



(19)

österreichisches
patentamt

(10)

AT 503 445 A4 2007-10-15

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 2080/2006

(51) Int. Cl.⁸: G01K 15/00 (2006.01)

(22) Anmeldetag: 18.12.2006

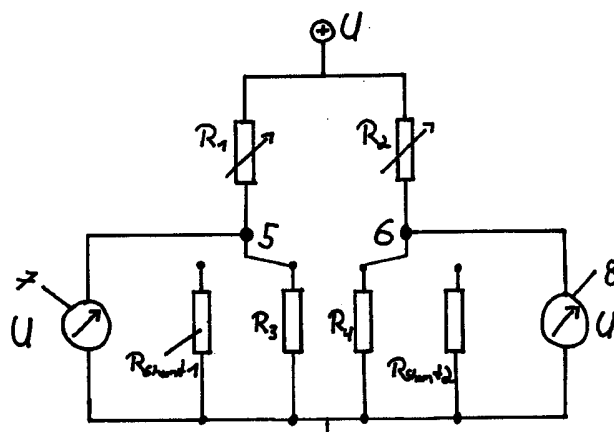
(43) Veröffentlicht am: 15.10.2007

(73) Patentanmelder:

VAILLANT AUSTRIA GMBH
A-1230 WIEN (AT)

(54) VERFAHREN ZUR ÜBERPRÜFUNG EINES TEMPERATURSENSORS

(57) Bei Verfahren zur Überprüfung eines Temperatursensors mit mindestens zwei temperatursensitiven Widerständen (R_1 , R_2), welche über einen negativen oder positiven Gradienten verfügen (PTC, NTC) und sich in engem thermischen Kontakt befinden, wobei jedem der mindestens zwei temperatursensitiven Widerständen (R_1 , R_2) jeweils mindestens ein elektrischer Vorwiderstand (R_3 , R_4 , R_{Shunt1} , R_{Shunt2}) seriell vorgeschaltet ist, wobei die mindestens zwei Widerstandsserienschaltungen (R_1 - R_3 , R_2 - R_4 , R_1 - R_{Shunt1} , R_{Shunt2}) an die selbe Spannung (U) angeschlossen werden, sind mindestens zwei temperatursensitive Widerstände (R_1 , R_2) über eine Schaltvorrichtung (5, 6) entweder mit einem hochohmigen Vorwiderstand (R_3 , R_4) oder mit einem niederohmigen Vorwiderstand (R_{Shunt1} , R_{Shunt2}) verbindbar. Durch die Verbindung eines temperatursensitiven Widerstandes (R_1 , R_2) mit einem niederohmigen Vorwiderstand (R_{Shunt1} , R_{Shunt2}) kann der temperatursensitive Widerstand (R_1 , R_2) als Heizer betrieben werden. Hierdurch können zur Überprüfung des Temperatursensors verschiedene Temperaturen eingestellt werden.



AT 503 445 A4 2007-10-15

013872

12.12.06

Vaillant Austria GmbH

AT 4176

ZUSAMMENFASSUNG

Bei Verfahren zur Überprüfung eines Temperatursensors mit mindestens zwei temperatursensitiven Widerständen (R_1 , R_2), welche über einen negativen oder positiven Gradienten verfügen (PTC, NTC) und sich in engem thermischen Kontakt befinden, wobei jedem der mindestens zwei temperatursensitiven Widerständen (R_1 , R_2) jeweils mindestens ein elektrischer Vorwiderstand (R_3 , R_4 , R_{Shunt1} , R_{Shunt2}) seriell vorgeschaltet ist, wobei die mindestens zwei Widerstandsserienschaltungen (R_1 - R_3 , R_2 - R_4 , R_1 - R_{Shunt1} , R_2 - R_{Shunt2}) an die selbe Spannung (U) angeschlossen werden, sind mindestens zwei temperatursensitive Widerstände (R_1 , R_2) über eine Schaltvorrichtung (5, 6) entweder mit einem hochohmigen Vorwiderstand (R_3 , R_4) oder mit einem niederohmigen Vorwiderstand (R_{Shunt1} , R_{Shunt2}) verbindbar. Durch die Verbindung eines temperatursensitiven Widerstandes (R_1 , R_2) mit einem niederohmigen Vorwiderstand (R_{Shunt1} , R_{Shunt2}) kann der temperatursensitive Widerstand (R_1 , R_2) als Heizer betrieben werden. Hierdurch können zur Überprüfung des Temperatursensors verschiedene Temperaturen eingestellt werden.

Fig. 1

Vaillant Austria GmbH

AT 4176

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Überprüfung eines Temperatursensors mit mindestens zwei temperatursensitiven Widerständen. Deren elektrischer Widerstand R stellt sich in Abhängigkeit des Referenzwiderstandes R_0 bei Referenztemperatur T_0 , der Temperatur T und des widerstandsspezifischen Temperaturkoeffizienten α ein.

$$R(T) = R_0 (1 + \alpha(T - T_0))$$

Bei Temperatursensoren mit temperatursensitiven Widerständen werden diese in Reihe mit Vorwiderständen geschaltet. Der Spannungsabfall am temperatursensitiven Widerstand oder Vorwiderstand ist proportional zur Temperatur des Sensors.

Bei sicherheitsrelevanten Bauteilen, welche mittels Temperatursensoren überwacht werden, muss sichergestellt sein, dass ein Defekt erkannt wird. Aus diesem Grund werden häufig zwei temperatursensitive Widerstände in die Sensoren integriert. Hierdurch können die Werte miteinander verglichen werden.

Temperatursensitive Widerstände unterliegen einer Drift, so dass sich sowohl der Referenzwiderstand R_0 , als auch der widerstandsspezifische Temperaturkoeffizient α verändern können. So könnte im Fall einer Drift der Zustand eintreten, dass bei einer



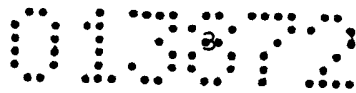
Temperatur, bei der die Übereinstimmung der unterschiedlichen temperatursensitiven Widerstände vorgenommen wird, gleiche Temperaturen gemessen würden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, bei einem Temperatursensor mit mindestens zwei temperatursensitiven Widerständen ein Verfahren zur Überprüfung des Sensors zu entwickeln, welcher über einen weiten Temperaturbereich eine Überprüfung erlaubt.

Die Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Überprüfung eines Temperatursensors mit mindestens zwei temperatursensitiven Widerständen gemäß den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass die temperatursensitiven Widerstände jeweils in einem Verfahrensschritt wechselseitig mit je einem hochohmigen und je einem niederohmigen Vorwiderstand verbunden werden. Beim Betrieb mit dem niederohmigen Vorwiderstand heizt sich ein temperatursensitiver Widerstand auf. Hierbei kann die Temperatur der beiden temperatursensitiven Widerstände gemessen und verglichen werden. Gemäß den Merkmalen des Anspruchs 2 können die beiden Verfahrensschritte bei unterschiedlichen Spannungen durchgeführt werden.

Alternativ kann gemäß den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 3 nur ein temperatursensitiver Widerstand mit niederohmigem Vorwiderstand an zwei unterschiedliche Spannungen angeschlossen werden, wodurch sich ebenfalls unterschiedliche Temperaturen einstellen.

Das Verfahren kann mit zwei oder mehreren temperatursensitiven Widerstandselementen durchgeführt werden. Sind mehr als zwei temperatursensitive Widerstandselemente vorhanden, so werden jeweils zwei Elemente auf die beschriebene Art verglichen. Sind mindestens 3 temperatursensitive Widerstandselemente vorhanden, so kann in dem Fall, dass ein Widerstandselement eine andere Temperatur anzeigt als die anderen, welche



identische Temperaturen messen, daraus geschlussfolgert werden, dass das abweichende Widerstandselement defekt ist. Gemäß den Merkmalen des abhängigen Anspruchs 4 kann dann der Sensor ohne das defekte Widerstandselement betrieben werden.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin zu überprüfen, ob ein eingebauter Sensor zur Messung einer Festkörpertemperatur mit allen temperatursensitiven Widerständen am Messkörper anliegt.

Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 5 dadurch gelöst, dass der Sensor mit einer definierten Leistung beheizt wird. Liegt der Sensor nicht an, so erhitzt er sich stärker als im anliegenden Fall, da dann mit vorbenannter Leistung auch der Festkörper beheizt wird.

Die Erfindung wird nun anhand der Figuren näher erläutert. Hierbei zeigen

Figur 1 die Messschaltung im normalen Temperaturmessmodus,

Figur 2 die Messschaltung während eines ersten Verfahrensschritts und

Figur 3 die Messschaltung während eines anderen Verfahrensschritts.

Figur 1 zeigt die Grundsaltung des erfindungsgemäßen Temperatursensors mit zwei temperatursensitiven Widerständen R1 und R2. Diese verfügen über einen positiven Temperaturgradienten PTC, könnten jedoch prinzipiell auch über einen negativen Temperaturgradienten NTC verfügen. Die beiden temperatursensitiven Widerständen R1 und R2 sind jeweils seriell über Schaltvorrichtung 5, 6 entweder mit einem hochohmigen Vorwiderstand R3, R4 oder mit einem niederohmigen Vorwiderstand R_{Shunt1} , R_{Shunt2}

013372

verbunden. Die zwei Widerstandsserienschaltungen ($R1-R3$ beziehungsweise $R1-R_{Shunt1}$ und $R2-R4$ beziehungsweise $R2-R_{Shunt2}$) sind an die selbe Spannung U angeschlossen. Je nach Stellung der Schaltvorrichtung 5 wird mittels einer Vorrichtung zur Spannungsmessung 7 der Spannungsabfall an dem hochohmigen Vorwiderstand $R3$ oder dem niederohmigen Vorwiderstand R_{Shunt1} gemessen. Je nach Stellung der Schaltvorrichtung 6 wird mittels einer Vorrichtung zur Spannungsmessung 8 der Spannungsabfall an dem hochohmigen Vorwiderstand $R4$ oder dem niederohmigen Vorwiderstand R_{Shunt2} gemessen. Bei der Verschaltung gemäß Figur 1 wird der Spannungsabfall an den hochohmigen Vorwiderständen $R3$ und $R4$ gemessen. Durch die Reihenschaltung der temperatursensitive Widerständen $R1$ und $R2$ mit den hochohmigen Vorwiderständen $R3$ und $R4$ werden die Elemente von einem kleinen elektrischen Strom I durchflossen, so dass die Elemente sich durch die elektrische Leistung P kaum aufheizen.

Es ist vorteilhaft, wenn die Widerstände $R3$ und $R4$ unterschiedliche Widerstandswerte aufweisen, da dann eindeutig deren Signale unterschieden werden können.

Es gilt:

$$U = U_1 + U_3 = R1(T) \cdot I + R3 \cdot I = (R1(T) + R3) \cdot I$$

wobei U_1 der Spannungsabfall am temperatursensitiven Widerstand $R1$ und U_3 der Spannungsabfall am Vorwiderstand $R3$ ist. Der Spannungsabfall U_3 wird gemessen und hieraus der Strom I bestimmt.

$$U_3 = R3 \cdot I$$

$$I = \frac{U_3}{R3}$$

013572

Des Weiteren gilt:

$$U_1 = U - U_3 = R_1(T) \cdot I$$

$$R_1(T) = \frac{U - U_3}{I} = R_0 (1 + \alpha(T - T_0))$$

Hierbei ist R_0 der Referenzwiderstand bei der Ausgangstemperatur T_0 . Aus obiger Formel lässt sich die Temperatur des temperatursensitiven Widerstands R_1 errechnen.

Analog hierzu lässt sich die Temperatur des temperatursensitiven Widerstands R_2 bestimmen.

Erfindungsgemäß kann bei zwei unterschiedlichen Temperaturen überprüft werden, ob die beiden temperatursensitiven Widerstände R_1 und R_2 im Rahmen der zulässigen Toleranz gleiche Messwerte liefern. Hierzu gibt es zwei Varianten:

1. Variante

Der Schalter 5 wird gemäß Figur 2 umgeschaltet, so dass der temperatursensitive Widerstand R_1 mit dem niederohmigen Vorwiderstand R_{Shunt1} verbunden wird. Dieser niederohmige Vorwiderstand R_{Shunt1} bewirkt einen wesentlich höheren Strom I_1 durch die Elemente R_1 und R_{Shunt1} als zuvor.

$$U_{Shunt1} = R_{Shunt1} \cdot I_1$$

$$I_1 = \frac{U_{Shunt1}}{R_{Shunt1}}$$

013672

Dieser Strom I_1 bewirkt in Verbindung mit dem Widerstand des temperatursensitiven Widerstands $R1$ für eine Erhitzung desselben aufgrund der verbrauchten elektrischen Leistung P_1 .

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 = R1(T) \cdot I^2$$

Es stellt sich ein Gleichgewichtszustand ein, in dem gilt:

$$R1(T) = \frac{U - U_{Shunt1}}{I_1} = R_0 (1 + \alpha(T - T_0))$$

Hieraus lässt sich die Temperatur $T_{R1,1}$ des ersten temperatursensitiven Widerstands $R1$ bestimmen.

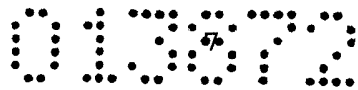
Hierbei kann in einer Ausgestaltung der Erfindung die Spannung U variiert werden, bis eine bestimmte Temperatur sich an dem ersten temperatursensitiven Widerstand $R1$ einstellt.

Die Reihenschaltung des zweiten temperatursensitiven Widerstands $R2$ mit dem hochohmigen Vorwiderstand $R4$ liegt an der selben Spannung U an. Aufgrund des hohen Widerstandes des Widerstands $R4$ stellt sich ein kleiner Strom I_2 ein. Dieser bewirkt lediglich eine minimale Heizung des zweiten temperatursensitiven Widerstands $R2$. Es gilt:

$$U_4 = R4 \cdot I_2$$

$$I_2 = \frac{U_4}{R4}$$

$$R2(T) = \frac{U - U_4}{I_2} = R_0 (1 + \alpha(T - T_0))$$



Hieraus lässt sich die Temperatur $T_{R2,1}$ des zweiten temperatursensitiven Widerstands R2 bestimmen. Aus den beiden Temperaturen $T_{R1,1}$ und $T_{R2,1}$ wird eine Temperaturdifferenz ΔT_1 ermittelt.

Nun werden gemäß Figur 3 die beiden Schaltvorrichtungen 5 und 6 umgeschaltet, wodurch der erste temperatursensitive Widerstands R1 seriell mit dem hochohmigen Vorwiderstand R3 und der zweite temperatursensitive Widerstands R2 seriell mit dem niederohmigen Vorwiderstand R_{Shunt2} verbunden ist.

Ausgehend von zwei identischen temperatursensitiven Widerständen R1 und R2 sollten die niederohmigen Vorwiderstände R_{Shunt1} und R_{Shunt2} unterschiedliche elektrische Widerstände aufweisen, um bei unveränderter Spannung U unterschiedliche Aufheiztemperaturen zu bewirken. Weisen die niederohmigen Vorwiderstand R_{Shunt1} und R_{Shunt2} gleiche elektrische Widerstände auf, so muss die Spannung U verändert werden; so kann die Spannung U beispielsweise solange verändert werden, bis sich am zweiten temperatursensitiven Widerstand R2 eine definierte Temperatur einstellt, welche sich von der Temperatur des vorangegangenen Verfahrensschritt deutlich unterscheidet.

Nun gilt:

$$U_{Shunt2} = R_{Shunt2} \cdot I_2$$

$$I_2 = \frac{U_{Shunt2}}{R_{Shunt2}}$$

$$R2(T) = \frac{U - U_{Shunt2}}{I_2} = R_0 (1 + \alpha(T - T_0))$$

013872

Hieraus wird die Temperatur $T_{R2,2}$ des zweiten temperatursensitiven Widerstands R2 bestimmt. Zugleich liegt die Reihenschaltung des zweiten temperatursensitiven Widerstands R1 mit dem hochohmigen Vorwiderstand R3 an der selben Spannung U an. Es gilt:

$$U_3 = R3 \cdot I_1$$

$$I_1 = \frac{U_3}{R3}$$

$$R1(T) = \frac{U - U_3}{I_1} = R_0 (1 + \alpha(T - T_0))$$

Hieraus lässt sich die Temperatur $T_{R1,2}$ des ersten temperatursensitiven Widerstands R1 bestimmen. Aus den beiden Temperaturen $T_{R1,2}$ und $T_{R2,2}$ wird eine Temperaturdifferenz ΔT_2 ermittelt.

Überschreitet eine der beiden Temperaturdifferenzen ΔT_1 und ΔT_2 einen vorgegeben Wert ΔT , so wird ein Fehlersignal ausgegeben, da beide Sensoren nicht akzeptabel übereinstimmende Kennlinien besitzen.

Alternativ kann – anstelle der Verbindung des zweiten temperatursensitiven Widerstands R2 mit einem niederohmigen Vorwiderstand im zweiten Verfahrensschritt - der erste temperatursensitive Widerstand R1 über die Schaltvorrichtung 5 mit einem zweiten niederohmigen Vorwiderstand, dessen elektrischer Widerstand sich vom ersten unterscheidet, verbunden werden.

2. Variante

Wie bei der ersten Variante wird zunächst der Schalter 5 gemäß Figur 2 umgeschaltet, so dass der temperatursensitive Widerstand R1 mit dem niederohmigen Vorwiderstand R_{Shunt1}

013872

verbunden wird, während der andere temperatursensitive Widerstand R2 mit dem hochohmigen Vorwiderstand R4 seriell verbunden bleibt. Auf den niederohmigen Vorwiderstand R_{Shunt2} kann hierbei verzichtet werden. Es wird nun eine erste Messung, wie zuvor beschrieben, bei einer ersten vorgegebenen Spannung U1 durchgeführt. Es gilt:

$$I_1 = \frac{U_{Shunt1}}{R_{Shunt1}}$$

$$R1(T) = \frac{U1 - U_{Shunt1}}{I_1} = R_0(1 + \alpha(T - T_0))$$

$$I_2 = \frac{U_4}{R4}$$

$$R2(T) = \frac{U1 - U_4}{I_2} = R_0(1 + \alpha(T - T_0))$$

Hieraus lassen sich die Temperatur $T_{R1,1}$ und $T_{R2,1}$ der zwei temperatursensitiven Widerstände R1 und R2 sowie deren Temperaturdifferenz ΔT_1 bei der ersten Spannung U1 bestimmen.

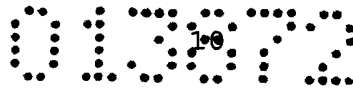
Nun wird bei gleich bleibender Schaltung die Spannung verändert und eine zweite vorgegebene Spannung U2 eingestellt. Nun gilt:

$$I_1 = \frac{U_{Shunt1}}{R_{Shunt1}}$$

$$R1(T) = \frac{U2 - U_{Shunt1}}{I_1} = R_0(1 + \alpha(T - T_0))$$

$$I_2 = \frac{U_4}{R4}$$

$$R2(T) = \frac{U2 - U_4}{I_2} = R_0(1 + \alpha(T - T_0))$$



Hieraus werden die Temperatur $T_{R1,2}$ und $T_{R2,2}$ der zwei temperatursensitiven Widerstände R1 und R2 sowie deren Temperaturdifferenz ΔT_2 bei der ersten Spannung U2 bestimmt.

Überschreitet eine der beiden Temperaturdifferenzen ΔT_1 und ΔT_2 einen vorgegeben Wert ΔT , so wird ein Fehlersignal ausgegeben, da die Kennlinien der beiden Sensoren nicht ausreichend übereinstimmen.

Wird der zuvor beschriebene Sensor zur Erfassung einer Festkörpertemperatur eingesetzt, so kann erfindungsgemäß das Anliegen des Sensors überprüft werden.

Nach dem Einbau an einer mutmaßlich am Festkörper anliegenden Stelle wird der Sensor gemäß Figur 1 mit einer vorgegebenen Leistung bestromt. Hierzu kann die Spannung variiert werden, bis sich diese vorgegebene Leistung ($P = U \cdot I$) einstellt. Nun wird mittels Spannungsmessung am Vorwiderstand R4 die Temperatur T des temperatursensitiven Widerstands R2 erfasst. Diese Temperatur T wird entweder mit einer vorgegebenen Temperatur T^* für die Solltemperatur bei anliegendem Sensor oder einer vorgegebenen Temperatur T^{**} für die Solltemperatur bei nicht anliegendem Sensor verglichen. Liegt der Sensor an, so wird mittels der vorgegebenen Leistung nicht nur der Sensor, sondern auch das Umfeld der Anliegefläche am Festkörper erhitzt; demnach ist die Temperatur geringer als im Fall des Nichtanliegens. Stellt sich heraus, dass demnach der Sensor nicht anliegt, so wird ein Fehlersignal ausgegeben.

013872

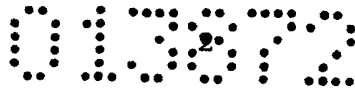
12. 12. 06

Vaillant Austria GmbH

AT 4176

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Überprüfung eines Temperatursensors mit mindestens zwei temperatursensitiven Widerständen (R_1 , R_2), welche über einen negativen oder positiven Gradienten verfügen (PTC, NTC) und sich in engem thermischen Kontakt befinden, wobei jedem der mindestens zwei temperatursensitiven Widerständen (R_1 , R_2) jeweils mindestens ein elektrischer Vorwiderstand (R_3 , R_4 , R_{Shunt1} , R_{Shunt2}) seriell vorgeschaltet ist, wobei die mindestens zwei Widerstandsserienschaltungen (R_1 - R_3 , R_2 - R_4 , R_1 - R_{Shunt1} , R_2 - R_{Shunt2}) an die selbe Spannung (U) angeschlossen werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens zwei temperatursensitive Widerstände (R_1 , R_2) über eine Schaltvorrichtung (5, 6) entweder mit einem hochohmigen Vorwiderstand (R_3 , R_4) oder mit einem niederohmigen Vorwiderstand (R_{Shunt1} , R_{Shunt2}) verbindbar sind, wobei vorzugsweise die niederohmigen Vorwiderstände (R_{Shunt1} , R_{Shunt2}) unterschiedliche elektrische Widerstände aufweisen und / oder die hochohmigen Vorwiderstände (R_3 , R_4) unterschiedliche elektrische Widerstände aufweisen und / oder die temperatursensitiven Widerstände (R_1 , R_2) unterschiedliche elektrische Widerstände aufweisen, der erste temperatursensitive Widerstand (R_1) über die ihm zugeordnete Schaltvorrichtung (5) mit dem niederohmigen Vorwiderstand (R_{Shunt1}) verbunden wird, während die anderen temperatursensitiven Widerstände (R_2) über die ihnen zugeordneten Schaltvorrichtungen (5) mit einem zugeordneten hochohmigen



Vorwiderstand (R4) verbunden wird,

der Spannungsabfall an den mindestens zwei temperatursensitiven Widerständen (R1, R2) oder ihren Vorwiderständen (R_{Shunt1} , R4) ermittelt und hieraus die Temperaturen ($T_{R1,1}$, $T_{R2,1}$) der temperatursensitiven Widerstände (R1, R2) sowie deren Differenz ΔT_1 ermittelt werden,

anschließend der erste temperatursensitive Widerstand (R1) über die ihm zugeordnete Schaltvorrichtung (5) von dem niederohmigen Vorwiderstand (R_{Shunt1}) getrennt und mit dem ihm zugeordneten Vorwiderstand (R3) verbunden wird, während ein anderer temperatursensitive Widerstand (R2) über die ihm zugeordnete Schaltvorrichtung (5) mit dem ihm zugeordneten niederohmigen Vorwiderstand (R_{Shunt2}) verbunden wird, der Spannungsabfall an den mindestens zwei temperatursensitiven Widerständen (R1, R2) oder ihren Vorwiderständen (R3, R_{Shunt2}) ermittelt und hieraus die Temperaturen ($T_{R1,2}$, $T_{R2,2}$) der Widerstände (R1, R2) sowie deren Differenz ΔT_2 ermittelt werden, und in dem Fall, in dem mindestens eine der Temperaturdifferenzen ΔT_1 , ΔT_2 einen vorgegebenen Betrag ΔT übersteigt, ein Fehlersignal ausgegeben wird.

2. Verfahren zur Überprüfung eines Temperatursensors gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messung der Temperaturdifferenzen (ΔT_1 , ΔT_2) bei unterschiedlichen Spannungen (U1, U2) erfolgt.
3. Verfahren zur Überprüfung eines Temperatursensors mit mindestens zwei temperatursensitiven Widerständen (R1, R2), welche über einen negativen oder positiven Gradienten verfügen (PTC, NTC) und sich in engem thermischen Kontakt befinden, wobei jedem der mindestens zwei temperatursensitiven Widerständen (R1, R2) jeweils mindestens ein elektrischer Vorwiderstand (R3, R4, R_{Shunt1} , R_{Shunt2}) seriell vorgeschaltet ist, wobei die mindestens zwei Widerstandsserienschaltungen (R1-R3, R2-R4, R1- R_{Shunt1} , R2- R_{Shunt2}) an die selbe Spannung U angeschlossen werden, **dadurch**



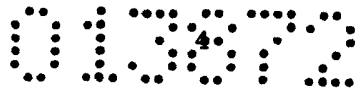
gekennzeichnet, dass der erste temperatursensitive Widerstand (R_1) über eine Schaltvorrichtung (5) entweder mit einem hochohmigen Vorwiderstand (R_3) oder mit einem niederohmigen Vorwiderstand ($R_{\text{Shunt}1}$) verbindbar ist,

der erste temperatursensitive Widerstand (R_1) über die ihm zugeordnete Schaltvorrichtung (5) mit dem niederohmigen Vorwiderstand ($R_{\text{Shunt}1}$) verbunden wird, bei einer ersten Spannung U_1 der Spannungsabfall an den mindestens zwei temperatursensitiven Widerständen (R_1 , R_2) oder ihren Vorwiderständen ($R_{\text{Shunt}1}$, R_4) ermittelt und hieraus die Temperaturen T_{R_1, U_1} , T_{R_2, U_1} der Widerstände (R_1 , R_2) sowie deren Differenz ΔT_{U_1} ermittelt werden,

anschließend bei einer zweiten Spannung U_2 , welche sich von der ersten Spannung U_1 unterscheidet, der Spannungsabfall an den beiden temperatursensitiven Widerständen (R_1 , R_2) oder ihren Vorwiderständen ($R_{\text{Shunt}1}$, R_4) ermittelt und hieraus die Temperaturen T_{R_1, U_2} , T_{R_2, U_2} der temperatursensitiven Widerstände (R_1 , R_2) sowie deren Differenz ΔT_{U_2} ermittelt werden,

und in dem Fall, in dem mindestens eine der Temperaturdifferenzen ΔT_{U_1} , ΔT_{U_2} einen vorgegebenen Betrag ΔT übersteigt, ein Fehlersignal ausgegeben wird.

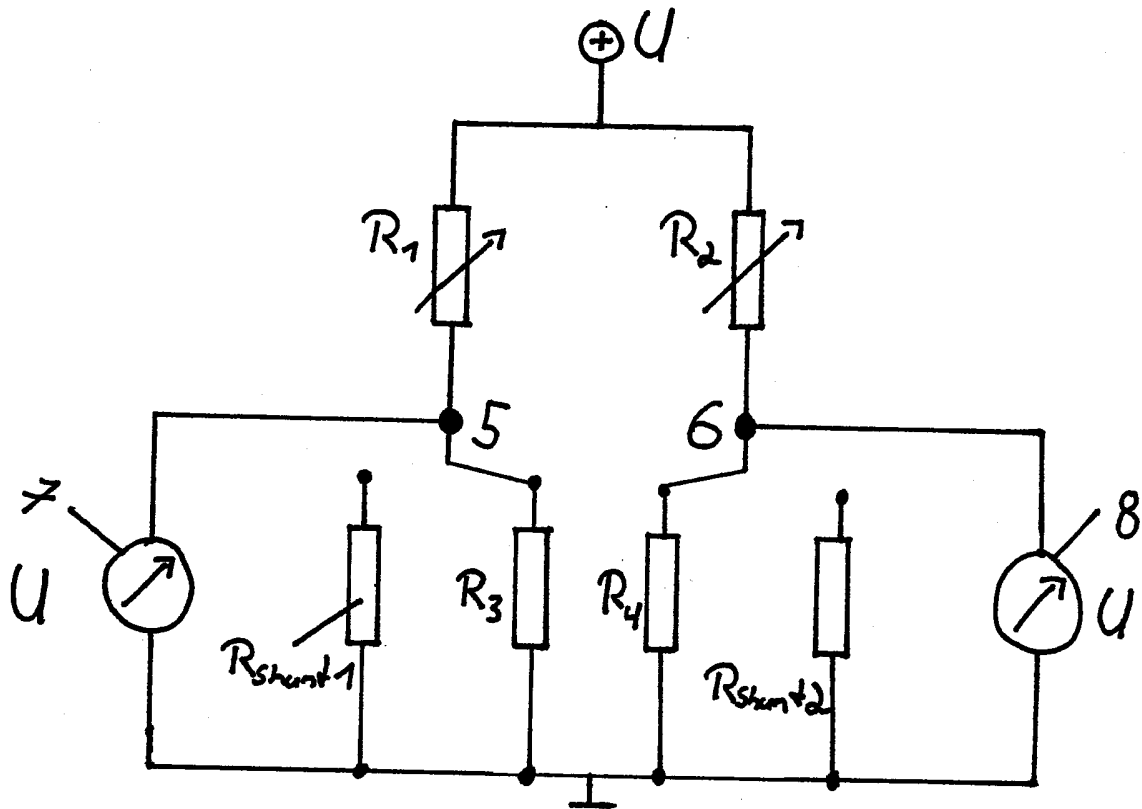
4. Verfahren zur Überprüfung eines Temperatursensors nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens drei temperatursensitiven Widerständen mit seriell vorgeschalteten Vorwiderständen Verwendung finden und in dem Fall, dass bei den Messungen mindestens zwei temperatursensitiven Widerständen übereinstimmende Temperaturen liefern, während mindestens ein temperatursensitiver Widerstand eine Temperatur liefert, dass mit keinem anderen temperatursensitiven Widerstand übereinstimmt, das Messsignal des abweichenden temperatursensitiven Widerstandes ignoriert wird und der Temperatursensor nur mit den übereinstimmenden temperatursensitiven Widerständen betrieben wird.



5. Verfahren zur Überprüfung des Anliegens eines Temperatursensors mit mindestens zwei temperatursensitiven Widerständen (R_1 , R_2), welche über einen negativen oder positiven Gradienten verfügen (PTC, NTC) und sich in engem thermischen Kontakt befinden, an einem Festkörper, wobei jedem der temperatursensitiven Widerstände (R_1 , R_2) jeweils mindestens ein elektrischer Vorwiderstand (R_3 , R_4 , R_{Shunt1} , R_{Shunt2}) seriell vorgeschaltet ist, wobei die Widerstandsserienschaltungen (R_1 - R_3 , R_2 - R_4 , R_1 - R_{Shunt1} , R_2 - R_{Shunt2}) an die selbe Spannung (U) angeschlossen werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein temperatursensitiver Widerstand (R_1 , R_2) über eine Schaltvorrichtung (5, 6) entweder mit einem hochohmigen Vorwiderstand (R_3 , R_4) oder mit einem niederohmigen Vorwiderstand (R_{Shunt1} , R_{Shunt2}) verbindbar ist, ein temperatursensitiver Widerstand (R_1) über die ihm zugeordnete Schaltvorrichtung (5) mit dem niederohmigen Vorwiderstand (R_{Shunt1}) verbunden wird, der Spannungsabfall an den mindestens einen Widerstand (R_1 , R_2) oder seines Vorwiderstands (R_3 , R_4 , R_{Shunt1} , R_{Shunt2}) ermittelt und hieraus eine Temperatur T ermittelt wird
- die ermittelte Temperatur mit einer vorgegebenen Temperatur T^* für die Solltemperatur bei anliegendem Sensor oder einer vorgegebenen Temperatur T^{**} für die Solltemperatur bei nicht anliegendem Sensor verglichen wird,
- und in dem Fall, in dem bei Erwartung der vorgegebenen Temperatur T^* für die Solltemperatur bei anliegendem Sensor diese im Rahmen einer Toleranz nicht erreicht wird oder
- in dem Fall, in dem bei Erwartung der vorgegebenen Temperatur T^{**} für die Solltemperatur bei nicht anliegendem Sensor diese im Rahmen einer Toleranz erreicht wird
- ein Fehlersignal ausgegeben wird.

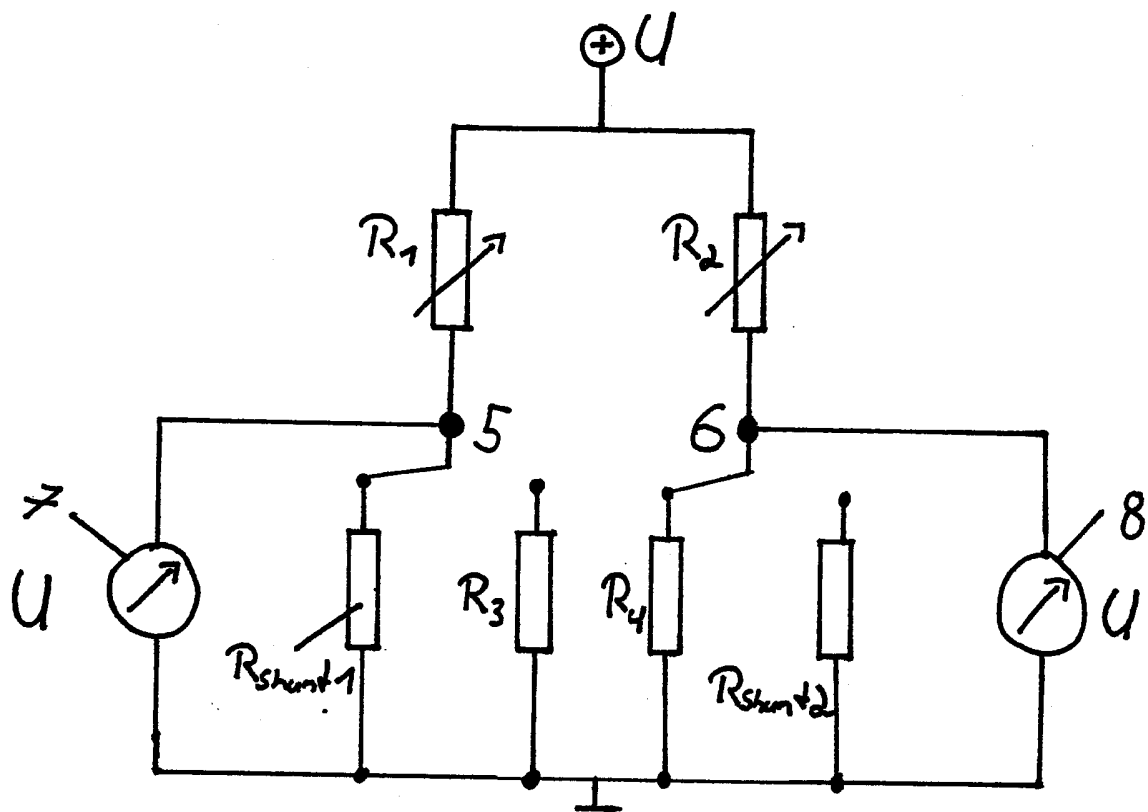
013872

Fig. 1



013872

Fig. 2



013872

1

Fig. 3

