

1. Trägerkörper
Carrier material / Supports

Die Trägerkörper werden aus speziell entwickelten feinkeramischen Werkstoffen hergestellt. Die an die Trägerkörper gestellten Anforderungen sind: hohe mechanische Festigkeit im gesamten Temperaturbereich, gute Temperaturwechselbeständigkeit, hohe Durchschlagfestigkeit und guter Isolationswiderstand auch bei erhöhten Temperaturen. Der Werkstoff besteht aus dichtem Hartporzellan (Gruppe C 110 nach IEC 672) bzw., auf besondere Anforderung, aus dichtem Steatit (Gruppe C 210 nach IEC 672).

The carrier bodies are made of specially developed fine ceramics. Requirements to be complied with by carrier bodies: high mechanical resistance over the complete temperature range, good resistance to thermal shocks, high dielectric strength and good direct current resistivity even at high temperatures. The material consists of dense hard porcelain (group C 110 acc. to IEC 672) and / or upon special request, of dense steatit (group C 210 acc. to IEC 672).

Les supports sont en céramique fine réalisée spécialement. Les qualités exigées de ces supports sont: grande résistance mécanique dans toute la plage de températures, résistance élevée aux variations de température, grande rigidité diélectrique et résistance d'isolement même à haute température. Le matériau est une porcelaine dure (groupe C 110 selon IEC 672) ou, sur demande particulière, en stéatite (groupe C 210 selon IEC 672).

2. Widerstandsdraht
Resistance wire / Fil résistance

Als Werkstoffe für den Widerstandsdraht werden Legierungen verwendet, deren spezifische Widerstände zwischen 0,15 und 1,3 $\Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}$ liegen. Die Zusammensetzung und die Eigenschaften der Legierung sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt.

Materials used for resistance wires are alloys of which the resistivity ranges between 0.15 and 1.3 $\Omega \text{ sq. mm}^{-1}$. Composition and properties of the alloys are given in the table.

Les alliages utilisés pour les fils résistants ont une résistance spécifique comprise entre 0,15 et 1,3 $\Omega \text{ mm}^2 \text{ m}^{-1}$. Les propriétés de ces fils sont rassemblées dans le tableau.

Physikalische Eigenschaften der Widerstandsdrähte
Physical properties of the resistivity wires
Propriétés physiques des fils résistance

Legierung Alloy Alliage	CuNi 10	CuNi 44	NiCr 6015	NiCr 20 AISi
Chemische Zusammensetzung Chemical composition Composition chimique	89 % Cu 11 % Ni	55 % Cu 44 % Ni	65 % Ni 15 % Cr 20 % Fe	74,5 % Ni 20 % Cr 0,5 % Mn 0,5 % Fe 3,5 % Al 1 % Si
Spezifischer Widerstand bei 20°C Electrical resistivity at 20°C Résistivité à 20 °C	0,15 $\Omega \text{ x mm}^2 \text{ x m}^{-1}$	0,49 $\Omega \text{ x mm}^2 \text{ x m}^{-1}$	1,13 $\Omega \text{ x mm}^2 \text{ x m}^{-1}$	1,32 $\Omega \text{ x mm}^2 \text{ x m}^{-1}$
Schmelzpunkt Melting point Point de fusion	1100°C	1280°C	1390°C	1400°C
Dichte bei 20°C Density at 20°C Densité à 20°C	8,9 gcm ⁻³	8,9 gcm ⁻³	8,2 gcm ⁻³	8,0 gcm ⁻³
Mittlere lineare Wärmedehnzahl (20-100°C) Coeff. of thermal linear expansion (20-100°C) Coeff. moyen d'extension thermique (20-100°C)	16 $\mu\text{m x m}^{-1}$	14 $\mu\text{m x m}^{-1}$	13 $\mu\text{m x m}^{-1}$	14 $\mu\text{m x m}^{-1}$
Thermospannung gegen Kupfer (0-100°C) Thermal EMF vs. copper (0-100°C) Force électromotrice par rapport au cuivre (0-100°C)	-25 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	-40 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	+1 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$	+1 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Temperatur-Koeffizient (20...100°C) Temperature coefficient (20...100°C) Coefficient de température (20...100°C)	+300... +500 $\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$	-80... +40 $\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$	+60...+ 180 $\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$	-10... +10 $\times 10^{-6}/^\circ\text{C}$

3. Oberflächenschutz **Surface protection / Protection extérieure**

Drahtwiderstände der Baureihe U werden ohne Oberflächenschutz (ungeschützt) geliefert. Die Widerstandsdrähte sind in der Regel im Durchmesser größer als 0,1 mm, da bei dünneren Drähten eventuelle mechanische Beanspruchungen zu Schäden führen können. Widerstände der Baureihe Z haben als Oberflächenschutz eine Zementschicht. Diese besteht im wesentlichen aus feingemahlene Werkstoffen, die durch Aluminiumphosphate gebunden sind. Der Bindemechanismus erfolgt durch Polykondensation, bei der die Phosphate in eine Form übergehen, die gegenüber den meisten Lösungsmitteln, ausgenommen Säuren, resistent ist. Nach Auftragen des Zementes werden die Widerstände einer Wärmebehandlung unterworfen (der Zement wird "totgebrannt"). Die jetzt entstandene leicht poröse Schicht gewährleistet einen guten Schutz der Wickeldrähte gegen normale atmosphärische Einflüsse. Der Zement ist beständig gegen Pilzbefall und Termitenfraß, jedoch nur bedingt tropenfähig. Durch ein besonderes Herstellungsverfahren wird die in geringen Mengen vorhandene Restsäure chemisch neutralisiert, so dass selbst dünnste Drähte eingesetzt werden können. Die Feuerfestigkeit der Schutzschicht liegt weit über dem Schmelzpunkt der Wickeldrähte. Die Zugfestigkeit der Zementschicht beträgt 90 kp/cm², die Druckfestigkeit liegt wie bei allen spröden Körpern wesentlich höher. Auf Wunsch können die Widerstände auch mit einer Silikonzementbeschichtung geliefert werden.

Wire wound resistors of the U-Series are supplied without surface protection (unprotected). The diameters of these resistance wires are larger 0.1 mm, as possible mechanical stresses may result in damages in the case of thinner wires. Resistors of the Z-series of construction are provided with a cement coat as surface protection. This cement coat consists mainly of fine ground substances, which are bonded by aluminium phosphates. Bonding is effected by polycondensation, in the course of which the phosphates adopt a condition which is resistant against the majority of solvents, excepting acids. Following the application of the cement, the resistors are subjected to a thermal treatment (the cement is "overburnt"). The resulting slightly porous layer warrants a sufficiently high protection of the wound wires against normal atmospheric influences. The cement is resistant against fungal attack, however, suitable for tropical conditions only to limited degree. Based on a special production procedure, the residual acid present in very small quantities is chemically neutralized, permitting even the use of thinnest wires. The fire resistance of the protective layer is far above the melting point of the wound wires. The tensile strength of the cement layer is approx. 90 kp/sq.cm, the compressive strength much higher, as for all brittle bodies. On request, the resistors can also be supplied with a silicone cement coating.

Les résistances de la série U sont réalisées sans protection. Les fils résistants utilisés ont toujours un diamètre supérieur à 0,1 mm, car, avec des fils plus fins, les contraintes et chocs mécaniques pourraient conduire à des dommages. Les résistances de la série Z ont, pour protection extérieure, une couche de ciment. Elle est constituée, pour l'essentiel, de produits finement moulus liés par des phosphates d'aluminium. Le processus de liaison s'effectue par polycondensation au cours duquel les phosphates prennent une forme qui les rendent résistants à la plupart des solvants, mais pas aux acides. Après dépôt du ciment, les résistances sont soumises à un traitement thermique au cours duquel le ciment est porté à haute température. La couche unie, légèrement poreuse qui en résulte, assure au fil résistant une protection suffisante contre les influences atmosphériques normales. Ce ciment résiste aux champignons et aux termites, mais ne convient que partiellement aux climats tropicaux. Un procédé particulier permet de neutraliser les traces acides éventuellement restantes, ce qui autorise l'emploi des fils les plus fins. La résistance thermique de la couche protectrice est supérieure à la température de fusion des fils de bobinage. La résistance à la traction de la couche de ciment est de l'ordre de 90 kp/cm², la résistance à la compression étant, comme pour tous les corps cassants, largement supérieure. Sur demande, les résistances peuvent également être livrées avec revêtement en ciment au silicone.

4. Widerstandswertbereich **Range of resistance / Gamme des valeurs ohmiques**

Der minimale Widerstandswert ergibt sich bei Verwendung des größtmöglichen noch verarbeitbaren Drahtdurchmessers. Niedrigere Werte als in den Bauformblättern angegeben lassen sich durch Parallelschalten mehrerer Wicklungen auf einen Körper bzw. durch eine Bandwicklung erreichen. Der maximale Widerstandswert ergibt sich bei Verwendung von sehr dünnen, noch verarbeitbaren Drähten. Die in diesem Produktbereich angegebenen maximalen Widerstandswerte basieren auf der Verwendung von Drähten von minimal 0,018 mm Durchmesser.

The minimum amount of resistance is obtained when using the largest possible wire diameter which can still be processed. Lower values than the ones indicated in type of construction sheets can be achieved by parallel connection of several windings on one body and/or by a tape resistor. The maximum amount of resistance is obtained by using the thinnest wires which can still be processed. The maximum values of resistance indicated in this product description are based on the use of wires of minimum 0.018 mm diameter.

La valeur ohmique minimale s'obtient en utilisant le fil résistant de diamètre le plus grand possible compatible avec les possibilités de bobinage et de raccordement. Les valeurs les plus faibles s'obtiennent, soit en couplant en parallèle deux ou plusieurs bobinages sur un même corps, soit par une bande plate ou ondulée, bobinée sur champ. La valeur ohmique maximale est obtenue par l'emploi du fil le plus fin. Les valeurs ohmiques maximales données dans ce catalogue sont celles qui résultent de l'emploi d'un fil de diamètre 0,018 mm.

5. Widerstandsreihen

Series of resistance values / Echelonnement des valeurs ohmiques

Zu bevorzugen sind die Werte nach den E-Reihen.

Preference should be given to the values of the E-series.

Les valeurs recommandées sont les séries E.

6. Widerstandswert-Toleranzen

Tolerances applicable to values of resistance / Tolérances sur valeurs ohmiques

Werden keine Angaben über die Toleranz gemacht, so ist die Auslieferungstoleranz K (± 10%).

Es ist auch möglich, kleinere Toleranzen z.B. J (± 5%), G (± 2%), F (± 1%) auszuliefern. Dies bedingt einen erhöhten Fertigungsaufwand und somit einen Preisaufschlag.

Die Normaltoleranzen sind den jeweiligen Bauformblättern zu entnehmen.

If no tolerances are indicated, the usual tolerance is K (± 10%). Smaller tolerances J (± 5%), G (± 2%), F (± 1%) can be provided as well. As a higher production expenditure is involved, extra prices have to be charged.

For the standard tolerances, refer to the corresponding type of construction sheets.

Sauf indication contraire, les tolérances normales sont de K (± 10%). Des tolérances inférieures J (± 5%), G (± 2%), F (± 1%) sont possibles, moyennant un supplément de prix. Chacune des feuilles particulières donne, pour tous les modèles, les tolérances possibles.

7. Induktionsarme Drahtwiderstände (Kurzbezeichnung ni)

Low induction wire wound resistors (shortly ni) / Résistances bobinées à faible induction (symbole ni)

Induktionsarme Widerstände sind - unabhängig vom Widerstandswert und der Bauform - in folgenden Wicklungsarten lieferbar: Kreuzwicklung, Bifilarwicklung und Links-Rechts-Wicklung.

Independent of the value of resistance and of the type of construction, low induction wire wound resistors can be supplied in the following winding types: crisscrossed winding, bifilar winding and left/right winding.

Ces résistances sont réalisables, selon leur valeur ohmique et leur forme, avec les bobinages suivants: croisés, bifilaires et gauche-droite.

8. Temperaturbeiwert des Widerstandswertes

Temperature coefficient of resistance / Coefficient de température de la valeur ohmique

Jedes Widerstandsmaterial hat einen Temperaturbeiwert des Widerstandswertes, der in genügend kleinen Intervallen als linear angesehen werden kann und gemäß folgender Formel definiert wird:

$$a_{ab} = \frac{R_b - R_a}{R_a (\vartheta_b - \vartheta_a)}$$

wobei gilt a_{ab} = Temperaturbeiwert des Widerstandswertes in grad^{-1}

R_a = Widerstandswert bei der Bezugstemperatur in Ω

R_b = Widerstandswert bei der oberen Messtemperatur in Ω

ϑ_a = Bezugstemperatur in $^{\circ}\text{C}$

ϑ_b = obere Messtemperatur in $^{\circ}\text{C}$

Each resistor material has its own resistivity temperature coefficient which at sufficiently small intervals can be considered linear and which is determined on the basis of the following formula:

$$a_{ab} = \frac{R_b - R_a}{R_a (\vartheta_b - \vartheta_a)}$$

where: a_{ab} = temperature coefficient of the resistivity in degré^{-1}

R_a = resistance of the reference temperature in Ω

R_b = resistance of the upper measuring temperature in Ω

ϑ_a = reference temperature in $^{\circ}\text{C}$

ϑ_b = upper measuring temperature in $^{\circ}\text{C}$

Chaque fil résistant a un coefficient de température qui, à des intervalles suffisamment petits, peut être considéré comme linéaire, et est défini par l'équation suivante:

$$a_{ab} = \frac{R_b - R_a}{R_a (\vartheta_b - \vartheta_a)}$$

où on a: a_{ab} = coefficient de température de la valeur ohmique en degré^{-1}

R_a = valeur ohmique en Ω à la température de référence

R_b = valeur ohmique en Ω à la température supérieure

ϑ_a = température de référence en $^{\circ}\text{C}$

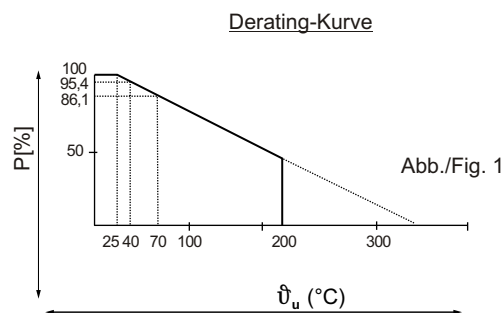
ϑ_b = température supérieure en $^{\circ}\text{C}$

9. Lastminderungskurve (Derating-Kurve) Derating curve / Courbe de réduction de puissance (derating)

Werden die Widerstände bei höheren Umgebungstemperaturen als 25°C bzw. 40°C betrieben, so ist die Belastung der Widerstände entsprechend untenstehenden Derating-Kurven zu verringern.

If resistors are operated at ambient temperatures higher 25°C and/or 40°C, the resistive load should be reduced in accordance with the derating curves.

Si une résistance est utilisée à une température ambiante supérieure à 25°C ou 40°C, la puissance dissipée par cette résistance doit être réduite en fonction de la courbe de derating.



10. Temperaturen ϑ_u und ϑ_o Temperatures ϑ_u and ϑ_o / Températures ϑ_u et ϑ_o

In den Bauformblättern werden die Umgebungstemperaturen mit ϑ_u und die Oberflächentemperatur mit ϑ_o bezeichnet. Die angegebenen Oberflächentemperaturen sind Richtwerte und beziehen sich auf die heißeste Stelle in der Widerstandsmittle.

The type of construction sheets provide for the abbreviation ϑ_u for ambient temperature and for ϑ_o for surface temperature. The surface temperatures indicated are guide values relating to the warmest spot in the resistor centre.

Dans les feuilles particulières, la température ambiante est désignée par ϑ_u et la température superficielle par ϑ_o . Les températures superficielles données sont des valeurs indicatives qui se réfèrent à l'endroit le plus chaud, c'est-à-dire au milieu de la résistance.

Nennwert-Reihen (DIN/IEC 63)

Series of preferred values (DIN/IEC 63)

Séries des valeurs recommandées (DIN/IEC 63)

E 12 ± 10 %	E 24 ± 5 %
10	10
12	11
	12
15	13
	15
18	16
	18
22	20
	22
27	24
	27
33	30
	33
39	36
	39
47	43
	47
56	51
	56
68	62
	68
82	75
	82
	91

Wertkennzeichnung nach DIN/IEC 62

Marking of values according to DIN/IEC 62

Marquage des valeurs selon DIN/IEC 62

Widerstands-Wert Resistance Résistance	Kennzeichnung Marking Marquage
0,1 Ω	R10
0,15 Ω	R15
1,0 Ω	1R0
1,5 Ω	1R5
10,0 Ω	10R
100,0 Ω	100R
1,0 KΩ	1K0
1,5 KΩ	1K5
10,0 KΩ	10K
100,0 KΩ	100K

Nenntoleranz nach DIN/IEC 62

Nominal tolerance according to DIN/IEC 62

Tolérance nominale d'après DIN/IEC 62

Zulässige Abweichung admissible tolerance variation admissible	Kennzeichnung marking identification
± 20%	M
± 10%	K
± 5%	J
± 2%	G
± 1%	F
*	A

*** Für Tol. ohne Kennzeichnung. Zulässige Abweichung wird in anderen Schriftstücken angegeben.**

For tolerances without marking. Tolerance is specified in other documents.

Pour tolérances sans marquage. La déviation admissible sera indiquée dans des autres papiers.

Unsere Kataloge dienen ausschließlich der Information, sie sind nicht unserem Änderungsdienst angeschlossen.

Our catalogues serve exclusively to the information and are not connected to our modification service.

Nos catalogues servent exclusivement à l'information et ne sont pas reliés à notre service de modifications.