

Industrielle Schalttechnik SIRIUS Schalttechnik

Überspannungsbedämpfung von Schützen

Funktionsbeispiel Nr. CD-FE-III-003-V20-DE



sirius



SIEMENS

Vorbemerkung

Sirius Funktionsbeispiele sind funktionsfähige und getestete Automatisierungskonfigurationen auf Basis von A&D-Standardprodukten für die einfache, schnelle und kostengünstige Realisierung von Applikationen in der Niederspannungs-Schalttechnik. Jedes der vorliegenden Sirius Funktionsbeispiele deckt dabei eine häufig vorkommende Teilaufgabe einer typischen Kundenproblemstellung innerhalb der Niederspannungstechnik ab.

1	Einleitung.....	3
2	Entstehung von Überspannungen.....	4
3	Arten der Schutzbeschaltungen	5
3.1	Beschaltung mit RC-Gliedern	5
3.2	Beschaltung mit Dioden	6
3.2.1	Beschaltung mit einer Freilaufdiode	6
3.2.2	Beschaltung mit einer Diodenkombination Diode/Zenerdiode.....	7
3.3	Beschaltung mit Varistoren	8
3.4	Übersicht der Beschaltungsarten.....	9
4	Siemens – Lösung zur Überspannungsbedämpfung.....	9
4.1	Überspannungsbegrenzer für Schützgrößen S00 und S0.....	10
4.2	Überspannungsbegrenzer für Schützgrößen S2 bis S12	11
5	Ansprechpartner	12
6	Gewährleistung, Haftung und Support.....	12
7	Literaturverzeichnis	12

1 Einleitung

Die wichtigste Ursache für das Entstehen von Überspannungen sind Schaltvorgänge in induktiven Stromkreisen, z.B. Schützspulen.

Diese Überspannungen, Spannungsspitzen bis 4 kV, können sehr schnell hohe Werte erreichen, die Folgen davon sind:

- starker Abbrand der Kontakte und damit frühzeitiger Verschleiß der Kontakte, die die Spule schalten.
- es können Störsignale eingekoppelt werden, die unter Umständen Fehlsignale in elektronischen Steuerungen hervorrufen und zur Zerstörung von elektronischen Baugruppen führen.

Deshalb ist es bei Schützen üblich die Schaltüberspannungen der Schützspulen durch eine Schutzbeschaltung zu bedämpfen.

Ziel dieses Fachaufsatzes ist es, dem Anwender eine Auswahl- und Dimensionierungshilfe sowie die Vor- und Nachteile der einzelnen Schutzbeschaltungsarten zur Verfügung zu stellen.

2 Entstehung von Überspannungen

Beim Abschalten der Schützspule entsteht die Überspannung dadurch, dass die Induktivität der Spule den Stromfluß im Moment des Ausschaltens weiterzuführen versucht, wobei sich der Stromkreis über die Eigenkapazität der Magnetspule schließt. Strom und Spannung würden bei ausreichender Spannungsfestigkeit des Stromkreises in Form einer gedämpften Schwingung verlaufen.

Aufgrund des hohen Resonanzwiderstandes der abgeschalteten Spule liegen die Schwingungsamplituden im Bereich bis zu einigen kV und die Spannungsanstiege in der Größenordnung $1\text{kV}/\mu\text{s}$.

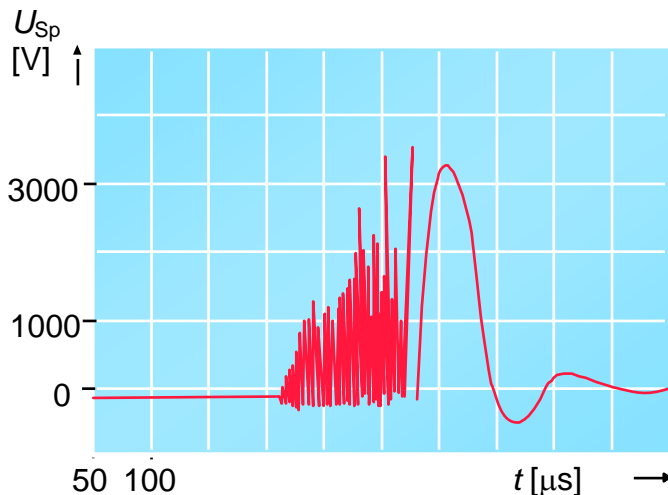


Bild 1: Abschaltüberspannung einer unbeschalteten Hilfsschütz-Magnetspule
230V, 50Hz, 10VA

Das Bild 1 zeigt das Oszillogramm eines Abschaltvorgangs einer Hilfsschütz-Magnetspule, die zu einer „Schauerentladung“ führt. Nach einer Schauerentladungsphase von etwa $250\ \mu\text{s}$ Dauer bildet sich eine gedämpfte Schwingung mit einem Scheitelwert von ca. $3,5\ \text{kV}$ aus. Die Schauerentladungen bewirken auch einen starken Abbrand des mechanischen Schaltkontaktes.

Ferner können wegen der großen Steilheit der entstehenden Spannungsformen auf kapazitivem Wege erhebliche Störsignale in benachbarte Systeme eingekoppelt werden.

Sie machen eine Beschaltung, direkt am Entstehungsort, d.h. an der Schützspule, der Störquelle erforderlich. Somit werden auch die Überspannungen direkt am Entstehungsort verhindert und die spannungsempfindlichen elektronischen Bauelemente geschützt. Auch die kapazitive Einkopplung von Störsignalen in Steuerleitungen elektronischer Schaltungen wird vermieden.

Zur Überspannungsbedämpfung sind im wesentlichen folgende Beschaltungsglieder gebräuchlich, die parallel zur Schützspule geschaltet werden:

- RC-Glied (Widerstand und Kondensator in Reihe)
- Freilaufdiode, Diodenkombination
- Varistoren.

3 Arten der Schutzbeschaltungen

3.1 Beschaltung mit RC-Gliedern

RC-Glieder werden überwiegend zur Beschaltung von Wechselstrombetätigten Schützen verwendet. Der Einsatz bei Gleichstrombetätigten Schützen ist auch möglich.

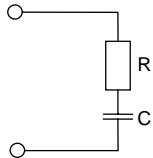


Bild 2: Prinzipschaltbild RC-Glied

Die Erhöhung der an der Spule wirksamen Kapazität verringert die Amplitude, auf das 2 bis 3 fache der Steuerspannung, und die Steilheit der Schaltüberspannung, so daß keine Schauerentladungen mehr auftreten. Die Spannung schwingt kurzzeitig auf 400 V und läuft dann langsam aus. Die RC-Beschaltung schützt damit speziell du/dt -empfindliche Ausgangsstufen vor ungewolltem Durchschalten.

Richtig ausgewählte RC-Glieder beeinflussen die Schaltzeiten der Schütze nur unwesentlich, Ausschaltzeitverzögerung unter 1 ms. Eine optimale Bedämpfung erfordert aber eine Anpassung an die jeweilige Bemessungssteuerspannung und Bemessungsfrequenz. Deshalb müssen die RC-Glieder gemäß Katalog ausgewählt werden.

In Bild 3 ist der Spannungsverlauf bei der beschalteten Hilfsschütz-Magnetspule, aus Bild 1, mit einem passenden RC-Glied dargestellt.

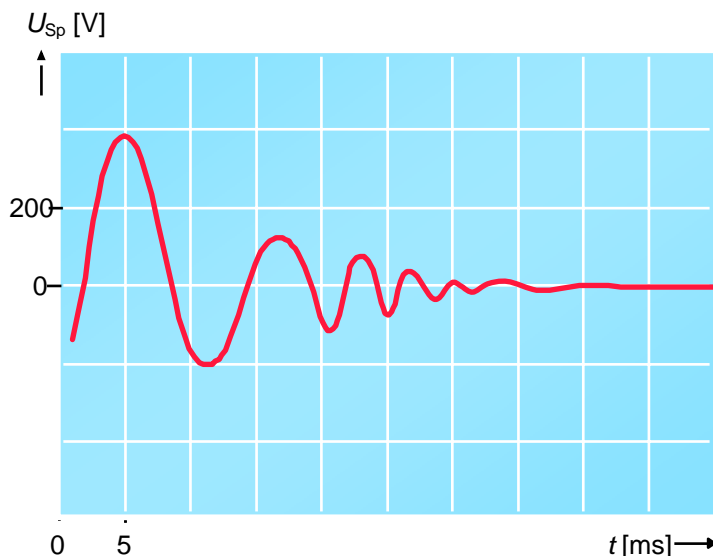


Bild 3: Abschaltüberspannung einer Hilfsschütz-Magnetspule 230 V, 50 Hz, 10 VA bei einer Beschaltung mit RC-Glied 110 Ω , 0,22 μF

3.2 Beschaltung mit Dioden

Durch Diodenbeschaltung lassen sich nur bei gleichstrombetätigten Schützen die Ausschaltüberspannungen vermeiden. Beim Anschluß ist auf die richtige Polarität zu achten.

3.2.1 Beschaltung mit einer Freilaufdiode

Durch die Beschaltung mit einer Diode entstehen keine Schaltüberspannungen mehr, die Diode begrenzt auf 0,7V.

Dioden verursachen allerdings eine Verlängerung des Ausschaltverzugs, Ausschaltzeit, um den Faktor 6 bis 9. Diese Eigenschaft kann vorteilhaft genutzt werden, wenn z.B. kurzzeitige Spannungseinbrüche im Bereich einiger Millisekunden zu überbrücken sind. Bei Schützen ab der Baugröße 0/S0, größer als 5,5 kW, können Freilaufdioden zu einem zweistufigen Abschalten des Magnetsystemes führen, was im worst-case Kontaktverschweißungen verursachen kann. Deshalb werden Freilaufdioden hier nicht mehr empfohlen.

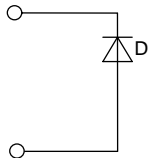


Bild 4: Prinzipschaltbild Freilaufdiode

In Bild 5 ist der Spannungsverlauf bei der beschalteten Hilfsschütz-Magnetspule, aus Bild 1, mit einer passenden Freilaufdiode dargestellt.

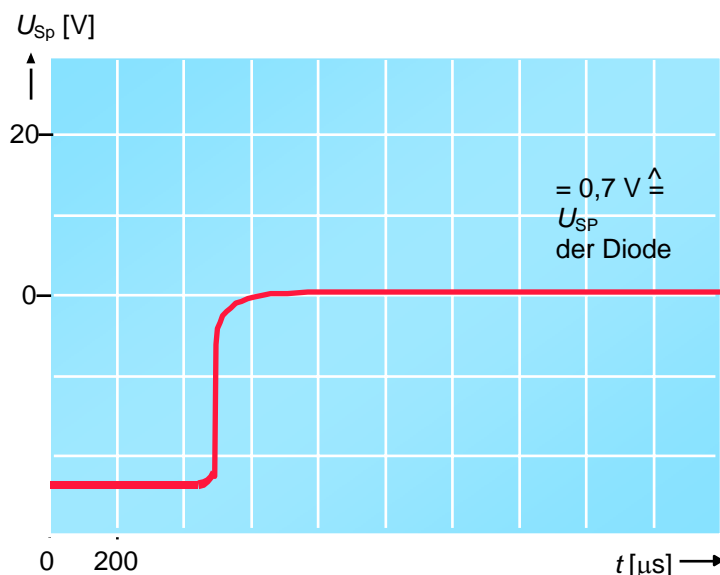


Bild 5: Abschaltüberspannung einer Hilfsschütz-Magnetspule 24 V DC, 3 W bei einer Beschaltung mit einer Freilaufdiode

3.2.2 Beschaltung mit einer Diodenkombination Diode/Zenerdiode

Auch bei der Beschaltung der Schützspule mit einer Diodenkombination, bestehend aus Diode und Zenerdiode, entstehen keine Schaltüberspannungen mehr, die Diodenkombination begrenzt die Spannung auf 10 V.

Die Verwendung einer Diodenkombination führt allerdings zur Verlängerung des Ausschaltverzugs, Ausschaltzeit, um den Faktor 2 bis 6.

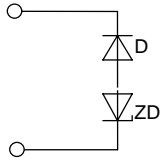


Bild 6: Prinzipschaltbild Diodenkombination

In Bild 7 ist der Spannungsverlauf bei der beschalteten Hilfsschütz-Magnetspule, aus Bild 1, mit einer passenden Diodekombination dargestellt.

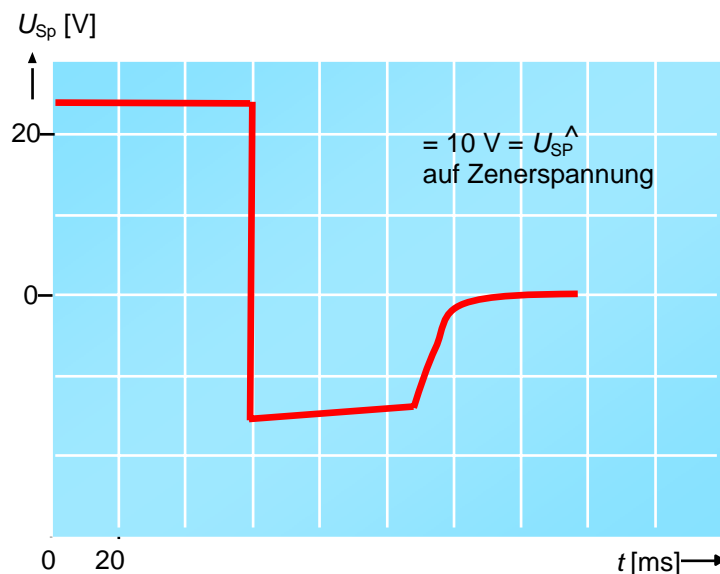


Bild 7: Abschaltüberspannung einer Hilfsschütz-Magnetspule 24 V DC, 3 W bei einer Beschaltung mit einer Diodenkombination

3.3 Beschaltung mit Varistoren

Varistoren, spannungsabhängige Widerstände, parallel zur Spule geschaltet, begrenzen die maximale Höhe der Überspannung, da sie ab einer bestimmten Schwellenspannung leitfähig werden. Bis dahin treten Schauerentladungen, ähnlich wie bei der unbeschalteten Magnetspule auf, jedoch mit kürzerer Gesamtdauer.

Im Unterschied zum RC-Glied verringern sie nicht die Steilheit des Spannungsanstiegs. Sie sind für gleich- und wechselstrombetätigte Schütze verwendbar und beeinflussen die Schaltzeiten nur unwesentlich.

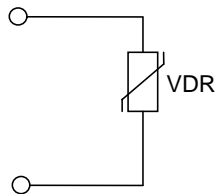


Bild 8: Prinzipschaltbild Varistor

In Bild 9 ist der Spannungsverlauf bei der beschalteten Hilfsschütz-Magnetspule, aus Bild 1, mit einem passenden Varistor dargestellt.

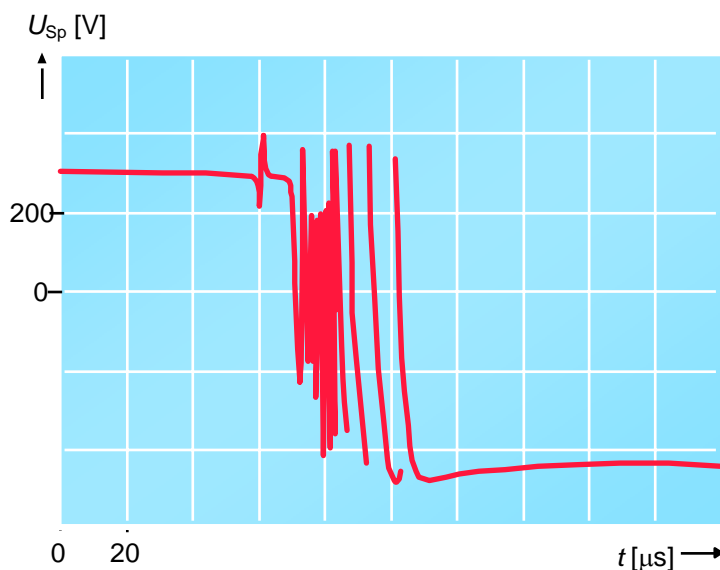


Bild 9: Abschaltüberspannung einer Hilfsschütz-Magnetspule 230 V, 50 Hz, 10 VA bei einer Beschaltung mit 275-V-Varistor (Anfangsbereich: die Spannung wird nach etwa 3 ms zu Null)

3.4 Übersicht der Beschaltungsarten

Beschaltung der Last	Steuer- speise- Spannung	zusätzliche Abfallver- zögerung	definierte Induktions- spannungs- begrenzung	Vorteile / Nachteile	bevorzugte Anwendung
Diode	DC	groß	ja (U_D)	Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> • einfache Realisierung • zuverlässig • unkritische Dimensionierung • kleine Induktionsspannung Nachteile: <ul style="list-style-type: none"> • hohe Abfallverzögerung • nur für Baugröße 00 / S00 geeignet 	Instabile Steuerbefehle / Steuerspeisespannung
Dioden- kombination	DC	mittel	ja (U_{ZD})	Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> • unkritische Dimensionierung Nachteile: <ul style="list-style-type: none"> • Bedämpfung nur oberhalb von U_{ZD} (10V) 	EMV-kritische Kompo- nenten im Umfeld
Varistor	AC / DC	Klein 2 – 5 ms	ja (U_{VDR})	Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> • Energie – Absorption • unkritische Dimensionierung • einfache Realisierung Nachteile: <ul style="list-style-type: none"> • Bedämpfung nur oberhalb von U_{VDR} 	Passend für die meisten Standardanwendungen, z.B. im Umfeld von SIMATIC
RC-Glied	AC / DC	sehr klein 1 ms	nein	Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> • HF-Dämpfung durch Ener- giespeicherung • gut für Wechselspannung geeignet • pegelunabhängige Bedämp- fung Nachteile: <ul style="list-style-type: none"> • hoher Einschaltstrom • empfindlich bei Oberwellen 	Bei kritischen Schaltzei- ten

4 Siemens – Lösung zur Überspannungsbedämpfung

Für die Schütze 3RT1 stehen folgende Überspannungsbegrenzer zur Verfügung:

Überspannungsbegrenzer	mit LED	ohne LED			
	für S00	für S00	für S0	für S2, S3	für S6 bis S12
Entstördiode	X	X	--	--	--
Diodenkombination	--	X	X	X	--
Varistor	X	X	X	X	integriert
RC-Glied	--	X	X	X	X

4.1 Überspannungsbegrenzer für Schützgrößen S00 und S0

Für Schütze	Ausführung	Bemessungssteuerspeisespannung U_s ¹⁾		LK	Bestell-Nr. ²⁾
Typ		AC-Betätigung	DC-Betätigung		
		AC V	DC V		

Überspannungsbegrenzer ohne LED (auch für Cage-Clamp-Anschluss)

Baugröße S00



3RT19 16-1DG00

zum Aufstecken auf die Frontseite der Schütze ohne und mit Hilfsschalterblock

3RT1.. 3RH1	Varistor	24 ... 48 48 ... 127 127 ... 240 240 ... 400 400 ... 600	24 ... 70 70 ... 150 150 ... 250 -- --	▶ ▶ ▶ ▶ ▶	3RT19 16-1BB00 3RT19 16-1BC00 3RT19 16-1BD00 3RT19 16-1BE00 3RT19 16-1BF00
3RT1.. 3RH1	RC-Glied	24 ... 48 48 ... 127 127 ... 240 240 ... 400 400 ... 600	24 ... 70 70 ... 150 150 ... 250 -- --	▶ ▶ ▶ ▶ ▶	3RT19 16-1CB00 3RT19 16-1CC00 3RT19 16-1CD00 3RT19 16-1CE00 3RT19 16-1CF00
3RT1.. 3RH1	Entstördiode	--	12 ... 250	▶	3RT19 16-1DG00
3RT1.. 3RH1	Diodenkombination (Diode und Z-Diode) für DC-Betätigung	--	12 ... 250	▶	3RT19 16-1EH00

Baugröße S0



3RT19 26-1B.00

zum Anstecken an die Spulenanschlüsse oben oder unten

3RT1. 2	Varistor	24 ... 48 48 ... 127 127 ... 240 240 ... 400 400 ... 600	24 ... 70 70 ... 150 150 ... 250 -- --	▶ ▶ ▶ ▶ ▶	3RT19 26-1BB00 3RT19 26-1BC00 3RT19 26-1BD00 3RT19 26-1BE00 3RT19 26-1BF00
3RT1. 2	RC-Glied	24 ... 48 48 ... 127 127 ... 240 240 ... 400 400 ... 600	24 ... 70 70 ... 150 150 ... 250 -- --	▶ ▶ ▶ ▶ ▶	3RT19 26-1CB00 3RT19 26-1CC00 3RT19 26-1CD00 3RT19 26-1CE00 3RT19 26-1CF00
3RT1. 2	Diodenkombination für DC-Betätigung				
	• oben einsteckbar (z.B. bei Schütz mit Überlastrelais)	--	24 30 ... 250	▶ ▶	3RT19 26-1ER00 3RT19 26-1ES00
	• unten einsteckbar (z.B. bei sicherungslosen Verbraucherabzweigen)	--	24 30 ... 250	▶ ▶	3RT19 26-1TR00 3RT19 26-1TS00

¹⁾ Bei AC-Betätigung für 50/60 Hz einsetzbar. Weitere Spannungen auf Anfrage.

²⁾ Für Packungen mit 10 Stück ist die Bestell-Nr mit "Z" und Kurzangabe "X90" zu ergänzen.

Für Schütze	Ausführung	Bemessungssteuerspeisespannung U_s ¹⁾		Leistungs- aufnahme der LED bei U_s	LK	Bestell-Nr. ²⁾
Typ		AC-Betätigung	DC-Betätigung			
		AC V	DC V			

Überspannungsbegrenzer mit LED (auch für Cage Clamp-Anschluss)

Baugröße S00



3RT19 16-1L.00





zum Aufstecken auf die Frontseite der Schütze ohne und mit Hilfsschalterblock

3RT1. 3RH1.	Varistor	24 ... 48 48 ... 127 127 ... 240 --	12 ... 24 24 ... 70 70 ... 150 150 ... 250	10 ... 120 20 ... 470 50 ... 700 160 ... 950	▶ ▶ ▶ ▶	3RT19 16-1JJ00 3RT19 16-1JK00 3RT19 16-1JL00 3RT19 16-1JP00
3RT1. 3RH1. <td>Entstördiode</td> <td>--</td> <td>24 ... 70 50 ... 150 150 ... 250</td> <td>20 ... 470 50 ... 700 160 ... 950</td> <td>▶ ▶ ▶</td> <td>3RT19 16-1LM00 3RT19 16-1LN00 3RT19 16-1LP00</td>	Entstördiode	--	24 ... 70 50 ... 150 150 ... 250	20 ... 470 50 ... 700 160 ... 950	▶ ▶ ▶	3RT19 16-1LM00 3RT19 16-1LN00 3RT19 16-1LP00

¹⁾ Bei AC-Betätigung für 50/60 Hz einsetzbar. Weitere Spannungen auf Anfrage.

²⁾ Für Packungen mit 10 bzw. 5 Stück ist die Bestell-Nr. mit "Z" und Kurzangabe "X90" zu ergänzen.

4.2 Überspannungsbegrenzer für Schützgrößen S2 bis S12

Für Schütze	Ausführung	Bemessungssteuerspeisespannung U_s ¹⁾		LK	Bestell-Nr. ²⁾	
		AC-Betätigung	DC-Betätigung			
Typ		AC V	DC V			
Überspannungsbegrenzer ohne LED (auch für Cage Clamp-Anschluss)						
<i>Baugrößen S2 und S3</i>						
zum Anstecken an die Spulenschlüsse oben oder unten						
 3RT19 26-1B.00	3RT1. 3, 3RT1. 4	Varistor	24 ... 48	24 ... 70	▶ 3RT19 26-1BB00	
			48 ... 127	70 ... 150	▶ 3RT19 26-1BC00	
			127 ... 240	150 ... 250	▶ 3RT19 26-1BD00	
			240 ... 400	--	▶ 3RT19 26-1BE00	
			400 ... 600	--	B ▶ 3RT19 26-1BF00	
 3RT19 36-1C.00	3RT1. 3 ³⁾ , 3RT1. 4	RC-Glied	24 ... 48	24 ... 70	▶ 3RT19 36-1CB00	
			48 ... 127	70 ... 150	▶ 3RT19 36-1CC00	
			127 ... 240	150 ... 250	▶ 3RT19 36-1CD00	
			240 ... 400	--	▶ 3RT19 36-1CE00	
			400 ... 600	--	B ▶ 3RT19 36-1CF00	
 3RT19 36-1C.00	3RT1. 3, 3RT1. 4	Diodenkombination für DC-Betätigung				
			• oben einsteckbar (z.B. bei Schütz mit Überlastrelais)		24	▶ 3RT19 36-1ER00
					30 ... 250	▶ 3RT19 36-1ES00
			• unten einsteckbar (z.B. bei sicherungslosen Verbraucherabzweigen)		24	▶ 3RT19 36-1TR00
					30 ... 250	B ▶ 3RT19 36-1TS00
<i>Baugrößen S6 ... S12</i>						
zum Anstecken an die Einschubspule mit Schraubanschlüssen für Schütze mit						
• konventionellem Antrieb 3RT1. ...A... • elektronischem Antrieb 3RT1. ...N...						
 3RT19 56-1C.00	3RT1. 5, 3RT1. 6, 3RT1. 7	RC-Glied	24 ... 48	24 ... 70	▶ 3RT19 56-1CB00	
			48 ... 127	70 ... 150	▶ 3RT19 56-1CC00	
			127 ... 240	150 ... 250	▶ 3RT19 56-1CD00	
			240 ... 400	--	▶ 3RT19 56-1CE00	
			400 ... 600	--	C ▶ 3RT19 56-1CF00	

¹⁾ Bei AC Betätigung für 50/60 Hz einsetzbar. Weitere Spannungen auf Anfrage.

³⁾ Kann bei 3RT1. 3/AC-Antrieb nur oben angebaut werden.

²⁾ Für Packungen mit 10 bzw. 5 Stück ist die Bestell-Nr. mit "-Z" und Kurzangabe "X90" zu ergänzen.

5 Ansprechpartner

Technical Assistance für Niederspannungs-Schalttechnik

Persönlich von Mo - Fr. 8.00 bis 17.00 (CET)

Telefon: +49 (911)-895-5900

E-Mail: technical-assistance@siemens.com

Internet: <http://www.siemens.de/lowvoltage>

Per Fax rund um die Uhr

Fax: +49 (911)-895-5907

6 Gewährleistung, Haftung und Support

Für die in diesem Dokument enthaltenen Informationen übernehmen wir keine Gewähr.

Unsere Haftung, gleich aus welchem Rechtsgrund, für durch die Verwendung der in diesem Sirius Functional Example beschriebenen Beispiele, Hinweise, Programme, Projektierungs- und Leistungsdaten usw. verursachte Schäden ist ausgeschlossen, soweit nicht z.B. nach dem Produkthaftungsgesetz in Fällen des Vorsatzes, der grober Fahrlässigkeit, wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit, wegen einer Übernahme der Garantie für die Beschaffenheit einer Sache, wegen des arglistigen Verschweigens eines Mangels oder wegen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten zwingend gehaftet wird. Der Schadensersatz wegen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist jedoch auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit vorliegt oder wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit zwingend gehaftet wird. Eine Änderung der Beweislast zu Ihrem Nachteil ist hiermit nicht verbunden

7 Literaturverzeichnis

- [1] Schalten, Schützen, Verteilen in Niederspannungsnetzen, Fachbuch Siemens

Copyright© 2006 Siemens A&D.

Weitergabe oder Vervielfältigung dieser Safety Functional Examples oder Auszüge daraus sind nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich von Siemens A&D zugestanden.