

Kaltleiter

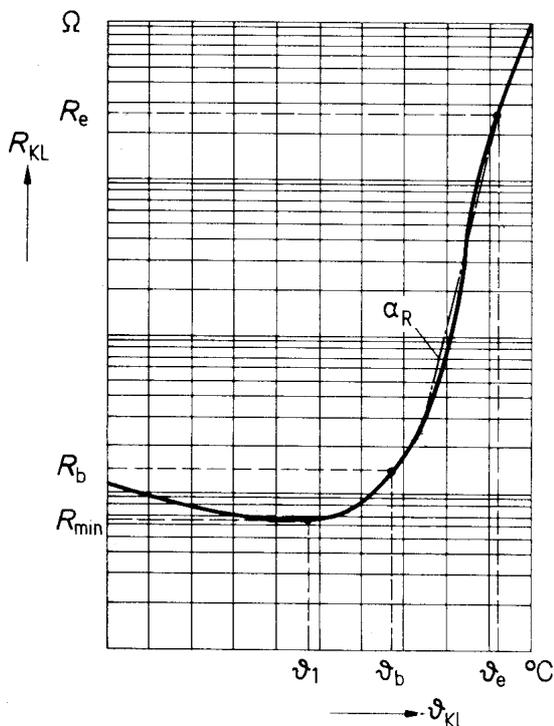
Allgemeine technische Angaben

Kaltleiter (PTC¹⁾-Thermistoren) sind nach DIN 44080 Widerstände aus dotierter polykristalliner Titanatkeramik. Sie haben in einem bestimmten Temperaturbereich, der für den jeweiligen Kaltleitertyp charakteristisch ist, einen sehr hohen positiven Widerstands-Temperaturkoeffizienten (α_R) und einen Widerstandsanstieg von mehreren Zehnerpotenzen. Dieser steile Widerstandsanstieg beruht auf dem Zusammenwirken von Halbleitung und Ferroelektrizität der Titanatkeramik.

Die Wirkung dieses Mechanismus überdeckt die bei allen Halbleitern grundsätzlich vorliegende, durch „thermische Aktivierung“ der Ladungsträger gegebene schwache Widerstandsabnahme mit steigender Temperatur. Diese Erscheinung, die einen negativen Temperaturkoeffizienten verursacht, bleibt beim Kaltleiter außerhalb des Gebietes mit steilem Widerstandsanstieg erhalten.

Widerstandstemperatur-Charakteristik

Der typische Widerstandsverlauf bei Nulllast als Funktion der Kaltleitertemperatur $R_{KL} = f(\vartheta_{KL})$ wird in folgender Kurve (Bild 1) dargestellt:



ϑ_1 = Ausgangstemperatur
(Beginn des positiven α_R)

R_{min} = Widerstandswert bei ϑ_1
(Minimalwiderstand)

ϑ_b = Bezugstemperatur
(Beginn des steilen
Widerstandsanstiegs)

R_b = Bezugswiderstand

ϑ_e = Endtemperatur
(Ende des steilen
Widerstandsanstiegs)

R_e = Widerstandswert bei ϑ_e
(Endwiderstand)

Bild 1
Typische
Widerstandstemperatur-Charakteristik
eines Kaltleiters

1) PTC: Positive Temperature Coefficient

Wärmeleitwert G_{th}

Der Wärmeleitwert ist ein Quotient, gebildet aus Belastung und zugeordneter Über-temperatur des Kaltleiters. Er wird in mW/K angegeben und ist ein Maß für die Belastung, die bei einer bestimmten Umgebungstemperatur die stationäre Temperatur des Kaltleiters um 1 K erhöht.

Thermische Abkühlzeitkonstante τ_{th}

Die thermische Abkühlzeitkonstante ist die Zeit, während der sich die mittlere Kaltleiter-Temperatur bei Nulllast um ca. 63% der Differenz zwischen Anfangs- und Endtemperatur ändert.

Maximal zulässige Betriebstemperatur ϑ_{max}

Die max. zulässige Betriebstemperatur ist jene höchste Temperatur, die der Kaltleiter aufgrund seiner elektrischen und thermischen Belastung auf seiner Oberfläche annehmen darf.

Anwendungen

Die beschriebenen Eigenschaften des Kaltleiters erschließen eine Reihe von Anwendungsmöglichkeiten, deren Anforderungen durch entsprechende Bauformgestaltung Rechnung getragen wird.

Kaltleiter als Temperaturfühler

Der Kaltleiter wird mit einer Feldstärke der Größenordnung 1 V/mm betrieben. Hierbei ist sein Widerstand, wie in der Kennlinie dargestellt, eine Funktion der Umgebungstemperatur. Eigenerwärmung und Varistoreffekt können bei dieser Betriebsart vernachlässigt werden. Es besteht so eine eindeutige Beziehung zwischen Kaltleiterwiderstand und Temperatur. Unter diesen Bedingungen kann der Kaltleiter im Bereich des steilen Widerstandsanstiegs Meß- und Regelaufgaben übernehmen. Die wichtigste Anwendungsart ist hierbei der Schutz elektrischer Maschinen vor Übertemperatur. Für diesen Zweck ist ein Typenspektrum mit Arbeitstemperaturen von 60 bis 180 °C, in Stufen von 10 K (siehe Beispiel), verfügbar.

Kaltleiter als selbstregelnder Thermostat

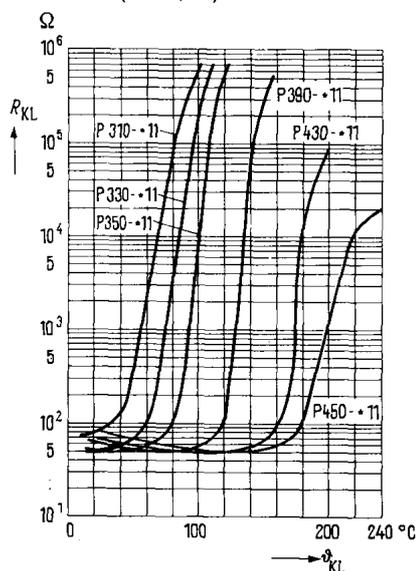
Wird ein Kaltleiter Feldstärken der Größenordnung 10 V/mm ausgesetzt, so heizt er sich auf eine Temperatur oberhalb seiner Bezugstemperatur auf. Die sich dabei einstellende Gleichgewichtstemperatur ist von der Umgebungstemperatur fast unabhängig. Durch seinen positiven Temperaturkoeffizienten erhöht der Kaltleiter bei fallender Temperatur seine Leistungsaufnahme, bei steigender Temperatur setzt er sie herab. Diese Thermostatenwirkung ergibt in einem von Kaltleitern umschlossenen Raum eine Temperaturstabilisierung mit Regelfaktoren ($\Delta \vartheta / \Delta \vartheta_A$) von 5 bis 10. Auch gegenüber Änderungen der Betriebsspannung ist ein Stabilisierungsmechanismus wirksam. Bei Erhöhung der Betriebsspannung nimmt der Kaltleiter zunächst entsprechend mehr Leistung auf, erhöht aber dabei seine Temperatur und regelt dadurch den Strom wieder herab.

Kaltleiter als Flüssigkeits-Niveaufühler

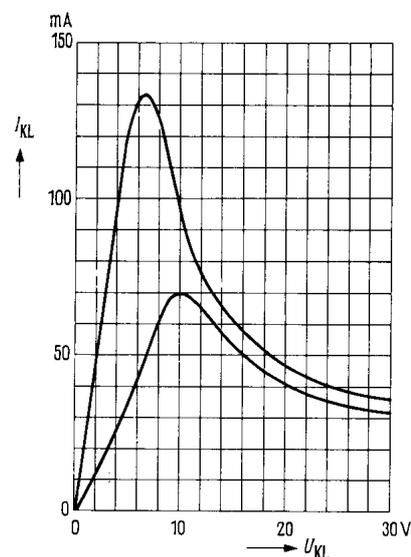
Ein mit Feldstärken der Größenordnung 10 V/mm aufgeheizter Kaltleiter reagiert auf Änderungen der äußeren Abkühlbedingungen durch Änderung seiner Leistungsaufnahme. Bei gleichbleibender Spannung ist somit die Stromaufnahme ein Maß für die jeweils gegebene Wärmeleitung. Bei erhöhter Wärmeableitung – also stärkerer Abkühlung – erhöht sich durch den positiven Temperaturkoeffizienten, der Kaltleiterstrom. Besonders kraß ist die Stromänderung, wenn der in Luft aufgeheizte Kaltleiter in ein flüssiges Medium, gebracht wird, wo die Wärmeableitung erheblich größer ist.

Im Bild 3 sind die stationären Strom-Spannungs-Kennlinien eines Kaltleiters in Luft und in Öl dargestellt.

Kaltleiterwiderstand als Funktion der Kaltleitertemperatur: $R_{KL} = f(\vartheta_{KL})$
Mittelwerte ($U < 1,5V$)



Stationäre Strom-Spannungskennlinie
(Toleranzbereich für 90%): $\vartheta_U = 25^{\circ}C$
 $I_{KL} = f(U_{KL})$ P 450-11

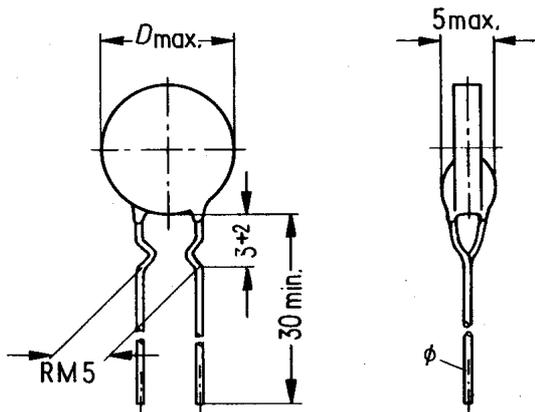


Anwendung

Die Kaltleiter eignen sich als automatischer Kurzschlußschutz bzw. als Überstromsicherung. Sie finden Verwendung in elektronischen Geräten, Modulen, Relaispulen und Stromkreisen sowie in Haushaltsgeräten. Bei Anwendung für Schaltverzögerung können die Richtwerte den folgenden Kurven entnommen werden.

Ausführung

Kaltleiter mit Kunststoffumhüllung und radialen Anschlußdrähten, gesickt, im Rastermaß 5 mm.



Bestellnummer	Q63100–P2390–	–C810	–C860	–C886	Einheit
Betriebsspannung bei $\vartheta_J = 25^\circ\text{C}$	U_N	220	220	500	V
Max. Betriebsspannung bei $\vartheta_J = 25^\circ\text{C}$	$U_{\text{max. eff.}}$	265	265	550	V
Widerstand bei $\vartheta_J = 25^\circ\text{C}$	R_{25}	2,6	15,0	1500	Ω
Widerstandstoleranz	ΔP_{25}	± 25	± 25	± 25	%
Kleinster Vorwiderstand bei U_{max}	$R_{V\text{min}}$	25	165	4000	Ω
Nennstrom ¹⁾	I_N	650	140	10	mA
Kippstrom	I_K	945	205	14	mA
Schaltstrom ²⁾	I_S	1300	280	19	mA
Max. zulässiger Schaltstrom	$I_{S\text{max}}$	10,0	1,5	0,1	A
Schaltzeit bei $I_{S\text{max}}$	t_S	≤ 10	≤ 10	≤ 10	s
Reststrom bei U_{max}	I_R	25	10	2	mA
Bezugstemperatur	ϑ_b	120	120	115	$^\circ\text{C}$
Temperaturkoeffizient (typ.)	α_R	16	16	26	%/K
Therm. Abkühlzeitkonstante (typ.)	τ_{th}	135	50	25	s
Wärmeleitwert (typ.)	G_{th}	36	13	10	mW/K
Wärmekapazität (typ.)	C_{th}	4,9	0,65	0,25	J/K
Abmessungen	D_{max}	26,0	11,5	6,5	mm
	d_{max}	5,0	5,0	5,0	mm
Anschlußdrähte	\varnothing	0,8	0,6	0,6	mm
Gewicht		≈ 8	$\approx 1,5$	$\approx 0,6$	g
Lagertemperatur	ϑ_L	–25 bis +180			$^\circ\text{C}$

¹⁾ Bei Strömen $\leq I_N$ bleibt der Kaltleiter mit Sicherheit niederohmig.

²⁾ Bei Strömen $\geq I_S$ wird der Kaltleiter mit Sicherheit hochohmig.