

Now save up to 50%!
[Click here!](#)

2 MIN
be
sure.
2-minutes.com



ROHDE & SCHWARZ

21.10.2014 | TEMPERATURENSENSOREN

Ein Messverfahren für unterschiedliche Einsatzfälle

Temperaturmessung ist eine der wichtigsten Bereiche in der Sensorik. Grundsätzlich werden berührungslose und berührende Messverfahren unterschieden. Dieser Artikel behandelt nur die berührende Temperaturmessung, bei der das Sensorelement in thermischem Kontakt mit dem zu messenden Objekt steht.

Fachartikel von Oliver Graf

AUF EINEN BLICK

Der Markt für Temperatursensoren hat sich nach dem Einbruch 2009 erholt und in verschiedenen Marktsegmenten ist mit stabilem Wachstum zu rechnen. Das größte Wachstumspotenzial sieht Endrich zum Beispiel bei Rauch- und Feuermeldern sowie im Automobilsektor und in der Medizintechnik. Grundsätzlich schätzt man bei Endrich die Aussichten positiv ein, denn das Unternehmen verfügt über ein umfassendes Sortiment sehr unterschiedlicher Sensoren sowie über das nötige Know-how, um jedem Kunden die passende und preisgünstigste Lösung anbieten zu können.

Die wichtigsten Sensorelemente sind die temperaturabhängigen Widerstände, die sich in die Gruppen NTC (Negative Temperature Coefficient) und PTC (Positive Temperature Coefficient, basierend auf Silizium, Bariumtitanat oder reinem Platin) aufteilen. NTCs leiten bei hohen Temperaturen elektrischen Strom besser als bei tiefen, während sich PTCs umgekehrt verhalten. PTCs weisen im Gegensatz zu NTCs meistens eine lineare R-T-Kennlinie auf, die Vorteile der NTCs liegen jedoch in der Möglichkeit der variablen Anpassung der elektrischen Parameter sowie der unschlagbar günstigen Preise.

NTCs sind durch wenige Parameter charakterisiert: Der Widerstand eines NTC verhält sich in erster Näherung wie eine Exponentialfunktion.

$$(1) \quad R_{(T)} = R_{25} \exp [B(1/T - 1/T_{25})]$$

$T_{25} = 298,15 \text{ K}$, $T = \text{Temperatur in K}$

R_{25} gibt den Wert des Widerstandes bei der Referenztemperatur $+25 \text{ °C}$ an, der sogenannte B-Wert (in Kelvin K) beschreibt das Verhalten zwischen Widerstand und Temperatur und bestimmt die Kurvenform der Exponentialfunktion.

$$(2) \quad B = ((T \times T_{25}) / (T_{25} - T)) \times \ln (R/R_{25})$$

Für die meisten Anwendungen liefert (1) eine hinreichend gute mathematische Beschreibung des Widerstandsverhaltens in Abhängigkeit von der Temperatur. Ist über einen weiten Temperaturbereich eine hohe Genauigkeit gefordert, können im Exponenten von (1) höhere Potenzen der Temperatur mit jeweils einem Koeffizienten B_1 , B_2 , B_3 und so weiter mitberücksichtigt werden. Dies ist die sogenannte Steinhart-Hart-Gleichung mit den Steinhart-Hart-Koeffizienten B_j . Diese Koeffizienten können bei Bedarf bei den Herstellern angefragt werden.

Eigenerwärmung gering halten

Der Strom, der zum Messen des Widerstandes und damit der Temperatur nötig ist, sollte so klein wie möglich gewählt werden, um die zwangsläufig entstehende Eigenerwärmung des NTC so gering wie möglich zu halten. In den Datenblättern ist hierzu der Dissipation-Faktor aufgeführt, der die elektrische Leistung angibt, die den Thermistor um 1 °C gegenüber der Umgebungstemperatur erwärmt. Es empfiehlt sich, in der Praxis deutlich unter dieser Leistung zu bleiben. Und schließlich ist bei NTCs die Zeit zu beachten, die diese benötigen, um nach einem Temperatursprung den neuen Widerstandswert anzunehmen. Gewöhnlich ist als Zeitkonstante t die Zeit angegeben, nach der der Widerstandswert 63,2 % des Endwertes erreicht hat.

Kunden- und applikationsspezifische Kennlinien werden immer wichtiger. Daher ist es entscheidend, dass Hersteller flexibel und schnell auf die Kundenwünsche eingehen können. Eine eigene Entwicklung und Herstellung von NTC-Chips ist somit zwingend notwendig. Die R_{25} - und B-Werte ergeben sich durch die Beimischung geeigneter Nanopartikel vor dem Sinterprozess. Im Dicing-Prozess (Trennschleifen) werden die Wafer in Chips (Dies) vereinzelt und für den weiteren Produktionsprozess kalibriert. Die Genauigkeit liegt dabei unter $\pm 0,05$ %.

Extrem hohe Genauigkeit

Insbesondere bei Applikationen, die eine hohe Genauigkeit erfordern, ist die Langzeitstabilität des Sensors wichtig. Denn was nützen eine anfänglich geringe Toleranz und damit ein geringer Messfehler, wenn der Widerstandswert im Laufe der Zeit wegdriftet? Hauptursache für den Drift bei keramischen Bauteilen ist Feuchtigkeit, die im Laufe der Zeit in das Bauteil eindringen kann. Das lässt sich durch eine allseitige Glaspassivierung verhindern. Diese Chips bilden meist das Ausgangsprodukt für konfektionierte Sensoren. Assembliert werden sie mit speziellen Kabeln (PVC, Teflon, Kynar, halogenfrei, food-konform, UL-listed und so weiter) sowie applikationsspezifischen Steckverbindungen. Gehäuse sind in Edelstahl, Kupfer, Messing oder Kunststoff nach Kundenvorgaben realisierbar.

Temperaturaufnehmer müssen je nach Anwendung sehr unterschiedlichen Anforderungen genügen. Manche Messapplikationen benötigen eine hohe Messgenauigkeit bei geringer Exemplarstreuung, in anderen herrschen Umgebungstemperaturen bis +1000 °C. In der Medizintechnik, etwa beim Messen der Temperatur in einer Vene, ist der verfügbare Bauraum kritisch; für einfache Temperaturkompensationen in einer Schaltung ist dagegen meist der Preis entscheidend. Im Falle der berührenden Messverfahren lassen sich teure Spezielsensoren häufig durch günstigere NTCs ersetzen, was ihnen einen Wettbewerbsvorsprung verschafft.

Marktentwicklung im Bereich Temperatursensorik

Der Markt für Temperatursensoren hat sich nach dem Einbruch 2009 erholt und in verschiedenen Marktsegmenten ist mit stabilem Wachstum zu rechnen. Ab 2015 ist zum Beispiel zwingend das Anbringen von Rauch- und Feuermeldern in Mietwohnungen gefordert. Daher ist zu erwarten, dass die Absatzzahlen in diesem Marktsegment im nächsten Jahr steigen.

Schwieriger ist eine Vorhersage für die Automobilindustrie. Diese plant derzeit sehr konservativ für das Jahr 2015. Da der Automobilmarkt stark exportabhängig ist, spielt hier die weltweite Entwicklung des Markts eine große Rolle. Auch in Europa geht der Trend langsam aber sicher in Richtung Hybrid- und Elektrofahrzeuge, und diese Entwicklung dürfte Wachstumschancen für Temperatursensoren mit sich bringen. Gefragt sind hierbei sehr unterschiedliche Temperatursensoren. Automobilhersteller und -zulieferer brauchen aus diesem Grund Partner, die für Bereiche wie E-Motor, Batterie-Pack, DC/DC-Wandler und so weiter die passenden Lösungen anbieten und zusammen mit dem Kunden entwickeln können.



Der Markt für Temperatursensoren hat sich nach dem Einbruch 2009 erholt und in verschiedenen Marktsegmenten ist mit stabilem Wachstum zu rechnen.
(Bild: Endrich Bauelemente)

Gute Wachstumschancen

Bei der Abgastemperaturmessung sehen Unternehmen wie Endrich für 2015 gute Wachstumschancen. Ab sofort müssen alle neu zugelassenen Fahrzeuge die ab 1. September 2015 gültige Abgasnorm Euro 6 erfüllen. Hersteller müssen dafür vor allem bei Dieselfahrzeugen die Emissionen von Stickoxiden senken. Dazu wiederum bedarf es spezieller Temperatursensoren mit einem Pt-200-Element.

Die Hochtemperatursensoren verfügen über einen Nennwiderstand von 200 Ω bei 0 °C und sind für einen Messbereich von -40 bis +1000 °C mit einer Genauigkeit von ± 10 K im Temperaturbereich von -40 bis +300 °C oder ± 3 K im Bereich von +300 bis +900 °C ausgelegt. Die Kennlinie des Elements erfüllt die in der DIN IEC 751 vorgegebenen Normen. Das Sensorelement verfügt aufgrund seiner speziellen Struktur und der neuartigen Kombination aus Dick- und Dünnschichttechnologie über eine gute Hitze- sowie mechanische und thermische Schockbeständigkeit. Eine Oberflächenschutzschicht prädestiniert das Sensorelement zudem für den Einsatz im Bereich Abgastemperatursensoren.

(ah)



Hochtemperatursensoren verfügen über einen Nennwiderstand von 200 Ω bei 0 °C und sind ausgelegt für einen Messbereich von -40 bis +1000 °C.

(Bild: Endrich Bauelemente)

Weblinks

- [Weitere Informationen](#)
- [Weitere technische Details](#)

ÜBER DEN AUTOR



Oliver Graf

ist Produktmanager Sensorik bei Endrich Bauelemente in Nagold.

● UNTERNEHMEN

Endrich Bauelemente Vertriebs GmbH

Hauptstraße 56

72202 Nagold

Deutschland

[Zum Firmenprofil >](#)
