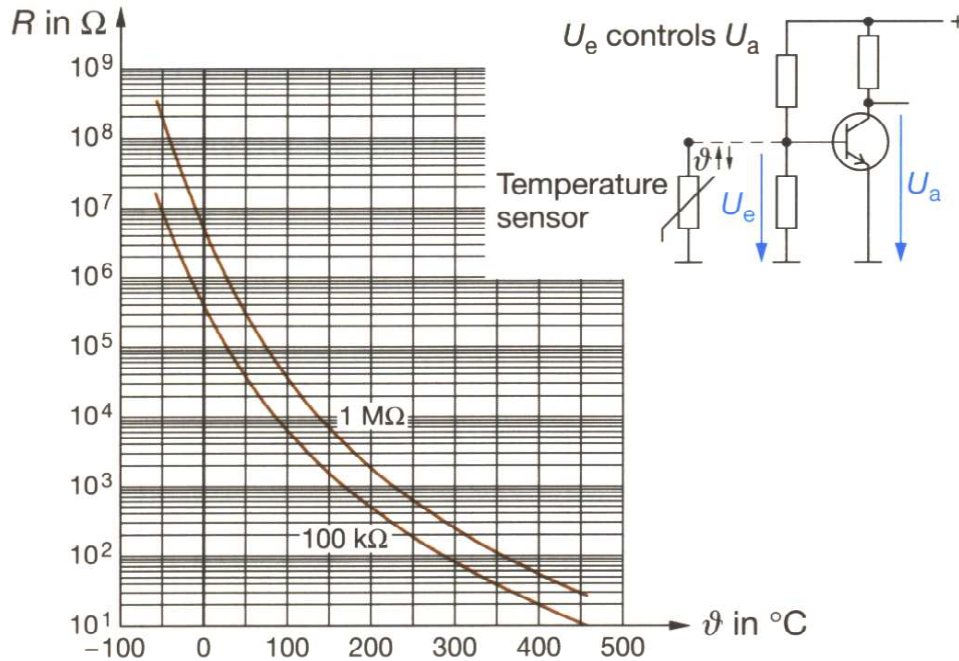


NTC

Beschreiben Sie das grundsätzliche Verhalten des NTC.

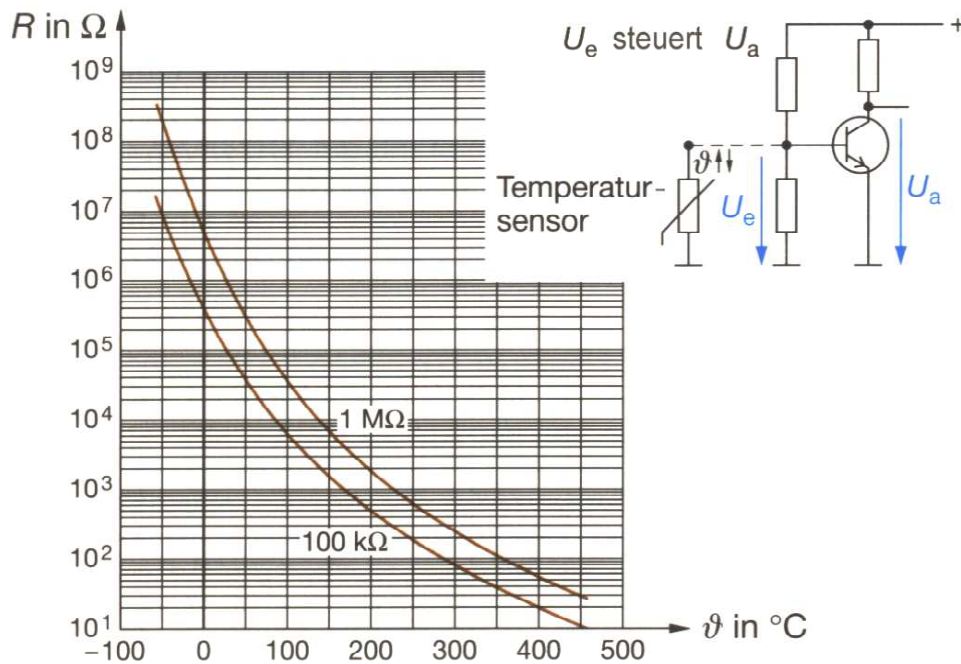
NTC resistors have a negative temperature coefficient, i.e. their resistance decreases as the temperature rises. This behaviour is clearly seen in the diagram. The explanation lies in the dissolution of electron pair bonding in the semi-conductor material, resulting in increased intrinsic conductivity.



NTC resistors are suitable for temperature measurement and thus for temperature monitoring applications. The changes in the resistance of the NTC resistor determine the base-emitter voltage (U_e) and thus the collector current. The output signal (U_a) is now dependent on the temperature and can be used for control tasks.

NTC

NTC-Widerstände haben einen negativen Temperaturkoeffizienten, d.h. ihr Widerstand sinkt bei zunehmender Temperatur. Das Verhalten ist im Diagramm zu erkennen. Erklären lässt sich dies durch das Aufbrechen von Elektronenpaarbindungen des Halbleitermaterials, wodurch in der Folge die Eigenleitfähigkeit steigt.

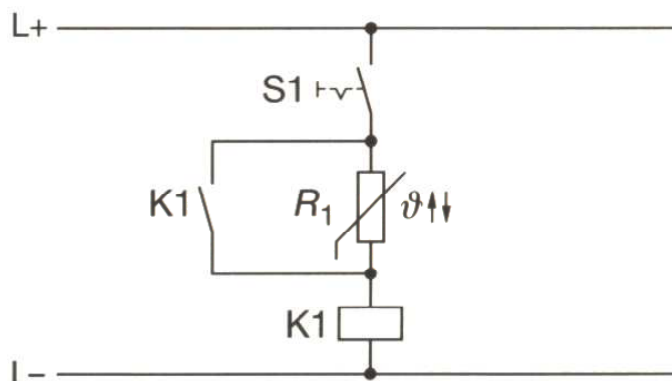


NTC-Widerstände eignen sich für die Temperaturmessung und damit für die Temperaturüberwachung. Der NTC-Widerstand bestimmt durch seine Widerstandsänderungen die Basis-Emitter-Spannung (U_e) und damit den Kollektorstrom. Das Ausgangssignal (U_a) ist damit von der Temperatur abhängig und kann für weitere Steuerungen bzw. Regelungen verwendet werden.

Einschaltverzögerung

Die abgebildete Schaltung wird zur Einschaltverzögerung für Relais verwendet.

Analysieren Sie die Schaltung und beschreiben Sie die Arbeitsweise.



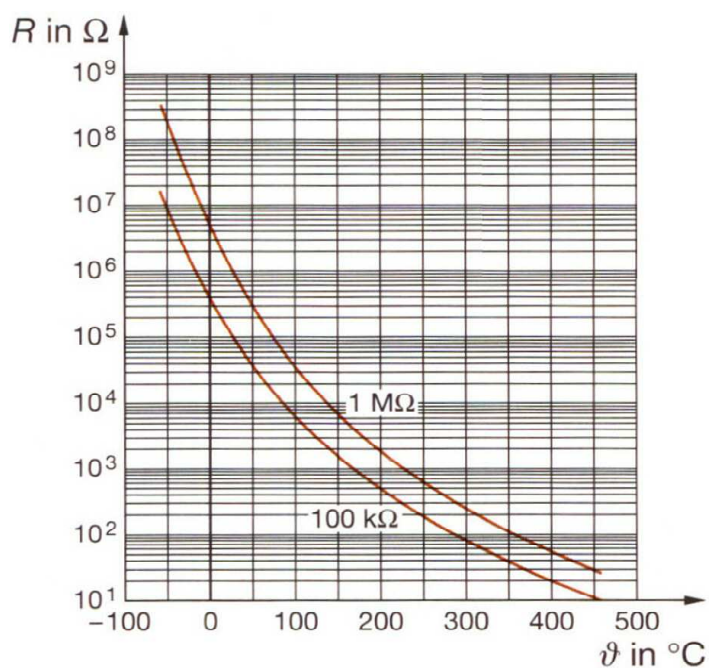
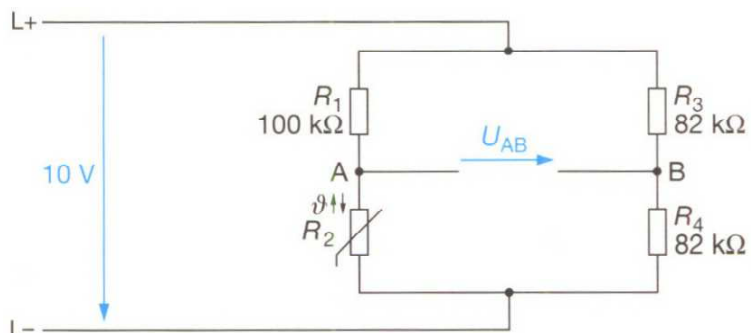
Einschaltverzögerung

Wenn S1 betätigt wird, fließt durch R1 und K1 Strom. Hierdurch erhöht sich die Temperatur in R1, sein Widerstand sinkt, K1 zieht an und überbrückt mit seinem Schließerkontakt R1. Mit R1 wird eine Anzugsverzögerung von K1 erreicht.

Brückenschaltung

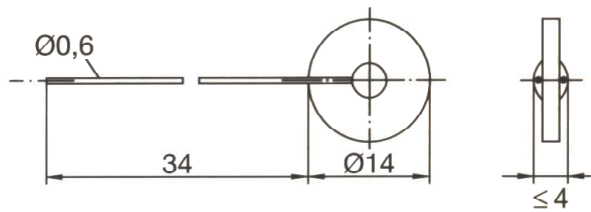
Brückenschaltungen werden für die Temperaturerfassung eingesetzt. Die abgebildete Schaltung ist für die Temperatur von $+25^{\circ}\text{C}$ abgeglichen worden. Der Heißleiter befindet sich am Ort der Temperaturmessung. Die Kennlinie des Heißleiters ist unten abgebildet.

Wie verändert sich die Spannung U_{AB} , wenn sich die Temperatur von -25°C bis $+100^{\circ}\text{C}$ verändert?



Einschaltstrombegrenzung

Heißeleiter können zur Einschaltstrombegrenzung (z. B. bei Glühlampen) verwendet werden. In der Abbildung sind Abmessungen und Kenndaten eines derartigen Heißeleiters aufgeführt. Begründen Sie, weshalb mit Heißeleitern diese Funktion erzielt werden kann.



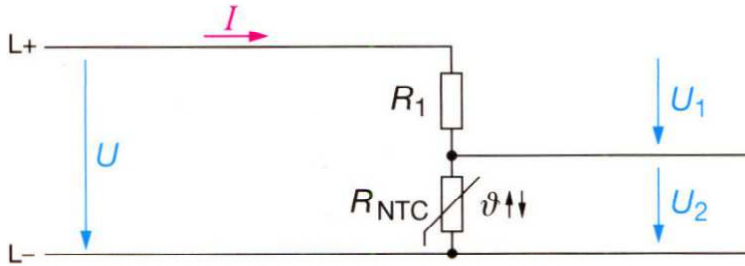
Nennwiderstand R_N in Ω	Toleranz ΔR_N in %	Belastbarkeit P_{25} in mW ($T_u = 25^\circ\text{C}$)	Nenntemperatur T_N in $^\circ\text{C}$	Temperaturbereich nach DIN 40 040 in $^\circ\text{C}$	Thermische Abkühlzeitkonstante τ_{th} in s
33	± 20	2000	25	- 55 bis + 200	90

Einschaltstrombegrenzung

Glühlampen besitzen im Einschaltmoment einen geringen Widerstand (PTC-Verhalten). Der Heißleiter dagegen besitzt dann noch einen großen Widerstand, so dass in einer Reihenschaltung eine Strombegrenzung eintritt. Mit zunehmender Zeit sinkt durch die Eigenerwärmung der Widerstand des Heißleiters, so dass der Strom auf die Betriebsstromstärke ansteigt.

Heißleiter mit Vorwiderstand

- a) Der abgebildete Spannungsteiler liegt an einer Konstantspannungsquelle.
Wie verändern sich die Größen R_{NTC} , R_{ges} , I , U_1 und U_2 , wenn sich die Temperatur vergrößert?
- b) Durch den Spannungsteiler fließt ein Strom konstanter Stärke aus einer Konstantstromquelle.
Wie verhalten sich bei einer Temperaturvergrößerung R_{NTC} , R_{ges} , U_1 , U_2 und U ?

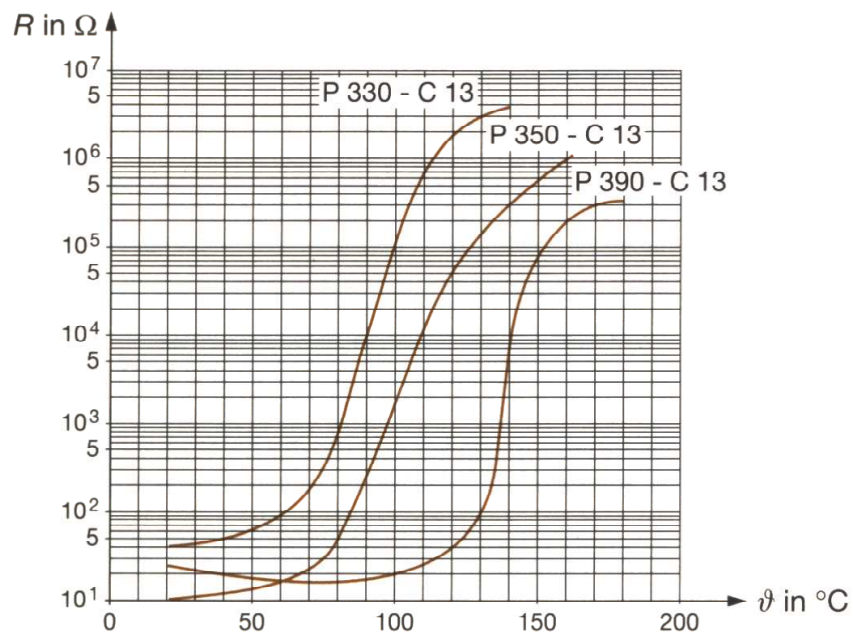


Heißleiter mit Vorwiderstand

- a) $\vartheta \uparrow \Rightarrow R_{\text{NTC}} \downarrow$ (aus Kennlinie des NTC)
 $\Rightarrow R_{\text{ges}} \downarrow$ (aus $R_{\text{ges}} = R + R_{\text{NTC}}$ und $R = \text{konst.}$)
 $\Rightarrow I \uparrow$ (aus $I = U_{\text{ges}} / R_{\text{ges}}$ und $U_{\text{ges}} = \text{konst.}$)
 $\Rightarrow U_1 \uparrow$ (aus $U_1 = I \cdot R_1$ und $R_1 = \text{konst.}$)
 $\Rightarrow U_{\text{NTC}} \downarrow$ (aus $U_{\text{NTC}} = U - U_1$ und $U = \text{konst.}$)
- b) $\vartheta \uparrow \Rightarrow R_{\text{NTC}} \downarrow$ (aus Kennlinie des NTC)
 $\Rightarrow R_{\text{ges}} \downarrow$ (aus $R_{\text{ges}} = R + R_{\text{NTC}}$ und $R = \text{konst.}$)
 $\Rightarrow U \downarrow$ (aus $U = R_{\text{ges}} \cdot I$ und $I = \text{konst.}$)
 $\Rightarrow U_{\text{NTC}} \downarrow$ (aus $U_{\text{NTC}} = U - U_1$ und $U_1 = R \cdot I = \text{konst.}$)

Widerstands-Temperatur-Kennlinie

Wie groß ist die Widerstandsänderung des P 390-C13 zwischen 130°C und 150°C?



Widerstands-Temperatur-Kennlinie

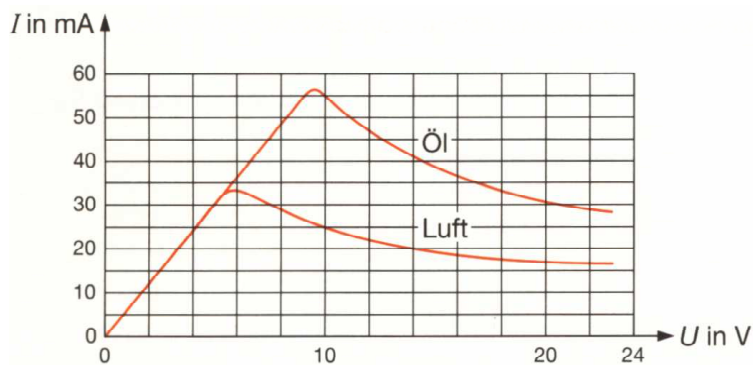
130°C \Rightarrow 90 Ω

150°C \Rightarrow 80 k Ω

Füllstandsanzeige

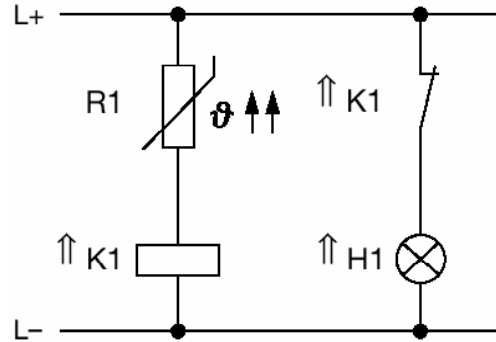
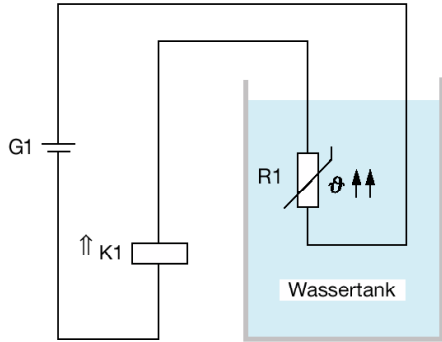
Kaltleiter lassen sich direkt zur Regelung oder als Schalter einsetzen. Die Abbildung zeigt die Strom-Spannungs-Kennlinie eines Kaltleiters, der sich zur Füllstandsmessung in einem Öltank befindet. Der Kaltleiter wird mit 20 V betrieben, er ist also auf eine bestimmte Temperatur aufgeheizt.

- Erklären Sie die Wirkungsweise.
- Zeichnen Sie einen Stromlaufplan mit einer einfachen Signalanzeige, wenn der Öltank gefüllt ist (Kaltleiter, Spannungsquelle, Relais, Signallampe).
- Um wie viel mA ändert sich die Stromstärke im Relais von Teil b) dieses Auftrags ($R_{\text{Rel}} \ll R_{\text{PTC}}$)?



Füllstandsanzeige

- a) In Luft ist die Wärmeabgabe geringer als in Öl. b) Demzufolge ist der Widerstand des Kaltleiters in Luft größer als in Öl. Mit dieser Änderung kann über den Stromfluss ein Relais geschaltet werden.



- c) 17 mA bis 30 mA

Heizungsregler

Kaltleiter eignen sich als Heizung für KFZ-Außenspiegel. Es befinden sich keine zusätzlichen Regelungselemente im Stromkreis.

Erklären Sie die grundsätzliche Wirkungsweise mit Hilfe einer Widerstands-Temperatur-Kennlinie.

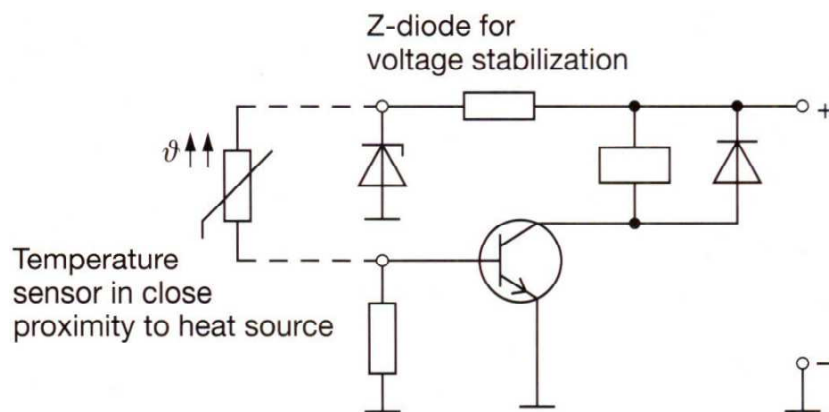
Heizungsregler

Der Kaltleiter weist bei tiefen Temperaturen einen geringen Widerstand auf. Dieser verursacht bei konstanter Betriebsspannung eine höhere Stromstärke, so dass Wärme entsteht, die eine Vereisung verhindern. Bei höheren Temperaturen ist der Widerstand so groß, dass kein nennenswerter Strom fließt. Es kommt zu keiner Erwärmung.

Maschinenschutz

Erklären Sie mit Hilfe des englischen Katalogtextes den Maschinenschutz mit Hilfe eines PTCs.

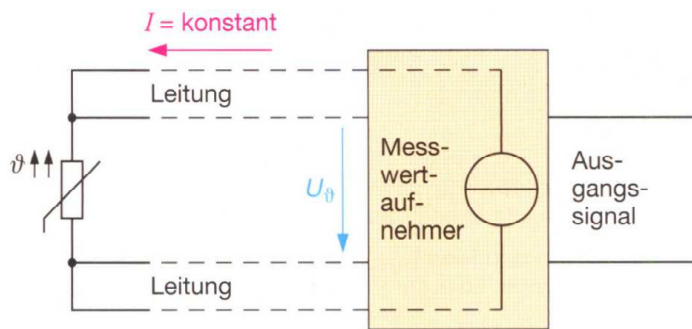
An important application for the PTC resistor is the protection of electrical machinery against overheating. A circuit of this type is depicted in the Fig. The PTC resistor acts as a temperature sensor, mounted in close proximity to the heat source. Since the signal would not in this case be sufficient to actuate a relay, it is amplified by a transistor, which then controls the relay and thus the controlled system. The diode (recovery diode) connected in parallel with the relay prevents high induced voltages being created as a result of the changes in current level in the coil.



Maschinenschutz

Ein wichtiges Anwendungsgebiet des PTC-Widerstandes ist der Schutz elektrischer Maschinen vor Übertemperatur. Eine Schaltung dazu ist in der Abbildung zu sehen. Der PTC-Widerstand wirkt dabei als Temperaturfühler, der dicht bei der auftretenden Wärmequelle angebracht ist. Da das Signal zum Schalten von Relais in diesem Fall nicht ausreicht, wird es von einem Transistor verstärkt, der dann das Relais steuert und mit seinen Kontakten in die Steuerstrecke eingreift. Die Diode (Freilaufdiode) parallel zum Relais verhindert, dass hohe Induktionsspannungen aufgrund der Stromänderungen in der Spule entstehen.

Vierleiter-Anschlussstechnik



Temperatursensoren können mit zwei Leitern oder wie abgebildet mit vier Leitern angeschlossen werden. Die Vierleiter-Anschlussstechnik besitzt gegenüber der Zweileiter-Anschlussstechnik Vorteile.

Informieren Sie sich darüber und stellen Sie Ihre Ergebnisse kurz dar.

Vierleiter-Anschlussstechnik

Zweileiter-Anschlussstechnik:

Der Leitungswiderstand wird zum Messwiderstand addiert. Das Messergebnis wird verfälscht.

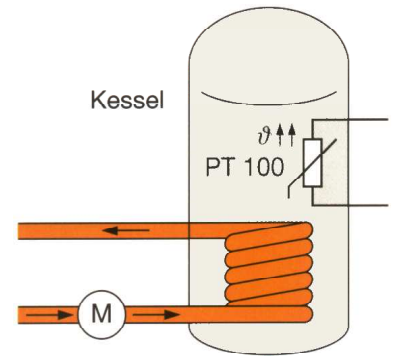
Vierleiter-Anschlussstechnik:

Durch den Messwiderstand fließt ein konstanter Strom aus einer Konstantstromquelle. Deshalb spielen Leitungswiderstände für die Spannung keine Rolle. Die Spannung U_{ϑ} ist stets proportional zur Stromstärke. Diese Spannung wird über ein zweites Leitungspaar an den hochohmigen Eingang eines Verstärkers gegeben, so dass auch diese Leitungswiderstände vernachlässigbar sind.

Temperaturüberwachung

In einer neu installierten chemischen Anlage soll eine Prozesstemperatur überwacht werden. Folgende Bedingungen sind für die elektrische Installation zu beachten bzw. einzuhalten.

- Die Entfernung zwischen der Messstelle und der Verarbeitung beträgt 25 m.
 - Die Messung erfolgt im Temperaturbereich von 300°C bis 350°C.
 - Es soll ein PT 100 eingesetzt werden.
 - Für die Signalverarbeitung soll ein genormtes Stromsignal von 4... 20 mA zur Verfügung stehen.
- a) Überprüfen Sie mit den zur Verfügung gestellten Informationsmaterialien des Herstellers (Auszüge), ob mit dem Temperaturmessumformer die Bedingungen erfüllt werden können.
 - b) Beschreiben Sie die Arbeitsweise des Messumformers mit Hilfe des Stromlaufplanes (Quelle: www.phoenixcontact.com).
 - c) Entscheiden und begründen Sie, ob zwischen dem Sensor und dem Messumformer ein 2-Leiter-, 3-Leiter- oder 4-Leiter-Anschluss zu verwenden ist.
 - d) Wählen Sie eine entsprechende Leitung und überprüfen Sie durch Berechnung, ob der Leitungswiderstand eingehalten wird (Herstellervorgabe).



Temperature Measuring Transducer for PT100 MCR-SL-PT100-I-DC-24

Description

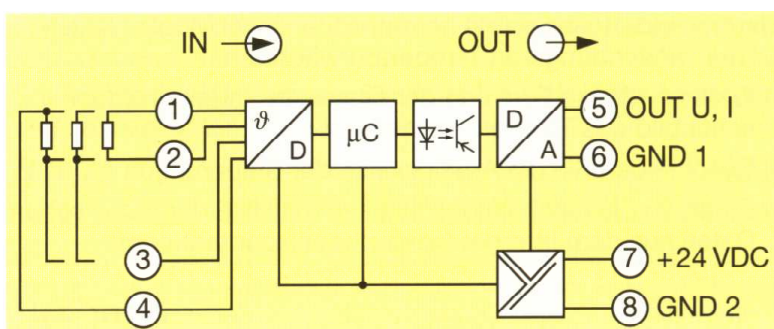
MCR-SL-PT100 temperature measuring transducers convert the measured values of the PT100 sensor (IEC rigid751/EN60751) into electrically standardized analog signals.

The sensor is supplied from the module with a low current. The resultant voltage drop is amplified in the module and converted into a signal, which is proportional to the temperature. The resistance characteristic is linearized by a microcontroller (μC).

To increase the process safety, the modules are equipped with 3-way isolation. 2-, 3-, and 4-wire PT100 sensors can be connected at the input. The temperature range, open-circuit response, and lower and upper measuring range limits can be configured using an order key.

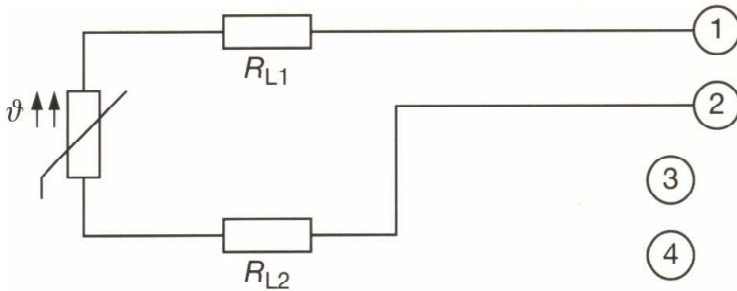
Output signals:

- 0...20 mA or 4...20 mA for devices with current output
- 0...5V or 0...10V for devices with voltage output



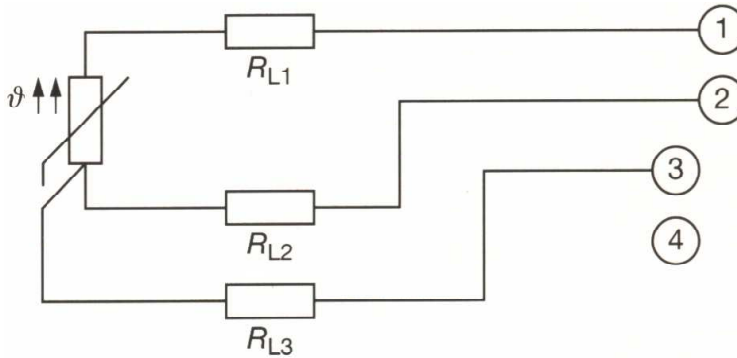
2-Wire Connection

- For short distances
- The cable resistors R_{L1} and R_{L2} directly affect the measuring result and falsify it (example for PT 100: $0,385 \Omega \triangleq 1 \text{ K}$).



3-Wire Connection

- For longer distances between PT 100 sensor and MCR module with equal cable resistance ($R_{L1} = R_{L2} = R_{L3}$).
- The cable resistance per wire should not exceed 50Ω .

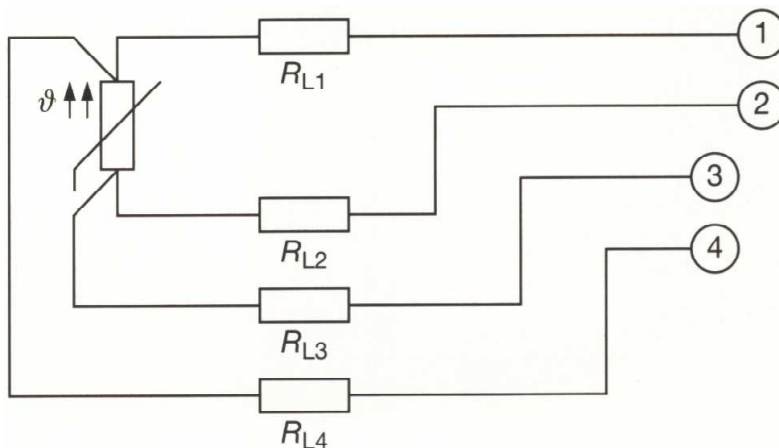


4-Wire Connection

- For longer distances between PT 100 sensor and MCR module with different cable resistance ($R_{L1} \neq R_{L2} \neq R_{L3} \neq R_{L4}$).
- The cable resistance per wire should not exceed 50Ω .

Observe the cable lengths so that in the event of later adjustments to the device the housing can be opened during operation at the installation location.

In the event of later modifications to the connection method, please observe the configuration settings (DIP switches).



Temperaturüberwachung

Übersetzung des englischen Textes:

Quelle: www.phoenixcontact.com

1. Beschreibung

Die MCR-SL-PT100-Temperaturmessumformer setzen die Messwerte des PT100-Sensors (IEC 751 / EN 60751) in elektrisch genormte Analog-Signale um.

Der Sensor wird vom Modul mit einem geringen Strom gespeist. Der dabei entstehende Spannungsabfall wird im Modul verstärkt und in ein der Temperatur proportionales Signal umgesetzt. Dabei wird die Widerstandskennlinie durch einen Mikrocontroller (μC) linearisiert.

Zur Erhöhung der Prozesssicherheit sind die Module mit einer 3-Wege-Trennung ausgestattet. Am Eingang können sowohl 2-, 3- als auch 4-Leiter-PT100-Sensoren angeschlossen werden. Temperaturbereich, Drahtbruchverhalten, Messbereichsunter- und -überschreitung können über einen Bestellschlüssel konfiguriert werden.

Ausgangssignale:

- 0 ... 20 mA oder 4 ... 20 mA bei Geräten mit Stromausgang,
- 0 ... 5 V oder 0 ... 10 V bei Geräten mit Spannungsausgang.

2-Leiter-Anschluss

- Für kurze Entfernungen
- Die Leitungswiderstände R_{L1} und R_{L2} gehen direkt in das Messergebnis ein und verfälschen es entsprechend (z.B. PT100: $0,385 \Omega \triangleq 1 \text{ K}$).

3-Leiter-Anschluss

- Für lange Entfernungen zwischen PT100-Sensor und MCR Baustein bei gleichen Leitungswiderständen ($R_{L1} = R_{L2} = R_{L3}$).
- Der Leitungswiderstand je Leiter darf einen Wert von 50Ω nicht überschreiten.

4-Leiter-Anschluss

- Für lange Entfernungen zwischen PT100-Sensor und MCR Baustein bei unterschiedlichen Leitungswiderständen ($R_{L1} \neq R_{L2} \neq R_{L3} \neq R_{L4}$).
- Der Leitungswiderstand je Leiter darf einen Wert von 50Ω nicht überschreiten.

Beachten Sie die Leiterlängen, damit bei einem späteren Abgleich des Gerätes das Gehäuse am Einsatzort bei laufendem Betrieb geöffnet werden kann.

Für spätere Änderungen der Anschlusstechnik beachten Sie bitte die Konfigurationseinstellungen (DIP-Schalter).

- a) Der Temperaturmessumformer ist für den Anschluss eines PT100 geeignet.
- b)
 1. Die Temperaturänderung wird in eine Widerstandsänderung umgewandelt (PT100). Diese analoge Größe wird digitalisiert.
 2. Der nachfolgende Mikrocontroller verarbeitet dieses Signal.
 3. Eine galvanische Trennung erfolgt in einem Optokoppler.

4. Das digitale Ausgangssignal des Optokopplers wird in ein analoges Ausgangssignal (4 ... 20 mA) umgewandelt.

- c) Gewählt:
4-Leiter-Anschluss

Begründung:

2-Leiter-Anschlusstechnik: Der Leitungswiderstand wird zum Messwiderstand addiert. Das Messergebnis wird verfälscht.

4-Leiter-Anschlusstechnik: Durch den Messwiderstand fließt ein konstanter Strom aus einer Konstantstromquelle. Deshalb spielen Leitungswiderstände für die Spannung keine Rolle. Die Spannung U ist stets proportional zur Stromstärke. Diese Spannung wird über ein zweites Leitungspaar an den hochohmigen Eingang eines Verstärkers gegeben, so dass auch diese Leitungswiderstände vernachlässigbar sind. Die 4-Leiter-Anschlusstechnik ist deshalb weitgehend unabhängig von den Leitungswiderständen, die sich aufgrund von Temperaturschwankungen auch ändern können.

- d) Gewählt wird eine gängige Leitung für TK- und Informationsverarbeitungsanlagen (s. Tabellenbuch), 4 verdrillte Adern, CU-Leitung mit $d = 0,6$ mm, Widerstand für eine Schleife und 1000m: 130Ω .

Berechnung:

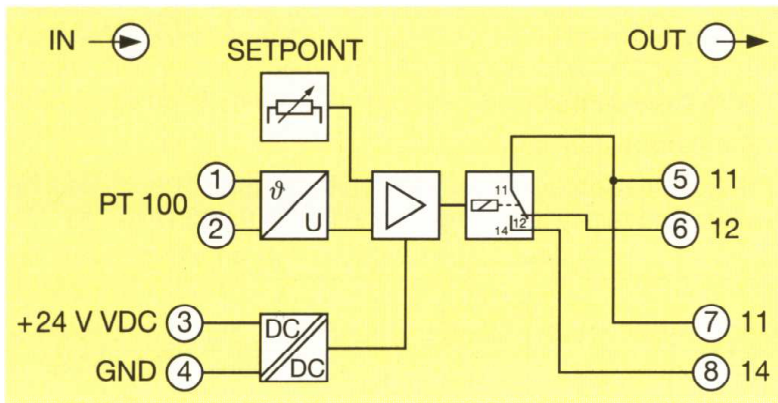
$$\frac{130 \Omega}{100 m} = \frac{x}{25 m} \Rightarrow x = 3,25 \Omega$$

Der maximal zulässige Wert von 50Ω wird somit nicht überschritten.

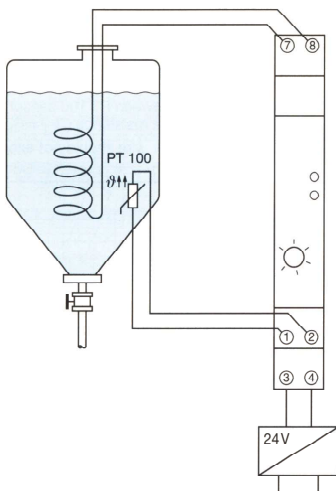
Temperaturwächter

Die angegebenen Anwendungsbeispiele verdeutlichen zwei Möglichkeiten für die Verwendung von Temperaturwächtern.

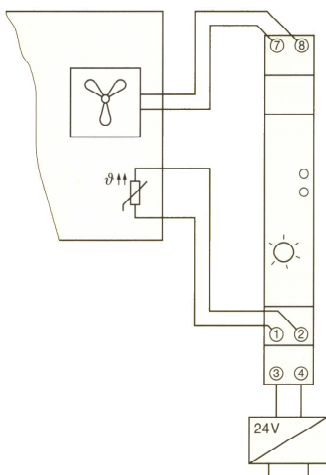
- Erklären Sie die Funktion der einzelnen Stufen im Blockschaltbild des Temperaturwächters.
- Beschreiben Sie die Arbeitsweise der Steuerungen A und B.
- Ermitteln Sie Einstellmöglichkeiten mit Hilfe der technischen Daten aus dem Internet (www.phoenixcontact.com).



Steuerung A



Steuerung B



Technische Daten

Verwendbare Sensortypen (RTD)	PT 100 (IEC 751/EN 60751)
Temperaturmessbereich	-100 °C ... 700 °C
Transmitterspeisestrom	ca. 1 mA
Anschlussstechnik	2-Leiter
Benennung Ausgang	Relaisausgang
Kontaktausführung	1 Wechsler
Kontaktmaterial	AgSnO, hartvergoldet
Schaltspannung maximal	30 V AC
Schaltspannung maximal	36 V DC
Schaltspannung maximal	250 V AC (bei zerstörter Goldschicht)
Grenzdauerstrom	50 mA
Grenzdauerstrom	2 A (bei zerstörter Goldschicht)
Anzugsverzögerungszeit	ca. 6 ms
Abfallverzögerungszeit	ca. 200 ms
Statusanzeige	LED rot (Kurzschluss/ Drahtbruch)
Statusanzeige	LED gelb (Relais aktiv)
Versorgungsspannungsbereich	20 V DC ... 30 V DC
Stromaufnahme maximal	< 30 mA
Leiterquerschnitt starr min.	0,2 mm ²
Leiterquerschnitt starr max.	2,5 mm ²
Leiterquerschnitt flexibel min.	0,2 mm ²
Leiterquerschnitt flexibel max.	2,5 mm ²

Temperaturwächter

- a) An den Eingang (Anschlüsse ① und ②) wird der Temperatursensor (PT100) angeschlossen. Die Eingangsstufe wandelt die Temperatur in eine entsprechende Spannung um. Diese Spannung wird verstärkt. Mit der Ausgangsspannung wird ein Relais angesteuert. Das Relais besitzt einen Wechselkontakt.

Die Gleichspannungsversorgung beträgt 24 V, mit galvanischer Trennung.

- b) Steuerung A:
In der Flüssigkeit befindet sich eine Heizspirale. Der Strom für die Heizspirale lässt sich über die Anschlüsse ⑦ und ⑧ (Relaiskontakte) schalten. Ausgelöst wird der Schaltvorgang, wenn eine bestimmte Temperatur erreicht bzw. unterschritten wird (Temperatur wird überwacht).

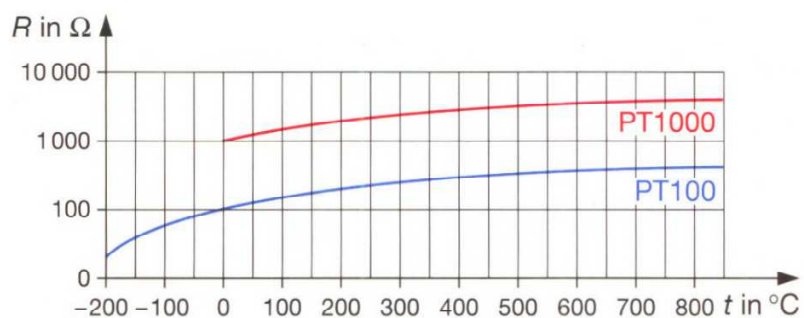
Steuerung B:

Die Arbeitsweise entspricht der Steuerung A. An Stelle der Heizung wird ein Ventilator zur Kühlung verwendet.

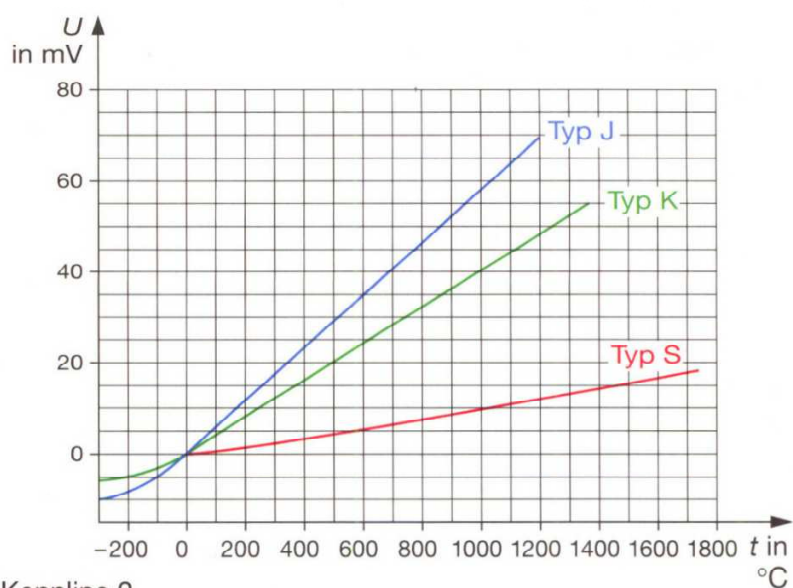
Kennlinienvergleich

In den Diagrammen sind Kennlinien unterschiedlicher Temperatursensoren dargestellt.

Stellen Sie fest, um welche Sensoren es sich dabei handelt und kennzeichnen Sie Aufgabenbereiche.



Kennline 1



Kennline 2

Typ J: Fe/CuNi
Typ K: NiCr/NiAl
Typ S: Pt/RhPt



Kennlinienvergleich

Kennlinie a)

Die Widerstände (PT100 und PT1000) ändern sich in Abhängigkeit von der Temperatur in weiten Bereichen fast linear. Deshalb werden sie als Temperaturlaufnehmer (Widerstandsthermometer) eingesetzt.

Kennlinie b)

Im Gegensatz zu Widerstandsthermometern sind Thermoelemente aktive Bauelemente, die eine Spannung im Mikrovolt-Bereich abgeben. Eine Kaltstellkompensation sorgt dafür, dass die gemessene Differenztemperatur zwischen Messstelle und Vergleichsstelle in eine Absoluttemperatur umgesetzt wird. Die Kennlinien verlaufen in weiten Bereichen nahezu linear, deshalb werden sie als Temperaturlaufnehmer eingesetzt. Aufgrund der geringen Spannungsänderung sind Verstärker erforderlich.