



WHITE PAPER | SEPTEMBER 2021

Geräte zum **Schutz von Steuerstromkreisen** und Betriebsmitteln

Sichere und intelligente Stromverteilung im Steuerstromkreis

Ob in Industrie, Infrastruktur oder Gebäuden: Jede Umgebung ist auf die zuverlässige Versorgung mit elektrischer Energie angewiesen. Gefragt sind deshalb Produkte und Systeme, die größtmögliche Sicherheit und optimale Effizienz bieten. Das umfassende Portfolio für die Absicherung von Steuerstromkreisen deckt jede Anforderung ab – von der Gesamtanlage bis zum einzelnen Verbraucher.

SIEMENS

[siemens.de/schaltschrank](https://www.siemens.de/schaltschrank)

Inhalt

Grundlagen	3
Allgemeines	3
Bauformen	4
Unterschiede zwischen Leitungsschutz- und Geräteschutzschaltern	6
Selektive Absicherung von Steuerstromkreisen	11
Allgemeines	11
Anforderungen an die Absicherung von speicherprogrammierbaren Steuerungen	11
Besonderheiten von Schaltnetzteilen	12
Leitungsschutzschalter zur Absicherung von Steuerstromkreisen	12
Geräteschutzschalter zur Absicherung von Steuerstromkreisen	13
Selektivitätsmodule zur Absicherung von Steuerstromkreisen	14
Kriterien für die Auswahl der Komponenten zur Absicherung von Steuerstromkreisen	15
Dimensionierung und Absicherung von Steuerstromkreisen nach UL	16
NEC - National Electrical Code	16
UL - Underwriters Laboratories	16
Relevante Normen für den Schaltanlagenbau	16
Hauptstromkreise (Feeder Circuit / Branch Circuit)	17
Steuerstromkreise (Control Circuits)	18
Produktüberblick Geräte zur Absicherung	23
Thermomagnetische Geräteschutzschalter 5SY1	23
Elektronische Geräteschutzschalter 5SK9	24
SITOP Selektivitätsmodul 6EP	25
Weitere Informationen	26

Grundlagen

Allgemeines

Die Anforderungen an eine zuverlässige Energieversorgung von modernen Anlagen werden immer höher. Durch die steigende Anzahl der Verbraucher und einen ständig wachsenden Automatisierungsgrad ist es heute wichtiger denn je, die Qualität der Stromversorgung für die Gesamtanlage und auch die einzelnen Geräte dauerhaft zu gewährleisten. Hier gilt es, Strom- und Produktionsausfälle gezielt zu vermeiden, um mögliche wirtschaftliche Schäden zu verhindern. Dies erreicht man durch abgestimmte Gerätekombinationen von zuverlässigen Stromversorgungen und geeigneter Schutzgeräte.

In elektrischen Anlagen werden viele Verbraucher von derselben Stromversorgung gespeist. Im Fehlerfall muss die Gleichspannungsversorgung erhalten bleiben und vom Fehler nicht betroffene Verbraucher unbeeinflusst bleiben. Geräteschutzschalter und Selektivitätsmodule werden hierbei zur parallelen selektiven Absicherung einzelner Geräte und Betriebsmittel eingesetzt, um so die Anlagenverfügbarkeit zu erhöhen und vor den Folgen von Überlast und Kurzschluss zu schützen. Im Falle einer Überlast oder eines Kurzschlusses schalten diese Geräte den entsprechenden Stromkreis ab.

Unter bestimmten Betriebsbedingungen können auch in einem elektrisch ungestörten, fehlerfreien Stromkreis Überlastströme auftreten. Überlastströme können z.B. durch blockierte Antriebe oder hohe Anlaufströme verursacht werden. Diese Überlast kann Schaden an Leitungen und Betriebsmitteln verursachen, wenn sie längere Zeit anhält und nicht abgeschaltet wird.

Kurzschlüsse in elektrischen Systemen können jederzeit entstehen; z.B. durch Fehlbedienung bei Schalthandlungen, Montage-/Inbetriebsetzungsfehler oder fehlerhafte Installationen. Diese Kurzschlüsse führen eine hohe Energie mit sich, die schlagartig freigesetzt wird. Folgeschäden für Leitungen und Betriebsmittel können den Anlagenbetrieb gefährden. Weitaus häufiger, aber nicht weniger gefährlich, ist die schleichende Entstehung von Kabelüberlastungen oder Kurzschlüssen, z.B. durch Alterungserscheinungen an der Kabelisolation, an Steckverbindungen oder Kabelbrüche.

Bauformen

Je nach Anwendungsgebiet variieren die Anforderungen an den Geräteschutz. Durch den Einsatz verschiedener Technologien ergeben sich unterschiedliche Bauformen mit ihren charakteristischen Abschaltverhalten und bieten so für jedes Anwendungsgebiet einen optimalen Schutz.

Thermomagnetische Geräteschutzschalter

Thermomagnetische Geräteschutzschalter sind eine elektrisch-mechanische Kombination aus einer Überlastschutz- und Kurzschlusschutzeinrichtung.

Wie auch bei Leitungsschutzschaltern wird der Überlastschutz durch eine thermische Auslöseeinheit realisiert. In Abhängigkeit der Höhe des Überstroms und der Zeit schaltet der Geräteschutzschalter innerhalb der festgelegten Grenzwerte ab. Die Abschaltung eines Überstroms erfolgt also zeitverzögert.

Der Kurzschlusschutz wird durch eine magnetische Auslöseeinheit sichergestellt. Hierbei erzeugt der Kurzschlussstrom ein magnetisches Feld, welches über eine Spule mit Schlaganker den Auslösemechanismus betätigt. Die Reaktion auf Kurzschlussströme erfolgt innerhalb weniger Millisekunden.

Im Falle einer manuellen Betätigung bzw. einer Auslösung bedingt durch Überlast oder Kurzschluss werden die Schaltkontakte geöffnet und der Stromkreis unterbrochen.



Thermomagnetischer
Geräteschutzschalter 5SY1

Die Kombination des elektrisch-mechanischen Überlast- und Kurzschlusschutzes ermöglicht ein Auslöseverhalten, welches unnötig frühes Abschalten bei betriebsbedingten kurzzeitigen Stromanstiegen (z.B. Anlaufströme von Motoren) unterbindet. Dennoch schützen diese Geräteschutzschalter vor andauernden Überlastströmen und Kurzschlüssen.

Thermomagnetische SENTRON Geräteschutzschalter zeichnen sich zusätzlich durch eine galvanische Trennung, einen großen Spannungsbereich und hohes Schaltvermögen für zuverlässigen Kurzschlusschutz aus. Gerade eine galvanische Trennung als sichere Form des Freischaltens im Wartungsfall, ist in manchen Branchen z.B. in der Prozessindustrie erforderlich.

Typische Anwendungsgebiete thermomagnetischer Geräteschutzschalter sind daher in den Bereichen Maschinen- und Anlagenbau, Prozesstechnik, Infrastruktur und auch Bahntechnik.

Elektronische Geräteschutzschalter und Selektivitätsmodule

Elektronische Geräteschutzschalter basieren im Wesentlichen auf Halbleiterelektronik mit integrierter Software zur Analyse und Abstimmung des Auslöseverhaltens. Genau wie thermomagnetische Geräteschutzschalter erfassen auch elektronische Geräteschutzschalter Überlast und Kurzschlüsse. Jedoch reagiert die Elektronik dynamisch, d.h. das anhand der gemessenen, elektrischen Größen zwischen verschiedenen Betriebs- und Fehlerszenarien differenziert werden und auch im Überlastfall eine schnelle Abschaltung erfolgen kann.

Diese schnelle Abschaltung im Überlastfall kann besonders für sensible Verbraucher wichtig sein. Gleichzeitig wird damit erreicht, dass ein Spannungseinbruch der Stromversorgung auf einen minimalen Zeitraum begrenzt wird. Somit wird eine Überlastung der Stromversorgung verhindert und parallele Betriebsmittel bleiben unbeeinflusst. Insbesondere speicherprogrammierbaren Steuerungen müssen vor Spannungseinbrüchen der Stromversorgung geschützt werden, um einen sicheren Betrieb der Produktion zu gewährleisten.

Durch die eingesetzte Halbleiterelektronik in elektronischen Geräteschutzschaltern sind bei dieser Bauart jedoch keine hohen Schaltvermögen und keine galvanische Trennung möglich.

Elektronische Geräteschutzschalter werden in Kombination mit 24 V DC Stromversorgungen eingesetzt und häufig für den Schutz von z.B. Relais, speicherprogrammierbaren Steuerungen, Sensoren und Aktoren eingesetzt.



Elektronischer Geräteschutzschalter



Selektivitätsmodul

Unterschiede zwischen Leitungsschutz- und Geräteschutzschaltern

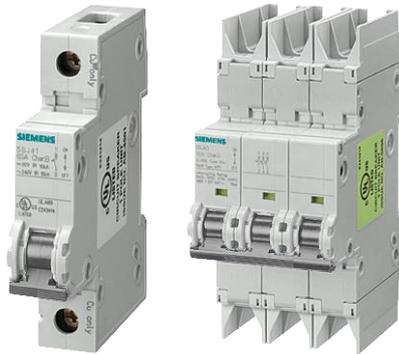
Leitungsschutzschalter

Die Isolierung von Kabeln und Leitungen bietet neben dem wichtigen Berührungsschutz auch einen Kurzschlusschutz zwischen den Leitungen untereinander. Verspröden oder Verschmelzen dieser Isolierung durch Übertemperaturen ist sowohl eine Gefahr für den Menschen als auch für die gesamte Elektroinstallation.

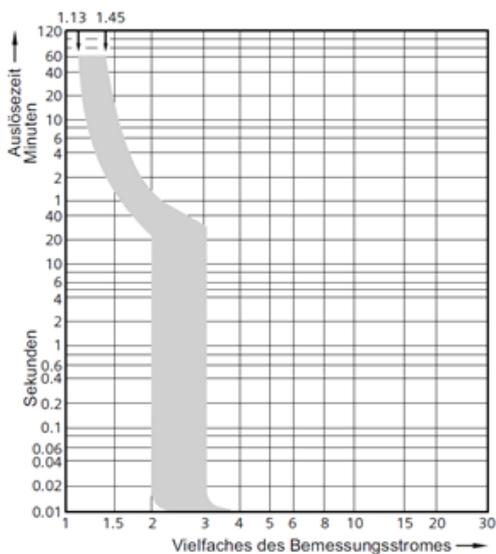
Leitungsschutzschalter wurden konzipiert, um Leitungen und Kabel gegen zu hohe Erwärmung ihrer Isolierung durch betriebsmäßige Überlastung und Kurzschlüsse zu schützen. Die typischen Kennlinien der Leitungsschutzschalter basieren auf den Temperaturbelastungskurven der PVC-Isolierung der Kabel und Leitungen.

Bei der Auswahl und Dimensionierung von Leitung und Leitungsschutz muss deshalb berücksichtigt werden, dass der Bemessungsstrom des Leitungsschutzschalters nicht über dem zulässigen Dauerbelastungsstrom der Leitung liegt. Der Strom der angeschlossenen Verbraucher ist dabei nicht bekannt. Das Schutzschaltgerät wird so ausgewählt, dass die Leitung nicht überlastet werden kann.

Abhängig von den Betriebsmitteln und dem Betriebsverhalten der angeschlossenen Verbraucher muss der Kurzschlussauslöser des LS-Schalters unterschiedlich schnell reagieren, um einen effizienten und sicheren Kurzschlusschutz darstellen zu können. Man spricht hierbei von Auslösecharakteristiken.

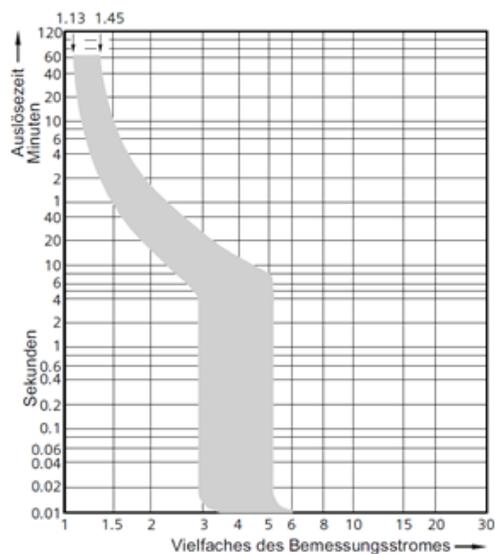


Leitungsschutzschalter 5SJ...-HG



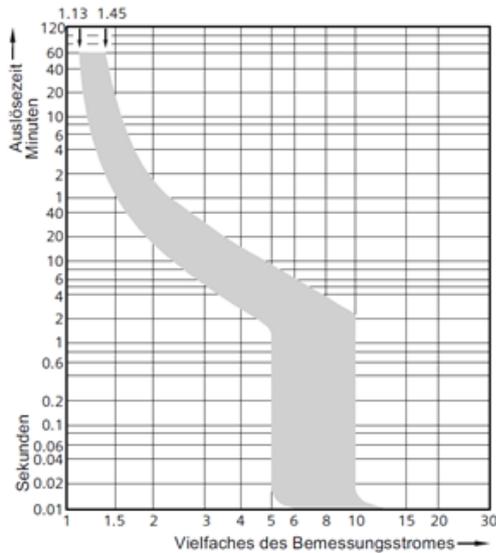
Auslösecharakteristik A

Für begrenzten Halbleiterschutz, Schutz von Messkreisen mit Wandler.



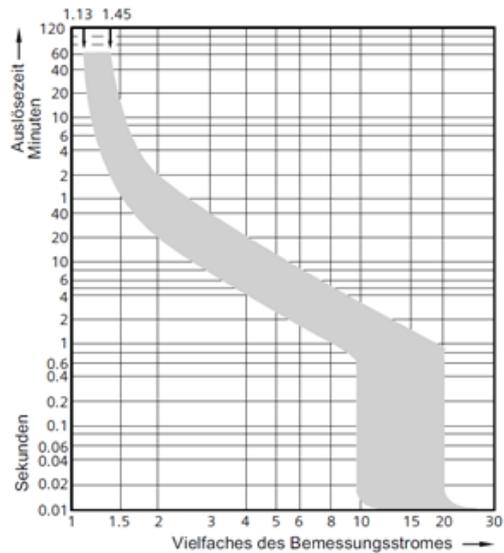
Auslösecharakteristik B

LS-Schalter mit dieser Auslösecharakteristik sind z.B. für den Einsatz in Steckdosen- und Beleuchtungs-Stromkreisen geeignet.



Auslösecharakteristik C

In Lampen- und Motoren-Stromkreisen mit höheren Anlaufströmen werden LS-Schalter mit Auslösecharakteristik C bevorzugt eingesetzt.



Auslösecharakteristik D

Für Stromkreise mit stark impulserzeugenden Betriebsmitteln, wie Transformatoren oder Magnetventilen.

Leitungsschutzschalter sind – wie auch thermomagnetische Geräteschutzschalter – eine elektrisch-mechanische Kombination aus einer Überlastschutz- und Kurzschlusschutzeinrichtung. Die Kurzschlussauslösung bei Leitungsschutzschaltern ist jedoch so ausgelegt, dass ein hoher Auslösestrom benötigt wird. Für eine schnelle Kurzschlussauslösung kann, je nach Charakteristik, ein Strom zwischen dem 2- bis 20-fachen des Nennstroms erforderlich sein. Je nach Schaltnetzteil oder Leitungsimpedanz kann dieser Strom unter Umständen nicht erreicht werden. Somit kann der benötigte höhere Auslösestrom den Leitungsschutzschalter nicht auslösen, wodurch die Systemspannung einbricht. Die Folge ist, dass parallele Verbraucher ausfallen.

Die Anforderungen an Leitungsschutzschalter sind in der Produktnormenreihe IEC / DIN EN 60898 beschrieben.

Thermomagnetische Geräteschutzschalter

Diese Geräteschutzschalter sind in der Produktnorm IEC / EN 60934 beschrieben und dienen in erster Linie dem Schutz von Geräten und Betriebsmitteln.

Schaltnetzteile begrenzen zu ihrem Selbstschutz den Ausgangsstrom, dadurch sind auch die möglichen Kurzschlussströme in den Stromkreisen begrenzt. Geräteschutzschalter brauchen deshalb nicht so hohe Kurzschlusschaltvermögen wie Leitungsschutzschalter beherrschen.

Anders als bei Leitungsschutzschaltern gibt die Produktnorm für Geräteschutzschalter keine festen Werte für die Auslösekennlinien vor. So gibt es für Geräteschutzschalter verschiedene Kennlinien, um deren Auslöseverhalten zu beschreiben. Dadurch lassen sich die unterschiedlichen Anforderungen der Anwendungsfälle abdecken. Grundsätzlich gilt aber auch hier, dass die Überlastauslösung (thermische Auslösung) träger reagiert als die Kurzschlussauslösung (magnetische Auslösung). Die spezifischen Kennwerte der Auslösekennlinien sind in der jeweiligen Literatur des Herstellers angegeben.

Thermomagnetische Geräteschutzschalter sind feiner als Leitungsschutzschalter auf mögliche Überlast- und Kurzschlussströme abgestimmt. Sowohl im Überlast- als auch im Kurzschlussfall schalten sie den betroffenen Stromkreis schnell ab, um Geräte und Betriebsmittel zu schützen und gleichzeitig mögliche Spannungseinbrüche der Stromversorgung zu vermeiden bzw. zu minimieren (siehe [Seite 23](#)).



Thermomagnetischer
Geräteschutzschalter 5SY1

Elektronische Geräteschutzschalter

Elektronische Geräteschutzschalter haben neben der schnellen Kurzschlussabschaltung auch eine zügigere Überlastabschaltung. Überlastströme in Höhe des 1,2-fachen Nennstroms werden bei diesen Ausführungen bereits nach 1 Sekunde abgeschaltet. So wird eine Überlastung des Schaltnetzteils vermieden, die Ausgangsspannung bleibt konstant und parallele Stromkreise werden nicht beeinflusst (siehe [Seite 24](#)).

Hinweis:

Nach der Auslösung von elektronischen Geräteschutzschaltern und Selektivitätsmodulen findet im Gegensatz zu thermomagnetischen Geräteschutzschaltern keine galvanische Trennung des Stromkreises statt.



Elektronischer Geräteschutzschalter 5SK9

Selektivitätsmodule

Mit den elektronischen Selektivitätsmodulen wird Selektivität in 24-V-Versorgungsstromkreisen zuverlässig erreicht. Ein SITOP Selektivitätsmodul überwacht bis zu vier oder acht 24-V-Ausgänge.

- Mit SITOP SEL1200 werden Standardanwendungen sicher vor Kurzschluss und Überlast geschützt. Es verfügt über eine schaltende Charakteristik. D.h. je höher der Strom, desto schneller wird der betroffene Ausgang abgeschaltet. Weil die Charakteristik der SEL1200 kurzzeitig hohe Ströme zulässt, lassen sich auch Verbraucher mit hohem Einschaltstrom einschalten.



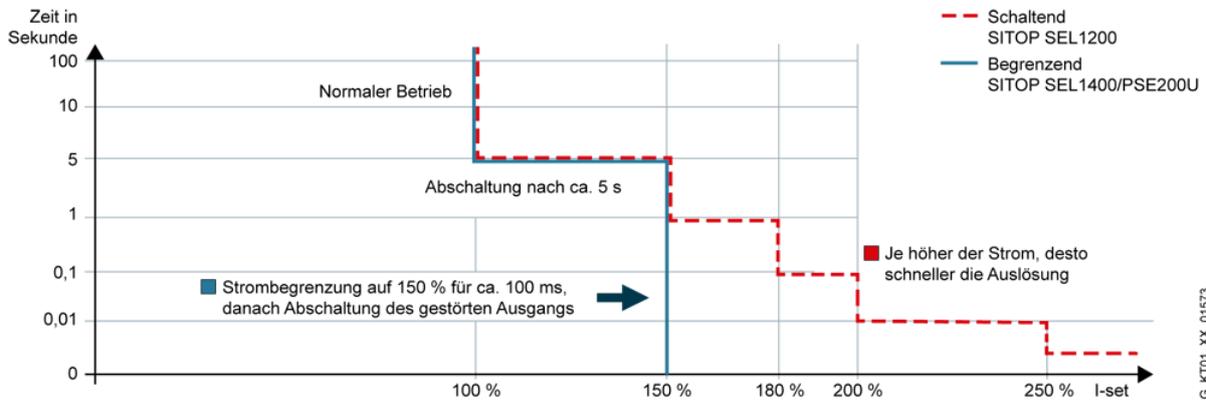
Selektivitätsmodul SITOP SEL1200 mit 8 Ausgängen

- Mit SITOP SEL1400 erreicht man einen sehr hohen Schutz vor Spannungseinbruch der Stromversorgung resultierend aus Kurzschluss oder Überlast. Es verfügt über eine strombegrenzende Abschaltcharakteristik. D.h. jeder Ausgang wird auf 150% des eingestellten Stroms begrenzt. Dadurch kann es selbst bei Kurzschluss zu keiner Überlastung und demzufolge auch zu keinem Spannungseinbruch am Ausgang des Netzgeräts kommen. Zudem überwacht die Elektronik kontinuierlich die 24-V-Eingangsspannung. Sobald diese einzubrechen droht, wird der Pfad mit einem höheren Strom als dem eingestellten sofort stromlos geschaltet. Alle anderen Abzweige werden unterbrechungsfrei weiter versorgt.



Selektivitätsmodul SITOP SEL1400 mit 8 Ausgängen

Die Diagnosefunktionen der Selektivitätsmodule SITOP SEL1200 und 1400 ermöglichen bereits eine Fehlereingrenzung und Reaktion von zentraler Stelle. Vor Ort am Schaltschrank helfen die kanalspezifischen LED-Anzeigen beim schnellen Auffinden der Fehlerquelle, Anlagentotalausfälle werden vermieden, Teilausfälle auf eine kurze Zeitdauer minimiert. Zusatznutzen bringen das Fern-Reset, manuelles Ab- und Zuschalten sowie sequenzielles Einschalten der einzelnen 24-V-Abzweige.



Auslösecharakteristik SITOP SEL1400/PSE200U und SEL1200: Strom begrenzend und schaltend

Selektive Absicherung von Steuerstromkreisen

Allgemeines

Im modernen Maschinen- und Anlagenbau werden viele Verbraucher gemeinsam durch ein Schaltnetzteil versorgt. Der Versorgungsstromkreis wird dabei auf einzelne Abzweige aufgeteilt und parallel selektiv abgesichert. So werden Störungen am Gesamtsystem vermieden und parallele Betriebsmittel bleiben unbeeinflusst.

Häufig werden hierfür Leitungsschutzschalter eingesetzt. Neben Leitungsschutzschaltern sind auch weitere Schutzgeräte in Steuerstromkreisen möglich.

Insbesondere die SITOP Selektivitätsmodule wie auch die SENTRON Geräteschutzschalter sind für die parallele selektive Absicherung von 24-V-Verbrauchsabzweigen konzipiert und daher besonders gut geeignet. Im Folgenden werden die Besonderheiten beschrieben und die verschiedenen Szenarien der Absicherung erläutert.

Anforderungen an die Absicherung von speicherprogrammierbaren Steuerungen

In der Produktnorm IEC / EN 61131-2 sind die Betriebsmittelanforderungen an speicherprogrammierbaren Steuerungen definiert. In Zusammenhang mit der Stromversorgung sind hier zwei wesentliche Anforderungen notiert:

- Eine Steuerung in einem nicht batteriebetriebenen System muss einen Spannungseinbruch von bis zu 10 Millisekunden unbeeinflusst überstehen
- Der Betriebsspannungsbereich muss zwischen 19,2 V und 30 V DC liegen

Damit es nicht zu Fehlfunktionen kommt, müssen diese Parameter eingehalten werden und die Stromversorgung für die SPS so abgesichert sein, dass es zu keinen Spannungseinbrüchen kommt.

Besonderheiten von Schaltnetzteilen

Getaktete Schaltnetzteile haben sich zur Versorgung der 24-V-Ebene automatisierter Anlagen längst flächendeckend durchgesetzt und das unregelmäßige Trafonetzteil abgelöst.

Schaltnetzteile sind mit ihren Bauteilen auf einen bestimmten Nennwert der Ausgangsleistung dimensioniert. Um die Geräte gegen Schädigung durch Überlastung zu schützen, wird der Ausgangsstrom elektronisch begrenzt. Der Einsatzpunkt der Strombegrenzung liegt hierbei in der Regel beim 1,1- bis zum 1,5-fachen des Nennwertes.

Dieser begrenzte Maximalstrom hat auch Auswirkungen auf das Auslöseverhalten der eingesetzten Schutzgeräte. Durch die Strombegrenzung des Schaltnetzteils wird der Ausgangsstrom im Überlast- oder Kurzschlussfall auf einen Wert limitiert, der nicht immer für eine schnelle Kurzschlussauslösung ausreicht. Insbesondere bei dem Einsatz und der Auswahl von Leitungsschutzschaltern muss dies bei der Projektierung berücksichtigt werden.

Wird jedoch ein Kurzschluss nicht schnell abgeschaltet, kann die 24-V-Spannung einbrechen. Alle Verbraucher würden unterversorgt und es kann zu Störungen im Betrieb kommen. Ein Effekt, der in der Fertigungs- und Prozessindustrie unbedingt vermieden werden muss.

Leitungsschutzschalter zur Absicherung von Steuerstromkreisen

Im einfachsten Fall kann ein Auslösen von Leitungsschutzschaltern größerer Nennstromstärke erreicht werden, indem eine Stromversorgung mit höherer Ausgangsleistung eingesetzt wird. Zum Teil wird in Stromversorgungen auch ein sogenannter „Power-Boost“ integriert. Hierbei ist das Schaltnetzteil kurzzeitig in der Lage, einen Ausgangsstrom bis zu einem Mehrfachen des Nennstroms zu liefern.

In der Praxis ist dies jedoch teilweise keine ausreichende Lösung, weil der mögliche Ausgangsstrom nicht immer zum Fließen kommt. Denn die ohmschen Widerstände der Hin- und Rückleitungen bis zur Fehlerstelle begrenzen den maximal möglichen Strom und können so die Kurzschlussauslösung des Leitungsschutzschalters verhindern. Zusätzlich muss bei der Projektierung berücksichtigt werden, dass die Auslösekennlinien grundsätzlich für AC-Spannungen ausgewiesen sind. Werden Leitungsschutzschalter bei DC-Spannung eingesetzt, ist ein Korrekturfaktor von etwa 1,4 im Kurzschlussauslösebereich zu berücksichtigen. Wenn ein Leitungsschutzschalter also bei Wechselstrom z.B. den 10-fachen Nennstrom zum schnellen Auslösen benötigt, würde er bei Gleichstrom den 14-fachen Nennstrom benötigen.

Eine Abschaltung fehlerhafter Verbraucherzweige mit einer Kombination von Schaltnetzteil und Leitungsschutzschalter kann somit nur unter Berücksichtigung der richtigen Projektierung und Auswahl des Leitungsschutzschalters erreicht werden. Der tatsächlich mögliche Kurzschlussstrom muss mindestens den Auslösestrom der Kurzschlussauslösung des Leitungsschutzschalters erreichen können. Die Ausgangsleistung der Stromversorgung, die Leitungsquerschnitte und Leitungslängen, der Bemessungsstrom des Leitungsschutzschalters und insbesondere die richtige Auswahl der Auslösecharakteristik des Leitungsschutzschalters sind hierbei zu berücksichtigen. Gerade für solche Anwendungen wurden Leitungsschutzschalter der Auslösecharakteristik A entwickelt.

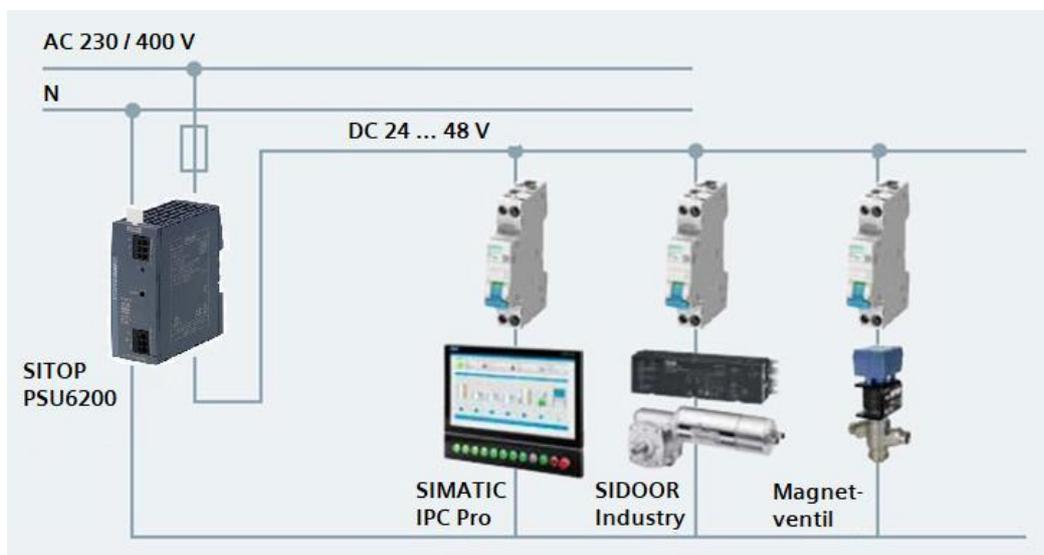
Für Verbraucher, die unempfindlich gegen Spannungseinbrüche sind, bieten Schaltnetzteile mit Leitungsschutzschalter bei richtiger Projektierung eine kostengünstige Lösung.

Bei empfindlichen Verbrauchern, begrenztem Kurzschlussstrom oder zur Absicherung von speicherprogrammierbaren Steuerungen eignen sich SENTRON Geräteschutzschalter oder SITOP Selektivitätsmodule.

Geräteschutzschalter zur Absicherung von Steuerstromkreisen

Geräteschutzschalter sind für die Absicherung von Steuerstromkreisen und Betriebsmitteln konzipiert. Im Vergleich zu Leitungsschutzschaltern weisen sie zwar nicht immer eine galvanische Trennung und hohe Kurzschlusschaltvermögen auf, jedoch ist die Auslösecharakteristik speziell auf die möglichen Strom- und Spannungsverhältnisse in 24-V-Steuerstromkreisen ausgelegt. Nicht nur im Kurzschlussfall, sondern auch im Überlastfall schalten sie den betroffenen Stromkreis präzise und schnell ab, um Geräte und Betriebsmittel zu schützen und gleichzeitig mögliche Spannungseinbrüche der Stromversorgung zu vermeiden bzw. zu minimieren. Dadurch lassen sich auch lange, dünne Leitungen zuverlässig absichern, bei denen der Kurzschlussstrom durch den hohen ohmschen Widerstand begrenzt ist.

Neben dieser Charakteristik bieten Geräteschutzschalter zusätzliche Möglichkeiten im Einsatz. So ist in SENTRON Geräteschutzschaltern ein Hilfsschalter integriert, z.B. zur Verwendung als Meldekontakt. Die Geräte können über Sammelschienen und auch Steckverbindern mit Reihenklemmen kombiniert werden.



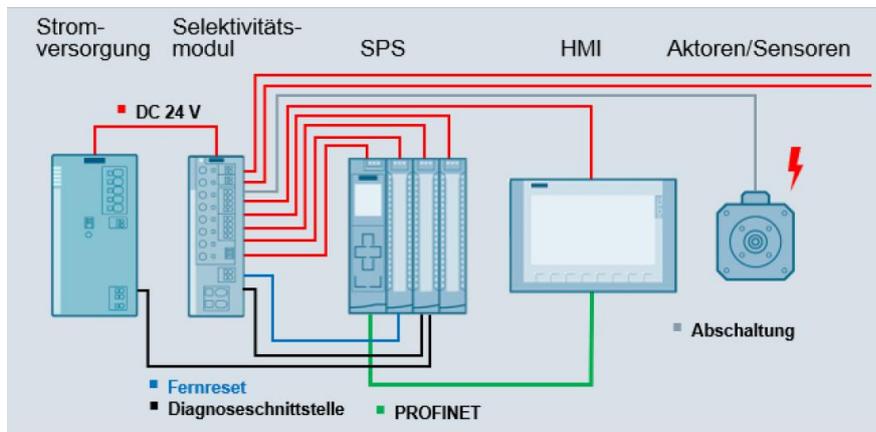
Anwendungsbeispiel SENTRON Geräteschutzschalter 5SY1 in Steuerstromkreisen

Selektivitätsmodule zur Absicherung von Steuerstromkreisen

Elektronische Selektivitätsmodule sind besonders auf das Verhalten von Schaltnetzgeräten und den zu versorgenden 24-V-Gleichspannungs-Abzweigen abgestimmt. Mit ihrer speziellen Abschaltcharakteristik reagieren sie auf Überstrom oder Kurzschluss in einem fehlerhaften Abzweig, selbst wenn dieser durch Leitungs- oder Übergangswiderstände begrenzt wird.

Insbesondere die erforderlichen kurzen Abschaltzeiten von bis zu 10 Millisekunden in Zusammenhang mit speicherprogrammierbaren Steuerungen können zuverlässig mit SITOP Selektivitätsmodulen erreicht werden.

Neben des speziell abgestimmten Abschaltverhalten bieten die Module auch weitere Funktionen wie z.B. die individuell einstellbare begrenzende Ausgangsstrom-Charakteristik oder auch individuell einstellbarem Auslösestrom.



Applikationsbeispiel mit einem Netzgerät (z.B. SITOP PSU6200) und Selektivitätsmodul SITOP SEL1400

Kriterien für die Auswahl der Komponenten zur Absicherung von Steuerstromkreisen

Bei der Auswahl der Schutzgeräte für die parallel selektive Absicherung von Steuerstromkreisen müssen neben der Nennspannung und des Nennstroms insbesondere auch die Anforderungen der jeweiligen Anwendung berücksichtigt werden. Entscheidend hierfür sind unter anderem die Art der Verbraucher, die Installation, in der die Verbraucher eingebettet sind und die Anforderungen an Zusatzfunktionen wie z.B. Diagnose.

Die folgende Übersicht soll eine Hilfestellung für die richtige Auswahl der Komponenten zur Absicherung von Steuerstromkreisen bieten:

	Leitungs- schutzschalter	Thermomagnetische Geräteschutzschalter	Elektronische Geräteschutzschalter	Selektivitäts- module
Verbraucher mit hohen Anlaufströmen	++	++		+
Hohes Kurzschluss-schaltvermögen	++	+		
Galvanische Trennung erforderlich	++	++		
Kompakte Baugröße	+	+	++	+
Modularität	+	+	++	++
Integrierter Hilfsschalter	+	++	++	++
Schnelle Auslösung im Kurzschlussfall		+	++	++
Schnelle Auslösung im Überlastfall		+	++	++
Lange Leitungslängen in der Installation			++	++
Absicherung von Verbrauchern in Stromkreisen neben SPS			+	++
Diagnosefunktionen			+	++

++ : besonders gut geeignet

+ : gut/teilweise geeignet

Dimensionierung und Absicherung von Steuerstromkreisen nach UL

Jede Schaltausrüstung wird in den USA vor Ort vom zuständigen AHJ-Inspektor (Authority Having Jurisdiction) überprüft und für den bestimmungsgemäßen Betrieb und Einsatz anhand der relevanten Normen freigegeben. Dabei müssen aber nachfolgende Unterscheidungen beachtet werden:

NEC - National Electrical Code

Der NEC (National Electrical Code) ist der einzige rechtsverbindliche Standard für Elektroausrüstungen in den USA. Er beschreibt die sichere Installation von elektrischen Leitungen und Geräten und wird durch die National Fire Protection Association (NFPA) herausgegeben. Dieser Standard ist der einzige, der einen gesetzlichen Status hat und somit von Regierungsbehörden ähnlich einem Gesetz anerkannt wird.

UL - Underwriters Laboratories

UL ist eine unabhängige Prüforganisation, die Produkte hinsichtlich ihrer Sicherheit untersucht und zertifiziert. Sie prüft Produkte, Komponenten, Materialien und Systeme, ob sie spezifischen Ansprüchen genügen. Nach Prüfung dürfen diese Erzeugnisse das UL-Prüfzeichen tragen, solange sie die vorgegebenen Standards einhalten. UL hat als Alleinstellungsmerkmal das Privileg, dass sie anerkannte Produktprüfnormen selbst erstellen dürfen. Das heißt, die anderen anerkannten Prüforganisationen müssen nach den UL Produktprüfnormen prüfen.

Relevante Normen für den Schaltanlagenbau

Die relevanten Anforderungen an die Geräte für den Einsatz in Schaltschränken sind in der Applikationsnorm UL508A „Industrial Control Panels“ enthalten. Für eine erfolgreiche Abnahme der Schaltausrüstung muss der Hersteller der Schaltschränke für den Export in die USA Folgendes berücksichtigen: Bei Verwendung von UL-zertifizierten Komponenten muss unterschieden werden zwischen „UL-listed“-Komponenten, deren Einsatz aufgrund von Prüfnormen zugelassen sind und „UL-recognized“-Komponenten, deren eingeschränkte Bedingungen („conditions of acceptability“) für den individuellen Einsatz in einem Gesamtsystem zu beachten sind.

Hauptstromkreise (Feeder Circuit / Branch Circuit)

Der NEC, die NFPA 79 und die UL 508A unterscheiden im Hauptstromkreis generell zwischen den folgenden beiden Stromkreisen:

- Verteilerstromkreis (Feeder Circuit)
- Abzweigstromkreis (Branch Circuit)

Feeder Circuit

Gemäß NEC, NFPA 79 und UL 508A bezeichnet man als Feeder Circuit alle Leitungen und Stromkreise auf der Einspeiseseite des letzten Kurzschlusschutzgerätes (Branch Circuit Protective Device) vor der Last.

Um Leitungen und Komponenten im Feeder Circuit gegen Kurzschluss entsprechend abzusichern, müssen gemäß UL 508A, Kapitel 32 folgende Schutzgeräte (Feeder Circuit Protective Device) verwendet werden:

- Inverse-time circuit breakers nach UL 489 oder
- Schmelzsicherungen nach UL 248-4...12 und -15

SENTRON Leitungsschutzschalter 5SJ4...-HG sind als Inverse-time-Circuit Breaker nach UL 489 geprüft, und können als vollwertige Absicherung überall in Verteilerstromkreisen (Feeder Circuit) und auch in Abzweigstromkreisen (Branch Circuit) sowie in Steuerstromkreisen eingesetzt werden (siehe auch [Seite 6](#)).

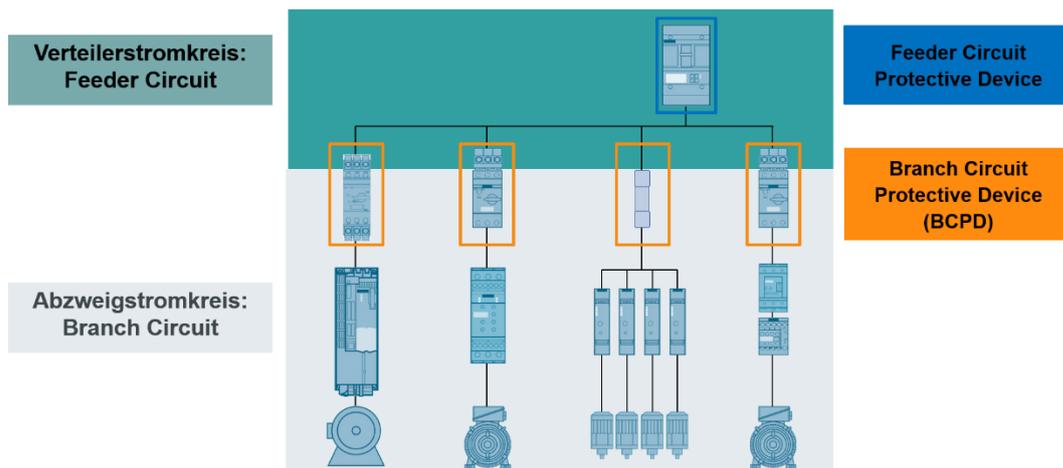
Hinweis:

Das Ausschaltvermögen ist für die Ermittlung des Gesamt-SCCR-Rating der Anlage zu berücksichtigen.

Die Anschlussklemmen entsprechen der Klasse „field wiring“. Das bedeutet, dass Geräte nicht nur in fabrikfertigen Verteilungen und Schaltschränken eingebaut werden dürfen, sondern auch vor Ort in der Anlage (Verdrahtungen, die aus dem Schaltschrank herausgeführt werden).

Branch Circuit

Lastabgänge ab dem Kurzschlusschutzgerät (Branch Circuit Protective Device) werden als „Branch Circuit“ bezeichnet.



Verteilerstromkreis (Feeder Circuit) und Abzweigstromkreis (Branch Circuit) nach NEC, NFPA 79 und UL 508A

Steuerstromkreise (Control Circuits)

Gemäß UL 508A, Kapitel 2.11, NEC, Kapitel 409.2 und NFPA 79, Kapitel 3.3.21, ist ein Steuerstromkreis ein Stromkreis, der die Signale für die Funktion und die Steuerung führt. Er führt nicht die elektrische Leistung für angeschlossene Lasten. Die UL 508A begrenzt den Steuerstromkreis üblicherweise auf 15 A. Hierbei handelt es sich um eine Empfehlung. Ein verpflichtender Maximalwert ist nicht angegeben.

Absicherung von Steuerstromkreisen (Control Circuits)

Die Absicherung von Steuerstromkreisen ist in der UL 508A, Kapitel 40 beschrieben. Folgende Geräte sind zur Absicherung eines Steuerstromkreises uneingeschränkt zugelassen:

- Inverse-time circuit breaker nach UL 489
- Schmelzsicherungen „Fuse, Class CC, Class J...“ nach UL 248-4...12, -15

Eingeschränkt zugelassene Geräte:

- Supplementary Protectors nach UL 1077
- Supplemental Fuses nach UL 248-14

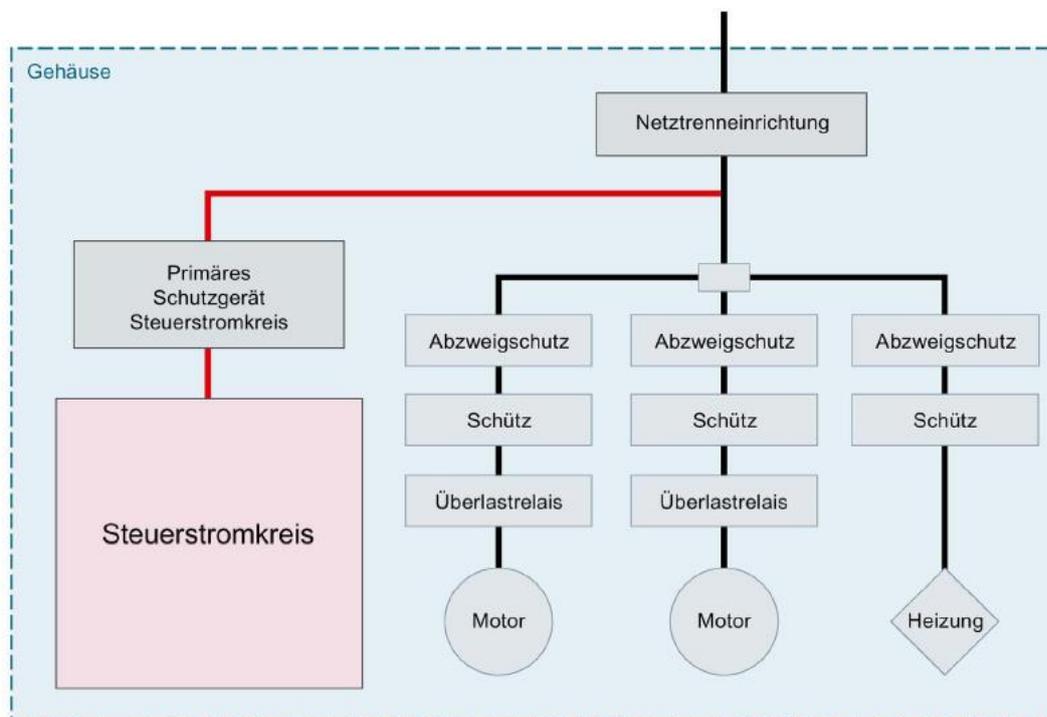
Steuerstromkreis nach der Netztrenneinrichtung, vor dem Abzweigschutz der Lasten

SENTRON Leitungsschutzschalter 5SJ4...-HG nach UL 489 können uneingeschränkt zur Absicherung von Steuerstromkreisen eingesetzt werden (siehe [Seite 6](#)).

Da diese Schutzgeräte sowohl uneingeschränkt zur Absicherung von Steuerstromkreisen als auch überall in Hauptstromkreisen (Feeder und Branch Circuits) eingesetzt werden können, sind sie eine Allround-Lösung für den Schutz gegen Überstrom und Kurzschluss nach UL.

Hinweis:

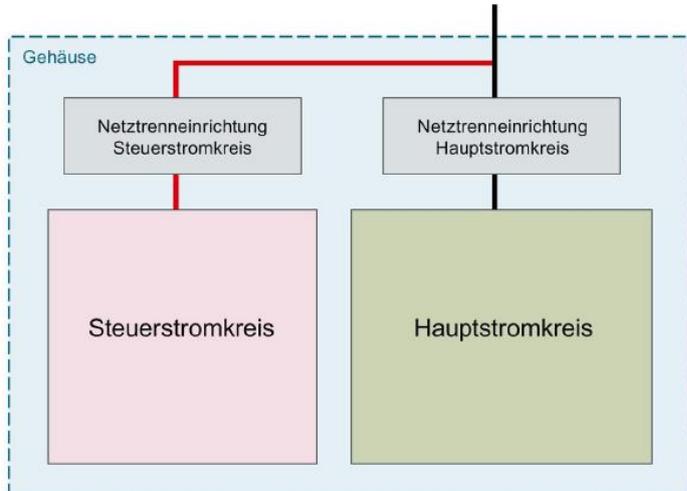
Das Ausschaltvermögen ist für die Ermittlung des Gesamt-SCCR-Rating der Anlage zu berücksichtigen.



Beispiel: Steuerstromkreis nach der Netztrenneinrichtung, vor den Lastabzweigen, abgegriffen

Steuerstromkreis vor dem Hauptschalter abgezweigt (excepted circuit)

Ein Steuerstromkreis kann auch vor der Netztrenneinrichtung an das Versorgungsnetz angeschlossen werden. Hier können nur Circuit Breaker nach UL 489 oder Branch circuit fuses nach UL 248-4 ... 12, -15 als Absicherung eingesetzt werden.

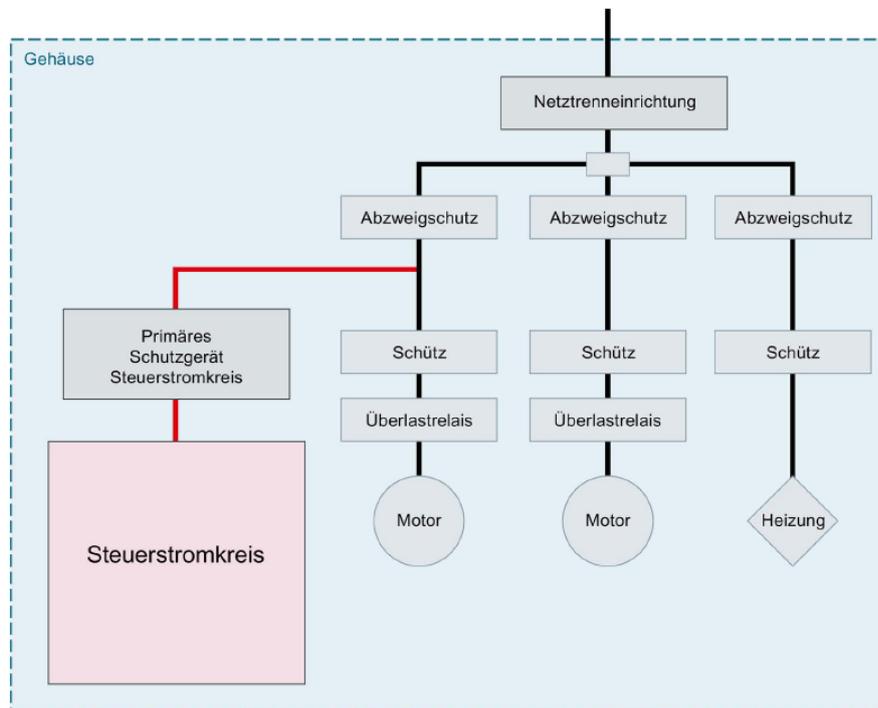


Beispiel: Steuerstromkreis vor dem Hauptschalter abgezweigt (excepted circuit)

Steuerstromkreis nach dem Abzweigschutz (Branch Circuit Protective Device)

Supplementary Protectors nach UL 1077 sind als primäres Schutzgerät des Steuerstromkreises nur zugelassen, wenn der Steuerstromkreis nach einem Abzweigschutz (Branch Circuit Protective Device) abgezweigt wurde.

SETRON Leitungsschutzschalter 5SY4 und SETRON thermomagnetische Geräteschutzschalter 5SY1 (siehe Seite 4 und Seite 23) sind nach UL 1077 geprüft, und können als „Supplementary Protectors“ in Steuerstromkreisen beim direkten Abgriff nach dem Abzweigschutz (Branch Circuit Protective Device) eingesetzt werden.



Beispiel: Steuerstromkreis nach dem Abzweigschutz (Branch Circuit Protective Device) abgegriffen

Hinweis:

Auch wenn diese Geräte normenkonform verbaut sind, kann es vorkommen, dass in den USA und Kanada die "Authority Having Jurisdiction" (AHJ) diese Geräte bei der Abnahme nicht akzeptiert. Für eine sichere Planung empfehlen wir, uneingeschränkt zugelassene Geräte „wie der Inverse-time-CB“ 5SJ.. einzusetzen. In diesem Fall kann auch der Steuerstromkreis vor dem Abzweigschutz abgezweigt werden.

Folgende Steuerstromkreise sind in der UL 508A definiert:

1. Class 1 Control Circuit
2. Class 2 Control Circuit
3. Low voltage limited energy circuit

Der NEC und die NFPA 79 definieren nur Class 1 und Class 2 Stromkreise. Das bedeutet, wenn ein „Low voltage limited energy circuit“ gemäß UL 508A den Schaltschrank verlässt, wird er außerhalb des Schaltschranks als Class 1 Stromkreis behandelt. Abgangsklemmen eines „Low voltage limited energy circuit“ sind mit „Class 1 circuit“ zu kennzeichnen.

Class 1 Control Circuit

Ein Class 1 Steuerstromkreis ist, nach Definition UL 508A Kapitel 2.6, ein Steuerstromkreis mit den folgenden Eigenschaften:

- Auf der Lastseite eines Kurzschlusschutzgeräts
- Auf der Abgangsseite eines Trafos oder Netzgeräts
- Mit max. 600 V Steuerspannung (unabhängig ob AC oder DC)

Die NFPA 79 limitiert im Kapitel 9.1.2.1 und 9.1.2.2 die Spannung auf 120 V AC bzw. 250 V DC.

Class 2 Control Circuit

Ein Class 2 Steuerstromkreis muss immer dann aufgebaut werden, wenn Komponenten nur für einen Class 2 Steuerstromkreis zugelassen sind. Solche Komponenten sind mit „For use in class 2 circuits only“ oder ähnlich gekennzeichnet.

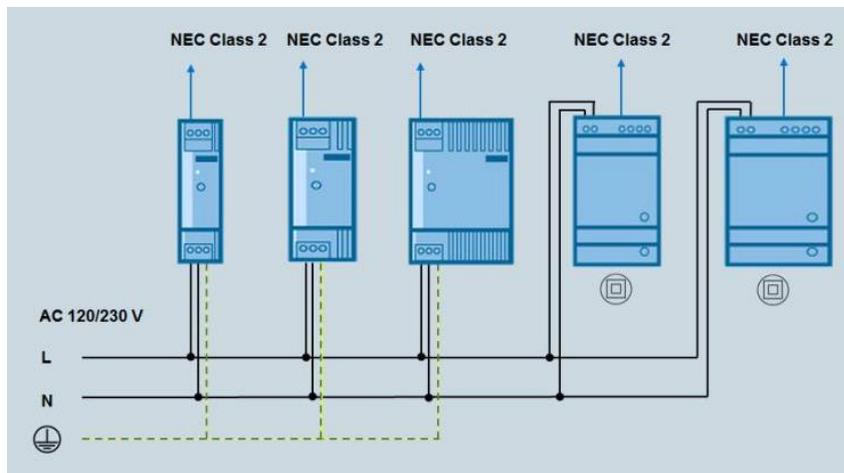
Definition nach UL 508A, Kapitel 2.8:

Ein Class 2 Steuerstromkreis ist ein Steuerstromkreis mit den folgenden Eigenschaften:

- Versorgt durch eine Energiequelle mit maximal 30 Veff oder weniger
- Versorgt durch ein nach UL1310 getestetes Class 2 Netzteil oder nach Class 2 gelisteter Transformator

Die NFPA 79 beinhaltet den Class 2 Steuerstromkreis, beschreibt diesen aber nicht näher, da dieser im NEC, Kapitel 725, wie folgt definiert ist:

- Stromkreis an der Lastseite einer gelisteten Class 2 Stromversorgung
- Bietet auf Grund der begrenzten Energie Brandsicherheit und Schutz vor elektrischem Schlag

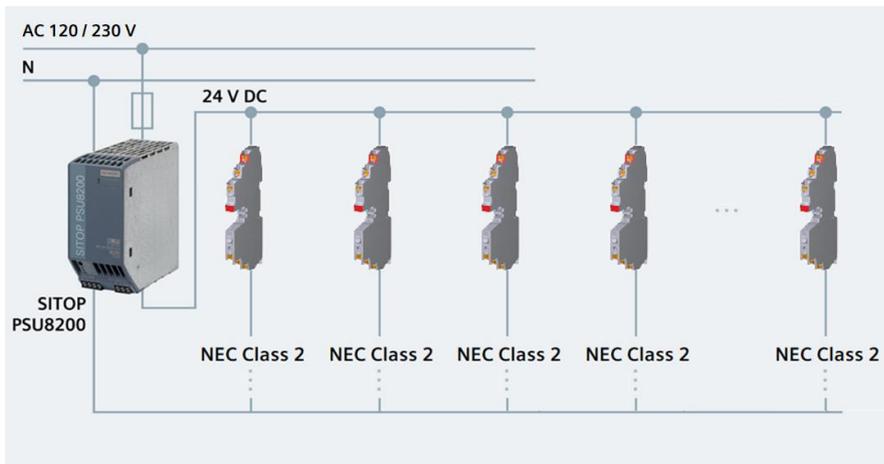


Beispiel eines Class 2 Control Circuits mit mehreren NEC Class 2 Steuerstromkreisen versorgt über jeweils eine SITOP NEC Class 2 Stromversorgung

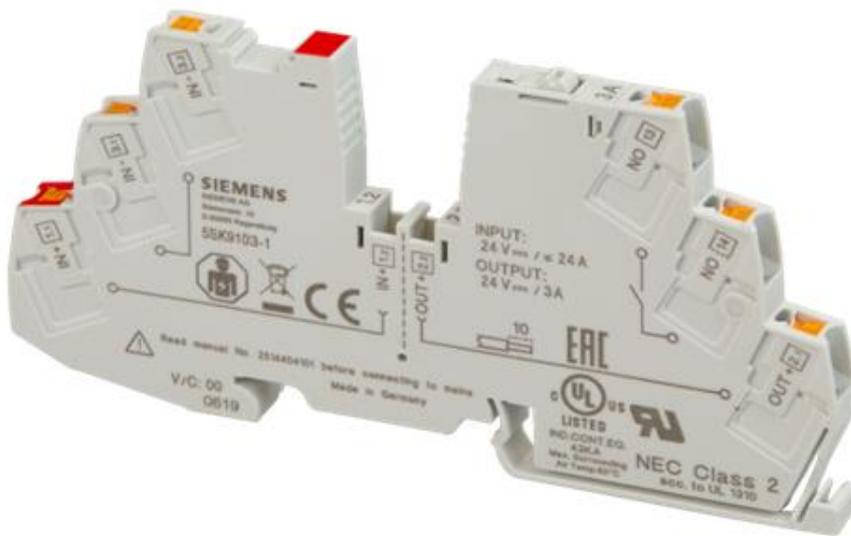
Komponenten und Leitungen, die komplett in einem Class 2 Steuerstromkreis liegen, müssen nicht durch den Inspektor abgenommen werden. Dadurch können auch ungelistete Komponenten und Leitungen eingesetzt werden.

Trotz dieser Ausnahme ist aber zu empfehlen, möglichst UL-zugelassene Komponenten und Leitungen einzusetzen. Diese Ausnahme ist primär dafür gedacht um Komponenten ohne UL-Zulassung, die am Markt erhältlich sind, trotzdem einsetzen zu können. Beispielsweise im Sondermaschinenbau kann es sein, dass Komponenten ohne UL-Zulassung (z. B. selbst gebaute Steuerplatinen) zwingend benötigt werden.

Für eine parallel selektive Absicherung einzelner Komponenten nach einer Standard-Stromversorgung können SENTRON Geräteschutzschalter 5SK9 (NEC Class 2 according UL 1310 Class 2 power unit – siehe untere Abbildung) oder auch die beiden Selektivitätsmodule SITOP PSE200U (NEC Class 2 according UL 1310 Class 2 power unit) 6EP1961-2BA51/...-2BA61 eingesetzt werden, um einen NEC Class 2 Stromkreis mit einer Last von max. 100 Watt aufzubauen.



Beispiel mehrerer NEC Class 2 Steuerstromkreise versorgt über jeweils eine Stromversorgung ohne NEC Class 2



Geräteschutzschalter 5SK9 (NEC Class 2 according UL 1310)

Produktüberblick Geräte zur Absicherung

Thermomagnetische Geräteschutzschalter 5SY1

Geräteschutzschalter 5SY1 bieten für jeden Anwendungsfall den optimalen Schutz in AC- und DC-Stromkreisen in der Industrie und im Anlagenbau. Thermomagnetische Geräteschutzschalter 5SY1 werden zum Schutz von Magnetventilen, Servomotoren, Meldeleuchten bis zu SPS-Eingängen eingesetzt. Überall dort, wo es gilt, Verbraucher vor Überlast und Kurzschluss zu schützen.



Highlights

- Absicherung von AC- und DC-Stromkreisen
 - Betriebsspannung: AC bis 250 V (IEC)
 - Betriebsspannung: AC bis 277 V (UL 1077)
 - Betriebsspannung: DC 12 V ... 60 V
- Schaltvermögen mindestens 3 kA
- UL 1077
- Thermischer Auslösebereich von 1,05 bis 1,35 x I_n
- Magnetischer Auslösebereich 2,5 ... 4 x I_n (F1 Kurve) und 4 ... 7 x I_n (F2-Kurve)
- Galvanische Trennung für sicherheitsrelevante Anwendungen
- Integrierter Hilfsschalter

Zubehör

- Hilfs-/Fehlersignalschalter (AS+FC) mit/ohne Kommunikation
- Fernantrieb (RC-Mech.)

Weitere Informationen siehe Katalog LV 10, [Kapitel Leitungsschutzschalter](#).

Elektronische Geräteschutzschalter 5SK9

Elektronische Geräteschutzschalter 5SK9 eignen sich optimal für den Schutz von z.B. Relais, programmierbaren Steuerungen, Motoren, Sensoren und Aktoren sowie Ventilen. Eine Stromanalyse in Kombination mit einer schnellen Auslösung im Fehlerfall vermeidet die Gefahr einer Überlastung des Schaltnetzteils.



Highlights

- Bemessungsspannung DC 24 V
- Kombinierbar mit Reihenklemmen 8WH und Zubehör
- NEC Class 2 according to UL 1310
- ANSI/UL 2367 "Solid State Overcurrent Protectors"
- Transparenter Betriebszustand (LED mit Vorwarnstufe)
- Schmale Konstruktion, platzsparend
- Gelbe LED warnt bei $0,8 \times I_n \rightarrow$ Vorwarnstufe vor Abschaltung
- Integrierter Hilfsschalter

Zubehör

- Kombinierbar mit Reihenklemmen 8WH und Zubehör

Weitere Informationen siehe Katalog LV 10, [Kapitel Leitungsschutzschalter](#).

SITOP Selektivitätsmodul 6EP

Das Selektivitätsmodul dient in Verbindung mit 24-V-Stromversorgungen zur Aufteilung des Laststroms auf mehrere Stromzweige und zur Überwachung der einzelnen Teilströme. Durch Überlast oder Kurzschluss verursachte Fehler in einzelnen Zweigen werden erkannt und selektiv abgeschaltet, sodass weitere Laststrompfade von der Störung unbeeinflusst bleiben. Die Variante mit Einzelkanalmeldung ermöglicht auch die kanalgenaue Fehlerortung aus der Ferne.



Highlights

- Schutz vor Überlast oder Kurzschluss im 24-V-Kreis
- Sicheres Auslösen, unabhängig vom Leitungswiderstand
- SEL1200: abschaltende Charakteristik für Standard-Absicherung und hohe Einschaltströme
- SEL1400/PSE200U: strombegrenzend für erhöhte Anforderungen an die Absicherung durch Stabilisierung der 24 V
- Sequenzielles Zuschalten reduziert Summen-Einschaltstrom
- Summenmeldekontakt oder Einzelkanalauswertung (PSE200U)
- SEL1200/1400: 4 oder 8 Ausgänge, Schwellwert jeweils stufenlos einstellbar bis 5 A oder 10 A, mit Diagnose von Spannung, Strom, eingestelltem Schwellwert, ggf. Abschaltgrund
- PSE200U 6EP1961-2BA51/...-2BA61: 4 Ausgänge mit Spannungsmesspunkt für Strom ($1 \text{ V} \triangleq 1 \text{ A}$), Varianten mit NEC Class 2

Weitere Informationen siehe Katalog [KT 10.1](#).

Weitere Informationen

Siemens Industry Online Support

- www.siemens.de/lowvoltage/produktsupport

Integrated Control Panels

- Informationen rund um Normen und Engineering von industriellen Schaltschränken
<https://siemens.de/schaltschrank>
- Praxistipp „Dimensionierung und Absicherung von Steuerstromkreisen nach UL“
<https://new.siemens.com/de/de/branchen/schaltschrankbau/forms/steuerstromkreise-usa.html>
- Leitfaden für die praktische Anwendung „Schaltschränke und elektrische Ausrüstung von industriellen Maschinen für Nordamerika“
<https://new.siemens.com/de/de/branchen/schaltschrankbau/forms/ul-leitfaden.html>

Produktinformationen

- SENTRON Leitungsschutzschalter und Geräteschutzschalter
<https://new.siemens.com/de/de/produkte/energie/niederspannung/komponenten/sentron-schutzgeraete/leitungsschutzschalter.html>
- SITOP Selektivitätsmodule
<https://new.siemens.com/de/de/produkte/automatisierung/stromversorgung/add-on-module.html>

Herausgeber:

Siemens AG
Smart Infrastructure
Electrical Products
Siemensstraße 10
93055 Regensburg
Deutschland

© Siemens 2021

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen, bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich vereinbart werden.