



WHITE PAPER

# Dimensionierung und Absicherung von Steuerstromkreisen nach UL

Beim Einsatz von Schaltanlagen in den USA ist es erforderlich, die US-amerikanischen Normen bezüglich Sicherheit und Brandschutz einzuhalten. Der korrekten und normgerechten Projektierung der Schaltanlage kommt dabei eine zentrale Bedeutung zu, denn je nach Verwendung von freigegebenen bzw. approbierten Komponenten kann die Überprüfung vor Ort deutlich vereinfacht werden.

Die wesentlichen Anforderungen an die Dimensionierung und Absicherung von Steuerstromkreisen sollen nachfolgend beschrieben werden.

**SIEMENS**

# Inhalt

<b>Schaltausrüstung zum Einsatz in den USA</b>	<b>3</b>
NEC- National Electrical Code	3
UL - Underwriters Laboratories	3
Relevante Normen für den Schaltanlagenbau	3
<b>Steuerstromkreise</b>	<b>4</b>
NEC Class 1 Control Circuit (UL 508A § 2.6) = unlimitierter allgemeiner Steuerstromkreis	4
Class 2 Control Circuit (UL 508A § 2.7) = Steuerstromkreis mit begrenzter Leistung	4
Low - Voltage Limited Energy Circuit (UL 508A § 2.32) = LVLEC	8
<b>Anforderungen an eine Stromversorgung nach UL</b>	<b>9</b>
Anforderungen an den einphasigen primären Anschluss einer Stromversorgung	9
Anforderungen an den dreiphasigen primären Anschluss einer Stromversorgung	9
Anforderungen an den sekundären Anschluss einer Stromversorgung (Beispiel SITOP)	10
<b>Portfolio an SITOP-Stromversorgungen und Add-on-Modulen für Steuerstromkreise nach NEC Class 2</b>	<b>11</b>
<b>Abkürzungen</b>	<b>13</b>
<b>Weiterführende Informationen</b>	<b>13</b>

# Schaltausrüstung zum Einsatz in den USA

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 ist der einzige rechtsverbindliche Standard für Elektroausrüstungen in den USA. Er 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. Auf Grundlage dieses Standards erfolgt die Überprüfung und Abnahme durch den AHJ-Inspektor.

## **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**

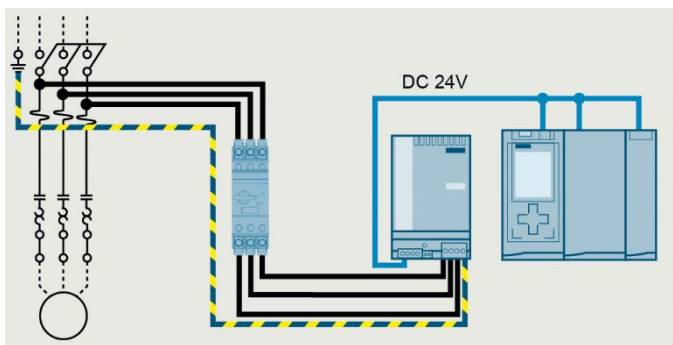
Die relevanten Anforderungen an die Geräte für den Einsatz in Schaltschränken sind in der Applikationsnorm UL 508A „Industrial Control Panels“ enthalten. Für eine erfolgreiche Abnahme der Schaltausrüstung muss der Hersteller der Schaltschränke für den Export in die USA folgendes berücksichtigen: Bei Verwendung von UL-zertifizierten Komponenten muss unterschieden werden zwischen „UL-listet“ 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.

# Steuerstromkreise

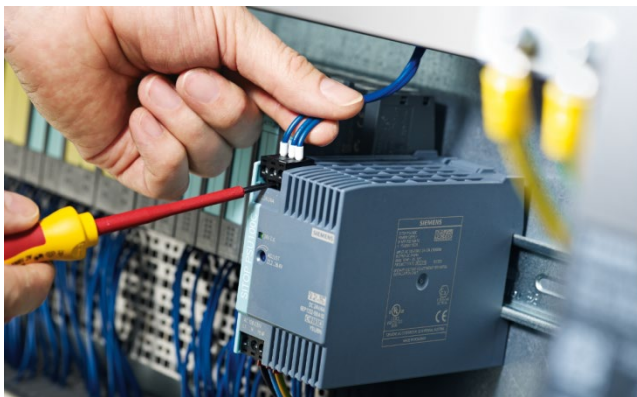
Ein Steuerstromkreis ist als ein Stromkreis, definiert, der nur Signale einer Steuerung versorgt (z. B. SPS, Relais), d. h. keine Hauptstromkreislasten (z. B. Motoren, Heizungen) versorgen darf.

## NEC Class 1 Control Circuit (UL 508A § 2.6) = unlimitierter allgemeiner Steuerstromkreis

Steuerstromkreise „Class 1 Control Circuit“ dürfen direkt an einen Branch (Lastabzweig) angeschlossen werden, aber auch vom Feeder (Verteilerkreis) abzweigen. Sie können außerdem direkt an einen eigenen Abzweig oder an die Abgangsseite eines Transformators oder Netzgerätes angeschlossen werden. Die maximale Spannung beträgt 600 V. Der maximale Strom (Leistung) ist unbegrenzt (üblicherweise maximal 15 A).

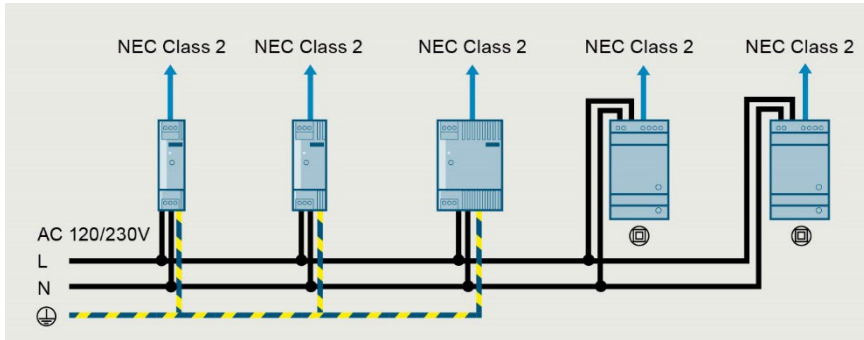


Class 1 Control Circuit



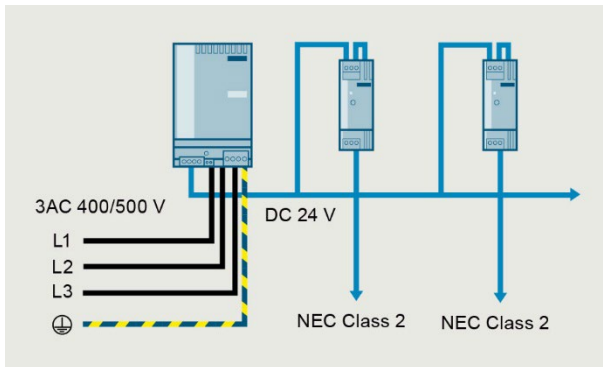
## Class 2 Control Circuit (UL 508A § 2.7) = Steuerstromkreis mit begrenzter Leistung

Der Aufbau dieser Steuerstromkreise erfolgt über eigens zugelassene Netzgeräte, die mit speziellen „OUTPUT: NEC Class 2“ gekennzeichnet sind. Diese Stromversorgungen zeichnen sich dadurch aus, dass auch im Fehlerfall die Ausgangsleistung auf 100 VA begrenzt ist. Komponenten im Steuerstromkreis mit der Zulassung „...for use with Class 2 only...“ dürfen nur von diesen Class 2 Netzteilen versorgt werden. Der Vorteil für den Anwender liegt darin, dass auch UL-ungelistede Geräte im „NEC Class 2 Kreis“ verwendet werden dürfen, da der AHJ die Komponenten im diesem sicheren Steuerstromkreis nicht abnehmen muss. Bei der Abnahme des Schaltschranks wird der AHJ den Hinweis aus dem UL Testreport der Netzgeräte übernehmen: „These following models are additional investigated for NEC Class 2 output and comply with its requirement“. Ein NEC Class 2 Steuerstromkreis darf aus dem Schaltschrank herausgeführt werden, wenn er an den Klemmen eigens dafür gekennzeichnet ist und von anderen Stromkreisen getrennt verlegt wird. Für die Realisierung von NEC Class 2 Steuerstromkreisen gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Die klassische Variante ist die Verwendung von NEC Class 2 Stromversorgungen.



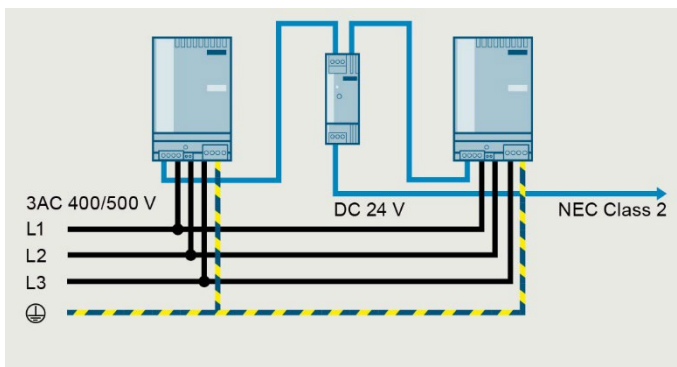
Mehrere NEC Class 2 Steuerstromkreise versorgt über jeweils eine NEC Class 2 Stromversorgung

Eine weitere Möglichkeit einen NEC Class 2 Steuerstromkreis aufzubauen, ist die Verwendung von speziell getesteten Class 2 SITOP-Redundanz-Modulen, deren Ausgänge eine Leistungsbegrenzung von 100 VA haben. Der große Vorteil dieser Lösung besteht darin, dass eine zentrale Stromversorgung verwendet werden kann. Durch den Einsatz dieser Redundanzmodule ist es möglich, die NEC Class 2 Abgänge je nach Erfordernis dezentral aufzubauen.

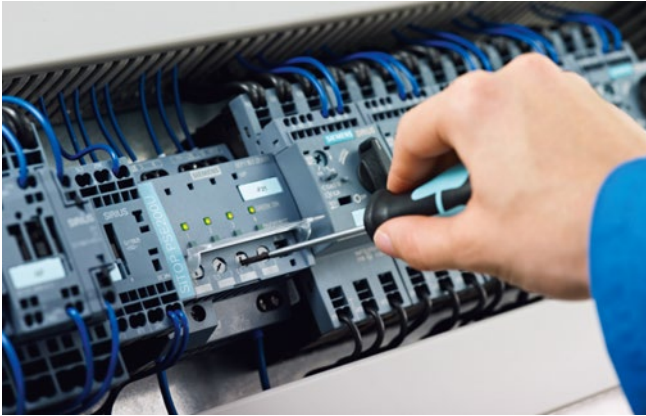


NEC Class 2 Steuerstromkreise versorgt aus einer zentralen Stromversorgung über jeweils ein NEC Class 2 Redundanz-Modul (ohne Redundanz)

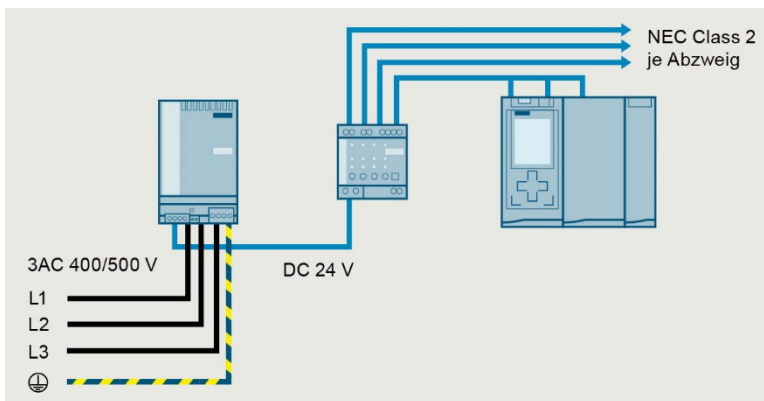
Um eine höhere Verfügbarkeit der Anlagen zu gewährleisten, können zudem zwei zentrale Stromversorgungen eingesetzt werden, die eine redundante Versorgung ermöglichen.



Redundanter NEC Class 2 Steuerstromkreis versorgt aus zwei Stromversorgungen über ein NEC Class 2 Redundanzmodul



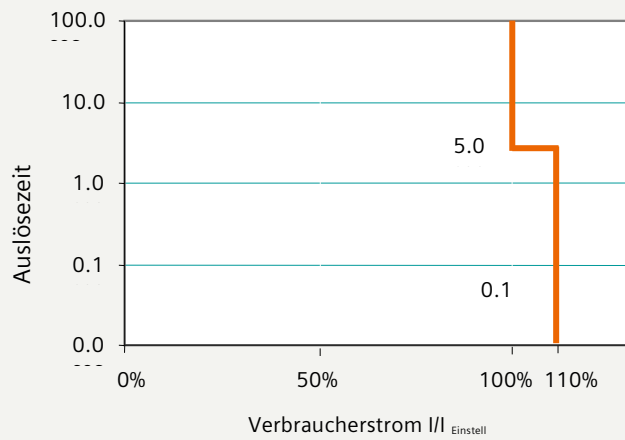
NEC Class 2 Verbraucherabzweige lassen sich auch mit speziellen Selektivitätsmodulen realisieren. Dabei speist auch hier eine zentrale 24 V DC – Stromversorgung ein oder mehrere Selektivitätsmodule, deren Ausgangskanäle auf eine Leistung von 100 VA begrenzt sind. Der Vorteil dieses Aufbaus liegt darin, dass sowohl die Selektivität der Ausgangskanäle, als auch die Leistungsbegrenzung nach NEC Class 2 realisiert werden können.



Mehrere NEC Class 2 Steuerstromkreise versorgt über jeweils einen Ausgang eines NEC Class 2 Selektivitätsmoduls

Das NEC Class 2 Selektivitätsmodul ist speziell auf das Verhalten von Schaltnetzgeräten und den zu versorgenden 24-V-Gleichstrom-Abzweigen abgestimmt. Die individuelle Einstellung des Auslösestroms ermöglicht die optimale Anpassung an den jeweiligen Steuerstromkreis. Der Projektierungsaufwand ist minimal, weil die Abschaltcharakteristik in jedem Fall ein sicheres Abschalten gewährleistet – auch bei hohen Leitungsimpedanzen. Die abgegebene Leistung ist auch bei Kurzschluss auf maximal 100 VA je Kanal begrenzt.

Das NEC Class 2 Selektivitätsmodul verfügt darüber hinaus noch über eine weitere wichtige Funktion: Die Elektronik überwacht 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. Selbst eine SPS, die nur wenige Millisekunden Spannungsausfall überbrückt, läuft problemlos weiter.

**SITOP PSE200U NEC Class 2 Abschaltcharakteristik**

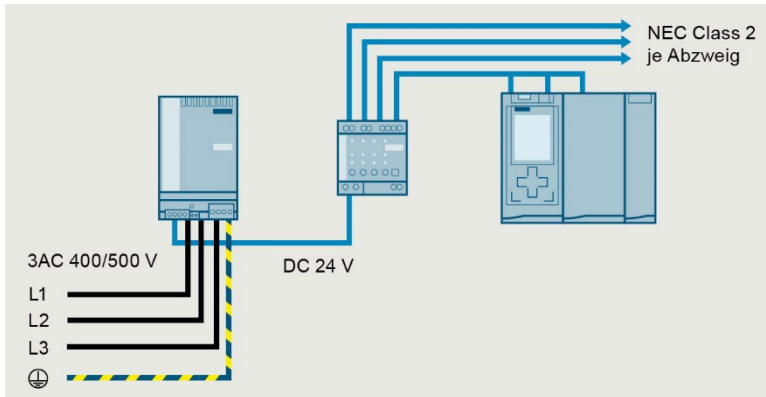
Verhalten bei Strombedarf je Ausgangskreis ...

- von 0 A bis Einstellwert ( $I / I_{\text{Einstell}} = 100\%$ )  
→ keine Abschaltung
- von 100 % bis 110 % vom Einstellwert  
→ Abschaltung nach ca. 5 s
- über 110 % vom Einstellwert  
→ Strombegrenzung auf 110 % für ca. 100 ms, anschließend Abschaltung
- über Einstellwert bei gleichzeitigem Zusammenbrechen der 24 V unter 20 V  
→ Sofortabschaltung

Da dieser Überstromschutz erfolgreich nach UL geprüft und damit anerkannt wurde, müssen bei der Verwendung von SITOP NEC Class 2 Selektivitätsmodulen keine zusätzlichen Kurzschlusschutzgeräte in die vier NEC Class 2 Abzweige eingebaut werden.



Die gleichen Funktionen wie das Selektivitätsmodul und darüber hinaus erfüllt das NEC Class 2 Erweiterungsmodul für das Stromversorgungssystem SITOP PSU8600. Es verfügt über 8 Ausgänge mit 2,5 A Ausgangsnennstrom bei 24 Volt. Neben der üblichen Steuerspannung von 24 V ist jeder Ausgang auch zwischen 4 und 28 Volt einstellbar und versorgt so auch Verbrauchern mit anderer Nennspannung unter Einhaltung von NEC Class 2. Das Stromversorgungssystem verfügt über eine Ethernet/PROFINET-Schnittstelle über die verschiedenste Einstellungen und Diagnosen möglich sind, auch die der NEC Class 2 Ausgänge.



Mehrere NEC Class 2 Steuerstromkreise versorgt über das Erweiterungsmodul CNX8600 8 x 2,5 A des Stromversorgungssystems SITOP PSU8600

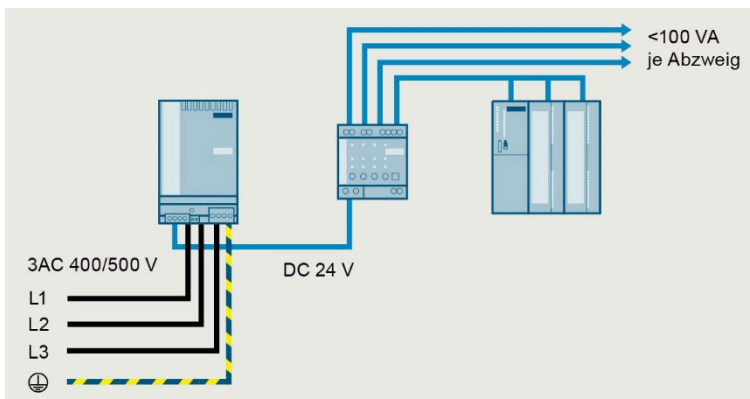
### Low – Voltage Limited Energy Circuit (UL 508A § 2.32) = LVLEC

Ein LVLEC-Steuerstromkreis ist ein Stromkreis mit einer "geschützten" Kleinspannung von max. AC 30 V effektiv oder max. DC 42,4 V. Im Gegensatz zum NEC Class 2 Kreis sind hier keine speziell geprüften Netzteile erforderlich, es wird nur nach der „100-VA-Regel“ abgesichert. Bei einer Spannung von 0...20 V sind dies 5 A, bei Spannungen über 20 V sind dies max. 100 VA (z. B. bei 24 V:  $\text{VA}/24 \text{ V} = 4 \text{ A}$ ).

Achten Sie aber darauf, dass der LVLEC-Steuerstromkreis den Schaltschrank nicht verlassen darf.

Bei Versorgung durch einen LVLEC-Steuerstromkreis dürfen auch nicht UL-gelistete Komponenten eingesetzt werden.

Geräte die komplett (entirely) in einem LVLEC-Steuerstromkreis verwendet werden, bedürfen keiner Überprüfung durch den AHJ. Auch bei der Verwendung von SITOP LVLEC Selektivitätsmodulen müssen keine zusätzlichen Kurzschlusschutzgeräte in die 4 kanaligen Abzweige eingebaut werden.



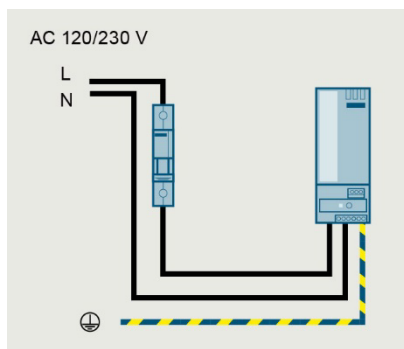
Mehrere LVLEC-Steuerstromkreise versorgt über jeweils einen Ausgangskanal eines Selektivitätsmoduls

# Anforderungen an eine Stromversorgung nach UL

Auch Schaltnetzteile, die in Steuerstromkreisen Verwendung finden, bedürfen je nach Einsatzfall spezieller Absicherungen zum Anschluss an das primäre Versorgungsnetz.

## Anforderungen an den einphasigen primären Anschluss einer Stromversorgung

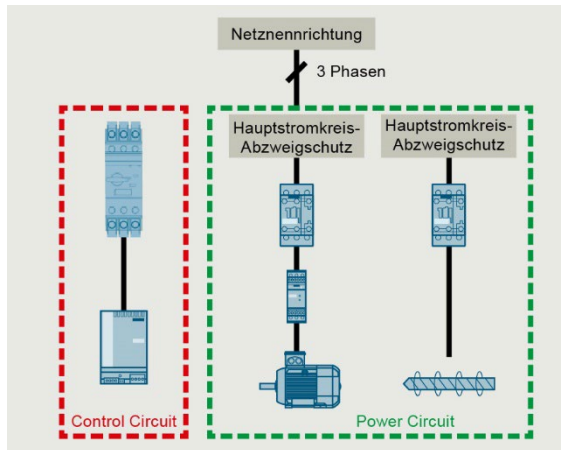
Nach UL 508A muss jeder Steuerstromkreis primär abgesichert werden. Da in den meisten einphasigen Stromversorgungen eine Sicherung für den Geräteschutz eingebaut ist, kann vom Einsatz einer zusätzlichen Absicherung abgesehen werden, wenn der N-Leiter geerdet ist. In diesem Fall muss die Leitung kurzschlussicher verlegt werden. Ohne Erdung des N-Leiters ist der L-Leiter abzusichern.



Primärer Anschluss einer einphasigen Stromversorgung ohne Erdung des N-Leiters

## Anforderungen an den dreiphasigen primären Anschluss einer Stromversorgung

In dreiphasigen Stromversorgungen sind im Normalfall keine Sicherungen für den Geräteschutz eingebaut. Die Absicherung erfolgt durch vorgeschaltete Sicherungselemente, deren Auswahl davon abhängig ist, ob der Abgriff vor oder nach dem Abzweigschutz erfolgt. Nach UL 508A sind ausschließlich Schmelzsicherungen und Inversetime-Circuit-Breaker (Leistungsschalter geprüft nach UL 489) erlaubt, wenn der Steuerstromkreis vom Feeder abzweigt. Dabei gilt zu beachten, dass bei einem Einsatz von Schmelzsicherungen der Ausfall einer Sicherung eine Beschädigung des Netzteilens durch die unsymmetrische Belastung nach sich ziehen kann. Daher wird stets empfohlen mit einem 3-phasigen Inversetime Circuit Breaker abzusichern. Dabei bieten sich der Einsatz von 3-polig gekoppelten Leitungsschutzschaltern der Baureihe 5SJ4 (UL 489) oder Leistungsschaltern der Baureihe 3RV27 (UL 489) an. Die Netzform und der geforderte SCCR-Wert am Einspeisepunkt des Schaltschranks müssen dabei berücksichtigt werden.



Anschluss einer dreiphasigen Stromversorgung

### Anforderungen an den sekundären Anschluss einer Stromversorgung (Beispiel SITOP)

Class 1 Control Circuit (UL 508A § 2.6) = unlimitierter allgemeiner Steuerstromkreis

- alle SITOP Stromversorgungen dürfen verwendet werden
- die Absicherungen erfolgen nach UL 508A Tabelle 42.2 (Sizing of primary and secondary overcurrent protection of a control transformer)




Class 2 Control Circuit (UL 508A § 2.7) = Steuerstromkreis mit begrenzter Leistung



- Verwendung von SITOP Stromversorgungen mit der Kennzeichnung „OUTPUT NEC Class 2“
- die Absicherungen erfolgen nach UL 508A Tabelle 42.2 (Sizing of primary and secondary overcurrent protection of a control transformer)
- Verwendung eines Selektivitätsmoduls PSE200U NEC Class 2 QVRQ2.E328600 (UL 2367) welches von einer beliebigen SITOP-Stromversorgung gespeist wird

LVLEC – Low Voltage Limited Energy Circuit

Absicherung nach 100-VA-Regel (spezielle Schmelzsicherung oder Leitungsschutzschalter, oder SITOP Selektivitätsmodule PSE200U NMTR.E197259)

# Portfolio an SITOP-Stromversorgungen und Add-on-Modulen für Steuerstromkreise nach NEC Class 2

LOGO! Power			
<b>Stromversorgungen LOGO!Power mit NEC Class 2:</b>			
<b>Typen (Nennausgangs- Spannung/ - Strom)</b>	24 V/0,6 A; 12 V/ 0,9 A	24 V/1,3 A; 15 V/1,9 A; 12 V/1,9 A; 5 V/3 A	24 V/2,5 A; 15 V/4 A; 5 V/6,3 A
<b>Eingangsspannungs- Nennwert, - Bereich</b>	AC 100–240 V, AC 85...264 V / DC 110...300 V		
<b>Wirkungsgrad ca. (24-V-Variante)</b>	81%	86%	90%
<b>Verlustleistung im Leerlauf</b>	< 0,3 W	< 0,3 W	< 0,3 W
<b>Umgebungstemperatur</b>	- 25...+70 °C		
<b>Maße (B x H x T) in mm</b>	18 x 90 x 53	36 x 90 x 53	54 x 90 x 53
<b>Weitere Zertifizierungen</b>	CE, CB Scheme, cULus, cURus, ATEX, IECEx, Class 1 Div 2, FM, DNV GL, ABS, SEMI F47, BV, LRS, EAC		
<b>Weitere Informationen</b>	<a href="http://siemens.de/logo-power">siemens.de/logo-power</a>		

SITOP PSU100C				
<b>Stromversorgungen SITOP compact mit NEC Class 2:</b>				
<b>Typen (Nennausgangs- Spannung/ - Strom)</b>	24 V/0,6 A	24 V/1,3 A	24 V/2,5 A	24 V/3,7 A
<b>Eingangsspannungs- Nennwert, - Bereich</b>	AC 100-230 V, AC 85...264 V/ DC 110...300 V			
<b>Wirkungsgrad ca.</b>	82%	86%	87%	87%
<b>Verlustleistung im Leerlauf</b>	< 0,75 W	< 0,75 W	< 0,75 W	< 0,75 W
<b>Umgebungstemperatur</b>	- 20...+70 °C			
<b>Maße (B x H x T) in mm</b>	22,5 x 80 x 100	30 x 80 x 100	45 x 80 x 100	52,5 x 80 x 100
<b>Weitere Zertifizierungen</b>	CE, cULus, CB, cCSAus Class I Div 2, GL, ABS			
<b>Weitere Informationen</b>	<a href="http://siemens.de/sitop-compact">siemens.de/sitop-compact</a>			

	Redundanzmodul PSE202U	Selektivitätsmodul PSE200U	Erweiterungsmodul CNX8600
<b>SITOP-Add-on-Module mit NEC Class 2:</b>			
<b>Typen (Nennausgangs- Spannung/ - Strom)</b>	24 V/3,5 A	24 V/ 4 x 0,5...3 A	24V / 8 x 0,5 ... 2,5 A
<b>Eingangsspannungs- Nennwert, - Bereich</b>	DC 24 V, DC 19...29 V	DC 24 V, DC 22...30 V	DC 4 ... 28 V
<b>Umgebungstemperatur</b>	- 20...+70 °C	0...+60 °C	-25 ... +60 °C
<b>Maße (B x H x T) in mm</b>	30 x 80 x 100	72 x 80 x 72	100 x 125 x 150
<b>Weitere Zertifizierungen</b>	CE, cULus	CE, UL, cURus, CB, cCSAus Class I Div 2, ATEX, IECEx	CE, UL, cULus, CB, cCSAus ATEX, IECEx, ABS
<b>Weitere Informationen</b>	<a href="https://www.siemens.de/sitop-addons">siemens.de/sitop-addons</a>	<a href="https://www.siemens.de/sitop-select">siemens.de/sitop-select</a>	<a href="https://www.siemens.de/sitop-psu8600">siemens.de/sitop-psu8600</a>

# Abkürzungen

<b>AHJ</b>	Authority Having Jurisdiction
<b>NEC</b>	National Electrical Code
<b>UL</b>	Underwriters Laboratories
<b>LVLEC</b>	Voltage Limited Energy Circuit
<b>CB</b>	Circuit Breaker
<b>SCCR</b>	Short Circuit Current Rating

# Weiterführende Informationen

## **Siemens informiert zeitnah über Neuigkeiten.**

Unter [siemens.de/schaltschrank/nordamerikanische-normen](https://www.siemens.de/schaltschrank/nordamerikanische-normen) informieren wir Sie zeitnah über Neuigkeiten zu nordamerikanischen Normen.

Ob Webinare, White Paper, Nachschlagewerke oder Planungstools: Auf unserer Website [siemens.de/schaltschrank](https://www.siemens.de/schaltschrank) finden Sie viele weitere nützliche Informationen rund um das Thema Schaltschrankplanung.

Integrated Control Panels – Der einfache Weg zum optimalen Schaltschrank

Herausgeber:

**Siemens AG**  
**Smart Infrastructure**  
**Electrical Products**

Werner-von-Siemens-Str. 48-50  
92224 Amberg, Germany

Bestellnummer: SIEP-T10450-00

© Siemens 2018

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.

Wünschen Sie mehr Informationen, wenden Sie sich bitte an uns:  
[siemens.de/schaltschrank/kontakt](https://www.siemens.de/schaltschrank/kontakt)