Netzgerät einschalten und Stromstärke zunächst für $U = 3$ V- messen und unter (1) notieren
- Spannung am Netzgerät auf den Höchstwert einstellen und Strommesser genau beobachten (2); sobald der Zeiger des Strommessers über 30 mA hinaus auszuschielen beginnt, Spannung wiederholt etwas niedriger einstellen, bis die Stromstärke $I = 30$ mA konstant bleibt; die dann erforderliche Spannung U messen und notieren (3)

Achtung! Die Stromstärke darf 30 mA nicht überschreiten, weil der NTC-Widerstand andernfalls zerstört werden könnte.

- Netzgerät ausschalten
- NTC-Widerstand anfassen und dabei auf seine Temperatur achten; Beobachtung unter (4) notieren

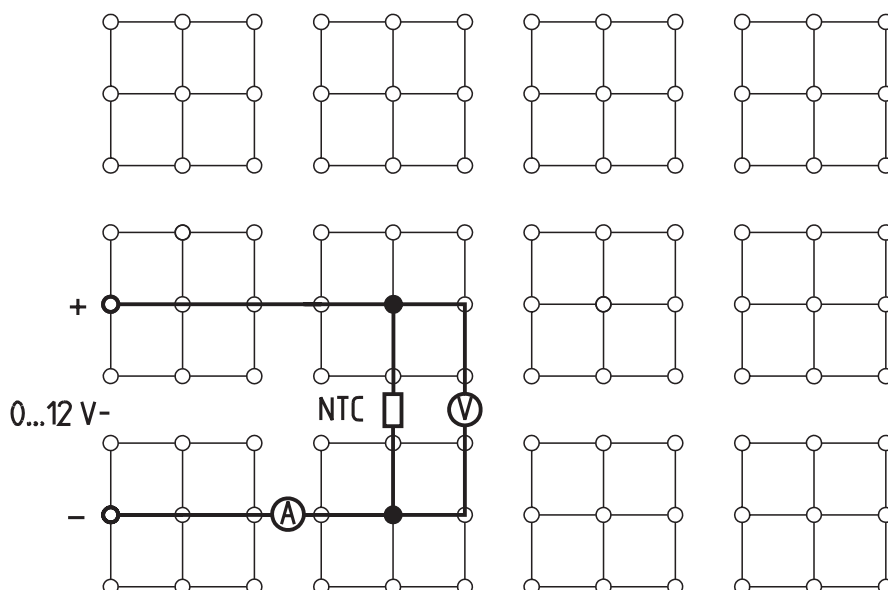
2. Versuch

- Anstelle des Leitungsbausteins die Glühlampe in den Stromkreis einbauen
- Netzgerät einschalten und Gleichspannung auf größtmöglichen Wert einstellen
- Glühlampe und Strommesser beobachten; Maximalwert der Stromstärke $I_{\max}$ und dazu erforderliche Spannung $U_{\max}$ über dem NTC-Widerstand messen
- Messwerte und Beobachtungen unter (5) notieren
- Den NTC-Widerstand mit einer Streichholzflamme erwärmen

Achtung! Das brennende Streichholz muss so gehalten werden, dass sich die Flamme neben dem Widerstand befindet und von diesem einen Abstand von mindestens 5 mm hat; zu starke Erwärmung würde den Widerstand zerstören. Es ist weiterhin darauf zu achten, dass die Stromstärke 30 mA nicht übersteigt!

- Nach Entfernen der Streichholzflamme den Strommesser weiter beobachten; dabei den NTC-Widerstand wiederum anfassen und auf diese Weise schneller abkühlen
- Beobachtungen unter (6) notieren
- Netzgerät ausschalten

Abb. 1





EEP
11.1

Gibt es Bauelemente, deren Widerstand mit wachsender Temperatur abnimmt?



Beobachtungen und Messergebnisse

(1) Bei $U = 3\text{ V}$: $I = \dots\dots\dots$

(2) Beobachtung:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(3) Für $I = 30\text{ mA}$ erforderliche Spannung: $U = \dots\dots\dots$

(4) Beobachtung:

.....

.....

.....

.....

.....

(5) Für $I_{\text{max}} = \dots\dots\dots$ erforderliche Spannung: $U_{\text{max}} = \dots\dots\dots$

Beobachtungen:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(6) Beobachtungen:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Auswertung

1. Warum steigt die Stromstärke beim ersten Versuch immer weiter an, wenn die Spannung am NTC-Widerstand einen bestimmten Wert überschritten hat?

2. Wie groß sind die Widerstandswerte des Bauelements zu Beginn ($U = 3 \text{ V}$) und am Ende des ersten Versuches?

3. Warum steigt beim zweiten Versuch die Stromstärke nicht weiter an, nachdem sie einen bestimmten Wert erreicht hat, falls dem NTC-Widerstand nicht von außen Wärme zugeführt wird?

S**EEP
11.1**

**Gibt es Bauelemente, deren Widerstand mit wachsender
Temperatur abnimmt?**



Raum für Notizen

(Gibt es Bauelemente, deren Widerstand mit wachsender Temperatur abnimmt?)

Im Zusammenhang mit der Behandlung des ohmschen Gesetzes haben die Schüler bereits gelernt, dass metallische Leiter i. Allg. einen Widerstand haben, der mit der Temperatur zunimmt.

Sie sollen nun erkennen, dass sich NTC-Widerstände (**N**egative **T**emperature **C**oefficient) umgekehrt verhalten. Der erste Versuch wird nicht nur als einführender Versuch zur Problemstellung empfohlen. Er ist auch angebracht, wenn die Begriffe Eigenerwärmung (beim 1. Versuch) und Fremderwärmung (beim 2. Versuch) erarbeitet werden sollen. Der zweite Versuch sollte als Bestätigungsversuch eingesetzt werden.

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Die Versuchsaufbauten werden den Schülern keine Schwierigkeiten bereiten, wenn sie relativ sicher im Schalten der Vielfachmessinstrumente und bei deren Handhabung sind.

Besondere Aufmerksamkeit erfordert die Fremderwärmung durch eine Streichholzflamme, damit die NTC-Widerstände nicht zerstört werden.

Beobachtungen und Meßergebnisse

- (1) Bei $U = 3 \text{ V}$: $I = 3 \text{ mA}$.
- (2) Beobachtung: Beim Höchstwert der angelegten Spannung wächst I zunächst schnell, dann immer langsamer und würde schließlich 30 mA überschreiten.
- (3) Für $I = 30 \text{ mA}$ erforderliche Spannung: $U = 9,6 \text{ V}$
- (4) Beobachtung: Der NTC-Widerstand fühlt sich warm an. Seine Temperatur liegt deutlich über der Zimmertemperatur.
- (5) Für $I_{\text{max}} = 26 \text{ mA}$ erforderliche Spannung: $U_{\text{max}} = 8,9 \text{ V}$.
Beobachtungen: Die Stromstärke steigt schnell bis etwa 10 mA an, dann immer langsamer bis zu ihrem Maximalwert.
Bei etwa 15 mA beginnt die Glühlampe, schwach zu leuchten. Sie wird immer heller, bis die Stromstärke gleich bleibt, erreicht aber ihre volle Helligkeit nicht (weil ihre Nennstromstärke 40 mA ist).

- (6) Beobachtungen: Sobald der NTC-Widerstand durch die Flamme erwärmt wird, steigt die Stromstärke rasch bis zum zulässigen Höchstwert 30 mA .
Sobald die Flamme erloschen ist, sinkt die Stromstärke wieder. Wenn der NTC-Widerstand mit den Fingern angefasst und dadurch schneller abgekühlt wird, sinkt die Stromstärke schneller; sie erreicht schließlich ihren Ausgangswert von ca. 26 mA , wenn die Versuchsanordnung sich selbst überlassen bleibt.

Auswertung

1. Der Widerstandswert des NTC-Widerstandes nimmt immer weiter ab, wenn sich seine Temperatur immer weiter erhöht; und das tritt ein, wenn die Stromstärke einen bestimmten Wert überschreitet und der Strom das Bauelement immer stärker erwärmt.
2. $U = 3 \text{ V}$; $I = 3 \text{ mA}$; daraus folgt $R = 1000 \Omega = 1 \text{ k}\Omega$ (zu Beginn);
 $U = 9 \text{ V}$; $I = 30 \text{ mA}$; daraus folgt $R = 300 \Omega$ (am Ende).
3. Die Glühlampe hat einen Widerstandswert, der mit steigender Temperatur der Glühlampe zunimmt. Dadurch wächst die Stromstärke durch den NTC-Widerstand bei einem bestimmten Wert der Stromstärke nicht weiter an.

Anmerkungen

NTC-Widerstände werden auch als Heißeiter bezeichnet. Sie finden verbreitet Verwendung bei Schaltungen in der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik. Ihr Verhalten erklärt sich aus der mit zunehmender Temperatur ebenfalls zunehmenden Konzentration frei beweglicher Ladungsträger. Dieser Effekt wirkt sich stärker aus als das Anwachsen des Leitungswiderstandes bei Temperaturerhöhung, der durch die stärkeren Wechselwirkungen der frei beweglichen Ladungsträger mit den Gitterbausteinen entsteht.

Bei der Auswertung, unter 3., bietet sich Gelegenheit, auf die Gesetze der Reihenschaltung einzugehen und die Antwort anders zu formulieren: In der Reihenschaltung von Glühlampe und NTC-Widerstand sinkt die Teilspannung über dem NTC-Widerstand, und die Teilspannung über der Glühlampe steigt an, bis ...

L**EEP
11.1**

Der NTC-Widerstand



(Gibt es Bauelemente, deren Widerstand mit wachsender Temperatur abnimmt?)

Raum für Notizen