

Aufbereitung und Übertragung von Temperatursensorsignalen

Ist die Linearisierung und Fehlerkompensation für alle Temperaturlaufnehmer erforderlich?

Ausgangssignale von Sensoren zur Temperaturmessung müssen so aufbereitet werden, dass sie übertragen und weiterverarbeitet werden können. Dieser Vorgang wird Signalaufbereitung oder Signalumformung genannt. Die Signalumformung umfasst folgende Schritte:

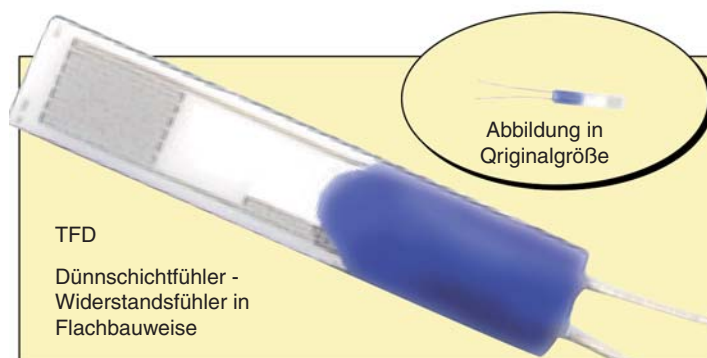
- Verstärkung
- Galvanische Trennung des Signals
- Fehlerkompensation
- Linearisierung
- Aufnehmersversorgung

Die Signalumformung ist ein wichtiger Einflussfaktor für die Messgenauigkeit, jedoch nicht der einzige. Neben dem Aufnehmer und dessen Aufbau wirkt sich auch die Art der Signalübertragung auf die Genauigkeit aus. Verunreinigungen des für den Aufnehmer verwendeten Metalls können zu einem Temperaturgradienten führen, der einen Messfehler in die Messung einbringt, und bei der analogen Übertragung kann auch die Übertragungsentfernung zu einem Verlust an Genauigkeit führen. Darüber hinaus spielen auch verschiedene Sensormerkmale sowie die zur Signalübertragung verwendete Methode eine Rolle im Signalverhalten.

Nicht-Linearität von Temperaturlaufnehmern

Die meisten Temperaturlaufnehmer haben keine streng lineare Kennlinie, d. h. sie zeigen eine gewisse Nichtlinearität. Alle basieren auf unterschiedlichen Funktionsprinzipien und stellen damit jeweils ihre eigenen Anforderungen an Signalverarbeitung und Signalumformung. Thermoelemente nutzen den Seebeck-Effekt. Wenn zwei unterschiedliche Metalle an einem Punkt leitend miteinander verbunden sind und diese Leitung an der anderen Seite offen ist, entsteht eine thermoelektrische Spannung über den offenen Leitungsenden. Die Spannung ist eine direkte Funktion der Temperaturdifferenz zwischen der Übergangsstelle der Metalle und der Messstelle. Die Höhe dieser Seebeck- oder thermoelektrischen Spannung hängt von den Metallen ab, aus denen das Thermoelement besteht. Die Spannung ist nicht linear von der gemessenen Temperatur abhängig, und jeder Thermoelementtyp hat seine eigene Linearisierungskurve. Weiterhin bedeutet diese Nichtlinearität, dass der Fehler über einen größeren Temperaturbereich zunimmt.

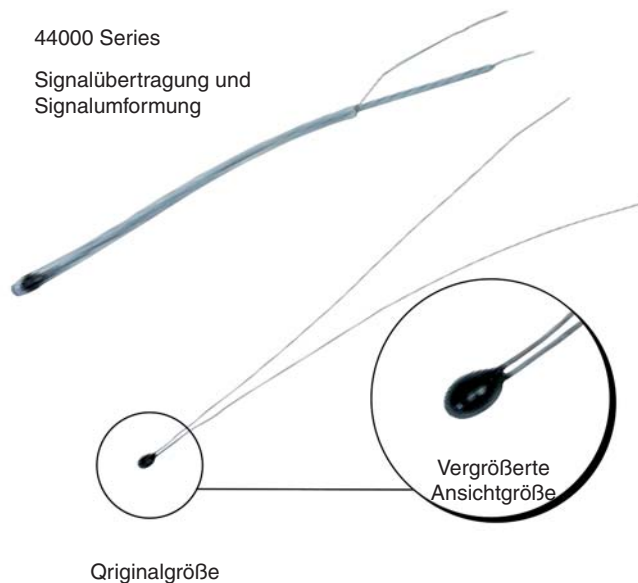
Ein Widerstandsfühler besteht aus einem einzigen Metall, wie Platin oder Kupfer, dessen Widerstand mit steigender Temperatur zunimmt. Üblicherweise handelt es sich um Drahtwickel- oder Dünnschichtwiderstände. Bei drahtgewickelten Widerstandsfühlern ist das Metall auf einen runden, nicht leitenden Keramik- oder Glaskörper aufgewickelt. Dünnschichtwiderstände bestehen aus einer dünnen



Metallschicht, die auf einem nicht leitenden Keramikkörper aufgebracht ist, die auf den gewünschten Wert abgestimmt wird. Die Widerstands-Temperatur-Kennlinie eines Widerstandsfühlers ist nicht linear. Innerhalb eines schmalen Messbereichs kann dieser Linearitätsfehler möglicherweise ignoriert werden. Widerstandsfühler bieten über einen Bereich von 0 bis 1000 °C eine Genauigkeit von $\pm 0,5$ bis 1°C.

44000 Series

Signalübertragung und
Signalumformung



Thermistoren bestehen aus Metalloxid und können einen negativen oder positiven Temperaturkoeffizienten (NTC bzw. PTC) haben. Thermistoren mit einem positiven Temperaturkoeffizienten - Kaltleiter - haben eine lineare Kennlinie, bei dem der Widerstand mit der Temperatur ansteigt. Daher werden sie als Kaltleiter bezeichnet. Umgekehrt verhält es sich bei einem Heißleiter: bei Thermistoren mit einem negativen Temperaturkoeffizienten nimmt der Widerstand mit steigender Temperatur ab. Thermistoren zeichnen sich gegenüber Thermoelementen und Widerstandsfühlern durch eine höhere



OS-MINIUSB
Infrarot-Temperatursensor mit
USB-Ausgang

Empfindlichkeit und Ansprechgeschwindigkeit aus und können damit eine höhere Genauigkeit erzielen. Allerdings ist der Betriebstemperaturbereich von Thermistoren enger als den anderen Sensortypen.

Infrarot-Temperatursensoren messen die Temperatur anhand der Infrarotstrahlung, die von einem Objekt abgestrahlt und vom Sensor aufgenommen wird. Diese Strahlung wird dann in ein elektrisches Signal umgeformt. Die Menge der von einem Objekt abgestrahlten Infrarotenergie ist direkt proportional zur Temperatur dieses Objekts. Da die Messung ohne direkten Kontakt mit dem Messobjekt erfolgt, eignen sich Infrarot-Sensoren besonders gut für Anwendungen mit sehr hohen Temperaturen, die andere Fühler nicht überstehen, sowie für Messungen an bewegten oder rotierenden Objekten.

Infrarot-Temperatursensor mit USB-Ausgang

Bei der analogen Übertragung wird die Amplitude eines kontinuierlichen Signals verändert, um die gewünschte Information zu übermitteln. Die gängigsten Standards für diese Prozesssignale sind 4 bis 20 mA, 0 bis 10 V und 0 bis 1 V. Wegen der großen möglichen Übertragungsentfernungen und die weitgehende Unempfindlichkeit gegen Störsignale ist das 4 bis 20 mA-Signal am stärksten verbreitet. Es wird besonders als Istwert für Temperaturregler und ähnliche Prozessanwendungen im industriellen Umfeld eingesetzt. Dabei nimmt der Messumformer das native Ausgangssignal des Sensors auf und linearisiert es entsprechend der Sensortyps. Anschließend wird diese linearisierte Spannung in ein Stromsignal von 4 bis 20 mA umgesetzt. Dieses Signal kann dann zur Weiterverarbeitung an einen Schreiber oder Regler übertragen werden. Thermoelemente und Widerstandsfühler erzeugen kleine Spannungen im Millivolt-Bereich, die sehr störanfällig sind. Das 4 bis 20 mA-Signal ist robuster und lässt sich auf über größere Entfernungen ohne große Verluste und Störungen übertragen. Ein weiterer Vorteil ist die untere Bereichsgrenze von 4 mA, die eine einfache Erkennung eines Ausfalls ermöglicht.

Eine weitere schnelle, verlustfreie Übertragungsart ist ein Ethernet-Signal, bei dem Übertragungsraten von bis zu 1 GB/Sekunde realisiert werden können. In der Regel werden

für derartige Anwendungen spezialisierte Geräte eingesetzt. In der Industrie, aber auch in gewerblichen und Heim-anwendungen hat sich diese netzwerkbasierete Übertragung schnell durchgesetzt. Dabei werden die Messdaten in verschiedenen Formen kodiert und dann zwischen zwei lokalen Geräten oder über Netzwerkinfrastrukturen oder das Internet übertragen. Als Standardprotokoll für Ethernet-basierte Systeme hat sich TCP/IP herausgebildet. Es sorgt für eine sichere Datenübertragung zwischen zwei Geräten und eröffnet eine breite Auswahl an Übertragungswegen, bei erhöhten Anforderungen an die Sicherheit auch in verschlüsselter Form.



ZW-REC
Drahtloser
Hochleistungsempfänger -
Ethernet- oder Internet-Anschluss

Fazit

Für Temperaturonehmer, die keine lineare Kennlinie haben, ist eine Linearisierung und Fehlerkompensation erforderlich. Außerdem muss die niedrige Ausgangsspannung von Thermoelementen und Widerstandsfühlern (im Millivoltbereich) vor der Ausgabe verstärkt werden. Die Genauigkeit des Signals wird auch durch die Übertragungsart beeinflusst. Die Umsetzung des Spannungssignals auf ein Prozesssignal von 4 bis 20 mA ermöglicht eine robustere Signalübertragung über größere Entfernungen, die weniger stöempfindlich ist. Eine digitale Übertragung wie zum Beispiel über WLAN oder Ethernet eröffnet nahezu uneingeschränkte Übertragungsentfernungen ohne einen Verlust an Genauigkeit.

REFERENZ

<http://www.omega.com/technical-learning/conditioning-transmission-temperature-sensor-outputs.html>