

Grundbauelemente der Elektrotechnik

Teil 1

In den folgenden Teilen dieser Serie wird die Funktion von Bauelementen behandelt, die in der Elektrotechnik Verwendung finden. Es sollen der Aufbau, die Funktion und die Einsatzmöglichkeiten aufgezeigt werden.

Das Lesen von Stromlaufplänen und damit die Erkenntnis der elektrischen Funktion eines Gerätes kann nur erfolgen, wenn der Bearbeiter gute Kenntnisse über die Aufgabe und die Funktion der dabei verwendeten Bauteile besitzt.

1. Widerstände

Ein Ohmscher Widerstand, wie wir ihn prinzipiell bereits kennen, in einem Stromkreis begrenzt den Stromfluß, es tritt an ihm ein Spannungsabfall auf. Die am Widerstand verbrauchte Leistung wird in Wärme umgesetzt.

1.1 Ausführungsformen von Widerständen

Für Ohmsche Widerstände gibt es eine Vielzahl der Bauformen. Durch die jeweiligen Anforderungen wird die Ausführung des zum Einsatz kommenden Widerstandes bestimmt.

Nachstehend soll etwas näher auf die gebräuchlichsten Bauformen eingegangen werden.

1.1.1 Festwiderstände

Diese Widerstände haben einen unveränderbaren Wert, der durch die Draht- bzw. Schichtlänge, den Querschnitt und das Material bestimmt ist. Festwiderstände verwendet man z. B. als Vor- und Nebenzwiderstände in Meßschaltungen, als Spannungsteiler, in Funkenlöschkreisen, in Brückenschaltungen, Siebschaltungen u. v. a.

1.1.1.1 Drahtwiderstand

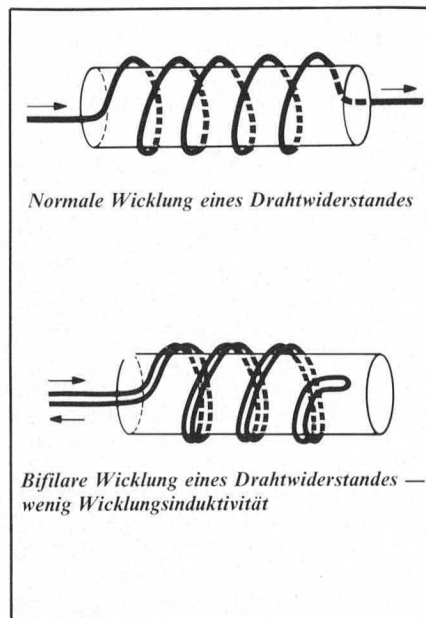
Auf einen Porzellankörper wird der Widerstandsdraht — eine Metallegierung (z. B. Konstantan, Nickel, Manganin) — aufgewickelt und mit den Anschlußlötfahnen verlötet oder verschweißt. Fallweise besitzen sie einen Lack-Schutzüberzug.

Die Widerstandsdrähte sind zur Isolierung meist künstlich oxydiert und führen die Bezeichnung WM — d. h. Widerstandsmaterial. Daran fügt sich der hundertfache Wert des spezifischen Widerstandes (ρ).

WM50 ist ein Widerstandsmaterial mit dem spezifischen Widerstand

$$0,5 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$$

Hochlastdrahtwiderstände besitzen als Träger einen Fiberglaskörper. Ein Glasur- bzw. Zementüberzug verhindert Korrosion bei hohen Temperaturen. Zur Vermeidung von Induktivitäten, die sich zwangsläufig ergeben, wird die Widerstandswicklung als „bifilare Wicklung“ ausgeführt.



Drahtwiderstände weisen eine geringe Temperaturabhängigkeit auf und können

relativ hohen Betriebstemperaturen ausgesetzt werden. Durch präzise Fertigung der Widerstandsdrähte und exakte Herstellung dieser Bauelemente, können Drahtwiderstände mit geringer Toleranz gebaut werden.

1.1.1.2 Schichtwiderstand

Schichtwiderstände werden sowohl als Fest- als auch veränderbare Widerstände geliefert.

Die Widerstandsschicht (Glanzkohle oder Metallfilm) wird auf einen zylindrischen Körper aufgetragen oder in Stabform gepreßt. Zum Schutz gegen äußere Einflüsse werden Schichtwiderstände lackiert oder mit Kunstharz umpreßt.

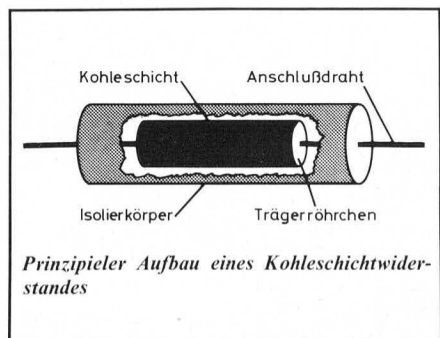
Der Abgleich auf höhere Werte erfolgt durch Ausritzen einer wendelförmigen Rille. Die Wertangabe erfolgt bei größeren Bauarten in Zahlen, bei kleinen Ausführungen mit dem international gebräuchlichen Farbcode.

1.1.1.3 Kohleschichtwiderstände

Die für den jeweiligen Widerstandswert verschiedenartige Kohleschicht ist auf ein Trägerröhrchen aufgebracht. In dieses ragen zwei Anschlußdrähte, die auch zur Wärmeabfuhr dienen. Die kappenlosen Anschlüsse und die Kunstharzumpressung ergeben eine Vollisolation.

Kohleschichtwiderstände werden etwa von 5 Ω bis 100 M Ω und einer Belastbarkeit bis zu 4 Watt hergestellt. Sie weisen elektrische und mechanische Robustheit auf und haben

durch ihre Induktionsfreiheit ausgezeichnete HF-Eigenschaften. Sie besitzen allerdings einen positiven Reparaturkoeffizienten (der Widerstand nimmt mit steigender Temperatur zu).



1.1.1.4 Metallschichtwiderstand

Hochvakuum-Metallfilm-Widerstände zeichnen sich durch enge Toleranzen, gute Temperaturstabilität, kleinste Rauschwerte und hohe Langzeitkonstanz aus. Sie werden in Werten von $0,1 \Omega$ bis ca. $5 M\Omega$ bei Toleranzen ab $0,1\%$ gefertigt.

Die Widerstandsschicht-Chrom-Nickel-Dünnschicht wird auf einen Keramikkörper aufgedampft, dessen Enden mit Goldringen versehen sind. Über diese werden versilberte Kapfen mit Anschlussdrähten gestülpt. Ein Überzug aus Epoxyd-Emaille schützt den Metallfilm gegen mechanische, elektrische und Witterungseinflüsse.

1.1.1.5 Metallglasur-Schichtwiderstand

Diese Widerstände besitzen eine Schicht aus einer Mischung von Metallen und Oxyden (Wolfram/Wolframkarbid, Tantal/Tantalnitrid, Silber/Palladium) mit Glas.

Durch Einbrennen auf einen Keramikkörper werden Schicht und Träger gesondert und es entsteht eine Metallglasur, die anschließend gewandelt wird. Zum Schutz gegen mechanische und chemische Einflüsse sind die Widerstände mit Silikon-Schutzlack überzogen oder in Phenolharz eingepreßt. Metallglasur-Schichtwiderstände vereinigen in sich hohe elektrische und mechanische Stabilität, hohe Ausfallsicherheit unter extremen Umweltbedingungen. Sie werden in Werten von ca. $10 k\Omega$ bis $470 k\Omega$ bei Toleranzen bis zu 1% hergestellt.

1.1.1.6 Massewiderstand

Eine Masse aus Widerstandsmaterial und Bindemittel wird zu einem zylindrischen Körper gepreßt, in dem auch die Anschlussdrähte eingebettet sind. Zum Schutz gegen äußere Einflüsse dient ein Kunststoffmantel. Diese preiswerte Herstellungsmethode gestattet jedoch nur Toleranzen ab 5% ; als weiteren Nachteil weisen Massewiderstände einen großen Rauscheffekt und Temperaturabhängigkeit auf.

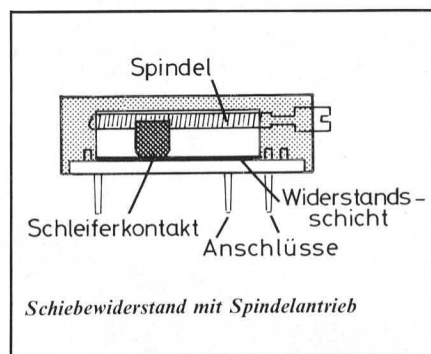
1.1.2 Veränderbare Widerstände



In diese Gruppe gehören jene Widerstandsbauelemente, deren Wert durch mechanische oder elektrische Einflüsse geändert werden kann.

1.1.2.1 Schiebewiderstand

Draht- und Schichtwiderstände, mit einem auf einer Spindel geführten Schleifer, ermöglichen den Abgriff beliebiger Widerstandswerte. In Radios, Fernseher und Mischpulten werden häufig Flachbahnregler z. B. für Lautstärkeeinstellung eingesetzt.

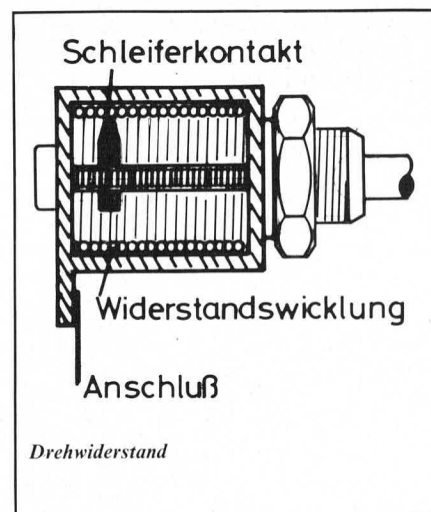


Bei Spindelwiderständen kann eine hohe Auflösung dadurch erreicht werden, daß der jeweilige Widerstandswert in entsprechend viele Umdrehungen unterteilt wird.

1.1.2.2 Drehwiderstand



Diese einstellbaren Widerstände — auch Potentiometer genannt — bestehen aus einem Isolierstoffträger, der mit Widerstandsdraht umwickelt oder einer Widerstandsschicht überzogen ist. Während zwischen den Außenlötfahnen der Widerstands-Gesamtwert abgenommen werden kann, ermöglicht ein drehbarer Schleiferarm den Abgriff eines Widerstandswertes in Abhängigkeit vom Drehwinkel des Schleifers.

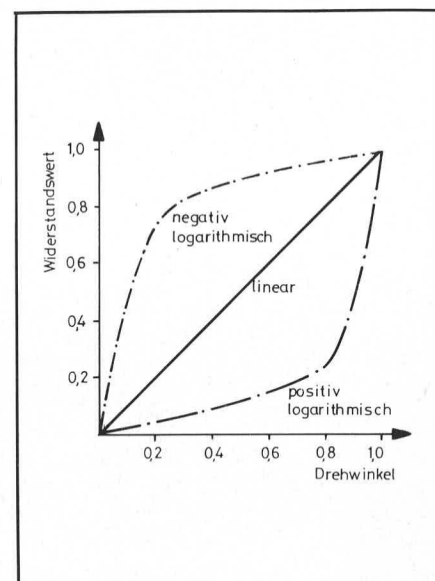


Schicht-Trimmpotentiometer sind Drehwiderstände einfacher Ausführung, die in Rundfunk- und Fernsehgeräten sowie der industriellen Elektronik eingesetzt werden. Sie werden mittels isoliertem Schraubendreher auf einen bestimmten Wert eingestellt und fallweise nachjustiert.

Lineare Potentiometer ändern ihren Widerstandswert gleichmäßig mit dem Drehwinkel des Schleifers.

Negativ logarithmische Potentiometer zeigen mit steigendem Drehwinkel zuerst rasche Widerstandszunahme, die anschließend in geringe Änderung übergeht.

Positiv logarithmische Potentiometer zeigen anfangs geringe Widerstandszunahme; erst nach größerem Drehwinkel steigt der Wert schnell an.

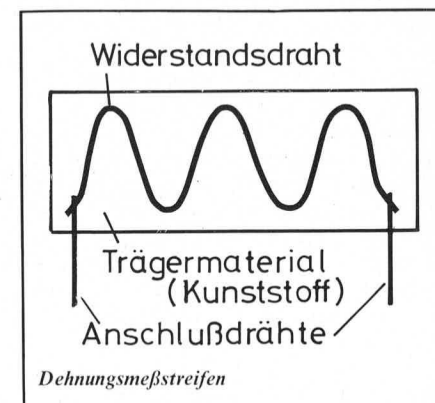


1.1.3 Dehnungsmeßstreifen



Diese Bauelemente verändern ihren Widerstandswert durch mechanischen Einfluß auf ihre Länge.

Ein Kunststoffträger, in dem ein Meßgitter (Draht oder Folie) eingebettet ist, wird auf den zu messenden Teil aufgeklebt. Erfährt dieser Prüfling durch mechanische Einflüsse eine Änderung (z. B. Dehnung durch Erwärmung), so folgt der Meßstreifen dieser Änderung, und der Meßdraht dehnt sich aus. Dieses hat eine Widerstandszunahme zur Folge, die in eine Meßanordnung eingefügt und zur Anzeige gebracht werden kann.



Im nächsten Teil werden wir uns mit den temperaturabhängigen Widerständen, den spannungsabhängigen Widerständen und den Normalwiderständen befassen.

Erläutert werden ferner die Normreihen für Widerstände und der internationale Farbcode.