

Der Begriff *Varistor* ist eine Abkürzung, die aus den Worten *variable resistor* entstand. Eine häufig benutzte Bezeichnung ist VDR. Dem liegt der englische Ausdruck *voltage dependent resistor* zugrunde, was übersetzt *spannungsabhängiger Widerstand* heißt. Die nicht selten anzutreffende Bezeichnung VDR-Widerstand ist demnach nicht exakt, da die Abkürzung bereits das Wort Widerstand enthält. Dann ist es schon sinnvoller, von VDR-Element zu sprechen. Da es sich um einen Widerstand handelt, hat man das VDR-Schaltzeichen von dem des Widerstands abgeleitet. Die Beeinflussbarkeit des Widerstandswerts wird durch einen Schrägstrich angedeutet. Um kenntlich zu machen, daß die Spannung als Einflußgröße wirkt, schreibt man das Formelzeichen U an das Symbol.

Zusammenhang zwischen Strom und Spannung

Der genannte Zusammenhang kann durch eine verhältnismäßig einfache Formel ausgedrückt werden:

$$U = CI^\beta;$$

Spannung U in V, Strom I in A. Die beiden Konstanten C und β sind die eigentlichen Kennwerte eines Varistors. Sie bedeuten:

C – Bauartkonstante, sie hängt wesentlich mit dem Querschnitt und dem Material des Varistors zusammen. C gibt an, welche Spannung angelegt werden müßte, damit ein Strom von 1 A fließen kann.

β – Materialkonstante, die als Nichtlinearitätskoeffizient bezeichnet wird. Sie kennzeichnet den Spannungsanstieg in seinem Zusammenhang mit der Stromzunahme. $\beta = 1$ entspricht einem ohmschen Widerstand.

Varistoren bestehen aus Siliziumkarbidkörnern, die mit tonartigen Bindemitteln verpreßt werden, danach folgt eine Sinterung bei hohen Temperaturen.

Das Varistor-Kennlinienbild

Varistoren haben die Eigenheit, daß der Strom mit steigender Größe der angelegten Spannung verhältnismäßig stark zunimmt. Dieser Zusammenhang

gilt für beide Stromrichtungen gleichermaßen. Bild 1 zeigt eine typische Spannungs-Strom-Kennlinie im linearen Maßstab. Beim genauen Betrachten dieser Kennlinie wird auffallen, daß diese im Prinzip dem Verlauf der Spannungs-Strom-Kennlinie einer Ventildioden-Antiparallelschaltung gleicht. Außerdem ist aus diesem Bild gut zu erkennen, daß bei zunehmender Spannung der Strom zunächst wenig ansteigt. Der Varistor hat somit für niedrige Spannungen hohe Widerstandswerte. Zu sehen ist weiterhin, daß mit weiter wachsender Spannungsgröße der Strom im Vergleich zur Spannung schneller zunimmt, d. h. kleiner werdender Widerstandswert für höhere Spannungen.

Für die praktische Auswertung ist die Kennliniendarstellung im doppellogarithmischen Maßstab besser geeignet. Bild 2 veranschaulicht ein Beispiel. Diese Kennlinien werden vom Hersteller angegeben. Der logarithmische Maßstab ermöglicht es, in einem Bild große Zahlenbereiche derart unterzubringen, daß die Zahlenwerte vom Anfang eines solchen Bereichs ebensogut abzulesen sind wie die Zahlen von diesem Bereichsende. Der Werkstoff des Varistors weist eine gewisse Dielektrizitätskonstante auf, die sich als verlustbehaftete Eigenkapazität niederschlägt. Das führt zu einer frequenzabhängigen Kennlinie, wie das Bild 3 verdeutlicht. Somit weichen gegenüber den Kennlinien mit Gleichspannung die mit Wechselstrom aufgenommenen Kennlinien ab. Der Frequenzeinfluß macht sich besonders bei

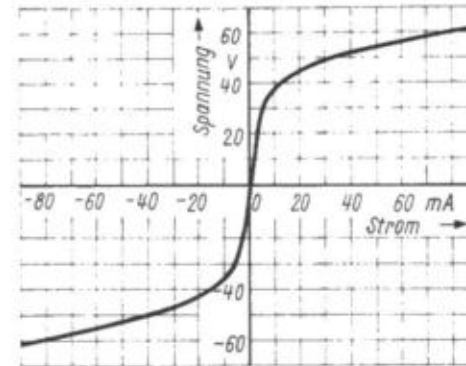


Bild 1
Varistor-Kennlinie (linearer Maßstab)

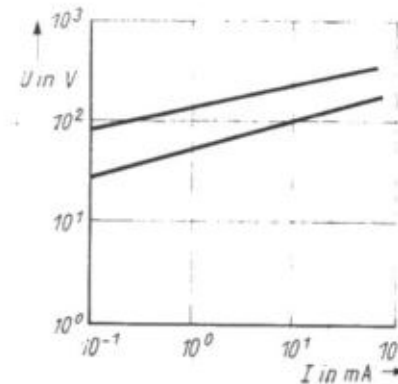


Bild 2
U/I-Kennlinie im doppellogarithmischen Maßstab für zwei unterschiedliche Typen

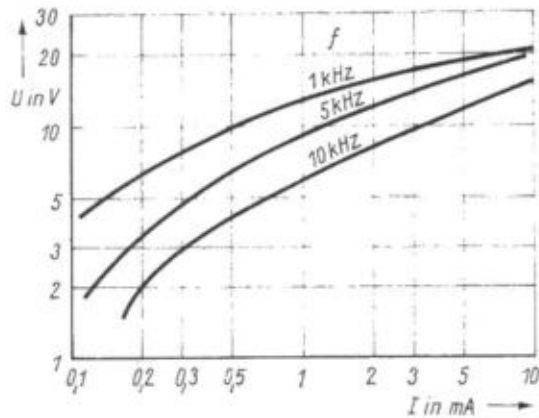


Bild 3
Frequenzabhängigkeit
der Spannungs-Strom-
Kennlinie eines Varistors

kleinen Spannungen und Frequenzen größer 200 Hz bemerkbar. Es treten bei Wechselspannung Verzerrungen der Strom- und Spannungskurven auf. Diese Verzerrungen sind um so größer, je kleiner β ist. Die Anwendungsgrenze liegt bei etwa 5 kHz.

Varistoren der DDR-Produktion

Varistoren werden nach der TGL 11701 vom Kombinat VEB *Keramische Werke* Hermsdorf gefertigt. Für den Amateur sind die SV-13- sowie SV-44-Typenreihen interessant. Tabelle 1 enthält alle wesentlichen Kenndaten dieser Reihen.

Die Kennzeichnung der Bauelemente geschieht nach folgendem Schema: Herstellerzeichen - Klassifizierungsspannung - zulässige Abweichung von der Klassifizierungsspannung - Gütezeichen - Herstellungsdatum.

Beispiel

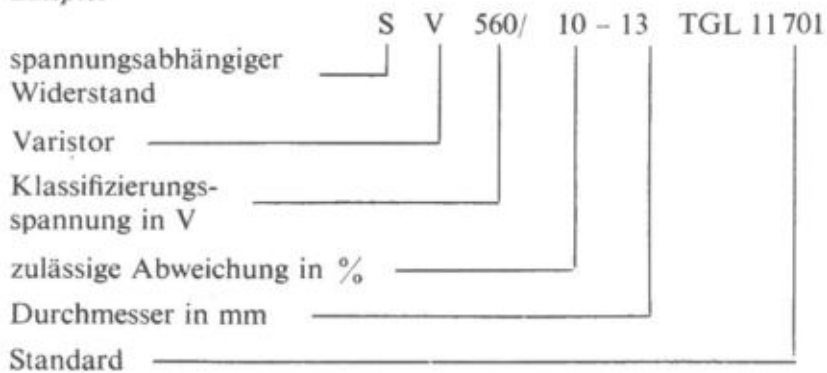


Tabelle 1 Kenndaten von Varistoren
des Kombinats VEB *Keramische Werke* Hermsdorf

Klassifizierungsspannung U_K in V	zulässige Abweichung in %	d in mm	s in mm	maximale Belastbarkeit in W	Nicht-linearitätskoeffizient β		Bauform
					von	bis	
22					0,25	0,35	
33	± 20						
47					0,23	0,31	
56							
68			3				
82					0,19	0,27	
100							
120							
150	± 10	13	—	0,9	0,15	0,23	A, B
180			5				
220	± 20	± 2	—				
270							
330			7				
390							
470					0,14	0,22	
560			8				
680							
10							
15			3		0,25	0,40	
22	± 20		—		0,21	0,30	
33							
47							
56							
68			4,5				
82			—		0,18	0,26	
100		44	—	3,7			B
120		± 2	—				
150			5				
180	± 10		—				
220			—				
270	± 20		7		0,14	0,22	
330			—				
390			—				
470							
560			8				
680							

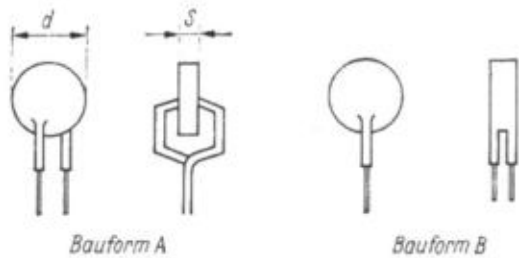


Bild 4
Ausführungsformen von Silizium-Karbid-Varistoren des Kombinats VEB Keramische Werke Hermsdorf

Bild 4 enthält die lieferbaren Bauformen.

Als weitere technische Kennwerte wären zu nennen:

Maximale Betriebstemperatur (durch die Schmelztemperatur des Lotes begründet)	120 °C
Maximale Belastbarkeit bei Dauerbetrieb	0,9 W (SV-13-Reihe) 3,7 W (SV-44-Reihe)
bei Impulsbetrieb	etwa 60 Ws/1 g Masse
Spannungsabnahme bei konstantem Strom und Umgebungstemperatur- erhöhung	etwa 0,15 %/°C
Stromzunahme bei konstanter Spannung und Umgebungstemperatur- erhöhung	etwa 0,7 %/°C

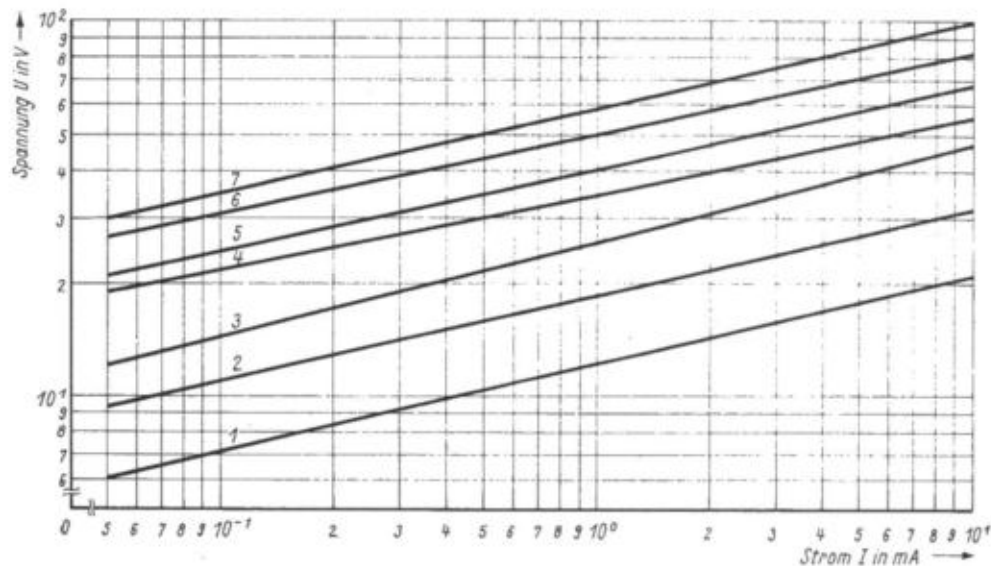


Bild 5 Statische Kennlinien einiger Varistoren (Zuordnung siehe Text)

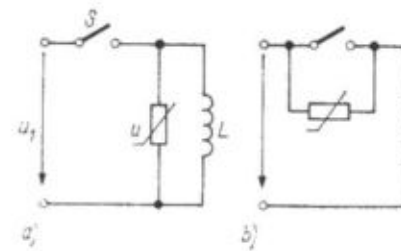


Bild 6
Überspannungsschutz mit Varistor;
a – Varistor parallel zur Induktivität,
b – Varistor parallel zum Schalter

Bild 5 gibt die statischen Kennlinien einiger Varistoren der SV-13-Typenreihe wieder. Die entsprechende Kennlinien-Nummer gehört zu folgenden Typen:

Typ	Kennlinien-Nummer
SV 22/20 – 13	1
SV 33/20 – 13	2
SV 47/20 – 13	3
SV 56/10 – 13	4
SV 68/10 – 13	5
SV 82/10 – 13	6
SV 100/10 – 13	7

Anwendungshinweise

Varistoren werden vorwiegend zur Stoßspannungsbegrenzung sowie zur Spannungsstabilisierung verwendet. Bei der Anwendung ist in jedem Fall zu beachten, daß

- die höchste zulässige Betriebsspannung sowie
- die zulässige Dauerverlustleistung

nicht überschritten werden. Man beachte außerdem, daß die Dauerverlustleistung nicht nur von den elektrischen Größen, sondern auch von der Häufigkeit der auftretenden Spannungsspitzen abhängt.

In erster Linie verwendet man Varistoren zum Schutz vor Überspannungen, wie sie beim Abschalten von Induktivitäten entstehen. Bild 6 zeigt die Anwendung. Die Variante gemäß Bild 6a läßt sich für Speisespannungen bis etwa 100 V anwenden. Andernfalls wird der Varistor entsprechend Bild 6b dem Kontakt parallelgeschaltet. Hierfür sollte der Varistor so ausgewählt werden, daß dieser bei geschlossenem Schalter S etwa ein Zehntel des Spulenstroms aufnimmt. Nähere Ausführungen hierzu siehe [2] und [3]. Tabelle 2 enthält Richtwerte, wie sie beispielsweise vom Kombinat *Elektro-Apparate-Werke* Berlin für RELOG-Relais angegeben werden.

Eine sinngemäße Anwendung – wenn auch seltener – ist die Begrenzung von Überspannungen, die beim Abschalten eines Transformators entstehen. Hier kann der Varistor entweder die Primär- oder die Sekundärseite überbrücken.

Tabelle 2 VDR-Richtwerte zur Überspannungsbegrenzung an Relaispulen
(nach Kombinat Elektro-Apparate-Werke Berlin)

Relais-Betätigungsspannung U_B in V	VDR-Typ
12	SV 15/10-44
24	SV 33/10-13
48	SV 56/10-13
60	SV 68/10-13

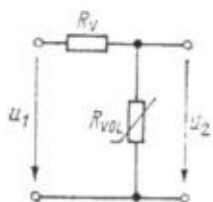


Bild 7
Schaltung zur Spannungsstabilisierung

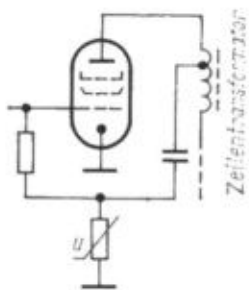


Bild 8
Regelspannungsgewinnung mit Varistor

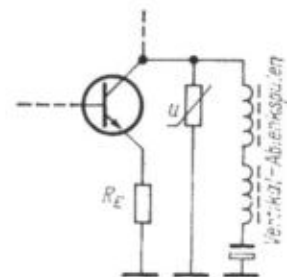


Bild 9
Varistor als Begrenzer an Ablenkspulen. Es werden die Rücklaufspannungsspitzen gedämpft, um die zulässige Spannung U_{CE} des Transistors nicht zu überschreiten

Dabei richtet sich die Varistor-Nennspannung nach seiner primär- oder sekundärseitigen Anwendung. Grundsätzlich sollte dabei eine Überspannung von 10% berücksichtigt werden. Bei derartigen Anwendungen beachte man noch folgendes:

- Der höchste Leistungsanfall ergibt sich, wenn der Transformator im Leerlauf abgeschaltet wird.
- Bei sekundärseitiger Beschaltung ist das Stromübersetzungsverhältnis zu berücksichtigen.

Ein weiteres Anwendungsgebiet wäre das der Spannungsstabilisierung. Allerdings läßt sich damit die Qualität von vergleichbaren Transistorschaltungen nicht erreichen (s. Bild 7). Näheres dazu in [4].

Schließlich werden Varistoren noch in der Fernsehelektronik für folgende Aufgaben verwendet:

- Regelspannungsgewinnung (Bild 8);
- Dämpfung von Rücklaufspannungsspitzen an Ablenkspulen (Bild 9).

Literatur

- [1] *Ausborn, W.*: Elektronik-Bauelemente, VEB Verlag Technik, Berlin 1979, 6. Auflage
- [2] *Fuhrmann, H.*: Die Funkenlöschung bei magnetischen Kontakten und die Berechnung der Funkenlöschglieder, Nachrichtentechnische Zeitschrift 14 (1961), Heft 10, Seite 481 ff.
- [3] *Brynich, F.*: Dimensionierung von Funkenlöschgliedern für den Schutzrohrkontakt RKR 50 in induktiven Gleichstromkreisen, radio fernsehen elektronik 20 (1971), Heft 19, Seite 645 bis 648
- [4] *Höft, H.*: Passive elektronische Bauelemente, VEB Verlag Technik, Berlin 1977, Kapitel 1.3.3.

Wir klären Begriffe
ABSCHIRMKÄFIG

