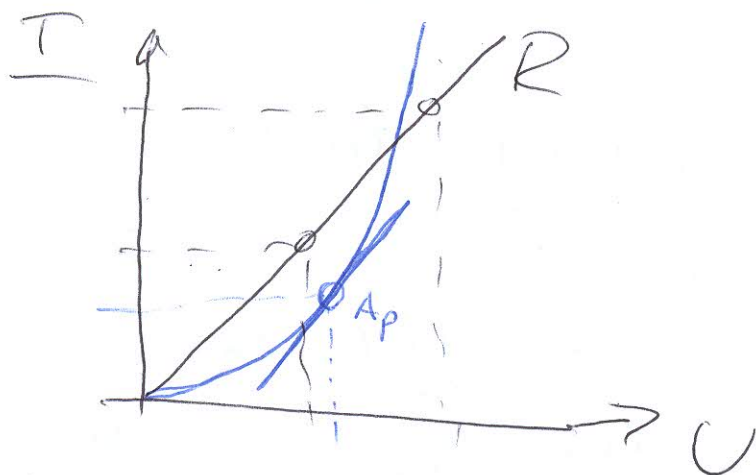


1.1.1. Widerstände

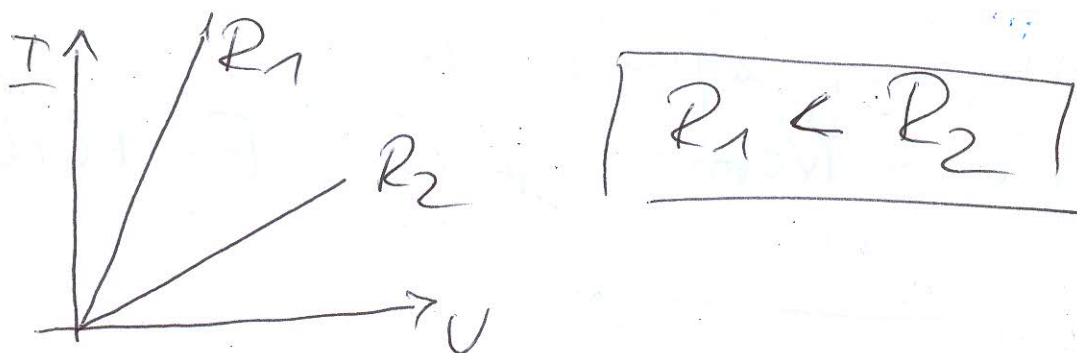
①



$$R = \frac{U}{I} \dots \text{Gleichstromwiderstand}$$

$$r = \left. \frac{dU}{dI} \right|_{A_P} \dots \text{differentielle Widerstand}$$

Gleichstromwiderstände =
ohmsche Widerstände



Je steiler die I - U -kt., desto
kleiner ist der ohmsche Widerstand.

1.1.1.1 Leistungswerte

Sie werden bestimmt durch:

- Nennwert R in Ω
- Toleranzwert TOL in %
- Belastbarkeit P_{max} in W
- Zusätzliche Angaben
 - └ klimatische Werte
 - └ Alterung
 - └ Temperaturabhängigkeit

Alle Werte zusammen werden in einer Baureihe definiert.

↳ Datenblatt der Baureihe

Teilung erfolgt nach IEC - Normenreihe (E-Reihen).

$$R_{K_n} = b^{(n-1)}$$
$$b = \sqrt[n]{10}$$

T

②

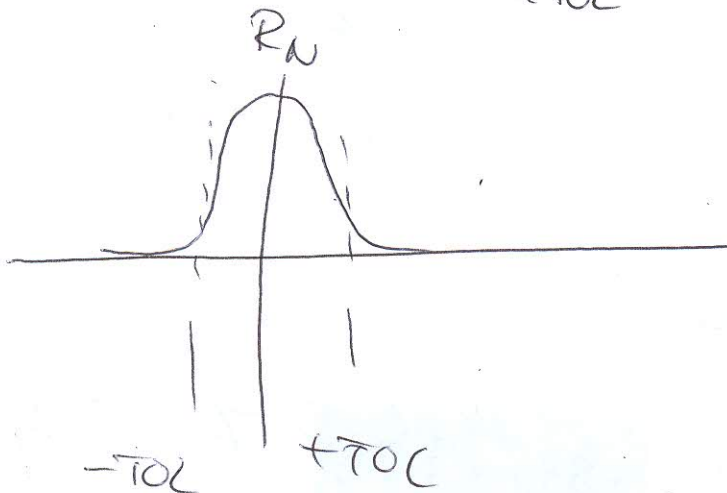
Toleranz und E-Reihe

$$E6 \hat{=} TOL = 20\% \pm$$

$$Bsp: R_N = 10 \Omega$$

$$R_{N-TOL} = 8 \Omega$$

$$R_{N+TOL} = 12 \Omega$$



$$E12 \hat{=} TOL = 10\% \pm$$

$$Bsp: R_N = 10 \Omega$$

$$R_{N-TOL} = 9 \Omega$$

$$R_{N+TOL} = 11 \Omega$$

$$E24 \hat{=} TOL = 5\% \pm$$

Belastbarkeit: $P_{R_{max}}$

$$\left(\frac{1}{2}\right) \leftarrow 1W \rightarrow (2)$$

$0,1W / 0,125W / 0,25W / 0,5W / 1W / 2W / (4W) / 8W / 16W$
 $\frac{1}{40} \quad \frac{1}{8} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{2} \quad 2W \quad 5W \quad 8W$
 $3W \quad 10W \dots$

kein Fälschung:

1) abdruck $4R7 \hat{=} 4,7\Omega$
 $2k2 \hat{=} 2,2k\Omega$
:

2) Farbringe

$\begin{array}{l} \text{—} 3+1 \text{ Ringe} \\ \text{—} 4+1 \text{ Ringe} \end{array}$

1.1.1.1.1. Schichtwiderstände

(3)

- zylindrische Keramik- oder Hartglaskörper
- dünne leitfähige Schicht

- tauchen
- aufsprühen
- aufdampfen

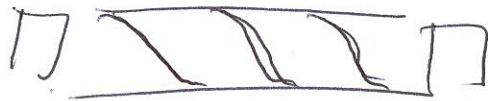
(Schichtdicken: $0,001 - 20 \mu m$)

- Schichtwerkstoff:

- Kohle
- Metalle
- Metalloxide

- Kennwerte Rand wird durch die Variation von Schichtdicke bzw. Aufdampfzeit und dem verwendeten Material erreicht
(bis ca. $\pm 5\%$ ohne Abgleich)

- große Widerstandswerte und höhere Frequenzen erzielt man, wenn man die Oberfläche schließt
 ↳ Wendelschliff



Problem: es entsteht eine kleine Induktivität

Abhilfe: Mäanderschleiff
 (Ähnlichkeit mit einer bifilarer Windung)

- am Ende werden die nicht-widerstände lackiert
 (zum Schutz der Widerstände selbst)

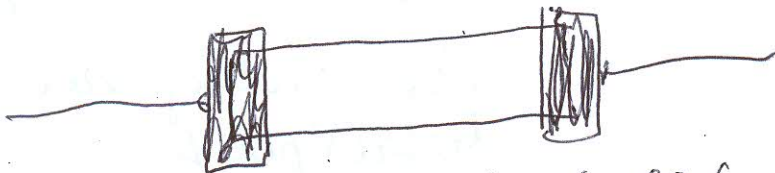
F - Bauformen

Q



Kappenloser Widerstand

Vorteil: geringe ~~Kapazität~~
parasitäre Kapazitäten

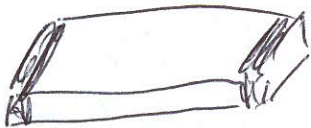


Metallkappenwiderstand

Nachteile: - relativ hohe
parasitäre Kapazitäten

- Korrosionsgefahr

- Kappe kann sich
lösen



SMC-Bauformen

1.1.1.1.2. Widerstände in Mikromodultechnik

Teiltechnologien

Dünnschichttechnik

Träger: Keramik oder
Hartglas

→ Maske

→ aufdampfen der
Widerstandsschichten

oder



→ nachträglicher
Abgleich durch
feinste Einklemme
mit Laserstrahl
(bis $\pm 0,1\%$)

Anwendung:

hochpräzise 2-22-
Widerstandsnetzwerke für
DA-Umsetzer

Dickschichttechnik

Träger: Keramikplättchen

Verwendung von
Metallpasten

(Edelmetalle, Oxide,
Beimischungen)

→ Paste wird per
Siebdruck auf
den Träger aufge-
tragen

→ Einbrennen der
Paste

→ nachträglicher
Abgleich durch
Silberleiten o. Laserstrahl
(bis $\pm 0,5\%$ [$\pm 0,1\%$])

z.B.

genaue Analogschalt-
ungen (Verstärker)

1.1.1.1.3. Drahtwiderstände

— Träger: temperaturbeständiger
Keramikkörper

— Widerstandsdraht
(gewickelt)

→  → Spule
↳ parasitäre
Induktivität

→ Abschleife: bipolarer Wickeln



— bei enger Bewicklung ist eine
Isolierung der Wid.-Drahter erforderlich
(z.B. Lackschicht; meistens wird die
Oberfläche oxidiert)

— Anschlussarten:

- Schellen
- Kappen
- Löffelarmen
- kappenlose Anschlüsse

F

= je nach Einsatz (kleina, Leistung)
werden Widerstandswicklungen

- ungeschliffen
- Lackiert
- Zementiert oder
- glasiert

vermieden.

→ hohe Voler Leistungen bei
geringer Baugröße
(verglast und Zementiert)

→ verglaste Widerstände bieten
zusätzlich hohen Schutz gegen
Umweltbelastungen

- Feuchtigkeits
- aggressive Bestandteile
- mechanische Beschädigung

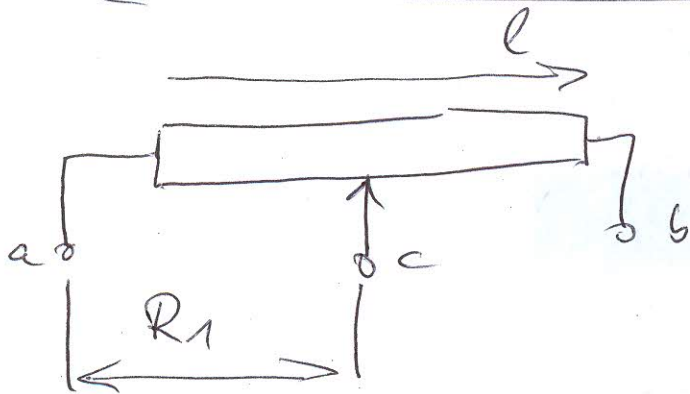
6

1.1.1.2 Einstellbare Widerstände

Widerstands wert kann verändert werden.

- mit Drehachse
- schieband
- mit Hilfe eine Werkzeuges (Schraubendreher)

Widerstandsverlauf:



$$R_1 = f(l)$$

$$R_1 = f(\alpha)$$

Gesamtwiderstand $\rightarrow R_{ab} = R_N$

1.4.1.2.1 einseitig Sicherheitsstände

- Widerstandskraft und hohe Abreißfestigkeit aufweisen
- muss geringer Drehmoment haben
- Angabe zur Belastbarkeit betrifft nur den Gesamtwiderstand R_N



$$R_1 \approx R_N$$



$$R_1 \ll R_N$$

⚠ bei Teilwiderständen muss die Belastbarkeit ⁴ "hin- und-her" gerechnet werden.

1.1.1.2.2. Einstellbare Drehwiderstände

- Belastbarkeit $P_{\text{max}} > 1W$
- Schieb- und Drehwiderstände
- ~~Wider~~ Widerstandverlauf ist
meistens linear

1.1.1.3. Temperaturabhängigkeit

- ~~Wider~~ Nennwerte R_N gelten
bei $T = 20^\circ C$

- Widerstandsveränderung
$$\Delta R = R_{20} \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$R = R_{20} (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$\alpha > 0$ bei Metallbleichen und
Widerstandsdräht

$\alpha < 0$ bei Kohlenbleichen