

DESIGN & ELEKTRONIK

PRODUKTE UND KNOW-HOW FÜR DEN ELEKTRONIK-ENTWICKLER

LEISTUNGSELEKTRONIK & ANALOGTECHNIK

Analogtechnik

Klasse-D-Verstärker

Leistungselektronik

Emissionen reduzieren

Passive Bauelemente

Effektiver Schutz vor ESD

Quarze


Phasenrauschen bewerten

Messtechnik

Origin 8 im Test



 **SILICA**
An Avnet Company

 **TEXAS
INSTRUMENTS**
Authorized Distributor

Punkten Sie mit dem Dream Team.

Messwiderstände

Extern gewickelt

Die Temperaturmessung spielt als eine zentrale physikalische Messgröße eine recht bedeutende Rolle. Neben Thermoelementen haben Platinmesswiderstände in der Messtechnik große Bedeutung erlangt. Dies liegt zum einen an der hohen Messpräzision, dem breiten Einsatztemperaturbereich und der leichter Auswertbarkeit und zum anderen auch an der Norm DIN EN 60751. Diese ermöglicht, dass sich Pt-Elemente unterschiedlicher Hersteller und mit verschiedenen Bauformen vollkommen kompatibel verwenden lassen.

Dr. Angelika Carstens

Ein Platintemperatursensor (Platinmesswiderstand, Pt-Element) ändert seinen Widerstandswert proportional zu den ihn umgebenden Temperaturverhältnissen. Mit steigender Temperatur steigt kontinuierlich der Widerstandswert. Man spricht in diesem Falle von einem positiven Temperaturkoeffizienten. Dieser wurde in der Norm mit 3850 ppm festgeschrieben. Die zu jeder Temperatur korrelierenden Widerstandswerte sind in der Grundwertreihe der DIN EN 60751 nachzulesen. So besitzt ein Pt100-Element bei

0 °C Umgebungstemperatur einen Widerstandswert von 100 Ω. Im Gegensatz hierzu werden die Nennwiderstände von NTC-Temperaturfühlern (negativer Tem-

peraturkoeffizient) bei Raumtemperatur von +25 °C ermittelt. Die Grundwertreihe für Pt-Elemente basiert auf dem Polynom $R(t) = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot T + \beta \cdot T^2)$.

Hierbei sind T die Temperatur am Messelement, R_0 der Widerstandswert des Messelements bei 0 °C (z.B. 100 Ω bei Pt100), $\alpha = 3,9083 \cdot 10^{-3} \text{ (K}^{-1}\text{)}$ und $\beta = -5,775 \cdot 10^{-7} \text{ (K}^{-2}\text{)}$.

Bei negativen Celsius-Temperaturen trägt die Norm einem leichten Abknicken der Kennlinie Rechnung. Hier gilt: $R(t) = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot T + \beta \cdot T^2 + \gamma \cdot (T-100 \text{ °C}) \cdot T^3)$. Der Faktor γ wurde mit $-4,183 \cdot 10^{-12} \text{ (K}^{-4}\text{)}$ festgelegt, dieser Term gilt von 0 °C bis -200 °C.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten gewickelter Messwiderstände: Glasmesswiderstände und Keramikmesswiderstände. Beide haben ihre spezifischen Vor-

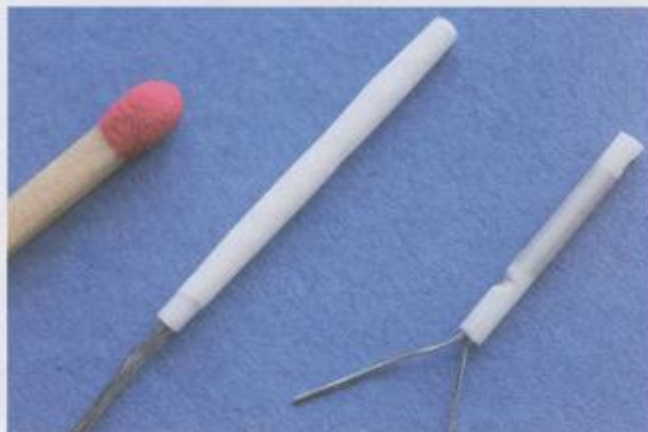


Bild 1: Der Aufbau extern gewickelter Messwiderstände

und Nachteile. Bei Glasmesswiderständen wird eine Wicklung aus Platindraht zwischen zwei Glaszylindern eingeschmolzen. Dadurch sind diese Messwiderstände besonders vibrationsbeständig. Typischer Temperaturbereich für solche Typen ist die Spanne zwischen $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $+400\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bei keramisch gewickelten Messwiderständen kommt ein Aluminiumoxid-Röhrchen mit zwei oder vier Mittelbohrungen zum Einsatz. In diese Bohrungen wird die Messwicklung eingelegt und in Aluminiumoxid-Pulver eingebettet. Damit können zwischen Häusung und Wicklung so gut wie keine thermischen Verspannungen auftreten. Dies wird im typischen Einsatzbereich von $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+800\text{ }^{\circ}\text{C}$ deutlich sichtbar. Allerdings sind diese Messwiderstände nicht besonders vibrationsbeständig.

Zielkonflikt: Messbereich oder Beständigkeit

Mit einem eigenständigen Ansatz versucht Weed Instrument (Vertrieb: Delta-R) beides zu vereinen. Dort zieht man einen Platindraht durch ein sehr dünnes keramisches Röhrchen, das danach von der Spule umwickelt wird. Keramische Vergussmasse passiviert das Ganze und schützt es so gegen Umgebungseinflüsse. Solchermaßen gerüstet sind diese Messwiderstände sehr widerstandsfähig gegenüber Vibration und verfügen über einen weiten Einsatztemperaturbereich. Der Hersteller bezeichnet diese Bauart als »external wire wound«, also als extern gewickelten Drahtmesswiderstand (Bild 1).

Der teilgefertigte Messwiderstand rechts im Bild 1 zeigt den Aufbau extern gewickelter Pt-Messwiderstände. Der rechte Anschlussdraht ist durch ein Keramikrohr geführt. An dem Auge rechts oben ist der Platindraht der Wicklung an den massiven Anschlussdraht geheftet. Die Wicklung wurde außen über das Rohr gelegt. An dem Auge links unten ist das andere Ende des Wicklungsdrahtes mit dem linken Anschlussbeinchen verbunden. Im nächsten Arbeitsschritt kommt ein keramischer Überzug über die Wicklung, und der Messwiderstand ist damit verschlossen. In der Mitte des Bildes befindet sich ein doppelt gewickelter, fertiger Zweifach-Pt100.

Derartige Sensoren finden sich in militärischen Nachtsichtgeräten, als Heizelement für Anemometer, in der Prozesstechnik, im Flugzeugbau und in vielen anderen Bereichen. Viele Bauformen sind möglich und werden realisiert. So lassen sich flache Strukturen ähnlich einem Flachmesswiderstand ebenso erzeugen wie die üblichen tubusförmigen. Die Baugröße bewegt sich im Bereich kleiner keramischer Messwiderstände. Auch bei den Widerstandswerten ist hohe Variabilität angesagt. Für beheizbare Sensoren sind meist niedrige Widerstandswerte um $10\ \Omega$ sinnvoll, für normale Temperaturmessungen sind aber $100\ \Omega$ das übliche Maß. Es sind aber auch individuell abgestimmte Widerstände möglich, beispielsweise $99,72\ \Omega$ bei $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Intolerant

Solch ungewöhnliche Nennwiderstände werden beispielsweise aus Bereichen der Wärmespeicherung nachgefragt, häufig als Kabelfühler mit $1,5\text{ m}$ Anschlussleitung in Zweileitertechnik. Da im Vor- und Rücklauf absolut identische Fühlerpaare sitzen müssen, wird gerne die engste Toleranzklasse $1/3\text{ DIN B}$ gemäß DIN EN 60751 gewählt. In der Zweileitertechnik addieren sich alle Widerstände bis zur Klemme, wo die eigentliche Auswerteschaltung sitzt. Im Falle des Kabelfühlers sind dies zweimal $1,5\text{ m}$ Leitung und häufig ein Pt100-Messwiderstand. Der Leitungswiderstand führt beispielsweise zu einem fast konstanten Offset von $0,28\ \Omega$. Damit addiert sich dieser Widerstand zu dem des Messwiderstands und ergibt in Summe $100,28\ \Omega$. Ergebnis: Die Kombination aus Messwiderstand und Kabel passt gerade noch in die breite Toleranzklasse B. Gefordert sind aber $100\ \Omega \pm 0,04\ \Omega$. Ein Messwiderstand von $99,72\ \Omega$ bei $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ erfüllt somit dieses Kriterium. (mc)

Dr. Angelika Carstens

ist Gründerin und Leiterin des Bereiches
Distribution Messtechnik von
Delta-R
Telefon 06 21/48 24 24 3
www.delta-r.de



Jump into
the future



EMC Vertriebs GmbH

info@emc-steckverbinder.de
www.emc-steckverbinder.de