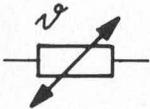


Teil 2

1.1.4 Temperaturabhängige Widerstände (Thermistoren)



Diese thermisch beeinflussbaren Widerstands-Bauelemente sind aus Halbleiterwerkstoffen hergestellt, deren Leitfähigkeit den Temperaturschwankungen mit deutlichen Widerstandsveränderungen folgt. Man unterscheidet bei temperaturabhängigen Widerständen zwischen positiven und negativen Temperaturkoeffizienten.

1.1.4.1 NTC-Widerstand (Heißleiter)

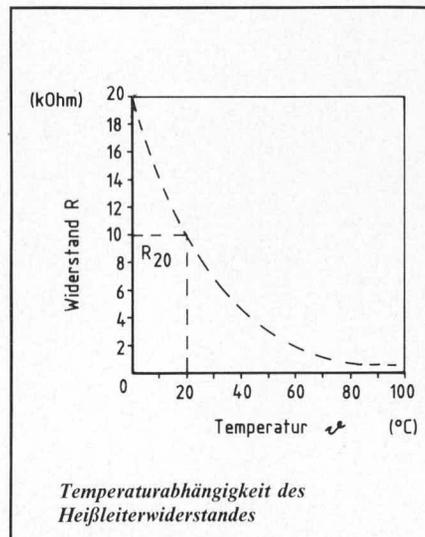
NTC-Widerstände haben einen negativen Temperaturkoeffizienten und werden auch als Heißleiter bezeichnet, da ihr Widerstand mit steigender Temperatur abnimmt. (Handelsnamen hiervon sind u. a.: Thermewid [Thermisch negativer Widerstand], Negatohm [negativer ohmscher Widerstand], Urdox [Urantioxid]).

Die Temperaturänderungen können hervorgerufen werden durch:

- Schwankungen der Außentemperatur (fremderwärmte NTC)
- innere Erwärmung durch Zufuhr elektrischer Leistung (eigenerwärmte NTC)

Bei der Herstellung werden die Metalloxyde bzw. oxydischen Mischkristalle mit einem Bindemittel vermischt und unter hohem Druck in die gewünschte Form gepreßt. Anschließend erfolgt eine Sinterung bei hoher Temperatur, wodurch ein guter Kontakt zwischen Widerstandsmaterial und Anschlußdrähten gewährleistet ist. Zum Schutz gegen äußere Einflüsse werden die Widerstände mit einer Glasur überzogen, auf der ggf. die Kennwerte eingefärbt

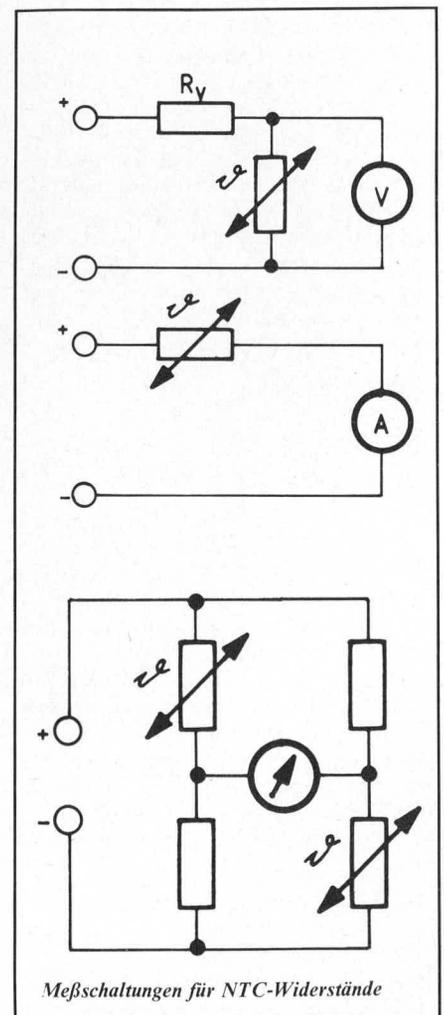
sind. Eine bessere Stabilität der Widerstandskennwerte, besonders beim Einsatz zu Meßzwecken, wird durch eine künstliche Alterung erreicht. Hierzu wird der Widerstand über einen längeren Zeitraum (z. B. 100 Std.) hohen Temperaturen (ca. 105°C) ausgesetzt.

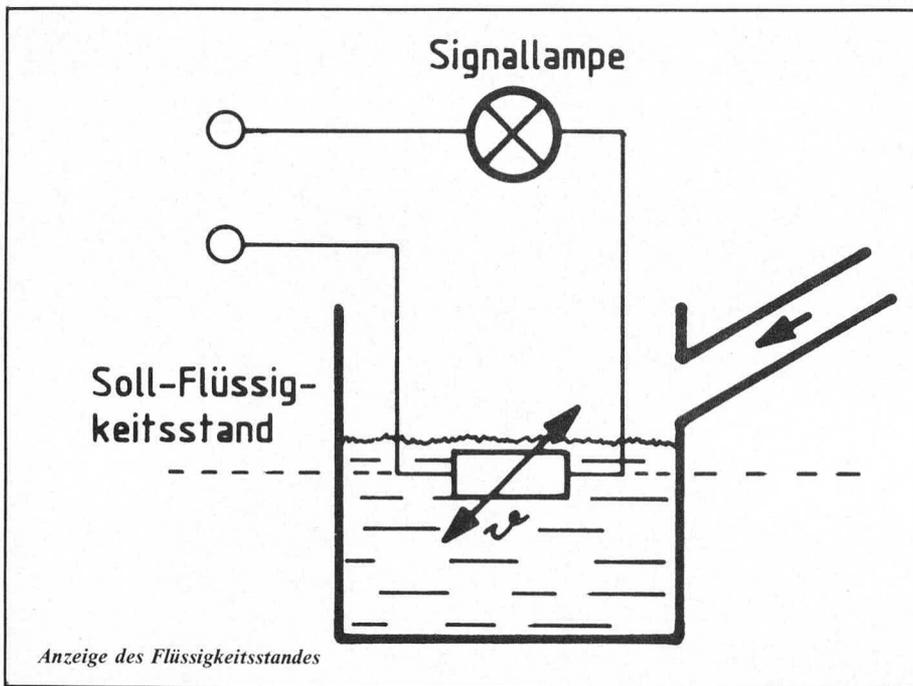


Neben den verwendeten Widerstandsmaterialien ist auch die Form des NTC-Widerstandes für sein elektrisches Verhalten ausschlaggebend. So gibt es hauptsächlich folgende Typen:

- Scheibenförmige NTC ermöglichen guten Wärmekontakt mit dem umgebenden Medium. (Anwendung z. B. zur Kühltemperaturmessung bei Verbrennungsmotoren.)
- Stabförmige NTC gleichen von der Bauform her den normalen Schichtwiderständen. (Anwendung z. B. Heizfahndenschutz für Elektronenröhren.)

— Zwerg-NTC zeichnen sich aufgrund ihrer Miniaturbauweise durch eine geringe Wärmekapazität aus. (Anwendung z. B. als Temperaturfühler.)





Fremderwärmte NTC

Die elektrische Belastung dieser Heißleiter soll nur wenig Einfluß auf ihre Temperatur haben. Der Meßstrom darf den Heißleiter höchstens um 1°C erwärmen. Fremderwärmte NTC benutzt man z. B. zur Temperaturregelung (Meßheißleiter) oder zum Ausgleich der Temperaturabhängigkeit von Bauelementen mit positivem Temperaturbeiwert (Kompensations-Heißleiter). Meßheißleiter müssen sich möglichst schnell den Schwankungen der Umgebungstemperatur anpassen. Sie haben deswegen nur kleine Abmessungen (Zwerg-NTC). Man verwendet sie z. B. zur Temperaturmessung in Kühlhäusern, Wohnräumen usw. Die Temperatur kann mittels Heißleitern über die Spannung oder den Strom bestimmt werden. Mit der Spannungsmessung ergibt sich bei tiefen Temperaturen eine gedehnte Skala, die Strommessung weist bei hohen Temperaturen eine Skalendehnung auf. Eine größere Meßgenauigkeit ergibt sich durch die Brückenschaltung.

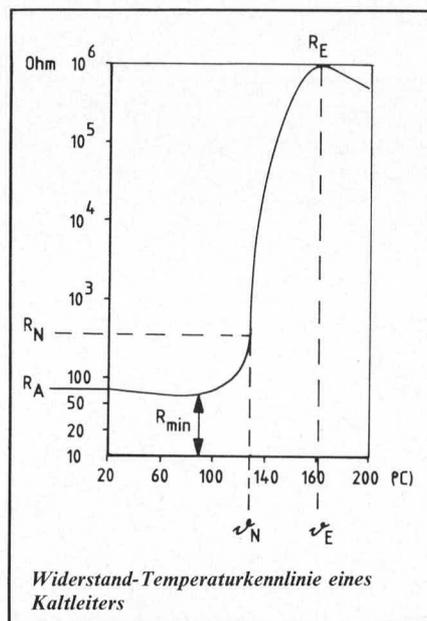
Eigenerwärmte NTC

Eigenerwärmte Heißleiter werden vom durchfließenden Strom so stark erwärmt, daß die Umgebungstemperatur nur wenig Einfluß auf den Widerstand hat. Der Widerstand des vom Strom durchflossenen NTC läßt sich durch Änderung der Kühlung beeinflussen. Leitet man von einem Heißleiter die Wärme schneller ab, so vergrößert sich sein Widerstand. Diese Abhängigkeit verwendet man z. B. zur Anzeige eines Flüssigkeitsstandes. Hierbei ist ein Heißleiter über eine Signallampe an einer Stromquelle angeschlossen. Sinkt der Flüssigkeitsspiegel, so wird der NTC nicht mehr von der Flüssigkeit gekühlt. Hierdurch nimmt seine Temperatur zu und somit der Widerstand ab. Die Lampe leuchtet dann auf.

1.1.4.2 PTC-Widerstand (Kaltleiter)

PTC-Widerstände besitzen einen positiven Temperaturkoeffizienten und werden auch als Kaltleiter bezeichnet, da ihr Widerstand mit steigender Temperatur zunimmt.

Bei Raumtemperatur ist der Widerstand klein (R_A). Mit zunehmender Erwärmung nimmt der Widerstand noch geringfügig ab, erreicht seinen kleinsten Wert (R_{\min}) und steigt dann bis zum Nennwiderstand R_N ($R_N = 2 \cdot R_A$) an. Oberhalb der zum Nennwiderstand gehörenden Nenntemperatur ϑ_N nimmt der Widerstand sehr stark zu. Der Endwiderstand R_E ist etwa 10 000 mal so groß wie der Nennwiderstand R_N .

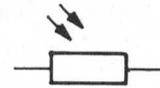


Der Endwiderstand wird bei der Endtemperatur ϑ_E erreicht. Bei noch höheren Temperaturen beginnt der Widerstand wieder zu sinken. Die Endtemperatur soll im Betrieb nicht überschritten werden.

Kaltleiter verwendet man als Temperaturfühler, z. B. für den Übertemperaturschutz von Motoren oder Transformatoren. Ein Kaltleiter kann wegen seines steilen Widerstandsanstiegs direkt ein Relais schalten.

Für PTC-Widerstände gibt es entsprechend dem NTC-Widerstand sehr viele Einsatzmöglichkeiten.

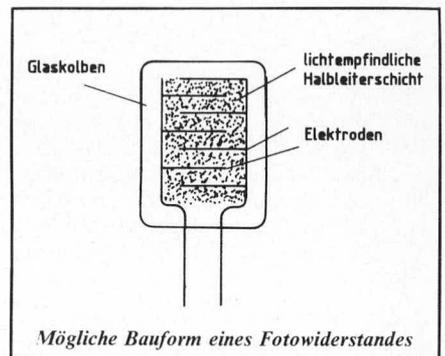
1.1.5 Fotowiderstand



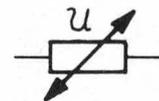
Der Fotowiderstand zählt zu den fotoelektronischen Bauelementen, bei denen das Fließen eines Stromes im Halbleitermaterial durch Einwirkung von Licht verursacht oder ermöglicht wird. Sichtbares Licht, aber auch ultraviolettes und infrarotes Licht können den Photoeffekt hervorrufen.

Fotowiderstände sind aus gesintertem Kadmiumsulfid hergestellt. Durch Bestrahlen mit Licht entstehen in diesem Stoff neue Ladungsträger, welche die Leitfähigkeit stark erhöhen. Der Dunkelwiderstand eines Fotowiderstandes ist etwa 10 000 mal so groß wie sein Hellwiderstand. Ein Fotowiderstand hat z. B. im Dunkeln mehr als 2 000 000 Ω und bei einer Beleuchtungsstärke von 100 Lux einen Widerstand von 200 Ω .

Zum Schutz vor mechanischen Einwirkungen und vor Feuchtigkeit ist der Fotowiderstand meist in einem Glaskolben untergebracht. Die hohe Lichtstromempfindlichkeit der Fotowiderstände ermöglicht auch hier das unmittelbare Umschalten mit Relais. Mit Fotowiderständen können sehr einfache Lichtsteuerungen gebaut werden, z. B. Flammenkontrolle in Ölbrennern, Dämmerungsschalter oder Lichtschranken.



1.1.6 Spannungsabhängige Widerstände



Diese Widerstände, auch als Varistoren oder kurz VDR (voltage dependent resistor) bezeichnet, haben die Eigenschaft, ihren Widerstand, beim Anlegen einer variablen Spannung, entsprechend stark zu verändern.

Varistoren werden meist in Scheibenform hergestellt, wobei als Widerstandsmaterial Silizium-Karbid-Pulver verwendet wird.

Diese Scheiben können zwecks Reihen- oder Parallelschaltung zu Säulen zusammengesetzt werden.

Spannungsabhängige Widerstände werden z. B. zur Spannungsstabilisierung oder in der Fernsprechtechnik als Gehörschutz verwendet.