

Schutz gegen Überspannungen

Durch die Beschaltung mit **RC-Gliedern** werden die im Stromkreis vorhandenen Induktivitäten zu Reihenschwingkreisen ergänzt, so dass die steil ansteigenden Spannungsspitzen in gedämpfte Schwingungen geringerer Amplitude verwandelt werden.

Ungesteuerte (Dioden-)Gleichrichterschaltungen

Bei ungesteuerten Brückenschaltungen genügt eine Beschaltung nur auf der Gleichstromseite.

Oft wird eine Beschaltung überhaupt nicht nötig solange die maximale Sperrspannung der Dioden deutlich höher als die Nennspannung der Anwendung ist.

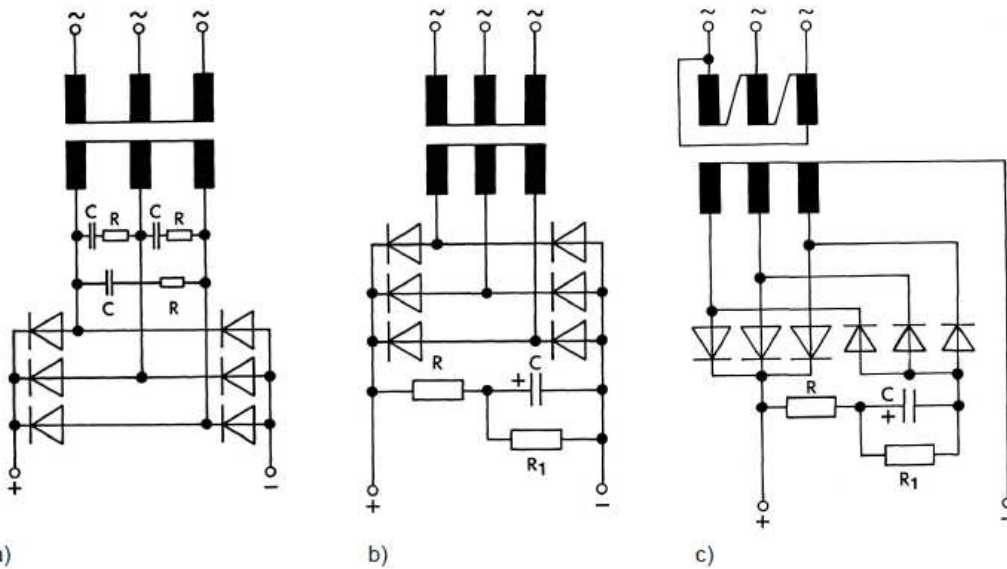
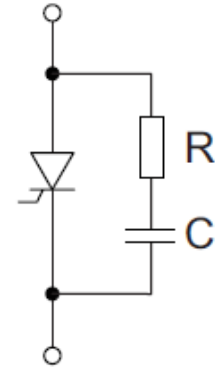


Bild 4.4.2 Beschaltung einer Diodenbaugruppe: a) auf der Wechselstromseite; b) auf der Gleichstromseite; c) in Mittelpunktschaltung durch Ergänzen zur Brückenschaltung mittels Hilfsdioden

Steuerbare Ventile (Thyristoren)

Thyristoren müssen nicht nur gegen die unzulässig hohen Spitzenwerte der Überspannungen geschützt werden, sondern vor allem auch gegen deren steilen Anstieg.

Der Einzelbeschaltung der Thyristoren sind aber Grenzen gesetzt, weil die Kondensatoren sich beim Zünden der Thyristoren über diese entladen und dadurch eine unerwünschte Beanspruchung mit steil ansteigendem Strom (di/dt -Beanspruchung) verursachen.

Bei Thyristorbaugruppen für kleine Stromstärken und hohe Spannungen, bei denen man mit verhältnismäßig kleinen Kapazitäten und hochohmigen Widerständen auskommt, ist diese di/dt -Beanspruchung noch verhältnismäßig gering, so dass hier oft eine Beschaltung der Einzelventile bzw. Halbbrücke (zwei Thyristoren) allein genügt.

Für höhere Stromstärken müsste man zur wechselstromseitigen Beschaltung übergehen.

Für sehr große Leistungen, insbesondere auch bei Parallelschaltungen von Thyristoren, kann es vorteilhaft sein, die RC-Beschaltung über eine Hilfsbrücke anzuschließen.

Beschaltungen

- Bemessungsrichtlinien für Einzelbeschaltungen

Annahme: etwa die Hälfte der von der Sperrverzögerungsladung Q_{rr} repräsentierten Energie wird in Form einer Überspannung an die Schaltung abgegeben.

$$C = \frac{Q_{rr}}{V_v \cdot \sqrt{2}}$$

$$R = \sqrt{\frac{L_s}{C}}$$

C: Kapazität (in μF);

L_s : Gesamtinduktivität im Stromkreis (in μH);

V_v : Effektivwert der Anschlussspannung (in V);

R: Widerstand (in Ω);

V_v :

Q_{rr} : Sperrverzögerungsladung (in μC).

Typische RC-Werte für SEMIPACK Module werden in der Tabelle unten gezeigt:

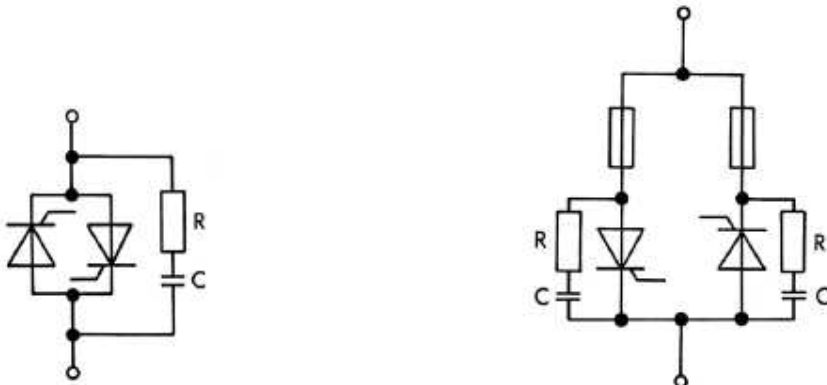
SEMIPACK®	$V_{VRMS} \leq 250 \text{ V}$		$V_{VRMS} \leq 400 \text{ V}$		$V_{VRMS} \leq 500 \text{ V}$		$V_{VRMS} \leq 660 \text{ V}$	
	C	R	C	R	C	R	C	R
SKKT 15, 19, 20, 26, 27 SKKH 15, 26, 27 SKKD 15, 26		68 Ω	0,22 μF	68 Ω	0,1 μF	100 Ω	-	-
SKKE 15		6 W	0,22 μF	6 W	0,1 μF	10 W		
SKKT 41, 42, 56, 57, 71, 72, 91, 92, 105, 106 SKKH 41, 42, 56, 57, 71, 72, 91, 92, 105, 106 SKKD 46, 81, 100	0,22 μF	33 Ω	0,22 μF	47 Ω	0,1 μF	68 Ω	0,1 μF	100 Ω
SKKE 81		10 W	0,22 μF	10 W	0,1 μF	10 W	0,1 μF	10 W
SKKT 122, 131, 132, 161, 162, 210, 213, 250, 253 SKKH 122, 131, 132, 161, 162, 210, 213, 250, 253 SKKD 162, 201, 260	0,22 $\mu\text{F}^{1)}$	33 $\Omega^{1)}$	0,22 $\mu\text{F}^{1)}$	47 $\Omega^{1)}$	0,1 $\mu\text{F}^{1)}$	68 $\Omega^{1)}$	0,1 $\mu\text{F}^{1)}$	100 $\Omega^{1)}$
SKKE 162, 201, 260		10 W	0,22 $\mu\text{F}^{1)}$	10 W	0,1 $\mu\text{F}^{1)}$	10 W	0,1 $\mu\text{F}^{1)}$	20 W
SKKT 122, 131, 132, 161, 162, 210, 213, 250, 253, 500 SKKH 122, 131, 132, 161, 162, 210, 213, 250, 253, 500 SKKD 162, 201, 260	0,47 μF	33 Ω	0,47 μF	33 Ω	0,22 μF	47 Ω	0,22 μF	68 Ω
SKKE 162, 201, 260		25 W	0,47 μF	25 W	0,22 μF	25 W	0,22 μF	50 W
SKET 330, 400		25 W						

¹⁾ Only with heatsink P3

- Beschaltung von Wechselspannungsstellern (W1C)

W1C-Schaltungen bestehen aus zwei antiparallel geschalteten Thyristoren, nachfolgendes gilt aber auch für eine Schaltung aus einem Thyristor mit antiparalleler Diode. Sie erhalten stets eine Ventilbeschaltung, die im einfachsten Fall aus einem gemeinsamen RC-Glied besteht.

Hat jedes der antiparallelen Bauelemente eine eigene Sicherung, so muss auch jedes ein eigenes RC-Glied erhalten.



a)

b)

Bild 4.4.10 Beschaltung einer Wechselweschaltung; rechts mit Einzelsicherungen

Die Werte C (µF) und R (Ω) können mit Hilfe der folgenden Formeln bestimmt werden:

$$C \approx 700 \cdot \frac{I_V}{V_V^2} \quad R \approx \frac{9000}{C \cdot V_V}$$

Überspannungsschutzbeschaltung mit Varistoren

Der Widerstand eines Varistors wird mit zunehmender Spannung geringer.

Varistoren können zur Beschaltung auf der Wechselstromseite oder auf der Gleichstromseite sowie auch zur Einzelbeschaltung der Ventile verwendet werden.

Varistoren haben den Nachteil, dass sie die Spannungssteilheit nicht dämpfen. Bei Thyristoren mit geringen dv/dt-Werten ist daher eine zusätzliche RC-Beschaltung erforderlich.

Überspannungsschutzbeschaltung mit Si-Avalanche-Dioden

Auch als Begrenzerdioden oder Transient Voltage Suppressor genannt, haben gegenüber einer RC-Beschaltung den Vorteil geringerer Abmessungen und eines geringeren Energieverbrauchs.

Schutz gegen Überstrom

- Bimetall-Thermostate

Bimetall-Thermostate enthalten Bimetallscheiben, die bei einer bestimmten, vom Hersteller festgestellten Temperatur von einer Stellung in die andere schnappen und dabei einen Kontakt öffnen oder schließen.

- Temperaturabhängige Widerstände

Temperaturabhängige Widerstände haben gegenüber den Bimetall-Thermostaten den Vorteil, dass sie rascher auf Temperaturänderungen ansprechen. Zur Umwandlung der Widerstandsänderung in ein Signal ist eine zusätzliche elektronische Schaltung erforderlich.

- Schmelzsicherungen

Bei Brückenschaltungen haben jeweils zwei Leistungshalbleiter einen gemeinsamen Wechselstromanschluss. Man kann sie deshalb durch eine gemeinsame Sicherung in der Wechselstromzuleitung schützen, die man Strangsicherung nennt.

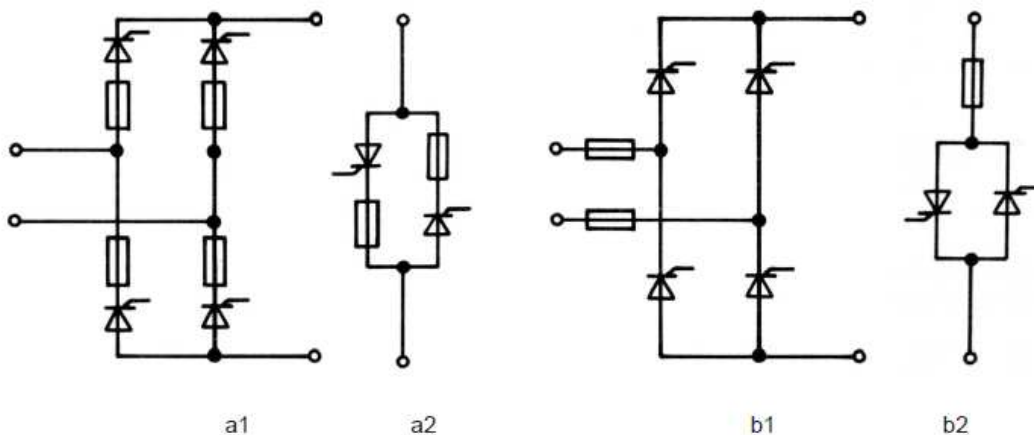


Bild 4.4.15 Mögliche Anordnungen der Halbleitersicherungen bei einem Stromrichter in Brückenschaltung (a1 und b1) und bei der Wechselwegschaltung (a2 und b2); a als Zweigsicherungen bzw. b als Strangsicherungen

Werden in Geräten für hohe Leistungen Gleichrichterioden oder Thyristoren parallel geschaltet, so erhält jedes Halbleiterbauelement eine Sicherung. Kurzschlüsse sollen nur sehr selten auftreten.