

Genauigkeit und Grenzen von Widerstandsdekaden Anwendung eines Kalibrierscheines der DKD 02101

Definiert veränderliche Spannungen und Ströme können heute mit elektronischen Mitteln präzise und feinstufig erzeugt werden. Für die Realisierung eines verstellbaren Präzisionswiderstandes ist dagegen noch immer die Methode einer Dekadenanordnung mit Sätzen von Präzisionswiderständen und präzisen mechanischen Schaltern in Gebrauch. Ursache ist das unübertroffene hohe Widerstandsverhältnis des mechanischen Schalters (Milliohm/Teraohm).

Der Dekadenschalter

Der eingesetzte Dekadenschalter bestimmt mit seinen Daten wesentlich die untere und die obere Grenze der Realisierbarkeit sowie die erzielbaren Fehlergrenzen bzw. die Messunsicherheit.

Zur Erzielung kleiner Übergangswiderstände und kleiner Thermospannungen sind in den burster-Dekaden silber-plattierte Kupferkontakte verwendet. Der Übergangswiderstand eines Schalters bleibt so unter $0,7 \text{ m}\Omega$ mit einer Reproduzierbarkeit von $\pm 0,1 \text{ m}\Omega$. Thermospannungen sind in der Größenordnung von μV zu beobachten. Die kleinste messtechnisch sinnvolle Dekaden-Dimensionierung ist unter diesen Randbedingungen $10 \times 0,01 \Omega$ für Messströme bis 3 A .

Der erzielbare Isolationswiderstand, bei handlicher Konstruktion, bestimmt seinerseits die größte realisierbare Dekade. Bei burster-Dekadenschaltern liegen die Isolationswiderstände über $100 \text{ G}\Omega$. Hinzu kommen die Isolationsstrecken von Anschlussbuchsen und Konstruktion. Bei einer Dekaden-Dimensionierung von $10 \times 100 \text{ k}\Omega$ bleibt der Fehlereinfluss des Isolationswiderstandes noch vertretbar klein.

Die Widerstände

Besonders gute messtechnische Eigenschaften erreichen wir mit induktivitätsarm gewickelten ZERANIN[®]-Draht-Widerständen. Ein sehr kleiner Temperaturkoeffizient (2 ppm/K) ist dabei für einen kleinen Einfluss der Umgebungstemperatur und eine kleine Belastungsabhängigkeit wichtig.

Fertigungstoleranz und Kalibrierschein

Die Toleranz der Widerstände ist fertigungsbedingt nicht kleiner als 100 ppm ($= 0,01 \%$). Für die Anwendungen, bei denen die volle Präzision der Dekade ausgenutzt wird, kommt der Kalibrierschein zu Hilfe. In der Kalibrierstelle werden alle Dekadenstufen mit einer Unsicherheit kalibriert, die etwa $1/10$ der Toleranz beträgt.

Die Kalibrierung erfolgt mit Bezug auf die Einheit Ω bei der PTB und ist damit auf das international gültige Quanten-Normal der Widerstandseinheit (v. Klitzing-Effekt) bezogen. Ausgabe 3 der "Messtechnischen Informationen" berichtet hierzu Einzelheiten. Drift-Erscheinungen durch Alterung oder Folgen von Überlastungen sind über regelmäßige Nachkalibrierungen verlässlich zu überwachen.

Die empfehlenswerte Wiederholfrist für Nachkalibrierungen hängt stark vom Lebensalter der Dekade und deren Einsatzbedingungen ab. Man beginnt zweckmäßig mit einem Zeitabstand von 6 Monaten und erhöht den Zeitabstand auf 1 bis 2 Jahre entsprechend den festgestellten Abweichungen der Kalibrierdaten. Nach einer Überlastung empfiehlt sich eine umgehende Nachkalibrierung.